

## [ 직접분석 보고서 ]

팀 명		POLIS
과제명		공공데이터 기반 자치구 맞춤형 재활용 정책 효과 분석 및 전략 수립
미션		<input type="checkbox"/> 건강한 생활환경 <input type="checkbox"/> 기후위기에 강한 물 환경과 자연 생태계 조성 <input type="checkbox"/> 미세먼지 걱정없는 푸른 하늘 <input checked="" type="checkbox"/> 재활용을 통한 순환경제 완성
환경매체		<input type="checkbox"/> 기후/대기 <input type="checkbox"/> 물/토양 <input checked="" type="checkbox"/> 자원순환 <input type="checkbox"/> 환경시설 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input type="checkbox"/> 자연생태계
활용 데이터	공공	- 서울시 폐기물 재활용 현황 통계 (공공/서울 열린데이터 광장) - 소상공인시장진흥공단_상가(상권)정보 (공공/서울 열린데이터 광장) - 서울시 사업체현황(종사자규모별/동별) 통계 (공공/서울 열린데이터 광장) - 서울특별시_제로식당 목록 (공공/공공데이터포털) - 서울시 지하철호선별 역별 승하차 인원 정보 (공공/서울 열린데이터 광장) - 서울시 행정구역(구별) 통계 (공공/서울 열린데이터 광장) - 행정동별 주민등록 인구 및 세대현황(공공/주민등록 인구통계 행정안전부)
	민간	- 서울시 재활용 정책 시행여부(민간/구 별 누리집)
과제 개요(150자)		
최근 재활용률 제고를 위해 다양한 정책들이 시행되고 있지만 그 효과가 지역마다 상이하게 나타나 지역 특성을 고려한 정책 적용이 필요하다. 이에 본 분석은 다양한 공공 데이터를 활용하여 자치구별 재활용 정책의 효과를 다변량 관점에서 평가하고 맞춤형 정책을 제시한다.		
활용 데이터 및 분석도구		
<b>1. 활용 데이터</b> 1.1 서울시 폐기물 재활용 현황 통계 (공공/서울 열린데이터 광장) 1.2 소상공인시장진흥공단_상가(상권)정보 (공공/서울 열린데이터 광장) 1.3 서울시 사업체현황(종사자규모별/동별) 통계 (공공/서울 열린데이터 광장) 1.4 서울특별시_제로식당 목록 (공공/공공데이터포털) 1.5 서울시 지하철호선별 역별 승하차 인원 정보 (공공/서울 열린데이터 광장) 1.6 서울시 행정구역(구별) 통계 (공공/서울 열린데이터 광장) 1.7 행정동별 주민등록 인구 및 세대현황(공공/주민등록 인구통계 행정안전부)		
<b>2. 분석 도구</b> - 언어: Python - 사용 라이브러리: Pandas, Numpy, Scikit-learn, Seaborn, Matplotlib - 데이터 처리: Pandas, Numpy (수치 데이터 처리 및 통계 기반 전처리) - 모델링 및 시뮬레이션: Scikit-learn (회귀 기반 시뮬레이션 모델링, 지역 별 군집 모델링) - 시각화: Seaborn, Matplotlib (재활용률 변화, 인구 특성, 지역 별 군집 확인 시각화) - 특징: 무료 오픈소스 기반 분석 시각화 및 머신러닝 도구 활용 가능, 높은 분석 파이프라인 구축 용이		

- 제작자: Python Software Foundation, Scikit-learn 팀
- 사용 버전: Python 3.11 환경, 라이브러리 최신 버전 기준 사용 (2025.5.19 기준)
- 유/무료 여부: 모두 무료 오픈소스
- 비용 소요 여부: 없음

**분석내용**

**1. 데이터 전처리 및 파생 변수 생성**

- 1.1 데이터 정합성 확보
  - 1.1.1 데이터 타입 및 변수명 통일 (자치구별 열 기준 병합)
- 1.2 파생 변수 생성
  - 1.2.1 인구 밀도, 가구당 인구 수, 각 연령대 비율 등을 활용한 정규화 지표 생성
    - 1.2.1.1 1인당 쓰레기 폐기량, 세대별 인구 수 비율, 유동인구별 1인당 쓰레기 배출량 등

**2. 탐색적 데이터 분석 (EDA)**

- 2.1 기초 통계 분석
  - 2.1.1 자치구별 폐기물 발생량, 재활용률, 인구 구조 등의 기본 분포 확인
  - 2.1.2 재활용률 분포 및 상관관계 분석을 통해 정책 대상 지역의 특성 파악
- 2.2 변수 간 관계 분석
  - 2.2.1 수치형 변수 간 상관관계수(Pearson)를 통한 연관성 파악
  - 2.2.2 범주형/이진형 변수는 Cramér's V 및 시각화를 활용하여 해석
- 2.3 시각화 기반 분석
  - 2.3.1 자치구별 재활용률 히스토그램, 정책별 재활용률 박스플롯
  - 2.3.2 유동인구 · 사업체 수 등과 재활용률 간 관계를 막대그래프 및 산점도로 시각화

