



제 9회 대학생 SCM경진대회

# 지진 물류 프로세스 개선을 위한 연구

-포항시 사례를 중심으로-

성균관대학교 시스템경영공학과  
지도교수 김현정  
김석우 송영주 오기석 주혜리

# Index

- 01 서론
- 02 개선 방안
- 03 결론
- 04 참고문헌



# 01 서론 연구 배경 및 목적

## “불합리한 재난 지원금 기준, 주먹구구 구호소 운영 개선 필수”

한미 장관 맨션 피해주민대표 김 홍제씨(59)는 “구호소 운영이 전반적으로 즉흥적이었다. ... “구호물품 부족은 물론이고 구호소 운영·관리도 주먹구구식으로 이뤄져 부실했다”며 열을 올렸다. (2018-01-11, 영남일보)

## “포항 지진 닳새째...추위에 여진 겹쳐 이중고”

“대부분 강진에 놀라 옷가지를 제대로 챙기지 못한 채 집을 나왔던 분들이기 때문에 옷이나 세면도구, 그리고 식료품들과 같은 구호품도 제공되고 있습니다. 하지만, 닳새째 되다 보니까 일부 대피소에서는 물자가 모자라서 불편을 겪기도 했습니다. 또한, 이재민들이 지내는 체육관에 난방기가 계속 돌아가고는 있지만 그래도 추울 수 밖에 없습니다. ... 어른들은 버틸 만 하지만 어린이나 노인들 중에는 감기나 근육통 때문에 약을 찾는 이재민이 많다고 합니다.” (2017-11-19, 연합뉴스TV)

# 01 서론 연구 배경 및 목적



포항시 이재민 구호 TF 손OO

“워낙 갑작스럽게 난 지진이라 **구호 물품 분배 시스템**  
**이 따로 없었어요.** 이재민의 수가 되게 역동적으로 변  
해서 그 쪽에선 애초에 구호소별로 몇 개를 지급해야  
되는지에 관한 체계적인 연구엔 별로 중요도를 부여하  
지 않아서 ……”

-2018.03.26 통화 내용-

**“구호물품 분배시스템의 부재”**



# 01 서론 연구 배경 및 목적



## Relief

“재해발생상황을 파악하기 전이  
거나 재해발생이 진행 중인 때  
에라도 **지체 없이 재해구호물자  
를 이재민에게 지급하여야 함**”  
-재해구호법 제 7조-



