

| SRI-정책-2021-04 |

수원시 2050 탄소중립 기본계획 수립 연구

A Study on the Basic Plan for 2050 Carbon Neutral City, Suwon

강은하

연구진

- 연구책임자 강은하 (수원시정연구원 연구위원)
- 참여연구원 김숙희 (수원시정연구원 선임연구위원)
최석환 (수원시정연구원 연구위원)
김은영 (수원시정연구원 연구위원)
조철홍 (한국과학기술원 교수)
박 찬 (서울시립대학교 교수)
오미현 (수원시정연구원 위촉연구원)

© 2021 수원시정연구원

- 발행인** 김선희
- 발행처** 수원시정연구원
경기도 수원시 권선구 수인로 126
(우편번호) 16429
전화 031-220-8001 팩스 031-220-8000
<http://www.suwon.re.kr>
- 인쇄** 2021년 12월 31일
- 발행** 2021년 12월 31일
- ISBN** 979-11-6819-026-9 (93300)

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처 표시해 주십시오.
강은하. 2021. 「수원시 2050 탄소중립 기본계획 수립」. 수원시정연구원.

비매품

주요 내용 및 정책제안

■ 주요 내용

- 본 연구에서는 수원시 현황 및 여건, 온실가스 배출량에 대한 종합분석 결과를 바탕으로 2050 탄소중립을 위해서 수원시가 나아가야 할 기본 방향과 정책 추진의 전략을 제안하였음
- 수원시의 온실가스 배출량은 2011년 환경수도 선언이후 지속적인 감축사업의 영향으로 2018년 정점 이후 정체되고 있으나 다음과 같은 이유로 2050 탄소중립 (넷 제로: 탄소 순 배출량이 0이 됨)을 달성하기 위한 도시 여건은 열악한 것으로 분석되었음
 - 높은 인구밀도 및 지속적 택지개발 계획, 서비스업 중심 상업 분포로 인한 높은 건물 에너지 소비량, 지속적 승용차 등록대수 증가, 버스 중심 대중교통체계, 건물태양광 외 낮은 신재생에너지 생산잠재량이 그것임
- 본 연구에서는 탄소중립도시 비전을 “탄소중립 달성을 위한 에너지 효율화 도시 수원”로 제안하고 특정 분야의 감축이나 전환이 아닌 각 분야에서의 효율성을 높이는 전략을 제안하였음
- 기본계획의 주요 내용은 다음과 같음

■ 수원시 2050 탄소중립 기본계획 주요 내용

- 수원시 비전
 - 탄소중립 달성을 위한 에너지 효율화 도시 수원
- 건물 부문 목표 및 전략
 - (목표) 건물에너지 효율화로 2050년까지 건물 온실가스 배출량 75% 감축 (2018년 대비)
 - (전략) 노후건축물에 대한 제로에너지건축물 의무화 및 기존 건축물 그린리모델링으로 에너지 소비량 감축, 에너지 고효율 기기 보급과 HEMS/BEMS 등 스마트에너지 관리, 시민참여 인센티브 도입으로 에너지 사용량 절감 패턴 확대
- 에너지공급 부문 목표 및 전략
 - (목표) 2050년까지 수원시 신재생에너지 보급률 60%

- (전략) 에너지 프로슈머 일상화 (가상발전소, P2P 에너지 거래 등 스마트 에너지마을 조성 및 융복합 재생에너지 조성 사업 도입), 지역에너지센터 사업을 통한 건물 태양광 발전 극대화 및 신재생에너지 보급 지속
- 수송 부문 목표 및 전략
 - (목표) 2050년까지 수송부문 97% 감축 (친환경교통수단, 대중교통중심, 생태교통문화 활성화)
 - (전략) 국가 보급계획에 따른 친환경 자동차 보급, 관내 대중교통체계 개편을 통한 철도 중심 대중교통 이용 활성화, 친환경 기반의 생태교통문화 활성화 및 녹색교통진흥지구 도입
- 폐기물 부문 목표 및 전략
 - (목표) 2050년까지 수원시 폐기물 부문 70% 감축
 - (전략) 생활폐기물 소각의 탈플라스틱화, 유기성 폐기물(음식물, 분뇨 슬러지 등)의 바이오가스플랜트 도입, 소각시설 및 하수처리장 에너지자원화
- 탄소흡수 및 상쇄 부문 목표 및 전략
 - (목표) 탄소저장량 확대를 통한 탄소중립에의 기여
 - (전략) 도시녹지 공간 확보 및 탄소저장효율 증가를 통한 탄소저장량 확대, 생물다양성 증진 및 탄소저장량 확보를 위한 체계적인 산림·녹지 관리
- 시민참여 부문 목표 및 전략
 - (목표) 시민 주도 탄소 중립 인식 강화로 실질적 감축 달성
 - (전략) 에너지 저감을 위한 시민참여 인센티브 도입 “수원주민 참여형 에너지 관리”, 주거형 콤팩트시티 조성을 통해 일상생활에서 저탄소 생활 영위, 시민단체, 환경단체 주도로 저탄소 캠페인 추진
- 탄소중립도시 추진 방안
 - 탄소중립개념의 정책 반영을 위한 총괄부서의 조직 및 운영, 기후인지예산제도 도입 및 탄소중립위원회 심의를 통해 모든 예산투입 사업 및 신규사업에서의 탄소감축방향성 설정, 도시정책분야 기본계획에의 탄소중립개념 반영을 통해 도시 관리 방향의 전환성 확보
 - 시민사회 뿐만 아니라 민간 기업과의 거버넌스 확대를 통한 국내외 민간 참여 활성화
 - 기후변화대응종합계획 수립시 탄소중립 비전을 반영한 단기 및 중기계획, 실천계획 수립하여 추진 근거 마련 및 이행

