

# 기초지자체 온실가스 배출유형별 탄소중립 기본계획 고도화 방안

이상신·이상기



## 주요 연구내용 및 정책제안

### 주요 연구내용

- ❶ 탄소중립 기본법에 근거하여 지자체 탄소중립 기본수립이 의무화 되고, 기초지자체 탄소중립 기본계획이 수립 중에 있으나, 환경부 가이드라인에 따라 지자체 관리권한에 한정하여 계획 수립이 진행되는 등 지역의 실질적 탄소중립 실현을 위해 기본계획 수립의 고도화 필요성이 제기됨
- ❷ 탄소중립 경제특별도를 선포한 충청남도는 국가관리권한이 90.8%에 달하는 온실가스 배출특성상 지자체 관리권한만으로 충청남도의 목표인 2045 탄소중립 실현의 불확실성으로 국가관리권한에 대한 고려가 필요함
- ❸ 탄소중립 국내의 동향과 탄소중립 기본계획 수립 조사를 통해 ① 탄소중립을 위한 당사자의 직접역할 강화, ② 국가계획의 지역화의 어려움 존재, ③ 지자체 탄소중립 기본계획 수립시 국가관리권한 포함여부에 대한 이슈와 ④ 온실가스 배출전망 개선 등 시사점 도출
- ❹ 충남지역 온실가스 특성분석결과 90.8%(태안 98.2%, 당진 97.5%, 보령 97.1%, 서산 93.2%)의 높은 국가관리권한 배출비율로 지역 탄소중립 기본계획 수립과 이행시 고려가 필요하며, 이를 위해 기초지자체 온실가스 배출특성을 군집분석을 통해 유형화하고 지자체 유형별 감축방향 설정과 탄소중립 기본계획 고도화 방안을 제안함
- ❺ 감축부문별 유형으로 환경부 가이드라인을 참고하여 지자체 유형을 분류하고 유형별 감축전략 및 우선검토 감축사업 유형을 제안함
- ❻ 지자체 탄소중립 기본계획 고도화 방안으로 ① 탄소중립 기본계획내 국가관리권한 활용 방안마련, ② 온실가스 배출전망 방법론 고도화 제안, ③ 정의로운 전환특구 검토를 실시함
- ❼ 탄소중립 기본계획내 국가관리권한 활용 방안으로 배출 부문에 따른 지자체 유형분류(4개)와 국가관리권한 비율에 따른 군집분석결과(3개 군집)를 활용하여 배출유형을 13개(범용유형 포함)로 구분할 수 있도록 체계를 구축하였으며, 충청남도 15개 시군이 포함되는 5개 유형에 대한 장단점과 강화/극복 전략을 제시함
- ❽ 각 유형별 적용 가능한 온실가스 감축옵션을 조사하고 감축옵션별 적용 가능한 유형

에 대해 제안하여 지자체 탄소중립 기본계획 수립시 활용 가능하도록하고, 종합적으로 탄소중립 기본계획내 국가관리권한 활용방안 절차를 제시함

- ❶ 광역 지자체 탄소중립 기본계획 수립결과를 참고하여 온실가스 배출전망 방법론을 분석하여 개선방안을 제시하여 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립시 참고할 수 있도록 함
- ❷ 충청남도 탄소중립에 있어 이슈사항인 정의로운 전환특구를 검토하고 충청남도 정의로운전환 관련 추진 계획과 조례를 바탕으로 정의로운전환 특별지구 지정을 위한 추진과제를 제안하여 충남도내 시군에서 추진시 탄소중립 기본계획 수립과 추진에 활용할 수 있도록 함

### 정책 제안

- ❶ 본 연구 결과 고도화 방안 적용 검토 : 충청남도 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립시 ① 본 연구에서 제안한 군집과 유형에 따라 감축옵션 적용, ② 온실가스 배출전망시 개선방안 검토, ③ 정의로운 전환특구 추진 검토 등을 통해 계획 수립 고도화 모색
- ❷ COP29 탄소시장 활성화 적극 활용 : COP29 결과에 따라 국제 탄소시장 활성화와 탄소제거기술의 시장주도 기대에 따라 ① 충청남도에 탄소관리 전문기업 유치·육성, ① 바이오차 등 관련 사업확대 검토, ① 충남의 메탄감축 관련 기술 적용 정책 지속, ① 기후테크 활용 검토
- ❸ 국가 온실가스 관리 지역의건 제안 창구 마련 : 국가주도의 국가 관리권한 온실가스 관리를 ① 지역이 적극적으로 참여할 수 있는 지역 협의체 구성·운영 제안, 수계관리위원회(물이용분담금)과 유사하도록 지역내 국가관리권한 배출량에 따라 지자체 역할을 부여하여 지역 배출량에 대한 지역의 적극적 역할 기대와 더불어 지역 협의체를 통해 지역간 탄소배출량 스왑을 적극 검토
- ❹ 물관리 분야 관심 증대
  - 물은 콘크리트, 수소생산, DAC(direct Air Capture) 등 탄소중립 전략 핵심분야로 필수적인 원료 및 생산과정 매개체 역할을 수행하고 있으며, 물 관련 탄소배출권이 잠재량이 연간 1,651백만톤에 달해 지역내 수원의 탄소배출권 연계 적극 검토

## 목 차

제1장 서론	1
제1절 연구배경 및 목적	3
1. 연구 배경과 필요성	3
2. 연구목적	5
3. 선행연구와의 차별성	5
제2절 연구의 범위 및 방법	7
1. 연구의 범위	7
2. 연구의 방법	8
제2장 탄소중립 국내외 동향	11
제1절 탄소중립 국제 동향 및 시사점	13
1. 주요 국가 기후변화 대응 동향	13
2. 시사점	14
제2절 국내 탄소중립 정책대응	17
1. 기후변화 대응 관련 계획 수립 경과	17
2. 국가 탄소중립 전략	18
3. 시사점	20
제3절 탄소중립 기본계획 수립사례	21
1. 충청남도	21
2. 강원도	23
3. 광주광역시	24
4. 경기도	26
5. 충청북도	27
6. 시사점	29
제3장 충남지역 온실가스 특성분석	31
제1절 온실가스 배출현황 분석 및 유형화	33

1. 충청남도 지역현황 분석	33
2. 충청남도 내 기초지자체 온실가스 배출현황 분석	49
제3절 온실가스 배출특성 유형화	41
1. 충청남도 온실가스 배출특성 분석	41
2. 충청남도 기초지자체 온실가스 배출특성	45
3. 기초지자체 온실가스 배출특성 유형화	57
제4장 탄소중립 기본계획 고도화 방안	73
제1절 지자체 유형별 감축방향 설정	75
1. 감축부문별 유형에 따른 감축사업 선정	75
2. 국가관리권한 유형에 따른 감축사업 설정	77
제2절 지자체 탄소중립 기본계획 고도화 방안	86
1. 탄소중립 기본계획내 국가관리권한 활용방안	86
2. 온실가스 배출전망 방법론 고도화 방안	88
3. 정의로운 전환특구 검토	96
제5장 시범지역 적용	105
제1절 시범지역 선정	107
제2절 시범지역(당진시) 기본계획 수립현황	109
제3절 시범지역 기본계획 수정	125
1. 배출전망 및 감축로드맵 조정	125
2. 국가관리권한 온실가스 배출량 반영	127
제6장 결론 및 정책제언	129
제1절 결론	131
제2절 정책제언	132
참고문헌	135
[부록] 지자체 온실가스 감축원단위(2024.9. 기준)	139

## 표 목차

〈표 2-1〉 기후변화 대응 관련 기본계획 비교 .....	19
〈표 2-2〉 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상황안(단위: 백만톤CO <sub>2</sub> eq.) .....	20
〈표 2-3〉 충청북도 감축목표(단위: 천톤CO <sub>2</sub> eq) .....	29
〈표 3-1〉 충청남도의 지리적 위치 .....	34
〈표 3-2〉 충청남도 행정구역 현황(2020년 기준) .....	34
〈표 3-3〉 충청남도 행정구역 현황(2008년~2023년) .....	35
〈표 3-4〉 충청남도 행정구역별 인구현황(2023년 12월 기준) .....	36
〈표 3-5〉 충청남도 행정구역별 연령별 인구현황(2023년 12월 기준) .....	37
〈표 3-6〉 충청남도 내 기초지자체별 온실가스 배출량(직접 및 간접; 천톤CO <sub>2</sub> eq.) .....	40
〈표 3-7〉 충청남도 내 기초지자체 직접 순배출량 및 간접배출량 구성비(%) .....	42
〈표 3-8〉 2018년 충청남도 온실가스 인벤토리 .....	43
〈표 3-9〉 2018년 충청남도 내 기초지자체 온실가스 인벤토리 .....	46
〈표 3-10〉 지자체 관리권한 인벤토리 부문별 연계표 .....	59
〈표 3-11〉 국가 및 지자체 관리권한 구성비 산정 결과 .....	60
〈표 3-12〉 군집분석 결과(음영: 충청남도) .....	69
〈표 3-13〉 환경부(2024) 가이드라인상의 기초지자체 온실가스 배출유형 분류표 .....	70
〈표 3-14〉 충청남도 내 기초지자체 배출특성 세부 유형화 .....	71
〈표 4-1〉 지자체 유형 분석시 고려사항 .....	75
〈표 4-2〉 지자체 유형분류와 감축전략 .....	76
〈표 4-3〉 지자체 유형별 우선검토 대상 감축사업유형 .....	76
〈표 4-4〉 배출유형별 전략 .....	80
〈표 4-5〉 감축 목표 설정 방법 .....	88
〈표 4-6〉 광역(시도) 지자체별 적용된 온실가스 전망 방법론 및 특징 .....	90
〈표 4-7〉 회귀분석을 적용한 배출량 전망시 주로 적용된 부문별 독립변수 .....	91
〈표 4-8〉 해외 탄소중립 전환 취약지역의 지원사례 종합 .....	101
〈표 5-1〉 당진시 2045 탄소중립 녹색성장 기본계획 세부(정량)사업 총괄 .....	113
〈표 5-2〉 당진시 관리권한 온실가스 배출량(단위 : 천톤CO <sub>2</sub> eq.) .....	117
〈표 5-3〉 온실가스 감축사업 총괄표(tCO <sub>2</sub> eq.) .....	118

〈표 5-4〉 추진사항 점검 기준 및 평가방법 .....	123
〈표 5-5〉 재정 투자 계획안(십억원) .....	124

## 그림 목차

[그림 1-1] 지자체 온실가스 배출량과 국가관리권한 비율	4
[그림 1-2] 연구의 목적	5
[그림 1-3] 연구 수행절차	9
[그림 2-1] 탄소중립 개념	15
[그림 2-2] 우리나라 온실가스 배출량 변화와 기후변화 대응 정책 발자취	18
[그림 2-3] 충청남도 2045 탄소중립 비전 및 추진전략	21
[그림 2-4] 충청남도 탄소중립 실현 온실가스 감축시나리오	22
[그림 2-5] 강원특별자치도 2040 탄소중립 비전 및 추진전략	23
[그림 2-6] 광주광역시 2045 탄소중립 비전 및 추진전략	25
[그림 2-7] 광주광역시 2045 탄소중립 비전 및 추진전략	26
[그림 2-8] 충청북도 탄소중립 비전 및 추진전략	28
[그림 3-1] 충청남도 행정구역도(자료: 충청남도 누리집)	33
[그림 3-2] 충청남도 행정구역별 노령화지수(2023년 12월 기준)	38
[그림 3-3] 충청남도 내 기초지자체별 온실가스 배출량	39
[그림 3-4] 2018년 충청남도 온실가스 직접 순배출량 및 간접배출량(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	42
[그림 3-5] 2018년 충청남도 내 기초지자체 온실가스 배출량 구성비(%)	45
[그림 3-6A] 2018년 천안시 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	49
[그림 3-6B] 2018년 공주시 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	49
[그림 3-6C] 2018년 보령시 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	50
[그림 3-6D] 2018년 아산시 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	50
[그림 3-6E] 2018년 서산시 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	51
[그림 3-6F] 2018년 논산시 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	51
[그림 3-6G] 2018년 계룡시 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	52
[그림 3-6H] 2018년 당진시 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	52
[그림 3-6I] 2018년 금산군 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	53
[그림 3-6J] 2018년 부여군 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	53
[그림 3-6K] 2018년 서천군 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	54
[그림 3-6L] 2018년 청양군 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	54
[그림 3-6M] 2018년 홍성군 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	55

[그림 3-6N] 2018년 예산군 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	55
[그림 3-6O] 2018년 태안군 온실가스 인벤토리(천톤CO <sub>2</sub> eq.; %)	56
[그림 3-7] 지자체 관리권한 구성비(%) 히스토그램	66
[그림 3-8] 지자체 관리권한이 10% 미만인 기초지자체 분포	67
[그림 3-9] 관리권한 구성비 기준 군집화 결과(Dendrogram, k=3)	68
[그림 4-1] 기본계획 가이드라인(지자체관리권한 부분)	77
[그림 4-2] 국가관리권한 포함 기본계획 수립절차	78
[그림 4-3] 충청남도 온실가스 배출유형별 기초지자체 유형	79
[그림 4-4] 탄소중립 기본계획내 국가관리권한 활용방안 모식도	86
[그림 4-5] 온실가스 배출량 전망 방법론	89
[그림 4-6] OO 1차 기본계획 부문별 전망방법에 따른 오차율표	92
[그림 4-7] 온실가스 배출량 기초자료 조사표 부문별 개요	93
[그림 4-8] 시계열분석의 밀도함수(파란색: 오차범위)와 평균값(빨간색: 예측값)	94
[그림 4-9] 제주특별자치도 GIR 총배출량	94
[그림 4-10] 정의로운 전환 및 산업·노동전환 지원 관련 거버넌스 현황	98
[그림 4-11] 정의로운 전환 및 산업·노동전환 지원 관련 인프라 현황	98
[그림 4-12] 스코틀랜드(좌) 및 UNFCCC(우)가 제시한 정의로운 전환 프레임워크	103
[그림 4-13] 탄소중립 전환 취약성의 개념	103
[그림 5-1] 탄소중립 기본계획 확정기한	107
[그림 5-2] 연구 내용 요약	111
[그림 5-3] 당진시 2045 탄소중립 녹색성장 기본계획의 비전, 목표 및 추진전략	112
[그림 5-4] 당진시 탄소중립 달성 목표 및 핵심 세부계획	113
[그림 5-5] 당진시 온실가스 배출전망(천톤CO <sub>2</sub> eq.)	117
[그림 5-6] 당진시 단·중·장기 감축 로드맵	118
[그림 5-7] 당진시 탄소중립녹색성장 이행협의회 구성안	122
[그림 5-8] 탄소중립기본법상의 기초지자체 추진상황 점검 체계도	122
[그림 5-9] 기본계획 배출전망과 감축로드맵(안)	126
[그림 5-10] 국가 2030기본계획 배출전망과 감축로드맵(안)	127

# 제1장

## 서론

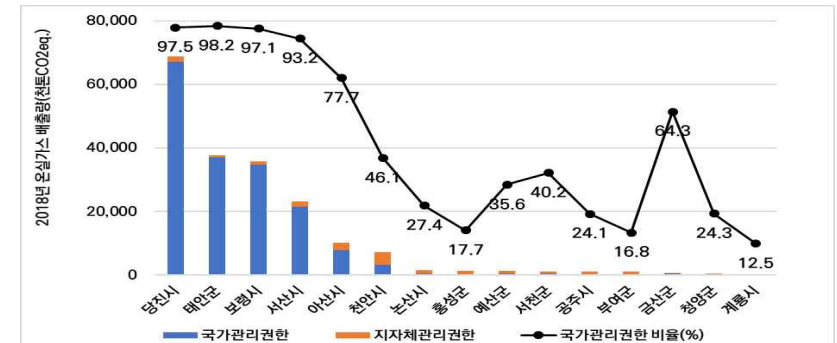
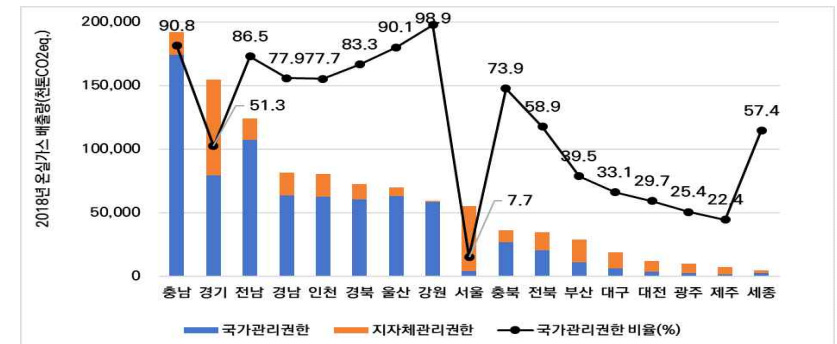
## 제1절 연구배경 및 목적

## 1. 연구 배경과 필요성

- 전지구적 기후위기 심화로 기후위기 대응을 위한 국내외 탄소중립 달성 요구가 지속적으로 증가하고 있음
  - 전지구적으로 기후변화로 인한 이상기상현상 발생, 극한기상현상 강도와 빈도 증가 등으로 사회전반의 기후리스크가 증가함
  - 2015년 파리협정 이행과 전 지구온도 상승 1.5℃ 증가 억제에 위해 협정 당사국 대상으로 각국이 결정하는 감축기여분(NDC, Nationally Determined Contributions) 역할이 필요함
  - 우리나라도 국가 온실가스 감축목표(2030년 2018년 대비 40% 감축)를 설정하고 NDC를 제출하였으며, 2050탄소중립 선언과 탄소중립기본법(기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법)을 시행함
- 탄소중립 기본법 근거한 탄소중립 녹색성장 기본계획(이하 탄소중립 기본계획) 수립이 의무화 되어 2024년 4월 광역지자체 탄소중립 기본계획이 확정되었고, 현재 기초지자체 탄소중립 기본계획이 수립 중에 있음
- 지역 탄소중립 기본계획내 지자체관리권한 온실가스(이하 지자체관리권한)에 한정하여 대부분의 지자체가 기본계획을 수립하여 지역내 탄소중립 실효성 검토가 필요함
  - 탄소중립기본법 근거 국가, 광역, 기초지자체 기본계획 수립 의무화로 국가('23.4), 광역('24.4) 기본계획이 확정되어 기초지자체 계획수립 중임('25. 4 확정필요)
  - 관련 가이드라인(환경부, 2024.9)에 의해 지자체관리권한 온실가스만 고려한 탄소중립 실현 계획 수립이 가능함에 따라 기본계획만으로 지역 탄소중립 담보가 어렵고, 특히 국가관리권한 비율이 높은 지자체의 경우 지역내 탄소중립 실효성에 대하여 추가 검토가 필요함
- 국가탄소중립 실현과 충청남도 탄소중립 경제특별도 기여를 위해 국가관리권한 온실가

스(이하 국가관리권한)가 포함된 지역온실가스 관리전략이 필요함

- 충청남도는 탄소중립 경제 특별도를 선포하며('22. 10) 국내 탄소중립을 선도하는 친환경 경시대 핵심리더 역할을 수행하고 있으며, 충청남도 탄소중립 기본계획을 확정('24. 4)함
- 하지만, 충남 탄소중립 기본계획은 지자체 관리권한에 한정되어 국가관리권한이 90.8%에 달하는 온실가스 배출특성 상 국가관리권한에 대한 고려가 필요함



[그림 1-1] 지자체 온실가스 배출량과 국가관리권한 비율(단위 : 천톤CO2eq.)  
광역지자체(위), 충청남도 기초지자체(아래)

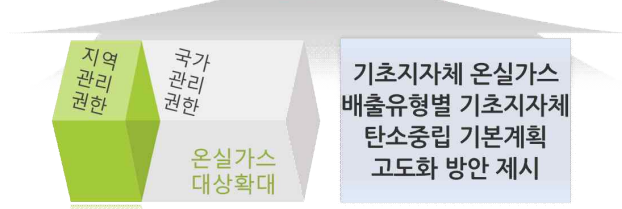
자료: 저자 작성

- 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립시 국가관리권한에 대한 고려와 국내외 여건변화와 지역특성 반영 등 기본계획 수립 고도화에 대한 검토와 전략 수립이 필요함

## 2. 연구목적

- 2050 국가, 2045 충청남도 탄소중립 실현을 기여와 충남 기초 지자체의 실질적 탄소중립달성을 위해 시·군 탄소중립 기본계획 수립시 국가관리권한을 포함하기 위한 탄소중립 수립전략을 제시하고자 함
- 본 연구는 충남지역 시군의 실질적 탄소중립 달성을 위한 기본계획 수립을 위해 온실가스 배출특성별 국가관리권을 포함한 기본계획 수립 방향을 제시하는데 목적이 있음
- 연구목적 달성을 위해 ① 충청남도 시군별 온실가스 특성을 분석하고, ② 충청남도 및 타지자체의 탄소중립 기본계획 수립현황을 분석하여 ③ 국가관리권한을 포함하는 시군 탄소중립 기본계획 수립 전략 등 고도화 방안을 제시하며, ④ 연구결과를 시범지역(당진시)에 적용하여 충남도내 시군의 국가관리권한이 포함된 탄소중립 기본계획 수립을 유도하여 충남도의 실질적 탄소중립 실현에 기여하고자 함

### “2050 국가, 2045 충청남도 탄소중립 달성 기여”



[그림 1-2] 연구의 목적

자료: 저자 작성

## 3. 선행연구와의 차별성

- 선행연구들은 탄소중립 기본계획 수립 관련 연구와 탄소중립 이행·도시 관련 연구로 구분할 수 있음
- 탄소중립 기본계획 수립 관련 연구는 국가와 모든 광역 및 기초지자체 수립 의무에 따라 추진되었으며, 탄소중립 이행/도시 연구는 공모사업이나 자체 연구로 추진됨

- 탄소중립 기본계획 관련 선행연구 : 2050 국가계획과 2045 충청남도 계획 등 국가계획과 광역 및 기초단위계획수립 등
  - 국가 탄소중립 기본계획은 배출원단위 관리체제로 연도별 배출량 목표를 설정하고 관리하여 2050년 탄소중립 목표를 제시하고 있으며, 감축량 외 수소, 흡수원, CCUS, 국제감축 등의 옵션을 제공함
  - 충남을 포함한 광역단위 기본계획은 감축원단위 관리체제로 배출량 전망 대비 감축사업을 통한 배출원 관리를 통한 탄소중립 달성을 제시하고 있으며, 충남의 경우 감축량 외 수소, 흡수원(블루카본 포함) 등의 옵션을 제공함
  - 광역단위 기본계획의 경우 탄소중립 실현목표를 2050년 부터 2045년까지 제시하고 있으며, 대부분 지자체관리권한내 배출 온실가스의 탄소중립을 제시하고 있으나 일부(광주광역시) 지자체의 경우 국가관리권한을 포함하고 있음
  - 기초지자체도 광역지자체와 동일한 감축원단위 관리체제와 지자체 관리권을 기본으로 계획을 수립 중이며, 일부 지자체의 경우 심의나 검토과정을 진행 중임
- 탄소중립 이행/도시 관련 연구 : 지역별 탄소배출 특성분석을 통한 지역 유형화 연구와 탄소중립 도시 구축방향을 제시하는 연구가 포함됨
  - 지역단위 탄소중립 이행전략을 제시한 연구에서는 광역단위 지역의 탄소배출 특성분석과 추진 사례를 유형화하고 탄소배출 특성 유형별 이행수단과의 관계와 이행수단별 원단위를 인벤토리화하여 시범지역(2곳)에 대한 탄소중립 최적비용 시나리오 설정 및 지역단위 탄소중립 이행전략을 제시함
  - 탄소중립 도시관련 연구에서는 우수사례를 통한 탄소중립 도시에 대한 기본방향과 추진 방향을 제시함
- 본 연구는 기존 연구와 비교하여 기초지자체의 실질적 탄소중립 실현을 위해 국가관리권한 온실가스에 대한 탄소중립 기여방향을 설정하고 지역내 국가관리권한 온실가스에 대한 지자체 관리체계방법을 제안하는 차별성이 있음



## 제2절 연구의 범위 및 방법

### 1. 연구의 범위

#### 1) 공간적 범위

- 연구 대상은 충청남도내 15개 시·군에 한정하여 설정하였으나, 지자체 온실가스 배출특성 등 연구내용 중 충청도에서 참고할 수 있는 부분은 전국 지자체를 대상으로 분석함

#### 2) 시간적 범위

- 시간적 범위는 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립을 위한 온실가스 배출량 확보기간(2016년~2020년)과 탄소중립 목표시점(2050년)을 기준으로 수행함
- 충청남도과 충청남도내 대부분 시군의 탄소중립 목표시점을 2045년으로 설정하고 있으나, 국가탄소중립 목표시점의 탄소중립 검토를 위해 2050년까지로 시간적 범위를 설정함

#### 3) 내용적 범위

- 국내외 탄소중립 정책, 온실가스 관리 동향조사 및 탄소중립 기본계획 수립 사례 검토
- 충청남도 온실가스 특성분석
- 온실가스 배출유형화
- 배출유형별 감축옵션 설정 방안 제안 등 탄소중립 기본계획 고도화 방안 마련
- 시범지역 탄소중립 기본계획 적용

### 2. 연구의 방법

#### 1) 선행연구 및 정책사례 조사

- 탄소중립 관련 선행연구, 정책사례를 조사하고 국내 탄소중립 기본계획 사례조사를 통해 지역의 실질적 탄소중립 실현을 위한 온실가스 관리권한에 대한 기본계획 반영에 대해 검토함

#### 2) 온실가스 특성분석 및 유형분류

- 전국 기초지자체 온실가스 배출현황 분석을 위해 온실가스종합정보센터(GIR, Greenhouse Gas Inventory and Research Center) 인벤토리를 기준 충청남도내 기초지자체 온실가스 배출현황을 분석함
- 이를 바탕으로 전국 기초지자체 및 충청남도 기초지자체 온실가스 배출특성을 분석하고 군집분석 및 환경부 분류기준에 따라 배출특성을 유형화 함

#### 3) 국가관리권한 온실가스를 포함한 탄소중립 기본계획 수립 등 고도화 방안 제안

- 충남지역 시·군에 적용 가능한 국가관리권한 온실가스의 탄소중립 기본계획 반영을 위한 방법론을 개발함
- 방법론에 따라 유형별 탄소중립 기본계획 수립을 위한 감축옵션 설정방안 제안
  - 배출특성에 따른 유형에 따라 국가관리권한을 포함하는 기본계획 수립시 활용 가능한 옵션을 제공함
- 고도화 방안을 위해 시민·전문가 의견을 수렴함

#### 4) 시범지역 탄소중립 기본계획 수정계획 제안

- 시범지역(당진시)의 탄소중립 기본계획 수립현황을 분석하고 국가관리권한 온실가스를 포함하는 수정계획(안)을 제안함



[그림 1-3] 연구 수행절차

자료: 저자 작성

## 제2장

탄소중립 국내외 동향

## 제1절 탄소중립 국제 동향 및 시사점

### 1. 주요 국가 기후변화 대응 동향

#### 1) 미국

- 미국 민주당 ‘그린뉴딜 결의안(Alexandria Ocasio-Cortez 2019)’ 제출(정의로운 전환 포함)함
- 미국 민주당 ‘그린뉴딜 결의안(Alexandria Ocasio-Cortez 2019)’ 제출(정의로운 전환 포함)함
- 미국, 지자체 중심의 그린뉴딜 정책 추진 중
- OneNYC 2050(2019.4)
  - 민주주의, 경제, 이웃, 온실가스 감축, 교통, 인프라 등 뉴욕시의 전망과 나아가야 할 방향에 관한 보고서
- LA도시 그린뉴딜 정책(LA's Green New Deal - Sustainable City Plan, 2019.4)

#### 2) EU

- EU Green Deal, 2050 탄소중립 목표 설정함
- ‘EU 2050 저탄소 로드맵’ 발표(2011년)함
  - 온실가스 배출량을 1990년 대비 2050년까지 80%감축을 목표로 함
- ‘기후환경 비상사태’ 선언(2019년) : 2030 감축목표를 1990년 대비 40%에서 55%로 상향 조정함

- ‘EU Green Deal’ 채택(2019년) : 탄소중립 경제로 체제 전환을 선포함

#### 3) 영국

- ‘녹색산업혁명을 위한 10대 중점계획’ 발표(2020)함
  - 2030년까지 1990년 대비 온실가스 68% 감축
  - EU Green deal 정책에 따라, 2050년까지 탄소배출제로화(Net-Zero) 달성
  - 2050년까지 120억 파운드(약 17조) 투자예정(재생에너지, 내연기관엔진 제한, 그린빌딩 등)

#### 4) 독일

- 2050년까지의 장기적 온실가스 감축을 위한 “2050 기후행동계획” 채택(2016.11.)함
- 2016년 파리기후협약 후 ‘기후행동계획 2050’을 수립하여 온실가스 감축을 계획함
  - 단기적으로 2030년까지 1990년 대비 55% 감축, 2050년까지 온실가스 배출 제로화(Net-Zero) 목표

#### 5) 중국

- 최대 탄소배출국
  - 2030년까지 이산화탄소 배출량 2005년 대비 65% 이상 감축
  - 2060년까지 탄소배출 중립(Net-Zero) 달성 목표
  - 재생에너지, 전기차 의무판매제도, 스마트시티 및 그린시티 프로젝트

### 2. 시사점

- 지속적인 기후변화로 인한 국내외 피해 증가
  - 전 세계적으로 극심한 이상기후 현상(폭염, 홍수, 가뭄, 폭설, 한파, 산불 등) 발생
  - 매년 갱신되는 극한 기상현상으로 경제적 피해 및 인명피해 발생 누적

- 지난 10년간 잦은 폭염과 적은 강수량을 기록→증가 중인 극한기후지수
- 2050 탄소중립이 글로벌 新패러다임으로 대두
  - 파리협정(16년 발효), UN 기후정상회의('19.9) 이후 121개 국가가 기후목표 상향동맹에 가입
  - 주요국의 탄소중립 선언 가속화



[그림 2-1] 탄소중립 개념

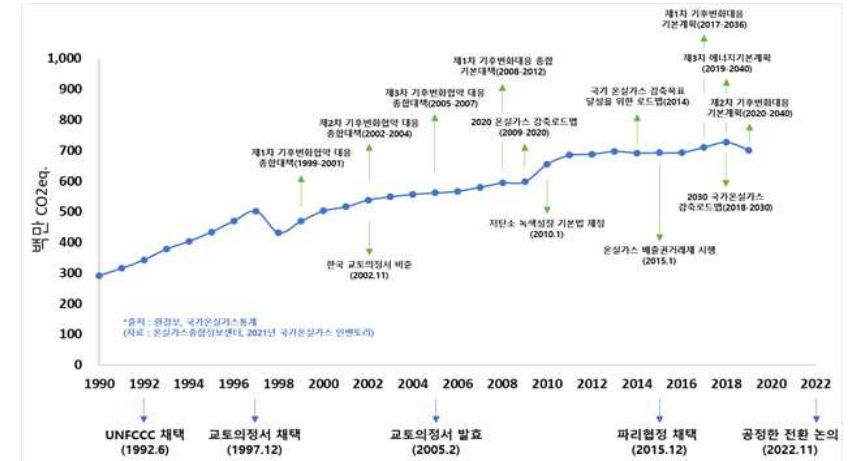
- 글로벌 탄소중립 지향→「新경제질서 형성」+ 「新시장 창출」
  - 기후변화에 적극 대응하기 위해 글로벌 규제 강화 및 경영 활동 변화
  - 자동차 배출규제, 플라스틱세 신설, 탄소세 도입 등 국제적 온실가스 배출규제 강화
  - 글로벌 기업들의 RE100 및 ESG경영 선언 등 국제적 경제질서의 변화
  - 친환경에너지(태양광, 풍력, 수소 및 이차전지 등) 시장 성장 → 주요국은 시장 선점 위해 대규모 그린 투자 확대

- (우리의 現주소) 탄소중립 소요기간 및 산업구조, 에너지믹스 등 감안 시 도전적인 과제임
  - (소요기간) 한국의 온실가스배출량은 '18년을 정점으로 감소추세(코로나 영향으로 판단)였으나, '21년 이후 증가추세
  - (산업구조) 높은 제조업 비중, 탄소 다배출 업종(철강, 석유화학 등)비중은 탄소중립 조기 실현에 제약 요인
  - (에너지 믹스) 주요국(미국 24%, 일본 32%, 독일 30%, 영국 2%, 프랑스 1%) 대비 높은 석탄발전 비중(40.4%, '19)
- 2030 국가 온실가스 감축 목표(NDC; Nationally Determined Contributions) 설정함
  - 2050년 탄소중립 달성을 위한 중간 목표로 우리나라는 '30년까지 2018년 배출량 대비 40% 감축을 목표
  - 부문별 세부 감축목표(전환: 119.7백만톤, 산업: 37.9백만톤, 수송: 37.1백만톤)를 위한 감축방법 설정(전환: 탈석탄·신재생에너지·에너지믹스, 산업: 저탄소·효율개선·원료전환, 수송: 친환경차보급·효율개선·수요관리 등)
- 2050 대한민국 탄소중립 시나리오 마련함
  - 2050 탄소중립 선언 및 후속 대응으로 "2050 탄소중립 시나리오 수립" 추진
  - "기후 위기로부터 안전하고 지속가능한 탄소중립 사회"의 비전 달성을 위한 5가지 원칙 (책임, 포용, 공정, 합리, 혁신) 수립

## 제2절 국내 탄소중립 정책대응

### 1. 기후변화 대응 관련 계획 수립 경과

- 기후변화 대응 온실가스 감축 관련 국제적 노력에 적극적으로 참여함
  - 1993년 기후변화협약의 당사국으로 가입
  - 1999년 『제1차 기후변화협약 대응 종합대책』 수립(2차(2002년), 3차(2005년))
  - 2008년 『제1차 기후변화대응 종합 기본대책』 수립
  - 2009년 『2020 온실가스 감축 로드맵』 발표
  - 2010년 『저탄소 녹색성장 기본법』 제정
  - 2010년 『국가 기후변화 적응대책』(‘11~’15) 수립(10.10)
  - 2014년 『국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵 발표』
  - 2015년 온실가스 배출권거래제 시행
  - 2015년 『제2차 국가 기후변화 적응대책』(‘16~’20)』(15.12) 수립
  - 2016년 『제1차 기후변화대응 기본계획』(16.12) 수립
  - 2017년 『2030 국가온실가스 감축 로드맵』 발표
  - 2017년 『제1차 기후변화대응 종합 기본계획』 수립(2차(2019년))
  - 2019년 『제3차 에너지기본계획 수립』
  - 2019년 『제2차 기후변화대응 기본계획』(19.10) 수립
  - 2020년 『제3차 국가 기후변화 적응대책』(21~’25)』(20.12) 수립
  - 2023년 『제3차 국가 기후위기 적응대책』(23~’25)』(23.06) 수립



[그림 2-2] 우리나라 온실가스 배출량 변화와 기후변화 대응 정책 발자취

### 2. 국가 탄소중립 전략

- 국제협약에 대응을 위해 우리나라의 대응 전략
  - 파리협정(COP21, 2015년)의 신기후체제에 합의한 이후 온실가스 감축을 국가 주요 정책목표로 설정
  - 2016년 국회 비준동의안 가결을 통해 국제기후변화협약의 당사국 지위 획득
  - 우리나라의 기후변화 대응 5대 정책: 배출권거래제 기본계획, 기후변화 적응대책, 기후변화대응 기본계획, 에너지 기본계획, 녹색성장 5개년 계획

〈표 2-1〉 기후변화 대응 관련 기본계획 비교

	배출권거래제 기본계획	기후변화 적응 대책	기후변화대응 기본계획	에너지 기본계획	녹색성장 5개년 계획
현행	1차 (2015~2024)	2차 (2016~2020)	2차 (2020~2040)	3차 (2019~2040)	3차 (2019~2023)
근거 법령	온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 제4조	저탄소녹색 성장기본법 제48조	저탄소녹색 성장기본법 제40조	저탄소녹색 성장기본법 제41조	저탄소녹색 성장기본법 제9조
계획 기간	매 5년마다 10년 계획	5년 단위 수립	매 5년마다 20년 계획	매 5년마다 20년 계획	5년 단위 수립
주체	기획재정부	환경부	국무조정실 환경부	산업통상자원부	국무조정실

자료 : 국회예산정책처

- 온실가스 감축목표 수립함

- 2009년 (우리나라 국내 최초로)『2020년 국가 중장기 온실가스 감축 목표』수립
- 2015년 (파리협정 대응) 2030년까지 BAU(Business As Usual; 미대응시) 대비 37% 감축 목표 수립
- 2018년 국내 감축규모 확대(25.7%→32.5%) 및 해외 감축규모 축소(11.3% →4.5%)
- 2019년 기존 계획의 BAU 대비 감축목표를 2017년 배출량을 기준으로 변경

- 한국판 뉴딜

- 저성장·양극화 심화에 대응하고 COVID-19에 따른 경기 침체 극복 및 구조적 대전환을 위해 『한국판 뉴딜(2020)』 추진: 친환경 에너지 인프라 구축, 에너지 절약과 환경 개선, 신재생에너지 확산 기반 조성, 친환경산업 경쟁력 강화

- 2050 탄소중립 시나리오

- 2020년 『2050 탄소중립』을 선언
- 2021년 탄소중립 미래상과 부문별 전환 내용을 전망한 탄소중립 시나리오 발표: 1안: 2050년에도 석탄화력발전소 7기 잔존, 2안: 석탄화력발전소 완전 폐지 및 LNG발전으로 전환, 3안: 화석연료발전 전면 중단 및 친환경에너지로(그린수소 등) 전환
- 2021년 탄소중립위원회에서 3안과 1안(CCUS 확대) 채택 및 의결

- NDC (Nationally Determined Contribution; 국가 온실가스 감축목표) 상향함

- 2020년 파리협정 이후, 새로운 국가 장기 전략 수립을 국제적으로 합의:『탄소중립·녹색성장 기본법』의 입법 취지, 국제 동향 및 국내 여건 등을 고려한 NDC 재설정, 2030년까지 2018년 총배출량 대비 40% 감축 목표(기존: 2018년 대비 26.3% 감축 목표)

〈표 2-2〉 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안(단위: 백만톤CO2eq.)