**3. 분석 모델링 및 시뮬레이션 방안**

- 3.1 자치구 유형 분류를 위한 클러스터링 분석
  - 3.1.1 자치구별 정책 수요 인프라 환경의 이질성을 고려하기 위해, KMeans 클러스터링 기법을 활용하여 자치구를 유사한 특성을 가진 그룹으로 분류하였다. 클러스터링에 사용된 주요 변수는 인구 밀도, 가구당 인구 수, 종사자 수, 폐기물 배출량, 재활용률, 유동인구 등으로 구성하였으며, 데이터 정규화를 통해 변수 간 균형을 맞춘 후 분석을 수행하였다.
  - 3.1.2 클러스터의 적정 개수는 실루엣 점수(Silhouette Score), 칼린스키-하라바즈 지수(Calinski-Harabasz Index), 데이비스-볼딘 지수(Davies-Bouldin Index) 등의 지표를 통해 비교·선정하였다.
  - 3.1.3 클러스터링 결과는 각 자치구가 속한 집단별로 주요 특성(평균값) 및 정책 도입을 비교·해석하는 데 활용되었으며, 이를 통해 자치구의 구조적 차이를 반영한 정책 적용 우선순위를 도출할 수 있었다.

### 3.2. 정책 효과 예측을 위한 시뮬레이션 분석

- 3.2.1. 실제 정책 도입 후 재활용률이 얼마나 변화했는지에 대한 시계열 데이터를 활용하여, 향후 정책 도입 시 기대되는 재활용률 증가폭을 예측하였다. 이 때 재활용률이 포함된 서울시 폐기물 재활용 현황 통계의 가장 최근 데이터가 2022년도 자료이기 때문에 2022년 자료를 기반으로 2023년을 예측하도록 하였다.
- 3.2.2. 이를 위해, 정책별 도입 자치구에서 도입 전과 2~3년 후의 재활용률 증가폭을 관측하고, 이를 랜덤 포레스트 회귀 모델(Random Forest Regressor) 기반으로 일반화하였다.
- 3.2.3. 모델 입력 변수에는 자치구의 인구 구조, 유동인구, 상권 정보, 폐기물 발생 특성 등 다양한 사회경제적 변수를 포함하였으며, 모델은 정책 미시행 구에 대해 도입 시 시뮬레이션 예측을 수행하였다.
- 3.2.4. 예측 결과는 자치구별 정책 시뮬레이션 테이블로 정리되어, 정책 우선 도입 대상 선정, 재정 투입의 기대효율 비교, 구체적인 정책 도입 해석, 기존 정책 재설계 논의에 있어 기초자료들로 활용 가능하다.

### 3.3. 모델 선정 이유 및 적용 배경

- 3.3.1. 시뮬레이션 예측에는 변수 간 비선형 관계와 상호작용이 존재할 수 있음을 고려하여, 선형 회귀 방식 대신 비선형 모델을 채택하였다.
- 3.3.2. 또한, 자치구의 클러스터링을 통해 전체 지역을 획일적으로 분석하는 것이 아닌, 구별 특성을 기반으로 한 맞춤형 정책 추천을 가능하게 하였다.

## 창의성

### 4. 기존 분석과의 차별성

- 4.1. 기존의 유사 분석 과제들은 주로 단순한 재활용률 변화 추세 분석 또는 정책 도입 여부에 따른 전후 비교에 집중되어 있어, 정책의 효과를 단일 변수 기준으로 평가하거나 자치구 간 구조적 차이를 간과하는 경향이 있었다.
- 4.2. 이에 반해 본 분석은 자치구의 인구구조, 상권 구성, 유동인구, 폐기물 배출 특성 등 다변량 요인들을 통합적으로 고려하여, 정책 효과를 다양한 도시 맥락 속에서 재해석하였다. 특히 동일 정책이더라도 도입 지역의 사회경제적 특성에 따라 정책 효과가 달라질 수 있다는 가설을 설정하고, 이를 계량적으로 검증함으로써, 단순 효과 비교를 넘어선 구조적 통찰을 제공하였다.

### 5. 데이터 활용과 전처리의 창의적 구성

#### 5.1. 도메인 결합 기반의 파생변수 생성

- 5.1.1. 공공 데이터를 단순 병합하는 수준을 넘어서, 상이한 도메인의 데이터를 통합한 후 가구당 인구 수, 재활용률 대비 유동 인구 비율, 재활용률 대비 상권 밀도 등 규모를 보정한 파생 변수들을 추가적으로 생성하여 해석의 정밀도를 높였다.

#### 5.2. 클러스터링 다변화 및 비교 적용

- 5.2.1. 단일 군집 분석에 그치지 않고, 자치구 특성에 따라 다중 클러스터링을 구성한 후 군집별 정책 채택률과 재활용률을 프로파일링하고, 군집별로 정책이 작동하는 맥락적 조건들을 도

출하였다. 이로써 단순히 "어느 구에서 효과가 있었다"는 수준이 아닌, "어떤 조건에서 효과가 나타났다"는 규칙 기반의 정책 설계 제안이 가능하였다.

