

대피소 NEWS

효과적인 재난 대응을 위한 대피소 실태조사 및 개선방안 제안

경보 보고 놀란 가슴 대피소 보고 안심하자

2023년 7월 20일호 Edited by 곽아람, 박소운, 유지원

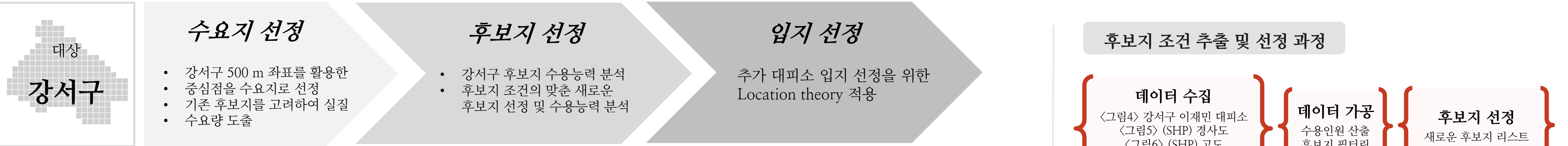
1. 분석 배경

“후평1동 주민 93% 못 들어간다”...대피소 수용인원 따져보니
“차 떠다니고 집 침수... 전국 폭우 피해 잇따라”



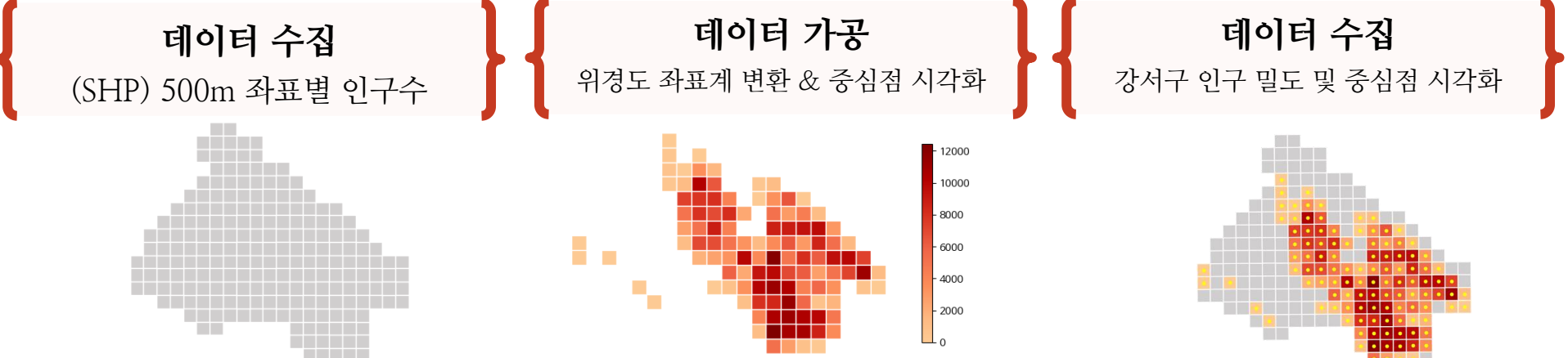
- 2023년 5월 31일, 서울시 경계정보 오발령 이후 지역 대피소에 대한 관심이 증가하였다. 그러나 서울시 곳곳의 대피소는 문이 잠겨 출입이 불가능하였으며, 점경지역에서는 대피소에 사람이 팍 차서 들어가지 못하는 경우도 발생하였다.
- 최근 기후 변화로 인해 지난 해에 이어 올해도 폭우가 내렸고, 큰 수해가 발생하였다. 이러한 재난 상황에서 대피소는 사상자를 최소화하는 중요한 역할을 하므로, 대피소는 안전성이 철저히 검증되어야 한다.
- 따라서 다양한 재난 상황에 대비하기 위해 대피소의 전반적인 안전성에 대한 연구가 시급한 실정이다. 우리 팀은 지역별 대피소의 수용능력을 철저히 조사하고, 최적의 대피소 입지에 대해 연구하고자 한다.