구분	부문	기준연도('18)	現 NDC ( '18년 비 감축률)	NDC 상향안 ( '18년 비 감축률)
배출량*		727.6	536.1 (△191.5, △26.3%)	436.6 (△291.0, △40.0%)
배출	전환	269.6	192.7 (△28.5%)	149.9 (△44.4%)
	산업	260.5	243.8 (△6.4%)	222.6 (△14.5%)
	건물	52.1	41.9 (△19.5%)	35.0 (△32.8%)
	수송	98.1	70.6 (△28.1%)	61.0 (△37.8%)
	농축수산	24.7	19.4 (△21.6%)	18.0 (△27.1%)
	폐기물	17.1	11.0 (△35.6%)	9.1 (△46.8%)
	수소	-	-	7.6
	기타(탈루 등)	5.6	5.2	3.9
흡수 및 제거	흡수원	-41.3	-22.1	-26.7
	CCUS	-	-10.3	-10.3
	국외 감축**	-	-16.2	-33.5

\* 기준연도('18) 배출량은 총배출량 '30년 배출량은 순배출량(총배출량 - 흡수 제거량)

\*\* 국내 추가감축 수단을 발굴하기 위해 최대한 노력하되, 목표 달성을 위해 보충적인 수단으로 국외 감축 활용

## 3. 시사점

- 국제사회 약속이행에 실질적인 기여를 위해 2050년 목표와 NDC상향안을 검토하여 이행 가능한 감축목표 범위설정 필요함
- 국가인벤토리와 지자체 인벤토리에 대한 비교분석이 필요하며, 특히 충청남도의 경우 전환부문에 기여해야할 시·군의 역할에 대한 검토가 필요함

### 제3절 탄소중립 기본계획 수립사례

#### 1. 충청남도

##### 1) 비전 및 전략

- 충청남도는 국가보다 5년 앞선 2045년 탄소중립 목표 수립(2030년까지 2018년 배출량 대비 43% 감축목표 설정) 함
- 충남도는 대도시형, 산업형, 농축산형, 흡수형의 시·군을 모두 포함하고 있는 지역으로써 권역별로 주요 정책 방향에 대해서 방향성을 설정하여 제시함
  - 북부권: 산업구조 대개조 및 탄소중립 사회 조성
  - 서해안권: 충남형 정의로운 전환 가속화 및 블루카본 확대
  - 금강권: 탄소제로 농축산환경 조성 및 흡수능력 보전 확대



[그림 2-3] 충청남도 2045 탄소중립 비전 및 추진전략

자료: 제1차 충청남도 탄소중립 녹색성장 기본계획

##### 2) 탄소중립 실현을 위한 부문별 추진사업

- 충청남도 탄소중립 녹색성장 기본계획 세부사업은 8개 부문(전환, 산업, 건물, 수송, 농축산, 폐기물, 흡수원, 이행기반)에 걸쳐 24개 과제 114개 사업으로 구성하고 감축량을 산정함
  - (1. 전환 부문) 3개 과제 9개 세부사업 : 국가 관리 대상으로 감축량 미반영
  - (2. 산업 부문) 3개 과제 27개 세부사업 : 국가 관리 대상으로 감축량 미반영
  - (3. 건물 부문) 4개 과제 24개 세부사업 : 지자체 관리 권한으로 감축량 반영
  - (4. 수송 부문) 2개 과제 6개 세부사업: 지자체 관리 권한으로 감축량 반영
  - (5. 농축수산 부문) 3개 과제 11개 세부사업: 지자체 관리 권한으로 감축량 반영
  - (6. 폐기물 부문) 3개 과제 10개 세부사업: 지자체 관리 권한으로 감축량 반영
  - (7. 흡수원 부문) 3개 과제 10개 세부사업: 지자체 관리 권한으로 감축량 반영
  - (8. 이행기반 부문) 3개 과제 17개 세부사업: 지자체 관리 권한이나 정성 사업으로 구성
- 충청남도 기본계획의 기준배출량은 지자체 관리권한 기준 총 17,841.6천톤CO<sub>2</sub>eq이며, 충남 온실가스 배출량은 기준년도 대비 2030년 약 8,656.1천톤CO<sub>2</sub>eq 감소되는 것으로 분석하고, 이를 바탕으로 온실가스 감축시나리오를 작성함



[그림 2-4] 충청남도 탄소중립 실현 온실가스 감축시나리오

자료: 제1차 충청남도 탄소중립 녹색성장 기본계획



## 2. 강원도

### 1) 비전 및 전략

- 강원특별자치도 2040 탄소중립을 목표로 비전을 설정함



[그림 2-5] 강원특별자치도 2040 탄소중립 비전 및 추진전략

자료: 제1차 강원특별자치도 탄소중립 녹색성장 기본계획

- 강원특별자치도 탄소중립 목표는 2040 탄소중립 달성 및 기준연도 대비 2030년 온실가스 배출량 97% 감축으로 설정

### 2) 온실가스 감축 목표

- 국가 NDC와의 정합성 유지를 위해 2030년의 목표를 제시함. 또한 목표배출량 설정 시 관리권한에 포함되는 부문의 감축량 외에 산업·전환 부문의 감축량을 포함하여 설정함
- 기준연도 배출량은 국가배출량의 8.6% 차지하며, 에너지전환(발전) 및 산업부문을 포함하는 국가관리 배출량 88.4%로 목표함

- 흡수원을 제외한 관리권한 배출량은 12,178천톤으로 건물 56.6% 차지함
- 국가 흡수량의 29%를 차지하고 있고, 흡수량 기여도가 높은 편으로 도 관리권한 배출량 대비 흡수량 비율 평균 97% 이상으로 흡수원 유지 및 확대 정책이 감축사업의 추가 발굴이 고려가 필요함
- 2030년 강원특별자치도 온실가스 목표배출량은 흡수원을 포함하였고, 2030년에 316천톤CO<sub>2</sub>eq, 2033년에는 목표배출량을 0으로 설정함
  - 부문별 온실가스 감축목표는 사업계획에 따른 감축량을 반영하여 기준연도 대비 2030년 97% 감축, 2033년은 106% 감축으로 설정함
  - 2018년 기준연도 대비 2030년까지 산업·전환 부문 등의 추가 감축을 포함하여 제1차 계획기간 내 15개 실천과제의 이행으로 11,862천톤CO<sub>2</sub>eq,을 감축하는 것을 중장기 목표로 설정함. 이 중에서 BAU 전망에 따른 증감량을 포함한 관리권한 감축 91.8%

## 3. 광주광역시

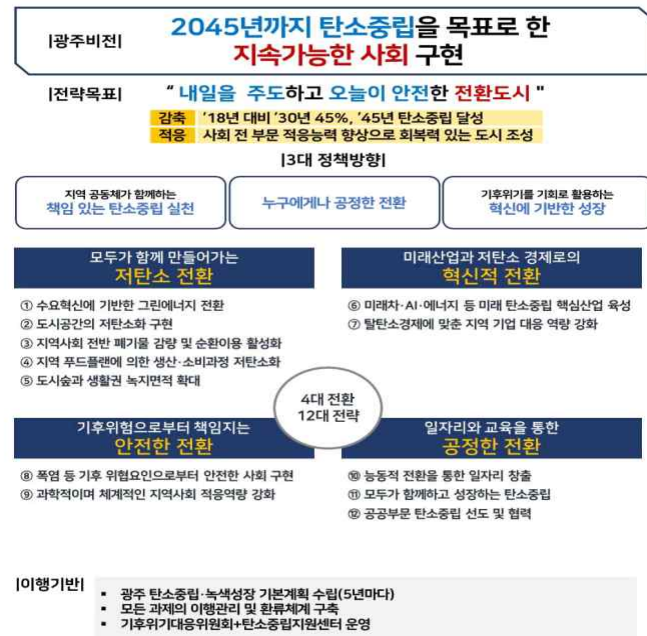
### 1) 비전 및 전략

- 광주광역시는 2030년까지 2018년 대비 45% 감축하고 45년 탄소중립 달성을 목표로함

### 2) 온실가스 감축 목표

- 2030년까지 2018년 국가 온실가스 배출량 대비 45% 감축을 목표로 설정함
- 감축목표 45%는 감축대책을 통해 26.1%, 상쇄·흡수를 통해 18.9% 달성을 목표로 함
- 2030년까지 온실가스 45% 감축 달성하여 5,245천톤 CO<sub>2</sub>eq,을 감축하는 것을 중장기 목표로 설정함
- 2030년까지 관리권한 배출량 30.6% 감축 달성하여 5,255천톤 CO<sub>2</sub>eq,을 감축하는 것을 중장기 목표로 설정함
- 감축 범위는 전체 인벤토리를 대상으로 함

- 재생에너지 발전비용을 국가 2050 시나리오에서는 70.8% 목표로 하나 광주광역시 전력수요만 반영하여 2045년 신·재생에너지 비율 100% 달성을 목표로 함
- 건물 부문 국가 기본계획에 따른 그린리모델링 의무화를 반영하여 2034년까지 완료하고, 제로에너지 건물 의무화를 반영함
- 수송 부문에서 국가 목표는 승용차 통행량 15% 감축을 설정하여 광주광역시도 같은 비율을 적용하여 94,545대를 감축을 목표로 함
- 폐기물 부문에서 국가는 2050년 폐기물 발생량 6.6% 감소 목표 설정, 광주광역시도 국가 목표보다 8% 높은 2,265천톤의 발생량 감축을 설정함



[그림 2-6] 광주광역시 2045 탄소중립 비전 및 추진전략

자료: 제1차 광주광역시 탄소중립 녹색성장 기본계획

## 4. 경기도

### 1) 비전 및 전략

- 경기도는 2030년까지 2018년 대비 40% 감축하고 2033년까지 45% 감축
- 경기 RE100 추진 등을 통해 중간목표로 민선 8기 임기인 '26년까지 온실가스 22% 감축



[그림 2-7] 경기도 2045 탄소중립 비전 및 추진전략

자료: 제1차 경기도 탄소중립 녹색성장 기본계획

## 2) 온실가스 감축 목표

- 2030년 온실가스 목표배출량 2018년 배출량 대비 40% 감축 설정함
- 2030년 부문별 온실가스 감축률은 ('18년 대비) 건물 43.5%, 수송 26.3%, 농축산 48.6%, 폐기물 37.5%, 흡수원은 유지를 목표로 함
  - 2018년도 배출량 대비 건물 부문 19,992천톤, 수송 부문 6,293천톤, 농축산 1,696천톤, 폐기물 1,594천톤 감축이 필요함
- 2033년 온실가스 목표배출량 2018년 배출량 대비 45% 감축 설정함
- 경기도 2033년 온실가스 목표배출량은 '18년 배출량 대비 45.0% 감축(42,700천톤)으로 설정함
  - 2033년 온실가스 예상 배출량은 85,322천톤으로 '18년 대비 9.8% 증가 전망, 목표배출량 달성을 위해서는 BAU 대비 42,621천톤 감축 필요, 흡수원(1,487천톤)은 유지된다고 가정함
  - 2033년 부문별 온실가스 감축률은 ('18년 대비) 건물 48.9%, 수송 31.9%, 농축산 49.5%, 폐기물 38.1%, 흡수원은 유지를 목표로 함
  - 2018년도 배출량 대비 건물 부문 22,471천톤, 수송 부문 7,650천톤, 농축산 1,726천톤, 폐기물 1,623천톤 감축이 필요함

## 5. 충청북도

### 1) 비전 및 전략

- 충청북도는 그린 전환-혁신-기반-공감과 참여로 정책방향을 잡고 2030년까지 2018년 대비 40.07% 감축을 목표로하고 2033년 42.60% 감축을 목표로함
- 이를 위해 4대 전략에 10개 과제를 포함하는 비전 및 전략체계를 구축함



[그림 2-8] 충청북도 탄소중립 비전 및 추진전략

자료: 제1차 충청북도 탄소중립 녹색성장 기본계획

### 2) 온실가스 감축 목표

- 관리권한 부문 18년 배출량(12,173.75천톤) 대비 '30년과 '33년 전망(10,744.83, 10,502.48천톤) 및 목표 배출량(7,295.75, 6,987.13천톤), 감축률(40.07%,

42.60%) 를 목표로 하여 세부사업을 계획함

〈표 2-3〉 충청북도 감축목표(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

구분	'18 배출량	극점			연장거리		
		전망 배출량	목표 배출량	감축률(%)	전망 배출량	목표 배출량	감축률(%)
계	12,174	10,745	7,296	40.07	10,502	6,987	42.60
건물	6,062	4,678	3,578	40.98	4,645	3,264	46.16
수송	3,441	3,783	3,650	-6.07	3,849	3,662	-6.41
농축산	1,310	1,202	1,180	9.97	1,173	1,151	12.14
순환경제	1,560	1,082	1,082	20.47	1,016	1,015	25.33
흡수원	-3,064	-1,922	-2,194	28.40	-1,715	-2,105	31.29

자료: 제1차 충청북도 탄소중립 녹색성장 기본계획

## 6. 시사점

- 국가 및 충청남도의 경우 수소경제 이행 기반계획, 산업과 에너지 탄소중립 대전환과 비전 등에 대해 충청남도 시·군의 역할에 대한 검토가 필요함
- 충청남도 탄소중립 기본계획 수립·공표에 따라 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립의 정합성과 지역성, 고도화 등 필요함
- 대부분의 광역지자체가 지자체 관리권한에 한정하여 기본계획을 수립하였으나, 지역 내 실효성과 지역주민 요구 등을 고려할 때 국가관리권한에 대한 추가 고려가 필요함

## 제3장

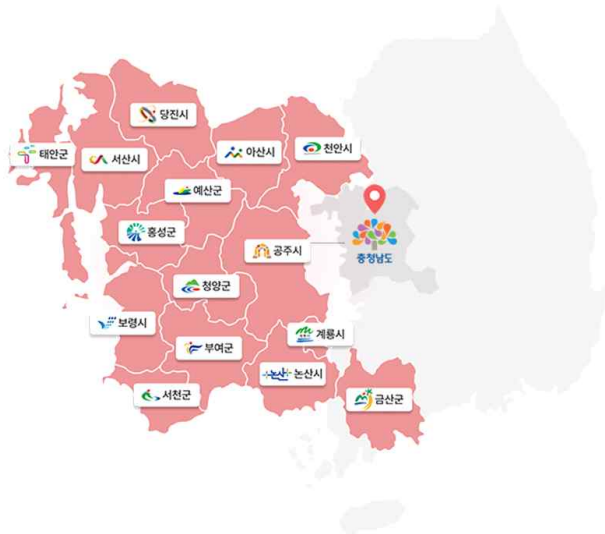
### 충남지역 온실가스 특성분석

## 제1절 온실가스 배출현황 분석 및 유형화

### 1. 충청남도 지역현황 분석

#### 1) 환경분석

- 충청남도는 대한민국 중서부에 위치하고 있으며, 동쪽으로는 대전광역시, 세종특별자치시, 충청북도와 접하고 있으며, 서쪽으로는 서해, 남쪽으로는 전라북도, 북쪽으로는 경기도와 접함



[그림 3-1] 충청남도 행정구역도(자료: 충청남도 누리집)

〈표 3-1〉 충청남도의 지리적 위치

단	지명	극점		연장거리
		동경	북위	
동	금산군 부리면 방우리	127°38'31"	36°01'47"	동서 간 187.7km 남북 간 120.8km
서	태안군 근흥면 가의도리	125°32'21"	36°36'37"	
남	금산군 남일면 신동리	127°29'15"	35°58'30"	
북	당진시 석문면 난지도리	126°25'46"	37°03'44"	

자료: 충청남도 통계연보(2021)

- 충청남도 총 면적: 8,246.20km<sup>2</sup>
  - 이 중 가장 넓은 행정구역은 공주시로 면적은 864.10km<sup>2</sup>로 충청남도 전체 면적 중 10.5%를 차지하고, 다음으로 서산시 742.10km<sup>2</sup>(9.0%), 당진시 705km<sup>2</sup>(8.6%), 천안시 636.10km<sup>2</sup>(7.7%) 등의 순으로 나타남
  - 도 내에서 행정구역이 가장 많은 곳은 천안시로 읍(4개), 면(8개), 행정동(18개) 및 법정동(31개)로 조사됨

〈표 3-2〉 충청남도 행정구역 현황(2020년 기준)

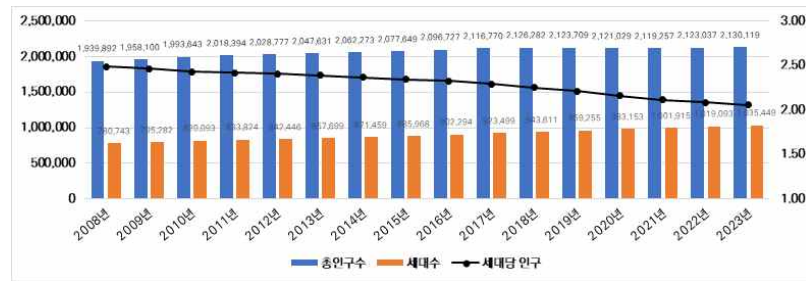
구분	면적 (km <sup>2</sup> )	구성비 (%)	읍·면·동(개)				통 (개)	행정리 (개)	출장소 (개)
			읍	면	동				
행정	법정								
합계	8,246.2	100.0	25	136	46	124	1,384	4,411	4
천안시	636.1	7.7	4	8	18	31	728	460	0
공주시	864.1	10.5	1	9	6	27	142	250	0
보령시	586.7	7.1	1	10	5	10	122	235	2
아산시	542.9	6.6	2	9	6	19	145	427	0
서산시	742.1	9.0	1	9	5	14	100	272	0
논산시	555.6	6.7	2	11	2	11	70	425	0
계룡시	60.7	0.7	0	3	1	1	20	72	0
당진시	705.5	8.6	2	9	3	11	57	225	0
금산군	577.2	7.0	1	9	0	0	0	257	0
부여군	624.6	7.6	1	15	0	0	0	437	0
서천군	366.1	4.4	2	11	0	0	0	315	0
청양군	479.1	5.8	1	9	0	0	0	183	0
홍성군	446.7	5.4	3	8	0	0	0	350	1
예산군	542.7	6.6	2	10	0	0	0	315	1
태안군	516.0	6.3	2	6	0	0	0	188	0

자료: 충청남도 통계연보(2021)

## 2) 인구 현황

- 인구 및 세대수는 증가, 반면 세대당 인구는 감소
  - 2023년 충청남도 인구, 세대, 세대당 인구는 2008년 대비 각각 190,227명(▲9.8%), 254,706호(▲32.6%), -0.43명/호(▼-17.2%)의 변동을 나타냄
  - 2023년 충청남도 세대당 인구는 2.06명/호로, 2008년 대비 0.43명 감소하였으며, 갈수록 세대당 인구가 적어지는 현상으로 인해 인구 및 세대수 증가 추세 대비 세대당 인구수는 감소하는 경향을 나타냄

〈표 3-3〉 충청남도 행정구역 현황(2008년~2023년)



연도	총인구(명)	세대(호)	세대당 인구(명/호)
2008년	1,939,892	780,743	2.48
2009년	1,958,100	795,282	2.46
2010년	1,993,643	820,093	2.43
2011년	2,018,394	833,824	2.42
2012년	2,028,777	842,446	2.41
2013년	2,047,631	857,699	2.39
2014년	2,062,273	871,459	2.37
2015년	2,077,649	885,968	2.35
2016년	2,096,727	902,294	2.32
2017년	2,116,770	923,499	2.29
2018년	2,126,282	943,611	2.25
2019년	2,123,709	959,255	2.21
2020년	2,121,029	983,153	2.16
2021년	2,119,257	1,001,915	2.12
2022년	2,123,037	1,019,093	2.08
2023년	2,130,119	1,035,449	2.06

자료: 행정안전부 주민등록 인구통계(2024)

\* 원자료 충청남도 총인구에서 연기군 인구는 제외함, 당진군의 자료는 당진시(2008~2011)에 적용됨

- 2023년 12월 기준, 도 내 기초지자체 중 인구수와 세대수가 가장 많은 지역은 천안시(655,959명; 306,418호)로 나타남
  - 도 내 인구수는 천안시 다음으로, 아산시(345,796명), 서산시(176,011명), 당진시(170,302명), 논산시(110,423명), 공주시(102,104명)로 집계되었으며, 나머지 기초지자체의 인구는 10만명 미만으로 나타남
  - 도 내 세대수는 천안시 다음으로, 아산시(159,108호), 서산시(83,565호), 당진시(83,058호), 논산시(57,648호), 공주시(53,019호)로 집계되었으며, 나머지 기초지자체의 세대수는 5만호 미만으로 나타남
  - 세대당 인구수가 가장 많은 지역과 적은 지역은 각각 계룡시(2.41명/호)와 청양군(1.8명/호)으로 나타남

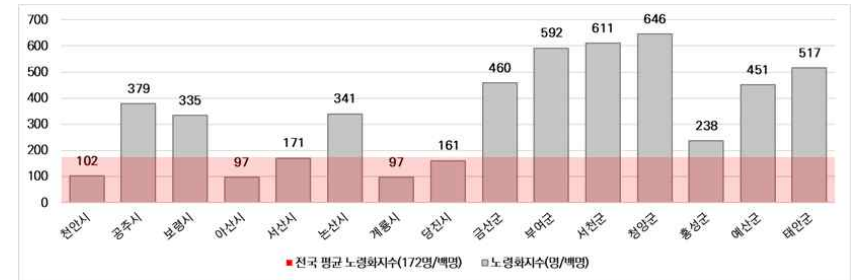
〈표 3-4〉 충청남도 행정구역별 인구현황(2023년 12월 기준)

행정구역	총인구수(명)	세대수(호)	세대당 인구수(명/호)
충청남도	2,130,119	1,035,449	2.06
천안시	655,959	306,418	2.14
공주시	102,104	53,019	1.93
보령시	95,772	49,709	1.93
아산시	345,796	159,108	2.17
서산시	176,011	83,565	2.11
논산시	110,423	57,648	1.92
계룡시	46,667	19,404	2.41
당진시	170,302	83,058	2.05
금산군	50,093	26,562	1.89
부여군	61,046	32,667	1.87
서천군	49,116	26,543	1.85
청양군	30,168	16,722	1.80
홍성군	97,524	47,463	2.05
예산군	78,354	40,245	1.95
태안군	60,784	33,318	1.82

자료: 행정안전부 주민등록 인구통계(2024)



- 2023년 12월 기준, 충청남도 전체 노령화 지수(유소년인구 100명당 노인인구)는 185명/백명으로 우리나라 전체 노령화지수(172명/백명) 보다 다소 높게 나타남
  - 도 내 노령화지수가 가장 높은 지역은 청양군(646명/백명)으로 나타났으며, 서천군(611명/백명), 부여군(592명/백명), 태안군(517명/백명) 순으로 집계됨
  - 천안시(102명/백명), 아산시(97명/백명), 서산시(171명/백명), 계룡시(97명/백명), 당진시(161명/백명)를 제외한 기초지자체의 노령화지수가 전국 평균 노령화지수(172명/백명)을 크게 상회하는 것으로 집계됨
  - 도 내 노령화 문제가 매우 심각한 것으로 나타남



[그림 3-2] 충청남도 행정구역별 노령화지수(2023년 12월 기준)

〈표 3-5〉 충청남도 행정구역별 연령별 인구현황(2023년 12월 기준)

행정구역	유소년인구 (0~14세)	생산가능인구 (15~64세)	노인인구 (65세 이상)	노령화지수 (명/백명; %)
충청남도	245,984	1,429,601	454,534	185
천안시	84,147	485,937	85,875	102
공주시	8,057	63,547	30,500	379
보령시	8,525	58,722	28,525	335
아산시	51,289	244,830	49,677	97
서산시	21,522	117,667	36,822	171
논산시	9,826	67,139	33,458	341
계룡시	6,741	33,374	6,552	97
당진시	21,852	113,179	35,271	161
금산군	3,825	28,689	17,579	460
부여군	4,058	32,956	24,032	592
서천군	3,263	25,911	19,942	611
청양군	1,826	16,547	11,795	646
홍성군	10,911	60,619	25,994	238
예산군	5,934	45,644	26,776	451
태안군	4,208	34,840	21,736	517

자료: 행정안전부 주민등록 인구통계(2024)

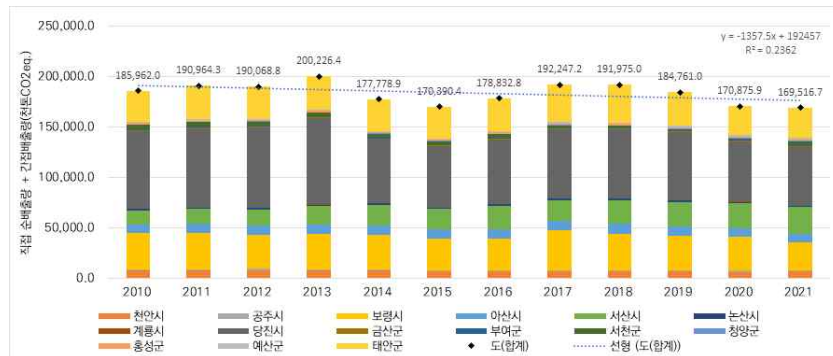
### 3) 시사점

- 충청남도는 15개 시·군의 환경적 요인에 큰 차이를 보이고 있으며, 산업구조와 온실가스 배출특성에 큰 영향을 미치는 인구구조 등 지역별 특성이 비교적 뚜렷하여 시군별 유형화 검토를 통해 그룹별 온실가스 관리 전략수립이 필요함



## 2. 충청남도 내 기초지자체 온실가스 배출현황 분석

- 2010년~2021년 사이, 매우 약한 감소 추세를 감지할 수 있지만, 통계학적으로 유의미한 수준( $R^2=23.6\%$ )은 아님
- 배출량 변동 특성에 대한 유의미한 결과를 얻기 위해, 일반현황, 경제현황, 사회현황 등을 고려한보다 전문적인 통계분석이 요구됨
- 추계학적 신뢰도를 고려한 배출량 전망을 위해서는 배출량 인벤토리 단변량 시계열 분석을 비롯하여 상기된 입력변수들을 고려한 다변량 시계열분석을 수행할 필요성이 있음



[그림 3-3] 충청남도 내 기초지자체별 온실가스 배출량(직접+간접배출량; 천톤CO2eq.)(환경부, 2023)

- 2018년 기준, 도 내 기초지자체 간 배출량 인벤토리의 편차(표준편차: 20,157.8천톤CO2eq.)가 매우 크게 나타남
- 도 내 배출량이 높은 순서대로, 당진시(68,878.7천톤CO2eq.), 태안군(37,731.6천톤CO2eq.), 보령시(35,737.7천톤CO2eq.), 서산시(23,130.9천톤CO2eq.)으로 나타남
- 도 내 배출량이 적은 순서대로, 계룡시(247.2천톤CO2eq.), 청양군(452.8천톤CO2eq.), 금산군(780.7천톤CO2eq.)으로 나타남
- 기초지자체 간 배출량의 편차는 도 내 배출량 4위 지역(서산시; 23,130.9천톤CO2eq.)

의 수준에 해당하는 매우 큰 값임

- 배출량이 가장 큰 지자체(당진시)의 배출량은 가장 작은 지자체(계룡시)의 278.6배의 온실가스를 배출한 것으로 나타남
- 도 내 기초지자체 간 배출현황이 매우 크게 차이 나는 것을 고려하여, 충남도 기본계획 및 기초지자체 기본계획 수립 시 배출 특성 유형을 체계적으로 분석할 필요가 있음

〈표 3-6〉 충청남도 내 기초지자체별 온실가스 배출량(직접 및 간접; 천톤CO2eq.)

연도	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
도(계)	185,962.0	190,964.3	190,068.8	200,226.4	177,778.9	170,390.4	178,832.8	192,247.2	191,975.0	184,761.0	170,875.9	169,516.7
천안(직)	3,786.1	3,861.2	3,950.5	3,371.9	3,406.3	3,003.6	3,020.1	2,961.9	3,006.8	3,131.0	2,996.7	3,030.5
천안(간)	3,902.8	4,100.6	4,188.3	4,263.6	4,109.1	4,006.9	3,998.8	4,115.4	4,154.3	3,859.9	3,469.9	3,696.0
공주(직)	478.0	567.4	754.5	571.9	595.5	644.1	651.9	618.8	529.0	581.7	572.8	538.4
공주(간)	501.7	550.9	564.0	538.2	514.8	566.1	580.9	592.5	622.2	611.8	548.7	581.4
보령(직)	35,474.0	35,228.0	32,810.5	34,437.7	33,459.3	30,989.1	30,812.8	38,027.1	34,606.1	32,785.5	32,265.2	26,603.7
보령(간)	657.1	653.8	647.8	658.2	603.9	610.6	699.9	1,104.0	1,131.7	1,082.1	1,010.1	1,018.8
아산(직)	4,026.9	3,671.6	3,649.2	3,550.5	3,541.3	2,506.7	2,244.2	2,439.4	2,651.3	2,574.5	2,364.9	2,357.9
아산(간)	4,776.6	5,471.2	5,736.5	6,049.7	6,124.8	6,258.3	6,420.7	7,152.2	7,511.3	6,884.3	6,086.8	5,997.6
서산(직)	10,768.3	11,324.7	12,252.8	13,977.7	15,559.1	15,719.2	18,873.2	16,012.7	17,886.0	19,149.5	20,510.9	21,385.4
서산(간)	3,161.0	3,302.5	3,785.8	4,110.7	4,663.7	4,357.0	4,446.4	4,749.1	5,244.9	5,165.5	4,563.3	5,304.3
논산(직)	775.6	732.2	741.4	973.3	952.5	809.8	794.4	807.4	834.1	856.7	811.7	799.5
논산(간)	602.2	652.7	667.1	684.9	674.8	697.0	711.2	751.9	772.6	707.9	634.0	663.7
계룡(직)	107.1	103.8	81.3	117.4	120.3	107.0	123.7	132.5	136.0	137.6	134.3	141.4
계룡(간)	101.4	104.9	105.5	107.9	102.9	100.9	105.4	107.4	111.2	102.2	94.2	100.2
당진(직)	71,354.2	72,420.7	72,932.4	78,016.4	55,889.4	54,145.1	56,715.8	60,101.5	60,448.4	59,401.8	53,521.7	53,353.6
당진(간)	5,647.9	6,448.8	6,810.4	7,473.7	7,938.3	6,725.7	7,601.7	8,400.1	8,430.3	8,058.0	6,517.6	4,450.6
금산(직)	244.1	232.6	268.7	47.4	-67.4	-146.1	-64.7	74.8	207.8	233.6	227.6	240.9
금산(간)	483.7	504.0	542.6	558.3	547.6	545.4	533.2	557.2	572.9	524.0	465.1	470.3
부여(직)	368.4	332.2	285.9	419.9	390.8	366.5	466.0	570.8	687.9	668.7	665.5	630.7
부여(간)	313.1	317.2	325.8	334.0	327.3	338.5	346.2	362.6	363.8	329.4	303.8	337.0
서천(직)	4,358.1	3,728.8	3,607.5	3,459.9	3,265.5	2,997.9	3,337.4	1,596.7	559.7	573.7	578.2	3,825.4
서천(간)	828.1	730.0	844.0	843.1	821.2	818.1	799.9	699.5	636.4	578.8	533.4	564.0
청양(직)	37.2	39.9	56.5	173.7	167.9	158.8	183.4	216.6	252.2	259.9	260.3	229.8
청양(간)	151.7	159.2	163.6	162.4	166.9	170.9	181.3	194.9	200.7	182.0	166.7	170.0
홍성(직)	1,024.5	906.8	860.0	666.0	676.6	715.1	755.7	805.9	833.1	852.8	834.5	844.0
홍성(간)	375.7	398.8	413.9	429.5	430.6	449.9	473.1	501.1	527.7	500.1	448.8	481.9
예산(직)	698.1	647.6	650.5	616.2	578.4	579.6	610.6	643.8	667.6	709.8	672.3	683.0
예산(간)	439.7	447.3	467.7	496.8	495.7	522.8	572.5	619.2	657.5	629.7	568.4	621.1
태안(직)	29,242.2	32,018.0	30,683.3	31,804.9	30,485.5	30,109.5	31,410.5	35,743.0	36,117.3	32,289.6	27,949.0	28,977.7
태안(간)	1,276.3	1,306.9	1,220.9	1,310.6	1,236.5	1,516.7	1,426.4	1,586.9	1,614.3	1,339.0	1,099.4	1,417.9

자료: 온실가스정보센터 2023년 12월 29일 공표자료(환경부, 2023)

\* (직): 직접 순배출량(온실가스 배출 원인행위와 사용된 에너지의 위치가 같은 배출량)

\* (간): 간접 배출량(온실가스 배출 원인행위와 사용된 에너지의 위치가 다른 배출량)

