

한국 SCM 학회지

*Journal of the Korean Society of
Supply Chain Management*

Volume 17 Number 2

2017 October



사단
법인

한국SCM학회

한국 SCM 학회지

Journal of the Korean Society of Supply Chain Management

1 물류 아웃소싱 거래비용에 영향을 주는 요인 : 제3자 물류기업의 관점에서

조효준 · 김성수

By entrusting logistics to third party logistics (3PL), firms can enjoy the benefits of cost reduction while concentrating on their core business. We analyzed the effect of five factors on the logistics transaction cost of shippers for third party logistics. We gathered the data through questionnaires to the third party logistics firms about the effect of each factor on the logistics cost of shippers. The results indicate that the higher the degree of complexity of the logistics service to be provided, the higher the cost to be paid. The easier to acquire information about competitive environments, the lower the cost to be set. However, as the sales or the logistics volume of the shipper increases, the transaction cost decreases.

19 토픽모델을 이용한 SCM 특허분석: 1997~2016

김미애 · 서창교

We used Latent Dirichlet Allocation(LDA) for topic model generation to investigate the hidden topics and trends of SCM patents between 1997 and 2016. We analyzed 2,724 abstracts of patents from USPTO(United States Patent & Trademark Office) and EPO(European Patent Office) that were retrieved from KIPRIS database using keywords on supply chain management.

31 공급사슬지향성과 거래공정성, 사회적 자본과 상생협력 공급사슬 간의 관계에 대한 연구

박찬권 · 박성민

This study mainly aims to find out securing trade fairness according to supply chain orientation and the overall relationship between the establishment of social capital and win-win cooperation supply chain. For this, hypotheses between these research items were established and tested. The results are as follows.

First, strategic supply chain orientation and structural supply chain orientation have a positive effect on process fairness, interaction fairness, and distribution fairness, which are the three factors of trade fairness. Process fairness, interaction fairness, and distribution fairness have a positive effect on social capital, and social capital was found to have a positive effect on win-win cooperation supply chain.

47 재난물류 관련 문헌고찰 및 연구동향 분석

원성현 · 전동규 · 하연근 · 임진우 · 정호상

As disasters increase worldwide, more and more researchers are getting interested in disaster logistics focusing on when and how to allocate the relief products to the disaster areas via distribution networks. In this paper, we analyze the related research papers on disaster logistics published from 2002 to 2016, and investigate the research trends related

to disaster logistics. To analyze the research trends, we used four different criteria: disaster types, corresponding author areas, management timing, and the type of research papers.

75 공급사슬 가시성, 상생협력 공급사슬, 공급사슬 성과 간의 관계에 대한 연구

박 찬 권

The main purpose of this study is to investigate the relationship between supply chain visibility, win-win cooperation supply chain, and supply chain performance. The results of the test are as follows.

First, the sensing visibility, learning visibility, and adjustment visibility selected as supply chain visibility all have a positive(+) effect on the win-win cooperation supply chain. And the win-win cooperative supply chain has a positive(+) effect on the supply chain performance. Finally, the mediating effect of the win-win cooperation supply chain was tested and found to have some mediating effect.

89 공유경제와 물류자원 공유 사례조사

김갑환 · 김학봉 · 우창훈

This study introduces various concepts and backgrounds related to the sharing economy. In addition, we examine various conditions for establishing a business model based on

the concepts of the sharing economy, and introduce various business models, and classify the business models. This study introduces the results of investigating various forms of logistics resource sharing, including platform-based cases, cases of joint logistics, and cases of logistics cartels.

117 우편물의 최적 순로구분계획 작성을 위한 구분단위 결정 방안

임 준 목

In this paper, we propose a method for creating an optimal delivery route sorting plan in a delivery post office that performs automatic route sorting by the letter sorting machine. We have presented four design principles for the determination of sorting-unit. These design principles are to minimize deviation of mail volume divided by sorting machine, minimize mail split volume of delivery team divided by sorting machine, minimize mail split volume of delivery team divided by sorting-unit, and minimize mail split volume of delivery area divided by sorting-unit.

133 역물류의 특성을 지닌 이중 차량군 친환경 경로 문제에 대한 진화 알고리즘

한 용 호

This paper addresses a heterogeneous fleet vehicle routing problem (VRP) having

simultaneous pickup and delivery, which plays an important role in the green logistics. The decision making is on both the fleet composition and the vehicle routings. We formulate the problem into a mathematical model and propose an evolutionary algorithm (EA) hybridized with the nearest neighborhood algorithm (NNA).

145 발전용 유연탄 조달 경영계 획 최적화 모델에 관한 연구

장남철 · 황승준

Global distribution of power generation fuel is a very important logistics area that forms the basis of the national power infrastructure industry. Therefore, in order to secure the cost competitiveness of the power generation company while maintaining the stable electric power of the nation, it is required to establish an optimal management plan that minimizes the cost of importing bituminous coal which is one of the largest source of energy for the generation of electricity.

155 지능형 식품 포장 및 유통 관리 시스템 도입 대안별 경제성 분석에 관한 연구

안혜정 · 윤보한 · 한희재 · 이재호 ·
간자르알피양 · 이종태

Intelligent Food Packaging, Distribution Management System tracks the real-time

location and temperature information through the food distribution process and optimizes the supply chain in order to satisfy the consumers who want to purchase high quality food. This system uses RFID, sensor network, temperature-history indicator, smart device, etc. to collect information necessary for management of distribution. To develop system, hardware costs, software costs, and labor expenses should be invested.

165 한-EU FTA 체결이 물류기 업의 효율성과 생산성에 미 치는 영향

김현정 · 손지윤 · 김수옥

The aim of this study is to examine the effect of changes in trade between Korea and Europe, as a result of the Korea-EU Free Trade Agreement(FTA), on Korean logistics companies' efficiency and productivity and, based on that, to explore the potential future effect of Brexit on Korea's logistics industry. This study used 2011, the year that the Korea-EU FTA took effect, as the intervening year, to analyze the performance of logistics companies in two four-year periods and examined the Korea-EU FTA's effect on Korean logistics companies' efficiency and productivity. The efficiency of the Korean logistics industry has declined since 2011, when the Korea-EU FTA took effect, except for in 2014. In addition, the trend of company productivity in the Korean logistics industry was increasing during 2007-2015. This study proposes strategies for long-term operations of Korean logistics companies considering the Korea-EU FTA's effect.

한국 SCM 학회지

Journal of the Korean Society of Supply Chain Management

투고논문 작성 요령

1. 제출방법

투고자는 논문을 한글 또는 MS워드で作성하며, 글씨크기 11포인트, 2단 편집으로 작성하여 제출한다. 논문 심사 후 게재가 확정되면 저자 약력 및 사진이 포함된 최종본을 e-mail로 제출하여야 한다. (논문저자 중 한 명 이상은 한국SCM학회 연회비 납부회원이어야 투고할 수 있다.)

2. 제출절차

접수된 후 심사과정에 있는 논문의 철회를 저자가 원하는 경우 저자는 서면으로 편집위원장에게 철회요청서를 제출하여야 한다.

3. 표지 및 내용

논문 표지에는 논문제목, 저자명 및 직책, 소속기관, 대표저자의 우편번호, 주소, 전화 및 E-mail 주소만을 기입한다. (각 사항에 대한 영문을 병기하고 영문 성명은 이름 먼저 쓰고 성은 뒤에 쓴다.) 연구비의 지원을 받아 연구가 이루어진 논문의 경우 표지에서 밝힐 수 있다. 표지의 다음 쪽에는 저자명 및 소속기관을 기입하지 않고 제목부터 시작하여 영문요약(150단어 이내), 키워드(영문포함), 본문, 참고문헌, 부록 순으로 작성한다. 원고 작성시 본문과 그래프 등의 모든 것은 흑백으로 작성한다. (컬러 그래프 사용 자제)

4. 영문작성

영문의 대문자는 고유명사나 문장의 첫 자 또는 고유명사의 약자 등에만 사용한다.

5. Abstract 및 키워드

영문으로 기입된 저자 소속 아래 150단어 이내의 영문요약 (abstract)을 기입하고, 그 아래 키워드를 기입한다.

6. 각주(footnote)

— 연구비의 지원을 받아 연구가 이루어진 논문을 알릴 경우
— 연락저자의 연락처를 기재하는 경우
상기 사항을 제외한 각주(footnote)는 사용하지 않는 것을 원칙으로 한다.

7. 저자구분

논문의 저자 기재 시 제1저자, 제2저자 순으로 기재하며, 교신저자의 경우 “†”로 이름 옆에 표기하도록 한다.

8. 번호 매김

장이나 절은 아라비아 숫자로 1., 1.1, (1) 등으로 표기하며, 수식은 필요한 경우 (1) 등으로 매김을 한다.

9. 그림과 표

그림과 표는 제목과 내용을 모두 영문으로 작성한다. 그림은 Fig. 로 표시하며, 그림의 제목은 그림의 아래 중앙에 표기한다. 표는 Table 로 표시하며 표의 제목은 표의 위 중앙에 표기한다. 모든 그림과 표는 본문의 적당한 위치에 삽입하고, 삽입이 어려운 경우는 논문의 맨 뒤에 첨부한다.

10. 수식표현

수식(formula)은 필요한 경우 번호를 부여한다.

(예) $y = a_1x^2 + a_2x + a_3$ (1)

11. 참고문헌

참고문헌의 모든 내용은 영문으로 작성하며, “REFERENCES”로 표제를 통일한다. 참고문헌은 알파벳 순으로 작성한다. 인용된 문헌은 ()안에 저자명과 연도를 본문 중에 명시하고 인용된 문헌의 전부를 본문 끝에 저자명의 영문 순으로 일괄 기입한다. 학술지의 경우는 저자명(발행년도), 논문 제목, 학술지명(이탤릭체), 권(호), 쪽수의 순으로 기입하고, 정기간행물이 아닌 문헌의 경우는 저자명(출판년도), 서명(이탤릭체), 출판수(2판 이상), 쪽번호 또는 장, 출판사명, 출판지역의 순으로 기입하되, 다음의 예를 따른다. (예)

[1] Hayes, R. and Pisano, G. P.(2000), "SCM Strategy in Korea", *SCM Journals*, Vol. 11(4), pp. 25~41.

[2] Hayes, R.(2000), *SCM Strategy in Korea*, 2nd ed., pp. 123~145, Prentice-Hall.

12. 논문 심사료 및 게재료

심사료는 5만원, 게재료는 10페이지(2단으로 편집된 최종 게재본 기준)를 기본으로 20만원이며, 10페이지 초과 시 페이지 당 2만원을 추가로 납부한다. 또한 각주 중 연구비 지원에 대한 사사표기가 있을 경우에는 10만원을 추가로 납부한다.

<송금처>

신한은행 100-014-515276

(예금주 : (사)한국SCM학회/영수증 발급)

물류 아웃소싱 거래비용에 영향을 주는 요인: 제3자 물류기업의 관점에서

조효준 · 김성수[†]

경북대학교 경영학부

Factors Affecting Transaction Costs in Logistics Outsourcing: From the Perspective of Third Party Logistics

Hyo-Jun Cho · Sungsu Kim[†]

School of Business Administration, Kyungpook National University

By entrusting logistics to third party logistics(3PL), firms can enjoy the benefits of cost reduction while concentrating on their core business. We analyzed the effect of five factors on the logistics transaction cost of shippers for third party logistics. We gathered the data through questionnaires to the third party logistics firms about the effect of each factor on the logistics cost of shippers. The results indicate that the higher the degree of complexity of the logistics service to be provided, the higher the cost to be paid. The easier to acquire information about competitive environments, the lower the cost to be set. However, as the sales or the logistics volume of the shipper increases, the transaction cost decreases. The purpose of this study is to assist determining the reasonable transaction cost between the shippers and the third party logistics, which are competing interests. In addition, we aim to provide practical implications to logistics managers to identify the factors that have a significant effect on transaction costs and to offer a practical cost reduction plan.

Keywords : Logistics, Outsourcing, Third Party Logistics(3PL), Logistics Transaction Cost

[†] **Corresponding Author :** School of Business Administration, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, 41566, Korea.
Tel: +82-53-950-5422, E-mail: sungskim@knu.ac.kr

Received : 22 March 2017, **Revised :** 10 May 2017, **Accepted :** 28 May 2017

1. 서론

국내 물류산업이 국가 경제에서 차지하는 비중은 지속해서 증가하고 있다. 수출입 물량의 감소나 경제 불황의 여파로 인한 물동량의 감소와 같은 대내외 불안정한 여건 속에서도 최근 5년간 국가 물류비가 GDP에서의 차지하는 비중은 계속 상승하고 있다. 더불어 물류 매출액의 성장도 꾸준히 이루어지고 있으며 국내 제3자 물류(3PL: Third-party logistics) 시장에서 3PL의 활용 비율 또한 매년 증가하고 있는 추세이다(뉴스타운, 2016년 01월14일 기사). 제3자 물류란 물류 아웃소싱을 위탁하는 화주기업과 물류서비스를 제공하는 기업 간의 전략적인 제휴 형태를 뜻한다(김현지, 2001). 제3자 물류 기업은 과거의 단순한 물류 대행 서비스에서 지금은 보관에서 재고관리, 포장에 이르기까지 다양한 부가가치를 창출하는 물류 서비스의 제공을 통해 생산 공정에서 고객에 이르는 모든 단계의 운영 효율을 향상시키고 있다. 조성원(2005)에 따르면 화주기업은 그들 고객의 요구에 부응하며 핵심 사업에 기업 자원을 집중하고 외부업체의 전문성과 노하우를 활용하기 위하여 물류 아웃소싱을 이용한다. 다시 말해서, 기업은 제3자 물류의 활용을 통하여 비용 절감의 혜택뿐만 아니라 기업의 핵심 분야에 역량을 집중하고 물류에서 절감한 비용을 다시 핵심 영역에 재투자함으로써 경영 효율성 향상과 경쟁력 개선으로 이어지는 선순환을 이루게 되었다.

따라서 점점 많은 수의 화주기업들이 물류 아웃소싱의 활용으로 얻게 될 다양한 혜택과 이를 통한 물류 성과에 관심을 기울이고 있다. 권민택과 권영식(2010)에 따르면 화주기업의 제3자 물류기업에 대한 만족은 기업의 신뢰도에 영향을 미치며 이러한 신뢰와 몰입은 기업의 운영과 재무적인 성과에 긍정적인 영향으로 나타난다. Lieb and Randall(1996)은 제3자 물류서비스 활용에 관하여 미국의 500대 제조업체 주요 물류 담당 경영진을 대상으로 설문조사를 한 결과 응답자 중 60% 이상이 제3자 물류서비스 사용자이며 다수는 긍정적인 효과를 경험했다고 답하였다. 이중 물류 아웃소싱 서비스의 가장 큰 혜택으로는 비용 절감이 꼽혔으며, 그 다음으로는 전문 데이터에 대한 접근성, 개선된 작업 프로세스, 향상된 고객 서비스 순으로 나타났다. Sink and Langley(1997)는 제3자 물류시장은 현재 성장 단계에 있으며, 비용의 통제와 서비스 향상이 필요하다고 하였다. 또한, 고위 경영진은 제품 차별화와 가치 창출, 수익성 증대에 있어서 물류지원이 도움이 될 수 있는지에 대하여 인식하고 있으며 제3자 물류서비스의 구매로 기업의 경쟁우위를 높일 수 있다면 지지자를 확보할 수 있다고 주

장하였다.

앞서 언급한 바와 같이 화주기업이 물류 아웃소싱의 활용을 통하여 얻게 되는 가장 대표적인 재무적 성과는 물류비용 절감이다. 윤영길 외(2014)는 화주기업의 물류 아웃소싱 결정요인은 대부분 기업의 비용 절감에 초점을 맞추고 있으며, 물류 아웃소싱의 기본적인 기능에 역점을 두고 있다고 하였다. 화주기업은 물류관련 분야를 직접 운영하던 기존의 방식에서 물류 아웃소싱 전문 업체에 물류서비스를 위탁하는 방식으로 변경하면서 기업에서 기존에 소비되어지던 투자비용과 운영 비용을 절감할 수 있게 되었다. 이렇게 절감되어진 비용은 향후 화주기업의 가치 상승으로 이어진다. 현재 대다수 국내 대기업에서 물류비는 매출액 대비 상당한 부분을 차지하고 있다. 만약 매출액에서 차지하는 물류비의 비중을 낮출 수 있다면 최종적으로 제품 가격경쟁력의 상승으로 이어질 것이며, 결국 기업의 수익성 개선으로 나타날 것이다. 박병진(2013)은 2006년부터 2011년의 기간 동안 유가증권 상장기업을 대상으로 연구를 한 결과 매출액 대비 물류비 수준이 낮은 기업일수록 기업가치가 높으며 매출액 대비 총 물류비 비중의 감소는 결국 기업가치 증가로 이어진다고 분석하였다. 이처럼 화주기업은 비용 절감을 통한 수익성 개선과 기업 가치 상승을 위해서 전략적인 제3자 물류기업과의 제휴를 통해 물류비용 절감이 필요하다. 그러므로 화주기업은 제3자 물류기업과의 거래비용 산정에 더 많은 관심을 기울일 필요가 있다.

화주기업은 제3자 물류기업과의 거래비용 산정에 있어서 거래 당사간의 경쟁력 있는 비용 제시와 합리적인 거래비용 산정이 이루어질 때 만족할만한 성과로 이어질 수 있다. Williamson(1985)은 기업의 거래비용 산정에 있어서 인적 요인, 환경적 요인, 거래적 요인과 같이 거래 비용 발생 원리를 분류하고 이를 바탕으로 거래비용 이론을 확립하였다. 화주기업과 제3자 물류기업의 거래에서도 이러한 요인이 영향을 미치는데 물류 거래비용 산정에 있어서 거래비용 이론의 요인에 해당하는 화주기업에 대한 정보는 획득에 어려움이 따른다. 또한, 화주기업에 대한 정보 비대칭의 발생으로 제3자 물류기업은 기존에 획득한 불확실하며 제한된 정보를 이용하여 거래비용을 산정하고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 이루어진 거래비용 산정은 비용 상승을 초래하거나 때에 따라서 재산정을 필요로 하며 추가로 불필요한 정보 탐색 비용까지 발생시킬 수 있다.

기존에는 화주기업이 주체가 되어 서비스의 만족, 계약, 장기간의 거래유지, 성과에 관한 연구가 주로 이루어졌다. 또한 이종학과 권영철(2002)의 물류 아웃소싱 유형과 결정요인 연

구를 보면 거래비용이론을 바탕으로 하는 요인분석이 이루어지지 않았으며 이를 연구의 한계점으로 꼽았다. 현재 국내 물류산업은 대기업의 물류 자회사 설립과 물류업체의 포화로 경쟁이 심화되고 제3자 물류기업들의 어려움이 지속적으로 커지고 있다. 본 연구에서는 향후 제3자 물류의 활성화와 시장여건의 개선을 위하여 화주기업과 제3자 물류기업 양방향에서 다각적인 연구가 이루어질 필요가 있다고 생각되어 그동안 소홀했던 제3자 물류기업이 주체된 연구를 하였으며 화주기업의 물류 거래비용에 미치는 영향에 대하여 거래비용이론을 반영하여 요인 분석을 하였다.

이 요인에는 화주기업의 매출액과 물류량, 물류서비스 복잡성 정도, 경쟁 환경 정보(화주기업의 과거 거래 비용이나 경쟁기업에 관한 정보), 외부 환경요인(유가, 기업의 외부 상황, 시장 가격, 법적 규제)이 고려되었다. 이 요인들이 각각 화주기업의 물류 거래비용에 미치는 영향을 분석하고 그 유의성을 검증하였다. 본 연구의 목적은 이익 상충관계에 있는 화주기업과 제3자 물류기업 간의 합리적인 물류 거래비용의 접점을 찾아 비용 재산정으로 인한 불필요한 경제적 손실을 줄이고 연구 결과를 바탕으로 화주기업의 물류비용을 절감하는 방안을 마련하는데 도움이 되는 정보를 제공하는데 실무적 목적을 두고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 이론적 배경이 되는 선행 연구를 검토하고, 제3절에서는 연구모형 및 연구가설의 설정에 대해 정리하였다. 제4절에서는 가설에 대한 실증분석을 통한 검증과 그 결과를, 제5절에서는 결론 부분으로 연구결과 요약 및 시사점을 제시하였다.

2. 이론적 배경

2.1 물류 아웃소싱 서비스

과거의 물류 아웃소싱 서비스는 생산자에서 구매고객까지의 단순 배송 서비스가 대표적이었다. 그러나 현재의 물류 아웃소싱 서비스의 범위는 창고 관리를 비롯해서 운송, 운임 지불, 물류정보와 주문, 포장, 조립, 통관 업무에 이르기까지 점차 확대되고 있다. 권민택과 권영식(2010)의 연구에 따르면 제3자 물류기업의 서비스 품질 차원에서 주문의 정확성, 가용성, 가시성, 전문성이 화주기업의 만족도에 긍정적인 영향을 미친다. 또한, 넓은 범위의 물류서비스 품질과 맞춤 물류서비스의 제공은 물류업체의 경쟁력 확보를 위한 가장 중요한 요

인으로 볼 수 있다. 권오경(1999)은 제3자 물류기업의 물류 아웃소싱 서비스 제공으로 화주기업은 그동안 자체적으로 수행하던 물류 업무를 아웃소싱 전문 업체에 위탁하고 기업 내부의 물류와 관련된 자산 비용을 절감하는 동시에 물류 관련 전문 서비스를 이용하여 고객 서비스를 향상한다고 하였다. Murphy(1998)는 물류 서비스 향상을 위하여 제3자 물류기업은 화주기업별 맞춤 물류 아웃소싱 서비스를 제공할 뿐만 아니라 넓은 범위를 아우르는 서비스 기능도 포함하여야 한다고 주장하였다.

화주기업과 제3자 물류기업은 물류 아웃소싱 서비스의 활용을 통하여 기업 간 신뢰가 바탕이 되는 유익한 관계 구축을 원한다. 화주기업은 제3자 물류기업으로부터 만족스런 서비스 품질과 맞춤 서비스를 제공받았을 때 신뢰를 갖게 되며 이것은 결국 장기 거래로 이어지게 된다. 물류 아웃소싱의 결정요인과 성과에 관한 조성원(2005)의 연구에 따르면 제3자 물류기업의 자산 특유성이 화주기업의 아웃소싱 범위의 결정에 영향을 미치며 화주기업은 핵심 업무 집중을 위하여 물류와 관련된 다양한 범위의 서비스를 제공받기 원한다. 제3자 물류기업은 다양한 서비스의 제공과 함께 서비스 품질의 향상에 관심을 기울여야 하며 화주기업의 요구에 탄력적으로 대응함으로써 결과적으로 화주기업의 고객 서비스 품질 향상으로 이어져야 한다.

그러므로 제3자 물류기업의 물류 아웃소싱 서비스 제공 범위의 확대와 다양성은 독자적인 경쟁력과 화주기업의 만족도 향상을 위한 필수 요소이다. 제3자 물류기업은 화주기업과 체결된 계약기간 동안 고객 요구에 맞춘 서비스를 전문적으로 수행함과 동시에 화주기업의 이익 창출을 도와야 한다. 백병성(2013)에 따르면 화주기업 측면에서 물류서비스에 관한 의사결정을 할 때 가장 중요한 판단 요소는 기업 물류비 절감과 핵심사업 역량 집중이다. 물론 그 밖의 고려 요소로는 원활한 기업 간 커뮤니케이션이나 물류기업의 측면에서 재고관리, 물류 정보망, 물류시설과 장비가 있다. 다시 말해서, 화주기업이 제3자 물류기업을 선정함에 있어서 물류기업의 역량이 가장 중요하고, 재고관리 능력과 물류 정보망, 물류시설과 장비 역시 중요 요인으로 고려되었다. 즉, 화주기업은 제3자 물류기업의 역량에 대한 중요성을 잘 인식하고 있으며 이에 맞춰 제3자 물류기업이 화주기업에게 제공하는 물류 아웃소싱 서비스 범위 또한 확대되고 있다. 임기홍(2007)에 따르면 최근 제3자 물류의 국제화, 리드 타임의 단축, 고객 만족과 같은 이유로 물류 아웃소싱이 변화하고 있으며, 공급체인 통합이 제3자 물류기업의 경쟁력을 갖추는 주요 방법이라고 한다. 제3자 물

류의 성장은 결국 화주기업의 물류 효율화와 비용 절감 효과를 얻기 위한 물류서비스 활용으로 이어지는데 현재 국내 제3자 물류기업은 대형화, 전문화, 네트워크화를 추진하고 있으며 물류 효율화 진행과 동시에 기업을 점차 발전시켜 나가고 있다. 더불어 김창희 외(2015)에 따르면 제3자 물류기업은 시장 내 경쟁이 격화 되었으며 해외시장으로 다각화 필요성이 제기되고 있다. 또한 AHP를 이용하여 이러한 제3자 물류기업의 해외 진출에 경제적으로인하고 기업내부 요인이 입지선정에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 분석하였다.

2.2 물류 아웃소싱 성과

기존의 연구를 통하여 화주기업이 물류 아웃소싱을 활용하여 얻게 되는 성과는 이미 여러 차례 입증되어왔다. 제3자 물류기업이 제공하는 물류 아웃소싱의 범위가 확대되면서 화주기업의 물류성과 또한 광범위해졌다. 기존의 연구에서 대표적으로 언급되는 물류 아웃소싱의 성과는 물류비용의 절감이다. 화주기업은 물류 관련 투자비용을 절감함으로써 그 투자여력을 기업 매출과 수익성에 큰 영향을 미치는 핵심 분야로 돌릴 수 있게 되었다. 또한, 물류 아웃소싱 거래를 통하여 화주기업은 비용 절감과 서비스 품질의 향상, 제3자 물류서비스 전문성을 이용한 여러 편익을 얻을 수 있게 되었으며 기업 간 공급체인의 경쟁력과 업무 효율성도 높일 수 있다. 이밖에 물류 아웃소싱을 통한 성과와 관련하여 구경모(2003)는 물류 아웃소싱은 단순한 비용 절감을 추구하는 대상이 아닌 전문적인 지식과 기술을 요구하는 분야로써 화주기업은 적극적으로 물류관리 업무를 외부의 전문물류업자에게 이전시켜 계획, 운영 및 관리를 하게 하는 의도로 파악하였다. 그리고 화주기업과의 굳건한 전략적 파트너 관계가 제3자 물류 전환에 있어 중요하며 물류 정보시스템의 구축에 있어서 공급사슬관리는 화주기업의 물류 수요가 점차 고도화됨에 따라 반드시 실행되어야 하는 서비스 대응체제라고 주장하였다. 이처럼 제3자 물류기업의 서비스 대응체제가 화주기업과의 관계를 향상시키고 결국 이는 화주기업의 성과로도 이어진다.

전동한과 박종삼(2012)에 따르면 제3자 물류기업 또한 무분별하게 화주업체를 고객으로 갖기보단 화주업체 물류관리의 유형과 기준을 정하고 합리적인 수익 창출을 위한 전략적인 관점으로 접근하여야 한다고 주장한다. 즉, 화주기업에 대한 별도의 효율적 프로세스를 구축하여야 하며 화주기업의 의도와 성향이 맞지 않는 물류 아웃소싱 거래는 고객 기업의 성과로 이어지기 힘들다. 잘못된 물류 아웃소싱 거래는 오히려 업

무의 복잡성을 높이고, 기업의 핵심 사업에 대한 집중력을 낮추며, 더 많은 경영자원을 관리에 투입하여야 하는 부작용을 초래한다. 조성원(2005)은 제3자 물류기업의 자산 특유성과 화주기업이 핵심 업무에 집중할 수 있도록 제공하는 물류 업무의 범위, 화주기업의 물류비용 절감이나 물류 관련 업무 인력과 시설의 감소와 같은 비용 절감의 정도, 제공하는 물류서비스의 품질을 화주기업의 아웃소싱 의사결정 요인으로 보고 있다. Power et al.(2007)은 제3자 물류의 경쟁 우선순위와 서비스 제공, 기술에 대한 고객 성과와의 연관성을 연구한 결과 제3자 물류기업은 화주기업에게 물류 서비스를 낮은 비용으로 제공하는 것 뿐 아니라 단순한 비용 관리 이상의 혜택 제공에 초점을 맞추어야 한다고 주장하고 있다.

반면에 물류 아웃소싱을 통한 성과 획득에 반론을 제기한 연구도 존재한다. 전달영과 김정원(2011)은 자사의 투자에 의한 물류 자가 운영방식이 제3자 물류서비스를 이용한 물류 아웃소싱과 비교했을 때 물류 성과측면에서 별다른 차이가 없었다고 주장하였다. 이 연구에서는 거래비용이론과 자원기준이론에 근거해 제3자 물류를 이용한 아웃소싱과 자가 운송을 반응성, 평판, 물류정보시스템, 정보공유, 물류 핵심역량에 대한 물류서비스 성과의 측면에서 비교 분석하였는데 둘 사이에 유의미한 차이를 보이지 않았다. Wilding and Juriado(2004)는 아웃소싱 결정에 대한 고객 인식을 연구한 결과 예상보다 아웃소싱이 비용 절감 측면에서 작은 역할을 하고 있으며, 기업과의 비 호환 또는 의사소통의 문제로 인하여 파트너 관계의 실패로 많이 이어진다고 하였다.

2.3 물류 거래비용

기업의 가치 상승과 경영 성과의 향상을 위하여 국내 기업들의 매출액 대비 물류비 비중을 줄이려는 노력이 필요하다. 하지만 기업들의 물류비 절감 노력에도 불구하고 현재 국내 물류 시장은 거래비용 산정의 기준이 모호한 실정이며 시시각각 변화하는 기업과 시장의 특성을 고려한 물류 거래비용 책정은 더욱 어려움이 따른다. 물류비용 산정 기준의 중요성과 관련하여 박영태와 전호진(2007)은 기업의 정확한 물류비 산정은 기업에서 발생하는 문제의 규모와 실태 파악 및 물류관리시스템의 문제점을 찾아 해결하는데 많은 도움이 된다고 주장하였다. 조군제(2008)는 매출액 대비 국내기업의 물류비는 선진국들보다 상당히 높은 수준이며 기업의 물류비 증감의 주요 원인으로 유가의 상승과 운송비 및 임차료의 증가, 인건비 상승을 제시하였다. 이와 더불어, 화주기업 입장에서는 물류

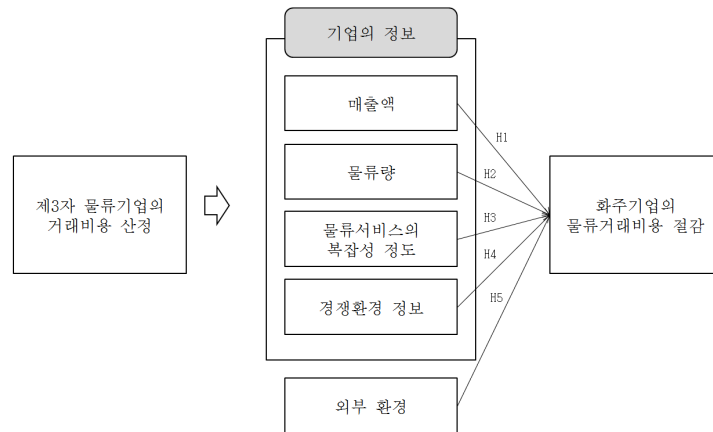


Fig. 1. Research Model

아웃소싱의 활용으로 물류 시설과 같은 고정비용의 부담을 줄여서 물류비용을 절감하고 국가와 기업은 물류 정보화와 표준화, 공동화가 필요하다고 주장하였다.

대기업에 비하여 중소기업은 물류 거래비용이 차지하는 비중과 물류비 중요성에 대한 인식이 부족하며 특히, 중소기업의 경우 이런 인식에 바탕을 둔 잘못된 거래비용 산정은 장기간 지속적으로 재정적 손실을 야기할 수 있다. 2014년도 기준으로 중소기업의 매출액 대비 물류비 비중은 평균 8.34%로 대기업은 6.74%보다 높다(정인일보, 2016년 05월30일 기사). 손동원(2001)은 시장관계에 있어서 거래비용의 발생은 명확하게 나타나며 이는 거래하는 여러 업체의 정보를 조사하고 입수한 후에 가장 타당한 조건의 업체와 계약을 맺게 된다고 하였다. 또한 이처럼 계약 파트너 선정에 있어서 노력, 금전, 시간 등의 비용이 필요하며 이것을 정보탐색비용이라고 하였다. 더불어 이 정보탐색비용은 거래비용의 중요한 부분이라고 주장하였다. 이처럼 중소기업의 경우 대기업보다 물류정보 획득에 어려움을 겪고 있으며 부수적으로 정보탐색비용이 추가로 발생된다. 그러므로 화주기업은 물류비용의 산정에 대한 정밀한 실태 파악과 함께 합리적이고 정확한 산정을 위하여 기업 규모와 실태에 알맞은 기준, 또는 고유 방식의 필요성을 기존의 연구를 통하여 재확인할 수 있다.

3. 연구모형과 방법 및 가설 설정

3.1 연구모형

3.1.1. 연구의 모형

기존 물류 아웃소싱 거래비용과 관련된 연구는 주로 화주기업을 대상으로 하고 있다. 물류 거래 비용은 정확한 산정을 위해서 물류 아웃소싱 거래 당사간의 상호 조율이 필요하다. 그러나 화주기업과 제3자 물류기업의 거래 비용 산정에 필요한 국내 지표가 현저히 부족한 실정이며 더불어 화주기업의 정보보안으로 인한 불충분한 정보 획득과 정보의 비대칭 등의 이유로 거래비용 산정에 어려움이 따른다.

또한 화주기업과 제3자 물류기업 간은 이익 상충 관계에 있기에 합리적이고 정확한 비용 산정에 어려움이 있다. 이에 따른 결과로 거래비용 재산정과 불필요한 물류 거래비용이 추가로 산정되어 화주기업의 경제적 손실로 이어지기도 한다. 본 연구에서는 물류 아웃소싱 서비스를 제공하는 제3자 물류기업의 측면에서 거래비용 산정 요인이 최종적으로 화주기업의 물류 거래비용에 미치는 영향을 분석하였다.

물류 아웃소싱 서비스를 제공하는 제3자 물류기업과 화주기업의 물류 거래비용이 종속 변수로 설정되었으며, 거래비용 요인에 속하는 화주 기업의 정보 하위항목으로 화주 기업의 매출액, 물류량, 물류서비스 복잡성 정도, 경쟁 환경 정보(화주기업의 과거 거래비용, 경쟁 기업의 정보)와 외부 환경(유가, 기업의 외부 상황, 시장 가격, 법적 규제)요인을 독립 변수로 설정하여 분석을 실시하였다. 제3자 물류기업의 거래비용 산정 요인이 최종적으로 화주기업의 물류 거래 비용에

Table 1. Definition and related studies about factors affecting transaction costs in logistics outsourcing

거래비용 산정 요인		정의	관련 선행연구
기업의 정보 관련	매출액	기업의 재무적 상태를 함축하고 있는 요인이다. 제3자 물류기업은 화주기업의 매출액이 클수록 화주기업의 재무적 안정성이 높은 것으로 인식하였으며 이러한 화주기업의 재무적 안정성에 대한 물류기업의 인식은 물류 아웃소싱 거래비용에 영향을 미치는 주요 요소로 고려되었다.	하귀룡 외(2011) Lacity and Hirschheim(1993) Heide and John(1990) Boyson et al. (1999)
	물류량	본 연구에서 기업의 물류량은 서비스규모(물동량, 물류 거래량, 거래빈도)를 의미한다. 본 요인은 거래비용이론을 바탕으로 선정되었으며, 기존 아웃소싱 관련 연구에서도 이 요인은 물류계약 단가에 영향을 주는 주요 요소로 고려되었다.	정경선과 김태복(2009) Williamson(1975, 1985) Maltz(1994) 이종학과 권영철(2002)
	제공 물류서비스의 복잡성 정도	본 연구에서 사용된 제공 물류서비스의 복잡성 정도는 화주기업이 요구하는 물류서비스와 업무환경의 다양성 정도를 의미한다. 서비스의 복잡성은 거래비용이론에서 다양하게 사용된다. 예를 들어, 업무처리의 유형, 고객이 요구하는 근무 특성과 서비스의 수행 시간처럼 사업별 서비스의 범위에 따라서 복잡도의 대상과 요소가 매우 다양하게 측정되어진다(이영환과 홍준형, 2008).	이영환과 홍준형(2008) Williamson(1975, 1985) Lacity and Hirschheim(1993)
	경쟁 환경	본 연구에서 경쟁 환경은 거래기업의 과거 거래비용, 경쟁기업의 수, 경쟁기업의 자산 특유성과 같은 정보 획득 주관적 용이성을 뜻한다. 박해철(2011)에 따르면 기업의 복수 공급업체와의 경쟁에서 최적의 가격 형성을 위하여 일방이 가격조정이 일어날 경우 다른 공급업체 또한 동일한 방향으로 가격이 형성됨을 입증되었다. 본 연구에서 경쟁 환경은 거래기업의 과거 거래비용, 경쟁기업의 수, 경쟁기업의 자산 특유성과 같은 정보 획득 주관적 용이성을 뜻한다. 박해철(2011)에 따르면 기업의 복수 공급업체와의 경쟁에서 최적의 가격 형성을 위하여 일방이 가격조정이 일어날 경우 다른 공급업체 또한 동일한 방향으로 가격이 형성됨을 입증되었다.	박해철(2011) 이창수와 박상규(2006) 하귀룡 외(2011)
외부환경		외부환경은 제3자 물류기업이 유가, 인건비, 기업의 외부 상황, 시장 가격, 법적 규제와 같이 시시각각 변화하는 외부 환경의 상황(환경의 불확실성)에 대한 총체적인 인식을 의미한다. 외부환경 조건의 변화는 직, 간접적으로 기업 간의 거래비용 산정에 영향을 미치는 요소이다.	최상천 외(2014) 조군제(2008) Williamson(1975, 1985)

미치는 영향에 대한 분석을 연구의 목표기반으로 하여 다음 <Fig. 1>과 같이 연구 모형을 설정하였다.

3.1.2. 변수의 정의

<Fig. 1>의 연구 모형에서 제시된 각 독립변수에 해당하는 거래비용 산정요인의 개념과 관련 선행연구를 <Table 1>에서 정리하였다. 설문조사에서는 각 항목의 측정치에 5점 등간 척도를 사용하였으며 5개의 독립변수 요인의 세부의미가 포괄

적으로 포함되도록 세부질문을 설계하였다. 요인 선정의 기준은 아웃소싱 거래에 영향을 미치는 주요 요인이며 거래비용이론을 바탕으로 하였다. 그러나 설문조사와 질문의 특성상 설문대상자의 주관적인 측면이 반영될 것을 고려하여 사전에 제3자 물류기업 종사자를 대상으로 설문조사를 여러 차례 진행한 후 의견을 수렴하여 요인 선정과 질문에 반영하였다. 또한 조사 시 대상이 대부분 중소기업에 해당하기에 설문의 이해도를 높이기 위하여 객관적이고 세부적인 요인에 대한 충분한 설명 제시를 가장 중요하게 고려하였다.

3.2 가설의 설정

3.2.1. 매출액

하귀룡 외(2011)는 제조업체의 아웃소싱 파트너 선정 요인의 중요도 분석에서 재무적 요인으로 재무 상태, 재무구조의 건전성과 총매출액, 부채 비율을 고려하였다. 여기서 재무적 요인은 아웃소싱 파트너의 재무적인 상태를 나타내며, 매출액의 규모와 재무 안전성 및 건전성 확보, 그리고 아웃소싱 관련 자산의 보유 여부를 의미한다고 하였다. 재무적 요인에 해당하는 매출액의 규모는 제3자 물류기업이 화주기업과의 거래에 있어서 고려하는 중요 요인이며 거래기업의 규모를 판단하는 기준이 된다. 이러한 기업 규모의 차이는 거래 비용의 차이로 이어지는데 앞서 언급하였듯이 대기업과 중소기업은 물류비에서 차이를 보이는 것으로 나타났다. 매출액 대비 물류비는 중소기업이 대기업에 비하여 더 높은 비중을 차지하고 있으며, 박영태와 전호전(2007)의 연구결과에 따르면 물류비는 대체로 기업의 매출액이 작을수록 증가하는 것으로 나타났다. 또한 대기업에 비하여 중소기업의 물류비 지출이 상대적으로 높으며 운송비 비중도 높은 것으로 나타나 대체적으로 중소기업이 대기업에 비하여 비효율적으로 물류 시스템을 운영하고 있음을 알 수 있다.

반대로 화주기업의 제3자 물류기업 선정에 있어서 기업의 재무적 안전성은 거래 비용에 영향을 미친다. 소순후(2006)의 Fuzzy AHP 기법을 적용한 연구결과를 살펴보면 제3자 물류기업 선정평가에 적용된 4자기 상위 평가기준에서 재무적 관점이 두 번째로 높은 것으로 나타났다. Lacity and Hirschheim (1993)은 공급업체의 규모와 재정적 안정성은 거래비용 발생에 영향을 미친다고 하였으며, Boyson et al. (1999)은 제3자 물류기업의 선정에 있어서 재무적인 안정성과 기업의 규모 등의 고려 요인을 제시하였다. Heide and John(1990)의 연구 결과 거래에 있어서 거래 상대방이 재무 안정성을 갖추수록 파트너 관계의 신뢰도에 영향을 주며 장기 간의 거래가 가능하다고 하였다. 제3자 물류기업의 경우 화주기업과의 거래비용 재산정과 신규계약을 위한 비용 산정에 있어서 거래 특유 자산과 관련한 내부 정보가 영향을 미친다. 조성원(2005)은 제3자 물류의 자산 특유성이 높은 경우 아웃소싱을 하게 된다고 주장하였다. 이와 같이 기존의 연구에 따르면 화주기업의 제3자 물류기업 선정에 매출 규모, 재무적 안전성 또는 자산의 특유성이 영향을 미친다. 이를 바탕으로 제3자 물류기업은 화주기업과의 거래비용 산정에 있어서 화주

기업의 매출 규모가 비용 산정에 영향을 미치며 제3자 물류기업의 입장에서 화주기업의 매출액이 클수록 거래비용 절감에 영향을 미칠 것으로 예상하여 다음과 같이 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

H1: 물류 아웃소싱 거래비용 산정에서 화주기업의 매출액이 클수록 물류 거래비용은 감소할 것이다.

3.2.2. 물류량

화주기업의 물류량은 제3자 물류기업 측면에서 거래비용 산정에 고려되는 중요 요인들 중 하나이다. 정경선과 김태복(2009)의 물류서비스 계약 요인에 관한 연구에서 물류 전문가를 대상으로 분석한 연구 결과, 계약 금액의 가격 산정 방식에 가장 영향을 미친 요인으로 물동량과 횟수와 같은 서비스의 규모로 나타났다. Williamson(1975, 1985)의 거래비용이론에 따르면 자산 특유성, 불확실성, 거래빈도를 거래특성에 따라 제시하였으며 이에 내부화하거나 구매의 결정을 내리게 된다고 주장하였다. 또한 거래비용 분석을 통한 거래 발생 빈도를 제시하였으며 빈도의 차이에 따라 거래 비용이 달라지고 거래의 빈도가 높을수록 기회주의적 행위를 방어할 수 있으므로 거래에 있어서 이익을 얻을 수 있다고 주장했다.

제3자 물류기업에게 화주기업의 물류량은 많을수록 거래의 빈도의 증가로 이어지는 구조이다. 다시 말해서 화주기업의 물류량이 많아질수록 제3자 물류기업과 화주기업의 거래빈도가 높아지고 제3자 물류기업의 이익도 증가한다.

Maltz(1994)에 따르면 거래비용 분석에서 거래빈도는 아웃소싱에 있어서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 이종학과 권영철(2002)은 화주기업이 물류서비스를 공급하는 기업과 거래빈도가 높을 경우 거래에 대한 절차를 단순화한다면 물류비용을 절감할 수 있다고 하였다. 또한, 아웃소싱 기업 간의 거래 빈도가 높을수록 기업의 거래비용 산정에 있어서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 선행연구 결과를 바탕으로 제3자 물류기업의 측면에서 봤을 때 화주기업의 물류량이 많을수록 거래비용 절감에 영향을 미칠 것으로 예상되어 다음과 같이 가설을 수립하였다.

H2: 물류 아웃소싱 거래비용 산정에서 고객기업의 물류량이 많을수록 거래비용은 감소할 것이다.

3.2.3. 제3자 물류서비스의 복잡성 정도

제3자 물류기업은 독자적인 경쟁력을 갖추기 위하여 화주기업이 원하는 개별 맞춤 서비스를 제공하여야 함에 따라 물류서비스 범위는 점차 다양하게 확대되고 있다. 제3자 물류기업은 위탁받은 다양한 서비스의 업무를 수행함으로써 기존의 고객기업으로부터 만족과 신뢰성을 얻고 이를 바탕으로 장기간의 거래 유지를 위해 힘쓴다. 이와 더불어 제3자 물류기업은 화주기업이 요구하는 다양한 업무에 부응하기 위하여 전문인 고용과 요구 서비스에 맞는 시스템의 구매, 자산의 특수성 등이 뒷받침되어야 한다. 따라서 제3자 물류기업은 화주기업의 요구하는 서비스 수준에 맞춘 투자가 이루어져야 하며, 이러한 투자비용은 화주기업에 대한 물류서비스 거래비용 산정에 반영되어진다. 이영환과 홍준형(2008)에 따르면 관세청 정보시스템 아웃소싱을 사례로 사업계획 수립이나 확정 과정에서 높은 거래비용이 발생하는 것이 업무의 복잡성과 관련이 있는 것으로 나타났다. 또한, 다양한 업무와 부서의 요구 사항을 반영한 시스템 구축 운영이 거래비용을 증가시키는 것으로 나타났다.

반대로, 화주기업이 요구하는 제3자 물류기업이 제공해야 할 물류서비스가 단순하다면 추가적인 투자 없이 수월하게 업무가 진행될 수 있다. 이것은 화주기업과 제3자 물류기업의 거래비용 산정에 있어서 비용 절감 혜택을 제공한다. 홍선의(2001)는 한국 무역 업체를 사례로 인터넷 활용에 의한 거래비용 효과를 분석한 결과 E-mail이나 인터넷 정보통신 기술의 사용과 같은 인터넷 정보기술의 활용으로 커뮤니케이션이 쉽고 편리하게 되고 이는 거래 비용의 절감 효과뿐만 아니라, 오퍼 수락 시간의 단축, 그리고 거래 제의의 신속성 항목에서 높은 효과로 나타났다. 이영환과 홍준형(2009)은 정보시스템과 관련하여 아웃소싱 업무의 복잡성에 대한 거래 비용에 미치는 영향을 연구한 결과 거래 비용의 속성 중 대상 업무의 품질을 측정하는 측정비용에서 유의미하다고 나타났다. 이러한 기존연구 결과를 토대로 물류 아웃소싱 거래비용 산정에 있어서 화주기업이 위탁하는 물류서비스의 복잡성 정도가 영향을 미칠 것으로 예상하여 다음과 같이 가설을 설정하였다.

H3: 물류 아웃소싱 거래비용 산정에서 고객기업이 요구하는 물류서비스의 복잡성 정도가 높을수록 거래비용은 증가할 것이다.

3.2.4. 경쟁 환경 정보(화주기업의 과거 거래비용, 경쟁기업의 정보)

제3자 물류시장의 성장으로 제3자 물류기업 간의 경쟁이 심화 되고 대기업들의 자회사 설립을 통한 물류시장 진출은 물류 거래비용을 하락 시키고 있다. 제3자 물류기업은 화주기업의 작은 입찰에서도 경쟁이 매우 치열하며 신규 계약뿐만 아니라 지속적인 거래관계를 유지하기 위해 경쟁우위를 확보하려고 한다. 이창수와 박상규(2006)는 물류관리시스템의 성과를 향상하기 위해 경쟁전략 적합성이 물류 성과에 미치는 영향을 분석하였는데 경영 환경과 경쟁 전략의 적합성이 높은 물류 성과를 달성할 수 있다고 주장하였다. 이렇듯이 기업의 경쟁 전략은 물류 아웃소싱 거래에 있어서 중요한 고려요인으로 분류된다. 제3자 물류기업뿐만 아니라 화주기업 또한 경쟁력 확보에 총력을 기울이고 있는데 하귀룡 외(2011)에 따르면 기업들이 비용절감과 위험 분산, 그리고 조직성과의 향상을 통하여 경영의 유연성과 효율성을 극대화하고 경쟁우위를 확보하는데 적극적으로 아웃소싱을 활용한다고 한다. 경쟁력의 확보는 기업의 생존과 이익에 큰 영향을 미치는데 제3자 물류기업은 이를 위하여 화주기업으로부터 화주기업의 과거 거래비용과 자신들과 경쟁하게 될 기업에 관한 정보를 획득하기 위한 전략수립이 필요하다. 물류 아웃소싱 서비스의 경쟁 입찰에서 화주기업의 기존 거래비용이나 경쟁 기업에 대한 정보의 획득은 상당히 중요하다. 제3자 물류기업의 입장에서 경쟁기업의 정보와 고객의 이전 거래비용과 같은 경쟁 환경정보의 획득이 용이성은 효과적인 경쟁전략 수립과 적절한 거래비용 산정에 영향을 미칠 것이다. 따라서 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

H4: 물류 아웃소싱 거래비용 산정에서 (고객기업의 과거 거래비용과 경쟁 기업의 정보와 같은) 경쟁 환경 정보의 획득이 용이할수록 거래비용은 감소할 것이다.

3.2.5. 외부 환경(유가, 시장 가격, 법적 규제 등)

최상천 외(2014)는 화주기업의 물류환경 요인에 따른 제3자 물류기업 선정요인과 물류 성과에 관한 연구에서 수출 제조기업의 경우 물류환경이 변화하게 되면 제3자 물류회사의 선정 기준이 달라져야 하며 물류환경 변수 중 고객 요인의 조절 효과에 따라 물류 성과가 영향을 받는 것으로 주장하였다. 이창수(2011)는 물류관리 시스템의 성과에 영향을 미치는 주

Table 2. Sample characteristics

연매출 규모 (₩)		종업원 수		주요 사무소 위치		평균 계약기간	
1억 미만	10	1명	25	서울·경기권	4	1년 미만	2
1~5억	27	2~4명	32	강원권	0	1년	18
6~10억	18	5~9명	10	충청권	3	1년 초과~2년 이하	14
11~20억	9	10~49명	12	경상권	76	2년 초과~3년 이하	8
21~50억	9	50~99명	4	전라권	3	3년 초과	44
51~100억	7	100명 이상	3				
100억 초과	6						
합 계	86	합 계	86	합 계	86	합 계	86

요 요인에 관한 연구에서 기업의 물류 성과를 극대화하기 위한 정책적 지침을 제시하였으며, 환경적 요인인 물류정보기술은 기업이 처한 환경과 상호 관계를 형성하며, 환경 불확실성에 따라 적절하게 관리하는 기업이 생존하거나 성과를 향상할 수 있다는 연구 결과를 도출하였다. 박성민(2006)은 증권 관련 집단 소송 제도에서 증권 거래의 거래 비용을 획기적으로 낮춘 것은 경제적 효율성을 위한 제도라고 하였다. 즉, 긍정적인 제도나 시행령, 규칙이 제정되지 않은 상황에서는 거래비용을 증가시키는 일이 있어서는 안된다고 주장하였다. 조균제(2008)에 따르면 기업의 물류비용 증감 요인 중 26.6%가 유가상승이고 19.6%가 인건비의 상승이라는 조사 결과를 밝혔다. 더불어 종합 물류정보망의 조기 구축과 기업의 물류 공동화 노력에 대한 지원, 물류 관련 시설 및 기기의 표준화 확대를 추진하여 물류 부문의 효율성을 높여 나가야 한다고 주장하였다. 기업의 거래비용 산정과 성과에 있어서 여러 외부 환경 요인들이 영향이 미치고 있다는 연구는 이밖에도 많다. 기존 연구를 토대로 제3자 물류기업의 거래비용 산정에 있어서 외부의 환경적인 요인들이 물류 거래비용에 영향을 미칠 것으로 예상하여 다음과 같이 가설을 정하였다.

H5: 물류 아웃소싱 거래비용 산정에서 긍정적인 외부 환경 요인(유가, 기업의 외부 상황, 시장 가격, 법적 규제)은 거래비용을 감소시킬 것이다.

3.3 자료 수집 및 분석 방법

본 연구에서는 기업 환경에 따른 중복 데이터 수집으로 인한 오류를 막기 위하여 물류 아웃소싱 서비스를 제공하는 제3자 물류기업에 단 한 개의 설문지만을 배포하여 수집하였다.

설문지는 응답 기업의 분류를 위한 기본 기업 정보 6개 문항과 물류 아웃소싱 거래에서 각 기업이 중요하다고 생각하는 요인을 중요도 순서에 따라 1~5번까지 순위 선정을 위한 1개 문항, 각 고려 요인에 대한 5점 등간 척도를 적용한 23개 문항, 그리고 부가적인 연구의 설명력을 높이기 위한 추가 1개 문항을 포함하여 총 31개 문항으로 구성되었다. 설문조사 방법은 '경상북도 화물자동차 운송 주선사업 협회' 도움을 받아 현재 화주기업에게 물류 아웃소싱 서비스를 제공하고 있는 제3자 물류기업을 대상으로 팩스와 e-mail, 직접 방문을 통하여 설문지를 배포/회수하였으며 2016년 8월 1일부터 2016년 8월 31일까지 회수된 91개의 설문지 중 부실한 답변의 경우를 포함한 부적절한 설문지 5개를 제외한 86개의 설문지를 본 연구의 가설 검증에 이용하였다.

4. 분석 결과 및 토의

4.1 표본 특성

설문조사의 표본은 물류 아웃소싱 서비스를 제공하는 제3자 물류기업들의 직종에 관련 없이 대표 한 명을 대상으로 이루어졌으며, 일반적인 기업 특성에 관한 문항들을 추가하였다. <Table 2>에 정리된 것처럼 제3자 물류기업들 중에서 연매출액 규모가 1~5억 원이 27개 기업(31%)이고 6~10억 원이 18개 기업(21%)으로 매출액 1~10억 원인 기업이 총 45개로 전체 표본의 52%를 차지하고 있다. 제3자 물류기업의 종업원 수는 응답 기업들 중 1명이 25개(29%), 2~4명이 32개(37%)로 종업원 수 1~4명이 조사 대상 기업의 66%이다.

주요 사무소의 위치는 경상권이 76개(88%)로 대다수를 차

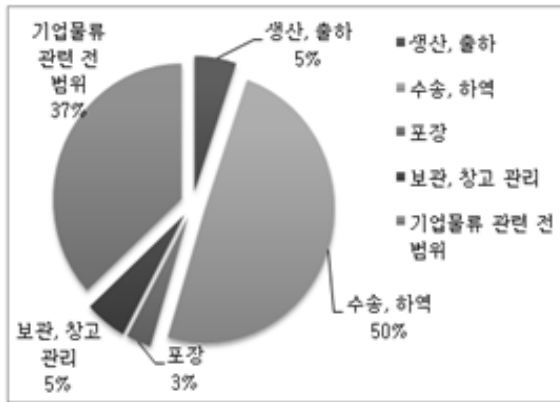


Fig. 2. Spheres of logistics outsourcing service

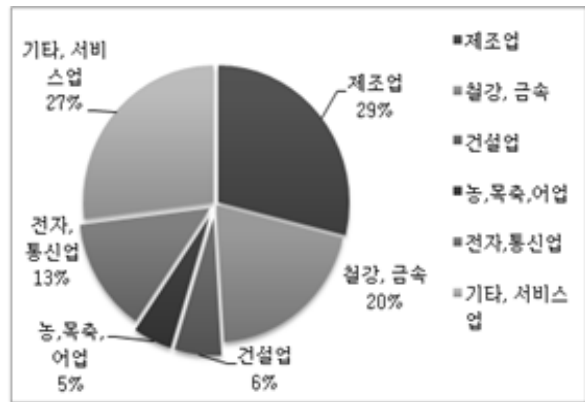


Fig. 3. Core businesses in logistics outsourcing

지하고 있다. 물류 아웃소싱 업체의 고객 기업과의 평균 계약 기간은 3년 초과가 44개(51%)로 많은 제3자 물류기업들이 화주기업과 장기간 거래관계를 유지해 오고 있다.

〈Fig. 2〉에서는 물류 아웃소싱 서비스 가능 범위를 보여주고 있다. 조사 대상 중에서 물류 아웃소싱 서비스 범위가 ‘수송과 하역’만이라고 대답한 기업은 전체 응답 기업 중 47개(50%)이며 기업 물류 관련 전 범위라 대답한 회사는 35개(37%)였다. 특히, 연 매출액이 21~100억 원을 초과한다고 대답한 기업 22개사의 55%인 12개 기업이 제공 가능한 서비스 범위에 관한 질문에서 기업 물류 관련 전 범위라고 응답하였다.

〈Fig. 3〉은 물류 아웃소싱 주력 업종을 보여주고 있는데 제조업이 29%, 기타/서비스업이 27%, 철강/금속이 20%, 전자/통신업이 15%, 건설업이 6%, 농/목축업과 어업이 5%를 차지하고 있다.

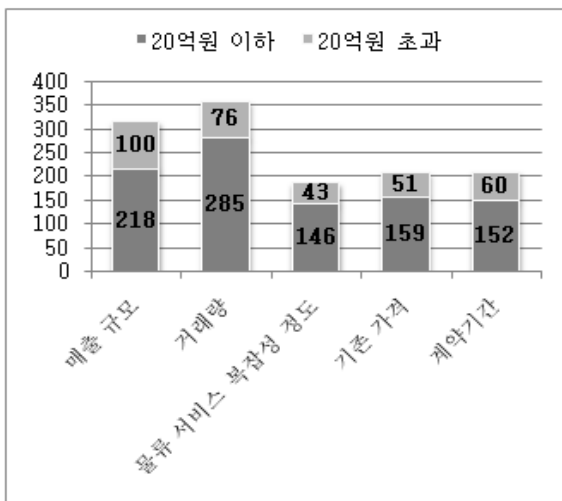


Fig. 4. Degree of importance for factors affecting logistics transaction by the sales volume

조사 대상 표본에서 연 매출액이 소규모인 제3자 물류기업의 수가 많음을 고려하여 매출액 규모 20억 원을 기준으로 나누어 화주기업과의 거래에서 요인별 중요도 관련 설문 조사문항을 서열 측정 방식을 통하여 분석하였다.

〈Fig. 4〉는 매출 규모 별 중요 거래요인을 보여주며 매출 규모의 구분 없이 거래량이 거래에 있어서 가장 중요한 요인으로 나타났다. 두 번째로 중요도가 높은 요인은 고객 기업의 매출 규모였으며, 나머지 요인들인 물류서비스 정보와 기존 거래비용, 계약 기간은 비슷한 수준으로 나타났다. 특히, 연 매출액 20억 원 이하인 제3자 물류기업의 대다수가 거래량을 거래에 있어서 가장 중요한 요인으로 인식하고 있다. 반면에, 연 매출 20억 원 초과 기업은 화주기업의 매출액 규모를 가장 중요하게 생각한다고 답변하였다. 물류서비스의 복잡성 정도와 고객기업의 기존 거래비용은 거래가격 산정에 있어서 중요도가 비슷한 수준으로 나타났다. 또한 연 매출액 20억 원 이하의 제3자 물류기업은 자사의 기업 성장과 이익을 거래에 있어서 중요 우선순위로 인식하고 있으며, 20억 원 초과 기업은 화주 기업의 매출 규모와 같이 거래기업의 재무 안전성에 더 중점을 두고 있음을 유추해 볼 수 있다.

4.2 신뢰성 및 타당성 검증

본 연구의 변수들에 대한 신뢰도 및 타당성 검정을 시행하였다. 각 요인의 Cronbach's α 값은 모두 기준 수치인 0.6보다 높아서 문항 간의 내적 일관성과 신뢰도가 확보되었다. 타당성 검정을 위한 요인분석은 주성분분석(PCA)을 이용해서 요인 사이에 독립성을 가정한 Varimax 직각회전방식을 시행하였는데 KMO와 Bartlett's test를 통한 각 문항의 개별 상관성 여부를 검증하였다. 본 연구에서 KMO 측도 값이 기준치

인 0.5보다 높은 0.665이므로 요인 분석의 변수 선정에 문제가 없음을 보여주고 있다. 그리고 Bartlett의 구형성 검정 값도 447.107 (p -value=0.000)로 나타나 전반적으로 변수들 간의 상관관계는 유의하게 나타났다. 검증의 결과 화주기업의 매출액, 물류량, 제3자 물류서비스의 복잡성 정도, 경쟁 환경 정보(화주기업의 과거 거래비용, 경쟁 기업의 정보), 외부환경(유가, 기업의 외부 상황, 시장 가격, 법적 규제)의 5개요인 구조가 발견 되었다.

4.3 가설 검증

우선 조사 표본기업 전체를 대상으로 회귀분석을 실시하였

으며 그 결과는 <Table 3>와 같다. 회귀분석에서 다중공선성(Multicollinearity)은 독립변수 사이에 상관관계가 강하게 존재할 경우 발생할 수 있는데 본 연구의 분석에서는 공차 한계 값을 기준으로 모든 변수의 VIF 값이 10보다 작은 1과 비슷한 수치이므로 다중공선성의 가능성은 매우 낮다고 하겠다. 분석 결과 종속변수인 물류 거래비용과 독립변수와의 상관관계는 0.760으로 나타났으며, Durbin-Waston 값은 1.703으로 2에 가까운 수치이므로 잔차(residual)들 간의 상관관계가 없다. 또한, $F=21.850$ ($p=.000$)으로 회귀 모형으로 적합한 것으로 나타났다.

제3자 물류기업의 거래비용 산정에서 연구에서 고려하고 있는 각 요인이 물류 거래비용 결정에 미치는 영향에 대한 H1

Table 3. Regression analysis results

종속변수	독립변수	표준오차	β	t-value	p	공차한계	VIF
물류 거래비용	상수	0.464		-1.173	0.244		
	매출액	0.061	0.149	1.796	0.076*	0.772	1.295
	물류량	0.097	0.503	5.958	0.000***	0.741	1.350
	물류서비스 복잡성	0.085	-0.180	-2.226	0.029**	0.810	1.235
	경쟁 환경	0.088	0.489	5.906	0.000***	0.769	1.300
	외부 환경	0.081	0.012	0.150	0.881	0.837	1.195
	$R=0.760^a$, $R^2=0.577$, $F=21.850$, Durbin-Waston=1.703						

* $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.001$

부터 H5까지 검정 결과는 <Table 3>에 따른다. 각 요인 별 t-value를 살펴보면 매출액은 1.796, 물류량은 5.958, 물류서비스의 복잡성 정도는 -2.226, 경쟁 환경 정보(화주기업 기존 거래비용이나 경쟁 기업에 대한 정보)는 5.906, 화주기업 관련 정보 이외의 거래비용 산정 요인인 외부 환경 정보의 t-value=0.150으로 나타났다.

H1의 고려 요인인 매출액의 $p=0.076$ 으로 유의수준 10%를 기준으로 통계적으로 유의하고 $\beta=0.149$ 로 화주기업의 매출액이 증가할수록 물류 거래비용은 감소하는 것으로 나타났다. H2에서 고려한 요인인 물류량은 $p=.000$ 으로 통계적으로 매우 유의한 영향을 보이고 있으며, $\beta=0.503$ 으로 물류량이 증가할수록 역시 물류 거래비용이 감소한다. H3의 물류서비스의 복잡성 정도 요인은 유의 확률이 0.029로 역시 유의수준 5%를 기준으로 그 영향이 통계적으로 유의하며, $\beta=-0.180$ 이기에 물류서비스 복잡성이 높을수록 물류 거래비용의 감소에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. H4에서 고려한

경쟁 환경정보 요인은 유의 확률이 0.000으로 물류 거래비용에 통계적으로 매우 유의한 영향을 주며, $\beta=0.489$ 로 경쟁 환경에 대한 정보 획득이 용이할수록 물류 거래비용 감소에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 정리하면, 전체 표본기업을 대상으로 회귀분석을 실시한 결과 H1부터 H4는 채택 되었지만 H5는 기각되었다. 즉, 본 연구에서 고려한 제3자 물류기업의 거래비용 산정에 영향을 주는 요인들 중 화주기업의 매출액과 물류량, 경쟁 환경 정보는 물류 거래비용 감소에 긍정적인 영향을, 물류서비스 복잡성 정도는 부정적인 영향을 주고 있다.

본 연구의 표본 대상기업들은 연 매출액을 기준으로 골고루 분포되어 있지 않기에 연 매출액 20억 원을 기준으로 연 매출액 20억 원이하 기업과 20억 원 초과 기업으로 나눠서 각각 회귀분석을 시행하였다 (Table 4 참고).

연 매출액 20억 원 이하인 기업을 대상으로 다중공선성을 확인해보면 모든 변수의 VIF 값이 기준이 되는 10보다 작은

Table 4. Analysis results by the annual sales of 2 billion Won
(연 매출액 20억 원 이하 기업)

종속변수	독립변수	표준오차	β	t-value	p	공차한계	VIF
물류 거래비용	상수	0.604		-1.046	0.300		
	매출액	0.068	0.152	1.478	0.145	0.794	1.260
	물류량	0.114	0.527	4.966	0.000***	0.750	1.334
	물류서비스 복잡성	0.088	-0.205	-2.098	0.040**	0.885	1.130
	경쟁 환경	0.104	0.390	3.821	0.000***	0.810	1.234
	외부 환경	0.098	0.162	1.605	0.114	0.824	1.214
	R=0.715a, R ² =0.511, F=12.116, Durbin-Waston=2.044						

(연 매출액 20억 원 초과 기업)

종속변수	독립변수	표준오차	β	t-value	p	공차한계	VIF
물류 거래비용	상수	1.014		-0.605	0.554		
	매출액	0.230	0.105	0.659	0.519	0.706	1.417
	물류량	0.206	0.492	2.797	0.013**	0.584	1.713
	물류서비스 복잡성	0.364	-0.088	-0.332	0.744	0.255	3.927
	경쟁 환경	0.282	0.606	2.561	0.021**	0.322	3.105
	외부 환경	0.163	-0.284	-1.734	0.102	0.671	1.489
	R=0.843 ^a , R ² =0.711, F=7.882, Durbin-Waston=1.610						

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.001

1과 비슷한 수준이다. 연 매출액 20억 원을 초과하는 기업을 대상으로 하였을 때도 VIF값이 조금 커졌지만 여전히 기준치 10보다 낮아서 역시 다중공선성의 가능성은 낮았다.

우선 연 매출액 20억 원 이하인 기업을 대상으로 회귀분석을 실시한 결과를 살펴보면 모형의 종속변수인 물류 거래비용에 대한 독립변수와의 상관지수가 0.715로 나왔다. 그리고 Durbin-Waston 값은 2.044로 2에 가깝기 때문에 잔차들의 상관관계는 없으며, F값이 12.116 (p=.000)로 회귀 모형으로 적합한 수치를 보인다. 연 매출액 20억 원을 초과한 경우는 종속변수인 물류 거래비용에 대한 독립변수들과의 상관지수가 0.843을 보인다. Durbin-Waston 값은 1.610으로 역시 2에 근접해서 잔차들의 상관관계가 없고 F값 또한 7.882 (p=.001)로 나와 회귀 모형으로 적합하다.

〈Table 4〉에서 먼저 연 매출액 20억 원 이하인 제3자 물류 기업을 대상으로 회귀 분석한 결과를 보면 독립변수인 물류량의 t값은 4.966이고 p=.000이므로 종속변수인 물류 거래비용에 대한 영향이 매우 유의하다. β =.527로 화주기업의 물류량이 많을수록 화주기업의 물류 거래비용 감소에 긍정적인 영

향을 준다. 물류 서비스의 복잡성 정도 요인의 t값은 -2.098이고 p=.040로 역시 종속변수에 유의한 영향을 준다. β 값은 -0.205로 물류 서비스의 복잡성이 높을수록 물류 거래비용 감소에 부정적인 영향을 미쳐 결국 비용 증가로 이어진다. 또 다른 독립변수인 경쟁 환경 요인(화주기업의 과거 물류 거래비용이나 경쟁 업체의 정보)은 t값이 3.821이고 유의 확률이 0.000로 종속변수에 대한 영향이 통계적으로 유의미하고 β 값은 0.390으로 경쟁 환경 정보의 획득이 용이할수록 화주기업의 물류비용 감소에 긍정적인 영향을 준다. 정리하면 연 매출액 20억 원 이하인 제3자 물류기업들은 H2부터 H4, 즉, 물류량과 물류서비스의 복잡성 정도, 경쟁 환경요인이 화주기업의 물류비에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되어 채택되었다.

다음으로 연 매출액 20억 원 초과 기업들을 대상으로 회귀 분석한 결과를 살펴보면, 물류량의 t값은 2.797이고 유의 확률은 0.013으로 종속변수에 통계적으로 유의한 영향을 보인다. β 값은 0.492로 고객기업의 물류량이 많을수록 고객기업의 물류 거래비용의 절감에 긍정적인 영향을 미친다. 또한, 경쟁 환경(고객기업의 과거 물류 거래비용이나 경쟁기업의 정

보) 요인의 t값은 2.561이고 유의 확률도 0.021로 종속변수에 유의한 영향이 있고, β 값은 0.606으로 경쟁 환경에 관한 정보의 획득이 용이할수록 화주기업의 물류비용 절감에 도움을 준다. 분석 결과를 종합하면 연 매출액 20억 원을 초과하는 제3자 물류기업을 대상으로 H2와 H4의 물류량과 경쟁 환경 요인이 화주기업의 물류 거래비용에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되어 채택되었다. 전체 표본기업과 연 매출액 20억 원 이하 기업을 대상으로 하였을 때와 달리 연 매출액 20억 원 초과 기업을 대상에서는 물류서비스의 복잡성 정도가는 통계적으로 유의하지 않았다. 이는 매출액이 20억 원을 넘는 제3자 물류기업의 과반수가 제공 가능한 서비스 범위가 기업 물류의 전 범위라고 대답하였으며, 특히 매출 규모가 큰 제3자 물류기업의 경우 일반적으로 물류서비스의 제공 범위가 넓고 자산의 특수성과 서비스 제공에 있어서 충분한 역량을 갖추고 있기에 거래비용 산정에서 물류서비스 요인이 유의한 영향을 미치지 않았다고 추정된다. 그리고 조사 대상 대부분의 제3자 물류기업이 화주기업과의 거래가 3년 초과인 장기 거래임을 고려했을 때, 거래에 있어서 자사의 이익에 직접적 영향을 미

치는 요인과 장기간의 거래 유지에 영향을 미칠 수 있는 요인이 모두 물류 거래비용에 통계적으로 매우 유의한 영향을 미치는 것으로 보인다.

4.4 제공 서비스 범위에 따른 추가분석

앞서 연 매출액 20억 원을 기준으로 표본기업을 나눠서 회귀분석을 한 결과 연 매출액 20억 원 초과하는 기업은 일반적으로 제공 가능한 서비스의 범위가 넓고 자산의 특수성과 서비스제공의 역량을 충분히 갖추었기에 물류 서비스의 복잡성 요인이 제3자 물류기업의 물류 거래비용 산정에 있어서 화주기업의 물류비에 유의한 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 표본기업들 중 가장 많은 부분을 차지하는 수송과 하역 서비스만을 제공하는 47개의 제3자 물류기업과 물류서비스 전 범위를 제공하고 있는 35개의 제3자 물류기업을 나눠서 회귀분석을 재 실시하여 보았다. <Table 5>에 정리된 결과와 같이 기업 물류 관련 전 범위의 서비스 제공이 가능한 기업은 종속 변수인 물류 거래비용과 독립변수들과의 상관관계가 0.763으

Table 5. Results according to the scope of logistics outsourcing service

(기업 물류 관련 전 범위 서비스를 제공하는 기업)

종속변수	독립변수	표준오차	β	t-value	p	공차한계	VIF
물류 거래비용	상수	0.957		-0.782	0.441		
	매출액	0.158	0.247	1.439	0.161	0.488	2.050
	물류량	0.213	0.462	3.082	0.004**	0.640	1.562
	물류서비스 복잡성	0.173	-0.121	-0.859	0.397	0.728	1.373
	경쟁 환경	0.190	0.345	2.283	0.030**	0.629	1.591
	외부 환경	0.168	-0.098	-0.738	0.466	0.820	1.220
	R=0.763 ^a , R ² =0.583, F=8.105, Durbin-Waston=1.582						

(수송과 하역 서비스만을 제공하는 기업)

종속변수	독립변수	표준오차	β	t-value	p	공차한계	VIF
물류 거래비용	상수	0.596		-0.882	0.383		
	매출액	0.074	0.086	0.796	0.430	0.905	1.105
	물류량	0.124	0.571	4.654	0.000***	0.696	1.438
	물류서비스 복잡성	0.106	-0.204	-1.706	0.096 ^a	0.732	1.366
	경쟁 환경	0.110	0.513	4.396	0.000***	0.769	1.300
	외부 환경	0.105	0.111	0.941	0.352	0.756	1.323
	R=0.755 ^a , R ² =0.570, F=10.889, Durbin-Waston=1.799						

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.001

로 높게 나왔으며, Durbin-Waston값은 1.582이고 $F=8.105$ ($p=0.000$)로 회귀 모형으로 적합한 것으로 나타났다. 앞부분에서 예상한 것처럼 기업 물류에 관련된 전 범위 서비스를 제공할 수 있다고 답변한 제3자 물류기업은 물류서비스의 복잡성 정도 요인이 물류 거래비용에 유의한 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 반면에 수송과 하역 서비스만을 제공 가능하다고 답변한 기업들을 대상으로 분석하였을 때는 물류서비스의 복잡성 요인이 t 값이 -1.706 이고 유의확률이 0.096 으로 10%의 유의수준에서 거래비용에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

5. 결론 및 시사점

5.1 연구결과 요약 및 시사점

물류 아웃소싱 서비스를 위탁하는 화주기업은 지속적으로 물류비용 절감을 위하여 힘쓰고 있으나 전략적인 계획과 방안의 수립 없이 기존의 방식을 답습해서는 물류 거래비용의 획기적 절감이 현실적으로 힘들다. 또한 시시각각 급변하는 물류시장에서 각 기업의 실정에 맞는 국내 물류 거래비용의 지표가 매우 부족하므로 화주기업과 제3자 물류기업 간의 물류비용 산정에 많은 어려움이 있다. 본 연구에서는 물류 아웃소싱 거래에서 제3자 물류기업의 거래비용 산정 요인이 화주기업의 물류비용에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 통하여 이익 상충관계에 있는 화주기업과 제3자 물류기업 간에 서로 만족할 수 있는 합리적인 물류 거래비용 산정이 되기 위해 고려해야 할 요인과 각 요인이 화주기업의 물류비용에 미치는 영향을 이해할 수 있었다.

본 연구의 요약과 시사점은 다음과 같다.

첫째, 전체 표본기업을 대상으로 제3자 물류기업의 물류 아웃소싱 거래비용 산정 요인이 화주 기업의 물류비용에 미치는 영향을 분석해 본 결과 화주기업의 매출액과 물류량, 경쟁 환경요인(이전의 화주 기업 거래 비용, 경쟁 기업의 정보)이 물류 거래비용에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 화주기업의 매출액이 클수록, 물류량이 많을수록, 화주기업 대상 경쟁 정보의 획득이 용이할수록 제3자 물류기업은 거래비용 산정에 있어서 낮은 물류 거래비용을 제시하며 화주기업 또한 물류비용의 절감에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 이러한 연구결과를 근거하여 물류 아웃소싱 거래비용

산정에서 화주기업의 매출액과 물류량, 경쟁 환경(이전의 화주 기업 거래 비용, 경쟁 기업의 정보)과 관련된 정보 공유에 대한 중요성을 파악할 수 있었다. 또한, 화주기업은 거래비용 산정하기 전에 물류 거래비용 절감과 정확한 비용 산출을 위하여 유의한 영향을 미치는 거래요인들에 대해서 제3자 물류기업과 정확한 정보공유가 이루어질 필요가 있다.

둘째, 제3자 물류기업의 물류 아웃소싱 거래비용 산정에서 물류서비스의 복잡성 정도는 전체 표본기업을 대상으로 하였을 때와 연 매출액 20억 원 이하 기업만을 대상으로 하였을 때에 화주기업의 물류비용에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 물류서비스의 복잡성이 높을수록 화주기업의 물류거래비용의 절감에 부정적인 영향을 미치며 향후 거래비용의 증가로 이어지는 사실을 알 수 있었다. 반면에, 연 매출액 20억 원을 초과하는 기업들에서는 물류서비스의 복잡성 요인이 화주기업의 물류비에 유의한 영향을 주지 않았다. 그 이유는 물류 아웃소싱 계약이 장기간 거래로 이어지면서 연 매출액이 높은 물류 아웃소싱 기업들의 입장에서는 기존 서비스 관련 정보의 획득이 상대적으로 용이해지고, 일반적으로 연 매출액이 낮은 기업에 비하여 높은 기업은 화주기업에 제공할 수 있는 서비스의 범위가 넓고 자산의 특수성과 서비스 제공의 역량을 충분히 갖추고 있기 때문이라 생각된다. 이를 근거로 서비스 제공 가능 범위에 따라 조사 대상 표본기업들을 나눠서 추가 분석을 실시하였고, 그 결과 기업 물류와 관련해서 전 범위의 서비스를 제공할 수 있다고 답한 제3자 물류기업에서 물류서비스의 복잡성 정도는 화주기업의 물류비용에 유의한 영향을 미치지 못함을 확인할 수 있었다. 화주기업은 필요한 물류서비스와 관련한 정보를 거래비용의 산정 이전에 아웃소싱 업체와 공유하여야 하지만 결과적으로 물류서비스의 복잡한 정도에 영향을 받는 기업은 매출규모와 서비스 제공범위가 상대적으로 작은 기업들이란 것을 알 수 있었다.

마지막으로, 본 논문에서는 제3자 물류기업의 거래비용 산정 요인들이 화주기업의 물류 거래비용에 유의한 영향을 미친다는 결과를 도출할 수 있었다. 기존 이종학과 권영철(2002)의 물류 아웃소싱 유형과 결정요인 관련 연구를 통해 정보 공유가 원활하고 장기적인 경쟁우위의 달성을 위한 전략적인 물류 아웃소싱이 단순아웃소싱보다 물류 성과에 긍정적인 효과를 미치는 것을 알 수 있었지만 거래비용이론을 고려하지 않았다는 한계점 있었다. 본 연구에서는 거래비용이론을 바탕으로 설정된 요인인 기업정보의 사전공유가 이루어졌을 때 손동원(2001)이 주장했던 거래비용 결정의 중요한 부분으로 정보탐색비용을 감소시킴과 동시에 결국 화주기업의 물류거래비용

도 절감시킬 수 있음을 확인하였다. 또한 사전 정보의 공유가 거래비용의 산정 이후에도 업무의 효율성을 높인다고 대부분의 조사 대상 기업이 답변하였다. 따라서 화주기업의 사전 정보공유는 서로 이익 상충관계에 있는 제3자 물류기업과의 합리적이고 정확한 물류 거래비용의 접점을 찾고 아울러 거래비용의 산정 후에도 전략적 파트너 관계의 형성과 업무 효율성을 향상을 위해 중요함을 알 수 있다.

5.2 연구의 한계점 및 향후 연구방향

본 연구의 한계점은 다음과 같다.

첫째, 연구에서 대상이 되는 제3자 물류기업의 환경에 따른 중복 데이터 수집과 그로 인한 오류를 막기 위하여 각 기업에 단 한 부의 설문지를 배포/회수하였다. 위와 같은 자료수집의 한계점으로 인하여 설문지의 회수율이 낮았으며 최종적으로 회수된 설문지 86개로 100개에 미치지 못하였다.

둘째, 표본이 되는 제3자 물류기업이 대부분 연매출액이 작은 기업으로 구성되어 있다. 이로 인하여 연구의 표본을 연 매출액 20억 원을 기준으로 나눠서 분석하였지만 대기업에 속하는 큰 규모의 제3자 물류기업은 일반화에 제한점이 있을 것으로 예상된다.

향후연구에서는 본 연구를 바탕으로 물류 거래비용 산정에 고려하여야 하는 요인들을 제3자 물류기업과 화주기업의 특성에 따라 추가적으로 살펴보고, 물류 거래비용 영향인자를 선행연구를 통해서 뿐만 아니라 보다 더 객관적인 방법으로 도출하고자 한다. 또한 물류비용의 절감 목적뿐만 아니라 이 요인들이 화주기업이 물류 아웃소싱을 통하여 얻게 될 다른 이점들에 미치는 영향도 다각적으로 살펴볼 계획이다.

REFERENCES

- [1] Boyson, S., Corsi, T., Dresner, M. and Rabinovich, E.(1999), Managing effective third party logistics relationships: what does it take?, *Journal of Business Logistics*, Vol.20(1), pp.73~100.
- [2] Cho, K. J.(2008), A Study on the Efficient Management Plan of Business Logistics Costs, *Korea International Accounting Review*, Vol.22, pp.211~235.
- [3] Cho, S. W.(2005), An Empirical Study on the Determinate Factors and Performance of Logistics Outsourcing by Korean Trading Firms, *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol.18(5), pp.2131~2151.
- [4] Choi, S. C., Chung, J. C. and Yeon, J. E.(2014), A study on the Influence of Logistic Performance with Factors of Choosing the Third Party Logistics company : Focused on the Using Regulation effect of Logistics Performance, *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.15(3), pp.1506~1514.
- [5] Chun, D. Y. and Kim, J. W.(2011), A Comparison of Logistics Capabilities, Logistics Services, and Logistics Performance Between Third-Party Logistics Users and Self-Delivery Firms, *Journal of Marketing Management Research*, Vol.16(4), pp.71~97.
- [6] Ha, G. R., Yoon, S. H. and Choi, S. B.(2011), Critical Factors for Outsourcing Partner Selection of Manufacturing Firms: An AHP Based Analysis, *Korean Business Education Review*, Vol.26(2), pp.489~515.
- [7] Heide, J. B. and John, G.(1990), Alliances in industrial purchasing: The determinants of joint action in buyer-supplier relationships, *Journal of marketing Research*, Vol.27(1), pp.24~36.
- [8] Hong, S. E.(2001), A Study on the Exchange Cost in Internet of Korea Firms, *The Journal of Establishment Information*, Vol. 4(1), pp.79~99.
- [9] Jeon, D. H. and Park, J. S.(2012), A study on The third party logistic company's selection of Shipper firm, *Korea Logistics Review*, Vol.22(2), pp.27~50.
- [10] Jung, K. S. and Kim, T. B.(2009), A Study on the Critical Factors of Logistics Service Contracts, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol.25(3), pp. 93~116.

- [11] Kim, C. H., Lee, G. S. and Kim, S. W.(2015), A Study on the Determinants of Foreign Market Entry Decision of Third-Party Logistics Providers using AHP, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.15(2), pp.17~28.
- [12] Kim, H. J.(2001), A Comparative Study on Third Party Logistics and Fourth Party Logistics in the Information Era, *Korea Logistics Review*, Vol.11(2), pp.149~169.
- [13] Koo, K. M.(2003), Conversion of international logistics corporation into 3PL provider: Strategies and important services, *Korean Journal of Logistics*, Vol.11(2), pp. 33~55.
- [14] Kwon, M. T. and Kwon, Y. S.(2011), Empirical Study on the Logistics Performance between Shippers and Third Party Logistics Service Providers, *Journal of Distribution and Management Research*, Vol.14(1), pp. 121~142
- [15] Kwon, O. K.(1999), Third Party Logistics: Definition, Industry Practices and Research Needs, *Korean Journal of Logistics*, Vol.7(1), pp.163~179.
- [16] Kwon, Y. S. and Kwon, M. T.(2010), An Effects of 3PL Service Quality and Relationship Quality on the Logistics Performance, *Journal of Channel and Retailing*, Vol.15(5), pp.19~35.
- [17] Lacity, M. C. and Hirschheim, R.(1993), The information systems outsourcing bandwagon, *Sloan management review*, Vol.35(1), pp.73~86.
- [18] Lee, C. S.(2011), Impacts of Environmental Factors on IT, Competitive Strategy, and Logistics Performance, *Korean International Accounting Review*, Vol.40, pp. 305~328.
- [19] Lee, C. S. and Park, S. K.(2006), Impacts of Management Environments and Competitive Strategy on Logistics Performance, *Accounting Information Review*, Vol.24(3), pp.51~76.
- [20] Lee, J. H. and Kwon, Y. C.(2002), A Study on the Determinants of Logistics Outsourcing Types and Performance-Focused on the fabric export companies, *Korea Trade Review*, Vol.27(2), pp.267~288.
- [21] Lee, Y. H. and Hong, J. H.(2008), Influence Factors and the Introducing Outcomes over IT Outsourcing in the Government Offices, *Korean Society and Public Administration*, Vol.19(2), pp.25~50.
- [22] Lee, Y. H. and Hong, J. H.(2009), The Study on the Relationship Between Transaction Cost and Transaction Attributes, *Korean Society and Public Administration*, Vol.19(4), pp.49~79.
- [23] Lieb, R. C., and Randall, H. L.(1996), A comparison of the use of third-party logistics services by large American manufacturers, 1991, 1994, and 1995, *Journal of business logistics*, Vol.17(1), pp.305~320.
- [24] Maltz, A.(1994), Outsourcing the warehousing function: economic and strategic considerations, *Logistics and Transportation Review*, Vol.30(3), pp.245~265.
- [25] Murphy, P. R., and Poist, R. F.(1998), Third-party logistics usage: an assessment of propositions based on previous research, *Transportation Journal*, Vol.37(4), pp.26~35.
- [26] Paeck, P. S.(2013), An Empirical Study on Factors of Shippers' Selection of Third-Party Logistics Service, *Korea Logistics Review*, Vol.23(2), pp.99~119.
- [27] Park, B. J(2013), The Effect of Level and Change of Logistic Costs in Manufacturing on Firm Value, *Korean International Accounting Review*, Vol.48, pp.29~54.
- [28] Park, H. C.(2011), Optimal Pricing for a Supply Chain with Two Competing Suppliers, *korean management review*, Vol.40(5), pp.1273~1289.
- [29] Park, S. M(2006), Transaction cost and the Design of Regulatory Institutions: Focused on Class Action, *Korean Public Administration Review*, Vol.40(4), pp.531~551.
- [30] Park, Y. T. and Jeon, H. J.(2007), An Empirical Study on the Impact of Firms Logistics Costs on Values of Firms-With the emphasis on the Analysis of Financial Accounting-, *Korea Logistics Review*, Vol.17(2), pp.5~34.
- [31] Power, D., Sharafali, M., and Bhakoo, V.(2007), Adding value through outsourcing: Contribution of 3PL services to customer performance, *Management Research News*, Vol.30(3), pp.228~235.
- [32] Sink, H. L., and Langley Jr, C. J. (1997), A managerial framework for the acquisition of third-party logistics services, *Journal of Business Logistics*, Vol.18(2), pp. 163~189.
- [33] So, S. H.(2006), Fuzzy AHP Approach for the Logistics Outsourcing Decision in Supply Chain Management: Focused on Evaluation and Selection of Third-Party

- Logistics Service Providers, *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol.19(4), pp.1631~1651.
- [34] Sohn, D. W.(2001), Competition between SCM and B2B E-Marketplace: A Transaction Cost Perspective, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.1(1), pp.19~28.
- [35] Wilding, R., and Juriado, R.(2004), Customer perceptions on logistics outsourcing in the European consumer goods industry, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.34(8), pp.628~644.
- [36] Williamson, O. E.(1975), *Markets and hierarchies*. New York: Free Press.
- [37] Williamson, O. E.(1985), *The economic institutions of capitalism: Firms, markets, relational contracting*. New York: Free Press.
- [38] Yim, K. H.(2007), A Study on way of activation and problem of the Third Party Logistics Providers in domestic country, *International Commerce and Information Review*, Vol.9(1), pp.213~233.
- [39] Yoon, Y. K., Kim, J. H. and Lee, C. B.(2014), A Study on the Effects of Logistics Outsourcing Determinants on the Outsourcing Levels and Performance of Korean Firms, *Korea Logistics Review*, Vol.24(5), pp.135~159.
- [40] 경인일보(<http://www.kyeongin.com/main/view.php?key=20160530010010485>), 2016. 05. 30
- [41] 뉴스타운 경제(<http://www.newstown.co.kr/news/articleView.html?idxno=236957>), 2016. 01. 14



조 효 준

현재: 경북대학교 경영학부 석사과정
관심분야: Logistics, SCM,
Operations Management



김 성 수

Pennsylvania State University
경영과학/산업공학 박사
현재: 경북대학교 경영학부 조교수
관심분야: Logistics, Operations
Management, Finance

토픽모델을 이용한 SCM 특허분석: 1997~2016

김미애 · 서창교[†]

경북대학교 대학원 경영학부 · 경북대학교 경영학부

SCM Patent Analysis Using Topic Modeling: 1997~2016

Mi-Ae Kim · Chang-Kyo Suh[†]

School of Business Administration, Kyungpook National University

We used Latent Dirichlet Allocation(LDA) for topic model generation to investigate the hidden topics and trends of SCM patents between 1997 and 2016. We analyzed 2,724 abstracts of patents from USPTO(United States Patent & Trademark Office) and EPO(European Patent Office) that were retrieved from KIPRIS database using keywords on supply chain management.