3. 데이터 분석 - 입지 제안

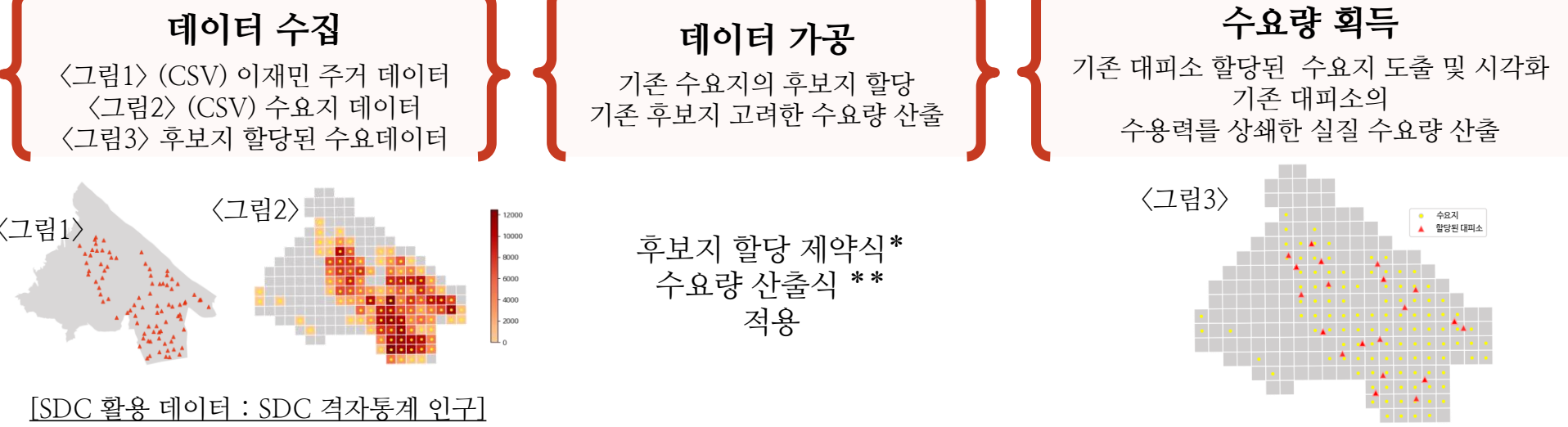


수요지 설정 및 수요량 반영 과정

1. 수요지 노드 설정



2. 수요량 계산



4. 입지 분석 결과

공공 입지 선정 알고리즘

Covering 방법과 Median 방법은 공익을 위한 대표적인 시설물 입지 선정 방법론으로, 사회적 비용의 최소화, 서비스의 포괄적 제공 및 균등한 제공 등을 목적으로 한다.

Covering 방법) MCLP 최대한 많은 피난자들이 대피소에 접근 가능하도록 효과적인 위치를 선정

Median 방법) P-median 대피소가 피난자로부터 항상 가까이에 있도록 보장

두 가지 알고리즘의 장점을 모두 얻고자, 알고리즘들이 공통적으로 선택한 후보지를 최종 후보지로 선택하였다.

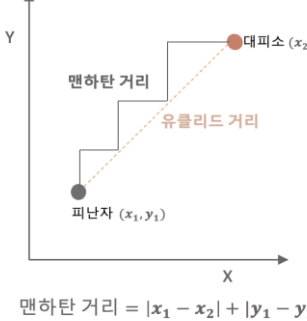
< 매개변수 설정 >

1. 후보지 개수 P
기존의 강서구 대피소(87개)의 수용률을 2배 늘리기 위한 목적으로 선정할 후보지의 개수(P)는 80개로 선택하였다.

2. 이동 반경 S
위급 상황에서 피난자가 반경 500m 내의 대피소까지 이동 가능하다고 가정하였다. 반경(S)는 500m로 설정하였다.

