

[ 직접분석 보고서 ]

팀 명		PM-ZERO
과제명		국내 초미세먼지 감축을 위한 영농 폐기물 공동집하장 최적 입지 분석
미션		<input type="checkbox"/> 건강한 생활환경 <input type="checkbox"/> 기후위기에 강한 물 환경과 자연 생태계 조성 <input type="checkbox"/> 미세먼지 걱정없는 푸른 하늘 <input type="checkbox"/> 재활용을 통한 순환경제 완성
환경매체		<input type="checkbox"/> 기후/대기 <input type="checkbox"/> 물/토양 <input type="checkbox"/> 자원순환 <input type="checkbox"/> 환경시설 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input type="checkbox"/> 자연생태계
활용 데이터	공공	한국환경공단_전국 영농폐기물 공동집하장 위치, 소방청_연간화재통계, 행정안전부_지역별(법정동) 성별 연령별 주민등록 인구수, 국토교통부_법정동코드, KOSIS_농가 및 농가인구 추이, V-WORLD(연속주제)_농지/농업진흥지역, V-WORLD_도로(현황), V-WORLD_행정구역시군구_경계, 한국환경공단_에어코리아_측정소정보,한국환경공단_에어코리아_대기오염정보, 자원순환마루_영농폐기물 조사
	민간	대한민국 최신 행정구역(SHP) 다운로드
과제 개요(150자)		
농촌 지역의 영농폐기물 불법소각으로 인한 초미세먼지 발생 문제 해결을 위해 영농폐기물 공동집하장의 최적 입지를 선정한다. 분석 결과는 환경부와 지방자치단체의 정책에 활용되어 영농 초미세먼지 저감과 폐기물 재활용 증진에 기여할 것으로 기대된다.		
활용 데이터 및 분석도구		
<b>[활용데이터]</b>  1. 한국환경공단이 제공하는 ‘전국 영농폐기물 공동집하장 위치’ 데이터는 CSV 형식으로 제공되며, 전국 공동 집하장의 주소, 명칭, 일부 면적 등의 위치 정보를 포함하고 있다. 데이터 규모는 전국 단위로 수백 개소 이상이며, 공간좌표를 활용한 분석이 가능하다. 2. KOSIS 포털에서 제공하는 소방청의 ‘연간 화재 통계’는 CSV 형식으로 제공되며, 2015년부터 2019년까지의 전국 화재 발생 원인에 대한 정보를 포함하고 있다. 쓰레기 소각이나 논·임야 화재와 같이 특정 원인에 따른 필터링이 가능하다. 3. 행정안전부에서 제공하는 ‘법정동별 주민등록 인구’ 데이터는 Excel 또는 CSV 형식으로 제공되며, 성별과 연령별로 인구를 구분한 정보를 포함하고 있다. 전국 법정동 단위로 구성되어 있으며, 고령 인구 비율을 산출하는 데 활용된다. 4. 국토교통부 데이터 포털에서 제공하는 ‘법정동코드’ 데이터는 CSV 형식의 데이터로 제공되며, 시도-시군구-읍면동의 행정코드를 포함한 전국 모든 행정구역의 코드 정보를 포함하고 있다. 이는 행정구역 식별 및 병합 기준으로 활용된다. 5. 통계청(KOSIS)에서 제공하는 ‘농가 및 농가인구 추이’ 데이터는 Excel 형식으로 제공되며, 시도별 농가 수 및 인구수에 대한 정보를 포함하고 있다. 법정동 단위 분석 시 상위 시도 정보와 매핑하는 데 활용된다.		

6. 국토교통부가 제공하는 ‘연속주제_농지/농업진흥지역’ 데이터는 SHP(공간정보) 형식으로 제공되며, 전국 농지 및 농업 진흥 지역의 경계 정보를 포함하고 있다. 공간 분석 및 면적 연산이 가능하며, V-WORLD 플랫폼을 통해 수집할 수 있다.
7. 국토교통부가 제공하는 ‘도로(현황)’ 데이터는 SHP 형식으로 제공되며, 전국 도로 중심선 정보를 포함하고 있다. 법정동 단위로 도로 길이를 계산하여 도로밀도를 산출하는 데 활용되며, V-WORLD 플랫폼을 통해 수집할 수 있다.
8. 국토교통부가 제공하는 ‘V-WORLD_행정구역시군구_경계’ 데이터는 SHP(공간정보) 형식으로 제공되며, 전국 시군구 행정구역의 경계 정보를 포함하고 있다. 공간 분석, 행정구역 단위 집계 및 시각화에 활용 가능하며, V-WORLD 플랫폼을 통해 수집할 수 있다.
9. 한국환경공단에서 제공하는 ‘에어코리아 측정소 정보’는 OpenAPI 기반으로 JSON 형식으로 제공되며, 전국의 대기 측정소 위치와 코드 정보를 포함하고 있다. 측정소 좌표를 이용하여 법정동 중심 좌표와의 거리 기반 분석에 활용된다.
10. 한국환경공단에서 제공하는 에어코리아 대기오염정보’는 한국환경공단이 제공하는 OpenAPI 기반으로 JSON 형식으로 제공된다. PM2.5의 시계열 측정값을 시간 또는 일 단위로 구성이 가능하며, 기간 필터링을 통해 특정 시기의 평균값을 계산할 수 있다.
11. 환경부 산하 자원순환정보시스템에서 제공하는 ‘영농폐기물 조사’ 데이터는 CSV 으로 제공되며, 2023년 기준 전국 161개 시군구 단위의 영농폐기물(폐비닐 발생량 및 폐농약용기 발생량) 정보를 포함하고 있다. 이때 각각의 단위는 순서대로 ton과 unit이다.
※ 위에 명시된 모든 데이터는 공공 포털 또는 기관 웹사이트를 통해 무료로 제공됨
<b>[분석도구]</b>  1. Python (ver: 3.11.4) 본 프로젝트의 전반적인 데이터 처리, 분석, 시각화를 위한 기반 언어로 사용되었다. 오픈소스 기반의 프로그래밍 언어로, 다양한 외부 라이브러리를 함께 사용할 수 있어 유연한 데이터 분석이 가능하다. 2. Pandas (ver: 2.0.3) Python 환경에서 표 형식의 데이터를 다루기 위한 핵심 라이브러리로, CSV 및 Excel 파일 불러오기, 결측값 처리, 그룹 연산, 요약 통계 계산 등의 기능을 수행하는 데 활용되었다. 3. GeoPandas(ver: 1.0.1) 공간 데이터(SHP 파일 등)를 Pandas 스타일로 다룰 수 있게 해주는 라이브러리로, 공간 클리핑, 병합, 좌표계 설정 및 변환 등 공간 연산을 수행하는 데 사용되었다. 4. Shapely(ver: 2.1.0) 좌표 정보를 점, 선, 면 등의 공간 객체로 변환하고, 두 지점 간의 거리나 겹침 여부 등의 공간 관계를 계산할 수 있는 도구로 활용되었다. 5. Folium(ver: 0.19.6) 지도 기반의 시각화를 위한 도구로, 공동집하장의 위치나 주요 공간 정보들을 시각적으로 표현하기 위해 사용되었다.

