

서울시민을 위한 클린로드 우선 설치 지역 선정



목차

클린로드
우선 설치 지역 선정

01 분석 개요

02 분석 과정

03 결론

04 활용 및 기대효과

01 분석 개요

1. 분석 배경

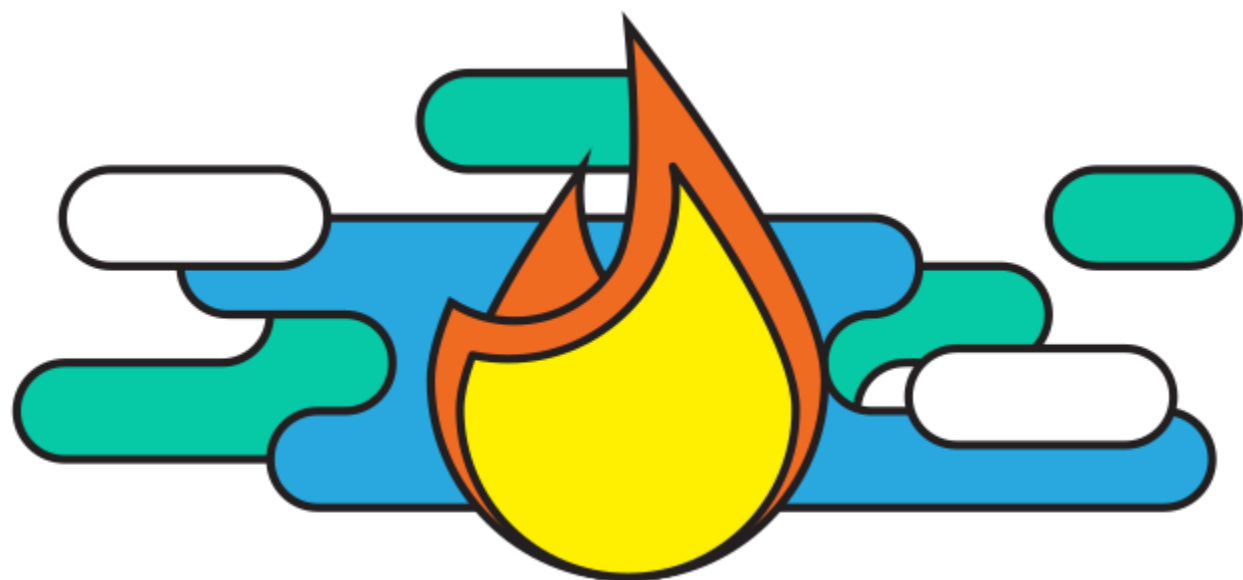


폭염, '자연재난'으로 지정

2018년 9월 「재난 및 안전관리 기본법」에
폭염을 자연재난으로 지정

2018년 온열질환자 수는 2016년 대비
전국적으로 2.1배, 서울은 3.7배 증가

1. 분석 배경

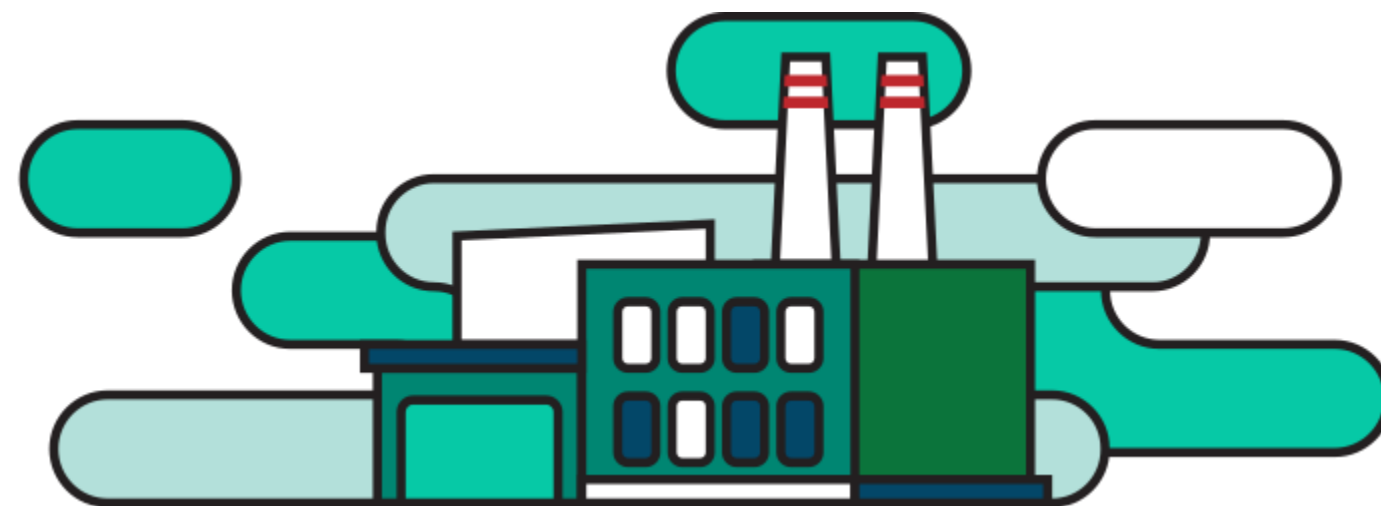


열섬현상

인구밀도와 도시화로 인한
태양열 저장량, 인공열 배출 ↑
열흡수원, 공기흐름 ↓

기후변화

1908~1917년 여름철 평균기온은 23.2℃,
2008~2017년에는 25℃로 약 1.8℃ 상승



2. 클린로드



클린로드란?

도로 중앙선에 설치되는 작은 시설물로,
지하철에서 유출되어 버려지는 지하수를 활용해
도로면에 물을 분사하는 시스템

- ▶ 온도 감소 ($44^{\circ}\text{C} \rightarrow 35^{\circ}\text{C}$)
- ▶ 미세먼지 저감 ($55\mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow 43\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- ▶ 유출지하수 활용 ($34\text{t}/\text{km}$)