\* 순배출량: 흡수량(LULUCF: Landuse, Landuse Change and Forestry)을 합산한 배출량

\* (cf.) 총배출량: 흡수량을 제외한 실제 배출량

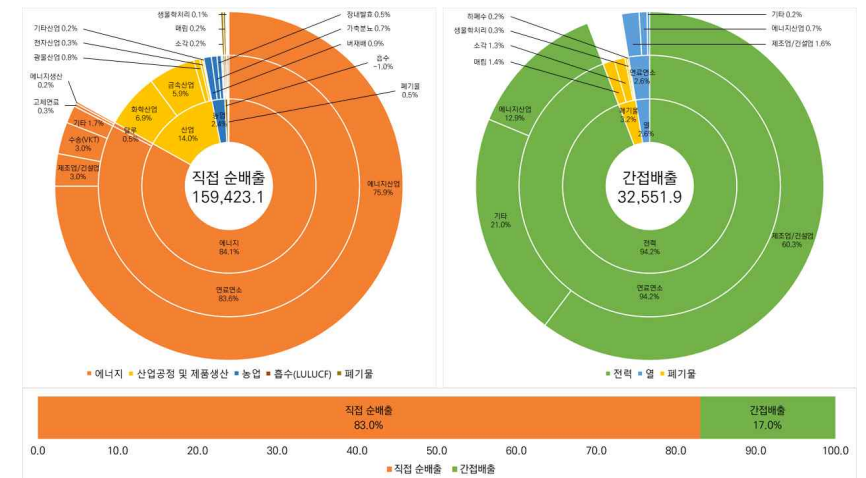
## 제3절 온실가스 배출특성 유형화

## 1. 충청남도 온실가스 배출특성 분석

- 국가 NDC 감축목표 상의 기준년도가 2018년으로 설정되었으므로, 기초지자체 온실가스 배출현황 분석에서의 기준년도 또한 2018년으로 설정할 필요가 있음
  - 따라서, 이후 배출현황 분석 및 배출특성 유형화를 위한 분석에서의 기준년도를 2018년으로 설정함
  - 또한, COVID-19의 사회·경제적 영향이 온실가스 배출 결과에 미치는 세부 영향 분석이 미흡하므로 배출특성 분석에서 COVID-19의 직접적 영향이 매우 클 것으로 여겨지는 2019년 자료와 이후(2020년 또는 2020~2021년) 자료도 배제할 필요가 있음
  - COVID-19의 영향이 공식적으로 해제된 현시점에서의 배출특성은 2018년 또는 이전(~2018년) 자료를 기준으로 설정할 필요가 있음
- 2018년 기준, 충청남도 전체(직접 순배출량 + 간접배출량) 배출량은 191,975.0천톤 CO<sub>2</sub>eq.로 집계됨
  - 직접 순배출량은 에너지, 산업, 농업, LULUCF(흡수), 폐기물 부문으로 구성되며, 간접배출량은 전력, 열, 폐기물 부문으로 구성됨
  - 충청남도 전체 직접 순배출량과 간접배출량은 각각 159,423.1천톤 CO<sub>2</sub>eq.(83.0%)와 32,551.9천톤 CO<sub>2</sub>eq.(17.0%)로 나타남
  - 대부분의 기초지자체에서 직접 순배출량이 간접배출량보다 큰 경향을 나타내고 있지만, 일부 지역, 천안시, 공주시, 아산시, 금산군, 서천군에서는 간접배출량이 직접 순배출량보다 크게 집계됨
  - 특히, 발전소 및 대규모 산업단지 밀집 지역에서는 간접배출량에 비해 직접 순배출량이 간접배출량보다 매우 크게 나타남(보령시: 3,057.9%, 서산시: 341.0%, 당진시: 717.0%, 태안군: 2,237.3%)

〈표 3-7〉 충청남도 내 기초지자체 직접 순배출량 및 간접배출량 구성비(%)

	천안시	공주시	보령시	아산시	서산시	논산시	계룡시	당진시	금산군	부여군	서천군	청양군	홍성군	예산군	태안군
직접	42.0	46.0	96.8	26.1	77.3	51.9	55.0	87.8	26.6	65.4	46.8	55.7	61.2	50.4	95.7
간접	58.0	54.0	3.2	73.9	22.7	48.1	45.0	12.2	73.4	34.6	53.2	44.3	38.8	49.6	4.3

[그림 3-4] 2018년 충청남도 온실가스 직접 순배출량 및 간접배출량(천톤CO<sub>2</sub>eq.: %)

- 2018년 기준, 충청남도 전체 배출량(직접 순배출량+간접배출량) 대비 충청남도 인벤토리 구성비는 절대값이 큰 순서대로 간접-전력(47.1%), 직접-에너지(42.0%), 직접-산업공정 및 제품생산(7.0%), 간접-폐기물(1.6%), 간접-열(1.3%), 직접-농업(1.2%), 직접-흡수(-0.5%), 직접-폐기물(0.3%)로 나타남
  - 직접배출량 중 에너지(42.0%)가 가장 큰 비중을 차지하며, 그 구성비는 절대값이 큰 순서대로 연료연소-에너지산업(37.9%), 연료연소-제조업 및 건설업(1.5%), 연료연소-수송(VKT)(1.5%), 연료연소-기타(0.8%), 탈루-고체연료(0.1%), 탈루(에너지 생산 기타 배출)(0.1%)로 구성됨
  - 간접배출량 중 전력(47.1%)이 가장 큰 비중을 차지하며, 그 구성비는 절대값이 큰 순서대로 연료연소-제조업 및 건설업(30.1%), 연료연소-기타(10.5%), 연료연소-에너지산업(6.5%)로 구성됨

- 전체 배출량 중 산업공정 및 제품생산이 차지하는 비율이 7.0%에 해당함
- 충청남도 전체 배출량 대비 에너지·산업 및 에너지 연소로 인한 온실가스 배출량이 96.1%를 차지하는 것으로 나타나며, 도 내에 집중된 화력발전소 및 산업단지의 영향이 클 것으로 판단됨

〈표 3-8〉 2018년 충청남도 온실가스 인벤토리

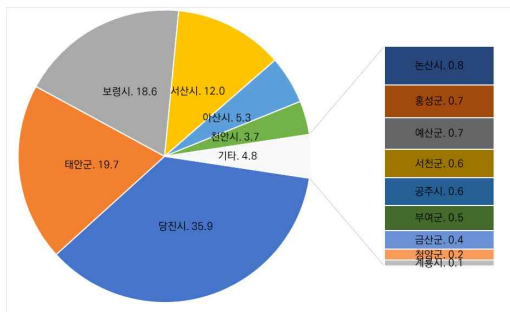
구분	부문	온실가스 세부 인벤토리		온실가스 배출량	
				배출량(천tCO2eq.)	비율(%)
합계(충청남도 전체 배출량)				191,975.0	100.0
직접	에너지	A. 연료연소	1. 에너지산업	120,963.5	37.9
			2. 제조업 및 건설업	4,842.1	1.5
			3. 수송	4,751.8	1.5
			4. 기타	2,648.2	0.8
			5. 미분류	33.1	0.0
		B. 탈루	1. 고체연료	433.3	0.1
			2. 석유 및 천연가스(에너지 생산)	336.9	0.1
	산업공정 및 제품생산	A. 광물산업		1,201.1	0.4
		B. 화학산업		10,933.7	3.4
		C. 금속산업		9,342.2	2.9
		D. 비에너지 연료 및 용매 사용		6.2	0.0
		E. 전자 산업		515.2	0.2
		F. 오존층파괴물질의 대체물질 사용		0.0	0.0
		G. 기타 제품제조 및 소비		296.8	0.1
	농업	A. 장내발효		814.1	0.3
		B. 가축분뇨처리		1,146.0	0.4
		C. 벼재배		1,513.7	0.5
		D. 농경지토양		302.0	0.1
		E. Prescribed Burning of Savannas		0.0	0.0
		F. 작물잔사소각		2.8	0.0
		G. 석회사용		0.5	0.0
		H. 요소사용		17.8	0.0
		I. Other carbon-containing fertilizers		0.0	0.0
		J. Other		0.0	0.0
	LULUCF (흡수)	A. 산림지		-1,785.9	-0.6
		B. 농경지		316.5	0.1
		C. 초지		-15.2	0.0
		D. 습지		50.4	0.0
		E. 정주지		0.0	0.0

구분	부문	온실가스 세부 인벤토리		온실가스 배출량	
				배출량(천tCO <sub>2</sub> eq.)	비율(%)
간접	폐기물	F. 기타토지		0.0	0.0
		G. Harvested wood products		-104.1	0.0
		H. Other		0.0	0.0
		A. 폐기물매립		337.1	0.1
		B. 고형폐기물의 생물학적 처리		84.0	0.0
		C. 폐기물소각 및 노천소각		372.7	0.1
		D. 하폐수처리		66.6	0.0
		E. 기타		0.0	0.0
	전력	A. 연료연소	1. 에너지산업	4,204.1	6.5
			2. 제조업 및 건설업	19,620.2	30.1
			3. 수송	1.4	0.0
			4. 기타	6,830.0	10.5
			5. 미분류	0.0	0.0
	열	A. 연료연소	1. 에너지산업	237.7	0.4
			2. 제조업 및 건설업	527.0	0.8
			3. 수송	0.0	0.0
			4. 기타	80.9	0.1
			5. 미분류	0.0	0.0
	폐기물	A. 폐기물매립		468.4	0.7
		B. 고형폐기물의 생물학적 처리		84.0	0.1
		C. 폐기물소각 및 노천소각		431.6	0.7
		D. 하폐수처리		66.6	0.1

\* 비율: 전체(직접 순배출량+간접배출량) 배출량 대비 비율

## 2. 충청남도 기초지자체 온실가스 배출특성

- 도 내 화력발전소 및 산업단지의 온실가스 배출 영향이 매우 큰 것으로 나타남
  - 최대 온실가스 배출 지역인 당진시(35.9%)는 화력발전소 및 산업단지의 영향이, 2위인 태안군(19.7%)과 3위인 보령시(18.6%)는 화력발전소의 영향이 대부분을 차지하는 지역임
  - 온실가스 배출량 4위인 서산시(12.0%)는 에너지산업, 제조업 및 건설업, 산업공정 중심의 온실가스 배출 구성이 가지며, 5위인 아산시(5.3%)는 제조업 및 건설업, 산업공정 중심의 온실가스 배출구조를 가지고 있음
  - 하위 9개 시·군(논산시, 홍성군, 예산군, 서천군, 공주시, 부여군, 금산군, 청양군, 계룡시)의 도 내 배출량 구성비는 4.8%로 나타났으며, 모두 합쳐서 도 내 5위인 아산시보다 적은 배출량을 기록함
  - 상위 5개 시·군의 경우에 에너지·산업형 인벤토리로 구성돼 있으며, 하위 9개 시·군의 경우에 농업·폐기물·흡수·간접배출형 복합적인 인벤토리로 구성됨
  - 에너지·산업 부문이 국가관리권한으로 구분되어 지자체 기본계획 수립시 관리권한이 제한되어 있음을 고려했을 때, 실효성 높은 기초지자체 기본계획 수립을 위해 인벤토리 구성 형태별 감축계획 수립 가이드라인을 제공할 필요가 있음



[그림 3-5] 2018년 충청남도 내 기초지자체 온실가스 배출량 구성비(%)

45

ChungNamInstitute

〈표 3-9〉 2018년 충청남도 내 기초지자체 온실가스 인벤토리

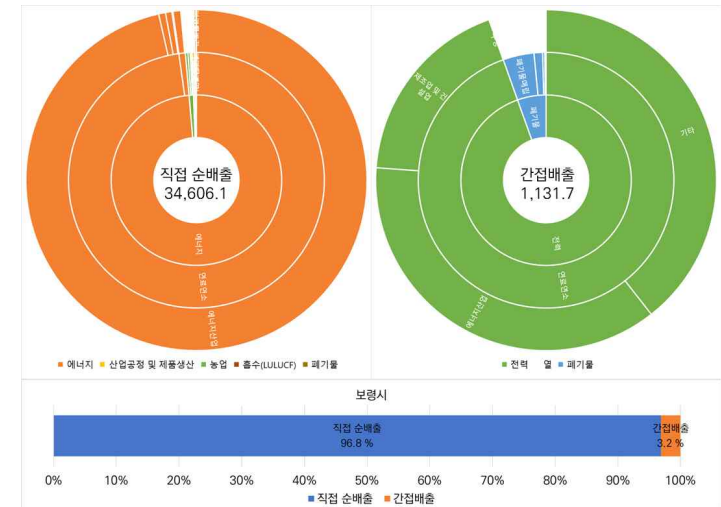
구분	부문	온실가스 세부 인벤토리	온실가스 배출량(천톤CO2eq.)															
기초지자체			천안시	공주시	보령시	아산시	서산시	논산시	계룡시	당진시	금산군	부여군	서천군	청양군	홍성군	예산군	태안군	
직접	합계(전체 배출량)		7,161.1	1,151.2	35,737.7	10,162.7	23,130.9	1,606.7	247.2	68,878.7	780.7	1,051.7	1,196.1	452.8	1,360.8	1,325.1	37,731.6	
	에너지	A. 연료연소	1. 에너지산업	57.4	0.1	33,565.4	106.9	2,621.3	0.1	0.0	48,956.4	0.0	0.8	1.8	0.3	22.5	0.9	35,629.7
			2. 제조업 및 건설업	556.3	56.7	33.8	715.2	3,058.1	83.6	4.8	-25.6	102.6	22.0	83.1	7.9	46.8	88.9	7.8
			3. 수송	1,350.9	234.2	225.4	687.2	417.0	272.4	89.4	415.8	137.3	156.4	124.3	82.6	224.5	191.5	142.8
			4. 기타	600.4	141.3	209.3	332.2	190.8	175.0	44.7	207.1	72.9	155.4	132.7	40.9	107.6	111.7	126.1
			5. 미분류	1.8	1.4	3.2	0.0	13.9	3.3	3.1	0.6	0.3	0.1	0.4	0.0	0.4	0.0	4.6
		B. 탈루	1. 고체연료	0.0	0.0	254.8	0.0	0.0	5.1	0.0	15.3	10.2	61.1	30.6	20.4	15.3	20.6	0.0
			2. 석유 및 천연가스(에너지 생산)	28.2	1.6	28.8	34.3	54.9	4.5	0.8	169.0	4.4	0.7	2.9	0.0	1.2	4.3	1.2
	산업공정 및 제품생산	A. 광물산업	11.1	0.0	100.8	2.0	227.5	2.9	0.0	742.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	113.9
		B. 화학산업	0.0	0.0	0.0	0.0	10,933.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C. 금속산업	1.8	0.1	0.2	1.8	0.6	0.7	0.1	9,335.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.8	0.1	
		D. 비에너지 연료 및 용매 사용	0.0	0.0	0.0	4.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		E. 전자 산업	15.1	0.0	0.0	500.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		F. 오존층파괴물질의 대체물질 사용	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G. 기타 제품제조 및 소비	54.8	8.0	8.8	100.2	54.2	9.3	1.4	19.5	6.9	4.4	7.6	2.4	6.4	8.2	4.9	
	농업	A. 장내발효	70.8	77.8	59.9	58.5	55.3	46.8	0.6	86.4	18.9	49.4	22.1	37.0	108.6	105.1	17.0	
		B. 가축분뇨처리	114.3	73.5	114.0	85.2	39.0	91.5	0.1	145.8	16.3	72.6	20.8	31.3	214.7	111.2	15.5	
		C. 비재배	60.9	68.0	97.0	105.5	209.2	124.1	2.8	212.4	17.2	116.8	112.6	60.2	101.8	126.5	98.7	
		D. 농경지토양	20.4	18.8	21.2	21.8	33.1	22.2	0.3	36.5	5.0	20.7	15.6	13.3	27.5	28.1	17.5	
		E. Prescribed Burning of Savannas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		F. 작물전사소각	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.9	0.2	0.2	0.3	

구분	부문	온실가스 세부 인벤토리	온실가스 배출량(천톤CO2eq.)															
			천안시	공주시	보령시	아산시	서산시	논산시	계룡시	당진시	금산군	부여군	서천군	청양군	홍성군	예산군	태안군	
기초지자체																		
간접	LULUCF (흡수)	G. 석회사용	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		H. 요소사용	0.7	0.8	1.1	1.2	2.5	1.4	0.0	2.3	0.2	1.3	1.3	0.8	1.1	1.5	1.5	
		I. Other carbon-containing fertilizers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		J. Other	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		A. 산림지	-173.5	-212.6	-196.2	-95.9	-191.4	-98.7	-18.7	-63.7	-217.7	-29.5	-42.1	-86.5	-89.4	-166.6	-103.2	
		B. 농경지	34.1	49.3	11.0	38.5	18.2	28.7	-2.5	21.5	17.3	25.8	6.1	17.3	21.3	12.6	17.3	
		C. 초지	-0.9	-0.3	-1.7	-0.6	-1.3	-0.7	0.0	-1.9	-0.3	-1.1	-0.4	-0.7	-2.6	-0.9	-1.6	
		D. 습지	1.8	2.0	3.5	4.1	6.4	3.1	0.1	9.9	1.2	2.9	2.6	1.4	2.6	3.8	4.9	
		E. 정주지	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		F. 기타토지	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	G. Harvested wood products	1.5	0.0	-1.1	-114.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0	-1.1	0.0		
	H. Other	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	폐기물	A. 폐기물매립	32.6	0.7	61.0	14.1	28.4	46.4	7.4	50.3	13.2	20.5	22.8	1.9	14.7	8.8	14.2	
		B. 고형폐기물의 생물학적 처리	11.0	3.5	1.8	11.8	2.1	2.4	0.0	13.3	0.0	4.9	0.0	19.6	4.7	7.5	1.6	
		C. 폐기물소각 및 노천소각	139.3	0.5	0.9	28.5	103.8	5.7	0.5	91.9	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	0.5	0.6	
		D. 하폐수처리	15.9	3.3	3.2	8.9	6.7	4.4	1.0	7.9	1.6	2.2	2.2	1.2	2.7	3.5	1.9	
		E. 기타	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	전력	A. 연료연소	1. 에너지산업	7.4	0.0	416.0	1.9	2,091.5	4.6	0.0	434.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	2.4	1,245.5
			2. 제조업 및 건설업	2,370.5	201.1	208.0	6,361.9	1,587.2	267.6	11.8	7,345.0	362.5	59.4	328.1	55.3	125.0	325.3	11.4
			3. 수송	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
			4. 기타	1,553.1	377.6	445.9	951.1	645.0	433.2	85.7	544.4	173.6	258.4	262.0	116.4	357.0	282.4	344.1
			5. 미분류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
열		A. 연료연소	2. 에너지산업	0.0	0.0	0.0	0.0	237.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			2. 제조업 및	0.0	0.0	0.0	0.0	527.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

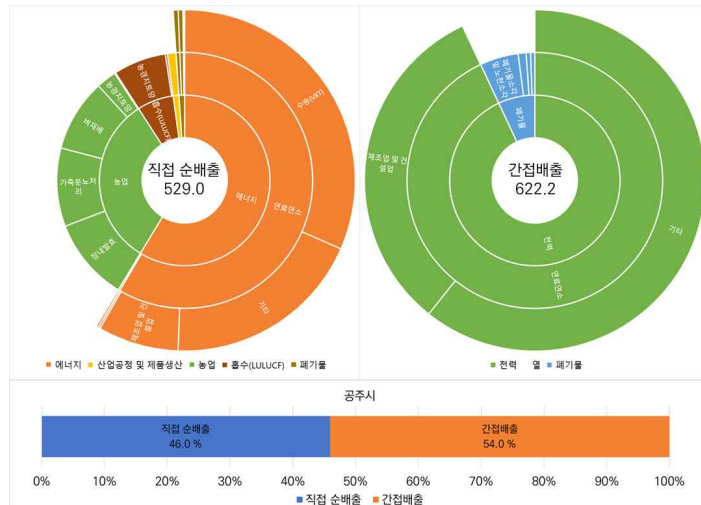
구 분	부 문	온실가스 세부 인벤토리		온실가스 배출량(천톤CO2eq.)															
				기초지자체															
				천안시	공주시	보령시	아산시	서산시	논산시	계룡시	당진시	금산군	부여군	서천군	청양군	홍성군	예산군	태안군	
			건설업																
			3. 수송	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			4. 기타	10.9	0.0	0.0	51.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	1.6	0.0
			5. 미분류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	폐기물	A. 폐기물매립	87.1	6.3	44.4	62.6	63.3	33.0	10.9	37.2	21.6	33.6	20.1	5.5	16.1	23.2	3.4		
		B. 고형폐기물의 생물학적 처리	11.0	3.5	1.8	11.8	2.1	2.4	0.0	13.3	0.0	4.9	0.0	19.6	4.7	7.5	1.6		
		C. 폐기물소각 및 노천소각	98.1	30.3	12.2	61.5	84.3	27.4	1.8	48.2	13.5	5.2	23.6	2.6	5.1	11.6	6.4		
		D. 하폐수처리	15.9	3.3	3.2	8.9	6.7	4.4	1.0	7.9	1.6	2.2	2.2	1.2	2.7	3.5	1.9		



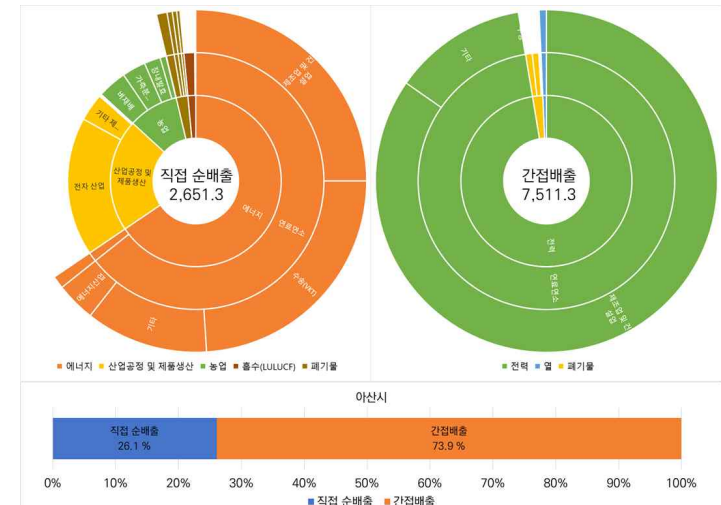
[그림 3-6A] 2018년 천안시 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



[그림 3-6C] 2018년 보령시 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)

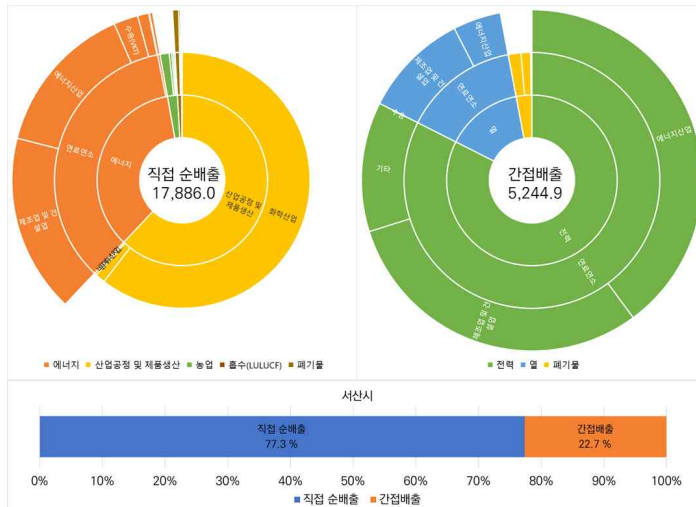


[그림 3-6B] 2018년 공주시 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)

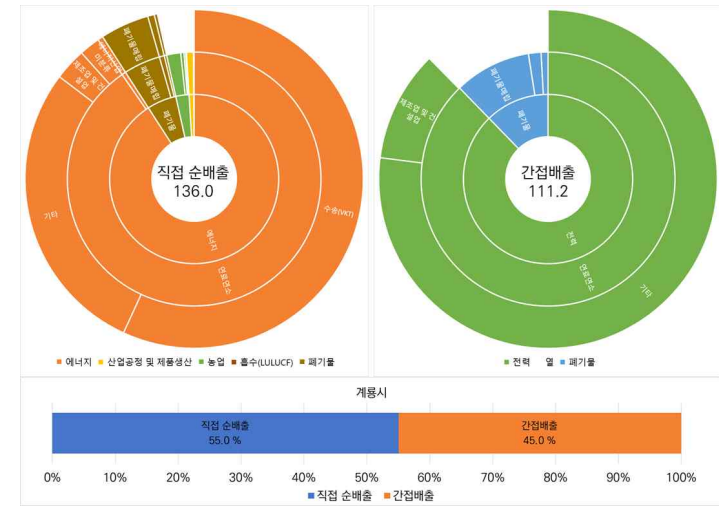


[그림 3-6D] 2018년 아산시 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)

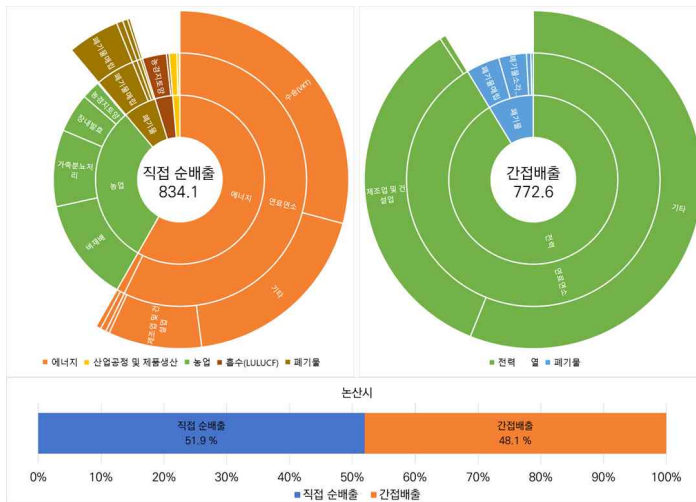




[그림 3-6E] 2018년 서산시 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



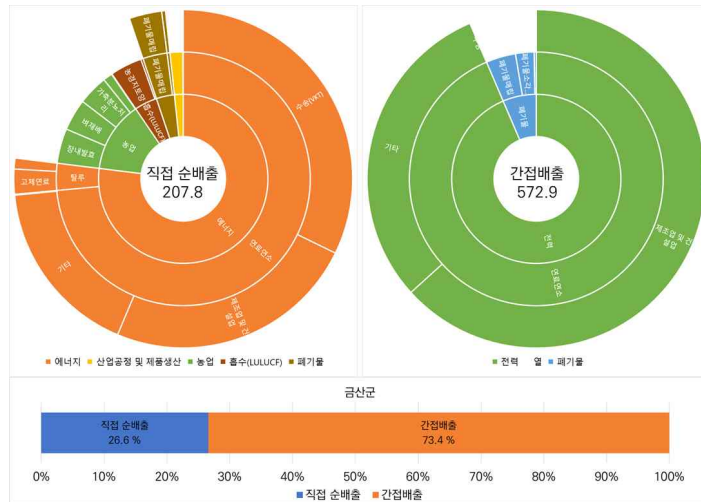
[그림 3-6G] 2018년 계룡시 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



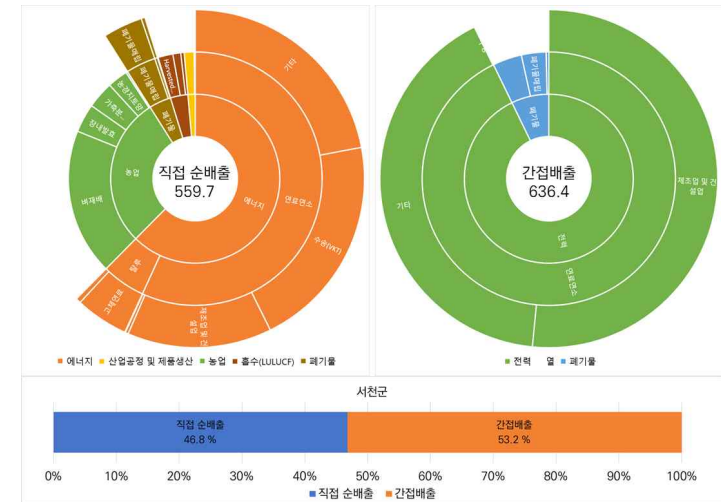
[그림 3-6F] 2018년 논산시 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



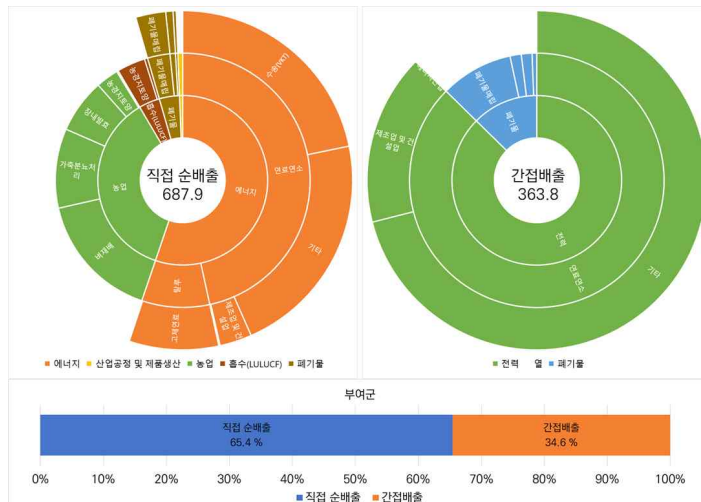
[그림 3-6H] 2018년 당진시 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



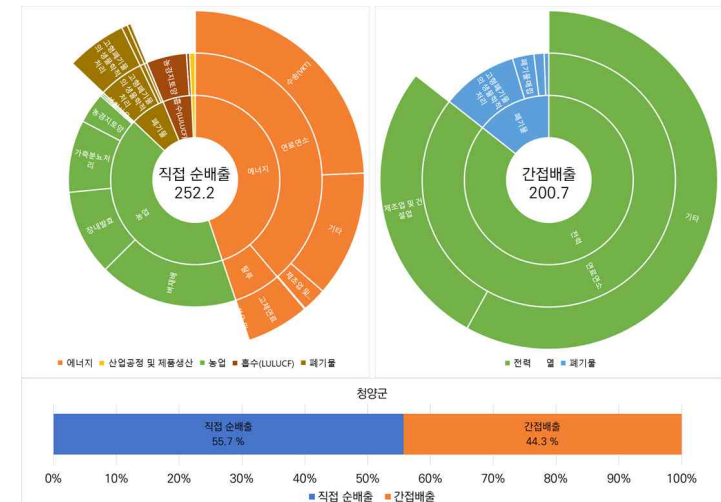
[그림 3-6I] 2018년 금산군 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



[그림 3-6K] 2018년 서천군 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)

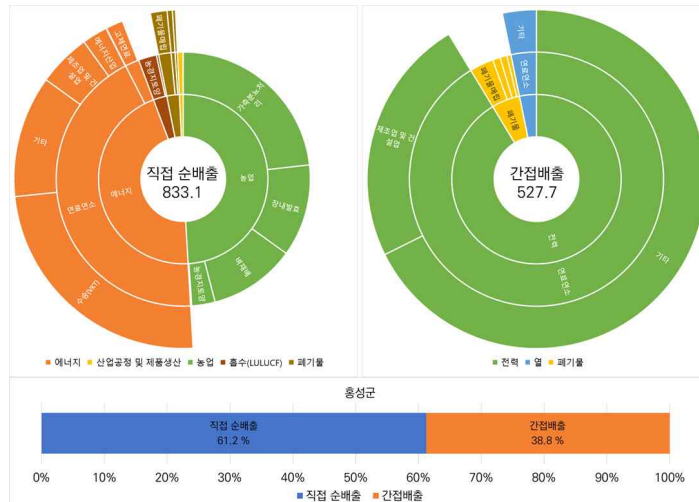


[그림 3-6J] 2018년 부여군 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



[그림 3-6L] 2018년 청양군 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)

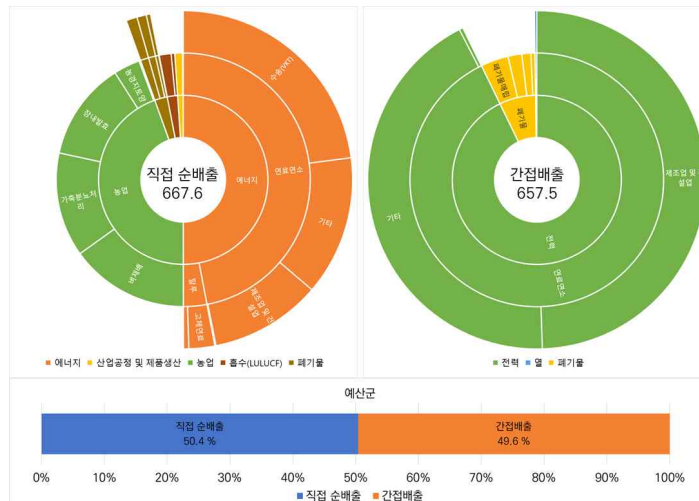




[그림 3-6M] 2018년 홍성군 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



[그림 3-6O] 2018년 태안군 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)



[그림 3-6N] 2018년 예산군 온실가스 인벤토리(천톤CO<sub>2</sub>eq.; %)

### 3. 기초지자체 온실가스 배출특성 유형화

- 실효성 높은 기본계획을 수립하기 위해 가이드라인 및 작성예시에서 제공하는 지자체 배출특성 유형을 세분화하여 다양한 사례에 적용 가능한 수립전략이 마련되어야 함
  - 기초지자체에서 기본계획 수립시 참고할 수 있는 신뢰도 높은 지역 유형과 유형별 감축계획 수립 전략(안)을 제공함으로써, 유사 유형 지자체간의 협력 또는 분담 감축전략 수립에 활용할 수 있는 근거를 제시할수 있음
  - 또한, 인접한 지자체간 다양한 유형을 고려한 복합적인 감축전략 수립을 지원할 수 있도록 세분화된 유형별 감축계획 수립전략을 제공할 필요가 있음
- 배출특성 유형 세분화를 위해 다양한 지표의 활용이 고려되어야 함
  - 온실가스 배출량 자료(온실가스정보센터의 GIR자료)의 구성(구분, 부문, 세부 인벤토리)에 따라 시·군·구 탄소중립 녹색성장 기본계획 작성예시(환경부, 2024)에 제시된 지자체 유형 구분 분류(산업·발전특화형/도시집중형/복합형/흡수형)하고 있음
  - 또한, 다양한 분야에서 자주 사용되는 도시 형태 분류 (도시형/준도시형/농촌형) 등을 고려할 필요가 있음
- 특히, 관리권한을 기준으로 한 배출특성 유형화가 반드시 적용되어야 함
  - 충청남도, 울산광역시, 전라남도, 인천광역시를 고려했을 때, 광역 내 기초지자체의 배출 특성 편차가 상당한 것으로 나타남
  - 해당 편차는 주로 농촌지역에 화력발전소 및 대규모 산업단지가 위치한 경우에 발생함
  - 따라서, 국가관리권한에 해당하는 에너지·산업 부문을 별도로 관리할 수 있는 기본계획 수립전략을 마련하기 위해서 국가 및 지자체 관리권한 구성비를 기준으로 배출특성 유형화 분석이 수행되어야 함
- 분류별 군집분석 결과를 다각도로 적용한 기본계획 수립전략을 제시할 필요가 있음
  - 관리권한, 인벤토리 구성, 도시 형태 분류 등의 군집분석 결과를 토대로, 지자체의 배출특성이 해당되는 유형을 세분화하여 제시함(ex. 농촌형-지자체관리권한형-전력간접배출형; 준도시형-국가관리권한형-산업복합형; 도시형-지자체관리권한형-간접배출형 등)
  - 배출특성 유형별 감축목표 수립 전략을 제공하여, 지자체 온실가스 기본계획의 실효성을 높일 필요성이 있음