6. Matplotlib(ver. 3.7.2) 분석 결과를 시각적으로 표현하기 위한 라이브러리로, 변수 간 분포, 관계, 스코어 등을 시각화하여 설득력 있는 결과를 도출하는 데 활용되었다.
7. Geopy(ver. 2.4.1) 위도·경도 간 거리 계산을 위해 활용된 라이브러리로, 법정동 중심점과 측정소 혹은 공동집하장 간의 최단 거리를 계산하는 데 사용되었다.
8. Kakao API 주소 기반의 공간 정보를 위도·경도 좌표로 변환하기 위해 사용되었으며, 법정동 중심 좌표 및 시설물의 위치 좌표 생성에 활용되었다.
9. QGIS(ver. 3.40.5-Bratislava) SHP 등 공간 데이터를 직접 확인하고 시각화하며 오류를 점검하기 위한 데스크톱 기반의 오픈소스 GIS 소프트웨어로, 공간 데이터 정합성을 확인하는 용도로 활용되었다.
※ 위의 모든 분석 도구 및 라이브러리는 오픈소스로, 별도의 비용 없이 무료로 사용 가능함.
<b>분석내용</b>
<b>[데이터 전처리]</b>  본 연구에서는 영농 폐기물 공동 집하장 입지 선정을 위해 다양한 공공데이터를 융합하여 분석을 수행하였다. 각 데이터는 서로 다른 기관에서 수집되었으며, 형식과 공간 단위, 정보의 성격 또한 상이하였다. 이를 법정동 단위로 통합 정비하고, 공간 기반 분석이 가능하도록 정규화하는 과정을 거쳐 다기준 평가가 가능한 형태로 구성하였다.  우선, 기본 행정 단위 기준 정비를 위해 국토교통부의 법정동 코드와 SHP(Shape) 데이터를 활용하였으며, 분석 단위의 일관성을 위해 시군구 단위 상위 행정구역은 제외하고 법정동 단위 데이터만을 사용하였다. 주소만 존재하는 항목에는 Kakao API를 활용하여 위·경도 좌표를 생성하고, 공간 연산이 가능하도록 가공하였다.  영농 폐기물 공동 집하장 위치 데이터(한국환경공단)는 동일 방식으로 좌표화하여, 법정동 중심점과의 거리를 계산함으로써 ‘최근접_집하장거리(m)’ 변수를 도출하였다. 이는 해당 지역의 서비스 접근성을 수치화한 주요 지표로 활용되었다.  농지면적 정보는 V-WORLD의 연속주제(농지/농업진흥지역) 데이터를 통해 확보하였으며, 각 법정동 단위로 클립(dip) 및 면적 산출을 수행하여 통계화하였다.  도로밀도 정보는 도로(현황) 데이터의 총연장 길이를 법정동 단위로 집계하고, 이를 해당 지역 면적으로 나누는 방식으로 계산하였다.  폐기물 배출량은 자원순환마루(자원순환정보시스템)에서 제공하는 2023년 기준 폐기물 데이터를 활용하였다. 수집한 데이터는 전국 161개 시군구를 대상으로 하며, 폐비닐(톤) 및 폐농약용기(개수) 정보를 포함하고

있다. 그러나 원본 데이터는 지역 속성값이 '시'나 '군' 단위로만 제공되어, 예를 들어 경기도 광주시와 광주광역시가 동일한 광주시로 표기되는 등 이러한 중복 및 식별 어려움이 있었다. 이에 따라 기준데이터(법정동 리스트)를 참조하여, 각 시군구에 정확한 법정동명을 시나 군 단위까지 수동으로 매핑하고 지역 명칭을 정제하였다.  불법 소각 발생 가능성은 소방청의 2015~2019년 연간 화재통계 중 ‘쓰레기 소각’, ‘논·임야 화재’ 원인만 필터링하여 사용하였다. 이 중 농지 면적이 존재하는 지역만을 대상으로 추출함으로써, 영농지 기반 불법소각 가능성이 높은 지역을 정량화하였다.  농가 인구 정보는 KOSIS의 농림어업총조사 데이터를 활용하여, 법정동이 속한 시도 단위의 농가 인구수를 매칭하였다. 이는 지역별 폐기물 발생 잠재 수요를 파악하기 위한 대표 지표로 활용되었다.  초미세먼지(PM2.5) 농도는 한국환경공단의 에어코리아 API를 통해 측정소별 데이터를 확보한 뒤, 영농 활동 개시 시점인 2025년 3~4월 평균값을 산출하였다. 이후 각 법정동 중심 좌표에서 가장 가까운 측정소를 찾아 Geopy를 활용해 매칭하였다. 이를 통해 지역별 공기질 오염 수준을 정량화하였다.  고령인구 비율은 행정안전부의 성별·연령별 주민등록 인구 통계를 활용하여 법정동별 65세 이상 인구 비율을 산출하였다. 이 지표는 농촌의 고령화 수준을 반영하며, 불법소각 위험성과 집하장 필요성을 동시에 내포하는 변수로 활용되었다.  이러한 데이터들은 환경, 인구, 인프라, 공간, 수요 등 다양한 영역을 아우르며, 모두 법정동 단위로 통일하여 병합 및 정규화되었고, 이후 정규화 및 방향성 통일, 거리 계산 등을 거쳐 AHP 기반 입지 분석의 입력값으로 통합되었다.
<b>[탐색적 데이터 분석]</b>  수집 및 전처리가 완료된 데이터를 바탕으로 분석의 신뢰성과 정확성을 높이기 위해 탐색적 데이터 분석을 수행하였다.  우선 분석 대상으로 부적합한 공동 집하장이 이미 존재하는 지역과 농지 면적이 전혀 없는 지역은 데이터에서 제외하여 분석 목적에 맞는 유의미한 데이터를 선별하였다. 이후 Scikit-learn의 MinMaxScaler를 이용해 데이터 간 척도 및 단위 차이를 표준화하여 분석이 용이한 형태로 변환한 뒤 변수 간의 상관관계를 분석하여 각 변수 간의 연관성을 면밀히 검토하였다. 또한 다중공선성 진단을 수행하여 다중공선성 문제를 일으킬 수 있는 변수를 확인하고 이를 제거함으로써 독립적이며 신뢰성 높은 최종 분석 데이터를 확보하여 입지 선정 분석에 최적의 모델 적용 기반을 마련하였다.
<b>1. 고령 비율(%)</b> 고령 비율 분석은 공동 집하장 위치를 정할 때 실제로 주민들이 이용할 수 있는 곳에 설치할 수 있도록 돕기 위한 분석이다. 나이가 많은 고령 인구가 많은 지역은 폐기물을 직접 집하장까지 옮기

기 어려운 경우가 많기 때문에, 단순히 위치가 중심에 있다고 해서 설치하기보다는 이용 가능성을 함께 고려할 필요가 있다.

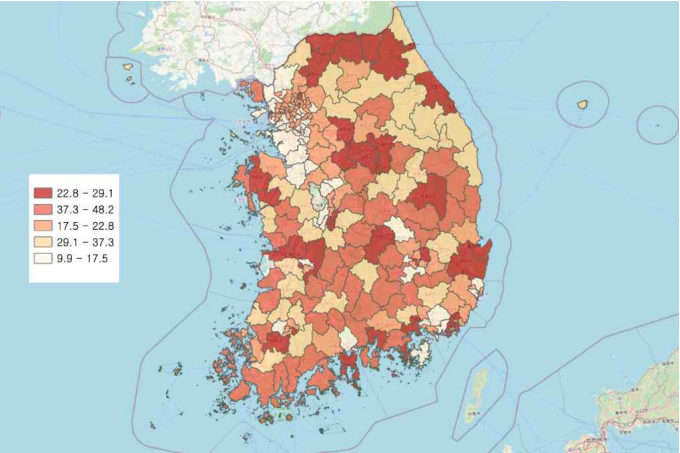


그림 1 고령 비율(%)

지도 결과를 보면 전남, 경북, 강원 내륙 등 일부 농촌 지역의 고령 비율이 특히 높은 것으로 나타났다. 이런 지역에는 공동 집하장을 설치하더라도 이용률이 낮아질 수 있으므로, 우선순위에서 제외하거나 순회 수거 같은 보완 방법을 함께 검토해야 한다. 고령 비율 시각화는 단순한 인구 통계를 넘어, 실질적인 정책 효과를 높이기 위한 판단 기준으로 활용될 수 있다.

2. 시도\_농가인구(명)

농가인구는 영농폐기물의 발생 가능성과 공동 집하장 이용 수요를 추정하기 위한 지표로 농가인구 수를 활용하였다. 농가인구는 실제로 농업 활동에 종사하는 인구를 반영하기 때문에, 해당 값이 클수록 폐비닐이나 폐농약 용기 등 영농폐기물이 다량 발생할 가능성이 높다. 따라서 공동 집하장 설치 시, 단순히 지리적 중심이나 행정구역 특성뿐만 아니라 실제 수요 기반을 함께 고려해야 하며, 이때 농가인구 수는 핵심적인 판단 요소가 된다.