Major findings of this study provided the 15 major topics such as RFID System, Logistics, Communication System, Web 2.0, Network Service and Maintenance, etc. and identified the four cold topics(Web 2.0, Logistics, Enterprise Application Integration, Supply Planning/Network Service and Maintenance) and five hot topics(Mobile Communication, RFID System, Tracking System, Digital Signal Processor) in SCM patents. Contributions and further research were also discussed as a part of the conclusions.

Keyword : SCM, Patent Analysis, Topic Model, LDA

[†] **Corresponding Author :** School of Business Administration, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, 41566, Korea,
Tel: +82-53-950- 5425, E-mail: ck@knu.ac.kr

Received : 26 April 2017, **Revised :** 26 May 2017, **Accepted :** 4 July 2017

1. 서론

정보기술에 따른 기업의 경영혁신활동이 활발해짐에 따라 조직자원의 최적화가 시도되고 있으며, 이러한 변화는 기업의 공급사슬구조를 최적화하고자 하는 공급사슬관리(SCM)의 개념에 영향을 주게 되었다(Cash & Konsnynski, 1985; Iacovou et al., 1995; 김미애 & 서창교, 2015). 이러한 영향은 결과적으로 기업들의 경쟁우위 확보를 위한 전략적으로서 기업간의 프로세스의 혁신을 위해 SCM시스템 구축을 필수적 요건으로 자리잡도록 하였다(정철용, 2001; 김진수 & 김대진, 2004). 다시 말해, 현대의 기업은 내부의 효율성을 높이는 것과 동시에 서로 상호작용하는 기업 간의 효율성을 동반 상승시킬 수 있는 방안을 모색하는데 상당한 관심을 가지고 있으며, 공급사슬관리란 이러한 전략적 기법의 하나이다. 2016 Supply Chain Top 25(Gartner, 2016)의 결과는 유니레버, 맥도날드, 아마존, 인텔, H&M 등 하이테크, 제조업, 화학, 자동차 및 생활과학 분야 등 다양한 분야의 기업들이 SCM의 모범사례 기업들로 소개되고 있다.

공급사슬관리 분야의 연구결과들이 축적되면서, 연구자들이 어떤 주제를 중심으로 연구를 수행하고 있고, 관심분야의 변화상 그리고 학문적 유행은 어떤 양상을 보이는지 다양한 시각에서 연구동향의 분석이 시도되었다(Madenas et al., 2014; Beske et al., 2014; Fahimnia et al., 2015).

하지만 이러한 메타분석 연구는 제한된 기간의 연구논문을 주 대상으로 하며, 연구 주제의 파악이 연구자마다 다른 기준을 활용하여 분류하고, 분석도구 역시 일관된 방법을 활용하지 않아 도출된 결과를 종합적으로 비교 분석하기가 어렵다. 또한 결과의 해석도 연구자가 직접 내용을 판단하여 연구자의 주관적 가치와 개인적인 의견이 반영될 위험이 있으며 대용량의 데이터를 소화하기가 힘든 단점이 있다(박자현 & 송민, 2013).

전략적 기법으로서의 공급사슬관리에 관한 현장의 관심은 공급사슬상의 의사결정을 최적화하기 위한 기법으로서 그리고 모바일, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 분석 등 SCM의 구현을 위해 다양한 각도에서 IT기술과의 연계가 필요하므로 공급사슬관리와 관련한 특허출원도 매년 증가하고 있다(김태우 & 서창교, 2013). 특허정보를 바탕으로 하는 공급사슬관리 분야 특허의 주요주제와 기간별 비교분석은 SCM 분야에서 활발히 나타나고 있는 주제와 하락세인 주제를 제시하여 공급사슬관리 분야의 향후 기술개발 방향에 대한 전략수립에 도움을 줄 수 있다.

따라서 본 연구에서는 토픽모델을 활용하여 공급사슬관리 분야의 주제와 동향을 다각도로 분석하고자 한다. 토픽모델링은 특히 기술의 초록에서 추출된 단어집합을 이용하여 이들 단어들을 사용하는 특허들의 주제(topic)를 분석하는 텍스트 마이닝 기법으로, 인용정보 중심의 기존 특허관련 기술예측은 기술의 연관성을 간과하는 한계가 있지만, 키워드 중심의 텍스트마이닝은 연구자의 직관적이고 주관적인 판단을 넘어서서 대량의 텍스트 데이터를 객관적으로 분석하는 유용한 방법론이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 선행연구들을 정리하였다. 3장에서는 자료의 수집과 분석방법 및 절차를 설명하였고, 4장에서는 연구결과를 제시하고, 5장에서는 결론 및 시사점을 정리하였다.

2. 선행연구

2.1 SCM 동향 분석 선행연구

연구동향을 분석하기 위한 기존의 연구방법은 주로 메타분석이 활용되었는데, 메타분석은 특정 학문영역에 존재하는 세계관 및 방법론적 차이를 살펴보는 것으로 기존의 학문에 대한 이론을 체계적으로 기술하고 장래의 학문이 나아가야 할 방향을 판단하기 위한 방법이다(Faust & Meehl, 2002).

공급사슬관리 분야 또한 메타분석 연구들이 다수 진행되어 왔다. Madenas et al.(2014)는 공급사슬관리에서 정보흐름에 대한 문헌들을 분석하였다. Scopus에서 132편의 논문을 추출하여 연구분야, 연구방법, 지역, 연도별 발표된 논문 수 등을 분류하였다. Beske et al.(2014)는 식품산업에서 동태적 역량과 지속가능한 분야의 SCM에 대한 문헌 52편을 수집하여 분석하였다. Fahimnia et al.(2015)는 계량서지학적 분석을 통해 그린SCM의 선행연구를 분석하였다. Scopus에서 1차 키워드 검색으로 총 1,586편을 추출한 후 2차로 필터링을 통해 884편의 논문들의 국가, 저자, 연도, 기관, 키워드 등을 정리하였다. 그리고 키워드 간의 관계와 저자간의 관계 등의 소셜네트워크를 Gephi를 이용하여 분석을 하였다. 서창교 & 황채영(2012)은 「한국SCM학회지」에 등재된 논문들을 저자, 연도, 기관, 연구주제별로 분석하였다. 서창교 & 김태우(2013)는 RIIS 및 NDSL 데이터베이스에서 국내 등재지의 SCM 관련 주제 논문을 추출하여 연구주제, 저자, 연도, 기관 등을 분석하였다. 김미애 & 서창교(2015)는 저자 간 동시인용 빈도패턴

의 정보를 기반으로 동시인용 네트워크를 시각화하고 이의 해석을 통해 국내 SCM 연구의 동적인 변화 추이를 살펴보았다.

2.2 특허분석

특허정보는 객관적일 뿐만 아니라 표준화된 정보라는 측면에서 장점을 갖는다. 즉, 특허는 최신 기술(state of the art)로 해결되지 않는 문제점을 극복하기 위하여 발명자가 새로운 아이디어를 고안한 다음, 고안한 아이디어를 실험으로 증명하는 과정으로 구성되는 신규성, 진보성 및 산업성을 갖춘 일정한 형식의 연구논문이다(정교민, 1993; 김강희 등, 2012). 특허는 기술동향을 분석하는 도구로서 여러 가지 장점을 가지는데, 전 산업과 기술 분야를 대상으로 방대한 분량의 정량데이터를 제공하고, 국제특허분류(IPC)와 같은 통일된 분류체계를 가지고 있는 등 정확하고 구체적이면 표준화된 정보를 제공한다(백현미 & 김명숙, 2013). 그러나 학술논문과 달리 특허를 통한 선행연구를 제대로 조사하지 않아 이미 밝혀진 연구를 중복하고 있는 경우가 자주 나타나고 있는데, 특허청에 의하면 261개의 유럽기업을 대상으로 한 설문조사에서 R&D 투자 후 해당기술이 이미 특허로 보호되고 있음을 발견한 경우도 70%에 달한 적이 있었다(박차철 & 김호정, 2009).

여러 형태의 특허정보 활용방법을 이용하여 차세대 연구 개발 테마에 대한 선행특허정보를 조사하여 기술의 파급효과를 파악하고, 연구개발 방향을 설정하면, 중복투자를 방지하면서 공백기술의 발견을 통해 특허분쟁을 사전에 방지할 수도 있다(한창옥, 2004). 뿐만 아니라 특정분야의 연구개발 현황과 기술특징을 파악하기 위해서는 해당기술의 동향을 분석하고 흐름을 파악하는 것이 중요하며, 특허분석은 특허동향을 조사함으로써 기술의 실용화 및 기술혁신의 방향을 가늠해볼 수 있다(김은형, 2009).

기존 특허분석 관련 연구들을 살펴보면 박현우 & 김기일(2007)은 특허당인용건수, 과학연계지수, 시장확보지수 등의 특허정보를 활용하여 휴대용멀티미디어단말기(PMP) 분야의 국내의 기술개발동향과 주요국의 기술적 위치를 규명하고자 하였다. 전성해(2011)는 특허데이터를 정량적으로 분석하여 지능형시스템에 대한 기술적 예측에 필요한 특허분석방법을 제안하고, 제안방법에 대한 성능평가를 수행하였다. 김태우 & 서창교(2013)는 SCM분야의 기술특성을 파악하기 위해 특허의 IPC코드분포와 특허출원 동향과 출원인별분포, 특허기술 분포, 특허활용분야 등에 대해 분석하였다. 김주환(2015)은 특허분석에 연관성 분석, 네트워크 분석을 사용하여 세부기술

(키워드) 사이의 연관성을 찾고 기술 추세를 예측하였다.

2.3 토픽모델

Kao & Poteet(2007)는 “텍스트마이닝을 비 구조화된 텍스트로부터 흥미롭고 일상적이지 않는 지식을 발견, 추출하는 것”이라고 정의하고 있다. 텍스트마이닝을 분석하는 방법 중 토픽모델(topic model)은 기계학습 및 자연어를 처리하는데 문서들에서 발생하는 추상적인 “토픽”을 발견하기 위한 통계 모델의 일종으로 각 문헌을 토픽의 확률적 혼합체로 표현하고 각 토픽을 단어의 분포로 표현함으로써 문헌의 구조를 예측하는 문헌 분석 모델이다(Griffiths & Steyvers, 2004). 즉 문헌에서 숨겨져 있는 주제들을 찾아내기 위해 개발된 통계 추론 모델이다.

토픽모델링의 대표적인 기법인 LDA (Latent Dirichlet Allocation)는 확률적 토픽모델로 문헌 내의 숨겨져 있는 주제들을 찾아내는 알고리즘이다. 실제 문헌을 작성하기 위해 각 문헌에 어떤 주제들을 포함시킬 것인지, 또 그에 따라 어떤 단어들을 어떤 주제에서 선택하여 배치할 것인지를 각각의 파라미터로 모델링한다. 따라서 문헌, 단어 등 관찰된 변수를 통해 문헌의 구조와 같은 보이지 않는 변수를 추론하는 것을 목적으로 하며 결과적으로 전체 문헌 집합의 주제들과 각 문헌별 주제 비율, 각 단어들이 각 주제에 포함될 확률들을 알아낼 수 있다(Blei, 2012).

LDA기반의 토픽모델링을 적용한 선행연구로 Griffiths & Steyvers(2004)는 미국국립과학원 회보에서 최근 대두되고 있는 토픽과 하향세인 토픽을 찾는 연구를 진행하였다. Wang et al. (2005)은 LDA의 변형모델인 그룹토픽모델을 적용하여, 1960년에서 2000년까지 기록을 조사하여 주제의 변화양상을 살펴보았다. Wang & McCallum(2006)은 미국대통령의 연설문을 대상으로 시간의 흐름에 따른 토픽변화를 연구하였다. Song & Kim(2013)은 LDA기반의 토픽모델링을 활용하여 생물정보학분야의 지적구조를 제시하였으며, 김상겸 & 장성용(2016)의 연구 또한 LDA기반의 토픽모델링을 활용하여 산업공학에서 연구되는 주요 주제를 도출하고 변화를 분석하였다.

3. 연구 설계

3.1 자료의 수집

자료 수집은 특허청의 특허정보검색 서비스(<http://www.kipris.or.kr>)의 데이터베이스를 사용하여, 목표기술인 공급사슬관리와 관련된 특허문서를 수집하였다. 특허검색을 위해 ‘Supply Chain Management’를 기본 검색어로 활용하였으며, SCM 구현을 위한 기본 정보기술 키워드와 응용정보기술 키워드를 함께 조합하여 사용하였다.

검색기간은 특허출원일을 기준으로 1997년 1월 1일부터 2016년 12월 31일까지 최근 20년간의 공급사슬관리와 관련한 미국과 유럽의 특허 데이터를 수집하였다. KIPRIS 데이터베이스를 검색한 결과, 총 2,951건의 특허가 검색되었으며, SCM 분야와의 관계성과 유효성 검토를 통해 총 2,724건의 특허를 추출하였다(Table 1, 참조).

Table 1. Patents Frequency per Year

Year	Frequency	Year	Frequency
1997	7	2008	185
1999	7	2009	164
2000	23	2010	153
2001	191	2011	164
2002	107	2012	190
2003	120	2013	167
2004	152	2014	156
2005	206	2015	138
2006	279	2016	74
2007	241	total	2,724

3.2 분석방법 및 절차

본 연구에서 데이터 분석을 위해 사용한 도구는 공개 소프트웨어인 R 프로그램이며, 토픽모델은 Grun & Hornik(2011)에서 제시한 코드를 기반으로 수정하여 활용하였다. 연구에서 사용한 R 프로그램의 패키지는 “tm”, “topicmodels”등이다.

분석의 절차는 첫째, 분석 대상기술인 공급사슬관리 분야와 관련된 특허문서를 DB에서 수집하였으며, 수집된 특허데이터는 엑셀 프로그램과 R프로그램을 이용하여 데이터를 정제하는 전처리 과정이 진행되었다. 둘째, 특허의 텍스트 정보인 특

허초록을 추출하여 텍스트저장소를 구축하고 토픽모델링 과정이 이루어졌으며, 셋째, 모델링의 결과를 시각화하고 해석하는 과정을 수행하였다(Figure 1. 참조).

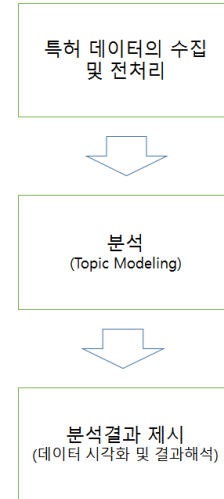


Fig. 1. Research Process

4. 연구 결과

4.1 Topic Model을 이용한 주제 추출

토픽모델은 각 토픽을 단어의 분포로 나타내고 있으며, 이에 따라 각 토픽(주제)들은 토픽모델링을 통한 단어의 집합으로 제시된다. 공급사슬관리 분야의 특허문서에 숨겨져 있는 토픽에 대한 직관적인 이해도를 높이고 토픽 분석결과를 검증하기 위해서, 본 연구에서는 공급사슬관리 분야의 특허 텍스트 정보인 특허 초록을 추출하여 토픽모델링을 수행하였다.

토픽분석에서 도출된 15개의 토픽과 각 토픽별 단어 출현 확률이 상위로 나타난 단어의 집합들을 정리하고 관련된 특허를 기반으로 각 토픽들의 주제명을 정의(subject heading) 하였다.

대상 분야에서 도출된 15개의 주요 주제는 “Remote Sensor Monitoring”, “Quality Control”, “Transaction Authentication”, “RFID System”, “Architecture with Digital Signal Processor”, “Mobile Communication”, “Logistics”, “Tracking System”, “Communication System”, “Inventory Management”, “Sensing/Encoded”, “Web 2.0”, “Enterprise Application Integration”, “Wireless Communications”, “Supply Planning/Network Service and Maintenance”로 정의하였다(Table 2. 참조).

〈Table 2〉의 토픽모델의 주제명을 살펴보면 시스템 상에서 공급사슬 운영을 위한 인프라기술(Topic 4, 5, 9, 11, 12, 14), 서비스응용소프트웨어(Topic 1,2,3,6,7,8,10)와 그리고 유지 보수(Topic 15)로 구성되고 있는데 이는 특허문서의 본질상

매우 기술적인 정보를 기초로 하고 있기 때문이다. 특히 탄력적인 공급사슬운영을 위해 분산되어 있는 데이터를 모니터링 하고 이를 활용할 수 있는 공급사슬관리시스템의 구현이 추진 되고 있는 것으로 보인다.

Table 2. Topic Model

	Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Topic 5
	Remote Sensor Monitoring	Quality Control	Transaction Authentication	RFID System	Digital Signal Processor
1	sensor	module	transaction	tag	layer
2	container	unit	value	RFID	memory
3	storage	parameter	payment	signal	structure
4	apparatus	controller	account	reader	output
5	integrated	operation	message	frequency	processor
6	medical	input	authentication	field	current
7	monitoring	machine	amount	read	apparatus
8	material	manufacturing	card	transponder	base
9	remote	quality	financial	signals	input
10	patient	state	messages	near	digital
	Topic 6	Topic 7	Topic 8	Topic 9	Topic 10
	Mobile Communication	Logistics	Tracking System	Communication System	Inventory Management
1	mobile	order	object	element	inventory
2	content	node	event	communication	level
3	communication	utilizing	location	aspect	transmit
4	facility	goods	tracking	query	performance
5	selected	supplier	identifier	collection	operable
6	part	product	asset	key	stock
7	capabilities	stores	defined	third	new
8	advertising	delivery	source	request	section
9	improved	relates	unique	protocol	mode
10	group	sales	media	common	coupling
	Topic 11	Topic 12	Topic 13	Topic 14	Topic 15
	Sensing /Encoded	Web 2.0	Enterprise Application Integration	Wireless Communications	Supply Planning/ Network Service and Maintenance
1	item	product	application	communication	service
2	interface	consumer	business	antenna	customer
3	code	web	security	wireless	server
4	product	internet	enterprise	circuit	component
5	sensing	server	real	power	maintenance
6	surface	display	software	coupled	suppliers
7	identity	file	model	substrate	planning
8	position	client	components	adapted	computing
9	portion	point	integration	wave	execution
10	indicating	image	entity	chip	environment

4.2 추세 분석(Trend Analysis)

토픽모델링을 이용하여 추출한 주제의 추세를 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 기간별 분석

특히 데이터는 1997년에서 2016년까지 출원일을 기준으로 20년간의 데이터를 수집하였다. 수집기간을 기준으로 총 4구간으로 나누었으며, 각 기간별 토픽의 비중(점유율)을 기준으로 분석을 수행하였다(Figure 2.와 Table 3. 참조).

먼저 1997년에서 2001년까지 첫 번째 기간을 살펴보면 Topic 7, 12, 13, 10의 순으로 점유율을 보이고 있으며, 특히

Topic 7의 비중이 매우 높게 나타났다.

Topic 7(Logistics), Topic 12(Web 2.0), Topic 13(Enterprise Application Integration), Topic 10(Inventory Management)은 모두 전통적인 공급사슬관리 주제들로 특히 Logistics(물류)의 경우 공급사슬관리가 공급자에서 고객까지의 정보와 재화의 흐름을 관리하는 것이라는 점에서 공급사슬관리에서 가장 기본적이고 필수적인 요소라 할 수 있다. 따라서 첫 번째 기간에서 가장 높은 비중을 차지하였다.

두 번째 구간은 2002년에서 2006년까지의 구간으로 Topic 11(Sensing/Encoded), Topic 4(RFID System), Topic 15(Supply Planning/Network Service and Maintenance), 그리고 Topic 13(Enterprise Application Integration) 순으

Table 3. Topic Ranking by Period

Period 1 (1997~2001)		Period 2 (2002~2006)		Period 3 (2007~2011)		Period 4 (2012~2016)	
Topic	비중(%)	Topic	비중(%)	Topic	비중(%)	Topic	비중(%)
7번	14.32	11번	7.41	4번	8.38	6번	8.38
12번	8.85	4번	7.38	11번	7.89	3번	7.46
13번	8.08	15번	7.20	14번	7.08	5번	7.25
10번	7.51	13번	7.08	6번	7.07	13번	7.01

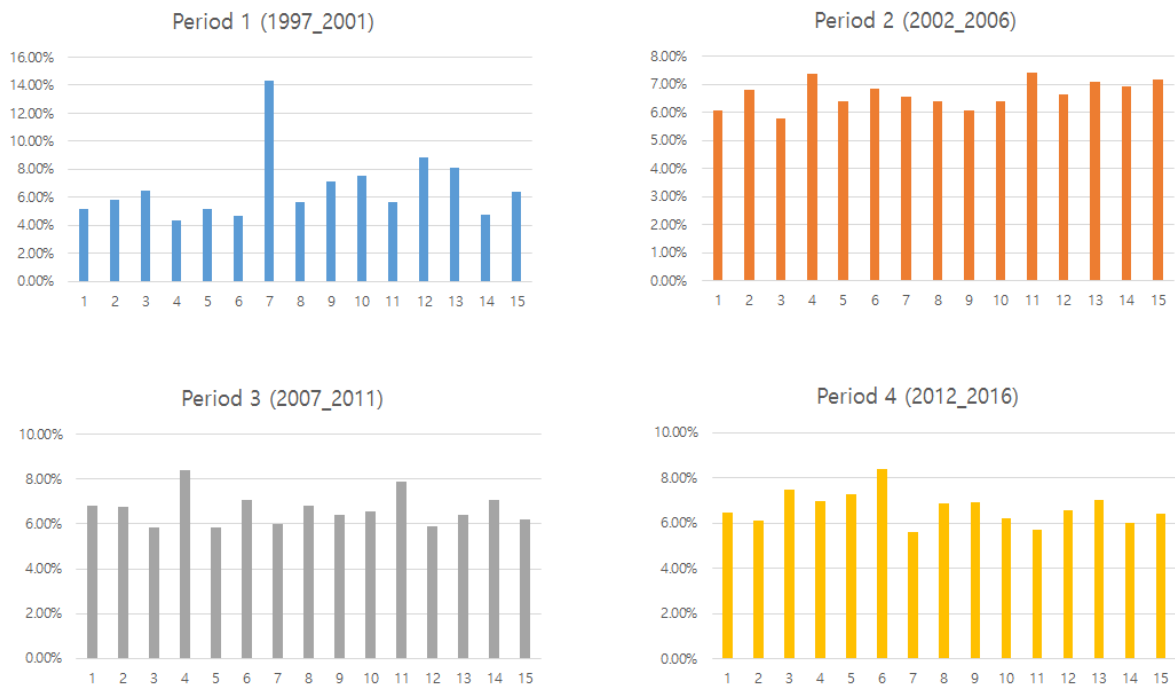


Fig. 2. Topic Trends by Period

로 나타났다. 이 기간은 첫 번째 기간과 달리 뚜렷이 높은 비중을 보인 토픽은 없었으나, 센싱, 암호화, RFID 등 암호화 기술에 의한 높은 보안성을 요구하는 기술위주의 특허에 관한 주제의 비중이 높아진 것이 특징이다.

세 번째 구간은 2007년에서 2011년까지의 기간으로, Topic 4(RFID System), Topic 11(Sensing/Encoded), Topic 14(Wireless Communications), Topic 6(Mobile Communication)의 순으로 나타났다. 정보통신 기술의 발달과 모바일 보급의 확대에 따른 결과로 Topic 4와 Topic 11은 두 번째 기간과 같이 여전히 높은 점유율을 차지하고 있으며, 뒤이어 무선통신 및 모바일에 관한 특허들이 이를 뒤따르고 있다.

마지막 네 번째 구간은 2012년에서 2016년으로 이 기간의 Topic 비중은 6, 3, 5, 13의 순으로 나타났다. Topic 6(Mobile Communication), Topic 3(Transaction Authentication), Topic 5(Digital Signal Processor), 그리고 Topic 13(Enterprise Application Integration)이 주로 연구된 네 번째 기간에서의 특징은 고객접점에서 서비스되는 단말기의 고성능화 등으로 개인이 지닌 단말기를 이용한 서비스에 대한 인식이 상승되었음을 알 수 있다. 모바일 쿠폰과 같

은 서비스 모델이 나타나고 이러한 시장의 확대가 공급사슬관리에서도 중요한 이슈인 것으로 보인다.

(2) Cold Topic과 Hot Topic

본 연구에서는 기간별로 각 주제의 비중을 분석하는 것과 더불어 개별 주제에 대한 시간별 추세를 살펴보았다. 이를 통해 분석기간 동안의 Cold Topic(하락주제)과 Hot Topic(상승주제) 대상 기술들을 확인할 수 있다.

연구에서 사용한 분석 방법은 Griffiths & Steyvers(2004)이 제안한 선형회귀방정식을 사용하여 유의미한 회귀계수를 통해 하강 주제(Cold Topic)와 상승 주제(Hot Topic)를 확인하는 방법으로 독립변수는 1997년에서 2016년까지의 연도별 구간이며, 종속변수는 연도별에 따른 각 주제의 비중이다(Figure 3. 참조). 분석결과 Cold Topic(하강 주제)은 Topic 12, 7, 13, 15로 나타났으며, 이들은 각각 Web 2.0, Logistics(물류), Enterprise Application Integration(기업애플리케이션통합), Supply Planning/Network Service and Maintenance(공급계획/네트워크서비스 및 유지보수)에 관한 특허들이다. Cold Topic으로 나타난 이들 주제들은 공급

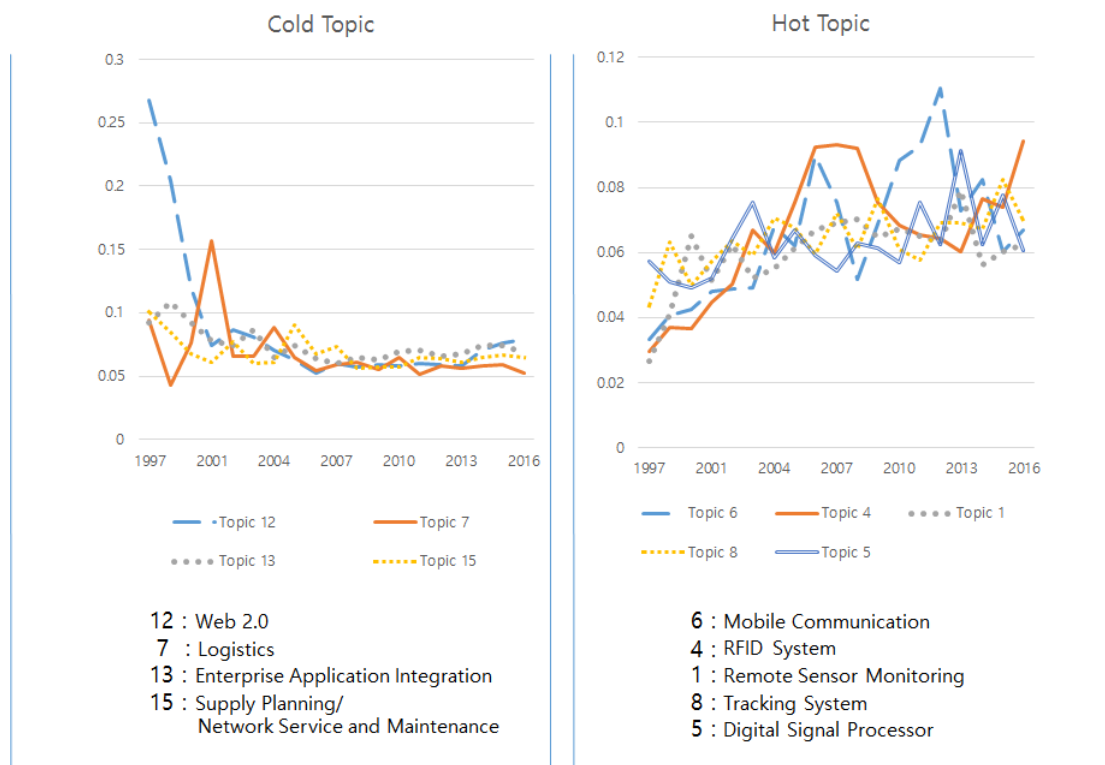


Fig. 3. Cold Topics and Hot Topics

사슬관리시스템의 전통적인 영역이거나 기술도입 시기가 오래되고 많은 연구자들에 의해 연구된 기술들로 이미 상당수준에 오른 것으로 사료된다.

Hot Topic(상승 주제)은 Topic 6, 4, 1, 8, 5로 나타났으며, 공급사슬관리 분야 특허는 Mobile Communication(이동통신), RFID, Tracking System(추적시스템), Digital Signal Processor(디지털신호프로세서)등 원격 모니터링 및 제어를 위한 시스템과 관련한 특허들의 연구가 증가하고 있는 것으로 보인다. 이러한 추세분석을 통해서 최근의 공급사슬관리 분야와 관련한 기술들은 SCM 분야의 디지털화에 따라 장치 및 프로세스의 동기화를 통해 점점 더 복잡해지고 다양한 데이터를 생산해내고 있는 공급사슬을 실시간 분석하여 통합된 의사결정을 내리고 즉각적인 조치를 취할 수 있는 스마트한 공급사슬관리시스템으로 진행되고 있음을 알 수 있다.

참고로 특허기술의 초록은 해당 특허가 어떤 특정 기술에 관련된 내용인지를 명시적으로 포함하고 있지 않으므로 특허 초록의 분석과정에서 추출된 SCM의 15개 주요주제와 관련된 특정 기술명을 확인할 수는 없지만, 김태우 & 서창교(2013)는 SCM 특허의 IPC 코드분석에서 G06G-10, G06K-17, G06K-19 코드의 세부기술들이 SCM의 특허등록에 많이 인용되고 있음을 확인하였다.

5. 결론 및 시사점

본 연구에서는 공급사슬관리 특허분야에서 집중적으로 연구되는 주제(Topic)를 도출하고 대상 분야 특허의 주제들이 어떤 변화양상을 보이는지 살펴보고자 하였다.

이를 위해 문헌에 숨겨져 있는 주제를 찾아내기 위해 개발된 통계추론모델인 토픽모델링을 이용하여 1997년부터 2016년까지의 공급사슬관리와 관련된 2,724건의 특허를 LDA 토픽모델링으로 분석하여 15건의 대상 분야 특허관련 주제를 도출하였다. 또한 도출된 토픽의 추세분석을 통해 기간별 토픽 변화와 활발히 연구가 진행되고 있는 상승 주제(Hot Topic)와 하락세를 보이고 있는 하강 주제(Cold Topic)를 제시하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 공급사슬관리 분야의 텍스트 정보인 특허 초록을 추출하여 토픽모델링을 수행하였으며, 그 결과 15개의 주요 주제와 각 주제별로 상위 10개 랭크된 단어의 집합(10개)을 제시하고, 각 토픽모델에 주제명을 정의하여 토픽모델의 직관적 이해도를 높이하고자 하였다. 토픽모델을 통해 추출된 주제들을

살펴보면 시스템 상에서 공급사슬 운영을 위한 인프라기술, 서비스응용소프트웨어와 유지보수로 구성되어 있으며, 시스템의 탄력적인 운영을 위해 분산되어 있는 데이터를 모니터링하고 활용하는 기술 관련 특허들이 주로 개발되고 있는 것을 알 수 있다.

둘째, 대상 분야 특허의 주제변화를 살펴보기 위해 1997년부터 2016년까지 20년간의 데이터를 4개의 기간으로 나누어 기간별로 주제의 비중(점유율)을 분석하였다. 첫 번째 기간(1997~2001)에서는 특히 Topic 7(Logistics)의 비중이 매우 높게 나타났는데, Topic 7은 대표적인 공급사슬관리의 주제로 정보와 재화의 흐름을 관리하는 공급사슬관리의 필수 요소이다. 따라서 가장 초기에 높은 비중을 보였던 것으로 판단된다. 두 번째 기간(2002~2006)의 특징은 센싱, 암호화, RFID 등 암호화 기술에 의한 높은 보안성을 요구하는 기술위주의 특허 비중이 높아진 것이다. 세 번째 기간(2007~2011)에서는 센싱 및 RFID가 여전히 강세를 보이고 있으며, 무선통신 및 모바일에 관한 특허가 높은 비중을 보이고 있다. 이는 통신 기술의 발달과 모바일 보급의 확대에 따른 결과로 판단된다. 가장 최근인 네 번째 기간(2012~2016)에서는 이동 통신, 거래인증, 디지털신호프로세서 등이 비중이 높은 주제로 나타났다. 고객 접점에서 서비스가 이루어지는 모바일을 이용한 서비스에 대한 관심의 증가가 반영된 것으로, 모바일 쿠폰 등의 서비스 모델의 등장과 이들 시장의 확대는 공급사슬관리에서 중요한 이슈로 여겨지는 것을 알 수 있다.

셋째, 주제변화를 전체 기간에서 보았을 때 상승세인 주제(Hot Topic)와 하락세인 주제(Cold Topic)를 분석하였다. Cold Topic(하강 주제)으로 나타난 주제들은 Web 2.0, Logistics(물류), Enterprise Application Integration(기업애플리케이션통합), Supply Planning/Network Service and Maintenance(공급계획/네트워크서비스 및 유지보수)에 관한 특허들로 공급사슬관리시스템의 전통적인 영역이거나 성숙기에 오른 기술들이었으므로 나타났다. Hot Topic(상승 주제)들은 Mobile Communication(이동통신), RFID, Tracking System(추적시스템), Digital Signal Processor(디지털신호프로세서)로 나타났다. 이들 특허들의 특징은 원격 모니터링 및 제어를 위한 시스템과 관련한 것으로 장치 및 프로세스를 동기화하여 통합적이고 합리적인 의사결정을 내릴 수 있는 스마트 공급사슬관리시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음을 반증한다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 기존의 공급사슬관리와 관련한 연구동향

분석 연구들이 제한된 기간의 학술논문을 주 대상으로 하고 있는 것과 달리 특허데이터를 활용하여 분석하고자 하였다. 특허는 신규성과 진보성을 가지는 기술문서로 학술논문을 대상으로 연구동향을 분석하는 것에 비하여 기술 중심의 동향분석이 가능하다. 선행특허정보에 대한 연구 분석은 연구개발(R&D)의 방향 수립 및 기술의 파급효과를 예측하는데 도움이 된다.

둘째, 본 연구를 통해 도출된 공급사슬관리 분야 특허의 주요 주제와 주제의 추세분석 결과를 통해 대상 분야 기술의 변화상과 발전과정을 살펴볼 수 있었다. 도출된 공급사슬관리 분야 특허의 주요 주제어를 활용하면 어떤 개념들이 조합되어 새로운 특허를 창출할 수 있는지 예측해볼 수 있으며, 도출된 토픽모델은 연구자나 실무자가 직관적으로 쉽게 이해할 수 있어 활용되는 기술을 효과적으로 파악할 수 있는 장점이 있다. 또한 공백기술에 대한 아이디어를 획득하고 향후 기술개발 방향을 수립하는데 도움이 될 것으로 사료된다. 즉, 추세분석의 결과를 통해 대상 분야의 상승주제와 하락주제를 파악할 수 있으므로 특허 개발의 방향 수립 시에 이를 활용한다면 기업의 특허기술개발에 투입되는 연구자원(연구인력 및 비용)을 효율적으로 배분하여 기업의 연구개발을 위한 자원 절감에 이바지 할 수 있을 것이다.

셋째, 분석도구로서 대량의 데이터를 객관적으로 분석할 수 있는 텍스트 마이닝(토픽모델링)을 활용하여 연구자의 주관적 판단을 최소화하여 연구의 객관성을 높이고자 하였다. 기술이 축적됨에 따라서 연구결과가 급속히 증가될 경우, 연구자의 주관적 경험과 판단에 의존하는 지적구조의 분석은 한계점이 있으므로, 본 연구에서 사용한 방법론인 토픽모델링을 이용한 텍스트 마이닝을 활용한 지적구조의 새로운 분석방법은 앞으로 그 활용 범위가 증가될 것이다.

특허는 다양한 기술정보를 가진 빅데이터로서 토픽모델링을 통해 텍스트 데이터인 기술요약정보(abstract)분석하고 주제어를 도출하면, 연구자의 직관적이고 주관적인 판단을 넘어서 대량의 데이터를 분석할 수 있는 유용한 방법론이다. 그러나 이러한 키워드 중심의 데이터 분석은 인용정보 중심의 기존의 특허관련 기술예측(Li et al., 2007; 박준형 & 광기영, 2013; 이민정 등, 2016)에서 보여줄 수 있는 기술의 연관성을 간과하는 한계를 가지고 있다.

따라서 향후 연구로 공급사슬관리 분야의 허브기술 및 기술관련성을 분석하여 토픽 간의 연결 관계를 파악할 수 있는 네트워크분석을 추가로 수행할 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] Baek, H. M. and Kim, M. S.(2013), Technological convergence trend through patent network analysis: Focusing on patent data in Korea, U.S., Europe, and Japan, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, Vol. 8(2), pp. 11~19.
- [2] Beske, P., Land, A., and Seuring, S.(2014), Sustainable supply chain management practices and dynamic capabilities in the food industry: A critical analysis of the literature, *International Journal of Production Economics*, Vol. 152, pp. 131~143.
- [3] Blei, D. M. (2012), Probabilistic topic models, *Communications of the ACM*, Vol. 55(4), pp. 77~84.
- [4] Cash, J. I., and Konsynski, B. R.(1985), IS redraws competitive boundaries, *Harvard Business Review*, Vol. 63(2), pp. 134~142.
- [5] Fahimnia, B., Sarkis, J., and Davarzani, H.(2015), Green supply chain management: A review and bibliometric analysis, *International Journal of Production Economics*, Vol. 162, pp. 101~114.
- [6] Faust, D., and Meehl, P. E.(2002), Using meta-scientific studies to clarify or resolve questions in the philosophy and history of science, *Philosophy of Science*, Vol. 69(S3), pp. 185~196.
- [7] Gartner(2016), *Gartner Announces Rankings of the 2016 Supply Chain Top 25*, <http://www.gartner.com/newsroom/id/3323617>
- [8] Griffiths, T. L., and Steyvers, M.(2004), Finding scientific topics, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, pp. 5228~5235.
- [9] Grun, B. and Hornik, K.(2011), Topicmodels: An R package for fitting topic models, *Journal of Statistical Software*, Vol. 40(13), pp. 1~30.
- [10] Han, C. O.(2004), Patent information: For investigation, analysis and application of the patent information-using PM, *The KSFM Journal of Fluid Machinery*, Vol. 7(3), pp. 99~104.
- [11] Iacovou, C. L., Benbasat, I., and Dexter, A. S.(1995), Electronic data interchange and small organizations:

- Adoption and impact of technology, *MIS Quarterly*, Vol. 19(4), pp. 465~485.
- [12] Jun, S. H.(2011), Technology forecasting of intelligent systems using patent analysis, *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 21(1), pp. 100~105.
- [13] Jung, C. Y.(2001), A framework for XML-based supply chain management system, *Information Systems Review*, Vol. 3(1), pp. 221~234.
- [14] Jung, K. M.(1993), *The Biotechnology and Patent*, Hanwool.
- [15] Kao, A. and Poteet, S. R.(2007), *Natural Language Processing and Text Mining*, London: Springer-Verlag.
- [16] Kim, E. H.(2009), The analysis of patents for customized spatial information technologies, *Journal of Korea Spatial Information Society*, Vol. 11(4), pp. 28~33.
- [17] Kim, J. H.(2015), Patent information: Technology forecasting methodology using patent(using SNA), *Rubber Technology*, Vol. 16(1), pp. 23~38.
- [18] Kim, J. S. and Kim, D. J.(2004), An exploratory study on developing SCM performance measurements in small and medium enterprises, *Journal of Information Systems*, Vol. 13(2), pp. 195~224.
- [19] Kim, K. H., Chae, M. S., Shim, W. and Kwon, O. J.(2012), An evaluation for quality of performance of international R&D cooperation by analyzing patent information, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol. 15(3), pp. 722~743.
- [20] Kim, M. A. and Suh, C. K.(2015), An author co-citation analysis of the researches on the supply chain, *Journal of Information Systems*, Vol. 24(4), pp. 43~60.
- [21] Kim, S. K. and Jang, S. Y.(2016), A study on the research trends in domestic industrial and management engineering using topic modeling, *Journal of the Korea Management Engineers Society*, Vol. 21(3), pp. 71~95.
- [22] Kim, T. W. and Suh, C. K.(2013), Researches on trends in supply chain management through the patent analysis, *Journal of the Korean Society for Supply Chain Management*, Vol. 13(1), pp. 67~76.
- [23] Lee, M. J., Kim, Y. D. and Jang, W. C.(2016), Patent citation network analysis, *The Korean Journal of Applied Statistics*, Vol. 29(4), pp. 613~625.
- [24] Li, X., H. Chen, Z. Huang, and M. C. Roco(2007), Patent citation network in nanotechnology(1976~2004), *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 9, pp. 337~352.
- [25] Madenas, N., Tiwari, A., Turner, C. J., and Woodward, J.(2014), Information flow in supply chain management: A review across the product lifecycle, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 7(4), pp. 335~346.
- [26] Park, C. C. and Kim, H. J.(2009), Transactions: Development trends of Korean textile industry by analyzing domestic patent, *Fashion & Textile Research Journal*, Vol. 11(5), pp. 840~845.
- [27] Park, H. W. and Kim, K. I.(2007), Analysis of research trends and technological position of PMP using patent information, *The Korea Contents Society*, Vol. 7(9), pp. 117~126.
- [28] Park, J. H. and Kwahk, K. Y.(2013), The effect of patent citation relationship on business performance : A social network analysis perspective, *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol. 19(3), pp. 127~213.
- [29] Park, J. H. and Song, M.(2013), A study on the research trends in library & information science in Korea using topic modeling, *Journal of the Korean Society for Information Management*, Vol. 30(1), pp. 7~32.
- [30] Song, M., and Kim, S. Y.(2013), Detecting the knowledge structure of bioinformatics by mining full-text collections, *Scientometrics*, Vol. 96(1), pp. 183~201.
- [31] Suh, C. K. and Gim, T. W.(2013), Meta-analysis on supply chain management research from RISS and NDSL databases, *Entrue Journal of Information Technology*, Vol. 12(2), pp. 155~167.
- [32] Suh, C. K. and Hwang, C. Y.(2012), An analysis of research diversity in "Journal of the Korean Society of Supply Chain Management": 2002 - 2011, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 12(2), pp. 99~110.
- [33] Wang, X., and McCallum, A.(2006), Topics over time: A non-markov continuous-time model of topical trends, *Proceedings of the 12th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 424~433.

- [34] Wang, X., Mohanty, N., and McCallum, A.(2005), Group and topic discovery from relations and text, *Proceedings of the 11th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining Workshop on Link Discovery*, pp. 28~35.



김미애(Kim Mi-Ae)

2005년 경북대학교 경영학과 석사

2017년 현재 경북대학교대학원

경영학부 박사과정

Interest: Data Mining,
Social Network Analysis,
Supply Chain Management



서창교(Chang-Kyo Suh)

1986년 경북대학교 경영학과 학사

1990년 POSTECH 산업공학과 석사

1994년 POSTECH 산업공학과 박사

2017년 현재: 경북대학교 경영학부 교수

Interest: Intelligence information
system,
Supply Chain Management,
Project Management

공급사슬지향성과 거래공정성, 사회적 자본과 상생협력 공급사슬 간의 관계에 대한 연구

박찬권 · 박성민[†]

경북대학교 경영학부 강의초빙교수
경북대학교 경영학부 박사과정

A Study on Supply Chain Orientation and the Relationship between Trade Fairness, Social Capital and Win-Win Cooperation Supply Chain

Chan Kwon Park · Sung Min Park[†]

School of Business Administration, Kyungpook National University

This study mainly aims to find out securing trade fairness according to supply chain orientation and the overall relationship between the establishment of social capital and win-win cooperation supply chain. For this, hypotheses between these research items were established and tested. The results are as follows.

First, strategic supply chain orientation and structural supply chain orientation have a positive effect on process fairness, interaction fairness, and distribution fairness, which are the three factors of trade fairness. Process fairness, interaction fairness, and distribution fairness have a positive effect on social capital, and social capital was found to have a positive effect on win-win cooperation supply chain.

The implications of this study are summarized as follows. First, this study suggested the importance of supply chain orientation to individual businesses. Second, enhancing supply chain orientation can ensure or guarantee trade fairness between businesses. Third, raising the level of trade fairness makes it possible to build social capital, which is an available resource in the supply chain relationship structure. Finally, it is suggested that securing social capital can finally help build and operate win-win cooperation supply chain.

Keyword : Supply Chain Orientation, Trade Fairness, Social Capital, Win-Win Cooperation Supply Chain

[†] **Corresponding Author :** School of Business Administration, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, 41566, Korea,
Tel: +82-53-950-5422, E-mail: bomsungmin@naver.com

Received : 14 June 2017, **Revised :** 26 July 2017, **Accepted :** 9 August 2017

1. 서론

Oliver and Webber(1982)에 의하여 공급사슬관리(Supply Chain Management : SCM, 이하 SCM)의 개념이 소개된 이후 SCM과 관련하여 수많은 국내 · 외 선행연구들이 진행되어 왔고, SCM의 성공을 위한 수많은 성공요인들과 선행요인들이 제시되어 왔다. 또한 SCM의 조직 내 · 외부에서의 적용에 따른 기업성과 및 공급사슬성과의 제고에 대한 연구결과 역시 일일이 제시할 수 없을 정도로 많이 제시되었다.

SCM의 성공과 효율적인 운영을 위해서는 공급사슬을 구성하고 있는 구성원들의 SCM에 대한 이해관계와 마인드의 확산 및 공감대의 형성인 공급사슬지향성을 필요로 한다(Mentzer et al., 2001). 또한 이태희(2012b), Mentzer et al.(2001)에 의하면 공급사슬지향성은 공급사슬성과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있지만 공급사슬에서 공급사슬지향성이 부족한 기업이 존재할 수 있는데 이러한 기업들은 자사의 이익만을 추구하고 전체적인 공급사슬에 대하여 비협조적으로 활동함으로써 공급사슬 상의 거래 파트너 기업들에게 비용을 발생시키고, 피해를 주기도 하며, 최종적으로 공급사슬을 와해시킬 수 있다고 하였다.

그러므로 자신이 속해있는 공급사슬에 대한 인식이 되지 않은 상태에서 공급사슬을 구성하고 운영하는 것은 오히려 공급사슬성과를 해치는 결과를 낳게 되는데, 공급사슬 전체를 이해하지 못하고, 공급사슬 전체의 목표를 인식하지 못하는 것으로서 공급사슬지향성이 없다는 것은 SCM이라고 말할 수 없다(Mentzer et al., 2001).

따라서 본 연구에서는 공급사슬에서 개별기업의 공급사슬지향성이 높으면 공급사슬 상의 거래기업들과 거래과정과 결과에서 공정한 거래를 하고자 할 것이며, 이러한 거래공정성은 공급사슬 상의 신뢰, 우호, 존중 및 호혜의 개념으로서 사회적 관계 구조 내에서 활용 가능한 자원인 사회적 자본 혹은 공급사슬자본을 형성하게 만들고 나아가 상생협력 공급사슬도 구성할 수 있을 것으로 예측하였다.

이제까지 공급사슬지향성에 대하여 제시한 국내 선행연구들을 살펴보면 김종영 외(2015), 오아라 외(2015), 이태희(2012a, b), 장형유 · 노미진(2011), 조연성(2014, 2015), 하병천 · 이창훈(2012) 등의 연구가 있다. 이들 연구들은 대부분 공급사슬지향성이 공급사슬성과나 수출성과에 미치는 영향에 대한 연구(김종영 외, 2015 ; 이태희, 2012a, b ; 장형유 · 노미진, 2011 ; 조연성, 2014, 2015)이며, 조직내부 구성원들의 공급사슬에 대한 인식과 공급사슬지향성에 대한 연구(오아라

외, 2015), 통합적 프로세스 구축과 운영 및 효율성에 대한 연구(하병천 · 이창훈, 2012)들이다.

따라서 이들 선행연구들은 공급사슬에서의 공급사슬지향성과 기업 간 거래과정 및 결과로 나타나는 거래공정성, 공급사슬 형성과 운영을 통해 나타나는 사회적 자본, 거래에서의 기회주의적 행위를 억제하고 장기적인 파트너십을 지향하는 상생협력 공급사슬에 대한 부분까지 통합적으로 연구하는 부분에서는 일부 제한사항이 있다.

그러므로 본 연구에서는 공급사슬지향성에 따른 거래공정성과 사회적 자본의 구축, 상생협력 공급사슬 간의 관계를 통합적으로 규명하는 것이 주요한 연구 목적이며, 본 연구를 통하여 다음과 같은 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 앞서 제시한 것처럼 공급사슬지향성이 없다면 공급사슬의 와해 현상이 발생할 수 있기 때문에(Mentzer et al., 2001), 중소기업을 포함한 개별기업들에게 공급사슬 구성원으로서 공급사슬 전반에서 SCM을 실행하려는 전반적인 마인드 혹은 마인드를 구축하여 나가는 공급사슬지향성의 중요성을 제시하는 것이다.

둘째, 공급사슬지향성에 따른 거래공정성 확립의 필요성을 설명하고자 한다. 공정거래위원회(2017)의 2016년 통계자료에 의하면 불공정 거래행위는 2011년 692건, 2012년 750건, 2013년 439건, 2014년 470건, 2015년 361건, 2016년 197건으로 조사되어 2012년을 기점으로 전반적으로 감소하고 있는 추세이지만 공정거래위원회에 의해 조사되지 않은 사례를 포함한다면 아직도 많은 불공정 거래행위가 있었을 것으로 예측할 수 있다. 그러므로 이러한 불공정 거래행위를 감소시키고 올바른 경영활동을 통해 공급사슬에서의 상생협력을 달성할 수 있는 방안을 제시하는 것이다.

셋째, 기업 간 거래에서 공정성은 거래하는 파트너기업들과의 우호 및 신뢰관계를 구축하는 요인으로 작용할 수 있는데, 이는 거래의 결과나 과정이 공정하다고 지각하는 경우이다(이광호 외, 2014 ; 이상고 · 문철우 2014). 그러나 거래과정이나 결과가 공정하다고 인식하지 못한다면 지속적인 거래관계를 유지하기는 어렵다. 그러므로 거래공정성을 통하여 사회적 자본을 구축할 수 있고, 상생협력 공급사슬 역시 구축할 수 있다는 것을 제시하는 것이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 1 장은 서론으로서 연구의 필요성과 목적에 대하여 기술하였다. 제 2 장은 문헌연구 및 이론적 배경으로서 본 연구에서의 주요 연구항목들에 대한 선행연구들과 조작적 정의 및 세부적인 측정항목에 대하여 제시한다. 제 3 장은 연구가설 및 연구모형으로서 본 연구에서

검정하고자 하는 세부적인 가설들과 이를 종합한 연구모형을 제시한다. 제 4 장은 실증분석으로서 표본의 설계, 연구방법론, 신뢰성 및 타당성 분석, 가설검정의 결과를 제시한다. 제 5 장은 결론 및 향후 연구방향으로서 연구의 결과를 간단히 요약하고 학문적·실무적 시사점을 제시하며, 연구의 제한사항과 향후 연구방향을 제시한다.

2. 문헌연구 및 이론적 배경

2.1. 공급사슬지향성

공급사슬지향성의 개념은 Mentzer et al.(2001)에 의하여 처음 제시되었는데, 이들은 공급사슬지향성을 공급사슬 구성원들 및 조직 전반에서 SCM을 실행하려는 전반적인 마인드 혹은 마인드를 구축하여 나가는 것이라고 정의한다. 따라서 공급사슬지향성은 기업의 관리를 위한 철학이며, SCM 철학을 조직 전반에 걸쳐 반영하려는 것에서 시작한다(Esper et al., 2010). 그리고 Schulze-Ehlers et al.(2014) 역시 공급사슬지향성은 공급사슬의 적용의지와 관계가 있다고 제시하였다.

공급사슬지향성에 대한 국내·외선행연구들을 살펴보면 공급사슬지향성을 단일 항목으로 제시하는 선행연구들(오아라 외, 2015 ; 장형유·노미진, 2011 ; 하병천·이창훈, 2012)과 전략적 관점과 구조적 관점의 두 가지 측면으로 제시하는 연구(김종영 외, 2015 ; 조연성, 2014 ; Esper et al., 2010 ; Kaufmann, 2009 ; Lin et al., 2010 ; Patel et al., 2013 ; Rodrigues et al., 2004 등)로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 공급사슬지향성을 전략적·구조적 공급사슬지향성으로 나누어 연구를 진행하며, 세부적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

2.1.1. 전략적 공급사슬지향성

전략적 공급사슬지향성은 SCM철학을 기업의 전략적 방향과 일치시키는 것으로(Patel et al., 2013), 거래 파트너 기업들과의 협력이 제휴로만 멈추지 않고 조직 내부의 실질적인 변화까지 유도하는 것이다(Galan and Sanchez-Beuno, 2009). 그러므로 기업의 SCM에 대한 최고경영진의 태도, 공급사슬 내 주요 파트너 기업들에 대한 헌신과 의무감 그리고 공급사슬 내의 다른 파트너 기업들과의 목표와 운영원리의 조정을 포함한다(Min and Mentzer, 2004 ; Patel et al.,

2013). 따라서 본 연구에서는 이들 선행연구들과 김종영 외(2015)와 조연성(2014)의 연구에서 제시한 내용을 바탕으로 측정항목을 선정하였다.

2.1.2. 구조적 공급사슬지향성

구조적 공급사슬지향성은 인위적인 변화의 결과물이며, 새롭게 자리 잡은 조직의 새로운 활동 형태로서 주로 거래 파트너들과의 관계를 고려한 다양한 활동이다(Holmberg, 2000). 공식적·비공식적인 파트너기업들과의 관계에서 지켜야 하는 규범이나 신뢰, 협력 등의 활동방식으로(Mello and Stank, 2005), 기업내부의 신뢰, 몰입, 호환성, 최고경영자의 지원 등 기업들 간 성공적인 SCM을 위한 기업 내부의 개선과 조직 문화의 형성을 위한 인위적 행위이며, 공급사슬에서의 기업들과 선의, 신뢰성, 협력적 규범 등을 강조한다(Min et al., 2007). 따라서 본 연구에서는 이들 선행연구들과 앞서 제시한 김종영 외(2015)와 조연성(2014)의 연구에서 제시한 내용을 바탕으로 측정항목을 선정하였으며, 이를 조사하고자 하였다.

2.2. 거래공정성

Adams(1963)에 의하여 발전하기 시작한 공정성은 과정공정성, 상호작용공정성, 분배공정성으로 구분할 수 있는데, 본 연구에서는 기업 간 거래과정에서의 공정성을 3가지 공정성으로 구분하여 연구한다. 어떠한 기업이든지 공급사슬의 구성원으로서 역할을 하며, 경제활동을 영위하는 과정에서 다른 기업들과 거래관계 및 과정에 놓이게 되는데 이 경우 인식하게 되는 거래공정성의 문제는 중요한 이슈가 되었다(이상고·문철우, 2014). 거래공정성에 대한 세부적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1. 과정(절차)공정성

과정공정성은 투명성과 관련이 있으며 의사결정 과정과 절차에 모든 참여자의 의견이 적절하게 반영되고 그 과정을 통해 결정된 결과를 참여자들이 받아들이는 정도이다(Griffith et al., 2006). 또한 의사결정자에 의해 사용된 정책들과 과정들에 대한 공정성으로도 정의할 수 있다(del Rio-Lanza et al., 2009). 따라서 과정공정성을 거래당사자들 간의 거래과정과 절차에서 지각하는 공정성의 내용으로 측정하고자 하였다.

2.2.2. 상호작용공정성

거래과정 및 시스템이 정상적으로 작동하였다고 하더라도 거래 당사자들의 태도가 불손하거나 예의바르지 못하면 공정성에 대한 평가는 낮아지게 된다. 따라서 상호작용공정성은 거래과정에서 상대방으로부터 어떻게 대우받는지에 대한 공정성을 의미한다(Bies and Moag, 1986). 즉, 결과의 전달과정에서 대인간 관계에 대한 행동을 다루는 것이다(del Rio-Lanza et al., 2009). 그러므로 상호작용공정성을 거래과정에서의 인격적인 대우로서 거래당사자들 간의 인간관계 측면에서 지각하는 공정성의 내용으로 측정하고자 하였다.

2.2.3. 분배(결과)공정성

분배공정성은 공급사슬 참여자가 협력을 통해 얻어지는 이익과 보상이 각 참여자의 공헌에 따라 적절히 배분되는 정도를 의미한다(Griffith et al., 2006). 또한 투입에 대한 실제적이고 유형적 결과에 대한 공정성으로도 정의할 수 있는데(del Rio-Lanza et al., 2009), Kumar et al.(1995)은 보상의 크기에 대한 정당성으로서 결과물에 대한 배분과 관련하여 느끼는 공정성의 지각정도라고 정의한다. 따라서 기업이 공헌하거나 투입한 결과물과 자신이 실제로 획득한 결과들을 자신이 보상받을 가치가 있다고 생각하는 결과들과 비교하는 내용으로 세부적인 측정항목을 선정 하였다.

2.3. 사회적 자본

Adler and Kwon(2002)에 의하면 초기 사회적 자본에 대한 연구가 개인과 사회적 관계 측면에 대한 연구였다면 최근의 연구는 기업들 간 협력의 개념으로 연구된다고 하였으며, 개인 또는 사회 구성원들이 그들의 사회적 관계 구조 내에서 활용 가능한 자원으로 사회적 자본을 정의한다.

사회적 자본의 내용에 대한 연구로서 Granovetter(1992)는 사회적 자본을 사회 구성원 간의 네트워크 형성 개념으로서 구조적 차원, 사회 구성원 간에 공유된 규범 또는 신뢰의 개념으로서 관계적 차원으로, Nahapiet and Ghoshal(1998)은 사회 구성원들 간 상호 관계를 포괄하는 개념인 구조적 차원과 상호작용의 과정에서 구축된 신뢰, 우호, 존중 및 호의의 개념인 관계적 차원, 사회 구성원들 간에 공유된 이해로서 인지적 차원의 3가지로 제시한다. 그리고 이원희·이수열(2014)은 네트워크에 속한 구성원들 사이에서 형성되거나 개체들 간 관

계에서 내재된 활용 가능한 가치 있는 자원으로서 상호작용을 통해서 형성된 특별한 감정, 정서, 분위기, 신뢰를 종합하여 관계적 사회자본이라고 하였는데, 본 연구에서도 이러한 관계적 자본 측면에서 사회적 자본에 대해 측정하였다.

2.4. 상생협력 공급사슬

상생협력이란 일반적으로 기업과 기업 간의 관계(김수옥, 2012), 특히 공급 네트워크에서 구매기업과 공급기업 또는 생산자와 판매자 관계에서 나타나는 개체 간 형태를 의미하는데, 대 중 소 파트너십, 동반성장과 같이 비슷한 내용들이 다른 개념처럼 포장되어 사용되었다(이수열, 2013).

이수열(2015)은 상생협력 공급사슬에 대한 내용을 3가지 차원으로 제시한다. 먼저 관계적 협력으로서 단기적이며 기회주의적인 행위를 억제하고 장기적인 파트너십을 지향하는 거래관계 및 행위이다. 그리고 운영적 협력으로서 거래관계 당사자의 생산과 운영과정에서 발생하는 협력적 활동으로 정보공유와 계획의 연동 등을 의미하며, 실제 거래관계에서 이루어지는 구체적인 협력활동이다. 마지막으로 지원적 협력으로서 거래관계자(공급사)의 역량을 강화시키기 위한 지원 또는 협력활동을 의미한다. 따라서 본 연구에서도 이수열(2015)의 연구에서 제시한 내용을 바탕으로 상생협력 공급사슬의 내용을 측정하고자 하였다.

이제까지 본 연구에서의 연구항목에 대한 선행연구들의 정의와 측정내용에 대하여 살펴보았으며, 세부적인 측정항목과 참조 선행연구들을 정리한 내용은 다음의 Table 1.에 정리하여 나타내었다.

3. 연구모형 및 가설설정

3.1. 연구가설 설정

3.1.1. 공급사슬지향성과 거래공정성 간의 관계

이태희(2012b)에 의하면 공급사슬지향성은 공급사슬성과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있지만 공급사슬지향성의 부족은 공급사슬 파트너에게 비용을 발생시키거나 피해를 줄 수 있으며, 결국에는 공급사슬의 와해를 초래할 수 있다고 하였다. 또한 조직내부 구성원들의 공급사슬에 대한 인식 수준이 높고, 높은 공급사슬지향성을 가지고 있다면 공급사슬이 성공할 가

능성은 높아진다(오아라 외, 2015).

따라서 전체 공급사슬에 대한 인식수준이 높은 것으로 공급사슬지향성의 수준이 높다면 공급사슬을 성공적으로 운영하기 위하여 기업 간 거래과정과 결과를 공정하게 유지하고자 할 것이라고 예측할 수 있다. 그러므로 아래와 같은 가설을 수립하고 검증하고자 하였다.

H1-1 : 전략적 공급사슬지향성은 과정공정성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-2 : 전략적 공급사슬지향성은 상호작용공정성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-3 : 전략적 공급사슬지향성은 분배공정성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-4 : 구조적 공급사슬지향성은 과정공정성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-5 : 구조적 공급사슬지향성은 상호작용공정성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-6 : 구조적 공급사슬지향성은 분배공정성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.1.2. 거래공정성과 사회적 자본 간의 관계

공정거래를 기반으로 하는 장기지향적인 거래관계는 미래의 거래에 대한 공급기업의 기대심리를 제고할 수 있고, 장기적인 투자에 적극적이 되는데 이러한 현상은 거래기업들 간 신뢰를 제고하게 되며, 결과적으로 관계적 자본을 형성하게 만든다. 그러나 구매기업이 공급기업을 강압적으로 통제하려고 하는 경우 공급기업은 거래과정을 불공정하게 지각하게 되며 관계품질은 낮아진다(Beugre and Acar, 2008 ; Mossholder et al., 1998). 그리고 Kim et al.(2016)에 의하면 공급사슬에서의 지속적 공정성은 사회적 자본의 누적을 통해 공급사슬에서의 혁신적 성과에 기여할 수 있다는 것을 제시한다.

그러므로 기업 간 거래에서 거래공정성이 높다면 거래하는 기업들 간 사회적 자본이 형성되거나 사회적 자본의 수준 역시 제고될 것이라고 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 검증하고자 하였다.

H2-1 : 과정공정성은 사회적 자본에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H2-2 : 상호작용공정성은 사회적 자본에 정(+)의 영향을

미칠 것이다.

H2-3 : 분배공정성은 사회적 자본에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.1.3. 사회적 자본과 상생협력 공급사슬 간의 관계

오랜 기간 동안 일관된 거래관행을 통하여 형성되는 것으로서 신뢰를 포함하는 관계적 자본은 서로에 대한 몰입과 공동의 성과 향상을 위한 노력에 영향을 미칠 수 있다(Cousins et al., 2006). 그리고 Yim and Leem(2013)에 의하면 사회적 자본은 공급사슬통합과 성과에 유의한 영향을 미친다는 것을 제시하였다. 또한 Hsu et al.(2014)은 사회적 자본이 공급사슬 실행에 중요한 선행적 및 동기적 요인이라고 제시한다.

따라서 거래기업들 간 사회적 자본이 형성되거나 사회적 자본이 제고되어 있다면 거래기업들 간의 관계적 협력, 운영적 협력, 지원적 협력으로서 상생협력 공급사슬을 위한 활동 역시 제고될 수 있을 것이라고 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

H3 : 사회적 자본은 상생협력 공급사슬에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2. 연구모형

본 연구는 공급사슬지향성에 따른 거래공정성과 사회적 자본의 구축, 상생협력 공급사슬 간의 관계를 통합적으로 규명하는 것이 주요 목적이며, 이를 검증하기 위해 수립한 가설들은 앞서 제시하였다. 그리고 이를 종합하여 나타낸 연구모형은 아래의 Fig 1.과 같다.

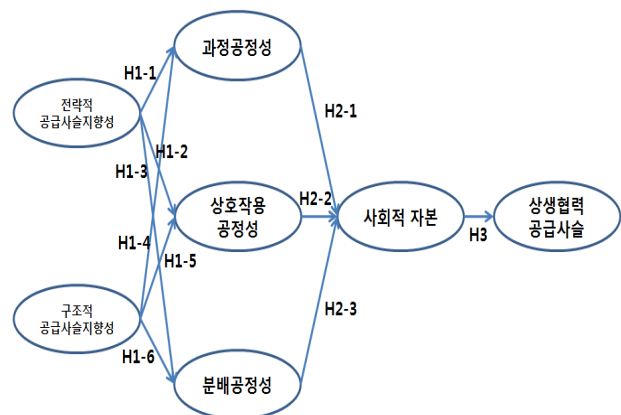


Fig. 1. Research Model

Table 1. Research Items and Detailed Measurement Items, Refer to Previous Research

연구항목	번호	세부 측정 항목 및 내용	참조 선행연구
전략적 공급사슬 지향성	전공1	우리 회사는 거래업체들과 공동 정보시스템 구축에 관심	김종영 외(2015) 조연성(2014, 2015) Esper et al.(2010) Galan · Sanchez-Beuno(2009) Holmberg(2000)
	전공2	우리 회사는 거래업체들과 공급사슬 프로세스 개선에 관심	
	전공3	우리 회사는 거래업체들과 정보공유에 관심 많음	
	전공4	우리 회사는 거래업체들과 의사소통 필요성 강조	
	전공5	우리 회사는 거래업체들과 공동목표 인식	
구조적 공급사슬 지향성	구공1	우리 회사는 거래업체들과 협업에 성과보상제를 시행	Kaufmann(2009) Lin et al.(2010) Mello · Stank(2005) Min · Mentzer(2004) Patel et al.(2013) Rodrigues et al.(2004)
	구공2	우리 회사는 거래업체들의 어려움을 도우려 함	
	구공3	우리 회사는 거래업체들과 공급사슬의 지식, 노하우를 공유	
	구공4	우리 회사의 생산 및 판매 계획 수립에 거래업체 참여	
	구공5	우리 회사는 영업 상의 위험에 거래업체와 공동 대처	
	구공6	우리 회사 관계자들은 거래업체들과 협력적 관계를 강조	
과정공정성	과정1	우리 회사는 거래업체들과 거래절차 및 방식의 준수	del Rio-Lanza et al.(2009) Griffith et al.(2006)
	과정2	우리 회사는 거래업체들에 대하여 거래 절차나 방식을 잘 설명	
	과정3	우리 회사는 거래업체들에게 부여하는 책임과 보상이 공정	
	과정4	우리 회사는 거래과정을 되도록 공개	
	과정5	우리 회사는 거래업체들과 거래 과정에서 공정성 준수 노력	
	과정6	우리 회사는 거래업체들과 거래 시간의 준수 및 시간 적절성	
상호작용 공정성	상호1	우리 회사 관계자들은 설명이 공손	Bies · Moag(1986) del Rio-Lanza et al.(2009)
	상호2	우리 회사 관계자들은 설명이 정직	
	상호3	우리 회사 관계자들의 설명에 공감	
	상호4	우리 회사 관계자들은 예의바르며 인간적	
	상호5	우리 회사 관계자들은 의사소통을 통해 거래당사자 이해	
분배공정성	분배1	우리 회사는 거래업체 선정기준이 공정	del Rio-Lanza et al.(2009) Griffith et al.(2006) Kumar et al.(1995)
	분배2	우리 회사는 공정한 이익의 유지를 위해 노력	
	분배3	우리 회사의 거래위험과 부담이 동등하다고 인식	
	분배4	우리 회사는 공정한 거래 결과를 유지하기 위해 노력	
	분배5	우리 회사는 전반적으로 공정한 거래가 되도록 노력	
사회적 자본	사자1	다른 사회 구성원들과 상호관계 구축	이원희 · 이수열(2014) Granovetter(1992) Nahapiet · Ghoshal(1998)
	사자2	다른 사회 구성원들과 신뢰관계 구축	
	사자3	다른 사회 구성원들과 우호관계 구축	
	사자4	다른 사회 구성원들과 존중관계 구축	
	사자5	다른 사회 구성원들과 호혜관계 구축	
	사자6	다른 사회 구성원들과 공유된 이해관계 구축	
상생협력 공급사슬	협력1	우리 회사는 거래 기업들과 단기적 기회주의 지양	이수열(2013, 2015)
	협력2	우리 회사는 거래 기업들과 거래관계 유지를 위한 협력 및 노력	
	협력3	우리 회사는 거래 기업들과 생산 · 유통과정에서의 협력	
	협력4	우리 회사는 거래 기업들과 정기적인 업무관련 미팅 시행	
	협력5	우리 회사는 거래 기업들의 역량강화를 위한 지원 활동	
	협력6	우리 회사는 거래 기업들의 역량강화를 위한 협력 활동	

4. 실증분석

4.1. 설문항목 및 표본설계, 연구방법론

본 연구를 위한 설문항목은 인구통계학적 항목을 제외하고 리커트 7점 척도로 앞서 Table 1.에서 제시한 내용을 바탕으로 구성되었으며, 주로 대구·경북지역에 있는 제조 및 부품 공급 업체를 대상으로 조사를 시행하였다. 2016년 9월부터 조사를 시행하였으며, 이중 129개 업체로부터 설문을 수집하였다.

설문에 참여한 업체들의 일반적 특성은 아래의 Table 2.에 정리하여 나타내었다. 세부적인 내용을 살펴보면 매출액 기준 500억 원 이상이 66.7%, 종업원 수 기준 500명 이상이 55.0%, 업종별로는 전자·통신 관련 업체가 60.5%, 기업 운영기간으로서 업력은 10년 이상이 58.2%를 점유한다.

설문조사 데이터의 분석은 SPSS 20과 Amos 21을 사용하였다. 연구항목의 세부측정항목에 대하여 탐색적 요인분석을 시행하였으며, 이를 통해 측정항목의 타당성을 확인하고, 다시 Amos 21을 이용하여 확인적 요인분석을 시행하여 측정항목의 집중타당성과 판별타당성 및 측정항목 적합도를 만족하는 연구항목을 이용하여 경로분석을 시행하였다.

4.2. 신뢰성 및 타당성 분석

탐색적 요인분석의 시행에 앞서 측정항목들에 대한 상관관계를 분석하였다. 상관계수의 값이 ± 0.3 이하로 전반적으로 낮다면, 해당 자료는 탐색적 요인분석에 부적합하다(이학식·임지훈, 2013). 상관관계 검정결과 가장 낮은 상관계수를 보

이는 항목은 전략적 지향성과 과정공정성 간의 관계로서 상관계수 값이 0.348($p=0.000$)로 나타나 조건을 만족한다. 탐색적 요인분석은 주성분 분석(PCA) 중 요인사이에 독립성을 가정한 Varimax 직각회전방식으로 시행하였다. 탐색적 요인분석의 결과는 다음의 Table 3.에 정리하여 나타내었다.

탐색적 요인분석 결과 요인적재량은 최소 0.626(사회적 자본 1번 항목)으로 누적 설명력은 83.918%로 나타났다. 그리고 KMO 측도값은 0.936으로, Bartlett의 구형성 검정의 유의확률은 0.000으로 나타나 요인분석에 적합한 것으로 검증되었으며, 최종적으로 주요 연구항목이 총 7개로 구분되었다.

Anderson and Gerbing(1988)의 연구방법론에 따라 본 연구의 모형에 포함된 구성개념에 대한 다항목 척도의 신뢰성과 타당성을 평가하기 위하여 확인적 요인분석을 시행하였으며, 세부적인 내용은 다음의 Table 4.에 나타내었다. 측정항목의 분석을 위하여 모든 항목의 표준화 회귀계수와 유의수준을 확인하였으며, 내적 일관성을 측정하기 위해서 Cronbach's α 값과 복합신뢰도(Composite Reliability : C. R.), 평균분산추출(Average Variance Extracted : AVE)의 값을 확인하였다.

측정항목의 표준화 회귀계수는 모두 0.775(분배공정성 2번 항목)이상으로 나타나며, 모두 유의한 것으로 검증되었다($p<0.001$ 이하). 여기서 표준화 회귀계수 값이 0.7이하이거나 Squared Multiple Correlations의 값이 비교적 낮다고 판단된 전략적 공급사슬지향성 4번, 구조적 공급사슬지향성 1번, 과정공정성 1번과 5번, 분배공정성 1번 항목을 제거하여 측정모형의 적합도를 높이하고자 하였다. 그리고 최저 Cronbach's α 값은 0.924(과정공정성)로 기준치인 0.7이상으로, 복합신뢰도(C. R.)는 최저값이 0.884(분배공정성)로 나타나 기준치인

Table 2. General Characteristics of Surveyed Companies

()는 %

매출액	50억 원 미만	50~100억 원	100~500억 원	500~1000억 원	1000~5000억 원	5000억 원 이상
	12(9.3)	18(14.0)	13(10.1)	13(10.1)	17(13.2)	56(43.4)
종업원 수	50명 미만	50~100명	100~500명	500~1000명	1000~5000명	5000명 이상
	24(18.6)	14(10.9)	20(15.5)	11(8.5)	5(3.9)	55(42.6)
업 종	화학·석유		금속소재		전자·통신	
	4(3.1)		5(3.9)		78(60.5)	
	자동차·부품		조선·부품		의료정밀	
	15(11.6)		6(4.7)		2(1.6)	
직 위	대리 이하		과·차·부장		임원 이상	
	85(65.9)		38(29.5)		6(4.7)	
업 력	5년 미만	5~10년	10~15년	15~20년	20~30년	30년 이상
	15(11.6)	39(30.2)	17(13.2)	12(9.3)	21(16.3)	25(19.4)

Table 3. Exploratory Factor Analysis Result

연구항목	번호	요 인						
		1	2	3	4	5	6	7
전략적 공급사슬지향성	전공1	.102	.211	.869	.191	.124	.130	.154
	전공2	.103	.200	.867	.206	.146	.134	.183
	전공3	.083	.152	.839	.271	.176	.222	.147
	전공4	-.044	.109	.738	.229	.318	.283	.102
	전공5	.047	.082	.774	.242	.337	.283	.145
구조적 공급사슬지향성	구공1	.198	.261	.157	.714	.081	.069	.146
	구공2	.222	.235	.274	.716	.077	.059	.377
	구공3	.304	.309	.209	.654	.136	.047	.312
	구공4	.218	.222	.251	.841	.110	.113	.089
	구공5	.119	.248	.224	.811	.190	.143	.124
	구공6	.138	.344	.325	.644	.181	.064	.313
과정공정성	과정1	.649	.109	.021	.238	.254	.351	.275
	과정2	.802	.188	.113	.210	.103	.225	.182
	과정3	.789	.252	-.011	.171	.058	.266	.101
	과정4	.801	.187	.029	.159	.158	.194	.232
	과정5	.741	.207	.113	.166	.267	.123	.188
	과정6	.746	.323	.097	.143	.211	.127	.210
상호작용공정성	상호1	.308	.218	.240	.131	.271	.676	.195
	상호2	.284	.121	.226	.138	.322	.771	.221
	상호3	.234	.094	.246	.090	.296	.830	.191
	상호4	.271	.141	.225	.052	.297	.812	.217
	상호5	.288	.112	.320	.072	.360	.722	.240
분배공정성	분배1	.183	.048	.256	.069	.763	.183	.009
	분배2	.185	.038	.084	.103	.821	.210	.089
	분배3	.215	.192	.168	.126	.825	.215	.117
	분배4	.154	.126	.190	.167	.776	.287	.251
	분배5	.065	.160	.237	.122	.764	.196	.224
사회적 자본	사자1	.342	.293	.197	.271	.242	.364	.626
	사자2	.299	.252	.212	.248	.243	.242	.716
	사자3	.336	.305	.198	.295	.139	.312	.687
	사자4	.294	.370	.185	.228	.143	.211	.723
	사자5	.274	.369	.204	.232	.144	.233	.721
	사자6	.231	.342	.208	.297	.238	.228	.706
상생협력 공급사슬	협력1	.285	.679	.065	.288	-.009	.298	.166
	협력2	.296	.722	.203	.271	.172	.161	.167
	협력3	.232	.756	.295	.235	.092	.005	.216
	협력4	.115	.797	.202	.184	.149	.009	.271
	협력5	.251	.761	.115	.300	.152	.138	.211
	협력6	.270	.688	.039	.317	.112	.183	.307
아이겐 값		5.163	4.926	4.698	4.674	4.550	4.378	4.339
분산 %		13.239	12.630	12.045	11.984	11.667	11.227	11.126

Table 4. Confirmatory Factor Analysis Result

연구항목	번호	요인				
		표준요인적재량	유의수준	Cronbach's α	C. R.	AVE
전전략적 공급사슬지향성	전공1	0,959	***	0,961	0,925	0,754
	전공2	0,957	***			
	전공3	0,947	***			
	전공4	—	—			
	전공5	0,853	***			
구조적 공급사슬지향성	구공1	—	—	0,945	0,907	0,662
	구공2	0,908	***			
	구공3	0,869	***			
	구공4	0,879	***			
	구공5	0,865	***			
	구공6	0,885	***			
과정공정성	과정1	—	—	0,924	0,915	0,728
	과정2	0,878	***			
	과정3	0,860	***			
	과정4	0,868	***			
	과정5	—	—			
	과정6	0,867	***			
상호작용공정성	상호1	0,847	***	0,972	0,932	0,734
	상호2	0,950	***			
	상호3	0,967	***			
	상호4	0,967	***			
	상호5	0,946	***			
분배공정성	분배1	—	—	0,928	0,884	0,658
	분배2	0,775	***			
	분배3	0,927	***			
	분배4	0,948	***			
	분배5	0,848	***			
사회적 자본	사자1	0,935	***	0,977	0,959	0,794
	사자2	0,926	***			
	사자3	0,955	***			
	사자4	0,922	***			
	사자5	0,933	***			
	사자6	0,942	***			
상생협력 공급사슬	협력1	0,798	***	0,941	0,913	0,636
	협력2	0,874	***			
	협력3	0,850	***			
	협력4	0,836	***			
	협력5	0,888	***			
	협력6	0,867	***			

Table 5. Feasibility Analysis Result

구 분	평균	표준편차	1	2	3	4	5	6	7
1. 전략적 공급사슬지향성	4.5023	1.3636	0.869						
2. 구조적 공급사슬지향성	4.9714	1.1898	0.632	0.813					
3. 과정공정성	5.8036	0.9677	0.353	0.577	0.853				
4. 상호작용공정성	5.2403	1.5901	0.556	0.465	0.614	0.857			
5. 분배공정성	4.8422	1.1806	0.514	0.489	0.498	0.684	0.811		
6. 사회적 자본	5.2093	1.2809	0.576	0.746	0.702	0.688	0.604	0.891	
7. 상생협력 공급사슬	5.4289	1.0905	0.525	0.750	0.669	0.496	0.488	0.771	0.798

– 여기서 대각선의 굵은 글자가 AVE의 제곱근 값임

0.7이상이며, 평균분산추출(AVE)의 최저값은 0.636(상생협력 공급사슬)으로 나타나 기준치인 0.5 이상을 모두 만족한다(배병렬 2014).

또한 판별타당성은 각 구성개념에 대한 평균분산추출(AVE)의 제곱근 값과 해당 구성개념과 그 외의 다른 구성개념들과의 상관계수를 비교하여 판단한다(Fornell and Larcker, 1981). 판별타당성이 적합하기 위해서는 평균분산추출(AVE)의 제곱근 값이 0.7이상이고, 그 값이 해당 행과 열에 있는 다른 상관계수보다 커야 한다. 판별타당성에 대한 검정 결과는 위의 Table 5.에 정리하여 나타내었으며, 평균분산추출(AVE)의 제곱근 값은 최저값이 0.798(상생협력 공급사슬)로서 기준치보다 크고, 행과 열의 상관계수 값보다 큰 것으로 검정되었다.

그리고 측정모형과 연구모형의 적합도 분석결과는 아래의 Table 6.에 정리하여 나타내었다. 일부 항목들(AGFI, GFI, PGFI, SRMR, RFI)이 측정기준치를 만족하지 못하지만 다른

항목들은 대체로 기준치를 초과하여 전체적으로 적합도는 만족할 만한 수준으로 판단하였다.

4.3. 가설검정 결과

연구항목들에 대한 신뢰성과 타당성을 확보하였으므로 Amos 21을 이용하여 경로분석을 시행하였다. 경로분석을 시행한 결과는 다음의 Fig 2.와 Table 7.에 정리하여 나타내었다.

먼저 가설 H1의 검정결과 전략적 공급사슬지향성은 상호작용공정성($\beta=0.372$, $p=0.000$)과 분배공정성($\beta=0.244$, $p=0.001$)에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로, 구조적 공급사슬지향성은 3가지 공정성 모두에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검증되었다(과정공정성 : $\beta=0.498$, $p=0.000$, 상호작용공정성 : $\beta=0.243$, $p=0.024$), 분배공정성 : $\beta=0.266$, $p=0.004$). 따라서 전략적 · 구조적 공급사슬지향성

Table 6. Analysis of the Fit of the Measurement Model and the Research Model

구 분	$\chi^2/df(p-val)$	AGFI	GFI	NFI	IFI	CFI
기준(배병렬, 2014)	3.0이하	0.9이상	0.9이상	0.9이상	0.9이상	0.9이상
기준(이수열 · 이경호, 2013)	3.0이하	–	0.8이상	0.8이상	–	0.8이상
측정치(측정모형)	1,803(0.000)	0.656	0.708	0.854	0.929	0.928
측정치(연구모형)	2,030(0.000)	0.627	0.677	0.832	0.907	0.906
구 분	PGFI	PNFI	RMSEA	SRMR	TLI	RFI
기준(배병렬, 2014)	0.6이상	0.6이상	0.07이하	0.08이하	0.9이상	0.9이상
기준(이수열 · 이경호, 2013)	–	–	0.1이하	–	0.8이상	–
측정치(측정모형)	0.602	0.770	0.079	0.049	0.921	0.838
측정치(연구모형)	0.587	0.765	0.090	0.130	0.898	0.817

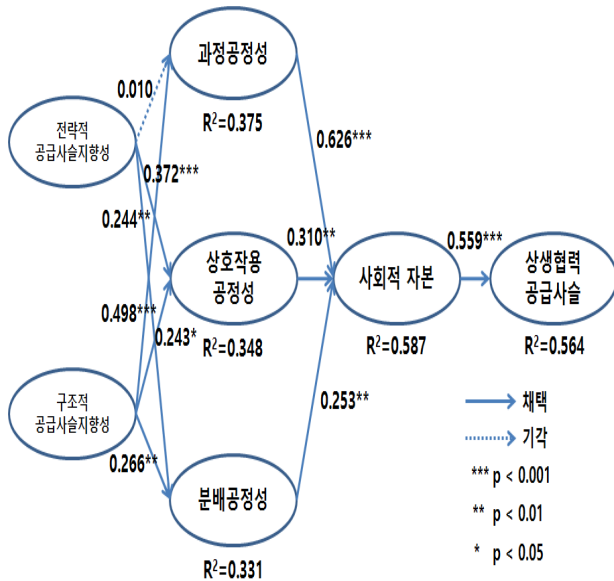


Fig. 2. Test Results of Hypotheses H1~H3

의 수준이 높다면 거래공정성으로서 과정공정성, 상호작용공정성, 분배공정성의 수준을 제고할 수 있다.

그리고 가설 H2의 검정결과 3가지 공정성은 모두 사회적 자본에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검정되었다(과정공정성 : $\beta=0.626$, $p=0.000$, 상호작용공정성 : $\beta=0.310$, $p=0.000$, 분배공정성 : $\beta=0.253$, $p=0.002$). 그러므로 거래공정성의 3가지 요인인 과정공정성, 상호작용공정성, 분배공정성의 수준이 높을수록 관계적 자본으로서 사회적 자본의 수준을 제고할 수 있다.

마지막으로 가설 H3의 검정결과 사회적 자본은 상생협력

공급사슬에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검정되었다(사회적 자본 : $\beta=0.559$, $p=0.000$). 그러므로 사회적 자본의 수준을 제고하는 것은 상생협력 공급사슬을 구성할 수 있도록 유의한 영향을 미치는 것으로 검정되었다.

5. 결론 및 향후 연구방향

5.1. 연구결과 요약 및 시사점

본 연구는 전략적 및 구조적 공급사슬지향성에 따른 거래과정 및 결과로서 과정공정성, 상호작용공정성, 분배공정성 및 사회적 자본의 구축, 상생협력 공급사슬 간의 관계를 통합적으로 규명하는 것이 주요 목적이었다. 이들 연구항목들 간의 가설을 수립하고 검정한 결과는 아래와 같다.

먼저 전략적 공급사슬지향성과 구조적 공급사슬지향성은 대부분 3가지 거래공정성인 과정공정성, 상호작용공정성, 분배공정성에 정(+)의 유의한 영향을 미친다. 그러나 전략적 공급사슬지향성은 과정공정성에는 정(+)의 영향을 미치지만 유의하지 않는 것으로 검정되었다. 그리고 3가지 거래공정성인 과정공정성, 상호작용공정성, 분배공정성은 사회적 자본에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검정되었으며, 마지막으로 사회적 자본은 상생협력 공급사슬에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검정되었다.

이러한 연구결과를 바탕으로 본 연구의 학문적·실무적 시사점을 정리하면 다음과 같다.

먼저 공급사슬지향성의 중요성을 확인한 것이다. 본 연구에

Table 7. Results of Hypotheses H1 ~ H3

가설	경로	경로계수	S.E.	t-val	p-val	채택여부
H1-1	전략적 공급사슬지향성 → 과정공정성	0.010	0.067	0.144	0.855	기각
H1-2	전략적 공급사슬지향성 → 상호작용공정성	0.372***	0.090	4.150	0.000	채택
H1-3	전략적 공급사슬지향성 → 분배공정성	0.244**	0.076	3.201	0.001	채택
H1-4	구조적 공급사슬지향성 → 과정공정성	0.498***	0.087	5.705	0.000	채택
H1-5	구조적 공급사슬지향성 → 상호작용공정성	0.243*	0.107	2.264	0.024	채택
H1-6	구조적 공급사슬지향성 → 분배공정성	0.266**	0.093	2.856	0.004	채택
H2-1	과정공정성 → 사회적 자본	0.626***	0.095	6.624	0.000	채택
H2-2	상호작용공정성 → 사회적 자본	0.310***	0.067	4.606	0.000	채택
H2-3	분배공정성 → 사회적 자본	0.253**	0.082	3.076	0.002	채택
H3	사회적 자본 → 상생협력 공급사슬	0.559***	0.064	8.731	0.000	채택

— 여기서 *** p<0.001 수준에서 유의함, ** p<0.01 수준에서 유의함, * p<0.05 수준에서 유의함

서 공급사슬지향성을 전략적·구조적 공급사슬지향성으로 구분하여 기업 간 거래에서의 공정성에 미치는 영향을 살펴보았는데, 대부분 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검정되었다.

따라서 공급사슬 구성원들 및 조직 전반에서 SCM을 실행하려는 전반적인 마인드로서 SCM 철학과 조직 전반에 걸친 SCM의 실행으로서 전략적·구조적 공급사슬지향성이 높을수록 공급사슬 구성기업들 간 공정한 거래를 하고자 하는 과정 공정성, 상호작용공정성, 분배공정성으로서 거래공정성의 수준을 높일 수 있다. 그러므로 개별기업의 입장에서 SCM의 철학과 실행으로서 공급사슬지향성의 수준을 제고하는 것이 중요함을 확인하였다.

