

거주 취약 계층의 주거 환경 개선을 위한

# Green Re-Modeling

우선 지역 선정 및 활성화 제언

---



# ■ 개요

## I. 서론

—

01 주제 선정 배경

02 문제 정의

03 그린 리모델링

04 프로젝트 주제 및 의의

## II. 본론

—

01 프로젝트 프로세스

02 데이터 수집 및 전처리

03 우선 지역 선정

## III. 결론

—

01 분석 결론

02 기대효과

03 활용 방향 및  
분석의 한계점

# 01 서론 주제 선정 배경

배경 문제정의 그린리모델링 주제

## 서울의 기후 변화 [서울특별시\_기후변화전략]

우리나라를 비롯한 전세계에서 기후 변화로 인해 기온이 상승하고 계절이 변화하고 있다.



기온 상승

평균기온 2.3°C 상승  
(100년간 10.7°C → 13.0°C)



폭염 / 한파 / 열대야

폭염 6→35일,  
열대야 11→29일,  
한파 6→18일

## 서울의 노력 [서울특별시\_기후변화전략]

기후 위기에 대한 대응으로 온실가스를 감축하기 위해 다양한 정책을 세우고 있다.

서울시, 그린뉴딜 추진을 통한  
2050 온실가스 감축전략 발표



“2050년 탄소중립 도시 달성”을 목표로 한다.

지속적인 기후 변화로 인해 서울에 이상기후 현상이 발생하고 있다.

이에 대한 대응으로 「기후변화전략 2050 온실가스 감축전략」을 통한 탄소중립을 추진하고 있다.

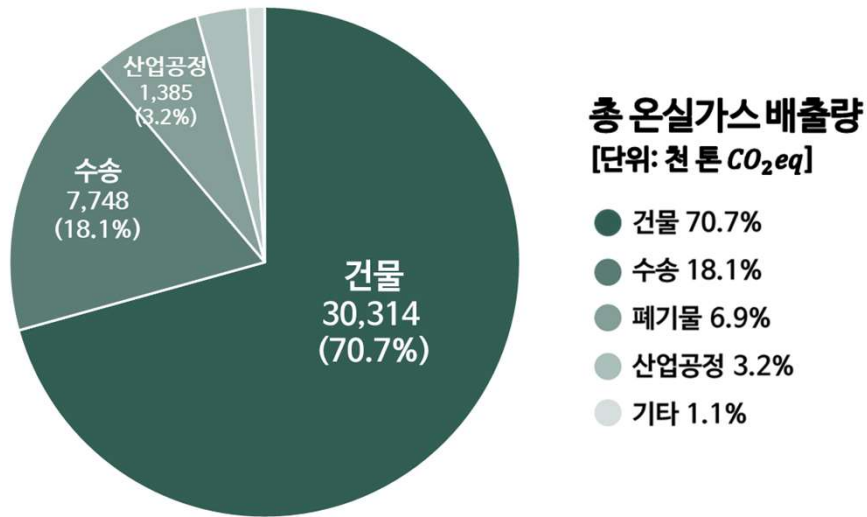
# 01 서론 주제 선정 배경

배경 문제정의 그린리모델링 주제

## 서울의 온실가스 배출현황

[서울특별시\_기후변화전략]

건물에서 발생하는 온실가스가 가장 많은 비중을 차지한다.



## 온실가스의 주범, 구식 건물

[국토교통부\_카드뉴스]

우리나라 건물의 75%는 노후화된 구식 건물이다.

준공 후 15년 된 노후 건물 540만 동



건물 10 동 중 7.5동은 15년 이상 된 노후 건물



많은 온실가스를 배출하는 건물 중 75%는 준공된 지 15년이 지난 노후 건물로  
**노후 건물 개선에 대한 해결책**이 필요하다.

# 01 서론 문제 정의

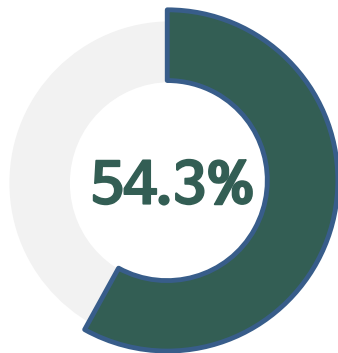
배경 문제정의 그린리모델링 주제

**서울의 노후건물** 2001년 이전 에너지 효율을 고려하지 않고 건축된 노후건물로 인해, 자연환경 및 주거환경이 악화되고 있다.

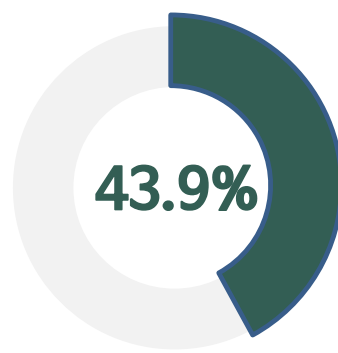
## 서울시 노후건물 현황

[국토교통부\_2022년도 전국 건축물 현황]

30년 이상  
노후 주거 건물



민간 건축물 중  
노후 건물



## 건물 노후화로 인한 문제



### 에너지 성능 저하

노후 건물은 에너지 성능 저하로 인해 단열 성능 저하 및 온실가스 배출량이 증가한다



### 거주자 건강 악화

노후 건물은 결로 곰팡이 및 미세먼지 등으로 인해 실내환경이 악화된다.

노후 건물을 리모델링하여 에너지 효율을 개선한다면,  
온실가스 감축을 통한 기후변화에 대한 대응 및 주거환경의 회복을 기대할 수 있다.

# 01 서론

## 문제 정의

배경 문제정의 그린리모델링 주제

### 노후건물에 방치된 사회적 약자

#### 거주취약계층

거주취약계층은 노화된 시설물로 인한 다양한 유형의 안전사고에 노출되어 있다.