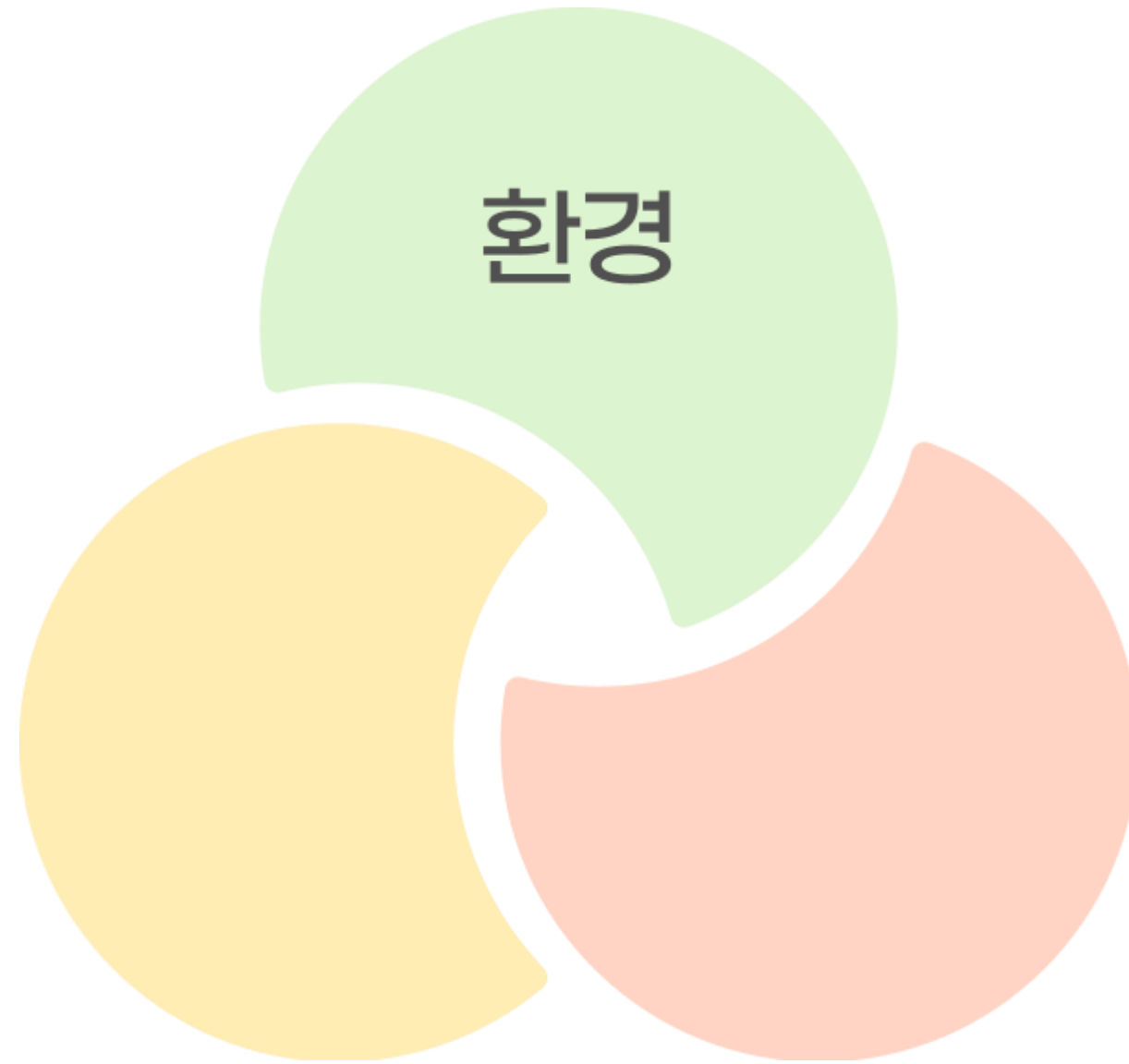
2. 클린로드



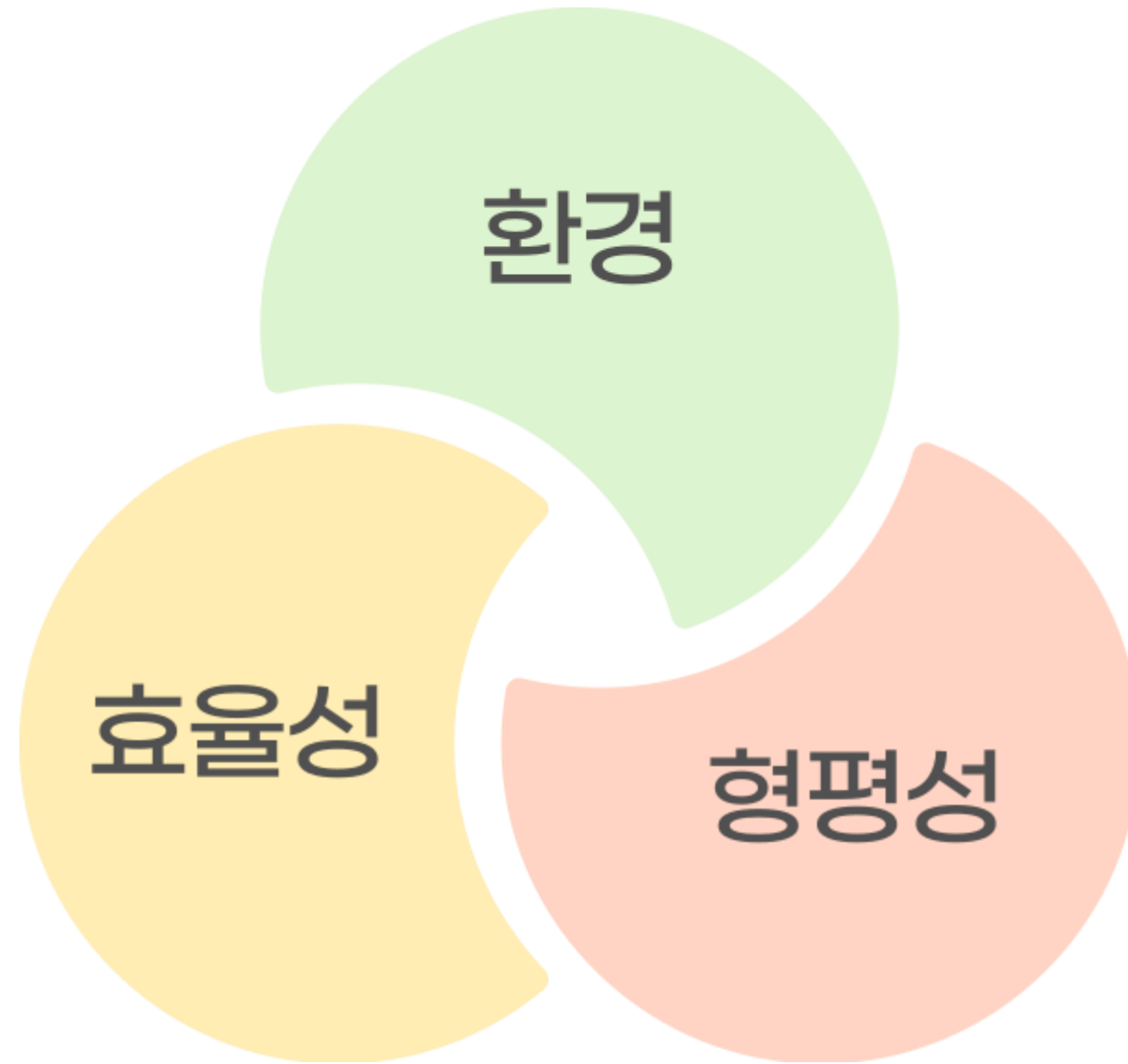
발산역(280m)	시청역(340m)
장한평역(150m)	종로3가역(168m)
종묘앞(385m)	중화역(300m)
증미역(156m)	효창공원앞역(255m)