## 6. 정책 입지전략까지 연결된 시뮬레이션 모델 설계

6.1. 기존 정책 분석은 &시행 여부&에 따라 효과를 이분화하거나 도입 전후 재활용률 차이만을 제시하는 경우가 많았다. 반면, 본 분석은 단순 회귀 모델이 아닌 비선형 회귀 기반 시뮬레이션 모델을 구축하고, 실제 도입된 구의 시계열 효과를 학습한 후 이를 정책 미도입 구에 가상 적용하는 방식으로 현실적인 예측을 구현하였다.

6.2. 특히 재활용 정거장의 경우, 단순 도입 여부만으로 효과를 판단하지 않고, 도입 위치의 공간적 맥락(업무지와 주거지)에 따른 효과 편차를 도출하고, 이를 바탕으로 구체적인 입지 선정 전략을 제안하였다는 점에서 단순 정책 분석을 넘어 실제 정책 기획 및 공간계획까지 연결된 창의적 적용 사례로 볼 수 있다.

### 적합성

## 7. 데이터 융합 및 활용성

7.1 본 분석은 서울시의 공공 데이터를 기반으로, 자치구별 폐기물 발생량 및 재활용량, 지하철 승하차 인원, 사업체 및 종사자 수, 상권 분포, 제로식당 위치 등 서로 다른 주제의 데이터를 병합하여 통합분석하였다. 단일 데이터를 기반으로 한 분석에서 벗어나, 실제 정책 효과에 영향을 줄 수 있는 인문·사회·경제적 맥락을 함께 고려하였으며, 주요 파생변수(예: 가구 밀도, 유동인구 대비 배출량 등)를 통해 정규화된 해석을 가능하게 하였다.

### 7.2 분석 모델 및 시뮬레이션 구현 설명

정책 효과 분석에는 비선형 회귀 모델 기반의 시뮬레이션을 활용하여, 기존에 정책이 시행된 자치구의 도입 전후 3년간 데이터를 학습시킨 후, 미시행 자치구에 도입되었을 경우의 2023년 예상 재활용률을 예측하였다. 또한 자치구를 클러스터링하여 사회·경제적 특성이 유사한 그룹 단위에서 정책 효과를 비교함으로써, 유사 지자체 간 맞춤형 정책 전파 전략을 수립할 수 있도록 하였다.