< 맨하탄 거리 사용 >

피난자가 모든 장애물을 뚫고 대피소까지 최단거리로 가로지르는 것은 불가능하기 때문에, 직각으로 이동하는 맨하탄 거리를 적용하였다.



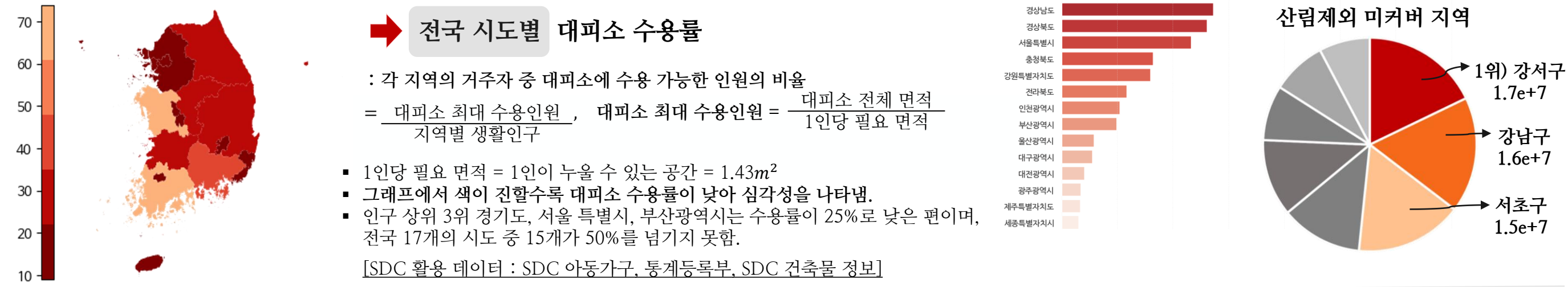
5. 분석 활용 전략

개선 지표

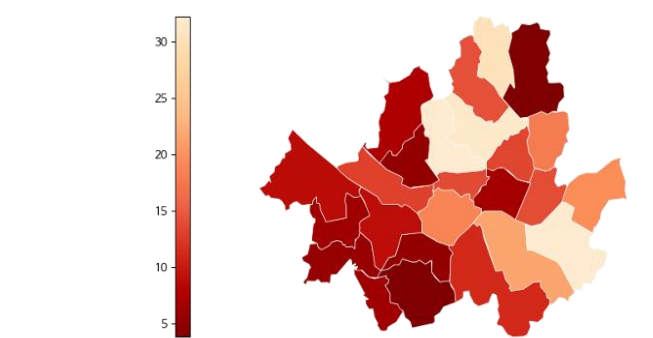
	기준	입지 선정 후		
		공통 선택	P-median 선택	MCLP 선택
수용인원	5만	15.8만	47만	79만
대피소 수용률	8.8	27.6%	57.5%	96.3%
생활인구 수용률	11.6	36.3%	63.4%	106.4%

- MCLP와 P-median이 공통으로 선택한 19개의 후보지를 먼저 대피소로 선정한다면, 기존 대피소 87개에서 106개로 늘어나고 수용인원 또한 기존보다 3배 가까이 증가함을 알 수 있다.
- 한 사람이 차지하는 면적을 1.43으로 한다면 MCLP 선택을 고려했을 때 강서구 인구의 96%를 수용할 수 있고, 0.825로 한다면 P-median 또한 99%에 가까운 강서구의 인구를 수용할 수 있었다.