2021년 현재 8개소 설치
 ↪ 2025년까지 47곳에 추가 설치 계획

3. 고려사항



3. 고려사항



↪ 환경 요인만 고려하기에는 무리가 있다고 판단
효율성, 형평성 요인을 모두 고려

3. 고려사항

효율성



유동인구가 많은 서울은
인구밀도와 도시화로 인해 열섬현상 심화

형평성



아동은 노면의 열기에 더욱 취약
노인은 온열질환 사망자의 절반 이상을 차지

효율성

+

형평성



우선 설치
지역 선정

02 분석 과정

분석 프로세스

01

데이터 수집

도로, 유출지하수
환경·효율성·형평성 요인

02

데이터 정제

설치 기준에 따른
지하철역 1차 선정

03

데이터 분석

환경 가중치 설정
케이스별 점수 산정

04

우선설치지역 선정

1. 데이터 수집

현황

활용 데이터	데이터 형식
도로노선 정보	CSV
도로 정보	SHP
자치구 정보	SHP
행정동 정보	SHP
지하철 유출지하수 현황 정보	CSV

환경

활용 데이터	데이터 형식
방재기상관측 정보	CSV
미세먼지 정보	CSV

효율성

활용 데이터	데이터 형식
지하철 승하차 정보	CSV
버스 승하차 정보	CSV
생활인구 정보	CSV
신호등 정보	CSV
용도별 건물 정보	SHP

형평성

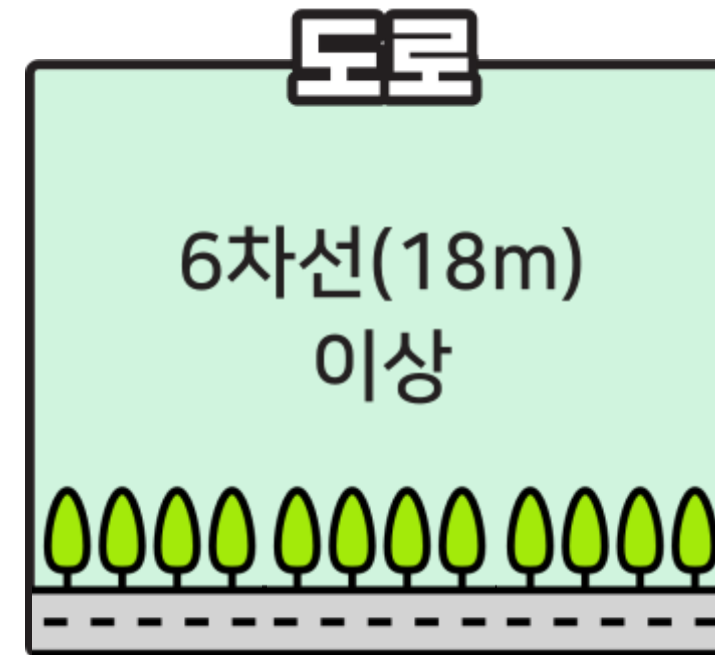
활용 데이터	데이터 형식
용도별 건물 정보	SHP
연령별 인구 정보	CSV
어린이보호구역 정보	HWP
노인/장애인보호구역 정보	HWP