저소득층



고령인구



장애인

#### 거주취약계층의 어려움

##### 사회적 고립

주거 환경의 부재로 인한 이동 및 접근성 제한으로 사회적 고립

##### 관리비 부담 증가

단열 성능 저하로 인한 냉난방 비용 증가로 경제적 부담 증가

##### 환경오염 노출

실내 대기 환경 악화로 인한 관련 호흡기 질환에 노출

##### 시설 위험성

건물 자체의 노후화로 인한 시설 부족 및 파손 등의 위험성

거주취약계층의 노후화된 주거 환경을 개선한다면,  
건강 및 생활 편의성 측면에서 서울의 지속 가능한 발전이 가능할 것이다.

# 01 서론

## 그린 리모델링

배경 문제정의 그린리모델링 주제

### 그린 리모델링 [그린리모델링창조센터]

「기존 건축물의 에너지 개선 기준」을 포함한  
에너지 성능 향상 및 효율 개선을 통해 녹색 건축물로 전환하는 활동

\*녹색건축물 : 환경에 미치는 영향을 최소화하고 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물

냉방효율/냉열기 차단효과 **저하**  
이산화탄소 배출량 **증가**  
미세먼지 차단 **어려움**  
환기시설 노후로 실내 공기질 **나쁨**



냉방효율/냉열기 차단효과 **상승**  
이산화탄소 배출량 **감소**  
미세먼지 유입차단 효과 **상승**  
강제환기시설로 실내 쾌적성 **우수**  
건물/외부 미관 **개선**

“GREENING OUR LIFE”



# 01 서론

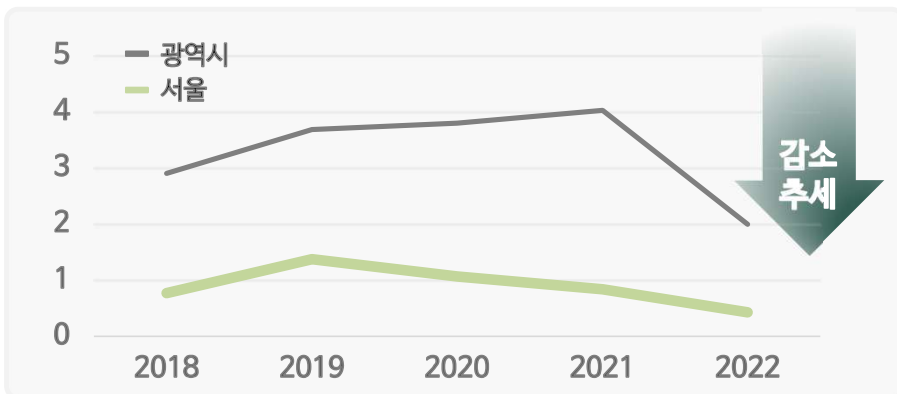
## 그린 리모델링

배경 문제정의 그린리모델링 주제

### 그린 리모델링 현황

#### 민간 그린 리모델링 사업 승인 추세

인구 수 대비 승인 건 수에서 서울과 타 광역시는 큰 차이가 나며, 또한 전국적으로도 감소하는 추세를 보인다.



[그린리모델링창조센터]

\* 건물 온실가스 저감을 위한 제로에너지빌딩 (ZEB) 전환과 에너지 효율화 사업

#### 저탄소 건물 전환 100만 호 사업 실적

서울시의 추진 목표에 미치지 못한 상황이며, 그나마도 그린 리모델링 실적은 저조하다.



[서울특별시\_친환경소식]

그린 리모델링 현황에서 볼 수 있듯 목표치 대비 저조한 실적을 보인다는 점에서  
**그린 리모델링 활성화 방안이 필요하다.**



# 01 서론

## 프로젝트 주제 및 의의

배경 문제정의 그린리모델링 주제

### 주제

“거주취약계층의 주거 환경 개선을 위한 **그린 리모델링** 우선 지역 선정 및 활성화 제언”

### 목적

그린 리모델링 우선 지역 선정 및 활성화 방안 제언을 통해,

- 1) 에너지 효율성을 향상시킨 환경친화적인 건물을 구축하여 온실가스 배출량을 감축하며,
- 2) 거주취약계층의 경제/환경/안전 측면의 주거 조건을 개선한다.