# 01 서론 문제 정의

## “기존 구호 물품 분배의 문제점”



지체되는 구호물품  
분배 시간



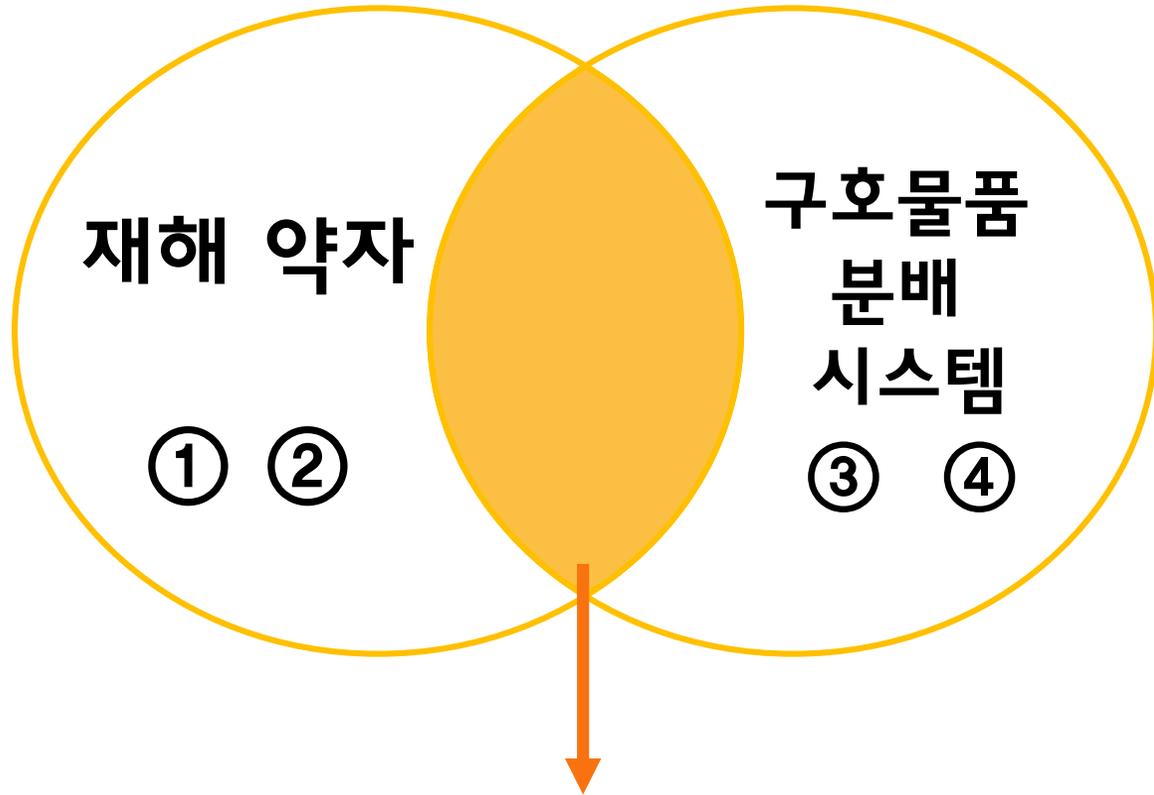
구호물품  
분배 시스템의 부재



고려되지 않은  
재해약자

재해 약자;  
만65세이 상, 만14세 이하, 장애인

# 01 서론 기존 연구와의 차이점



**“재해 약자를 고려한 구호 물품 분배 시스템”**

① 일본의 재해 시 장애인 대피에 관한 연구  
-한국 장애인 복지에의 함의  
(김영배, 2015.02)

② 재난 취약계층 안전정책에 관한 연구  
(최경식, 2013.12)

③ Research on Emergency Relief Goods Distribution after Regional Natural Disaster Occurring  
(F.Houming,2008)

④ Application of a Humanitarian Relief Logistics Model to an Earthquake Disaster  
(YH Lin,2009)



# 01 서론 데이터 수집

번호	제목	부서	주소	2017-11-19	2017-11-20	2017-11-21	2017-11-22	2017-11-23	2017-11-24	2017-11-25	2017-11-26	포항시	합계	504,416	255,155	249,261	102,100
913	재난종합상황 (11.25, 토, 06시기준)	안전관리과	실내체육관	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347	1347
912	재난종합상황 (11.24, 금, 06:00기준)	안전관리과	실내체육관	904	340	500	419	430	424	406	411	411	2331	11,914	11,973	11,058	108,000
911	재난종합상황 (11.23, 목, 06시 기준)	안전관리과	독채험수련원							81	10		22,922	12,114	10,808	112,000	
910	재난종합상황 (11.22, 수, 17:00기준)	안전관리과	공고	0	400		230	240	249	251	25		29,838	16,104	13,734	117,000	
909	재난종합상황 (11.22, 수, 05:00 기준 최종)	안전관리과	도초	40	30								30,033	17,512	12,521	139,000	
908	재난종합상황 (11.22, 수, 05:00기준)	안전관리과	범의교회	150	220	282	299	313	292	246	24		26,628	14,941	11,687	127,000	
907	재난종합상황 (11.21, 화, 05:00기준)	안전관리과	구초	90													100,000
906	재난종합상황 (11.20, 월, 22:00기준)	안전관리과	북대	35	35	35	35	35	35	35	35						100,000
905	재난종합상황 (11.20, 월, 06:00기준)	안전관리과	타	99	52	111	32	36	32	29	2						100,000
904	재난종합상황 (11.19, 일, 20:00기준)	안전관리과	성초	220													100,000
903	재난종합상황 (11.19, 일, 14:00기준)	안전관리과	성초	31													100,000
902	재난종합상황 (11.19, 일, 07:00기준)	안전관리과	범의교회	39			39	27	37								100,000
901	재난종합상황 (11.17, 금, 10:00기준)	안전관리과	포스코수련관	156			156	148	148	14							100,000