#### • 배출특성 유형화를 위한 군집분석(Clustering Analysis) 수행

- 기초지자체 온실가스 배출특성은 사회적, 경제적, 지리적, 환경적 요소 등의 복합 작용에 의해 결정됨(김인형, 2011; 최영국 등, 2008)
- 도시의 규모(인구 기준)에 따라 온실가스 배출량에 영향을 미치는 요인들의 집합을 다양하게 적용하기도 함(최영국 등, 2008)
- 이와 같이, 지역의 특성에 따라 결정되는 온실가스 배출특성은 구조의 복잡성으로 인해 블랙박스 시스템으로 규정됨
- 블랙박스 시스템이란 시스템의 내부 구조 또는 작동 원리를 명확하게 규정할 수 없을 때, 입력변수와 결과값만을 활용해 시스템을 분석하는 것으로, 컴퓨터 과학, 시스템 공학, 인공지능 등의 다양한 분야에서 활용됨
- 블랙박스 시스템은 구조상 분석자가 시스템의 내부 작동 방식을 알 수 없다는 단점이 있지만, 입력변수-결과값을 가지는 많은 수의 관측치 세트를 활용해 시스템 구조의 추정 이 가능함
- 컴퓨터 연산 능력이 발달함에 따라, 관측치 세트의 수를 극대화하여(빅데이터 분석) 실제 시스템의 작동 메커니즘과 유사한 블랙박스 시스템의 추정이 가능해짐
- 지역 온실가스 배출특성, 즉, 배출량 인벤토리의 구성은 지역의 사회적, 경제적, 지리적, 환경적 요소에 대한 결과이며,
- 배출특성 분석을 통해 블랙박스 시스템 구조 추정에는 제한적이나, 시스템이 적용된 결과에 대한 해석은 가능함
- 군집분석은 관측값의 구조가 유사한 관계끼리 분류하는 방법론으로써 지역 온실가스 배출특성 유형화에 활용할 수 있음(오상원 등, 2023)
- 대표적인 군집분석 방법론으로는 K-means Clustering, Hierarchical Clustering, Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise, Mean Shift Clustering, Gaussian Mixture Model, Spectral Clustering, Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies 등이 있으며,
- 데이터의 형태와 크기, 사전 정보(ex. 군집의 수), 노이즈의 존재 여부, 군집의 형태(구형, 비구형 등) 등을 고려하여 분석 목적에 따라 효율(복잡성 대비 정확성)을 고려하여 적합한 방법론을 선택해야 됨

- 국가 및 지자체 관리권한 특성에 의한 분류
  - 군집분석을 수행하기 위해 관측값(기초지자체)의 수가 많을수록 통계학적으로 유의미한 결과를 도출할 수 있으므로, 전국 기초지자체를 대상으로 분석을 수행함
  - 지자체 전체 배출량(직접 순배출량+간접배출량) 대비 국가 관리권한 구성비(%) 및 지자체 관리권한 구성비(%)를 입력변수로 적용
  - 국가 및 지자체 관리권한 비율은 지자체 탄소중립·녹색성장 기본계획 수립 및 추진상황 점검 가이드라인(환경부, 2023)에 제시된 지자체 관리권한 인벤토리 부문별 연계표를 토대로, 2023년 12월 29일에 공표된 「2023년 지역 온실가스 통계(2010-2021) 산정결과(환경부, 2023)」의 전국 기초지자체 온실가스 인벤토리를 활용하여 계산함

〈표 3-10〉 지자체 관리권한 인벤토리 부문별 연계표

구분	부문	온실가스 인벤토리 부문
직접 배출량	건물	에너지-A.연료연소-4.기타-b.가정
	상업/공공	에너지-A.연료연소-4.기타-a.상업/공공
	수송	에너지-A.연료연소-3.수송-b.도로수송
	농업	농업-A.장내발효
		농업-B.가축분뇨처리
		농업-C.비재배
		농업-D.농경지토양-a.직접배출, c.간접배출
		농업-G.식화사용
간접 배출량	에너지	에너지-A.연료연소-3.수송-b.도로
		에너지-A.연료연소-4.기타-a.상업/공공
		에너지-A.연료연소-4.기타-b.가정
	열	열-A.연료연소-4.기타-a.상업/공공
		열-A.연료연소-4.기타-b.가정
	폐기물	폐기물 전체 발생량

자료: 지자체 탄소중립·녹색성장 기본계획 수립 및 추진상황 점검 가이드라인(환경부, 2023)

- 온실가스 배출량 원자료(2023년 지역 온실가스 통계(2010-2021) 산정결과(환경부, 2023))의 기초지자체 배출량 인벤토리는 위 표에서 온실가스 인벤토리 부문 중 알파벳 소문자(a, b 등)에 해당하는 분류는 제공되지 않고 있으므로, 본 연구에서 산정한 지자체 관리권한 인벤토리는 숫자구분기호(3.수송, 4.기타 등)에 한정하여 산정함
- 그 결과, 실제 관리권한과 다소의 차이가 발생할 수 있음(예, 직접-수송은 a.항공을 포함)

〈표 3-11〉 국가 및 지자체 관리권한 구성비 산정 결과

서울특별시 (SU)	지자체	서울(광역시)	종로구	중구	용산구	성동구	광진구	동대문구	종로구	성북구	강북구	도봉구	노원구	은평구
	구분코드	SU00	SU01	SU02	SU03	SU04	SU05	SU06	SU07	SU08	SU09	SU10	SU11	SU12
	국가(%)	7.7	4.3	16.9	45.3	9.9	2.5	4.9	3.8	3.0	3.1	4.1	11.3	2.2
	지자체(%)	92.3	95.7	83.1	54.7	90.1	97.5	95.1	96.2	97.0	96.9	95.9	88.7	97.8
	지자체	서대문구	마포구	양천구	강서구	구로구	금천구	영등포구	동작구	관악구	서초구	강남구	송파구	강동구
	구분코드	SU13	SU14	SU15	SU16	SU17	SU18	SU19	SU20	SU21	SU22	SU23	SU24	SU25
	국가(%)	2.0	3.2	7.7	4.3	5.4	11.0	6.0	2.0	2.1	4.5	7.8	6.4	2.2
부산광역시 (BS)	지자체(%)	98.0	96.8	92.3	95.7	94.6	89.0	94.0	98.0	97.9	95.5	92.2	93.6	97.8
	지자체	부산(광역시)	중구	서구	동구	영도구	부산진구	동래구	남구	북구	해운대구	사하구	강서구	금정구
	구분코드	BS00	BS01	BS02	BS03	BS04	BS05	BS06	BS07	BS08	BS09	BS10	BS11	BS12
	국가(%)	39.5	13.1	18.6	7.5	19.0	3.1	3.2	19.7	2.8	8.0	77.6	72.4	9.5
	지자체(%)	60.5	86.9	81.4	92.5	81.0	96.9	96.8	80.3	97.2	92.0	22.4	27.6	90.5
	지자체	연제구	수영구	사상구	기장군									
	구분코드	BS13	BS14	BS15	BS16									
대구광역시 (DG)	국가(%)	4.6	2.2	37.3	61.0									
	지자체(%)	95.4	97.8	62.7	39.0									
	지자체	대구(광역시)	중구	동구	서구	남구	북구	수성구	달서구	달성군				
	구분코드	DG00	DG01	DG02	DG03	DG04	DG05	DG06	DG07	DG08				
대구광역시 (DG)	국가(%)	33.1	3.8	35.6	53.8	1.9	19.1	2.0	33.4	62.5				
	지자체(%)	66.9	96.2	64.4	46.2	98.1	80.9	98.0	66.6	37.5				

인천광역시 (IC)	지자체	인천(광역시)	중구	동구	미추홀구	연수구	남동구	부평구	계양구	서구	강화군	옹진군		
	구분코드	IC00	IC01	IC02	IC03	IC04	IC05	IC06	IC07	IC08	IC09	IC10		
	국가(%)	77.7	41.0	87.6	14.7	35.1	34.6	19.8	5.6	86.0	12.9	99.7		
	지자체(%)	22.3	59.0	12.4	85.3	64.9	65.4	80.2	94.4	14.0	87.1	0.3		
광주광역시 (GJ)	지자체	광주(광역시)	동구	서구	남구	북구	광산구							
	구분코드	GJ00	GJ01	GJ02	GJ03	GJ04	GJ05							
	국가(%)	25.4	19.3	12.6	13.8	21.4	40.1							
	지자체(%)	74.6	80.7	87.4	86.2	78.6	59.9							
대전광역시 (DJ)	지자체	대전(광역시)	동구	중구	서구	유성구	대덕구							
	구분코드	DJ00	DJ01	DJ02	DJ03	DJ04	DJ05							
	국가(%)	29.7	6.6	5.2	2.2	32.6	61.7							
	지자체(%)	70.3	93.4	94.8	97.8	67.4	38.3							
울산광역시 (US)	지자체	울산(광역시)	중구	남구	동구	북구	울주군							
	구분코드	US00	US01	US02	US03	US04	US05							
	국가(%)	90.1	2.4	93.2	50.2	60.9	93.5							
	지자체(%)	9.9	97.6	6.8	49.8	39.1	6.5							
세종특별자치시 (SJ)	지자체	세종(광역시)												
	구분코드	SJ00												
	국가(%)	57.4												
	지자체(%)	42.6												

경기도 (GG)	지자체	경기(광역시)	수원시	용인시	고양시	화성시	성남시	부천시	남양주시	안산시	평택시	안양시	시흥시	파주시
	구분코드	GG00	GG01	GG02	GG03	GG04	GG05	GG06	GG07	GG08	GG09	GG10	GG11	GG12
	국가(%)	51.3	13.0	37.1	18.6	72.4	29.4	32.9	15.2	66.7	72.4	38.6	46.0	80.7
	지자체(%)	48.7	87.0	62.9	81.4	27.6	70.6	67.1	84.8	33.3	27.6	61.4	54.0	19.3
	지자체	김포시	의정부시	광주시	하남시	광명시	군포시	양주시	오산시	이천시	안성시	구리시	의왕시	포천시
	구분코드	GG13	GG14	GG15	GG16	GG17	GG18	GG19	GG20	GG21	GG22	GG23	GG24	GG25
	국가(%)	34.8	4.0	28.1	56.5	16.5	20.5	52.9	59.1	64.3	35.9	7.5	10.4	76.1
	지자체(%)	65.2	96.0	71.9	43.5	83.5	79.5	47.1	40.9	35.7	64.1	92.5	89.6	23.9
	지자체	양평군	여주시	동두천시	과천시	가평군	연천군							
	구분코드	GG26	GG27	GG28	GG29	GG30	GG31							
강원특별자치도 (GW)	지자체	강원(광역시)	춘천시	원주시	강릉시	동해시	태백시	속초시	삼척시	홍천군	횡성군	영월군	평창군	정선군
	구분코드	GW00	GW01	GW02	GW03	GW04	GW05	GW06	GW07	GW08	GW09	GW10	GW11	GW12
	국가(%)	98.9	49.7	30.4	86.3	97.8	85.3	13.1	100.6	-24.9	76.6	110.2	-88.2	254.1
	지자체(%)	1.1	50.3	69.6	13.7	2.2	14.7	86.9	-0.6	124.9	23.4	-10.2	188.2	-154.1
	지자체	철원군	화천군	양구군	인제군	고성군	양양군							
	구분코드	GW13	GW14	GW15	GW16	GW17	GW18							
	국가(%)	32.2	-20.9	-15.4	-10.8	-80.8	-47.2							
	지자체(%)	67.8	120.9	115.4	110.8	180.8	147.2							

충청 북도 (CB)	지자체	충북(광역)	청주시	충주시	제천시	보은군	옥천군	영동군	증평군	진천군	괴산군	음성군	단양군	
	구분코드	CB00	CB01	CB02	CB03	CB04	CB05	CB06	CB07	CB08	CB09	CB10	CB11	
	국가(%)	73.9	52.6	46.4	85.9	62.3	38.5	155.5	50.8	64.9	84.9	66.0	102.6	
	지자체(%)	26.1	47.4	53.6	14.1	37.7	61.5	-55.5	49.2	35.1	15.1	34.0	-2.6	
충청 남도 (CN)	지자체	충남(광역)	천안시	공주시	보령시	아산시	서산시	논산시	계룡시	당진시	금산군	부여군	서천군	청양군
	구분코드	CN00	CN01	CN02	CN03	CN04	CN05	CN06	CN07	CN08	CN09	CN10	CN11	CN12
	국가(%)	90.8	46.1	24.1	97.1	77.7	93.2	27.4	12.5	97.5	64.3	16.8	40.2	24.3
	지자체(%)	9.2	53.9	75.9	2.9	22.3	6.8	72.6	87.5	2.5	35.7	83.2	59.8	75.7
	지자체	홍성군	예산군	태안군										
	구분코드	CN13	CN14	CN15										
	국가(%)	17.7	35.6	98.2										
전북 특별 자치도 (JB)	지자체	전북(광역)	전주시	군산시	익산시	정읍시	남원시	김제시	완주군	진안군	무주군	장수군	임실군	순창군
	구분코드	JB00	JB01	JB02	JB03	JB04	JB05	JB06	JB07	JB08	JB09	JB10	JB11	JB12
	국가(%)	58.9	29.5	86.6	41.9	42.6	22.7	24.0	53.8	28.9	971.3	28.1	30.1	28.2
	지자체(%)	41.1	70.5	13.4	58.1	57.4	77.3	76.0	46.2	71.1	-871.3	71.9	69.9	71.8
	지자체	고창군	부안군											
	구분코드	JB13	JB14											
	국가(%)	9.3	17.6											
	지자체(%)	90.7	82.4											

전라 남도 (JN)	지자체	전남(광역)	목포시	여수시	순천시	나주시	광양시	담양군	곡성군	구례군	고흥군	보성군	화순군	장흥군
	구분코드	JN00	JN01	JN02	JN03	JN04	JN05	JN06	JN07	JN08	JN09	JN10	JN11	JN12
	국가(%)	86.5	16.8	94.1	38.8	28.4	98.1	34.0	51.3	18.3	14.0	7.4	43.3	16.9
	지자체(%)	13.5	83.2	5.9	61.2	71.6	1.9	66.0	48.7	81.7	86.0	92.6	56.7	83.1
	지자체	강진군	해남군	영암군	무안군	함평군	영광군	장성군	완도군	진도군	신안군			
	구분코드	JN13	JN14	JN15	JN16	JN17	JN18	JN19	JN20	JN21	JN22			
	국가(%)	12.6	9.5	34.9	15.0	11.9	56.4	75.7	5.4	7.7	10.5			
경상 북도 (GB)	지자체(%)	87.4	90.5	65.1	85.0	88.1	43.6	24.3	94.6	92.3	89.5			
	지자체	경북(광역)	포항시	경주시	김천시	안동시	구미시	영주시	영천시	상주시	문경시	경산시	의성군	청송군
	구분코드	GB00	GB01	GB02	GB03	GB04	GB05	GB06	GB07	GB08	GB09	GB10	GB11	GB12
	국가(%)	83.3	93.2	55.4	72.8	58.6	77.9	54.8	58.7	33.1	61.7	42.0	-207.5	-5.6
	지자체(%)	16.7	6.8	44.6	27.2	41.4	22.1	45.2	41.3	66.9	38.3	58.0	307.5	105.6
	지자체	영양군	영덕군	청도군	고령군	성주군	칠곡군	예천군	봉화군	울진군	울릉군	군위군		
	구분코드	GB13	GB14	GB15	GB16	GB17	GB18	GB19	GB20	GB21	GB22	GB23		
	국가(%)	-2.3	-53.6	71.4	73.2	74.3	50.9	8.1	142.5	116.7	69.0	80.3		
	지자체(%)	102.3	153.6	28.6	26.8	25.7	49.1	91.9	-42.5	-16.7	31.0	19.7		

	지자체	경남(광역시)	창원시	진주시	통영시	사천시	김해시	밀양시	거제시	양산시	의령군	함안군	창녕군	고성군
경상 남도 (GN)	구분코드	GN00	GN01	GN02	GN03	GN04	GN05	GN06	GN07	GN08	GN09	GN10	GN11	GN12
	국가(%)	77.9	48.5	35.5	23.6	43.8	41.1	37.8	38.9	51.0	57.0	71.3	41.4	98.6
	지자체(%)	22.1	51.5	64.5	76.4	56.2	58.9	62.2	61.1	49.0	43.0	28.7	58.6	1.4
	지자체	남해군	하동군	산청군	함양군	거창군	합천군							
	구분코드	GN13	GN14	GN15	GN16	GN17	GN18							
	국가(%)	16.0	99.7	47.3	22.9	54.2	49.5							
	지자체(%)	84.0	0.3	52.7	77.1	45.8	50.5							
제주 특별 자치도 (JJ)	지자체	제주(광역시)	제주시	서귀포시										
	구분코드	JJ00	JJ01	JJ02										
	국가(%)	22.4	18.0	32.0										
	지자체(%)	77.6	82.0	68.0										

\* 구분코드에서 광역은 00, 기초지자체는 직제순으로 코드 부여

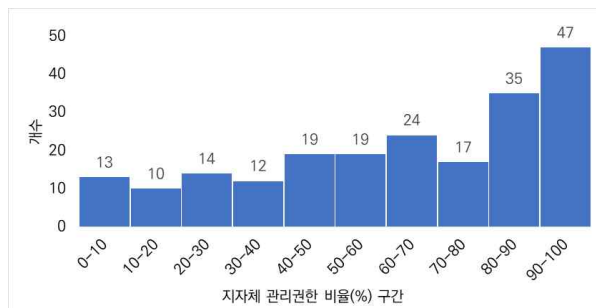
\* 음영(19개 기초) : 흡수량이 직접 배출량 배출량보다 많은 경우 국가관리권한 또는 지자체 관리권한이 음수로 계산되는 경우가 발생하므로, 분석에서 제외함

\* 광역은 분석에서 제외함

\* 단, 세종특별자치시는 광역 내에 지자체가 한 개이기 때문에, 분석에 포함

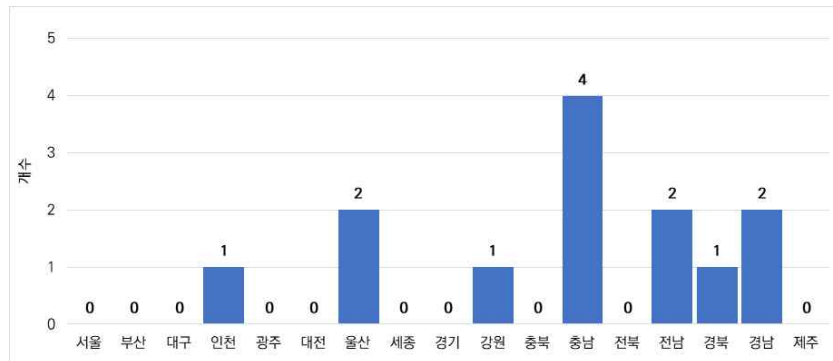
• 흡수량이 과다하여 관리권한 비율이 음수가 되는 경우(19개)와 광역지자체를 제외(세종특별자치시는 예외)한, 210개 기초지자체의 국가 및 지자체 관리권한 구성비를 산정하고 추후 군집분석에 사용함

- 국가 및 지자체 관리권한 구성비 산정 결과, 지자체 관리권한 비율이 90~100%를 차지하는 지자체는 47개로 나타났으며, 분석 대상 지자체 210개 중 22.4%를 차지함
- 지자체 관리권한 비율이 10~90%를 차지하는 지자체는 150개로 나타났으며, 분석 대상 지자체 210개 중 71.4%를 차지함
- 지자체 관리권한 비율이 0~10%를 차지하는 지자체는 13개로 나타났으며, 분석 대상 지자체 210개 중 6.2%를 차지함
- 지자체 관리권한 비율을 기준으로 배출특성이 유사한 군집끼리 분류할 때, 보다 정량적인 군집 구간을 도출할 수 있을 것으로 기대됨



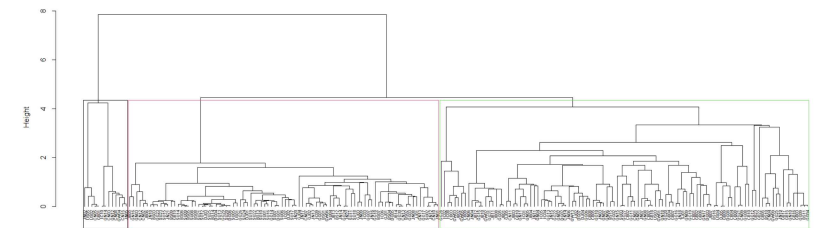
[그림 3-7] 지자체 관리권한 구성비(%) 히스토그램

- 기초지자체 관리권한이 전체(직접 순배출+간접배출) 배출량 대비 10% 미만인 지자체는 13개(인천-용진군, 경남-하동군, 경남-고성군, 충남-태안군, 전남-광양시, 강원-동해시, 충남-당진시, 충남-보령시, 전남-여수시, 울산-울주군, 울산-남구, 충남-서산시, 경북-포항시)로 나타남
- 인천 1개, 울산 2개, 강원 1개, 충남 4개, 전남 2개, 경북 1개, 경남 2개로 총 13개 기초지자체의 국가관리권한이 90%이상을 차지하는 것으로 나타남
- 상기 기초지자체는 모두 발전소 또는 대규모 산업단지가 위치한 지역으로, 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립 시, 국가관리권한에 대한 감축계획을 포함하지 않고서 실효성 높은 기본계획을 수립하기 어려운 지역으로 분석됨



[그림 3-8] 지자체 관리권한이 10% 미만인 기초지자체 분포

- 국가 및 지자체 관리권한을 기준으로 한 군집분석 결과, 3개 군집으로 구분됨
- 본 연구에서는 지자체 배출특성 유형화 군집분석을 위해 계층적 방법(Hierarchical Clustering)을 적용함
- 계층적 방법은 각 관측값을 계층적으로 군집화하는 방법으로, 병합적 방법과 분할적 방법으로 구분됨
- 각 관측값(기초지자체의 배출특성)을 개별 군집으로 시작하여 해당 관측값과의 거리가 가장 가까운(단일 연결법; Single Linkage) 관측값을 순차적으로 군집하는 방법인 병합적 방법을 적용함
- 개별 관측값과 가장 가까운 거리에 위치한 관측값, 즉, 관측값의 특성이 가장 유사한 관측값끼리 병합해 나가면서 인접 소군집과의 특성이 유사한 그룹과 병합되고, 최종적으로 하나의 군집으로 묶일 때, 반복수행이 종료됨.
- 모든 관측값(210개 기초지자체)의 병합이 종료될 때까지 위 절차를 반복적으로 수행하여 최종 군집화를 획득하였으며, 국가 및 기초지자체 관리권한 구성비를 기준으로 군집화할 경우 배출특성이 유사한 군집으로 유형화할 경우 3개 군집으로 분류가 가능함
- 군집1(13개 지자체)은 지자체 관리권한 구성비가 6.8% 이하인 지자체로 국가관리권한이 큰 지자체가 속하며, 군집2(90개 지자체)는 지자체 관리권한 구성비가 75.7% 이상인 지자체로 상대적으로 국가관리권한이 작은 지자체로 유형화됨
- 군집3(107개 지자체)의 특성은 지자체 관리권한 구성비가 12.4%~72.6% 사이인 지자체로 유형화됨



[그림 3-9] 관리권한 구성비 기준 군집화 결과(Dendrogram, k=3)

〈표 3-12〉 군집분석 결과(음영: 충청남도)

군집	관측값(기초지자체)						
군집1 (小)	전남-여수시	울산-울주군	울산-남구	충남-서산시	경북-포항시	인천-옹진군	경남-하동군
	충남-보령시	경남-고성군	충남-당진시	강원-동해시	충남-태안군	전남-광양시	
군집2 (大)	전북-남원시	경남-함양군	경남-통영시	충남-청양군	충남-공주시	전북-김제시	전남-보성군
	부산-동구	경기-구리시	서울-강남구	서울-양천구	전남-진도군	부산-해운대구	경북-예천군
	서울-마포구	부산-동래구	서울-강북구	부산-부산진구	서울-성북구	부산-북구	서울-관악구
	서울-은평구	대전-서구	서울-강동구	부산-수영구	대구-남구	서울-서대문구	경기-과천시
	서울-동작구	대구-수성구	서울-광진구	울산-중구	경기-양평군	서울-송파구	대전-동구
	서울-영등포구	서울-서초구	부산-연제구	서울-도봉구	서울-종로구	서울-강서구	경기-의정부시
	서울-중랑구	대구-중구	서울-동대문구	인천-계양구	대전-중구	서울-구로구	전남-완도군
	광주-북구	전남-함평군	충남-계룡시	광주-서구	전남-강진군	인천-강화군	경기-수원시
	부산-중구	강원-속초시	서울-성동구	전북-고창군	부산-금정구	전남-해남군	경기-의왕시
	전남-신안군	서울-노원구	서울-금천구	광주-남구	전남-고흥군	인천-미추홀구	경기-남양주시
	전남-무안군	경기-군포시	부산-남구	인천-부평구	광주-동구	부산-영도구	대구-북구
	전북-부안군	경기-가평군	충남-홍성군	부산-서구	경기-고양시	전남-구례군	제주-제주시
	경남-남해군	경기-광명시	서울-중구	전남-장흥군	충남-부여군	전남-목포시	
군집3 (中)	경기-동두천시	인천-동구	인천-서구	충북-제천시	강원-강릉시	전북-군산시	강원-태백시
	충북-괴산군	충남-논산시	전남-나주시	전북-순창군	경기-광주시	전북-장수군	강원-원주시
	경기-연천군	전북-임실군	전북-진안군	경기-성남시	전북-전주시	광주-광산구	충남-서천군
	전북-익산시	경북-경산시	경남-창녕군	인천-중구	경남-김해시	전북-정읍시	전남-화순군
	경남-사천시	인천-남동구	인천-연수구	경기-김포시	전남-영암군	경기-안성시	경남-진주시
	대구-동구	충남-예산군	전남-담양군	강원-철원군	제주-서귀포시	대구-달서구	대전-유성구
	경기-부천시	경북-상주시	충북-옥천군	경기-안양시	전남-순천시	경남-거제시	경남-밀양시
	부산-사상구	경기-용인시	경남-산청군	서울-용산구	경기-여주시	충북-충주시	경기-시흥시
	충남-천안시	경남-창원시	전남-곡성군	경남-양산시	충북-증평군	경북-칠곡군	울산-동구
	강원-춘천시	경남-합천군	경기-오산시	경북-안동시	경북-영천시	경기-하남시	전남-영광군
	세종-세종	경남-의령군	경기-양주시	충북-청주시	경북-경주시	경북-영주시	경남-거창군
	대구-서구	전북-완주군	부산-기장군	울산-북구	대전-대덕구	경북-문경시	대구-달성군
	충북-보은군	충북-진천군	경기-이천시	충남-금산군	경기-안산시	충북-음성군	경기-파주시
	경북-군위군	경북-울릉군	경북-구미시	부산-사하구	충남-아산시	강원-횡성군	경기-포천시
	전남-장성군	경북-성주군	경북-청도군	경남-함안군	경북-고령군	경북-김천시	경기-평택시
	부산-강서구	경기-화성시					

- 앞서 유형화된 군집에서 충청남도 내 기초지자체를 발췌하여 지자체 관리권한 기준 배출특성을 유형화함(괄호: 지자체 관리권한 비율)
  - 군집1(4개): 서산시(6.8%), 보령시(2.9%), 당진시(2.5%), 태안군(1.8%)
  - 군집2(5개): 청양군(75.7%), 공주시(75.9%), 계룡시(87.5%), 홍성군(82.3%), 부여군(83.2%)
  - 군집3(6개): 논산시(72.6%), 서천군(59.8%), 예산군(64.4%), 천안시(53.9%), 금산군(35.7%), 아산시(22.3%)
- 「시군구 탄소중립 녹색성장 기본계획 작성 설명자료(환경부, 2024)」의 붙임에 제시된 기초지자체 온실가스 배출유형 분류표를 참고하여, 충청남도 기초지자체 온실가스 배출유형을 세분화함
  - 산업·발전특화형: 당진시(군집1), 보령시(군집1), 태안군(군집1), 서산시(군집1), 공주시(군집2), 부여군(군집2), 청양군(군집2), 홍성군(군집2), 금산군(군집3), 서천군(군집3), 아산시(군집3), 예산군(군집3)
  - 도시집중형: 계룡시(군집2), 논산시(군집3), 천안시(군집3)

〈표 3-13〉 환경부(2024) 가이드라인상의 기초지자체 온실가스 배출유형 분류표

구분	대상 기초지자체
산업·발전특화형 (77개)	강원 삼척시, 경기 동두천시, 경기 포천시, 경남 고성군, 경남 하동군, 인천 옹진군, 전북 군산시, 충남 <b>당진시</b> , 충남 <b>보령시</b> , 충남 <b>태안군</b> , 강원 강릉시, 강원 영월군, 강원 철원군, 강원 태백시, 경기 화성시, 경기 안성시, 경기 여주시, 경기 이천시, 경기 파주시, 경기 평택시, 경남 의령군, 경남 창녕군, 경남 함안군, 경북 구미시, 경북 경주시, 경북 고령군, 경북 성주군, 경북 영주시, 경북 영천시, 경북 포항시, 부산 강서구, 부산 기장군, 부산 사상구, 부산 사하구, 울산 남구, 울산 북구, 울산 울주군, 인천 동구, 전남 여수시, 전남 강진군, 전남 고흥군, 전남 곡성군, 전남 광양시, 전남 영광군, 전남 영암군, 전남 완도군, 전남 장성군, 전남 장흥군, 전남 진도군, 전남 함평군, 전남 해남군, 전남 화순군, 전북 고창군, 전북 김제시, 전북 부안군, 전북 순창군, 전북 완주군, 전북 임실군, 전북 장수군, 전북 정읍시, 충남 <b>공주시</b> , 충남 <b>금산군</b> , 충남 <b>부여군</b> , 충남 <b>서산시</b> , 충남 <b>서천군</b> , 충남 <b>아산시</b> , 충남 <b>예산군</b> , 충남 <b>청양군</b> , 충남 <b>홍성군</b> , 충북 청주시, 충북 단양군, 충북 보은군, 충북 음성군, 충북 제천시, 충북 증평군, 충북 진천군
도시집중형 (117개)	강원 속초시, 강원 원주시, 강원 춘천시, 경기 수원시, 경기 성남시, 경기 안양시, 경기 가평군, 경기 고양시, 경기 과천시, 경기 광명시, 경기 광주시, 경기 구리시, 경기 군포시, 경기 김포시, 경기 남양주시, 경기 부천시, 경기 시흥시, 경기 양주시, 경기 양평군, 경기 연천군, 경기 용인시, 경기 의왕시, 경기 의정부시, 경남 창원시, 경남 김해시, 경남 거제시, 경남 남해군, 경남 밀양시, 경남 사천시, 경남 양산시, 경남 진주시, 경남 통영시, 경남 함양군, 경북 경산시, 경북 상주시, 경북 예천군, 경북 칠곡군, 광주 광산구, 광주 남구, 광주 동구, 광주 북구, 광주 서구, 대구 남구, 대구 달서구, 대구 달성군, 대구 동구, 대구 북구, 대구 서구, 대구 수성구, 대구 중



	구, 대전 대덕구, 대전 동구, 대전 서구, 대전 유성구, 대전 중구, 부산 영도구, 부산 동래구, 부산 금정구, 부산 남구, 부산 동구, 부산 부산진구, 부산 북구, 부산 서구, 부산 수영구, 부산 연제구, 부산 중구, 부산 해운대구, 서울 성동구, 서울 도봉구, 서울 마포구, 서울 양천구, 서울 강남구, 서울 강동구, 서울 강북구, 서울 강서구, 서울 관악구, 서울 광진구, 서울 구로구, 서울 금천구, 서울 노원구, 서울 동대문구, 서울 동작구, 서울 서대문구, 서울 서초구, 서울 성북구, 서울 송파구, 서울 영등포구, 서울 용산구, 서울 은평구, 서울 종로구, 서울 중구, 서울 중랑구, 울산 동구, 울산 중구, 인천 연수구, 인천 계양구, 인천 강화군, 인천 남동구, 인천 미추홀구, 인천 부평구, 인천 중구, 전남 구례군, 전남 담양군, 전남 목포시, 전남 무안군, 전남 보성군, 전남 순천시, 전남 신안군, 전북 전주시, 전북 남원시, 전북 익산시, 전북 진안군, 충남 <b>계룡시</b> , 충남 <b>논산시</b> , 충남 <b>천안시</b> , 충북 옥천군, 충북 충주시
복합형 (7개)	경기 하남시, 경기 안산시, 경기 오산시, 경북 김천시, 경북 안동시, 인천 서구, 전남 나주시
흡수형 (25개)	강원 고성군, 강원 양구군, 강원 양양군, 강원 인제군, 강원 정선군, 강원 평창군, 강원 홍천군, 강원 화천군, 강원 횡성군, 경남 거창군, 경남 산청군, 경남 함천군, 경북 군위군, 경북 문경시, 경북 봉화군, 경북 영덕군, 경북 영양군, 경북 울릉군, 경북 울진군, 경북 의성군, 경북 청도군, 경북 청송군, 전북 무주군, 충북 괴산군, 충북 영동군

- 지자체 관리권한 분류 기준과 환경부가 제시하는 분류 기준을 조합하여 배출특성을 세부적으로 유형화 함
  - 지자체 관리권한 분류 기준 유형을 군집1(小), 군집2(大), 군집3(中)으로 군집이름을 부여 하고, 환경부가 제시하는 분류기준을 조합하면 12개의 세부 유형이 생성됨
  - 지자체 관리권한 분류 기준 유형화에서 흡수량이 큰 지자체는 제외하였으므로, 환경부 기준에서도 흡수량을 제외한 세부유형화를 진행하면, 9개의 세부 유형이 생성됨
  - 환경부 기준에 따른 분류 결과 충청남도에는 복합형과 흡수형이 시군이 없고, 부여군, 청양군 등도 흡수형으로 분류된 전국 25군 대비 상대적으로 흡수량이 적어 제외됨

〈표 3-14〉 충청남도 내 기초지자체 배출특성 세부 유형화

지자체 관리권한 기준	환경부(2024)	충청남도 내 기초지자체
大(군집2)	산업·발전특화형	공주시, 부여군, 청양군, 홍성군
	도시집중형	계룡시
	복합형	-
中(군집3)	산업·발전특화형	아산시, 금산군, 서천군, 예산군
	도시집중형	천안시, 논산시
	복합형	-
小(군집1)	산업·발전특화형	보령시, 서산시, 당진시, 태안군
	도시집중형	-
	복합형	-

- 앞서 적용된 유형화 분류기준을 더욱 세분화하여 보다 효율적인 기초지자체의 온실가스 감축목표 및 감축정책방향을 설정할 수 있음
  - 산업·발전특화형의 경우, 온실가스 인벤토리상에서 구분 가능한 온실가스 배출원별 배출 특성(에너지산업, 제조업 및 건설업, 광물산업, 화학산업, 금속산업, 전자산업 등)을 기준으로 유형화를 수행할 수 있음
  - 결과를 통해 배출특성 유형을 더욱 세분화(예, 大-산업·발전특화형-에너지산업형 등)하여, 각 유형별로 기초지자체가 비용대비 감축효과를 높일 수 있는 감축정책안을 제시할 수 있음
  - 이 때, 유형화한 온실가스 배출특성 그 자체로 배출량 인벤토리를 내포하고 있으므로, 효율적인 감축정책 수립이 가능할것으로 기대됨
- 본연구에서는 제시한 관리권한 기준에 의한 군집화와 환경부 분류기준만으로 기초지자체 배출특성을 분류하고 유형화하여 제4장에서 유형별 고도화 방안에 대해 검토함

## 제4장

지자체 탄소중립 기본계획  
고도화 방안

## 제1절 지자체 유형별 감축방향 설정

## 1. 감축부문별 유형에 따른 감축사업 선정

- 지자체 탄소중립 녹색성장 기본계획 수립 및 추진상황 점검 가이드라인(환경부, 2024.9)에서는 지자체 유형을 감축부문에 따라 구분하고 있으며, 이 분류는 다음 고려사항에 따라 분류하였음

〈표 4-1〉지자체 유형 분석시 고려사항

유형	특성
자연환경	- 위치 및 지형 - 기상 개황(강수량, 기온, 폭염일수 등)
인문사회	- 인구, 가구수 - 토지(녹지, 공원, 개발제한구역) - 주택 및 건축물(노후건축물, 녹색건축물) - 자동차 등록대수
경제산업	- 사업체 수 및 종사자 수 - 지역내총생산
에너지 현황	- 최종에너지 소비량(부문별, 원별) - 석유, 전력, 도시가스 사용 - 신재생에너지 생산량

자료 : 환경부(2024)

- 고려사항에 따라 지자체 유형은 도시집중형, 산업·발전특화형, 복합형, 흡수형 등 4가지 유형으로 분류하며 각 유형별 지자체 감축전략 수립방향은 다음과 같음

〈표 4-2〉지자체 유형분류와 감축전략

유형	특성	감축전략
도시집중형	건물, 수송 부문에서 집중 배출	제로에너지빌딩 확대, 그린리모델링, 수송부문 수요 관리, 폐기물 발생량 감축 등 도시에서의 에너지 소비 절감을 통한 온실가스 감축방안을 중심으로 기술
산업 발전 특화형	산업, 전환 부문에서 집중 배출	국가 관리대상(배출권거래제, 목표관리제 등)에서 제외되는 중소기업 및 하청업체 등에 대한 관리방안을 중심으로 기술 * 국가 산업부문(전환, 산업) 감축목표를 지자체 목표에 포함하여 작성 지양
복합형	다양한 배출원이 혼재하여, 배출량이 전 부문에 고르게 분포	건물, 수송, 농업 등 다양한 부문의 온실가스 감축방안을 기술
흡수형	LULUCF 부문 탄소배출 및 흡수량 높음	흡수능력 저하 방지를 위한 산림 관리방안, 사회공헌형 산림 탄소상쇄사업 연계 등 조림 및 산림경영 방안을 중심으로 기술

자료 : 환경부(2024) 재구성

- 지자체 탄소중립 녹색성장 기본계획에 활용 가능한 국가 원단위는 부록 1(2024.9. 기준)과 같으며, 유형별 고도화를 위해 우선적으로 검토할 감축사업유형은 감축원단위를 고려할 때 다음과 같은 사업에 집중할 필요가 있음

〈표 4-3〉지자체 유형별 우선검토 대상 감축사업유형

유형	우선검토 감축사업유형	
	지속형 사업	단발형 사업
도시집중형	제로에너지 빌딩, 건물에너지 효율등급 인증, BEMS 설치 및 운영, 공공 및 오피스 건물의 스마트 미터링 도입, 히트펌프 설치, 상수도 누수관 정비 사업, 트램노선 구축, 간선급행버스 수축, 자전거 인프라 구축, CNG차량 보급확대, 친환경 보급, 자동운전 에스컬레이트, 목재 펠릿 보일러(설치대수),	차량공유 시스템, 목재 펠릿 보일러(사용량),
산업·발전 특화형	사업체 저녹스 버너교체, 산업용 냉동기 고효율 기각 설비교체, 산업 청정연료 전환 시설 지원, 바이오가스 열병합 발전, 하수열 및 하천수열 이용, 양수발전, 소수력 발전, 향만 육상전원 공급설비, 전기 여객선 보급, 친환경 하이브리드 여선,	
복합형	농촌 지열히트펌프 보급, RFID 종량기 보급	일회용 플라스틱 컵 사용(참여 가게), 식품접객업 일회용 비닐봉투 사용 규제(참여 가게), 폐봉제 원단 재활용, 폐플라스틱 자원화, 한우비육기간 단축, 건담 직파 재배, 토랑개량제 사용, 친환경비료 사용, 논물관리,
흡수형	조림조성, 기후변화대응난대림 조성, 가로수 심기, 바다숲 조성	미이용 산림바이오매스 목재연료 활용

## 2. 국가관리권한 유형에 따른 감축사업 설정

### 1) 지역내 국가관리권한 온실가스를 포함한 탄소중립 기본계획 수립

- 국가온실가스 배출량은 관리권한에 따라 국가관리권한과 지자체관리권한으로 나눌 수 있으며, 국가관리권한은 산업·전환 부문을 중심으로 대규모 배출시설이 주를 이루고 있음
- 지자체 탄소중립 기본계획 수립을 위한 환경부 가이드라인에 의하면, 지역 온실가스 배출·흡수 현황 및 전망 부분에서 국가온실가스종합정보센터(GIR) 통계자료를 활용하여 “지자체 관리권한이 있는 부문의 배출량”으로 재구성하여 감축목표를 수립하도록 하고 있음

**지자체 탄소중립 녹색성장 기본계획 수립 및 추진상황 점검 가이드라인**

2024. 9.