### 필요성



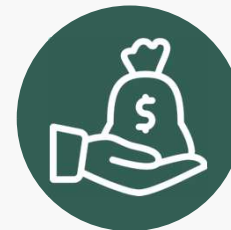
에너지 효율 개선



온실가스 감축

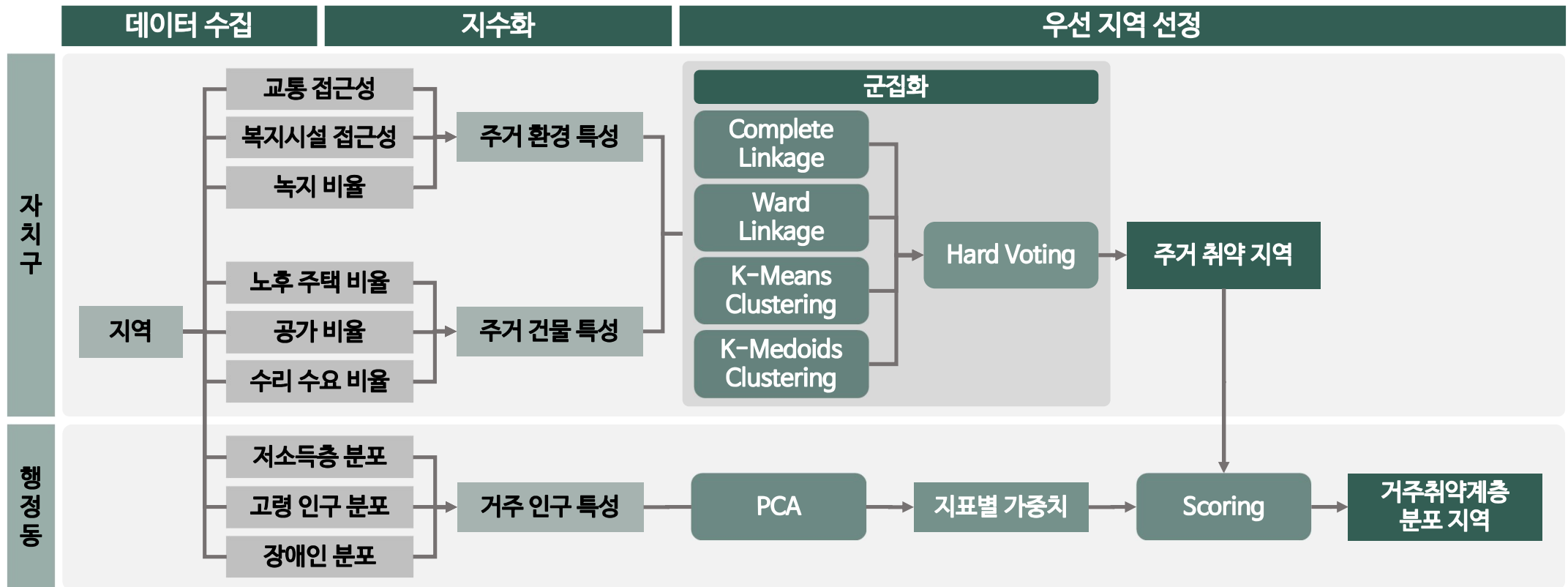


주거 환경 개선



장기적 경제 효과

## 분석 프로세스



주거 취약 지역		거주취약계층	
주거 환경 특성		거주 인구 특성	
교통 접근성		저소득층 분포	
버스 노선 정보	서울 열린데이터 광장	차상위 계층	공공데이터 포털
철도 노선 정보	공공데이터 포털	기초생활수급자	서울 열린데이터 광장
복지시설 접근성		고령 인구 분포	
복지시설 목록	서울 열린데이터 광장	주민등록 인구	서울시 빅데이터 캠퍼스
녹지 비율		거주 인구	서울시 빅데이터 캠퍼스
녹지현황 통계	서울 열린데이터 광장	장애인 분포	
주거 건물 특성		장애인 등급별	서울시 빅데이터 캠퍼스
노후 주택 비율		장애인 연령별	서울시 빅데이터 캠퍼스
노후 주택 비율	KOSIS 국가통계포털	장애인 유형별	서울시 빅데이터 캠퍼스
공가 비율			
빈집 현황 통계	서울 열린데이터 광장		
수리 수요 비율			
희망의 집 정보	서울 열린데이터 광장		

\* 모든 데이터의 시점은 동일하게 가정하여 진행하였습니다.

# 02 본론 데이터 전처리

프로세스 데이터 분석결과

## 구 단위 분석 데이터 전처리

구 단위로 주거 취약 지역을 선별하기 위해  
주거 환경 특성(교통 및 복지시설 접근성, 녹지비율)과  
주거 건물 특성(노후비율, 공가비율, 수리수요비율)을 고려한다.

시군구명	단위면적당 교통접근성	노후 건물비율	1인당 복지시설 수	단위면적당 녹지면적	공가비율	수리수요 비율
강남구	15.114	0.281	0.0002	0.0508	0.0665	0.0004
강동구	16.958	0.1673	0.0003	0.0246	0.0349	0.0029
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
중구	25.301	0.1843	0.0003	0.0222	0.0373	0.0063
중랑구	21.784	0.1729	0.0004	0.0292	0.018	0.0054

지표별 단위를 동일화하여 해석력을 높이기 위해 Min-Max Scaling을 적용한다.

$$\begin{aligned} \text{단위면적당 교통접근성} &= \frac{\text{대중교통 노선 개수}}{\text{총 면적}} \\ \text{노후건물 비율} &= \frac{30\text{년 이상 노후 건물 수}}{\text{총 건물 수}} \\ \text{1인당 복지시설 수} &= \frac{\text{복지시설 수}}{\text{총 인구 수}} \\ \text{단위면적당 녹지면적} &= \frac{\text{녹지 면적}}{\text{총 면적}} \\ \text{공가 비율} &= \frac{\text{공가 수}}{\text{총 건물 수}} \\ \text{수리수요 비율} &= \frac{\text{희망의 집 수리 건물 수}}{\text{총 건물 수}} \end{aligned}$$

\* 모든 데이터의 시점은 동일하게 가정하여 진행하였습니다.

# 02 본론 데이터 전처리

프로세스 데이터 분석결과

## 동 단위 분석 데이터 전처리

동 단위로 거주취약계층이 많은 지역을 선별하기 위해  
고령인구, 장애인, 저소득층 인구 비율을 고려한  
거주 인구 특성을 기반으로 한다.

시군구명	행정동명	저소득층분포	고령인구분포	장애인분포
종로구	청운효자동	0.002015	0.001272	0.000577
종로구	사직동	0.002299	0.001079	0.001094
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
노원구	상계9동	0.013512	0.002188	0.002353
노원구	상계10동	0.009679	0.001772	0.002026

지표별 단위를 동일화하여 해석력을 높이기 위해 Min-Max Scaling을 적용한다.

$$\begin{aligned} \text{고령인구 분포} &= \frac{\text{65세 이상 고령 인구 수}}{\text{총 65세 이상 고령 인구 수}} \\ \text{장애인 분포} &= \frac{\text{장애인 수}}{\text{총 장애인 수}} \\ \text{저소득층 분포} &= \frac{\text{저소득층 인구 수}}{\text{총 저소득층 인구 수}} \end{aligned}$$

\* 모든 데이터의 시점은 동일하게 가정하여 진행하였습니다.