2. 대한민국 대피소 현황

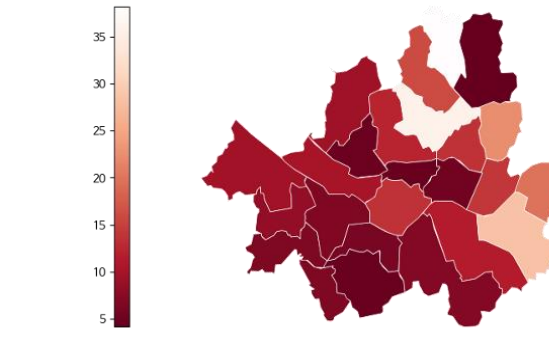


서울 시군구별 대피소 수용률



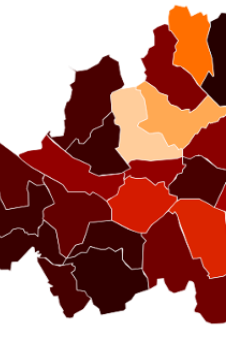
- 전국 인구밀도 1위 서울은 대피소 수요가 높음데 반해, 총인구 기준 대피소 수용률은 전국에서 하위를 차지함
- 高: 종로구, 송파구, 성북구 (32%)
- 低: 노원구, 관악구, 동작구 (5%)

생활인구 수용률



- 오후 2시 시점의 평균 생활인구를 기준으로 한 대피소 수용률 역시 12.73%로 매우 낮음
- 대피소 생활인구 수용률 = 대피소 최대 수용인원 / 지역별 생활 인구

약자 수용률



- 약자(고령인구+아동+장애인) 기준 수용률은 평균 42.69%로 약자만 수용해도 50%를 넘기지 못함
- 대피소 약자 수용률 = 대피소 최대 수용인원 / 지역별 약자 인구

< 수요지 설정 >

SDC 500m 강서구 인구수데이터를 활용하여 수요지 노드를 설정하고 시각화하였다.

< 후보지 할당 >

행정안전부 강서구 이계민 주거 시설을 수집하고 앞에서 가공한 강서구 중심 수요지 데이터를 활용하였다.

이를 활용하여 후보지 할당 제약식을 설정하여 기존 후보지가 할당된 수요지를 도출하고 시각화하였다.

(후보지 할당 제약식)*

- 수요지와 후보지간 맨하탄 거리 < 500 m
- 후보지의 수용인원 >= 수요지의 수요량
- 수요량, 수용인원 칼럼 추가

< 수요량 반영 >

앞에서 가공한 후보지 할당된 수요데이터를 활용하여 기존 후보지를 고려한 수요량을 산출하였다.

(수요량 산출식 적용)**

- 할당된 후보지 인덱스를 기준으로 그룹화
- 후보지 인덱스 기준 수요량, 수용인원 칼럼 합
- 실질 수요량 계산: 수요량 - 수용인원
- 실질 수요량 반영

MCLP

목적함수: $\sum_{i=1}^n h_i Z_i$

제약식: $\sum_{j=1}^m X_j \leq P$
 $Z_i \leq \sum_{j=1}^{N_i} X_j$
 $X_j \in \{0,1\}$
 $Z_j \in \{0,1\}$

- h_i = 지점 i 의 수요량
- Z_i = 지점 i 에 최소 한 개의 시설물로 커버되는 경우 1, 아니면 0
- P = 설치할 시설물 수
- S = 수요지를 커버 가능한 거리
- Q = 후보지의 용량