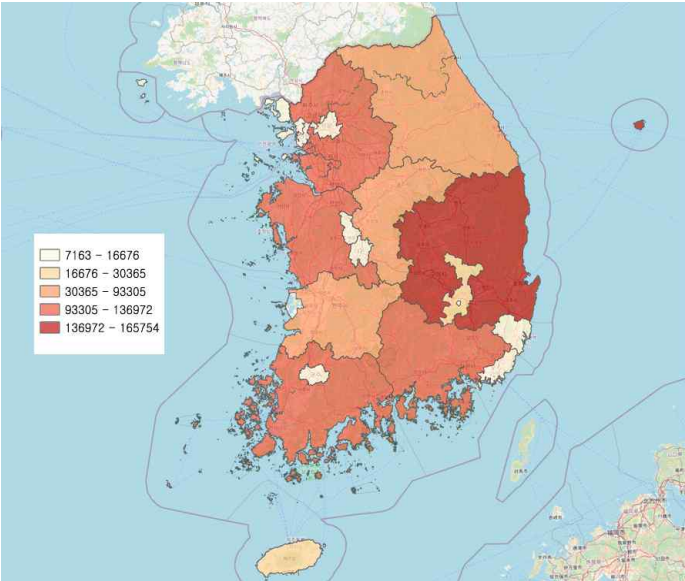


그림 2 시도 농가인구(명)

시도 단위의 농가인구 수를 단계구분도로 나타낸 것이다. 지도 분석 결과, 경상북도, 전라남도, 전라북도, 경상남도 등 전통적인 농업지역에서 농가인구 수가 상대적으로 높게 나타났으며, 특히 경북 지역은 전반적으로 가장 짙은 농가 밀집도를 보였다.

반면, 수도권을 포함한 일부 비농업 지역에서는 농가인구가 낮은 수준으로 분포하고 있다. 이러한 분포는 수요 중심의 집하장 설치 후보지를 추릴 때 기준이 될 수 있으며, 고령 비율이나 접근성 등 다른 제약 요소와 함께 분석함으로써 보다 효율적이고 실효성 있는 입지 선정이 가능하다.

### 3. 시도\_농지면적(m2)

이번 시각화는 시군구 단위의 농지 면적을 단계구분도로 나타낸 것이다. 본 프로젝트에서는 농지 면적을 영농폐기물 발생 가능성을 간접적으로 추정하는 지표로 활용하였다. 일반적으로 농지 면적이 넓은 지역은 상대적으로 농업 활동 규모가 크며, 그에 따라 폐비닐, 폐농약 용기 등의 영농폐기물이 많이 발생할 가능성이 높다. 따라서 농지 면적은 공동 집하장 설치의 수요를 판단하는 데 있어 중요한 참고 자료가 된다.

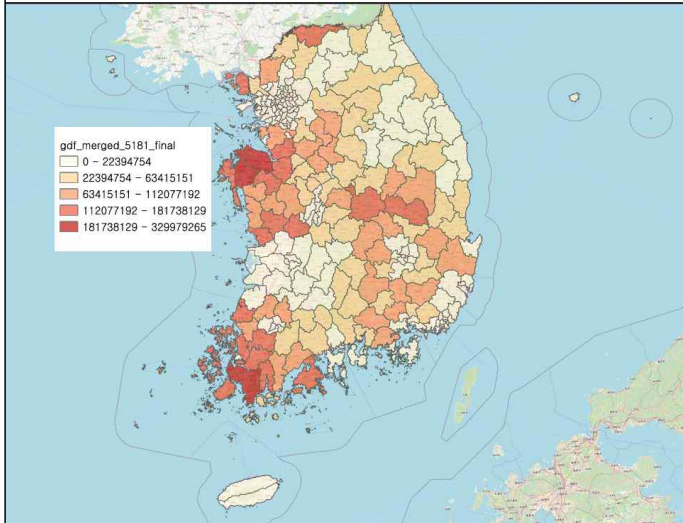


그림 3 시도\_농지면적(m2)

전라남도와 전라북도, 충청남도 일부 지역에서 넓은 농지 면적이 분포하는 것으로 나타났으며, 경북 중남부와 경남 서부 지역 또한 높은 값을 보였다. 반면 수도권과 강원 북부, 동해안 지역은 농지 면적이 상대적으로 좁은 것으로 확인되었다. 이는 곧 공동 집하장 설치 수요의 지역 간 차이를 보여주는 지표로 해석될 수 있으며, 앞서 분석한 농가인구 및 고령 비율 등의 변수와 결합하여 설치 우선순위를 정하는 데 활용할 수 있다. 특히 농지 면적이 넓고, 농가인구도 많지만 고령 비율이 낮은 지역은 적극적인 설치 대상으로 분류될 수 있다.

### 4. 도로밀도(km/km2)

도로밀도는 본 프로젝트에서 공동 집하장 접근성을 평가하는 핵심 지표로 활용되었다. 도로밀도가 높을수록 해당 지역 내 이동이 상대적으로 수월하며, 이는 곧 집하장까지의 접근 편의성과 수거 차량의 운행 효율성이 높다는 것을 의미한다. 따라서 도로밀도는 입지 선정 과정에서 운영 효율성과 물류 접근성 측면에서 중요한 고려 요소로 작용한다.

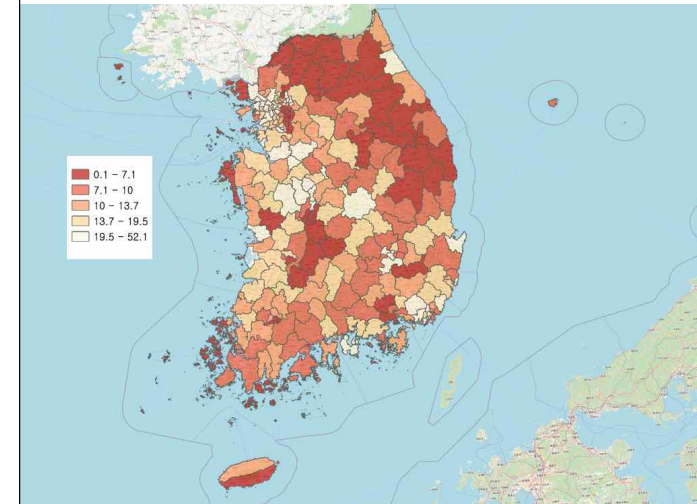


그림 4 도로밀도(km/km2)

시각화 결과에 따르면, 전반적으로 수도권과 일부 도시 지역을 제외한 다수의 농촌 지역은 도로밀도가 낮은 경향을 보였다. 특히 강원, 경북 북부, 전남 일부 지역은 7km/km² 이하로 분포되어 있어 도로 인프라가 상대적으로 부족한 것으로 나타난다. 반면, 제주도와 일부 남부 지역, 대도시 인근 지역은 19.5km/km² 이상으로 도로밀도가 매우 높은 것으로 확인된다. 이 분석은 고령 비율, 농가인구, 농지 면적 등의 요소와 함께 고려될 때, 접근성이 확보된 지역을 중심으로 효율적인 집하장 운영이 가능한 후보지 선정에 기여할 수 있다.

### 5. 불법소각 발생(횟수)

본 프로젝트에서 불법소각 횟수는 영농폐기물 관리 체계의 작동 여부와 현장의 한계를 반영하는 핵심 변수로 작용한다. 정상적인 경로를 통한 수거 또는 처리 없이 불법적으로 폐기물이 소각된다는 것은, 해당 지역에서 공동 집하장 접근성 부족, 수거 시스템 미비, 고령화 등으로 인한 운반 어려움 등의 문제가 복합적으로 존재함을 시사한다. 즉, 단순히 소각 행위 자체의 빈도 이상으로, 제도적으로 관리되지 않는 사각지대의 존재를 의미한다는 점에서 중요하다.

불법소각은 폐비닐, 폐농약 용기 등 영농폐기물의 성질상 유해 물질과 초미세먼지(PM2.5) 배출의 주요 원인이 되므로, 환경·보건 측면에서도 시급한 개입이 요구된다. 따라서 이 변수는 단순한 수요 예측 지표라기보다는, 환경적 긴급성과 공공 개입 필요성을 동시에 나타내는 지표로 해석할 수 있



다. 불법소각이 빈번하게 발생하는 지역은 공동 집하장 설치와 더불어 순회 수거 체계 도입, 주민 교육, 감시체계 강화 등의 통합적인 대응 전략이 우선적으로 검토되어야 한다

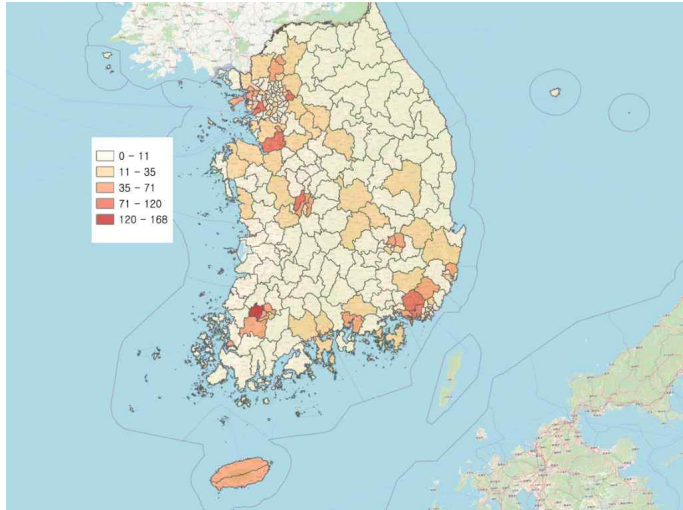


그림 5 불법소각 발생(횟수)

시각화 결과, 경상남도 동부, 경상북도 일부, 전라남도 서부 및 전라북도 남부 지역 등에서 불법소각 발생 횟수가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이들 지역은 대부분 농가인구와 농지 면적이 많은 전통적인 농업 지역으로, 폐기물 발생량이 많음에도 불구하고 적절한 수거·처리 인프라가 충분히 갖춰지지 않았을 가능성이 있다. 특히 고령인구 비율이 높은 지역과 겹치는 경우, 직접 운반의 어려움으로 인해 불법소각으로 이어지는 구조적 문제가 나타날 수 있다.