## 행정안전부, 국가 통계 포털, 포항시 데이터

**피해상황** ※ 유감·민원신고 : 9,570건 (경북 3,361, 대구 1,445 등)

### 포항 연령별 인구 현황

총 92명(입원 6, 귀가 86)  
※ 입원하지 않은 내원 환자의 경우 귀가로 집계

### 구호소별 인원 데이터

(구호소 11개소) 총 806명 일시 대피(실내체육관, 마유회관 등 8개소) \* 전일대비 11명 감소

### 구호 물품 도착시간

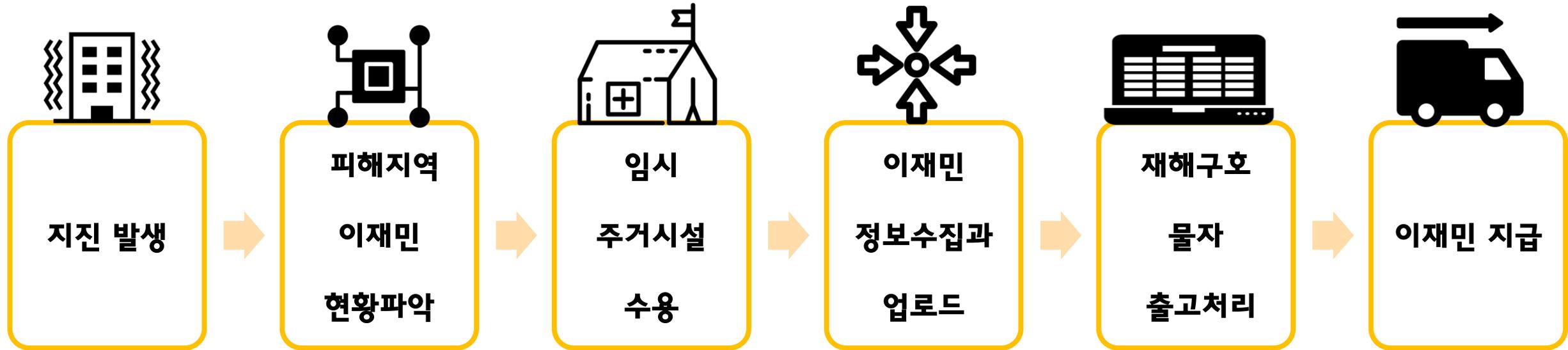
구분	대피 총 계		흥해 실내체육관		흥해공고		포스코 수련관		독채험 연수원		기 타 (마을회관 경로당)	
	명	개소	명	개소	명	개소	명	개소	명	개소	명	개소
복구	806	8	370	1	176	1	119	1	118	1	23	4

### 구호 물품 량

### 구호 물품 분배 프로세스

개 구호소(가)의 교회, 베델교회, 흥해 복지센터) 운영 종료

## 02 개선 방안 기존 구호 물품 분배 시스템



# 02 개선 방안 개선된 구호 물품 분배 시스템



## 02 개선 방안 가정

- 물자의 종류는 응급구호키트 한 종류로 가정한다.
- 물품 분배량은 정수이다.
- 외부에서 조달되는 구호물품은 1회에 100~300개 랜덤으로 도착한다.
- 외부에서 조달되는 구호물품은 1일에 2회 분배된다.
- 사람들이 구호소에 도착하는 시간은 지수분포를 따른다. ( $T_{arrival} \sim Exp(1.014)$ )
- 물품 배송시간은 고려하지 않는다. ( $\because$  전체 시간에 비해 아주 적은 시간소요)
- 모든 사람은 4일 이내에 물품을 분배 받아야 한다.
- 해당 구호소 인원은 구호소의 capacity를 넘을 수 없다.
- $B_{ij} < A_{ij}$        $B_{ij}$ :  $i$  구호소의  $j$ 가 물자를 받은 시점  
                          $A_{ij}$ :  $i$  구호소의  $j$ 가 구호소에 도착한 시점