### 7.3 정책 별 시뮬레이션 시각화 해석

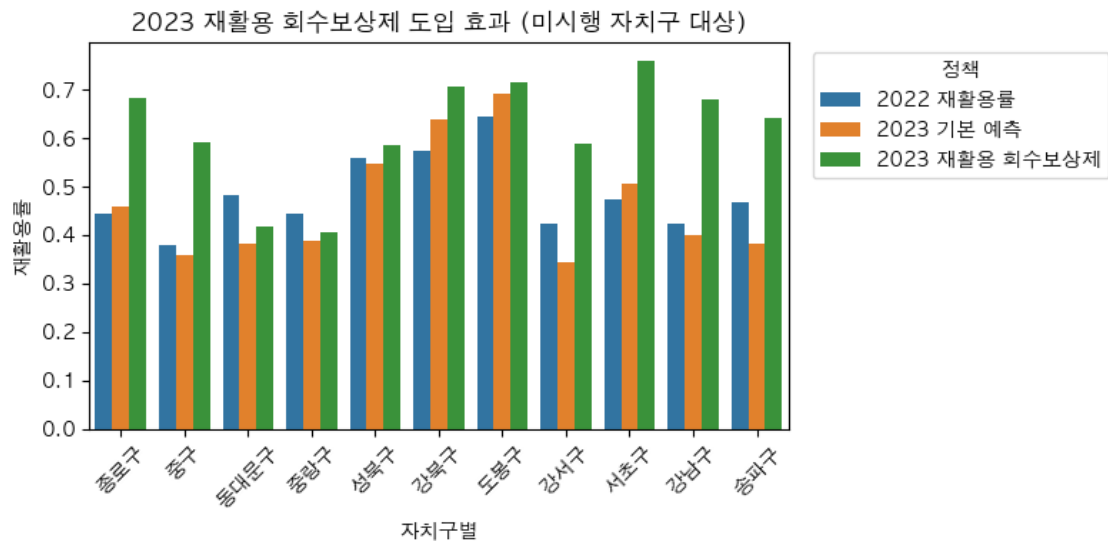


그림 1 각 자치구별 재활용 회수보상제 도입 효과

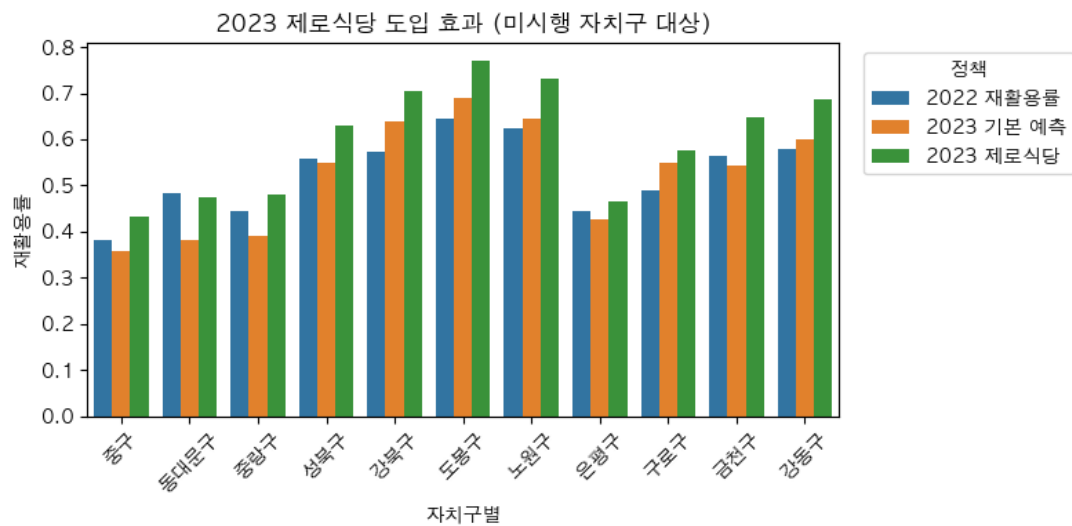


그림 2 각 자치구별 제로식당 도입 효과

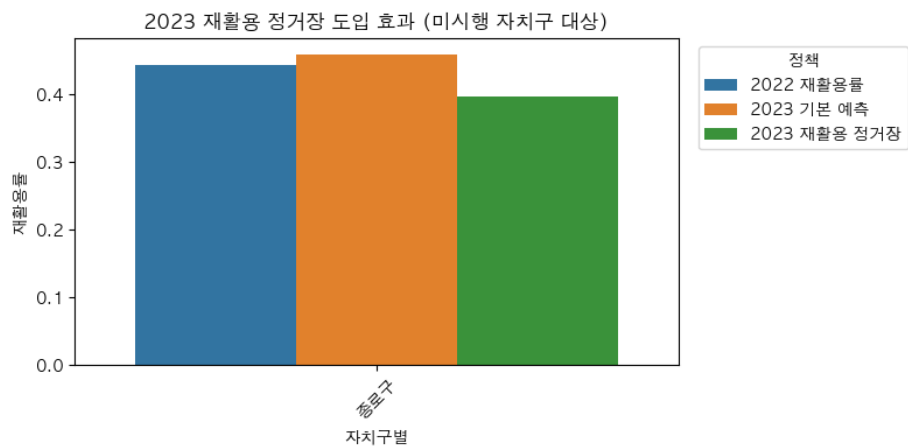


그림 3 종로구 재활용 정거장 도입 효과

7.3.1. 정책별 재활용률 시나리오 비교 그래프를 통해, 세 가지 주요 정책(재활용 정거장, 재활용품 회수보상제, 제로식당)의 미시행 자치구에서의 도입 효과를 시각적으로 비교하였다. 시뮬레이션 결과, 대부분의 자치구에서 도입 시 기본 예측값보다 높은 재활용률이 예상되었으며, 특히 재활용품 회수보상제 정책은 서초구, 강남구, 송파구 등 상업시설이 밀집한 자치구에서 두드러진 상승 폭을 나타냈다.

7.3.2. 제로식당 정책은 도입 시 급격한 상승은 없으나 전반적으로 완만하고 안정적인 향상 추세를 보여, 장기적인 관점에서의 정책 효용성이 기대된다. 반면 재활용 정거장 정책은 미시행 자치구가 한 곳에 불과하여 직접적인 비교는 제한적이나, 이전에 시행했던 구들의 재활용률 증가 추세를 볼 때, 주거 밀집 지역에 설치할 때 가장 큰 효과가 있었던 것으로 보아, 구 내에서도 주거 밀집 지역에 설치하게 되면 큰 효과를 볼 수 있을 것으로 보인다.

7.3.3. 이러한 결과는 단순한 정책 도입 여부 뿐 아니라, 자치구의 상권 구성, 인구 구조, 생활 패턴 등의 특성이 정책 효과에 유의미한 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 특히, 시각화 결과에서 확인되듯 동일한 정책이라도 자치구별 재활용률의 상승 폭이 상이하였고, 이는 향후 정책을 일괄적으로 적용하기보다는 지역 특성 기반의 맞춤형 정책 설계가 필요함을 강조하는 근거로 활용될 수 있다.