반면, 수도권을 포함한 일부 도시 지역과 중부 내륙 지역은 불법소각 발생 횟수가 낮은 수준을 보였으며, 이는 상대적으로 폐기물 관리 체계가 안정적으로 운영되고 있거나, 영농 활동 규모가 작아 폐기물 발생 자체가 적은 지역으로 해석된다. 이러한 공간적 분포는 불법소각 발생이 단순한 개인 행위의 문제가 아니라, 지역별 제도적·물리적 한계와 밀접하게 연결되어 있다는 점을 보여준다. 따라서 불법소각 다발 지역은 공동 집하장 설치뿐 아니라, 이동수거 확대, 접근성 개선, 정책 우선순위 설정 등 다각적인 접근이 필요한 주요 대상지로 볼 수 있다.

## 6. 초미세먼지(PM2.5)집계량

초미세먼지(PM2.5)는 본 프로젝트에서 불법소각이 야기하는 환경적 피해를 간접적으로 반영하는 변수로 활용되었다. 특히 농촌 지역에서는 영농폐기물의 부적절한 처리로 인해 비정기적인 소각이 이루어질 가능성이 높으며, 이는 미세먼지 중에서도 인체 유해성이 높은 초미세먼지의 지역적 농도 상승으로 이어질 수 있다. 따라서 초미세먼지 수치는 해당 지역에서의 환경적 시급성과 공공 개입 필요성을 보여주는 지표로, 공동 집하장 설치의 환경적 타당성을 판단하는 데 있어 중요한 역할을 한다.

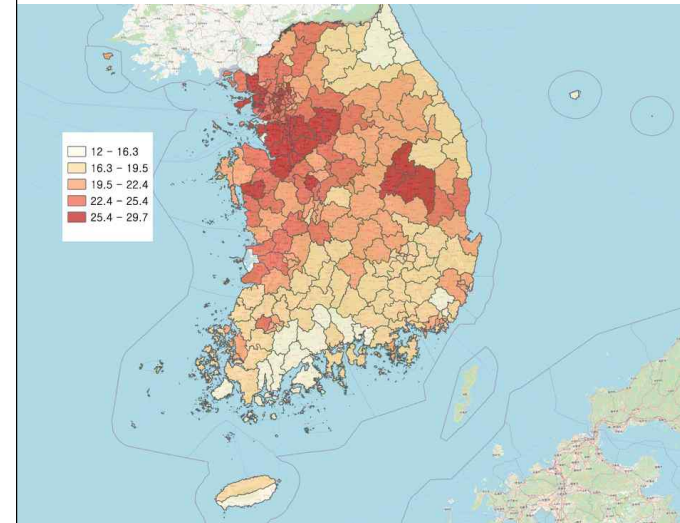


그림 6. 불법소각 발생(횟수)

시각화 결과를 보면, 경기도 남부와 수도권 외곽 지역, 충북 북부, 경북 내륙 지역 등에서 초미세먼지 수치가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 특히 수도권 인근 지역은 불법소각 등 지역 내 원인뿐 아니라, 산업 시설과 교통량 증가에 따른 대기오염 누적 영향도 함께 작용하는 것으로 보인다. 이러한 지역은 반드시 불법소각 문제 때문만은 아닐 수 있으나, 공동 집하장 설치 필요성과는 별개로, 대기환경 개선 측면에서 정책적 관심이 필요한 지역이라 할 수 있다. 반면 전남 해안권, 강원 일부 지역 등은 수치가 낮아 대기질이 양호한 편이며, 이는 해당 지역에서의 폐기물 관리가 상대적으로 안정적으로 이루어지고 있거나, 외부 배출원의 영향이 적기 때문으로 해석할 수 있다.

## 7. 영농폐기물 발생량 (폐농약 용기 발생량, 폐비닐 발생량)

폐비닐과 폐농약 용기는 본 프로젝트에서 영농폐기물의 대표적인 항목이며, 각각의 발생량은 공동 집하장의 설치 수요와 불법소각 발생 가능성을 추정할 수 있는 정량적 근거가 된다. 폐비닐은 농업 전반에 널리 사용되며 발생량이 많고, 부피가 크며 일괄 처리가 필요한 품목이다. 반면 폐농약 용기는 상대적으로 발생량은 적지만 인체 유해성과 환경위해 가능성이 크기 때문에 우선적 수거가 요구되는 품목이다.

이 두 폐기물은 성격은 다르지만, 수거 기반 시설이 부족할 경우 불법소각으로 쉽게 이어질 수 있다는 공통점을 갖고 있다. 특히 집하장 접근성이 떨어지거나 고령인구 비율이 높은 지역에서는 이들 폐기물이 방치되거나 비정상적으로 처리될 가능성이 높다. 따라서 폐비닐과 폐농약 용기 발생량을 통합적으로 고려함으로써, 폐기물 수거 수요와 환경적 긴급성을 함께 반영한 보다 정밀한 입

지 선정이 가능하다.

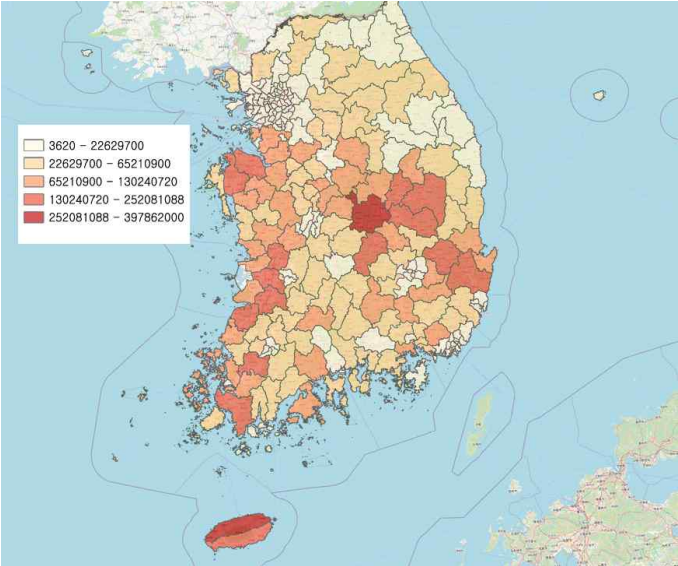


그림 7-1 폐농약용기 발생량(개수)

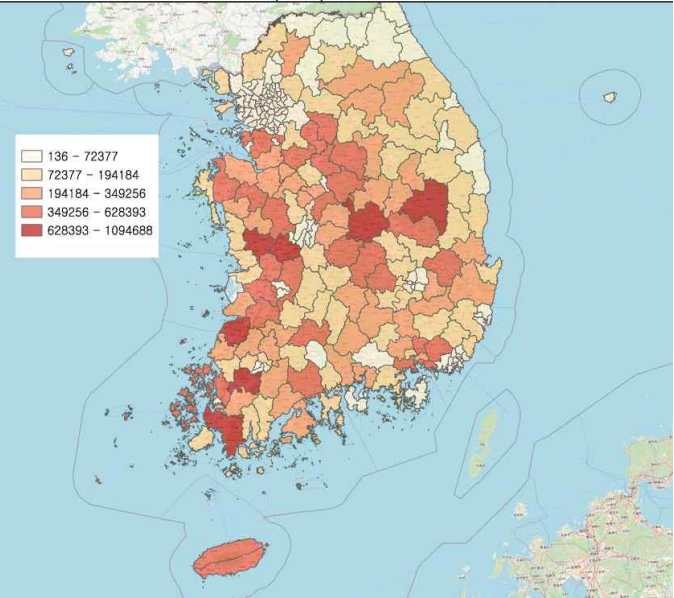


그림 7-2 폐비닐 발생량(톤)

시각화 결과를 보면, 폐비닐과 폐농약 용기 모두 경북 중부 내륙, 전남 서부, 경남 동부, 전북 일부 지역 등에서 발생량이 매우 높은 것으로 나타났다. 특히 이들 지역은 농가인구와 농지 면적 또한 높은 곳이 많아, 농업 활동 규모 자체가 크고 영농폐기물 발생이 집중되는 지역으로 해석할 수 있다. 또한 이들 지역은 불법소각 발생 빈도와 초미세먼지 농도도 상대적으로 높은 경향을 보여, 실질적인 환경 위해와 정책적 개입 필요성이 동시에 높은 지역이다.