환경부

**2. 지역 온실가스 배출·흡수 현황 및 전망**

□ (배출·흡수 현황) 지역 기본계획 수립 시 가장 최근에 발표된 국가 온실가스종합정보센터(GIR)의 통계자료를 활용하여 지역의 온실가스 배출·흡수 현황 및 배출 추이, 배출 특성을 분석하여 제시한다.

- 기초지자체는 광역-기초 지자체간 통계자료의 정합성 확보를 위해 해당 광역 지자체 기본계획에서 활용한 통계자료와 동일한 통계자료 활용 필요
- 온실가스 배출·흡수 현황은 직접배출량(에너지 부문의 A.1.a 공공 전기 및 열 생산, 폐기물 전체 제외)과 간접배출량(전력, 열, 폐기물 부문 전체)을 각각 제시하며, 합산량(지역배출량)을 표기한다.( <표9> 참조)
- 지자체 경계를 두고 생산·소비, 발생/처리의 주체가 다르므로 지자체에서 효율적으로 온실가스 관리를 하기 위해서는 직접배출량 뿐 아니라 간접배출량 인벤토리도 필요
- <표10>의 연계표를 참고하여 <표9>의 지역 온실가스 분야별 현황표를 지자체 관리권한 인벤토리(지자체 관리권한이 있는 부문의 배출량)로 재구성하고, 이를 기준으로 지역 감축목표를 수립한다.

[그림 4-1] 기본계획 가이드라인(지자체관리권한 부분)

- 연구배경에서도 언급한 바와 같이 지역관리권한 비율이 현저히 낮을 경우 지자체 기본계획 무용론이 언급될 수 있고, 무엇보다 지역의 온실가스 배출은 지역에서 이루

어져야 한다는 지역주민들의 요구가 높은 현실반영이 필요함

- 또한, 가이드라인에서도 지역의 노력을 국가관리권한 온실가스 감축을 유도하고 이를 지역 감축량으로 활용 할 수 있도록 하고 있으나, 이는 지자체관리권한 입장에서는 외부기여분으로 이해할 수 있어 실제 지역에서 국가관리권한 온실가스 감축노력을 기본계획에 담을 필요가 있음
- 지역내 국가 및 지자체 관리권한 온실가스를 모두 포함하는 이상적인 기본계획 수립은 다음 단계로 가능함



[그림 4-2] 국가관리권한 포함 기본계획 수립절차

- 이러한 이상적인 방법론은 ① 완벽한 지역 인벤토리 구축, ② 지역내 모든 주체의 감축로드맵 확보가 필요한 사항으로 현실적으로 국가관리권한을 포함하기 어려움
- 특히, 국가관리권한비율이 높은 지자체의 경우 지역내 대규모 사업장의 연차별 온실가스 감축로드맵 확보의 어려움과 지자체 역량을 넘어서는 배출량 규모로 사실상 불가능에 가깝다고 할 수 있음

## 2) 국가관리권한 유형별 감축옵션

- 제3장에서 수행한 국가관리권한 비율에 의한 군집분석결과를 검토한 감축부문 유형에 적용하여 3개의 군집으로 구분할 수 있으며, 충청남도 15개 시군은 다음 그림과 같이 각 유형별로 구분할 수 있음

		지자체관리권한 비율 군집		
		군집1( ~6.8%)	군집2 (75.7%~ )	군집3 (12.4%~72.6%)
감 축 부 문 유 형	산업발전 특화형 (Industry & Power)	I-1 당진, 서산, 태안, 보령	I-2 공주, 부여, 청양, 홍성	I-3 아산, 예산, 금산, 서천
	도시집중형 (Urbanized)	U-1	U-2 계룡	U-3 천안, 논산
	복합형(Complex)	C-1	C-2	C-3
	흡수형(Absorption)	A-1	A-2	A-3

[그림 4-3] 충청남도 온실가스 배출유형별 기초지자체 유형

- 전절에서 제시한 지자체 관리권한 온실가스 감축사업과 달리 지역내 국가관리권한에 대한 지자체의 감축 옵션은 분류 유형별로 발굴하기 위해 문헌연구, 전문가 원고자문 등의 방법을 활용함
- 분류 유형별 감축사업 발굴을 위해 각 유형별 특징과 장·단점, 유형별 장점을 강화하거나 단점을 극복할 수 있는 방안에 대해 다음 표와 같이 정리함
  - 충청남도의 경우 12개 유형 중 5개 유형에 포함되어 5개 유형에 대해서 검토하였으며, 모든 유형에 해당하는 범용유형에 대해 추가로 정의함
  - 일부 유형의 경우(예: U-1, C-1 등)는 존재하지 않는 유형으로 검토 필요성이 낮은 유형에 해당함
  - 범용유형의 경우 관리권한에 구애받지 않는 온실가스 감축량을 확보할 수 있는 사업을 발굴하여 제시할 수 있음

〈표 4-4〉 배출유형별 전략

유형	장·단점	강화/극복 전략
I-1	- 대규모 감축사업 발굴 가능성 존재 - 사업장 내 기존 지자체 권한 사업 적용 가능 - 지역내 모든 배출량 관리 불가능 - 탄소중립 달성 여부 국가계획에 종속	- 지역내 대규모 배출사업장의 참여유도 - 관리 가능한 배출량 분리·관리 - 지역내 국가사업 적극 유치
I-2	- 지역내 배출량 관리 용이 - 구성원의 명확한 탄소중립 추진 역할 규명 가능 - 산업이 복잡할 경우 다양한 감축옵션 관리 필요 - 높은 간접배출 비율 가능성 존재	- 지역 인벤토리 시스템 구축·운영 - 산업별 감축옵션 구축 노력 - 지역내 간접배출원 에너지 전환
I-3	- 균형잡힌 탄소중립 정책 추진 용이 - 배출량이 높을 경우 지역내 탄소중립 어려움 존재	- 탄소중립 추진 체계 강화 - 외부기여분 확보 노력 경주
U-2	- 시민참여 효과 기대 - 주체적인 정책수립과 이행 가능 - 구성원간 갈등시 정책 추진의 어려움 존재 - 지역 외부 상황에 따라 변동성이 큼	- 협의회 등 시민참여 확대와 강화 - 국가 및 지자체 협력 사업 발굴
U-3	- 탄소중립 정책의 실현가능성 높음 - 차별화된 지역 탄소중립 정책추진의 어려움	- 탄소중립 계획과 이행관리 철저 - 지역 특화 사업 발굴
범용	- 신규감축옵션 발굴시 모든 지역에 적용 가능 - 기존 감축옵션과의 중복성 발생 가능	- 지속적인 감축옵션 발굴과 검증

- 검토한 배출유형별 전략에 따라 각 유형별 적용 가능한 감축옵션에 대해 조사하고 정리함
  - 사업별 적용 가능성이 높은 유형을 표시하고 각 사업의 필요성과 내용, 특이사항을 정리함
  - 제시한 감축옵션 사업들은 유형별 적용 가능한 Tool-kit 형태로 해당 지자체에서는 지자체 유형에 맞는 Tool-kit(감축옵션)을 우선적으로 검토하고 지역의 감축옵션으로 활용할 수 있음
  - 유형별 감축옵션은 지속적으로 추가 될 수 있으며, 다양한 연구에서 유형별 국가관리권한 온실가스에 대한 감축옵션이 발굴되면 활용성이 높을 것임

사업명	에너지 전환부문 간접배출량 감축					
부문	전환					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 전력분야 간접배출은 이중산정으로 에너지생산 국가 탄소중립 실적 활용					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가는 2050년 에너지전환을 통해 전력생산의 Net-zero를 계획 중이나, 지역내 전력은 간접배출로 지역 인벤토리에 포함되어 감축이 필요한 배출량임</li> <li>- 2050년 국가 탄소중립 달성이 전제되면 지역 간접배출은 감축대상이 될 수 없어 이에 대한 검토가 필요함</li> <li>- 따라서, 기본계획과 별도로 지역에서 감축량으로 관리하여 현실화 하고, 탄소중립 과정의 지역경제 등과 연계하여 검토할 필요 있음</li> </ul>					
특이 사항	- 현 가이드라인 기준, 탄소중립 기본계획내 포함할 수도 있으나, 지역 상황에 맞춰 관리 될 인벤토리와 별도로 관리할 수 있음					

사업명	소규모 온실가스 배출 인벤토리 관리					
부문	산업					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지자체에서 소규모 배출 사업장을 관리하기 위해서는 우선 각 사업장에 대한 배출 인벤토리를 관리할 필요가 있음</li> <li>- 현재 국가 온실가스 인벤토리로는 산업부문에서 사용한 에너지원별로 온실가스 배출량을 산정할 수 있지만, 사업장 단위로 온실가스 배출량을 확인하기는 어려움</li> <li>- 소규모 배출 사업장을 지자체에서 관리를 하기 위해서는 각 사업장 배출 인벤토리를 구축하고 각 사업장별 온실가스 배출 특성을 파악하는 것이 중요</li> </ul>					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온실가스 배출에 관련된 데이터를 관리할 수 있는 플랫폼을 구축하고 이를 통해 소규모 사업장에서 배출량과 관련된 자료를 제출하고 검증할 수 있도록 하여 지속적으로 관리할 수 있는 시스템 구축</li> <li>- 또한 사업장에서 온실가스 감축을 위한 노력도 배출량 보고와 검증 때 인증하도록 하여 온실가스 감축량으로 활용할 수 있는 데이터 관리 필요함</li> <li>- 온실가스 배출에 대한 인벤토리를 구축되면 이를 통해 각 사업장에 온실가스 배출 특성을 파악하고 이에 맞는 감축 목표를 설정할 수 있음</li> <li>- 또한 이를 단기간내에 감축하도록 하는 것이 아니라, 장기적인 계획을 갖고 단계별로 온실가스를 감축 할 수 있도록 함</li> <li>- 또한 목표 달성시에는 재정지원이나 세제 혜택 등을 제공하여 저탄소 기술 도입 사업장에 대해 세금감면, 보조금 지급 등의 인센티브를 제공하여 자발적인 참여가 가능하도록 정책을 설계할 필요가 있음</li> </ul>					
특이 사항						

사업명	공동배출 저감 사업 구축					
부문	산업					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 소규모 사업장의 경우 단독으로 에너지 효율화 설비 도입 및 운영에 어려움이 있어 이를 번들로 관리할 필요가 있음					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 동일 지역에 위치한 소규모 사업장이 협력하여 에너지 효율화 설비를 공동으로 도입하거나, 재생에너지를 공동으로 구매하는 프로젝트를 지원</li> <li>- 특히 신재생에너지와 같은 것은 지역 단위로 집단 태양광 발전소를 설치하여 전력을 공급하거나, 공동의 에너지 절감 시설을 운영하여 비용을 절감하고 효율을 높이도록 함</li> <li>- 또한 동일 산업군 내의 소규모 사업장들이 공동으로 탄소 배출 저감에 참여하는 프로그램을 도입하여, 개별 감축이 어려운 경우, 같은 산업군의 사업장들이 협력과 공동 프로젝트를 통해 효율적인 탄소 감축을 달성할 수 있도록 체계를 만들어 운영</li> </ul>					
특이 사항						

사업명	소규모 사업장을 위한 저탄소 기술 지원 및 교육 프로그램 구축					
부문	산업					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 소규모 사업장의 온실가스 감축 역량에 한계가 있어 지역 온실가스 감축동참을 위해 지역이나 대규모 사업장과 연계 지원 필요					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소규모 사업장이 온실가스 감축을 위한 최신 기술을 쉽게 도입할 수 있도록 지자체에서 정부 지원을 통해 기술을 지원하고, 컨설팅을 제공하는 프로그램을 운영할 수 있도록 함</li> <li>- 특히 에너지 효율화 기술, 재생에너지 설비 설치 등과 관련된 사업은 정부에서도 지원사업을 운영하고 있어 이를 연계하여 초기 비용을 보조하고 적응효율을 높일 수 있음</li> <li>- 또한 사업장 운영자들이 온실가스 관리와 감축에 대한 인식을 높이고 실질적인 감축 방법을 이해하도록 교육 프로그램과 워크숍을 제공하여, 소규모 사업장의 탄소 중립 목표에 대한 참여를 유도</li> </ul>					
특이 사항						

사업명	탄소 상쇄 프로그램 운영					
부문	산업					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 소규모 사업장의 지역 탄소중립 실현기여를 위해 자체 역량이 부족할 경우 지역의 사회공헌 형태의 외부기여분 활용을 유도할 필요 있음					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소규모 사업장이 자체적인 온실가스 감축이 어려울 경우, 탄소상쇄크레딧을 구입할 수 있는 프로그램을 마련하여, 탄소 배출량을 간접적으로 줄일 수 있도록 하는 방법도 지역 내에서 운영할 수 있음</li> <li>- 실제, 광주에서는 소규모 사업장이 지역 내 모의배출권에 참여하여 감축목표를 설정하고 실제 감축해보고 어려운 경우에는 간접적으로 줄일 수 있도록 하는 프로그램을 운영</li> <li>- 그리고 배출권거래제 외부사업처럼 재생에너지 투자나 산림 조성 프로젝트에 소규모 사업장이 참여할 수 있도록 지원하여 탄소 상쇄를 통해 배출량 감축 효과를 가져올 수 있도록 하는 방안도 있음</li> </ul>					
특이 사항						

사업명	포장 폐기물 감축 사업					
부문	폐기물					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 폐기물 중 자원화를 통해 온실가스 감축효과를 유발할 수 있으나 활성화 되지 않은 사각지대에 대한 정책업선 개발 및 적용 필요					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 포장 폐기물을 감축하기 위해서는 대형마트 등과 협력하여 포장 폐기물을 줄이고 자원낭비를 최소화하는 방법 등을 고민할 수 있음</li> <li>- 삼푸, 세제, 식품 등의 리필 스테이션을 설치하여 삼푸 등이 생활용품 용기를 재사용하여 리필하여 쓰도록 할 수 있고 또한 세제 등을 친환경 세제 등 물건을 구입하는 시민들에게 선택할 수 있도록 하는 등 다양한 환경활동과 같이 병행할수 있음</li> <li>- 또한 친환경 다회용 포장재를 사용하도록 권장하고 과대포장 등을 지양할 수 있도록 지자체와 지역 기업과의 협력 체계도 구축할 필요가 있음</li> </ul>					
특이 사항						

사업명	Si기반 음식물 관리 및 공유 플랫폼					
부문	폐기물					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 음식물 쓰레기 관리를 위해 지자체를 중심으로 플랫폼을 구축하고 운영함으로써 개별적인 처리의 어려움 해결 필요					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근에 IoT 기반으로 냉장고 내 음식의 유통기한을 추적하고 소비자가 음식물을 적절한 시기에 사용할 수 있도록 하는 시스템이 나왔으며 이를 통해 가정에서 배출되는 음식물 쓰레기를 최소화할 수 있도록 장려할 필요가 있음</li> <li>- 또한 이러한 시스템을 지역 식당이나 슈퍼마켓 등과 연계하여 남은 음식을 지역 사회와 공유하여 최대한 소비하도록 하고 음식물쓰레기 배출을 줄일 수 있도록 하는 사업과 연계할 수 있음</li> </ul>					
특이 사항						

사업명	업&리사이클링 기업 연계 사업					
부문	폐기물					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 재활용율을 높이고 재활용 제품사용의 한계를 극복하기 위해 수집한 폐기물의 상품성 향상 필요					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역에서는 재활용하기 위해 분리수거된 폐기물을 수집하여 그대로 자원으로써 활용하는 방법도 있지만, 최근에는 업사이클링으로 단순재활용이 아닌 새로운 제품으로써 활용하는 것이 많은 관심을 받고 있음</li> <li>- 우선 지역에서는 분리수거된 재활용품을 한곳에 모아 선별, 분류한 후에 필요한 기업들에게 관련 재료를 공급하는 시스템을 구축 할 필요가 있음</li> <li>- 이러한 시스템은 디지털 매칭 플랫폼 등을 구축하여 업사이클링 기업과 재활용품 수집 기업이나 지자체와 연계하여 기업에 필요한 재료나 수량 등을 사전에 등록하여 지자체나 분리수거 기업에서 공급할 수 있도록 하는 연계 사업을 구축할 수 있음</li> </ul>					
특이 사항						

## 제2절 지자체 탄소중립 기본계획 고도화 방안

### 1. 탄소중립 기본계획내 국가관리권한 활용방안

- 지자체 탄소중립 실현을 위해 탄소중립 기본계획 수립시 국가관리권한을 활용하기 위해 국가관리권한 비율이 높은 군집1과 군집2에 대해 탄소중립 기본계획내 국가관리권한 활용방안을 다음과 같이 제안드림

군집 구분	인벤토리	감축옵션	국가권한 적용부분
군집 1	지역관리권한	지역/국가 권한별 감축옵션 사업발굴	기후대응역량부문 : 자체 감축사업으로 모니터링
군집 2	지역 + 국가 관리권한	- 지역 : 유형별 권장사업중심 - 국가 : 국가권한 권장옵션	계획내 세부 사업 : 계획 이행평가사업으로 운영

[그림 4-4] 탄소중립 기본계획내 국가관리권한 활용방안 모식도

- 군집1에 대한 국가관리권한 활용방안
  - 기본계획 수립을 위한 인벤토리는 국가관리권한을 포함할 경우 관리가 불가능할 정도로 지역의 권한보다 권한외 배출량 많음으로 지역인벤토리에 국한하여 수립함
  - 관리권한별 감축옵션은 본 연구에서 제시한 방안에서 지역 현황을 고려하여 선택
  - 국가권한 적용 부분은 이행평가의 어려움이 예상됨으로 기후위기 대응역량 부문에 자체 감축사업으로 계획하고 모니터링 할 것을 제안함

사업명	유기성폐기물 기반 바이오가스 생산 및 이용 시스템 구축					
부문	폐기물					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 최근에 음식물쓰레기, 하수슬러지, 가축분뇨 등을 혐기성소화하여 바이오가스를 생산하고 이를 활용할 수 있도록 하는 '유기성폐기물을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법'이 제정되었으며 이를 통해 각 지역에서는 지역에서 발생하는 유기성폐기물을 바이오가스로 만드는 것이 의무화되어 신규 활용처 발굴 필요					
내용	- 많은 지자체에서 바이오가스 관련 시설을 설치하거나 기존시설에 다른 유기성폐기물을 혼합하여 혼합소화하려는 계획이 늘어나고 있음 - 이러한 상황에 맞춰 지역에서는 지역에서 배출되는 유기성폐기물을 파악하고 이를 바이오가스로 전환할 수 있도록 하여야만 하고 생산되는 바이오가스를 어떻게 활용할 수 있을지 고민이 필요 - 바이오가스는 그대로 열병합발전이나 보일러 등에서 직접 활용할 수도 있고 바이오가스 내 이산화탄소를 제거하여 메탄 비율을 높여 자동차나 지역의 도시가스공급망에도 직접 공급할 수 있어 지역의 에너지 자립을 위해 꼭 필요한 에너지원임					
특이 사항						

사업명	폐기물 열분해를 통한 연료화					
부문	폐기물					
유형	I-1	I-2	I-3	U-2	U-3	범용
필요성	- 고온 열분해 처리기술 발달로 기존 재활용이 불가능한 플라스틱의 재활용이 가능해 짐에 따라 지자체 활용성 증가					
내용	- 플라스틱 등 분리수거된 폐기물은 재활용하기 위해 다시 한번 분류되고 이때 재활용이 되기 어려운 폐기물은 고온 열분해 방식으로 처리하여 고품연료(SRF)로 전환함으로써 에너지로써 활용이 가능 - 실제 분리수거된 폐기물은 절반이상은 재활용되지 못하고 있기 때문에 자원으로써 활용이 어려운 폐기물을 열에너지로써 사용하도록 하는 것은 탄소 배출을 줄이는 입장에서 매우 중요한 사업이 될 수 있음					
특이 사항						



### • 군집2에 대한 국가관리권한 활용 방안

- 기본계획 수립을 위한 인벤토리는 권한 외 배출량이 미미함으로 이를 포함하여 인벤토리를 구축하여 지역내 실질적인 탄소중립 달성을 계획할 것을 제안함
- 관리권한별 감축옵션은 본 연구에서 제시한 방안에서 지역 현황을 고려하여 선택
- 국가권한 적용 부분은 이행평가에서도 국가관리 권한 비율이 낮아 실행 가능한 감축옵션으로 탄소중립 달성이 가능하다고 판단될 경우 기본계획내 세부사업으로 설정하여 제도권내에서 이행관리가 될 수 있도록 할 것을 제안함
- 군집3의 경우 지역관리권한과 국가관리권한을 감안하여 상대적으로 군집1(국가관리 권한 비율이 높은 경우)에 근접한 경우와 군집2(지역관리권한 비율이 높은 경우)에 근접한 경우를 고려하여 군집1과 군집2 활용방안을 적절히 혼합하여 적용할 수 있음

## 2. 온실가스 배출전망 방법론 고도화 방안

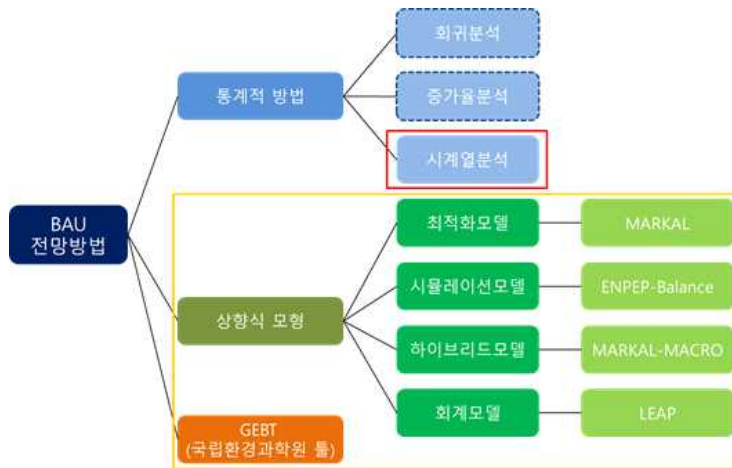
### 1) 온실가스 배출 전망 개요

- 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획의 온실가스 감축 목표 및 감축로드맵은 국가 온실가스 인벤토리를 기준으로 작성됨(다음 표 인벤토리 부분 참고)
- 국가 온실가스 인벤토리는 에너지 수·출입량으로 배출량을 산정하고, 에너지 사용량 변화량을 계획하여 감축목표를 설정함
- 반면, 광역 및 기초지자체는 경계 내에서의 배출활동을 명확하게 규정할 수 없기 때문에, 국가 온실가스 인벤토리와 같이 명확한 온실가스 인벤토리를 구축할 수 없음
- 따라서, 지자체의 경우 목표 감축량을 설정하고, 온실가스 감축사업을 계획한 후 사업 물량에 대한 온실가스 원단위를 적용하여 감축량을 계산함(다음 표 감축량 참고)

〈표 4-5〉 감축 목표 설정 방법

구분	인벤토리	감축량	적용	비고
배출량 산정 방식	부문별 연료사용량 기준	연료사용 계획으로 산정	국가	이상적 적용방법
감축량 산정 방식	목표감축량 설정 후, 부문별 할당 방식	사업 물량에 원단위 적용	광역 및 기초	현실적 적용방법

- 결국, 광역 및 기초 탄소중립 녹색성장 기본계획에서 온실가스 감축 계획을 수립하기 위해서 배출량을 예측할 필요가 있음
  - 과거 온실가스 배출량 자료(GIR; 국가온실가스종합정보센터)를 활용
  - 「지자체 탄소중립·녹색성장 기본계획 수립 및 추진상황 점검 가이드라인」(환경부, 2024.09.)에서 제시하는 전망(BAU; Business As Usual) 방법론 적용



[그림 4-5] 온실가스 배출량 전망 방법론

- 통계적 방법, 상황식 모형, 온실가스 배출량 전망 틀(GEBT)의 사용이 제시됨
- 통계적 방법 : 과거 자료를 활용하여 통계분석을 적용하여 온실가스 배출량을 전망하는 방법
- 상황식 모형 : 경제성장률, 물리적 에너지자원의 필요량, 기술진보, 인구성장 등의 구조변화가 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석하여 모형을 구축하여 온실가스 배출량을 전망하는 방법
- GEBT 틀 : 국립환경과학원에서 개발한 미래배출량 전망 프로그램으로, 경제성장, 인구증가, 국제유가 등을 토대로한 에너지수요를 전망하고, 이를 통해 온실가스 배출량을 전망하는 방법(가이드라인 개정판(환경부, 2024.10.)에서는 제외됨)
- 기초지자체 단위에서는 입력 변수가 다양하고, 각 입력변수의 정확도를 담보할 수 없으므로 시계열분석, 상황식 모형, GEBT틀과 같은 복잡도가 높은 모형을 적용하기에 제한적임
- 가이드라인(환경부, 2023.05.; 2024.10.)은 지자체별로 위의 방법론 중 적용이 가능한 방법론을 활용하여 온실가스 배출량을 전망할 것을 제시하고 있음
- 위 방법론을 활용하여, 2050년까지의 배출량을 전망하고 계획기간(계획 수립으로부

터 10년)의 감축로드맵을 작성하며, 이 때 감축량은 계획된 온실가스 감축 세부시행사업 계획서 상의 사업물량에 온실가스 원단위를 적용하여 감축량을 산정함

## 2) 전망 방법론 적용 현황

- 「국가 탄소중립 녹색성장 기본계획」(2023.03.)이 발표된 후, 「광역( 시도) 탄소중립 녹색성장 기본계획」(2024.05.)의 1차 계획(2024년~2023년)이 발표됨
- 본 절에서는 광역( 시도) 탄소중립 녹색성장 기본계획에서 사용된 온실가스 배출 전망 방법론을 검토하였음(다음 표 참조)
- 향후 탄소중립 달성 목표의 현실성을 담보하기 위한 전망 방법론과 감축 목표 설정 방법의 보완 방안을 제시하는 것을 목표로 함

〈표 4-6〉 광역( 시도) 지자체별 적용된 온실가스 전망 방법론 및 특징

광역지자체	전망 방법론 및 특징	
	방법론	입력변수
강원특별자치도	부문별 회귀분석	가구수, 차량등록대수 등
경기도	부문별 회귀분석, LEAP, 추세분석	GRDP, 인구수 등
경상남도	부문별 회귀분석, 추세분석, 상관분석	GRDP, 인구수, 차량등록대수 등
경상북도	부문별 회귀분석, 추세분석, 상관분석	가구수, GRDP, 차량등록대수 등
광주광역시	부문별 회귀분석, 상관분석	에너지수요전망
대구광역시	부문별 회귀분석	1인당 배출량, 가족사육두수 등
대전광역시	부문별 회귀분석, 상관분석	1인당 배출량, 인구전망
부산광역시	부문별 다변량 회귀분석	에너지사용량, 면적, 에너지효율 등
서울특별시	부문별 회귀분석, LEAP	연료별 에너지사용량 성장률
세종특별자치시	부문별 회귀분석	GRDP, CAGR, 인구, 연면적 등
울산광역시	부문별 회귀분석	부문별 인당 배출량, 인구추계
인천광역시	부문별 회귀분석	부문별 인당 배출량, 인구추계
전라남도 <sup>1)</sup>	부문별 회귀분석	부문별 인당 배출량, 인구추계
전북특별자치도	부문별 회귀분석	최종에너지 소비 전망 증감률
제주특별자치도	총배출량 회귀분석	1인당 GRDP 전망
충청남도	부문별 회귀분석, 추세분석, 상관분석	가구수, 차량등록대수 등
충청북도	부문별 회귀분석, 추세분석, 상관분석	가구수, 차량등록대수 등

1) 코로나 기간의 영향을 제거하기 위해 5년 평균 배출량 자료를 1인당 온실가스 배출량으로 적용

- 1차 광역( 시도) 탄소중립·녹색성장 기본계획을 검토한 결과, 온실가스 배출 전망을 할 때 다음 사항이 공통적으로 고려되었음

- 부문별(건물/수송/농축수산/폐기물/흡수) 인벤토리에 대한 개별 전망(제주특별자치도 제외)
- 대부분의 광역 기본계획에서 흡수 부문은 전망에서 제외함
- 부문별 회귀분석이 주로 채택됨
- 이 때, 독립변수는 다음 표와 같은 항목이 주로 고려됨

〈표 4-7〉 회귀분석을 적용한 배출량 전망시 주로 적용된 부문별 독립변수

부문	독립변수
건물	건물당 에너지사용량, 연면적, 용도별 에너지효율, GRDP, 인구 등
수송	차량등록대수, 차량통행량, 평균주행거리, 연료 효율성, 인구 등
농축수산	가축두수, 농지면적 등
폐기물	폐기물 유형별 발생량, 처리율, 처리방법, 재활용율, 인구 등
흡수	산림면적, 녹지면적, 임령 등

#### • 부문별 회귀분석 방법

- 1. 온실가스 배출량 인벤토리(GIR)자료를 관리권한/비관리권한, 부문별 재분류
- 2. 각 부문별 온실가스 배출량( $Y$ )과 위 표의 독립변수( $X$  또는  $X_1, X_2, X_3 \dots$ )를 활용
- 3. 단순회귀(단변량 회귀분석( $Y = aX + b$ )) 또는 다변량 회귀분석( $Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + \dots + constant$ ) 수행
- 4. 독립변수의 자체 전망( $\hat{X}$ ; 추세분석, 다변량 상관분석, LEAP분석 등 활용)
- 5. 전망한 독립변수( $\hat{X}$ )에 대한 온실가스 배출량 전망치( $\hat{Y}$ ) 예측
- 회귀분석, 상관분석, 추세분석 등의 방법론을 각각의 부문별 배출량에 적용하여 온실가스 배출량을 전망한 후,
- 최신 관측자료와의 오차( $\widehat{Y_{2021}} - Y_{2021}$ )를 비교하여, 각 부문별로 오차가 가장 적은 방법론을 선택함(그림1-2, (1차) OO 탄소중립·녹색성장 기본계획(2024.05.))