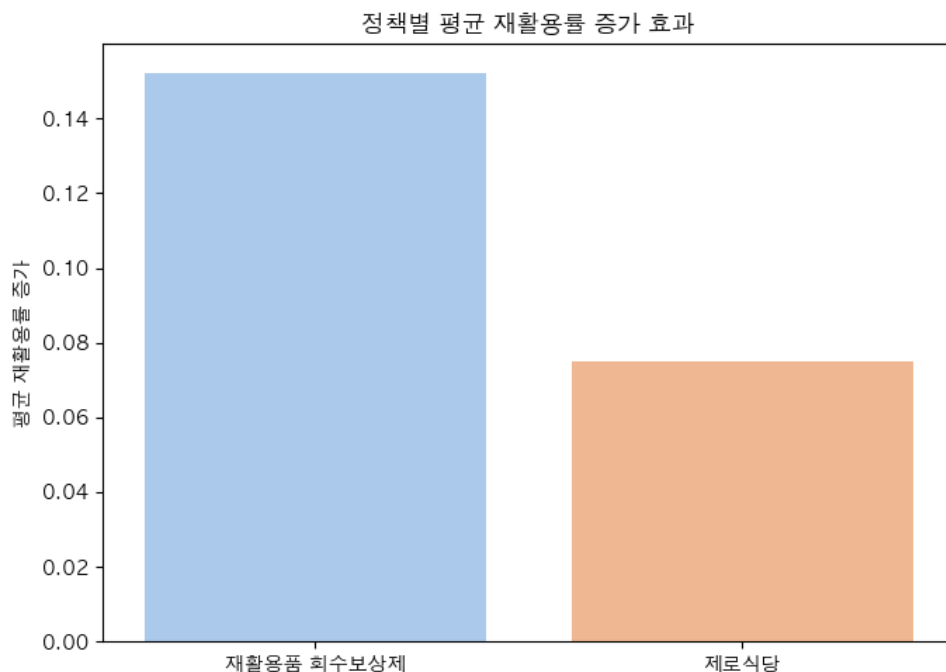


그림 4 정책별 평균 재활용률 증가 비교

7.3.4. 또한, 정책별로 재활용률 증가 폭의 평균값만을 추출하여 단순 비교한 시각화에서도 명확한 차이가 나타났다. 특히, 재활용품 회수보상제는 평균적으로 약 15% 이상의 재활용률 향상 효과를 보이며, 세 정책 중 가장 높은 평균 상승률을 기록하였다. 이는 개인 단위의 행동 유인을 제공하는 보상 정책이 단기적으로 확실한 성과를 도출할 수 있음을 나타낸다.

7.3.5. 반면, 제로식당 정책은 평균 증가폭이 약 7.5% 내외로 상대적으로 낮았지만, 모든 자치구에서 재활용률이 감소한 경우가 거의 없고 안정적인 상승세를 보였다는 점에서 주목할 만하다. 즉, 단기 성과보다는 지속 가능성 및 안정성 측면에서 유의미한 정책 대안이 될 수 있음을 시사한다. 이러한 결과는 정책의 설계 목적과 타깃 계층에 따라 달라지는 효과 특성을 보여주며, 단일 수치가 아닌 다각적 지표를 기반으로 정책을 평가하고 선택해야 함을 강조한다.

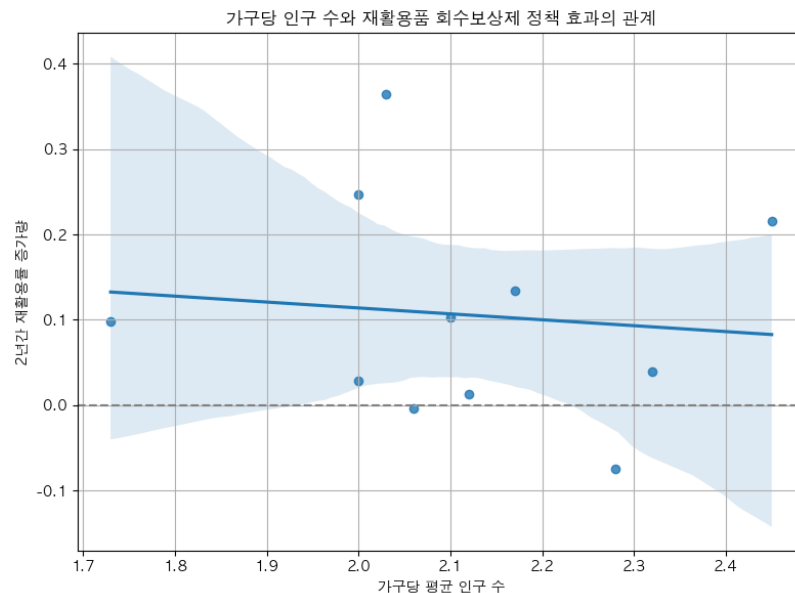


그림 5 가구당 인구 수와 재활용품 회수보상제 정책 효과 관계

7.3.6. 해당 시각화는 재활용품 회수보상제를 실제로 도입한 자치구를 대상으로, 가구당 평균 인구 수와 2년간 재활용물 증가량 간의 관계를 나타낸 그래프이다.