반면 수도권과 동해안, 강원 북부 등 일부 지역은 두 폐기물 모두 발생량이 낮은 편으로, 농업 활동 자체가 적거나 도시화된 지역으로 볼 수 있다. 이러한 결과는 공동 집하장 설치의 우선순위를 설정하는 데 있어 '폐기물 발생량 + 환경위해 가능성'이라는 이중 조건을 동시에 충족하는 지역을 중심으로 정책 자원을 집중해야 함을 보여준다. 특히 폐비닐 발생량이 많고 폐농약 용기까지 다량 발생하는 지역은, 단순히 집하장 설치를 넘어 전용 수거 시설 확보, 분리배출 교육, 순환수거 시스템 개선다각적 대응 전략이 필요하다.

[종합]

총 8개의 주요 변수를 대상으로 시군구 단위의 공간적 분포를 단계구분도로 시각화하고, 이를 바탕으로 공동 집하장 설치의 수요와 제약 요인을 다각도로 파악하였다. 분석에 포함된 변수는 고령 비율, 농가인구, 농지 면적, 도로밀도, 불법소각 발생 횟수, 초미세먼지 농도, 폐비닐 발생량, 폐농약 용기 발생량의 총 8개이다. 이 변수들은 각각 영농폐기물의 발생 가능성, 수거 및 운반의 용이성, 환경 위해 수준, 그리고 실제 정책 개입의 필요성을 다르게 반영하고 있다.

고령 비율은 고령층의 운반 능력 한계를 반영하여 이용 가능성 측면의 제약 요인으로 작용하며, 농가인구와 농지 면적은 폐기물 발생 잠재 수요를 가능하는 지표로 활용된다. 도로밀도는 집하장 접근성과 수거 차량 운행 효율을 판단하는 물리적 인프라 변수로 기능하며, 불법소각 횟수와 초미세먼지 농도는 현재의 폐기물 처리 실태와 그에 따른 환경적 피해 가능성을 나타낸다. 마지막으로 폐비닐과 폐농약 용기 발생량은 대표적인 영농폐기물의 종류별 규모와 특성을 정량적으로 보여주며, 실제 수거 체계 구축의 타당성과 우선순위를 판단하는 근거가 된다.

이러한 변수들은 단독으로 해석되기보다는, 서로 결합되어 폐기물 관리의 수요성과 환경적 시급성, 그리고 사회적·물리적 제약 요인을 종합적으로 고려한 입지 선정에 활용될 수 있다. 본 분석 결과는 향후 AHP 기반의 다기준 의사결정 과정에 기초자료로 반영되어, 보다 정량적이고 구조적인 공동 집하장 최적 입지 도출을 가능하게 할 것이다.

[분석 모델링 선정 방안]

본 분석에서는 영농 폐기물 공동 집하장의 최적 입지 선정을 위해 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 주요 분석 기법으로 채택하였다. AHP는 다양한 정량적·정성적 평가 요소를 계층적으로 구조화하고, 이들 간의 상대적 중요도를 정량화하여 종합적인 의사결정을 도출할 수 있는 대표적인 다기준 의사결정(MCDM) 기법이다.

실제로 Malinowski et al. (2021)은 농촌 지역의 생활폐기물 수거 지점 선정 연구에서 GIS 공간 분석과 AHP를 결합하여, 토지 이용, 인구밀도, 접근 거리 등의 다양한 지표를 통합적으로 반영하였고, AHP가 복합적인 환경적·공간적 의사결정 문제에 효과적으로 활용될 수 있음을 입증하였다. 본 분석은 해당 선행 연구를 바탕으로 국내 농촌 지역의 특수성과 데이터 환경을 고려해 분석 체계를 설계하였다.<sup>1)</sup>

특히 본 분석에서는 환경적 위험성, 접근성, 수요, 인구·사회적 특성 등을 종합적으로 고려하기 위해 다음과 같은 9개의 평가지표를 선정하였다:

<div><div><div>- 고령비율(%)</div><div>- 불법소각 발생 횟수</div><div>- 도로밀도(km/km²)</div><div>- 시도 농가 인구(명)</div><div>- 폐비닐 발생량(톤)</div><div>- 폐농약용기 발생량(개수)</div><div>- PM2.5 농도(µg/m³)</div><div>- 농지면적(m²)</div><div>- 최근접 집하장과의 거리(m)</div></div><div>이처럼 다양한 속성과 단위가 상이한 평가 기준을 하나의 통합된 기준으로 비교·평가할 수 있다는 점에서 AHP는 특히 효과적이다. 또한, AHP는 일관성 비율(CR, Consistency Ratio)을 통해 판단 행렬의 논리적 정당성을 검토할 수 있어, 결과의 신뢰성과 정책 활용 타당성을 높일 수 있다는 장점을 갖는다.</div></div>
<div><div><div>따라서 본 프로젝트는 AHP를 기반으로 단순 지표의 수치 비교를 넘어, 환경복지 및 자원순환 정책에 부합하는 복합적·과학적 입지 선정 모델을 구축하였으며, 향후 중앙정부 및 지자체의 정책 수립과 예산 배분의 정량적 근거로 활용 가능하다는 점에서 높은 정책적 활용성과 타당성을 동시에 확보하였다.</div><div><div>창의성</div><div>본 분석은 초미세먼지(PM2.5) 감축과 불법 소각 감소라는 환경적 목표 달성을 위해, 영농폐기물 공동 집하장의 최적 입지를 과학적 방법론에 기반하여 도출하였다는 점에서 기존의 행정 중심 접근 방식과 차별화된다. 일반적으로 지자체에서는 주민 신청, 현장 여건, 토지 확보 여부 등을 중심으로 집하장 설치지를 선정해 왔다.<sup>2)</sup> 그러나 본 연구는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 도입하여, 불법소각 발생, 대기오염도, 고령인구 비율, 수거 인프라 접근성 등 다양한 요소를 통합 분석하였다.</div></div><div><div>특히, 기존에는 사례가 드문 미세먼지 농도 정보와 영농폐기물 처리 수요 데이터를 결합한 방식을 통해, 불법 소각이 초미세먼지에 미치는 영향을 정량적으로 고려하였다. 또한 실제 수거 인프라의 공간적 분포와 농지 면적, 도로밀도, 고령화 지표를 통합하여 환경·경제·사회적 요인을 동시에 반영한 입지 평가 모델을 구축한 점에서 정책 실효성을 높일 수 있는 창의적 시도라 할 수 있다. 결과적으로, 충청·경기 등 실제 농촌 지역을 대상으로 수행된 최적 입지 도출은, 향후 농업환경 및 지역 맞춤형 대기 관리 정책에도 적용 가능한 데이터 기반 의사결정 모델의 사례로 활용될 수 있다.</div><div><div>적합성</div><div>[분석 수행 시 활용한 데이터의 융합 및 활용성]</div></div></div></div></div>
<div><div><div>본 연구는 다양한 공공 및 민간 데이터를 융합하여, 영농 폐기물 공동 집하장 입지 선정을 위한 정량적 분석 체계를 구축하였다. 활용된 데이터는 환경, 인구통계, 농업 활동, 공간 인프라, 폐기물 수거 시설 등 서로 다른 성격과 출처를 가진 정보를 포함하고 있다. 단순한 데이터 병합을 넘어서, 각 데이터를 '입지 필요성'이라는 공통된 분석 틀로 해석하고 구조화함으로써 정량적 비교가 가능하고 정책적으로 해석 가능한 형태로 가공하였다.</div></div></div>