# 02 본론 데이터 분석\_구 단위

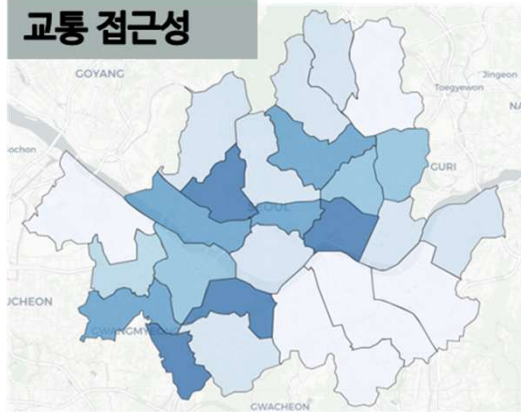
프로세스 데이터 우선지역선정

## 주거 취약 지역 선별

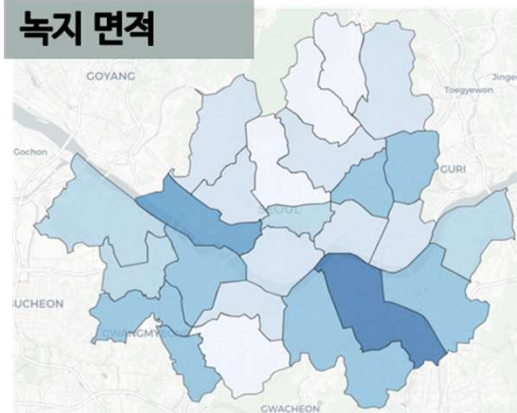
구별 주거 환경 특성과 주거 건물 특성 EDA

주거 환경 특성

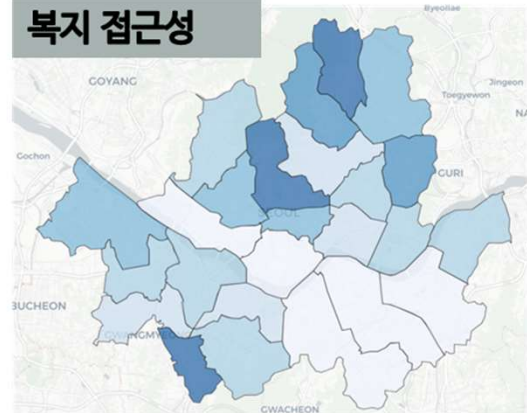
교통 접근성



녹지 면적

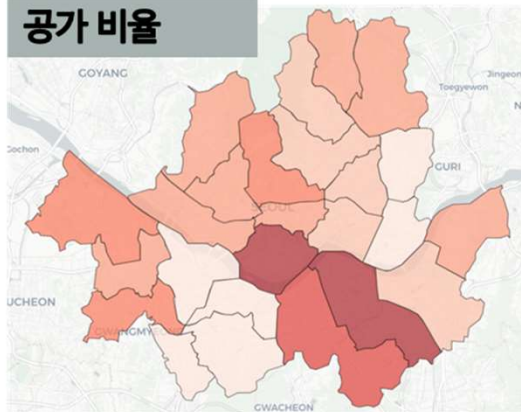


복지 접근성



주거 건물 특성

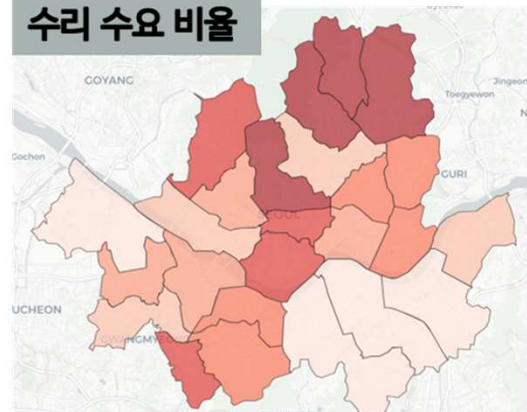
공가 비율



노후 주택 비율



수리 수요 비율



## 주거 취약 지역 선별

실루엣 계수를 기반으로 최적 군집 수를 선정하여 클러스터링 후, 각 군집별로 주거 취약 지수를 기반으로 거주 취약 군집 선별

$$\text{주거 취약 지수} = ((1 - \text{주거 환경 지수}) + (\text{주거 건물 지수})) / 6 \times 100$$

\* 주거 환경 지수는 낮을수록, 주거 건물 지수는 높을수록 주거 취약 지수가 높음

### Hierarchical Clustering \_ Complete Linkage (K=3)

군집	단위면적당 교통접근성	노후 건물비율	1인당 복지시설 수	단위면적당 녹지면적	공가비율	수리수요 비율
1	0.3224	0.3365	0.2664	0.5912	0.5016	0.2118
2	0.197	0.5222	0.5382	0.1535	0.3701	0.7729
3	0.7971	0.2561	0.5055	0.3621	0.2086	0.5421

### Hierarchical Clustering \_ Ward Linkage (K=3)

군집	단위면적당 교통접근성	노후 건물비율	1인당 복지시설 수	단위면적당 녹지면적	공가비율	수리수요 비율
1	0.197	0.5222	0.5382	0.1535	0.3701	0.7729
2	0.0869	0.2692	0.2438	0.5976	0.6002	0.1174
3	0.737	0.3109	0.4352	0.4358	0.2652	0.4714

### K-Means Clustering (K=3)

군집	단위면적당 교통접근성	노후 건물비율	1인당 복지시설 수	단위면적당 녹지면적	공가비율	수리수요 비율
1	0.0869	0.2692	0.2438	0.5976	0.6002	0.1174
2	0.77	0.2815	0.4305	0.4318	0.2576	0.4808
3	0.2166	0.5347	0.5325	0.1897	0.3676	0.7279

### K-Medoids Clustering (K=3)

군집	단위면적당 교통접근성	노후 건물비율	1인당 복지시설 수	단위면적당 녹지면적	공가비율	수리수요 비율
1	0.7262	0.2845	0.4227	0.4161	0.2374	0.4832
2	0.1857	0.7017	0.7684	0.1287	0.4197	0.9232
3	0.1553	0.3371	0.289	0.4374	0.513	0.3262