국문요약

■ 서론

○ 연구의 배경

- UN IPCC의 파리협약은 지구 평균기온 상승을 1.5℃로 제한하기 위한 2050년 이산화탄소 배출 중립을 제안하고, 이에 따라 국제사회에서 2050 탄소중립을 목표로 하는 대전환의 필요성이 대두됨
- 우리나라에서도 중앙정부 차원의 2050 탄소중립을 선언하고 분야별 2050년 달성 목표와 시나리오를 작성 중에 있음
- 수원시는 「탄소중립 지방정부 실천연대 발족 및 공동선언」을 하고 지방정부 주도의 탄소중립을 추진하기 위해 앞장서고자 함

○ 연구의 목적

- 지방정부의 탄소중립도시 목표를 위한 정책을 추진하기 위해서는 도시의 여건에 대한 종합적 분석과 함께 도시 차원에서의 탄소중립을 위한 기본 방향을 설정하는 것이 필요함
- 본 연구에서는 수원시 온실가스 배출량 및 여건 분석 결과를 바탕으로 2050 탄소중립을 위해서 수원시가 나아가야 할 기본 방향과 정책 추진 전략을 제안하였음

■ 수원시 탄소중립 여건 분석

- 수원시는 인구밀집도시로 열병합발전소와 같은 에너지산업을 제외하고는 산업 비중 온실가스 배출량은 매우 낮으며, 대부분의 온실가스는 상업 및 가정 부문, 즉 건물에서 배출되고 있으며 두 번째로 수송(자동차)에서의 배출량이 높은 도시임
- 수원시의 온실가스 배출량은 최근 10년간 정체되어 유지되는 경향이며 1인당 배출량은 감소하는 추세인데 이는 인구증가에도 불구하고 2011년 선언한 “환경수도 수원”에 맞춰 온실가스 감축 목표를 설정하고 지속적인 감축사업을 추진한 결과임
- 그럼에도 불구하고 2050년까지 탄소중립을 달성하기에는 수도권 남부의 교통 중심지에 위치한 고 인구밀도의 수원시의 여건은 매우 열악함
 - 수원시는 높은 인구밀도 및 택지개발로 인한 인구 유입 및 서비스업 중심 상업 분포로 인한 에너지 소비 중심 도시, 높은 승용차 수단분담률 및 버스 중심 대중교통체계로

인한 수송부문 높은 화석에너지 사용량, 내륙 도시이며 낮은 유희부지 부족으로 인해 열악한 신재생에너지 생산 여건을 갖고 있음

- 수원시는 여건상 신재생에너지 생산도시나 탄소흡수도시 등과 같은 특정 분야의 감축이나 전환을 통해 탄소중립목표에 달성할 수 없으며, 건물 에너지 사용량 감축, 무탄소 수송수단으로의 전환, 신재생에너지의 생산, 폐기물 소각량 감축과 같이 사람의 생활에 관련되어 배출되는 탄소를 각 분야에서 골고루 줄이는 방식을 통해서만 탄소중립목표에 달성할 수 있을 것임