그래프 상 회귀선의 기울기는 음(-)의 방향을 가지고 있으며, 이는 가구당 인구 수가 높을수록 재활용품 회수보상제 정책 도입에 따른 재활용물 증가 효과가 상대적으로 낮게 나타나는 경향이 있음을 시사한다. 특히, 1~2인 가구 비중이 높은 자치구일수록 정책 반응성이 높고, 개인 단위로 인센티브를 인지하고 실천하는 구조가 잘 작동할 가능성이 높다는 점을 뒷받침한다.

반면, 가구 규모가 클수록 가족 내 폐기물 배출 및 분리배출 책임이 분산되며, 인센티브 체감 효과가 낮아져 정책 효과가 희석될 수 있다. 또한, 다인 가구에서는 구성원 간 재활용 실천의식 격차나 인센티브 공유 방식에 따라 참여 유인이 약화될 수 있는 구조적 한계를 내포한다.

따라서, 재활용품 회수보상제 정책의 효과를 극대화하기 위해서는 소규모 가구 비중이 높은 자치구를 중심으로 우선 적용하거나, 다인가구를 대상으로 한 별도 참여유도 프로그램이 병행되어야 함을 본 결과는 시사한다.

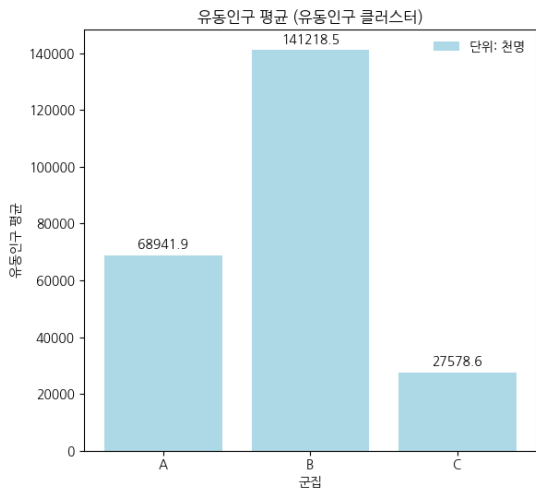


그림 6 유동인구 클러스터의 평균 유동인구

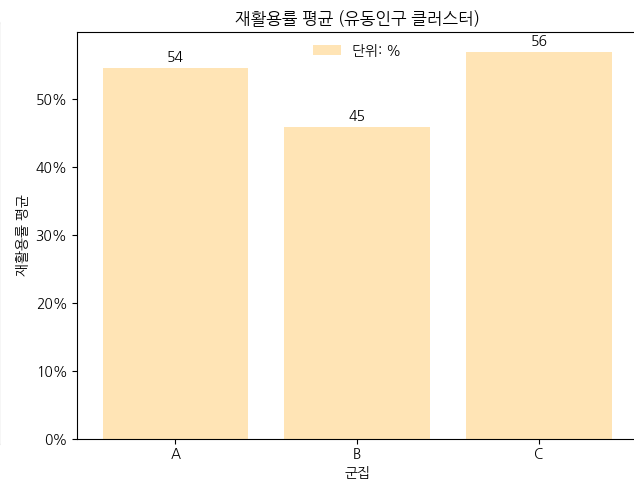


그림 7 유동인구 클러스터의 평균 재활용률

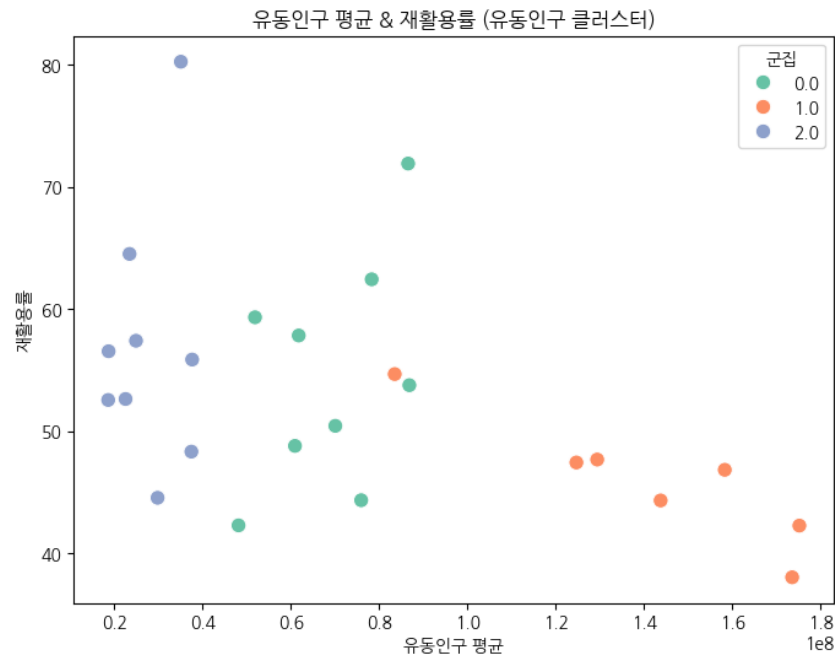


그림 8 유동인구 클러스터의 평균 유동인구 및 재활용률

7.3.7. 위 시각화는 각 자치구의 유동인구를 기준으로 3개의 클러스터로 나눈 결과이다. 유동인구 평균이 가장 높은 클러스터 B (하단 그래프에서는 1.0)가 재활용률 평균값은 가장 낮은 것을 확인해볼 수 있다. 실제로 클러스터 B에 해당하는 자치구는 강남구, 종로구, 중구, 마포구, 서초구, 송파구, 영등포구로 모두 재활용 정거장 도입 효과가 미비했던 곳임을 확인할 수 있었다. 이 클러스터링 결과를 통해 재활용 정거장을 업무지역보다는 주거지역에 설치하는 것이 좀 더 큰 효과를 볼 수 있을 것으로 보인다.

## 활용성

본 분석에서 구축한 재활용률 예측 시뮬레이션 모델은 서울시 및 자치구의 자원순환 관련 정책 수립과 현장 적용 단계에서 의사결정을 지원하는 도구로서 직접적인 활용이 가능하다.



## 1. 업무 적용 방식

1.1 자치구별 사회·경제적 지표와 정책 이력을 바탕으로 학습한 모델을 활용해, 미시행 정책을 도입했을 경우의 재활용률 상승 효과를 정량적으로 예측할 수 있다.

1.2 이를 통해 실제 정책 집행 전 사전 효과 예측이 가능하며, 정책 우선 도입 대상 자치구 선별, 예산 대비 기대효과 분석, 도입 여부 타당성 평가 등의 업무에 바로 활용 가능하다.