# 02 본론

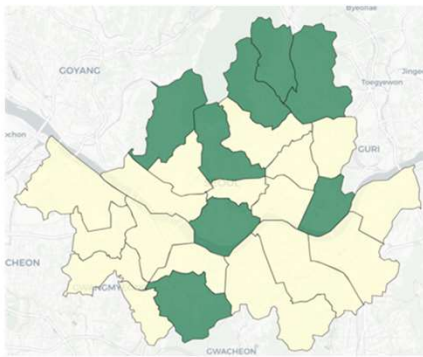
## 데이터 분석\_구 단위

프로세스 데이터 우선지역선정

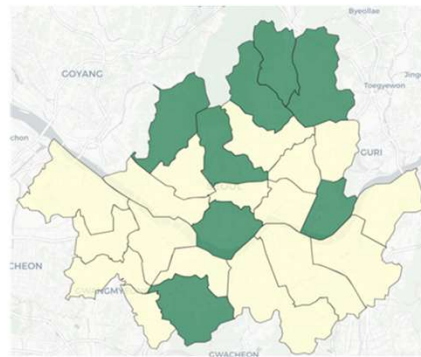
### 주거 취약 지역 선별

각 방법별로 선정된 군집을 Hard Voting 방식으로 추출하여 최종 주거 취약 지역 선정

계층적군집화

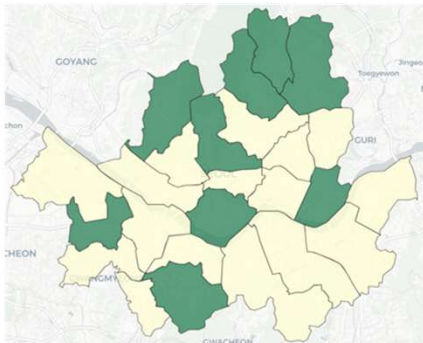


Complete Linkage (k = 3)

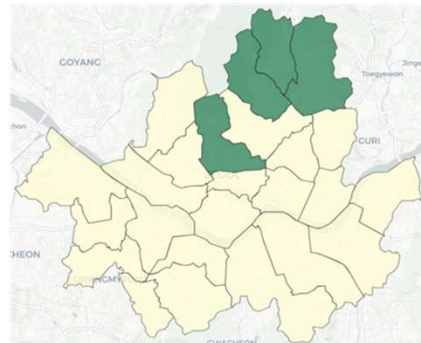


Ward Linkage (k = 3)

비계층적군집화



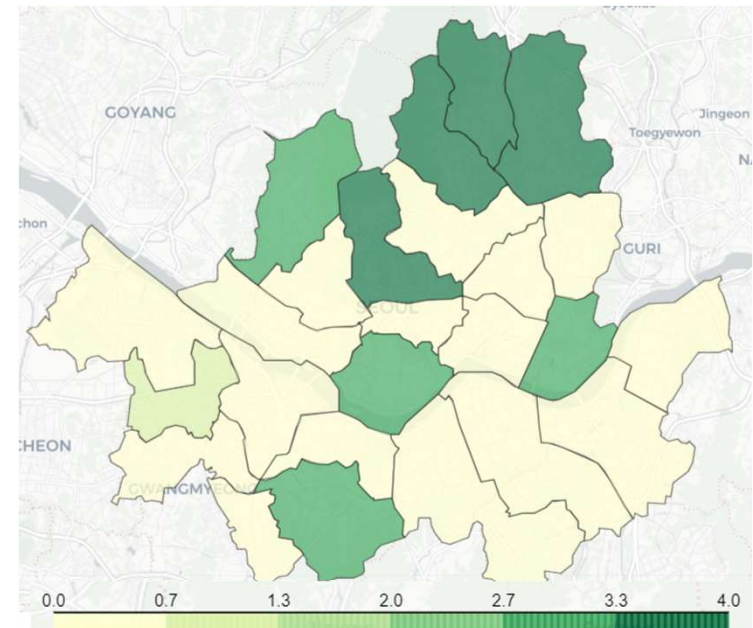
K-Means (k = 3)



K-medoids (k = 3)

### Hard Voting

모든 군집 방법에서 선별된 구를  
최종 주거 취약 지역으로 선정



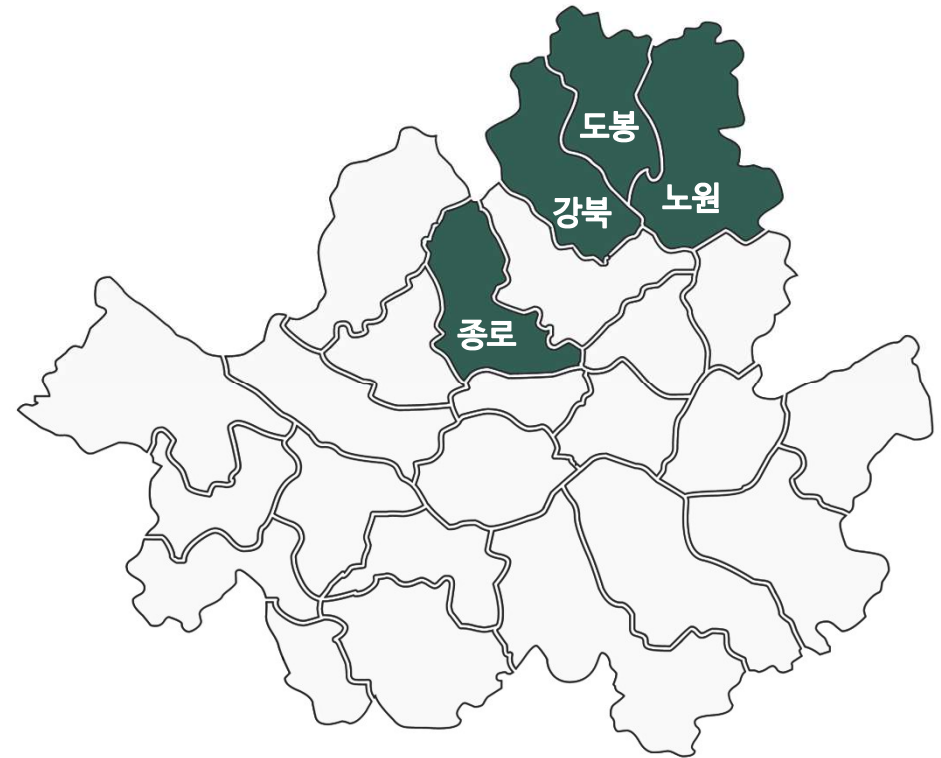
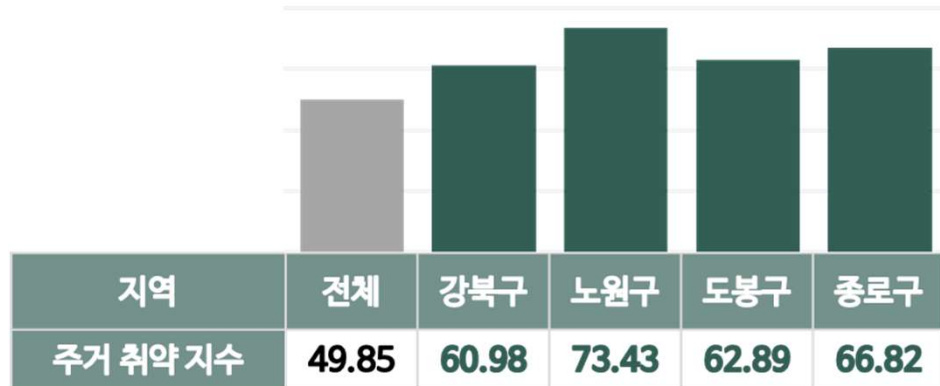