<div><div><div>분석에 포함된 평가지표는 크게 세 가지 측면을 반영한다. 첫째, 영농 폐기물 발생 가능성을 나타내는 지표로 불법소각 발생 횟수, 농지 면적, 농가 인구를 활용하였다. 둘째, 수거 인프라의 부족 여부를 파악하기 위한 변수로는 최근접 공동 집하장과의 거리, 도로 밀도, 고령 인구 비율을 포함하였다. 셋째, 환경 피해 가능성을 반영하기 위해 PM2.5 농도를 지표로 채택하였다.</div><div>이러한 상이한 특성의 데이터를 하나의 평가 프레임 내에서 정합성 있게 융합하기 위해, 법정동 단위로 공간 정렬을 수행하고, 단위 차이와 분포 차이를 해소하기 위한 표준화 작업, 방향성 통일, 좌표 기반 거리 산정 등의 전처리 과정을 병행하였다.</div><div>이처럼 정제된 데이터는 AHP의 가중치 산정, 정량적 입지 점수 산출, 후보지 간 우선순위 비교 및 시각화에 핵심적인 기반으로 활용되었다. 이를 통해 정책적 실효성과 데이터 기반의 의사결정 가능성을 확보할 수 있었으며, 기존의 단일 지표 중심 분석에서 나아가 다차원적 지표를 입체적으로 통합한 융합형 분석모델로서, 향후 실무 적용성과 확장 가능성 또한 높다고 평가된다.</div></div><div><div>[분석 과정 및 사용 모델의 내용에 대한 구체적인 설명]</div><div><div>1. 기준별 중요도 도출을 위한 정량적 차이 분석</div><div>AHP 분석의 기반이 되는 기준 간 상대 중요도는, 실제 데이터 기반의 통계적 차이를 통해 도출하였다. 구체적 절차는 다음과 같다.</div><div><div>① 집하장 유무 기준 데이터 분리</div><div>공동 집하장이 설치된 지역과 설치되지 않은 지역으로 데이터를 이분화하였다.</div><div>② 정규화 및 방향성 정리</div><div>평가지표의 단위와 범위를 통일하기 위해 MinMaxScaler로 0~1 사이 정규화를 수행하였다. 이때, 지표의 해석 방향에 따라 값이 클수록 집하장 설치 필요성이 높은 변수는 그대로, 값이 작을수록 바람직한 변수는 '1 - 정규화 값'으로 반전하였다. 이 과정을 통해 모든 지표가 "값이 클수록 집하장이 더 필요한 지역"이라는 의미를 갖도록 통일하였다.</div><div>③ 집하장 유무 평균값 차이 기반 중요도 산출</div><div>정규화된 데이터에서 집하장 유무에 따른 각 지표의 평균값 차이를 계산하고, 그 절대값을 전체 차이 합으로 나누어 정규화된 중요도 점수를 도출하였다. 이는 각 지표가 입지 필요성 판단에 얼마나 큰 영향을 주는지를 정량적으로 보여준다.</div></div></div></div></div>
--



	집하장_없음	집하장_있음	차이	정규화된_중요도
시도_농가인구(명)	0.689600	0.618548	0.071051	0.234278
고령비율(%)	0.468922	0.398863	0.070059	0.231004
폐농약용기_총합(개수)	0.191507	0.141719	0.049788	0.164166
페비닐_총합(톤)	0.390036	0.344245	0.045792	0.150990
최근접_집하장거리(m)	0.000000	0.026003	-0.026003	0.085740
PM2.5	0.362448	0.378702	-0.016254	0.053594
농지면적(m2)	0.037814	0.022601	0.015213	0.050161
불법소각_발생(횟수)	0.002642	0.011575	-0.008933	0.029456
도로밀도(km/km2)	0.990595	0.990410	0.000186	0.000612

2. 중요도 기반 평가 항목 분류 및 쌍대 비교 행렬 작성

도출된 중요도를 기준으로 각 평가 지표를 High, Mid, Low 세 그룹으로 분류하였다.

- ① **High:** 상위 중요도 지표(시도\_농가인구(명), 고령비율(%), 폐농약용기\_총합(개수), 페비닐\_총합(톤), 최근접\_집하장거리\_m)
- ② **Mid:** 중간 수준의 영향력을 가지는 지표(PM2.5, 농지면적\_m2)
- ③ **Low:** 영향력이 낮은 지표(불법소각\_발생\_횟수, 도로밀도\_km/km2)

이 분류 결과를 바탕으로 AHP 쌍대 비교 행렬(pairwise comparison matrix)을 구성하였다. 쌍대비교는 다음과 같은 상대값 규칙에 따라 수행하였다:

그룹 비교쌍	상대값
High vs High	1
High vs Mid	3
High vs Low	5
Mid vs Mid	1
Mid vs Low	3
Low vs Low	1

모든 비교쌍은 High-Mid-Low의 상대 중요도 그룹 구분에 따라, 미리 정의한 상대값(High vs Mid = 3, High vs Low = 5 등)을 적용하여 구성하였으며, 'a<sub>ij</sub> = 1 / a<sub>ji</sub>', 'a<sub>ii</sub> = 1' 규칙을 적용하여 완전한 상호비교 행렬을 생성하였다.

	고령비율 (%)	불법소각_발생(횟수)	도로밀도 (km/km2)	시도_농가인구(명)	페비닐_총합(톤)	폐농약용기_총합(개수)	PM2.5	농지면적 (m2)	최근접_집하장거리(m)
고령비율(%)	1.000000	5.0	5.0	1.000000	1.000000	1.000000	3.000000	3.000000	1.000000
불법소각_발생(횟수)	0.200000	1.0	1.0	0.200000	0.200000	0.200000	0.333333	0.333333	0.200000
도로밀도(km/km2)	0.200000	1.0	1.0	0.200000	0.200000	0.200000	0.333333	0.333333	0.200000
시도_농가인구(명)	1.000000	5.0	5.0	1.000000	1.000000	1.000000	3.000000	3.000000	1.000000
페비닐_총합(톤)	1.000000	5.0	5.0	1.000000	1.000000	1.000000	3.000000	3.000000	1.000000
폐농약용기_총합(개수)	1.000000	5.0	5.0	1.000000	1.000000	1.000000	3.000000	3.000000	1.000000
PM2.5	0.333333	3.0	3.0	0.333333	0.333333	0.333333	1.000000	1.000000	0.333333
농지면적(m2)	0.333333	3.0	3.0	0.333333	0.333333	0.333333	1.000000	1.000000	0.333333
최근접_집하장거리(m)	1.000000	5.0	5.0	1.000000	1.000000	1.000000	3.000000	3.000000	1.000000

3. 일관성 검토 및 최종 가중치 산출

쌍대 비교 행렬은 논리적 판단의 일관성 확보를 위해 수치 검토를 거쳤다.

- ① **λ<sub>max</sub>:** 행렬의 최대 고유값
- ② **CI (Consistency Index):** '(λ<sub>max</sub> - n) / (n - 1)'
- ③ **CR (Consistency Ratio):** 'CI / RI' (RI는 n 값에 따른 무작위 지수)
- ④ **기준:** CR < 0.1 → 수용 가능한 일관성

본 분석에서는 CR 값이 0.0074로 일반적으로 허용되는 기준인 0.1 미만을 만족하여 비교 판단의 신뢰도가 충분함을 검증하였다. 이를 바탕으로 각 지표의 최종 AHP 가중치를 산출하였다.