둘째, 공급사슬 구성기업들 간 공정한 거래를 하고자 하는 거래공정성으로서 과정공정성, 상호작용공정성, 분배공정성은 기업 간 거래라는 상호작용의 과정에서 구축되는 신뢰, 우호, 존중 및 호혜의 개념으로서 관계적 사회자본을 구축할 수 있다는 것을 제시한다. 그러므로 공급사슬에서 다른 기업들과의 거래에서 3가지 거래공정성을 확보하고 공정한 거래를 시행하는 것이 개별기업의 공급사슬 구성원들과의 관계 구조 내에서 활용 가능한 자원인 사회적 자본의 수준 역시 높일 수 있다.

따라서 거래공정성이 파트너 기업들과의 우호 및 신뢰관계를 구축하는 요인으로 작용할 수 있으며, 이는 거래의 결과나 과정이 공정하다고 지각하는 경우라는 이광호 외(2014), 이상고·문철우(2014)의 연구와 유사한 결과이다.

셋째, 사회적 자본의 수준이 높을수록 상생협력 공급사슬을 달성할 수 있다는 것이다. 앞서 상생협력 공급사슬을 관계적 협력, 운영적 협력, 지원적 협력의 3가지 차원으로 측정하였는데, 기업 간 거래를 통해 구축될 수 있는 신뢰, 우호, 존중 및 호의로서 사회적 자본의 수준이 제고된다면 상생협력 공급사슬을 구성하고 운영할 수 있다는 것을 제시한다.

마지막으로 공급사슬의 구성원으로서 활동하는 개별기업들에게 구성원들 및 조직 전반에서 SCM을 실행하려는 철학 및 전반적인 마인드로서 공급사슬지향성을 제고하는 것이 기업 간 거래에서의 공정성을 확보하거나 보장할 수 있도록 하며, 이러한 3가지 거래공정성을 제고하는 것이 사회적 자본을 구축할 수 있도록 하고, 나아가 상생협력 공급사슬도 구축할 수 있음을 제시하여, 공급사슬지향성과 거래공정성의 중요성 및 필요성, 사회적 자본의 형성과 구축, 상생협력 공급사슬의 구성과 활용간의 관계를 통합적으로 규명한 것이다.

5.2. 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구의 주요 한계점은 아래와 같다.

첫째, 자료조사의 대상이 작았다는 점이다(활용한 설문 데이터 수 : 129부). 이러한 사항은 배병렬(2014)이 제시한 것처럼 구조방정식을 활용한 연구에서 데이터의 안정성을 확보하기 위한 권장 기준인 200부 이상의 설문지를 확보하지 못한 상태에서 통계처리를 하였다. 이러한 내용은 본 연구의 일부 제약요인으로 작용할 수 있다. 그러므로 조사대상 기업의 숫자를 증가시키고 다시 조사한 후 분석을 하는 것이 요구된다.

둘째, 가설 H1-1의 검정으로서 전략적 공급사슬지향성이 과정공정성에 정(+)의 영향을 미치지만 유의하지는 않은 것으로 검정되었다. 앞서 전략적 공급사슬지향성을 SCM철학을 기업의 전략적 방향과 일치하는 것으로 제시하였는데, 전략적 공급사슬지향성의 수준이 높다면 거래과정에서 나타나는 의사결정 과정에서의 투명성이나 참여자의 의견이 적절하게 반영되는 과정공정성에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것으로 예상하였으나 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

이러한 결과가 나타나는 이유를 분석하여 보면 앞서 Table 2.에서 제시한 것처럼 조사대상 기업의 33.3%가 매출액 500억 원 이하이며, 45.0%가 종업원 수 500명 이하의 중소기업으로서 원재료 및 부품 공급기업이라고 할 수 있다. 이들 기업들은 다른 완성품 제조기업으로서 대기업의 수준만큼 전략적 공급사슬지향성을 가지고 있다고 보기 어려우며, 전략적 공급사슬지향성의 평균값이 4.5023으로 다른 항목들과 비교 시 가장 낮은 값을 보이는 것과도 관련이 있을 것이다. 따라서 이러한 이유로써 과정공정성에 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 분석하였다. 이는 향후 다시 연구되어야 할 것이다.

마지막으로 이수열(2015)에서 제시한 것처럼 거래 기업 간 협력의 수준에 따라 협력선도형, 협력방관형, 신뢰집중형, 실무협력형으로 구분하여 연구를 진행하지 못한 점과 Fisher(1997)가 제시한 것처럼 공급사슬 유형을 기능적 제품과 관련된 효율적 공급사슬과 혁신적 제품과 관련된 반응적 공급사슬로 구분하여 연구를 진행하여야 했으나 이를 반영하지 못하였다. 따라서 이들과 관련된 부분을 보완하고 다시 연구를 진행한다면 공급사슬을 구성하고 운영 중인 개별기업들에게 좀 더 실무적이고 명확한 결과를 제시할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] Adams, J. S.(1963), Toward an Understanding of Inequity, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol. 67(5), pp.422-436.
- [2] Adler, P. and Kwon, S. W.(2002), Social Capital: Prospects for a New Concept, *Academy of Management Review*, Vol. 27(1), pp.17-40.
- [3] Anderson, J. C. and Gerbing, D. W.(1988), Structural Equation Modeling in Practice: A Review and Recommended Two-Step Approach, *Psychological Bulletin*, Vol. 103(3), pp.411-423.
- [4] Bae, B. R.(2014), *Structural Equation Modeling with Amos 21-Principles and Practice-*, Chungnam Publishing.
- [5] Beugre, C. D. and Acar, W.(2008), Offshoring and Cross-Border Interorganizational Relationships: A Justice Model, *Decision Science*, Vol. 39(3), 445-468.
- [6] Bies, R. J., Moag, J. S.(1986), Interactional Justice: Communication Criteria of fairness, In R. J. Lewicki, B. H. Sheppard, M. Bazerman(Eds.), *Research on Negotiation in Organizations*, Greenwich, CT: JAI Press, pp.43-55.
- [7] Cho, Y. S.(2014), The Mediating Effect of the Structure Supply Chain Orientation and the Customer-Oriented Supply Chain Performance on the Path Between the Supply Chain Orientation and the Export Performance in Manufacturing SMEs, *International Area Studies Review*, Vol. 18(3), pp.89-110.
- [8] Cho, Y. S.(2015), The Mediating Effect of Innovation and Information Sharing, in the Relationship Between the Strategic Supply Chain and the Supply Chain Performance of the Raw Material Export-Import Firm, *International Commerce and Information Review*, Vol. 17(1), pp.193-214.
- [9] Cousins, P. D., Handfield, R. B., Lawson, B. and Peterson, K. J.(2006), Creating Supply Chain Relational Capital: The Impact of Formal and Informal Socialization Processes, *Journal of Operations Management*, Vol. 24(6), pp.851-863.
- [10] del Rio-Lanza, A. B., Vazquez-Casielles, R., Diaz-Martin, A. M.(2009), Satisfaction with Service Recovery: Perceived Justice and Emotional Responses, *Journal of Business Research*, Vol. 62, pp.775~781.
- [11] Esper, T. L., Defee, C. C. and Mentzer, J. T.(2010), A Framework of Supply Chain Orientation, *International Journal of Logistics Management*, Vol. 21(2), pp.161-179.
- [12] Fair Trade Commission(2017), *Statistical Yearbook of 2016*.
- [13] Fisher, M.(1997), What Is the Right Supply Chain for Your products?, *Harvard Business Review*, pp.105-116.
- [14] Fornell, C. and Larcker, D. F.(1981), Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variable and Measurement Error, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18(1), pp.39-50.
- [15] Galan, J. I. and Sanchez-Beuno, M. J.(2009), The Continuing Validity of the Strategy - Structure Nexus: New Findings, 1993-2003, *Strategic Management Journal*, Vol. 30(11), pp.1234-1243.
- [16] Granovetter, M.(1992), Economic Institutions as Social Constructions: A Framework for Analysis, *Acta Sociologica*, Vol. 35(1), pp.3-11.
- [17] Griffith, D. A., Harvey, M. G. and Lusch, R. F.(2006), Social Exchange in Supply Chain Relationships: The Resulting Benefits of Procedural and Distributive Justice, *Journal of Operations Management*, Vol. 24(2), 85-98.
- [18] Ha, B. C. and Lee, C. H.(2012), An Empirical Study of Supply Chain Orientation: The Impact on Building and Operating Integrated Supply Chain Process and Operational Efficiency, *The Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 28(4), 581-609.
- [19] Holmberg, S.(2000), A System Perspective on Supply Chain Measurement, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 30(10), pp.847-868.
- [20] Hsu, C. C., Tan, K. C. and Laosirihongthong. T.(2014), Antecedents of SCM Practices in ASEAN Automotive Industry, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 25(2), 334-357.
- [21] Jang, H. Y. and Noh, M. J.(2011), An Analysis of the Relationship among Market Orientation, Supply Chain Orientation, and Supply Chain Management: Focus on Moderating Effects of the Trust, *Journal of Marketing Studies*, Vol. 19(2), pp.1-29.
- [22] Kaufmann, L., Michel, A., and Carter, C. R.(2009), Debiasing Strategies in Supply Management Decision-Making, *Journal of Business Logistics*, Vol. 30(1), pp.85-

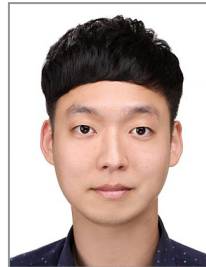
- 106.
- [23] Kim, J. Y., Park, J. W. and Jo, D. H.(2015), The Relationship Between Supply Chain Orientation, Agility and Performance: Focusing on Small and Medium-sized Manufacturing Businesses Located in the Capital Region, *Korean Corporation Management Review*, Vol. 22(5), pp.229-247.
- [24] Kim, K. T., Lee, J. S. and Lee, S. Y.(2016), The Effects of Supply Chain Fairness and the Buyer's Power Sources on the Innovation Performance of the Supplier: A Mediating Role of Social Capital Accumulation, *Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol. 6, pp.1-34.
- [25] Kim, S. W.(2012), Open Innovations Strategies on Supply Chain Quality Management, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 12(2), 71-85.
- [26] Kumar, N., Scheer, L. K., Steenkamp, J. B. E. M.(1995), The Effects of Supplier Fairness on Vulnerable Resellers, *Journal of Marketing Research*, Vol. 32(1), pp.54-65.
- [27] Lee, H. S. and Lim, J. H.(2013), *SPSS 20.0 Manual*, Jibhyeonjae.
- [28] Lee, K. H., Lee, S. W. and Kim, S. H.(2014), The Effect of Transaction Justice on Business Performance Through Relationship Quality, *Korea Journal of Business Administration*, 27(9), 1425-1447.
- [29] Lee, S. G. and Moon, C. W.(2014), The Effect of Perceived Justice between the Firms on the Relational Commitment and Relationship Performance of the Partner of Transaction, *Journal of Strategic Management*, Vol. 17(2), pp.1-25.
- [30] Lee, S. Y.(2013), Win-Win Collaboration and Supplier Manufacturing Performance: The Mediating Effects of Relational Social Capital Accumulation, *Korea Business Review*, Vol. 42(4), pp.1105-1130.
- [31] Lee, S. Y.(2015), Typology of Win-win Supply Chain Collaboration : Performance Differences in Internal Process Integration, Organizational Citizenship Behavior, and Operational Performance, *Journal of the Korean Society for Supply Chain Management*, Vol. 15(2), pp.35-52.
- [32] Lee, S. Y. and Lee, K. H.(2013), A Study on the Relationships Between Social Capital Accumulation, Green Supply Chain Management, and Supplier Operational Performance: A Path Analysis, *Journal of The Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 24(2), pp.239-259.
- [33] Lee, T. H.(2012a), Study on the Difference of the Supply Chain Orientation, Management and Performance by Position within Supply Chain, *Korea Trade Review*, Vol. 37(2), pp.281-307.
- [34] Lee, T. H.(2012b), The Impact of Global Supply Chain Orientation and Supply Chain Management on the Export Performance by Firm Size, *International Business Review*, Vol. 16(1), pp.243-273.
- [35] Lee, W. H. and Lee, S. Y.(2014), The Effects of Sustainable Supply Chain Management on Relational Social Capital and Supplier Sustainability Performance: An Integrative Model of the Fair, Green, and Responsible Supply Chain, *Korea Business Review*, Vol. 43(2), pp.275-302.
- [36] Lin, Y., Wang, Y. and Yu, C.(2010), Investigating the Drivers of the Innovation in Channel Integration and Supply Chain Performance: A Strategy Orientated Perspective, *International Journal of Production Economics*, Vol. 127(2), pp.320-332.
- [37] Mello, J. E. and Stank, T. P.(2005), Linking Firm Culture and Orientation to Supply Chain Success, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 35(8), pp.542-554.
- [38] Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S. H., Nix, N. W., Smith, D. D. and Zacharia, Z. G.(2001), Defining Supply Chain Management, *Journal of Business of Logistics*, Vol. 22(2), pp.1-25.
- [39] Min, S. and Mentzer, J. T.(2004), Developing and Measuring Supply Chain Management Concepts, *Journal of Business Logistics*, Vol. 25(1), pp.63-99.
- [40] Min, S., Mentzer, J. T. and Ladd, R. T.(2007), Market Orientation in Supply Chain Management, *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 35(4), 507-522.
- [41] Mossholder, K. W., Bennett, N., Kemery, E. R. and Wesolowski, M. A.(1998), Relationships Between Based of Power and Work Reactions: The Mediational Role of Procedural Justice, *Journal of Management*, Vol. 24(4), pp.533-552.

- [42] Nahapiet, J. and Ghoshal, S.(1998), Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage, *Academy of Management Review*, Vol. 23(2), pp.242-266.
- [43] Oh, A. R., Nam, H. J. and Lee T. H.(2015), The Effects of Commitment between Employee and Organization on Supply Chain Orientation and Management Capability, *Korean Management Consulting Review*, Vol. 15(2), pp.35-47.
- [44] Oliver, R. K. and Webber, M. D.(1982), Supply Chain Management: Logistics Catches up with Strategy, In M. Christopher Ed, *Logistics: The Strategic Issues*, London: Chapman & Hall.
- [45] Patel, P. C., Azadegan, A. and Ellram, L. M.(2013), The Effects of Strategic and Structural Supply Chain Orientation on Operational and Customer Focused Performance, *Decision Science*, Vol. 44(4), pp.713-753.
- [46] Rodrigues, A. M., Stank, T. P. and Lynch, D. F.(2004), Linking Strategy, Structure, Process, and Performance in Integrated Logistics, *Journal of Business Ethics*, Vol. 25(2), pp.65-94.
- [47] Schulze-Ehlers, B., Steffen, N., Busch, G. and Spiller, A.(2014), Supply Chain Orientation in SMEs as an Attitudinal Construct: Conceptual Considerations and Empirical Application to the Dairy Sector, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 19(4), pp.395-412,
- [48] Yim, B. J. and Leem, B. H.(2013), The Effect of the Supply Chain Social Capital, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 113(3), pp.324-349.



박 찬 권

충북대학교 사회학과 학사
 충남대학교 경영학과 석사
 경북대학교 경영학부 비즈니스
 운영관리박사
 현재 : 경북대학교 경영학부 강의초빙교수
 관심분야 : 물류관리, 품질관리,
 생산운영관리, 공급사슬관리



박 성 민

계명대학교 작곡과 학사
 경북대학교 경영학부 석사
 현재 : 경북대학교 경영학부 박사과정
 관심분야 : 서비스품질관리, 예술경영,
 고객만족경영, 공급사슬관리

재난물류 관련 문헌고찰 및 연구동향 분석*

원성현* · 전동규* · 하언근** · 임진우** · 정호상*†

*인하대학교 아태물류학부 · **인하대학교 물류전문대학원

Literature Review and Research Trend Analysis in Disaster Logistics

Seonghyeon Won* · Donggyu Jeon* · Yanjin He** · Jinwoo Lim** · Hosang Jung*†

* Asia Pacific School of Logistics, Inha University

** Graduate School of Logistics, Inha University

As disasters increase worldwide, more and more researchers are getting interested in disaster logistics focusing on when and how to allocate the relief products to the disaster areas via distribution networks. In this paper, we analyze the related research papers on disaster logistics published from 2002 to 2016, and investigate the research trends related to disaster logistics. To analyze the research trends, we used four different criteria: disaster types, corresponding author areas, management timing, and the type of research papers. The results show that 1) the related papers continuously increased; 2) lots of the past researches have focused on earthquake; 3) disaster logistics for post-disaster situations have gained much attention in comparison with pre-disaster situations; and 4) Most of the past researches are categorized into 'optimization' and 'concept study' in terms of the type of research papers. The analysis results provide the future research direction on the disaster logistics, and will be helpful to those who have an interest in this research area.

Keywords : Disaster Logistics, Literature Review, Research Trends.

* 이 논문은 2016년도 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음(INHA-53662)

† **Corresponding Author** : Asia Pacific School of Logistics, Inha University, 100 Inha-ro, Nam-gu, Incheon, 22212, Korea, Tel: +82-32-860-8435,
E-mail: hjung@inha.ac.kr

Received : 9 August 2017, **Accepted** : 8 September 2017

1. 서론

지진의 안전지대로 여겨져 왔던 한국에서도 최근 지진 발생 빈도가 급격히 증가하고 있다. 규모 2.0 이상의 지진이 2014년에 49회, 2015년에 44회 발생했던 것과 비교하여, 2016년에는 전년대비 약 5.7배 증가한 254회를 기록하였다(기상청, 2016). 특히 2016년에는 울산, 경주, 전북 등 전국적으로 지진이 산발적으로 발생하였으며, 직접적인 인명 및 재산 피해가 발생하여 지진에 대한 국민들의 불안이 증가하였다. 지진을 비롯하여 자연적으로 발생하는 재난인 태풍, 홍수 등의 발생 횟수 또한 1990년대 이후 꾸준히 증가하고 있다(기상청, 2016). 특히 예측이 어려운 자연재난은 막대한 경제적, 사회적 손실을 발생시키기 때문에 사전 대비 및 사후 대응이 중요하다고 할 수 있는데, 기존의 재난 관련 연구는 주로 재난 발생 이전의 시점과 재난 발생 이후의 시점으로 구분하여 진행되었다. 재난 발생 이전에 초점을 맞춘 연구들은 재난대응 시스템 및 체계 구축과 관련된 주제를 주로 다뤘고, 재난 발생 이후에 초점을 맞춘 연구들은 재난 발생 이후 피해 최소화 및 완화와 관련된 주제들을 주로 다뤘다. 특히 물류 관점에서는 재난 발생 이후 피해를 완화하기 위한 물자·인력·정보 네트워크의 최적화와 관련된 연구가 활발하게 진행되고 있다. 재난물류에 대한 학계 및 공공기관의 관심은 일련의 재해들이 국내외적으로 잦은 빈도로 발생함에 따라 인적·재산적 피해가 급증하여 재해로 인한 피해를 최소화하기 위한 노력에서부터 비롯되었다고 할 수 있다.

재난물류란 재난·재해가 발생하기 전, 재난발생 중, 재난발생 후를 기준으로 재난 상황에 대응하기 위한 일련의 행위들 중 물자·인력·정보 등의 보급 및 전달흐름 극대화 관점에서의 효과적인 재난 피해 최소화에 초점을 맞추고 있다. 즉 재난 상황에 직면해 이에 영향을 받고 있는 사람들에게 구호물품 등의 자원을 신속하고 안전하게 제공하기 위한 흐름을 계획, 관리, 실행, 통제하는 일련의 과정으로 정의할 수 있다(Caunhye, 2011).

한편, 재해들의 종류가 매우 다양하고 그로 인한 피해 확산 규모 및 정도의 불확실성이 크기 때문에 재난에 효과적으로 대응하여 피해를 최소화시킬 수 있는 물류시스템을 구축하는 것은 매우 중요하다(Choi, 2005). 따라서 재난으로 인한 피해가 발생한 지역의 인적·물적 피해를 최소화하고 '수동적인 대응이 아닌 적극적인 참여'를 통해 추가 피해가 발생되지 않도록 물자·인력·정보망의 보급 흐름을 최적화하기 위한 연구에 대한 관심이 커지고 있다. 특히, 재난이 발생한 이후 물

자의 신속한 보급망을 구축하는 재난물류 분야는 재난 관련 연구들 중에서도 많은 연구자들이 관심을 가지고 연구를 진행해 온 분야이다.

본 논문에서는 자연재난에 초점을 맞춰서 재난물류와 관련된 기존 연구들을 조사하여 연구동향을 분석하고, 향후 연구 방향을 제시하고자 한다. 특히 다양한 분류기준을 활용하여 기존 연구들을 구분하고 분석하고자 하는데, 재난물류 관련 178편의 기존 연구논문들을 크게 다음의 네 가지 기준을 적용하여 범주화하고 연구동향을 파악하고자 하며, 각 기준별로 도출된 대표논문들을 본문 내 간략히 소개함으로써 관련분야 연구자들에게 도움을 주고자 한다.

- 1) 재난유형 (예: 지진, 홍수 등)
- 2) 교신저자 지역 (예: 아시아, 유럽 등)
- 3) 관리시점 (예: 재난 발생 전, 중, 후 등)
- 4) 논문유형 (예: 개념연구, 사례연구 등)

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 연구동향 분석을 위한 연구 설계 및 분석과정을 소개한다. 3장에서는 상기에 적시된 네 가지 기준에 따라 기존 문헌들을 분류하여 정리하고, 각 기준 별로 대표 문헌을 선별하여 고찰한다. 4장에서는 문헌 고찰의 결과를 정리하여 제시하고, 끝으로 5장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 연구 설계 및 분석절차

본 연구에서는 우선 재난물류 관련 기존문헌들을 검색하기 위해서 다음과 같은 키워드를 선별하였다. 키워드는 1장에서 소개한 재난물류의 정의 등을 바탕으로 연구진이 선별하였는데, '재난'관련해서는 'Disaster', 'Emergency', 'Humanitarian', 'Relief'등을, '물류'관련해서는 'Logistics', 'Distribution', 'Network', 'Delivery', 'Supply', 'Inventory'등의 키워드를 선택하여 '재난' 및 '물류'관련 키워드들을 조합하여 검색을 진행하였다. 논문 검색을 위한 검색엔진은 Science Direct, Google Scholar, 학술연구정보서비스(RISS), SCOPUS를 활용하였으며 2002년부터 2016년까지 총 15년 간 출판된 논문을 대상으로 검색을 실시하였고, 검색범위는 초록, 논문제목, 키워드로 제한하였다. 검색 결과 중복 검색된 경우를 제외하고 Science Direct에서 102편, Google Scholar에서 6편, 학술연구정보서비스(RISS)에서 7편, SCOPUS에서 63편 등 총 178개의 관련 논문을 추출하였다.

3. 기존 문헌 고찰

3.1 문헌 고찰의 분류기준

검색된 178개의 논문을 앞서 1장에서 소개한 네 가지의 분류기준 (재난유형, 교신저자 지역, 관리시점, 논문유형)별로 분류하였는데, 각 기준들에 대한 설명은 다음과 같다.

■ 재난유형

재난유형은 크게 지진, 홍수, 허리케인, 기타로 분류되며 기타 재난유형에는 태풍, 산사태, 폭풍, 쓰나미 등이 포함된다.

■ 교신저자 지역

교신저자의 지역에 따라 검색논문들을 분류함으로써 어떤 지역의 연구자들이 재난물류에 관심을 가지고 연구를 수행 중인지 파악하고자 하였다. 교신저자가 여러 명이고 해당 저자들이 복수의 국가에 속하여 있을 때는 중복하여 분류하였다.

■ 관리시점

재난을 관리하는 시점은 일반적으로 ‘재난상황 전(Pre)’, ‘재난상황 중(In Progress)’, ‘재난상황 후(Post)’로 구분할 수 있는데, 이 중 재난상황 중만 다룬 논문들은 발견하기 힘들었기에 분류의 편의를 위해서 관리시점의 경우 ‘재난상황 중’을 제외한 ‘Pre(재난 전)’, ‘Post(재난 후)’, ‘Pre/Post(재난 전/후)’의 세 가지 경우를 중심으로 검색된 논문들을 분류하였다. 참고로 ‘Pre’의 경우에는 예방 및 완화를 통해 발생할 재난을 대비하는데 초점을 맞추고 있으며, ‘Post’의 경우에는 사후 대응 및 복구에 초점을 맞추고 있다.

■ 논문 유형

재난물류 관련 논문의 유형은 크게 ‘최적화’, ‘사례연구’, ‘개념연구’, ‘서베이 (문헌연구)’등 네 가지로 분류하였다. 또한 두 개 이상의 유형으로 분류할 수 있는 논문들은 중복으로 분류하였는데, 예를 들어서 최적화에 초점을 맞춘 논문이더라도 구체적인 사례연구가 수반된 경우에는 해당 논문을 ‘최적화’와 ‘사례연구’쪽으로 중복하여 분류하였다. 이러한 논문유형에 따른 분류를 통하여 재난물류 관련 연구가 활발한 영역과 미흡한 영역을 1차적으로 파악하고자 하였다.

또한 ‘최적화’관련 논문의 경우 그 범위가 매우 넓기 때문에 추가적으로 논문의 주제에 따라서 ‘입지(location)’, ‘운송(transportation)’, ‘재고관리(inventory)’, ‘기타’등의 네 가지

세부 분류기준을 추가하여 논문들을 분류하였다. 이 경우에도 한 가지 논문에 여러 주제들이 복합적으로 다뤄지고 있는 경우에는 중복하여 분류하였다.

3.2 대표 문헌 고찰

다음으로는 앞서 제시한 분류기준에 따라 대표 문헌들을 추출하고 이에 대한 고찰을 다루었다. 연구진들은 인용 수가 높은 논문들이 대표성을 가진 것으로 판단하고, 연구 수행 시점에서 Google Scholar 검색 결과 각각의 분류기준별로 가장 인용이 많이 된 논문들을 대표 문헌으로 추출하여 살펴보았다.

3.2.1 재난유형별 관련 논문 분류

논문들은 다양한 재난유형에 따라 분류되며 이에 따라 <Table 1>에서는 재난유형에 따른 관련대표논문들을 보여준다.

재난유형 중 가장 먼저 ‘지진’관련 논문으로는 Özdamar et al. (2004)와 Yi and Özdamar (2007)의 논문이 있다. Özdamar et al. (2004)는 비상 상황에서 의약품, 구조장비, 비상식품과 같은 물자들을 피해지역의 물류센터에 가능한 한 빨리 보내기 위해, Dynamic Time-Dependent 운송 문제를 다루는 계획모델(Planning Model)을 제시한다. Dynamic Time-Dependent 운송 문제는 원조를 제공하는 중 주어진 시간에 반복적으로 해결되어야 하는 문제에 해당하며, 이를 기반으로 작성된 계획모델은 계획된 시간 범위 내에 차량에 최적의 혼합(mixed) 픽업(pick up) 및 운송 계획과 그 노선에서의 운송되는 최적의 수량 및 물품 유형을 제시한다. Yi and Özdamar (2007)은 응급 상황에서의 물류 계획에 해당하는 피해 지역 물류 센터로의 구호품 운송과 피해자들의 이송 문제를 다룬다. 논문에서는 이를 위해 2가지 모델을 제시하는데, 재난 대응활동에서 물류 지원 및 대피작업을 조정하기 위한 통합 위치-분배 모델(Integrated location-distribution model)과 재난 상황 시 최적의 의료 인력 배분을 위한 혼합 정수 다중 상품 네트워크 흐름 모델(mixed integer multi-commodity network flow model)이 그 2가지 모델에 해당한다. 논문에서는 이스탄불의 사례와 가상 재난 시나리오 기반의 지진 시나리오를 통해 모델들을 설명한다.

‘홍수’관련 논문으로는 Chang et al. (2007)과 Zhang et al. (2013)의 논문이 있다. Chang et al. (2007)은 두 개의 확률론적 모델(Stochastic model)들을 제시하며 도심지역에서

Table 1. Related representative papers classified by disaster type

재난유형	논문	주요내용
지진	Özdamar et al. (2004)	비상 상황에서 의약품, 구조장비와 같은 물자들을 피해지역의 물류센터에 가능한 빨리 보내기 위한 Dynamic Time-Dependent 운송 문제의 해결
	Yi and Özdamar (2007)	응급 상황에서의 물류 계획에 해당하는 피해 지역 물류 센터로의 구호품 운송과 피해자들의 이송 계획 수립
홍수	Chang et al. (2007)	홍수 대비 물류 계획에 정부 기관이 사용할 수 있는 의사 결정 도구 개발
	Zhang et al. (2013)	경로 선택 문제를 해결하기 위해 이동 시간과 거리를 모두 고려한 새로운 Bio-Inspired Method를 제안
허리케인	Taskin and Lodree (2010)	허리케인 시즌과 관련된 조달 및 생산 결정에 어려움을 겪고 있는 제조 및 소매 업체의 확률적 재고 관리
	Rawls and Turnquist (2012)	자연 재해로 인해 피난처를 찾는 사람들의 갑작스런 구호품 수요에 대비한 동적 할당 모델을 제시
기타	Beresford and Pettit (2009)	태국 사례를 중심으로 재난 대비 모델 제시 및 기존 대비 모델과의 비교
	Sheu and Pan (2014)	대규모 자연 재해 발생 시 비상 물류 운영을 지원하기 위한 중앙 집중식 비상 공급망 설계

홍수가 발생한 상황에서의 재난 구호 물품 공급 시스템을 결정하고자 하였다. 모델들의 의사결정변수로는 구조 기관의 조직, 구호 물품 보관센터의 위치, 수용능력(Capacity)의 제약 하에서 구호 물품 할당, 구호 물품의 수요지까지의 분배로 이루어져 있고 이를 통해 최적의 재난 구호 물품 공급망 및 시스템을 결정하고자 하였다. Zhang et al. (2013)은 비상 상황 시 물류관리의 근본적인 문제에 해당하는 경로 선택 문제를 다룬다. 본문에서는 문제를 해결하기 위해 이동 시간과 거리를 모두 고려한 새로운 Bio-Inspired Method를 제안한다. Bio-Inspired Method는 다양한 선택지에서 최적 경로를 선택하는 방법을 제시하며 사례 연구를 통해 그 방법의 효율성을 평가한다.

‘허리케인’관련 논문으로는 Taskin and Lodree (2010)과 Rawls and Turnquist (2012)의 논문이 있다. Taskin and Lodree (2010)은 허리케인 시즌에서 제조업체 및 소매업체의 확률적 재고 관리 및 통제 문제를 다루고 있는데, 재고에 관한 의사결정은 다가오는 허리케인 시즌에서의 허리케인 발생 횟수를 예측하는 예측 모델에 기반을 두어 결정 및 통제된다. Rawls and Turnquist (2012)은 자연 재해로 인해 피난처를 찾는 사람들의 갑작스런 구호품들의 수요에 대비해 이를 신속하게 전달하기 위한 동적 할당 모델을 제시한다. 어떤 요구가 충족되어야 하는지, 그리고 그런 요구가 어디에서 발생해야 하는지에 대한 불확실성 하에 구호품들의 단기 수요를 충족시키기 위한 사전 계획을 최적화하도록 구성한다. North Carolina

의 보호소 위치 및 허리케인 가상 시나리오를 통해 모델을 설명하고 긴급 구호 전략을 지원하는 방법을 설명한다.

3.2.2 교신저자 지역별 관련 논문 분류

논문들은 교신저자의 다양한 대륙 및 국가에 따라 분류되며 이에 따라 <Table 2>에서는 저자 지역에 따라 관련된 대표 논문들을 다루고 있다. 가장 먼저 ‘아시아’의 대표논문으로는 Yuan and Wang (2009)의 논문이 있다. Yuan and Wang (2009)은 비상상황에서의 물류관리의 근본적인 문제에 해당하는 경로선택의 문제를 다루며 2가지 수학적 모델을 제시한다. 먼저 경로에 따른 총 이동시간을 최소화하는 경로 선택 모델을 제시하고 그 다음으로는 경로의 복잡성을 최소화하기 위한 다중 목적 경로 선택 모델을 제시한다. 후에 시뮬레이션을 통해 제시된 모델 및 알고리즘의 효과와 실현 가능성을 보여 준다.

‘오세아니아’의 경우 Tatham and Spens (2011)의 논문이 있다. Tatham and Spens (2011)은 재해 및 재난에 대한 물류 대응을 지원하기 위한 개념적 모델과 관련 분류체계를 제공한다. 먼저, 문헌 검토를 통해 2가지 잠재 적인 모델 (SCOR (Supply-Chain Operations Reference) 및 개발 라인 (LOD (Line of Development)))을 제시하고, 이를 바탕으로 관련 분류체계를 개발 및 통합해 재난 물류전문가들의 지원 및 미래에 발생할 수 있는 재해 및 재난에 대한 대응의 효율성을 향상

Table 2. Related representative papers classified by region of corresponding author

저자지역	논문	주요내용
아시아	Yuan and Wang (2009)	재난상황에서의 경로선택 문제 해결을 위한 2가지 수학적 모델 제시
오세아니아	Tatham and Spens (2011)	재해 및 재난에 대한 물류 대응을 지원하기 위한 개념적 모델과 관련 분류체계를 제공
유럽	Holguín-Veras et al. (2012)	물류시스템의 구성요소에 대한 이해를 바탕으로 일반 상업적인 물류와 인도주의 물류의 차이점 분석
중동	Özdamar and Demir (2012)	대규모 재난 후 분배 및 대피 활동에서 차량 경로를 조정하기 위한 계층적 클러스터 및 경로 절차 제시
북아메리카	Çeliket et al. (2012)	인도주의 물류 관련 응용 분야의 소개 및 연구 동향 분석
남아메리카	Camacho-Vallejo et al. (2015)	인도주의 물류 관련 의사 결정 최적화를 위하여 양방향(bi-level) 수학 프로그래밍 모델을 제안

시킨다.

‘유럽’의 대표논문으로는 Holguín-Veras et al. (2012)의 논문이 있다. Holguín-Veras et al. (2012)은 물류 시스템 전체의 기능을 이해하기 위해 시스템의 구성요소에 해당하는 운송 물품의 흐름, 요구되는 지식, 의사 결정 구조, 물류 활동 주기 및 물품의 양, 소셜 네트워크 및 지원 시스템의 상태를 고려하고 이를 바탕으로 상업적인 물류와 인도주의 물류의 차이점을 분석해, 인도주의 물류의 효율성과 이를 지원하기 위해 고안된 수학적 모델을 더욱 현실으로 구축하고자 한다.

‘중동’에서는 Özdamar and Demir (2012)의 논문이 이를 대표한다. Özdamar and Demir (2012)는 재난 후의 분배 및 대피 활동에서 차량의 경로를 조정하기 위한 계층적 클러스터와 루트 절차(HOGCR)를 묘사하였다. HOGCR은 다단계 클러스터 알고리즘으로서 각 클러스터에서의 최적 라우팅 문제의 최적 해를 제시한다.

‘북아메리카’의 대표논문으로는 Çeliket et al. (2012)의 논문이 있다. Çeliket et al. (2012)은 인도주의 물류 및 관련 응용 분야를 소개하고 현재 연구 동향 및 직면해있는 주요 문제점들에 대해 간략히 설명한다. 또한 인도주의 물류의 적용을 다루는 전형적인 네 가지 의사 결정 도구(Decision aid tools)에 해당하는 남아프리카 공화국의 모유 수유 전달 네트워크 설계, 대규모 국제기구의 항구 시뮬레이션 및 선적 스케줄링, CARE에 대한 수요 예측 및 비상 조달, 접근성 문제에서의 사후적 의료 응답을 다룬다.

‘남아메리카’의 대표논문에 해당하는 연구는 Camacho-Vallejo et al. (2015)의 논문이 있다. Camacho-Vallejo et al. (2015)는 치명적인 재난 발생 후 국제 원조의 분배와 관

련된 의사 결정을 최적화하기 위해 인도주의 물류를 위한 양방향(bi-level) 수학 프로그래밍 모델을 제안한다. 모델을 통해 운송 비용을 최소화 하는 동시에, 피해를 입은 국가에 대한 가장 효율적이고 신속한 원조를 추구하며 이를 위해, 본문에서는 양방향(bi-level) 모델을 재구성하고 이것을 비선형 single-level 수학 모델로 축소하고 다시 이를 선형화한 혼합 정수 프로그래밍 문제로 해결한다. 2010 년 칠레 지진 사례를 통해 수학적 모델을 검증하였고, 가상 시나리오를 통한 시뮬레이션 데이터를 통해 모델을 문제를 해결하고 그 결과를 해석해 미래 재난에 대비한 구호 물품의 분배에 시사점을 제공한다.

3.2.3 관리시점별 관련 논문 분류

논문들은 다양한 관리시점에 따라 분류되며 이에 따라 <Table 3>에서는 관리시점별 관련된 대표논문들을 보여준다. ‘재난발생 전(Pre)’에 초점을 맞춘 대표논문으로는 Mete and Zabinsky (2010)과 Ben-Tal et al. (2011)의 논문이 있다. Mete and Zabinsky (2010)은 재난대비의 관점에서 의료 공급물품의 수요를 만족시키기 위해 요구되는 적절한 재고수준과 보관 장소를 선정하기 위한 확률론적 모델을 제시하였다. 이 모델은 재난에 대한 구체적인 정보와 재난상황 시나리오를 활용하여 재난으로 인해 발생 가능한 효과를 포괄하였다. 또한, 재난 상황의 불확실성에도 불구하고 재난대비(Preparedness)와 위험(Risk)을 함께 고려하여, 재난물류관리에서 위험(Risk)을 효율적으로 고려한 재난에 대한 준비(Preparedness)와 대응(Response)에 관하여 다루었다. Ben-

Table 3. Related representative papers classified by management perspective

연구관점	논문	주요내용
Pre	Mete and Zabinsky (2010)	재난대비의 관점에서, 다양한 종류와 규모의 재난상황에서 의료 공급물품의 보관과 분배와 관련된 확률적 최적화(Stochastic Optimization) 접근법 제시
	Ben-Tal et al. (2011)	인도주의적 구호활동을 위한 공급사슬 내에서의 수요의 불확실성을 완화시키고 강건한 물류 계획수립을 위한 방법론 제시
Pre/Post	Tzeng et al. (2007)	다목적 프로그래밍 방법론을 활용한 재난 구호 및 분배 모델을 제시
	Kovács and Spens (2007)	재난 구호활동에 있어서 물류 운영 계획 및 수행에 대한 이해의 증진을 위해 주체, 단계, 물류 절차(과정)를 구분한 프레임워크 제시
Post	Barbarosoğlu et al. (2002)	재난 구호활동 및 운영에 있어서 헬리콥터의 임무 계획에 관한 수리 모델을 제시
	Sheu (2007)	재난이 발생한 이후 빠른 대응, 효율적인 긴급 재난대응을 위한 물류는 재난으로 인한 피해 및 영향을 경감시키기 위한 필수적인 요소인데, 이러한 효율적인 재난대응 물류를 위해 퍼지 클러스터링-최적화 접근법을 제시

Tal et al. (2011)은 시간에 의존한 수요의 불확실성 상황에서 긴급한 대응과 대피를 위한 교통 흐름의 동적인 할당을 위해 강건한 최적화(RO) 모델을 적용하였다. 이 논문은 최적의 동적 교통량 할당 모델을 기반으로 하는 Cell Transmission Model(CTM) 모델을 활용하였다. 또한, Min-Max 기준을 채택하였고 RO 방법론의 연장선인 'Affinely Adjustable Robust Counterpart(AARC)' 접근법을 적용하였다.

'재난발생 전과 후(Pre/Post)' 모두 초점을 맞춘 대표논문으로는 Tzeng et al. (2007)과 Kovács and Spens (2007)의 논문이 있다. Tzeng et al. (2007)은 세 가지의 목적함수를 제시하였는데, 첫 번째는 총 비용의 최소화, 두 번째는 총 운행거리의 최소화, 세 번째는 계획구간에서의 최소 만족수준의 최대화이다. 첫 번째와 두 번째 목적함수는 효율성과 관련되어 있고, 세 번째 목적함수는 공정성과 관련되어 있으며, 이 모두는 모든 수요지로의 재난 구호 물품의 원활한 배송을 목적으로 한다. Kovács and Spens (2007)은 재난 구호활동을 하는데 있어서의 주체(Actors), 단계(Phases), 물류 절차(Logistical Processes)를 구분한 프레임워크를 제시하고, 인도주의 물류(재난물류)만의 독특한 특징들을 설명하는 동시에 재난물류가 상업물류(Business Logistics)로부터 배워야 할 부분 및 필요성에 대해서도 언급하였다.

'재난발생 후(Post)'에 초점을 맞춘 대표논문으로는 Barbarosoğlu et al. (2002)과 Sheu (2007)의 논문이 있다. Barbarosoğlu et al. (2002)은 의사결정을 위한 구조를 전술적 의사결정이 이루어지는 Top level과 운영적 라우팅(Routing) 및 로딩>Loading) 의사결정이 이루어지는 Base level, 이 두 가지 세부문제 및 계층으로 분해시켰다. 이러

한 계층 구조에서 충돌되는 다목적이 존재함에 따라 Multi-criteria analysis(다중 척도 분석)가 요구되었고, 분해된 두 세부문제 사이에서의 일관성은 반복적인 상호작용 절차를 통해 확보되었다. Sheu (2007)은 긴급 재난 대응물류를 위해 3개의 층으로 이루어진 개념적인 프레임워크를 기반으로 한 방법론을 제시하였는데, 이 방법론은 두 가지의 반복되는 메커니즘을 포함하고 있다. 첫 번째는, 재난으로 인해 영향을 받는 지역을 그룹화하는 메커니즘이고 두 번째는, 그룹화된 지역에 재난 구호물품을 공동분배(co-distribution)하는 메커니즘이다.

3.2.4 논문유형별 관련 논문 분류

논문들은 다양한 논문유형에 따라 분류되며 이에 따라 <Table 4>에서는 논문유형에 따라 관련된 대표논문들을 보여준다. 가장 먼저 '최적화(Optimization)'에 초점을 맞춘 논문들은 다시 최적화 대상과 목적에 따라 크게 '입지 선정(Location)', '운송/조달(Transportation)', '재고관리 문제(Inventory)'의 3가지 범주로 분류된다. 최적화 논문은 입지, 운송/조달, 재고관리를 제외한 기타로만 분류될 수 있는 논문이 3개 있었지만 대표문헌 표에서는 제외시켰다.

최적화 중 '입지 선정(Location)'에 관련된 대표논문으로는 Afshar and Haghani (2012)의 논문이 있다. Afshar and Haghani (2012)은 재난 상황에 대응하는 통합된 물류 운영을 묘사하는 포괄적인 모델을 제시하였다. 이 수리 모델은 재난상황에서 공급망을 통해 공급자에서부터 수요자에게까지 전달되는 재난 구호물품의 흐름을 통제한다. 제시된 모델은 Vehicle Routing Problem과 Pick up 또는 Delivery 스

Table 4. Related representative papers classified by paper type

논문 유형	논문		주요내용
최적화 (Optimization)	입지선정	Afshar and Haghani (2012)	차량의 라우팅 문제, Pick up 또는 Delivery 스케줄 그리고 시설들의 최적 입지와 케파(Capacity)제약을 고려한 재난대응 통합 물류 운영을 묘사하는 종합적인 모델 제시
	운송 (조달)	Yi and Kumar (2007)	메타휴리스틱 Ant Colony Optimization(ACO) 방법론을 적용하고, 재난대응 물류계획 문제를 두 가지 단계의 의사결정으로 분해하여 분석
		Sheu (2010)	대규모 재난상황에서 불완전한 정보 조건하에서의 동적인 재난 구호 및 대응 관리모델을 제시
	재고관리	Davis et al. (2013)	재난상황에서 구호물품 보관센터들 간의 협력적인 네트워크 연결망 안에서 어떻게 공급물품을 위치시키고, 분배해야 하는지, 그리고 어떻게 재고가 관리되어야 하는지에 대한 확률론적 프로그래밍 모델 제시
사례연구 (Case Study)	Wang et al. (2012)		양쯔 화학 산업 단지를 중심으로 재난상황에서의 물류 시스템 설계를 위한 운영 모델을 연구
	Jahre et al. (2015)		재난대응물류에 있어서 표준적인 국제적 도구를 사용하는 것에 대한 이해의 증진을 위해 3가지 사례연구 제시
개념연구 (Concept Study)	Clay (2007)		재난구호에 있어서 재고의 개념과 재고관리에 대한 연구의 필요성 제시
	Kovács and Spens (2009)		다양한 종류의 재난과 재난구호의 단계, 인도주의적 구호 활동 단체의 종류에 따른 재난물류에 있어서의 일련의 도전(Challenge)들에 대한 개념설명과 구체적인 도전 제시
서베이 (Literature Review)	Apte (2009)		재난대응물류 분야를 둘러싼 연구 분야와 잠재적인 활동들에 대한 논의와 더불어 재난물류 연구의 효율성과 효과성을 향상시키기 위해 필요한 OR(Operations Research)분야에 대한 추가적인 연구의 필요성을 제시
	Caunhye et al.(2012)		현재까지 재난에 대응한 물류운영 및 시스템에 관한 연구에 있어 최적화 기법(OR)이 얼마나, 어떻게 활용되어 왔는지에 대하여 검토

케줄 뿐만 아니라 몇 개의 층으로 이루어진 일시적인 시설(Temporary Facilities)들의 최적 입지를 고려하고, 또 시설들과 운송시스템에서의 케파(Capacity)제약에 대해서도 고려한다.

최적화 중 ‘운송/조달(Transportation)’의 대표논문으로는 Yi and Kumar (2007)과 Sheu (2010)의 논문이 있다. Yi and Kumar (2007)은 Ant Colony Optimization(ACO) 메타휴리스틱 방법론을 적용하여 재난구호 활동에 있어서의 물류 문제 해결을 다루었다. 재난 물류계획은 구호물품 등을 재난으로 인한 피해지역의 유통센터에 보내고 피해를 입은 사람들을 의료센터로 대피시키는 일련의 작업을 포함하는데, 제시된 방법은 기존의 재난 대응물류 문제를 두 가지 단계의 의사

결정으로 분해시켰다. 첫 번째는 차량 운행경로 생성 단계이고, 두 번째는 다양한 구호물품의 전달 단계이다. 첫 번째 단계는 페로몬 흔적(Pheromone Trails)의 안내에 따른 확률론적 차량경로를 생성하고, 두 번째 단계는 네트워크 흐름을 기반으로 한 해결법이 다양한 종류의 차량 흐름과 구호물품의 할당을 위해 적용되었다. Sheu (2010)은 불완전한 정보 조건하에서의 동적인 재난대응 관리모델을 제시하였는데, 제시된 방법론은 크게 세 가지 단계 및 메커니즘으로 구성되었다. 첫 번째 단계는 다수의 지역에서의 재난구호 물품에 대한 수요를 예측하기 위한 데이터 융합 단계이고, 두 번째 단계는 피해지역을 그룹으로 분류하기 위한 퍼지 클러스터링 단계이고, 세 번째 단계는 그룹의 우선순위를 매기기 위한 multi-criteria

decision making(다기준 의사결정) 단계이다. 각 단계별로 Multi-source data fusion(다원천 데이터 융합), Fuzzy clustering(퍼지 클러스터링), TOPSIS(The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)방법론이 활용되었다.

최적화 중 마지막으로 '재고관리(Inventory)'의 대표논문으로는 Davis et al. (2013)의 논문이 있다. Davis et al. (2013)는 조화(Coordination)와 협력(Cooperation)의 관점에서의 재고관리 문제를 다뤘다. 특히, 다가오는 재난에 앞서 구호물품 등을 선제적으로 어떻게, 어디에 위치시켜야 하는지에 대한 Pre-positioning의 문제를 고려했다. 또한, 네트워크에서의 재고 위치(Inventory Placement)와 수용량(Capacity), 그리고 조화(Coordination)의 관계에 대해서 논의하고, 대응시간 한계수준을 바탕으로 재난으로 인해 피해를 입은 인구의 구호물품에 대한 수요를 만족시키기 위한 공급물품의 양을 확인함으로써 달성될 수 있는 서비스 수준을 특징적으로 묘사하였다.

다음으로 '사례연구(Case Study)'에 관련된 대표논문으로는 Wang et al. (2012)과 Jahre et al. (2015)의 논문이 있다. Wang et al. (2012)은 양쯔 화학 산업 단지를 중심으로 재난 상황에서의 물류 시스템 설계를 위한 운영 모델을 연구하였다. 예상치 못한 사건이 발생했을 경우의 폐기비용을 최소화하기 위한 양쯔 화학 산업 단지에서의 물류 시스템 운영 모델을 소개하였고, 효과를 극대화하는 동시에 물자 공급량은 최소화하는 효율적인 재난대응 물류시스템 운영방안을 연구하였다. Jahre et al. (2015)은 미래 인도주의적 구호활동을 위한 공급망에서의 요구사항, IFRC(International Federation Red Cross and Red Crescent) Global Logistics Services의 다양한 지역적 상황에서의 표준적인 국제적 도구의 사용에 관심을 가지고 아이티, 터키 그리고 코트디부아르에서의 재난대응 사례연구를 제시하였다.

'개념연구(Concept Study)'에 관련된 대표논문으로는 Clay (2007)와 Kovács and Spens (2009)의 논문이 있다. Clay (2007)는 재난의 발생횟수가 증가하고 있는 상황에서 재난에 대한 구호 및 대응의 필요와 재난구호 물품의 재고관리(Inventory Management) 및 관리 과정(Process)에 대한 향상 또한 증가하고 있다고 주장하였다. 또한, 재난구호 물품의 재고관리, 즉 습득에서부터 보관을 거쳐 수요지로 분배되기까지의 재고관리 특성을 설명하고, 재난구호의 본질을 제시하였으며, 이와 관련된 문헌을 소개하였다. Kovács and Spens (2009)는 재난물류운영 및 활동에 있어서의 도전들(Challenges)에 대한 개념을 제시하였고, 도전들은 재난 그

자체에 의존할 뿐만 아니라 해당 지역의 구호단체의 존재유무에도 의존한다고 주장하였다. 즉, 재난물류에 있어 가장 강조되는 도전은 재난구호를 위한 물류 활동에 있어서의 '조화 및 협력에 대한 도전'이라고 제시하였다. 이러한 도전들은 다양한 이해관계자 환경을 만들어 함께 대응해 나가면 더욱 잘 관리될 수 있다고 주장하였다.

마지막으로 '서베이(Literature Review)'에 초점을 맞춘 대표논문으로는 Apte (2009)과 Caunhye et al.(2012)의 논문이 있다. Apte (2009)은 재난물류는 효과적인 재난구호 과정을 위한 핵심적인 요소임을 제시하며 불확실한 공급과 수요급등, 인프라(Infrastructure)의 취약성과 관련한 치명적인 시간제약 등 다양한 도전들이 존재하는 상황에서 핵심적인 공급물품과 서비스의 공급망(Supply Chain)을 관리하는 것이라고 정의하였다. 또한, 다양한 사례연구들을 검토하여 재난물류에 활용되고 있는 다양한 분석적(수리적) 모델들을 분석하였다. Caunhye et al.(2012)은 재난물류에 대한 연구를 수행함에 있어 최적화 기법(OR)의 중요성을 피력하고 현재까지 재난대응 물류시스템에 관한 연구에 있어 최적화 기법이 얼마나, 어떻게 활용되어 왔는지에 대해 검토하였다. 또한, 재난물류에 관한 연구가 크게 시설 입지(Facility Location), 구호물품 분배(Relief Distribution and Casualty Transportation), and other operations, 이 세 가지로 나누어진다고 제시하였으며 시설 입지, 구호물품 분배와 관련된 문헌들은 수리모델의 종류, 의사결정 사항, 목적함수, 제약조건 등을 바탕으로 분석되었다.

4. 문헌고찰 결과 및 토의

4.1 출판년도에 따른 시계열 분석

우선 <Fig 1>과 같이 2002년 이후로 재난물류 관련 연구는



Fig. 1. Time series analysis according to the year of publication

지속적으로 증가하여 왔다. 이는 재해, 재난에 대한 관련 연구자들의 관심이 계속 높아지고 있음을 시사한다.

4.2 재난유형 관련 분석

재난물류 관련 연구논문들이 다루고 있는 재난유형(지진, 홍수, 허리케인, 기타 등)은 매우 다양하게 존재하며 이를 범주화하여 분석하면 <Table 5>와 같다. 분석대상 논문들 중에서 여러 재난유형들을 함께 다루고 있는 논문의 경우에는 재난유형 범주 별로 중복하여 논문 수를 계산하였다.

분석결과 <Table 5>에서 파악할 수 있듯이 지진, 홍수, 허리케인 순으로 재난물류 관련 연구들이 이뤄지고 있었으며 이를 도식화하면 <Fig 2>와 같은 그래프로 표현할 수 있다. 특히 지진은 전체의 58%를 차지하여 대부분의 재난물류 관련 연구들이 '지진'에 초점을 맞추고 있음을 알 수 있었다.

Table 5. Number of research papers according to disaster type

재난유형	연구논문 수
Earthquake	49
Flood	12
Hurricane	7
Typhoon	4
Heavy Snow	1
Natural Disasters	1
Landslide	3
Storm	3
Hail	1
Drought	1
Tsunami	2
총계	84

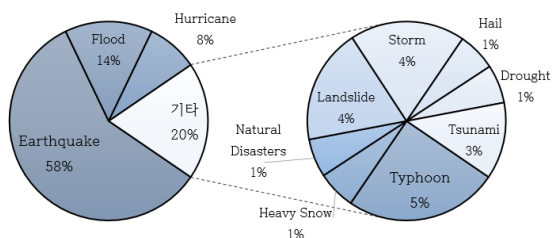


Fig. 2. Proportion of research papers by disaster type

4.3 교신저자 지역 관련 분석

재난물류 관련 연구논문을 출판한 교신저자들의 지역을 분석하였는데, 교신저자가 여러 명인 경우에는 이를 모두 중복해서 가산하였다.

분석결과를 정리하면 <Table 6>와 같으며, 총 30개 국가에서 187명의 교신저자들이 있음을 확인할 수 있었다. 또한 <Table 6>에 따르면 아시아에서는 중국, 오세아니아에서는

Table 6. Number of research papers by region of corresponding author

대륙	국가	교신저자
Asia	Korea	8
	Japan	5
	China	22
	Singapore	4
	Taiwan	13
	Indonesia	1
	Malaysia	1
	Pakistan	1
Oseania	Australia	8
	New Zealand	1
Europe	Austria	3
	France	8
	Switzerland	1
	Germany	5
	Spain	2
	Belgium	1
	Finland	6
	Norway	1
	Netherlands	3
	UK	7
	Italy	1
Middle East	Turkey	19
	Iran	10
	India	3
North America	USA	35
	Canada	4
South America	Chile	1
	Colombia	3
	Brazil	7
	Mexico	3
총합		187

호주, 유럽에서는 프랑스, 중동에서는 터키, 북미에서는 미국, 남미에서는 브라질이 가장 많은 관련논문들을 발표했으며, 전체적으로는 미국, 중국, 터키 순으로 각각 35편, 22편, 19편의 논문을 발표하였다. 특이사항으로는 상대적으로 지진 관련 재난이 많은 일본의 국제학술지 게재 논문의 수가 생각보다 많지 않았는데, 이는 국제학술지 보다는 일본 내 관련 학술지에 논문을 게재하는 경우가 많을 수 있다는 추론이 가능하며 이와 관련해서는 추가적인 조사가 필요할 것으로 보인다. <Fig 3>는 <Table 6>의 교신저자 지역별 관련 연구논문 개수를 그 래프를 통해 시각화한 것이다.

다음으로 <Fig 4>는 대륙별로 재난물류 관련 연구의 비중을 비교한 그래프인데, 아시아에서 29%로 가장 많은 논문이 발표되었으며, 오세아니아에서는 5%로 가장 적은 논문이 발표되었음을 알 수 있었다.

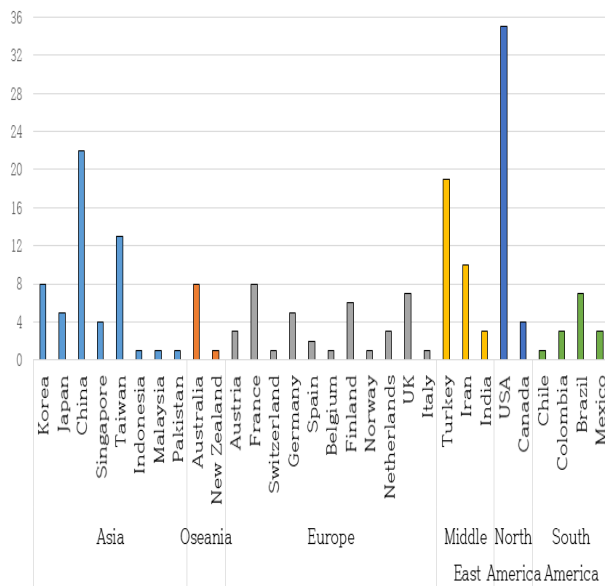


Fig. 3. Number of research papers by region of corresponding author

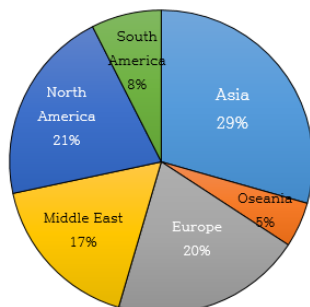


Fig. 4. Proportion of related papers by region of corresponding author

4.4 관리시점 관련 분석

4.4.1 관리시점에 따른 연구 비중

<Fig 5>에서 알 수 있듯이 재난 후에 초점을 맞춘 'Post'가 검색된 논문 중 54%의 비율로 가장 큰 비중을 차지하였고, 재난 전, 후를 모두 대상으로 삼은 'Pre/Post'는 검색된 논문 중 20%의 비율로 가장 낮은 비중을 차지하였다. 즉, 많은 연구자들이 재난 후의 대응에 초점을 맞춰 재난물류 연구들을 진행하고 있음을 알 수 있었으며, 재난 전의 구호품 비축이나 관리, 보급체계 구축 등과 관련해서는 상대적으로 적은 연구들이 이뤄지고 있음을 알 수 있었다.

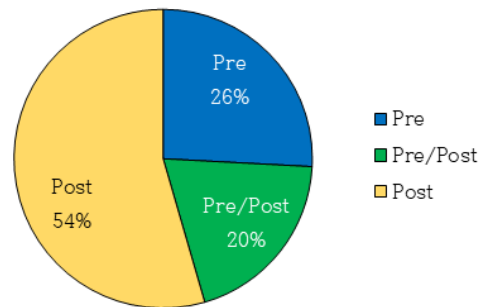


Fig. 5. Proportion of related papers by management perspective

4.4.2 관리시점에 따른 재난유형별 비중

관리시점에 따라 어떤 재난유형들에 대한 연구들이 많이 이뤄져 왔는지 파악하고자 하였으며, 그 결과 <Fig 6>와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 재난유형은 가장 빈도가 잦은 지진, 홍수, 태풍과 기타 재난 (산사태, 폭풍, 쓰나미 등)들의 네 가지 유형으로 구분하였다. <Fig 6>에서 알 수 있듯이 대부분의

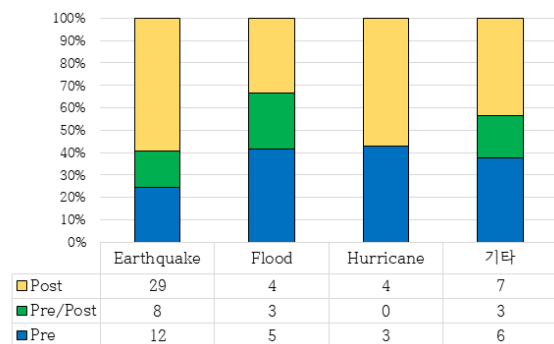


Fig. 6. Proportion of disasters by management perspective

재난에서 'Post'가 가장 높은 빈도를 보이고 있다. 그러나 홍수의 경우에는 'Pre'의 비중이 높게 나타났으며, 태풍의 경우에도 'Pre'의 비중이 상대적으로 높게 나타났다. 이것은 홍수와 태풍의 경우 발생 시점이 어느 정도 예측 가능하다는 점에 기인한 것으로 보인다. 예측이 가능한 재난의 경우에는 재난 전 대비와 관련해서 상대적으로 많은 연구들이 가능한 반면에 지진과 같이 예측이 불가능한 재난의 경우에는 재난 전 보다는 재난 후 사후대응에 초점을 맞춘 연구들이 많다는 것을 알 수 있었다.

4.5 논문유형 관련 분석

4.5.1 논문유형별 비중

논문 유형은 크게 4가지로 분류할 수 있는데, 가장 먼저 수리적 모델 등을 활용한 '최적화(Optimization)', 다양한 재난들을 분석해 향후 대응 및 개선방안을 제시하는 '사례연구(Case Study)', 재난에 대응하는 일련의 활동들을 체계적으로 정리하여 제시하는 '개념연구(Concept Study)', 현재까지 재난물류에 대한 연구의 흐름을 분류하고 분석한 '서베이(Literature Review)'유형이 있다. 추가적으로 최적화 유형의 경우에는 그 범위가 너무 넓기 때문에, 물류 관점에서 입지, 운송, 재고관리, 기타 등 네 가지 세부 유형을 추가하여 분석을 수행하였다. 특정 논문이 복수의 세부유형에 속하는 경우에는 이를 중복하여 해당 유형의 논문 수를 산출하였다.

〈Fig 7〉은 논문유형 별 비중을 보여주는데, 최적화, 개념연구, 서베이, 사례연구 순으로 재난물류 관련 연구들이 진행되고 있음을 알 수 있다. 특히 '최적화' 및 '개념연구'유형으로 분류된 논문들이 각각 54%, 26%로 전체 논문의 80%를 차지하

고 있음을 알 수 있다. 또한 최적화 세부 유형으로 구분하여 살펴보면 최적화 중 '운송'에 초점을 맞춘 연구논문이 전체 검색된 논문의 33%를 차지하고 있었다.

4.5.2 논문유형의 저자 지역별 비중

앞 절에서도 언급한대로 '최적화'와 '개념연구'로 분류할 수 있는 논문들이 지역에 관계없이 높은 비중을 차지하였다. 또한 〈Fig 8〉에서 알 수 있듯이 아시아와 중동지역의 경우에는 '사례 연구(Case Study)'의 비중이 '개념 연구'비중보다 다소 크게 나타났으며, 유럽 지역에서는 '개념연구'로 분류할 수 있는 논문들의 비중이 상대적으로 높게 나타났다.

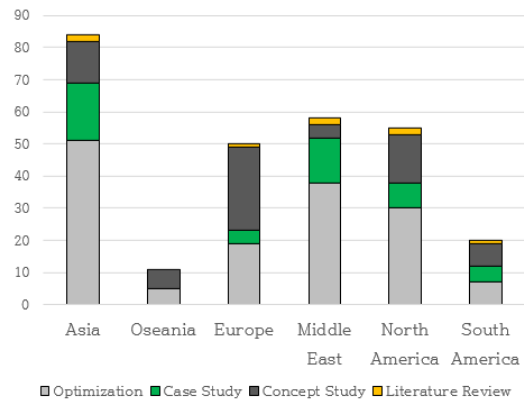


Fig. 8. Proportion of papers type by region of corresponding author

5. 결론

2011년 동일본 대지진, 2013년 인도에서 발생한 폭우 등 전 세계적으로 재해와 재난은 점차 늘어나고 있으며 이에 따라 물류분야에서도 재해 및 재난에 관한 연구가 점차 증가하고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 2002년부터 2016년까지 지난 15년간의 재난물류 관련 연구를 분석하였고, 그 결과를 요약하면 〈Table 7〉과 같다. 재난물류 관련 연구는 점진적으로 증가하고 있으며, 특히 지진 관련 연구들이 활발히 진행되어 왔다. 총 30개 국가에서 187명의 교신저자들이 관련 연구를 활발히 진행하여 왔으며, 재난물류 연구에서 초점을 맞추고 있는 관리시점은 '재난 전'보다는 '재난 후'의 사후대응 이었다. 논문유형별로는 '최적화'와 '개념연구'관련 연구들이 주를 이루었으며, '최적화'중에서는 '운송'최적화에 대한 연구들이 활발히

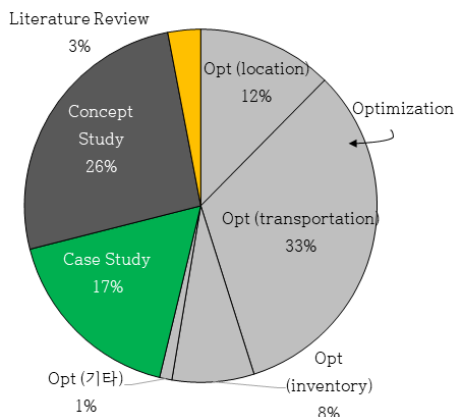


Fig. 7. Proportion of related papers by papers type

Table 7. Results of research and trend analysis related humanitarian logistics

분석	내용
출판년도에 따른 시계열 분석	전체적으로 증가하는 추세
재난유형별 관련 논문 비중	논문들이 다양한 재난들을 다루며 지진이 전체 연구의 58%를 차지함
저자 지역별 관련 논문 수	재해, 재난분야의 물류연구에 세계적인 관심이 존재함
저자 지역별 관련 논문 비중	총 30개의 국가에 187명의 교신저자가 관련 연구를 수행
관리시점에 따른 연구 비중	Post가 54%, Pre가 26%, Pre/Post가 20%의 비중을 차지
관리시점에 따른 재난유형별 비중	대부분 'Post'가 가장 높은 빈도를 보임
논문유형별 비중	최적화(Optimization), 개념연구(Concept Study), 사례연구(Case Study), 서베이(Literature Review)순으로 높은 비중을 보이고 있음
논문유형의 저자 지역별 비중	대부분의 지역에서 최적화(Optimization), 개념연구(Concept Study) 순으로 큰 비중을 차지함

진행되어 왔다.

본 논문을 통하여 국내외에서 보다 다양한 재난들에 대한 연구가 필요함을 알 수 있었으며, 특히 재난이 발생하기 전에 사전 대비를 위한 물류 관련 연구들이 필요함을 알 수 있었다. 가장 활발히 이뤄지고 있는 재난물류에서의 '최적화'관련 연구들에 있어서도 재난 후 '운송'에만 초점을 맞출 것이 아니라, 재난 전에 구호품의 '재고관리', 구호품 비축기지의 '입지선정' 등과 관련된 연구들이 필요함을 알 수 있었다. 본 연구의 한

계로는 연구동향 분석에 있어서 재난물류와 비 재난물류 간의 분류기준 별로 차이점을 분석하지 못한 점과 논문유형별 분석에 있어서 목적함수, 제약식 등을 기준으로 보다 심층적인 분석을 수행하지 못한 점을 들 수 있다. 향후 연구에서는 이와 같은 한계점을 보완하고, 본 연구의 분석결과 및 대표문헌 고찰 등을 바탕으로 보다 다양한 재난물류 관련 연구들이 진행되어야 할 것으로 보인다.

Table 8. Research and trend classification of Humanitarian Logistics papers

Author	Corresponding author						Management perspective		Disaster Type				Paper Type									
	Asia	Oceania	Europe	Middle East	North America	South America	Africa	Pre	Pre/ Post	Post	Earthquake	Flood	Hurricane	기타	Null	location	transportation	Inventory	기타	Case Study	Concept Study	Literature Review
Barbarosoglu, G. Özdamar, L., &Çevik, A. (2002)				○						○					○		○					
Rodman, W. K (2004)	○									○					○						○	
Özdamar, L., Bincici, E., &Üstütkyazici, B. (2004)				○				○			○						○					
류상원, &안혜원 (2007)	○									○	○				○					○		
Yi, W., &Kumar, A. (2007)	○									○					○							
Clay Whybark, D. (2007)					○					○					○						○	○
Tzeng, G., Cheng, H., &Huang, T. D. (2007)	○								○		○						○			○		
Yi, W., &Özdamar, L. (2007)				○						○	○					○	○			○		
Sheu, J. (2007)	○									○	○						○			○		
Chang, M., Tseng, Y., &Chen, J. (2007)	○							○			○	○				○	○			○		
Kovács, G., &Spens, K. M. (2007)			○						○						○						○	○
Kapucu, N., Lawther, W. C., &Pattison, S. (2007)					○			○							○						○	
Özdamar, L., &Yi, W. (2008)	○							○							○						○	
Apte, A. (2009)					○				○						○						○	○
Yuan, Y., &Wang, D. (2009)	○									○					○							
Simpson, N. C., Hancock, P. G., &Chia-Hung, C. (2009)					○					○					○						○	
Beresford, A., &Pettit, S. (2009)			○					○						○						○	○	
McClintock, A. (2009)			○							○					○						○	
Whiting, M. C., &Ayala-Östöröm, B. E. (2009)			○							○					○						○	
Kovács, G., &Tatham, P. (2009)			○							○					○						○	
Kovács, G., &Spens, K. (2009)			○						○						○						○	
Banomyong, R., Beresford, A., &Pettit, S. (2009)			○							○					○						○	
Heier Samm, J. L. (2010)					○				○						○		○					
Mete, H. O., &Zabinsky, Z. B. (2010)					○			○			○					○	○			○		
Taskin, S., &Lodree Jr., E. J. (2010)				○				○					○					○				
Sheu, J. (2010)	○									○	○						○					
Tatham, P., &Kovács, G. (2010)			○							○					○						○	
Schulz, S. F., &Becken, A. (2010)			○							○					○						○	
Grandes, J., &Paché, G. (2010)			○						○			○									○	
Hi, Z. (2011)	○									○					○							
Lin, Y., Batta, R., Rogerson, P. A. et al. (2011)					○						○									○		
Hong, L., &Xiaohua, Z. (2011)	○							○							○	○						
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○	○						
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)			○					○							○						○	
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)					○			○							○		○					
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○						○	
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○							○							
Yang, H., Yang, L., &Yang, S. (2011)								○														

Author	Corresponding author						Management perspective			Disaster Type					Paper Type							
	Asia	Oceania	Europe	Middle East	North America	South America	Africa	Pre	Pre/Post	Post	Earthquake	Flood	Hurricane	기타	Null	location	transportation	Inventory	기타	Case Study	Concept Study	Literature Review
VanVactor, J. D. (2011)					○			○							○						○	
Ozdamar, L. (2011)				○					○		○						○					
Wang, S. -, &Ma, Z. - (2011)	○									○					○	○	○					
Chen, S., Jiang, J., Chen, Y. -, &Shen, Y. - (2011)	○									○					○		○			○		
Tatham, P., &Spens, K (2011)		○	○							○					○						○	
Russo, F., &Trecuzzi, M. R (2011)			○							○					○						○	
Tatham, P., &Houghton, L. (2011)		○							○						○						○	
Döyen, A., Aras, N., &Barbarosoglu, G. (2012)				○					○						○	○						
Deyen, A., Aras, N., Johnson, B. et al. (2012)					○				○						○							
Çelik, M., Ergun, Ö., Johnson, B. et al. (2012)					○										○							
이정환 (2012)	○									○					○		○					
최희욱 (2012)	○									○					○						○	
이정환, &김동진 (2012)	○									○					○					○	○	
Wohlgemuth, S., Olorunoba, R., &Clausen, U (2012)		○								○					○							
Berkoune, D., Renaud, J., Rekkik, M. et al. (2012)					○			○							○		○					
Rawls, C. G., &Turquist, M. A. (2012)					○			○					○			○	○			○		
Rottkemper, B., Fischer, K., &Becken, A. (2012)			○					○							○			○				
Lin, Y., Batta, R., Rogerson, P. A. et al. (2012)					○					○	○					○	○			○		
Alshar, A., &Haghani, A. (2012)					○					○					○	○	○					
Özdamar, L., &Demir, O. (2012)				○						○					○	○	○					
Xinying, W., Haïqun, C., &Kaïquan, W. (2012)	○							○							○							
Gaunhye, A. M., Nie, X., &Pakharel, S (2012)	○								○						○						○	○
Héguin-Véras, J., Jaller, M. et al. (2012)			○							○					○						○	
Taniguchi, E., Ferreira, F., &Nicholson, A. (2012)	○								○						○		○	○			○	
Suzuki, Y. (2012)					○					○					○	○	○					
Bozorgi-Amiri, A., Jabalameli, M. S. et al. (2012)				○					○						○		○					
Qiang, X. (2012)	○									○					○		○					
Chen, D. (2012)	○									○		○			○							
Liu, C., Deng, S., Yang, X., &Huang, Y. (2012)	○								○						○						○	
Zhang, J., &Fu, S. (2012)	○								○						○							
Dangi, H., Bardhan, A. K., &Narag, A. S (2012)				○				○							○						○	
최희욱, &하현규 (2013)	○									○					○						○	
조난희 (2013)	○									○					○		○					
Ozguven, E. E., &Ozbay, K (2013)					○					○			○					○				
Huang, M., Smilowitz, K. R., &Balci, B. (2013)				○						○					○							
Davis, L. B., Samanioglu, F., Qi, X. et al. (2013)					○			○					○					○				

Author	Corresponding author						Management perspective	Disaster Type					Paper Type									
	Asia	Oceania	Europe	Middle East	North America	South America		Africa	Pre	Pre/Post	Post	Earthquake	Flood	Hurricane	Tsunami	Location	Optimization	Inventories	7EJ	Case Study	Concept Study	Literature Review
Kumar, S., &Havey, T. (2013)					○				○		○										○	
	○									○	○					○				○		
Lu, C., &Sheu, J. (2013)	○									○	○					○				○		
Hu, Z., &Sheu, J. (2013)	○									○	○											
Zhang, J., Dang, M., &Frank Chen, F. (2013)	○							○								○						
Zhang, X., Zhang, Z., Zhang, Y. et al. (2013)	○				○			○				○	○			○				○		
Larrea, O. (2013)																					○	
Holgún-Veras, J., Pérez, N., Jaller, M. et al. (2013)			○							○											○	
Agostinho, C.F. (2013)						○		○													○	
Kaymak, R., & Tüger, A. T. (2013)				○					○												○	
Najafi, M., Eshghi, K., &Dullaert, W. (2013)				○					○			○				○						
Xiong, J., Feng, C., &Zhang, Y. (2013)	○									○						○						
David Swanson, R., &Smith, R.J. (2013)										○											○	
Bozorgi-Amiri, A., Jabalameli, M. S et al. (2013)				○							○					○						
Du, M., &Yi, H. (2013)	○				○					○		○										
Steller, M. (2013)												○								○		
Sheppard, A., Tatham, P., Fisher, R., &Gapp, R. (2013)		○								○				○							○	
KONU, A. S (2014)				○					○			○					○					
Espada Jr., R., Apan, A., &McDougall, K. (2014)		○								○											○	
Künz, N., Reiner, G., &Gold, S. (2014)			○					○									○				○	
Sheu, J., &Pan, C. (2014)	○									○				○								
Jabbarzadeh, A., Fahimnia, B., &Seuring, S. (2014)		○									○				○							
Reith, S., &Gutjahr, W. J. (2014)			○						○		○				○							
Abounacer, R., Bekik, M., &Renaud, J. (2014)					○					○					○							
Chou, J., Tsai, C., Chen, Z et al. (2014)	○										○					○						
Rennemo, S.J., Rø, K.F., Hattum, L. M. et al. (2014)			○						○						○							
Tüzun Aksu, D., &Ozdamar, L. (2014)				○						○						○						
Wang, H., Du, L., &Ma, S. (2014)	○										○				○							
Das, R., &Hanaoka, S. (2014)	○									○							○					
Barnes, M. R, Bradley, C.B., Singh, G. et al. (2014)											○									○		
Chang, F., Wu, J., Lee, C., &Shen, H. (2014)	○							○				○										
Zary, B., Bandeira, R., &Campos, V. (2014)						○																○
Scarpin, M.R.S., &Silva, R. O. (2014)						○															○	
Holgún-Veras, J., Tanguchi, E., Jaller, M. et al. (2014)					○						○										○	
Gising, H., &Geldermann, J. (2014)			○					○													○	

Author	Corresponding author						Management perspective	Disaster Type				Paper Type												
	Asia	Oceania	Europe	Middle East	North America	South America		Africa	Pre	Pre/Post	Post	Earthquake	Flood	Hurricane	기타	Null	location	transportation	Inventory	기타	Case Study	Concept Study	Literature Review	
	Rivera-Royero, D., Galindo, G., & Yie-Hnedo, R. (2016)					○				○								○			○			
	Pezzei-Alekh, M., Tavakkoli-Moghaddam, R. et al. (2016)		○	○				○			○								○					
	Eikar, C., Gronalt, M., & Hirsch, P. (2016)		○							○														
	Li, C., Ying, K., & Chen, H. (2016)	○									○									○				
	Marcelin, J. M., Horner, M. W. et al. (2016)				○					○			○				○			○				
	Penskarbum, K., & Mason, S. I. (2016)	○			○					○			○					○		○				
	He, F., & Zhuang, J. (2016)				○				○							○			○					
	Pramanik, S., Jana, D. K., & Maiti, M. (2016)				○					○						○								
	Gavdur, F., Kose-Kucuk, M., & Sebatli, A. (2016)				○					○			○				○			○				
	Shahin, H., Kara, B. Y., & Krasan, O. E. (2016)				○					○			○					○						
	Fahimnia, B., Jabbarzadeh, A. et al. (2016)		○		○					○						○								
	Gutjahr, W. J., & Drubur, N. (2016)			○					○							○								
	Cunhye, A. M., Zhang, Y., Li, M., & Ne, X. (2016)	○							○							○								
	Xing, H. (2016)	○										○					○							
	Hi, S., Han, C., & Meng, L. (2016)	○							○								○				○			
	Zokaee, S., Bozorgi-Amiri, A., & Sadjadi, S. I. (2016)				○					○								○						
	Pezzei-Alekh, M., Tavakkoli-Moghaddam, R. et al. (2016)		○		○				○								○				○			
	Alem, D., Clark, A., & Moreno, A. (2016)					○				○						○								
	Moreno, A., Alem, D., & Ferreira, D. (2016)					○				○						○					○			
	van der Laan, E., van Dalen, J. et al. (2016)			○					○							○								
	Baskaya, S., Ertem, M. A., & Duran, S. (2016)				○				○							○					○			
	Tofghi, S., Torabi, S. A., & Mansouri, S. A. (2016)				○					○							○							
	Vallancourt, A., & Havisto, I. (2016)			○							○					○						○		
	Jahre, M., Pazirandeh, A., & Van Wassenhove, L. (2016)			○					○							○						○		
	Beal, J., Fernández Barrera, J. C. (2016)			○						○						○						○		
	Iatham, P., & Reijens, S. B. (2016)			○						○												○		
	Diedrichs, D. R., Phelps, K., & Ishihara, P. A. (2016)					○					○					○								
Qu, Y., & Wang, M. (2016)	○								○						○									
Lanning, Z. (2016)	○							○							○						○			
Connelly, E. B., Lambert, J. H., & Thekdi, S. A. (2016)					○			○						○							○			
Hrschinger, M., Moser, R., Schaefers, T. et al. (2016)			○							○					○						○			
Daud, M. S. M., Hussein, M. Z. S. M. et al. (2016)	○									○					○							○		
Serrato-García, M. A., Mora-Vargas, J. (2016)						○									○									
Ozkapici, D. B., Ertem, M. A., & Aygünes, H. (2016)				○						○			○							○				
Pérez-Rodríguez, N., & Higuín-Veras, J. (2016)					○					○					○									
Vallancourt, A. (2016)			○						○							○					○			
Fereiduni, M., Hamzehee, M., & Shahanghi, K. (2016)				○											○									

REFERENCES

- [1] Abounacer, R., Rekik, M. and Renaud, J.(2014), “An exact solution approach for multi-objective location–transportation problem for disaster response”, *Computers & Operations Research*, Vol. 41, pp. 83~93.
- [2] Afshar, A. and Haghani, A.(2012), “Modeling integrated supply chain logistics in real-time large-scale disaster relief operations”, *Socio-economic planning sciences*, Vol. 46, no. 4, pp. 327~338.
- [3] Agostinho, C.F.(2013), “Humanitarian Logistics: How to help even more?”, *IFAC Proceedings Volumes*, Vol. 46, no. 24, pp. 206~210.
- [4] Ahmadi, M., Seifi, A. and Tootooni, B.(2015), “A humanitarian logistics model for disaster relief operation considering network failure and standard relief time: A case study on San Francisco district”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 75, pp. 145~163.
- [5] Alem, D., Clark, A. and Moreno, A.(2016), “Stochastic network models for logistics planning in disaster relief”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 255, no. 1, pp. 187~206.
- [6] Apte, A.(2010), “Humanitarian logistics: A new field of research and action”, *Foundations and Trends in Technology, Information and Operations Management*, Vol. 3, no. 1, pp. 1~100.
- [7] Banomyong, R., Beresford, A. and Pettit, S.(2009), “Logistics relief response model: The case of Thailand’s tsunami affected area”, *International Journal of Services, Technology and Management*, Vol. 12, no. 4, pp. 414~429.
- [8] Barbarosoğlu, G., Özdamar, L. and Çevik, A.(2002), “An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 140, no. 1, pp. 118~133.
- [9] Barnes, M.R., Bradley, C.B., Singh, G. and Das, A.(2014), “HELP: Handheld Emergency Logistics Program for Generating Structured Requests in Stressful Conditions”, *Procedia Engineering*, Vol. 78, pp. 40~48.
- [10] Baskaya, S., Ertem, M.A. and Duran, S.(2016), “Pre-positioning of relief items in humanitarian logistics considering lateral transshipment opportunities”, *Socio-economic planning sciences*, Vol. 57, pp. 50~60.
- [11] Bealt, J., Fernández Barrera, J.C. and Mansouri, S.A.(2016), “Collaborative relationships between logistics service providers and humanitarian organizations during disaster relief operations”, *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 6, no. 2, pp. 118~144.
- [12] Ben-Tal, A., Chung, B.D., Mandala, S.R. and Yao, T.(2011), “Robust optimization for emergency logistics planning: Risk mitigation in humanitarian relief supply chains”, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 45, no. 8, pp. 1177~1189.
- [13] Beresford, A. and Pettit, S.(2009), “Emergency logistics and risk mitigation in Thailand following the Asian tsunami”, *International Journal of Risk Assessment and Management*, Vol. 13, no. 1, pp. 7~21.
- [14] Berkoune, D., Renaud, J., Rekik, M. and Ruiz, A.(2012), “Transportation in disaster response operations”, *Socio-economic planning sciences*, Vol. 46, no. 1, pp. 23~32.
- [15] Bozorgi-Amiri, A., Jabalameli, M.S. and Mirzapour Al-e-Hashem, S.M.J.(2013), “A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty”, *OR Spectrum*, Vol. 35, no. 4, pp. 905~933.
- [16] Bozorgi-Amiri, A., Jabalameli, M.S., Alinaghian, M. and Heydari, M.(2012), “A modified particle swarm optimization for disaster relief logistics under uncertain environment”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 60, no. 1-4, pp. 357~371.
- [17] Camacho-Vallejo, J., González-Rodríguez, E., Almaguer, F.-. and González-Ramírez, R.G.(2015), “A bi-level optimization model for aid distribution after the occurrence of a disaster”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 105, pp. 134~145.
- [18] Caunhye, A.M., Nie, X. and Pokharel, S.(2012), “Optimization models in emergency logistics: A literature review”, *Socio-economic planning sciences*, Vol. 46, no. 1, pp. 4~13.
- [19] Caunhye, A.M., Zhang, Y., Li, M. and Nie, X.(2016), “A location-routing model for prepositioning and distributing emergency supplies”, *Transportation Research Part*

- E: Logistics and Transportation Review*, Vdol. 90, pp. 161~176.
- [20] Cavdur, F., Kose-Kucuk, M. and Sebatli, A.(2016), "Allocation of temporary disaster response facilities under demand uncertainty: An earthquake case study", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 19, pp. 159~166.
- [21] Çelik, M., Ergun, Ö., Johnson, B., Keskinocak, P., Lorca, Á., Pekgün, P. and Swann, J.(2012), "Humanitarian logistics" in *New Directions in Informatics, Optimization, Logistics, and Production INFORMS*, pp. 18~49.
- [22] Chandes, J. and Paché, G.(2010), "Investigating humanitarian logistics issues: From operations management to strategic action", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 21, no. 3, pp. 320~340.
- [23] Chang, F., Wu, J., Lee, C. and Shen, H.(2014), "Greedy-search-based multi-objective genetic algorithm for emergency logistics scheduling", *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, no. 6, pp. 2947~2956.
- [24] Chang, M., Tseng, Y. and Chen, J.(2007), "A scenario planning approach for the flood emergency logistics preparation problem under uncertainty", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 43, no. 6, pp. 737~754.
- [25] Chen, D.(2012), "Multi-objective optimization for multi-depot selection in emergency logistics with time-varying demand and supply", *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, Vol. 4, no. 20, pp. 17~26.
- [26] Chen, S., Jiang, J., Chen, Y.-. and Shen, Y.-.(2011), "Emergency logistics distribution problem model under uncertain roadway network structure and its application", *Xitong Gongcheng Lilun yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, Vol. 31, no. 5, pp. 907~913.
- [27] Cho N. H.(2013), *Comparison of network models for early response under travel time uncertainty in Humanitarian Logistics*, Graduate School of Logistics, Master's thesis, Incheon National University.
- [28] Choi H. W. and Ha H. K.(2013), "The Priority of Supply Chain Designs for Humanitarian Relief with AHP", *Korean Journal of Logistics*, Vol. 21, no. 3, pp. 121~134.
- [29] Choi H. W.(2012), *Consideration Factors of Supply Chain Design for Humanitarian Relief*, Master's thesis, Graduate School of Logistics, Inha University.
- [30] Choi, J. W.(2005), "A study of supply chain continuity management", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 5 no. 1, pp. 23~31.
- [31] Chou, J., Tsai, C., Chen, Z. and Sun, M.(2014), "Biological-based genetic algorithms for optimized disaster response resource allocation", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 74, pp. 52~67.
- [32] Clay Whybark, D.(2007), "Issues in managing disaster relief inventories", *International Journal of Production Economics*, Vol. 108, no. 1-2, pp. 228~235.
- [33] Connelly, E.B., Lambert, J.H. and Thekdi, S.A.(2016), "Robust Investments in Humanitarian Logistics and Supply Chains for Disaster Resilience and Sustainable Communities", *Natural Hazards Review*, Vol. 17, no. 1.
- [34] Dangi, H., Bardhan, A.K. and Narag, A.S.(2012), "Humanitarian relief logistics: An exploratory study for need and importance of performance measurement system", *International Journal of Logistics Systems and Management*, Vol. 13, no. 1, pp. 1~16.
- [35] Das, R. and Hanaoka, S.(2014), "Relief inventory modelling with stochastic lead-time and demand", *European Journal of Operational Research*, Vol. 235, no. 3, pp. 616~623.
- [36] Daud, M.S.M., Hussein, M.Z.S.M., Nasir, M.E., Abdullah, R., Kassim, R., Suliman, M.S. and Saludin, M.R.(2016), "Humanitarian logistics and its challenges: The literature review", *International Journal of Supply Chain Management*, Vol. 5, no. 3, pp. 107~110.
- [37] David Swanson, R. and Smith, R.J.(2013), "A path to a public-private partnership: Commercial logistics concepts applied to disaster response", *Journal of Business Logistics*, Vol. 34, no. 4, pp. 335~346.
- [38] Davis, L.B., Samanlioglu, F., Qu, X. and Root, S.(2013), "Inventory planning and coordination in disaster relief efforts", *International Journal of Production Economics*, Vol. 141, no. 2, pp. 561~573.
- [39] Deen, S.(2015), "Pakistan 2010 floods. Policy gaps in disaster preparedness and response", *International Journal*