2. 데이터 정제 - 1차 선정



환경부 '유출지하수 활용 방안' 기준
일 300톤 이상 유출 시 활용 가능

일발생량 300톤 이상 지하철역만 추출

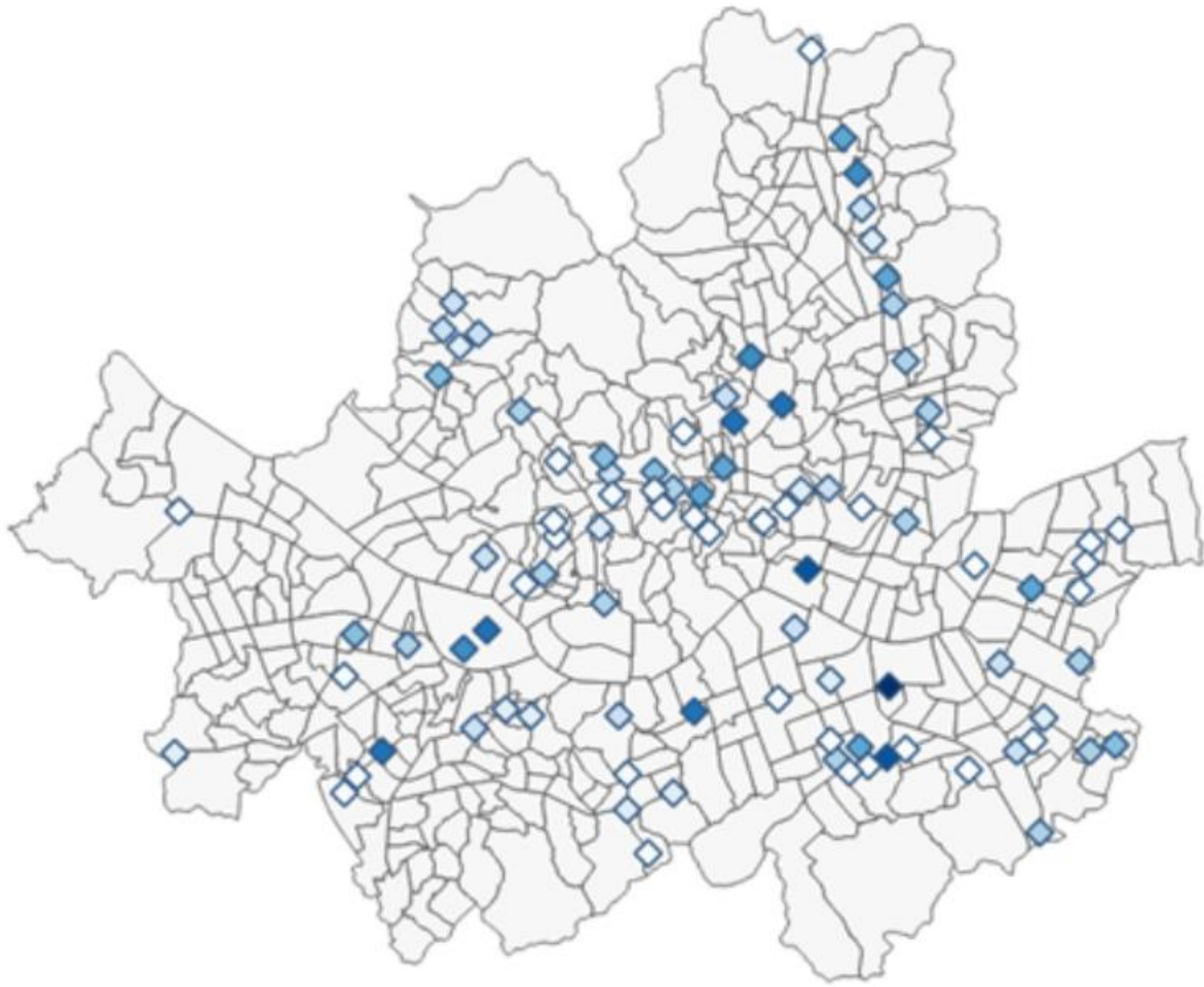


6차선 이상 도로에 설치 가능

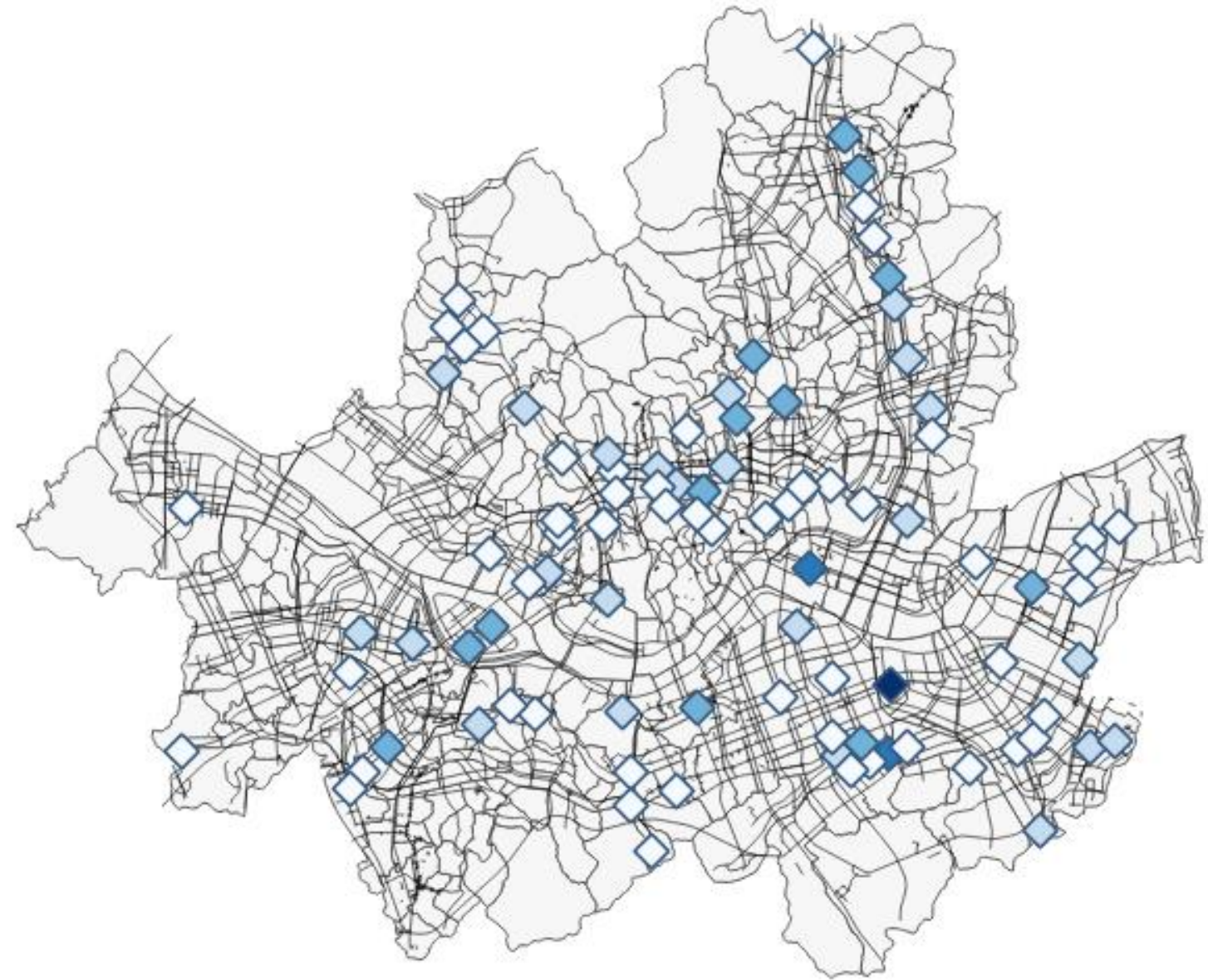
지하철역 기준 300m 버퍼 안에
6차선 이상 도로가 있는 경우만 추출

환경부 및 클린로드 담당자 문의 → 지하철역 1차 선정