## 02 개선 방안 수학적 모형

[목표함수] 
$$\text{Min } Z = \sum_i \sum_{j \in J} W_{ij} (B_{ij} - A_{ij})$$

$W_{ij}$ :  $i$  구호소의  $j$  개체(사람)가 속한 계층의 가중치

$B_{ij}$ :  $i$  구호소의  $j$ 가 물자를 받은 시점

$A_{ij}$ :  $i$  구호소의  $j$ 가 구호소에 도착한 시점

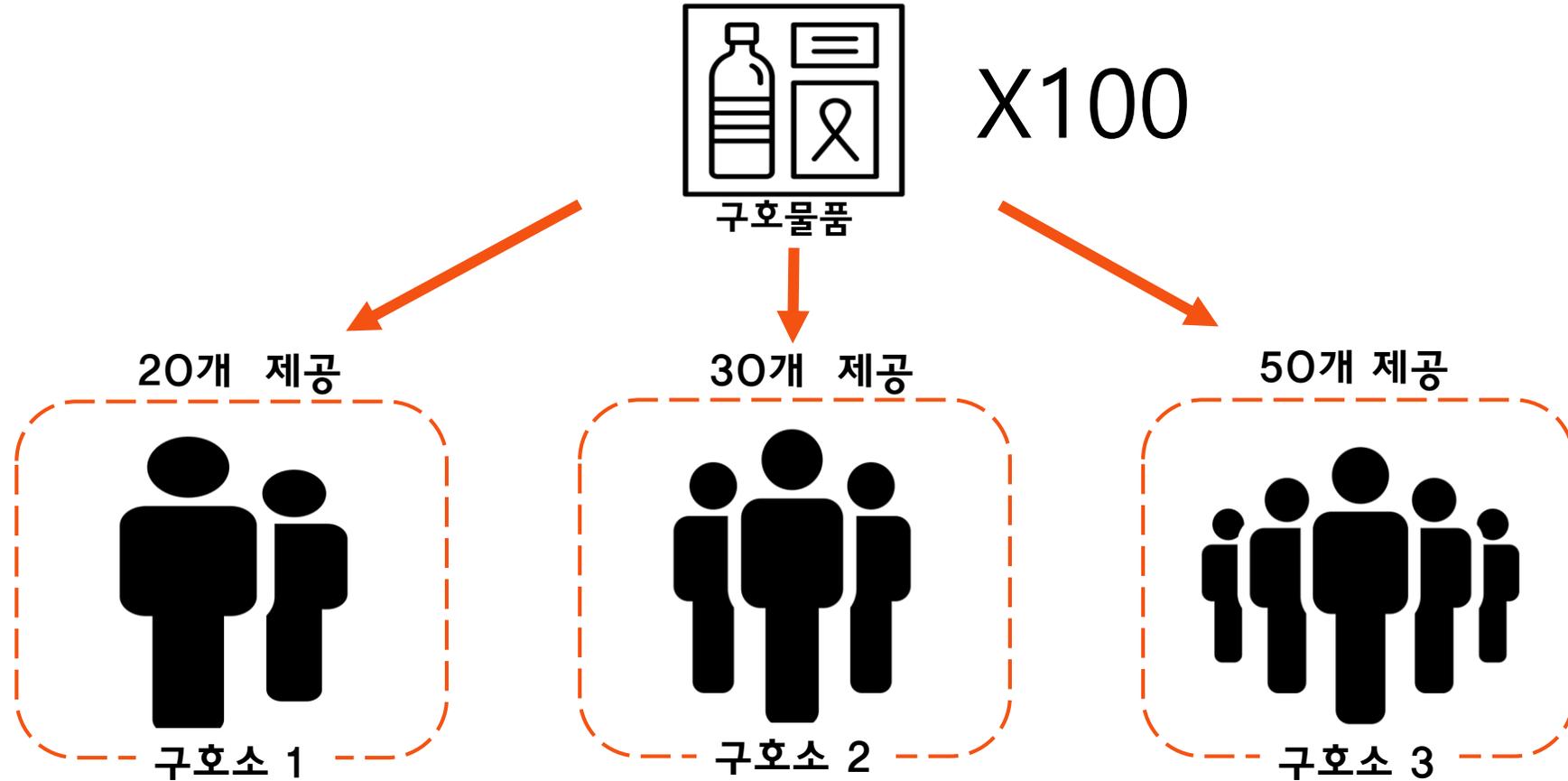
※ 계층: 남성/여성/재해약자(임산부, 노인, 영유아, 장애인) 으로 구분



## 02 개선 방안 1차 분배

“구호소 Capacity ratio대로 지체없이 지급”

EX)