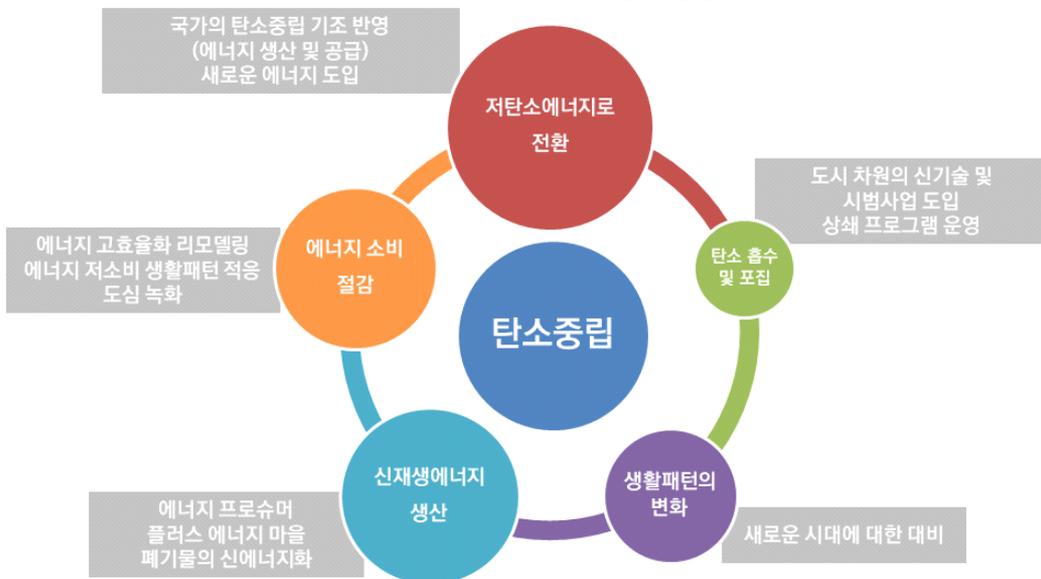
■ 수원시 2050 탄소중립 기본계획

○ 본 연구에서 제시하는 탄소중립 기본 원칙과 방향을 다음과 같음

■ 탄소중립 기본 원칙과 방향

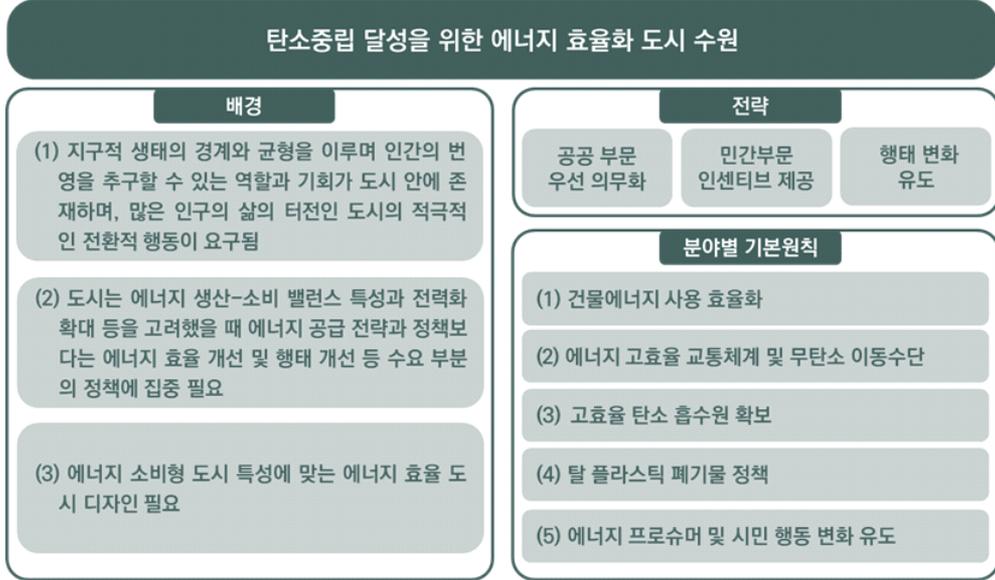
- ① 건물에서 사용하는 에너지원을 최대한 전력화한다.
- ② 건물 에너지 사용량을 낮추기 위해 제로에너지건축물 신축, 노후 및 에너지 다소비 건물의 그린리모델링을 추진한다.
- ③ 대중교통체계는 철도 중심으로, 개인 이동수단은 전기 및 수소차, 무탄소 수단으로 전환한다.
- ④ 탄소흡수량이 많은 도심 숲 및 공원을 조성한다.
- ⑤ 생활폐기물의 플라스틱 소각량을 최소화한다.
- ⑥ 녹색교통진흥지역의 확대, 콤팩트마을의 조성을 통해 시민의 무탄소 이동 및 행동을 이룬다.
- ⑦ 태양광발전 중심 에너지 프로슈머 시민 및 기업을 유도한다.

〈그림 1〉 2050 수원시 탄소중립 방향



■ 수원시의 탄소중립 비전과 부문별 목표 및 전략은 다음과 같음

〈그림 2〉 수원시 비전



■ 부문별 목표 및 전략

부문	목표	전략
건물	건물 에너지 효율화로 2050년까지 건물 온실가스 배출량 75% 감축 (2018년 대비)	<ul style="list-style-type: none"> • 제로에너지건축물 보급 및 그린리모델링 사업 확대 • 에너지 고효율기기 보급 • HEMS/BEMS 등 스마트에너지 관리 • 에너지 저감을 위한 시민참여 인센티브 도입
에너지 공급	2050년까지 수원시 신재생에너지 보급률 60%	<ul style="list-style-type: none"> • 융복합 신재생에너지 사업 추진 (에너지원 융합, 구역 복합) • 가상발전소, P2P 에너지 거래 등 스마트 에너지마을 조성 (에너지 프로슈머 일상화) • 에너지효율 향상 의무화 제도 도입 • 건물 대상 태양광 발전 극대화 및 신재생에너지 보급 확대 • 수원시지역에너지센터 시범사업
수송	친환경 교통수단 도입, 대중교통 중심의 교통체계 개편과 생태교통문화 활성화를 통한 친환경 도시 조성 2050년까지 수송부문 97% 감축	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 보급계획에 따른 친환경 자동차 보급 • 관내 대중교통체계 개편을 통한 대중교통 이용 활성화 • 친환경 기반의 생태교통문화 활성화
폐기물	2050년까지 수원시 폐기물 부문 70% 감축	<ul style="list-style-type: none"> • 생활폐기물 발생량 감축 • 플라스틱 소각 제로화 • 유기성 폐기물(음식물, 분뇨 슬러지 등)의 바이오가스 플랜트 도입 • 소각시설 폐열 회수 및 전기 생산, 하수처리장 메탄화수

부문	목표	전략
탄소흡수 또는 상쇄	탄소저장량 확대를 통한 탄소중립에의 기여	<ul style="list-style-type: none"> • 도시녹지 공간 확보를 통한 탄소저장량 확대 • 탄소저장효율 증진을 통한 탄소저장량 확대 • 생물다양성 증진 및 탄소저장량 확보를 위한 체계적인 산림·녹지 관리
시민 참여	시민 주도 탄소 중립 인식 강화로 실질적 감축 달성	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 저감을 위한 시민참여 인센티브 도입 “수원주민 참여형 에너지 관리” • 주거형 콤팩트시티 조성을 통해 일상생활에서 저탄소 생활 영위 • 시민단체, 환경단체 주도로 저탄소 캠페인 추진