AHP 가중치:

- 1. 고령비율(%): 0.1633
- 2. 불법소각\_발생(횟수): 0.0290
- 3. 도로밀도(km/km2): 0.0290
- 4. 시도\_농가인구(명): 0.1633
- 5. 페비닐\_총합(톤): 0.1633
- 6. 폐농약용기\_총합(개수): 0.1633
- 7. PM2.5: 0.0629
- 8. 농지면적(m2): 0.0629
- 9. 최근접\_집하장거리(m): 0.1633



일관성 지표 λ<sub>max</sub> = 9.0861

CI = 0.0108, CR = 0.0074



일관성 양호 (CR < 0.1)

4. 입지 점수 산출 및 평가



도출된 AHP 가중치는 각 지역의 정규화된 지뫏값과 곱해져, 집하장 설치 필요성에 따른 종합 점수를 산출하는 데 활용되었다. 점수 산출 과정은 다음과 같다:

① 각 지역의 원자료에 대해 MinMax 정규화 수행

- 지표의 방향성을 고려하여 값이 클수록 입지 필요성이 높은 변수는 그대로 정규화
- 값이 작을수록 바람직한 변수는 '1 - 정규화 값'으로 반전 처리
- 이를 통해 모든 지표가 "클수록 설치 필요성이 높은 방향성"을 갖도록 통일

② 정규화된 지뫏값 × AHP 가중치

- 각 지표의 정규화 값에 AHP 가중치를 곱하여 기준별 기여도 계산

③ 기여도 합산 → 최종 AHP 종합 점수 산출

- 이를 통해 지역별 입지 필요성을 나타내는 단일 점수('AHP\_종합\_점수')를 생성

④ 점수 기준 정렬 → 우선순위 도출 및 시각화

- 점수가 높을수록 집하장 설치의 우선순위가 높다고 판단

이 방식은 모든 기준을 하나의 척도로 통합하는 효과가 있으며, 지역 간 객관적인 비교 및 순위 도출을 가능하게 한다. 또한, 정규화 및 방향성 통일을 통해 지표 간 편차 문제를 제거하고, 실질적으로 정책 결정에 적용 가능한 정량적 우선순위 도출 체계를 완성하였다.

법정동명 AHP_종합_점수	
0 충청남도 보령시 웅천읍 관당리	0.585413
1 충청남도 보령시 웅천읍 구룡리	0.583396
2 충청북도 진천군 진천읍 금암리	0.581881
3 충청남도 보령시 주포면 마강리	0.574594
4 충청남도 보령시 웅천읍 두룡리	0.570594
5 충청남도 보령시 주포면 보령리	0.569586
6 충청남도 보령시 주포면 봉당리	0.565897
7 충청남도 보령시 웅천읍 형교리	0.562963
8 경기도 가평군 가평읍 송안리	0.561529
9 경기도 양평군 양평읍 대흥리	0.556470
10 경기도 가평군 상면 봉수리	0.556021
11 경기도 연천군 전곡읍 양원리	0.555324
12 충청남도 보령시 오천면 소상리	0.554259
13 충청남도 보령시 주포면 관산리	0.553556
14 충청남도 보령시 오천면 갈현리	0.553486
15 충청남도 보령시 웅천읍 노천리	0.552964
16 충청남도 공주시 반포면 마암리	0.552050
17 충청북도 진천군 진천읍 연곡리	0.547178
18 경기도 연천군 백학면 백령리	0.545379
19 충청남도 공주시 계룡면 상설리	0.544625
활용성	
본 연구의 분석 결과는 지자체의 실무 정책 수립과 현장 운영에 다양하게 활용될 수 있다. 도출된 종합점수를 바탕으로, 시군은 공동 집하장 설치가 시급한 지역을 정량적으로 식별할 수 있으며, 이를 통해 예산 및 자원 배분의 효율성과 타당성을 높일 수 있다.	
부지 매입 금액 제외 1개소당 설치비는 펜스형 약 250만 원~500만 원 수준, 상부개방식 콘테이너 박스형 약 700만 원으로 추정되며, <sup>3)</sup> 따라서 집하장 설치가 시급한 지역을 정량적 기준에 따라 공정하게 선정하고, 우선순위에 기반한 설치를 단계적으로 추진할 경우, 한정된 재정 내에서도 더 전략적이고 형평성 있는 예산 집행이 가능하다. 이는 단순히 설치 개수를 늘리는 데 집중하기보다는, 불법소각 빈도, 폐기물 발생량, 접근성 등 객관적 지표를 반영하여 설치 필요성이 높은 지역부터 순차적으로 구축함으로써, 수거보상금 지급 등 주민 인센티브 확대에 예산을 집중할 수 있는 여지를 확보할 수 있다는 점에서 정책 효율성과 효과성의 균형을 동시에 달성할 수 있는 방안이라 할 수 있다.	
한편, 본 분석 결과는 지자체의 수거 인프라 운영 및 실무 계획 수립 과정에서도 활용 가능하다.	

<p>분석 과정에서는 단순 민원 수렴이나 현장 점검에 의존했던 기존 방식과 달리,<sup>4)</sup> 도로 접근성, 농가 수, 농지 면적 등 폐기물 발생 및 이동 관련 요소를 계량화하여 설치 수요가 높은 지역을 체계적으로 도출하였다. 이를 통해 지자체는 수거 권역 재설계, 신규 집하장 후보지 선정, 기존 시설 재배치 검토 등의 운영 계획을 정량적 우선순위 기반으로 수립할 수 있으며, 그 과정에서 정책의 일관성, 공정성, 예산 효율성을 동시에 확보할 수 있다.</p>
<p>대기환경 관리 측면에서도 활용도가 높다. 영농 잔재물 불법소각을 근절한 지역에서 초미세먼지 농도가 전년 대비 약 41.2% 감소하였으며, 생물성 연소의 기여도 역시 18%에서 6%로 감소한 바 있다(국립환경과학원, 2022).<sup>5)</sup> 이러한 결과는 불법소각이 초미세먼지 농도에 실질적인 영향을 미친다는 점을 시사하며, 본 분석에서 고위험 지역으로 분류된 법정동에 집하장을 우선 설치할 경우, 미세먼지 계절 관리제 및 지역 대기환경 개선 전략과의 연계 실행이 가능하다. 또한, 설치 이후 해당 지역의 대기질 변화를 지속적으로 모니터링함으로써 정책 효과를 실증적으로 입증할 수 있다.</p>
<p>마지막으로, 주민 편익 증진 측면에서도 실질적인 개선 효과를 기대할 수 있다. 공동 집하장이 마을 인근에 설치되면, 농민들은 폐비닐 및 농약 용기 등을 손쉽게 배출할 수 있다. 이는 농촌 환경미관 개선과 주민 만족도 향상으로 이어지며, 지속 가능한 농촌 폐기물 관리 체계로의 전환을 유도할 수 있다.</p>
<p><b>정책 활용</b></p> <p>본 분석은 국가 및 지자체의 폐기물 관리 정책, 대기환경 개선 전략, 행정계획 수립 등 다양한 정책 분야에 실질적으로 기여할 수 있다.</p> <p>첫째, 현행 법률 및 제도의 이행 강화 측면에서 활용 가능하다. 「폐기물관리법」은 지자체로 하여금 생활폐기물에 해당하는 영농폐기물의 수거 및 처리를 의무화하고 있다.<sup>6)</sup> 본 연구는 집하장 설치 시 급한 지역을 정량적으로 제시함으로써, 지자체가 법적 의무를 보다 효율적으로 이행할 수 있도록 돕는다. 또한 「대기환경보전법」 및 미세먼지 특별대책<sup>7)</sup>과 연계하여, 농촌지역의 불법 소각으로 인한 미세먼지 발생원을 사전에 차단하고, 법정 대기질 목표를 달성하는 데 기여할 수 있다.</p> <p>둘째, 지역 조례 제정 및 행정계획 수립 시 참고 자료로 활용될 수 있다. 최근 여러 지자체에서는 ‘영농폐기물 수거 지원 조례’를 통해 수거보상금 지급, 공동집하장 설치·운영 등을 규정하고 있다. 본 분석은 “어느 지역에 우선적으로 집하장을 확충할 것인가”에 대한 과학적 기준을 제공함으로써, 해당 조례의 실행력과 타당성을 높일 수 있다. 예컨대 조례에서 요구하는 실태조사 및 수거계획 수립 시, 본 연구 결과를 기반으로 지역별 우선순위를 반영할 수 있다.</p> <p>셋째, 국가 재정지원사업의 심사기준 마련에 활용 가능하다. 환경부는 2014년부터 마을 단위 공동 집하장 확충사업을 추진하고 있으며, 2026년까지 전국 13,000곳 설치를 목표로 하고 있다.<sup>8)</sup> 그러나 지금까지는 지자체 수요 조사나 신청서 기반의 정성적 방식에 의존해 왔다. 본 분석은 데이터 기반의 입지 필요성 평가모형을 통해, 향후 해당 지원사업의 심사 기준을 정량화하고, 미세먼지 저감 효과가 큰 지역에 예산을 우선 투입함으로써 정책 효율성을 제고할 수 있다.</p>