2. 데이터 정제 - 1차 선정

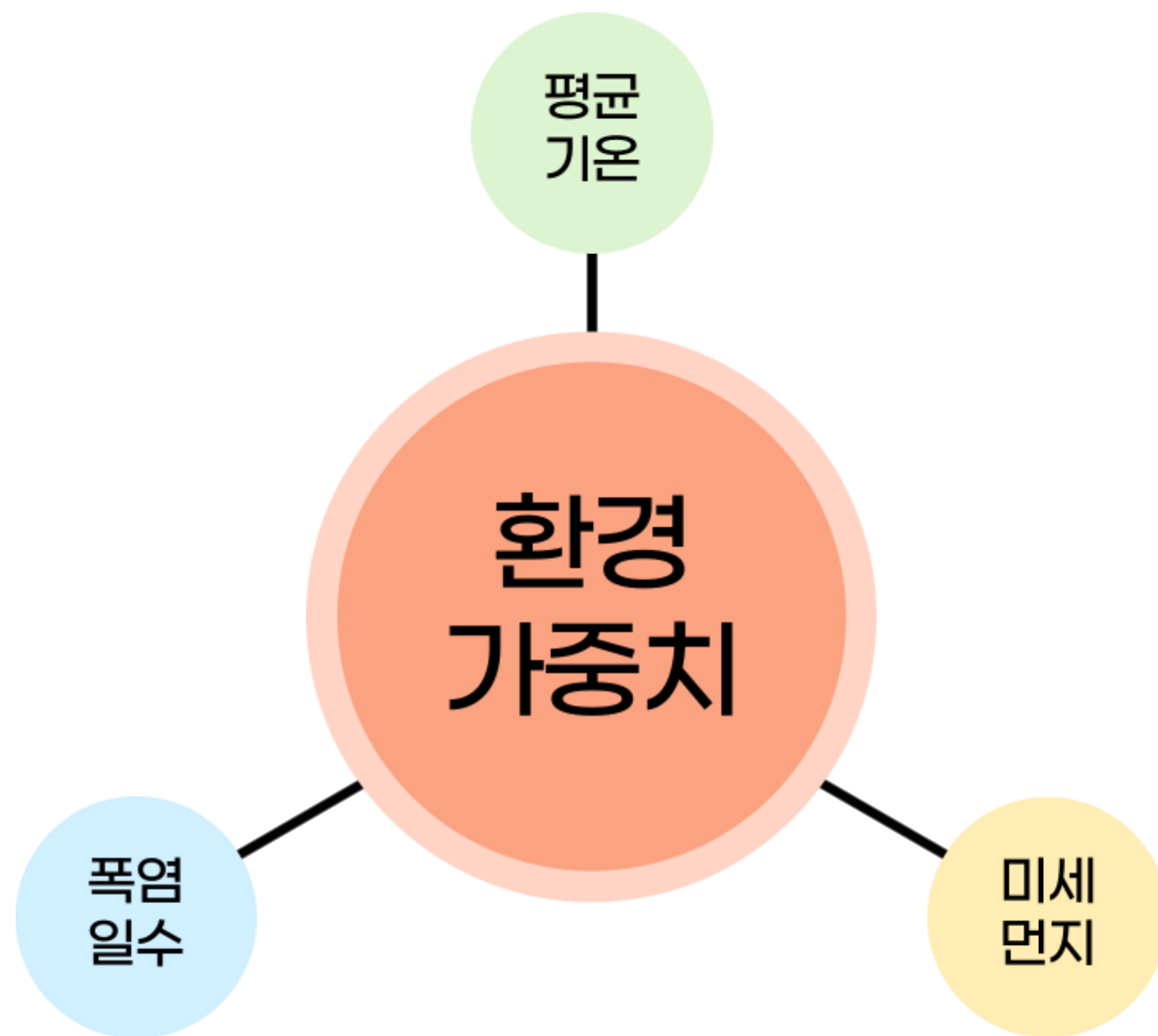


step1. 유출지하수 일 300톤 이상 지하철역 추출 결과
총 96개



step2. 6차선 이상 도로 지하철역 추출 결과
총 92개

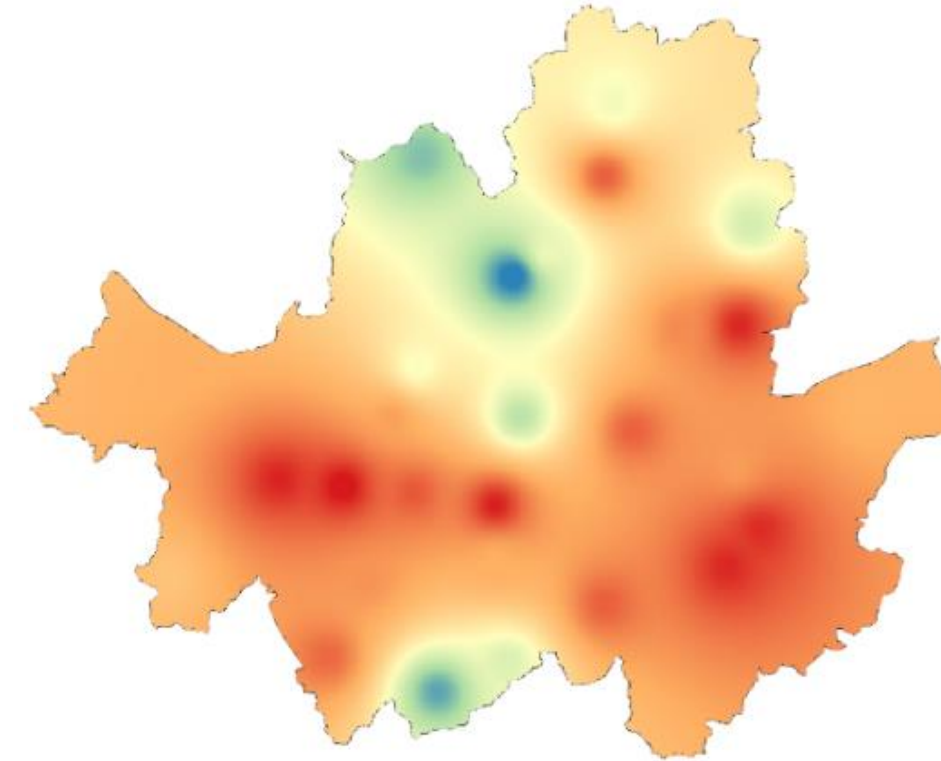
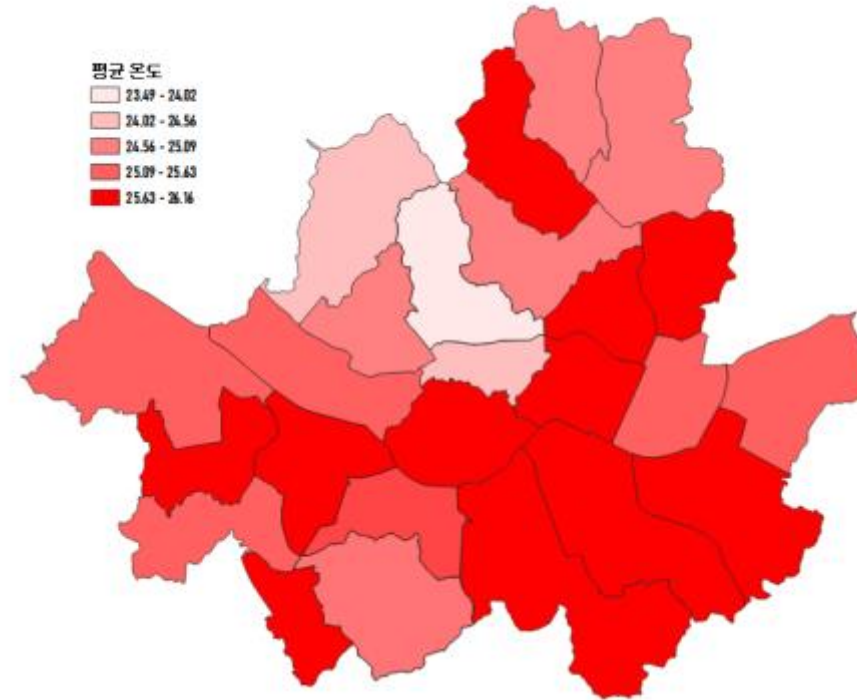
3. 데이터 분석 - 환경 가중치