■ 정책 제언

- 2050 탄소중립도시로의 구현을 위해서 수원시가 도시분야 각종 개발 및 신규사업 계획 수립시 탄소중립개념을 인지하고 방향성에 맞도록 계획을 수립하고 추진한다면 당장은 눈에 보이지 않지만 장기적으로 달성할 수 있는 모멘텀의 변화를 갖게 될 수 있을 것임
- 이를 위해 정책적으로는 탄소중립개념의 정책 반영을 위한 총괄부서의 조직 및 운영, 기후인지예산제도 도입 및 탄소중립위원회 심의를 통해 모든 예산투입 사업 및 신규사업에서의 탄소감축방향성 설정, 도시정책분야 기본계획에의 탄소중립개념 반영을 통해 도시 관리 방향의 전환, 시민사회 뿐만 아니라 민간 기업과의 거버넌스 확대를 통한 민간 참여의 확대성을 높이는 것이 필요함
- 또한 기후변화대응종합계획에서 탄소중립 비전 및 전략을 반영한 단기 및 중기 실천목표 및 실행계획을 수립하여 이행의 추진력 확보를 제안함

주제어: 온실가스배출량, 기후위기, 2050 탄소중립, 감축사업, 기후변화

차 례

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구 방법	4
제2장 선행연구 고찰	5
제1절 국내·외 동향	7
1. 유럽	8
2. 미국	11
3. 일본	12
4. 중국	14
5. 우리나라 탄소중립	16
제2절 관련 법 및 주요 정책	24
1. 탄소중립 관련 법	24
2. 우리나라 주요 정책 동향	26
제3절 탄소중립도시 사례	33
1. 국내	33
2. 국외	38
제4절 중앙정부 탄소중립 시나리오	46
1. 2050 탄소중립 시나리오안(관계부처합동, 2021.10.08.)	46
2. 2050탄소중립 시나리오에 대한 모델링	47
3. 데이터 기반 탄소중립 의사결정 모델	49
4. 2050 탄소중립 시나리오(녹색에너지전략연구소)	50
제5절 수원시 저탄소 관련 정책	53
1. 수원시 2050탄소중립 기본전략	53
2. 수원시 분야별 계획(2021 업무보고자료 참고)	57
제6절 시사점	63

제3장 수원시 여건 및 온실가스 배출현황 분석	65
제1절 수원시 현황 및 여건 분석	67
1. 기후 여건 및 전망	67
2. 지리적 및 사회적 여건	69
3. 에너지 여건	77
4. 건물 부문 여건	84
5. 수송 부문 여건	86
6. 폐기물 부문 여건	107
제2절 수원시 온실가스 인벤토리 분석 및 고찰	115
1. 수원시 온실가스 전체 인벤토리	115
2. 온실가스 배출량 전망	118
3. 수원시 온실가스 감축 목표	119
4. 수원시 감축 인벤토리	121
5. 수원시 온실가스 감축 인벤토리 산정 결과 및 분석	122
제3절 수원시 탄소중립 여건 요약	139
제4장 수원시 2050 탄소중립 기본계획 수립	141
제1절 수원시 비전 및 기본 원칙	143
1. 비전 설정의 근거	143
2. 탄소중립도시 실현을 위한 기본 원칙	143
제2절 부문별 기본계획	145
1. 건물	145
2. 에너지공급	150
3. 수송	158
4. 폐기물	166
5. 탄소흡수 또는 상쇄	172
6. 시민 참여	174
제3절 탄소중립도시 추진 방안	178
1. 정책 추진 방안	178

제5장 결론	185
제1절 결론	187
1. 연구 요약	187
2. 연구의 의의	188
제2절 정책 제언	189
참고문헌	191

표 차례

〈표 2-1〉 일본 그린성장전략 14대 분야 주요 내용	13
〈표 2-2〉 중국의 신에너지차 산업 발전을 위한 추진과제	14
〈표 2-3〉 부문별 감축 목표	20
〈표 2-4〉 주요 추진과제	23
〈표 2-5〉 주요 추진과제	23
〈표 2-6〉 자동차 주요 생산국 온실가스 기준* 비교	25
〈표 2-7〉 자동차 평균 온실가스 차기 기준(안)	25
〈표 2-8〉 자동차 평균 연비 차기 기준	25
〈표 2-9〉 수소경제 활성화 로드맵에 따른 수소 공급 및 가격	27
〈표 2-10〉 제로에너지건축 의무화 세부로드맵	31
〈표 2-11〉 사업대상지	32
〈표 2-12〉 제주도 온실가스 부문별 감축 계획	36
〈표 2-13〉 CNCA 가입 국가 및 감축 목표	39
〈표 2-14〉 2050 탄소중립 시나리오 최종(안) 총괄표	46
〈표 2-15〉 2050년 탄소중립을 위한 실행 지표 로드맵	55
〈표 2-16〉 7개 분야 20개 실행과제	55
〈표 2-17〉 온실가스 감축사업	56
〈표 3-1〉 지목별 현황	71
〈표 3-2〉 시설녹지 현황	71
〈표 3-3〉 학교 숲 추진현황	71
〈표 3-4〉 국가 고유계수를 임상별로 평균한 탄소 배출 계수	73
〈표 3-5〉 주택현황	76
〈표 3-6〉 수원시 건축물 용도별 30년 이상 건물 수	77
〈표 3-7〉 분야별 석유 소비량	78
〈표 3-8〉 분야별 도시가스 소비량	78
〈표 3-9〉 분야별 전력 소비량	79
〈표 3-10〉 1인당 에너지 소비량	82
〈표 3-11〉 신재생에너지 총 설비용량	82