## 02 본론 데이터 분석\_구 단위

프로세스 데이터 우선지역선정

### 주거 취약 지역 선별

시군구명	단위면적당 교통접근성	노후 건물비율	1인당 복지시설 수	단위면적당 녹지면적	공가비율	수리수요 비율
강북구	0.2450	0.5138	0.7886	0.4880	0.2404	0.9379
노원구	0.0617	1.0000	0.5465	0.2836	0.4120	0.8857
도봉구	0.2504	0.7601	0.9027	0.1536	0.4506	0.8692
종로구	0.1858	0.5331	0.8362	0.7772	0.5760	1.0000



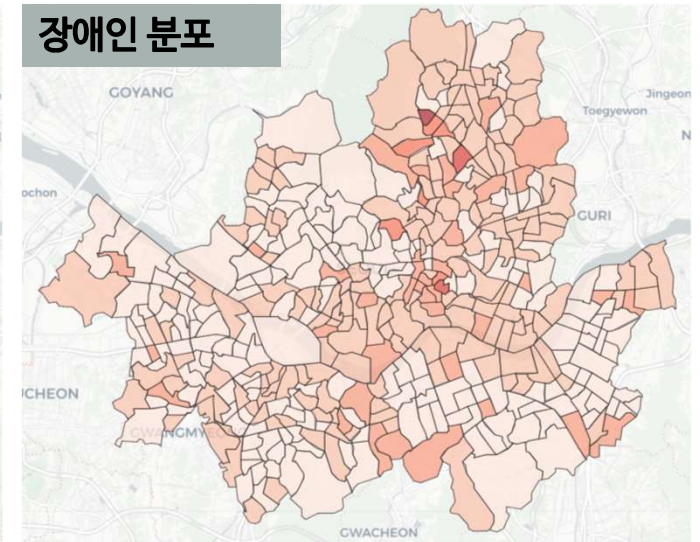
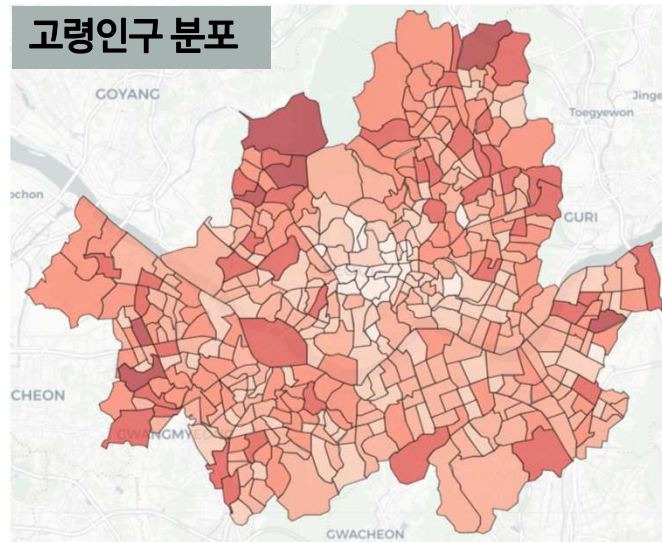
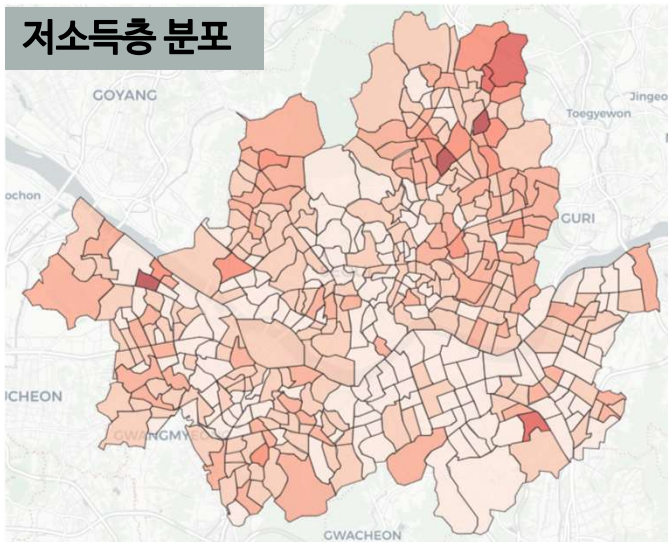
➡ Hard Voting 방식으로 군집 방법별로 주거 취약 지수가 높은 군집으로 선정된 구를 **주거 취약 지역으로 선정**

# 02 본론 데이터 분석\_동 단위

프로세스 데이터 우선지역선정

## 거주취약계층 분포 지역

주거 취약 지역으로 선별된 자치구에 속한 행정동을 중심으로 분석 진행



상관분석	저소득층 분포	고령인구 분포	장애인 분포
저소득층 분포	1.0000	0.5351	0.0882
고령인구 분포	0.5351	1.0000	-0.0118
장애인 분포	0.0882	-0.0118	1.0000

‘저소득층 분포’와 ‘고령 인구 분포’ 변수 간의 상관계수가 **0.5351**로 강한 상관관계를 보인다.