※ Capacity : 구호소 내 최대 수용 인원 (ex 구호소 1:구호소2:구호소3=2:3:5)

## 02 개선 방안 2차 분배 구체적 알고리즘

① 물류센터 → 구호소 (구호소 가중치 ratio대로 구호소에 구호물품 분배)

a. 구호소 가중치:  $\sum_{j \in J} W_{ij} T_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

b. 물자 k개를  $\frac{\sum_{j \in J} W_{ij} T_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j \in J} W_{ij} T_{ij}}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 에 따라 구호소에 분배

(  $W_{ij}$ :  $i$ 구호소의  $j$ 가 속한 계층의 가중치,  $T_{ij}$ : 현재 시점 -  $i$ 구호소의  $j$ 의 도착 시점)



## 02 개선 방안 2차 분배 구체적 알고리즘

### ② 구호소에 도착한 물자 → 사람에게 분배

- a. 구호소에 물자가  $m$ 개 도착하였을 때, **가중치( $W_j T_j$ ) 순으로 그 구호소에 있는 사람 1 ~  $m$ 순위까지 분배** ( $W_j$ :  $j$ 의 가중치,  $T_j$ : 현재 시점 -  $j$ 의 도착 시점)
- b. 받은 직후 해당 사람은 정보시스템에서 삭제됨
- c. 새로 들어온 사람은 단말기를 통해 정보시스템에 정보가 업데이트됨

\* ①~ ② 를 모든 사람들이 받을 때까지 반복한다.



## 02 개선 방안 구호소 물자분배 알고리즘

행정안전부 일일보고서와 통계청 인구 총 조사 포항시 데이터를 기반으로 다음과 같이 Python 코딩을 통해 구호소 물자 배분 프로세스를 구현

### 각 구호소 내 이재민 난수 생성

- 도착 시간과 계층에 따른 각 구호소 내 이재민 난수 생성
- 개별 구호소 내 계층 비율 관련 자료의 부재로 인해 포항시 인구분포로부터 추정  
→남성:여성:재해약자  
=0.377:0.352:0.271

### Pseudo Code

```
def 이재민 난수 생성():  
    for each 구호소i (i=1,2,...,9):  
        if 남성 :  
            λ=1.014 지수분포 (구호소 이재민X포항시인구분포)  
            생성 & 계층 가중치, 도착시간 부여  
        elif 여성 :  
            λ=1.014 지수분포 (구호소 이재민X포항시인구분포)  
            생성 & 계층 가중치, 도착시간 부여  
        elif 재해약자 :  
            λ=1.014 지수분포 (구호소 이재민X포  
            항시인구분포) 생성 & 계층 가중치, 도착시간 부여  
            구호소i의 물자대기인원 리스트에 개별 인원 추가
```

## 02 개선 방안

### 구호소 물자분배 알고리즘

#### 물자의 분배 프로세스 모델링 -1차&2차-

- 1일 2회 간격으로 도착하는 물자량은  $Unif(100,300)$ 의 유니폼 분포를 따른다고 가정
- 매 프로세스마다 50번 반복하여 생성되는 결과값의 분산 감소
- 가중치 우선순위로 분배하고 보급 여부를 매번 업데이트 하기 위해 리스트 자료구조 활용
- 프로그램을 구현할 때마다 계층별 평균/최대 대기시간, 목적함수의 Objective Function 도출

#### Pseudo Code

def 1차 물자 분배(): ← 1차 분배

포항시 보유 재고 = 300

for each 구호소  $i(i=1,2,\dots,9)$ :

재고를 개별 구호소에 분배

물자대기인원을 도착시간 순으로 정렬 → 물자분배

받은 인원은 물자지급인원 리스트로 이동

def 2차 물자 분배(): ← 2차 분배

while(모든 구호소의 물자대기인원 수가 0보다 클 동안):

물자량 = 전날 재고 + 도착한 물자량 ( $Unif(100,300)$ )

for each 구호소  $i(i=1,2,\dots,9)$ :

물자량을 각 구호소에 분배

물자대기인원을 가중치 순으로 정렬 → 물자 분배

받은 인원은 물자지급인원 리스트로 이동

물자배분 날짜 0.5 증가 (1일 2회 배분)