- of Disaster Risk Reduction, Vol. 12, pp. 341~349.
- [40] Díaz-Delgado, C. and Gaytán Iniestra, J.(2014), “Flood Risk Assessment in Humanitarian Logistics Process Design”, *Journal of Applied Research and Technology*, Vol. 12, no. 5, pp. 976~984.
- [41] Diedrichs, D.R., Phelps, K. and Isihara, P.A.(2016), “Quantifying communication effects in disaster response logistics: A multiple network system dynamics model”, *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 6, no. 1, pp. 24~45.
- [42] Döyen, A., Aras, N. and Barbarosoğlu, G.(2012), “A two-echelon stochastic facility location model for humanitarian relief logistics”, *Optimization Letters*, Vol. 6, no. 6, pp. 1123~1145.
- [43] Du, M. and Yi, H.(2013), “Research on multi-objective emergency logistics vehicle routing problem under constraint conditions”, *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 6, no. 1 LISS 2012, pp. 258~266.
- [44] Edrissi, A., Nourinejad, M. and Roorda, M.J.(2015), “Transportation network reliability in emergency response”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 80, pp. 56~73.
- [45] Espada Jr., R., Apan, A. and McDougall, K.(2014), “Spatial modelling of natural disaster risk reduction policies with Markov decision processes”, *Applied Geography*, Vol. 53, pp. 284~298.
- [46] Fahimnia, B., Jabbarzadeh, A., Ghavamifar, A. and Bell, M.(2017), “Supply chain design for efficient and effective blood supply in disasters”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 183, Part C, pp. 700~709.
- [47] Fereiduni, M., Hamzehee, M. and Shahanaghi, K.(2016), “A robust optimization model for logistics planning in the earthquake response phase”, *Decision Science Letters*, Vol. 5, no. 4, pp. 519~534.
- [48] Fikar, C., Gronalt, M. and Hirsch, P.(2016), “A decision support system for coordinated disaster relief distribution”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 57, pp. 104~116.
- [49] Garrido, R.A., Lamas, P. and Pino, F.J.(2015), “A stochastic programming approach for floods emergency logistics”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 75, pp. 18~31.
- [50] Gil, J.C.S. and McNeil, S.(2015), “Supply Chain Outsourcing in Response to Manmade and Natural Disasters in Colombia, a Humanitarian Logistics Perspective”, *Procedia Engineering*, Vol. 107, pp. 110~121.
- [51] Gössling, H. and Geldermann, J.(2014), “A Framework to Compare OR Models for Humanitarian Logistics”, *Procedia Engineering*, Vol. 78, pp. 22~28.
- [52] Gutjahr, W.J. and Dzubur, N.(2016), “Bi-objective bilevel optimization of distribution center locations considering user equilibria”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 85, pp. 1~22.
- [53] Hadiguna, R.A., Kamil, I., Delati, A. and Reed, R.(2014), “Implementing a web-based decision support system for disaster logistics: A case study of an evacuation location assessment for Indonesia”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 9, pp. 38~47.
- [54] He, F. and Zhuang, J.(2016), “Balancing pre-disaster preparedness and post-disaster relief”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 252, no. 1, pp. 246~256.
- [55] Heier Stamm, J.L.(2010), *Design and analysis of humanitarian and public health logistics systems*, Doctoral dissertation, Georgia Institute of Technology.
- [56] Hirschinger, M., Moser, R., Schaefer, T. and Hartmann, E.(2016), “No Vehicle Means No Aid—A Paradigm Change for the Humanitarian Logistics Business Model”, *Thunderbird International Business Review*, Vol. 58, no. 5, pp. 373~384.
- [57] Holguín-Veras, J., Jaller, M., Van Wassenhove, L.N., Pérez, N. and Wachtendorf, T.(2012), “On the unique features of post-disaster humanitarian logistics”, *Journal of Operations Management*, Vol. 30, no. 7-8, pp. 494~506.
- [58] Holguín-Veras, J., Pérez, N., Jaller, M., Van Wassenhove, L.N. and Aros-Vera, F.(2013), “On the appropriate objective function for post-disaster humanitarian logistics models”, *Journal of Operations Management*, Vol. 31, no. 5, pp. 262~280.
- [59] Holguín-Veras, J., Taniguchi, E., Jaller, M., Aros-Vera, F., Ferreira, F. and Thompson, R.G.(2014), “The Tohoku disasters: Chief lessons concerning the post

- disaster humanitarian logistics response and policy implications”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 69, pp. 86~104.
- [60] Hong, L. and Xiaohua, Z.(2011), “Study on location selection of multi-objective emergency logistics center based on AHP”, *Procedia Engineering*, Vol. 15, pp. 2128~2132.
- [61] Hu, S., Han, C. and Meng, L.(2016), “Stochastic optimization for investment in facilities in emergency prevention”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 89, pp. 14~31.
- [62] Hu, Z. and Sheu, J.(2013), “Post-disaster debris reverse logistics management under psychological cost minimization”, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 55, pp. 118~141.
- [63] Hu, Z.(2011), “A container multimodal transportation scheduling approach based on immune affinity model for emergency relief”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, no. 3, pp. 2632~2639.
- [64] Huang, K., Jiang, Y., Yuan, Y. and Zhao, L.(2015), “Modeling multiple humanitarian objectives in emergency response to large-scale disasters”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 75, pp. 1~17.
- [65] Huang, M., Smilowitz, K.R. and Balcik, B.(2013), “A continuous approximation approach for assessment routing in disaster relief”, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 50, pp. 20~41.
- [66] Jabbarzadeh, A., Fahimnia, B. and Seuring, S.(2014), “Dynamic supply chain network design for the supply of blood in disasters: A robust model with real world application”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 70, pp. 225~244.
- [67] Jahre, M., Ergun, O. and Goentzel, J.(2015), “One Size Fits All? Using Standard Global Tools in Humanitarian Logistics”, *Procedia Engineering*, Vol. 107, pp. 18~26.
- [68] Jahre, M., Pazirandeh, A. and van Wassenhove, L.(2016), “Defining logistics preparedness: a framework and research agenda”, *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 6, no. 3, pp. 372~398.
- [69] Jeong, K.-., Hong, J.-. and Xie, Y.(2014), “Design of emergency logistics networks, taking efficiency, risk and robustness into consideration”, *International Journal of Logistics Research and Applications*, Vol. 17, no. 1, pp. 1~22.
- [70] Kapucu, N., Lawther, W.C. and Pattison, S.(2007), “Logistics and staging areas in managing disasters and emergencies”, *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, Vol. 4, no. 2.
- [71] Kaynak, R. and Tuğer, A.T.(2014), “Coordination and Collaboration Functions of Disaster Coordination Centers for Humanitarian Logistics”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 109, pp. 432~437.
- [72] KONU, A.S.(2014), *Humanitarian logistics: pre - positioning of relief items in Istanbul*, Master’s thesis, Middle East Technical University.
- [73] Kovács, G. and Spens, K.(2009), “Identifying challenges in humanitarian logistics”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 39, no. 6, pp. 506~528.
- [74] Kovács, G. and Spens, K.M.(2007), “Humanitarian logistics in disaster relief operations”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 37, no. 2, pp. 99~114.
- [75] Kovács, G. and Tatham, P.(2009), “Humanitarian logistics performance in the light of gender”, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 58, no. 2, pp. 174~187.
- [76] Kumar, S. and Havey, T.(2013), “Before and after disaster strikes: A relief supply chain decision support framework”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 145, no. 2, pp. 613~629.
- [77] Kunz, N. and Reiner, G.(2012), “A meta-analysis of humanitarian logistics research”, *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 2, no. 2, pp. 116~147.
- [78] Kunz, N., Reiner, G. and Gold, S.(2014), “Investing in disaster management capabilities versus pre-positioning inventory: A new approach to disaster preparedness”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 157, pp. 261~272.
- [79] Larrea, O.(2013), “Key performance indicators in

- humanitarian logistics in Colombia”, *IFAC Proceedings Volumes*, Vol. 46, no. 24, pp. 211~216.
- [80] Lee J. H. and Kim D. J.(2012), “The Study on improvement of the Korean relief delivery logistics system -A case study of Typhoon KOMPASU”, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 20, no. 2, pp. 75~92.
- [81] Lee J. H.(2012), *A linear programming model for the improvement of the Korean relief delivery system*, Master’s thesis, Busan University.
- [82] Lianming, Z.(2016), “Construction of emergency logistics system based on internet of things”, *RISTI-Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, Vol. 2016, no. 18, pp. 1~10.
- [83] Liberatore, F., Ortuño, M.T., Tirado, G., Vitoriano, B. and Scaparra, M.P.(2014), “A hierarchical compromise model for the joint optimization of recovery operations and distribution of emergency goods in Humanitarian Logistics”, *Computers & Operations Research*, Vol. 42, pp. 3~13.
- [84] Lima, F.S., de Oliveira, D., Gonçalves, M.B. and Samed, M.M.A.(2014), “Humanitarian logistics: A clustering methodology for assisting Humanitarian operations”, *Journal of Technology Management and Innovation*, Vol. 9, no. 2, pp. 86~97.
- [85] Lin, Y., Batta, R., Rogerson, P.A., Blatt, A. and Flanigan, M.(2011), “A logistics model for emergency supply of critical items in the aftermath of a disaster”, *Socio-economic planning sciences*, Vol. 45, no. 4, pp. 132~145.
- [86] Lin, Y., Batta, R., Rogerson, P.A., Blatt, A. and Flanigan, M.(2012), “Location of temporary depots to facilitate relief operations after an earthquake”, *Socio-economic planning sciences*, Vol. 46, no. 2, pp. 112~123.
- [87] Liu, C., Deng, S., Yang, X. and Huang, Y.(2012), “Knowledge representation in the field of natural disaster emergency logistics based on ontology”, *International Journal of Advancements in Computing Technology*, Vol. 4, no. 13, pp. 131~137.
- [88] Lu, C. and Sheu, J.(2013), “Robust vertex p-center model for locating urgent relief distribution centers”, *Computers & Operations Research*, Vol. 40, no. 8, pp. 2128~2137.
- [89] Lu, C.(2013), “Robust weighted vertex p-center model considering uncertain data: An application to emergency management”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 230, no. 1, pp. 113~121.
- [90] Lu, C., Ying, K. and Chen, H.(2016), “Real-time relief distribution in the aftermath of disasters – A rolling horizon approach”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 93, pp. 1~20.
- [91] Manopiniwes, W., Nagasawa, K. and Irohara, T.(2014), “Humanitarian relief logistics with time restriction: Thai flooding case study”, *Industrial Engineering and Management Systems*, Vol. 13, no. 4, pp. 398~407.
- [92] Marcelin, J.M., Horner, M.W., Ozguven, E.E. and Kocatepe, A.(2016), “How does accessibility to post-disaster relief compare between the aging and the general population? A spatial network optimization analysis of hurricane relief facility locations”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 15, pp. 61~72.
- [93] McClintock, A.(2009), “The logistics of humanitarian emergencies: Notes from the field”, *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol. 17, no. 4, pp. 295~302.
- [94] Mete, H.O. and Zabinsky, Z.B.(2010), “Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 126, no. 1, pp. 76~84.
- [95] Moreno, A., Alem, D. and Ferreira, D.(2016), “Heuristic approaches for the multiperiod location-transportation problem with reuse of vehicles in emergency logistics”, *Computers & Operations Research*, Vol. 69, pp. 79~96.
- [96] Mulyono, N.B. and Ishida, Y.(2014), “Humanitarian logistics and inventory model based on probabilistic cellular automata”, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, Vol. 10, no. 1, pp. 357~372.
- [97] Nagurney, A., Flores, E.A. and Soyly, C.(2016), “A Generalized Nash Equilibrium network model for post-disaster humanitarian relief”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 95, pp. 1~18.
- [98] Najafi, M., Eshghi, K. and de Leeuw, S.(2014), “A dynamic dispatching and routing model to plan/ re-plan logistics activities in response to an earthquake”, *OR*

- Spectrum*, Vol. 36, no. 2, pp. 323~356.
- [99] Najafi, M., Eshghi, K. and Dullaert, W.(2013), "A multi-objective robust optimization model for logistics planning in the earthquake response phase", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 49, no. 1, pp. 217~249.
- [100] Olarinkoye Ajiboye, A., Lamm, F., Mowatt, S. and Rotimi, J.(2015), "A16 Humanitarian health care logistics during the Canterbury earthquakes in New Zealand", *Journal of Transport & Health*, Vol. 2, no. 2, Supplement, pp. S13.
- [101] Özdamar, L. and Demir, O.(2012), "A hierarchical clustering and routing procedure for large scale disaster relief logistics planning", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 48, no. 3, pp. 591~602.
- [102] Özdamar, L. and Ertem, M.A.(2015), "Models, solutions and enabling technologies in humanitarian logistics", *European Journal of Operational Research*, Vol. 244, no. 1, pp. 55~65.
- [103] Özdamar, L. and Yi, W.(2008), "Greedy neighborhood search for disaster relief and evacuation logistics", *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 23, no. 1, pp. 14~23.
- [104] Ozdamar, L.(2011), "Planning helicopter logistics in disaster relief", *OR Spectrum*, Vol. 33, no. 3, pp. 655~672.
- [105] Özdamar, L., Ekinici, E. and Küçükyazici, B.(2004), "Emergency logistics planning in natural disasters", *Annals of Operations Research*, Vol. 129, no. 1-4, pp. 217~245.
- [106] Ozguven, E.E. and Ozbay, K.(2013), "A secure and efficient inventory management system for disasters", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 29, pp. 171~196.
- [107] Ozguven, E.E. and Ozbay, K.(2015), "An RFID-based inventory management framework for emergency relief operations", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 57, pp. 166~187.
- [108] Ozkapici, D.B., Ertem, M.A. and Aygünes, H.(2016), "Intermodal humanitarian logistics model based on maritime transportation in Istanbul", *Natural Hazards*, Vol. 83, no. 1, pp. 345~364.
- [109] Pérez-Rodríguez, N. and Holguín-Veras, J.(2016), "Inventory-Allocation distribution models for postdisaster humanitarian logistics with explicit consideration of deprivation costs", *Transportation Science*, Vol. 50, no. 4, pp. 1261~1285.
- [110] Pradhananga, R., Mutlu, F., Pokharel, S., Holguín-Veras, J. and Seth, D.(2016), "An integrated resource allocation and distribution model for pre-disaster planning", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 91, pp. 229~238.
- [111] Pramanik, S., Jana, D.K. and Maiti, M.(2016), "Bi-criteria solid transportation problem with substitutable and damageable items in disaster response operations on fuzzy rough environment", *Socio-economic planning sciences*, Vol. 55, pp. 1~13.
- [112] Qiang, X.(2012), "Vehicle scheduling model for emergency logistics distribution with improved genetic algorithm", *International Journal of Advancements in Computing Technology*, Vol. 4, no. 18, pp. 315~323.
- [113] Qu, Y. and Wang, M.(2016), "Modeling and analyzing performance of the emergency rescue logistics system based on Petri nets", *ICIC Express Letters*, Vol. 10, no. 6, pp. 1293~1301.
- [114] Ransikarbum, K. and Mason, S.J.(2016), "Goal programming-based post-disaster decision making for integrated relief distribution and early-stage network restoration", *International Journal of Production Economics*, Vol. 182, pp. 324~341.
- [115] Rath, S. and Gutjahr, W.J.(2014), "A math-heuristic for the warehouse location-routing problem in disaster relief", *Computers & Operations Research*, Vol. 42, pp. 25~39.
- [116] Rawls, C.G. and Turnquist, M.A.(2012), "Pre-positioning and dynamic delivery planning for short-term response following a natural disaster", *Socio-economic planning sciences*, Vol. 46, no. 1, pp. 46~54.
- [117] Rennemo, S.J., Rø, K.F., Hvattum, L.M. and Tirado, G.(2014), "A three-stage stochastic facility routing model for disaster response planning", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 62, pp.

- 116~135.
- [118] Rezaei-Malek, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Cheikhrouhou, N. and Taheri-Moghaddam, A.(2016), "An approximation approach to a trade-off among efficiency, efficacy, and balance for relief pre-positioning in disaster management", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 93, pp. 485~509.
- [119] Rezaei-Malek, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Zahiri, B. and Bozorgi-Amiri, A. 2016, "An interactive approach for designing a robust disaster relief logistics network with perishable commodities", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 94, pp. 201~215.
- [120] Rivera-Royero, D., Galindo, G. and Yie-Pinedo, R.(2016), "A dynamic model for disaster response considering prioritized demand points", *Socio-economic planning sciences*, Vol. 55, pp. 59~75.
- [121] Rodman, W.K.(2004), *Supply chain management in humanitarian relief logistics*, DTIC Document.
- [122] Roh, S., Jang, H. and Han, C.(2013), "Warehouse Location Decision Factors in Humanitarian Relief Logistics", *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 29, no. 1, pp. 103~120.
- [123] Rottkemper, B., Fischer, K. and Blecken, A.(2012), "A transshipment model for distribution and inventory relocation under uncertainty in humanitarian operations", *Socio-economic planning sciences*, Vol. 46, no. 1, pp. 98~109.
- [124] Russo, F. and Trecozzi, M.R.(2011), "Models for humanitarian logistics", *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Vol. 155, pp. 1079~1089.
- [125] Ryu S. I. and Ahn H. W.(2007), "Improving disaster response system using network: Focused on Korea and Japan's disaster cases", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 7, no. 2, pp. 170~179.
- [126] Safeer, M., Anbuudayasankar, S.P., Balkumar, K. and Ganesh, K.(2014), "Analyzing Transportation and Distribution in Emergency Humanitarian Logistics", *Procedia Engineering*, Vol. 97, pp. 2248~2258.
- [127] Sahin, A., Alp Ertem, M. and Emür, E.(2014), "Using containers as storage facilities in humanitarian logistics", *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 4, no. 2, pp. 286~307.
- [128] Sahin, H., Kara, B.Y. and Karasan, O.E.(2016), "Debris removal during disaster response: A case for Turkey", *Socio-economic planning sciences*, Vol. 53, pp. 49~59.
- [129] Salman, F.S. and Yücel, E.(2015), "Emergency facility location under random network damage: Insights from the Istanbul case", *Computers & Operations Research*, Vol. 62, pp. 266~281.
- [130] Scarpin, M.R.S. and Silva, R.d.O.(2014), "Humanitarian Logistics: Empirical Evidences from a Natural Disaster", *Procedia Engineering*, Vol. 78, pp. 102~111.
- [131] Schulz, S.F. and Blecken, A.(2010), "Horizontal cooperation in disaster relief logistics: Benefits and impediments", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 40, no. 8, pp. 636~656.
- [132] Schumann-Bölsche, D. and Schön, A.(2015), "A Raspberry in Sub-Saharan Africa? Chances and Challenges of Raspberry Pi and Sensor Networking in Humanitarian Logistics", *Procedia Engineering*, Vol. 107, pp. 263~272.
- [133] Serrato-Garcia, M.A., Mora-Vargas, J. and Murillo, R.T.(2016), "Multi objective optimization for humanitarian logistics operations through the use of mobile technologies", *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 6, no. 3, pp. 399~418.
- [134] Sheller, M.(2013), "The islanding effect: Post-disaster mobility systems and humanitarian logistics in Haiti", *Cultural Geographies*, Vol. 20, no. 2, pp. 185~204.
- [135] Sheppard, A., Tatham, P., Fisher, R. and Gapp, R.(2013), "Humanitarian logistics: enhancing the engagement of local populations", *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 3, no. 1, pp. 22~36.
- [136] Sheu, J. and Pan, C.(2014), "A method for designing centralized emergency supply network to respond to large-scale natural disasters", *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 67, pp. 284~305.
- [137] Sheu, J.(2007), "An emergency logistics distribution

- approach for quick response to urgent relief demand in disasters”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 43, no. 6, pp. 687~709.
- [138] Sheu, J.(2010), “Dynamic relief-demand management for emergency logistics operations under large-scale disasters”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 46, no. 1, pp. 1~17.
- [139] Sheu, J.-. and Pan, C.(2015), “Relief supply collaboration for emergency logistics responses to large-scale disasters”, *Transportmetrica A: Transport Science*, Vol. 11, no. 3, pp. 210~242.
- [140] Sheu, J.-.(2014), “Post-disaster relief-service centralized logistics distribution with survivor resilience maximization”, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 68, pp. 288~314.
- [141] Simpson, N.C., Hancock, P.G. and Chia-Hung, C.(2009), “Hyper-projects and emergent logistics: Characterizing the managerial challenges of emergency response”, *Journal of Applied Security Research*, Vol. 4, no. 1-2, pp. 36~47.
- [142] Soeta, H., Kabata, M. and Kainuma, Y.(2015), “Development of a logistics model for disaster relief operations”, *Journal of Japan Industrial Management Association*, Vol. 66, no. 1, pp. 23~29.
- [143] Souza, J.C. and Brombilla, D.d.C.(2014), “Humanitarian Logistics Principles for Emergency Evacuation of Places with Many People.”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 162, pp. 24~33.
- [144] Suzuki, Y.(2012), “Disaster-relief logistics with limited fuel supply”, *Journal of Business Logistics*, Vol. 33, no. 2, pp. 145-157.
- [145] Talarico, L., Meisel, F. and Sörensen, K.(2015), “Ambulance routing for disaster response with patient groups”, *Computers & Operations Research*, Vol. 56, pp. 120~133.
- [146] Taniguchi, E., Ferreira, F. and Nicholson, A.(2012), “A Conceptual Road Network Emergency Model to Aid Emergency Preparedness and Response Decision-Making in the Context of Humanitarian Logistics”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 39, pp. 307~320.
- [147] Taskin, S. and Lodree Jr., E.J.(2010), “Inventory decisions for emergency supplies based on hurricane count predictions”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 126, no. 1, pp. 66~75.
- [148] Tatham, P. and Houghton, L.(2011), “The wicked problem of humanitarian logistics and disaster relief aid”, *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 1, no. 1, pp. 15~31.
- [149] Tatham, P. and Kovács, G.(2010), “The application of “swift trust” to humanitarian logistics”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 126, no. 1, pp. 35~45.
- [150] Tatham, P. and Rietjens, S.B.(2016), “Integrated disaster relief logistics: A stepping stone towards viable civil-military networks?”, *Disasters*, Vol. 40, no. 1, pp. 7~25.
- [151] Tatham, P. and Spens, K.(2011), “Towards a humanitarian logistics knowledge management system”, *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, Vol. 20, no. 1, pp. 6~26.
- [152] Tofighi, S., Torabi, S.A. and Mansouri, S.A.(2016), “Humanitarian logistics network design under mixed uncertainty”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 250, no. 1, pp. 239~250.
- [153] Tuzun Aksu, D. and Ozdamar, L.(2014), “A mathematical model for post-disaster road restoration: Enabling accessibility and evacuation”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 61, pp. 56~67.
- [154] Tzeng, G., Cheng, H. and Huang, T.D.(2007), “Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 43, no. 6, pp. 673~686.
- [155] Vaillancourt, A. and Haavisto, I.(2016), “Country logistics performance and disaster impact”, *Disasters*, Vol. 40, no. 2, pp. 262~283.
- [156] Vaillancourt, A.(2016), “A theoretical framework for consolidation in humanitarian logistics”, *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 6, no. 1, pp. 2~23.
- [157] van der Laan, E., van Dalen, J., Rohrmoser, M. and Simpson, R.(2016), “Demand forecasting and order planning for humanitarian logistics: An empirical assessment”, *Journal of Operations Management*, Vol. 45,

- pp. 114~122.
- [158] VanVactor, J.D.(2011), "Health care logistics: Who has the ball during disaster?", *Emerging Health Threats Journal*, Vol. 4, no. 1.
- [159] Vega, D. and Roussat, C.(2015), "Humanitarian logistics: The role of logistics service providers", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 45, no. 4, pp. 352~375.
- [160] Wang, H., Du, L. and Ma, S.(2014), "Multi-objective open location-routing model with split delivery for optimized relief distribution in post-earthquake", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 69, pp. 160~179.
- [161] Wang, S.-. and Ma, Z.-.(2011), "Location-routing problem in emergency logistics system for post-earthquake emergency relief response", *Xitong Gongcheng Lilun yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, Vol. 31, no. 8, pp. 1497~1507.
- [162] Whiting, M.C. and Ayala-Öström, B.E.(2009), "Advocacy to promote logistics in humanitarian aid", *Management Research News*, Vol. 32, no. 11, pp. 1081~1089.
- [163] Wohlgemuth, S., Oloruntoba, R. and Clausen, U.(2012), "Dynamic vehicle routing with anticipation in disaster relief", *Socio-economic planning sciences*, Vol. 46, no. 4, pp. 261~271.
- [164] Wu, G.-. and Li, G.(2014), "Study on debris flow emergency logistics system based on neural network", *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, Vol. 7, no. 6, pp. 2151~2156.
- [165] Xing, H.(2016), "Emergency material collecting model of sudden disasters with fuzzy collecting time", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 19, pp. 249~257.
- [166] Xinying, W., Haiqun, C. and Kaiquan, W.(2012), "Studies on Emergency Logistics Operation Model for Unexpected Events at Yangtze Chemical Industrial Park", *Procedia Engineering*, Vol. 43, pp. 353~358.
- [167] Xiong, J., Feng, C. and Zhang, Y.(2013), "Robustness analysis of disaster relief logistics network based on complex networks", *Xitong Fangzhen Xuebao / Journal of System Simulation*, Vol. 25, no. 7, pp. 1639~1645.
- [168] Yang, H., Yang, L. and Yang, S.(2011), "Hybrid Zigbee RFID sensor network for humanitarian logistics centre management", *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 34, no. 3, pp. 938~948.
- [169] Ye, Y. and Liu, N.(2014), "Humanitarian logistics planning for natural disaster response with bayesian information updates", *Journal of Industrial and Management Optimization*, Vol. 10, no. 3, pp. 665~689.
- [170] Yi, W. and Kumar, A.(2007), "Ant colony optimization for disaster relief operations", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 43, no. 6, pp. 660~672.
- [171] Yi, W. and Özdamar, L.(2007), "A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities", *European Journal of Operational Research*, Vol. 179, no. 3, pp. 1177~1193.
- [172] Yoho, K.D. and Apte, A.(2015), "Strategies for logistics in case of a natural disaster", *International Journal of Operations and Quantitative Management*, Vol. 21, no. 1, pp. 1~19.
- [173] Yoon K., Kim J. S. and Yang C. H.(2015), "A study of innovational logistics system's preferential order decision for disaster response, using AHP", *Korea Logistics Review*, Vol. 25, no. 2, pp. 1~12.
- [174] Yuan, Y. and Wang, D.(2009), "Path selection model and algorithm for emergency logistics management", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 56, no. 3, pp. 1081~1094.
- [175] Zary, B., Bandeira, R. and Campos, V.(2014), "The Contribution of Scientific Productions at the Beginning of the Third Millennium (2001 – 2014) for Humanitarian Logistics: A Bibliometric Analysis", *Transportation Research Procedia*, Vol. 3, pp. 537~546.
- [176] Zhan, S.-., Liu, N. and Ye, Y.(2014), "Coordinating efficiency and equity in disaster relief logistics via information updates", *International Journal of Systems Science*, Vol. 45, no. 8, pp. 1607~1621.
- [177] Zhang, J. and Fu, S.(2012), "An effective DEA-AHP algorithm for evaluation of emergency logistics performance", *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, Vol. 4, no. 12, pp. 1~8.
- [178] Zhang, J., Dong, M. and Frank Chen, F.(2013), "A

bottleneck Steiner tree based multi-objective location model and intelligent optimization of emergency logistics systems”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 29, no. 3, pp. 48~55.

- [179] Zhang, X., Zhang, Z., Zhang, Y., Wei, D. and Deng, Y.(2013), “Route selection for emergency logistics management: A bio-inspired algorithm”, *Safety Science*, Vol. 54, pp. 87~91.

- [180] Zokaee, S., Bozorgi-Amiri, A. and Sadjadi, S.J.(2016), “A robust optimization model for humanitarian relief chain design under uncertainty”, *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 40, no. 17-18, pp. 7996~8016.



원 성 현

현재 : 인하대학교 아태물류학부 학사과정
관심분야 : 물류, SCM



전 동 규

현재 : 인하대학교 아태물류학부 학사과정
관심분야 : 물류, SCM



하 언 근

우한이공대학교 물류경영학과 학사
현재 : 인하대학교 물류전문대학원 석사과정
관심분야 : 물류, SCM



임 진 우

인하대학교 아태물류학부 학사
현재 : 인하대학교 물류전문대학원 석사과정
관심분야 : 물류, SCM



정 호 상

연세대학교 산업시스템공학과 학사
연세대학교 산업시스템공학과 박사
미 Virginia Tech 연구원
삼성경제연구소 경영전략실 수석연구원
현재 : 인하대학교 아태물류학부 교수
관심분야 : 물류, SCM

공급사슬 가시성, 상생협력 공급사슬, 공급사슬 성과 간의 관계에 대한 연구

박 찬 권[†]

경북대학교 경영학부 강의초빙교수

A Study on the Relationship between Supply Chain Visibility, Win-Win Cooperative Supply Chain, and Supply Chain Performance

Chan Kwon Park[†]

School of Business Administration, Kyungpook National University

The main purpose of this study is to investigate the relationship between supply chain visibility, win-win cooperation supply chain, and supply chain performance. The results of the test are as follows.

First, the sensing visibility, learning visibility, and adjustment visibility selected as supply chain visibility all have a positive(+) effect on the win-win cooperation supply chain. And the win-win cooperative supply chain has a positive(+) effect on the supply chain performance. Finally, the mediating effect of the win-win cooperation supply chain was tested and found to have some mediating effect.

As a result of analyzing the relationship between supply chain visibility, win-win cooperative supply chain, and supply chain performance, improvement of supply chain visibility can enhance the level of win-win cooperation supply chain, and can also improve supply chain performance. It emphasizes the need for securing supply chain visibility for individual companies.

Keyword : Supply Chain Visibility, Win-Win Cooperation Supply Chain, Supply Chain Performance

[†] **Corresponding Author :** School of Business Administration, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, 41566, Korea,
Tel: +82-54-336-3421, E-mail: rommel11413@empal.com

Received : 29 June 2017, **Revised :** 17 August 2017, **Accepted :** 13 September 2017

1. 서론

공급사슬은 구성원들이나 개별 기업 조직들이 해당 공급사슬의 존재를 인지하던 인지하지 않던 존재하며(Mentzer et al., 2001), 개별 기업들은 공급사슬 구성원으로서 위치에 따른 역할 즉, 원자재 공급업체, 부품 공급업체, 완제품 제조업체, 유통업체 등으로서의 역할을 하게 마련이다. 따라서 이들 공급사슬 구성 기업들은 기업 및 공급사슬을 둘러싼 정치·경제·법률·문화·기술 환경 등 경영 환경의 변화에 따른 환경 불확실성에 능동적이고 유연하게 대처하거나 적응하여야 하고, 생존방안을 모색하여야 하는 상황이다.

오늘날 기업 경쟁력의 척도는 복잡하고 불확실하며 빠르게 변화하고 있는 경영 환경에 얼마나 민첩하고 유연하게 대응할 수 있는가로 변화되어 왔으며, 공급사슬에서 다른 기업들과의 협력을 통해 공급사슬에서의 효율성을 최적화 하여야 한다(정호상·심승배, 2014). 또한 환경의 변화를 정확하게 예측하여야 하며, 공급사슬의 불확실성과 관련된 사항에 대해서는 정확하게 파악하고, 유연하며 효과적으로 대응하는 것이 중요하게 되었다(허대식 외, 2015).

개별 기업들은 공급사슬 구성 기업들과 발주·구매·공급·대금 지불 등의 거래과정에서 다양한 거래정보를 교환하거나 공유하지만 개별 기업 혼자 노력만으로는 환경 불확실성에 대응하는 것이 어려운 상황이다. 따라서 경영 환경의 불확실성에 공동으로 대응하기 위하여 조직의 동적 역량으로서 공급사슬 가시성을 확보하고자 노력하여 왔으며, 현대의 기업들이 처한 환경 불확실성은 공급사슬 통합으로부터 확보할 수 있는 혜택을 실현하기 위해 높은 수준의 공급사슬 가시성을 확보할 것을 요구하는 상황이다(Wei and Wang, 2007).

그러나 공급사슬 가시성에 대한 국내 선행연구들은 제한적인 상황인데, 공급사슬 가시성에 대한 국내 선행연구들을 살펴보면 김은정·김종원(2010), 김은정 외(2009), 김진완 외(2012), 김형태·서현주(2008), 이인태(2016, 2017), 최철곤·심정택(2015) 등의 연구가 있다. 이들 선행연구들의 내용을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 김은정 외(2009), 김진완 외(2012), 최철곤·심정택(2015)의 연구는 연구과정에서 공급사슬에서의 가시성 요인을 세부 연구항목으로 활용하였으며, 공급사슬 가시성의 세부 내용을 구분하여 연구를 진행한 측면에서는 일부 제한사항이 있다.

그리고 김형태·서현주(2008)의 연구는 모니터링, 성과 관리, 사전 정보, 조치 관리의 항목으로 공급사슬 가시성을 제

시하였으며, 이들로 구성된 공급사슬 가시성이 공급사슬 통합 프로세스에 미치는 영향에 대하여 제시하였는데, 주로 공급사슬 가시성의 요인을 구분하는 것에 중점을 두었다. 김은정·김종원(2010)은 공급사슬 가시성을 내부가시성과 외부가시성으로 구분하고 이들 가시성이 재무적 성과 및 비재무적 성과에 미치는 영향을, 이인태(2016)의 연구 역시 내부가시성과 외부가시성으로 구분하고 이들 가시성이 모듈화 및 신제품 개발 유연성에 미치는 영향에 대하여 연구를 진행하였으며, 이인태(2017)의 연구는 Wei and Wang(2007)의 연구를 바탕으로 공급사슬 가시성을 감지가시성, 학습가시성, 조정가시성으로 구분하고 이들 공급사슬 가시성이 공급사슬성과에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

이들 선행연구들은 공급사슬 가시성을 정의하고, 공급사슬 가시성의 내용을 제시하고, 공급사슬 가시성이 공급사슬성과에 미치는 영향에 대해 연구하였지만, 기업을 둘러싼 환경 변화에 능동적으로 대응하는 조직의 역량으로서 공급사슬 가시성이 개별 기업들의 공정한 거래와 호혜성을 기반으로 하는 상호존중 및 지속적인 거래관계를 지향하는 내용으로 관계적·운영적·지원적 협력을 달성하는 상생협력 공급사슬의 구성과 운영에 미치는 영향에 대한 연구의 부분에서는 일부 제한사항이 있다.

이수열(2013)에 의하면 상생협력 공급사슬을 통해 중·소 공급사를 포함한 가치사슬 즉, 공급사슬 전체의 역량을 제고하는 것이 우리나라 제조업의 경쟁력 확보와 유지에 핵심적인 사안이라는 데에는 정부, 산업계, 학계의 의견이 대체로 일치한다고 하였다. 하지만 공급사슬에서 개별 기업들의 독자적인 노력만으로 기업의 동적 역량으로서 정보의 공유를 바탕으로 하는 공급사슬 가시성을 확보하기는 어려울 것이다.

그러므로 다른 기업들과 거래 과정 혹은 거래의 결과를 통하여 경영 환경 불확실성에 유연하게 대응할 수 있는 역량으로서 공급사슬 가시성을 확보할 수 있다면 공급사슬 가시성을 확보하는 과정을 통해서 자연스럽게 상생협력 공급사슬을 구성할 수 있으며 나아가 공급사슬 성과뿐만 아니라 공급사슬 전체의 역량도 제고할 수 있을 것으로 예측하였고, 이들 요인 간의 관계를 통합적으로 분석하는 것 역시 필요할 것으로 판단하였다. 최종적으로 본 연구는 공급사슬 가시성, 상생협력 공급사슬, 공급사슬 성과 간의 관계를 통합하여 연구하고 이들 간의 관계를 규명하는 것이 주요한 연구 목적이다.

이러한 연구를 통하여 공급사슬을 구성하고 있는 개별 기업들에게는 공급사슬 가시성 확보의 중요성과 필요성을 설명할 수 있으며, 공급사슬 가시성이 상생협력 공급사슬에 미치는

영향과 역할에 대해서 인식할 수 있도록 도움을 제공할 수 있고, 상생협력 공급사슬을 통해 공급사슬 성과를 달성할 수 있다는 것을 규명한다면 공급사슬 성과의 달성과 함께 개별 기업들이 공급사슬에서의 역량을 제고하기 위하여 어떠한 활동을 해야 하는가에 대해서도 명확하게 제시할 수 있을 것이다.

2. 문헌연구 및 이론적 배경

2.1. 공급사슬 가시성

2.1.1 공급사슬 가시성의 정의와 관점

공급사슬 가시성은 환경의 변화에 능동적이고 유연하게 대응하기 위해 조직과 전략을 변화시켜 조직의 역량을 상황에 맞게 재구축할 수 있는 기업의 능력으로(이인태, 2017), Swaminathan and Tayur(2003)은 공급사슬 구성원들이 실시간으로 정보를 공유할 수 있는 능력으로, Jansen-Vullers et al.(2003)은 프로세스 및 시스템 통합을 통해 제품이 생산의 전 단계를 거쳐 고객에게 전달될 때까지의 정보를 추적 또는 역으로 추적함으로써 재고 흐름, 실시간 주문갱신, 예외 사항 관리 등에 대한 정보의 추세를 파악하고 예측할 수 있게 해주는 능력으로, McCrea(2005)는 공급사슬 내에서의 변화를 감지하고 공유된 정보를 바탕으로 대응하는 능력으로 정의한다.

그리고 Barratt and Oke(2007)는 공급사슬 가시성을 공급사슬에 참여하는 구성원들이 유용한 정보에 접근하고 공유할 수 있는 정도로, Wang and Wei(2007)는 공급사슬에서 구매, 제조, 유통 등과 같은 핵심 활동들과 프로세스에 관한 정확하고 최신의 정보를 정보 요구자에게 제공하는 것으로, Francis(2008)는 공급사슬 내에서 발생하는 사건에 대해 실시간으로 의미를 파악하고 동시에 이러한 사건을 계획과 실제 시간에 따라 공급사슬 내의 활동에 반영하는 것이라고 정의한다.

그리고 공급사슬 가시성의 관점으로서 이인태(2016, 2017)에 의하면 공급사슬 가시성은 내·외부의 자원을 통합하여 새로운 가치를 창출하는 프로세스(Eisenhardt and Martin, 2000)로서 기업 외부 및 내부에 존재하는 기업의 특화된 역량을 찾아내고 이를 개발함으로써 변화하는 환경에 대처할 수 있는 동적 역량으로 파악하는 관점(Teece et al., 1997), 조달 결정, 공급자 결정, 생산 결정, 정보지원 결정 등을 포함하는 협업적 의사결정 프로세스로 보는 관점(Goh et al., 2009), 기업에게 지속가능한 경쟁우위를 가져다주는 차별화된 자원

으로서 효과성과 효율성, 희소성이 있고, 모방이 어려우며, 자원의 이동 가능성과 대체 가능성이 없는 자원으로 파악하는 관점(Rungtusanathan et al., 2003)의 3가지로 구분할 수 있다.

이러한 공급사슬 가시성의 중요성에 대한 내용으로 김형태·서현주(2008)는 개별기업의 입장에서 공급사슬 복잡도의 증가와 기업성과가 협력사에 의해 상당한 수준으로 의존되는 기업환경에서는 가시성(Visibility)이 필수적으로 요구된다고 하였으며, Caridi et al.(2010)과 Wei and Wang(2007)은 SCM에 있어서 공급사슬 가시성은 경쟁력의 확보에 매우 중요한 요소라고 하였다.

2.1.2 공급사슬 가시성의 차원과 세부내용

김은정·김종원(2010)은 공급사슬 가시성을 시장, 경쟁사에 대한 정보를 체계적으로 수집하고 해석하여 고객에게 차별화된 가치를 제공할 수 있도록 확보된 기업외부 차원의 외부 가시성과 기업 내부의 모든 프로세스의 현재 상태와 능력에 대한 가시성을 확보하는 내부가시성을 제시하였으며, 이인태(2016)의 연구 역시 외부가시성을 시장과 소비자 및 경쟁사에 대한 정보를 체계적으로 수집하고 분석할 수 있는 능력으로, 내부가시성을 공급사슬 내부의 정보를 공유하고 이를 활용하여 공급사슬 내부의 프로세스를 조정·통합할 수 있는 능력으로 제시한다.

김형태·서현주(2008)는 각종 현황 데이터를 기반으로 하여 비즈니스 프로세스 담당자가 운영 수준의 제어와 모니터링을 수행할 수 있는 모니터링, 각종 프로세스 관련 지표를 제공하는 성과관리, 예외 상황 등에 대응하기 위해 정의된 규칙에 따라 프로세스를 관리하도록 지원하는 조치관리, 예외상황이 발생하는 경우 실시간으로 관련자에게 알려주는 사전감지의 내용을 제시하였다. Wei and Wang(2007)은 감지가시성, 학습가시성, 조정가시성, 통합가시성의 4가지 요인을 제시하였고 이를 바탕으로 연구를 진행한 이인태(2017)는 통합가시성을 제외한 감지가시성, 학습가시성, 조정가시성의 3가지 가시성을 공급사슬 가시성으로 하여 연구를 진행하였다. 세부적인 내용을 살펴보면 아래와 같다.

이인태(2017), Wei and Wang(2007)에 의하면 감지가시성은 기업이 실시간으로 기업 외부의 정보를 파악함으로써 신속하게 환경의 변화를 인식할 수 있는 정도이며, 학습가시성은 기업이 공급사슬 참여 기업과의 다양한 학습 활동을 통해 새로운 정보와 지식을 획득하고 창출하는 정도이다. 조정가시성

은 기업의 의사결정을 위해 정보의 공유를 바탕으로 조직 차원의 조정 활동을 수행하는 정도이며, 마지막으로 통합가시성은 공급사슬의 정체성을 확립하고 참여 기업들의 공감대를 도출해 낼 수 있는 정도로 제시하였다.

이러한 내용을 바탕으로 이인태(2017)의 연구에서는 미래 제품 변화, 고객 선호와 니즈, 경쟁사 전략 및 동향파악으로서 감지가시성, 성과평가 프로세스, 새로운 아이디어 공유 프로세스, 의사결정 프로세스 운영의 학습가시성, 자재소요 및 주문 조정, 선적 및 운송 조정, 생산일정 조정의 조정가시성을 세부 측정항목으로 제시하였다. 본 연구에서는 이러한 선행연구를 바탕으로 측정항목을 선정하였지만 공급사슬 가시성에 대한 세부적인 측정항목을 추가로 선정하고 이를 측정하고자 하였다.

2.2. 상생협력 공급사슬

기업경영에서 상생협력이란 일반적으로 기업과 기업 간의 관계, 특히 공급 네트워크에서 구매기업과 공급기업 또는 생산자와 판매자 관계에서 나타나는 개체 간 형태를 의미한다(이수열, 2013). 또한 상생협력의 의미는 대기업과 중소기업이 단기적인 이윤 극대화를 추구하는 경우 중소기업의 생존 기반이 약화되어 기업 생태계가 위기에 봉착할 수 있다는 관점에서, 중장기적으로 기업생태계를 보존하고 발전해 나가기 위해 대 중 소 기업들이 상호 협력하는 행동으로도 정의될 수 있다(박승욱 외, 2013). 이러한 상생협력을 필요로 하는 이유는 협력업체들 간 경쟁력의 핵심요인으로 공급사슬 경쟁력을 강화시킬 수 있으며, 중장기적으로 산업발전에 긍정적인 영향을 미쳐 국가경쟁력 제고에도 영향을 미칠 수 있기 때문이다(이문성 외, 2011).

이수열(2015)은 상생협력 공급사슬에 대한 연구항목 및 내용을 3가지 차원으로 제시하는데, 먼저 관계적 협력은 단기적이고 기회주의적 행위를 억제하고 공정거래와 호혜적, 파트너십을 기반으로 하는 협력으로서 상호존중과 지속적 거래관계를 지향하는 것이다. 그리고 운영적 협력은 거래 관계 당사자의 생산과 운영과정에서 발생하는 협력적 활동으로 정보공유와 계획 및 운영의 동기화를 의미한다. 마지막으로 지원적 협력은 거래 관계자(공급사)의 역량 강화를 위한 지원 또는 협력 활동을 의미하며, 공급사 훈련 및 교육, 기술지원 및 이전에 대한 협력이다. 따라서 본 연구에서도 이수열(2015)의 연구에서 제시한 내용을 바탕으로 상생협력 공급사슬의 내용을 측정하고자 하였다.

2.3. 공급사슬성과

Ward et al.(1998)에 의하면 생산운영성과는 경쟁우선순위(Competitive Priorities)의 구성 항목인 품질, 원가, 납기, 유연성의 4가지 차원을 바탕으로 측정항목이 개발되어 왔으며, 연구자에 따라 추가되거나 나누어지기도 하지만 4가지 차원을 기반으로 하여야 한다는 것에 대한 합의가 이루어져 있다(Krause et al., 2007). 이에 따라 공급사슬성과에 대한 내용을 제시한 선행연구들을 살펴보면 아래와 같다.

먼저 상생협력 공급사슬에 대한 연구로서 이수열(2013)은 생산운영성과로서 품질, 원가, 납기준수, 생산유연성, 신제품 개발시간, 기술역량, 생산성, 고객만족의 항목을 제시하였다. 그리고 공급사슬 가시성에 대한 연구로서 이인태(2017)의 연구에서는 공급사슬 성과로서 리드타임단축, 생산효율성 개선, 재고회전을 향상, 반품률 개선, 유연성 향상을 제시하였다.

또한 김은정·김종원(2010) 역시 비재무적 성과로서 직원 정보 활용도 향상, 정보공유 증가, 업무 처리 효율 향상, 프로세스 개선, 고객만족도 향상의 항목과 재무적 성과로서 부가가치 및 수익성 향상, 매출액 증가, 투자대비 효과 향상, 자산 활용 정도 증가, 제품 원가절감 정도의 항목을 제시하였다. 그러므로 이들 선행연구들을 참조하여 본 연구의 목적에 맞게 공급사슬성과에 대한 측정항목을 선정하였으며 이를 측정하고자 하였다.

이제까지 본 연구의 연구항목에 대한 선행연구들의 정의와 측정내용들에 대하여 살펴보았으며, 세부적인 측정항목과 참조 선행연구들을 정리한 내용은 다음의 Table 1.에 정리하여 나타내었다.

3. 연구모형 및 가설설정

3.1. 연구가설 설정

3.1.1. 공급사슬 가시성과 상생협력 공급사슬 간의 관계

김형태·서현주(2008)는 공급사슬 가시성의 효과로는 공급자와 생산자가 고객의 수요에 민첩하고 효율적으로 대응하기 위한 정보의 빠른 공유, 정보공유를 통한 생산 및 고객 대응, 공급사슬 구성원의 이윤 극대화의 효과를 제시하며, 세부요인으로 모니터링, 성과 관리, 사전 정보, 조치 관리로 구성된 공급사슬 가시성이 물동, 정보, 재무로 구성된 공급사슬 프로세스 통합에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 김진

Table 1. Research Items and Detailed Measurement Items, Refer to Previous Research

연구항목	번호	세부 측정 항목 및 내용	참조 선행연구
감지가시성	감지1	미래 제품 및 서비스의 변화에 대한 파악	이인태(2016, 2017) McCrea(2005) Wei and Wang(2007)
	감지2	고객의 선호와 Needs에 대한 파악	
	감지3	경쟁사의 전략 및 동향 정보 파악	
	감지4	시장의 경제, 정치, 사회, 법률 등 변화에 대한 동향 파악	
학습가시성	학습1	공급사슬 내 성과 평가 프로세스	김은정 · 김종원(2010) 이인태(2016, 2017) Wei and Wang(2007)
	학습2	공급사슬 내 새로운 아이디어 공유 프로세스	
	학습3	공동 의사결정 프로세스 운영	
	학습4	공급사슬 성공 및 실패사례의 공유	
조정가시성	조정1	공급사슬 내 자재소요 및 주문 조정	김형태 · 서현주(2008) 이인태(2016, 2017) Wei and Wang(2007)
	조정2	공급사슬 내 선적 및 운송 조정	
	조정3	공급사슬 내 생산 일정 조정	
	조정4	공급사슬 내 생산 및 판매 계획 조정	
상생협력 공급사슬	협력1	우리 회사는 거래 기업들과 단기적 기회주의 지양	박승욱 외(2013) 이문성 외(2011) 이수열(2013, 2015)
	협력2	우리 회사는 거래 기업들과 거래관계 유지를 위한 협력 및 노력	
	협력3	우리 회사는 거래 기업들과 생산 · 운영과정에서의 협력	
	협력4	우리 회사는 거래 기업들과 정기적인 업무관련 미팅 시행	
	협력5	우리 회사는 거래 기업들의 역량강화를 위한 지원 활동	
	협력6	우리 회사는 거래 기업들의 역량강화를 위한 협력 활동	
공급사슬성과	성과1	우리 회사의 전반적인 매출액 증가	김은정 · 김종원(2010) 오중산 · 이승규(2008) 이수열(2013) 이인태(2017)
	성과2	우리 회사의 재고 회전을 향상	
	성과3	우리 회사의 생산 효율성 제고	
	성과4	우리 회사의 구매 및 생산 비용 감소	
	성과5	우리 회사의 재고 유자 및 관련 비용 감소	
	성과6	우리 회사의 전반적인 비용의 감소	

완 외(2012)에 의하면 공급사슬 가시성은 상호의존적인 경제 주체들이 제도적 장치를 통해 그들의 행위를 조정하고 관계를 관리하는 지배구조로서 협업적 의사결정에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다.

그리고 최철곤 · 심정택(2015)은 공급사슬 내에서 정보를 공유하는 능력으로 가시성을 제시하는데, 이러한 가시성이 공급사슬 파트너십에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 또한 McCrea(2005)는 공급사슬 가시성을 공급사슬 내에서의 변화를 감지하고 공유된 정보를 바탕으로 대응할 수 있는 능력으로 정의하였는데, 일반적으로 정보의 공유는 개별기업 간 협력활동 및 공급사슬의 통합적 운용에 정(+)의 유의한 영향을 미친다(김채복 외, 2013 ; 김팔술 외 2004 등).

따라서 개별기업들이 기업을 둘러싼 환경의 변화에 능동적이고 유연하게 대응하기 위해서 정보공유를 바탕으로 조직의 역량을 상황에 맞게 재구축할 수 있는 기업의 능력인 공급사슬 가시성의 수준이 높다면 상생협력 공급사슬의 수준 역시 제고할 수 있을 것으로 예측 하였다. 그러므로 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검증하고자 하였다.

H1-1 : 감지가시성은 상생협력 공급사슬에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-2 : 학습가시성은 상생협력 공급사슬에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-3 : 조정가시성은 상생협력 공급사슬에 정(+)의 영향을 미칠 것이다

3.1.2. 상생협력 공급사슬과 공급사슬성과 간의 관계

오중산 · 이승규(2008)는 장기적이고 전략적인 구매, 빈번한 의사소통, 제품개발 협력과 같은 상생협력 활동이 공급사의 재무적 성과 향상에 기여한다고 제시하였으며, 이수열(2013)에 의하면 상생협력의 공정거래와 협력활동은 모두 공급사의 생산운영성과에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 또한 이문성 외(2011)는 정보, 기술, 자금, 인력, 제품, 서비스 분야 등에서 달성된 협력은 경영성과에 긍정적인 영향을 미친다고 제시하였다.

그러므로 공급사슬 구성원들 간 상생협력 공급사슬의 수준이 높다면 공급사슬 성과도 제고할 수 있을 것으로 예측하였으며, 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검정하고자 하였다.

H2 : 상생협력 공급사슬은 공급사슬 성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.1.3. 상생협력 공급사슬의 매개효과

김은정 · 김종원(2010)의 연구에 의하면 외부가시성과 내부가시성은 비재무적 성과에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였으며, 김은정 외(2009)의 연구에서도 기업내부가시성이 BSC 성과인 학습 및 성장 관점 및 프로세스 관점에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 제시한다. 그리고 이인태(2016)는 외부가시성과 내부가시성이 모듈화와 신제품개발 유연성에 정(+)의 영향을 미치며, 이인태(2017)는 감지가시성, 학습가시성, 조정가시성으로 구성된 공급사슬 가시성이 공급사슬 성과에 정(+)의 유의한 영향을 미친다고 하였다. 그리고 Barratt and Oke(2007)는 공급사슬 가시성이 재고 수준, 제품 유용성, 유연성, 반응성 및 품질 등에 영향을 미친다고 하였다.

또한 오중산 · 이승규(2008)와 이수열(2013)에서 제시한 것처럼 기업 간의 상생협력은 공급사슬성과에 정(+)의 영향을 미치며, 최철곤 · 심정택(2015)은 정보공유 능력으로서 가시성은 공급사슬 파트너십에 정(+)의 영향을 미치며, 이러한 가시성이 재무적 성과, 전략적 성과, 운영적 성과에도 정(+)의 유의한 영향을 미친다는 것을 제시하였다.

그러므로 이러한 선행연구들을 바탕으로 본 연구에서는 공급사슬 가시성이 직접적으로 공급사슬 성과에 정(+)의 영향을

미칠 수 있지만 상생협력 공급사슬의 매개효과에 의하여서는 공급사슬 성과에 더 높은 영향을 미칠 수 있을 것으로 예측하였다. 따라서 아래와 같은 가설을 수립하고 이를 검정하고자 하였다.

H3 : 상생협력 공급사슬은 공급사슬 가시성과 공급사슬 성과 사이에서 매개역할을 할 것이다.

3.2. 연구모형

본 연구는 공급사슬 가시성, 상생협력 공급사슬, 공급사슬 성과 간의 관계를 통합하여 연구하고 이들 간의 관계를 규명하는 것이 주요 목적이며, 이를 검증하기 위해 수립한 가설들은 앞서 제시하였다. 그리고 이를 종합하여 나타낸 연구모형은 아래의 Fig 1.과 같다.

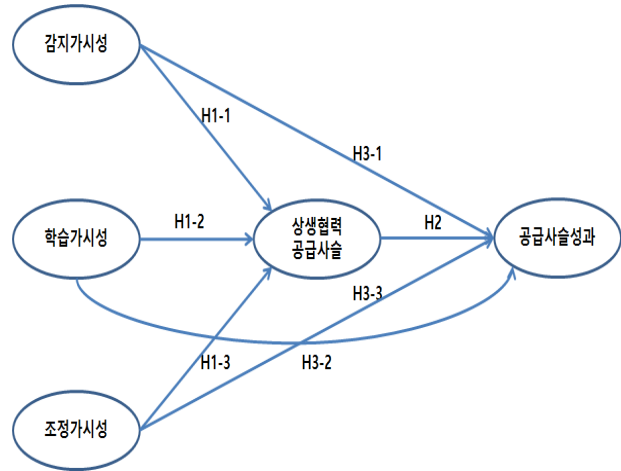


Fig. 1. Research Model

4. 실증분석

4.1. 설문항목 및 표본설계, 연구방법론

본 연구를 위한 설문항목은 인구통계학적 항목을 제외하고 리커트 7점 척도로 Table 1.에서 제시한 내용으로 구성되었으며, 주로 대구 · 경북지역에 있는 제조 및 부품 공급업체를 대상으로 조사를 시행하였다. 2016년 9월부터 조사를 시행하였으며, 이중 135개 업체로부터 설문을 수집하였다. 설문에 참여한 업체들의 일반적 특성은 다음의 Table 2.에 정리하여 나타내었다.

Table 2. General Characteristics of Surveyed Companies

() 는 %

매출액	50억 원 미만	50~100억 원	100~500억 원	500~1000억 원	1000~5000억 원	5000억 원 이상
	15(11.1)	21(15.6)	13(9.6)	13(9.6)	17(12.6)	56(41.5)
종업원 수	50명 미만	50~100명	100~500명	500~1000명	1000~5000명	5000명 이상
	27(20.0)	17(12.6)	20(14.8)	11(8.1)	5(3.7)	55(40.7)
업 종	화학·석유	금속소재	조립금속	전자·통신	전기·기구	
	4(3.0)	5(3.7)	2(1.5)	78(57.8)	10(7.4)	
	자동차·부품	조선·부품	의료정밀		기타	
	21(15.6)	6(4.4)	2(1.5)		7(5.2)	
직 위	대리 이하		과·차·부장		임원 이상	
	85(63.0)		44(32.6)		6(4.4)	
업 력	5년 미만	5~10년	10~15년	15~20년	20~30년	30년 이상
	15(11.1)	39(28.9)	23(17.0)	12(8.9)	21(15.6)	25(18.5)

Table 3. Exploratory Factor Analysis

연구항목	번호	요 인				
		1	2	3	4	5
감지가시성	감지1	.263	.214	.248	.131	.797
	감지2	.171	.240	.234	.080	.821
	감지3	.289	.186	.204	.170	.797
	감지4	.266	.330	.151	.222	.754
학습가시성	학습1	.280	.150	.810	.319	.253
	학습2	.245	.115	.867	.286	.216
	학습3	.256	.157	.847	.294	.230
	학습4	.296	.156	.794	.359	.229
조정가시성	조정1	.102	.058	.265	.794	.178
	조정2	.140	.204	.249	.856	.209
	조정3	.292	.139	.297	.823	.139
	조정4	.250	.173	.226	.813	.027
상생협력 공급사슬	협력1	.695	.325	.369	.264	.316
	협력2	.780	.286	.255	.266	.255
	협력3	.768	.332	.314	.168	.309
	협력4	.782	.370	.216	.171	.255
	협력5	.789	.363	.230	.175	.245
	협력6	.783	.369	.234	.264	.197
공급사슬성과	성과1	.260	.700	.265	.007	.271
	성과2	.259	.773	.188	.197	.267
	성과3	.296	.833	.072	.126	.196
	성과4	.315	.840	.061	.157	.086
	성과5	.289	.763	.102	.188	.284
	성과6	.377	.681	.130	.145	.296
아이겐 값		4.798	4.660	3.804	3.638	3.607
분산 %		19.991	19.417	15.850	15.157	15.030

설문조사 데이터의 분석은 SPSS 20과 PLS 2.0을 사용하였다. 연구항목의 세부 측정항목에 대하여 탐색적 요인분석을 시행하였으며, 이를 통해 측정항목에 대한 요인분석의 가능성을 확인하고, 다시 PLS 2.0을 이용하여 설문데이터의 신뢰성과 타당성을 분석한 후 경로분석을 시행하였다. PLS를 사용하는 이유는 표본의 크기가 작은 경우에도 복잡한 모델을 효율적으로 설명할 수 있기 때문이다(Hair et al., 2014).

4.2. 신뢰성 및 타당성 분석

탐색적 요인분석에 앞서 측정항목들에 대한 상관관계를 분석하였다. 상관계수의 값이 ± 0.3 이하로 전반적으로 낮다면, 해당 자료는 탐색적 요인분석에 부적합하다(이학식 · 임지훈,

2013). 상관관계 검정결과 가장 낮은 상관계수를 보이는 항목은 조정가시성과 공급사슬 성과 간의 관계로서 상관계수 값이 0.424로 나타나 조건을 만족한다. 탐색적 요인분석은 주성분 분석(PCA) 중 요인사이에 독립성을 가정한 Varimax 직각회전방식으로 시행하였다. 탐색적 요인분석의 결과는 앞서의 Table 3.에 정리하여 나타내었다.

탐색적 요인분석 결과 요인적재량은 최소 0.681(공급사슬 성과 6번 항목)로 누적 설명력은 85.445%로 나타났다. 그리고 KMO 측도값은 0.934로, Bartlett의 구형성 검정의 유의확률은 0.000으로 나타나 요인분석에 적합한 것으로 검증되었으며, 최종적으로 주요 연구항목이 총 5개로 구분되었다.

탐색적 요인분석의 결과를 바탕으로 각 측정항목들에 대한 반영적 측정 모델의 평가를 위하여 내적 일관성 신뢰도, 집중

Table 4. Internal Consistency Reliability and Intensive Feasibility Analysis

연구항목	번호	Outer Loading	AVE	Cronbach's α	C. R.	R ²
감지가시성	감지1	0.9106	0.815	0.925	0.946	—
	감지2	0.8947				
	감지3	0.9040				
	감지4	0.9022				
학습가시성	학습1	0.9648	0.938	0.978	0.984	—
	학습2	0.9738				
	학습3	0.9730				
	학습4	0.9612				
조정가시성	조정1	0.8379	0.823	0.928	0.949	—
	조정2	0.9439				
	조정3	0.9488				
	조정4	0.8926				
상생협력 공급사슬	협력1	0.9436	0.896	0.977	0.981	0.584
	협력2	0.9405				
	협력3	0.9598				
	협력4	0.9372				
	협력5	0.9466				
	협력6	0.9522				
공급사슬성과	성과1	0.8384	0.772	0.941	0.953	0.550
	성과2	0.8975				
	성과3	0.8780				
	성과4	0.8687				
	성과5	0.9031				
	성과6	0.8847				

Table 5. Feasibility Analysis Result

구분	1	2	3	4	5
1. 감지가시성	0.903				
2. 학습가시성	0.583	0.968			
3. 조정가시성	0.458	0.661	0.907		
4. 상생협력 공급사슬	0.668	0.672	0.572	0.947	
5. 공급사슬성과	0.626	0.475	0.446	0.742	0.879

– 여기서 대각선의 굵은 글자가 AVE의 제곱근 값임

타당성, 판별 타당성을 분석하였다. 먼저 내적 일관성 신뢰도와 집중 타당성을 검증한 결과는 앞서의 Table 4.에 정리하여 나타내었다.

내적 일관성 신뢰도에 대한 검정은 Cronbach's α 값과 구성 개념 신뢰도(Composite Reliability : C. R.)값을 이용한다. Cronbach's α 값은 0.6–0.7 이면 수용가능하고, C. R.값은 높을수록 높은 신뢰도를 나타낸다(Hair et al., 2014). 그리고 집중타당성은 Outer Loading값을 이용하여 확인하며 0.7 이상의 값을 보여야 하며, 평균분산추출(Average Variance Extracted : AVE) 값은 0.5 이상으로 검증되어야 한다(Hair et al., 2014). 이들 값은 앞서의 Table 4.에서 제시한 것처럼 모두 기준치를 만족하는 것으로 나타난다.

또한 연구모형이 내생변수를 얼마나 잘 예측 하는가에 대한 판단기준으로 R^2 값을 사용하는데, R^2 값이 0.19 이상이면 모형의 적합성이 존재하고 0.67 이상이면 강한 설명력을 나타낸다(Henseler et al., 2000). 본 연구에서는 R^2 값이 0.550(공급사슬 성과) 이상으로 나타나므로 연구모형의 적합성이 존재한다고 판단하였다.

판별타당성은 Fornell and Larcker(1981)의 기준으로 검정하였으며, 연구항목별 AVE의 제곱근 값을 구하여 다른 연구항목들의 상관계수 값들과 비교 하였고, 세부적인 내용은 위의 Table 5.에 정리하여 나타내었다. 검정결과 최저값은

0.879(공급사슬 성과)로 나타나고 연구항목들의 상관계수 값들보다 모두 높은 것으로 검정 되었다.

4.3. 가설검정 결과

연구항목에 대한 내적 일관성 신뢰도, 집중 타당성, 판별 타당성 분석이 기준치를 만족하는 것으로 검정되어 앞서 제시한 연구 가설들에 대하여 검정을 시행하였다. 먼저 가설 H1~H2를 검정한 결과는 다음의 Fig 2.와 Table 6.에 정리하여 나타

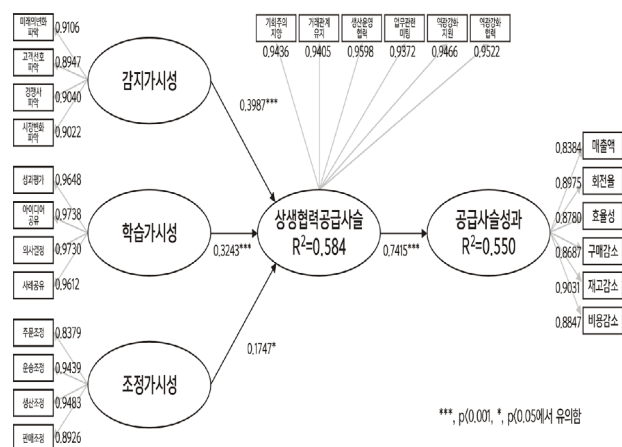


Fig. 2. Test Results of Hypotheses 1 ~ 2

Table 6. Test Results of Hypotheses 1 ~ 2

가설	경로			Original Sample	Simple Mean	표준편차 STDEV	표준오차 STERR	t-val	p-val	채택여부
H1-1	감지가시성	→	상생협력 공급사슬	0.3987	0.3987	0.0827	0.0827	4.8199	0.000	채택
H1-2	학습가시성	→	상생협력 공급사슬	0.3243	0.3239	0.0932	0.0932	3.4782	0.001	채택
H1-3	조정가시성	→	상생협력 공급사슬	0.1047	0.1766	0.0701	0.0701	2.4906	0.014	채택
H2	상생협력 공급사슬	→	공급사슬성과	0.7415	0.7434	0.0496	0.0496	14.9522	0.000	채택

– 여기서 *** p<0.001 수준에서 유의함, * p<0.05 수준에서 유의함

내었으며, 세부적인 내용은 다음과 같다.

먼저 가설 H1의 검증으로서 공급가슬 가시성으로 선정한 감지가시성, 학습가시성, 조정가시성은 모두 상생협력 공급가슬에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다(감지가시성 : $\beta=0.3987$, $t=4.8199$, 학습가시성 : $\beta=0.3243$, $t=3.4782$, 조정가시성 : $\beta=0.1747$, $t=2.4906$). 그리고 가설 H2의 검증으로서 상생협력 공급가슬은 공급가슬성파에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검증되었다($\beta=0.7415$, $t=14.9522$).

그리고 가설 H3의 검증으로서 상생협력 공급가슬의 매개효과를 검증한 결과는 아래의 Table 7.에 정리하여 나타내었으며, 일부 매개효과가 있는 것으로 검증되었다. 부가적으로 감지가시성은 공급가슬성파에 직접적으로 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검증 되었으며, 학습가시성과 조정가시성은 공급가슬성파에 직접적으로 정(+)의 영향을 미치지만 유의하지 않은 것으로 나타난다.

5. 결론 및 향후 연구방향

5.1. 연구결과 요약 및 시사점

본 연구는 공급가슬 가시성, 상생협력 공급가슬, 공급가슬성파 간의 관계를 통합하여 연구하고 이들 간의 관계를 규명하는 것이 목적이며, 이들 간의 관계를 검증한 결과는 아래와 같이 정리할 수 있다.

먼저 공급가슬 가시성으로 선정한 감지가시성, 학습가시성, 조정가시성은 모두 상생협력 공급가슬에 정(+)의 유의한 영향을 미친다. 그리고 상생협력 공급가슬은 공급가슬성파에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 나타난다. 마지막으로 상생협력 공급가슬의 매개효과를 검증한 결과 일부 매개효과가 있는 것으로 검증 되었다.

이러한 연구결과를 바탕으로 학문적 · 실무적 시사점을 정

리하면 다음과 같다.

먼저 공급가슬 가시성의 필요성과 중요성의 확인이다. 앞서 공급가슬 가시성을 이인태(2017), Wei and Wang(2007)의 연구에서 제시한 것처럼 감지가시성, 학습가시성, 조정가시성을 제시하였는데, 이들 가시성이 상생협력 공급가슬의 구성에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검증되어 공급가슬 가시성의 수준을 제고하는 것이 상생협력 공급가슬을 달성할 수 있도록 한다는 것이다.

둘째, 공급가슬 가시성의 3가지 요인들 중 상생협력 공급가슬에 가장 높은 영향을 미치는 요인은 감지가시성으로 나타났다. 앞서 감지가시성의 세부적인 측정 항목으로 제품 및 서비스 변화에 대한 파악, 고객 선호와 Needs의 파악, 경쟁사 파악, 시장의 경제 · 정치 · 사회 · 법률의 변화 파악과 관련된 항목을 제시하였는데, 이러한 가시성의 확보가 가장 중요하다는 것이며, 다음은 프로세스 운영 및 성공과 실패 사례 공유와 같은 학습가시성이고, 다른 가시성 요인들과 비교하면 주문 조정, 운송 조정, 생산 계획 조정 등과 같은 조정가시성은 상생협력 공급가슬에 비교적 높은 영향을 미치지 않는다.

따라서 개별 기업은 경영환경 및 공급가슬의 환경 변화에 유연하게 대응하기 위하여서는 정보의 공유를 바탕으로 하는 공급가슬 가시성의 확보를 필요로 한다는 것을 확인하였다. 그러므로 개별 기업 혼자 힘만으로 경영 환경의 변동 및 변화에 유연하게 대응하기 힘들다면 다른 기업들과의 거래과정 속에서 보유하고 있는 정보를 공유하고, 프로세스를 운영하며, 각종 계획을 조정할 수 있는 조직 역량으로서 공급가슬 가시성을 확보 하는 과정을 통하여 상생협력 공급가슬을 구성하는 것이 필요하다.

셋째, 상생협력 공급가슬의 구성은 공급가슬성파에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 검증되었다. 이러한 결과는 앞서 제시한 오중산 · 이승규(2008), 이수열(2013)의 연구결과와 유사한 결과이다. 따라서 기업과 기업 간의 관계로서 상생협력 공급가슬 구성은 개별 기업의 공급가슬성파의 제고를 달성할 수 있도록 만든다. 그러므로 상생협력 공급가슬의 필

Table 7. Mediating Effect of Win-Win Cooperation Supply Chain

가설	직접효과 경로 및 계수(p-val)	간접효과 경로 및 계수(p-val)	VAF	효과
H3-1	감지가시성→공급가슬성파 0.5136(0.000)	감지가시성→상생협력 공급가슬→공급가슬성파0.2906(0.000)	0.365	부분
H3-2	학습가시성→공급가슬성파 0.1694(0.058)	학습가시성→상생협력 공급가슬→공급가슬성파0.2405(0.000)	—	—
H3-3	조정가시성→공급가슬성파 0.0675(0.590)	조정가시성→상생협력 공급가슬→공급가슬성파0.1295(0.000)	—	—

— 비교 : VAF>0.80 완전매개, 0.20<VAF<0.80 부분매개, VAF<0.20 매개효과 없음

요성을 강조하는 것이다.

마지막으로 공급사슬 가시성, 상생협력 공급사슬, 공급사슬 성과 간의 관계를 통합적으로 분석한 결과 공급사슬 가시성의 제고는 상생협력 공급사슬의 수준을 제고할 수 있고, 나아가 공급사슬 성과까지도 제고할 수 있으므로, 개별 기업들에게 경영 환경의 불확실성에 대응하기 위한 기업의 조정능력으로서 공급사슬 가시성 확보의 필요성을 다시 한 번 강조하는 것이다.

5.2. 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구의 주요 한계점 및 향후 연구방향을 정리하면 다음과 같다.

먼저, 자료조사의 대상이 작았다는 점이다. 이러한 사항은 구조사방정식을 활용한 연구에서 데이터의 안정성 확보를 위한 권장 기준인 200부 이상의 설문지를 확보하지 못하였다. 이러한 내용은 일부 제약요인으로 작용할 수 있다. 그러므로 좀 더 많은 조사 대상을 선정하고 자료를 수집한 후 다시 분석을 하는 것이 요구된다.

둘째, 본 연구에서는 Fisher(1997)가 제시하는 제품 및 공급사슬의 특성을 반영하여 연구를 진행하지 못하였다. 경영 환경의 변동성 정도가 심한 산업 및 사업 부문 즉, 혁신적 제품과 반응적 공급사슬로서 고객 수요가 빠르게 변동되는 제품 및 공급사슬과 그렇지 않은 산업 및 사업 부문에서는 3가지 공급사슬 가시성 확보의 필요성과 중요성을 인식하는데 차이가 있을 수 있고, 이에 따른 상생협력의 수준이나 공급사슬 성과의 달성에서도 차이가 있을 수 있지만 본 연구에서는 이를 반영하여 연구를 진행하지 못하였다.

부가적으로 본 연구의 조사대상 업체들 중 전자·통신 및 전기·기구 관련 업체가 총 88개 업체로서 65.2%의 점유율을 가진다. 따라서 이들 업종에 특화된 연구결과라고도 할 수 있겠지만 혁신적 제품과 반응적 공급사슬을 구성하여야 하는 전자·통신 및 전기·기구 관련 업체 등을 별도로 조사하여 연구하는 것 역시 필요하며, 차후 연구에서는 효율적 공급사슬과 반응적 공급사슬의 산업 및 사업적 특성을 가진 공급사슬을 구분하여 공급사슬 간의 차이를 비교하는 연구도 필요로 할 것이다.

마지막으로 3가지 공급사슬 가시성 중 조정가시성이 상생협력에 가장 낮은 영향력을 미치는 것으로 검정되었는데, 이러한 이유를 분석하여 보면 앞서 Table 2.에서 제시한 것처럼 조사대상 업체들 중 약 36.2%가 매출액 500억 원 미만,

47.4%가 종업원 수 500명 미만의 중소기업이다. 이들 중소기업들은 공급사슬 상의 위치에서 주로 완제품 제조업체인 대기업들에게 부품을 공급하는 부품 공급업체들이라고 예상할 수 있다.

이들 중소기업들은 완제품 제조업체의 요구사항에 따라 부품을 공급하는 업체들이므로 자재 및 주문, 운송, 생산 일정, 판매계획의 조정과 같은 조정가시성에 대한 필요성의 인식이 완제품 제조업체인 대기업들만큼 높게 인식하고 있지 않을 수 있고, 각종 계획의 조정에 따른 계획의 변경을 받아들여 자기 기업의 생산계획을 조정하는 것에서 어려움을 겪을 수 있기 때문이다. 따라서 조사대상 업체들을 대기업과 중소기업으로 구분하고 다시 연구를 진행할 필요성도 존재한다.

REFERENCES

- [1] Barratt, M. and Oke, A.(2007), Antecedents of Supply Chain Visibility in Retail Supply Chains: A Resource-based Theory Perspective, *Journal of Operations Management*, Vol. 25(6), 1217-1233.
- [2] Caridi, M., Crippa, L., Perego, A., Sianesi, A. and Tumino, A.(2010), Measuring Visibility to Improve Supply Chain Performance: A Quantitative Approach, *Benchmarking for Quality Management & Technology*, Vol. 17(4), pp.593-615.
- [3] Choi, C. G. and Shim, J. T.(2015), A Study on the Impact of SCM Characteristics on Supply Chain Partnership and Corporate Performance, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 20(5), pp.81-93.
- [4] Eisenhardt, K. M. and Martin, J. A.(2000), Dynamic Capabilities: What are they, *Strategic Management Journal*, Vol. 21(10-11), pp.1105-1121.
- [5] Fisher, M.(1997), What Is the Right Supply Chain for Your products?, *Harvard Business Review*, 75(2), pp.105-116.
- [6] Fornell, C. and Larcker, D. F.(1981), Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variable and Measurement Error, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18(1), pp.39-50.
- [7] Francis, V.(2008), Supply Chain Visibility: Lost in Translations?, *Supply Chain Management: An International*

- Journal*, Vol. 3, pp.180-184.
- [8] Goh, M., De Souza, R., Zhang, A. N., He, W. and Tan, P. S.(2009), Supply Chain Visibility: A Decision Making perspective, *Proc. of the 4th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications*, pp.2546-2551.
 - [9] Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M. and Sarstedt, M.(2014), *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling(PLS-SEM)*, Sege Publications.
 - [10] Henseler, J., Ringle, C. M. and Sinkovics, R. R.(2000), *The Use of Partial Least Squares Path Modeling in International Marketing*, In R. R. Sinkovics, P. N. Ghauri(Ed.), *New Challenges to International Marketing*, Emerald Group Publishing Limited, pp.277-319.
 - [11] Hur, D. S., Kim, H. J. and Lee, U. J.(2015), The Effects of a Manufacturer's Customer Integration and Supplier Integration on Its Logistics Performance, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 23(4), pp.15-35.
 - [12] Jansen-Vullers, M. H., Van Dorp, C. A. and Beulens, A. J. M.(2003), Managing Traceability Information in Manufacture, *International Journal of Information Management*, Vol. 23(5), pp.395-413.
 - [13] Jung, H. S. and Sim, S. B.(2014), Collective Intelligence based Supply Chain Planning Process Considering Supply Chain Uncertainties, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 22(4), pp.15-26.
 - [14] Kim, C. B., Suh, M. S. and Park, C. K.(2013), A Study on the Antecedents of Integration in the Supply Chain and Supply Chain Integration and Management Performances : Focused on the Marketing Department, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 21(2), pp.137-153.
 - [15] Kim, E. J. and Kim J. W.(2010), An Empirical Study on Influence of SCM Integration Factors on Visibility and Business Performance, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Society*, Vol. 15(1), pp.59-72.
 - [16] Kim, E. J., Jang, H. W. and Kim J. W.(2009), An Empirical Study for the Impacts of the SCM Firms'Partnership on RTE Characteristics and Management Performance, *Korea Logistics Review*, Vol. 19(2), pp.91-113.
 - [17] Kim, H. T. and Suh, H. J.(2008), Verifying the Impact of Supply Chain Visibility on Process Integration, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 8(2), pp.75-90.
 - [18] Kim, J. W., Yang, D. S. and Ok, S. J.(2012), A Study on Structural Relationship among Supply Chain Agility Capabilities, *Entrue Journal of Information Technology*, Vol. 11(3), pp.131-145.
 - [19] Kim, P. S., Hong, K. S. and Lee, B. C.(2004), Antecedents and Relationship Effectiveness of Information Sharing within Supply Chains, *Journal of Business Research*, Vol. 19(4), pp.273-307.
 - [20] Krause, D. R., Handfield, R. B. and Tyler, B. B.(2007), The Relationships Between Supplier Development, Commitment, Social Capital Accumulation and Performance Improvement, *Journal of Operations Management*, Vol. 25(2), pp.528-545.
 - [21] Lee, H. S. and Lim, J. H.(2013), *SPSS 20.0 Manual*, Jibhyeonjae.
 - [22] Lee, I. T.(2016), The Impact of External and Internal Supply Chain Visibility on New Product Development Flexibility, *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 27(3), pp.349-368.
 - [23] Lee, I. T.(2017), The Effect of Vision and Goal Sharing on Supply Chain Visibility and Supply Chain Performance, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 25(1), pp.23-40.
 - [24] Lee, M. S., Park, S. B. and Jun, I. W.(2011), Analysis of the Relationship among Cooperative Personnel, Management Performance and a Win-Win Cooperation of Large and Small Business, *Korea Logistics Review*, Vol. 21(5), pp.347-371.
 - [25] Lee, S. Y.(2013), Win-Win Collaboration and Supplier Manufacturing Performance: The Mediating Effects of Relational Social Capital Accumulation, *Korea Business Review*, Vol. 42(4), pp.1105-1130.
 - [26] Lee, S. Y.(2015), Typology of Win-win Supply Chain Collaboration : Performance Differences in Internal Process Integration, Organizational Citizenship Behavior, and Operational Performance, *Journal of the Korean Society for Supply Chain Management*, Vol. 15(2), pp.35-52.
 - [27] McCrea, B.(2005), EMS Completes the Visibility Picture, *Logistics Management*, Vol. 44, pp.57-61.
 - [28] Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S. H.,

- Nix, N. W., Smith, D. D. and Zacharia, Z. G.(2001), Defining Supply Chain Management, *Journal of Business of Logistics*, Vol. 22(2), pp.1-25.
- [29] Oh, J. S. and Rhee, S. K.(2008), Influences of Car Assembler-Supplier Collaboration on Performance and Moderating Effect of Technology Uncertainty: A Study of Korean Automotive Industry, *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 19(1), pp.23-57.
- [30] Park, S. W., Lee, D. H. and Lee, H. J.(2013), The Impact of Social Capital Development between 1st- and 2nd-Tier Suppliers on the 1st-Tier Suppliers' Willingness of Shared Growth and Performance, *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 24(4), pp.513-535.
- [31] Rungtusanatham, M., Slavador, F., Forza, C. and Choi, T. Y.(2003), Supply Chain Linkages and Operational Performance: A Resource-Based-View Perspective, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 23(9), pp.1084-1099.
- [32] Swaminathan. J. M. and Tayur, S. R.(2003), Models for Supply Chains in E-Business, *Management Science*, Vol. 49(10), pp.1387-1406.
- [33] Teece, D. J., Pisano, G. and Shuen, A.(1997), Dynamic Capabilities and Strategic Management, *Strategic Management Journal*, Vol. 18(7), pp.509-534.
- [34] Ward, P. T., McCreedy, J. K. Ritzman, L. P. and Sharma, D.(1998), Competitive Priorities in Operations Management, *Decision Sciences*, Vol. 29(4), pp.1035-1046.
- [35] Wang, E. T. G. and Wei, H. L.(2007), Interorganizational Governance Value Creation: Coordinating for Information Visibility and Flexibility in Supply Chains, *Decision Sciences*, Vol. 38(4), pp.647-674.
- [36] Wei, H. L. and Wang, E. T.(2007), Creating Strategic Value from Supply Chain Visibility-The Dynamic Capabilities View, *Proceeding of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp.1-10.



박 찬 권

충북대학교 사회학과 학사
 충남대학교 경영학과 석사
 경북대학교 경영학부 비즈니스 운영관리박사
 현재 : 경북대학교 경영학부 강의초빙교수
 관심분야 : 물류관리, 품질관리, 생산운영관리, 공급사슬관리

공유경제와 물류자원 공유 사례조사*

김갑환[†] · 김학봉 · 우창훈

부산대학교 산업공학과

A Survey on Sharing Economy and Logistics Resources Sharing

Kap Hwan Kim[†] · Xuefeng Jin · Chang Hoon Woo

Department of Industrial Engineering, Pusan National University

This study introduces various concepts and backgrounds related to the sharing economy. In addition, we examine various conditions for establishing a business model based on the concepts of the sharing economy, and introduce various business models, and classify the business models. This study introduces the results of investigating various forms of logistics resource sharing, including platform-based cases, cases of joint logistics, and cases of logistics cartels. This study presents results of a survey in industries on examples of realized logistics resource sharing or those expected to be realized.

Keywords : Sharing Economy, Logistics Resources Sharing, Survey.

* 본 연구는 한국해양수산개발원 ‘미래물류기술고도화 연구사업(일반사업 2016-17)’과 한국연구재단 ‘지역대학우수과학자지원사업(과제번호: 2016R1D1A3B03934161)’의 연구비 지원에 의해 수행되었음

[†] **Corresponding Author** : Department of Industrial Engineering, Pusan National University, 2 Busandaehak-ro 63beon-gil, Geumjeong-gu, Busan, 46241, Korea, Tel: +82-51-510-2419, E-mail: kapkim@pusan.ac.kr

Received : 10 March 2017, **Revised** : 20 August 2017, **Accepted** : 18 September 2017

1. 서론

자원공유가 이 시대의 화두가 된 것은 정보기술에 기반을 둔 마켓플레이스(Market place)를 통하여 서로의 자원을 임대해 주고 공유하는 많은 스타트업 (Start-Up) 비즈니스가 출현하게 되면서 부터이다. 따라서 본 논문의 주된 논의 주제인 물류자원공유를 설명하기 위하여 그 배경이 되는 공유경제의 유형, 의의, 경제적 사회적 타당성에 관한 소개로 시작하려고 한다. 그 다음 현존하는 다양한 타입의 공유경제 구현 사례를 소개한다. 그리고 공유경제에 대한 소개를 바탕으로 그 개념이 물류자원공유에 어떻게 적용되었는지를 설명하고 물류자원 공유사례를 집중적으로 소개한다.

공유경제란 특정한 개인이나 조직이 소유하고 있는 자원에 대한 접근권이나 사용권을 타인이나 타 회사와 공유하고 교환, 대여를 하는 것을 의미하며 사회연결망(SNS)을 이용한 협력적 소비의 한 경제 형태를 말한다. 공유경제는 온디맨드 경제 (On-demand Economy), 깃 경제 (Gig Economy), 접근경제 (Access Economy), 렌탈 경제 (Rental Economy), 협력적 경제 (Collaborative Economy)(Owyang *et al.*, 2013)와 같은 유사한 개념을 가진 다른 용어로도 소개되고 있다. 이들 용어는 공유경제의 어떤 측면을 강조하느냐에 따라 차이가 있다.

공유경제를 협의의 기능중심으로 정의한다면, 개인이나 기업으로서의 자원 사용자들이 자원이나 서비스 능력이 남는 개인이나 기업들과 자원이나 서비스 능력을 공유함으로써 경제적인 이익을 발생시키며, 이를 인터넷이라는 통신과 협업 도구를 사용하여 실현시키는 시장이라고 할 수 있다(Olson and Kemp, 2015).

공유경제라는 것이 최근에 나타난 새로운 경제현상은 아니다. 과거 유럽의 봉건시대나 산업화가 되기 전 사회에서는 산이나 목초지, 수자원 등을 공유하면서 같이 활용하여 왔다. 그러나 산업화가 진행되어 대량생산이 이루어지고 생산과 소비가 분리되면서 토지와 제조자원에 대한 재산권리가 독점적 소유권의 형태로 변환되었다.

Rifkin(2014)은 자본주의 시스템이 성공을 해서 경쟁과정을 통하여 극단적인 생산성향상이 달성되어 한계생산비용이 제로에 가까워지면, 역설적으로 “이윤”이 제로에 가까워져 자본주의의 기반이 되는 기업의 존재를 위협하게 될 것이라고 예측한다. 그리고 실제 이런 현상은 곳곳에서 관찰되고 있다. 예를 들어 출판사, 편집자, 인쇄업자, 도매업자, 유통업자, 교육분야, 신문, 음악업계 등에서 한계비용이 급격히 줄어들어

비즈니스 자체가 크게 위협받는 상황이 오고 있다.

이런 현상이 계속되면, 더 이상 대규모 투자를 필요로 하는 기업이 필요가 없게 되고 모든 사람들이 생산자이면서 소비자가 되는 프로슈머 (Prosumer)의 사회로 변할 것으로 예상된다(Jeong and Lee, 2013).

공유경제 모델에 관한 연구가 국내에서 진행되어 왔는데, Lee *et al.* (2015)은 중소기업 경쟁력 향상방안의 하나로 공유경제모형을 제시하였다. 그 외의 연구는 대부분 물류자원 공유를 다루고 있었는데, Choi(2006)는 해운사와 컨테이너 터미널의 정보공유문제를 다루었고, 공유차량이나 자전거의 운영문제를 다룬 연구가 주류를 이루었다(Oh *et al.*, 2011; Kim, 2014; Lee, 2014; Kim *et al.*, 2014b; Kim and Lee, 2015; Shin and Bae, 2012). Choi(2014)는 모바일 산업의 수익공유문제를 다루었다.

해외에서도 공유경제 관련 연구가 많았는데, Raha(2013)는 일반 기업에서 부서간의 자원 공유 문제를 다루었고, 물류자원 공유전략에 대한 연구(Becker and Stern, 2015; Klein *et al.*, 2007)도 있었다. 물류자원의 공유를 위하여 정보기술을 활용하는 연구(Mehmood and Graham, 2015; Gao, 2012; Wu, 2012), 공유물류자원의 운영문제를 다룬 연구(Wang *et al.*, 2014; Bruglieri *et al.*, 2014)등이 있었다.

공유경제의 개념에 입각하여 다양한 자원 공유 비즈니스 모델들이 출현하였다. 그 중에서 특히 물류자원의 공유사례가 많이 발견되었고 실제 사업화에 성공한 사례가 많다.

<Fig. 1>에는 본 논문의 분석과정을 도식화하여 보여주고 있다. 본 논문에서는 물류자원이 공유경제라는 틀 안에서 어떻게 공유가 구현되고 있는지를 조사하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 우선 공유경제의 개념과 자원공유 특성을 문헌조사를 통하여 조사하였다. 그리고 공유경제 실현 사례들을 문헌조사와 인터넷 조사를 통하여 수집하여 다음 장에서 소개하고 분류하였다. 이 개념들이 물류분야에서 실현된 형태와 특성을 문헌조사를 통하여 조사한 후 이를 3장에서 소개하였다. 그리고 물류자원 공유사례를 4장에서 소개하고 분류하였다. 이를 위하여 문헌조사와 비즈니스화 된 플랫폼들을 인터넷을 통하여 조사하였다. 5장에서는 물류자원공유 사례들을 상세히 묘사하였다. 마지막으로 한국에서 활용중인 물류자원 공유 사례를 조사하고 아직 비즈니스화 되지 못하였지만 향후 사업화 가능성이 있는 물류분야의 사례 조사를 위하여 설문 조사를 수행하였다. 일부는 상업화된 플랫폼 (Platform)을 활용할 단계는 아니지만 필요에 의하여 업체별로 다양한 방법으로 타사와 물류자원 공유를 활용하고 있는 사례도 조사

하였다.

본 논문은 다음과 같은 기여가 있다고 할 수 있다. 첫째, 공유경제를 실현한 다양한 사례를 조사하여 정리, 분류하였다. 둘째, 공유경제 개념에 입각한 물류자원의 공유 사례를 조사

하여 정리, 분류하였다. 셋째, 산업체를 대상으로 공유가 부분적으로 시작되고 있거나 공유할 필요성을 느끼는 물류자원을 조사하여 향후 가능성 있는 물류자원 공유 비즈니스 모형을 탐색하여 보았다.