## 2. 활용 대상 및 활용 시나리오

2.1 활용 주체: 서울시청 자원순환과, 25개 자치구 환경관리과, 서울시 빅데이터 담당관

2.2 활용 목적: 정책 사전 타당성 검토, 지역 맞춤형 정책 수립, 예산 효율화 전략 도출

2.3 주요 업무 연계: 재활용 정거장, 회수보상제, 제로식당 등 자치구별 자원순환 정책 기획 및 효과 검증

## 3. 업무 적용 절차

3.1 1단계: 데이터 수집 및 최신화

3.1.1 자치구별 폐기물 배출량, 재활용량, 인구, 유동인구, 상권 등 주요 지표 업데이트

3.2 2단계: 미시행 정책별 시뮬레이션 실행

3.2.1 언급된 정책 이외에도 재활용에 관한 정책들을 포함하여 정책별 재활용률 시나리오 예측

3.3 3단계: 정책 효과 비교 및 타깃 자치구 선별

3.3.1 상승폭이 높은 자치구 우선순위 도출

## 4. 4단계: 정책 도입 전후 변화 모니터링

4.1 도입 이후 실제 재활용률과의 차이를 바탕으로 효과 검증

4.2 예산 소요: Python 기반의 오픈소스 라이브러리를 사용하므로 분석 자체는 별도의 라이선스 비용 없이 수행 가능 또는 서울시 공공 빅데이터 플랫폼 내 분석 환경에서 손쉽게 재활용 가능

4.3 확장 방향: Tableau, Power BI 등의 시각화 도구와 연계 시 대시보드 기반 행정 의사결정 지원 시스템 구축 가능

## 정책 활용

본 분석 결과는 「자원순환기본법」, 「폐기물관리법」, 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 등 기존 관련 법령의 취지를 구체화하고, 자치구 단위에서 실효성 있는 정책 집행 전략 수립에 적용될 수 있다. 특히, 자치구별 인구 구조, 상권 특성, 생활패턴 등을 고려한 맞춤형 시뮬레이션 분석을 통해, 지역 특성 기반의 정책 적용이 법제도의 실효성을 제고할 수 있음을 시사한다.

## 1. 자원순환기본법 기반 정책 기획

법령/지침	조항 및 내용	근거 설명
자원순환기본법 제5조	국가 및 지방자치단체의 책무	지역별 실정에 맞는 순환경제 시책 수립의 법적 근거
자원순환기본법 제8조	자원순환 문화 조성	시민 대상 분리배출 및 재활용 실천 문화 확산

본 분석에서는 자치구별 특성을 반영한 정책 도출 및 교육·홍보 필요 구역 식별 근거로 활용

## 2. 폐기물관리법 기반 재활용 정거장 적용

법령/지침	조항 및 내용	근거 설명
폐기물관리법 제13조의2	재활용센터(정거장)의 설치·운영	지자체 주도의 재활용 정거장 설치 및 운영 근거
자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 제13조의2	비용기 수거센터 등 유사 인프라 설치 근거	재활용 정거장과 유사 구조에 대한 제도성 유사성 확보 가능