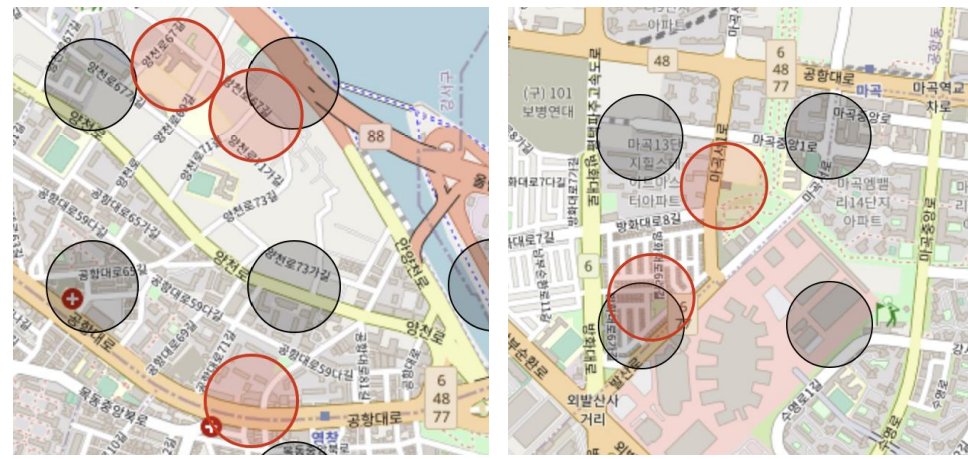
P-median

목적함수: $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m h_i d_{ij} Y_i$

제약식: $\sum_{j=1}^m X_j \leq P$
 $Y_{ij} \leq X_j$
 $\sum_{j=1}^m Y_{ij} = 1$
 $X_j \in \{0,1\}$
 $Y_j \in \{0,1\}$

- h_i = 지점 i 의 수요량
- d_{ij} = 지점 i 와 j 사이의 거리
- Y_i = 지점 j 에 설치된 시설물이 지점 i 에 서비스를 제공하면 1, 아니면 0
- P = 설치할 시설물 수

MCLP & P-median 공통 선택 후보지



교회, 초등학교, 도서관 등 선택된 후보지들 중에서 도로변에 인접하여 이동성이 좋은 후보지 시각화

- 선정된 대피소는 두 알고리즘의 장점을 모두 가진다.
- 최다의 수요지를 커버 가능하고 (MCLP), 수요지에서 가장 가까운 곳에 대피소가 설치된다(P-Median).
- 올림픽대로, 공항도로 등의 고속 도로와 인접하여, 대피소까지 접근이 더욱 용이하다.

기대효과

- 거동이 불편한 신체적 약자도 대피가 가능한 현실적인 대피소의 경사와 고도 및 1인당 면적을 계산하여, 약자의 대피 가능성을 높였다.

- 새로운 대피소 후보지의 선정으로 대피소 수용률을 100% 까지 증가시킬 수 있을 것으로 예상된다.

- 인구 밀도를 고려한 입지 선정을 통해 대피소에서 커버 가능한 인원이 효과적으로 증가하였으며, 미커버 지역은 감소하여 최대한 많은 수요를 커버할 수 있을 것으로 기대된다.

한계 및 방향성

재난 종류에 따른 현실적인 정책 개선

- 해당 연구에서는 반경 500 M (도보 7.5 분)를 기준으로 설정하였으나, 현실적으로 재해발생 시 설정한 기준보다 빠르게 대피해야 할 수 있다.
- 대피소 예산과 재난의 종류에 따라 필요한 대피 시간을 보다 정확하게 계산하여 반영 가능할 것이다.

재난 이력 데이터의 개선, 대피소 수요에 대한 추가 연구 필요

- 대피 수요를 인구밀도로 측정하였기 때문에 실제 대피 수요와 맞지 않을 수 있다는 한계점이 존재한다.
- 재난 관련 데이터에 누락된 부분이 다수 존재하여 분석의 정확성이 떨어질 수 있다.
- 재난 이력 데이터가 개선된다면 재난 빈도를 활용하여 기존보다 정확한 대피소 수요를 예측 가능할 것이다.

대피소에 대한 명확한 기준 수립 및 체계적인 관리

- 대피소의 지정 기준이 상이하였기 때문에 현황 분석에 쓰인 기존 대피소는 일시적 대피 수단인 '옥외 대피소'를 제외하고, 지속적으로 머물 공간을 제공하는 목적으로 '이계민 수용을 위한 대피시설'로 한정시켰다.
- 추가 대피소를 위한 후보지를 선정할 때에도 이를 고려하여, 실제 사용 가능한 대피소의 수용인원보다 적게 측정되었기 때문에 효율성이 떨어질 수 있다.
- 그러나 효율성이 떨어지더라도 입지 주거가 가능한 대피소에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 추후 대피소의 예산 범위에 따라 현실성과 정책 시사점을 높일 수 있을 것이다. 대피소에 대한 명확한 정의와 이를 위한 추가적인 연구가 필요하다.