➡ 다중공선성을 해소하기 위해 주성분분석(PCA)을 진행하여 지수별 가중치 계산

# 02 본론 데이터 분석\_동 단위

프로세스 데이터 우선지역선정

## 거주취약계층 분포 지역

주성분 분석(PCA)을 통한 각 지표별 가중치 선정

### 주성분 분석 Principle Component Analysis(PCA)

서로 연관성이 있는 고차원 데이터를 선형 연관성이 제거된 저차원으로 축소하는 기법이다.

주성분은 전체 데이터의 분산을 가장 잘 설명하는 성분으로 주로 전체의 8-90%를 설명하는 주성분의 개수로 선택한다.

	PCA 1	PCA 2	PCA 3
저소득층 비율	0.3871	0.5103	0.7680
고령인구 비율	0.3955	0.6605	-0.6382
장애인 비율	0.8329	-0.5508	-0.0539
설명 분산 비율	0.6078	0.3059	0.0863

주성분 2개로 **전체의 91%** 설명 가능

$$\begin{aligned} \text{PCA Score} = & 0.61 \times (0.38 \times (\text{저소득층 분포지수}) + 0.40 \times (\text{고령인구 분포지수}) + 0.83 \times (\text{장애인 분포지수})) \\ & + 0.31 \times (0.51 \times (\text{저소득층 분포지수}) + 0.66 \times (\text{고령인구 분포지수}) - 0.55 \times (\text{장애인 분포지수})) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{거주취약계층 분포지수} = \frac{\text{PCA Score} - \text{Min(PCA Score)}}{\text{Max(PCA Score)} - \text{Min(PCA Score)}} \times 100$$

## 02 본론 데이터 분석\_동 단위

프로세스 데이터 우선지역선정

### 동 단위 거주 취약 계층 분포 지역

#### 강북구

행정동	Score
번3동	100.0
수유2동	97.33
⋮	⋮
우이동	40.81
미아동	40.45

#### 도봉구

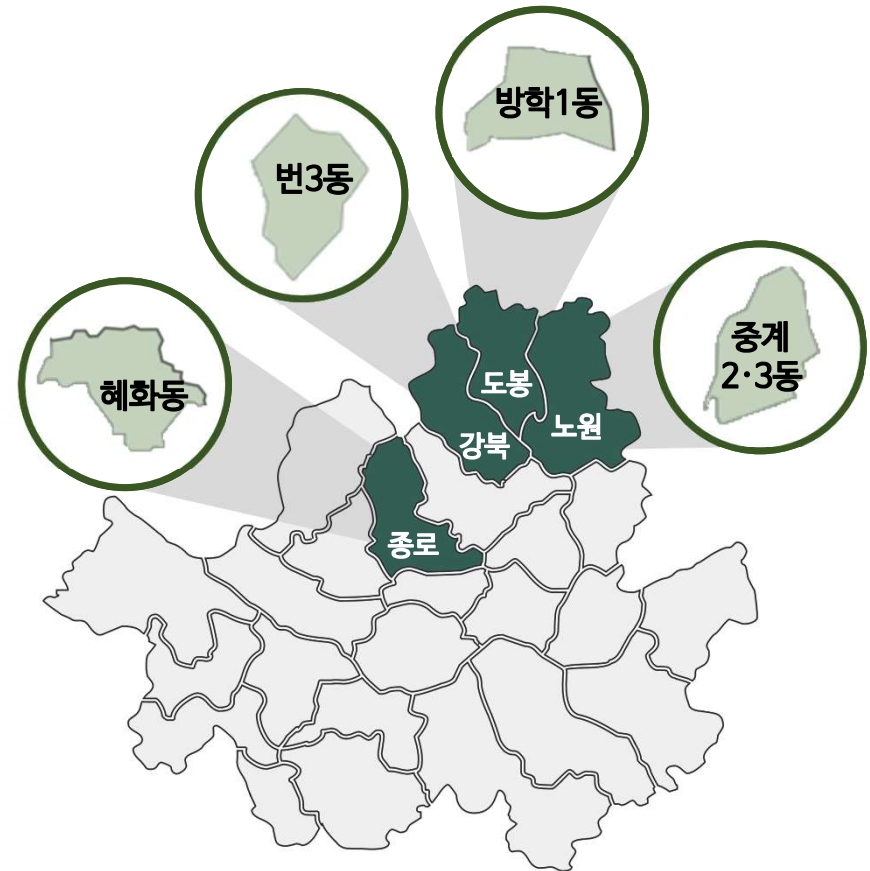
행정동	Score
방학1동	59.04
창2동	52.58
⋮	⋮
창3동	32.73
쌍문4동	23.86

#### 노원구

행정동	Score
중계2·3동	75.47
월계2동	73.14
⋮	⋮
중계본동	27.43
상계10동	25.28

#### 종로구

행정동	Score
혜화동	45.84
창신1동	41.88
⋮	⋮
삼청동	0.38
가화동	0.00



[우선 지역으로 선별된 자치구 및 행정동 지도]



주거 취약 지역으로 선별된 행정동을 중심으로 거주취약계층 분포지수를 산출하여 우선 지역 선정

## 02 본론 데이터 분석\_건물 단위

프로세스 데이터 우선지역선정

### 건물 특성 기반 그린 리모델링 적용 방안

#### PASSIVE | 에너지 손실 최소화



도시가스 사용량이  
많은 건물  
난방 자동 조절기로  
에너지 성능 개선



연식이 높은 건물  
벽/창문 단열 및  
기밀성 강화



제로에너지 주택化

#### ACTIVE | 에너지 생산



일조량이 많은 건물  
태양광 발전을 통한  
에너지 생산



전력 사용량이  
많은 건물  
LED조명 교체 통한  
전기요금 절감

➡ 건물 특성에 기반한 맞춤형 유형 제안으로 효율적인 그린 리모델링 적용 방안 분석



# 03 결론

## 분석 결론

분석결론 기대효과 활용방향

### [1단계] 자치구 단위

#### 주거 취약 지역 선정

군집화 결과에 하드보팅을 적용하여,  
각 군집 기법별 주거 취약 지수를 기반으로  
주거 취약 지역을 선정한다.