〈표 3-12〉 신재생에너지 사업별 현황	83
〈표 3-13〉 신재생에너지 시설별 설비용량 및 에너지생산량	83
〈표 3-14〉 전력 에너지 자립도 및 신재생에너지 보급율	83
〈표 3-15〉 수원시 녹색건축물 조성지원사업	85
〈표 3-16〉 수원시 자동차 등록현황	86
〈표 3-17〉 수원시 연료별 자동차 등록대수	87
〈표 3-18〉 수원시 내 전기자동차 등록 구별현황	88
〈표 3-19〉 수원시 내 전기자동차 충전소 설치 구별 현황	90
〈표 3-20〉 수원시 버스 및 택시 등록대수 현황	91
〈표 3-21〉 수원시 연료별 버스 및 택시 등록대수 현황(2021년 6월 기준)	92
〈표 3-22〉 수원시 연도별 버스 운영현황	92
〈표 3-23〉 수원시 시내버스 총괄 현황	92
〈표 3-24〉 수원시 마을버스 총괄 현황	93
〈표 3-25〉 수원시 연도별 택시 운영현황	93
〈표 3-26〉 수원시 철도 네트워크	94
〈표 3-27〉 수원시 업종별 운수업체	95
〈표 3-28〉 수원시 철도수송현황(여객 및 화물)	96
〈표 3-29〉 수원시를 기점으로 한 화물차량 통행량	96
〈표 3-30〉 수원시를 종점으로 한 화물차량 통행량	97
〈표 3-31〉 수원축 수단통행(2019년)	97
〈표 3-32〉 수원시 내부 및 타 시·군 간 수단별 통행량 및 수단분담률	98
〈표 3-33〉 수원시 자전거도로 현황	99
〈표 3-34〉 생활계 폐기물 발생 및 처리(톤/일)	107
〈표 3-35〉 생활계(가정+사업장 생활계)폐기물(톤/일)	108
〈표 3-36〉 수원자원회수시설 현황	109
〈표 3-37〉 수원자원회수시설 시설용량 대비 가동률	110
〈표 3-38〉 소각열 사용현황 2019년	110
〈표 3-39〉 소각시설 에너지 이용실태	110
〈표 3-40〉 자원회수시설 반입량과 소각량(톤/년)	111
〈표 3-41〉 자원회수시설 폐기물 반입량(톤/일)	111
〈표 3-42〉 자원순환센터 현황	112

〈표 3-43〉 연도별 반입현황(톤/년)	112
〈표 3-44〉 연도별 반출현황(톤/년)	112
〈표 3-45〉 음식물자원화시설 현황	113
〈표 3-46〉 음식물 자원화시설 반입·처리현황(톤/년)	114
〈표 3-47〉 음식물자원화 시설 재활용 실적(톤/년)	114
〈표 3-48〉 직접, 간접배출량 및 전체인벤토리	115
〈표 3-49〉 연도별 전체인벤토리 2000~2006	116
〈표 3-50〉 연도별 전체인벤토리 2007~2013	117
〈표 3-51〉 온실가스 전망을 위한 방법론 및 전망치의 결정계수	118
〈표 3-52〉 수원시 온실가스 배출량전망	119
〈표 3-53〉 자발적 온실가스 배출량 감축 목표	120
〈표 3-54〉 수원시 감축 인벤토리 설정	121
〈표 3-55〉 분야별 온실가스 배출량	123
〈표 3-56〉 연도별 1인당 배출량 산정결과	123
〈표 3-57〉 총산업 온실가스 배출량	124
〈표 3-58〉 에너지 산업 연료별 온실가스 배출량	124
〈표 3-59〉 산업 부분 연료별 온실가스 배출량	125
〈표 3-60〉 수송 부분 연료사용별 온실가스 배출량	126
〈표 3-61〉 상업 부분 연료별 온실가스배출량	127
〈표 3-62〉 상업 부분 연료별 온실가스배출량	128
〈표 3-63〉 공공부문 부분 온실가스배출량	129
〈표 3-64〉 폐기물 부분 온실가스 배출량	130
〈표 3-65〉 Tier3 표준 분석코드의 구성	132
〈표 3-66〉 차종별 온실가스 배출량	133
〈표 3-67〉 용도별 온실가스 배출량	133
〈표 3-68〉 크기별 온실가스 배출량	133
〈표 3-69〉 연료별 온실가스 배출량	134
〈표 3-70〉 차종 및 용도별 온실가스 배출량	134
〈표 3-71〉 차종 및 크기별 온실가스 배출량	135
〈표 3-72〉 차종 및 연료별 온실가스 배출량	135
〈표 3-73〉 차종별 대당 온실가스 배출량	136

〈표 3-74〉 크기별 대당 온실가스 배출량	136
〈표 3-75〉 용도별 대당 온실가스 배출량	136
〈표 3-76〉 연료별 대당 온실가스 배출량	137
〈표 4-1〉 국가 시나리오 상 전원별 발전량 및 온실가스 배출량	150
〈표 4-2〉 지원대상 융·복합 모델	153
〈표 4-3〉 수송부분 로드맵	159