## 02 개선 방안 기존 프로세스와의 차이점

### “기존 Process와의 차이점”

[물류센터→ 구호소 물품 분배]

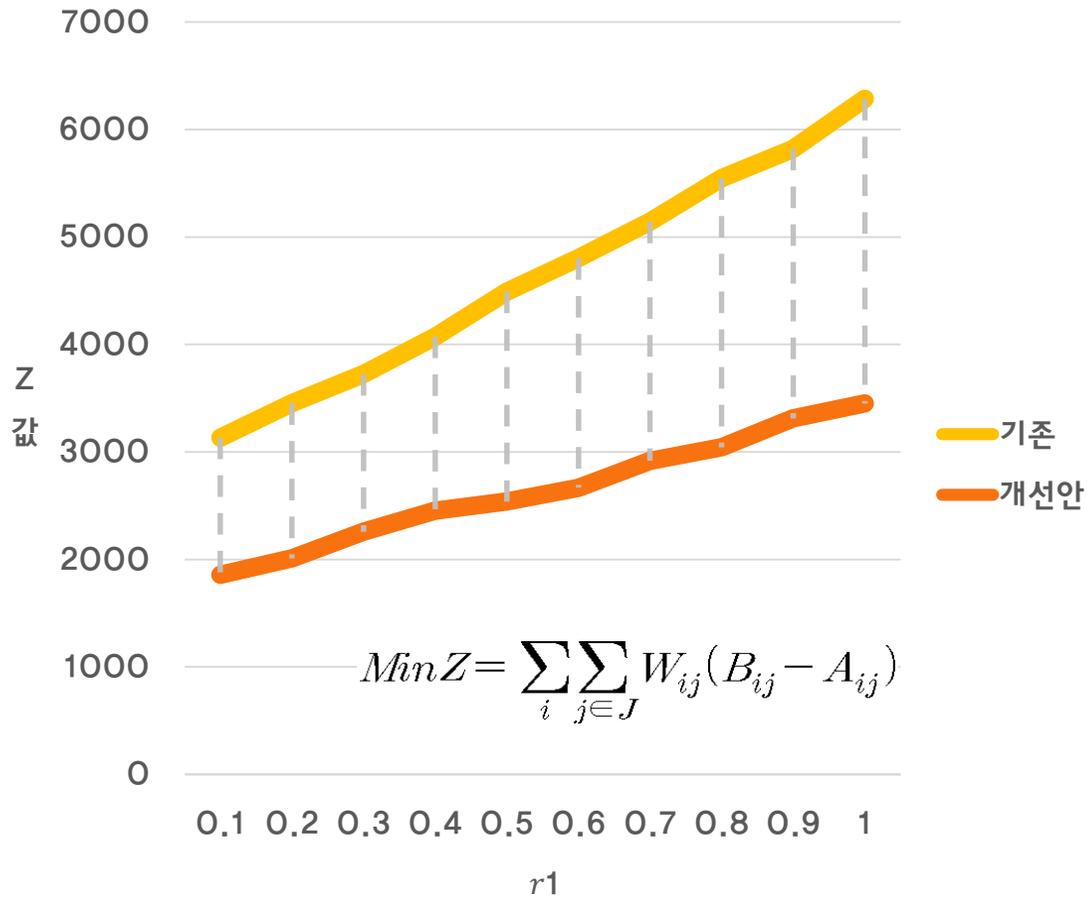
기존	개선 후
인원 수만 고려	가중치( $W_{ij}T_{ij}$ ) 또한 고려

[구호소 내 분배 순서]

기존	개선 후
FCFS	가중치( $W_jT_j$ ) 순위에 따라 분배

# 03 결론 Z값과 가중치 편차의 종속관계

Z의 평균 값 (남성 가중치=1)



남성 : 여성 : 재해약자의 가중치 비  
 = 1 : 1 + r<sub>1</sub> : (1 + r<sub>1</sub>)(1 + r<sub>2</sub>)