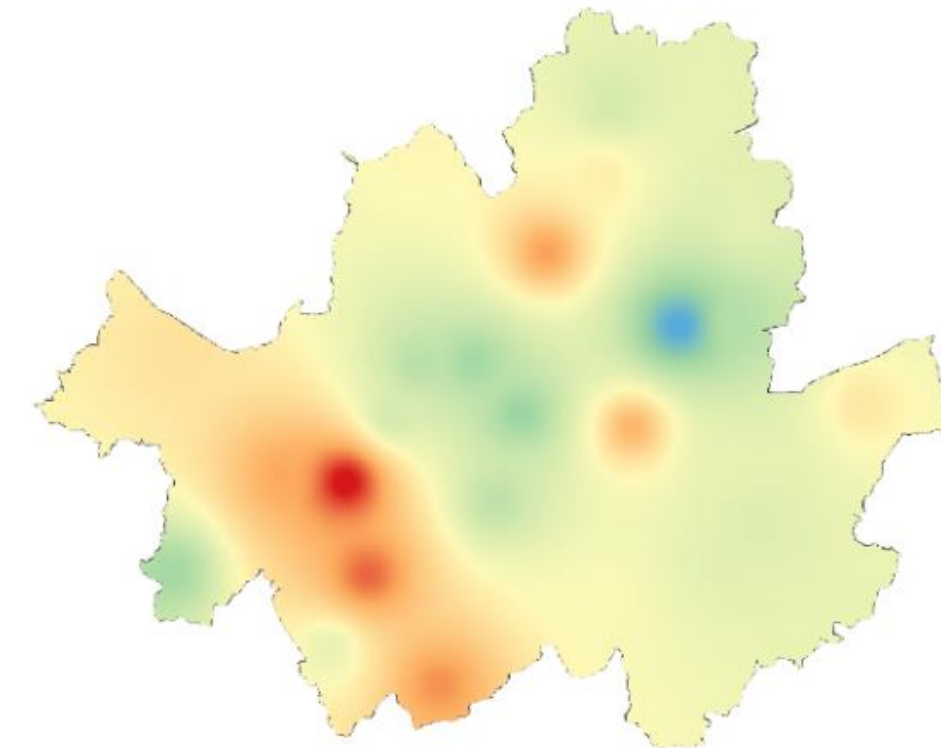
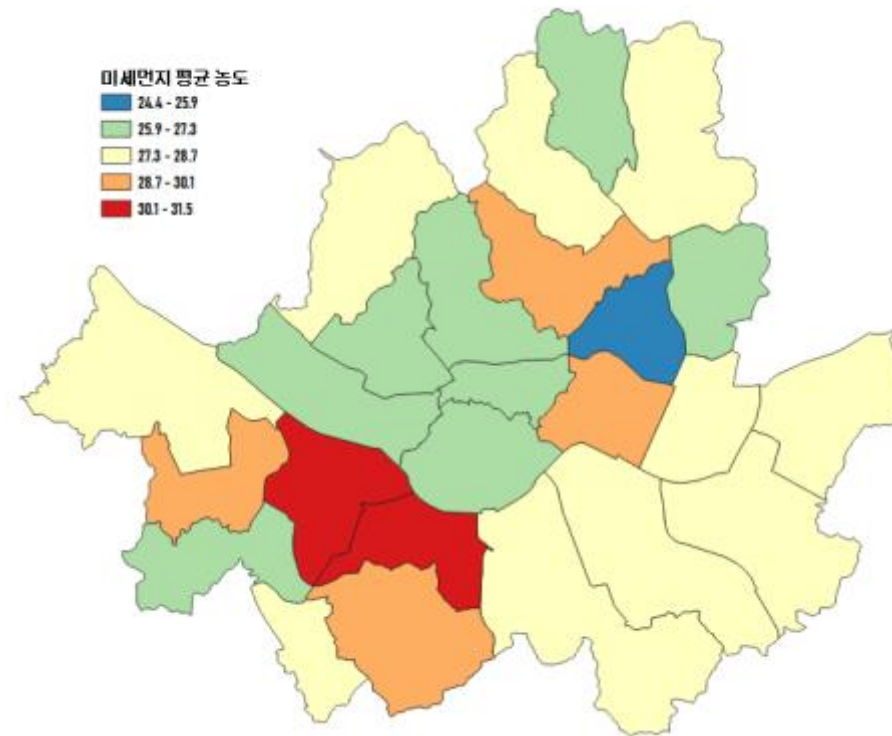
환경적 요인을 고려하기 위해 환경 가중치 설정