그림 차례

〈그림 2-1〉 EU의 탄소중립 달성 계획(1990~2050)	9
〈그림 2-2〉 영국 탈탄소화 행동계획 주요 내용	10
〈그림 2-3〉 영국 전원믹스 실적 및 전망: 발전량 기준	10
〈그림 2-4〉 독일 전원믹스 실적 및 전망(발전량 기준)	11
〈그림 2-5〉 미국 전원믹스 실적 및 전망: 발전량 기준	12
〈그림 2-6〉 일본 전원믹스 실적 및 전망: 발전량 기준	14
〈그림 2-7〉 중국 중장기 수소에너지 수요 전망	15
〈그림 2-8〉 중국 수소에너지 제조 구조 변화	16
〈그림 2-9〉 전략 체계도	18
〈그림 2-10〉 NDC 상향안 모식도(직접배출량 기준)	21
〈그림 2-11〉 환경부 탄소중립 이행계획 체계도	22
〈그림 2-12〉 수소경제 활성화 로드맵에 따른 수송 및 에너지 분야 목표	27
〈그림 2-13〉 수소유형별 특징	27
〈그림 2-14〉 Grey수소와 Green수소 비교	28
〈그림 2-15〉 수소경제 활성화 로드맵에 따른 수소 저장·운송 주요 목표	28
〈그림 2-16〉 감축계획 수립 과정	33
〈그림 2-17〉 서울시 온실가스 감축계획 비전 및 목표	34
〈그림 2-18〉 연도별 감축 목표	35
〈그림 2-19〉 서울시 로드맵	35
〈그림 2-20〉 비전 및 목표	38
〈그림 2-21〉 2015년까지의 코펜하겐의 CO ₂ 배출량 추이와 2025년까지의 BAU	40
〈그림 2-22〉 (좌) 코펜하겐의 분야별 CO ₂ 삭감 목표량, (우) 분야별 CO ₂ 감축 목표량 분포	40
〈그림 2-23〉 2016년 덴마크 에너지 믹스	41
〈그림 2-24〉 최근 20년간 덴마크 전력 믹스 변화	41
〈그림 2-25〉 에너지 Nordhavn	42
〈그림 2-26〉 암스테르담 탄소 배출량 추이 및 감축 목표량 (좌), 네덜란드의 전기 믹스 (우)	43
〈그림 2-27〉 2005년 대비 80% 감축을 위한 분야별 감축 목표	43
〈그림 2-28〉 워싱턴 DC의 청정에너지 계획 중 분야별 예상 탄소 감축량	44

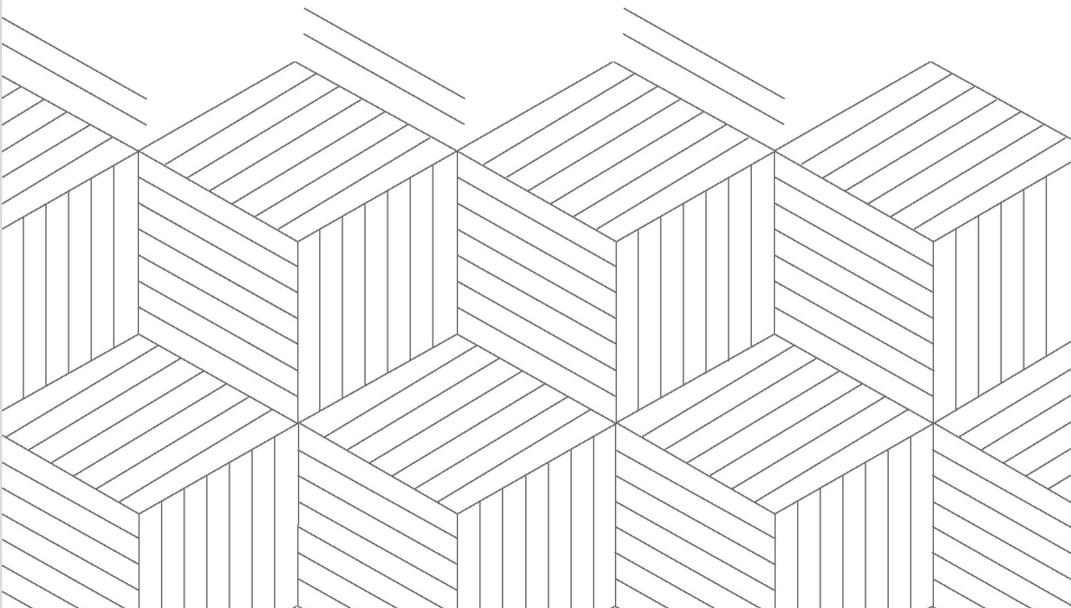
〈그림 2-29〉 호주 애들레이드의 2025년 분야별 예상 배출량 프로파일	45
〈그림 2-30〉 시나리오별 우리나라 이산화탄소 배출량	47
〈그림 2-31〉 정책 이행에 요구되는 탄소가격	48
〈그림 2-32〉 전체 에너지 중 전기활용비율(좌), 저탄소에너지 비중(우)	49
〈그림 2-33〉 분석방법:에너지수요 전망(자료)→에너지 시스템 결정(모형)	50
〈그림 2-34〉 시나리오 구성	50
〈그림 2-35〉 재생에너지 설비변화	51
〈그림 2-36〉 재생에너지 발전량	52
〈그림 2-37〉 유연성 설비 변화	52
〈그림 2-38〉 비전 및 전략	54
〈그림 2-39〉 온실가스 감축 시나리오	54
〈그림 3-1〉 수원시 폭염·열대야·황사 일수	67
〈그림 3-2〉 수원시 미세먼지 농도 추이	67
〈그림 3-3〉 수원시 연평균 기온	68
〈그림 3-4〉 경기도와 수원시의 연평균기온(°C) 시계열(RCP2.6)	68
〈그림 3-5〉 경기도와 수원시의 연평균기온(°C) 시계열(RCP6.0)	69
〈그림 3-6〉 수원시 토지피복도	70
〈그림 3-7〉 녹지조성면적	72
〈그림 3-8〉 30m 격자 내 수목면적 비율 산정 예시	73
〈그림 3-9〉 수원시 정주지 내 탄소저장량 지도	74
〈그림 3-10〉 수원시 인구 변화	75
〈그림 3-11〉 시나리오별 인구예측	75
〈그림 3-12〉 수원시 주택 현황	76
〈그림 3-13〉 수원시 사업체 수 현황	77
〈그림 3-14〉 가정 부분 에너지 소비량(만TOE)	80
〈그림 3-15〉 상업 부분 에너지 소비량(만TOE)	80
〈그림 3-16〉 산업 부분 에너지 소비량(만TOE)	81
〈그림 3-17〉 수송 부분 에너지 소비량(만TOE)	81
〈그림 3-18〉 공공 부분 에너지 소비량(만TOE)	81
〈그림 3-19〉 에너지 산업 부분 에너지 소비량(만TOE)	82
〈그림 3-20〉 수원시 용도별 인증현황	84