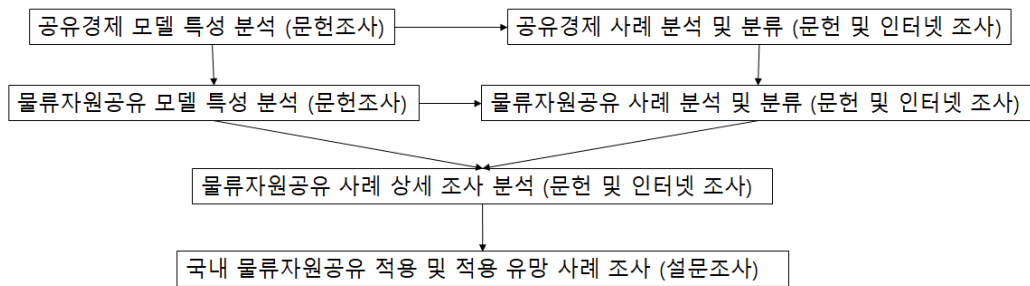


Fig. 1. Analysis Procedure for Study

2. 공유경제의 개념과 사례

우선 이 장에서는 공유경제의 핵심요소, 비즈니스 모델, 공유경제의 추진 동인, 추진 장애요인, 추진효과, 그리고 관련 정책을 소개하고자 한다. 그 다음 본 연구를 통하여 조사된 사례들을 분류하여 소개하고자 한다.

2.1 공유경제의 핵심요소

공유경제가 실행되기 위하여서는 만족되어야 할 몇 가지 선행 조건이 있다. 우선 서로 상호간에 대여 또는 공유할 수 있는 여분의 자원이 존재하여야 한다. 나눌 수 있는 여분의 자원이 없다면 애초에 대여는 불가능하다. 그리고 교환이나 공유가 활성화되기 위해서는 공유에 참가할 참가자들의 규모가 어느 정도 이상은 되어야 한다. 또한 자원의 공유를 통하여 참가자에게 공유 전보다 추가의 편익이 발생하여야 한다. 그렇지 않다면 참가자가 참가할 동기가 없다. 마지막으로 참가자들 사이에 신뢰가 있어 믿고 대여할 수 있어야 한다. 이는 인터넷에 기반을 둔 마켓플레이스에서 불특정 다수 참가자들 사이에 거래가 이루어져야 하기 때문이다(Sharing Economy Information Center, 2017).

그러나 이런 요소들이 갖추어졌다고 해서 공유경제가 당장 실현되는 것은 아니다. 공유경제 관련 법안의 제정이 미흡하여 법률적 분쟁이 생겼을 때 문제가 있을 수 있고, 대중들의 플랫폼 형식의 거래를 할 때 비도덕적인 행동을 할 가능성이 있는 등 여러 가지 문제점이 있다. 또한 온라인에서의 거래이

기 때문에 생길 수 있는 제품 품질상의 문제나 서비스 품질상의 문제가 발생하였을 때 이를 보상받을 수 있는 방법에 대한 대비가 필요하고 이에 대한 대중들의 인식의 변화를 유도할 수 있는 방안을 마련해야 한다.

2.2 공유경제의 비즈니스 모델과 동인

공유경제 시스템 하에서 발생할 수 있는 거래의 형태에는 판매, 재판매 (중고품), 임대, 공동소유, 공동운영 (보모), 투자, 대출, 교환, 임차, 선물, 기부 등과 같은 것들이 가능하다. 공유경제 비즈니스 모델의 수익 메커니즘 (Mechanism)은 다음과 같다. 거래가 플랫폼을 중심으로 진행되며 대여자는 유희자원을 플랫폼에 포스팅 (Posting)하고 이용자는 유희자원을 빌리고 대여료를 지불한다. 이때 플랫폼에서 일정한 수수료를 받는 구조를 이루고 있다. 비즈니스를 구성하는 주요 요소는 온라인 플랫폼, 상호신뢰 그리고 하위 수익모델이 있다. 개인 간의 거래가 활성화되게 하고 적정 규모의 시장을 확보하기 위하여 우선 온라인으로 거래할 수 있는 플랫폼이 필수적이다. 그리고 거래 당사자 간의 신뢰 확보를 위한 평판시스템을 구축하고 수수료 중심인 수익구조를 다변화하기 위해 하위 수익모델 개발이 병행되어야 한다. 이러한 메커니즘을 통해서 대여자와 이용자 그리고 플랫폼 중개자에게 이익을 가져다주는 윈윈(win-win)구조를 가지게 된다. 사실 공유경제는 플랫폼 제공자를 포함한 특정한 한두 명의 비즈니스 주도자에게 이익을 몰아주기 위한 비즈니스 모델이라기보다는 참여자 전원의 비용절감이나 수익 향상을 도모하기 위한 것이다. 이를

통하여 사회전체의 관점으로 보아도 자원을 절약하고 환경문제를 해결하여 사회 전체에도 기여하고자 하는 것이다.

공유경제가 새로운 화두로 떠오르게 된 배경으로 다음과 같은 것들을 들 수 있다(Owyang *et al.*, 2013). 사회적, 경제적, 기술적인 동인 별로 살펴보면, 우선 사회적인 동인으로서 인구밀도의 증가가 한 원인이 되고 있다. 인구밀도가 높아지면서 수요와 공급을 가진 개인들이 주변에 더 많이 분포하게 되었다. 예를 들어 자동차 공유의 경우, 인구밀도가 많아진 결과 더 많은 위치에서 차량을 공급받을 수 있다는 효과가 있다. 다른 사회적인 동인으로서 사회적으로 환경에 대한 중요성을 강조하고 있다는 점이다. 이는 공유경제를 지지하는 사회적인 분위기를 조성하고 있다고 할 수 있다. 또 다른 사회적 동인으로서 많은 사람들이 커뮤니티 소속감에 대한 욕구가 많아졌다는 것이다. 즉, 다른 도시에서 머물더라도 단지 호텔이라는 상업적인 시설에 머물기 보다는 교류를 할 수 있는 이웃이 있고 경험을 나눌 수 있는 다른 사람과 같이 머무는 것을 더 선호하게 되었다는 것이다. 마지막 사회적인 동인으로 이타주의의 일반화라고 할 수 있다. 많은 사람들이 어려운 타인을 돕는 것이 아주 중요하다고 생각한다는 것이다. 이 생각이 서로 나누고 협력하는 공유경제에 참여하게 만드는 또 하나의 동인이라는 것이다.

두 번째 경제적인 동인들이 있다. 우선은 유희 재고품을 이용하여 경제적인 이득을 얻는다는 것이 공유경제의 기본이기 때문에 이것 자체가 경제적인 동인이 된다는 말할 것도 없다. 다른 경제적 동인으로는 공유경제가 경제적인 유연성을 증가시킬 수 있다는 것이다. 예를 들어 여유시간을 이용하여 프리랜서로 소득을 올릴 수 있는 기회가 많아져 이제 구태여 회사에 매여 근무할 필요성이 적어졌다고 할 수 있다. 그 다음으로는 과거에는 소유하지 않으면 사용할 수 없었던 것을 공유경제를 통하여 사용해 볼 수 있게 되었다는 것이다. 마지막으로 인터넷관련 사업에 벤처캐피탈(Venture Capital)을 통한 자금의 유입이 풍부하다는 것도 공유경제가 활성화되고 있는 또 하나의 경제적인 요인이라고 할 수 있다.

마지막으로 기술적인 발전이 공유경제를 뒷받침하고 있다고 할 수 있다. 우선은 SNS를 통하여 P2P(peer-to-peer) 거래가 가능하게 되었고 모바일 기기와 앱(Application)을 활용하여 서비스의 이용이 간편하게 되었다는 것도 한 동인으로 생각할 수 있다. 마지막으로 온라인, 모바일 결제가 가능하게 되었다는 것도 P2P 결제가 필요한 공유경제에 큰 기여를 하고 있다고 할 수 있다.

2.3 공유경제의 장애요인과 효과

공유경제가 여러 가지 긍정적인 효과를 가지고 있는 것은 사실이지만 기존의 산업과 마찰이 있을 수밖에 없기 때문에 실제 시장진입에 다양한 장애요인들이 있다. 먼저, 정부의 규제로 인하여 진입에 어려움이 있다. 예를 들어 Uber와 같은 차량공유 사업이 세금이나 기타 규정을 위반하였다고 제재를 받는 것이 그 예이다. 두 번째로 P2P 공유경제에서는 고객 간의 신뢰가 중요한 자산인데 이 신뢰를 쌓는데 오랜 시간이 필요하다. 세 번째로 각 사이트별로 가지고 있는 평판(Reputation) 시스템이 모든 유사 사이트가 포함된 산업계 전체를 아우르는 평판 시스템인 경우가 드물어 객관적인 신뢰도 평가에 어려움이 있다. 또한 참가자들로부터 솔직한 평가를 이끌어 내는데 어려움이 있을 수 있다. 그리고 이 분야의 사업에 참가하는 많은 스타트업 기업들이 일정한 테스트 기간을 넘기지 못하고 문을 닫는 경우가 많다.

그러나 전체적으로 공유경제는 경제적, 사회적으로 긍정적인 효과가 클 것으로 예상된다. 인터넷의 발달로 수요시장은 점점 커질 것이고 공급시장 또한 개인이 인터넷을 통해 공급을 할 수 있기 때문에 신규시장의 규모는 더욱 커질 것이라 여겨진다. 그리고 대여자에게는 유희자원을 활용한 수익을 얻게 하고 이용자에게는 저렴한 가격으로 공유자원을 빌릴 수 있어 수익성 또한 높다고 볼 수 있다. 뿐만 아니라 소유의 개념에서 공유의 개념으로의 인식변화를 통해 지역경제의 활성화와 일자리를 창출하는 등 사회문제를 개선하는 사회적 효과도 기대할 수 있다. 또한, 전통적인 경제활동과 비교하여 자원의 소비를 줄이는 환경 친화적인 효과도 거둘 수 있다.

2.4 공유경제 관련 정책

우리나라는 공유경제에 대해서 2015년에 들어서야 비로소 제도권에 편입을 하기 위한 시도를 하였다. 우선 시범적으로 검토할 대상은 그동안 이미 사회적인 이슈가 되어 온 카셰어링(Car Sharing) 사업과 숙박업에 대해서 규제완화와 시범사업을 추진할 계획이다. 카셰어링의 경우는 쏘카와 같이 B2P(business-to-peer) 형태의 초단기 임대 형태의 모델과 car pool 방식의 공유모델은 허락하고 있으나 개인 자가용 운전자의 영업활동은 제한하고 있다. 모든 경우를 허락하기 위해서는 기존 관련업계의 반발이 변수이다.

선진국에서도 Uber나 Airbnb가 처음 도입되었을 때 기존업계의 반발과 법률적인 장애가 많이 있었다. 그러나 이제는

많은 나라에서 새로운 경제방식을 수용하려는 입장이고 경우에 따라서는 긍정적인 효과 때문에 이를 장려하는 정책을 내어 놓고 있다. 한발 더 나아가 새로운 산업으로 발전시키려는 움직임마저 있다. 물류자원에 한정된 정책은 아니지만 가장 앞서나가고 있는 공유경제 분야에서 각 선진국의 정책들이 어떤 것들이 나오고 있는지를 살펴보면 앞으로 P2P 형태로 거래되는 물류자원에 대해서도 유사한 정책이 나오리라 예상할 수 있기 때문에 여기에 소개한다(Sharable and the Sustainable Economies Law Center, 2013).

카셰어링은 대표적으로 성공한 공유경제 모델로서 그동안 기존 산업과 많은 마찰이 있어왔다. 그래서 여러 가지 제도적인 개선이 진행되어 왔다. 카셰어링의 실현을 위하여 가장 필요한 것은 주차공간이다. 이에 대하여 선진국에서는 다음과 같은 정책으로 카셰어링을 도우고 있다. 미국 워싱턴 시는 2005년부터 카셰어링 운전자를 위한 무료주차공간을 제공하고 있다. 샌프란시스코에서는 노상 주차공간을 카셰어링 운전자를 위하여 빌려주는 서비스를 시작하였고 시영주차장에서는 카셰어링을 위한 차량은 50%주차요금을 할인받는다. 신축 건물에 대해서 카셰어링을 위한 영구주차공간을 확보하도록 도시계획규정을 정하였다.

시카고, 보스턴, 포틀랜드에서는 카셰어링에 대해서 렌터카와 구분하여 낮은 세금을 물리도록 하였다. 중국의 경우도 2016년 11월부터 차량공유서비스를 완전 합법화하기로 하였다. 최대 8년, 주행거리 60만km이하의 차량, 전과가 없고 최소 3년의 운전경력만 있으면 시장에 참여할 수 있다. 디디추싱(점유율 85.3%)이 Uber(점유율 7.8%)를 인수하였다(The Cosun Ilbo, 2016).

유흥상업공간을 촉진하기 위한 정책도 추진되었다. 캘리포니아주 리치몬드에서는 2008년 리치몬드시는 빈 건물에 대해서 일정한 조건 아래 하루 천달러의 벌금을 부과하는 법을 통과시켰다. 이는 빈 건물의 건물주가 공간을 단체나 소규모 기업가와 공유하게 하는 역할을 했다.

2.5 공유경제의 사례연구와 분류

공유경제의 공유대상이 되는 제품이나 서비스를 분류하여 보았다. 두 가지 기준으로 분류하였다. 첫 번째 분류는 공유하는 자원의 내용에 따라 분류하였다. 사례가 많은 공간, 수송, 물건, 서비스/지식으로 크게 분류할 수 있었다. 두 번째로는 자원공유 모델에 참여하는 참여자에 따라 분류하여 보았다. 이는 자원 공유 비즈니스 모델의 형태를 반영하는 분류이기도

하다. 크게 P2P(peer-to-peer), P2B(peer-to-business), 그리고 B2B(business-to-business)로 분류하였다. P2P는 자원을 가진 불특정 개인이나 사업자가 자원을 필요로 하는 불특정 개인이나 사업자에게 자원을 제공하는 것이고 P2P 플랫폼을 통하여 거래가 이루어지고 있다. P2B 주로 자원 임대 회사에서 개인이나 사업자를 대상으로 임대사업을 하는 형태가 많다. B2B는 회사 차원의 공유는 주로 회사의 운영상 필요로 하는 자원을 서로 다른 회사 사이에 공유하는 형태가 많다.

2.5.1 공유자원의 종류에 따른 분류

2.5.1.1 공간

이 분야가 공유경제의 선구자라고 할 수 있다. Airbnb, HomeAway, Homestay, Couchsurfing, FlipKey, Wimdu, Villas, Roomorama, flats, FlatClub 등이 대표적인 주자라고 할 수 있다. 여러 서로 다른 사이트들의 가격을 비교해서 알려주는 메타 사이트들도 있다(Triping, Roomyeti, AllTheRooms). 아직까지 P2P 임대금액은 전체 숙박비의 2%정도 차지하고 있다고 알려져 있다 (Olson and Kemp, 2015). 사이트 사용요금은 판매자가 임대료의 일정한 비율을 지불하는 방식과 임차인이 임대료의 일정한 비율을 지급하는 방법, 사이트에 일정한 기간 동안 회비를 받는 방법 등이 활용되고 있다. 그러나 여러 나라에서 숙박시설의 공유는 법률적인 제약을 받고 있다. 세금문제를 포함하여 단기숙박을 위한 임대가 일반 주택에 대해서 허락되지 않는 경우가 있는 등, 나라별 규정상의 미비가 다양한 문제를 야기하고 있다. 그러나 공유경제가 활성화되면 이를 지원하는 법률적 정비에 대한 압력이 거세질 것이며 이는 다시 공유경제 확산에 기여할 것으로 기대된다. 그리고 기존의 숙박업계에도 큰 영향을 미치리라 예상한다. 특히 저가 숙박업소가 먼저 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 숙박업 이외에도 주차장, 사무실이나 이벤트를 위한 공간의 일시적인 임대 모델도 많이 나타나고 있다.

2.5.1.2 수송

우선 ride sharing이나 카셰어링 분야를 들 수 있다. 개인이 자동차 소유 비용을 절감하기 위해 개인의 자가용을 공유하는 개인 간 자동차 공유방식(P2P)도 있고, 기업이 자동차를 많이 사 놓고 회원에게 서비스 형식으로 제공하는(B2C) 형태가 있다. 미국에서는 하루 평균 23시간은 자가용이 유흥상태

에 있다고 한다. 앞으로 10년 동안 차량공유 산업은 꾸준히 발전할 것으로 보인다. 2014년 기준으로 전 세계 렌터카 시장이 800억 달러 수준이라면 P2P ride sharing 으로 거래되는 액수는 10억 달러에 불과하다.

이 분야도 역시 법률적인 문제로 진출이 어려운 지역이 많다. 특히 택시 운전수들은 서비스를 위하여 특별한 자격을 갖추어야 하는데 반하여 경우에는 따라서는 그 자격을 갖추는데 많은 비용이 필요하다. 카셰어링에서는 일반인이 영업용 택시를 운전하는 형태가 되어 법률적인 문제가 발생하고 있다. 현재 많은 나라에서 이 문제가 걸려있다. 여러 도시에서 택시 운전수들의 집단행동도 있었다. 다른 인터넷 기반 산업과 마찬가지로 카셰어링 산업도 일정한 규모가 되어야 활성화될 수 있다. 대도시를 중심으로 발전할 것으로 예상된다. 다만 자동 운전 차량이 나타나게 되면 카셰어링 산업에 위협이 될 수 있을 것이다. 카셰어링이 확산되면 우선 택시 업계가 가장 많이 영향을 받을 것으로 본다. 그 다음으로 자동차 렌트 업계가 많은 영향을 받을 것으로 예상된다.

그 외 수송 분야의 다른 적용사례를 보면 다음과 같다. P2P 보트 임대, 주차장 공유, 항공기 공유, 공항에 있는 유희자가용 임대 (공항에 장기로 유희상태로 있는 자가용을 임대하여 주는 비즈니스 모델) 등이 있다.

수송 분야의 대표적인 성공사례로 Uber의 사례를 들 수 있다. 카셰어링 분야의 대표주자로서 샌프란시스코에서 시작하였다. 처음에는 고급 검정색차량을 빌려주는 사업에서 시작하였으나 곧 마켓플레이스 모델을 만들어 카셰어링 분야로 뛰어 들었다. 현재는 53개국에 운영되고 있다. Uber는 여러 가지 상품라인을 가지고 있는데, 저렴한 표준형 차량 서비스로부터 합승 시스템, 고급차 서비스 등이 있다. Uber가 성공한 배경에는 사용하기 쉽다는 간편성, 운전기사와 승객이 양면에서 평가하는 평가제도, 강력한 브랜드 홍보, 고객중심의 경영, 운전자를 위한 세심한 배려 등이 거론된다. 2020년에는 총 수익 680억불에 순수익이 140억불에 달할 것으로 예상된다(Olson and Kemp, 2015).

2.5.1.3 물건, 서비스/지식

P2P로 거래되는 다양한 다른 종류의 서비스가 여기에 해당된다. 음식, 일, 재무 등을 공유하는 것이 이에 해당된다. 우선, 음식공유 모델을 살펴보자. 이 모델에서는 다른 가정을 방문하거나 외부의 사람이 우리 집으로 와서 음식을 해 주는 서비스이다. 여행객이 그 지역의 음식을 맛보기 위하여 이 서

스를 이용할 수 있고 그 지역의 사람이 다른 집을 방문하여 음식을 즐길 수 있다. 단순히 음식을 즐긴다는 것 외에 인간적인 교류를 할 수 있다는 장점이 있다.

두 번째로 서비스의 공유를 들 수 있다. 일상적으로 해야 되는 우리 주변의 일을 다른 사람에게 맡겨 처리하게끔 하는 서비스인데 풀깎기, 청소, 빨래 등이 여기에 해당된다. Handyman Work & Cleaning, Pet Sitting & Other Care, The “Go-Getters”, Item Sharing & Storage Sharing 등이 여기에 해당된다.

세 번째로 재무의 공유를 들 수 있다. 돈을 빌리거나 빌려주는 일을 P2P로 수행하는 것이다. 네 가지 형태가 있는데 P2P Lending 형태, Crowdfunding 형태, Crowdsourced Investing 형태, Shared Insurance 형태의 네 가지가 있다. 첫 번째 그룹의 예에는 Lending Club가 있고 두 번째 그룹의 예에는 Kickstarter, Indiegogo, Tilt, RocketHub, Fundly가 있다. 세 번째 그룹의 예에는 CircleUp, Crowdcube, Wefunder가 있고 네 번째 그룹의 예에는 Guevara가 있다.

2.5.2 자원공유의 주체에 따른 분류

자원 공유 주체에 따라 세 가지 종류로 나누어 볼 수 있다. 첫째, P2P 형태로 자원을 소유한 주체도 개인이고 활용하는 주체도 개인인 경우이다. 두 번째는 자원을 소유한 주체는 회사이고 이를 공유하여 활용하는 주체는 개인이나 복수의 회사인 B2P 경우이다. 마지막으로 유사한 업종의 회사끼리 서로 소유한 자원을 공유하는 B2B 형식이다. 통계에 의하면 약 63%가 P2P 형태의 공유시스템을 운영하고 있다(Owyang 외 2인, 2013).

3. 물류자원 공유 모델 분석

본 장에서는 2장에서 묘사한 공유경제의 틀 안에서 구체적으로 물류자원 공유가 어떻게 이루어지고 있고 그 특징이 무엇인지를 분석하고자 한다. 물류자원 공유 사례는 크게 P2P, B2P와 같은 플랫폼 기반 공유경제에 해당되는 사례와 물류서비스 수요자들 간이나 물류서비스 공급자들 간의 협력을 통한 B2B 형식의 물류자원 공유로 나뉜다.

Table 1. Classification of Shared Resources by the Type of Resource

	회사명	공유 내용	지역	URL
공간	Airbnb	빈 방 공유	미국	www.airbnb.co.kr
	Parkingpanda	주차공간	미국	www.parkingpanda.com
	모두의 주차장	주차공간	한국	www.moduparking.com
	Bnbhero	빈 방과 숙박	한국	www.bnbhero.com
	코자자	한옥숙박	한국	www.kozaza.com
	Open space	미술작품 전시	한국	www.openspace.ative.org
	HomeAway	빈 방 공유	미국	www.homeaway.co.kr
	Homestay	홈스테이 연결	세계	www.homestay.com
	Couchsurfing	빈 방 공유	미국	www.couchsurfing.com
	Flipkey	휴가 공간 공유	미국	www.flipkey.com
	Wimdu	빈 방 공유	독일	www.wimdu.co.kr
	Villas.com	빈 방 공유	네덜란드	www.villas.com
	Roomorama	빈 방 공유	싱가폴	www.roomorama.com
	spacenoah	다용도 공간	한국	www.spacenoah.net
	FlatClub	빈 방 공유	유럽	www.flat-club.com
	Tripping	빈 방 공유 사이트 플랫폼	-	www.tripping.com
	9flats	빈 방 공유	독일	www.9flats.com
	Alltherooms	빈 방 공유 사이트 플랫폼	-	www.alltherooms.com
	Wework	사무실 공유	미국	www.wework.com
	Youtx	빈 방 공유	중국	www.youtx.com
수송	Xiaozhu	숙박	중국	www.xiaozhu.com
	Mayiduanzu	숙박	중국	www.mayi.com
	ParkTag	주차 공간 공유	독일	www.parktag.mobi
	Uber	차량 공유	미국	www.uber.com
	Lyft	커뮤니티드라이버 공유	미국	www.lyft.com
	Zipcar	자동차 렌트	미국	www.zipcar.com
	쏘카	자동차 렌트	한국	www.socar.kr
	풀리스	카풀	한국	www.poolus.kr
	그린카	자동차 렌트	한국	www.greencar.co.kr
	setaway	레크레이션 차량 공유	미국	www.setawaycarrental.com
	푸른바이크	자전거 렌트	한국	www.purunbike.com
	DiDi	차량 공유	중국	www.xiaojukeji.com
	Spinlister	자전거 공유	미국	www.spinlister.com
	Mobike	자전거 공유	중국	www.mobike.com
	ofo	자전거 공유	중국	www.ofo.so
	Mingbikes	자전거 공유	중국	www.mingbikes.com
	Bluegogo	자전거 공유	중국	www.bluegogo.com
	Hellobike	자전거 공유	중국	www.hellobike.com

물건	Rentoid	생활잡화 공유	호주	www.rentoid.com
	Techshop	전문 기계 공유	미국	www.techshop.ws
	Kiple	아동의류/잡화 공유	한국	www.kiple.net
	국민도서관 책꽂이	도서 공유	한국	www.bookoob.co.kr
	BookCrossing	도서공유	132개국	www.bookcrossing.de
	열린옷장	면접용 정장 공유	한국	www.theopencloset.net
	Zilok	차, 레크레이션장비, 가구, 전자기기, 도구	미국, 프랑스	us.zilok.com
	Military sharing	독일과 네델란드 보유한 탱크 공유	독일/네델란드	-
	FLOOW2	불도저, 컴퓨터, 차량 공유	세계	www.floow2.com
	Cohealo	헬스케어 장비 공유	미국	www.cohealo.com
	Getable	건설 장비 공유	미국	www.getable.com
	Yard Club	건설 장비 공유	미국	www.yardclub.com
	Etsy	핸드메이드 물건 공유	미국	www.etsy.com
	Vinted	의류/잡화 공유	미국	www.vinted.com
	UmbraCity	우산 공유	캐나다	www.umbracity.com
	Jiesan	우산 공유	중국	www.jjsan.com
	Xiaodian	충전기 공유	중국	www.xiaodian.so
서비스/ 지식	Viki	영상자막	미국	www.viki.com
	Quirky	상품아이디어	미국	www.quirky.com
	집밥	소셜다이닝	한국	www.zipbob.net
	Handyman	잡역 인력 공유	유럽	www.handy.com
	Pet Sitting & Other Care	애완동물 케어 인력 공유	미국	www.care.com
	마이리얼트립	여행경험	한국	www.myrealtrip.com
	플레이플래닛	여행경험	한국	www.letsplayplanet.com
	위즈덤	재능/소규모 강연	한국	www.wisdo.me
	Chegg	공부, 숙제, 교과서	미국	www.chegg.com
	위시켓	온라인 아웃소싱	한국	www.wishket.com
	HourlyNord	온라인 아웃소싱	미국	www.hourlynord.com
	oDesk(현재 Upwork)	온라인 아웃소싱	미국	www.upwork.com
	Freelancer	온라인 아웃소싱	미국	www.freelancer.com
	eYeka	창작 아이디어 커뮤니티	세계	ko.eyeka.com
	UpCounsel	프리랜서 변호서 매칭	미국	www.upcounsel.com
	CrowdFlower	온라인 아웃소싱	미국	www.crowdfower.com
	TED	강연회 동영상 공유	미국	www.ted.com
	udemy	강좌 동영상 공유	미국	www.udemy.com
	edX	강좌 및 자료 공유	미국	www.edx.org
	BaiduBaik	지식 공유	중국	baik.baidu.com
	Zhihu	경험 및 지식 공유 플랫폼	중국	www.zhihu.com
	Zaihang	경험 및 지식 공유 플랫폼	중국	www.zaih.com

Table 2. Classification of Shared Resources by the Type of Participants

	회사, 사이트명	공유 내용	자원 소유자	자원 사용자
P2P	Airbnb	유희 공간을 공유	개인	개인
	Parkingpanda	주차공간을 공유	개인	개인
	모두의 주차장	주차공간을 공유	개인	개인
	Bnbhero	유희 숙소를 공유	개인	개인
	코자자	유희 공간을 공유	개인	개인
	Rentoid	생활 잡화를 공유	개인	개인
	Kiple	아동물품 공유	개인	개인
	국민도서관 책꽂이	도서를 공유	개인	개인
	BookCrossing	도서공유	개인	개인
	Quirky	지식 및 아이디어를 공유	개인	개인
	집밥	지식과 경험을 공유	개인	개인
	마이리얼트립	여행 지식과 경험을 공유	개인	개인
	플레이플래닛	여행 지식과 경험을 공유	개인	개인
	위즈돔	지식과 경험을 공유	개인	개인
B2P	스페이스 노아	공간 공유와 코워킹 제공	기업	개인
	Lyft	차량공유	기업	개인
	Zipcar	차량공유	기업	개인
	쏘카	차량공유	기업	개인
	그린카	차량공유	기업	개인
	푸른바이크	자전거 공유	기업	개인
	Setaway	차량	기업	개인
	Techshop	산업기계를 공유	기업	개인
	열린옷장	면접용 정장을 공유	기업	개인
	위시켓	인력을 공유	기업	개인
B2B	해운동맹	수송네트워크를 공유	기업	기업
	화물항공동맹	수송네트워크를 공유	기업	기업
	택배	수송네트워크를 공유	기업	기업
	military sharing	탱크 공유	정부	정부

3.1 물류자원 공유의 핵심요소

2장에서 공유경제가 실현되기 위한 요소로서 유희 자원의 존재, 참가할 참가자들의 규모, 공유로 인한 편익 발생, 참가자들 사이의 신뢰의 네 가지가 제시되었다. 유희자원의 존재라는 첫 번째 요소에 대해서 살펴보자. 물류산업은, 그 특성상, 물류자원이 서로 다른 위치와 시간상을 움직이고 물류자원에 대한 수요도 서로 다른 위치와 시간에서 발생하는 네트워크형 산업이라는 특성을 고려할 때, 자원의 수요와 공급이 시간과 공간상에서 서로 위치가 상이하여 그 활용도가 낮아 필요이상의 비용을 지불하여 왔다고 할 수 있다. 두 번째 요소

인 참가할 참가자의 확보 문제는 물류산업의 업체규모가 영세하고 많은 사업체가 참여하고 있다는 점을 고려할 때, 공유경제에 참여할 잠재적인 대상 업체가 많다고 할 수 있다. 세 번째 요소인 공유로 인한 추가 편익의 발생이라는 조건은 자원 공유로 인하여 유희자원의 활용도를 높일 수 있고, 물류자원의 공유로 규모의 경제, 범위의 경제를 달성할 수 있으므로 경제적인 편익이 많이 발생할 가능성이 높다고 할 수 있다. 참가자들 사이의 신뢰문제는 P2P나 B2P 형태의 물류자원 공유의 사례에서는 공유경제의 경우와 동일하게 평판시스템을 통하여 신뢰가 유지된다. B2B의 경우는 동일 업종이나 지역에 속한 업체들 간의 합의된 협력관계이므로 협력체 조직 시점부터 신

리의 바탕이 잘 갖추어진 경우라고 할 수 있다.

공유경제가 최근 사회적 경제, 동반성장, 상생경제 등의 키워드와 더불어 주요한 사회적 이슈가 되었지만 물류분야에 있어서 자원의 공동 활용은 오래전부터 활용되어 왔던 전략이다. 더구나 즉, 물류자원의 공유는 많은 중소 물류기업에게는 경쟁력을 확보할 수 있는 중요한 수단이고 이를 최근 발전하고 있는 IT 기술과 공유경제에 대한 사회적 공감대가 뒷받침을 하고 있다고 할 수 있다.

3.2 물류자원 공유의 동인

2장에서는 공유경제의 동인으로서 사회적 동인, 경제적 동인, 기술적인 동인으로 나누어 분석하였다. 사회적인 동인으로서 인구밀도의 증가, 환경에 대한 중요성 강조, 커뮤니티 소속감에 대한 욕구 증대, 이타주의의 일반화 등이 제시되었고, 경제적인 동인으로서 비용절감, 벤처캐피탈을 통한 자금조달 가능성 증대 등이 지적되었다. 그리고 IT 기술발전이 기술적인 요인으로 제시되었다. 물류자원 공유의 경우, P2P나 B2P의 경우는 플랫폼 기반의 공유 경제의 일종이므로 2장에서 제시한 공유경제와 동일한 동인을 가지고 있다고 할 수 있다. 그러나 B2B 물류자원 공유의 경우는 그 중 일부 동인이 강조되고 있다고 할 수 있다. 즉, 환경에 대한 중요성 강조, 비용절감, IT 기술발전이 주된 동인으로 파악된다.

물류자원 공유는 (Gonzalez-Feliu, Morana, 2011) 경제 및 환경적 동인으로 공유가 이루어지는 경우가 가장 많은데, 공유를 함으로써 비용을 절감하는 효과를 거둘 수 있다는 것이 자원공유에 참가하는 이유일 것이다. 그리고 UCC 경우처럼 환경을 개선하기 위한 목적으로 자원공유가 이루어지는 경우도 많이 있다. 경제적 환경적 동인은 공유경제의 동인에 포함된다.

그러나 물류자원 공유의 경우는 세 가지 추가적인 동인들이 있다. 첫 번째로 제도적으로 자원공유를 하지 않으면 안 되는 경우가 여기에 해당된다. 예를 들어 이태리 제노바나 네델란드 암스테르담에서는 특정지역을 특정시간대에 진입하기 위한 Permit을 발행하여 제한한다든지, 이태리의 Padova나 Bologna에서의 경우처럼, 일정 적재율이하의 차량이나 탄소배출량이 일정양이상인 차량의 통행을 제한 한다든지, Monaco나 이태리 Vicenza에서처럼 특정 지역에는 한 회사의 차량만 진입하게 제한하여 수송서비스를 공동으로 하게 유도한다든지 하는 것들이 그 예이다.

두 번째로, 참여사간의 밀접한 관계로 인하여 자연스럽게

협업을 통하여 자원을 공유하게 되는 경우이다. 동일 업종에 속해 있거나 동일한 공급망에 소속되어서 같이 활동하면서 자연스럽게 협업을 해 오게 되는 경우이다. 소규모 트럭운송사들 간의 공동운영이나 일정한 지역 소매점간의 공동배송 등이 대표적인 사례이다.

마지막으로, 금융적인 동인을 들 수 있다. 특별한 계기로 공공 자금이 투입되어서 자원공유가 추진되는 경우이다. UCC와 같은 사례가 대표적이다.

3.3 물류자원 공유의 제약조건들

그러나 물류자원을 공유하는 데는 현실적으로 다양한 제약조건이나 장애요인들이 존재한다 (Gonzalez-Feliu, Morana, 2011). 우선, 공유경제에서 다양한 비즈니스모델들이 전통적인 경제모델과 충돌하는 경우에서 볼 수 있듯이 물류자원 모델이 제도권에 편입되기 위해서도 다양한 제도적 개선이 필요하다는 것은 일반적인 공유경제의 경우와 동일하다. 추가적으로 현재의 경제시스템이 지니고 있는 다양한 제약들이 물류자원의 공유를 가로막고 있는 경우가 많다.

첫 번째 제약요인으로써 조직상의 제약을 들 수 있다. 이는 서로 다른 회사들 사이에 물류관련 업무프로세스나 용기, 하역 방법 등이 상이하여 물류자원을 공유하는데 어려움이 있는 경우가 많아 이들이 극복되어야 할 문제인 경우가 많다.

두 번째로 보안문제를 들 수 있다. 자원공유를 위해서 많은 경우 개별 기업의 물류정보를 공유하여야 할 경우가 생기는데 특히 서로 경쟁업체 사이의 정보공유는 상당히 민감한 경우가 많다. 필요한 정보를 활용하되 경쟁업체에 공개되지 않도록 하는 것과 공유를 위한 의사결정방법이 개별기업의 정보를 보호하는 방식으로 설계되는 것이 중요하다.

세 번째 물류서비스에 대한 책임문제를 들 수 있다. 물류자원을 공유하게 되면 물류서비스 수주를 받은 주체와 서비스를 제공하는 주체가 서로 다를 수 있다. 또한 물류자원의 사용자가 그 물류자원의 소유주가 아닐 수도 있다. 이 경우, 물류서비스나 물류자원의 품질에 문제가 있을 경우 누가 어느 정도의 책임을 어떻게 질 것인가 하는 문제가 해결되어야 한다. 이와 같은 책임문제가 사전에 명확하게 설정되어 있어야 한다.

3.4 물류자원 공유 관련 정책 소개

공유경제 관련된 정책에 대해서는 앞에서 서술하였는데, 물류자원 공유 관련 산업도 공유경제와 동일한 제도적 제약과

정책적 방향을 공유한다고 할 수 있다. 하나의 차이점이라면 물류 자원 공유와 관련된 정책 분야에서는 그동안 정부가 물류합리화 측면에서 다양한 물류공동화 정책을 추진해 왔다는 점을 들 수 있다. 아래에 이에 대해 서술하도록 하겠다.

3.4.1 우리나라의 법, 제도, 정책

국토교통부의 물류정책기본법에서 물류공동화를 추진하는 기업에 대해서 예산지원 가능성에 대해서 언급하고 시범지역 지정, 시범사업 지정에 대해서 명시하고 있다. 국가물류기본계획법에는 공동집배송단지 건립촉진 및 활성화 지원, 산업단지 내 제조기업간 물류공동화 추진 지원 및 사례 발굴 등이 언급되어 있다. 물류시설 개발을 위한 법률 제 4조에도 도시 내 공동물류시설 지정, 산업단지 내 물류기능 강화, 공동집배송센터 지정 및 활성화, 화물자동차 공영차고지 설치 등에 대해 구체적인 안이 들어 있다. 산업자원통상부의 경우도 유통산업발전법에서 공동집배송센터에 대해 다루고 있고 중소유통공동도매물류센터, 중소기업물류공동화 등을 정책적으로 추진하고 있다. 문화관광부에서도 문화상품의 원활한 유통을 위하여 공동물류창고 설치 및 운영에 대해서 고시하고 있다(Seo and Han, 2009).

3.4.2 해외 법규 및 정책 사례

일본의 물류종합효율화법에 의하면 주로 공동화를 통한 수송 및 보관의 합리화를 추진하고 있다. 항만, 철도, 공항 근처의 물류거점을 설치하여 물류서비스를 개선하고자 추진하고 있다. 특히 고속도로 IC 근처에 물류센터를 건립하여 해당 도시로 들어가는 화물의 집화, 배송을 할 수 있도록 장려하고 있다. 유통업무종합효율화 계획으로 인정받는 경우 창고와 같은 유통시설을 설치하는 경우 과제특례를 적용받을 수 있도록 배려하고 있다. 물류종합시책시강(2009-2013)에서는 환경부하가 적은 물류체제로 바꾸는 방향으로 지방공공단체나 물류업체, 화주 등을 유도하는 정책을 담고 있다. 특히 도시 내의 물류공동화를 추진하기 위하여 그린물류파트너쉽 모델사업, 공동집배송지원 등을 추진하고 있다.

유럽은 오래전부터 도심 내 화물차량의 진입을 억제하기 위하여 다양한 정책을 추진하여 왔다. 대표적인 사례로 이태리의 Interporti, 네덜란드와 영국의 Urban distribution center, 벨기에의 Goods distribution center, 프랑스의 공공물류터미널, 독일의 Guterverkehrszentrums(GVZ)등에서

화물터미널등 인프라를 설치하였다. 독일의 GVZ와 이태리의 Interporti는 복합운송의 활성화를 목적으로 철도수송 효율화를 위하여 설치된 공동물류센터이다. 그 외에도 도심으로의 화물차량 진입을 제한하는 여러 가지 정책이 영국과 네덜란드에서 실시되고 있다.

3.5 물류자원공유 실현을 위해 유용한 기술

여기서는 물류자원 공유를 위하여 필요한 기술을 소개한다. 주로 정보기술이 주된 소요기술이 된다. IoT (Internet of Things) 기술, 클라우드 컴퓨팅 (Cloud Computing) 기술, 빅 데이터 (Big Data) 기술, 인공지능 (Artificial Intelligence) 기술, 비즈니스 모델링 (Business Modelling) 기술 등이 관련된 기술들이다. 다음에 하나하나 소개한다.

3.5.1 IoT

IoT란 데이터를 수집하고 교환할 수 있는 능력이 있는 전자기기, 소프트웨어, 센서 (Sensor), 액추에이터 (Actuator)가 탑재된 장비, 차량, 건물, 도구 등으로 구성된 네트워크를 말한다. 차량이나 포장용기와 같은 물류자원은 속성상 위치를 옮겨 다니기 때문에 과거에는 그 위치를 물류거점에 도착한 다음에야 파악할 수 있었다. 그러나 IoT 기술의 도움으로 이제는 실시간으로 위치 파악이 가능하게 되었다. 물류 자원 공유를 위해서는 다른 공유 참가자가 사용하고 있는 물류자원의 위치와 상태 파악이 필수적이다. IoT는 이를 구현하는데 필요한 중요한 기술이다.

3.5.2 클라우드 컴퓨팅 기술

클라우드 컴퓨팅 기술은 인터넷 기반 기술인데 컴퓨터나 여러 가지 디바이스의 요청에 따라 컴퓨팅 자원을 할당하는 기술이다. 이 기술은 여러 디바이스나 컴퓨터가 인터넷을 통하여 언제 어디서나 요청만 하면 공유하는 네트워크, 서버, 데이터 저장장치, 응용프로그램, 기타 서비스를 활용할 수 있게 해준다. 물류자원공유를 위해서는 물류자원에 대한 정보나 물류자원 수요에 관한 정보를 중앙 데이터 센터에 저장해 두고 자원 할당에 필요한 응용소프트웨어를 공동으로 사용하는 방식의 운영이 예상되는 바, 이들 컴퓨팅 자원을 실시간으로 효율적으로 할당하고 운영하는 기술이 필요할 것이다.

3.5.3 빅 데이터 기술

대부분의 형태의 물류자원공유는 중앙에 거래정보를 유지하고 처리하는 정보시스템인 마켓플레이스를 통하여 이루어지기 때문에 처리하는 정보의 양이 매우 많다. 정보를 주고받는 방법이 스마트폰 일 수 있고 SNS를 통해서 할 수도 있고 또 다른 통신 매체를 통해서할 수도 있다. 불특정 다수의 참가자로부터 임의의 시간에 많은 양의 데이터가 도착하게 된다. 마켓플레이스가 단순히 중개의 역할을 넘어 시장을 창출하고 사용자의 더 나은 이익을 제공해 주기 위해서는 과거의 거래정보를 바탕으로 미래의 가능한 거래를 추천하고 유도하는 기능을 갖추게 할 필요가 있다.

3.5.4 인공지능 기술

기본적으로 효율적인 자원공유를 위해서는 합리적인 자원의 할당이 필요하다. 참가자의 주관적인 의사결정에 맡길 수도 있으나 이는 가장 효율적인 자원할당이 되기는 어려울 것이다. 자원할당을 효율적으로 하기 위해서 중앙 거래시스템이 의사결정을 지원하여 시스템 전체의 효율화를 달성할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 이에 필요한 기술이 인공지능이다. 인공지능 기술은 지능적인 문제해결 논리와 데이터 분석을 통해 최상의 의사결정을 하게 하는 기능을 수행한다.

3.5.5 비즈니스 모델링과 비즈니스 프로세스 모델링

비즈니스 모델은 경제적인 혹은 사회적인 가치를 어떻게 만들어 낼 것인가 하는 방법을 묘사한 것이다. 일반적인 공유경제의 경우, 어떻게 수익을 창출할 것인가 하는 문제를 다룬다. 이것은 물류자원 공유체제가 살아남느냐 하는 문제이므로 무엇보다도 근본적인 문제라고 할 수 있다. 비즈니스 프로세스 모델이란 이런 목적을 달성할 수 있도록 구체적인 운영절차를 정하는 일이다. 이 두 가지 모델에 공유시스템의 성패가 달려 있다고 해도 과언이 아니다.

4. 물류자원 공유 사례 분류

2장에서 공유경제 모델들을 분류한 기준에 따라 첫 번째로 공유물류자원 종류에 따라 분류했고 다음으로 물류자원 공유 주체에 따라 분류하여 보았다.

4.1 공유 물류자원의 종류에 따른 분류

우선 공유물류자원의 종류에 따라 물류자원 공유모델을 분류하여 보았다. 크게 정보, 운반용기, 수송수단 및 서비스, 물류시설 및 서비스, 물류네트워크로 분류하였다. 정보도 물류에 있어서 중요한 자원이고 하드웨어의 공유로 진입하기 위한 필수적인 단계라는 입장에서 공유자원으로 독립시켰다. 물류시설 및 서비스, 물류네트워크는 공유 방식과 밀접한 관계를 가지고 있다. 즉, 공동물류라는 형식으로 일정한 그룹의 회사들이 참여하는 형식으로 운영되는 경우는 대부분 물류시설과 물류서비스를 공유하는 경우에 포함되므로 이 항목에 포함하였다. 해운동맹과 같이 카르텔 (Cartel)을 형성하여 운영하는 경우는 물류시설과 서비스를 공유하는 경우에도 해당하지만 특수한 운영방식으로 구별되므로 따로 분리하여 물류네트워크 공유 항목을 두었다.

4.1.1 정보

물류관련 정보도 중요한 물류자원의 하나이다. 서로 다른 회사가 자신의 물류정보를 타사와 공유하여 물류활동의 효율을 향상시킬 수 있다. 이 분류에 포함되는 것은 매출 정보, 재고 수준, 납품 예상 시간 등의 정보를 서로 다른 회사와 교환하거나 공유하는 것을 말한다 (Song *et al.*, 2009). 한 대표적인 사례가 Vendor Managed Inventory (VMI) 시스템이다. 이 경우는 공급자가 고객사의 판매정보를 실시간으로 파악하여 제품의 공급일정을 발주 없이 스스로 결정하여 정하는 것을 말한다.

다른 사례는 Vehicle Booking System (VBS)이다. 트럭이 항만에 들어오기 전에 서전에 예약을 하게 되고 터미널은 예약 트럭 수를 제한함으로써 터미널의 혼잡을 평활화할 수 있게 된다. 예약에 관한 정보는 터미널의 운영에도 활용하게 된다 (Gui, 2016). 앞의 예에서처럼 각 사가 보유하고 있는 정보를 타 관련사와 공유함으로써 물류의 효율을 개선할 수 있는 사례는 많이 찾아 볼 수 있을 것이다. 여기서 정보가 언제 공유되느냐 하는 시점에 따라서도 그 효과가 다를 것으로 예상된다.

또 하나의 사례는 컨테이너 터미널의 웹사이트를 통해 선석 스케줄 및 선박의 입/출항 정보를 실시간 공유하는 것으로 화주나 물류업체의 의사결정에 많은 도움을 주고 있다.

물류 정보를 이용하여 자원공유를 달성하는 중요한 사례로서 Virtual Warehouse (VW) 개념을 들 수 있다. 이는 지역적으로 분산되어 저장되어 있는 재고를 인터넷 상에 공유하여 특

정 지역에서 재고의 부족이 발생하는 경우, 인터넷상에 있는 다른 지역의 재고를 활용하여 부족을 해결한다는 개념이다. 이렇게 하여 과다한 재고를 지역마다 보유하는 낭비를 줄이고자 하는 것이다(Landers *et al.*, 2000). 재고라고 하는 것을 판매를 위한 자원이라고 한다면, 재고를 공유하는 이 전략도 중요한 자원공유의 한 부분으로 볼 수 있다. VW를 실현하기 위해서는 정보기술의 활용이 필요한데 데이터베이스, 인터페이스, 무선통신, GPS, 지도정보, 자동인식기능 등을 포함한다. 또한 정보기술로 수집된 자료를 활용하여 재고를 지역별로 할당한다든지 재고수준을 최적화하고 재고를 창고사이에 운반하는 계획을 작성한다든지 하는 의사결정 기능이 필요하다.

4.1.2 운반용기

화물을 운반하기 위하여 운반용기를 사용하게 되는데 운반용기는 운반이 완료되고 난 후, 운반용기를 다음 화물의 위치로 옮겨 줄 필요가 있다. 많은 경우 비용을 수반하기 때문에 물류회사에서 이 비용을 줄이기 위하여 많은 노력을 하게 된다. 운반용기의 운반은 여러 회사가 협업을 통하여 줄일 수 있는 기회가 많다고 할 수 있다.

4.1.2.1 컨테이너

각 선사별로 화물 운송에 필요한 공 컨테이너 개수와 화물 운송 후 발생하는 공 컨테이너 개수 사이에 시간적, 공간적인 괴리가 많다. 이로 인하여 화물을 적재하기 위한 컨테이너가 필요한 지역에서는 공 컨테이너가 부족하고, 화물 운송 후 발생된 공 컨테이너를 적시에 사용하지 못할 경우 컨테이너를 보관하는 비용을 지출하거나, 별도의 운송비용을 들여 이를 필요로 하는 지역으로 공급해야 하는 상황이 일어나고 있다. 이러한 문제를 최소화 할 수 있는 방법으로 자신 소유가 아닌 컨테이너를 임대하여 화물운송에 사용한 후 반납하는 방법이 적용되고 있다. 이는 주로 e-market 의 형태의 중개시스템을 통하여 잉여컨테이너 공급자와 공컨테이너 수요자가 서로의 정보를 교환하고 연결된 수요자와 공급자 사이에 off-line으로 거래를 수행하는 형식으로 공유가 시행되고 있다(Boile *et al.*, 2007).

4.1.2.2 파렛트

파렛트 풀 (Pallet Pool) 시스템은 전형적인 물류자원 공유

의 한 형태로 간주될 수 있다. 원래 한 회사에서 자사의 파렛트를 가지고 운영을 하는 경우에는 공장에서 파렛트 위에 물건을 싣고 수요지에 도착하면 상품을 내리고 빈 파렛트를 다시 공장으로 싣고 와야 한다. 그러나 파렛트 풀을 이용하는 경우에는 빈 파렛트를 수요지에 있는 파렛트 풀 장치장에 반납하면 끝나는 것이다. 이렇게 빈 파렛트의 운송을 줄일 수 있다는 것이 파렛트 풀의 장점이다. 파렛트 풀 시스템은 전국적으로 많은 물류센터를 제공하여야 하고 표준 파렛트를 다량 보유하여 불특정 다수의 화주에게도 파렛트를 공급할 수 있도록 하여야 한다. 또한 빈 파렛트의 공급과 수요가 지역적으로 일치하지 않을 경우, 빈 파렛트를 재배치하여야 하는 경우도 있으므로 전국적으로 파렛트를 재배치하고 회수할 수 있는 운송 시스템이 뒷받침되어야 한다.

국제 간 물류운송에 있어서도 유사한 문제가 있다. 수송비용이 많이 들어 일회용 파렛트를 구입한다든지, 국제간 빈 파렛트를 회수하는데 수송비용이 많이 드는 등의 비용문제와 환경문제 등이 이슈가 되어왔다.

4.1.2.3 샤시 (Chassis)

샤시도 화물을 운반하는 보조기구로서 컨테이너와 유사한 성격을 가지고 있다. 공유를 하게 되면 빈 샤시를 이동하는데 들어가는 비용을 대폭 절감할 수 있다. 그러나 각 운송사가 샤시를 중요한 영업자원이라 경쟁력을 나타낸다고 생각하여 자사의 샤시를 자사 통제 하에 보유하기를 원하며 독립적인 번호판이 부착되어 있어 제도적으로 해결하여야 할 문제가 남아 있다. 따라서 컨테이너와 마찬가지로 공유가 활성화되어 있지 않다.

4.1.3 수송수단 및 서비스

가장 많은 스타트업 창업이 생기고 있는 분야라고 할 수 있다. 우선 첫 번째 형태로 불특정 다수의 고객과 운송서비스 제공자가 e-market을 통하여 수요와 공급의 정보를 공유하여 만나는 형식이다 (P2P). 두 번째로는 사전에 정해진 고객 그룹이나 운송사 그룹이 비용절감을 목적으로 수송서비스를 공동으로 활용하거나 공동으로 제공하는 방식이다. 화물수송의 경우 고객들 사이에 협업을 통하여 트럭을 공동 운행하는 방식과 서로 다른 운송사가 운반요구를 공동으로 수행하여 차량의 적재율을 높이고 공차운행 을 줄이는 방법의 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 사전에 합의된 제한된 수의 고객 사이에 트

력서비스를 공유한다든지, 사전에 합의된 제한된 수의 운송사들 사이에 운송주문을 공유하는 경우가 첫 번째 경우이다. 대표적인 예가 포장이사 역경매사이트이다(Isa Mall, 2017).

4.1.4 물류시설 및 서비스

물류시설의 공유 사례로는 대표적인 것으로 공동물류센터를 들 수 있다. 이는 주로 특정한 그룹의 회사들이 물류비용을 줄이기 위하여 공동으로 물류센터를 설립하여 운영하는 것이다. 그 다음으로 창고의 공간을 일시적으로 필요로 하는 회사와 공간을 임대해 주는 회사를 P2P 형식으로 연결해주는 경우(소호물과 공간 임대회사의 공간 brokering)가 있다. 동일한 회사 간에 일시적으로 남는 저장 공간이나 물류센터 시설을 공유하여 사용하는 경우(컨테이너 터미널간의 시설 공유), 서로 다른 업종의 기업끼리 보완적으로 시설을 활용하는 협업체제가 있다. 마지막으로 수송시설사이의 화물의 전달과정을 효율적으로 하기 위하여 여러 서로 다른 수송관련 회사들이 공공으로 수송센터를 활용하는 경우가 있다.

4.1.4.1 공동물류센터

공동물류센터는 동일한 지역에 위치한 소매점들이 공동으로 창고를 지어 공장으로부터 공급받은 상품을 저장하기 위한 시설이다. 공장으로부터 상품을 공급받을 때 대량으로 공급을 받아 대량할인을 받을 수 있고, 공동으로 창고를 건설함으로써 창고 건설비용을 줄이고, 공동으로 각 회사가 배송을 받을 수 있어 배송비용을 줄이는 효과를 거둘 수 있다. 이런 경우 주로 소매점들이 협동조합을 결성하여 물류센터를 운영하는 경우가 많다. 슈퍼마켓 협동조합 공동물류센터가 한 예이다. 경우에 따라서는 소규모 생산자들이 물류비용을 줄이기 위하여 공동물류센터를 만들기도 한다. 예를 들어 해외에 수출을 하는 신선제품 업체들은 해외 특정지역에 공동물류센터를 지어 놓고 비용이 많이 드는 많은 소매점까지의 배달을 이 공동물류센터에서 공동으로 수행하여 비용을 줄이는 방식이다. 따라서 이 경우는 물류센터만 공동으로 활용하는 것이 아니라 수송서비스까지 공동으로 활용하고 있다고 볼 수 있다.

4.1.4.2 소규모 유통업자와 창고업자의 공간 임대

소규모 온라인 유통업자는 물량이 소규모라서 자체적으로 상품을 보관하기 위한 창고를 보유하기 힘들다. P2P 방식으

로 공간을 필요로 하는 소규모 유통업자와 가용한 공간이 있는 창고업자를 연결하여 창고 공간의 임대를 주선하는 비즈니스 모델이다.

4.1.4.3 온라인 쇼핑몰과 유통업체의 협업

택배회사가 마지막 배달과정으로 인한 많은 비용을 줄이고자 편의점을 활용하여 택배를 받거나 찾아가게 하는 경우가 종종 있다. 이 경우 택배회사는 마지막 단계의 배달 비용을 줄일 수 있어 큰 비용 절감효과가 있고 편의점의 경우는 고객을 편의점으로 유도할 수 있는 장점이 있어 좋다. 이런 형태의 협업이 온라인 쇼핑몰과 유통업체 사이에서도 이루어지고 있다.

4.1.4.4 Urban Consolidation Center (UCC)

도시집화센터는 공공배분창고, 중앙화물분류거점, 도시환적화물센터, 사용자 공유 창고, 운송플랫폼, 협력배달시스템 등과 같은 개념이다. 도시집화센터라는 개념은 도시 내의 교통량을 줄이기 위하여 외곽의 물류센터에서 화물을 집화하여 운반하는 것을 말한다. 그렇게 하지 않으면 각 트럭이 따로따로 시내로 들어가서 마지막 고객에게 배달을 하게 되는데 그 경우 화물의 양이 많지 않아 트럭 적재율도 낮아 많은 교통체증을 유발하게 된다. UCC의 장점으로는 트럭의 적재율이 높아지고 시내에서의 혼잡이 줄어들다. 트럭의 주행거리도 줄어들고 환경개선에 기여한다. 그러나 화물차 운전자들의 반대에 부딪힐 수 있고 UCC 설치를 위해 정부의 재정적인 지원이 필요할 수도 있다. 큰 공간이 필요하고 따라서 많은 액수의 투자가 필요할 수 있다. UCC의 위치를 결정하는 문제와 도시 내에서의 수송 네트워크를 구축하는 문제는 중요한 의사결정 문제이다.

4.1.4.5 수송연계센터 시설 공유

기본적으로 인터모달(Inter-modal) 터미널들은 여러 해운사나 항공사들이 하나의 터미널을 공동으로 사용하는 전통적인 모델로서 비용을 절감하고 가동율을 높이기 위하여 활용되어 왔다. 그러나 최근에도 수송수단들 사이의 동기화와 비효율적인 대기과 운반을 줄이기 위하여 수송연계센터를 서로 다른 운송사나 철도회사들이 공동으로 운용하는 사례가 많다. 그 예들 중에 미국에서 제안된 화물수송용 철도사이의 공유철송장과 네델란드의 사시교환터미널이 대표적이다.

Table 3. Classification of Cases of Logistics Resource Sharing by the Type of Resource

	회사명	공유 내용	지역	URL
정보	스윗트래커	택배조회 및 자동배송추적 서비스	한국	www.sweettracker.net
	HUBIWULIU	화물 차량 경로 정보 공유 및 화물 차량 매칭 플랫폼	중국	www.hubiwl.com
운반용기	한국파렛트폴	파렛트의 공동 이용	한국	kpp.logisall.com
	아시아파렛트폴	T-11형 표준규격 파렛트	아시아	kpp.logisall.com
수송수단/ 서비스	아다치화물운송사업협동조합 시즈오카현화물운송협동조합 후쿠시마현화물운송협동조합	공동수주, 공동배차, 공동금융, 고속도로통행료금선불할인제도	일본	(정승주, 이태영, 2013)
	Auvergne Transroute (ATR)	중소화물 운송업체협동조합	프랑스	www.atr-transport.fr
	ASTRE (Association de Transporteur Europeens)	중소화물운송사업자협동조합	프랑스	www.astre.fr
	이사물	이사관련 플랫폼	한국	www.2424.net
	Convoy	트럭예약 및 물류 수송	미국	convoy.com
	Roadie	화물 수송	미국	www.roadie.com
	Shyp	화물 수송	미국	www.shyp.com
	ShipBob	화물 수송	미국	www.shipbob.com
	Shiphawk	화물 수송 및 운송 플랫폼	미국	www.shiphawk.com
	크린바스켓	세탁물 수거 및 배달	한국	www.cleanbasket.co.kr
	메쉬코리아	맛집, 배달전문업	한국	www.meshkorea.com
	메쉬프라임	퀵 서비스	한국	www.meshprime.com
	베이팩스	공항과 호텔사이의 수하물 운반	한국	baypax.com
	LOJI	화물 수송 차량 매칭 플랫폼	중국	www.loji.com
	Yunniao	도시 화물 차량 매칭 플랫폼	중국	www.yunniao.com
	GogGvan	화물 차량 매칭 플랫폼	홍콩	www.gogovan.com.hk
	Fanaer	화물 운송 차량 매칭 플랫폼	중국	www.fanaer56.com
물류시설 및 서비스	Parcel Pending	택배/우편물 locker 서비스	미국	www.parcelpending.com
	마이창고	창고공유를 통한 물류유통	한국	www.mychango.com
	유니클로/세븐일레븐	세븐일레븐의 점포를 유니클로 배송센터로 활용	일본	—
	UCC	도시 물류센타	유럽	—
	지역물류공동화	도쿄오페라시티 배송공동화 요코하마-모토마치 상가공동화 니시신주쿠지구마치루 staff 사업	일본	(정승주, 이태영, 2013)
	조달/배송물류 공동화	백화점 및 도매업 공동물류 제조업 조달 공동 물류 자동차부품의 공동조달물류	일본, 한국	—
	Cainiao	물류 공동화 플랫폼	중국	www.cainiao.com.cn
	화물항공공동맹	스카이팀 카고, 와우 얼라이언스	세계	—
물류 네트워크	해운동맹	2M, G6, CKYHE, O3	세계	—
	택배	택배사간의 배송망 공유	한국	—

4.1.4.6 터미널간의 자원공유

인접 컨테이너 터미널 간 물류자원 공유도 시도되고 있다. 이는 터미널 간 경쟁이 심화되고 선사에서의 서비스 요구수준이 높아지면서 주어진 자원으로 더 좋은 서비스를 제공하고 비용을 절감하기 위한 방책으로 활용되고 있다. 선석을 인접 터미널끼리 공유한다든지 장치장을 공유한다든지 야드 장비를 공유한다든지 하는 시도가 일어나고 있다(Yonhap News Agency, 2012).

4.1.5 물류네트워크

자원공유의 발전된 형태로 수송수단이나 물류센터를 공동 운영하는데서 한걸음 더 나아가 수송 스케줄, 수송센터, 인력 등 관련 자원 전부를 공유하는 것이 일부 물류산업에서는 일반화되어 왔다. 대표적인 것이 해운동맹과 화물항공동맹인데 일종의 카르텔로 그 역사가 오래되었다. 최근에는 택배사들의 경쟁심화로 중소택배사들이 비용절감을 목적으로 물류센터나 수송업무를 공동으로 하는 경우가 나타나고 있다.

4.1.5.1 해운동맹

정기선 해운에 있어서 선복량이 과잉이 되어 선사 간에 수주경쟁이 심화되면 운임이 낮아지게 되어 서로 많은 피해를 입을 수 있다. 이런 것을 방지하기 위하여 생겨난 것이 상호간의 협조체제인 해운 동맹이다. 즉, 운임이 너무 낮아지는 것을 방지하기 위하여 조직한 카르텔이라고 할 수 있다. 지나친 해운업계의 경쟁은 운임을 낮추고 이익을 줄일 수 있다. 이것은 서로에게 도움이 되지 않기 때문에 얼라이언스 (Alliance) 체제를 만들게 되었다. 이러한 얼라이언스 체제를 보면 해운사들은 영업을 통해 화주들로부터 운송할 물건을 따온다. 그런데 영업을 따로 진행되지만 막상 화물을 실어 나를 선박은 얼라이언스에 속한 회사들 공동으로 운영한다. 예를 들면 얼라이언스에 속한 특정 해운이 미국에 수출할 화물을 수주해왔다고 하면 이 짐을 그 특정 해운에 속한 컨테이너선이 독점하는 것이 아니라, 얼라이언스에 속한 해운회사들이 소유하고 있는 선박들이 나눠서 싣고 운반하게 되는 것이다. 이렇게 함으로써 더 넓은 범위의 수송네트워크를 활용할 수 있게 되고 동일항로에서도 더 자주 선박을 띄울 수 있게 되어 화주에 대한 서비스를 개선하고 물량확보에 규모의 경제 이익을 누릴 수 있게 된다.

4.1.5.2 화물항공동맹

여러 항공사 간 항공기를 공동운항함으로써 기항지를 늘리고 운항 빈도를 늘리며 시설비용을 줄일 수 있어 활발하게 운영되고 있는 항공동맹과는 달리 화물항공동맹은 별로 널리 알려져 있지 않다. 그리고 결성된 동맹도 2개 정도 이다. 이는 기존의 대형 화물전용 항공사의 활동이 워낙 활발하여 상대적으로 동맹은 승객수송기에만 집중되어 있는 현상이다.

4.1.5.3 중소 택배사간의 제휴

택배사간의 가격경쟁이 심해지자 비용을 줄이기 위하여 택배사간의 제휴를 통하여 배송망을 공유하는 사례가 있다.

4.2 물류자원 공유주체에 따른 분류

2장에서 공유경제 모델을 분류한 기준을 적용하여 물류자원 공유주체에 따라 공유모델을 분류하여 보았다. 공유경제 모델의 분류에서는 자원 공유 주체에 따라 우선 분류하였고, P2P, B2P, 그리고 B2B의 세 가지 형식으로 분류하였다. P2P와 B2P의 두 가지 경우는 인터넷의 마켓플레이스를 통하여 공유자원에 대한 정보를 이용하여 여유자원을 가진 공급자와 자원이 필요한 수요자가 연결되는 방식의 공유모형이다. B2B는 물류자원 공급자 또는 수요자 그룹들이 물류자원을 공동으로 운영하여 물류효율을 개선하려는 목적으로 물류자원을 공유하는 경우이다.

4.2.1 P2P

이 경우는 물류자원을 소유한 주체도 개인이고 활용하는 주체도 개인인 경우이다. 가용한 자원과 자원에 대한 수요에 대한 정보를 불특정 다수의 참가자가 공유한다. 즉, 서비스 제공자와 서비스 사용자가 서로의 정보를 공유하게 해주는 마켓플레이스를 통하여 서로 빌려 사용한다. 이 분류에 관련된 많은 사례들은 이미 2장에서 많이 소개된 바 있다.

4.2.2 B2P

자원을 소유한 주체는 회사이고 이를 공유하여 활용하는 주체는 개인이나 복수의 회사인 경우이다. 여기에 해당되는 것은 물류자원 Rental System이다. 카셰어링, 바이크 셰어링

(Bike Sharing) 등이 그 예이다. 회사가 많은 자원을 소유하여 불특정 다수의 고객에게 렌트를 해 주는 형식으로 인터넷 기반으로 거래가 이루어지고 사용자가 물류자원을 소유하지 않고 사용하는 방식으로 본 장에서 이야기하는 일종의 자원 공유로서 분류될 수 있다.

4.2.3 B2B

유사한 업종이나 인근 지역에 위치한 회사끼리 서로 물류자원을 공유하거나 공동운영하는 형식이다. 물류자원의 경우 B2B 형식의 공유에 해당되는 경우는 크게 두 가지 특징적인 부류로 구분될 수 있었다. 첫째는 물류공동화라는 범주에 속하는 것으로 동일한 업종이나 동일한 지역의 물류서비스 수요 기업들끼리 물류센터나 물류서비스를 공동으로 활용하여 비용을 줄이는 경우이다. 두 번째는 물류서비스 공급업체끼리 물류비용을 줄이기 위한 협력을 들 수 있는데 대표적인 사례가 해운동맹과 같은 물류서비스 카르텔이다.

4.2.3.1 물류공동화 기반 공유

물류공동화는 수직적 제휴와 수평적 제휴로 구분된다. 수직적 제휴는 공급망관리, 종합물류서비스 등을 이용하여 추진되는데 공급망상에 있는 각종 물류정보를 공유하고 의사결정을 공유하여 효율을 향상시키는 방식이다. 수평적 제휴는 물류서비스 업체나 물류서비스 사용자에게 해당되는 동종업체가 배송이나 저장 시에 규모의 경제를 이득을 추구하고자 하는 것이다. 즉, 미리 사전에 조직된 동일한 업종의 복수의 기업들이 공동으로 물류시설이나 배송을 함으로써 배송비용과 물류시설의 사용비용을 줄이고자하는 것이다. 주로 공동의 배송차량을 이용하여 밀크런(Milk Run) 형식으로 각사를 방문하여 배송할 물건을 모은 뒤 적재율을 높여 같이 배송을 한다든지 물류창고를 공동으로 사용하여 각사가 물류창고를 보유하고 유지하는 비용을 줄이고자 하는 것이다.

물류공동화에는 다양한 서비스 형태가 있다. 권역 내 수/배송공동화는 일정한 지역 내에 있는 중소기업이나 유통업체들이 적재율을 높이고 수/배송비용을 줄이기 위하여 공동으로 배차를 하는 경우이다. 간선수송공동화는 해운, 철송, 트럭 등을 이용하여 장거리 수송을 할 때, 수송수단의 적재율을 높이기 위하여 서로 다른 수송서비스 제공 업체나 수송서비스 사용업체가 공동으로 수송수단을 활용하는 경우에 해당된다. 수송서비스 제공업체가 좀 더 밀접하게 공동화를 행하는 경우에

는 다음에 설명할 해운동맹과 같은 카르텔 형태로 발전된다. 그 다음으로 공동물류센터를 설립하여 각 업체가 물류센터를 설립하는 비용을 절감하는 경우이다. 이 업체들은 물류서비스 제공업체일 수도 있고 화주일 수도 있다.

4.2.3.2 물류서비스 카르텔

해운동맹이나 화물항공동맹과 같이 경쟁에 의한 가격하락을 방지하고 공동운항을 통한 규모의 경제를 실현하려는 목적을 가진 카르텔을 말한다. 사전에 일정한 조건으로 개별 회사의 소유자원을 내어 놓고 이를 공동의 자원으로 나누어 사용한다. 장기적인 계약에 의하여 얼라이언스를 구성하여 운영한다. 자세한 설명은 앞서 제시된 바 있다.

5. 물류자원 공유 대표 사례에 대한 상세 소개

앞장에서 물류자원 공유 현황을 분야별로 대략적으로 소개하였다. 이 장에서는 분야별로 대표적인 사례를 구체적으로 소개하고자 한다.

5.1 정보

우선 물류정보를 공유한 사례를 구체적으로 소개하고자 한다. 하나는 트럭예약시스템이고 다른 하나는 재고정보를 공유하는 사례이다.

1-stop 차량 북킹 시스템은 호주에서 개발된 제품으로 호주의 여러 터미널과 필리핀(Manila International Container Terminal, Asian Terminals, Inc)을 비롯한 여러 터미널에 설치되어 운영되고 있다(1-stop connections Pty Ltd, 2015). Terminal Appointment Booking System(혹은 Vehicle Booking System; VBS)을 적용하기 전과 후를 호주항만의 경우를 이용하여 그 효과를 비교한 보고 자료에 따르면, 2006년과 2012년을 비교하였는데 2006년은 적용 전이고 2012년은 적용 후이다. 피크시간대를 기준으로 물동량이 26%증가 했음에도 불구하고 트럭의 터미널내 체류시간은 오히려 줄었다고 보고하고 있다. 그리고 트럭 당 처리 컨테이너 개수(TEU)도 23%정도 증가되었다고 보고되었다. 그 외에도 PSA Antwerp 터미널, 홍콩, 두바이, 영국 Southampton 등에서 활용되고 있다.

DEPOSCO(2017)는 배송센터, 상점 등 여러 장소에 있는

상품의 재고를 고려하여 특정주문에 대해서 최적의 인출위치를 정해주고 그 재고를 예약해서 고객이 문제없이 가져갈 수 있도록 조치하고 전체 공급망에 있는 재고를 모두 한 시스템에서 관리할 수 있게 한다.

5.2 운반용기/도구

5.2.1 컨테이너

Xchange(2017)는 공컨테이너, 트럭, 샴시, 선박의 빈 슬롯 등 서로 교환하게 하는 마켓플레이스이다. 여기서는 교환을 지원해 주는 정보전달의 역할 뿐만 아니라 공 컨테이너의 수급상황을 통계치로 정보제공을 해주고 교환의 가능성이 많은 회사에 추천을 해 주는 능동적인 기능까지 갖추고 있다. 이는 과거의 데이터를 분석한 결과를 활용하고 있다는 증거이다. 주로 아시아 마켓을 주 타겟으로 하였고 23개 해운사 6개 컨테이너 임대회사가 참여하고 있고 매주 30,000개정도의 컨테이너를 거래하고 있다. 다음 목표시장은 유럽으로 삼고 있다. 보스턴 컨설팅 그룹에 소속되어 있다.

1-stop(2017)은 호주에 본거지를 두고 있는 시스템으로 호주뿐만 아니라 동남아시아등지에서 많이 사용되고 있다. 이 시스템도 공컨테이너의 공유를 통해 공컨테이너 운반거리를 줄이는 기능을 제공하고 있다. 물론 그 외에 예약시스템의 기능이랄는지 하는 물류정보 포털 시스템으로서의 다양한 기능도 갖추고 있다. 미국의 SynchroNet(2017)도 인터넷을 통하여 컨테이너를 공유하는 사이트를 제공하고 있다.

5.2.2 파렛트

LogisAll(2017)은 우리나라의 대표적인 파렛트 풀 회사로서 이 회사에서 도입한 파렛트풀 시스템은 파렛트의 치수, 규격 등을 표준화하여 서로 다른 제조사나 유통업체가 파렛트를 공동 이용할 수 있게 지원하고 있다.

아시아 파렛트풀 시스템 (Asia Pallet Pool System; APPS)은 물류비용 절감 및 물류합리화를 이루기 위해 한국, 일본, 대만, 중국, 싱가포르 등에서 공동으로 표준규격의 파렛트를 대여 운영하기 위하여 구축하였다. 지역 내 파렛트 공유화는 물류비용의 절감하고 친환경적이라는 직접적인 효과뿐만 아니라 국가 간을 이동할 때 동일한 파렛트를 사용할 수 있다는 일관 수송체계를 실현할 수 있고, 방역 등 불필요한 절차 간소화할 수 있고 일관 수송으로 유통손실감소, 사업장 관리

효율화 등 무형효과도 거둘 수 있다고 예상한다(한국파렛트 풀, 2017).

5.2.3 샴시

Xchange(2017)와 같은 일부 마켓플레이스에서 샴시를 교환할 수 있는 기능을 제공하고 있다. International Asset Systems(2017)도 샴시를 등록하여 공유하는 인터넷 사이트를 제공하고 있다. 로스엔젤레스 항만은 Direct ChassisLink Inc., Flexi-Van Leasing Inc. 그리고 TRAC Intermodal의 3개사가 보유하고 있는 샴시를 공동으로 활용하기로 한 사례가 있다. 이 세 개 회사에서는 남부 캘리포니아 지역에서 유통되고 있는 샴시의 80%를 취급하고 있고 그 동안 각사가 자사의 샴시만을 사용할 수 있다는 제약 때문에 항만 내에서 많은 교통체증을 유발하여 왔는데 이를 줄이는데 기여를 할 것으로 기대된다(Meeks, 2015).

다른 사례로는 국가 간 트레일러 공동 사용의 사례이다. 샴시는 차량과 마찬가지로 번호판이 붙어있어 서로 다른 나라의 번호판을 단 트레일러가 다른 나라의 도로위에 주행할 수 없다는 것은 자명하다. 주된 문제는 나라마다 도로 안전기준이 달라 한 나라의 트레일러가 다른 나라의 안전기준이나 법규를 만족시키지 못하기 때문이다. 만일 우리나라에서 일본으로 수출을 하는 경우, 후쿠오카 항만까지는 우리 트레일러로 운반을 하고 후쿠오카 항에서 화물을 꺼내어 일본 트레일러에 옮겨 실어야 하는 불편을 겪게 된다. 천일정기화물자동차는 한일간 더블넘버샴시 서비스를 2013년부터 실시하고 있다. 닛산에 자동차 부품을 수출하면서 물류비용을 줄이기 위하여 한중일 물류장관회의를 거쳐 합의를 하게 됨으로써 가능하게 되었다. <Fig. 2>는 두 개의 번호판을 단 천일정기화물자동차의 트레일러를 보여주고 있다. 이 사례는 국가 간의 물류자원 공유사례로 들 수 있겠다. 우리나라의 경우는 활어차와 반도체 제조장치 등에 한해 일본 차량의 주행을 제한적으로 허용해 왔다.

로테르담의 샴시교환터미널 사례(Dekker *et al.*, 2013)이다. 이 사례는 네덜란드에서 추진 중인 프로젝트인데 항만의 혼잡을 줄이기 위하여 외부에서 항만으로 들어오고 나가는 트럭은 샴시교환터미널에서 샴시와 수출컨테이너를 두고 가거나 샴시와 수입컨테이너를 가져가는 방식이다. 항만과 샴시교환터미널 사이는 한가한 야간에 집중적으로 이송을 하게 된다. 이를 위하여 참여 운송사 사이에 샴시를 공동으로 운용할 필요가 있다.



Fig. 2. Double Number Chassis of Chunil Cargo Transportation

5.3 수송서비스

콘보이 (Convoy)는 아마존 출신이 댄 루이스가 2015년 초에 창업한 회사로 트럭판 Uber 서비스라고 할 수 있다. 화물의 운송거리나 무게에 따라 투명하게 요금을 책정하고 화물의 위치를 화주가 추적할 수 있는 시스템을 갖추었다. 트럭 운전 기사들은 저렴한 수수료만 지불하고 안정적인 물량 확보가 가능하게 되었다. 로디(Roadie)는 2014년 마크폴린에 의해서 세워진 회사로서 택배업계의 Uber와 같은 회사이다. 같은 지역에 있는 로디 드라이버가 사용자의 물건을 운반해 주는 것이다. 자동차 운전자이면 누구나 로디 드라이버가 될 수 있으며 서비스 평가에 의해서 신뢰도가 유지된다. 시프(Shyp, 2017)는 화주의 집을 방문하여 포장을 해 주는 서비스를 제공한다. 배달은 십스터(Shipster, 2017)에 에이전트로 가입한 개인, 운송사 등의 차량이 픽업을 한다. 누구나 에이전트가 될 수 있다는 측면에서 Uber와 유사한 성격을 가진다고 할 수 있다.

Amazon Plex는 아마존의 공유경제형 배송 서비스이다. 아마존도 공유경제형 배송 서비스를 도입하였는데, 단시간에 배송을 해야 하는 요구는 증가하였는데 택배회사의 배송시간은 그것을 만족하지 못하였기 때문이다. 아마존은 이 문제를 해결하기 위하여 공유경제형 배송서비스를 활용하기로 하였다. 모집된 기사들로부터 배송서비스를 제공받고 일정한 시간급을 지불하게 된다. 그러면 아마존의 입장에서 인프라 투자 없이 특급배송서비스를 제공할 수 있게 된다.

Clean Basket(2017)는 2014년부터 서비스를 시작하였는데 세탁물을 고객이 정하는 시간에 고객에게서 수거하고 세탁소에서 완료된 세탁물을 고객이 정하는 시간에 고객에게 배달해

주는 서비스를 제공한다. 이 서비스의 장점은 세탁진행상태, 배송상태 등을 실시간으로 확인 할 수 있다는 것이다. B2P 형태로서 한 회사에서 복수의 불특정 다수 고객으로부터 온 주문을 처리한다.

Mesh Korea(2017)는 2013년에 설립되어 오프라인 음식점과 배달 업체를 연결해 주는 서비스를 제공하고 있다. 음식 배달 전문업체 “부탁해”등과 제휴를 맺고 있다. 하루 이용자 수가 6,000명 정도 된다. Mesh Prime(2017)은 스쿠터, 퀵, 택배 개인 사업자들을 활용하여 기사용 앱을 보급하여 물류배송 통합허브를 운영하고 있다. 최적의 배차계산을 하여 배송지시를 한다. 서울지역 총 650명 스쿠터 운전자를 활용하여 서비스 중이다.

VeriTread(2017)는 중량 화물을 수송하기 위한 화주와 트럭 운송 서비스 제공자를 연결해 주는 마켓플레이스이다. 특히 Oversized 화물에 특화되어 있다(P2P). Cargomatic(2017)은 트럭과 화물을 연결해주는 중개시스템이다. 2013년에 창업하였고 LA 지역에서 처음 영업을 시작하였다. 특히 항만지역의 체증을 줄이기 위하여 LA 항에 도입하였다. 현재는 뉴욕, 샌프란시스코에 까지 영업 범위를 확장하여 적용하고 있다. Keychain(2017)도 유사한 서비스를 제공하고 있다.

Deliv(2017)은 백화점, 소매점과 같은 retailer가 고객에게 운반하여야 할 물건을 매일 가용한 시간이 있는 운전자를 활용하여 고객에게 구매품을 운반하는 서비스를 제공한다. Retailer는 계약을 맺은 상점이 대상이 되고 운전자는 누구나 될 수 있다. 당일 배송을 주된 마케팅 전략으로 하고 있으나 그 외 사전에 정해진 시간에 배달도 가능하다.

PiggyBee(2017)은 여행객이 여행을 하면서 동시에 짐

을 운반해 주는 서비스를 제공할 수 있는데 이때 여행객과 화주를 연결해 주는 역할을 수행한다. P2P 서비스 형태이다. 화주는 운반해야할 물건을 인터넷에 포스팅하고 여행객은 자기의 여행 스케줄을 포스팅하여 서로 적합한 상대를 찾는 방식으로 진행된다. 이 사이트에서의 중개료는 무료이다. Freindshippr(2017)와 Nimber (2017)도 유사한 서비스를 제공하고 있다(P2P). TrunkBird(2017)도 모든 종류의 수송수단을 이용해서 이동하는 승객을 활용하여 짐을 운반하는 서비스를 제공하고 있는데 궁극적으로는 짐을 운반함으로써 여행객이 교통비를 들이지 않고 여행하는 것을 목표로 내세우고 있다(P2P).

Zipments For You(2017)은 기존의 zipments 가 retail-to-consumer 서비스를 대상으로 하였다면 이 서비스는 consumer-to-consumer 형태의 서비스이다. 260개의 택배사들을 연결하여 최상의 서비스를 제공한다(P2P). Schlep(2017)는 P2P 형태의 마켓플레이스이다. 크기가 큰 물건이나 모양이 비정형이라 운반이 어려운 물건을 옮겨 주는데 특화되어 있다. 운반할 물건이 있는 사람과 트럭이나 트럭이 없더라도 운반을 도울 수 있는 사람들이 등록을 하면 서로 연결해 준다.

5.4 물류시설

5.4.1 공동물류센터

국내외 협동조합이 건설한 공동물류센타를 비롯하여 물류회사가 설립한 공동물류센타 등 아주 많은 사례를 찾아 볼 수 있다. 국내에서 추진된 물류공동화 사례들은 아래와 같이 구분될 수 있다(Seo and Han, 2009).

우선 첫째로 조달물류공동화 사업을 들 수 있다. 예를 들어 자동차 부품조달 물류공동화사업이 있다. 자동차 업계는 부품업체로부터 생산된 부품을 집하, 공동보관, 공동 납품하는 물류공동화 시스템을 운영하고 있다. 현대자동차, 삼성자동차 공히 활용하고 있다. 자동차 조립업체의 생산계획에 따라 부품업체에서 생산된 부품은 공동으로 운영하는 트럭으로 집화센터에 운반이 되고 이 집화센터에서 상세한 납입지시에 따라 JIT 방식으로 납품이 되던지 서열납품방식으로 조립라인에 투입되게 된다. 그 다음으로 조선기자재 공동물류 사업이 그 한 예이다. 부산 녹산 공단에 설립되어 있고 조선기자재의 공동 집하, 공동 납품, 공동 운송, 저장 공간제공 등을 통하여 비용을 절감하고 효율을 향상시키기 위한 시설이다.

두 번째로 물류서비스기업 중심의 공동물류사업을 들 수 있다. 지역업체를 위한 물류서비스 공동화에 다음의 사례가 있다. 전문물류기업인 삼영물류에서 인천 남동공단 중소기업(2006년 10월 기준 석유화학, 가구, 종이, 전자, 의복, 식음료 등 37개 업체)을 대상으로 공동 물류센터 운영, 공동배송 등으로 비용을 절감하고 있다. 수출입물류공동화 사업도 한 예이다. 인천지역의 기업들이 부산항에 화물을 선적하기 위하여 각자가 소량의 화물을 부산항까지 직접 운반하는 대신 집화를 하여 같이 운반함으로써 비용을 줄이고자 공동물류센터를 개설하였다. 특송전문업체, 포워더, 보세운송업체 등의 물류기업이 입주하여 원 스톱 서비스를 제공하고 있다. 마지막으로 신선물류공동화사업을 예로 들 수 있다. 엑스포레쉬(Exopresh)물류는 냉장냉동식품 보관과 운송을 위하여 전국에 물류센터를 건립하여 중소기업 공급업체를 대상으로 집화, 보관, 배송업무를 공동화하여 수행하고 있다.

세 번째로 서비스 사용기업 중심의 공동물류를 한 그룹으로 소개할 수 있다. 소매물류 공동화가 한 예이다. 이는 지역 내 편의점과 같은 소매점들이 물류비용을 줄이기 위하여 공동배송센터, 공동 배송차량을 이용하여 비용을 줄이고자 하는 것이다. 이 경우 물류서비스 자체는 아웃소싱을 하는 모델이다.

5.4.2 소규모 유통업자와 창고업자의 공간 임대

Mychanggo(2017)가 대표적인 사례이다. 2014년 설립된 마이창고는 창고가 필요한 소호몰과 물류창고를 연결해 주어 창고를 임대해 주는 서비스를 제공한다. 품목 하나 하나당 저장비용을 계산하는 방식을 사용하고 있어 저장 물량이 많지 않은 소호몰에게 유리한 조건이라고 할 수 있다.

5.4.3 온라인 쇼핑몰과 유통업체의 협업

유니클로(UNIQLO)가 세븐일레븐(7-11) 편의점을 활용하는 사례가 대표적인 사례이다. 온라인 쇼핑몰에서 주문한 유니클로 의류를 고객에게 직접 배달하는 대신 편의점과 유통망을 공유해서 물류비를 절감하게 되었다. 유니클로는 편의점의 물류망을 공유를 통해서 유지비용이 높은 물류창고나 매장 확장의 부담을 줄여서 비용을 줄이고 편의점은 더 많은 고객을 편의점 안으로 끌어 들일 수 있어서 판매가 확대되는 효과가 있다.

5.4.4 Urban consolidation center (UCC)

네델란드의 Binnenstadservice(2017)는 네델란드의 15개 도시에 적용된 개념으로 도심에 있는 소매점을 대신하여 도시집화센터를 운영하고 있다. 처음으로 Nijmegen에서 시작하였다. 성공한 원인을 열거해 보면, 일정한 수 이상의 소매점들이 참가하였고 출발시 정부의 지원이 있었으며 결국 비용절감을 경험하게 되었기 때문에 성공하게 되었다. 10%정도의 비용절감과 40%정도의 탄소배출 감소가 있었다고 추정했다 (BESTFACT, 2013). 스웨덴 Gothenburg의 Stadsleveransen (Stadsleveransen, 2013) 시스템은 500여개의 가게로 가는 배달 물량을 공동으로 풀링하여 수행한다. 바퀴가 여섯 개가 달린 화물자전거에 수레를 매달고 직접 골목골목을 누빈다. 그전에 자동차가 다니던 도심의 길이 도로를 위한 길, 자전거를 위한 길로 바뀌었다. 오전 5시와 10시 사이에만 차량으로 화물을 운반할 수 있다. 이전에 차량으로 뒤덮였던 광경은 사라졌다. Stadsleveransen은 도심의 10개 도로에 걸쳐 있는 지역을 담당하고 있는데 화물 집화 터미널에 도착한 상품은 2대의 전기차와 2대의 화물자전거를 이용해서 하루에 350개 이상의 택배물건을 각 상점에 배달을 하게 된다(Theguardian, 2015). CityDepot(2017)는 벨기에에서 활용하고 있는 스마트 도시물류 센터로서 도시의 외곽에 물류센터를 건설하여 도매, 소매업, 온라인 판매를 하고 있는 업체들이 도시에 진입함이 없이 여기에 갖다 놓으면 라벨링, 포장, 배송 등을싼 가격으로 고객이 원하는 스케줄대로 수행해 주는 역할을 한다. 반품회수, 우편업무, 파렛트임대, 재고관리, 포장재 공급 및 폐기등과 같은 부수적인 작업도 수행한다. 그 외 프랑스 La Rochelle 과 Monaco에도 유사한 개념의 UCC가 운영되고 있다.

5.4.5 수송연계센터 시설 공유

서로 다른 회사들이 운영하는 화물수송용 철도사이에 철송장(Lanigan *et al.*, 2007)을 공유하는 사례가 있다. 시카고에서 발생하고 있는 각 철송장에서의 연간 반출 횟수 중 30-50%는 철송장간의 이동이 차지한다고 한다. 한 철도차량에서 내려 다른 철도회사의 화차에 싣는 데까지 소요되는 시간은 24-70시간이나 걸리고 있다. 이는 철도수송의 비효율적인 요인으로 지적되고 있다. 이들 철도회사가 나름대로의 철도 시설을 가지고 운영하고 있으며 이들 사이를 공유철송장이 연결해 주는 역할을 한다.

다른 사례로서 야시교환터미널을 들 수 있다. 야시교환터미널은 네델란드에서 추진 중인 프로젝트인데 항만의 혼잡을 줄이기 위하여 외부에서 항만으로 들어 보고 나가는 트럭은 야시교환터미널에 야시와 수출컨테이너를 두고 가거나 야시와 수입컨테이너를 가져가는 방식이다. 이 야시교환터미널은 항만으로부터 멀리 떨어져 내륙교통의 요지에 위치하게 될 것이다. 야시교환터미널에 놓인 수출컨테이너는 교통이 한가한 야간시간을 이용하여 항만의 각 터미널에 운반이 되고 수입컨테이너도 야간시간에 야시교환터미널로 옮겨 놓을 수 있다. 이 경우 야시를 여러 운송사가 공동으로 사용하여야 할 것이고 야시교환 터미널과 항만과 야시교환터미널 사이를 오고가는 트럭도 공동으로 운영하게 된다.