3. 데이터 분석 - 환경 가중치

평균기온

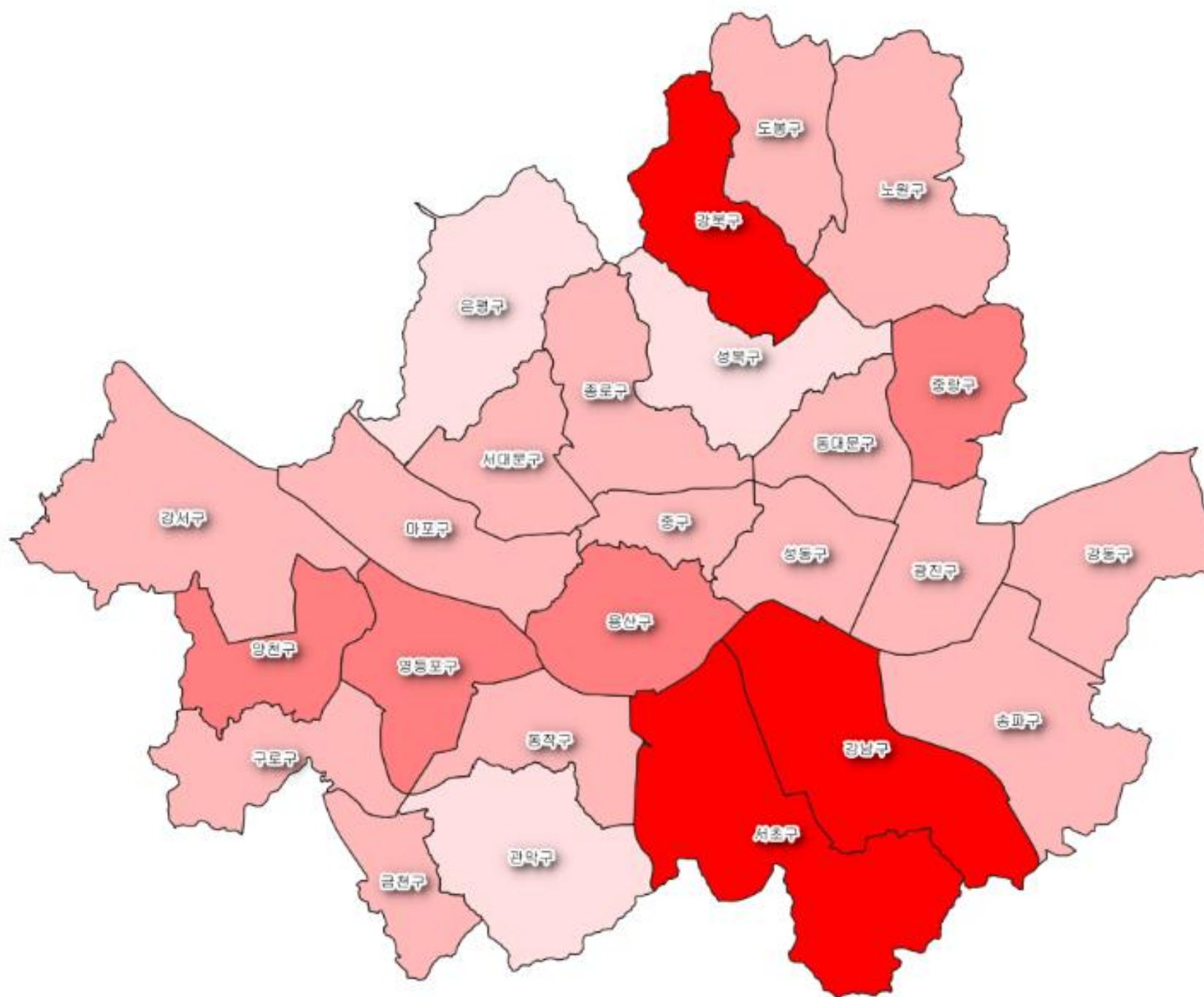


미세먼지 농도



관측소에서 측정한 결과를 토대로 역거리 가중(IDW) 보간법 적용

3. 데이터 분석 - 환경 가중치



폭염일수

일 최고기온이 33℃ 이상인 날짜 수

폭염일수가 많은 지역이
쿨린로드 설치가 시급하므로
폭염일수를 변수로 사용

3. 데이터 분석 - 환경 가중치

역사명	평균기온	폭염일수	미세먼지농도	환경가중치
가락시장	25.76	66	27.51	1.6873
가산디지털단지	25.57	56	28.45	1.4074
개포동	25.81	76	27.56	1.9930
거여	25.63	66	27.59	1.6858
경복궁	24.88	60	26.48	1.4479
경찰병원	25.74	66	27.52	1.6870
고덕	25.44	62	28.28	1.5799
고려대	25.3	47	26.77	1.0760
고속터미널	25.52	76	27.67	1.9876
공덕	25.44	65	27.4	1.6441

환경 가중치

평균기온 + 미세먼지농도 + 폭염일수
→ Min-max 스케일링

가중치의 편차를 최소화하기 위해
Min-max 스케일링을 통해 범위를 축소함

3. 데이터 분석

효율성
케이스

형평성
케이스

3. 데이터 분석 - 효율성 케이스



**효율성
케이스**

**형평성
케이스**

3. 데이터 분석 - 효율성 케이스

행정동코드	생활인구합	행정동명	대중교통 승하차합	버스정류장 개수	사무실수	식당수	상점수	신호등수
11710632	262422199.9	가락2동	7611343	20	2	26	39	106
11710620	313453108.8	가락본동	10062968	20	9	46	52	113
11545510	507246127	가산동	54696005	96	3	29	33	422
11530740	243580274.7	개봉1동	25620161	45	3	25	53	121
11350600	380132946.7	공릉2동	13205437	58	1	16	18	264
11215810	346448893.5	광장동	9870058	30	4	24	26	157
11140590	190737861.4	광희동	25724909	14	14	60	278	128
11530530	306485801.2	구로2동	17107782	34	종속변수 : 서울시 생활인구 합 설명변수 : 행정동별 대중교통 승하차 합, 버스정류장 수, 사무실 수, 식당 수, 상점 수, 신호등 수			
11530540	367295557.6	구로3동	62769230	38				
11530560	278599055.4	구로5동	21306646	32				

3. 데이터 분석 - 효율성 케이스

Variables	Estimate	Std.Error	t-value	P-value
(Intercept)	5.997e-02	7.504e-03	7.992	1.39e-14
대중교통승하차합	1.936e-09	3.180e-10	6.087	2.67e-09
버스정류장개수	1.209e-03	3.155e-04	3.832	0.000148
사무실수	4.306e-03	5.244e-04	8.211	2.96e-15
식당수	1.378e-04	1.112e-04	1.239	0.215926
상점수	-6.176e-05	8.870e-05	-0.696	0.486647
신호등수	5.937e-04	5.947e-05	9.984	< 2e-16
Residual standard error : 0.06729 on 406 degrees of freedom				
Multiple R-squared : 0.6829, Adjusted R-squared : 0.6783				
F-statistic : 145.8 on 6 and 406 DF, p-value : <2.2e-16				

영향요인 파악

생활인구를 지표로 활용하여 회귀분석 실시

식당, 상점 수가 p-value 0.05 이상으로
유의하지 않아 제거가 필요함

1차 회귀분석 결과

3. 데이터 분석 - 효율성 케이스

stepwise 변수 선택법에 의해

대중교통 승하차 합, 버스정류장 수,
사무실 수, 신호등 수 총 4가지 요인 선택

도출된 회귀계수를

각 지역의 가중치로 활용하여 점수화 진행

Variables	Estimate	Std.Error	t-value	P-value
(Intercept)	5.865e-02	6.925e-03	8.469	4.52e-16
대중교통승하차합	2.006e-09	3.055e-10	6.565	1.59e-10
버스정류장개수	1.285e-03	3.095e-04	4.153	4.00e-05
사무실수	4.475e-03	5.028e-04	8.900	< 2e-16
신호등수	5.850e-04	5.902e-05	9.912	< 2e-16
Residual standard error : 0.06726 on 408 degrees of freedom				
Multiple R-squared : 0.6817, Adjusted R-squared : 0.6786				
F-statistic : 218.5 on 4 and 408 DF, p-value : <2.2e-16				

$$Y = 0.05865 + 2.006e-09 * x_1 + 1.258e-03 * x_2 + 4.475e-03 * x_3 + 5.850e-03 * x_4$$