〈그림 3-21〉 수원시 녹색건축 인증 주택 현황	84
〈그림 3-22〉 수원시 연료별 자동차 등록현황	87
〈그림 3-23〉 수원시 내 전기자동차 용도구분 및 차량유형	88
〈그림 3-24〉 수원시 내 전기자동차 충전소 운영현황	89
〈그림 3-25〉 수원시 수소충전소(수원영통 수소충전소)	90
〈그림 3-26〉 전기차 보급대수와 조기폐차 지원대수	91
〈그림 3-27〉 수원시 철도 네트워크	95
〈그림 3-28〉 수원 도시철도 1호선 노선 계획	104
〈그림 3-29〉 수원시 생활폐기물 발생량 추이 및 처리비율	108
〈그림 3-30〉 생활계 폐기물 2019년 처리비율	108
〈그림 3-31〉 수원시 생활폐기물 관리체계	109
〈그림 3-32〉 재활용품 반입반출 현황	113
〈그림 3-33〉 연도별 전체인벤토리 추이	115
〈그림 3-34〉 수원시 부문별 온실가스 배출전망 추이	119
〈그림 3-35〉 온실가스 배출현황 및 배출목표	120
〈그림 3-36〉 배출전망치	121
〈그림 3-37〉 수원시 감축인벤토리 카테고리	122
〈그림 3-38〉 분야별 온실가스 배출량 추이	123
〈그림 3-39〉 에너지산업 부분 연료별 온실가스 배출량 추이	125
〈그림 3-40〉 산업 부분 연료별 온실가스 배출량 추이	125
〈그림 3-41〉 수송 부분 연료별 온실가스 배출량 추이	126
〈그림 3-42〉 상업 부분 연료별 온실가스 배출량 추이	127
〈그림 3-43〉 상업 부분 연료별 온실가스배출량 추이	128
〈그림 3-44〉 공공 부분 연료별 온실가스배출량 추이	129
〈그림 3-45〉 폐기물 부분 온실가스 배출량 추이	130
〈그림 3-46〉 교통온실가스 산정체계의 연계	131
〈그림 3-47〉 Tier3 표준 분석코드의 구성	132
〈그림 4-1〉 2050 수원시 탄소중립 방향	144
〈그림 4-2〉 수원시 비전	144
〈그림 4-3〉 건물부문 정책 목표 및 수단	146
〈그림 4-4〉 수원 주민 참여형 똑똑한 에너지관리 서비스 구축	150

〈그림 4-5〉 아시아태평양 지역의 에너지원별 균등화발전비용 추이	151
〈그림 4-6〉 에너지부분 로드맵	152
〈그림 4-7〉 에너지효율 포트폴리오	155
〈그림 4-8〉 수원시 필지 태양광 잠재량 지도	156
〈그림 4-9〉 수원시 솔라맵 예시(용도지역지구별)	156
〈그림 4-10〉 수원시 솔라맵 예시 (용도지역 정보 제공)	156
〈그림 4-11〉 노하운 대규모 에너지 저장시설(좌), 플러스에너지 시설인 국제학교(우)	157
〈그림 4-12〉 대중교통, 카셰어링 및 관용차량 대상 친환경 지동차 중점 도입 로드맵	160
〈그림 4-13〉 관내 철도망 조기개통 로드맵	161
〈그림 4-14〉 대중교통 이용수요 관리 로드맵	162
〈그림 4-15〉 수원 4대문 내 녹색교통진흥지구 도입	164
〈그림 4-16〉 공유자전거 및 공유개인형이동수단 이용 활성화 로드맵	165
〈그림 4-17〉 폐기물 분야 로드맵	167
〈그림 4-18〉 수원시 구별 인구 및 1인당 생활쓰레기 반입량(좌), 아파트 비율과 1인당 생활쓰레기 반입량(우)	167
〈그림 4-19〉 성상별 소각시 탄소배출계수	169
〈그림 4-20〉 투명페트병 분리배출(좌), 종이팩 자동수거기(우)	169
〈그림 4-21〉 자원순환형 공정 구성	171
〈그림 4-22〉 파리 15분 도시 개념도	176
〈그림 4-23〉 저탄소 캠페인	177