<p>마지막으로, 신규 정책 수단의 설계 및 광역계획 수립에도 응용할 수 있다. 다수 지자체에 걸쳐 유사한 조건을 가진 지역이 존재할 경우, 본 분석 결과를 기반으로 광역 단위 영농폐기물 처리 계획을 수립하거나, 공동 집하장을 광역시설로 전환하는 등의 자원 공유형 협력 정책 설계가 가능하다. 이는 행정 경계를 넘어선 환경정책 추진에 실질적 근거를 제공한다.</p>
<p>이처럼 본 분석은 현행 법령과 지역 조례의 실행을 뒷받침하고, 국가사업의 타당성 판단 기준으로 기능하며, 나아가 정책 수립 및 실행 전 과정에서 활용될 수 있는 정량적 정책 지원 도구로서의 의미를 가진다. 특히 농촌지역의 폐기물 관리 체계 개선과 대기환경 개선이라는 두 가지 핵심 목표를 동시에 충족시킬 수 있는 정책 기반 분석 사례로 활용될 수 있다.</p>
<p><b>기대효과</b></p> <p><b>1. 미세먼지 저감 효과</b></p> <p>농촌 지역에서의 불법소각은 초미세먼지(PM2.5) 발생의 주요 원인 중 하나이다. 실제로 전북 지역에서는 농업 부산물 불법소각이 초미세먼지 배출량의 약 24%를 차지하고 있으며, 해당 지역에서 불법소각 단속을 강화한 결과 초미세먼지 농도가 전년 대비 41.2% 감소하는 효과가 나타났다.<sup>9)</sup> 또한 2018년 전북 지역의 생물성 연소로 인한 연간 초미세먼지 배출량은 약 974톤으로 추정되며<sup>10)</sup>, 불법소각을 근절할 경우 이만큼의 대기오염 저감이 가능하다는 실증적 근거이다.</p>
<p><b>2. 주민 건강 개선</b></p> <p>초미세먼지 농도 저하는 주민들의 호흡기 건강 향상으로 이어진다. 부산시 연구 결과에 따르면 PM2.5 농도를 WHO 가이드라인 수준으로 낮출 경우 호흡기 질환으로 인한 조기 사망자가 약 2.2% 감소하는 것으로 나타났다.<sup>11)</sup> 불법소각 과정에서 배출되는 미세먼지와 유해물질(VOCs, 중금속 등)은 적정시설 소각 대비 최대 180배까지 높을 수 있어<sup>12)</sup>, 기관지염, 천식, 알레르기 비염 등 호흡기 질환의 주요 원인이 된다. 실제 국내 알레르기 비염 환자는 20년간 18배 증가했으며, 그 원인으로 초미세먼지 등 대기오염이 지목되고 있다.<sup>13)</sup> 불법소각 저감은 주민 건강 보호에 있어 핵심 전략이 될 수 있다.</p>
<p><b>3. 경제적 효과 (산불 예방 및 소방력 절감)</b></p> <p>농촌지역의 불법소각은 종종 대형 산불로 이어지며 막대한 피해를 초래한다. 국내 산불의 약 24%는 쓰레기소각이나 논밭두렁 소각이 원인으로 확인되었다.<sup>14)</sup> 또한 불법소각으로 인한 화재 오인 출동 사례도 많다. 최근 3년간 특정 지역에서만 1,195건의 오인 출동이 발생하며 인력 및 예산 낭비를 초래했다.<sup>15)</sup> 불법소각을 줄이면 이러한 직접적 비용을 효과적으로 줄일 수 있다.</p>
<p><b>4. 경제적 효과 (자원 회수 및 농가 보상)</b></p> <p>영농폐기물 중 폐비닐은 소각되지 않고 회수되면 재활용을 통해 경제적 가치를 창출할 수 있다. 환경부는 2024년 한 해 동안 영농폐비닐 13만 2천 톤을 재활용해 약 89억 원의 수익을 올렸으며<sup>16)</sup>, 재생원료 판매단가는 kg당 150원에서 250원으로 상승한 바 있다. 또한 폐기물을 수거하는 농가에는 kg당 80~160원의 수거보상금이 지급되어<sup>17)</sup>, 자발적인 참여를 유도하고 농가 소득 보전에도 기여한다.</p>

- 1) Malinowski, M., Guzek, S., Petryk, A., & Tomaszek, K. (2021). A GIS and AHP-based approach to determine potential locations of municipal solid waste collection points in rural areas. *Journal of Water and Land Development*, 57(X-XII), 94-101. <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.139019>
- 2) 연합뉴스. "영농 폐비닐 공동집하장 설치사업, 토지 사용 가능 여부 판단.", <https://www.yna.co.kr/view/RPR20210804005200353>
- 3) 정읍시청. (n.d.). *사업비 : ※실제용역비 5,000만원* 정읍시청 공지사항. [https://www.jeongeup.go.kr/board/view.jeongeup?boardId=BBS\\_0000012&orderBy=REGISTER\\_DATE%20DESC&paging=ok&startPage=658&dataSid=1331294](https://www.jeongeup.go.kr/board/view.jeongeup?boardId=BBS_0000012&orderBy=REGISTER_DATE%20DESC&paging=ok&startPage=658&dataSid=1331294)
- 4) 연합뉴스. "영농 폐비닐 공동집하장 설치사업, 토지 사용 가능 여부 판단.", <https://www.yna.co.kr/view/RPR20210804005200353>
- 5) 국립환경과학원. (2022.11.28). 전북권 영농 불법소각 근절로 초미세먼지 저감 효과 크다 - 국립환경과학원 전북권 대기환경연구소, 초미세먼지 저감 정책 분석 - 환경부 보도자료. <https://www.koera.kr>
- 6) 국가법령정보센터. 「폐기물관리법」 제14조 <https://www.law.go.kr/LSLawLinkInfo.do?lsJoLnkSeq=1002421738&chrClsCd=010202>
- 7) 「대기환경보전법」 및 미세먼지 특별대책 국가법령정보센터, 「대기환경보전법」 <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EB%8C%80%EA%B8%B0%ED%99%98%EA%B2%BD%EB%B3%B4%EC%A0%84%EB%B2%95>
- 8) 환경부. (2022). *민관 합동으로 영농폐기물 집중 수거한다* [보도자료]. 자원순환국 생활폐기물과. <https://www.jeongeup.go.kr/board/view.jeongeup?dataSid=1331294>
- 9) 오마이뉴스, 김병기. "불법소각 줄이자 전북 초미세먼지 농도 41.2% 감소", [https://www.ohmynews.com/NWS\\_Web/View/at\\_pg.aspx?CNTN\\_CD=A0002884186](https://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002884186)
- 10) 한국환경정책평가연구원. 김가형. "2018년 PM2.5 배출량 통계 보고서", <https://www.jekosae.or.kr/xml/33338/33338.pdf>
- 11) 한국경제. "미세먼지 10㎍ 줄이면 조기 사망률 2.2% 감소", <https://www.hankyung.com/article/202304171776Y>
- 12) 국가환경정보포털. "불법소각 미세먼지 발생량 비교", [https://www.gir.go.kr/home/board/read.do?sessionId=LboVrE3vlZn6XnvwauqgLFYaZ9TNoLkmGYM1UP0ZlvZZOK1mtE1aEOrlvzXmawO.oq\\_was2\\_servlet\\_engine1?pagerOffset=140&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10&boardMasterId=4&boardId=15](https://www.gir.go.kr/home/board/read.do?sessionId=LboVrE3vlZn6XnvwauqgLFYaZ9TNoLkmGYM1UP0ZlvZZOK1mtE1aEOrlvzXmawO.oq_was2_servlet_engine1?pagerOffset=140&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10&boardMasterId=4&boardId=15)
- 13) 동아사이언스. 유상철. "알레르기 비염 환자 20년간 18배 급증...원인은?", <https://m.dongascience.com/news.php?idx=60145>
- 14) 연합뉴스. "산불 원인 중 12%는 쓰레기·논밭 소각", <https://www.yna.co.kr/view/AKR20250327015100053>
- 15) 무등일보. "쓰레기 소각 오인 출동, 3년간 1,195건 발생", <https://www.domin.co.kr/news/articleView.html?idxno=903419>
- 16) 에코미디어. 김한결. "2024년 영농폐비닐 재활용 수익 약 89억", <https://m.ecomedia.co.kr/news/newsview.php?ncode=1065574432486933>
- 17) 물환경신문. 워터저널. "동민 영농폐기물 수거보상금 지급 확대", <https://www.waterjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=71819>