- Y : 유동인구 수
- x_1 : 대중교통 승하차 합
- x_2 : 버스 정류장 개수
- x_3 : 사무실 수
- x_4 : 신호등 수

최종 회귀분석 결과

효율성 케이스 점수 산정식

3. 데이터 분석 - 효율성 케이스



순위	역사명	유동인구_score	
1	여의도	1.72062711	
2	안주	1.720199435	
3	여의나루	1.697182387	
4	영등포시장	0.880472275	
5	삼각지	0.822386757	
6	가산디지털단지	0.776923222	
7	압구정로데오	0.758957672	
8	남구로	0.667813016	
9	마곡	0.630257588	
10	삼성중앙	0.587314786	
11	고속터미널	0.586431368	
12	서울	0.574347963	
13	북정	0.564758277	
14	오금	0.556768086	
15	도림천	0.553305646	
16	사당	0.532324586	
17	남태령	0.53070584	
18	대림	0.528789554	
19	도곡	0.515307948	
20	한티	0.515307948	

최종 선정된 효율성 케이스의 상위 20개 지하철역

3. 데이터 분석 - 형평성 케이스

효율성
케이스

☆
형평성
케이스

3. 데이터 분석 - 형평성 케이스

행정동	행정코드	어린이보호구역수	노인보호구역수	노유자시설수	취약인구수
광희동	1102059	1	1	3	1330
월계2동	1111052	9	1	4	7452
공릉2동	1111056	11	1	7	8110
하계1동	1111058	8	1	5	5528
하계2동	1111059	3	1	3	4626
중계2/3동	1111078	5	1	9	9311
상계1동	1111065	9	1	13	9184
불광1동	11112052	4	1		
갈현1동	11112055	4	1		
구산동	11112057	7	1		

종속변수 : 서울시 취약인구 합
 설명변수 : 행정동별 노유자시설 수,
 어린이 보호구역 수, 노인 보호구역 수

3. 데이터 분석 - 형평성 케이스

Variables	Estimate	Std. Error	t value	P-value
(Intercept)	0.177243	0.051459	3.444	0.000824
어린이 보호구역 수	0.031126	0.005769	5.395	4.26E-07
노인 보호구역 수	-0.005022	0.033945	-0.148	0.882674
노유자 시설 수	0.00993	0.003058	3.265	0.001477
Residual standard error: 0.1567 on 105 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.6245, Adjusted R-squared: 0.6052				
F-statistic: 16.81 on 3 and 105 DF, p-value: 5.447e-09				

영향요인 파악

취약인구를 지표로 활용하여 회귀분석 실시



노인보호구역이 p-value 0.05 이상으로
유의하지 않아 제거가 필요함

1차 회귀분석 결과

3. 데이터 분석 - 형평성 케이스

stepwise 변수 선택법에 의해
어린이 보호구역 수, 노유자 시설 수
총 2가지 요인 선택

도출된 회귀계수를
각 지역의 가중치로 활용하여 점수화 진행

Variables	Estimate	Std.Error	t-value	P-value
(Intercept)	0.172	0.0371	4.627	1.05E-05
어린이 보호구역 수	0.03112	0.00574	5.419	1.05E-05
노유자 시설 수	0.00993	0.003	3.286	0.00138
Residual standard error: 0.156 on 106 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.6243, Adjusted R-squared: 0.6116				
F-statistic: 25.44 on 2 and 106 DF, p-value: 9.471e-10				

$$Y = 0.17201 + 0.03112 * x_1 + 0.00993 * x_2$$

- Y : 취약계층 인구수
- x_1 : 어린이보호구역 수
- x_2 : 노유자시설 개수

최종 회귀분석 결과

효율성 케이스 점수 산정식

3. 데이터 분석 - 형평성 케이스



순위	역사명	취약인구_score	
1	언주	1.075325293	
2	압구정로데오	0.999806943	
3	온수	0.957061126	
4	대림	0.941582483	
5	길동	0.883641029	
6	대청	0.867018146	
7	양평	0.843080448	
8	상도	0.8401841	
9	굽은다리	0.837622278	
10	장승배기	0.836483231	
11	면목	0.826509304	
12	신대방삼거리	0.817164877	
13	영등포시장	0.790798298	
14	오금	0.747442797	
15	삼성중앙	0.741143631	
16	삼각지	0.734370019	
17	여의도	0.724520651	
18	수서	0.724075725	
19	여의나루	0.71464856	
20	사당	0.712412219	

최종 선정된 형평성 케이스의 상위 20개 지하철역

03

결론

1. 케이스별 순위

효율성 측면		형평성 측면	
여의도	고속터미널	언주	면목
언주	서울	압구정로데오	신대방사거리
여의나루	북정	온수	영등포시장
영등포시장	오금	대림	오금
삼각지	도림천	길동	삼성중앙
가산디지털단지	사당	대청	삼각지
압구정로데오	남태령	양평	여의도
남구로	대림	상도	수서
마곡	도곡	굽은다리	여의나루
삼성중앙	한티	장승배기	사당

각 케이스별 상위 20개 지하철역 중
공통되는 지하철역 추출



사당역 압구정로데오역 여의도역
삼각지역 언주역 영등포시장역
삼성중앙역 여의나루역 오금역

최종 9개 역 선정



04

활용 및 기대효과

1. 활용방안

정책 활용

서울시에서 추진 중인 클린로드 사업에 활용하여 47개소 추가 설치 시 타당성 및 효과 제고

시스템 도입

클린로드 설치 시 IoT 기반 감지센서를 연계하여
실시간 도로환경에 따라 자동으로 물을 분사해주는 시스템 구축 가능

활용 분야 확대

선정된 구간 내 상습 결빙 구역에 대한 추가적인 분석을 통하여
겨울철 도로 결빙을 예방하는 염수 분사 장치로도 활용 가능

2. 기대효과

삶의 질 향상

효율성 측면과 형평성 측면을 모두 고려하여 서울 시민 삶의 질 향상 기대

수자원 활용

하수도로 방류되는 유출지하수 활용을 통한 수자원 낭비 방지

효율성 증진

살수차량에 비해 인력 및 비용 감소, 기상상황과 대기질에 따른 유연하고 신속한 대처 가능

감사합니다

서울시민을 위한 클린로드 우선 설치 지역 선정