5.4.6 터미널간의 자원공유

터미널 자원 공유의 좋은 사례로서 부산 북항의 선석 통합 운영을 들 수 있다. 2012년 9월 25일 컨테이너 물동량 유치 과다한 경쟁으로 하역료가 덤핑 (Dumping)되고 부두운영사 경영수지 악화가 되어 부산항의 경쟁력 저하 부두운영의 효율성을 높이기 위해 감만/신감만 부두운영사 6곳의 선석을 통합하기로 결정했다. 선석 통합으로 대형 운영사가 생기게 되어 대형 컨테이너 선박이 2척 이상 동시에 접안할 수 있고 원양선사와 연근해선사가 같은 부두에 기항할 수 있게 돼 환적비용을 줄이기 위한 목적이었다(Yonhap News Agency, 2012).

5.5 물류네트워크

5.5.1 해운동맹

그동안 해운업계에서 운영되어 온 해운 동맹이 물류네트워크 전체를 공유하는 대표적인 사례라고 할 수 있다. 현재 해운동맹은 큰 개편을 앞두고 있다. 4개 동맹 체제에서 <Table 4>와 같이 덴마크 머스크사와 스위스 MSC사가 결성한 2M 동맹, Cosco, 차이나 쉽핑, CMA-CGM, APL, OOCL, EVERGREEN이 결성하게 될 오션 동맹, 하파그로이드, MOL, 양밍, NYK, K라인이 결성하게 될 더 얼라이언스 동맹의 세 개 동맹으로 개편될 예정이다.

5.5.2 화물항공동맹

우선 2000년에 출범한 스카이 카고팀을 들 수 있다. 주로

Table 4. World's Shipping Alliance

2M	오션	더 얼라이언스
36.6%	34.8%	28.6%
머스크 (덴마크) MSC (스위스)	COSCO + 차이나섀핑 (중국) CMA-CGM + APL OOCL (홍콩) EVERGREEN (대만)	하파그로이드 (독일) MOL (일본) 양밍 (대만) NYK (일본) K라인 (일본)

여객기 동맹인 스카이팀 멤버들로 구성되어 있다. 델타항공, 대한항공, 에어 프랑스, 아에로 멕시코, 체코항공, 알리탈리아, KLM, 이에로플로트, 중국남방항공, 중화항공이 포함되어 있다. 두 번째 화물항공동맹으로는 와우 얼라이언스 (WOW Alliance)를 들 수 있다. 2000년에 창립하였으며 싱가포르 항공과 스칸디나비아 항공, 루프트자가 포함되어 있다.

5.5.3 중소 택배사간의 제휴

국내 중견 택배 3사인 아주택배, KT로지스택배, 웨미리택배 등 3사는 지난 2003년 전략적 제휴를 통하여 상호 협조체제를 갖추었다. 이들 3사는 오지지역 택배 공동배송망 구축을 통하여 택배원이 절감하기 위한 목적이었다. 이 제휴는 대형 택배업체와의 경쟁에서 밀리지 않기 위한 것이다(The Transportation News Korea, 2005).

6. 물류자원 공유현황 및 전망 조사

〈Table 3〉에서 열거된 플랫폼을 통한 P2P, B2P 형태나 잘 알려진 물류공동화와 같은 사례 이외에 실제 물류 현장에서 활용되고 있는 물류자원 공유사례를 수집하고 향후 공유하기를 희망하는 물류자원을 수집하기 위하여 케이엘넷의 협조하에 설문조사를 수행하였다. 조사결과는 현재 물류업체와 제조업체에서 공유를 부분적으로 시행하고 있거나 조만간 공유하고자 하는 자원을 조사하기 위한 것인 만큼, 앞으로 물류자원 비즈니스 모델을 발굴하는데 좋은 기초자료로 활용될 수 있으리라 기대한다. 〈Table 5〉에 정리되어 있는 것처럼 물류업과 제조업체가 포함되어 있는 35개 업체로부터 설문지를 회수하였다. 설문지의 내용은 아래와 같다. 우선 현재 공유를 하여 활용하고 있는 물류자원과 앞으로 공유하고 싶은 물류자원을 물었다. 물류자원의 내용으로는 물류정보와 하드웨어 형태의 물

류자원으로 구분하여 질문하였다. 그 설문결과가 〈Table 6〉에 정리되어 있다.

자원의 공유에 대한 사례는 물류업체에서 많이 발견할 수 있었고 자원 공유에 대한 향후 희망사항도 많이 제시되었다. 현재 활용중인 공유물류자원이라 하여 광범위하게 사용되고 있다고 하기 보다는 설문대상 업체의 한두 군데에서 공유 사례가 있다는 것이다. 우선, 물류정보와 소프트웨어에 대한 공유요구가 많았다. 이는 제조업체에서도 하청업체와의 거래정보를 공유할 필요를 갖고 있는 회사가 많았다. 물류업체에서도 화물의 위치, 이동계획, 타사의 작업진행 상황 등에 대한 정보를 공유하여 업무를 개선하고자 하는 사례나 요구가 많았다. 뿐만 아니라 정보시스템을 공유하고자 하는 요구도 많았는데 이는 클라우드 컴퓨팅기술의 발달로 현실성 있는 공유형태로 보인다. 이미 운반용기에서는 컨테이너를 여러 선사가 공유하여 사용하는 플랫폼 사업이 운영되고 있으나 트레일러나 야시도 컨테이너와 유사한 성격을 가지는 자원이나 아직 공유가 이루어지고 있지 않은 것으로 보인다. 수송수단에 있어서 선사 선복량이나 화자, 트럭 등은 공동으로 운영되는 사례가 있다. 컨테이너 차량, 바지선이나 택배차량을 서로 다른 회사가 공동으로 운영하려는 경제적인 동기가 있는 것으로 보인다. 물류시설은 선석, 창고, 공동물류센터 등을 공유하는 사례는 이미 있다고 보인다. 컨테이너 터미널의 장치장을 공유하는 방식에 대한 현실적인 안이 제시되었고 터미널마다 설치되어 있는 세관검사장, CFS (Container Freight Station)을 여러 개의 터미널이 공유하여 비용을 줄이는 방안이 제시되었다. 물류장비의 경우 자주 사용하지 않거나 수요의 기복이 심한 장비의 경우 이미 공유 사례가 있거나 공유를 하는 것이 필요하다고 제시되었다. 마지막에는 필요하긴 하지만 유지하기에 비용이 많이 드는 인력에 대해서도 공유하고자 하는 제안이 있었고 실제 공유하는 사례도 있었다. 그 대표적인 사례가 정비인력이다. 여기서 제시된 공유사례는 앞으로 공유 품목을 선정하는데 좋은 가이드 라인 (Guide-Line)으로 역할을 할 수 있을 것으로 기대한다.

Table 5. Survey Respondents by the Type of Industry

업종		설문회수 매수
물류업 (18)	물류주산업	3
	컨테이너 터미널	5
	창고업	1
	운송사	3
	종합물류업	1
	해운선사	2
	물류정보업체	3
제조업 (13)	항공기제조업	2
	조선산업	5
	전력산업	1
	기계제조업	3
	신발제조업	1
	주류제조업	1
기타 (4)	기타 산업체	1
	연구소/협회/단체	3
합계		35

7. 결론

본 논문에서는 물류자원 공유 사례 분석을 목적으로 작성되었다. 우선 공유경제를 통한 자원 공유의 특성과 사례들을 분석하였다. 다음으로 물류자원 공유의 특성을 일반적인 공유경제에서의 자원 공유와 비교하여 분석하였다. 물류자원 공유 대표 사례를 상세히 분석하였으며, 한국에서 실제 수행중이거나 앞으로 실현될 전망이 있는 물류자원 공유 모델을 설문을 통하여 조사하였다.

공유경제에서의 자원 공유는 다양한 사회적, 경제적, 기술적 동인에 의해서 진행되어 왔고 물류자원 공유도 같은 동인에 의해서 진행될 것으로 전망된다. 다만, 물류자원 공유는 환경개선과 물류산업 효율화라는 관점에서 정부가 제도나 정책적인 측면에서 추가적인 동인을 제공할 경우가 있다는 점이 차이점이라 할 수 있다. 그리고 현재 공유경제에서 진행되고 있는 플랫폼 기반의 공유경제 모델 외에도 물류분야에서는 공동물류, 물류카르텔 등을 통하여 오래전부터 물류자원 공유를 시행하여 왔다는 점이 특징이라고 할 수 있다.

물류 자원의 공유는 IT 기술의 발전으로 가속되어 왔고 새로운 기술의 개발이 더 많은 새로운 비즈니스 모델을 창출할

것으로 전망된다. IoT, 클라우드 컴퓨팅 기술, 빅 데이터 기술, 인공지능 기술, 비즈니스 모델링과 비즈니스 프로세스 모델링 등의 새로운 기술들이 공유경제의 활성화에 필요할 것으로 예상된다.

물류 자원 공유에 대한 설문조사 결과 이미 많은 기업들이 여러 가지 형태로 물류자원을 공유하고 있음을 알 수 있었고 여러 가지 새로운 자원에 대한 공유 수요도 상당함을 알 수 있었다. 특히, 기업 간의 물류자원 공유 (B2B)에 관한 현장의 많은 사례를 수집할 수 있었다. 조사결과를 바탕으로 적합한 비즈니스 모델의 개발과 기술개발이 이루어지면 조만간 물류자원 공유가 활성화될 수 있으리라 기대된다. 본 연구에서 설문조사를 통하여 조사하였던 물류자원 공유사례와 미래의 유망 공유 자원의 사례는 향후 물류업체나 제조업체에서 공유를 통한 비용절감을 추구할 때나 새로운 물류자원공유 비즈니스 모델을 수립할 때, 좋은 가이드라인으로서 활용될 수 있으리라 기대한다.

공유분야에서의 스타트업 회사들의 창업이 활발하다는 것으로 조사되었다. 공유경제는 기존의 산업의 틀을 바꾸고 기존의 산업 체계와 마찰을 일으키는 측면이 있다. 그러나 공유로의 추세는 피할 수 없는 세계적인 현상이다. 이를 소극적으

Table 6. Survey Summary of Shared Logistics Resources

	현재 공유 활용중인 물류 자원	미래 공유 희망 물류 자원
정보 및 소프트웨어	물류관리프로그램 자재거래시스템 선박입출항정보 컨테이너 장치위치, 작업상태 컨테이너선적계획정보 선박입출항, 보세관리, 화물관리 정보 터미널간 환적 컨테이너 정보 제철업체와 임가공업체간 물류정보 공유 화물정보/차량정보를 이용한 주선 차량도착예정정보	화물추적 GPS/CCTV 정보 선사 가용 선복 space 정보 정보시스템 터미널 운영시스템 세관, 식물검역원의 검사자료를 공유 야드관리 시스템 트럭도착예약시스템 거래회사간 물류 통합 관리 시스템 컨테이너 수송관계사 공유 정보망 수송계획공동작성 빈 화차 정보 동일화주에 가는 반출컨테이너 정보 철강 야드관리 시스템 차량내 GPS정보와 교통정보 컨테이너 흐름에 대한 정보 공유
운반용기	컨테이너	트레일러 샤시
수송수단, 차량	선사의 선복량 철도화차 트럭	컨테이너 운송차량 바지선 택배차량
물류시설	선석 컨테이너 장치장 차량보관야드, 자재창고 제품창고 주차장 화물보관공간 공동물류센터	컨테이너 터미널 야드장치장 세관검사장 CFS
물류장비	리치스택커 야드크레인 야드트랙터 야드샤시 조선소 해상크레인 지게차 조선소 트랜스포터 계측장비 엔진리프팅 톨	Low bed trailer 하역장비부품 크레인 Empty Container Handler 고소차 Lifting Equipment 안벽크레인 Lashing Cage 보안장비 철도유휴부지 크롤라크레인 장비테스트기
인력	정비인력 IT service 인력 기술인력	장비기사 운영인력 관리자

로 대처하기 보다는 이 분야의 새로운 산업을 우리나라가 유치하고 새로운 성장 동력으로 삼는다는 의미에서 정부와 기업, 그리고 사회적으로 능동적인 지원과 장려가 필요하다.

물류자원공유문제는 환경개선의 차원에서도 긍정적인 효과가 크다. 뿐만 아니라 물류기업이나 제조업체들이 이런 프로그램에 참여하는 경우 사회적 환경 비용의 절감에 기여한다는 측면에서 경제적인 인센티브를 주는 방안을 적극 검토하여야 한다. 그리고 공유경제의 중요한 요소 중의 하나는 사회적 신뢰도가 높아야 한다는 것이다. 사회적 신뢰도 향상을 위하여 국민적 계몽과 교육이 필요하다고 하겠다.

그동안 공동물류가 판매물류, 기업 간 공동물류, 대기업 제조업체 중심으로 많이 정부 정책이 추진되어 온 측면이 있다. 이제는 한 단계 더 나아가 도시공동물류, 지역의 말단 물류를 효율화하는 지역물류, 국제물류 공동화 등으로 영역을 넓혀 갈 필요가 있다. 특히 도시물류공동화는 탄소배출을 줄여 행복한 도시생활을 가능케 하는 가까운 미래에 추진하여야 할 과제로 제안한다.

REFERENCES

- [1] Becker, T. and Stern, H.(2016), "Impact of Resource Sharing in Manufacturing on Logistical Key Figures", *Procedia CIRP*, Vol.41, pp.579-584.
- [2] BESTFACT(2013), "Best Practice Case Quick Info Urban Freight". Retrieved from http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2016/01/CL1_074-QuickInfo_Binnenstadservice-16Dec2015.pdf.
- [3] Binnenstadservice(2017), <http://www.binnenstadservice.nl>.
- [4] Boile, M., Janakiraman, S., Theofanis, S. & Naniopoulos, A.(2007), "Modeling Empty Container Matching Opportunities through a Virtual Container Yard", *Proceedings of the 48th Transportation Research Forum Annual Meeting*, Boston, Massachusetts.
- [5] Bruglieri, M., Colomi, A. and Luè, A.(2014), "The Vehicle Relocation Problem for the One-way Electric Vehicle Sharing: An Application to the Milan Case", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol.111, pp.18-27.
- [6] Cargomatic(2017), <http://www.cargomatic.com>.
- [7] Choi, J. I.(2016), *An Empirical Study on the Impacts of Electronic Information Sharing on Performance between Shipping Company and Container Terminal*, Doctoral Dissertation, The Graduate School, Korea Maritime University.
- [8] Choi, K.(2014), "A Casual Structure of 'Action and Reaction' on the Revenue Sharing in the Mobile Ecosystem", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 14, No. 2, pp.23-33.
- [9] CityDepot(2017), <http://www.citydepot.be>.
- [10] Clean Basket(2017), www.cleanbasket.co.kr.
- [11] Dekker, R., van der Heide, S., van Asperen, E. and Ypsilantis, P.(2013), "A Chassis Exchange Terminal to Reduce Truck Congestion at Container Terminals", *Flexible Services and Manufacturing Journal*, Vol.25, No.4, pp.528-542.
- [12] Deliv(2017), <http://www.deliv.co>.
- [13] DEPOSCO(2017), <http://deposco.com>.
- [14] Freindshippr(2017), <http://friendshippr.com>.
- [15] Gao, J., Ma, J., Zhang, X. and Lu, D.(2012), "Cloud Computing based Logistics Resource Dynamic Integration and Collaboration", *Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, pp. 939-943.
- [16] Gonzalez-Feliu, J. and Morana, J.(2011), "Collaborative Transport Sharing: From Theory to Practice via a Case Study from France", *Technologies for Supporting Reasoning Communities and Collaborative Decision Making: Cooperative Approaches*, Hershey: IGI Global, pp.237-251.
- [17] Gui, L.(2016), "Pre-marshaling Inbound Containers Utilizing Truck Arrival Information with Uncertainty", Master Thesis, Pusan National University.
- [18] Han, S. Y.(2014), "Again, The Age of Sharing", *Wisdom*.
- [19] International Asset Systems(2017), <http://www.interasset.com>.
- [20] Imanirad, R., Cook, W.D. and Zhu, J.(2013). "Partial Input to Output Impacts in DEA: Production Considerations and Resource Sharing among Business Subunits", *Naval Research Logistics*, Vol. 60, No.3, pp.190-207.
- [21] Isa Mall(2017), <http://2424.net>.
- [22] Jeong, S. J. and Lee, T.(2013), *A Study on Share-based Industrial Policy for Small and Medium-sized Logistics Businesses*, The Korea Transport Institute.
- [23] Keychain(2017), <https://www.keychainlogistics.com>.

- [24] Kim, B. C.(2014), "A Study on Efficiency of Logistics Systems through the Operation of a Freight Car Sharing Information System among Companies", *Journal of Korea Society of Computer and Information*, Vol. 19, No. 10, pp.197-205.
- [25] Kim, H. K. and Oh, J. H.(2013), *A Study of Sharing Economy as a Soft Strategy for Urban Regeneration in Busan*, Busan Development Institute.
- [26] Kim, J. S., Jee, W. S. and Kang, S. J.(2014a), "Future and Conditions for Success of Sharing Economy", *Issue and Analysis*, No. 134, pp.1-25.
- [27] Kim, J. S. and Lee, C. U.(2015), "Optimal Inventory Level of Bicycle Sharing Service Considering Operation Costs", *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 20, No. 1, pp.163-173
- [28] Kim, S. H., Jung, H. J., and Bea, S. H.(2014b), "Development of Vehicle Relocation Algorithm for the Promotion of One-way Car Sharing Service", *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 32, No. 3, pp.239-247
- [29] Klein, R., Rai, A. and Straub, D.W.(2007), "Competitive and Cooperative Positioning in Supply Chain Logistics Relationships", *Decision Sciences*, Vol. 38, No.4, pp.611-646.
- [30] Korea Pallet Pool(2017), <http://kpp.logisall.com>.
- [31] Landers, T.L., Cole, M.H., Walker, B. and Kirk, R.W.(2000), "The Virtual Warehousing Concept", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 36, No.2, pp.115-126.
- [32] Lanigan Sr, J., Zumerchik, J., Rodrigue, J.P., Guensler, R. and Rodgers, M.O.(2007), "Shared Intermodal Terminals and the Potential for Improving the Efficiency of Rail-rail Interchange", *In TRB 86th Annual Meeting*.
- [33] Lee, K., Choi, H. R., Hong, S. G. and Cho, M.(2015), "Development of a Sharing Economic Model for the Competitiveness of SMEs", *Entrue Journal of Information Technology*, Vol.14, No.1, pp.93-105.
- [34] LogisAll(2017), <http://www.logisall.co.kr>.
- [35] Meeks, K.R.(2015, Mar 8), "How an Old School Technology Suddenly Contributed to Port Congestion", *Port Operation*. Retrieved from <http://www.prsstelegram.com/business/20150308/how-an-old-school-technology-suddenly-contributed-to-port-congestion>
- [36] Mehmood, R. and Graham, G.(2015), "Big Data Logistics: A Health-care Transport Capacity Sharing Model", *Procedia Computer Science*, Vol.64, pp.1107-1114.
- [37] Mesh Korea(2017), www.meshkorea.net.
- [38] Mesh Prime(2017), www.meshprime.com.
- [39] Mychanggo(2017), <http://www.mychango.com>.
- [40] Nimer(2017), <https://www.nimer.com>.
- [41] Oh, J. H., Park, J. S. and Kim, G. J.(2011), *Cloud Transport System: A Study on the Development of Share-based Transport Systems*, The Korea Transport Institute.
- [42] Olson, M.J., Kemp, S.J.(2015), "Sharing Economy-An in-Depth Look At Its Evolution & Trajectory Across Industries", *PiperJaffray Investment Research [Online]*.
- [43] 1-stop(2017), <https://www.1-stop.biz>.
- [44] 1-stop connections Pyt Ltd(2015), "Terminal Appointment Booking System in Manila launches MICT and ATI terminals roll out 1-Stop's Solution", Media Release.
- [45] Owyang, J., Tran, C. and Silva, C.(2013), "The Collaborative Economy", Altimeter, United States.
- [46] Rhee, J.(2014), "Special Issue on Engineering Technology: Activation of Car Sharing Service through One-way Service", *Engineering Education*, Vol. 21, No. 4, pp.22-25.
- [47] Rifkin, J.(2014), *The Zero Marginal Cost Society*, An, J. H. Trans., Minumsa.
- [48] PiggyBee(2017), <http://www.piggybee.com>.
- [49] Schlep(2017), <https://www.schlep.it>.
- [50] Seo, S. and Han, S.(2009), *Developing the Eco-Friendly Collaboration Method for Logistics*, The Korea Transport Institute.
- [51] Sharable and The Sustainable Economies Law Center(2013), "Policies for Sharable Cities, September: A Sharing Economy Policy Prier for Urban Leaders", <http://www.shareable.net/download-your-copy-of-policies-for-shareable-cities>.
- [52] Sharing Economy Information Center(2017), <http://www.sharebusan.kr/bepa/template.php?midx=33>.
- [53] Shipster(2017), www.goshipster.com.
- [54] Shin, M. and Bae, S.(2012), "Study on Location Decisions for Cloud Transportation System Rental Station", *Journal*

- of Korean Society of Transportation, Vol. 30, No. 2, pp.29-42.
- [55] Song, J., Kim, G., Son, L. and Lee, C.(2009), “Information Sharing as a Competitive Strategy of Logistics and Supply Chain: The Performance Formation Model of Supplier Development Project”, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 9, No. 2, pp.89-98.
- [56] Shyp(2017), www.shyp.com.
- [57] Success Economy Institute(2015), *A Study on Current Status and Implications of Sharing Economy*, Ministry of Trade, Industry and Energy.
- [58] Synchronet(2017), <http://synchronet.co>.
- [59] Theguardian(2015), “The Innovative Delivery System Transforming Gothenburg’s roads”, <https://www.theguardian.com/cities/2015/nov/18/innovative-delivery-system-transforming-göthenburg-roads>.
- [60] The Dong-A Ilbo(2016.08.22.), Retrieved from <http://sports.donga.com/ISSUE/Vote2016/News?m=view&date=20160821&gid=79898427>.
- [61] The Chosun Ilbo(2016.08.24.), Retrieved from http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2016/08/23/2016082303217.html.
- [62] The Transportation News Korea(2005), Retrieved from <https://www.gyotongn.com:446/news/articleView.html?idxno=19360>.
- [63] TrunkBird(2017), <http://TrunkBird.com>.
- [64] VeriTread(2017), www.veritread.com.
- [65] Wang, X., Kopfer, H. and Gendreau, M.(2014), “Operational Transportation Planning of Freight Forwarding Companies in Horizontal Coalitions”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 237, No.3, pp.1133-1141.
- [66] Wu, H. and Shangguan, X.M.(2012), “Regional Logistics Information Resources Integration Patterns and Countermeasures”, *Physics Procedia*, Vol.25, pp.1610~1615.
- [67] Xchange(2017), <https://xchange.bcg.com>.
- [68] Yonhap News Agency(2012), Retrieved from <http://www.yonhapnews.co.kr/economy/2012/09/25/0302000000AKR20120925173900051.HTML>.
- [69] Zipments For You(2017), <https://zipments.com>.



김 갑 환

서울대학교 산업공학 학사
한국과학기술원 산업공학 석사
한국과학기술원 산업공학 박사
현재: 부산대학교 산업공학과 교수
관심분야: 물류시스템 운영 및 설계



김 학 봉

중국 Harbin University of Commerce
산업공학과 학사
중국 Beijing Jiaotong University 산업
공학과 석사
현재: 부산대학교 산업공학과 박사수료
관심분야: 물류시스템 운영 및 설계, 생산
계획 및 통제



우 창 훈

현재: 부산대학교 산업공학과 학사과정
관심분야: 물류시스템 운영 및 설계

우편물의 최적 순로구분계획 작성을 위한 구분단위 결정방안*

임 준 목[†]

한밭대학교 창의융합학과

Determination of sorting-unit for making the optimal delivery route sorting plan

Joon-Mook Lim[†]

Dept. of Creative Convergence Engineering, Hanbat National University

In this paper, we propose a method for creating an optimal delivery route sorting plan in a delivery post office that performs automatic route sorting by the letter sorting machine. We have presented four design principles for the determination of sorting-unit. These design principles are to minimize deviation of mail volume divided by sorting machine, minimize mail split volume of delivery team divided by sorting machine, minimize mail split volume of delivery team divided by sorting-unit, and minimize mail split volume of delivery area divided by sorting-unit. Based on these design principles, we suggested a two-step mathematical model and solution for the optimal sorting-unit necessary to create an optimal delivery route sorting plan. We also proposed an algorithm for the determination of the sorting-unit. For the proposed algorithm, we explained the objective functions of model as the numerical examples and verified their effectiveness through real world case studies. From the case study, we found that the number of sorting-units was reduced and the shift of mail volume was decreased by about 45% compared with the existing method.

Keywords : Delivery Route Sorting Plan, Letter Sorting Machine, Sorting-Unit, Delivery Post Office

* 이 논문은 2014년도 한밭대학교 교내학술연구비의 지원을 받았음

[†] **Corresponding Author :** Dept. of Creative Convergence Engineering, Hanbat National University, 125 Dongseodae-ro, Yusong-gu, Daejeon, 34158, Korea,
Tel: +82-42-821-1972, E-mail: jmlim@hanbat.ac.kr

Received : 31 August 2017, **Revised :** 27 September 2017, **Accepted :** 12 October 2017

1. 서론

1.1 연구의 목적 및 범위

일반적으로 우편물은 우편집배국, 우편취급소 또는 우체통을 통해서 접수 수집되고 〈집배국(접수) → 집중국(발송) → 교환센터 → 집중국(도착) → 집배국(배달)〉의 경로를 통해서 유통된다. 배달 집배국에 도착한 우편물은 구역별(집배구)로 분류되고 해당 구역(집배구)의 집배원에 의해서 고객에게 배달된다. 집배순로구분기(이하 순로구분기)는 집배원이 수작업으로 우편물을 배달할 순서대로 분류하던 순로구분 작업을 주소 및 우편번호의 자동인식 기능을 활용하여 자동으로 구분해주는 자동화된 우편물 분류장비이다.

우정사업본부의 순로구분기 보급기준 및 도입계획에 따르면, 2011년까지 6만 통 이상의 집배국, 89국에 167대의 순로구분기를 우선 설치하고 3만 통 이상의 집배국(35국, 35대)은 2013년 이후 설치하는 것으로 추진해왔다. 순로구분기가 우선 보급된 6만 통 이상 집배국의 배달물량은 전체물량의 약 79%를 차지하며, 3만 통 이상 집배국의 배달물량은 전체물량의 약 11%를 차지하는 것으로 분석되었다(Korea Postal Service Agency(2011)).

2017년 초 발표된 우정사업본부의 '집배원 근무여건 개선 대책'에 의하면 우편 집배원의 업무부담을 줄이기 위해 지속적으로 순로구분기의 보급을 늘려 전국 집배국에 234대까지 확대 보급하여 운영하는 계획을 추진하고 있다(Korea POST(2017)). 따라서 전국에 234대의 순로구분기가 보급되면 자동구분이 가능한 집배국의 배달물량은 전체 소형통상 우편물량의 약 90%~95% 이상을 차지하게 된다.

또한 이렇게 전국적으로 순로구분기가 확대 보급됨에 따라 기존의 집중국에 배치되어 있는 서장구분기(주소 또는 우편번호의 인식기능을 활용하여 전국의 집중국 또는 관할 집배국별로 구분하는 우편물 분류장비)의 구분계획과 순로구분기의 순로구분계획을 연계시킬 필요성이 높게 요구되고 있다. 그러나 현재까지 상당수의 순로구분기를 도입하여 운영해 왔음에도 불구하고 도입효과가 뚜렷이 나타나지 않고 있는 실정이다. 이에 따라 전국적으로 보급 운영 중인 순로구분기와 보급 완성단계인 집중국의 주소기반 서장구분기 등, 우편 자동구분 환경의 변화에 따라 순로구분기의 효율적인 운용과 서장구분기와와의 구분계획 연계를 통한 우편물 자동구분 효과의 극대화가 필요하다.

일반적으로 우체국에서 시간에 따른 우편물의 구분은 발송

집배국에서의 〈발송구분〉, 수송 후 도착 집중국에서의 〈도착구분〉, 집배국에서의 배달을 위한 〈순로구분〉의 순으로 이루어진다. 하지만 순로구분기를 포함한 자동구분기의 도입에 따른 구분계획의 작성 과정은 정반대로 이루어진다. 제일 먼저 집배국에서 순로구분을 위한 구분단위 결정을 통한 순로구분계획이 작성되고, 그 것에 맞춰서 도착지 집중국에서 도착구분을 위한 도착구분계획이 작성되며, 마지막으로 전국의 모든 집중국의 도착구분계획에 맞춰서 해당 집중국에서는 발송구분계획을 작성하는 순서를 거치게 된다.

그러므로 우편물의 유통경로 상에 존재하는 집배국 및 집중국을 모두 연계하는 최적의 구분계획을 작성하기 위해서는 배달 집배국에서의 순로구분단위결정, 집중국에서의 도착구분단위결정, 발송 집중국에서의 발송구분단위결정 등의 문제가 하나로 연결되어 해결되어야하지만, 각 단계에서의 결정변수의 수가 워낙 많고 단계별로 주어지는 모수의 값들이 확정적이지 않은 부분들이 대부분이어서 모든 단계를 한꺼번에 해결하기 보다는 개별문제로 나누어 단계별로 해결하게 된다.

각 단계에서의 구분계획이 모두 중요한 문제이지만 집배국에서의 효과적인 순로구분계획의 작성은 우체국 전체의 구분계획을 작성하는 시발점이고 구분효과를 극대화하여 우편물 유통경로 전반의 효율성을 제고하는 핵심적인 작업이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 전체 구분계획 작성의 가장 중요한 단계라 할 수 있는 배달 집배국에서의 순로구분계획 작성만을 문제의 범위로 한정하고자 한다. 또한 순로구분계획의 작성에 있어서, 순로구분기가 설치되어 있지 않은 집배국에서는 모든 구분이 수작업에 의해서 이루어지므로, 본 연구에서는 순로구분기가 설치되어 운영되는 집배국의 순로구분계획의 작성에 관한 문제만을 다루고자 한다. 다시말해 집배국에서 순로구분기에 투입될 우편물의 구분단위를 결정하는 문제를 다룬다.

1.2 기존연구와 한계

우리나라에 순로구분기가 처음 도입되던 2000년까지 집배국에서의 모든 순로구분작업은 수작업에 의해서 이루어져왔다. Song 등(2000)이 전자통신동향분석에서 우편 선진국의 자동기계화에 의한 우편물 순로구분 동향을 소개하면서 우리나라의 순로구분기 개발작업이 본격화 되었다. 자동순로구분 및 구분계획 작성관련 국내의 연구를 살펴보면 다음과 같다. Lim 등(2002)은 우편물 자동구분시스템에서 순로구분기의 설치, 운영방법, 적정대수 등의 방안을 제시하고 있으나 구

체적인 순로구분계획의 작성은 다루지 못하고 있다. Lim 등(2006)은 자동순로구분업무의 향상을 위한 업무프로세스 표준모델의 제시를 통해 순로구분업무의 효율성 제고를 위한 방안을 제시하였고, Kang(2007)은 순로구분기가 도입되던 초기 집배국에 순로구분기를 설치했을 경우의 효과에 대해서 다양한 관점에서 분석하고 있으나 순로구분기에 투입될 우편물의 구분계획은 주어진 것으로 가정하고 있어서 구분계획 작성의 적용에는 한계를 가지고 있다. 또한 Lim 등(2007)은 자동순로구분 후의 순로결합방안과 자동순로구분 프로세스의 수행도를 평가하는 측정절차를 제공하였지만 세부적인 순로구분계획 작성의 방법은 제시하지 못하였다.

최근까지도 집배국에서의 순로구분계획의 작성은 대부분 수년간 배달 및 구분업무에 종사해온 집배원에 의해서 경험적으로 작성되고 있다. Lim(2010)의 연구에서 순로구분계획 작성을 위한 수리모형의 작성을 시도하기는 했으나 구체적인 모형과 해법을 제시하지는 못하고 있다. Lim 등(2012)에서 비디오 코딩 방법을 도입하여 우편물의 자동구분 효과를 높이기 위한 구분계획 실행방안을 제안하고 있으나 이것은 집배국에서의 자동구분에 적용될 수 있는 것으로 집배국의 순로구분계획의 작성에 활용하는 데는 어려움이 있다. 또한 최근 Kim 등(2015)의 연구에서 제시한 바와 같이 새 주소 및 우편번호 기반에서 주소 및 우편번호 인식에 의한 우편물의 자동 구분 처리는 전보다 더욱 어려워졌으며, 순로구분을 위한 구분단위의 결정은 더욱더 복잡해졌다. 한편, 현재까지의 조사에서는 국외의 자동순로구분 작업시 구분계획 작성과 관련된 연구논문은 알려지지 않고 있다. 결론적으로 지금까지의 국내, 외 연구에서는 집배국에서의 효율적인 순로구분을 위한 구분계획의 작성방안을 제시할 수 있는 수리적인 방법은 알려져 있지 않다.

본 연구에서는 최적의 구분단위 결정을 위한 수리모형을 개발하여 해결방법을 도출함은 물론, 현재 운영되고 있는 배달 집배국의 사례자료(Korea Post(2015b, 2015c, 2015d), ETRI(2015))를 확보하여 제시된 최적 구분단위 결정모형과 해법의 효과를 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 순로구분계획의 정의, 개념 및 구분단위의 설계원칙에 대해서 설명한다. 제3절에서는 순로구분계획 작성시 요구되는 자료도출을 위한 방법과 절차를 기술한다. 제4절에서는 순로 구분단위 결정을 위한 수리모형을 제시하고 수치 예제를 통한 목적함수의 계산 방법과 해법에 대해서 설명한다. 제5절에서는 사례문제로 현재 운영되고 있는 집배국의 자료를 확보하여 제시된 구분단위

결정모형을 적용하여 해결하고 그 결과를 비교분석한다. 마지막으로 제6절에 결론과 추후 연구방향을 제시한다.

2. 순로구분계획

본 절에서는 순로구분계획 및 구분단위의 정의와 구분단위 결정을 위한 설계원칙에 대해서 설명하기로 한다.

2.1 순로구분계획 및 구분단위의 정의

집배원이 우편물의 배달 작업이 용이하도록 배달에 앞서 우편물을 배달순서대로 정렬하는 작업을 수행하게 되는데, 이러한 일련의 과정을 순로(順路)구분이라고 한다. 또한 최근 배달물량이 많은 집배국에서 이루어지는 순로구분 작업의 대부분은 문자인식에 의한 자동구분기의 도움을 받아 수행하게 되는데 이때 사용하는 구분기를 순로구분기라고 한다. 순로구분계획이라 함은 집배국에 설치된 순로구분기에 우편물을 투입하여 순로구분을 수행하는 순로 구분단위를 결정하는 것으로 정의된다. 구분단위는 집배국의 집합으로 구성되며, 집배구는 우편물 주소지의 그룹으로 이루어진 배달구역을 말한다. 또한 집배구는 우편번호의 집합으로 구성되며 한 우편번호 내에는 일반적으로 다수의 배달점(DPC: delivery point code)을 포함한다. 따라서 구분단위를 결정한다는 것은 주어진 '집배팀-집배구'의 관계정보와 '집배구-우편번호'의 관계정보를 활용하여 순로구분기와 각각의 구분단위에 속할 집배구를 결정하는 것이다. 하지만 현재의 우편번호체계 하에서는 하나의 우편번호가 여러 집배구에 걸쳐서 존재하는 경우가 많아서 즉 집배구-우편번호의 함수관계가 일대일로 주어지지 않으므로 구분단위 결정의 문제를 매우 복잡하게 한다.

구분단위가 결정되면, 순로구분기를 사용하여단위 내의 우편물을 배달순서로 정렬할 수 있게 되고, 그것으로부터 순로구분계획을 완성할 수 있게 된다. 완성된 하나의 순로구분계획에는 구분단위와 그것을 담당하는 순로구분기가 결정되며, 집배팀-집배구간의 정보와 집배국으로부터 도착-구분된 우편물의 우편번호 정보가 포함된다.

〈Table 1〉은 작성된 순로구분계획에서 '구분단위-순로구분기-집배팀-집배구-우편번호'간의 물리적인 연관관계를 예로 보여준다. 〈Table 1〉의 순로구분계획(테이블)은 구분단위의 담당 순로구분기를 결정하고, 구분단위에 포함될 집배구를 결정하게 된다. 결과로부터 집배구가 속한 집배팀이 정해지고,

Table 1. Example for delivery route sorting plan

구분 단위(L)	순로 구분기(J)	집배 팀(K)	집배 구(M)	우편번호(N) 및 배달점(D)
1	1	K5	M1~M4	135507, 135508, 135863, 135864, ...
2	1	K5	M5, M6, ...	135865, 135867, 135868, 135869, ...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6	2	K1	M30, M31, ...	135529, 135811, 135812, 135813, ...
7	2	K1	M36, M27, ...	135530, 135734, 135816, 135818, ...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

집배구 내의 관련 우편번호가 할당된다. 단, 우편법 시행령 및 규칙(Ministry of Science and ICT(2017))에 따라서 2015년 9월부터 변경되어 실시되고 있는 국가기초구역 기반 우편번호 하에서는 우편번호 이외에 일부 주소까지 순로 구분단위에 정보로 주어진다.

2.2 구분단위 결정을 위한 설계원칙

순로구분기에 한 번에 투입될 구분단위를 결정하는 문제는 하나의 구분단위에 포함시킬 집배구(우편번호의 그룹)를 결정하는 것과 동일하다. 그러나 순로구분단위 결정의 효율성 측면만을 고려하여 집배구를 결정하게 되면 다음과 같은 문제점이 발생한다. 첫째, 순로구분기별로 투입되는 물량의 편차가 심하게 나타나 순로구분기의 가동효율을 떨어뜨릴 수 있다. 둘째, 하나의 집배팀에 속한 우편물이 서로 다른 순로구분기에 나뉘어 할당될 수 있는데, 이 경우 각각의 구분작업 후 서로 합쳐야하는 추가작업이 발생하여 순로구분작업의 효율성이 떨어진다. 셋째, 하나의 구분단위에 속한 우편물이 서로 다른 집배팀에 나뉘어 할당되면 완성된 순로를 얻기 위해 순로

구분기 작업 후 집배팀간의 우편물 교환 작업이 필요하게 되어 효율성이 떨어진다. 넷째, 한 명의 집배원에 의해서 배달이 이루어져야하는 어느 집배구의 우편물이 서로 다른 구분단위에 할당될 수 있는데, 이 경우 순로구분기 작업 후 우편물의 순로결합이라는 추가적인 수작업이 요구되어 매우 비효율적이 된다.

본 연구에서는 위와 같은 문제점을 최소화하기 위해서 구분단위의 설계원칙으로 다음 네 가지를 고려한다. 설계원칙1: 순로구분기별 구분물량 편차의 최소화, 설계원칙2: 순로구분기에 의한 집배팀 분할 물량의 최소화, 설계원칙3: 구분단위에 의한 집배팀 분할 물량의 최소화, 설계원칙4: 구분단위에 의한 집배구 분할 물량의 최소화.

순로구분계획의 예를 통해서 위의 설계원칙에 따른 의미를 보충 설명하기로 한다. 4개의 집배팀에 9개의 집배구를 가지는 집배국에서 2대의 순로구분기로 구분작업을 수행한다고 하자. <Fig. 1>에서와 같이 설계원칙이 고려되지 않은 상태로 5개의 구분단위(점선박스)로 나누어 투입하는 임의의 순로구분계획을 세웠을 경우 설계원칙에 어떻게 적용이 되는지 살펴 보자.

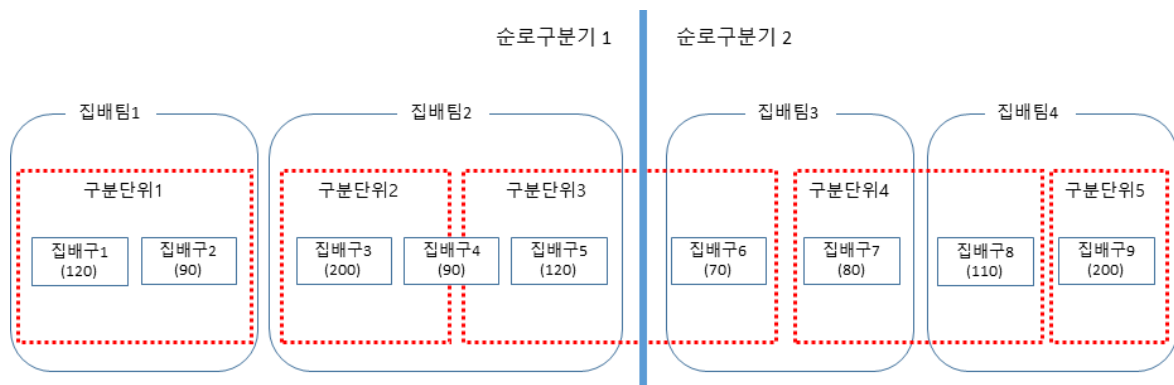


Fig. 1. Sorting-unit example

위의 구분단위 결정 결과를 살펴보면 구분단위는 총 5개로 구성되어 있고 집배구4는 구분단위2와 구분단위3에 분할되어 있으며 구분단위3은 집배팀2와 집배팀3에 나뉘어져 있다. 또한 구분단위4는 집배팀3과 집배팀4에 걸쳐 있다. 구분단위 결정에 있어서 구분기 간의 작업물량 평준화는 구분작업의 효율성제고를 위해서 반드시 필요하다. 예제에서 (구분기1 : 구분기2)의 물량비율은 (620 : 460)이다. 설계원칙1에 의하면 되도록이면 순로구분기간의 물량차이가 작아지도록 조정하는 것이 바람직하다. 한 집배팀의 우편물이 여러 순로구분기로 나뉘어서 처리된다면 집배팀에서 여러 구분기의 우편물을 동시에 신경을 써야하므로 한 집배팀은 되도록 하나의 구분기에서 구분되도록 할당하는 것이 바람직하다. <Fig. 1>에서 순로구분기1은 집배팀1과 2를 담당하고 순로구분기2는 집배팀3과 4를 담당한다. 순로구분기에 의해서 집배팀 분할은 발생하지 않으므로 설계원칙2를 만족한다. 집배팀은 우편물 수작업 구분을 위한 기본 그룹이다. 따라서 순로구분기에 투입되었다가 문자인식의 오류 등으로 분류 '거부'되어 튀어 나오는 우편물은 한 집배팀의 우편물이어야 한다. 만약 집중국으로부터 구분단위별로 담겨서 도착하는 상자에 2개 이상의 집배팀 우편물이 함께 담겨서 도착할 경우, 집배팀에서 우편물을 인수할 때 모든 우편상자의 우편물들을 일일이 확인해서 구분단위별로 나누어야하는 번거로움이 발생하게 된다. 그러므로 하나의 구분단위는 가능한 한 하나의 집배팀 우편물로 구성되는 것이 바람직하다. <Fig. 1>에서 집배팀2는 구분단위2와 3의 우편물이 섞여 있고 집배팀3은 구분단위3과 4가 섞여 있으며 집배팀4는 구분단위4와 5가 서로 섞여있다. 따라서 집배팀1을 제외한 모든 집배팀에서 구분단위가 서로 섞이게 되어 집배국 도착 우편물에 대한 구분단위별 재구분 작업이 추가적으로 요구되는 등 설계원칙3에 위배된다. 집배국에서 잘못된 우편번호의 사용에 의한 집배구와 우편번호간의 불일치가 발생하게 되면 구분단위에 의해서 집배구 분할이 발생하고 이는 구분단위 간의 이동물량이 과다로 발생하여 재투입이 불가피하고 그로인해 구분기 작업시간이 길어지게 된다. <Fig. 1>의 결과에서는 구분단위2와 3이 집배구4를 공유하고 있어서 구분단위2 또는 3의 구분작업시 불가피하게 단위간의 이동물량이 발생하여 설계원칙4를 위반한다. 결론적으로 최적의 구분단위를 결정한다는 것은 위에서 제시한 설계원칙의 위배가 최소화되도록 구분단위를 결정하는 것을 의미한다.

3. 구분단위 결정에 필요한 자료

우리나라의 현행의 우편번호체계 하에서는 한 우편번호가 여러 집배구에 걸쳐 있는 경우가 많다. 집중국에서는 우편번호별 구분작업만을 수행하므로 집배구별 구분이 완벽하게 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 집중국에서 구분작업시 우편번호에 의한 집배구 분할이 최소화 되도록 순로구분단위를 조정할 필요가 있다. 우편번호에 의한 집배구 분할, 집배팀 분할을 최소화하는 구분단위를 작성하기 위해서는 우편번호와 집배구간의 관계를 통합적으로 정리한 데이터베이스(DB)가 요구된다. 이렇게 정리한 파일(file)을 <우편번호-집배구 통합 마스터 파일(이하 '통합파일')>이라고 한다.

'통합파일'을 작성하기 위해서는 집배국에서 우편물 배달가능지의 주소를 기반으로 코드화한 배달점 마스터 파일을 작성하고, 우편번호와 배달점을 연계시키는 작업과 순로구분기로 그(log) 파일을 작성하게 된다. 최종적으로 우편번호 연계 마스터 파일의 배달점정보를 고려한 우편번호-집배구 '통합파일'을 구성한다. 이때 모든 배달점을 고려하여 마스터 파일을 작성할 수 있는데 이를 배달점중심의 마스터 파일이라고 하고, 집배국에서 과거의 구분정보를 활용하여 배달 이력이 있는 곳의 물량을 중심으로 마스터파일을 작성할 수 있는데 이를 구분물량중심 마스터 파일이라고 한다.

절차를 정리하면 <Fig. 2>와 같다.

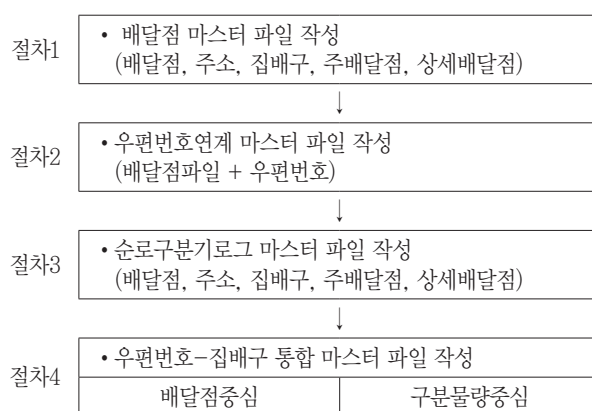


Fig. 2. Procedure for integrated master file of postal code-delivery area

현재 운영중인 D집배국의 자료를 활용하여 작성한 통합파일을 요약하여 제시하면 <Table 2>와 같다(Korea POST (2015b, 2015c, 2015d)).

Table 2. Integrated master file example for postal code-delivery area (DPC)

우편 번호	1팀(집배구)			...	7팀(집배구)		
	19	40	41		56	57	...
...
302817	1287 ^a		1181	...			
302818	464		1373	...			
302819					133	2049	
302820					301		
302821					169		
...
302981				...			

a: 해당 우편번호와 집배구에 속한 배달점의 수를 의미함

우리나라에서는 2014년부터 도로명에 기반한 주소체계를 사용하고 있고 그에 맞추어 2015년 8월부터 기존의 6자리 우편번호체계에서 5자리 우편번호 체계로 변경하여 시행하고 있다. 하지만 우편번호체계 변경 1년간은 6자리와 5자리가 병행 사용되는 시행유예기간을 두고 있었다(Ministry of Science and ICT(2017)). 또한 아직까지 상당수의 우편물이 6자리 우편번호체계를 사용하고 있고 집배국 및 집중국에서의 우편물 구분정보에 대한 자료가 2015년 8월 이전에 획득된 자료가 많으므로, 본 연구에서는 기존의 6자리 우편번호의 경우를 중심으로 문제를 설명하고자 한다(Korea POST(2015a)).

4. 순로구분단위의 설계방안

앞 절에서 설명한 우편번호-집배구 통합 마스터 파일을 활용하여 집배팀별 구분 우편물량, 우편번호에 대한 집배팀별 물량 및 소속정보, 우편번호에 대한 집배구별 물량(배달점 포함) 및 소속정보 등을 요약 정리하여 최적 순로 구분단위 결정을 위한 수리모형 작성에 활용한다.

4.1 최적의 순로 구분단위 결정방안

앞 절에서 살펴본 바와 같이, 효과적인 순로 구분계획의 작성이란 <순로구분기>별 ‘물량편차’의 최소화, <순로구분기>에 의한 ‘집배팀분할’물량의 최소화, <구분단위>에 의한 ‘집배팀분할’물량의 최소화, <구분단위>에 의한 ‘집배구분할’물량의 최소화의 네 가지 조건을 모두 만족시키는 최적의 구분단위를 결정하는 것을 의미한다. 이러한 구분단위 결정 문제를 네트워크 모형으로 나타내면 <Fig. 3>과 같다.

일반적으로 하나의 집배구는 여러 개의 우편번호로 이루어지고 우편번호는 배달점의 집합으로 구성된다. 반면에 현행의 우편번호-집배구의 배정에 있어서 불가피하게 하나의 우편번호 구역이 여러 곳의 집배구에 분할되어 있는 경우가 발생하게 된다. 게다가 2015년 개편된 5자리 새로운 우편번호 하에서는 이러한 현상이 더 많이 발생한다(Kim 등(2015)). 이것은 집배구를 기본으로 하는 구분단위로 순로구분기에 투입하는 작업시 ‘집배구분할’ 및 ‘집배팀분할’을 일으키는 원인이 되어,

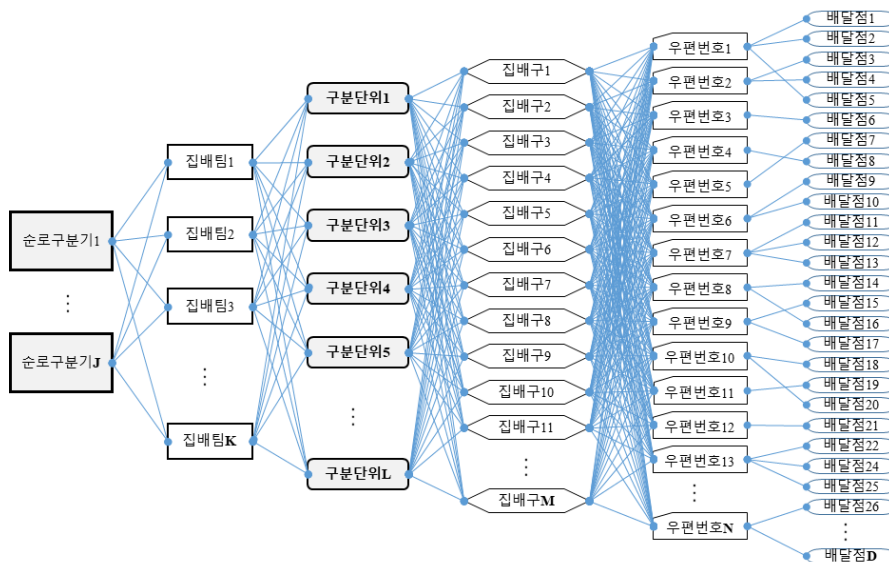


Fig. 3. Network model for assignment problem of sorting-unit

순로구분기간의 물량이동 및 집배팀간의 물량이동을 발생시키게 된다.

이러한 집배구-우편번호의 관계에 의해서, <Fig. 3>의 네트워크에서 '순로구분기-집배팀-구분단위-집배구-우편번호-배달점'의 모든 단계를 동시에 고려하여 작성한 최적 구분단위 결정을 위한 수리적 모형은 많은 변수와 단순하지 않은 목적함수 및 제약식을 포함하는 매우 복잡한 형태를 띠게 될 것이며, 일반적으로 100여 개의 집배구, 수백 개의 우편번호, 그리고 수만 개에 이르는 배달점으로 이루어진 네트워크 문제의 수리적모형을 해결하는 것은 쉽지 않을 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 현실적으로 모형화가 가능하도록 구분단위 결정문제를 단계1: '순로구분기-집배팀 할당문제'와 단계2: '집배팀내 구분단위 할당문제'로 단계화 및 축소시켜 접근하기로 한다. 단계1의 순로구분기-집배팀 할당문제는 <Fig. 4>에서 보는 바와 같이 순로구분기와 집배팀의 단순한 할당문제로 축소하여 다루는 단계이다. 단계1에서는 순로구분기별 '물량편차'의 최소화과 순로구분기에 의한 '집배팀분할'의 방지를 목표로 한다. 이를 위해 한 집배팀이 서로 다른 순로구분기에 분할되지 않도록 제약을 가하고 우편번호의 배정에 따른 불가피한 집배팀 분할은 최소화되도록 한다. 그리고 단계2에서는 하나의 집배팀내에서 집배구를 기본단위로 하는 구분단위를 결정하는 문제이다. 단계2에서는 '구분단위'에 의한 '집배팀분할' 및 '집배구분할' 물량의 최소화를 목표로 한다. 이를 위해 한 집배구가 서로 다른 구분단위에 포함되지 않도록 제약을 가하고 우편번호-집배구의 할당에 따른 불가피한 집배구 분할은 최소화되도록 한다.

4.2 최적 구분단위 결정을 위한 수리모형

(1) 단계1 : 순로구분기-집배팀 할당문제

① 가정1

순로구분기-집배팀의 할당문제를 다루는 단계1에서는 순로구분기에 의한 집배팀분할을 방지하기 위해서 집배팀단위로 순로구분기에 할당되는 것으로 가정한다.

② 기호 및 변수의 정의

단계1의 수리모형을 작성하기 위해서 필요한 기호 및 상수와 결정변수를 구분하여 다음과 같이 정의한다.

기호 및 상수

j = 순로구분기, $j=1,2,\dots,J$

k = 집배팀, $k=1,2,\dots,K$

n = 우편번호, $n=1,2,\dots,N$

t_k = 집배팀 k 의 순로구분기 구분 우편물량

p_{nk} = 우편번호 n 의 물량 중 집배팀 k 에 해당하는 물량

a_{nk} = 우편번호 n 에 해당하는 물량이 집배팀 k 에 가장 많이 속해 있으면 1, 아니면 0

결정변수

x_{jk} = 집배팀 k 가 순로구분기 j 에 할당되면 1, 아니면 0

③ 수리모형1

가정1에 의해서 단계1의 수리모형은 순로구분기와 집배팀

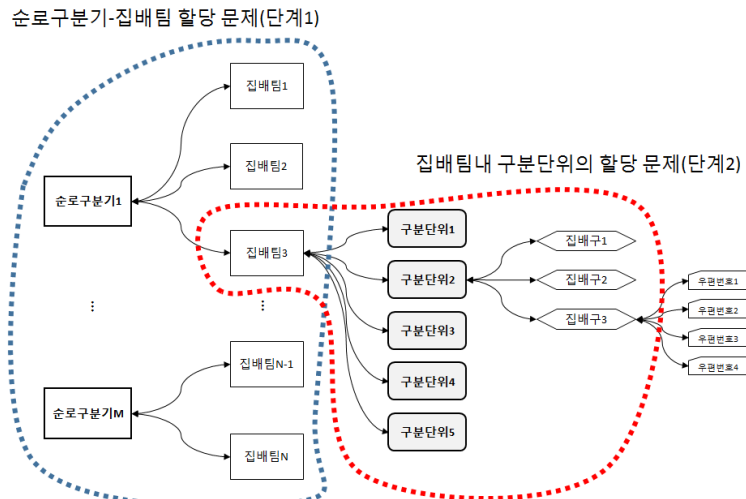


Fig. 4. Problems for Step1 and Step2

의 할당문제로 단순화된다. 목적함수로 순로구분기간의 물량 편차와 집배팀분할 물량의 최소화를 동시에 고려한다. 하지만 물량편차와 집배팀분할물량은 단위(unit)와 규모(scale)가 달라서 단순합으로 나타낼 수 없다. 본 연구에서는 효용함수의 개념을 활용하여 물량편차를 편차의 최대값으로 나누어 0~1사이의 값으로 나타내고, 마찬가지로 순로구분기간의 이동물량을 팀간의 이동물량 총합으로 나누어 0~1사이로 나타낸 후, 각각을 합하여 목적함수로 삼는 방법을 사용한다. 수리모형을 구성하면 다음과 같다.

$$\text{Minimize } \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^J \frac{(X_j - \mu)^2}{J}}}{\sqrt{(J-1)\mu^2}} + \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T \sum_{h=1}^H \sum_{l=1}^{L_k} (a_{nk} x_{jk} p_{nh} x_{th})}{\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K (1 - a_{nk}) p_{nk}} \quad (1)$$

$$\text{여기서, } X_j = \sum_{k=1}^K t_k x_{jk}, \mu = \sum_{k=1}^K t_k / J$$

$$\text{Subject to : } \sum_{j=1}^J x_{jk} = 1, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (2)$$

식(1)의 목적함수는 두 부분으로 구성된다. 앞 부분은 (순로구분기에 할당된 물량의 표준편차) / (순로구분기 할당물량 표준편차의 최대값)을 의미하고, 뒷 부분은 순로구분기에 의한 집배팀분할에 따라서 발생하게 되는 (순로구분기간의 이동물량의 합) / (우편번호에 따른 집배팀간 이동물량의 총합)을 나타낸다. 식(2)는 제약식으로 집배팀은 반드시 어느 하나의 순로구분기에는 할당되어야함을 의미한다.

④ 수리모형1의 해법

수리모형1에서 결정변수(x_{jk})는 1 또는 0을 가지는 정수형 변수이다. 또한 목적함수가 선형(linear)이 아닌 비선형함수로 구성되어 있어서 일반적인 선형계획법(Linear Programming)의 해법으로는 해결이 불가능하다. 하지만 수리모형1은 K 개의 집배팀을 J 개의 순로구분기에 그룹핑(Grouping)하여 할당하는 문제와 동일하다. 일반적으로 집배국의 집배팀 수는 10~20 내외이고 집배국 별로 도입된 순로구분기는 1~4대 수준이므로 모든 경우의 수를 열거해도 합리적인 시간 안에 해결하는 것이 가능하다.

(2) 단계2: 집배팀내 구분단위 할당문제

① 가정2

단계2에서는 단계1에서 할당이 끝난 집배팀 k 내에서의 구분단위-집배구 할당문제를 다룬다. 따라서 집배팀 k 내에서의 집

배구 및 우편번호에 대해서만 다룬다.

② 기호 및 변수의 정의

단계2의 수리모형을 작성하기 위해서 필요한 기호 및 상수와 결정변수를 구분하여 다음과 같이 정의한다.

기호 및 상수

l = 집배팀 k 내의 구분단위, $l=1, 2, \dots, L_k$

여기서 L_k 는 집배팀 k 의 최대 구분단위수를 말한다.

m = 집배팀 k 내의 집배구, $m=1, 2, \dots, N_k$

n = 집배팀 k 내의 유효한 우편번호, $n=1, 2, \dots, N_k$

b_{nm} = 우편번호 n 에 해당하는 물량이 집배구 m 에 가장 많이 속해 있으면 1, 아니면 0

q_{nm} = 우편번호 n 의 구분물량 중 집배구 m 에 해당하는 물량

d_{nm} = 우편번호 n 의 배달점 중 집배구 m 에 해당하는

배달점 수

U = 순로구분기에서 구분에 사용될 수 있는 최대 구분칸 수

결정변수

y_{lm} = 집배구 m 이 구분단위 l 에 할당되면 1, 아니면 0

③ 수리모형2

Minimize

$$\sum_{n=1}^{N_k} \sum_{l=1}^{L_k} \sum_{m=1}^{M_k} \sum_{t=1}^T \sum_{h=1}^H \sum_{l \neq t, h \neq m} (b_{nm} y_{lm} q_{nh} y_{th}) \quad (3)$$

여기서 k = 집배팀

Subject to

$$1 \leq L_k \leq M_k \quad (4)$$

$$\sum_{l=1}^{L_k} y_{lm} = 1, \quad m=1, 2, \dots, M_k \quad (5)$$

$$\sum_{n=1}^{N_k} \sum_{m=1}^{M_k} (b_{nm} y_{lm} d_{nm}) \leq U^3, \quad l=1, 2, \dots, L_k \quad (6)$$

목적함수의 식(3)은 구분단위간의 이동 물량의 합을 나타낸다. 이것은 하나의 우편번호가 여러 개의 집배구에 나뉘어서 할당되는 관계로 인해서 불가피하게 발생하는 것으로 집배구단위로 구분단위에 할당되더라도 어쩔 수 없이 발생하게 된다. 따라서 되도록 구분단위 간에 이동 물량이 최소화되도록 집배구를 구분단위에 할당하는 것이 필요하다.

제약식의 식(4)는 집배팀 k 내의 구분단위수(L_k)는 집배구수

(M_k)보다 작거나 같아야함을 나타내는 제약식이다. 이것은 한 집배팀 내의 집배구들은 적어도 한 개 이상의 구분단위에 할당되어야하지만 구분단위는 집배구로 구성되므로 팀내 집배구수를 넘을 수는 없기 때문이다. 식(5)는 집배구는 하나의 구분단위에 반드시 할당되어야함을 제약하는 식이다. 마지막으로 식(6)은 집배팀 k 에서의 구분단위 l 에 포함된 배달점의 수의 합은 U^3 을 넘지 않아야 이론적으로 순로구분이 가능함을 의미한다. 여기서 U^3 의 의미는 순로구분을 활용하여 순로구분을 수행할 경우 일반적으로 3 pass(즉 구분단위 우편물을 3번 연속해서 투입)를 수행하기 때문에 순로구분이 가능한 최대 배달점의 수는 $U \times U \times U (=U^3)$ 가 됨을 말한다.

④ 수리모형2의 해법

수리모형2에서 결정변수(y_{lm})는 1 또는 0을 가지는 정수형 변수이지만 목적함수가 비선형이어서 수리모형1의 경우와 같이 일반적인 선형계획법(LP)의 해법으로는 해결이 불가능하다. 하지만 수리모형2 역시 M_k 개의 집배구를 L_k 개의 구분단위로 그룹핑하는 문제와 동일한 문제이다. 대부분의 집배국에서 집배팀내의 집배구수는 10개 내외이고 구분단위는 그보

다 작은 수를 가져야하므로, 모든 경우를 나열해서, 제약조건을 만족하는 경우의 수 가운데, 목적함수의 값을 최소화로 하는 최적해를 합리적인 시간 안에 찾을 수 있다. 물론 구분단위 할당문제의 전체 최적해는 최대의 구분단위수(L_k)의 값을 $[1, M_k]$ 의 범위 내에서 변화시켜 가면서 모든 수리모형2를 해결해야 얻을 수 있다.

4.3 수리모형의 수치예제

위에서 작성한 수리모형의 목적함수 계산의 이해를 돕기 위한 수치예제를 들기로 한다.

(1) 단계1 : 순로구분기-집배팀 할당문제의 예제

실제상황과 유사한 작은 규모의 예제 문제를 통해 단계1의 목적함수 값의 계산방법을 설명하기로 한다.

〈Table 3〉과 같이 집배팀의 수가 5개, 총 25개의 집배구를 가지며 우편번호의 수가 21인 집배국에서 2대의 순로구분기를 사용할 경우, 〈수리모형1〉을 사용하여 순로구분기에 집배

Table 3. Example data for the mathematical model 1

집배팀	집배팀1						집배팀2				집배팀3					집배팀4						집배팀5				합계
집배구	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
우 편 번 호 (n)	1	20	40	190	10		90									120										470
	2		70	80	50	30	290															120				640
	3	300	200	180	20	80	60				100	110								160						1210
	4	70	90	120	30	200	150			70	120															850
	5				120		70	270	260	290														130	250	1390
	6						70	290	220	10		60														650
	7						260	70	200	50					280			80								940
	8	110					180	60	90	240																680
	9						10	230	30	120														10		400
	10						190				290	90	100	110	260						100					1140
	11										200	90	160	270	170		10									900
	12				260						30	50	60	10	250											660
	13									120	150	240	100	280	180							190				1260
	14						290									260	220	200	170	110	290					1540
	15										160					300	60	80	260	120	10					990
	16															190	30	100	120	30	280		150			900
	17	190													180	40	140	230	70	10	220					1080
	18	60						160								240	80	250	290	170	290					1540
	19									170								220				80	260	110	250	1090
	20				20																	10	240	230	190	690
	21									100												100	260	60	80	600
합계	750	400	570	390	430	500	1160	1080	800	1170	1050	640	420	670	1320	1150	540	1160	910	600	1090	600	910	530	780	

팀을 할당하는 문제를 고려하자.

이제 <Table 4>와 같이 집배팀이 각각의 순로구분기에 할당되었을 경우를 대상으로 목적함수의 값을 계산해 보기로 한다.

Table 4. Sorting machine assignment example of delivery team(x_{jk})

x_{jk}		집배팀(k)				
		1	2	3	4	5
구분기(j)	1	1	1	0	0	1
	2	0	0	1	1	0

우선 물량편차 부분을 계산하기로 하자. <Table 3>으로부터 집배팀별 구분물량(t_k)을 구하면 <Table 5>와 같다.

Table 5. Mail volume of delivery team

집배팀(k)	1	2	3	4	5	합계
구분물량(t_k)	3040	4210	4100	5450	2820	19620

식(1)의 $X_j = \sum_{k=1}^K t_k x_{jk}$, $\mu = \sum_{k=1}^K t_k / J$ 에서 $X_j(j=1,2)=10070, 9550$ 이고, $\mu=9810$ 이므로, 이것을 목적함수의 물량편차부분($\sqrt{\sum_{j=1}^J \frac{(X_j - \mu)^2}{J}} / \sqrt{(J-1)\mu^2}$)에 대입하면 $260/9,810 = 0.027$ 을 얻을 수 있다. 이것은 집배팀을 순로구분기에 할당할 경우 최대로 발생할 수 있는 순로구분기간의 물량 표준편차 대비 2.7%의 물량편차가 발생할 수 있음을 의미한다.

다음으로 순로구분기간의 우편번호 분할에 따른 이동물량을 계산해보기로 하자. 우선 <Table 3>로부터 각 우편번호에 대해서 집배팀별로 물량을 합하여 p_{nk} 로 이루어진 행렬을 구하면 <Table 6>과 같다.

또한 <Table 6>으로부터 각 우편번호에 대해서 물량이 가장 많이 속해있는 집배팀에 1, 나머지에 0을 할당하는 a_{nk} 의 행렬을 구하면 <Table 7>과 같다. 여기서 $a_{2,1}=1$ 인 이유는 우편번호2의 전체 물량(640)은 집배팀1에서 520을 차지하고 집배팀5에서 120을 차지하여 집배팀1에 가장 많이 속하기 때문이다.

Table 6. Matrix of p_{nk}

우편번호 (n)	집배팀(k)					합계
	1	2	3	4	5	
1	260	90	0	120	0	470
2	520	0	0	0	120	640
3	840	0	210	160	0	1210
4	660	70	120	0	0	850
5	120	890	0	0	380	1390
6	0	590	60	0	0	650
7	0	580	280	80	0	940
8	110	570	0	0	0	680
9	0	390	0	0	10	400
10	0	190	850	0	100	1140
11	0	0	890	10	0	900
12	260	0	400	0	0	660
13	0	120	950	0	190	1260
14	0	290	0	1250	0	1540
15	0	0	160	830	0	990
16	0	0	0	750	150	900
17	190	0	180	710	0	1080
18	60	160	0	1320	0	1540
19	0	170	0	220	700	1090
20	20	0	0	0	670	690
21	0	100	0	0	500	600
합계	3040	4210	4100	5450	2820	19620

Table 7. Matrix of a_{nk}

	집배팀(k)				
	1	2	3	4	5
우 편 번 호 (n)	1	1	0	0	0
	2	1	0	0	0
	3	1	0	0	0
	4	1	0	0	0
	5	0	1	0	0
	6	0	1	0	0
	7	0	1	0	0
	8	0	1	0	0
	9	0	1	0	0
	10	0	0	1	0
	11	0	0	1	0
	12	0	0	1	0
	13	0	0	1	0
	14	0	0	0	1
	15	0	0	0	1
	16	0	0	0	1
	17	0	0	0	1
	18	0	0	0	1
	19	0	0	0	1
	20	0	0	0	1
	21	0	0	0	1

이제 목적함수 식(1)의 뒷부분에 해당하는 식 중, 분모에 해당하는 식 $\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K (1-a_{nk})p_{nk}$ 의 값을 계산하면 4,500이 얻어짐을 알 수 있다. 이것은 우편번호의 할당에 따라서 집배팀 간에 발생할 수 있는 이동물량의 총합을 의미한다. 다음으로 식(1)의 뒷부분의 분자 즉 우편번호의 할당에 따라서 발생하게 되는 순로구분기 간의 이동물량의 합, $\sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^J \sum_{h=1}^K (a_{nk}x_{jk}p_{nh}x_{th})$ 의 값을 <Table 4>에 주어진 순로구분기 할당 예를 활용하여 구할 수 있다. 계산으로 우편번호1 즉 $n=1$ 의 경우를 들어보자. 내부식 $(a_{nk}x_{jk}p_{nh}x_{th})$ 이 0이 아닌 값을 가지기 위해서는 결정변수인 x_{jk} 값과 x_{th} (단, $t \neq j, h \neq k$)값이 동시에 1의 값을 가져야 한다. 그런데 예에서 a_{1k} 값은 집배팀1($k=1$)에서만 $a_{1,1}=1$ 로 값을 가지고 나머지 경우는 모두 0이며, 순로구분기1($j=1$)에는 집배팀1, 2 및 5가 할당($x_{1,1}=1, x_{1,2}=1, x_{1,3}=0, x_{1,4}=0, x_{1,5}=1$)되어 있으므로 순로구분기2($t=2, t \neq 1$)에 할당($x_{2,1}=0, x_{2,2}=0, x_{2,3}=1, x_{2,4}=1, x_{2,5}=0$)된 집배팀3 및 4의 물량($p_{1,3}=0, p_{1,4}=120$)의 합 $0 \times x_{2,3} + 120 \times x_{2,4} = 120$ 은 순로 3분기 1에서 2로의 이동이 불가피하게 된다. 반면 순로구분기2($j=2$)에는 집배팀3 및 4가 할당되어 있지만 $a_{1,3}=a_{1,4}=0$ 이어서 내부식 $(a_{nk}x_{jk}p_{nh}x_{th})$ 의 값은 0이 된다. 같은 방법으로 나머지 모든 우편번호에 대해서 계산을 하면 <Table 8>과 같고 순로구분기간의 이동물량의 합은 2,960이 됨을 확인할 수 있다.

이로부터 목적함수 값은 $(260/9,810) + (2,960/4,500) = 0.68428$ 가 됨을 알 수 있다. 목적함수 값의 내용을 살펴보면, 주어진 순로구분기-집배팀간의 할당 예에서 물량편차에 따른 순로구분기간의 부하의 불균형은 2.7%이고 전체 이동물량 중 순로구분기간의 이동물량이 차지하는 비율은 65.8%임을 의미한다. 다시말해 주어진 해에서는 순로구분기간의 물량은 잘 균형을 이루어 편차는 작은 반면, 우편번호의 집배팀분할에 따른 순로구분기간의 이동물량이 다수 발생하여 전체 이동물량 중 차지하는 비율이 상대적으로 높음을 나타낸다.

Table 8. Calculation of

$$\sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^J \sum_{h=1}^K (a_{nk}x_{jk}p_{nh}x_{th})$$

우편번호	순로구분기간 이동물량	
	1 → 2	2 → 1
1	120	0
2	0	0
3	370	0
4	120	0
5	0	0
6	60	0
7	360	0
8	0	0
9	0	0
10	0	290
11	0	0
12	0	260
13	0	310
14	0	290
15	0	0
16	0	150
17	0	190
18	0	220
19	220	0
20	0	0
21	0	0
소계	1250	1710
합계	2960	

(2) 단계2 : 집배팀내 구분단위 결정문제의 예제

<수리모형2>의 목적함수 값을 계산하기 위해 <Table 3>의 예제자료 중에서 집배팀1($k=1$)에 한정하여 적용해 보기로 한다. 집배팀1은 6개의 집배구로 구성되어 있으며 집배팀1에 유효한 우편번호는 1~4로 4개($N_1 = 4$)이다. 나머지 우편번호 5~21는 비록 우편번호에 물량이 할당되어 있는 경우도 있지만 집배팀1 이외의 다른 집배팀에 더 많은 물량이 할당되어 있으므로 유효하지 않다. <수리모형2>를 적용하여 6개의 집배구($M_1 = 6$)를 3개의 구분단위($L_1 = 3$)로 나누어 할당하는 경우에 있어서 목적함수 값의 계산방법을 설명하기로 한다. 물론 최적의 할당을 구하기 위해서는 집배구의 수가 6이므로 구분단위는 1에서 6까지 가질 수 있고, 각각의 구분단위 수에 대해서 수리모형2를 구성하여 문제를 해결하는 것이 필요하다.

<Table 9>와 같이 6개의 집배구가 3개의 구분단위로 할당($y_{lm}, l = 1, 2, 3, m = 1, 2, \dots, 6$)되었을 경우 목적함수 값이 어떻게 계산될 수 있는지 살펴보기로 하자.

Table 9. Assignment example for sorting-unit(y_{lm})

y_{lm}		집배구(m)					
		1	2	3	4	5	6
구분단위 (l)	1	1	0	0	0	1	0
	2	0	0	1	1	0	0
	3	0	1	0	0	0	1

우선 유효한 우편번호에 대해서 집배구별 우편물량(q_{nm})과 소속정보를 요약하면 <Table 10> 및 <Table 11>과 같다.

Table 10. Mail volume for delivery area according to postal code(q_{nm})

	집배구							합계
		1	2	3	4	5	6	
우 편 번 호	1	20	40	190	10	0	0	260
	2	0	70	80	50	30	290	520
	3	300	200	180	20	80	60	840
	4	70	90	120	30	200	150	660
합계		390	400	570	110	310	500	2,280

Table 11. Assignment information of delivery area according to postal code(b_{nm})

b_{nm}		집배구(m)					
		1	2	3	4	5	6
우편번호 (n)	1	0	0	1	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	1
	3	1	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	1	0

계산예로 우편번호1 즉 $n=1$ 의 경우를 들어보자. 우선 <Table 9>로부터 구분단위1에는 집배구1과 5가 할당되어 있으므로 결정변수 $y_{1,1}=y_{1,5}=1$ 그리고 $y_{1,2}=y_{1,3}=y_{1,4}=y_{1,6}=0$ 이다. 또한 우편번호1은 집배구3에 가장 많은 물량이 속해 있으므로 $b_{1,3}=1$ 이고 그 외의 경우에 b_{nm} 값은 모두 0값을 가진다. 그런데 목적함수 식(3)의 내부식($b_{nm}y_{lm}q_{nh}y_{th}$)이 값을 가지기 위해서는 결정변수인 y_{lm} 값과 y_{th} (단, $t \neq l, h \neq m$) 값이 동시에 1의 값을 가져야 하고 y_{lm} 과 y_{th} 에 해당하는 $b_{1,m}$ 과 $q_{1,m}$ 값도 0보다 큰 값을 가지고 있어야 한다. 따라서 우편번호1($n=1$)에 대해서 물량의 이동이 발생하는 경우는 집배구3이 구분단위2에 할당되고 집배구1이 구분단위1에 할당된 경우와 집배구3이 구분단위2에 할당되고 집배구2가 구분단위3에 할당된 경우에 한해서 발생하게 된다. 목적함수식으로 계산하면

$b_{1,3} \times y_{2,3} \times q_{1,1} \times y_{1,1} + b_{1,3} \times y_{2,3} \times q_{1,2} \times y_{3,2} = (40+20)=60$ 이 된다. 같은 방법으로 나머지 우편번호2~4에 대해서 계산하면 <Table 12>와 같다.

Table 12. Calculation of $\sum_{n=1}^{N_k} \sum_{l=1}^{L_k} \sum_{m=1}^{M_k} \sum_{t \neq l}^{L_k} \sum_{h=1}^{M_k} (b_{nm}y_{lm}q_{nh}y_{th})$

우편번호	이동물량
1	60
2	160
3	460
4	390
합계	1,070

<Table 12>의 결과로부터 식(3)의 목적함수 값은 1,070이 됨을 알 수 있다.

4.4 구분단위 작성 알고리즘

위에서 단계별로 작성한 수리모형을 종합하여 집배구 전체의 자동순로구분을 위한 구분단위 작성 알고리즘을 제시하면 다음과 같다.

(구분단위 작성 알고리즘)

절차0: 우편번호-집배구 통합마스터파일을 활용하여 집배팀별 구분 우편물량(t_k), 우편번호에 대한 집배팀별 물량(p_{nk}) 및 소속정보(a_{nk}), 우편번호에 대한 집배구별 물량(q_{nm}) 배달점(d_{nm}) 및 소속정보(b_{nm}) 등을 구한다.

절차1: 단계1의 <수리모형1>을 풀어 <순로구분기-집배팀>간의 최적할당을 구한다.

절차2: $k=1$ (k =집배팀번호)

절차3: 집배팀 k 에 대해서 단계2의 <수리모형2>를 풀어 <구분단위-집배구>간의 최적할당을 구한다.

절차4: $k=K$ 이면, 절차5로 간다. 아니면, $k=k+1$ 로 하고 절차3으로 간다.

절차5: K 개의 집배팀에 대한 각각의 구분단위 작성을 마친다.

5. 사례를 통한 구분단위 작성 알고리즘의 검증

위에서 제시한 <구분단위 작성 알고리즘>의 검증을 위해 현재 순로구분기가 운영중인 D집배국의 실제 자료를 활용하여 최적의 구분단위를 결정한 후, 기존의 구분단위와의 차이를 비교분석하기로 한다.

<Table 13>에서 보는 바와 같이, 현재 D집배국에서는 2대의 순로구분기가 운영중에 있으며 A~G의 7개의 팀으로 구성 되어 있다. 총집배구 수는 106이며 총 배달점 수는 273,359이고 일평균 물량은 81,469통으로 알려져 있다. D집배국에 할당된 서로 다른 총 우편번호 수는 184개이며 각 팀별로 중복된 우편번호수의 합은 247이다.

Table 13. Mail volume, delivery team and number of delivery point, delivery area, postal code number (D delivery post office)

집배 팀명	우편 번호수	집배 구수	배달 점수	물량 (일평균)
A	47	16	42,779	11,558
B	46	15	59,731	12,274
C	33	18	37,992	11,654
D	35	13	24,719	10,557
E	37	12	38,613	10,252
F	23	14	37,478	12,564
G	26	18	32,047	12,610
합계	247	106	273,359	81,469

집배국의 집배구, 물량, 배달점수, 우편번호, 주소, 순로구분기 로그파일 등을 통합하여 우편번호-집배구 마스터 파일을 구성할 수 있으며 배달점수와 물량 기준으로 각각 작성된 '통합파일'을 요약하면 <Table 14> 및 <Table 15>와 같다.

Table 14. Integrated mater file for postal code-delivery area of D delivery post office (DPC)

		집배구										
		1	...	56	57	58	59	60	61	...	106	합계
우 편 번 호	1		...							...		264
	2		...							...		137
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	...	:	:
	130		...	133	2049		23	863	1004	...		4078
	131		...	301				473		...		774
	132		...	169			73	646		...		888
	133		...	54				257	427	...		2411
	134		...	46			1071	120	19	...	4	2148
	135		...		61	66	134			...		261
	136		...				387			...		1381
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	183		...							...		205
	184		...							...		2393
	합계	1112	...	704	2111	2281	1688	3200	1450	...	6	273359

Table 15. Integrated mater file for postal code-delivery area of D delivery post office (mail volume)

		집배구										
		1	...	56	57	58	59	60	61	...	106	합계
우 편 번 호	1		...							...		4
	2		...							...		12
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	...	:	
	130		...	211	1075		6	209	740	...		2255
	131		...	247				145		...		392
	132		...	132			34	152		...		318
	133		...	39				62	272	...		936
	134		...	57			521	35	10	...	5	996
	135		...		15	26	73			...		114
	136		...				142			...		404
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
	183		...							...		99
	184		...							...		815
	합계	666	...	688	1091	805	777	950	1023		6	81469

위에 주어진 자료와 제시된 '구분단위 작성 알고리즘'을 활용하여 D집배국의 구분단위를 결정하면 다음과 같다.

절차0: <Table 13> ~ <Table 15>의 자료를 활용하여 t_k ($k=1,2,\dots,7$), p_{nk} 와 a_{nk} ($n=1,2,\dots,184$; $k=1,2,\dots,7$), q_{nm} , d_{nm} 및 b_{nm} ($n=1,2,\dots,N_k$; $m=1,2,\dots,M_k$)를 계산한다. 계산결과와 제시는 생략한다.

절차1: <수리모형1>을 작성하고 총열거법을 활용하여 <순로구분기-집배팀>간의 최적할당을 구한다. 최적 할당결과는 다음과 같다.

	집배팀	물량	배달점수
구분기1	B, C, E	34,180	136,336
구분기2	A, D, F, G	47,290	137,023

위의 할당결과에 따른 순로구분기간의 이동물량은 0이다.

절차2~절차4: 순로구분기 1 및 2에 할당된 집배팀A~G에 각각에 대해서 <수리모형2>를 풀어서 <구분단위-집배구> 최적할당을 구한다. 단, 각 집배팀별 최대 구분단위수(L_k)는 D 집배국에서 현재 사용중인 최대 구분단위수와 같은 4로 설정 ($L_k=4$, $k=1,2,\dots,7$)하여 수리모형2의 해를 구하였다. 구분기에 따른 집배팀별 구분단위를 모두 정리하면 <Table 16>과 같다.

Table 16. A optimal sorting-unit assignment result by mail sorting machine and delivery team (Case of D delivery post office)

순로 구분기	집배 팀	구분단위 작성방법 및 구성		집배구	집배구수	물량 (통)	배달점수	구분 단위간 이동물량
순 로 구 분 기 1	B	기존	구분단위1	11,12,13,14,15,16,18,20,46,91,103	11	8627	49132	0
			구분단위2	17,43,44,48	4	3648	10599	
		제안	구분단위1	11,12,13,14,15,16,18,20,46,91,103	11	8627	49132	0
			구분단위2	17,43,44,48	4	3648	10599	
	C	기존	구분단위1	21,22,23,24,25,26,27,28,79,80,81,82,83,84,86,95,96,105	18	11,652	37,992	0
		제안	구분단위1	21,22,23,24,25,26,27,28,79,80,81,82,83,84,86,95,96,105	18	11,652	37,992	0
	E	기존	구분단위1	32,33,34,35,99	5	4055	17735	0
			구분단위2	36,37,38,39,78,85,98	7	6198	20878	
		제안	구분단위1	32,33,34,35,99	5	4055	17735	0
			구분단위2	36,37,38,39,78,85,98	7	6198	20878	
순 로 구 분 기 2	A	기존	구분단위1	6,30,31,97	4	2575	7038	0
			구분단위2	1,2,3,4,5,7,8,9,10,29,87,100	12	8986	35741	
		제안	구분단위1	4,7,8,9,29,87,100	7	5948	20013	0
			구분단위2	1,2,3,5,6,10,30,31,97	9	5613	22766	
	D	기존	구분단위1	56,57,58,59,60,61,62,63,106	9	6724	15438	493
			구분단위2	64,65,89,90	4	3834	9281	
		제안	구분단위1	56,57,58,59,60,61,62,63,106	9	3840	9287	493
			구분단위2	64,65,89,90	4	6718	15432	
	F	기존	구분단위1	19,41,45,47	4	3857	12267	0
			구분단위2	40,42,55	3	2950	8038	
			구분단위3	49,50,102	3	2281	5035	
			구분단위4	51,52,53,54	4	3476	12138	
		제안	구분단위1	40,42,49,50,55,102	6	5231	13073	0
			구분단위2	19,41,45,47	4	3857	12267	
			구분단위3	51,52,53,54	4	3476	12138	
			구분단위4	51,52,53,54	4	3476	12138	
	G	기존	구분단위1	66,68,74	3	1765	4816	778
			구분단위2	67,69,70,71,72,73,88,101	8	7463	17930	
			구분단위3	75,76,77,104	4	3299	7865	
			구분단위4	92,93,94	3	80	1436	
		제안	구분단위1	67,69,71,72,73,92,94,104	8	5499	14077	209
			구분단위2	66,68,70,74,93,101	6	3533	9299	
			구분단위3	75,76,77,88	4	3575	8671	
		계				106	81,469	273,359

〈Table 16〉에서 보는 바와 같이 현재(기준) D집배국에서는 총 17개의 순로 구분단위를 작성하여 운영 중이며 집배팀별로 2~4개의 구분단위가 존재한다. 구분단위는 집배구를 기준으로 결정하고 있으며 한 개의 구분단위는 3~18개의 집배구로 구성되어 있다.

본 연구에서 제안한 구분단위 결정 알고리즘을 활용하여 작성한 구분단위 결과(제안)는 〈Table 16〉에서 기존안과 비교하여 살펴볼 수 있다. 새롭게 작성된 구분단위는 총 15개로 기존의 17개에 비해서 2개가 줄었다. 구분단위 수 감소의 효과는 순로구분기2에서만 나타나는데 순로구분기2 기준으로 구분단위의 수는 12개에서 10개로 줄었다. 순로구분기에 투입되는 구분단위의 수를 줄임으로 인해서 구분효율을 높일 수 있고 순로구분기 구분간의 활용도를 제고할 수 있을 것으로 판단된다.

순로구분기1에 할당된 집배팀B, C, E에 있어서는 기존의 구분단위와 정확하게 일치한 결과를 얻었다. 반면에 순로구분기2에 할당된 집배팀A, D, F, G의 경우는 차이가 발생한다. 집배팀A에서는 구분단위의 수는 2개씩으로 기존과 같은 결과이지만 구분단위에 할당된 집배구에 있어서는 변화가 있다. 두 경우 모두에서 구분단위간 이동물량은 발생하지 않는 최적의 해로 판단된다. 집배팀D의 경우는 기존안과 정확히 일치한다. 집배팀F의 경우는 구분단위가 4개에서 3개로 줄었다. 집배팀F의 기존 구분단위2와 3이 하나로 합쳐진 것과 같은 결과이다. 다행히 구분단위 수가 줄었지만 구분단위간 이동물량은 모두 0으로 두 경우 모두 최적의 해로 판단된다. 마지막으로 집배팀G의 경우는 기존에 비해서 구분단위 수도 4에서 3으로 줄었고 구분단위의 집배구 할당 결과도 완전히 새롭게 작성되었다. 또한 집배팀G의 경우 구분단위간 이동물량은 기존 778에서 209로 대폭 감소되어 구분단위 수의 감소와 함께 물류비용의 감소도 기대된다. 전체적으로 제안된 안의 경우 기존안에 비해서 구분단위간의 이동물량은 1271에서 702로 45%의 감소효과를 거둘 수 있을 것으로 예상된다.

종합적으로 볼 때, 제안된 알고리즘에 의한 구분단위는 기존안에 비해서 구분단위수가 줄어서 구분효율을 제고할 수 있고 구분단위간 이동물량이 대폭 감소하여 물류비용의 절감을 기대할 수 있다.

6. 결론 및 추후연구방향

본 연구에서는 집배국에서 순로구분계획 작성의 핵심작업인 최적의 구분단위를 결정하기 위한 방안을 다루었다. 구분단위 결정을 위해서 2단계의 수리모형을 제시하였으며 단계1에서는 순로구분기-집배팀 할당문제를 단계2에서는 집배팀 내에서의 구분단위-집배구간의 할당문제를 다루는 수리모형을 제시하고 구분단위 결정을 위한 알고리즘을 제안하였다.

수치예제를 통해서 제시된 모형의 의미를 세부적으로 설명하였고, 현재 운영중인 D집배국의 실제 자료를 가지고 제안한 모형과 해법을 통해서 최적의 구분단위를 결정하였다. 제안된 방법에 의해서 작성된 구분단위는 기존의 구분단위에 비해서 구분단위 수는 17개에서 15개로 줄어 작업의 간소화 및 구분작업의 효율성이 제고되었으며, 구분단위간의 이동물량은 약 45%의 감소효과를 기대할 수 있었다. 이는 제안된 구분단위 결정 알고리즘이 집배국의 순로구분계획 작성에 매우 효과적임을 말해준다.