본 분석에서는 재활용 정거장 정책 효과가 주거 밀집 지역에서 유의미함을 제시, 관련 법령에 기반한 입지 전략 수립 가능

## 3. 보상제 기반 재활용품 수거 정책

법령/지침	조항 및 내용	근거 설명
자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙 제8조	회수·재활용 시 보상체계 설계 가능	폐기물 부담금 면제와 연계 가능
재활용가능자원의 분리수거 지침 제6조 ④	재활용품 회수보상제 및 무인회수기 도입	자치구가 지역화폐 기반 보상체계 도입 시 법적 근거 확보 가능

시뮬레이션에서는 재활용품 회수보상제 정책이 1~2인 가구 중심 구에서 높은 효과 보임. 이는 회수보상제를 위한 법제도적 기반 확충에 활용 가능

## 4. 제로식당 정책 기반 조례

법령/지침	조항 및 내용	근거 설명
서울시 쓰레기줄이기와 재활용 촉진 조례 시행규칙 제4조	제로식당 보조금 지급 기준	제로식당 인프라 확대 시 보조금 지원 가능
조례 제9조	자발적 협약 근거	민간 업체와 협력 기반 운영 근거 마련 가능

본 분석에서는 제로식당 정책이 완만한 증가 추세를 보이며 장기적 효과 가능성을 제시, 제도적 확산 근거로 활용 가능

이처럼 본 분석은 단순히 정량적인 예측 모델링을 넘어, 기존 법령·조례가 의도하는 정책적 방향과의 정합성을 갖춘 근거 기반 자료로 활용될 수 있다. 각 자치구는 본 결과를 바탕으로 해당 법령의 실행 가능성 및 타당성을 판단하여, 보다 전략적인 정책 기획 및 예산 편성에 활용할 수 있다.

### 기대효과

본 분석을 통해 자치구별 재활용 정책을 지역 특성에 따라 차별적으로 적용할 경우, 사회적, 경제적, 행정적 측면에서 다음과 같은 기대효과가 도출될 수 있다.

첫째, 시뮬레이션 결과에 따르면, 재활용품 회수보상제를 미시행 자치구에 도입할 경우 평균적으로 약 15.2%포인트의 재활용률 증가가 예상되며, 일부 자치구에서는 25% 이상의 큰 폭의 향상도 기대된다. 예를 들어, 강남구, 서초구, 송파구 등 주요 상업지구는 보상제 도입 시 재활용률이 20% 이상 증가할 가능성이 있는 것으로 분석되었다. 제로식당 정책의 경우, 평균 7.5%포인트 정도의 상승 효과가 기대되며, 전반적으로 완만하고 안정적인 증가 추세를 보이는 것으로 나타났다.

반면, 재활용 정거장 정책은 미시행 자치구 수가 제한적이기 때문에 전체 비교는 어려우나, 기존 시행 자치구들의 사례 분석 결과, 주거 밀집 지역일수록 높은 효과를 보였으며, 이는 향후 기존 시행 자치구 내에서도 세부 입지 선정 시 주거지역 중심으로 전략을 조정할 경우 추가적인 정책 효과를 기대할 수 있음을 시사한다. 특히, 종사자 수가 적고 가구 단위 배출이 활발한 지역에서의 효과가 두드러졌으며, 이는 인프라의 물리적 설치 외에도 입지 특성의 정교한 고려가 중요함을 강조한다.

둘째, 이러한 재활용률 향상은 폐기물 처리 예산의 절감으로도 이어질 수 있다. 생활폐기물의 처리 비용이 톤당 약 20만 원 수준임을 고려할 때, 연간 수천 톤의 폐기물이 감축된다면 수십억 원 단위의 예산 절감 효과가 발생할 수 있다. 아울러 재활용 자원 회수에 따른 부가가치 창출 효과 또한 기대할 수 있다.

셋째, 클러스터링 기법을 활용하여 사회경제적 특성이 유사한 자치구를 그룹화하고, 각 군집의 정책 반응성을 비교함으로써 동일한 정책이라도 지역별로 차별화된 전략을 설계할 수 있는 기반이 마련되었다. 이에 따라 자원 배분의 효율성이 향상되고, 불필요한 예산 낭비를 최소화할 수 있는 행정 기획이 가능해진다.

넷째, 본 분석은 회귀 기반의 예측 모델을 바탕으로 한 시뮬레이션으로, 모든 수치가 실제 정책 집행 시 그대로 실현된다는 보장은 어렵다. 그러나 실제 시행 사례의 증가 추세를 학습하여 수치화한 예측 결과라는 점에서, 정책 효과의 사전 가늠 및 우선 도입 대상 선정 등 실무적 의사결정 과정에 유의미한 참고자료로 활용될 수 있다.

마지막으로, 시민 참여 유인을 중심으로 설계된 정책(재활용품 회수보상제 등)의 경우, 자치구별 인구 구조 및 생활 패턴에 맞춰 적용할 경우 참여율을 높일 수 있으며, 이는 장기적으로 자원순환형 도시문화 조성 및 생활폐기물 관리의 지속가능성을 높이는 데 기여할 수 있다.