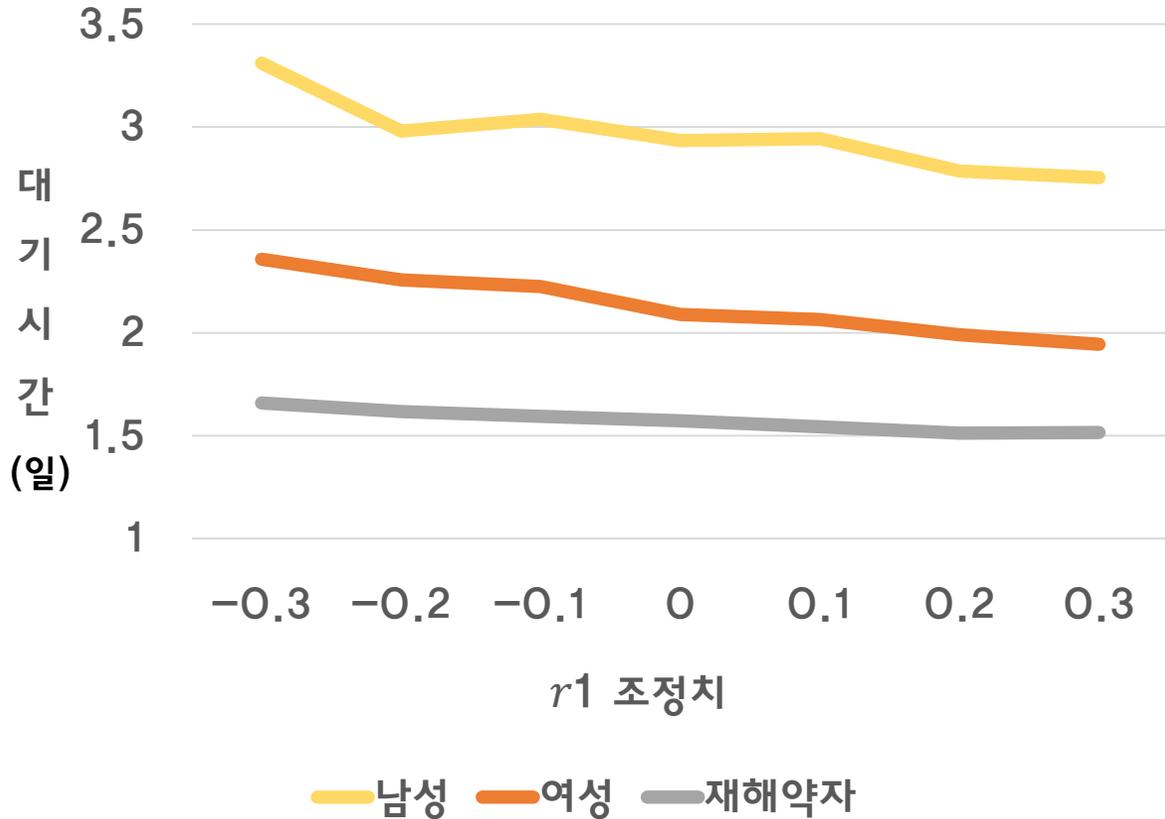
2차원 상 평면에 표현하기 위해 r<sub>1</sub> = r<sub>2</sub>  
 이라고 가정하면 1 : 1 + r<sub>1</sub> : (1 + r<sub>1</sub>)<sup>2</sup>

ex) r<sub>1</sub> = 0.1 인 경우 남성:여성:재해약자  
 의 가중치의 비는 1 : 1.1 : 1.21

r<sub>1</sub> 값이 증가함에 따라(즉, 계층 간 가중치  
 편차가 클수록) 목표함수 값의 차이가  
 증가하는 것을 알 수 있다.  
 ⇒ 계층 간에 상대적으로 가중치의 편차가  
 큰 경우에 유용성 증가

# 03 결론 대기 시간 감소

대기시간 (남성,여성,재해약자)



특정 계층의 가중치가 증가함에 따라서 해당 계층의 대기시간이 감소하는 것을 알 수 있다.