더군다나 집배국의 환경이나 우편물량 자료의 변화가 심한 경우에 있어서는 구분단위를 수작업으로 작성하는 기존의 방법에 비해서 제안된 방법은 훨씬 더 큰 효과를 발휘할 것으로 예상된다. 다만 본 연구에서 제시한 수리모형과 알고리즘은 국가기초구역에 기반한 새우편번호 체계에서는 우편번호-집배구 통합파일을 새롭게 작성하거나 우편번호-집배구-배달점 기반의 새로운 통합파일을 구성하여 모델에 반영해야 할 필요성이 있다. 또한 우편물류에서 자동구분 효과가 최대화되기 위해서는 집배국에서의 순로구분계획 뿐만 아니라 집중국에서의 발송구분계획 및 도착구분계획 작성과의 연계가 추가적으로 요구된다. 이에 대한 연구는 추후 연구로 남겨둔다.

REFERENCES

- [1] ETRI(2015), *National address Data Base*.
- [2] Kang, H.S.(2007), *A study on the performance analysis for introducing automatic letter sorting machine in the delivery post office*, Mater thesis, Hanbat National University Graduate School of Industry.
- [3] Kim, D.H., Yoon, D.S., Kim, J.W., and Park, J.S.(2015), Postal Automated Sorting Technology based on New Postcode Scheme, *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol.30, No.5. pp.89-98.
- [4] Korea Postal Service Agency(2011), *National delivery post office related data*.
- [5] KoreaPOST(2015a), *Delivery post office related data(D mail center)*.
- [6] KoreaPOST(2015b), *Delivery sorting plan file(D delivery post office)*.
- [7] KoreaPOST(2015c), *Letter sorting machine log file(D delivery post office)*.
- [8] KoreaPOST(2015d), *Postcode Data Base*.
- [9] KoreaPOST(2017), *Measures to improve working condition of postman*, eNewstoday(<http://www.ewnews.com/news/articleView.html?idxno=1009322>).
- [10] Lim, J.M.(2010), *Sorting plan for improving mail automatic sorting process and survey of pre-classified mail processing*, ETRI Report.
- [11] Lim, J.M., Kim, H.Y., Lee, S.J., Jang, T.W., Wang, S.J., Kang, J.K., and Kang, H.S.(2006), A Standard Model of Operation Processes for Automatic Letter Sequencing Sorter in the Delivery Post Office, *Proceedings of KIIE Spring Conference*, No.5, pp.1004-1011.
- [12] Lim, J.M., Lee, S.J., and Kim, H.Y.(2007), Performance analysis of automatic letter sorting machine in the delivery post office, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.7, No.2, pp.99-110.
- [13] Lim, J.M., Lim, J.W., and Lee, S.J.(2012), Performance Analysis of Dispatching Algorithm of Video Coding System in the Integrated Automatic Mail Processing System, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 12, No. 2, pp.47~57.
- [14] Lim, J.M., Nam, Y.S., Lim, G.T., Song, J.G., Wang, S.J., Kang, J.K., and Kim, S.M.,(2002), Operation Policies of Automatic Mail Reading and Sorting System, *Proceedings of the Korean Operations Research and Management Science Society*, No.2(1), pp.628-635.
- [15] Ministry of Science and ICT(2017), *Enforcement Decree of Postal Law Article 5 and Article 9 Clause 2, Regulation 15*.(<http://www.law.go.kr/법령/우편법시행령>)
- [16] Song J.G., Hwang, J.G., Park, M.S., Nam, Y.S., and Kim, H.K.(2000), Trend of mail order sorting by automatic machine, *Electronics and telecommunications trends*, Vol.15, No.6, pp.198-204.



임 준 목

서울대학교 산업공학 학사

KAIST 산업공학 석/박사

현재: 한밭대학교 창의융합학과 교수

관심분야: 융합최적화, 물류/SCM, 창의성공학, 빅데이터분석

역물류의 특성을 지닌 이종 차량군 친환경 경로 문제에 대한 진화 알고리즘*

한 용 호[†]

부산외국어대학교 e-비즈니스 전공

Evolutionary algorithms for the heterogeneous fleet green vehicle routing problem with reverse logistics characteristics

Yongho Han[†]

Major of e-Business, Busan University of Foreign Studies

This paper addresses a heterogeneous fleet vehicle routing problem (VRP) having simultaneous pickup and delivery, which plays an important role in the green logistics. The decision making is on both the fleet composition and the vehicle routings. We formulate the problem into a mathematical model and propose an evolutionary algorithm (EA) hybridized with the nearest neighborhood algorithm (NNA). The EA has two populations. The first one is employed for representing vehicles to be used to travel to customers and the second one is for representing each route which is assigned to each vehicle. Permutation representation is used for encoding individuals in both of two populations. After we obtain a solution by combining and decoding the information of each individual from both populations, the NNA is applied to get a better route for each vehicle. Two populations evolve separately in each generation. Truncation selection, order crossover, and swap mutation operation are commonly adopted for each of both populations. The developed EA can be implemented into one of two approach, either GA-based one or CCEA-based one according to the pattern of evaluating individuals from each of both populations. A computational study is carried out to compare GA-based approach with CCEA-based one. Numerical experiments show that our GA-based approach tends to outperform CCEA-based one in terms of the quality of solutions generated.

Keywords : genetic algorithm, cooperative coevolutionary algorithm, heterogeneous fleet vehicle routing problem, VRP with simultaneous pickup and delivery, nearest neighborhood algorithm

* 이 논문은 2017년도 부산외국어대학교 학술연구조성비에 의해 연구되었음

[†] **Corresponding Author :** Major of e-Business, Busan University of Foreign Studies, 65 Geumsaem-ro 485beon-gil, Geumjeong-gu, Busan, 46234, Korea, Tel: +82-51-509-6102, E-mail: yghan@bufs.ac.kr

Received : 16 September 2017, **Accepted :** 20 October 2017

1. 서론

오늘날 기존의 생산 및 유통물류 전략은 장기적인 관점에서 지속가능하지 않기 때문에 친환경 물류(green logistics)는 정부 및 기업으로부터 점점 더 많은 관심을 받고 있다. 이에 따라 향후 물류정책은 그 정책을 설계할 때 기존의 경제적 비용뿐만 아니라 환경적, 생태적 및 사회적 영향도 충분히 고려되어야 할 것이다.

오늘날 공급사슬상의 친환경 물류는 주로 순방향 물류를 대상으로 이루어져 왔으나, 역물류도 그 대상에 포함될 수 있다. 역물류란 제품 생산에 사용된 주요 원자재를 제품이 폐기되는 시점에서 회수하여 원재료로 환원하여, 이것을 다른 신제품의 생산에 투입하는 활동을 의미한다. 역물류는 일반적으로 다음 특성들을 지니고 있다. 1) 순물류에 비해 물품 운반에 대한 시간적 압박이 덜하다. 2) 운반 물품의 가치가 낮다. 3) 역물류 물품의 운송에 여러 유형의 차량들이 사용될 수 있다. 4) 비용(특히 고정비)의 최소화를 우선적으로 고려한다. 5) 표준화된 수거 정책을 사용한다. 따라서 물류 시스템을 설계할 때 이러한 친환경적인 역물류 특성들을 반영하는 게 대단히 중요하다.

따라서 본 연구에서는 한정된 대수의 이종 차량군이 주어졌을 때 위의 친환경적인 역물류 특성들을 모두 반영하면서 총비용을 최소화할 수 있도록 먼저 운송에 사용될 차량들을 배정하고, 또한 배정된 각 차량들의 방문지들에 대한 순회경로를 지정하는 문제를 제기하고 이에 대한 해법을 제시하고자 한다.

먼저, 친환경적인 역물류 특성 1)과 2)를 반영하기 위하여 각 폐제품의 회수활동을 새로운 제품의 조달활동과 동시에 수행할 수 있을 것이다. 그 결과 경제적인 면과 환경적인 면에서 득이 될 것이다. 이를 위해 조달과 회수가 동시에 이루어지는 VRP(vehicle routing problem)를 고려할 수 있다. 친환경 역물류 특성 3)을 반영하기 위하여 한정된 대수의 이종 차량군이 이용가능한 VRP를 고려한다. 그리고 특성 4)를 반영하기 위하여 수리모델의 목적함수를 차량의 고정비와 변동비의 합으로 구성되는 총비용의 최소화로 설정한다. 마지막으로 특성 5)는 이상의 특성들이 모두 반영된 수리 모형에 대한 해의 생성 해법을 기반으로 한 정보시스템을 구축함으로써 실현될 수 있다.

본 연구는 친환경 물류정책에 부응하여 기존의 유통 네트워크를 지속가능한 유통 네트워크로 전환시킬 수 있는 하나의 분야를 제시한다는 의미를 지니고 있다. 그리고 본 연구는

VRP 모형을 통해 차량 이용률을 높이고 저비용의 차량경로를 생성하는 해법을 제시함으로써 지속가능한 운송계획을 보다 직접적으로 설계하는 수단을 제공하고 있다. 또한, 본 연구 대상 문제에 포함된 이종 차량군의 사용, 역물류에서의 VRP, 폐제품의 수집, 그리고 조달 및 회수를 동시에 지닌 VRP 등의 특징들은 모두 Lin et al.(2014)이 제시한 친환경 VRP에서의 향후 연구분야와 부합한다.

2. 선행연구

전통적인 VRP 및 그 변형 형태에 대해서는 매우 많은 연구가 수행되어 왔으나, 본 연구에서 다루고자 하는 역물류와 관련된 VRP는 제한적이다. 이 분야의 선행연구는 이종 차량군(heterogeneous fleet)을 지닌 VRP(이하 HVRP로 칭함)와, 조달과 회수가 동시에 수행되는 VRP (VRP with simultaneous pickup and delivery; 이하 VRP_SPD로 칭함)의 두 줄기로 나누어 살펴볼 수 있다.

먼저, HVRP에서는 여러 유형의 차량들이 이용가능하다고 전제한다. 각 차량 유형은 고정비, 운송거리당 변동비, 적재용량 면에서 고유한 특성을 지닌다. 이 때 문제는 다수의 방문지가 주어졌을 때 운송관련 총비용을 최소화시키기 위하여 먼저 각 차량유형이 몇 대나 필요한지를 결정하고 또한 각 차량의 방문지들에 대한 순회경로를 정하는 것이다.

이 문제는 차량유형별로 가용 차량의 수가 무한하다는 가정 하에서 Golden et al.(1984)에 의해 처음으로 제기되었다. 이 문제는 특별히 VFMP (vehicle fleet mix problem)이라 불린다. Osman and Salhi(1996), Gendreau et al.(1999), 그리고 Wassan and Osman(2002)은 각각 tabu search 기반의 해법들을 제시하였다. Choi and Tcha(2007)는 열 생성(column generation) 및 분지한계법(branch-and-bound)을 결합한 해법을 제시하였다. Liu et al.(2009)은 유전 알고리즘을 사용하는 해법을 제시하였다.

위 연구들은 이용가능한 각 차량유형의 수에 아무런 제한이 없다는 면에서 본 연구의 대상 문제와 차이가 있다. 본 연구에서처럼 차량유형별로 한정된 차량 수를 전제로 한 연구는 매우 제한되어 있다. Ochi et al.(1998)는 이 문제의 복잡도가 매우 높은 데 그 이유가 있는 것으로 유추하였다. 먼저 Taillard(1999)는 VFMP 및 HVRP를 대상으로 tabu search 및 열 생성 기반의 알고리즘을 제시하였다. Prins(2002)는 여러 가지 전통적인 VRP 휴리스틱들과 로컬 탐색 절차를 혼합

한 알고리즘을 제시하였다. Tarantilis et al.(2003, 2004)은 simulated annealing을 변형시킨 해법을 제시하였다. Li et al.(2007)은 record-to-record travel algorithm을 제안하였다. Brandão(2011)는 tabu search 기반의 알고리즘을 제시하였다.

다음으로, 조달과 회수가 동시에 수행되는 VRP_SPD는 Min(1989)에 의해 처음으로 소개되었다. Dethloff(2001)는 이 문제에 대한 수리적 모델을 제시하고, 몇 가지 기준을 사용한 삽입(insertion) 방식의 휴리스틱 해법을 제시하였다. 이 휴리스틱에서는 먼저 주어진 고객들 집합에 대하여 일부 route를 구성한 후, 나머지 고객들을 이 route에 추가로 삽입하는 기본 개념을 사용한다. Nagi and Salhi(2005)는 또 다른 방식의 삽입 기반의 휴리스틱 해법을 제시하였다. 이 문제에 대해 Gajpal and Abad(2009)는 ant colony optimization 기법을, Ai and Kachitvichyanukule(2009)은 particle swarm optimization을 제시하였다. Wang and Chen(2013)은 coevolutionary algorithm을 사용한 바 있다.

이 두 종류의 선행연구로부터 본 연구대상 문제가 지닌 VRP 문제를 발견할 수 없었다. 본 문제는 제한된 수의 이종차량들이 주어졌을 때 차량유형별 이용대수를 결정하는 문제와 각 이용차량별 방문지 경로를 정하는 문제가 서로 복합되어 있기 때문에 문제의 복잡도는 NP-complete으로 최적해를 구할 수 없다. 그러나 이 문제의 구조적 특성을 고려하여 두 개의 염색체 집단을 지닌 진화 알고리즘을 설계하면 좋은 근사해를 생성할 수 있을 것으로 기대된다.

진화 알고리즘(evolutionary algorithm; 이하 EA로 칭함)은 최적화 문제에 대한 일종의 휴리스틱 해법으로서, 그 속에서 사용되는 염색체 집단의 수에 따라 하나의 염색체 집단만이 사용되는 전통적인 유전 알고리즘(genetic algorithm; 이하 GA로 칭함)과, 2개 이상의 염색체 집단이 사용되는 공진화 알고리즘(coevolutionary algorithm; 이하 CEA로 칭함)으로 분류할 수 있다. Potter and De Jong(1994)에 의해 처음으로 제안된 CEA에서 각 집단은 전통적인 GA에서와 마찬가지로 염색체 표현방식 및 해독방식을 지니며, 적절한 유전 연산자를 지닌다. 다만 CEA에서는 각 집단들의 개체가 상호결합됨으로써 하나의 해가 생성된다는 점에서 GA와 차이가 난다. 특히 협력적 공진화 알고리즘(cooperative coevolutionary algorithm; 이하 CCEA로 칭함)은 CEA의 하나의 하위 유형으로서 세대교체 시마다 하나의 염색체 집단은 나머지 집단들을 대표하는 각각의 (가장 우수한) 개체들과 협력적인 방식

의 상호작용을 통해 해를 개선시켜 나간다. Han(2010, 2011, 2013)은 CCEA를 다양한 형태의 물류 네트워크 최적화 문제에 적용한 바 있다.

본 연구에서는 친환경 역물류의 특성들을 지닌 VRP에 대하여 우수한 근사해를 도출하기 위하여 EA 기반의 해법을 제시하고자 한다. 3장에서는 본 연구에서 제기하는 문제를 정의하고, 이 문제에 대한 수리모형을 정식화한다. 4장에서는 이 문제의 구조적 특성을 이용하여 EA의 실행에 필요한 여러 요소들을 구체적으로 설계한다. 5장에서는 본 연구에서 설계한 EA를 염색체의 평가패턴에 따라서 GA 기반 및 CCEA 기반의 두 해법을 만든 후, 테스트 문제들에 각각의 해법을 적용시켜 두 해법의 성능을 비교 및 평가한다. 6장에서는 결론을 맺는다.

3. 문제 정의 및 수리 모형

3.1 문제 정의

본 문제는 방향성 그래프 $G=(N, A)$ 로 표현될 수 있다. 여기서 집합 N 은 $N=\{0, 1, 2, \dots, n\}$ 이다. 노드 0은 조달할 주문제품을 적재하거나 회수될 폐제품을 처리하는 시설(이하 '처리시설'로 칭함)을 나타내며, 나머지 n 개의 노드는 주문제품의 조달 또는/그리고 폐제품의 회수를 위해 차량이 경유해야 하는 방문지들을 나타낸다. 그리고 $N'=N \setminus \{0\}$. 방향성 가지(arc) 집합 A 는 집합 N 내 임의의 한 쌍의 노드를 연결하는 각 가지들의 집합이다. 처리시설은 방문지에서 회수되는 폐제품을 모두 수용할 수 있는 충분한 용량을 지니고 있다. 각 노드 $i \in N'$ 는 하나의 차량이 방문하여 주문제품을 d_i 만큼 조달하고, 폐제품을 p_i 만큼 회수하기를 원한다. 각 노드에서의 조달 및 회수 활동 시간은 매우 작아서 무시하도록 한다.

방문지 순회에 사용될 수 있는 차량유형들의 집합을 V 로 나타내고, 차량유형은 모두 m 가지로 구성되어 있다고 하면, $V=\{1, \dots, m\}$. 조달 제품과 회수 폐제품은 동일한 차량 내에 같이 적재될 수 있다고 가정한다. 하나의 차량유형 $k \in V$ 는 최대 n_k 대까지 이용 가능하며, 차량유형 k 는 모두 동일한 적재용량 q_k 를 지닌다. 차량유형 k 가 방문지 순회에 배정되면 고정비 F_k 와 단위거리당 변동비 v_k 가 발생된다. 아크 $(i, j) \in A$ 에 대하여 차량유형 k 가 사용될 때의 비용은 c_{ij}^k 로 나타낸다. 이 비용은 이동거리 l_{ij} 와 단위거리당 변동비 v_k 의 곱으로 구해진다. 즉, $c_{ij}^k = l_{ij}v_k$.

본 문제는 위에서 설명한 조건들을 모두 만족하면서 총비용을 최소화할 수 있도록 1) 방문지 순회에 사용될 차량유형별 대수를 정하고, 2) 각 차량별로 방문지들에 대한 순회경로를 정하는 것이다. (지금부터 이 문제를 HVRP_SPD 라고 칭함).

3.2 수리 모형

HVRP_SPD를 다음과 같이 정식화할 수 있다.

결정변수

x_{ij}^k : 아크 $(i, j) \in A$ 에 차량유형 k 가 배정되면 1, 그렇지 않으면 0의 값을 취한다.

y_{ij} : 방문지 i 에서 방문지 j 로 갈 때의 차량 적재량

l_k' : 차량유형 k 의 처리시설 출발 시의 적재량

l_j : 방문지 j ($j \in N$)에서 조달 및 회수 활동이 종료된 후의 차량 적재량

s_j : subtour를 방지하기 위해 사용되는 변수, 경로상에서 노드 $j \in N$ 의 위치로 해석될 수 있다.

$$\min Z = \sum_{k \in V} F_k \sum_{j \in N} x_{0j}^k + \sum_{k \in V} v_k \sum_{i, j \in N, i \neq j} l_{ij} x_{ij}^k \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{k \in V} \sum_{i \in N} x_{ij}^k = 1, \quad j \in N' \quad (2)$$

$$\sum_{i \in N} x_{ip}^k - \sum_{j \in N} x_{pj}^k = 0, \quad \forall p \in N', \quad \forall k \in V \quad (3)$$

$$\sum_{j \in N} x_{0j}^k \leq n_k, \quad k \in V \quad (4)$$

$$l_k' = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N'} d_j x_{ijk}, \quad k \in V \quad (5)$$

$$l_j \geq l_k' - d_j + p_j - M(1 - x_{0j}^k), \quad j \in N, k \in V \quad (6)$$

$$l_j \geq l_i - d_j + p_j - M(1 - \sum_{k \in V} x_{ij}^k), \quad i \in N, j \in N, j \neq i \quad (7)$$

$$l_k' \leq q_k \quad \forall k \in V \quad (8)$$

$$l_j \leq q_k \quad \forall j \in N', \quad \forall k \in V \quad (9)$$

$$x_{ij}^k \in \{0, 1\}, \quad \forall i, j \in N, \quad \forall k \in V \quad (10)$$

$$y_{ij} \geq 0, \quad \forall i, j \in N, i \neq j \quad (11)$$

$$s_j \geq s_i + 1 - n \left(1 - \sum_{k \in V} x_{ij}^k \right), \quad i \in N, j \in N, j \neq i \quad (12)$$

$$s_j \geq 0, \quad j \in J \quad (13)$$

식 (1)은 고정비와 변동비로 구성되는 모든 차량들의 총비용을 최소화하고자 하는 목적함수를 나타낸다. 식 (2)와 (3)은 각 방문지에는 단 한 번 방문해야 하며, 어떤 차량이 어떤 방

문지를 방문하면, 그 차량은 반드시 그 곳을 떠나야 함을 나타낸다. 식 (4)는 각 차량유형의 이용가능한 대수의 상한을 지정한다. 식 (5)는 각 차량이 처리시설을 출발할 때의 적재량을 나타낸다. 식 (6)은 경로 상의 첫 번째 방문지에서 조달 및 회수를 마친 후의 차량 적재량을 나타낸다. 식 (7)은 경로 내 나머지 방문지들에서의 차량 적재량을 나타낸다. 식 (8)과 (9)는 각 차량이 처리시설 및 각 방문지를 떠날 때의 적재량은 그 차량의 적재용량 이하가 되어야 함을 나타낸다. 식 (10)과 (11)은 결정변수가 각각 이진값과 양의 값을 취해야 함을 나타낸다. 식 (12)와 식 (13)은 sub tour의 제거를 보장한다.

4. 진화 알고리즘 설계

이제 HVRP_SPD에 대하여 NNA(nearest neighborhood algorithm)에 의한 탐색 기능이 추가된 진화 알고리즘 기반의 해법을 설계한다.

4.1 염색체 집단의 구성

일반적으로, 필요한 염색체 집단의 수는 진화 알고리즘이 적용될 문제의 구조적 특성에 의존한다. 본 문제의 경우 그 구조적 특성상 두 개의 염색체(chromosome) 집단 V 와 P 를 구성하기로 한다. 염색체 집단 V 는 이용가능한 차량유형들의 배정에 관한 정보를, 그리고 염색체 집단 P 는 배정된 차량들의 방문지들에 대한 순회경로에 관한 정보를 지니도록 설계한다.

먼저, 염색체 집단 V 내 각 염색체는 이용 가능한 모든 차량대수인 $\sum n_k$ 개의 유전인자로 구성된다. 각 유전인자의 값은 $[1, \sum n_k]$ 에서 임의로 생성되는 하나의 정수 순열(permutation)로부터 그 값들을 순차적으로 취함으로써 정해진다.

이 염색체 정보를 해석하기 위하여 하나의 유전인자 값을 하나의 차량유형에 대응시키는 규칙이 필요하다. 예를 들어, <Fig 1>은 $n_1=3, n_2=2, n_3=2$ 일 때 각 유전인자 값을 하나의 차량으로 대응시키는 규칙을 나타낸다. 즉, 유전인자 값 1, 2, 또는 3은 차량유형 1에, 유전인자 값 4 또는 5는 차량유형 2에, 그리고 유전인자 값 6 또는 7은 차량유형 3에 대응된다.

alleles	1	2	3	4	5	6	7
vehicle types	1	1	1	2	2	3	3

Fig. 1. Corresponding rule between alleles and vehicle types

염색체 집단 V 에 속하는 하나의 염색체가 주어지면 첫 번째 위치의 유전인자부터 시작하여 각 유전인자의 값에 대응하는 차량유형이 순차적으로 배정된다. <Fig 2>와 같은 하나의 염색체가 주어지면 첫 번째 유전인자의 값 5는 차량유형 2에 대응하기 때문에 차량유형 2의 차량 한 대가 맨 먼저 배정된다. 두 번째 유전인자 값 2는 차량유형 1에 대응하기 때문에 이에 대응하는 차량유형 1의 차량이 그 다음 배정된다. 이런 방식으로 차량들이 순차적으로 배정된다.

alleles	5	2	7	6	3	1	4
vehicle types	2	1	3	3	1	1	2

Fig. 2. Genetic representation of chromosome in population V

다음으로, 염색체 집단 P 내 각 염색체는 방문지의 수(n 개)에 해당하는 유전인자들로 구성된다. 각 유전인자의 값은 정수 $[1, n]$ 에서 임의로 생성되는 하나의 정수 순열로부터 그 값들을 순차적으로 취함으로써 정해진다. 하나의 염색체가 주어지면 첫 번째 위치의 유전인자부터 시작하여 각 유전인자의 값에 대응하는 방문지가 차량들에 순차적으로 배정된다. 예를 들어, <Fig 3>의 염색체는 전체 방문지가 10 군데 일 때 방문지가 7, 2, 10, 6, 4, 1, 9, 8, 3, 5의 순으로 차량들에 배정된다.

7	2	10	6	4	1	9	8	3	5
---	---	----	---	---	---	---	---	---	---

Fig. 3. Genetic representation of chromosome in population P

4.2 두 염색체의 결합을 통한 해의 생성

집단 V 와 집단 P 의 염색체가 각각 하나씩 주어지면 그 두 염색체의 정보를 바탕으로 하나의 해를 생성할 수 있다. 예를 들어, <Fig. 2>의 집단 V 의 하나의 염색체와 <Fig. 3>의 집단 P 의 하나의 염색체가 주어지고, 각 방문지에 대한 조달량(d_i)은 다음과 같고($q_1 = 15, q_2 = 25, q_3 = 30, d_1 = 3, d_2 = 5, d_3 = 4, d_4 = 8, d_5 = 4, d_6 = 6, d_7 = 5, d_8 = 3, d_9 = 7, d_{10} = 5$), 각 방문지로부터의 폐제품 회수량(p_i)은 (설명의 편의를 위해) 일단 없다고 가정한다. 즉, $p_i = 0 (i = 1, \dots, 10)$.

집단 V 의 염색체의 첫 번째 유전인자 값 5는 차량유형 2에 대응하므로 차량유형 2의 적재용량($q_2 = 25$)의 범위 내에서 방문지들을 배정할 수 있다. 방문지 배정은 집단 P 의 염색체 정

보를 이용한다. 즉, 집단 P 의 염색체의 첫 번째 유전인자 값 7에 대응하는 방문지 7에 대하여 이 방문지에 대한 조달량과 차량의 적재용량을 비교하여 차량적재 가능여부를 체크한다. $q_2 = 25 > d_7 = 5$ 이므로 적재가 가능하다. 이와 같은 방식으로 이후의 유전인자들에 대해서도 차례대로 그 값에 대응하는 방문지에서의 차량적재 가능여부를 아래와 같이 체크한다. 방문지 4에서 차량적재량이 차량적재 용량을 초과하므로 차량유형이 2인 하나의 차량은 그 순회경로가 {7-2-10-6}으로 결정된다.

$$d_7 + d_2 = 10 < q_2 = 25$$

$$d_7 + d_2 + d_{10} = 15 < q_2 = 25$$

$$d_7 + d_2 + d_{10} + d_6 = 21 < q_2 = 25$$

$$d_7 + d_2 + d_{10} + d_6 + d_4 = 29 > q_2 = 25$$

다음으로, 집단 V 의 염색체의 두 번째 유전인자 값 2는 차량유형 1에 대응하므로 차량유형 1의 적재용량($q_1 = 15$)을 가지고서 앞의 방법대로 집단 P 의 염색체 안에서 아직 차량이 미배정된 유전인자들에 대하여 다음과 같이 순차적으로 차량적재 가능여부를 체크해 나간다. 그 결과 차량유형 1에 속하는 하나의 차량은 그 순회경로가 {4-1}로 정해진다.

$$d_4 = 8 < q_1 = 15$$

$$d_4 + d_1 = 11 < q_1 = 15$$

$$d_4 + d_1 + d_9 = 18 > q_1 = 15$$

이런 방식으로 나머지 차량들에 대한 순회경로도 순차적으로 정해진다. 그 결과 <Fig. 4>와 같은 해를 얻게 된다. 이 해에서는 차량유형 1, 2, 3이 각각 1대씩만 사용됨을 알 수 있다.

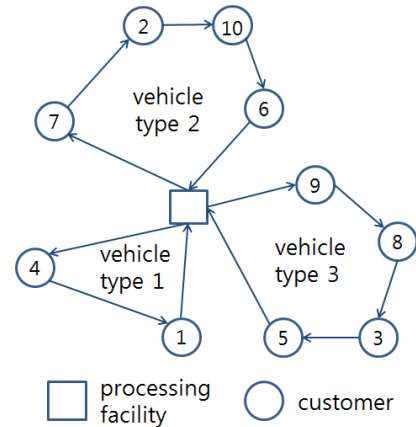


Fig. 4. A solution generated by combining information of each chromosome from both V and P

```

vector vehicle ← alleles of a chromosome in population V
vehicle[0] ← the first element of vector vehicle
vector customer ← alleles of a chromosome in population P
customer[0] ← the first element of vector customer
for (:)
  SubtourCost ← 0, TruckLoad ← 0, SubtourMember[0] ← 0, node_no ← 1 // initialization
  do
    Result ← check the load of vehicle below capacity // at each node in SubTour
    if ( Result = false ) break;
    TruckLoad ← TruckLoad + Delivery[ customer[0] ];
    SubtourMember[0] ← customer[0] // add new customer into SubTour
    delete customer[0] from vector customer
    node_no++;
  while ( customer not empty );
  for each SubTour
    call NNA(nearest neighborhood algorithm)
    Result ← check the load of vehicle below capacity // at each node in SubTour
    if ( Result = false ) break;
    calculate TravelDistance of SubTour
    SubtourCost ← TravelDistance * VariableCost[VehicleType];
    FitnessValue += FixedCost + SubtourCost; // calculate the fitness value

  delete vehicle[0] form vector vehicle
  if (all vehicle was assigned) FitnessValue ← ∞; break;
  else if (all customer was assigned) break;
  else if (all customer was assigned & all vehicle was assigned) break;
;
if( FitnessValue < BestFitness ) update BestFitness;
return FitnessValue

```

Fig. 5. Algorithm of calculating fitness value for a chromosomes from each of V and P

이용 가능한 차량대수가 방문지들에 대해 실제 배정되는 차량대수보다 더 많은 경우 집단 V 의 염색체에서 앞부분에 위치한 유전인자 값에 대응하는 차량들만이 배정된다. 반대로, 이용 가능한 차량대수가 상대적으로 더 적은 경우 집단 P 의 염색체에서 앞부분에 위치한 유전인자 값에 대응하는 방문지들에만 차량이 배정되어 실행가능해가 생성되지 않는다.

각 방문지로부터의 폐제품 회수량이 없다는 전제 하에서 이 제까지의 방법을 통해 생성된 해는 제약조건식 (2), (3), (4), (12) 및 (13)을 충족한다. 각 방문지로부터의 폐제품 회수량이

존재하는 경우 추가적으로 각 순회차량에 대해 처리시설, 경로상의 첫 번째 방문지 및 나머지 각 방문지들에서 조달 또는 회수작업을 마치고 출발하기 직전의 시점에서 차량의 적재량이 적재용량 이하가 되는지를 제약조건식 (5)–(9)를 통해 확인해야 한다. 모든 배정차량이 위의 모든 제약조건식들을 만족할 때 이 해는 비로소 실행가능해가 된다.

4.3 NNA의 사용을 통한 해의 개선

NNA는 순회 판매원 문제(travelling salesman problem)에 대해 우수한 휴리스틱 해를 생성하는 알고리즘으로 그 내용은 매우 간단하다. 즉, 판매원은 임의의 도시에서 출발하여 모든 도시를 방문할 때까지 가장 가까운 도시로의 방문을 반복하는 것이다. 이 알고리즘은 짧은 경로를 신속히 생성해 주지만 항상 최적 경로를 제공하는 것은 아니다.

4.2절에서 생성된 하나의 해는 각 차량의 방문지들에 대한 순회경로를 포함하고 있다. 이 각각의 순회경로에 대하여 NNA를 적용함으로써 더욱 더 단축된 순회경로들을 얻고, 결과적으로 더 나은 해를 얻을 수 있다.

4.4 적합도 함수의 설정

집단 V 내 하나의 염색체 v 의 정보와 집단 P 내 하나의 염색체 p 의 정보가 결합되어 하나의 실행가능해가 생성되는 경우 식 (1)의 목적함수가 이 두 염색체의 적합도 함수 $F(v, p)$ 로 사용된다. 만약 비실행가능해가 생성되는 경우 식 (1)의 목적함수에 큰 양의 값을 지닌 페널티 항을 추가하여 이것을 적합도 함수로 사용함으로써 염색체 집단의 세대변천 시 그 해가 도태되도록 유도한다.

이제까지의 설계 내용을 바탕으로 집단 V 와 P 의 염색체 정보를 결합하여 그 적합도를 산출하는 과정을 <Fig. 5>와 같이 나타낼 수 있다.

4.5 염색체의 적합도 평가방식

유전 연산을 적용해서 세대변천을 이루기 위해서는 먼저 집단 V 와 P 내 각 염색체를 평가하는 과정을 거쳐야 한다. 이제까지의 설계 내용은 두 집단 내 각 염색체를 평가하는 방식에 따라 GA 기반 또는 CCEA 기반으로 실행될 수 있다.

먼저, GA 기반에서 두 집단의 염색체를 사용하는 방식은 <Fig. 6>-(a)와 같이 나타낼 수 있다. 매 세대마다 두 집단 V 와 P 안에서 각각 같은 순서에 있는 두 염색체를 결합해서 그것을 하나의 염색체로 간주할 수 있다. <Fig. 5>의 알고리즘에 따라 적합도를 구한 후, 그 값을 집단 V 및 집단 P 의 해당 염색체의 적합도로 이중으로 사용한다.

다음으로, CCEA에서의 염색체 평가방식은 <Fig. 6>-(b)와 같이 나타낼 수 있다. <Fig. 6>-(b)의 위 부분은 집단 V 내 염색체의 평가를, 그리고 아랫 부분은 그 다음 단계로 집단

P 내 염색체의 평가를 의미한다. 집단 V 내 하나의 염색체를 평가하기 위해 집단 P 를 대표하는 협력자(collaborator)를 필요로 한다. 집단 V 내 평가대상 염색체 정보를 집단 P 의 협력자 정보와 결합함으로써 평가대상 염색체의 적합도를 구한다. 집단 V 내 모든 염색체의 적합도가 구해지면, 그 중에서 가장 좋은(가장 적은 값을 지닌) 적합도를 지닌 염색체를 그 집단 V 의 협력자로 지정한다. 이 협력자는 나중에 집단 P 의 염색체들을 평가할 때 집단 V 를 대표하는 염색체로 사용된다. 집단 V 내 염색체의 평가가 끝나면, 다음 단계로 집단 P 내 각 염색체에 대한 평가가 이루어진다. 그 평가 방식은 집단 V 에 대한 평가 시와 동일하다.

세대 변천시마다 두 집단 V 와 P 의 각 염색체들은 이처럼 교대로 평가된다.

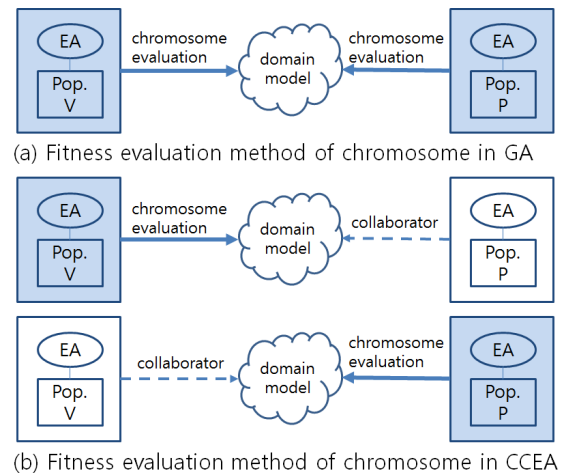


Fig. 6. Fitness evaluation methods

4.6 유전 연산의 적용

더 우수한 해를 탐색하기 위해 염색체 집단 V 와 P 의 염색체들은 서로 독립적인 유전 연산을 통하여 다음 세대의 염색체들로 교체된다. 유전 연산은 선택(selection), 교배(crossover) 및 돌연변이(mutation)의 세 가지 연산으로 구성된다.

먼저, 선택 연산으로는 elitist 전략을 수반한 truncation 선택 연산이 집단 V 와 P 에 모두 적용된다. Jebari and Madiafi(2013)에 의하면 truncation 연산에서는 한 집단 내 염색체들이 그 적합도의 내림차순으로 정렬된 후 상위 일정 비율(p) 안에 드는 염색체들만 선택된다. 이 연산은 문제의 해 공간이 매우 넓은 경우에 사용되는 경향이 있다. elitist 전략은 선택 과정에서 가장 우수한 염색체가 선택되지 않더라도

다음 세대에서도 그 염색체를 보존하기 위해 사용된다.

집단 V 와 집단 P 내 각 염색체의 유전인자들은 모두 하나의 순열 형태로부터 값을 취한다. 따라서 교배 연산 후에도 하나의 순열 형태의 값이 유지되도록 만들기 위해 두 집단 모두 교배 연산으로 OX(order crossover) 연산을 적용한다.

돌연변이 연산으로는 집단 V 와 집단 P 에 모두 swap 연산을 적용한다. 이 연산은 염색체 내 두 유전인자의 위치를 무작위로 선택한 후, 그 위치에 있는 값들을 서로 교환함으로써 이루어진다.

5. 해법의 성능 실험 및 분석

이제까지의 설계 내용은 염색체의 적합도 평가방식에 따라 GA 기반 및 CCEA 기반의 두 가지 해법으로 실행될 수 있다. 이제 테스트 문제들을 대상으로 이 두 가지 해법을 각각 실행시켜 그 성능을 비교하고 분석한다.

5.1 테스트 문제의 설정

지금까지 설계한 GA 기반 해법과 CCEA 기반 해법을 각각 비주얼 C++ 언어를 사용하여 객체지향 방식으로 코딩한다. 본 연구대상과 유사한 HVRP에 대하여 Taillard(1999)는 테스트 문제들을 제시한 바 있다. 본 실험에서는 이 테스트 문제들의 차량관련 데이터는 <Table 1>과 같이 그대로 사용한다. 여기서 n 은 방문지 수, Q 는 차량유형 t 의 적재용량, f 는 차량유형 t 의 고정비용, α 는 차량유형 t 의 단위거리당 변동비, 그리고 n 은 차량유형 t 의 이용가능한 대수를 나타낸다. 각 테스트 문제의 방문지 관련 데이터 중에서 각 방문지의 위치 좌표는 그대로 사용하고 각 방문지의 조달량 및 회수량 데이터는 본 연구에서 별도로 추가한다.

GA 기반 및 CCEA 기반의 두 해법의 실행에 필요한 파라미터들의 값은 예비실험을 거쳐 <Table 2>에서와 같이 설정한다. 특히, 성능 비교의 목적상 각 테스트 문제에 대하여 GA 기반 해법의 최대 생성세대 수를 충분히 큰 값인 1000으로 설정하고 GA가 이 세대에 이를 때까지의 소요시간 만큼 CCEA 기반 해법을 실행시키도록 한다.

Table 1. Vehicle data of test problems

P.	n	vehicle type(t)	Q	f	α	n
1	50	A	20	20	1,0	4
		B	30	35	1,1	2
		C	40	50	1,2	4
		D	70	120	1,7	4
		E	120	225	2,5	2
		F	200	400	3,2	1
2	50	A	120	1000	1,0	4
		B	160	1500	1,1	2
		C	300	3500	1,4	1
3	50	A	50	100	1,0	4
		B	100	250	1,6	3
		C	160	450	2,0	2
4	50	A	40	100	1,0	2
		B	80	200	1,6	4
		C	140	400	2,1	3
5	75	A	50	25	1,0	4
		B	120	80	1,2	4
		C	200	150	1,5	2
		D	350	320	1,8	1
6	75	A	20	10	1,0	4
		B	50	35	1,3	4
		C	100	100	1,9	2
		D	150	180	2,4	2
		E	250	400	2,9	1
		F	400	800	3,2	1
7	100	A	100	500	1,0	4
		B	200	1200	1,4	3
		C	300	2100	1,7	3
8	100	A	60	100	1,0	6
		B	140	300	1,7	4
		C	200	500	2,0	3

Table 2. Parameter values

size of chromosome population	V : 300, P : 300
mutation probability	0,2
max. number of generations created	1000
selection pressure p of selection operation	0,1

Table 3. Experimental results with two kind of selection operations

P.	truncation operation		tournament operation	
	min. cost	generation created	min. cost	generation created
1	1436.97	203	1706.63	455
2	61.86	74	62.02	235
3	1096.51	245	1595.50	23

5.2 실험계획 및 결과분석

GA 기반 해법 및 CCEA 기반 해법의 본격적인 비교에 앞서 본 연구에서 사용하는 truncation 선택 연산이 일반적으로 많이 사용되는 tournament 선택 연산에 비해 성능 상 차이가 있는지를 파악하기 위해 테스트 문제 1, 2, 3을 대상으로 두 선택 연산을 각각 CCEA 기반 해법에 적용하여 실행하였다. 두 집단의 크기를 각각 300으로 하고, 최대 생성세대 수를 500으로 설정하였다. 그 실험 결과는 <Table 3>에서와 같이 요약될 수 있다. 세 가지의 테스트 문제에서 모두 truncation 선택 연산이 tournament 선택 연산보다 훨씬 더 낮은 총비용을 생성하였다. 따라서 truncation 선택 연산을 채택해 사용하기로 한다.

두 해법의 본격적인 성능 비교를 위해 8개 테스트 문제에 대하여 각각 차량의 고정비가 없는 경우와 있는 경우의 두 경우로 나누어, 각 경우에 대하여 GA 기반 해법 및 CCEA 기반 해법을 각각 1회씩 실행시킨다.

모든 실험 결과는 <Table 4>에 요약되어 있다. 먼저, 차량

고정비가 없는 경우 8개 테스트 문제 가운데 GA가 4개 문제에서, CCEA가 4개 문제에서 상대적으로 더 우수한 해를 생성하였다. CCEA가 더 우수한 해를 생성한 테스트 문제들에서 CCEA는 GA에 비해 총비용이 단지 1-3%가 줄어든 해를 생성하였다. 반면 GA가 더 우수한 해를 생성한 여섯 문제에서 CCEA는 GA에 비해 총비용이 2-6% 더 초과하는 해를 생성하였다. 따라서 GA가 CCEA보다 다소 더 우수한 성능을 보였다고 평가할 수 있다. GA의 경우 6개 문제에서 가장 좋은 해가 750 세대 이후의 후반에서 탐색되었고 두 문제에서는 250 세대 이전의 초기 단계에서 탐색되었다. 따라서 GA는 세대변천에 따라 더 나은 해를 지속적으로 잘 생성했음을 알 수 있다.

차량의 고정비가 있는 경우 8개 테스트 문제 가운데 GA가 6개 문제에서 그리고 CCEA가 2개 문제에서 상대적으로 더 우수한 해를 구하였다. 따라서 이 경우에는 GA가 CCEA보다 훨씬 더 나은 성능을 보였음을 알 수 있다. GA의 경우 6개 문제는 가장 좋은 해가 750 세대 이후의 후반에서 탐색되었고 한 문제는 180 세대의 초기 단계에서 탐색되었다. 따라서 GA는 이 경우에도 세대변천에 따라 더 나은 해가 지속적으로 잘 생성했음을 알 수 있다.

6. 결론

본 연구에서는 한정된 대수의 이종차량들이 이용될 수 있는 여건 속에서 친환경 역물류 특성들이 반영된 VRP를 연구대상으로 설정하였다. 이 문제는 총비용을 최소화할 수 있도록 먼

Table 4. Experimental results with both GA- and CCEA-based algorithms

P	n	In case of no fixed cost						In case of fixed cost					
		GA			CCEA			GA			CCEA		
		min. cost (a)	gen. no.	comp. time (h:m)	min. cost (b)	gen. no.	ratio (b)/(a) (%)	min. cost (c)	gen. no.	comp. time (h:m)	min. cost (d)	gen. no.	ratio (d)/(c) (%)
1	50	1404.12	244	4:33	1436.97	203	1.02	2704.61	752	4:52	2561.06	350	0.95
2	50	62.29	853	4:55	61.86	74	0.99	3053.59	809	4:23	4073.59	321	1.33
3	50	1064.54	951	5:24	1055.14	471	0.99	2877.11	801	5:13	3183.01	35	1.11
4	50	1231.96	754	5:35	1310.79	145	1.06	2975.84	180	5:11	3071.69	453	1.03
5	75	1168.05	990	5:54	1234.72	939	1.06	2106.15	562	5:39	2172.5	332	1.03
6	75	2081.09	247	6:58	2154.48	253	1.04	3705.73	818	6:24	3721.94	417	1.00
7	100	1417.59	807	9:05	1381.41	962	0.97	10059.5	989	9:45	9966.01	466	0.99
8	100	1750.02	933	9:08	1714.13	879	0.98	4519.59	930	9:57	4613.78	844	1.02

저 순회차량들을 배정하고, 또한 배정된 차량들에 대하여 각각의 순회경로를 정하는 것이다. 이 문제를 이중 차량군을 지닌 HVRP 특성과, 조달과 회수가 동시에 수행되는 VRP_SPD 특성을 모두 반영하는 새로운 HVRP_SPD 모형으로 정식화하였다.

이 문제에 진화 알고리즘을 적용하기 위하여 두 개의 염색체 집단을 설계하였다. 첫 번째 염색체 집단은 가용 차량들의 배정순서를, 그리고 두 번째 염색체 집단은 각 차량의 순회경로에 포함될 방문지들의 배정순서에 관한 정보를 지닌다. 그 다음, 두 집단에서 각각 하나씩의 염색체를 선택하여 그 정보를 결합해서 하나의 해를 생성하는 방법을 설계하였다. 또한 하나의 해 안에 존재하는 각 차량별 순회경로에 대하여 NNA를 적용함으로써 더욱 단축된 순회경로를 얻도록 하였다. 두 염색체 집단의 각각에 elitist 전략을 수반한 truncation 선택, order crossover, 그리고 swap 돌연변이 연산을 독립적으로 적용하여 세대교체를 이루도록 하였다. 이제까지 설계한 진화 알고리즘을 두 염색체 집단을 평가하는 방식에 따라 GA 기반 및 CCEA 기반의 두 유형의 해법으로 실행하였다.

GA 기반 해법과 CCEA 기반 해법의 성능비교를 위해 두 해법을 8개 테스트 문제를 대상으로 실행시켰다. 그 결과 차량의 고정비 유무에 관계없이 GA 기반 해법이 전반적으로 CCEA 기반 해법보다 더 우수한 성능을 보였다.

본 연구에서 제시한 해법은 물품 공급업체와 소매점들, 가전업체와 고객들, 그리고 온라인 및 홈쇼핑업체와 고객들 사이에서 주문제품의 조달과 폐제품 또는 반품제품의 회수가 동시에 이루어지는 물류 시스템에서 친환경적인 차량의 배정 및 차량의 순회경로의 설계 시 그 기본 해법으로 활용될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] Han, Y. (2010), "A Cooperative Coevolutionary Algorithm for Optimizing a Reverse Logistics Network Model", *Korean Management Science Review*, v.27, no.3, pp.15-31.
- [2] Han, Y. (2011), "Multi-Stage Supply Chain Network Design Based on a Cooperative Coevolutionary Algorithm", *J. of KSCM*, v.11, no.2, pp.87-96.
- [3] Han, Y. (2013), "Design of Closed-Loop Supply Chain Network with Multi- Populations-Based Cooperative Coevolutionary Algorithm", *J. of KSCM*, v.13, no.1, pp.55-66.
- [4] Ai, T.J. and Kachitvichyanukul, V. (2009), A particle swarm optimization for the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery, *Computers & Operations Research*, 36, pp.1693-1702.
- [5] Choi E. and Tcha, D.-W. (2007), A column generation approach to the heterogeneous fleet vehicle routing, *Computers & Operations Research*, 34, pp.2080-2095.
- [6] Brandão, J. (2011), A tabu search algorithm for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem, *Computers & Operations Research*, 38, pp.140-151.
- [7] Dethloff, J. (2001), Vehicle routing and reverse logistics: the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up, *OR Spectrum*, 23, pp.79-96.
- [8] Gajpal, Y., and Abad, P. (2009), An ant colony system (ACS) for vehicle routing problem with simultaneous delivery and pickup, *Computers & Operations Research*, 36, pp.3215-3223.
- [9] Gendreau, M., Laporte, G., Musaraganyi, C., Taillard, E.D. (1999), A tabu search heuristic for the heterogeneous fleet vehicle routing problem, *Computers & Operations Research*, 26, pp.1153-1173.
- [10] Golden, B. Assad, A., Levy, L., Gheysens, F. (1984), The fleet size and mix vehicle routing problem, *Computers & Operations Research*, 11, pp.49-66.
- [11] Jebbari, Khalid and Madiafi, Mohammed (2013), Selection Methods for Genetic Algorithms, *International Journal of Emerging Sciences*, 3(4), pp.333-344.
- [12] Li, F., Golden, B., and Wasil, E. (2007), A record-to-record travel algorithm for solving the heterogeneous

- fleet vehicle routing problem, *Computers & Operations Research*, 34, pp.2734-2742.
- [13] Lin, C., K.L. Choy, G.T.S. Ho, S.H. Chung, and H.Y. Lam (2014), Survey of Green Routing Problem: Past and future trends, *Expert Systems with Applications*, 41, pp.1118-1138.
- [14] Liu, S., W. Huang, and H. Ma (2009), An effective genetic algorithm for the fleet size and mix vehicle routing problems, *Transportation Research Part E*, 45, p.434-445.
- [15] Min H. (1989), The multiple vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up points, *Transportation Research A*, 23 (5), pp.377-386.
- [16] Nagi, G. and Salhi, S. (2005), Heuristic algorithms for single and multiple depot vehicle routing problems with pickups and deliveries, *European Journal of Operational Research*, 162(1), pp.126-141.
- [17] Ochi, L., Vianna, D., Drummond, L. M. A., and Victor, A. (1998), A parallel evolutionary algorithm for the vehicle routing problem with heterogeneous fleet, *Future Generation Computer Systems*, 14, pp.285-292.
- [18] Osman, I. H. and Salhi, S. (1996), Local search strategies for the mix fleet routing problem. In: Rayward-Smith, V.J., Osman, I.H., Reeves, C.R., Smith, G. D. (Eds.), *Modern Heuristic Search Methods*, Wiley, Chichester, pp.131-153.
- [19] Potter, M. and De Jong, K. (1994), A Cooperative Coevolutionary Approach to Function Optimization. In: *Parallel Problem Solving from Nature (PPSN III)*. Springer, pp.249-257.
- [20] Prins, C. (2002), Efficient heuristics for the heterogeneous fleet multitrip VRP with application to a large-scale real case, *Journal of Mathematical Modeling and Algorithms*, 1, pp.135-150.
- [21] Taillard, E. D. (1999), A heuristic column generation method for heterogeneous fleet, *RAIRO*, 33, pp.1-14.
- [22] Tarantilis, C. D., Kiranoudis, C., and Vassiliadis, V. (2003), A list based threshold accepting metaheuristic for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem, *Journal of the Operational Research Society*, 54, pp.65-71.
- [23] Tarantilis, C. D., Kiranoudis, C., and Vassiliadis, V. (2004), A threshold accepting metaheuristic for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem, *European Journal of Operational Research*, 152, pp.148-158.
- [24] Wang, H.F and Chen, Y.Y (2013), A coevolutionary algorithm for the flexible delivery and pickup problem with time windows, *Int. J. Production Economics*, 141, pp.4-13.
- [25] Wassan, N.A. and Osman, I.H. (2002), Tabu search variants for the mix fleet vehicle routing problem, *Journal of the Operational Research Society*, 53, pp.768-782.



한 용 호

서울대학교 산업공학과 학사
 KAIST 산업공학과 석사
 KAIST 산업공학과 박사
 현재 : 부산외국어대학교
 e-비즈니스 전공 교수
 관심분야 : 협력적 공진화 알고리즘, 공급사슬관리(SCM)

발전용 유연탄 조달 경영계획 최적화 모델에 관한 연구

장남철* · 황승준**†

*한양대학교 일반대학원 경영컨설팅학과 · **한양대학교 경상대학 경영학부

A Study of Optimization model for Replenishment Scheduling of Power Generation Coal

Nam-chul Chang* · Seung-June Hwang**†

*Graduate School of Management Consulting, Hanyang University

**School of business and economics, Hanyang University

Global distribution of power generation fuel is a very important logistics area that forms the basis of the national power infrastructure industry. Therefore, in order to secure the cost competitiveness of the power generation company while maintaining the stable electric power of the nation, it is required to establish an optimal management plan that minimizes the cost of importing bituminous coal which is one of the largest source of energy for the generation of electricity. This study defines cost factors and constraints necessary for annual management plan for the importation of bituminous coal. Based on this, we have established a mathematical model that minimizes logistics costs while satisfying energy demand for electric power. This logistics optimization model established by the integer programming method was used to derive the optimum amount of bituminous coal imported, and the number of ships for each type by the size to be needed for each period of time for the electric power industry. Our model suggested a method to reduce the cost of importing bituminous coal, transportation cost, and inventory cost by 4% point, 34% point, 4% point, respectively, compared with the current cost.

Keywords : coal transportation, electric power industry, ship transportation, inventory constrained optimization

† **Corresponding Author** : School of Business and Economics, Hanyang University, 55 Hanyangdaehak-ro, Sangnok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, 15588, Korea,
Tel: +82-31-400-5637, E-mail: sjh@hanyang.ac.kr

Received : 12 August 2017, **Revised** : 3 September 2017, **Revised** : 28 September 2017, **Accepted** : 23 October 2017

1. 서 론

우리나라 전력산업의 구조를 살펴보면, 국내 6개 발전 공기업과 민간 발전회사, 그리고 구역전기 사업자가 전력을 생산하고, 한전은 전력거래소에서 구입한 전력을 송배전망을 통해 일반고객에게 수송, 판매하는 구조로 되어 있다.

우리나라 유연탄 발전설비는 2015년 말 기준으로 전체 발전설비 중에서 27%를 점유하고 있어 전력 생산에서 매우 중요한 위치에 있다. 2015년 말 현재 발전부문에서의 유연탄 사용량은 7천8백만 톤에 달한다. 이는 국내 전체 유연탄 소비량의 2/3에 해당하는 규모이다. 최근 기후변화 대응을 위해 유연탄 비중을 줄이려는 노력에도 불구하고 우리나라를 비롯하여 많은 나라들에서 유연탄은 여전히 중요한 에너지원이 되고 있다.

유연탄은 우리나라에서 생산되지 않아 전량 수입에 의존한다. 국내 유연탄 수입 현황을 보면 2015년도 기준으로 119,322천 톤의 유연탄을 수입하였다. 그 중 호주와 인도네시아는 전체 수입량의 70% 이상을 차지하고 있다. 특히 호주에서는 2011년도 35%를 차지했으나 점점 증가하여 2015년도에는 47%까지 늘어났다. 반면에 인도네시아에서는 2011년도 32%에서 2015년에는 24%로 감소 추세에 있다. 이는 국내 발전회사들이 고열량탄 구매를 늘린 것에서 기인한다. 유연탄은 주로 발전용과 산업용 연료로 사용되고 있다.

2011년부터 2015년까지 수입 유연탄의 용도별 소비실적을 살펴보면 발전용은 63%에서 67%를 차지하고, 제철용은 27%에서 31%를 차지함으로써 수입 유연탄의 2/3정도를 발전용으로 사용하고 있는 것으로 나타났다.

특히 발전회사는 연간 유연탄 도입량도 많고, 도입비용도 총 원가에서 60% 내·외를 차지할 만큼 원가비중이 크므로 원가경쟁력을 확보하기 위해서는 유연탄 도입비용을 낮추는 것이 절대적으로 필요하다.

따라서 본 연구는 발전회사의 원가 경쟁력을 확보하기 위한 일환으로 유연탄 도입비용, 운송비용, 재고비용 등을 최소화할 수 있는 발전용 유연탄 도입 경영계획 최적화모델에 관한 연구를 수행함으로써 현실세계에서 실현 가능한 모형을 제시하고, 적용가능성을 평가한 후 개선방향을 도출하는 것을 목적으로 한다.

발전소 운영비용 최소화에 관한 연구로는 본 연구가 국내에서 최초로 시도되는 연구가 될 것이다.

2. 선행연구 고찰

본 장에서는 발전용 유연탄 조달 최적화모델과 관련하여 전력산업, 유연탄 조달, 에너지 물류 환경 및 rolling horizon 계획에 대한 연구를 고찰하여 본 연구에 시사점으로 활용하고자 하였다.

2.1 전력산업

전력산업과 관련하여 전력산업 구조개편, 전력수급, 전력시장에 관한 연구를 고찰하여 전력산업 구조개편의 성과에 관한 국·내 사례를 조사하여 어떠한 시사점이 있는지를 찾고자 하였다.

전력산업 구조개편의 핵심은 한전에서 독점적으로 운영하던 전기의 생산에서 수송(송전, 배전), 판매에 이르는 전 부문을 기능별로 분류하여 단계적으로 경쟁체제를 도입하는 것이다. 전력산업 구조개편에 대한 그동안의 성과에 대하여는 김신종(2011)은 발전설비 운영, 설비효율, 보수기간 측면에서 효율성이 향상되었다고 하였고, 이상급(2013)은 한국, 일본, 미국 주요 화력발전회사들을 대상으로 DEA분석 결과 한국은 효율성 개선에는 긍정적 영향을 미쳤지만, 발전부문의 생산성은 일본, 미국에 비해 상대적으로 낮은 수준이라고 하였다.

우리나라 전력시장은 2001년 개설되어 17년째 운영되고 있다. 전력도매시장은 변동비를 반영한 시장으로 CBP시장(Cost Based Pool)이라고 불리며 국가적으로 전력생산 비용을 최소화하기 위한 관점에서 설계되었다. 시장가격인 SMP(System Marginal Price)는 1시간 단위로 결정되며, 매 시간대별 한계수요를 담당하는 한계발전 비용이 된다. 발전회사는 자신의 발전비용이 SMP보다 낮으면 발전기를 가동하게 되고, SMP와의 차액만큼을 수익으로 가져가게 된다. 결국 연료 조달비용을 낮추게 되면 그만큼 발전회사 마진이 늘어나는 구조로 되어 있다.

Calvillo et al(2016)은 최적의 계획 및 집계 분산 에너지 자원(DER: Distribution Energy Resource)을 분석하고 전력시장 가격에 미치는 영향을 고려하여 최적의 DER모델을 제시하였다. 열병합 발전사업자의 시장참여 일정에 대한 접근방법론으로 혼합정수 비선형계획법(MINLP: Mixed Integer Non Linear Programming)에 의한 모델링을 제안하였다(Kim et al, 2014). 전력시장 경쟁도입과 관련된 해외 연구들을 살펴보면 미국에서 구조조정을 실시한 주의 발전회사에서는 인건비와 연료비 외의 비용이 더 효율적이라고 하였고(Fabrizio,

Wolfram, 2007), 발전소 연료효율성이 더 중요하다고 평가하기도 하였다(Bushnell, Wolfram, 2005).

전력수급과 관련하여 신동현(2016)은 기온의 연속, 누적효과와 전력소비 변동성 간의 관계를 분석하여 일일 최대 전력소비의 예측력 향상방안을 제시하였다. 김철현, 박광수(2015)는 국내 전력 소비패턴의 구조적 변화 및 변화요인 분석에서 국내 전력수요 증가세 둔화 원인이 일시적인 현상인지 구조적인 현상인지를 분석하여 국내 전력수요의 추세변화와 발생시기를 계량적으로 추정하였다. 기온의 연속적인 변화는 여름철과 겨울철의 전력수요와 밀접한 관련성이 있음을 확인할 수 있었다.

2.2 유연탄조달

유연탄 조달과 관련한 선행연구로는 유연탄의 현물구매와 장기계약구매 비율에 관한 최적화방안을 제안하였다(권혁수, 홍승혜, 2014). 해외로부터 유연탄을 수입하는 경우 유연탄 가격, 해상운임, 환율 등의 3가지 가격변동 위험에 노출되어 있다고 가정하고, 이들 위험요소를 선물시장이나 선도시장을 활용하여 관리할 수 있는 조달모형을 제시하였다(권혁수, 정창봉, 2007). 유연탄은 원유, 천연가스 등과 매우 밀접한 가격변동 양상을 보이고 있다고 지적하고, 향후에도 가격 불안정성이 높아지는 등 시장 불안요인이 클 것이라고 전망하면서 장기계약 비율을 축소하는 문제는 신중히 접근해야 한다고 하였다(이원우, 2011). 홍승혜(2016)는 국내 발전회사들이 유연탄 구매의 경제성을 확보하기 위해서는 특정 구매방식을 고수하기 보다는 구매 시기, 수입선 다변화, 구매방식을 비롯한 운송방식의 믹스 등 다양한 전략이 필수적이라고 했다. 본 연구는 유연탄 도입비용은 발전회사 원가에 지대한 영향을 미치고 있으므로 보다 과학적인 접근방법으로 비용을 줄이려는 방안의 일환으로 연구를 진행하였다. 본 연구의 수리모형을 통해 언제 어느 국가에서 얼마의 수량을 어떤 선박으로 도입해야 비용을 최소화 할 수 있는 지를 실험을 통해 증명하고자 하는 것이 선행연구와의 차별성을 갖게 된다.

윤원철(2007)은 예측모형을 활용한 유연탄 구매전략의 효과 분석에 관한 연구에서 수익성 안정화를 기할 수 있는 유연탄 구매전략 모형을 제시하였다.

유연탄의 안정적, 경제적 조달은 발전회사 경영의 핵심이므로 발전회사와 유연탄 공급사는 전략적 구매를 위한 관계형성이 필요하다. 또한 구매 대상품목에 대한 수요와 요구사항을 고려하여 가격 및 비가격요소를 모두 포함한 총체적 비용이

최적인 공급자를 선정하고 협력관계의 구축을 통하여 상호이익을 확보할 수 있는 구매전략기법을 제시하였다(Anderson, Wujin, and Weitz, 1987). 유연탄의 공급자와 수요자간의 공급사슬에 있어 상생협력은 경제적 지속가능성뿐만 아니라 환경적, 사회적 지속가능성까지도 균형 있게 달성하는 것이라고 하였다(박찬권, 서영복, 2017). 에너지 수송과 관련하여 손현호(2010)는 대규모 물동량의 지속적인 수송수요를 가진 제철회사, 전력회사, 정유회사들은 장기적으로 안정적인 선박 확보와 운임 경쟁력 면에서 우위를 지키기 위해 장기용선계약(Long-term Contract of Affreightment)을 선호한다고 하였다. 유연탄의 안정적인 수송이 중요함으로 발전회사들은 수송물량의 70~80%를 장기 용선계약으로 수송을 하고 있다.

2.3 에너지 물류 환경

오늘날 물류는 기업경쟁력 우위를 확보하기 위한 핵심적인 경영전략의 하나로 인식되고 있다. 석주현(2016)은 에너지 물류 구조변화 요인으로 국제 수송로의 개선을 들었다. 즉, 파나마운하, 북극해 등의 신규 수송을 통한 LNG 공급은 기존의 중동 중심의 LNG도입선에서 탈피하여 LNG 도입선 다변화를 꾀할 수 있는 기회를 제공할 것이라고 하였다. 2040년까지 천연가스를 제외하고 석탄, 석유의 OECD국가들의 수요는 비OECD국가들보다 현저히 감소할 것이라고 전망하면서 석탄, 석유는 인도, 동남아시아, 중동, 아프리카 지역에서 에너지 물류 수요가 증가될 것으로 예상하였다. 운송비 절감과 관련하여 이창수(2009)는 철강석과 석탄 등 제철 원료를 수입하는 철강 산업의 경우 물류비가 차지하는 비율이 매우 높기 때문에 단위당 해상 운송비를 절감하기 위해서는 대형 전용 BULK선의 비율을 높여야 한다고 하였다. 물류 최적화에 가장 큰 영향을 주는 요인이 물류 네트워크 설계 및 최적화이다. 일반적으로 물류 네트워크 설계를 평가하는 방식은 시뮬레이션 모델을 활용하는 방법과 LP, MIP 등의 최적화 모델을 활용하는 방법으로 구분된다. 차주일(2010)은 LP/MIP의 최적화 모델을 활용하여 네트워크 설계를 최적화하는 JDA의 Strategy Tool을 개발하였다. 물류 최적화 연구와 관련하여 최소한의 비용으로 미리 지정된 항해에 선박을 할당할 수 있도록 롤-오프 전기선 해운에 관한 문제를 처리하기 위해 전략방법에 관한 연구결과를 제시하였다(Fischer, Nokhart, Olsen, Fagerholt, Rakke, and Stålhane, 2016).

한편, Kong(2015)은 부생가스는 철강 산업에서 중요한 보조 에너지로서 비용 감소를 위한 최적화가 중요하고, 철강 산

업의 발전을 위해 경제성, 에너지소비, 환경을 고려하여 최적의 통합시스템을 구축할 필요가 있다고 하였다.

2.4 Rolling Horizon계획

당초 수립된 계획도 시간 경과에 따른 환경과 여건의 변화로 인한 수정보완이 필요하다. 여건변동을 고려하여 수립된 계획을 수정·보완할 수 있는 기법 중의 하나가 rolling horizon이다. Sethi and Sorger(1991)는 rolling horizon에 의한 의사결정은 동적인 확률 환경에서 의사결정을 내리는 일반적인 비즈니스 관행이라고 정의하였다. 본질적으로, 이러한 관행은 장래의 특정 기간 동안 관련 정보의 예측에 기초하여 결정하게 되므로 기존의 예측은 경우에 따라 수정되거나 업데이트 되어야 한다고 하였다. 이 절차는 rolling horizon 결정을 정당화하는 모든 기간에 반복해야 하는 것이다. 유한 horizon모델이 무한 horizon모델에 비해 의사결정에 적합한 이유는 첫째, 먼 미래에 대한 예측은 신뢰할 수 없는 경향이 있으며 둘째, 의사결정은 미래에 대한 제한된 정보에 근거해야 한다는 것이다. McClain and Thomas(1977)은 시뮬레이션을 사용하여 선형비용모델을 조사한 결과, 유한 horizon 모델에 대한 중단 조건은 추가기간의 정보에 더 의존한다는 결론을 지었다. Baker(1977)와 Baker and Peterson(1978)은 롤링스케줄을 평가하기 위한 분석적 틀을 개발하였다. 여기에는 rolling horizon의 길이, 최종조건, 예측의 불확실성, rolling horizon 결정을 위한 수요의 주기성에 관한 연구내용이 포함되어 있다. Alden and Smith(1987)은 해당 rolling horizon 절차의 비용은 모델에 할인요인이 포함되어 있다고 가정하면 무한한 수평비용에 대하여 기하학적 방법으로 접근할 수 있다고 하였다. 이러한 rolling horizon계획에 대한 선행연구는 주로 제조공장에서 제품 수요 예측과 관련하여 연구가 진행되어 왔으나 본 연구에서는 전력수요에 민감한 전력산업의 특성을 고려하여 발전회사 연료 수급관리에 이러한 rolling horizon계획을 국내 최초로 적용하고자 하였다.

3. 연구모형

3.1 경영계획 최적화 모형

발전회사의 유연탄 수급계획 프로세스를 보면, 발전소별 발전계획에 따라 산출된 연간 유연탄 소요량을 바탕으로 유연탄 수급계획을 수립한다. 이를 기반으로 장기 공급계약 또는 현물 시장계약을 공급사와 체결하고 물량을 시기별로 배정하는 인수계획을 수립한 후, 공급사 및 선사와 협의하여 매 분기 개시 1개월 전에 배선계획을 확정하여 유연탄을 도입하고 있다.

해외로부터 도입된 유연탄 조달비용은 유연탄 구매단가(FOB¹⁾), 해상 운송운임, 제선료, 하역비, 개별 소비세로 구성되어 있다. 하역비와 개별 소비세는 본 연구의 최적화 범주에서 제외하였다. 유연탄 가격과 해상운임은 환율의 변동 위험에 노출되고 있으나 본 연구에서는 환율 변동성에 대한 위험요소는 제외하였다.

본 연구에서 개발된 수학적 모형을 위한 기호정의(index, parameter, decision variables)는 다음과 같다.

3.2 기호정의(Notation)

[첨자(index)]

- i: 지역
- j: 선박의 종류
- t: 기간(월)

[모수(parameter)]

- α_{it} : i지역에서 t월에 도입한 유연탄의 톤당 단가
- β_{ijt} : j종류의 배로 i지역에서 t월에 운송할 때 배의 운송단가
- γ_{it} : i지역 t월에 도입한 탄의 톤당 열량
- D_t : t월 수요열량
- G_{it} : i지역에서 t월의 공급량한계
- C_j : j형태 선박의 최대 수용량(톤)
- h_t : t월의 단위열량 당 holding cost
- B_1 : 1월초의 재고열량
- S_t : 월별 안전재고열량(10일 이상 사용 열량)
- M: 발전소 저탄장 최대보관열량
- N: 부두접안 선박의 최대 수

1) FOB: Free On Board의 약자로 선적항에서 물건을 실을 때 까지의 비용을 말함

[결정변수](decision variables))

x_{it} : i지역에서 t월에 도입되는 탄의 량 $\in \mathbb{R}$

y_{ijt} : i지역에서 t월에 탄을 운송하는 j종류의 배의 대수 $\in \mathbb{I}$

b_t : t월초의 보유열량 $\in \mathbb{R}$

3.3 수리모형

본 연구의 모형은 ‘유연탄 도입 경영계획 최적화’를 목적으로 하는 전략 모형이며 수리모형의 목적식은 유연탄 도입비용, 운송비용, 재고비용 등의 총비용(TC)을 최소화하는 모델이다.

식(1)과 같이 총 도입비용, 총 운송비용, 재고비용의 합으로 구성된다.

구매계획과 관련하여 도입비용, 운송비용, 재고비용에 대한 수요계획(Forecasting)은 이미 주어져 있는 상태를 가정하였다.

$$\min \sum_t \sum_i \alpha_{it} x_{it} + \sum_t \sum_i \sum_j \beta_{ijt} y_{ijt} + \sum_t \frac{(b_t + b_{t+1})}{2} * h_t \quad (1)$$

식(1)에서 운송 수단인 선박의 종류는 Capesize일 때 $j=1$, Panamax일 때 $j=2$ 로 정의하였다.

b_t 는 t월초의 보유열량을 의미하며 재고량 보존의 법칙을 유지하기 위하여 도입된 변수이다.

본 연구의 제약조건으로는 수요제약, 공급능력(Capacity) 제약, 유연탄 공급량과 운송량 간의 제약, 부두 집안시설 제약, 비음 제약 등이 있다.

식(2)은 각 원산지별 유연탄 도입량은 해당시기의 각 원산지 공급능력(Capacity)보다 클 수 없다는 제약식이다.

$$x_{it} \leq G_{i,t}, \quad \forall i, t. \quad (2)$$

식(3)은 운송량 제약에 관한 것으로 각 기간별 원산지별 화물선 종류별 운송량의 합은 해당 원산지로부터의 탄 도입량과 같다.

C_j 는 유연탄 선적은 최대용량까지 전량을 싣는 것으로 가정하였다.

$$x_{it} = \sum_j C_j y_{ijt}, \quad \forall i, t. \quad (3)$$

식(4)는 월 재고량은 안전재고(S_t) 보다 크고 최대 보관한계량(M) 보다는 작다.

$$S_t \leq b_t \leq M, \quad \forall t. \quad (4)$$

식(5)는 1월초의 보유열량은 1월초의 재고열량과 같음을 의미한다.

$$b_1 = B_1. \quad (5)$$

식(6)은 t월말의 재고열량은 t월초의 재고열량에 t월에 도입열량을 합하고 t월의 수요열량을 뺀 값과 같다

$$b_{t+1} = b_t + \sum_i \gamma_{it} x_{it} - D_t, \quad \forall i, t. \quad (6)$$

식(7)은 월별로 접안할 수 있는 선박 최대 수는 부두 시설능력을 초과하여 접안 할 수 없다.

$$\sum_i \sum_j y_{ijt} \leq N, \quad \forall t. \quad (7)$$

식(8), (9)는 각 지역별 유연탄 도입량과 각 지역별 운송 수단별 운송량 및 초기 재고량이 음수일 수 없다는 조건을 보이는 비음 제약식이다.

$$x_{it} \geq 0, \quad \forall i, t. \quad (8)$$

$$b_t \geq 0, \quad \forall t. \quad (9)$$

식(10)는 배의 대수는 정수인 제약식이다.

$$y_{ijt} \geq 0, \quad \text{int}, \quad \forall i, j, t. \quad (10)$$

이상과 같이 식(1)에서 식(10)까지 발전물류에 대한 경영계획을 위한 최적모형을 수립하였다. 수리모형은 다음과 같이 정수계획법(IP: Integer Programming)의 형태를 갖게 된다.

IP 1

$$\min \sum_t \sum_i \alpha_{it} x_{it} + \sum_t \sum_i \sum_j \beta_{ijt} y_{ijt} + \sum_t \frac{(b_t + b_{t+1})}{2} * h_t \quad (1)$$

Subject to

$$x_{it} \leq G_{i,t}, \quad \forall i, t, \quad (2)$$

$$x_{it} = \sum_j C_j y_{ijt}, \quad \forall i, t, \quad (3)$$

$$S_t \leq b_t \leq M, \quad \forall t, \quad (4)$$

$$b_1 = B_1, \quad (5)$$

$$b_{t+1} = b_t + \sum_i \gamma_{it} x_{it} - D_t, \quad \forall i, t, \quad (6)$$

$$\sum_i \sum_j y_{ijt} \leq N, \quad \forall t, \quad (7)$$

$$x_{it} \geq 0, \quad \forall i, t, \quad (8)$$

$$b_t \geq 0, \forall t, \quad (9)$$

$$y_{ijt} \geq 0, \forall i, j, t. \quad (10)$$

Table 1. Export port shipping cost

(Unit: USD / ton)

국가별	index (i)	선적항	Capesize (j=1)	Panamax (j=2)
러시아	1	Vostochny	2.77	3.41
		Vanino	3.24	4.03
미국	2	Roberts Bank	7.24	9.23
호주	3	Abbot Point	5.86	7.55
		DBCT	5.94	7.67
		Gladstone	6.18	7.89
		Newcastle	7.01	8.30
인도네시아	4	Samarinda	3.71	4.86
		Taboneo	3.98	5.28
		Adang Bay	3.81	5.00
캐나다	5	Roberts Bank	7.24	9.23

source: Baltic Dry Index

Table 2. Bituminous coal production forecast

(Unit: million ton)

구분	'17년	'18년	'19년	'20년
중국	3,611	3,558	3,539	3,532
인도	702	734	766	801
미국	695	721	648	606
호주	465	473	464	463
인니	473	475	463	473
기타	1,677	1,680	1,633	1,618
합계	7,623	7,641	7,513	7,493

source: WoodMackenzie

4. 실험계획 및 결과분석

4.1 실험계획

본 연구의 실험을 위한 기초 데이터는 A발전소를 대상으로 수집된 데이터를 활용하였다. 사용된 데이터는 2013년 1월부터 6월까지 6개월간 유연탄 도입량과 선박 및 안전 재고량을 수집하여 적용하였다. 본 연구에서 개발된 수리모형의 유효성을 평가하기 위하여 Microsoft의 Excel의 Solver를 이용하였다. 계산시간은 355초가 소요되었으며, 본 모형에서 사

용된 의사결정변수와 제약조건의 수는 각각 97개, 87개로 구성되어 있다. 의사결정변수는 ‘유연탄 도입량의 수’ ‘선박 대수’ ‘재고열량의 수’로 구성되었다. 유연탄 도입량을 구하기 위해 사용된 α_{it} 는 2013년 1월부터 6월까지의 실제 구입단가를 적용하였다. 선박대수를 구하기 위해 사용된 선박 단가 β_{ijt} 는 <Table1>의 수출항 운송단가와 C_j (capesize는 10만톤급, panamax는 8만톤급)를 곱한 값을 적용하였다. 제약조건으로 사용된 데이터로써 수요열량은 D_t (발전기 1대당 1일 유연탄 사용량)에 γ_{it} (유연탄 톤당 열량:5,700Kcal/kg)를 곱한 값을 의미하며, 안전 재고량 S_t 는 10일 동안 사용할 수 있는 유연탄의 열량을 의미한다. 공급량 한계인 G_{it} 는 <Table2>의 국가별 유연탄 생산량 전망치를 참고하여 적용하였다.

실험계획은 본 수리모형의 핵심이라고 할 수 있는 도입비용, 운송비용, 재고비용에 대하여 평가하고, 그 다음은 2가지 케이스(수요열량, 선박용량 크기)에 대한 시나리오별로 민감도를 분석하고자 한다.

case1: 수요열량 변동에 따른 유연탄 도입비용의 증감

case2: 선박용량크기에 따른 비용의 증감

4.2 실험결과 분석

(1) 수리모형의 실험결과

수리모형에 대한 실험결과는 <Table 3>과 같이 정리하였다. 실제 도입비용 및 운송비용과의 변동 내용을 살펴보면 수리모형의 도입비용은 실제보다 4% 저렴하고, 운송비용은 실제보다 34% 저렴하며, 재고비용은 4% 저렴한 것으로 나타났다.

Table 3. Cost fluctuation status

구분	도입비용	운송비용	재고비용
실제	100%	100%	100%
수리모형	96%	66%	96%
절감율	4%	34%	4%

수리모형의 운송비용이 실제보다 매우 낮게 나타난 이유는 수리모형에서는 선박의 최대 적재량 전량을 선적하도록 되어 있으나 현실에서는 일부 선적항과 발전소 부두에서의 수심의 한계, 탄 생산국 사정으로 인한 탄 선적의 지연, 발전소에서 탄 수요의 급증에 따른 조기 수송요청 등 여러 가지 사정 이 복합적으로 작용한 결과, 실제보다 차이가 많이 발생한 것으

로 추정된다.

(2) 시나리오별 민감도 분석

case1의 경우 수요열량의 변동에 따라 전체비용이 어떻게 변했는지에 대한 실험결과를 <Table 4>와 같이 정리하였다. 첫째는 실제 도입열량과 같은 열량(100%)을 구입하는 것으로 가정하여 실험하였다. 그 결과 실제 도입비용 대비 실험 결과 나타난 결과는 도입비용은 4% 절감하고, 운송비는 34% 절감하는 것으로 나타났다. 실제 구입열량보다 5% 작은 량(95%)을 구입하는 경우에는, 도입비용 13%, 운송비는 48% 절감하는 것으로 나타났다.

Table 4. Demand caloric fluctuation result

열량 구입 비율		열량구입 (100%)	열량구입 (95%)
적용 전	도입비용	100%	100%
	운송비용	100%	100%
	재고비용	100%	100%
적용 후	도입비용	96%	87%
	운송비용	66%	52%
	재고비용	96%	104%
절감 율	도입비용	4%	13%
	운송비용	34%	48%
	재고비용	4%	-4%

case2의 경우, 선박 용량의 크기가 비용에 어떤 영향을 미쳤는지를 분석한 결과는<Table 5>와 같다. 8만 톤급 panamax 선박을 기준(100%)으로 하여, 7만 톤급을 이용할 경우 도입비용은 변동이 없고, 운송비용은 1.7% 줄고, 재고비용은 2.6% 증가하는 것으로 나타났고, 9만 톤급을 이용할 경우 운송비용은 3.3% 감소한 반면 도입비용은 0.2% 증가하고 재고비용은 18.7% 증가한 것으로 나타났다.

Table 5. Ship capacity size and cost fluctuation

선박 크기	도입 비용	운송 비용	재고 비용	운송량
8만톤급	100%	100%	100%	100%
9만톤급	100.2%	96.7%	118.7%	100.2%
7만톤급	100%	98.3%	102.6%	99.8%

본 연구의 수리모형에 의한 유연탄의 최적도입량과 재고비용, 선박용량 크기에 따른 최적 선박 배치 등에 대하여 검증하였고, 이벤트 발생 시 시나리오별로 도입비용, 운송비용, 재고비용의 변동에 대하여 검증하였다. 아울러 본 연구의 수리모형을 활용하여 환율변동에 따른 도입비용과 운송비용의 변동 등도 검증이 가능 할 것이다.

(3) Rolling Horizon 적용

Rolling Horizon 계획은 기간 경과에 따라 일반적인 수요변동을 고려하여 계획을 수정하는 정기적 rolling horizon 계획과 특별이벤트를 반영하는 비정기적 rolling horizon 계획으로 나누어 수립할 수 있다. 본 연구에서는 horizon길이를 6개월로 설정하고 정기적으로 1개월 단위로 Rolling horizon을 설정 하는 것을 제안한다. 그 이유는 본 연구의 모형이 전략적인 의사결정을 지원하기 위한 전략모델이므로 월간 수급계획에 대한 의사결정을 고려한 것이다. 그러나 본 연구에서 제시한 최적화 모델과 함께 rolling horizon기법을 적용할 경우 수요의 변화, 선박 수송의 차질 등의 이벤트가 발생할 때마다 이를 수용(이벤트 발생에 따라 새롭게 인지된 parameter를 수정하여 모델에 재반영)하여 다시 문제를 풀어 운영할 수 있다. 이와 같이 모델을 활용할 경우 월간 계획뿐만 아니라 필요에 따라 주간 계획 수립에도 손쉽게 활용할 수 있는 장점이 있다. 따라서 전력의 수요 변동성에 대해서도 상당부분을 대응할 수 있다.

5. 결 론

발전용 연료 도입은 국가의 전력인프라 산업의 근간을 이루는 매우 중요한 물류영역이다. 본 연구에서는 에너지 수요를 만족시키면서 물류 및 제반 비용을 최소화하는 최적 수리 모형을 수립하였다. 이 때 정수계획법으로 수립된 최적 수리모형을 통하여 전력산업을 위하여 각 시기별, 각 원산지별 최적 유연탄 도입량과 운송량을 도출하여 활용하도록 하였다. 이를 통하여 발전물류에 대한 효과적인 경영계획수립이 가능하게 하는 방법론을 제시하였다.

본 연구의 주요한 특징은 기존 선행 연구와 달리 발전물류 최적화를 위하여 도입량과 운송량에 대한 매우 현실적인 가정을 반영 하였다는 것이다. 이를 위해 각 운송 수단별 단가정보를 수집하였으며 유연탄을 생산하는 원산지별로 단가를 비교

할 수 있도록 하였다.

본 연구의 의의로는 연간 경영계획 수립을 위하여 각 월별 시간단위(Time Bucket)에 대한 상세한 정의를 미리 수행하고, 해당기간에 맞추어 최적 유연탄 도입량 과 운송 수단별 운송량에 맞는 선박배치 및 재고비용을 구하는 수리모형을 도출하였다는 것이다. 또한 도출된 수리모형에 대하여 현실세계의 수치예제를 통하여 수립된 경영계획에 대하여 검증한 결과, 도입비용, 운송비용, 재고비용 등의 절감효과가 있는 것으로 검증되었다.

향후 연구과제로는 첫째, 하역비, 체선료 등의 추가적인 비즈니스상의 제약이나 비용이 발생하고 있는지 확인하여 수리모형에 반영해야 한다. 둘째, 고열량탄과 저열량탄과의 최적 혼탄 비율에 관한 수리모형 수립과 유연탄 선박 운영계획에 관한 수리모형이 반영되어야 한다. 셋째, 수입국의 선적항 여건에 따른 선적량의 차이와 계절변화에 따른 유연탄 생산량의 차이 등을 수리모형에 반영하여야 한다.

넷째, 에너지수급에 대한 수요 불확실성에 대응하기 위해서는 본 연구에서 제시된 수리모형을 바탕으로 rolling horizon 기법을 적용하여 수요의 불확실성에 대응할 수 있는 대안을 제시하여야 한다.

본 연구모형은 실제 전력산업에서 유연탄 도입과 관련한 경영진의 의사결정 지원 측면에서, 실무진의 경영 과학적 방법을 실무에 활용하는 차원에서 기여할 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] Anderson, E., Wujin, C. and Weitz, B.(1987), Industrial Purchasing: An Empirical Exploration of the Buy class Framework, *Journal of Marketing*, Vol.51, pp. 71-86.
- [2] Bushnell and Wolfram.(2005), Ownership Change, Incentive and Plant Efficiency, *The Divestiture of Electric Generation Plants*, CSEM-140, University of California Energy Institute.
- [3] Calvillo, C., F., Sánchez-Miralles, A. Villar, J. and Martín, F.(2016), Optimal planning and operation of aggregated distributed energy resources with market participation, *Applied Energy*, Vol.182(15), pp. 340-357.
- [4] Chandra, P. and Fisher, M.(1994), Coordination and production and distribution planning, *European Journal of Operational Research*, Vol.72, pp. 503-517.
- [5] Chang, N. C., Hwang, S. J. and Kim, T. Y.(2016), A Study on the Optimization Model of Management Plan Introduction of Bituminous Coal for Power Generation. *Conference of Autumn Conference of The Korean Academic Association of Business Administration*.
- [6] Chan. K. P. and Young. B. S.(2017), Correlation between Win-Win Cooperation Supply Chains and Sustainability, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.17(1), pp.31-51.
- [7] Cohen, M. and Lee, H.(1988), Strategic analysis of integrated production-distribution systems: models and methods, *Operations Research*, Vol.36, pp. 216-228.
- [8] Cropper, L. M. and Singh.(2011), Estimating the Impact of Restructuring on Electricity Efficiency: The Case of Indian Thermal Power Sector, *National Bureau of Economic Research*, Working Paper 17383.
- [9] Dolgui, A., Kovalev, S. and Pesch, E.(2015) Approximate solution of a profit maximization constrained virtual business planning problem, *Omega*, Vol.57(Part B), pp. 212-216.
- [10] Fabrizio, R. and Wolfram.(2007), Do Markets Reduce Costs? Assessing the Impact of Regulatory Restructuring on US Electric Generation Efficiency, *American Economic Review*, Vol. 97(4), pp. 1250-1277.
- [11] Fischer, A., Nokhart, H., Olsen, H., Fagerholt, K.,

- Rakke, J. G. and Stålhane, M.(2016), Robust planning and disruption management in roll-on roll-off liner shipping, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.91, pp.51-67.
- [12] Gwon, H. S. and Jeong, C. B.(2007), Development of optimal procurement method for power generation bituminous coal under fuel price uncertainty, *Energy Economy Research Institute*, Basic research report, Vol.7(1), pp.1-55.
- [13] Hong, S. H.(2016), Optimized purchasing techniques and stable development of bituminous coal through self-development, *Korea Energy Economics Institute*.
- [14] Jeremy F. S.(1996), On the connections among activity-based costing, mathematical programming models for analyzing strategic decisions, and the resource - based view of the firms, *European Journal of Operational Research*, Vol.118(2), pp.295-314.
- [15] Kong, H.(2015), A green mixed integer linear programming model for optimization of byproduct gases in iron and steel industry, *Journal of Iron and Steel Research International*, Vol.22(8), pp.681-6850.
- [16] Kim, C. H. and Park, K. S.(2015), Analysis of structural and change factors of domestic power consumption patterns, *energy Economy Research Institute*, Basic research report, Vol.15(7), pp.1-127.
- [17] Kim, J. S. and Edgar, T. F.(2014), Optimal scheduling of combined heat and power plants using mixed-integer nonlinear programming, *Energy*, Vol.77(1), pp. 675-690.
- [18] Kim, J. D.(2001), Establishment of energy demand management system, *Energy Economy Research Institute*, Basic research report, Vol.1(12).pp.1-220.
- [19] Kim, M. H., Lee, K. H. and Kim, J. Y.(2014), Causality Test of the Relationship between the Freight Indexes and the Ship Prices in Second-hand Bulk Market, *The Korean Association of Shipping and Logistics*, Vol.30(3), pp. 637-654.
- [20] Kim, S. J.(2011), A Study on the Restructuring and its Performance Power Industry, Korea University of Science and Technology Graduate school Master's Thesis.
- [21] Kim, S., Koo, J., Lee, C. J. and Yoon, E. S.(2012), Optimization of Korean energy planning for sustainability considering uncertainties in learning rates and external factors, *Energy*, Vol.44(1), pp. 126-134.
- [22] Kim, T. O. and Cho, S. H.(2000), A Study on the Efficiency Analysis of Utilities Using DEA Model, *Environmental Resource Economics Review*, Vol.29(2), PP 349-371.
- [23] Lee, S. K.(2013), International comparative analysis on efficiency and productivity change of Korea's electricity industry, MS Thesis, Seoul National University.
- [24] Lee, W. W.(2011), Structural change analysis and response strategy of bituminous coal market, *Energy Economy Research Institute*, Vol.11(16), pp. 1-131.
- [25] Lim, S. J. and Jeong, S. J.(2008), An Optimization Model for an Production-Distribution Planning with Consideration of a Transportation Time, *Korea Safety Management & Science*, vol.10(1), pp. 139-144.
- [26] Oh, D. K. and Kang, S. Y.(2013), Planning Optimization Model for intercity Railway, *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol.31(2),
- [27] Park, J. W. and Kang, S. J.(2006), A Study on the Cost Estimation Model in the military logistics- Focus on the military clothing, *MORS-K*, Vol. 32(2), pp1-20.
- [28] Park, C. K.(2015), Korea P2P power trading possibility research, *Energy Economy Research Institute*, Basic research report, Vol.15(10), pp
- [29] Seo, M. G., Bartunek, J. M. and Barrett, L. F.(2009), The role of affective experience in work motivation; Test of a conceptual model, *Journal of Organizational*, Vol.31(7), pp. 951-968.
- [30] Seog, J. H(2016), Analyzing factors of change in global energy logistics structure, *Korea Energy Economics Institute*.
- [31] Shin, D. H.(2016), Analysis of cumulative effect of temperature on power consumption volatility, *Energy Economy Research Institute*, Vol.16(5), pp, 1-53.
- [32] Shin, D. H., Kim, D. H. and Cho, H. H.(2014), A Study on the Increase of Volatility of Electricity Consumption in Korea Considering Structural Change, *Energy Economy Research Institute*, Vol.14(2).
- [33] Son, H. H.(2011), A Study on iron ore ·coal market and dedicated shipping business, MS Thesis, Sungkyunkwan University.