➡ 전체 평균 대비 10점 이상 높은 지역 선정

강북구, 노원구, 도봉구, 종로구



### [3단계] 건물 단위

#### 건물 특성 분석 기반 그린 리모델링 적용

일조량, 에너지 사용량 등의 건물 특성을  
분석하여 맞춤형 그린 리모델링 유형 제안



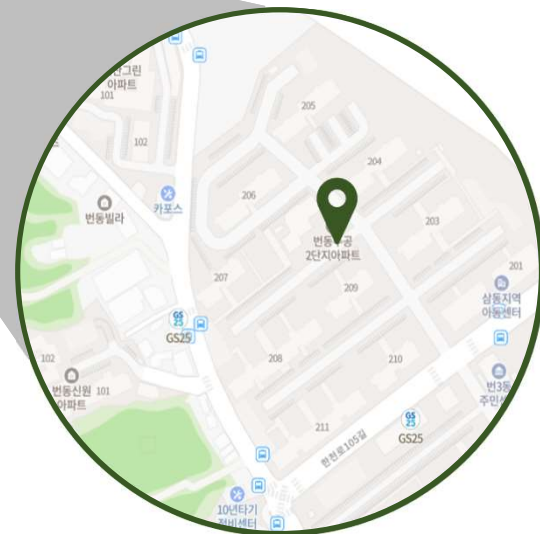
### [2단계] 행정동 단위

#### 거주취약계층 분포 지역 선정

다중공선성 제거를 위해 PCA를 통해  
지수별 가중치를 산출하여 동별 Scoring 후  
구별로 가장 높게 산정된 행정동을 선정한다.

➡ 전체 평균 대비 28점 이상 높은 지역 선정

번3동, 방학1동, 중계2·3동, 혜화동



# 03 결론 기대효과

결과요약 기대효과 활용방향

## 온실가스 기대 감축량

67,120 톤

우선 선정 지역(4개 동)  
총 온실가스 배출량

주거용 건물  
가스 사용률  
(59%)



주거용 건물  
전기 사용률  
(35%)

[서울특별시에너지정보]

주거용 건물 온실가스 배출량



주거용  
노후 비율  
(74%)

[통계지리정보서비스]

주거용 노후건물 온실가스 배출량

공동주택 비율  
(41%)



단독주택 비율  
(36%)

[LH한국주택공사]

그린 리모델링 시  
총 온실가스 감축량

온실가스 배출량 대비 **40% 감축**

연간 **27,015 톤**

=

소나무 식재  
12,683 그루



\* 1톤 감축에 필요한  
식재 2.13그루

전력 절약  
54,030 kWh



\* 1kwh 전력 당  
배출량 0.5톤

대형트럭  
5,403 대



\* 대형트럭 연간  
배출량 5톤

# 03 결론

## 활용 방향 및 분석의 한계점

결과요약 기대효과 활용방향

### 활용 방향



#### 지역 경제 활성화

그린 리모델링 시행을 통해  
지역 내에서 노동력을 확보함으로써  
지역 경제 활성화 및 일자리 창출 효과



#### 장기적인 관리체계 구축

건물 특성을 지속적으로 모니터링하여  
그린 리모델링 활성화 관련 후속 정책을  
개선하고 발전시키는 기반 마련



#### 추가 분석 기회의 마련

그린 리모델링이 적용된 건물의  
사례 및 유관 데이터를 기반으로  
주거 환경을 위한 신규 분석과제 도출

### 한계점

#### 데이터 부재에 따른 추가 분석의 제약

자치구 및 행정동 단위에 비해  
개별 건물 단위의 데이터 확보에 한계점 있어,  
건물 특성에 기반한 세부적인 그린 리모델링 도입 방안  
에 대한 분석 및 전략 수립에 제약이 존재하였다.

#### 확보한 데이터 시점의 불일치

최신본의 데이터를 기반으로 취합하여 분석을 진행하였  
으나, 각 데이터별로 시점의 차이가 존재하여 데이터 정제  
및 통합과정이 불가피하게 필요하였으며,  
이로 인해 최신 현황의 반영에 한계가 있었다.



## 참고문헌

---

- [1] 서울특별시 기후환경정책과, 『 2050온실가스 감축전략 』, 2023.10.20
- [2] 서울연구원, 『 2050 서울시 탄소배출 중립 위한 정책과제 』, 2020
- [3] “공공건축물 그린리모델링, 지역의 랜드마크가 되다”, 대한민국 정책브리핑, 2020.10.13
- [4] “서울 건물 54.3%는 ‘노후건축물’…주거용도 절반 이상 노후화”, 동아일보, 2023.03.02
- [5] “반지하 노후 주택 개선 ‘리모델링’이 가장 현실적 대안”, 전기신문, 2023.07.01
- [6] “노후 건축물 에너지효율 ↑·거주환경 개선…그린리모델링 본격화”, 그린포스트코리아, 2020.05.13.
- [7] 한국보건사회연구원, 『 취약계층 지원 및 주거복지 강화방안을 위한 연구 』, 2010
- [8] 국가법령정보센터, 『 녹색건축물 조성 지원법 』, 2017
- [9] 국토교통부 카드뉴스, “환기·냉난방비·온실가스, 그린리모델링으로 해결”, 2020.09.28.
- [10] 그린리모델링창조센터, 『 민간이자지원사업 사업실적 』, 2022
- [11] “160만건 목표 ‘그린 리모델링’, 로드맵이 없다”, 경향신문, 2023.10.15
- [12] 한국토지주택공사 토지주택연구원, 『 노후주택 그린리모델링 활성화 및 지속가능 전략 수립 』, 2022