⇒ 가중치 조정을 통해 해당 계층의 대기 시간을 조정할 수 있음

※ 가중치 디폴트 값 : 남성1 : 여성1.5 : 재해약자2.25

# 03 결론 가중치 적정 범위

가중치			최대 대기 시간(일)		
남성	여성	재해약자	남성	여성	재해약자
1	1.1	1.21	3.161783	3.037799	2.673964
1	1.2	1.44	3.049217	2.902868	2.595014
1	1.3	1.69	3.557761	2.840159	2.481714
1	1.4	1.96	3.450361	2.906416	2.065834
1	1.5	2.25	3.489512	2.604471	2.288578
1	1.6	2.56	3.67	2.70009	2.204805
1	1.7	2.89	4.090221	2.68948	2.094545
1	1.8	3.24	4.118984	2.6748	2.051685
1	1.9	3.61	4.053831	2.647746	1.889117
1	2.0	4.0	4.130043	2.588955	1.883141

## 상한선

가정에서 4일 이내에 물품을  
받아야한다고 했으므로

최대 대기시간(일)이 4.090221일  
일 때의 가중치 값을 상한선으로 잡  
는다.

## 하한선

$r_1$ 의 값이 증가함에 따라 기존 프로세  
스와 개선 프로세스의 Z값의 격차는  
증가 ( $\because$  이전 Z의 평균 값 그래프)

$r_1$ 의 하한 범위는 기존에 설정  
했던 가정, 목적함수에 위배되는 값이  
존재하지 않으므로 미정

추후 연구, 상황에 맞추어 설정될  
여지 존재(ex. 계층간 대기시간의 유  
의미한 차이를 고려할 경우)

## 결론

즉, 남성 가중치가 1일 때,

여성 가중치는 1.7이고

재해약자 가중치는 2.89 이하 일 때가 가중치 적정 범위이다.

## 03 결론 기대효과



2stage(1차, 2차)  
분배 시스템을  
이용한 구호물품  
분배시간 감소효과  
(21시간)



재해약자를  
고려한  
물자 분배



계층의 **가중치( $W_j$ )**  
**적정범위 제안**

## 03 결론 한계점



사람들의 도착시간을  
현실적으로 반영하는  
함수 구현의 어려움



가중치 초기 설정의  
주관성



퇴소 인원을  
고려하지 못함  
(∵ 데이터 부재)

## 04 참고문헌

- 이창길 외 4명 , [대규모 재난 발생 시 이재민 재난 방안], 희망브릿지 논문지
- 이도형 외 3명,[대규모 재난 시 재해약자 지원 방안],희망브릿지 논문지
- 구정민 외 1명 [재난 시 현장응급의료를 최대로 지원하기 위한 임시 의료구호소 위치 선정 문제],대한산업공학회지
- 이호승 [재해대피소 내 이재민 프라이버시 확보수단으로서의 파티션 구조물에 관한 사례연구],디지털디자인학연구
- 이호승[지진해일 대비 대피지구의 방재 체계 문제점에 관한 연구],디지털디자인학연구
- 정인택[대피소 용량을 고려한 최단경로 탐색 알고리즘 개발],서울대학교 환경대학원
- 김미경 외 4명 [유동인구를 활용한 대피소 수용 능력 분석],한국 측량 학회지
- 이소희 외 4명 [도로경사와 연령별 보행속도 차이를 고려한 자연재난 대피소의 입지분석],한국지형공간 정보 학회지
- Eunki hong 외 3명 [대피시설의 1인당 적정 수용면적에 관한 연구],한국재난정보학회 논문집
- 박천희 외 2명 [재난구호물품 품목 개선에 관한 연구],한국정책연구
- 행정안전부,[2018 재해구호계획 수립지침]
- 행정안전부,[경북 포항 지진발생 및 대처 상황보고 (17.11.15~18.02)]
- "구호품 못 받았다" 허술한 구호체계 (2017. 11. 18,YTN)
- “불합리한 재난 지원금 기준, 주먹구구 구호소 운영 개선 필수” 2018-01-11,영남일보
- “포항 지진 닷새째…추위에 여진 겹쳐 이중고” <http://www.yonhapnewstv.co.kr/MYH20171119011100038/?did=1825m>
- 희망브릿지 홈페이지 <http://relief.or.kr/service/er/er010301.asp#16>
- 국민재난 안전 포털 [www.safekorea.go.kr/idsiSFK/743/menuMap.do?w2xPath=/idsiSFK/wq/sfk/cs/sfc/res/victimList.xml&acmdfcity\\_cd=1](http://www.safekorea.go.kr/idsiSFK/743/menuMap.do?w2xPath=/idsiSFK/wq/sfk/cs/sfc/res/victimList.xml&acmdfcity_cd=1)