- [34] Young, S. K., Song, H. S and Dong, O. L.(2009), Common pitfalls and solutions in vendor managed Inventory System, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.9(1). pp. 63-76.
- [35] Yun, W. C.(2007), Comparison of Hedging Effects of Freight Forward Assessment, *Ocean Policy Research*, Vol.22(1).
- [36] KEPCO(2016), The Monthly Report on Major Electric Power Statistics.



황 승 준

Georgia Institute of Technology,
Industrial & Systems Engineering, 박사
Georgia Institute of Technology,
Industrial & Systems Engineering, 석사
한양대학교 산업공학 학사
현재: 한양대학교 경상대학 교수
한양대학교 지식서비스 연구소장
관심분야: 물류/서비스 시스템 최적화,
SCM



장 남 철

한양대학교 경영컨설팅학과 박사과정
한국남동발전 전무(역임)
현재: (주)도시와자연 부사장
관심분야: 경영전략, SCM, 물류최적화

지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템 도입 대안별 경제성 분석에 관한 연구^{*} —경기농협, 학교 급식 김치 공급망 사례중심으로—

안혜정 · 윤보한 · 한희재 · 이재호 · 간자르알피앙 · 이종태[†]

동국대학교(서울) 산업시스템공학과
동국대학교(서울) 나노정보과학기술원 유비쿼터스물류관리센터

Study on Cost-Benefit Analysis of Intelligent Food Packaging, Distribution Management System for Kimchi logistics in School food Service Scenario

Hyejeong An · Bohan Yoon · Heejae Han · Jaeho Lee · Ganjar Alfian · Jongtae Rhee[†]

Department of Industrial Systems Engineering, Dongguk University (Seoul)
u-SCM Center, Nano Information Technology Academy, Dongguk University (Seoul)

Intelligent Food Packaging, Distribution Management System tracks the real-time location and temperature information through the food distribution process and optimizes the supply chain in order to satisfy the consumers who want to purchase high quality food. This system uses RFID, sensor network, temperature-history indicator, smart device, etc. to collect information necessary for management of distribution. To develop system, hardware costs, software costs, and labor expenses should be invested. Furthermore, the effects of system can be calculated quantitatively. The purpose of this study is to analyze the actual cost and benefit of Gyeonggi Agricultural Cooperative Federation's school meal Kimchi supply chain. Cost-benefit analysis is conducted on the different scenarios, and they differ depending on the depth of interest in traceability of different supply chain participants. As a result of this study, we hope to build an environment that can provide transparent food information to different participants of supply chain, support successful supply chain management, and finally improve all participants' satisfaction.

Keywords : SCM, Intelligent Food Packaging, Food Safety, Monitoring, RFID, Cost-Benefit Analysis

^{*} 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 농림축산식품연구센터지원사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호 : 710003)

[†] **Corresponding Author** : u-SCM Center, Nano Information Technology Academy, Dongguk University, 2 Toegye-ro 36gil, Jung-gu, Seoul, 04626, Korea,
Tel: +82-2-2264-8518, E-mail: jtrheerhee@gmail.com

Received : 21 August 2017, **Revised** : 13 October 2017, **Accepted** : 23 October 2017

1. 서론

지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템은 고품질의 식품을 구매하고자 하는 소비자의 만족도를 충족시키기 위하여 식품 유통과정의 실시간 위치, 온도, 습도 정보 이력을 추적하고 신선 공급망(Cold Supply Chain)의 최적화를 지원하는 시스템이다. 개발된 시스템은 RFID 기술과 Sensor 네트워크 기술을 활용하여 식품 유통과정에서의 위치 정보, 온도 정보, 습도 정보 이력을 관리를 지원한다. 본 연구에서는 이를 경기농협 - 학교 급식 김치 공급망 관리 분야에 적용하여 경제성 분석하는 것을 목적으로 한다. 이는 관리자에게 유통 관리 도입의 경제적 최적화를 지원하여 소비자에게 안전한 식품 정보를 제공할 수 있도록 하여 고객 만족도를 높이는 효과를 제공한다는 정성적 효과를 도출한다.

지능형 식품 포장 및 유통 · 관리 시스템의 도입 전 경기농협 - 학교 급식 김치 공급망 관계자의 특성은 다음과 같다. 매일 입/출고 내역을 전산 등록하는 경기농협(제조공장), 전산 상에서 입/출고 내역을 확인하고 숙성 정도에 따라 납품을 결정하는 대리점(물류센터), 매일 납품 받으면서 김치의 온도/무게/숙성도(맛) 등을 수기 검수하는 학교 급식소(고객)로 구성되어 있다.

도입 될 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템은 EPCglobal 네트워크를 사용하여 Pedigree 시스템을 기반으로 공급망 제품 추적 및 모니터링을 제공하는 시스템이다. 특히 RFID 태그, 온도 및 습도 정보를 모바일 기술과 결합하여 제공하여 공급망 상의 제품의 위치 정보와 함께 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 더불어 식품 품질을 정량적이며 직관적으로 제공하는 TTI(Time Temperature Indicator)를 인식하여 객관적으로 제품의 상태를 제공할 수 있다.

그러나 기술의 발전과 공급망 책임자, 담당자들의 요구사항 및 현장 상황에 따라 시스템 현장 적용의 단계 혹은 깊이(Depth)는 상이하다. 김태호(2017)은 공급망에서 발생하는 정보의 비대칭은 심각한 사회적 후생 손실을 발생시킨다고 하였다. 이력관리 및 추적 시스템을 구축하고자 하는 대상에 따라 고객 맞춤화가 이뤄지는데 기술 및 시스템의 완결성, 고효율성 등과 무관하게 현장에서는 경제성 및 활용편리성 등이 시스템 도입 후 만족도 많은 부분을 차지하는 실정이다. 그러므로 시스템 개발, 테스트베드 적용 후, 성공적인 시스템 적용을 위해서는 반드시 현장 도입과 사용자를 고려한 비용-편익 분석이 필요하다.

본 연구에서는 2장에서 기존의 RFID 경제성 분석 방법과

관련 사례를 제시한다. 3장에서는 지능형 식품 포장 및 유통 관리 시스템의 도입 전, 후의 AS-IS 분석한다. 그리고 경기농협 - 학교 급식 김치 유통 단계에 따라 지능형 식품 포장 및 유통 · 관리 시스템 도입을 유통 · 관리 시스템에 필요한 관심의 깊이에 따라 정의하고, 공급망 관계자별 도입 후 최적 To-Be 시나리오를 도출한다. 4장에서는 비용-편익 분석(Cost-benefit Analysis: CBA), 투자자본수익률(Return on Investment: ROI) 방법론으로 시스템 적용별로 구분하여 경제성 분석을 한다. 본 연구의 결과로 공급망 관계자들에게 지능형 식품 포장 및 유통 · 관리 시스템의 관심의 깊이 별, 도입 범위 별 등 최적의 단계적 도입을 정량적, 정성적 분석 자료를 근거로 지원하고 효율적이며 성공적인 기술 도입을 목표로 경제적 관점에서 시스템 도입과 관련한 의사결정을 지원을 최종 목표로 한다.

2. 관련 연구

2.1 RFID 경제성 분석 방법

경제성 분석은 사업 주체가 프로젝트 등을 수행함에 있어서 투자한 비용과 대비하여 발생하는 경제적 효과를 분석하는 것이다. 새로운 기술의 도입함에 있어서 성공적인 도입을 진행하기 위해서 경제적인 도입-투자 분석에 대한 다양한 연구들이 이뤄졌다. 특히 시스템 도입에 있어서 IT자산의 도입은 초기 도입 비용을 크게 향상시킨다. 진찬용(2010)은 AHP를 이용한 IT자산관리에 대한 투자성과 분석을 하였는데, 고려해야 할 사항으로 첫째, 어떤 방법론으로 IT자산관리에 접근 할 것인지 둘째, 평가하고자 하는 지표를 결정하고 선정된 지표가 기준에 충족하는지, 셋째, 선정된 지표에 가중치 혹은 화폐 가치 환산을 하여야 하는지, 넷째, 선정 지표 및 측정 결과가 충분한 공감대를 형성하는지 등 고려 사항을 제시 하였다. 이러한 고려사항을 기반으로 IT자산의 ROI를 경제성, 운용성, 사용성 지표로 구분하였다.

안재경 외(2004)는 성충권 통신시스템의 기술개발을 하면서 서비스의 수용성을 높게 예상되는 응용 서비스를 발굴하고 관련 서비스 제공에 필요한 제반 투자운영비용과 수요를 추정하기 위하여 경제적 분석을 하였다. 이윤숙 외(2014)는 재활용산업의 활성화를 위하여 처리공정 유형을 분석하여 공정선택 및 기업성과에 대한 계량 경제학적 차원의 경제성 분석을 활용하였다. 임명환(2014)는 국가 연구개발사업의 경제적 분

석 방법론을 가치평가를 관점에서 설명하였는데 특히 연구개발의 경제성분야가 기술적 파급효과에 큰 영향력을 끼친다는 것을 실증적인 방법으로 정립하였다. RFID 경제성 분석 분야도 활발히 이뤄졌다. 황남성(2008)은 RFID를 활용하여 기업의 생산성을 제고를 증명하였는데, 섬유제품 물류에 RFID 도입 전후 생산성이 50%이상 증가한 것으로 분석되었다. 특히 RFID 사용 장점으로는 실시간 네트워크에 의한 재고관리, 재주문 시점 판단 지원, 입출고 재고의 리드타임 감소, 자동 적체 물류 시스템 지원 등을 들었다.

정지훈 외(2008)는 RFID 도입에 대한 프로세스 중심 비용편익분석 모형 및 툴 개발에서는 RFID 기술 산업현장 실직적인 도입과 확산을 위하여 도입 비용과 효과를 SCOR 프로세스에 투영하여 RFID 비용편익분석 모형과 툴을 개발하였다. 이용한(2007)은 주요 산업별 표준적용 모델 (템플릿) 및 ROI 분석 툴 개발에서 RFID 경제성 분석을 통해 정의, 목적, 방법론을 제시하였다. 특히, RFID 도입과 관련이 큰 IT 분석 모형을 재무적 방식, 정성적 방식, 다중접근 방식, 통계 산술적 방식으로 정리하였는데 다음 표 1에서 확인할 수 있다.

Table 1. Classification of Economic Analysis

분류	경제성 분석 방법론
재무적 방식	<ul style="list-style-type: none"> • CBA(Cost Benefit Analysis) 비용편익분석 • TCO(Total Cost of Ownership) 총소유비용 • TEI(Total Economic Impat) 총경제적 영향 • TVO(Total Value of Opportunity) 총기회가치 • EVE(Economic Value Added) 경제적 부가가치 • ROM & IP(Return On Management & Information Productivity) • IT 투자 수익성 & 정보 생산성
정성적 방식	<ul style="list-style-type: none"> • IO(Information Orientation) IT 평가 • IPM(IT Portfolio Management) IT 포트폴리오 관리
다중 접근 방식	<ul style="list-style-type: none"> • TI BSC(IT Balanced Scorecard) IT 균형성과표
통계 산술적 방식	<ul style="list-style-type: none"> • AIE(Applied Information Economics) 응용정보 경제학 • ROV(Real Option Valuation) 실물옵션가치

출처 : 주요 산업별 표준적용 모델 (템플릿) 및 ROI 분석 툴 개발 (2007) 채수정

2.2 사례연구

RFID 경제성 분석은 다양한 산업을 대상으로 연구되어 왔다. 제조업 기반 RFID 도입 성과에 대한 연구는 일반적으로 기업의 조달, 제조/생산, 판매 물류시스템을 대상으로 RFID

시스템 도입 대상, 관리에 대한 RFID 시스템 도입 ROI 분석 프레임워크를 제안한다. 조재형(2014)은 기업의 RFID를 이용한 재고관리 시스템 도입을 결정하는 추계학적 경제성 판단 모델을 연구하였다. RFID 유지비용과 재고유지 비용을 변수로 하여 단일상품의 총이익을 계산하고 비교할 수 있도록 제시하여 RFID 시스템의 도입 판단 여부를 결정할 수 있는 경제적 기준 모델을 제시하였다. 그 결과 재고 유지비용이 많이 들수록 RFID 시스템 도입이 경제적이며, 생산성 높은 재고관리 시스템으로 활용할 것을 기대하였다. 신화성 외(2008)은 식품산업의 효과적인 RFID 시스템 도입 방안에 관하여 요인분석을 통해서 실증 연구를 하였는데, 실제로 식품 사고에 대한 위협에 민감한 식품 산업에서 RFID 시스템이 확산되지 않는 이유에 대해서 RFID 시스템 도입에 영향을 주는 요인, RFID 도입 의사결정, 예상되는 ROI 달성도와와의 관계를 설문을 통해서 실증적으로 제시하였다. 그 결과 정보시스템 기반 구조와 태그 적합성이 식품 산업의 RFID 도입과 ROI에 영향을 미칠 것이라고 제시하였다.

이용한(2007)은 RFID 도입 프레임워크를 제시하였는데 각 프로세스를 분석하고 목적, 주요활동, 산출물, 주의사항, 비용 및 효과 항목들을 정의하였다. 또한 RFID 경제성 분석을 위하여 RFID 경제성 분석은 프로젝트, 기술 및 지원된 제품, 서비스와 관련된 모든 직간접 비용을 계산한다. RFID 경제성 분석은 정량화된 결과를 금액으로 환산한다. RFID 경제성 분석은 장기적이고 무형적이며 측정 불가능한 항목은 분석에서 제외 한다 등 기본적인 기준을 정하였다. 이를 바탕으로 RFID 경제성 분석의 6가지 비용항목과 6가지 효과 항목을 도출하였다. 본 연구에서는 RFID 경제성 분석의 항목을 다음 표 2 항목들을 활용하여 공급망 관계자 시점에서 시나리오 기반으로 경제성 분석을 한다.

Table 2. Cost and Effect Items of RFID Economic Analysis

비용항목	효과항목
프로젝트 준비비용, RFID 하드웨어 비용, RFID 소프트웨어 비용, RFID 설치 및 구현관련 비용, 유지관리비용, 기타비용	재고비용절감 효과, 보안비용 절감 효과, 노무비용절감 효과, 관리비용절감 효과, 수송 비용절감 효과, 기타비용절감 효과

출처 : 주요 산업별 표준적용 모델 (템플릿) 및 ROI 분석 툴 개발 (2007) 채수정

이와 같이 신기술 도입 혹은 RFID 기술 도입과 관련하여 다양한 분야에서 경제성 분석이 이뤄져왔다. 그러나 실증적

분석을 통하여 공급자 관계자에게 필요한 단계적 도입에 대한 필요 이유와 정의, 그리고 방법을 제시한 연구 부분이 미비하여 본 연구의 3장에서 다루고자 한다.

3. 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템 도입 연구 모형과 가설

본 장의 목적은 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템의 도입에 앞서서 효율적인 도입 성과를 지원하기 위하여 공급망 관계자들의 도입 최적화 관점에서 경제성 분석 시나리오를 도출하고 이를 바탕으로 경제성 분석을 한다. 다음은 각 시나리오와 그림 1 연구 모형이다.

시나리오 I : 고객(학교급식 관계자)의 입장에서 안전한 식품인지를 확인하고자 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템 사용을 위한 도입 비용 및 효과

시나리오 II : 유통업체(대리점)의 입장에서 재고관리 목적으로 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템의 사용을 위한 도입 비용 및 효과

시나리오 III : 경기농협 김치 공급망의 코어기업인 제조업체(경기농협 김치공장)의 입장에서 주요 김치 공급망 형태와 브랜드화를 위하여 제조 계획에 활용하기 위한 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템의 사용을 위한 도입 비용 및 효과

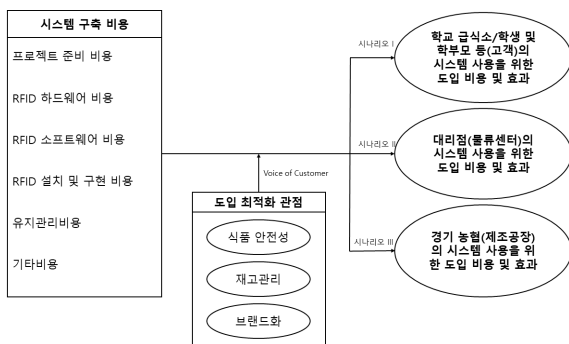


Fig. 1. Research Model

3.1 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템의 도입 전의 AS-IS프로세스 분석

경기농협 - 학교 급식 김치 공급망 RFID 시스템 도입 전 프로세스 분석(AS-IS 분석)은 다음과 같다.

그림 2는 경기농협 김치생산(제조) 단계, 냉장 보관 단계, 물류센터(대리점) 이동 트럭 선적 대기 단계, 물류센터 이동 트럭 이동 단계, 물류센터 트럭 하역 단계, 물류센터 입고 단계, 물류센터 냉장 보관 단계, 학교(급식소) 이동 트럭 선적 대기 단계, 학교 이동 트럭 이동 단계, 학교 하역 및 검수 단계로 구분할 수 있다. 이는 간단하게 제조-물류센터-고객 단계로 구분된다.

주문정보의 흐름은 학교(급식소)에서 물류센터(대리점)으로, 물류센터(대리점)에서 경기농협(제조)으로 흐르지만 통합 정산망을 통해서 동시 시간에 공유된다. 최종 김치 납품에 대한 관리는 물류센터(대리점)에서 이뤄진다. 트럭의 이동은 총 2회 있으며, 경기농협(제조)에서 물류센터(대리점)은 경기농협에서 1일 1회 주문 Push 방식이며, 물류센터(대리점)에서 학교(급식소)는 물류센터에서 매일 아침 해당 권역 학교(급식소)로 순회 배달 형식으로 이뤄지면 각각 트럭운전자가 배송 책임자이며 당일 시간-스케줄 배송 원칙을 준수한다.

RFID 시스템 도입 전 프로세스 분석 VOC(Voice of Customer) 결과, 첫째 김치의 특성상 당일 소비 형태(생김치)와 일정 기간 동안 숙성되어야 하는 소비 형태(익은 김치)가 혼재되어 경기농협(제조)에서 물류센터(대리점)으로 이동 된다. 이러한 이유로 후자의 경우, 물류센터(대리점)에서는 물류센터 관리자의 노하우로 주문별로 김치 상태를 직관적, 경험적으로 출고 하셔야 한다. 두 번째, 주문된 김치의 종류가 배추김치, 깍두기, 열무김치 등 다양한 종류가 혼재되어 있다. 그 결과 물류센터(대리점)의 협소한 공간적 문제로 매일 아침 상차시 주문 혼재가 발생할 수 있다. 세 번째 경기농협(제조)의 경우, 브랜드화를 위하여 숙성 김치의 품질에 대한 상태 확인을 할 필요가 있지만, 품질 관리는 전적으로 물류센터(대리점)가 담당하고 있다. 마지막으로 네 번째, 학교(급식소)에서 이행되는 품질검사는 외관 청결 검사, 무게, 온도, 맛 검사로 이뤄진다. 당일 배송된 김치는 당일 소비가 되어야 하며, 당일 품질 문제가 발생하면 물류센터(대리점)으로 리콜 한다.

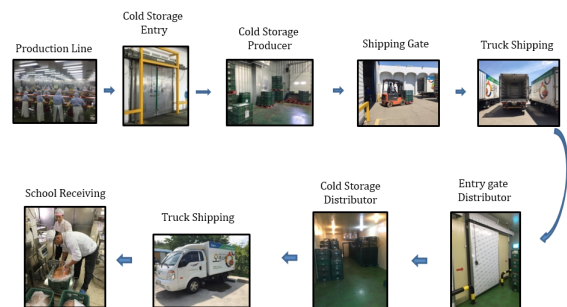


Fig. 2. AS-IS Business Process - Kimchi Logistics

3.2 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템의 도입 전을 위한 적용 항목 분석

(1) 비용 항목 및 환경 설정

RFID 코드 및 태그 선정은 GTIN, TTI QR코드를 사용한다.

(2) 시스템 구현 및 설치를 위한 분석

시스템 적용 대상 및 범위, 적용 결과는 그림 3과 같다. 시스템 적용 대상마다 시스템에 대한 요구사항이 다르고 이를 충족하는 시스템의 범위에 따라서 도입 비용 역시 달라지기 때문에 비용대비 효율적인 시스템 적용을 위해서는 시스템 적용 대상에 따라 시스템 적용 범위를 달리할 필요가 있다.

학교(급식소)는 품질검사에 대한 요구사항이 있으므로 품질을 확인할 수 있는 모니터링 시스템을 적용하였다. 물류센터(대리점)는 품질 모니터링 및 주문 혼재 방지를 위해 Barcode와 ePedigree를 통합한 시스템을 적용하였다. 경기농협(제조)은 브랜드화를 위한 전제 공급망에서의 품질 모니터링 및 재고관리, 위치 추적을 위해 ePedigree와 데이터 마이닝을 통합한 시스템을 적용하였다.

— 시스템 적용 범위

적용 범위 1 : (1단계) WSN기반 센서 모니터링 시스템 개발

적용 범위 2 : (2단계) ePedigree System과 GS1-128 Barcode의 통합 시스템 개발

적용 범위 3 : (3단계) ePedigree 식품 추적 시스템에서의 RFID-WSN과 데이터 마이닝 통합 시스템 개발

(3) RFID 장비 주요 적용 장비

RFID 하드웨어 및 소프트웨어는 표 3, 4과 같이 선정하였다.

Table 3. RFID Hardware for SCM

구분	적용 장비
제조	RFID 리더, 안테나, 태그, TTI, 노트북, 스마트폰, RFID 동글, 온-습도센서
물류	스마트폰, RFID 동글, 온-습도센서
운송	스마트폰, RFID 동글, 온-습도센서
고객	스마트폰, RFID 동글

Table 4. RFID Hardware for Scenario

구분	적용 장비
WSN기반 센서 모니터링 시스템 적용 범위 1	TTI, 노트북, 스마트폰, 온-습도센서
ePedigree & 바코드 통합 시스템 적용 범위 2	바코드 시스템, TTI, 노트북, 스마트폰, 온-습도센서
EPCISglobal 시스템 적용 범위 3	RFID 리더, 안테나, 태그, TTI, 노트북, 스마트폰, RFID 동글, 온-습도센서

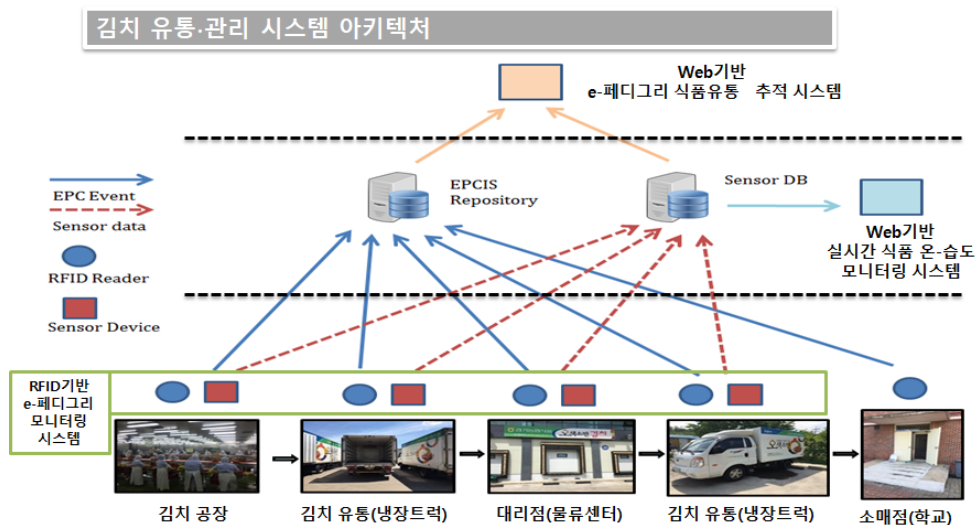


Fig. 3. TO-BE RFID System Business Process – Kimchi Logistics

3.3 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템의 도입 후의 TO-BE 프로세스 분석

경기농협 - 학교급식 김치 공급망에 전체 적용 범위인 적용 범위 3의 RFID 시스템 도입 후 프로세스 분석 결과, 그림 3과 같은 시스템 아키텍처로 나타낼 수 있다. 각 단계는 도입 전 프로세스와 같으며, 경기농협(제조)에서 배송 전 태깅을 한다. 각 단계에서 RFID 리딩 데이터 및 온습도 센서 데이터가 EPCIS Repository와 Sensor DB로 수집되고 Web기반 실시간 식품 온-습도 모니터링 시스템에서 분석되어 전 공급망 History가 보여 진다. 또한 Web기반 e-페디그리 식품 유통 추적 시스템을 통해서 위치 정보 역시 GIS/GPS MAP 기반으로 보여 진다. RFID 시스템 도입 효과로는 전 공급망을 위치, 온습도 상태 모니터링을 지원하여 김치 공급망의 신뢰도 향상 및 실시간 정보 공유로 모든 공급망 관리자로 하여금 김치 품질에 대한 관리가 가능하게 되며, 품질 문제시 책임 소지를 분명하게 할 수 있는 장점이 있다.

4. 경제성 분석

4.1 공급망 참여자의 관심의 깊이 따른 적용 시나리오

본 연구에서는 대상 시스템 도입을 실험실 및 현장 Test-Bed를 수행하였다. 하지만 경기농협(제조), 대리점(물류센터), 학교 급식소(고객) 등 공급망 관계자 각각의 적용에 대한 의지는 높지만 실제 시스템 적용으로는 현 단계에서 이뤄지지 않는 것이다. 그 이유로는 높은 도입 비용, 추가 작업(태깅, 리딩)에 대한 현장 작업자들의 거부감, 도입 효과에 대한 의문 등을 들 수 있다. 본 장에서는 RFID 시스템의 유연한 공급망 적용을 위하여 공급망 참여자의 관심의 깊이에 대한 개념과 이에 따른 적용 시나리오 별 경제성 분석 결과를 도출하고자 한다.

먼저, 공급망 참여자별 경제성 분석을 수행하기 위해 김치 유통망 사례에 이력추적에 필요한 관심의 깊이를 정의하였다. 생산단계는 재배지(배추), 경기농협(제조), 물류센터(대리점), 학교급식소(소비처), 학생 및 학부모(고객) 순이며 관심사항은 온도, 안전성, 위치, 친환경 식품 및 재고관리로 선정하였다. 그림 4 및 표 5는 이력추적에 필요한 관심의 깊이와 적용 범위와의 연관관계에 대한 예시이다.

이력추적을 하는 목적과 주체에 따라 어떤 단계에서부터 이력을 추적하여야 하는지 상이하다는 결과를 얻을 수 있다. 김치 공급망 역시 시스템 도입의 목적이 환경/위치 정보 수집 자동화인지, 식품 위험 요인을 피하기 위한 안정성인지, 식품 품질 상태 관리인지에 따라 RFID 시스템 도입 수준이 상이하다. 또한 RFID 시스템 도입을 주도적으로 이끄는 공급망에서의 코어(Core) 기업이 누구인가에 따라 관심사항과 관심의 깊이에 따라서 RFID 시스템 도입의 목적, 범위, 사용방법이 결정된다. 경기농협 - 학교(급식소) 공급망의 경우 RFID 시스템 도입의 코어 기업은 경기농협(제조)이다. 경기농협(제조)은 성공적인 김치 브랜드화를 통해서 국내의 공급망을 넓히고 동일한 최상의 품질 상태를 고객(단체 급식 업체; 학교, 기업 등)에게 제공하여 고부가가치 향상을 기대하고 있다. 이를 위하여 경제성 분석을 통하여 RFID 도입 전 및 도입 후의 경제성 분석에서 효율적인 RFID 시스템 도입 범위 및 방법을 기대하고 있다.

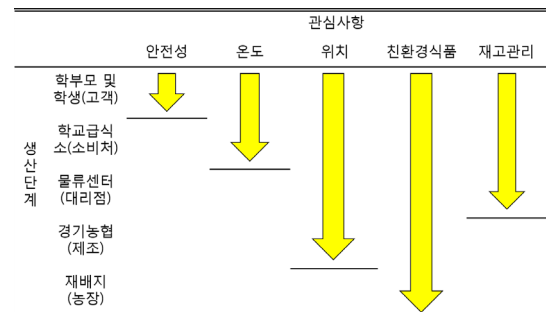


Fig. 4. Depth of interest required to track traceability (e.g. Kimchi)

Table 5. Analysis of the Relationship Between SCM Participants and Application Scenario

Scope	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
School	++	+	0
Distribution	+	++	0
Manufacture	+	+	++

(++ High + Medium 0 Low)

4.2 시나리오 별 경제성 분석 결과

3.1장의 AS-IS 프로세스 분석 및 그림 4을 바탕으로 경기농협, 물류센터, 학교 급식소에 적용할 시스템 범위를 선정하였다. 학교 급식소의 경우 배송된 김치의 품질을 검사하기 위해 외부 청결 검사, 무게, 온도 및 맛 검사에 중점을 두고 있다. 따라서 학교에서의 품질 검사 항목에 적합한 1단계 WSN

기반 센서 모니터링 시스템이 적합하다. 물류센터의 경우 김치의 다양한 종류 및 소비 형태로 인하여 관리자의 직관 및 경험에 의한 출고와 주문 혼재 발생의 위험을 개선하고자 한다. 따라서 직관 및 경험이 아닌 온도 이력 기반 출고 및 주문 혼재 방지를 위해 바코드를 사용하여 재고관리에 적합한 2단계 ePedigree System과 GS1-128 Barcode의 통합 시스템이 적합하다. 경기농협의 경우 브랜드화를 위한 전체 공급망에서의 품질 관리를 위해 온도 이력, 재고관리 및 위치 이력까지 포함한 3단계 ePedigree 식품 추적 시스템에서의 RFID-WSN과 데이터 마이닝 통합 시스템을 적용하여 ePedigree를 통한 식품의 인증 및 위변조 방지와 RFID를 통한 품목별 관리를 수행한다. 표 5를 기반으로 RFID 경제성효과 분석 틀을 사용하여 각 공급망 참여자에 적합한 시스템 단계에 따른 경제성 분석을 수행하였다. 기업은 경기농협을 기준으로 하였고 물류센터 및 학교는 각각 1개로 정의하여 수행하였다.

경제성 분석을 위하여, 시스템 도입으로 인한 하드웨어 설치비용은 설치하는 하드웨어의 가격을 기준으로 책정하였

다. 학교 급식소의 경우 적용범위 1에 해당하므로 하드웨어 설치비용은 제품의 상태를 확인하기 위한 RFID동글 가격인 200,000원, 물류센터의 경우 적용범위 2에 해당하므로 하드웨어 설치비용은 RFID리더와 RFID안테나 가격을 합한 3,500,000원을 책정하였다. 이러한 하드웨어 비용은 초기 설치 시 한번 발생하는 비용이다. 비용절감내역은 학교의 경우 품질 관리의 자동화로 인한 노무비용절감으로 300,000원, 물류센터의 경우 재고비용절감으로 2,000,000원으로 임의로 책정하였다. 내부수익률은 10%로 임의로 책정하였다. 서용원(2005)의 방법에 따라 장비의 초기비용은 내구연한을 5년으로 가정하고 금전의 시간가치는 고려하지 않은 연등가를 구하여 연비용으로 환산하였다.

1단계 시스템을 적용한 학교의 ROI는 1년차 136.4%이지만 5년차 568.6%로 분석되었다. 2단계 시스템을 적용한 물류센터의 ROI는 1년차 51.9%이지만 5년차 216.6%로 분석되었다. 시스템 적용범위를 모두 3으로 할 경우, 하드웨어 설치비용이

Table 6. Scenario 1 ROI(School)

Benefit Flow						
Benefit Drivers	YEAR					
Total Benefits realized	₩300,000	₩300,000	₩300,000	₩300,000	₩300,000	₩300,000
Cost Flow						
Year	0	1	2	3	4	5
Total	₩200,000	₩0	₩0	₩0	₩0	₩0
NCF(Return Flow)						
Year	0	1	2	3	4	5
Annual Benefit Flow	₩200,000	₩300,000	₩300,000	₩300,000	₩300,000	₩300,000
Cumulative Benefit Flow	₩200,000	₩100,000	₩400,000	₩700,000	₩1,000,000	₩1,300,000
ROI Report						
Current Discount rate(for IRR) : 10.0%						
NPV(Discounted return Flow)						
Year	0	1	2	3	4	5
Discounted costs	₩200,000	₩0	₩0	₩0	₩0	₩0
Discounted benefits	－	₩272,727	₩247,934	₩225,394	₩204,904	₩186,276
Total discounted benefit flow	(₩200,000)	₩272,727	₩247,934	₩225,394	₩204,904	₩186,276
Total cumulative discounted benefit flow	(₩200,000)	₩72,727	₩320,661	₩546,056	₩750,960	₩937,236
NPV(Net present value)	₩0					
ROI(Return on Investment)						
Year	0	1	2	3	4	5
ROI	－	136.4%	260.33%	373.0%	475.5%	568.6%

증가하며 소프트웨어 설치비용 또한 증가하여 ROI가 크게 감소될 것이다. 경기농협의 경우 매장 및 물류센터의 수 및 각각의 ROI에 따라서 경기농협의 ROI가 변동되므로 시스템 적용 범위에 맞는 시스템을 설치해야한다.

5. 결론 및 고찰

급변하는 물류 환경을 유연하기 대응하기 위해서는 공급망 가시성 확보는 반드시 필요하다. 그러나 현재 물류 구조는 자사 물류에서부터 제 3자, 제 4자 물류까지 다양한 형태로 진화되어 왔으며, 이러한 구조적 현상이 물류 위기 상황에서 유연하고 능동적으로 대처하는 것에 문제점을 발생하였다. 더욱이 식품 물류의 경쟁의 심화로 인하여 환경적 위험, 사회적 위험, 인적 위험 등의 위험 상황에 긴밀하게 대응하지 못하면 공급망 전반에 위기를 도래하는 연쇄적인 문제점이 봉착하게 되므로 화주와 물류업체의 협업을 통한 능동적 물류 안전 및 위험관리 시스템 개발이 요구 되었다.

본 연구는 공급망 참여자별 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템에 대한 활용도의 관심에 따라 적용 범위, 적용 장비, 적용 시나리오별 경제성 분석 자료를 제공하여 각각의 도입 관리자에게 유통 관리 도입의 경제적 최적화를 지원하여 소비자에게 안전한 식품 정보를 제공할 수 있도록 하였으며, 이를 통해 고객 만족도를 높이는 효과 및 식품 안전 공급망 모니터링의 고도화를 지원을 기대할 수 있다. 향후 연구로는 경제성 분석을 바탕으로 성공적인 산업화를 위한 지능형 식품 포장 및 유통관리 시스템 도입의 기술 마케팅 분야 및 적용 후, 시스템 실행 및 운영 단계에서 발생할 수 있는 위험 대처 컨트롤 및 매뉴얼 DB에 관련하여 연구한다.

REFERENCES

- [1] Se-Kyoung Youm, Yong-Han Lee, Hoon-Tae Kim, Jong-Tae Rhee, Sung-Ku Cho. (2008). A Methodological Model for Effective RFID System Development. Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 34(4), 433-444.
- [2] Chan-Yong Jin. (2010). A Study on a IT Resources Management Using AHP. Journal of Industrial Economics and Business, 23(6), 3093-3112.
- [3] Jaekyoung Ahn, Deok-Joo Lee, Jonghwa Kim. (2004). An Analysis on the Economic Evaluation of the HAPS System. IE interfaces, 17, 62-68.
- [4] Younsuk Lee, Namkyung Lee, Hojung Shin. (2014). Process Choice and Firm Performance in the Recycling Industry: An Empirical Investigation of Plastic Recycling Firms in Korea. KOREAN MANAGEMENT SCIENCE REVIEW, 31(1), 1-15.
- [5] Myung Hwan Rim. (2014). A Study on the Methodologies of Economic Analysis for National R&D Program. Journal of Information Technology Applications & Management, 21(4), 345-359.
- [6] Nam-Seong Hwang. (2008). Productivity Improvement by Using RFID in Industry. Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers - A, 32(11), 1041-1046.
- [7] Jee-Hoon Jeong, Yong-Han Lee. (2008). Development of a Process Centered RFID Cost-Benefit Analysis Model and Tool. The Journal of Society for e-Business Studies, 13(3), 173-188.
- [8] Jae Hyung Cho. (2014). Design and Economic Evaluation on a POP Inventory Control System in SCM Using RFID. The Journal of Society for e-Business Studies, 19(1), 1-14.
- [9] Hwa-Sung Shin, Kyeong-Seok Han. (2008). An Empirical Study on the Effective Implementation of RFID Systems in the Food Industry. Journal of Digital Convergence, 6(3), pp. 109-119.
- [10] Yong won Seo, Ji bok Chung. (2005). A Study on the process design and the cost analysis of RFID based mail handling system. Journal of the Korean Society of Supply Chain Management, 5(1), 77-94.
- [11] Taeho Kim, Sang-Hyun Kim, Byeong-Chan Chae, Sang-Hoon Lee. (2017). An Approach to the Estimation of the Loss in Social Welfare Caused by Information Asymmetry between Principal and Agent within a Supply Chain. Journal of the Korean Society of Supply Chain Management, 17(1), 23-29.



안 혜 정

동국대학교 산업시스템공학과 학사
현재: 동국대학교 산업시스템공학과
박사과정
유비쿼터스 물류관리 연구센터 연구원
관심분야: SCM, 지능정보시스템, RFID,
공학교육



윤 보 한

동국대학교 산업시스템공학과 학사
현재: 동국대학교 산업시스템공학과
석사 과정
관심분야: 물류, AI, 지능정보시스템



한 희 재

현재: 동국대학교 산업시스템공학과
학사과정
관심분야: 지능정보시스템, 인공지능



이 재 호

한성대학교 산업공학과 학사
동국대학교 산업공학과 석사, 박사
유비쿼터스 물류관리 연구센터 전문연구원
관심분야: 지능정보시스템, RFID 솔루션



Ganjar Alfian

Assistant Professor at u-SCM
Research Center, Dongguk
University-Seoul
Research Area : Carsharing, RFID,
Sensor, Data Mining, Information
System



이 종 태

서울대학교 산업공학과 학사
한국과학기술원 산업공학과 석사
U.C.Berkely IE/OR 박사
현재: 동국대학교 산업시스템공학과 교수
관심분야: 지능정보시스템, RFID,
인공지능

한-EU FTA 체결이 물류기업의 효율성과 생산성에 미치는 영향

김현정* · 손지윤**† · 김수욱**

*순천대학교 경상학부 경영학전공 · **서울대학교 경영학과

The Korea-EU Free Trade Agreement's Effect on Logistics Companies' Efficiency and Productivity

Hyun Jung Kim* · Jiyeon Son**† · Soo Wook Kim**

*Division of Business and Commerce, Sunchon National University

**Department of Business Administration, Seoul National University

The aim of this study is to examine the effect of changes in trade between Korea and Europe, as a result of the Korea-EU Free Trade Agreement (FTA), on Korean logistics companies' efficiency and productivity and, based on that, to explore the potential future effect of Brexit on Korea's logistics industry. This study used 2011, the year that the Korea-EU FTA took effect, as the intervening year, to analyze the performance of logistics companies in two four-year periods and examined the Korea-EU FTA's effect on Korean logistics companies' efficiency and productivity. The efficiency of the Korean logistics industry has declined since 2011, when the Korea-EU FTA took effect, except for in 2014. In addition, the trend of company productivity in the Korean logistics industry was increasing during 2007-2015. This study proposes strategies for long-term operations of Korean logistics companies considering the Korea-EU FTA's effect.

Keywords : Logistics, Free Trade Agreement (FTA), Brexit, Efficiency, Productivity

† **Corresponding Author** : Department of Business Administration, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, 08826, Korea.
Tel: +82-2-880-8594, E-mail: imangela@snu.ac.kr

Received : 29 September 2017, **Accepted** : 24 October 2017

1. Introduction

From the global financial crisis that was triggered by the 2007 subprime mortgage crisis in the United States to the UK's decision in a June 23, 2016 referendum to leave the European Union (EU), the global economy is becoming increasingly uncertain. This uncertain global economy affects foreign exchange rates and international trade and could affect trade agreements. The best-known type of trade agreement is a free trade agreement (FTA). An FTA establishes exclusive preferential treatment between the countries involved and can be influential in increasing trade flows by lowering or even eliminating tariffs between those countries. Therefore, an FTA is an important element that can affect not only international relations but also the global economy, foreign exchange rates, and even domestic economies (Song, 2010; Park, 2011).

Any FTA that has a direct effect on logistics volume is clearly important to logistics companies. There have been many studies of FTAs' effects on logistics companies (Ha and Jung, 2007; Park, 2011; Choi, 2012a; Cho, 2015). However, they have thus far focused mainly on macroeconomic topics, such as industrial trends and market changes (Lee, 2015; Kim et al., 2014; Jung, 2009b). Despite the importance of FTAs, the effect of FTAs on South Korean logistics companies' efficiency and productivity seems not to have been studied in sufficient depth.

South Korea is forging a network of FTAs with various countries in the Americas, Europe, and Asia. The government's goal is to expand the number of export markets and open up other markets in order to address South Korea's declining price competitiveness and investment attractiveness. The Korea-EU FTA is globally the largest FTA since 1994. The EU member states have great influence on logistics in Korea, because the EU is Korea's second-largest export destination and third-largest import source. Therefore, the Korea-EU FTA should be examined and taken as seriously as the Korea-US FTA (Song, 2011). Brexit would affect trade between Europe and Korea. Economists in Korea and around the world have emphasized the importance of the economic effect of Brexit and have argued for research on it (Kang, 2016). However, few empirical studies have examined it in detail.

The aim of this study is to examine the effect of changes in

trade between Korea and Europe, as a result of the Korea-EU FTA, on Korean logistics companies' efficiency and productivity and, based on that, to explore the potential future effect of Brexit on Korea's logistics industry. According to data published by the Korea International Trade Association (KITA), the Korea-EU FTA took effect on July 11, 2011. This study uses 2011, the year that the Korea-EU FTA took effect, as the intervening year, to analyze the performance of logistics companies in two four-year periods—before and after the FTA—and examine the Korea-EU FTA's effect on Korean logistics companies' efficiency and productivity. The types of changes that occur depending on the scale of a logistics company are also considered in the analysis.

2. Literature Review

2.1 FTA

FTAs have existed since the 1970s. In the 2000s, Korea began to take part in them. Since then, the Korean government has established FTAs with many countries. It currently maintains FTAs with the United States, the European Union, Canada, China, and other countries (Song, 2011). Park (2011) highlighted that FTAs expand trade by easing or eliminating tariff barriers and that such trade expansion could expand the market. The importance of this effect of FTAs on companies has long been mentioned by various scholars, and several studies have been conducted. Studies of international policy include Kim et al. (2014)'s evaluation of ten years of FTAs and proposal of future policy, Eom et al. (2015)'s study of the EU's standardization policy based on a comparison of the Korea-EU FTA and the Korea-US FTA, and Kwon (2015)'s proposal of strategies for the Korean electronics industry based on major issues in e-commerce in the Korea-China FTA. Studies of international trade changes include Park and Kim (2016)'s study of aviation logistics hubs within the EU after the Korea-EU FTA, Cho et al. (2015)'s analysis of the cost borne by Korean companies in serving as a place of origin after the Korea-EU FTA, and Cho (2015)'s analysis of changes in exports of goods after the Korea-Chile FTA. Studies of the effect of FTAs on industries and companies include Segerstrom and Sugita (2015)'s study that compared the productivity of those industries included in the US-

Canada FTA and those industries not included and revealed that the productivity of the latter is higher than the productivity of their counterparts and Bernard and Hussain (2015)'s empirical study of the effect of the US-Canada FTA on the U.S. pulp and paper industry during 1971 to 2005. In Korea, because the country's FTA history is relatively shorter than that of Western countries, there have been few empirical studies of the effect of FTAs on company performance.

A review of the existing studies on FTAs that shed light on the major effect that the UK's decision to leave the EU will have on trade between Korea and Europe is required. Carrère et al. (2010) argued that FTAs between Asian countries and European countries have only a limited effect on increasing exports from Asian countries, including Korea, because the EU has strict requirements regarding place of origin. Francois et al. (2007) used the computable general equilibrium (CGE) model to analyze the potential economic effects of the Korea-EU FTA, concluding that the FTA would benefit both sides but that Korea would earn more profit than European countries due to its policy of protecting Korean companies. Andreosso-O'Callaghan (2009) examined whether the Korea-EU FTA could continue to exist and discussed an economically supplementary structure between Korea and Europe, concluding that economically supplementary correlations would exist only for the automobile and consumer electronics industries. Song (2010) studied the Korea-EU FTA's effect on the Korean economy's productivity. Lee (2009) examined strategies for small and medium Korean companies to cooperate with European companies under the Korea-EU FTA.

However, those studies dealt mainly with the macroeconomic effects of the Korea-EU FTA, and most of them were conducted around 2007, when the FTA was signed. Few empirical studies of the effect of the FTA have been conducted since its signing. Although many studies of the potential effects of Brexit on Korea's trade are in progress, an empirical study of the effect on Korean companies is specifically needed. Because there will be two years of negotiations before the UK finally leaves the EU, corporate strategies to address the challenge of trade with Europe post-Brexit should be thoroughly evaluated in the meantime (Kang, 2016). A study of the Korea-EU FTA's effect on Korean companies' efficiency and productivity must be conducted as a prerequisite for this.

2.2 Effect of FTAs on Korean Corporate Performance

For countries other than Korea, various studies of FTAs have been conducted based on long-term data, because the first FTA was negotiated in 1958. However, Korea's FTA history is rather short, given that the 2004 Korea-Chile FTA was its first FTA; therefore, a few empirical studies of Korea's FTAs have been conducted. Therefore, this study relies on studies since 2004 that have similar keywords, such as corporate performance, corporate productivity, and logistics efficiency.

Among studies on correlations between the Korea-EU FTA and Korean corporate performance is Choi and Jung (2007)'s study of the competitiveness of Korean manufacturers in the EU market. They measured the export performance of Korean manufacturers that were trading with Europe at the time the Korea-EU FTA took effect, concluding that the Korean steel, automated machine, and consumer electronics industries had a competitive edge in European market share and that the Korean electronic components and textile industries were trade-specialized industries. Although the study was based on corporate-level exports data, it analyzed industry-level exports competitiveness rather than corporate-level efficiency and productivity.

Oh (2012) collected data on the warehouse operations of the top 35 global logistics companies operating in Korea in 2007-2010 and used data envelopment analysis (DEA) to examine corporate performance. The result showed that all logistics companies' productivity fell in 2007 and 2008 but that the lowest-ranked logistics companies' productivity rose in 2009 and 2010. Although the study measured productivity based on four years of data for logistics companies and presented changes in productivity for each year, the data is not exactly corporate productivity per se but rather is warehouse productivity, which has little relevance to the Korea-EU FTA.

Although the Korea-EU FTA has the most direct effect on logistics companies, which facilitate international trade, the existing studies have focused mainly on the effects of the FTA on manufacturing companies. Few studies have analyzed the effect of the Korea-EU FTA on logistics companies. Therefore, the aim of this study is to analyze the Korea-EU FTA's effects on Korean logistics companies' efficiency and productivity.

2.3 Moderating Effect of Corporate Scale

Previous studies of logistics companies have dealt primarily with large-scale industries and large companies in the automobile and shipping industries. There has been little research on small and medium enterprises (SMEs) (Jang and Kwon, 2009). Although there have been some studies of how to enhance the competitiveness of SMEs under an FTA, they have not made specific proposals for strategies that SMEs should follow, because they have focused on government strategies such as tariffs, subsidies, and cooperative relationships (Choi, 2012b; Kim and Jung, 2013; Jung, 2009a).

Studies of logistics companies and corporate scale include Song (2011)'s study. In an empirical analysis of the efficiency of 152 warehouses in Busan, South Korea, based on business type, corporate scale, organization type, and the number of services provided, the study found that hazardous substance storage and other storage businesses had the highest efficiency, that efficiency was higher among companies that provided a variety of services than among those that specialized in one service, and that efficiency was higher among companies that had more than 300 employees than among those smaller companies. Based on these findings, the study aimed to empirically measure logistics companies' efficiency and find a way to reinforce competitiveness for logistics companies. However, although the study measured logistics companies' efficiency and categorized the companies based on their size, it did not address effects of Korea's FTAs.

Researches on the correlation between FTAs and corporate scale include Hayakawa (2015)'s study, which examined the performance of export companies in Association of South East Asian Nations (ASEAN), India, and Oceania, which are in partnership with Japan, to determine how the influence of FTAs on exports is affected by corporate scale. The study acknowledged that FTA studies have focused mainly on large companies and argued that large companies are affected by FTAs more than are SMEs because large companies tend to have more experience in exports. The study also stated that more policy presentation events and education by the government would be needed to help SMEs in leveraging FTAs. Although it mentions the effect of corporate scale on FTAs and corporate export performance, it analyzes export companies overall rather than focusing on only logistics

companies.

Although there are more SMEs than large companies in the logistics industry in Korea, few studies have analyzed the effect of FTAs on SMEs or a corporate-scale-dependent effect of FTAs, in part because the collection of data on SMEs is more difficult than the collection of data on large companies. For example, SMEs may not have in place proper information systems or may simply disappear after only a few years of operation. However, the dominant view of researchers is that when Brexit becomes a reality in the near future it will discourage global trade growth and present challenges for the logistics industry (Kang, 2016). To help the Korean logistics industry to prepare appropriate measures to operate in the new international economic environment, a study that covers all companies is needed. Accordingly, the intent of this study is to compare the Korea-EU FTA's effect on the performance of large companies and SMEs in the Korean logistics industry.

3. Methodology

3.1 Analysis Method

DEA is a non-parametric approach based on linear programming for estimating relative efficiency (Palshikar et al. 2011). Depending on the production possibilities and characteristics of input and output data sets, DEA is divided by the Charnes, Cooper, and Rhodes (CCR) model and the Banker, Charnes, and Cooper (BCC) model. The CCR model differs from the BCC model in that the former considers Constant Returns to Scale (CRS), whereas the BCC model considers Variable Returns to Scale (VRS) to activities and thus mitigates the impact of economies of scale on the operational efficiency. Among these, this study adopted the output-oriented CCR model (Charnes et al., 1978) used by authors such as Narasimhan et al. (2005) and Verma and Sinha (2002).

This study uses an output-oriented Malmquist productivity index (MPI) (Färe et al., 1992). The Malmquist index for each DMU is obtained by solving several DEA problems (Simar and Wilson, 2008). MPI can be determined the output index for input values using the distance function. MPI is largely divided into input-oriented and output-oriented MPI. The input-oriented MPI is

conceptually analogous to DEA in that it estimates the minimum input value required to produce a certain level of output. The output-oriented MPI estimates the maximum output value that can be produced from a given input amount.

The expression for analyzing the productivity change in MPI can be broken down Technical Efficiency Change (TEC) and Technical Change (TC). TEC indicates the degree of impact that change in technical efficiency has on productivity change while TC represents the amount of impact that technological development has on productivity change. Meanwhile, TEC can be decomposed further into Pure Efficiency Change (PEC) and Scale Efficiency Change (SEC).

3.2 Selecting Input and Output Variables

The input variables and output variables in this study were selected based on previous studies of the efficiency and productivity of logistics companies. Most of the previous studies used DEA or the MPI to measure global logistics companies' efficiency or productivity. Some of the representative Korean studies used DEA window analysis and MPI to analyze warehouses (Oh, 2012) and other logistics services (Jang and Park, 2013). Oh and Ahn (2013) used DEA and MPI to analyze the efficiency and productivity of certified composite logistics companies. Some of the most leading studies outside Korea

used DEA to measure third-party logistics providers' managerial efficiency (Min et al., 2013) or operational efficiency (Min and Joo, 2006) or used DEA and MPI to analyze large-scale logistics companies' efficiency and productivity (Park and Lee, 2015). Those studies of areas other than Korea focused on to logistics companies in a specific region, such as North America (Min et al., 2013), China (Zhou et al., 2008), Brazil (Wanke, 2013), or Malaysia (Wong et al., 2015b), and analyzed their relative efficiency and productivity. The input variables and output variables used in this study are listed in Table 1. The input variables are personnel expenses, operating expenses, and total assets, and the output variables are revenue, operating income, and net profit.

3.3 Data Collection

The goal of this study was to analyze the Korea-EU FTA's effect on Korean logistics companies' efficiency and productivity and the moderating effect of corporate scale. To this end, the sample of composite logistics companies of various scales was obtained based on lists published by Korea Logistics News. Each year, Korea Logistics News publishes a list of major logistics companies that, based on revenue, have great influence in the Korean logistics industry. For use in this sample, 30 companies that appeared on each year's list during the observation period—

Table 1. Input and output selection

Category	Variable	Related Researches
Input	Personnel expenses	Min and Joo (2006), Park and Ahn (2003), Zhou et al. (2008)
	Operating expenses	Jang and Park (2013), Min and Joo (2006), Oh and Ahn (2013), Park and Ahn (2003), Shi and Wu (2014), Wong et al. (2015a), Wong et al. (2015b), Zhou et al. (2008)
	Total asset	Hong and Xu (2015), Jang and Park (2013), Kim and Kang (2008), Min and Joo (2009), Park and Ahn (2003), Park and Jang (2013), Park and Lee (2015), Wong et al. (2015a), Wong et al. (2015b), Zhou et al. (2008)
Output	Revenue	Jang (2010), Jang and Park (2013), Kim and Kang (2008), Min et al. (2009), Min et al. (2013), Oh (2012), Oh and Ahn (2013), Park (2010), Park and Ahn (2003), Park and jung (2013), Park and Lee (2015)
	Operating income	Hong and Xu (2015), Jang (2010), Kim and Kang (2008), Min and Joo (2006), Oh and Ahn (2013), Park and Jang (2013), Shi and Wu (2014), Wong et al. (2015a), Wong et al. (2015b), Zhou et al. (2008)
	Net profit	Jang (2010), Joo et al. (2013), Kim and Kang (2008), Oh and Ahn (2013), Park and Jang (2013)

Table 2. Descriptive statistics of input and output data

(Unit: Korean dollar)

Subject	Category	Variable	Average	St.dev.	Min.	Max.
Large Enterprise	Input	Personnel expenses	22,499	2,237	1,125	130,520
		Operating expenses	1,269,468	185,946	11,340,008	171,378,129
		Total asset	903,105	1,180,286	12,693	6,547,753
	Output	Revenue	1,353,549	195,108	28,421	11,811,512
		Operating income	46,031	8,314	57,617	471,504
		Net profit	30,311	8,688	161,074	576,278
SME	Input	Personnel expenses	4,235	1,120	950	15,136
		Operating expenses	53,948	22,586	769	112,030
		Total asset	107,994	18,807	5,437	283,767
	Output	Revenue	58,201	23,558	17,996	133,294
		Operating income	3,991	1,554	1,421	24,297
		Net profit	2,590	2,592	1,476	10,788

without missing any years—were selected. The scale of the companies ranges from fewer than 100 full-time employees to more than 1,000 full-time employees. The average number of full-time employees per company is 1,024 for large companies and 138 for SMEs.

The observation period was set as 2007 to 2015, because the Korea-EU FTA took effect in 2011 and two four-year periods—before and after 2011—were analyzed. Kis-Line, a database of reliable corporate information published by NICE Information Service Co, Ltd., was used as the data source (Pattnaik et al., 2015). Table 2 reports the descriptive statistics for the input variables and output variables for the 30 logistics companies in the sample.

4. Results

4.1 Comparison of the Korea-EU FTA's Effect on Company Efficiency

Using input variables and output variables, this study measures the efficiency of the sample logistics companies based on a distance function. The efficiency measures for 2007-2015 are reported in Table 3 and Figure 1.

Although large and small Korean logistics companies' efficiency have similar distributions overall, the trend changed dramatically after the Korea-EU FTA took effect in 2011. The efficiency of large and small businesses was increased before the Korea-EU FTA but then declined after the Korea-EU FTA, with SMEs' efficiency declining sharply and large companies' efficiency declining rather gradually. In addition, to compare the efficiency

Table 3. Distribution of annual average efficiency of Korean logistics companies

Classification	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
Large Enterprise	0.9037	0.9475	0.9638	0.9516	0.9555	0.9503	0.9356	0.9465	0.9254
SME	0.9325	0.9471	0.9702	0.9464	0.9469	0.9320	0.8963	0.9156	0.8786
Total Average	0.9181	0.9473	0.9670	0.9490	0.9512	0.9411	0.9159	0.9310	0.9020

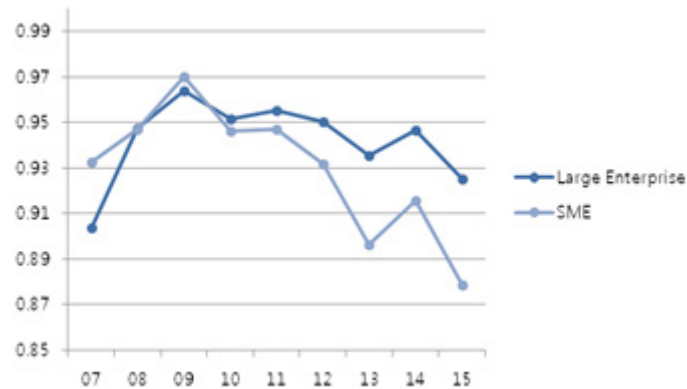


Fig. 1. Comparison of annual efficiency for large and small Korean logistics companies

distribution of large and small companies before and after the Korea-EU FTA, a Pagan and Ullah (1999)'s kernel function distribution was estimated and, as suggested by Li (1996), a t-test was performed. By comparing the efficiency distributions for the four years before the Korea-EU FTA and the four years after the Korea-EU FTA, we found that the null hypothesis that the efficiency distributions before and after the FTA were identical could not be rejected for large companies but could be rejected for SMEs ($t=7.385$, $p<0.01$). In other words, the efficiency of SMEs was affected by the Korea-EU FTA more than was the efficiency of their large counterparts in the Korean logistics industry. There are two main reasons that such a change in the external environment affected the SMEs more than the large companies: First, because SMEs are less likely than large companies to establish standard systems, so they tend to be more affected by external changes (Williams and Schaefer, 2013). Second, because SMEs are smaller in scale than large companies, by definition, and their operating areas are limited, it is difficult for them to

achieve economies of scale by, for example, expanding into new geographic markets (Herbane, 2013).

4.2 Comparison of the Korea-EU FTA's Effect on Company Productivity

In this study, the sample companies were categorized as either large or small, and the MPI and its components, technical efficiency change (TEC) and technological change (TC), were calculated for the years 2007-2015. The results are reported in Table 4 and Figure 2.

As shown in Figure 2, productivity for both large and small logistics companies increased during 2007-2015. However, an analysis of MPI's components shows that TEC declined slightly (see Figure 3) and TC exhibited technological advances (see Figure 4). Therefore, both large and small companies were affected more by TC than by TEC. These findings are consistent with the conclusions of other previous studies of productivity change,

Table 4. Annual productivity changes of large and small Korean logistics companies

Classification		'07-'08	'08-'09	'09-'10	'10-'11	'11-'12	'12-'13	'13-'14	'14-'15
MPI	Large Enterprise	0.8859	0.9170	0.9899	0.9664	1.0302	0.9440	1.0144	1.0268
	SME	0.8726	0.9631	1.0201	1.0249	0.9456	0.9352	1.0012	1.0356
TEC	Large Enterprise	1.0679	1.0021	0.9923	1.0009	0.9891	1.0244	1.0036	0.9933
	SME	1.0013	0.9987	0.9943	0.9963	1.0009	0.9870	1.0080	0.9739
TC	Large Enterprise	0.8296	0.9151	0.9975	0.9656	1.0416	0.9216	1.0107	1.0337
	SME	0.8715	0.9644	1.0259	1.0287	0.9447	0.9475	0.9933	1.0634

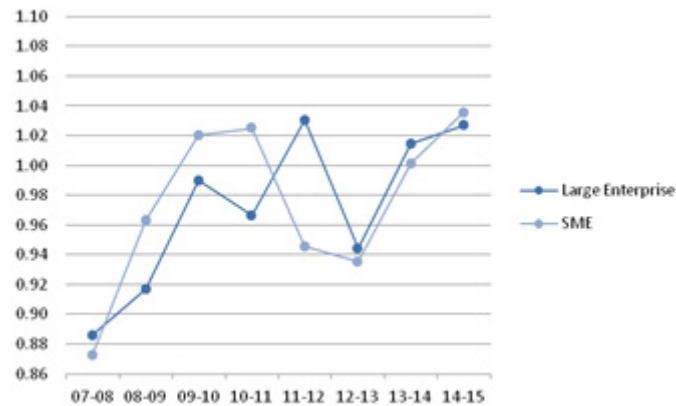


Fig. 2. Comparison of annual Malmquist productivity index

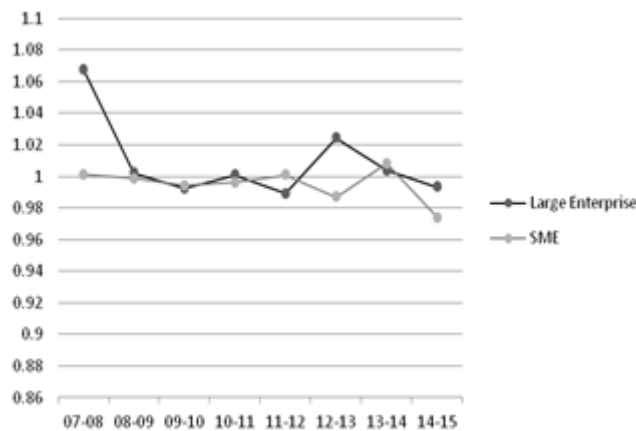


Fig. 3. Comparison of annual technical efficiency changes

which have shown that MPI changes are driven by TC more than by TEC (Kumar, 2006; Yörük and Zaim, 2005).

The more detailed comparison of the productivity changes experienced by large and small logistics companies is as follows: Large companies experienced a rapid rise in productivity immediately after the FTA took effect and their productivity continued to improve. Although their TEC continued to decline after the FTA, except for during 2012-2013, their TC continued to rise. In contrast, although small companies' productivity fell rapidly immediately after the FTA took effect, their productivity gradually improved beginning in 2013. Although their TEC continued to decline after the FTA, except for in 2013-2014, their TC increased in all years.

As mentioned earlier, the reason for the differential effect of the Korea-EU FTA on large companies and small companies, although the total productivity of both groups improved overall,

is that small companies are typically more affected than large companies by external changes and less likely to achieve economies of scale.

5. Conclusions

In this study, DEA and MPI have been used to compare the efficiency and productivity of Korean logistics companies before and after the Korea-EU FTA, both overall and when those companies are categorized as large and small.

The results and implications of this study can be summarized as follows: First, the efficiency of the Korean logistics industry has declined since 2011, when the Korea-EU FTA took effect, except for in 2014. In addition, the efficiency of large and small companies has a similar distribution overall, but there are dramatic

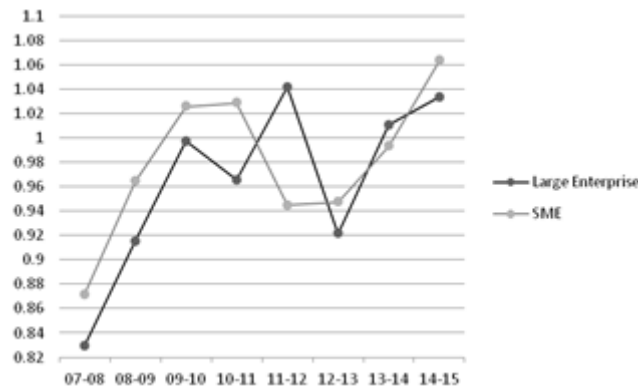


Fig. 4. Comparison of annual technological changes

differences in their trends after the Korea-EU FTA. Before the Korea-EU FTA, the efficiency of large and small companies increased, except for in 2009-2010, immediately before the FTA took effect; after the Korea-EU FTA, except for in 2013-2014, it declined. Of note is that immediately after the FTA, SMEs' efficiency plummeted but large companies' efficiency decreased gradually. The results of Li (1996)'s t-test to compare the efficiency distributions for the four years after the Korea-EU FTA show that small companies were affected by the FTA more than were large companies. The reasons are that small companies tend not to establish standard systems or achieve economies of scale.

Second, the trend of company productivity in the Korean logistics industry was increasing during 2007-2015. Logistics companies' TEC declined slightly, while their TC increased despite undergoing repeated technological advances and retreats. In other words, TC was the primary driver of productivity changes and TEC had little effect. The strength of the TC effect may lie in its direct nature. These findings are consistent with the arguments of previous studies of productivity changes, which also concluded that productivity changes are driven primarily by TC (Kumar, 2006; Yörük and Zaim, 2005).

Third, large Korean logistics companies' productivity soared immediately after the Korea-EU FTA took effect and rose overall, except for in 2012-2013; in contrast, small Korean logistics companies' productivity declined sharply immediately after the FTA and then gradually increased since 2013. The reason for the differential effect of the FTA on large and small companies may be attributed to TEC continuing to fall slightly but TC rising rapidly.

As such, the reasons that the patterns of productivity change were similar for large and small companies before the FTA but then diverged after the FTA are that small companies were affected more than large companies by the external change and were less likely than large companies to achieve economies of scale.

There is a limitation to generalizing the results of this study: The observation period is short and the focus of the analysis is the Korea-EU FTA's effect on Korean logistics companies' efficiency and productivity. In addition, in examining the effect of an external environmental factor—the Korea-EU FTA—on logistics companies' efficiency, this study could not incorporate environmental factor into the model. To resolve this issue, the company efficiency variable should be divided, via stochastic frontier analysis (SFA), into management efficiency and environmental factor efficiency, and then the environmental factor efficiency should be controlled for in the analysis (Yang and Chang, 2012). Future research regarding the effect of FTAs on the efficiency and productivity of Korean logistics companies should examine the effects of FTAs other than the Korea-EU FTA, incorporate environmental factor efficiency as just discussed, and use SFA in addition to the nonparametric method DEA and the MPI.

REFERENCES

- [1] Andreosso-O'Callaghan, B.(2009), Economic Structural Complementarity: How Viable is the Korea-EU FTA?, *Journal of Economic Studies*, Vol.3(2), pp.147~167.
- [2] Bernard, J. T. and Hussain, J.(2015), The Canada-US Productivity Puzzle: Regional Evidence of the Pulp and Paper Industry, 1971-2005, Working Paper 1509E, Department of Economics Faculty of Social Sciences University of Ottawa.
- [3] Carrère, C., Melo, J. D. and Tumurchudur, B.(2010), Disentangling Market Access Effects of Preferential Trading Arrangements with an Application for ASEAN Members under an ASEAN-EU FTA, *The World Economy*, Vol.33(1), pp.42~59.
- [4] Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E.(1978), Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, Vol.2(6), pp.429~444.
- [5] Cho, I.(2015), A Study on Export Goods Change before and after FTA Conclusion for International Business'Competitiveness Analysis - Focusing on the Application of Korea-Chile FTA, ESN and ESI, *The E-Business Studies*, Vol.16(1), pp.3~21.
- [6] Cho, M., Lee, B. and Song, K.(2015), The Analysis is on Managing Costs of Rules of Origin by Korean Companies in Their Application of FTAs, *The International Commerce and Law Review*, Vol.67, pp.163~186.
- [7] Choi, C. and Jung, H.(2007), An Analysis of the Korean Manufacturing Export Firms'Competitiveness in EU Market by Export Competitiveness Index, *International Commerce and Information Review*, Vol.9(2), pp.161~182.
- [8] Choi, J.(2012a), Policy Suggestions for Korea's Small and Medium Businesses under Korea-US FTA, *The Journal of Korea Research Society for Customs*, Vol.13(1), pp.129~144.
- [9] Choi, K.(2012b), An Investigation to Outlook the Effect of FTA on Motor Car Export to Latin America and the Appropriate Action Plan - By Looking at Statistics and Factors that Influenced Export of Motor Cars to Chile, *International Commerce and Information Review*, Vol.14(3), pp.139~158.
- [10] Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Zhu, J.(2004), *Data Envelopment Analysis*, US, Springer.
- [11] Eom, D., Kim, D. and Lee, H.(2015), Standardization Policy of the EU and Its Implications for FTA: A Comparative Analysis of Korea-EU FTA and Korea-US FTA, *Journal of East and West Studies*, Vol.27(3), pp.101~129.
- [12] Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. and Ross, P.(1992), Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Nonparametric Approach, *Journal of Productivity Analysis*, Vol.3, pp.85~101.
- [13] Francois, J. F., Norberg, H. and Thelle, M.(2007), Economic Impact of a Potential Free Trade Agreement (FTA) between the European Union and South Korea, *Report Prepared for the European Commission*, IIIDE Discussion Paper, 200701~01.
- [14] Ha, Y. and Jung, B.(2007), An Analysis of Major Issues on Shipping and Logistics Activities between Korea and EU for Relevant FTA Negotiations in the Future, *The Journal of Shipping and Logistics*, Vol.52(1), pp.129~152.
- [15] Hayakawa, K.(2015), Does Firm Size Matter in Exporting and Using FTA Schemes?, *The Journal of International Trade and Economic Development*, Vol.24(7), pp.883~905.
- [16] Herbane, B.(2013), Exploring Crisis Management in UK Small-and Medium-Sized Enterprises, *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol.21(2), pp.82~95.
- [17] Hong, H. and Xu, D.(2015), Performance Evaluation of Logistics Firms Based on DEA Model, *International Journal of Services Technology and Management*, Vol.21(4-6), pp.199~213.
- [18] Jang, D. S. and Park, H. K.(2013), Measurement of Efficiency in Regional Logistics Service, *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol.26(1), pp.363~375.
- [19] Jang, M.(2010), Relative Efficiency of Korea Trucking Transport Business Using DEA Model, *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol.10(12), pp.328~341.
- [20] Jang, P. and Kwon, O.(2009), A Study on the Development of LSQI (Logistics Service Quality Index) for Measuring Service Quality of Logistics Companies, *Journal of The*

- Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.9(1), pp.89~106.
- [21] Joo, S. J., Keebler, J. S. and Hanks, S.(2013), Measuring the Longitudinal Performance of 3PL Branch Operations, *Benchmarking: An International Journal*, Vol.20(2), pp.251~262.
- [22] Jung, B.(2009a), A Study on the Competition Strategies of Korean Exporting SMEs through Analysis of Korea-EU FTA, *Korea Trade Association Trade Policy Debate Discussion Paper*, Vol.2009(8), pp.249~271.
- [23] Jung, I.(2009b), Survey on the FTA Utilization and Policies for Enhancing Korean Companies' Utilization Ratio, *Journal of International Area Studies*, Vol.13(3), pp.367~390.
- [24] Kang, M.(2016), Shipping, Brexit May be Affected? None?, *Maritime Korea*, Vol.2016(8), pp.18~21.
- [25] Kim, J. and Kang, D.(2008), Management Efficiency of Korean Shipping and Logistics Firm, *Entre Journal of Information Technology*, Vol.7(2), pp.141~150.
- [26] Kim, Y. and Jung, J.(2013), An Empirical Study on Factors of FTA Utilization by Korean Medium and Small Enterprises, *The Journal of Korea Research Society for Customs*, Vol.14(2), pp.45~64.
- [27] Kim, Y., Keum, H., Yu, S., Kim, Y. and Kim, H.(2014), A Study on the Decade of Korea's FTAs: Evaluation and Policy Implications. *KIEP Research Paper No. Policy Analysis, 14-05*, Korea Institute for International Economic Policy.
- [28] Kumar, S.(2006), Environmentally Sensitive Productivity Growth: A Global Analysis Using Malmquist-Luenberger Index, *Ecological Economics*, Vol.56, pp.280~293.
- [29] Kwon, S.(2015), Legal Issues and Policy Implications of Electronic Commerce Chapters of the Korea-China FTA, *Journal of Digital Convergence*, Vol.13(10), pp.9~17.
- [30] Lee, Y.(2009), Which Properties Will Lead Korean SMEs to Prefer Industrial Cooperation with the EU After the Korea-EU FTA, *KIET Industrial Economic Review*, Vol.14(5), pp.38~48.
- [31] Lee, Y.(2015), Influence and Strategy of Korea-US FTA Performance for Logistics Firm, *Korea Logistics Review*, Vol.25, pp.127~136.
- [32] Li, O.(1996), Non-Parametric Testing of Closeness between Two Unknown Distribution Functions, *Econometrics*, Vol.21, pp.461~481.
- [33] Min, H. and Joo, S. J.(2006), Benchmarking the Operational Efficiency of Third Party Logistics Providers Using Data Envelopment Analysis, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.11(3), pp.259~265.
- [34] Min, H. and Joo, S. J.(2009), Benchmarking Third-Party Logistics Providers Using Data Envelopment Analysis: An Update, *Benchmarking: An International Journal*, Vol.16(5), pp.572~587.
- [35] Min, H., DeMond, S. and Joo, S. J.(2013), Evaluating the Comparative Managerial Efficiency of Leading Third Party Logistics Providers in North America, *Benchmarking: An International Journal*, Vol.20(1), pp.62~78.
- [36] Narasimhan, R., Talluri, S., Sarkis, J. and Ross, A.(2005), Efficient Service Location Design in Government Services: A Decision Support System Framework, *Journal of Operations Management*, Vol.23(2), pp.163~178.
- [37] Oh, S. and Ahn, Y.(2013), Efficiency Analysis for Certified Integrated Logistics Companies Using DEA and Malmquist Productivity Index, *Korean Journal of Logistics*, Vol.21(2), pp.93~112.
- [38] Oh, W.(2012), Analysis on Productivity of Logistics Providers - Focusing on the Warehouses Industry, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol.28(2), pp.113~128.
- [39] Pagan, A. and Ullah, A.(1999), *Non-Parametric Econometrics*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- [40] Palshikar, G. K., Vin, H. M., Saradhi, V. V. and Mudassar, M.(2011), Discovering Experts, Experienced Persons and Specialists for IT Infrastructure Support, *Service Science*, Vol.3(1), pp.1~21.
- [41] Park, H.(2010), Data Envelopment Analysis of Global Logistics Provider, *Journal of Korea port Economic Association*, Vol.26(2), pp.19~35.
- [42] Park, H.(2011), A Study on Logistics Activation to Utilize the FTA, *The Journal of Korea Research Society for Customs*, Vol.12(4), pp.299~318.
- [43] Park, H. and Jang, D.(2013), Measurement of Efficiency in Regional Logistics Service, *Korea Industrial Economics*

- Association*, Vol.26(1), pp.363~375.
- [44] Park, H. and Lee, Y.(2015), The Efficiency and Productivity Analysis of Large Logistics Providers Services in Korea, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol.31(4), pp.469~476.
- [45] Park, J. and Kim, T.(2016), A Study on the Location of the Hub Distribution Center in the Europe with Air Freight Transportation Effects, *Korea Logistics Review*, Vol.26(1), pp.1~15.
- [46] Park, M. and Ahn, Y.(2003), Using DEA-AR to Measure the Efficiency of Motor Carriers in Korea, *Journal of The Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.3(2), pp.61~68.
- [47] Pattnaik, C., Choe, S. and Singh, D.(2015), Impact of Host Country Institutional Context on Subsidiary Performance, *Management Decision*, Vol.53(1), pp.198~220.
- [48] Segerstrom, P. S. and Sugita, Y.(2015), The Impact of Trade Liberalization on Industrial Productivity, *Journal of the European Economic Association*, Vol.13(6), pp.1167~1179.
- [49] Shi, L. and Wu, G.(2014), Empirical Research on Logistics Enterprises Efficiency Based on DEA, *Contemporary Logistics*, Vol.16, pp.3~7.
- [50] Simar, L. and Wilson, P. W.(2008), *Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: Recent Developments and Perspectives*, In: Fried, H. O., Lovell, C. A. K. and Schmidt, S. S.(Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*, Oxford University Press.
- [51] Song, Y.(2010), The Effect of the KOREA-EU FTA on Productivity of Korean Industry, *Productivity Review*, Vol.24(1), pp.45~59.
- [52] Song, Y.(2011), KORUS FTA vs. Korea-EU FTA: Why the Differences?, *Wood and wood products*, Vol.6(5), pp.1~15.
- [53] Verma, D. and Sinha, K. K.(2002), Toward a Theory of Project Interdependencies in High Tech R&D Environments, *Journal of Operations Management*, Vol.20(5), pp.451~468.
- [54] Wanke, P. F.(2013), Physical Infrastructure and Shipment Consolidation Efficiency Drivers in Brazilian Ports: A Two-Stage Network-DEA Approach, *Transport Policy*, Vol.29(1), pp.145~153.
- [55] Williams, S. and Schaefer, A.(2013), Small and Medium-Sized Enterprises and Sustainability: Managers' Values and Engagement with Environmental and Climate Change Issues, *Business Strategy and the Environment*, Vol.22(3), pp.173~186.
- [56] Wong, W. P., Soh, K. L. and Chong, C. L.(2015a), Logistics Firms Performance: Efficiency and Effectiveness Perspectives, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol.64(5), pp.686~701.
- [57] Wong, W. P., Soh, K. L. and Goh, M.(2015b), Innovation and Productivity: Insights from Malaysia's Logistics, *International Journal of Logistics Research and Applications*, Vol.9(4), pp.318~331.
- [58] Yang, D. and Chang, Y.(2015), Efficiency and Productivity Change in the Korean Banking Industry during 2004-2013: A Sequential Malmquist-Luenberger Productivity Index, *Korean Management Review*, Vol.44(1), pp.55~80.
- [59] Yörük, B. K. and Zaim, O.(2005), Productivity Growth in OECD Countries: A Comparison with Malmquist Indices, *Journal of Comparative Economics*, Vol.33, pp.401~420.
- [60] Zhou, G., Min, H., Xu, C. and Cao, Z.(2008), Evaluating the Comparative Efficiency of Chinese Third-Party Logistics Providers Using Data Envelopment Analysis, *International Journal of physical distribution and logistics management*, Vol.38(4), pp.262~279.



김 현 정

이화여자대학교 경영학과 학사
서울대학교 경영학과 석사
서울대학교 경영학과 박사
현재: 순천대학교 경상학부
경영학전공 조교수

관심분야 : Service Operations, Quality
Management, SCM, SCQM,
Productivity, Buyer-Supplier
Relationship



김 수 욱

서울대학교 경영학과 학사
서울대학교 경영학과 석사
Michigan State of University
경영학과 박사
현재: 서울대학교 경영학과 교수

관심분야 : Service Operations, SCM,
Buyer-Supplier Relationship



손 지 윤

국민대학교 공업디자인학과 학사
서울대학교 경영학과 석사
서울대학교 경영학과 박사 수료
현재: 서울대학교 경영학과 연구조교

관심분야 : SCM, Technology
Management, DEA, Service
Operations

한국SCM학회 연구 윤리 규정

제1조 (목적)

본 규정은 ‘한국SCM학회 연구 윤리 규정’이라 부르며 한국SCM학회(이하 “학회”라 한다)와 관련된 연구 행위가 연구 목적을 달성하기 위해 수행되는 과정에서 인간의 기본적, 사회 공동 윤리를 손상하지 않도록 윤리 규정과 기준을 정함을 목표로 한다. 여기서 연구 행위라는 것은 한국SCM학회가 주관 또는 공동 주관하는 학술대회와 한국SCM학회 학술지와 관련된 연구 수행, 결과, 발표 및 게재 등을 포함한다.

제2조 (적용 대상)

한국SCM학회가 주관 또는 공동 주관하는 학술대회 발표와 한국SCM학회 학술지 투고에 참여하는 학회의 회원들 외에 비회원들(이하 “저자”라 한다)에게도 준용된다.

제3조 (저자의 연구윤리)

1. 저자는 아이디어의 도출, 실험 방법의 설계, 결과의 분석, 연구 결과의 발표, 연구 심사 등의 연구 행위에 정직하여야 한다.
2. 저자는 타인의 연구나 주장의 전체 또는 일부분을 인용할 수 있다. 그러나 자신의 연구처럼 기술해서는 안 되며 반드시 정확하게 출처표시와 참고문헌 목록을 작성하여야 한다.
3. 저자는 연구 수행과 결과에서 획득한 정보를 이용하여 부당한 이익을 추구하지 않는다.

제4조 (연구 내용의 기록, 보존 및 공개)

1. 저자의 연구 내용은 타 연구자가 해석 및 확인이 용이하도록 정확하게 기록하여야 하며, 연구 수행 시 활용된 주요 사실 및 증거는 보존해야 한다.
2. 연구 결과가 출판된 후 타 연구자의 요청이 있을 경우 보안이 보장되는 범위 내에서 연구 결과물이 타 연구자의 연구 수행에 도움이 되도록 최대한 노력한다.

제5조 (저자의 책임과 보상)

1. 연구 결과에 기재된 모든 저자들은 발표된 사실에 책임을 다하도록 한다.
2. 저자는 공식적인 공동 연구자 또는 연구에 직간접적으로 기여한 사람들로만 구성되며 상대적 지위와 무관하게 학술적 기여도에 따라 저자 표기 순서가 결정된다.
3. 학회지 및 학술대회 발표논문집에 게재된 논문은 저자가 저작권을 가지나 공공의 목적으로 사용될 때는 한국SCM학회가 사용권을 가진다.

제6조 (연구 부정 행위) 연구 수행 중에 발생하는 부정 행위는 다음과 같다.

1. 위조: 존재하지 않는 데이터나 연구 결과를 허위로 만들어 내는 행위를 말한다.
2. 변조: 데이터의 변형이나 연구과정을 조작하여 연구결과를 왜곡하는 행위를 말한다.
3. 표절: 정당한 인용 없이 타 연구자의 연구 결과를 저자의 연구 결과에 사용하는 행위를 말한다.
4. 중복게재: 타 학술지에 게재 또는 투고 중인 원고를 본 학회지에 투고하는 행위를 말한다.

5. 부당한 논문 저자 표시: 연구 수행 중에 학술적 기여도가 없는 자에게 연구 결과의 저자 자격을 부여하는 행위를 말한다.

제7조 (윤리위원회 구성)

1. 학회는 연구 윤리와 관련된 사항을 검토 심의 의결하기 위해 학회 내에 윤리위원회를 운영한다.
2. 윤리위원회 구성은 위원장 1인과 부위원장 1인을 포함하여 5인으로 구성한다.
3. 윤리위원장은 학회 공동회장 중 한 분이 담당하며, 윤리위원회 부위원장은 학회지 공동 편집위원장 중 한 분을 윤리위원장이 임명하며, 나머지 3인의 위원회 회원은 윤리위원장과 부위원장의 합의로 임명한다.

제8조 (연구 부정 행위 제재)

연구 부정 행위가 적발된 연구 및 저자에 대해서는 윤리위원회의 검토를 거쳐 정도에 따라 다음과 같은 제재를 가할 수 있다.

1. 학회 징계 서한 발송
2. 학회의 해당 학회지에서 해당 연구 결과 삭제 또는 수정 요구
3. 연구 관련자의 적정 기간 동안 논문 투고 금지
4. 연구 관련자의 적정 기간 동안 회원자격 상실 및 연구 관련자 소속기관 세부사항 통보
5. 학회에서 제명

제9조 (윤리위원회 운영)

1. 필요한 연구 윤리 제정 및 개정을 담당한다.
2. 제소된 회원 및 연구에 대해 윤리 규정 위반 여부 심의 및 위반에 대한 제재를 의결한다.
3. 제소된 사안에 대해 접수된 날로부터 60일 이내에 심의 의결한다.
4. 위원회는 위원회의 조사 기간 동안 조사 내용 및 과정에 대해 일체의 보안을 유지하고, 관련자들의 신상 정보를 보호한다.
5. 윤리위원회는 조사 결과 제소된 내용이 무혐의 이거나 충분한 소명으로 혐의 사실이 해소될 경우 피고발자 혹은 혐의자의 명예를 회복하기 위해 적절한 후속 조치를 취할 수 있다.

제10조 (윤리위원회 제소 및 혐의자 의무)

1. 윤리위원회 제소는 회원 5인 이상의 서명을 받아야 한다.
2. 윤리위원회에 제소된 회원은 윤리위원회의 조사에 협조해야 한다.

제11조 (윤리위원회 의무)

1. 윤리위원회는 제소된 자에 대해 심의 결과가 확정되기 전까지는 회원으로 권리를 보장한다.
2. 윤리위원회에 제소된 자는 위원회에 충분한 소명할 권리를 갖으며, 위원회는 소명 및 반론 기회를 부여해야 한다.

제12조 기타 본 규정에 포함되지 않은 사항은 관계 법령과 사회적 규범에 의거 판단한다.

부 칙

제1조 (시행일)

본 규정은 이사회에서 의결된 날부터 시행한다.

2013. 1. 16 이사회 제정

Journal of the Korean Society of Supply Chain Management

Copyright Transfer Agreement

To: Editor of Journal of the Korean Society of Supply Chain Management

Title of submitted manuscript: _____

Author(s)(Full Names): _____

I hereby certify that I agreed to submit the manuscript entitled as above to Journal of the Korean Society of Supply Chain Management with the following statements:

- This manuscript is author's original work and has not been published before. It will not be submitted again to other journals without permission from Editor of Journal of the Korean Society of Supply Chain Management if it is accepted for publication.
- This manuscript should not contain any libelous statements, defamation and privacy intrusion. Any legal or ethical damage should not be directed to the Korean Society of Supply Chain Management due to this manuscript.
- All authors contributed to this manuscript have equal responsibility with respect to the copyright problem.
- Copyright of the manuscript to be published in the Journal of Korea Society of Supply Chain Management is transferred to the Korean Society of Supply Chain Management.

I agreed Declaration of Ethical Conduct in Research & Statement of Copyright Transfer.

Date:

Author(s) Name and Signature:

한국SCM학회지 17권 2호 심사자 명단(가나다 순)

김병인(포항공과대학교 산업경영공학과), 김창희(서울대학교 경영정보연구소), 문상원(한국방송통신대학교 경영학과), 민대기(이화여자대학교 경영학과), 박정수(인하대학교 경영대학), 배혜림(부산대학교 산업공학과), 서용원(중앙대학교 경영대학), 송창용(한라대학교 산업공학과), 이돈희(인하대학교 경영학과), 이명무(성균관대학교 경영학과), 이문수(한국기술교육대학교 산업경영학부), 이철웅(고려대학교 산업경영공학부), 이현수(금오공과대학교 산업공학과), 장태우(경기대학교 산업경영공학과), 정병도(연세대학교 산업공학과), 정석재(광운대학교 경영학과), 정승주(한국교통연구원), 정영선(전남대학교 산업공학과), 정태수(고려대학교 산업경영공학부), 조정은(경성대학교 경영학부), 차춘남(경상대학교 산업시스템공학부), 최강화(한성대학교 경영학과)

학회지 심사를 위해 노고를 아껴주시지 않은 심사자 여러분들께 깊은 감사의 말씀을 올립니다.

한국 SCM 학회지 제17권, 제2호

인 쇄 / 2017년 10월 31일

발 행 / 2017년 10월 31일

발행인 / 임석철

편집인 / 김수옥 · 정봉주

발행처 /  한국SCM학회

경기도 수원시 영통구 월드컵로 206 아주대학교
팔달관 812호

전화 031-211-5269 전송 031-214-5269

<http://www.kscm.org>

등록번호 ISSN 1598-382X