구분	전환	산업	도시건물 (가정)	도시건물 (상업/공공)	수송 교통	농축 수산	순환 경제	신재생 에너지 환경
① 증가율분석	94.0%	118.4%	99.3%	100.3%	99.5%	100.9%	108.1%	104.8%
② 선형추세분석	97.9%	102.2%	99.1%	98.7%	100.1%	161.9%	101.2%	99.7%
③ 지수합수	10.6%	131.6%	99.1%	98.5%	100.3%	161.9%	101.2%	0.0%
④ 로그합수	10.7%	133.0%	99.5%	99.5%	100.0%	162.2%	101.2%	99.5%
⑤ 단순 회귀분석	60.7%	333.5%	264.4%	170.4%	100.1%	161.4%	102.3%	-
⑥ 다중회귀분석	10.7%	65.7%	-	-	-	-	-	-
⑦ 에너지소비량 예측	123.2%	113.2%	97.5%	103.9%	98.9%	-	-	-
⑧ 국가 BAU 전망결과	130.0%	119.5%	102.9%	109.6%	104.4%	68.1%	115.9%	75.2%
⑨ 국가 에너지기본계획전망	124.8%	114.8%	98.8%	105.3%	100.3%	-	-	-

[그림 4-6] OO 1차 기본계획 부문별 전망방법에 따른 오차율표

### 3) 전망 방법론 개선방안

#### • 문제점

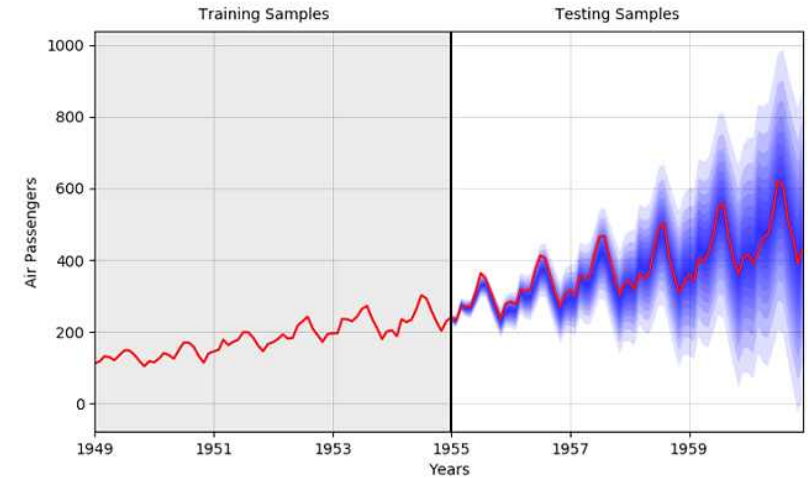
- 최초, 지자체 현황 자료로 주어진 자료( $X$ ,  $Y$ )에 내재된 불확실성을 무시할 수 없음
- 과거 온실가스 배출량 자료( $Y$ )를 계산하기 위한 활동자료는 다음 표와 같으며, 이는 전절에서 제시한 독립변수와 상당한 차이가 있음

농업·림수	장내밭농(3A)/가축분뇨처리(3B)	미작성	농업·기타	장내밭농(3A)/가축분뇨처리(3B)	미작성	에너지	에너지산업(1A1)	미작성
	벼재배(3C)	미작성		벼재배(3C)	미작성		제조업 및 건설업(1A2)	미작성
	농경지토양(3D)/작물잔사소각(3F)	미작성		농경지토양(3D)/작물잔사소각(3F)	미작성		수송(1A3)	미작성
LULUCF·림수	산림지(4A)	미작성	LULUCF·기타	수확된 목재제품(4B)	미작성	산업공정	기타(1A4)	미작성
	농경지(4B)	미작성		고형폐기물의 생물학적처리(5B)	미작성		미분류(1A5)	미작성
	초지(4C)	미작성		하수처리(5D)	미작성		철부배출(1B)	미작성
폐기물·림수	폐기물매립(5A)	미작성	폐기물·기타	폐기물매립(5A)	미작성	산업공정	광물산업(2A)	미작성
	폐기물소각(5C)	미작성		고형폐기물의 생물학적처리(5B)	미작성		화학산업(2B)	미작성
	하수처리(5D)	미작성		하수처리(5D)	미작성		금속산업(2C)	미작성
						산업공정	비에너지 제품 및 용매 사용(2D)	미작성
							전자산업(2E)	미작성
							기타제품 제조 및 사용(2F)	미작성
						건설배출	건축(6A)	미작성
							열(6B)	미작성
							폐기물(6C)	미작성

[그림 4-7] 온실가스 배출량 기초자료 조사표 부문별 개요(환경부, 2024.02.)

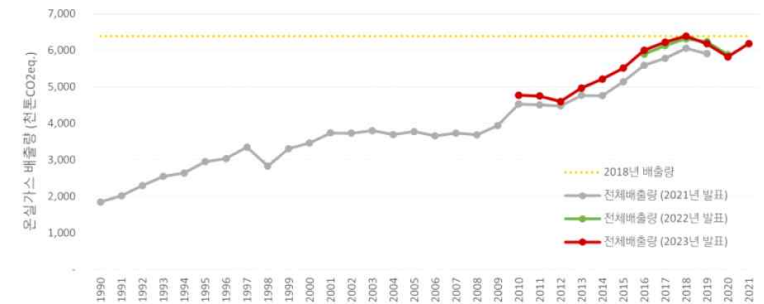
- 예로 들어, 온실가스종합정보센터에서 공개한 배출량 산정을 위한 활동자료 작성표의 (관리권한)수송 부문 활동자료는 석탄/석유/가스/기타화석/토탄/바이오매스 연료사용량임
- 반면, 광역(시도) 기본계획에서 사용된 회귀분석에서의 수송부문 독립변수는 차량등록대수, 차량통행량, 평균주행거리, 연료 효율성, 인구성장전망 등이 사용됨
- 이는, 가/나/다를 사용해서 계산한 임의값을 예측함에 있어서 A/B/C를 활용하는 것과 같음
- 또한, 독립변수의 자체 전망( $\hat{X}$ )을 위해 회귀분석, 상관분석, 추세분석 등을 적용할 때, 해당 분석에서 이미 자체적인 불확실성이 크게 증가했을 것으로 볼 수 있음(다음 그림)
- 기본계획에 주로 사용된 회귀분석은 시계열분석 기법이 적용되었으며, 시계열자료의

미래예측은 예측 시점(time lag)가 증가할수록 불확실성이 기하급수적으로 증가하는 특성이 있기 때문에 10년 단위의 장기 예측에는 부적합할 수 있음



[그림 4-8] 시계열분석의 밀도함수(파란색; 오차범위)와 평균값(빨간색; 예측값) (Hatalis, 2018)

- 경상남도 예와 같이 적용된 각 부문별 방법론의 검증에 사용된 최소오차법 또한 기초자료의 정합성이 다르다는 문제점을 내포함(다음 그림 참조)



[그림 4-9] 제주특별자치도 GIR 총배출량(제주특별자치도, 2024.05.)

- 각 온실가스 배출량 자료의 배포시기에 따라 산정방법론이 다르고, 그에 따라 이행연도별 온실가스 배출량이 배포시기에 따라 상이함
  - 모형개발에 사용된 자료와 예측값 검증에 사용된 자료의 동일 시점 배출량이 다르기 때문에, 검증에 사용할 수 없는 자료임.
  - 하지만, 모형개발에 사용하기에 관측 지점의 수가 매우 작아서, 주어진 모든 과거 자료를 모형개발에 사용할 수밖에 없으며, 따라서, 개발된 모형의 검증이 불가능한 상황임
- 개선방안
    - 효율적인 온실가스 감축 목표 설정 및 중장기 감축 로드맵의 이행관리를 위해서 감축 목표 설정에 명확한 기준이 필요함
    - 현재 주로 사용되고 있는 배출량 전망에 의한 감축량 계획 방법은 장기적인 관점에서 지자체 단위의 비전 설정에 활용하는 근거 자료로 활용하고,
    - 기초지자체 단위에서의 관리권한 온실가스 인벤토리를 부문별로 체계화하여 국가 기본 계획에서 사용된 감축 목표 설정방법과 같이 배출량 산정 방식 체계를 구축할 필요가 있음

### 3. 정의로운 전환특구 검토

#### 1) 국가 법령 및 탄소중립 녹색성장 기본계획 관련 사항

- 정의로운 전환 특구 관련 법적 근거는 기후위기대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(이하 기본법) 제7장 정의로운 전환 제48조(정의로운전환 특별지구의 지정 등)에 그 내용을 규정하고 있음. 또한 세부적인 사항은 동법 시행령에서 규정하고 있음
  - 심의 및 지정절차 : 2050탄소중립녹색성장위원회의 심의를 거쳐 정부가 지정
  - 신청주체/지정주체 : 시·도지사/산업통상자원부장관·고용노동부장관
  - 신청내용 : 지정대상 행정구역, 기본법에 따른 각 호 기준 해당 여부에 관한 검토자료, 지역의 산업·고용 및 경제 회복을 위한 자체 계획, 지역의 산업·고용 및 경제 회복을 위하여 필요한 지원 내용
  - 지정기간 : 2년 이내(2년 이내의 범위에서 연장 가능. 단, 전체 지정기간 5년 초과불가)
  - 대상지역
    - ① 탄소중립 사회로의 이행과정에서 급격한 일자리 감소, 지역경제 침체, 산업구조의 변화에 따라 고용환경이 크게 변화되었거나 변화될 것으로 예상되는 지역
    - ② 탄소중립 사회로의 이행과정에서 사회적·경제적 환경의 급격한 변화가 예상되거나 변화된 지역으로서 대통령령으로 정하는 요건(해당 지역에서 탄소중립 정책의 직접적 영향을 받는 기업의 경영환경 악화 등이 예상되거나 발생한 지역)을 갖춘 지역
    - ③ 그 밖에 위원회가 탄소중립 사회로의 이행 과정에서 발생할 수 있는 사회적·경제적 불평등을 해소하기 위하여 특구 지정이 필요하다고 인정하는 지역
  - 지원대책 수립(정부) : 기업 및 소상공인의 고용안정 및 연구개발, 사업화, 국내 판매 및 수출 지원, 실업예방, 실업자의 생계 유지 및 재취업 촉진 지원, 새로운 산업의 육성 및 투자 유치를 위한 지원, 고용 촉진과 관련된 사업을 하는 자에 대한 지원, 그 밖에 산업 및 고용 전환을 촉진하기 위한 세제상의 지원 조치 등
  - 실행계획 제출(지자체) : 지원대책 시행을 위한 실행계획 수립 및 제출
- 또한, 기본법 제53조에서는 국가와 지방자치단체는 탄소중립 사회로의 이행 과정에서 일자리 감소, 지역경제 침체 등 사회적·경제적 불평등이 심화되는 산업과 지역에 대하여 그 특성을 고려한 정의로운전환 지원센터(이하 전환센터)를 설립·운영할 수 있도록 규정하고 있으며, 설립·운영에 소요되는 예산을 국가에서 지원할 수 있도록

### 규정되어 있음

- 전환센터의 업무는 탄소중립 사회로의 이행에 따른 일자리 및 지역사회 영향 관련 실태조사, 산업·노동 및 지역경제의 전환 방안, 일자리 전환모델의 연구 및 지원, 재취업, 전직 등 직업전환을 위한 교육 훈련 및 취업의 지원, 업종전환 등 기업의 사업전환에 관한 컨설팅 및 지원, 관련 법령·제도 개선 건의, 그 밖에 탄소중립 사회로의 이행 과정에서 취약한 지역 및 계층을 지원하기 위하여 대통령령으로 정하는 사항으로 되어 있음
- 국가에서 설립·운영하는 전환센터는 산업통상자원부장관과 고용노동부장관이며, 지자체의 경우 정의로운전환특구로 지정된 지역을 관할하는 시·도지사가 조례에 정하는 바에 따라 전환센터를 설립할 수 있도록 하고 있음
- 국가 탄소중립녹색성장 기본계획의 정의로운 전환 부문에 지역을 기반으로 한 정의로운 전환 추진이 주요과제로 포함되어 있으며, 지역산업 위기대응 강화의 내용에 정의로운전환 특별지구의 지정 및 지원방안 마련이 포함되어 있음
  - 탄소중립·녹색성장 전환과정에서 산업구조 변화, 일자리 감소, 지역경제 침체 등 사회·경제적 급격한 변화가 발생(예상)하는 지역을 '정의로운전환 특별지구'로 지정하고 지원 방안을 마련
  - 절차(안)에서는 자치단체가 신청(신청서 작성, 지역 내 의견수렴, 신청), 고용·산업부가 검토(지정기준 검토, 현장 실사), 탄핵위 지정(의결, 지정) 순으로 제시되어 있음
  - 정의로운 전환 특별지구로 선정된 지역의 경우 '고용안정선제대응 패키지' 사업을 신청할 경우 가점을 부여하는 내용이 포함되어 있음
  - 또한, 법령에 따라 계획에서도 자치단체는 정의로운 특별지구 지정지역에서 지역별 정의로운전환 지원센터 설립·운영의 내용이 제시되어 있음



[그림 4-10] 정의로운 전환 및 산업·노동전환 지원 관련 거버넌스 현황

자료: 고재경 외(2022)



[그림 4-11] 정의로운 전환 및 산업·노동전환 지원 관련 인프라 현황

자료: 고재경 외(2022)

## 2) 충청남도 정의로운전환 관련 추진 계획 및 조례

- 충청남도 탄소중립·녹색성장 기본계획에서는 석탄발전 폐지지역 지원에 관한 특별법 제정을 추진사업으로 반영하고 있음
  - 탄소중립 사회로의 이행 과정에서 피해 예상 지역 보호 및 정의로운 전환 실현을 위한 특별법 제정
  - 석탄지역의 경제적 손실 보상 및 성장 촉진을 위한 기금 조성
  - 친환경 에너지 전환을 위한 보조금 지급, 폐지지역 진흥을 위한 인프라 투자 확대 등 석탄발전 폐지지역에 대한 행·재정적 지원
- 또한, 도민이 공감하는 충남형 정의로운 전환을 주요과제로 정의로운 전환 특구 지정, 산업별 정의로운 전환 실태조사, 산업별 일자리 지원 강화, 정의로운 전환의 거버넌스 체계화, 고탄소산업 전환지원 프로젝트 등의 사업들을 반영하고 있음
  - 정의로운 전환 특구 지정과 관련해서는 단기적으로 정의로운 전환 특구 지정을 위한 연구 및 신청, 중기적으로 특구 지정에 따른 사업 수행 및 수혜, 장기적으로 산업·고용 위기 대응과 경제 활성화를 위한 지원 확대를 주요 내용으로 하고 있음
  - 산업별 탄소중립을 위한 정의로운 전환 실태조사 실시, 실태조사에 따른 정의로운 전환 모델, 직업군 개발 등의 연구 추진, 지역의 중소기업 중 탄소배출을 많이 하는 업종 등에 대한 산업 확대 등을 포함하고 있음
  - 정의로운 전환 거버넌스 체계화에서는 기초와 광역 협업구조 마련, 정의로운 산업전환위원회 운영, 노동전환지원위원회 구성 운영, 정의로운 산업전환 협력기구 구성 및 향후 지속 운영의 내용이 포함되어 있음
  - 고탄소산업 전환지원 프로젝트에서는 저탄소 공정 전환 신축매 기술, 저탄소 공정 전환용 신소재 기술, 에너지 효율향상 기술 융합 신설비 제조기술 등 매년 고탄소산업 전환 기술지원을 추진하는 것으로 계획이 수립되어 있음
- 관련 조례로는 충청남도 정의로운 전환 기금 설치 및 운영에 관한 조례, 정의로운 전환 기본 조례, 산업구조 전환에 따른 노동전환 및 훈련센터 지원에 관한 조례 등이 제정되어 있음
  - 정의로운 전환 기금 설치 및 운영에 관한 조례는 정부가 탈탄소사회 이행을 위한 에너지전환을 추진하는 과정에서 타격을 입는 지역의 정의로운 전환을 지원하기 위한 전환기금을

설치하고 그 관리 및 운용에 필요한 사항을 규정하고 있음

- 기금의 존속기한은 2025년 12월 31일이며, 기금의 용도는 정의로운 전환에 관한 사회적 대화 프로그램 운영, 에너지전환으로 인한 지역영향 분석, 정의로운 전환에 따른 고용승계, 재취업훈련, 취업알선, 전업지원금 등 고용안정 및 일자리 전환과 관련한 사업, 에너지전환 대상지역의 기업유치, 소상공인지원, 주민복지 등을 위한 사업, 에너지전환 대상지역의 발전설비 및 부지의 해체, 복원, 활용을 위한 주민 프로그램 등 개발 지원을 그 내용으로 하고 있음
- 정의로운 전환 기본조례는 탄소중립 사회로의 이행과정에서 발생하는 부담을 사회적으로 분담하고 취약계층의 피해를 최소화하기 위한 충청남도의 정의로운 전환과 관련하여 필요한 기본적인 가치와 시행에 필요한 사항을 규정하고 있음
- 조례에 따르면 5년마다 정의로운 전환 기본계획을 수립·시행하여야 하며, 정의로운 전환 위원회 구성·운영, 정의로운 전환 특별지구의 지정 요청, 탄소중립도시의 지정, 전환센터의 설치 및 운영 등 정의로운 전환과 관련된 제반 사항 등을 담고 있음
- 산업구조 전환에 따른 노동전환 및 훈련센터 지원에 관한 조례는 원활한 노동전환을 위하여 체계적인 보호 및 지원에 필요한 시책을 마련하고 시행하도록 하고있음
- 또한, 탄소중립 및 산업 디지털 전환 등과 관련한 산업 육성 및 전환 정책 수립 시 정책 이행 과정에서 직접적 또는 간접적으로 피해가 있을 수 있는 노동자, 기업, 지역에 대하여 노동전환 지원계획을 매년 수립·시행하도록 하고 있음

## 3) 정의로운전환 특별지구 지정 추진 과제

- 지방정부의 탄소중립 전환 취약지역 지원사업 우선 발굴 추진
  - 탄소중립기본법에는 정의로운 전환 특구 지정이 포함되어 있지만, 특별지구 지정을 위한 국가나 지방정부를 비롯한 지역의 이해당사자의 역할이 분명하지 않음
  - 탄소중립 추진 과정에서 기존 산업과 지역경제가 위기에 처하게 되는 지역의 경우, 중앙정부와 지방정부가 정의로운 전환 협약을 체결하여 지역이 주도적으로 전환을 준비할 수 있도록 함(스페인 정의로운 전환 협약, 스코틀랜드 정의로운 전환 지구 사례).
  - 또한, 정의로운전환 특구 지정과 관련된 구체적인 지정기준이 마련되어 있지 않으며, 다른 특구 제도(산업부 산업위기지역, 고용노동부 고용위기지역, 중소기업벤처부 중소기업특별지원지역 등)와의 차별성 논쟁도 존재하여 실질적인 특구가 활성화되기 위한 구체적인 대상지역 도출과 사업의 내용이 결정될 필요가 있음
  - 이에, 특구 지정이 아닌 탄소중립 취약지역 지원사업을 우선 발굴 지원할 수 있도록



지자체 차원에서 요구하도록 하고, 시범사업을 통한 결과를 바탕으로 정의로운 전환 협약을 통해 특구 지정을 단계적으로 추진할 필요가 있음

- 탄소중립 전환 취약지역 지원사업은 전환으로 인한 부정적 영향을 공간차원에서 선제적으로 종합 점검하여 정책효과를 극대화할 수 있으며, 그 대상이 명확하여 사업 추진의 타당성을 확보하기에 용이함

〈표 4-8〉 해외 탄소중립 전환 취약지역의 지원사례 종합

구분	주요 지원부문 및 내용	특징
미국	저스티스40 이니셔티브	•연방정부 주도 범정부 이니셔티브 •균형발전 시각에서 정량 목표 설정 •지역선정 및 사업 이행을 위한 심사 도구로 공간지도 개발
	미국 중부를 위한 마셜플랜	•에너지산업 전환 관련 일자리, 기업, 지자체, 지역사회, 자본시장 지원계획 •지방정부 중심의 초광역적 협력 •지역적 영향 등 연구 및 근거 중심 접근
	변혁적 기후 커뮤니티 프로그램	•환경, 건강, 경제발전을 위한 기반시설 개발 •배출권거래제의 자원 활용 •데이터 기반 측정결과 활용하여 지원
유럽 연합	정의로운 전환 메커니즘	•에너지산업 전환 관련 지원 프로그램 •영토계획 수립 후 전환 이행 •자금 배분 명확한 기준을 제시하고 장소기반 접근을 연결 •민간자금 유치를 연계
영국	스코틀랜드 기후변화 계획 업데이트	•종합계획 •부문별 실행과제 •장소기반 접근을 강조 •부문별 계획에 정의로운 전환 고려
	스코틀랜드 정의로운 전환기금	•공모 지원 프로그램 •정의로운 전환위원회 운영 •특정지역 및 부문에 우선 투자
	런던 정의로운 전환 프레임워크	•일자리 창출 및 노후 주택 수리 •심층적인 경제영향평가 수행 •공간지도를 구축하여 지역 구분에 활용

자료: 안예현 외(2023)

- 정의로운전환 특구 지정 준비 및 정책 지원을 위한 중간 전담 조직으로서 지역 탄소중립지원센터에 정의로운 전환 업무 역할을 부여하여 전환 거버넌스의 운영 및 계획 수립을 체계적으로 지원하도록 함(국시비로 구성되어 있는 탄소중립지원센터의 예산 지원 지방비 확대 지원)
- 정의로운전환 특구 지정을 위해서는 대상지 도출, 고용 및 산업 영향 분석, 자체 계획 및 지원 내용 등을 작성해야 하는데 이를 지원할 수 있는 전담 조직이 없는 상황임

- 또한, 전환센터는 특구 지정 이후에 설립이 가능하기 때문에 우선적으로 지역 탄소중립지원센터가 그 역할을 수행하도록 하고, 특구 지정 이후 전환센터 설립을 통해 기능을 이관하도록 함

- 특히, 정의로운 전환 과정에서의 각 주체의 역할에 맞추어 교육프로그램이 제공되어 정의로운 전환의 필요성과 방향에 대한 공감대 형성이 필요하며, 지역의 인적, 물적 자원을 동원하기 위해 일차적으로 커뮤니티 주체들의 참여와 조직화가 필요함. 이에 지역의 정의로운 전환 거버넌스 구축 역할 수행 또한 필요함

- 탄소중립 이행 과정에서 정의로운 전환 정책 수요자인 산업(기업), 노동자, 지역사회에 서비스를 제공하는 공급자를 연계하고 관계망을 구축하며, 주요 이해당사자들이 참여하여 문제 해결을 모색하는 거버넌스 체계이자 분산된 기능들을 상호간 연계하여 시너지를 창출할 수 있도록 정의로운 전환 통합거버넌스 구축

- 산업구조 전환에 의한 영향이나 피해가 크지 않더라도 기초 지자체 미치는 영향은 다르게 나타날 수 있어 지역의 파트너십 형성이 매우 중요함

- 또한, 아직까지 정의로운 전환에 대한 정책 수요가 구체화 되어 있지 않고 직접적 피해를 파악하기 어려운만큼 정의로운 전환 기반 조성을 우선적으로 추진하는 것이 바람직함

- 현재 중앙정부와 산하기관에서 각종 산업·고용위기 지역 지원 사업들이 쏟아져 나오고 있으나 이를 한눈에 파악하기 어렵고 부처별, 기관별로 사업 대상과 목적이 다르고, 정의로운 전환 관련 사업들이 분산되어 있어 이를 조정하거나 통합하고, 정보를 연계할 수 있도록 하기 위한 수평적이며 수직적인 거버넌스 구축이 필요함

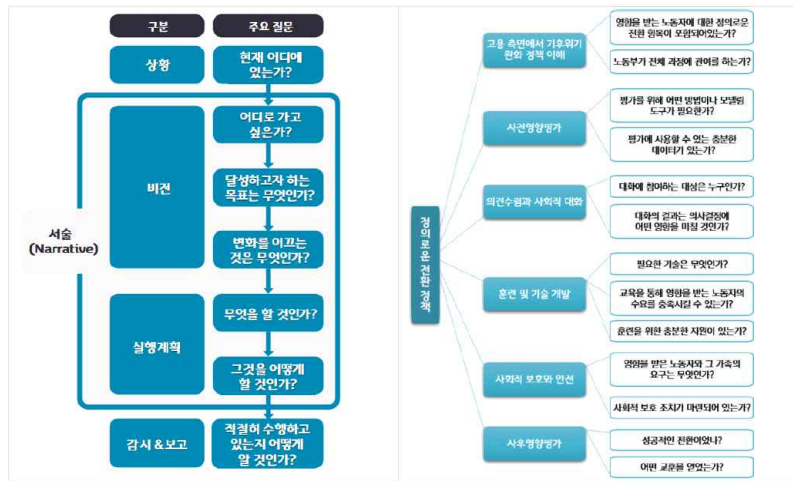
- 특히, 각 부서와 각종 위원회 등이 분산되어 있어 도내 각 기관 및 주체들과의 협력과 네트워크를 구성하는 것이 매우 중요함

- 정의로운 전환 기본계획의 수립

- 탄소중립 이행이 산업, 지역, 노동자, 소상공인에게 미치는 영향을 예측하고 이들을 보호하고 피해를 줄이기 위한 정의로운 전환 계획 수립이 필요함. 이에 '충청남도 정의로운 전환 기본 조례'에 따라 기본계획을 수립할 필요가 있음

- 계획의 주요 내용으로는 탄소중립녹색성장 기본계획 및 관련 계획 목표에 부합하는 탄소중립 경제로의 전환 과정에 대한 전망, 경제적·사회적·공간적 영향 평가, 부정적 영향이 심각한 최도부문(지역) 및 전환부문(지역)을 파악하고 각각에 대한 일자리 감소와 향후 수요를 고려한 계획 수립, 정의로운 전환을 위한 파트너십, 이행 평가 및 환류체계 등을 고려할 수 있음





[그림 4-12] 스코틀랜드(좌) 및 UNFCCC(우)가 제시한 정의로운 전환 프레임워크

자료: 고재경 외(2022)

- 공간 기반 정의로운 전환 취약지역 도출을 통한 참여형 지원사업 추진
  - 취약지역 선정 시 경제, 산업, 노동 등에 미치는 영향을 과학적으로 분석하고, 부문별 배출과 영향을 공간적으로 분석하여 지원에 앞서 계획을 수립할 필요가 있음
  - 장기기반 접근을 통해 의사결정과정에서 절차적 정의를 고려하고, 지역역량 및 수용성 제고 노력 필요. 이를 통해 지역사회를 위한 참여형 취약지역 시범사업 추진



[그림 4-13] 탄소중립 전환 취약성의 개념

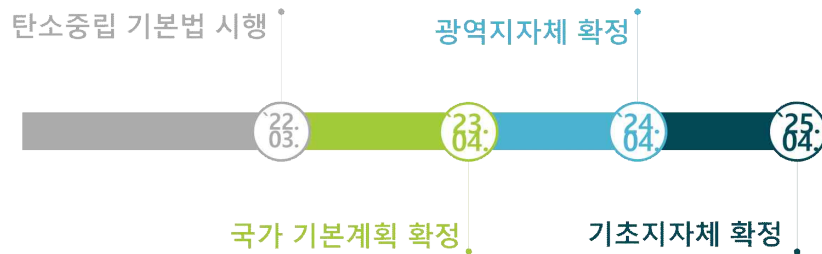
자료: 안예현 외(2023)

## 제5장

시범지역 적용

## 제1절 시범지역 선정

- 2022년 3월 제정된 탄소중립 기본계획에 의거 기초지자체의 탄소중립 기본계획은 광역지자체 확정 1년 이후인 2025년 4월이며, 일정에 따라 환경부 검토 등을 고려했을 경우 기초지자체 탄소중립 기본계획(안)은 2025년 2월이내 확정이 필요함



[그림 5-1] 탄소중립 기본계획 확정기한

- 따라서, 본 연구결과의 적용성 확인을 위해 시범지역을 선정하고 본 연구결과를 시범적으로 적용해보고자 함
- 시범지역 선정을 위해 충남도내 시군 중 ① 온실가스 배출량 규모, ② 국가관리권한의 비율, ③ 국가관리권한에 대한 국가사업 요구 가능성을 검토하여 적용을 위한 시범사업 대상을 선정함
  - 온실가스 배출 규모에서 탄소중립 기본계획 기준년도인 2018년 기준 당진시(68,878.7천톤CO<sub>2</sub>eq.), 태안군(37,731.6천톤CO<sub>2</sub>eq.), 보령시(35,737.7천톤CO<sub>2</sub>eq.), 서산시(23,130.9천톤CO<sub>2</sub>eq.) 순으로 배출량이 높음
  - 국가관리권한의 비율에서는 태안군(98.2%) 당진시(97.5%), 보령시(97.1%), 서산시

(93.2%) 순으로 나타남

- 국가관리권한에 대한 국가사업 요구 가능성 검토에서는 충남도내 인구비율과 환경부에 추진 중인 탄소중립 선도도시(환경부 사업) 선정 가능성을 검토함
- 충남도내 인구비율은 천안시(30.8%), 아산시(16.2%), 서산시(8.3%), 당진시(8.0%) 순으로 나타났으며, 탄소중립 선도도시 최종 평가에 포함된 도내 기초지자체는 천안시, 아산시, 보령시, 당진시로 파악됨
- 시범지역 선정을 위해 검토한 결과 검토한 모든 항목에 포함된 당진시를 본 연구 시범지역으로 선정하여 적용함
- 본 연구에서는 시범지역 적용성 검토와 함께 당진시 탄소중립 선도도시 공모사업을 위한 인벤토리를 검토하고 제출하였으며, 그 결과를 본 연구에 활용함

## 제2절 시범지역(당진시) 기본계획 수립현황

### 1) 계획의 수립 근거 및 성격

- 탄소중립기본법(약칭) 제정에 따라 “충청남도 탄소중립 녹색성장 기본계획” 마련 필요
  - 법적 근거로 10년을 계획 기간으로 하여 수립→ 5년마다 재수립 및 시행하여야 함

기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법 (약칭: 탄소중립기본법)

[시행 2022. 9. 25.] [법률 제18469호, 2021. 9. 24., 제정]

#### 제3장 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획의 수립 등

##### 제1장 총칙

제1조(목적) 이 법은 기후위기의 심각한 영향을 예방하기 위하여 온실가스 감축 및 기후위기 적응대책을 강화하고 탄소중립 사회로의 이행 과정에서 발생할 수 있는 경제적·환경적·사회적 불평등을 해소하며 녹색기술과 녹색산업의 육성·촉진·활성화를 통하여 경제와 환경의 조화로운 발전을 도모함으로써, 현재 세대와 미래 세대의 삶의 질을 높이고 생태계와 기후체계를 보호하며 국제사회의 지속가능발전에 이바지하는 것을 목적으로 한다.

- 생략 -

제10조(국가 탄소중립 녹색성장 기본계획의 수립·시행) ① 정부는 제3조의 기본원칙에 따라 국가비전 및 중장기감축목표등의 달성을 위하여 20년을 계획기간으로 하는 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획(이하 “국가기본계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

- 생략 -

제11조(시·도 계획의 수립 등) ① 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사 및 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 국가기본계획과 관할 구역의 지역적 특성 등을 고려하여 10년을 계획기간으로 하는 시·도 탄소중립 녹색성장 기본계획(이하 “시·도계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

- 생략 -

제12조(시·군·구 계획의 수립 등) ① 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 국가기본계획, 시·도계획과 관할 구역의 지역적 특성 등을 고려하여 10년을 계획기간으로 하는 시·군·구 탄소중립 녹색성장 기본계획(이하 “시·군·구계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

② 시·군·구계획을 수립·변경하는 경우에는 제11조제2항·제3항을 준용한다. 이 경우 “시·도지사”는 각각 “시장·군수·구청장”으로 본다.

③ 시장·군수·구청장은 시·군·구계획이 수립 또는 변경된 경우 이를 환경부장관 및 관할 시·도지사에게

제출하여야 하며, 환경부장관은 제출받은 시·군·구계획을 종합하여 위원회에 보고하여야 한다.

④ 정부는 시·군·구계획의 이행을 촉진하기 위하여 필요한 지원시책을 마련할 수 있다.

⑤ 제1항부터 제4항까지의 규정에 따른 시·군·구계획의 수립·시행 및 변경, 지원시책의 마련 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

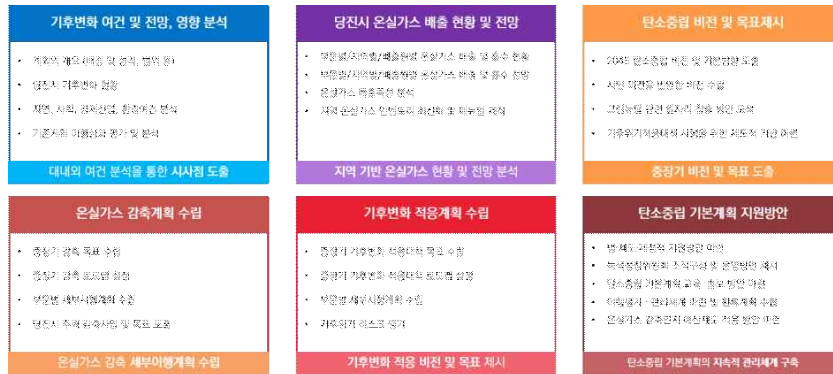
### 2) 계획의 범위 및 내용

#### •계획 범위

- 공간적 범위: 당진시 전역(2읍, 9면, 3행정동)
- 시간적 범위: 기준년도(2018년), 계획기간(2025년~2034년)

#### •내용 범위

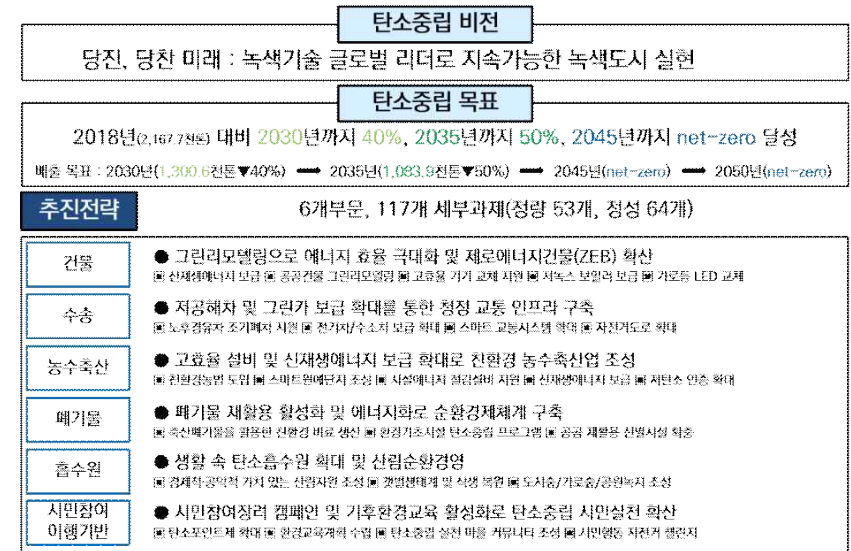
- 기후변화 여건 및 전망, 영향 분석: 계획의 개요(배경 및 성격, 범위 등), 당진시 기후변화 현황 분석, 자연, 사회, 경제산업 등 환경여건 분석, 기존 기후변화 대응 관련 계획의 평가 및 분석
- 당진시 온실가스 배출 현황 및 전망: 부문별/배출원별 온실가스 배출 및 흡수 현황 분석, 온실가스 배출특성 분석, 당진시 온실가스 인벤토리 최신화, 부문별/배출원별 배출 및 흡수 전망 예측
- 탄소중립 비전 및 목표 수립: 탄소중립 시민 의견 수렴 및 반영, 탄소중립 타지자체 계획 벤치마킹, 탄소중립 기본방향 도출 및 2045 탄소중립 비전 제시, 기본계획 시행을 위한 제도적 기반 제시
- 기간별 감축로드맵 설정 및 부문별 세부 추진계획 수립: 감축 목표 및 로드맵 설정, 부문별 세부 추진계획 수립, 당진시 주력 감축사업 및 목표 도출, 재정투자 계획 수립
- 기후변화 적응계획 수립: 기후위기 리스크 평가, 중장기 기후변화 적응대책 목표 수립, 중장기 기후변화 적응대책 로드맵 설정
- 탄소중립 기본계획 이행관리 및 환류체계 구축: 시민단체, 전문가집단, 학계 등 교류창구 마련/이행협의체, 시민자문단, 지자체 탄소중립 녹색성장 추진 네트워크 구축/이행평가 체계수립



[그림 5-2] 연구 내용 요약

### 3) 2045 탄소중립 비전 및 목표

- 당진시의 탄소중립 녹색성장 기본계획은 기후변화 대응을 위한 장기계획으로 계획의 연속성 확보와 차별성, 실행력을 담보한 다양한 특성을 종합적으로 고려하여 『당진, 당진 미래』의 캐치프레이즈와 “녹색기술 글로벌 리더로 지속가능한 녹색도시 실현”을 비전으로 설정함
- 『국가 탄소중립 녹색성장 기본계획』 및 『충청남도 2045 탄소중립 녹색성장 기본계획』의 온실가스 감축계획 방향과 실천과제를 참고하여 상위 계획과의 정합성을 확보함
- 중·장기적으로 선도적인 탄소 순배출 제로, 지속가능한 경제발전, 시민참여를 통한 탄소 중립 사회의 도시기반을 형성하고, 제도적 기반 강화와 운영체계확립 등 탄소중립의 확산 전초기지를 확립할 수 있는 비전을 제시함
- 당진시민의 의견을 수렴 및 반영하여 최종 비전을 제시함



[그림 5-3] 당진시 2045 탄소중립 녹색성장 기본계획의 비전, 목표 및 추진전략

### 4) 세부추진계획 수립

- 『당진시 2045 탄소중립 녹색성장 기본계획』의 세부사업은 5개 부문(건물, 수송, 농수축산, 폐기물, 흡수원), 15개 추진 전략, 40개 세부사업(정량 27개, 정성 13개)으로 수립함
- 당진시 기존 사업 및 타지자체 사업 그리고 충청남도 계획에서 계획한 기초자료를 활용하여 세부추진계획을 도출함
- 이행기반 및 시민참여 부문은 건물, 수송, 농수축산, 폐기물, 흡수원 부문의 정성사업(감축 잠재량확대 전략)으로 재분류함
- 국가 및 충청남도 계획과의 정합성을 고려하고 당진시 기존사업 및 시민 제안 사업, 그리고 추가제안사업을 통하여 감축량을 산정함

부문	현재	미래	핵심 세부 계획
 건물			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 에너지효율 극대화 및 제로에너지건물 확산 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구축/신축 건물 그린리모빌링(친환경자재, 옥상녹화, 클루트, 단열시공)</li> <li>- 신축 건물 제로에너지건물(ZEB) 조성</li> <li>- 가로보만동 LED 교체 및 고효율 조명기기/가전기기 교체 지원</li> </ul> </li> </ul>
 수송			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 청정 교통 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 그린카(전기차/수소차) 보급 확대 및 노후 경유차 조기 폐차 지원</li> <li>- 친환경버스(전기/수소) 도입으로 녹색 대중교통 시스템 구축</li> <li>- 자전거 도로 확대 및 스마트 교통시스템 도입</li> </ul> </li> </ul>
 농수축산			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 고효율 설비 및 신재생에너지 보급 확대로 친환경 농수축산업 조성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농축산물 저탄소인증 프로그램 확대</li> <li>- 친환경농업 도입 및 스마트 원예단지 조성</li> <li>- 사설 에너지 절약 설비 지원 및 신재생에너지 보급 확대</li> </ul> </li> </ul>
 폐기물			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 폐기물 재활용 활성화 및 에너지화로 순환경제체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 축산폐기물을 활용한 친환경 비료 생산</li> <li>- 환경기초시설 탄소중립 프로그램</li> <li>- 공공 재활용 산별시설 확충 및 스마트 재활용품 분류시스템 도입</li> </ul> </li> </ul>
 음수			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 생활 속 탄소흡수원 확대 및 산림순환경영 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경제작공익적 가치 있는 산림자원 조성</li> <li>- 갯벌 생태계 및 식생 복원</li> <li>- 도시숲·가로숲(면지차단숲)·공원녹지 조성</li> </ul> </li> </ul>
 시민-이행			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 시민참여장려 캠페인 및 기후환경교육 활성화로 탄소중립 시민실천 확산 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소포인트제 가입 가구 확대 및 탄소중립 실천마을 커뮤니티 조성</li> <li>- 환경교육 활성화(부모와 아이가 함께 참여하는 프로그램)</li> <li>- 시민모두 2050 탄소중립 시민행동 실천거 마련</li> </ul> </li> </ul>

[그림 5-4] 당진시 탄소중립 달성 목표 및 핵심 세부계획

〈표 5-1〉 당진시 2045 탄소중립 녹색성장 기본계획 세부(정량)사업 총괄

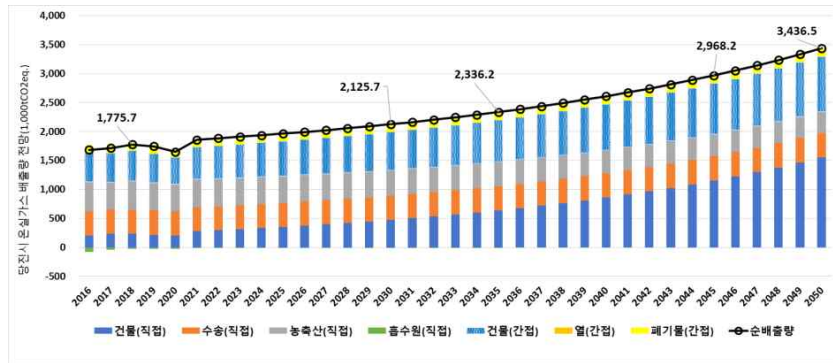
부문	추진전략	사업명	주관부서	비고
I] 건물	I-1] 에너지 효율 개선 (정량)	I-1-1] 친환경 보일러 교체 보조금 지원	환경위생과	시
		I-1-2] 노후 공공건축물 17개소 리모델링	보건행정과	시
		I-1-3] 취약계층을 위한 에너지 효율화	미래에너지과	시
		I-1-4] 도시가스 공급배관 설치비 지원 사업	미래에너지과	시
	I-2] 신재생 에너지 보급 (정량)	I-2-1] 해외 청정수소 도입 및 산업 생태계 조성을 위한 협력체계 구축	미래에너지과	도
		I-2-2] 공용주차장 탄소중립 프로그램	교통과	시
		I-2-3] 신재생에너지 융복합지원사업(태양광)	미래에너지과	시
		I-2-4] 신재생에너지 융복합지원사업(태양열)	미래에너지과	시
		I-2-5] 신재생에너지 융복합지원사업(지열)	미래에너지과	시
		I-2-6] 신재생에너지 주택지원사업	미래에너지과	시
	I-3] 감축 잠재량 확대(정성)	I-3-1] 제로에너지건축물 확산	스마트도시과	도
		I-3-2] 기후변화에 취약한 노후주택 집중지원	미래에너지과	시
II] 수송	II-1] 청정교통 인프라 구축 (정량)	II-1-1] 대중교통 체계 활성화	교통과	시
		II-1-2] 자전거 대중교통화 사업	도로과	시
	II-2] 그린카보급 (정량)	II-2-1] 대기환경 개선을 위한 보급사업	환경위생과	추
		II-2-2] 전기자동차 구매 보조금 지원 사업	환경위생과	시
		II-2-3] 수소차 구매 보조금	환경위생과	시
	II-3] 저공해차 전환 지원 (정량)	II-3-1] 대기환경 조성 지원 사업	환경위생과	시
		II-3-2] 대기환경 개선 지원 사업	환경위생과	시
	II-4] 감축 잠재량 확대(정성)	II-4-1] 도로 교통관리 체계화	교통과	추

부문	추진전략	사업명	주관부서	비고
[III] 농축 수산	[III-1] 친환경 환경조성 (정량)	[III-1-1] 축산분야 탄소중립 프로그램 시범사업	축산지원과	시
		[III-1-2] 농축수산 자원의 현명한 활용	축산지원과	도
		[III-1-3] 친환경농업 생산기반 마련	농업정책과	민
		[III-1-4] 액비살포 단지조성	농업기술과	시
	[III-2] 에너지전환 및 효율개선 (정량)	[III-2-1] 저탄소 농업 기반 마련(태양광/태양열/지열 보급)	농업정책과	시
		[III-2-2] 시설에너지 절감시설(단열 보온설비) 보급	농업정책과	추
	[III-3] 감축 잠재량 확대 (정성)	[III-3-1] 지속가능한 농업 용수	건설과	추
		[III-3-2] 농 축산 유용미생물 생산 공급	농업기술과	시
		[III-3-3] 전류농역 검사	농업기술과	시
		[III-3-4] 논, 밭 토양검정	농업기술과	시
		[III-3-5] 농축산 용수 수질 분석	농업기술과	시
		[III-3-6] 가축분뇨 퇴비, 액비 성분분석	농업기술과	시
		[III-3-7] 축사 사육환경 에너지 절감 및 가축분뇨처리 개선	축산지원과	추
		[III-3-8] 양식장 친환경에너지 보급사업	항만수산과	추
[IV] 폐기물	[IV-1] 순환경제 구축(정량)	[IV-1-1] 재활용 에너지 효율화 사업	자원순환과	추
	[IV-2] 환경 기초시설 운영선진화(정량)	[IV-2-1] 하수처리수 공급 확대	수도과	추
	[IV-3] 감축 잠재량 확대(정성)	[IV-3-1] 시민이 참여하는 재활용 사업	자원순환과	추
[V] 흡수원	[V-1] 흡수능력 강화(정량)	[V-1-1] 산림탄소흡수원 보전 및 흡수능력 강화	산림복지과	도
		[V-1-2] 생태조화 사업 기반 마련	산림복지과	추
	[V-2] 감축 잠재량 확대(정성)	[V-2-1] 해양쓰레기 수거 처리	항만수산과	도

• 시 : 당진시 기존 사업, 도 : 충청남도 기본계획, 민 : 시민 제안 사업, 추 : 추가 제안 사업

## 5) 감축 로드맵 수립

- 국가 및 충청남도 탄소중립 로드맵의 온실가스 감축 목표 달성을 위해 당진시 차원에서 기여할 수 있는 목표지표를 설정함
- 국가 및 충청남도 온실가스 감축목표 및 당진시 지역 특성을 고려하여 부문별 온실가스 감축량 도출 및 감축목표를 설정함
- 기존 당진시 추진사업, 충청남도에서 계획 중인 사업, 타 지자체 우수사례, 시민제안 사업 및 연구진 추가제안사업에 의한 온실가스 감축량을 종합하여 당진시 온실가스 감축목표를 설정함
- 당진시 온실가스 감축목표 달성을 위해 시민의 참여 및 노력이 절대적으로 중요하므로 시민에게 전적으로 의존하거나 부담을 줄 수 있는 무리한 감축목표 설정을 지양함
- 배출량 전망 및 기준년도(2018년도) 배출량에 의한 감축목표 설정
  - 온실가스 배출량 인벤토리를 활용하여 2050년까지 연도별 온실가스 배출량 전망
  - 당진시 2018년 부문별 배출량을 기준으로 설정
  - 국가 및 충청남도 감축목표 지표를 감축목표로 설정
  - 배출량 전망치 대비 상위계획 감축목표의 차이만큼의 감축목표량 설정
  - 감축목표량 달성을 위한 사업 우선순위 선정(기존사업 및 상위계획 + 시민 제안사업)
  - 상위계획 감축목표 지표 달성이 불가능할 경우 추가 사업 제안
- 배출량 전만 및 기준 배출량
  - 연평균성장률법을 활용하여 배출량을 예측함
  - 기준배출량은 2018년도를 기준으로 설정



[그림 5-5] 당진시 온실가스 배출전망(천톤CO2eq.)

〈표 5-2〉 당진시 관리권한 온실가스 배출량(단위 : 천톤CO2eq.)

구분		2016	2017	2018	2019	2020
순배출량		1,682.8	1,715.1	1,775.7	1,744.7	1,650.4
직접	건물(가정/상업/공공)	208.3	236.0	233.5	208.8	207.2
	수송	411.4	413.1	412.0	433.9	415.7
	농축수산	508.5	475.7	497.3	471.8	471.2
	폐기물	-82.3	-41.6	-22.9	-24.4	-26.0
	흡수원	507.3	502.4	526.3	497.9	461.6
간접	건물(가정/상업/공공)	0.5	1.7	0.0	0.0	0.0
	폐기물	129.1	127.8	129.6	156.8	120.7

자료 : GIR 기초지자체 온실가스 인벤토리(2023), VKT기준

\* 가이드라인 p.13에 의거하여 산정하였으며, GIR자료상에 최하위 구분기호 a, b 등

(ex. 에너지-A.연료연소-4.기타-a.상업/공공)이 제공되지 않고 있으므로 차상위 구분기호(1,2,3,4)에서 산정함

- 상위계획 감축목표 및 감축목표량
  - 국가 : 2030(▽40%) 및 2050(탄소중립)
  - 충청남도 : 2035(▽50%) 및 2045(탄소중립)

감축목표(A)

배출목표량(B)

2018, 당진	Q <sub>2018</sub> = 1,775.7tCO <sub>2</sub> eq.(관리권한 기준)	
2030, 국가	40% of Q <sub>2018</sub> 890.9	100%~40% 1,375.4
2035, 충남	50% of Q <sub>2018</sub> 1,188.1	100%~50% 1,188.1
2045, 충남	100% of Q <sub>2018</sub> 2,968.2	100%~100% 0.0
2050, 국가	Net-Zero + 추가 전량저감(Net-Zero 달성)	100%~(100+α)% → α = 추가 전량저감

단기

중장기

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
A. 순배출량 (단위)	1,963.7	1,902.9	2,023.5	2,055.8	2,089.9	2,125.7	2,161.5	2,203.1	2,245.1	2,289.6	2,336.2	2,385.4	2,437.2	2,491.9	2,549.6	2,610.4	2,674.5	2,742.2	2,813.5	2,888.8	2,968.2	3,052.1	3,140.5	3,233.9	3,332.5	3,436.5
B. 석유제품 (상업/공공)						850.1					1,108.1										2,968.2					408.1
C. 폐기물배출량 (단위)						1,275.4					1,108.1										0.0					0.0

[그림 5-6] 당진시 단·중·장기 감축 로드맵

- 감축 로드맵 수립
  - 국가 : 핵심사업 목록을 활용하여 단기(2030), 중기(2035), 장기(2045~2050) 부문별 감축목표를 설정함
  - 부문별·연도별 감축목표를 수립하였음

〈표 5-3〉 온실가스 감축사업 총괄표(tCO2eq.)

구분	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
산업	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
건물	8,073	9,262	10,435	11,573	12,710	13,826	14,946	16,062	17,178	18,294
수송	5,261	9,045	12,792	16,651	20,290	23,928	26,253	28,578	30,903	33,155
농축수산	6,114	6,171	6,234	6,297	6,360	6,439	3,667	3,724	3,782	3,839
폐기물	66	342	342	1,562	1,562	1,562	1,562	1,562	1,562	1,562
수소	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
흡수원	7,820	10,596	13,372	16,148	18,924	18,925	18,925	18,925	18,925	18,925
CCUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
국제감축	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
교육/홍보 등	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기타	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	27,334	35,416	43,176	52,232	59,847	64,680	65,353	68,851	72,349	75,775



## 6) 지역 기후위기 대응기반 강화대책

- 기후위기 적응 대책
  - 당진시의 기후위기 적응대책 비전은 「기후위기 적응도시, 지속가능한 당진」이며, 목표는 「기후위기 적응으로 시민이 안전한 도시체계구축」을 적용하고 있음
  - 건강부문, 재난/재해 부문, 농·축산 부문, 산림·생태계 부문, 물관리 부문, 해양/수산 부문, 홍보·교육 부문 별로 추진방향 및 세부목표를 설정함

## 7) 정의로운 전환

- 석탄 화력발전소 점진적 폐쇄 전망과 정의로운 전환 체계 마련
  - 정부 미세먼지 감량 및 탄소중립 실현을 위한 석탄화력발전소 폐쇄 흐름에 따라 충청남도 와 발전사는 단계적 폐쇄를 대비한 에너지기금 조성을 논의하고 있음
  - 특히, 국가 및 충청남도, 당진시는 '석탄화력발전소'의 폐지 없이는 탄소중립 달성이 불투명한 상황임으로 화력발전소 폐쇄가 지역 경제에 미치는 영향을 고려하여 정의로운 전환을 실현할 필요가 있음
  - 산업부 계획에 따라 충남도 석탄화력발전소 사용기간 종료연도가 설정되어 있으며, 이에 따르면 '46년 당진 9, 10호기가 폐쇄되는 등 지역의 에너지전환에 대한 연속성 있는 계획을 준비하고 있음
  - 따라서, 지역내 이해당사자와 상생할 수 있는 협의체계를 구축하고 지속적인 운영이 필요하며 이를 통해 정의로운 전환 체계 마련이 필요함
  - 충청남도에서는 정의로운 전환체계구축을 위해 다음과 같은 계획을 수립중에 있어 당진 시도 이에 적극동참함은 물론 추가적인 조치에 대해서도 고려할 필요가 있음
  - 구조 변화에서 지역사회가 미래 지향적이고, 적극적으로 사회구조변화를 모색하고자 하며, 화력발전소 폐쇄지역에서 중장기적 계획과 해당 지역의 노동자들을 위한 전환전략 및 재생 가능한 에너지에서 양질의 일자리를 창출하는 방안을 함께 고려해야 함
- 정의로운 전환을 위한 구성원의 역할과 기반 구축
  - 지역 주민이 주체적으로 참여하여 탄소중립 사회를 실현하기 위한 구성원간 협력체계 마련이 필요하며 이를 지원할 플랫폼 구축·운영에 있어 당진시와 당진시 탄소중립지원센터의 역할에 대한 논의가 협의가 필요함

- 충청남도 계획에서는 지역 구성원이 참여하고 협력을 바탕으로 실현 가능한 통합형 에너지 전환 거버넌스 구축을 계획하고 있으며 당진시의 경우도 이러한 체계를 구축할 필요가 있음
- 또한, 당진시의 정의로운 전환 토대 마련을 위한 조례와 행정체계 개선, 지역내 산업전환 대응과 지역경제 체계 변화에 대한 지원대책 마련 등이 필요함

## 8) 교육·소통 및 인력양성 방안

- 시민의식 강화를 위한 당진시민대학 운영
  - 지구온난화로 인한 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해서는 직접적 이해당사자인 시민들의 노력과 실천이 필수적이며, 생활 전 영역에서의 기후행동 실천을 유인할 수 있도록 교육·홍보 프로그램 운영이 필요함
  - 기후변화 적응대책 세부시행계획을 효율적으로 수행하는데 있어 장애가 되는 요인으로 당진시 공무원은 '기후변화 적응정책 추진에 대한 시민들의 이해 부족'으로 나타나 기후변화, 탄소중립 교육의 필요성이 요구됨
  - 당진시는 지역사회의 문제를 발굴하고 해결방안을 모색하는 공론의 장이자 실천의 장으로서 당진시민대학을 운영하고 있어 이에 대한 확대운영이 필요함
- 지역 기후변화·탄소중립 인력풀 운영
  - 기초지자체 차원에서는 지역내 기후변화·탄소중립 인력양성에 한계가 있는 것은 분명하나 인력풀을 구축하고 운영하기 위해서는 인력양성이 필수적으로 지역내 관련 전문지식을 쌓을 수 있는 기회가 제공되도록 노력해야함
  - 이를 위해 관 중심으로 지역내 학교, 기업과 연계한 인턴십, 프로젝트 참여, 현장실습 등의 기회제공으로 관련문제를 경험적으로 학습할 수 있는 기회를 제공해야함

## 9) 이행 및 환류계획

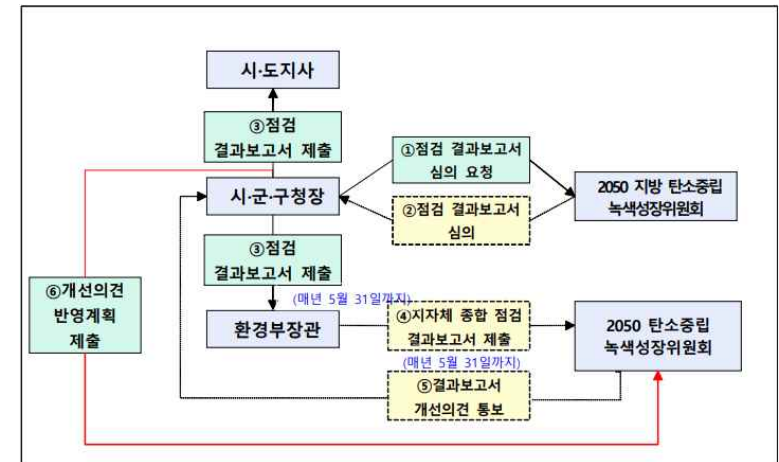
- 온실가스 감축 이행기반
  - 본 기본계획의 이행력 제고와 실제 성과도출을 위해 이행점검 체계 구축이 필요하며 이행점검을 위한 주체별 역할은 다음과 같음
  - (당진시장) 점검 결과보고서 작성(매년), 점검 결과보고서 심의 요청(→당진시위원회),

- 심의 완료 점검 결과보고서 제출(→도지사 및 환경부장관), 위원회의 개선의견 반영
- (당진시 탄녹위) 관할 지자체 점검 결과보고서 심의
- (환경부) 지자체 종합 점검 결과보고서 작성, 지자체 종합 점검 결과보고서 제출(→국가위원회), 지자체 점검 결과보고서 작성에 필요한 사항 지원(시행령 제8조 제6항)
- (국가위원회) 종합 점검 결과에 대한 개선의견 제시
- 매년 당진시 계획에 대한 연도별 추진현황 점검을 수행할 전담조직으로 '당진시 탄소중립녹색성장 이행협의체'를 구성·운영함
- (총괄부서) 이행평가 운영 총괄(평가기준, 방법, 절차 등 마련), 이행평가 종합보고서 작성을 위한 이행협의체 구성 및 운영\
- (주관·소관부서) 부문별·과제별 지표설정 및 목표수립, 성과지표 달성도/온실가스 감축량 분석/ 문제점 및 개선방안 등 실행부서 자체평가 자료 작성·제출
- (이행협의체) 전문가/전문기관으로 구성, 이행평가 종합보고서 작성 지원



[그림 5-7] 당진시 탄소중립녹색성장 이행협의체 구성안

- 이행협의체를 통해 작성되는 이행평가 종합보고서는 기본계획의 연도별 추진현황을 수정·보완하고 점검 결과를 다음 단계에 따라 환류·보고함



[그림 5-8] 탄소중립기본법상의 기초지자체 추진상황 점검 체계도

#### • 온실가스 감축 이행점검 기준과 방법

- 기본계획 사업은 정량사업과 정성사업으로 구분하여 점검기준(환경부 가이드라인)을 적용하여 점검하며, 충청남도 계획과의 정합성을 고려하여 설정함
- (정량사업) 온실가스 감축량을 투명하고 객관적으로 산정 가능한 사업에 대해 목표 대비 온실가스 감축 달성률과 사업 이행실적, 예산 집행률 적용
- (정성사업) 온실가스 감축효과는 있으나 감축량을 객관적으로 산정하는 것이 곤란한 사업에 대해 사업 이행실적과 예산 집행률 적용
- (당진시 총괄 평가지표) 온실가스 감축량과 충청남도 총괄목표인 재생에너지 보급률에 대한 평가도 함께 진행해야 함

〈표 5-4〉 추진사항 점검 기준 및 평가방법

구분	기 준	방법
정량사업	온실가스 감축목표	온실가스 감축 달성률 = 실적치/목표치(%)
	사업이행실적	목표달성 노력(달성률) = 실적치/목표치(%)
	예산집행실적	예산집행 노력(예산 집행률) = 실적예산/계획예산(%)
정성사업	사업이행실적	목표달성 노력(달성률) = 실적치/목표치(%)
	예산집행실적	예산집행 노력(예산 집행률) = 실적예산/계획예산(%)

#### • 재정 투자 계획

- 예산계획
- 2022년(3차 추경) 예산서 기준
- 당진시 총예산 : 1,386.6십억원
- 정량사업 사업비 : 56.8십억원(총예산 대비 4.1%)
- 계획기간(2025~2034, 10년간) 기본계획 세부사업 예산 총액 : 410.7십억원으로 2022년 대비 계획기간 동안 시예산이 변동 없다고 가정(최소한으로 가정)할 경우, 시예산 대비 기본계획 전체(정량+정성) 사업비 비율 : 3.0%, 금융비용, 국가 계획 녹색기금 활용 등을 고려했을 때, 여유로운 예산계획

- 재원 조달 방안: 탄소중립인지예산제도를 활용한 사업 비중 확대, 국가탄소중립 기본계획상의 투자부문 유치, 잉여 재원은 기후위기 적응 사업에 투자

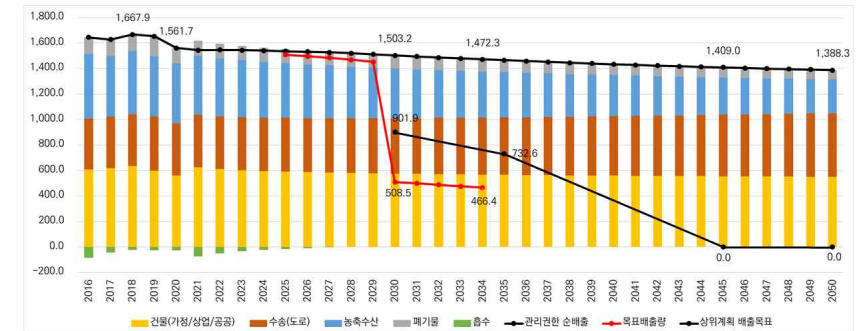
〈표 5-5〉 재정 투자 계획안(십억원)

	합계	건물	수송	농수축산	폐기물	흡수
합계	<b>410.7</b>	55.163	221.406	49.694	40.208	44.233
2025	82.1	14.514	28.703	14.7	11.473	12.713
2026	50.8	4.797	21.243	3.75	14.307	6.654
2027	50.7	4.723	21.151	3.859	14.308	6.654
2028	37.3	4.459	22.243	3.878	0.04	6.654
2029	39.4	4.965	23.875	3.897	0.04	6.654
2030	33.4	4.965	20.875	3.904	0.04	3.654
2031	30.0	4.965	20.875	3.864	0	0.25
2032	30.0	4.965	20.875	3.864	0	0.25
2033	28.5	3.465	20.875	3.864	0	0.25
2034	28.7	3.345	20.691	4.114	0	0.5

### 제3절 시범지역 기본계획 수정

#### 1. 배출전망 및 감축로드맵 조정

- 상위계획(충청남도 기본계획)과 환경부 가이드라인에서 제시하는 방법론에 따라 배출 전망을 결정함에 따라 기존과 달리 배출량이 감소하는 것으로 전망하는 것이 바람직함
  - 다만, 본 연구에서 제안한 온실가스 배출전망 고도화 방안과 같이 충청남도의 배출전망방법인 시계열 분석의 오류가 있어 상위계획과의 정합성보다 이론적 고찰에 따라 기존 전망방법론이 더 바람직하다고 판단됨
- 상위계획 정합성을 위해 당진시는 2030년 국가 감축량의 40%에 해당하는 901.9천톤, 2035년 충남도 50% 감축과 동일한 732.7천톤, 2045년 탄소중립 달성을 목표로 감축 로드맵 수립이 필요함
  - 기존계획과 더불어 2030년 완공 목표인 당진시 탄소중립 선도도시 감축옵션 적용이 필요하며, 이를 적용할 경우 2030년 배출전망대비 66.2%, 2035년 68.6% 감축이 가능함
  - 다음 그림에서 제시한 상위계획 배출목표는 국가 및 충청남도 감축로드맵 달성을 위해 당진시의 최대 허용 배출량이며, 당진시의 경우 당진시 탄소중립 선도도시 지정을 계기로 2030년 부터 최대 허용 배출량 이내에서 배출량 관리가 가능한 것으로 나타남



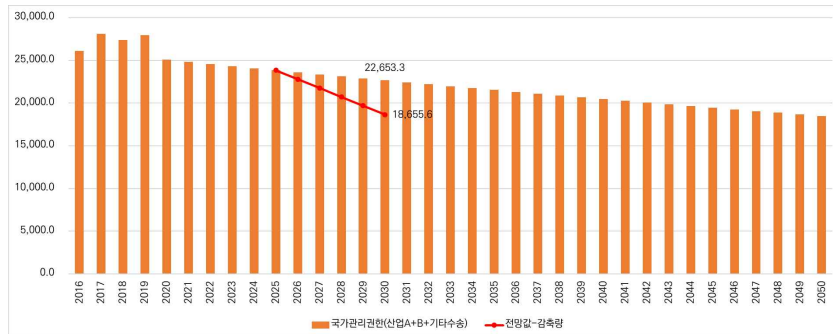
구분	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
감축량 합계(천톤)	27.3	35.4	43.2	52.2	59.8	994.7	995.4	998.9	1,002.4	1,005.8
탄소중립 기본계획	27.3	35.4	43.2	52.2	59.8	64.7	65.4	68.9	72.4	75.8
탄소중립 선도도시						930.1	930.1	930.1	930.1	930.1

[그림 5-9] 기본계획 배출전망과 감축로드맵(안)

- 상위계획인 국가와 충청남도의 배출목표인 2030년 국가 40% 감축과 동일한 901.9천 범용감축옵션선과 I-1 유형의 감축옵션 적용을 검토할 수 있음
- 범용 감축옵션인 '에너지 전환부문 간접배출량 감축' 옵션을 적용할 경우 다음의 추가 감축량을 산출할 수 있고, 당진시민 요구사항인 국가관리권한에 대한 추가 감축량을 정량적으로 제안할 수 있음
  - 국가기본계획에는 2030년까지 신재생에너지 등을 활용하여 에너지전환을 이루고 145.9 백만톤을 감축할 예정임
  - 2022년 기준 전국 전력사용량은 253,580,770MWh이며, 이 중 당진시는 6,941,116MWh의 전력을 사용하여 전국대비 전력사용량 비율은 2.74%임
  - 따라서, 전력사용량 비율 기준 전국 감축계획량 중 당진시의 감축량은 3,997,700MWh 당진시 기본계획(안) 감축계획량 994.7천톤의 약 4배에 해당함
  - 이를 통해 당진시는 지역관리권한의 4배에 해당하는 국가관리권한에 대한 감축을 달성할 수 있음

## 2. 국가관리권한 온실가스 배출량 반영

- 전환부문에서 국가는 40% 감축을 목표로 하고 있으며, 당진시는 본 연구에서 제안 유형분류 중 I-1 유형에 해당하고 해당 유형의 감축옵션 적용을 검토할 수 있음
- 범용 감축옵션인 '에너지 전환부문 간접배출량 감축' 옵션을 적용할 경우 다음의 추가 감축량을 산출할 수 있고, 당진시민 요구사항인 국가관리권한에 대한 추가 감축량을 정량적으로 제안할 수 있음
  - 국가기본계획에는 2030년까지 신재생에너지 등을 활용하여 에너지전환을 이루고 145.9 백만톤을 감축할 예정임
  - 2022년 기준 전국 전력사용량은 253,580,770MWh이며, 이 중 당진시는 6,941,116MWh의 전력을 사용하여 전국대비 전력사용량 비율은 2.74%임
  - 따라서, 전력사용량 비율 기준 전국 감축계획량 중 당진시의 감축량은 3,997,700MWh 당진시 기본계획(안) 감축계획량 994.7천톤의 약 4배에 해당함
  - 이를 통해 당진시는 지역관리권한에 대한 기준배출량의 2.4배에 해당하는 국가관리권한에 대한 감축을 달성할 수 있음



[그림 5-10] 국가 2030기본계획 배출전망과 감축로드맵(안)

## 제6장

### 결론 및 정책제언

## 제1절 결론

- 본 연구는 충청남도 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립시 국가관리권 온실가스 배출량을 고려한 기본계획 수립 지원을 위해 온실가스 배출유형별 탄소중립 기본계획 고도화 방안에 대해 검토함
- 주요 국가 및 국내 탄소중립 정책사례와 충청남도를 비롯한 지자체 탄소중립 기본계획 수립 사례를 조사하고 시사점을 도출함
- 지역의 온실가스 배출현황을 분석하고 배출특성을 유형화 : 국가관리권한 비율 기준 군집분석 결과 전국 지자체를 3개의 군집으로 분류
- 분류한 유형과 환경부 분류기준을 모두 고려하여 지자체 탄소중립 기본계획 고도화 방안을 제시함
  - 지자체 유형분류와 유형별 감축전략, 유형별 우선검토 대상 감축사업 유형을 정리함
  - 국가관리권한 유형별 감축옵션을 정의하기 위해 감축부문유형과 국가관리권한 비율 군집 기준 12개 유형을 제안함
  - 충청남도에 존재하는 유형에 대해 전문가, 시민의견을 수렴하고 장·단점을 파악하고 유형별 강화/극복전략을 제안하였으며, 각 유형별 감축옵션을 발굴하고 정리함
  - 국가관리권한 비율에 따라 구분한 군집별 탄소중립 기본계획 수립시 국가관리권한 활용을 위한 단계를 제시함
  - 온실가스 배출전망 방법론 고도화를 위해 기존 방법론을 분석하고 문제점 및 개선방안을 제안함
  - 정의로운전환 특별지구 지정에 대해 검토하고 특구 도입을 위해 정의로운 전환 기본계획 수립 등 기초조사 결과를 제시함
  - 본 연구에서 제안한 방안에 대해 시범지역을 선정(당진시)하고 제안한 방안을 적용함

- 본 연구를 통해 충청남도 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립의 고도화와 이행력 제고에 기여 할 것임
- 국가관리권한에 대한 검토를 통해 지역의 실질적 탄소중립 실현에 기여할 수 있는 계획 수립을 검토 유도
- 충청남도 시군의 온실가스 배출특성 유형화 재분류로 전국 우수지자체 벤치마킹시 지역 특성에 맞는 유사 지자체 중심의 검토로 계획의 이행력 증대 및 도내 시군간 정보교류와 협력 기대

## 제2절 정책제언

- 본 연구 결과 고도화 방안 적용 검토
  - 충청남도 기초지자체 탄소중립 기본계획 수립시 ① 본 연구에서 제안한 군집과 유형에 따라 감축옵션 적용, ② 온실가스 배출전망시 개선방안 검토, ③ 정의로운 전환특구 추진 검토 등을 통해 계획 수립 고도화 모색 필요
- COP29 탄소시장 활성화 적극 활용
  - COP29 결과에 따라 국제 탄소시장 활성화가 기대됨에 따라 충청남도에 탄소관리 전문기업 유치하거나 육성 필요
  - 탄소제거기술이 시장을 주도할 수 있어 바이오차 등 관련 사업확대 검토와 충남의 메탄감축 관련 기술 적용 정책을 지속하고 기후테크 활용 검토 필요
- 국가 온실가스 관리 지역의견 제안 창구 마련

- 현재도 국가 온실가스 관리에 대한 지자체 의견 수렴이 가능하지만, 국가주도의 국가 관리권한 온실가스 관리를 지역이 적극적으로 참여할 수 있는 지역 협의체 구성 운영 제안
- 수계관리위원회(물이용분담금)과 유사하도록 지역내 국가관리권한 배출량에 따라 지자체 역할을 부여하여 지역 배출량에 대한 지역의 적극적 역할 기대
- 아울러, 지역 협의체를 통해 지역간 탄소배출량 스왑을 적극 검토
- 물관리 분야 관심 증대
  - 물은 콘크리트, 수소생산, DAC(direct Air Capture) 등 탄소중립 전략 핵심분야로 필수적인 원료 및 생산과정 매개체 역할을 수행하고 있으며, 물 관련 탄소배출권이 잠재량이 연간 1,651백만톤에 달해 지역내 수원의 탄소배출권 연계 적극 검토



## 참고문헌

### (1) 보고서

- 강원특별자치도지사, 2024, 강원특별자치도 제1차 탄소중립·녹색성장 기본계획.
- 경기도, 2024, 경기도 제1차 탄소중립·녹색성장 기본계획.
- 고재경 외. 2022. 경기도 탄소중립을 위한 '정의로운 전환' 플랫폼 구축 기초연구. 경기연구원.
- 광주광역시, 2024, 제1차 광주광역시 탄소중립·녹색성장 기본계획(2024-2033).
- 당진시, 2023. 당진시 2045 탄소중립 녹색성장 기본계획.
- 안예현 외. 2023. 탄소중립 전환 취약지역 지원방안. 국토정책Brief. 국토연구원.
- 최영국, 정진규, 심우배, 이문원, 임은선, 김명수, 왕광익, 서연미, 박정은. 2008. 기후 변화에 대응한 지속가능한 국토관리 전략(I)-지역별 온실가스 인벤토리 구축 및 지역특성 분석. 국토연구원.
- 충청남도, 2024, 충청남도 제1차 탄소중립·녹색성장 기본계획.
- 충청남도. 통계연보. 2021. 2021년 제61회 충남 통계연보. 충청남도
- 충청북도, 2024, 충청북도 제1차 탄소중립·녹색성장 기본계획.
- 환경부. 2024. 지자체 탄소중립 기본계획 수립 지원」지자체 대상 권역별 교육. 한국환경공단.
- Federal German government. 2016. Climate Action Plan 2050.
- Government of the UK, 2020. The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution.
- New York City Government. 2019. OneNYC 2050
- Simon, Frédéric. 2019. EU Commission unveils 'European Green Deal': The key points. euractiv.com. Retrieved 29 December 2019.
- 中國 國務院. 2021.

### (2) 학회지

- 오상원, 박지용, 정주철. 2023. “지역별 온실가스 배출량에 따른 지역유형화 및 특성

분석 연구”. 환경정책. 31(1): 1-30.

### (3) 전자 문헌 또는 자료

- 환경부온실가스종합정보센터, 2024. <https://www.gir.go.kr>. (2024년 9월 20일 검색)
- 행정안전부 주민등록 인구통계. 2024. <https://jumin.mois.go.kr>. (2024년 8월 14일 검색)

### (4) 법령

- 기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법. 2024. 법률 제20514호(2024년 10월 22일 일부개정).

### (5) 내부자료

- 장창원. 2024.12. 정책이슈리뷰 '제29차 유엔기후협약 당사국총회(COP29) 결과와 시사점'. 충남연구원

## 부록

## [부록] 지자체 온실가스 감축원단위(2024.9. 기준)

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
1-1	전환	태양광 발전	시설용량	0.617	tCO2eq/kW	지속	2022
			발전량	0.0004781	tCO2eq/kWh	단발	
1-2	전환	건일체형(BIPV) 태양광발전	시설용량	0.4602	tCO2eq/kW	지속	2023
			발전량	0.0004781	tCO2eq/kWh	단발	
1-3	전환	미니태양광 발전	시설용량	0.4529	tCO2eq/kW	지속	2023
			발전량	0.0004781	tCO2eq/kWh	단발	
1-4	전환	수상태양광 발전	시설용량	0.6264	tCO2eq/kW	지속	2023
			발전량	0.0004781	tCO2eq/kWh	단발	
1-5	전환	영농형 태양광 발전	시설용량	0.6836	tCO2eq/kW	지속	2024
			설치면적	0.0224	tCO2eq/m2	지속	
			발전량	0.0004781	tCO2eq/kWh	단발	
1-6	전환	태양열 시스템 보급 확대	설치면적(평판형)	0.285	tCO2eq/m2	지속	2022
			설치면적(공기식무창형)	0.233	tCO2eq/m2		
			설치면적(공기식유창형)	0.266	tCO2eq/m2		
			설치면적(단일진공관, 이중진공관형)	0.356	tCO2eq/m2		
1-7	전환	PVT(Photovoltaic Thermal, 태양광·열 복합모듈) 보급	PVT 패널 면적	0.116	tCO2eq/m²	지속	2024
			PVT 설치 용량	0.743	tCO2eq/kW		2024
1-8	전환	풍력 발전	시설용량	0.951	tCO2eq/kW	지속	2022
			발전량	0.0004781	tCO2eq/kWh	단발	
1-9	전환	소수력 발전	설비용량	1.096	tCO2eq/kW	지속	2022
			발전량	0.0004781	tCO2eq/kWh	단발	
1-10	전환	양수발전	시설용량	298.41	tCO2/MW	지속	2024
			발전량	0.3690	tCO2/MWh	단발	2024

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
1-11	전환	지열	보급물량	0.479	tCO2eq/RT	지속	2022
			설치용량	0.413	tCO2eq/kW	지속	
			열생산량	56.1	tCO2eq/TJ	단발	
1-12	전환	소각장 폐열 자원화	소각량(B-C유 대체)	0.782	tCO2eq/톤	단발	2022
			소각량(경유 대체)	0.713	tCO2eq/톤		
			소각량(LNG 대체)	0.545	tCO2eq/톤		
1-13	전환	하수열 및 하천수열 이용	보급물량	1.736	tCO2eq/kW	지속	2022
1-14	전환	바이오가스 열병합 발전	보급용량	3,590.7	tCO2eq/MW	지속	2024
2-1	산업	청정연료 전환시설 지원	연료 전환 시설 용량 (병커 C유 → LNG)	130.44	tCO2eq/ton	지속	2024
			연료 전환 시설 용량 (정제 연료유 →LNG)	92.17	tCO2eq/ton		
			연료 전환 시설 용량 (부생 연료유 1호 → LNG)	93.79	tCO2eq/ton		
			연료 전환 시설 용량 (부생 연료유 2호 →LNG)	126.67	tCO2eq/ton		
2-2	산업	산업체 저녹스버너 교체	교체 대수	18.21	tCO2eq/대	지속	2024
			교체 대수(경유 → 경유)	15.51	tCO2eq/대		
			교체 대수(LNG →LNG)	15.48	tCO2eq/대		
			교체 대수(중유 →LNG)	28.39	tCO2eq/대		
			교체 대수(경유 → LNG)	13.46	tCO2eq/대		
2-3	산업	건설기계(굴착기) 전동화	전기굴착기 보급대수	5.014	tCO2eq/대	지속	2023
2-4	산업	산업용 냉동기 고효율 기기 설치 비교체	교체대수(정격냉동능력 1,055kW 이하)	95.45	tCO2eq/대	지속	2023
			교체대수(정격냉동능력 1,055초과~7,032kW이하)	204.77	tCO2eq/대		
3-1	건물	탄소(중립) 포인트제 운영 (가입 가구)	탄소포인트제 가입 가구수	0.107	tCO2eq/가구수	단발	2024

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
3-2	건물	탄소포인트제 운영 (LNG, 수도, 전력)	사용절감량(LNG)	0.002188	tCO2eq/m3	단발	2022
			사용절감량(수도)	0.000237	tCO2eq/m3		
			사용절감량(전력)	0.0004781	tCO2eq/kWh		
3-3	건물	공공건축물 그린 리모델링	리모델링 사업면적	0.00459	tCO2eq/m²	지속	2023
3-4	건물	민간 부문 그린 리모델링	리모델링 사업 면적	0.0090	tCO2eq/m²	지속	2024
3-5	건물	기존 건물 BRP 사업	사업 면적	0.0139	tCO2eq/m²	지속	2024
3-6	건물	제로에너지 빌딩	사업면적[(주거용) ZEB 5 등급]	0.010	tCO2eq/m²	지속	2024
			사업면적[(주거용) ZEB 4 등급]	0.019	tCO2eq/m²		
			사업면적[(주거용) ZEB 3 등급]	0.027	tCO2eq/m²		
			사업면적[(주거용) ZEB 2 등급]	0.036	tCO2eq/m²		
			사업면적[(비주거용) ZEB 5등급]	0.006	tCO2eq/m²		
			사업면적[(비주거용) ZEB 4등급]	0.019	tCO2eq/m²		
			사업면적[(비주거용) ZEB 3등급]	0.033	tCO2eq/m²		
			사업면적[(비주거용) ZEB 2등급]	0.046	tCO2eq/m²		
3-7	건물	건물에너지 효율등급 인증	사업면적[(주거용) 에너지효율등급(1+++)]	0.016	tCO2eq/m²	지속	2024
			사업면적[(주거용) 에너지효율등급(1++)]	0.009	tCO2eq/m²		
			사업면적[(비주거용) 에너지효율등급(1+++)]	0.022	tCO2eq/m²		
			사업면적[(비주거용) 에너지효율등급(1++)]	0.008	tCO2eq/m²		
3-8	건물	BEMS 설치 및 운영	사업 면적	0.0038	tCO2eq/m²	지속	2024
3-9	건물	수요반응시스템(DR) 구축	수요반응 가입 용량	33.75	tCO2eq/MW	단발	2022
3-10	건물	공공 및 오피스 건물의 스마트 미터링 도입	사업 면적	0.00418	tCO2eq/m²	지속	2023
3-11	건물	업무용 고효율 공조기의 보급	보급면적	0.000244	tCO2eq/m²	지속	2024

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
3-12	건물	일과 중 냉난방기 1시간 운휴	사업면적(냉방시기 1시간 운휴)	0.000045	tCO2eq/m²	단발	2023
			사업면적(난방시기 1시간 운휴)	0.000037	tCO2eq/m²		
3-13	건물	직장인 점심시간 소등	참여면적	0.000595	tCO2eq/m²	단발	2024
3-14	건물	냉방온도 1도 높이기/ 난방온도 2도 낮추기	참여가구수(냉방온도 1도 높이기)	0.150	tCO2eq/가구	단발	2024
			참여가구수(난방온도 2도 낮추기)	0.132	tCO2eq/가구		2024
3-15	건물	점심시간 컴퓨터 끄기	참여대수	0.000608	tCO2eq/대	단발	2024
3-16	건물	불끄기 캠페인 (어스아워 / 지구의 날 행사 등)	참여가구수	0.000196	tCO2eq/가구	단발	2024
3-17	건물	히트펌프 설치	교체대수(기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=3))	7.300	tCO2eq/대	지속	2024
			교체대수(도시가스(LNG) 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=3))	4.916	tCO2eq/대		
			교체대수(전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=3))	4.781	tCO2eq/대		
			교체대수(기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=6))	8.495	tCO2eq/대		
			교체대수(도시가스(LNG) 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=6))	6.111	tCO2eq/대		
			교체대수(전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=6))	5.976	tCO2eq/대		
			교체대수(기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=3))	7.300	tCO2eq/대		
			교체대수(도시가스(LNG) 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=3))	4.916	tCO2eq/대		
3-18	건물	잠열 회수형 온수 보일러 도입 (가정)	보급가구수	0.08	tCO2eq/가구	지속	2022
3-19	건물	가정용 환경표지인증 보일러 교체	교체대수(노후 보일러 (LNG)→ 환경표지인증 보일러(LNG))	0.536	tCO2eq/대	지속	2023
			교체대수(노후 보일러(LPG) → 환경표지인증 보일러 (LNG))	0.328	tCO2eq/대		
			교체대수(노후 보일러(등유) → 환경표지인증 보일러 (LNG))	0.495	tCO2eq/대		
3-20	건물	빛 재이용 시설 도입	설비용량·시설대수	0.000237	tCO2eq/m3·대	지속	2022
3-21	건물	중수도 이용 확대	처리용량	0.024	tCO2eq/m3	지속	2024

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
3-22	건물	상수도 누수관 정비 사업	상수도 누수관 정비거리(서울 및 6대 광역)	0.1746	tCO2eq/km	지속	2024
			상수도 누수관 정비거리(세종특별자치시)	0.2566	tCO2eq/km		2024
			상수도 누수관 정비거리(8개 광역의 시)	0.3056	tCO2eq/km		2024
			상수도 누수관 정비거리(8개 광역의 군)	0.1766	tCO2eq/km		2024
			상수도 누수관 정비거리(제주특별자치도)	1.0817	tCO2eq/km		2024
3-23	건물	절수기기 보급	보급가구수	0.0078	tCO2eq/가구	지속	2022
3-24	건물	고단열 창호교체	유리 교체면적(도시가스 대체)	0.00648	tCO2eq/m²	지속	2023
			유리 교체면적(전기 대체)	0.01530	tCO2eq/m²		
			유리 교체면적(경유 대체)	0.00859	tCO2eq/m²		
			유리 교체면적(등유 대체)	0.00833	tCO2eq/m²		
3-25	건물	LED 조명 교체	교체개수(형광등)	0.030	tCO2eq/개	지속	2022
			교체개수(백열등)	0.050	tCO2eq/개		
3-26	건물	가로등 LED 교체	교체조명개수	0.1745	tCO2eq/개	지속	2022
3-27	건물	옥외광고 간판조명 LED화	간판면적	0.314	tCO2eq/m²	지속	2022
			간판 교체개수	0.0628	tCO2eq/개		
3-28	건물	대기전력 차단기 보급	보급가구수	0.085	tCO2eq/가구	지속	2022
			적용 면적	0.0012	tCO2eq/m²		

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
3-29	건물	고효율 제품전환	교체대수(전기냉장고)	0.038	tCO2eq/대	지속	2022
			교체대수(전기세탁기)	0.010	tCO2eq/대		
			교체대수(전기밥솥)	0.014	tCO2eq/대		
			교체대수[고효율 냉난방기(5→4)]	0.0030	tCO2eq/대		2022
			교체대수[고효율 냉난방기(5→3)]	0.0237	tCO2eq/대		2022
			교체대수[고효율 냉난방기(5→2)]	0.0586	tCO2eq/대		2022
			교체대수[고효율 냉난방기(5→1)]	0.0956	tCO2eq/대		2022
			교체대수[고효율 냉난방기(4→3)]	0.0207	tCO2eq/대		2022
			교체대수[고효율 냉난방기(4→2)]	0.0556	tCO2eq/대		2022
			교체대수[고효율 냉난방기(4→1)]	0.0927	tCO2eq/대		2022
			교체대수[고효율 냉난방기(3→2)]	0.0349	tCO2eq/대		2022
			교체대수[고효율 냉난방기(3→1)]	0.0719	tCO2eq/대		2022
3-30	건물	인덕션(전기레인지) 교체 사업	교체대수(프로판 → 전기레인지)	0.112	tCO2eq/대	지속	2024
			교체대수(도시가스 → 전기레인지)	0.048	tCO2eq/대		
3-31	건물	옥상녹화사업	조성면적	0.017	tCO2eq/m²	지속	2022
3-32	건물	벽면녹화(그린커튼)	조성면적	0.0035	tCO2eq/m²	지속	2022
3-33	건물	쿨루프	시공면적	0.00341	tCO2eq/m²	지속	2022
3-34	건물	차열, 단열페인트 시공	도포면적	0.001016	tCO2eq/m²	지속	2024
3-35	건물	그린 캠퍼스	사업대상 연면적	0.00884	tCO2eq/m²	지속	2024
3-36	건물	도시가스 공급확대(등유, 경유)	변경가구수	0.09	tCO2eq/가구	지속	2022
3-37	건물	지역난방 노후배관 교체사업	교체 세대수	0.21120	tCO2/세대	지속	2024
			교체 면적	0.00283	tCO2/m²		

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
3-38	건물	목재펠릿 보일러	사용량(등유, 경유)	1.208	tCO2eq/톤	단발	2022
			사용량(LPG)	1.066	tCO2eq/톤		
			설치대수	6.173	tCO2eq/대	지속	
3-39	건물	친환경 목조 건축 조성	조성 연면적	0.365	tCO2eq/m²	지속	2024
3-40	건물	공동주택 승강기 자가발전 장치 도입	도입 승강기 대수(15층 이상)	0.456	tCO2eq/대	지속	2024
			도입 승강기 대수(15층 미만)	0.227	tCO2eq/대		2024
3-41	건물	자동운전 에스컬레이터 운행	운행대수(24시간/일 운행기준)	6.146	tCO2eq/대	지속	2024
			운행대수(12시간/일 운행기준)	3.073	tCO2eq/대		2024
			운행대수(8시간/일 운행기준)	2.049	tCO2eq/대		2024
4-1	수송	전기차 보급(승용차)	전기승용차 보급대수(대)	0.97	tCO2eq/대	지속	2022
4-2	수송	전기차 보급(화물차)	전기화물차 보급대수(대)	2.155	tCO2eq/대	지속	2022
4-3	수송	전기 버스	보급대수(경유→전기)	43.89	tCO2eq/대	지속	2022
			보급대수(CNG→전기)	39.43	tCO2eq/대		
4-4	수송	경유자동차 전기차 전환 지원	교체대수(경유차→전기차)	1.18	tCO2eq/대	지속	2022
4-5	수송	전기 이륜차(오토바이) 보급	전기이륜차 보급대수	0.6501	tCO2eq/대	지속	2024
4-6	수송	노면 청소차량 전기차 전환	전기청소차 보급대수	2.472	tCO2eq/대	지속	2024
4-7	수송	수소 청소차 보급	수소청소차 전환대수	1.5202	tCO2eq/대	지속	2024
4-8	수송	전기 자전거 보급	보급대수	0.0138	tCO2eq/대	지속	2022
4-9	수송	수소차 보급(버스)	보급대수	36.389	tCO2eq/대	지속	2022
4-10	수송	수소차 보급(승용차)	보급대수	0.923	tCO2eq/대	지속	2022
4-11	수송	수소차 보급(대형 화물차)	수소화물차 보급대수(대)	10.6845	tCO2eq/대	지속	2024
4-12	수송	하이브리드차 보급 (승용차)	하이브리드차 보급대수(대)	0.4331	tCO2eq/대	지속	2024
4-13	수송	경유자동차 저공해화 (LPG 엔진교체)	교체대수(대)	0.135	tCO2eq/대	지속	2022
4-14	수송	CNG차량 보급확대(버스)	보급대수	4.455	tCO2eq/대	지속	2022

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
4-15	수송	공공자전거 이용	공공자전거 연간 이용횟수	0.0003245	tCO2eq/회	단발	2023
			공공자전거 보급대수	0.04518	tCO2eq/대	지속	
4-16	수송	자전거 도로 인프라 구축	구축거리	7.527	tCO2eq/km	지속	2024
4-17	수송	PM(전동킥보드) 이용 활성화	PM 보급대수	0.0099	tCO2eq/대	지속	2024
4-18	수송	대중교통 이용확대	대중교통 이용자 증가 수 (지하철이 있는 지자체)	0.0016757	tCO2eq/인	단발	2023
			대중교통 이용자 증가 수 (지하철이 없는 지자체)	0.0012928	tCO2eq/인		
			수송거리(버스)	0.0001820	tCO2eq/인·km		
			수송거리(지하철)	0.0001824	tCO2eq/인·km		
4-19	수송	자동차 마일리지 (탄소중립 포인트)	탄소중립포인트(자동차)참여대수	0.2966	tCO2eq/대	단발	2023
4-20	수송	차량 공유(대여) 시스템	운영대수	3.834	tCO2eq/대	단발	2024
4-21	수송	산업단지 공동통근버스 운영 확대	운영대수(45인승)	0.31	tCO2eq/대	지속	2024
			운영대수(21인승)	0.91	tCO2eq/대		
4-22	수송	승용차 요일제 추진	운영대수	0.279	tCO2eq/대	단발	2022
4-23	수송	친환경 운전 문화 확산	확산대수(승용차)	0.30	tCO2eq/대	단발	2022
			확산대수(버스(중형))	0.71	tCO2eq/대		
			확산대수(화물차)	0.85	tCO2eq/대		
4-24	수송	녹색 주차장 조성	녹색 주차장 조성면적	0.000685	tCO2eq/m²	지속	2024
4-25	수송	친환경 하이브리드 어선	보급대수	80	tCO2eq/대	지속	2022
4-26	수송	전기 여객선 보급	보급대수	600.50	tCO2eq/대	지속	2024
4-27	수송	항만 육상전원공급설비(AMP)	AMP 공급 선박대수	174.477	tCO2eq/대	지속	2024
			AMP 공급 선박톤수	0.0842	tCO2eq/선박1톤		
			AMP 공급 정박시간	0.0456	tCO2eq/시간	단발	
4-28	수송	간선급행버스(BRT) 구축	BRT 구축거리(수도권)	14.466	tCO2/km	지속	2024
			BRT 구축거리(비수도권)	4.582	tCO2/km		
4-29	수송	트램 노선 구축	트램 구축거리(수도권)	23.841	tCO2/km	지속	2024
			트램 구축거리(비수도권)	6.962	tCO2/km		

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
4-30	수송	도로 히팅 필름식 응설 공법 대 체 적용	설치한 도로 면적(서울, 경 기, 인천권역)	0.0408	tCO2eq/m²	지속	2024
			설치한 도로 면적(경상권 역)	0.0133	tCO2eq/m²		
			설치한 도로 면적(전라권 역)	0.0311	tCO2eq/m²		
			설치한 도로 면적(강원권 역)	0.0301	tCO2eq/m²		
			설치한 도로 면적(충청권 역)	0.0447	tCO2eq/m²		
			설치한 도로 면적(제주권 역)	0.0214	tCO2eq/m²		
5-1	농축 수산	가축분뇨 공동자원화시설 확충	처리용량	0.034	tCO2eq/톤	지속	2022
			바이오가스 생산량	0.0009	CO2eq/m3	단발	
5-2	농축 수산	농업 에너지이용 효율화 (다검 보온커튼 설치)	다검보온커튼 설치 면적(평 균)	0.005	tCO2eq/m²	단발	2024
			다검보온커튼 설치 면적(파 프리카)	0.004	tCO2eq/m²		
			다검보온커튼 설치 면적(오 이)	0.007	tCO2eq/m²		
			다검보온커튼 설치 면적(토 마토)	0.002	tCO2eq/m²		
5-3	농축 수산	순환식 수막재배 시설 설치	순환식 수막재배 면적(평 균)	0.0002	tCO2eq/m2	지속	2024
			순환식 수막재배 면적(파프 리카)	0.00004	tCO2eq/m2		
			순환식 수막재배 면적(오 이)	0.0004	tCO2eq/m2		
5-4	농축 수산	농촌 지열히트펌프 보급	보급용량	1.37	tCO2eq/RT	지속	2022
5-5	농축 수산	논물관리	시행면적	22.4	tCO2eq/ha	단발	2022
5-6	농축 수산	친환경 비료사용 등 친환경농업 확대	보급면적	6.32×10-6	tCO2eq/m²	단발	2022
5-7	농축 수산	원효성 비료 사용	원효성 비료 사용 면적 (평 균)	0.21	tCO2eq/ha	단발	2024
			원효성 비료 사용 면적 (공 공)	0.1	tCO2eq/ha		
			원효성 비료 사용 면적 (고 추)	0.32	tCO2eq/ha		
5-8	농축 수산	토양개량제(석회, 규산) 사용	사용면적(석회질비료)	0.267	tCO2eq/ha	단발	2024
			사용면적(규산질비료)	1.255	tCO2eq/ha		
5-9	농축 수산	친환경 자가퇴비 사용	자가퇴비 생산량	0.397	tCO2eq/톤	단발	2024

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
5-10	농축 수산	농비작물을 통한 대체 효과	농비작 대체 면적	0.27	tCO2eq/ha	단발	2024
5-11	농축 수산	호기성 토양에서 바이오차 보급	바이오차 투입량	0.09	tCO2eq/t-바이오 차	단발	2024
5-12	농축 수산	(논) 무경운 재배	재배면적(최소경운 1기작)	0.148	tCO2eq/ha	단발	2024
			재배면적(무경운 1기작)	0.153	tCO2eq/ha		
5-13	농축 수산	건답 직파 재배	건답 직파 재배 면적	1.77	tCO2eq/ha	단발	2024
5-14	농축 수산	한우 비육기간 단축	비육 기간 단축을 적용한 한우 수, 비육 단축기간	1.21	tCO2eq/두-개월	단발	2024
5-15	농축 수산	저메탄, 저단백질사료 보급	사육두수	0.471	tCO2eq/두	단발	2022
5-16	농축 수산	저탄소 식사 문화 확산 (채식 보급 활성화)	저탄소 식사 진행 일수	0.0003	tCO2eq/일	단발	2024
			저탄소 식사 횟수	0.0001	tCO2eq/식		2024
5-17	농축 수산	친환경 농기계 보급	전환대수(경운기)	0.043	tCO2eq/대	지속	2024
			전환대수(트랙터)	0.637	tCO2eq/대		2024
			전환대수(관리기)	0.015	tCO2eq/대		2024
			전환대수(이앙기)	0.014	tCO2eq/대		2024
			전환대수(콤바인)	0.254	tCO2eq/대		2024
5-18	농축 수산	수산양식장 전기보일러 교체	양식장 수조 면적 (뱅장어, B-C유 → 전기)	0.3194	tCO2eq/m²	지속	2024
			양식장 수조 면적 (넙치, 등유 → 전기)	0.0267	tCO2eq/m²		2024
5-19	농축 수산	버섯 수확 후 배지 재활용 사업	재활용량	0.652	tCO2eq/ton	단발	2024
5-20	농축 수산	영농부산 파쇄	영농부산 파쇄량	0.685	tCO2eq/톤	단발	2024
5-21	농축 수산	로컬푸드 직매장 활성화	로컬푸드 직매장 상품입고 량	0.0272	tCO2eq/ton	단발	2024
6-1	폐기물	준호기성 매립지	생활폐기 매립량	0.050	tCO2eq/톤	단발	2022
6-2	폐기물	매립가스 자원화	메탄가스 포집량(매립가스 포집)	0.02	tCO2eq/Nm3	단발	2024
			보일러 연료로의 활용량(매 립가스 포집 및 보일러 연 료 활용)	0.02004	tCO2eq/Nm3		
			발전 연료로의 활용량(매립 가스 포집 및 발전 연료 활용)	0.0212	tCO2eq/Nm3		

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
6-3	폐기물	고형폐기물의 생물학적 처리량 감소	감소처리량[퇴비화(건식)]	0.439	tCO2eq/톤	단발	2022
			감소처리량[퇴비화(습식)]	0.192	tCO2eq/톤		
			감소처리량 [혐기성소화(건식)]	0.056	tCO2eq/톤		
			감소처리량 [혐기성소화(습식)]	0.028	tCO2eq/톤		
6-4	폐기물	소각량 및 매립량 감량 (폐기 운송량 감량)	감량된 폐기 중량(평균)	0.012	tCO2eq/ton	단발	2024
			감량된 폐기 중량(공동주택)	0.008	tCO2eq/ton		
			감량된 폐기 중량(일반주택)	0.010	tCO2eq/ton		
			감량된 폐기 중량(농어촌)	0.018	tCO2eq/ton		
6-5	폐기물	소각열 회수 및 이용	열공급량	0.00003	tCO2eq/MJ	단발	2022
6-6	폐기물	유기성 폐기 신재생에너지 생산	바이오가스 활용량	0.001	tCO2eq/m3	단발	2022
6-7	폐기물	하수처리장 에너지자립화 사업	발전량	0.0004781	tCO2eq/kWh	단발	2022
6-8	폐기물	하수슬러지 소각재 재활용 (시멘트 원료화)	하수슬러지 소각재 재활용량	0.52	tCO2eq/ton	단발	2024
6-9	폐기물	하수처리수 재이용	연간 재이용수량(m3)	0.0002228	tCO2eq/m3	단발	2023
6-10	폐기물	아이스팩, 커피찌꺼기 재활용	재활용량(아이스팩)	0.002	tCO2eq/톤	단발	2022
			재활용량(커피찌꺼기)	0.001	tCO2eq/톤		
6-11	폐기물	종이팩 재활용	재활용량	0.0135	tCO2eq/톤	단발	2024
6-12	폐기물	페플라스틱 자원화	페플라스틱 자원화 무게	1.3	tCO2eq/ton	단발	2024
6-13	폐기물	바이오매스 플라스틱 보급	바이오매스 플라스틱 보급량	0.6	tCO2eq/ton	단발	2024
6-14	폐기물	현수막 업사이클링	재활용된 현수막 개수	0.00092	tCO2eq/장PE현수막	단발	2023
			재활용된 현수막 중량	0.00185	tCO2eq/kgPE현수막		
6-15	폐기물	폐봉제 원단 재활용	재활용량	3.005	tCO2eq/톤	단발	2024
6-16	폐기물	폐금속 및 폐합성수지 자원 재활용(폐전자제품 수거 처리)	수거대수(폐냉장고)	0.057	tCO2eq/대	단발	2024
			수거대수(폐세탁기)	0.040	tCO2eq/대		
			수거대수(폐TV)	0.028	tCO2eq/대		
			수거대수(폐에어컨)	0.025	tCO2eq/대		

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
6-17	폐기물	RFID 종량기 보급	RFID 종량기 보급대수	5.31	tCO2eq/대	지속	2024
			RFID 종량기 사용 세대	0.08	tCO2eq/세대		
6-18	폐기물	가정용 음식물류 폐기 감량기기 보급 지원	음식물류 폐기 감량기기 보급대수	0.121	tCO2eq/대	지속	2024
6-19	폐기물	포장재 폐기 저장(제로웨이스트 샵 (리필스테이션) 이용 확대)	비닐 포장재 저장 개수	0.00009	tCO2eq/개	단발	2024
			플라스틱 포장재 저장 개수	0.00008	tCO2eq/개		
6-20	폐기물	식품접객업 일회용 비닐봉투 사용 규제	제로웨이스트 샵 수	0.18	tCO2eq/가게	단발	2024
			소비되는 비닐봉투 개수	0.000068	tCO2eq/개		
6-21	폐기물	일회용 플라스틱 컵 사용 자체	사업 참여 가게 수	2.08	tCO2eq/가게	단발	2023
			소비되는 음료 개수	0.000048	tCO2eq/개		
6-22	폐기물	다회용기 보급사업(포장 시 다회용기 이용활성화)	다회용기 이용횟수	2.34	tCO2eq/가게	단발	2024
6-23	폐기물	음식물쓰레기 저장 캠페인	다회용기 이용횟수	0.00025	tCO2eq/회	단발	2022
			음식물폐기 감축량(퇴비화)	0.192	kgCO2eq/kg		
6-24	폐기물	지방세 종이 고지서의 전자 고지서 대체	음식물폐기 감축량(혐기성소화)	0.028	kgCO2eq/kg	단발	2023
			전자고지서 발행 건수	0.00000572	tCO2eq/건		
6-25	폐기물	대형마트의 전자 영수증 이용	전자고지서 발행 가구수	0.00004648	tCO2eq/가구	단발	2024
			전자영수증 발행 건수	0.00000059	tCO2eq/건		
6-26	폐기물	종이 없는 행정 추진	전자영수증 발행 가게 수	0.39	tCO2eq/가게	단발	2023
			종이 구매절감량(박스)	0.0243	tCO2eq/박스		
6-27	폐기물	플라스틱 조화 사용 금지	종이 구매절감량(장)	0.0000097	tCO2eq/장	단발	2024
			사용금지량	4.22	tCO2eq/톤		
7-1	수소	수소연료전지 (LNG, 메탄, LPG)	사용량(LNG)	2.7657	tCO2/t-LNG	단발	2022
			사용량(메탄)	2.7518	tCO2/t-바이오 가스(메탄)		
			사용량(LPG)	2.9864	tCO2/t-LPG		
7-2	수소	이산화탄소 포집 및 수소생산 이용	수소생산용량	8.33	tCO2eq/tH2	단발	2022



번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
8-1	흡수원	조림조성(그루)	보급나무수(수령10년)	2.4	kgCO <sub>2</sub> eq/그루	지속	2022
			보급나무수(수령15년)	4.4	kgCO <sub>2</sub> eq/그루		
			보급나무수(수령20년)	7.2	kgCO <sub>2</sub> eq/그루		
			보급나무수(수령25년)	9.4	kgCO <sub>2</sub> eq/그루		
			보급나무수(수령30년)	10.1	kgCO <sub>2</sub> eq/그루		
8-2	흡수원	조림조성(면적)	조성면적(임령10년)	6.9	tCO <sub>2</sub> eq/ha	지속	2022
			조성면적(임령15년)	9.8	tCO <sub>2</sub> eq/ha		
			조성면적(임령20년)	11.6	tCO <sub>2</sub> eq/ha		
			조성면적(임령25년)	12.1	tCO <sub>2</sub> eq/ha		
			조성면적(임령30년)	10.8	tCO <sub>2</sub> eq/ha		
8-3	흡수원	기후변화대응 난대림 조성	조성면적(평균)	20.87	tCO <sub>2</sub> eq/ha	지속	2024
			조성면적(종가시나무군락)	38.52	tCO <sub>2</sub> eq/ha		
			조성면적(구살잣밤나무군락)	27.78	tCO <sub>2</sub> eq/ha		
			조성면적(곰솔군락)	5.15	tCO <sub>2</sub> eq/ha		
			조성면적(침노릅나무군락)	12.03	tCO <sub>2</sub> eq/ha		
8-4	흡수원	[도시숲조성] 가로수 심기	보급나무수(수령10년)	3.6	kgCO <sub>2</sub> eq/그루	지속	2022
			보급나무수(수령15년)	5.2	kgCO <sub>2</sub> eq/그루		
			보급나무수(수령20년)	8.4	kgCO <sub>2</sub> eq/그루		
			보급나무수(수령25년)	9.6	kgCO <sub>2</sub> eq/그루		
			보급나무수(수령30년)	10.1	kgCO <sub>2</sub> eq/그루		
8-5	흡수원	숲 가꾸기(간벌 및 가지치기)	숲가꾸기 면적	1.188	tCO <sub>2</sub> eq/ha	지속	2022
8-6	흡수원	근린공원(도시공원) 조성	근린공원(도시공원) 조성 면적	0.012	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	지속	2024
8-7	흡수원	녹지면적 확충	확충된 녹지 면적	0.006	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	지속	2024
8-8	흡수원	생활 속 미니 텃밭을 활용한 도 시농업 활성화	고구마 재배 면적	0.00056	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	단발	2023
			감자 재배 면적	0.00115	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>		
			파 재배 면적	0.00004	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>		
			고추 재배 면적	0.00063	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>		

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	감축효과 (지속/단발)	개발연도
8-9	흡수원	화훼류(지피식물) 조성 사업	조성면적	0.0073	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	단발	2024
8-10	흡수원	습지공원 조성	습지공원 조성 면적	0.039	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	지속	2024
8-11	흡수원	이끼공원(정원) 조성사업	식재면적	0.000847	tCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	지속	2024
8-12	흡수원	블루카본(갯벌, 염습지 등) 복원	조성면적	0.105	kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	지속	2022
8-13	흡수원	바다숲 조성	조성면적	7.97	tCO <sub>2</sub> eq/ha	지속	2022
8-14	흡수원	해초(잘피류) 식재	해초류(잘피류) 식재 면적	0.0012	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	지속	2024
8-15	흡수원	미이용 산림바이오매스 목재연 료 (목재펠릿, 목재칩) 활용	목재연료 무게	1.21	tCO <sub>2</sub> eq/ton	단발	2024
			목재펠릿 무게	1.25	tCO <sub>2</sub> eq/ton		
			목재칩 무게	1.02	tCO <sub>2</sub> eq/ton		
8-16	흡수원	국내 목제품 이용 및 생활환경 시설 목재 활용 권장	목제 제품의 총 부피	0.63	tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	단발	2023
			책상 대수	0.017	tCO <sub>2</sub> eq/대		
			테이블 대수	0.021	tCO <sub>2</sub> eq/대		

## 집필자

연구책임 이상신 충남연구원 연구위원  
 참여연구진 이상기 충남연구원 연구원  
 자문위원 최일한 대전대학교 교수  
 이윤희 대전세종연구원 책임연구위원  
 신현숙 당진시 팀장

수시전략연구 2024-00

기초지자체 온실가스 배출유형별 탄소중립 기본계획 고도화 방안

발행인 000  
 발행처 충남연구원  
 인쇄 2024년 00월 00일  
 발행 2024년 00월 00  
 주소 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (32589)  
 전화 041-840-1114(대표)  
 팩스 041-840-1129  
 홈페이지 <http://www.cni.re.kr>  
 ISBN 000-00-0000-000-0

© 2024 충남연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
- 무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.