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적
제2절 연구 방법



제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

- IPCC의 파리협약에서 지구 평균기온 상승을 1.5℃로 제한하기 위해서 2050년 이산화탄소 배출 중립을 제안함에 따라 국제사회에서 2050 탄소중립을 목표로 하는 대 전환의 필요성이 대두됨
- 전세계 국가와 지방정부의 탄소중립을 위한 기후행동이 가속화되고 있으며, 국내에서도 수원시를 중심으로 지방정부 주도의 탄소중립 움직임이 시작되어 최근 국회 및 중앙정부 차원에서도 탄소중립을 지향하는 국가 정책 기조가 공식화됨
 - ※ 기초지자체 기후위기선언('20.6.5), 「탄소중립 지방정부 실천연대 발족 및 공동선언」('20.7.7)
 - ※ 국회 기후결의안 채택('20.9.24), 국가 「2050 탄소중립」 목표 선언('20.10.28, VIP 시정연설)
- 우리나라에서도 중앙정부 차원의 2050 탄소중립을 선언하고 분야별 2050년 달성 목표와 시나리오를 작성 중에 있음
- 수원시는 「탄소중립 지방정부 실천연대 발족 및 공동선언」을 하고 지방정부 주도의 탄소중립을 추진하기 위해 앞장서고자 함
- 지방정부의 탄소중립도시 목표를 위한 정책을 추진하기 위해서는 도시의 여건에 대한 종합적 분석과 함께 도시 차원에서의 탄소중립을 위한 기본 방향을 설정하는 것이 필요함
- 따라서 본 연구에서는 수원시 온실가스 배출량 및 여건 분석 결과를 바탕으로 2050 탄소중립을 위해서 수원시가 나아가야 할 기본 방향과 정책 추진 전략을 제안하였음

제2절 연구 방법

■ 연구범위

- 수원시 전역, 2021년 ~ 2050년

■ 연구방법

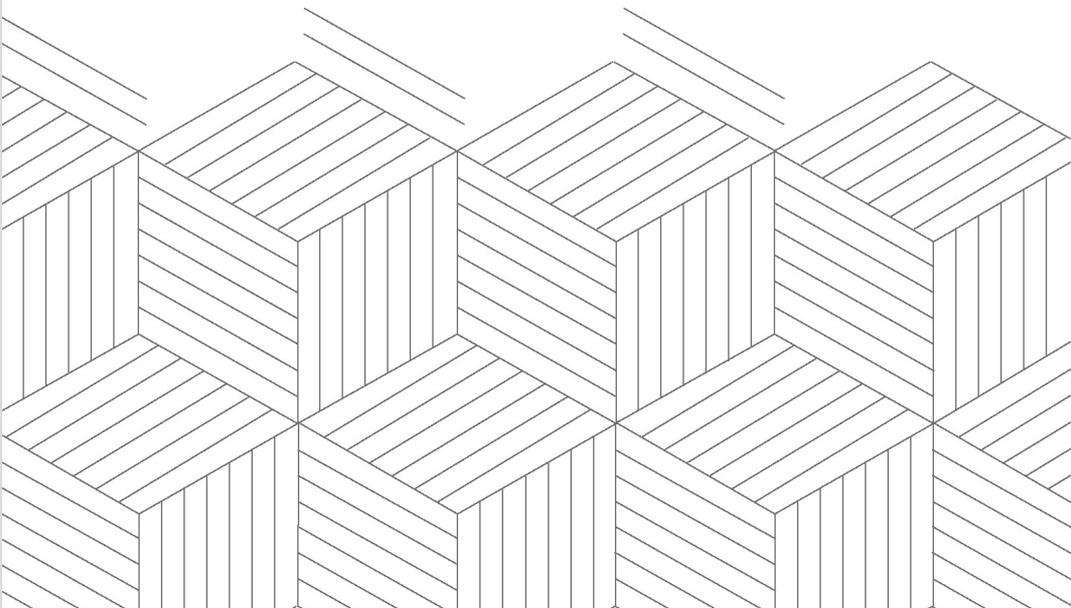
- 문헌 조사 및 고찰
- 수원시 온실가스 인벤토리 작성 결과 분석
- 전문가 자문회의 및 세미나를 통한 의견 수렴

■ 주요내용

- 수원시 여건 및 온실가스 인벤토리 분석
- 2050 탄소중립을 목표로 정책 비전 및 전략 제시
- 수원형(인구집중형 도시) 탄소중립 모델 제시
- 각 분야별 탄소중립 목표 설정 및 정책방향 제시
- 탄소중립도시 실행을 위한 정책방향 제안

제2장 선행연구 고찰

- 제1절 국내·외 동향
- 제2절 관련 법 및 주요 정책
- 제3절 탄소중립도시 사례
- 제4절 중앙정부 탄소중립 시나리오
- 제5절 수원시 저탄소 관련 정책
- 제6절 시사점



제2장 선행연구 고찰

제1절 국내·외 동향

- 국제사회는 기후변화에 대응하기 위한 포괄적 정책 방향으로 '탄소중립'(carbon neutrality)¹⁾을 선언하고, 온실가스감축정책을 적극적으로 추진하고 있음
 - 2015.12월 파리협정, 2019.9월 UN 기후정상회의를 통해 121개 국가가 기후목표상향동맹²⁾에 가입하며 2050년 탄소중립이 글로벌 의제화
 - 파리협정 가입국들의 장기저탄소발전전략(LEDS) UN 제출시한³⁾(20.12.)이 가까워짐에 따라 주요국 탄소중립 선언이 가속화
 - EU2050(2019.12.), 중국2060(2020.9.22.), 일본2050(2020.10.26.), 한국2050(2020.10.28.) 및 미국도 환경부문 공약으로 파리협약 재가입 및 2050년 탄소중립 제시
- 우리나라는 LEDS를 수립⁴⁾(20.12.)하면서, NDC 산정방식을 전망치 기준에서 절대량 기준으로 변경하여 2030년 온실가스배출량을 '17년 대비 24.4% 감축으로 명확화하여 UN에 제출(2030년 목표배출량: 536백만톤)
- 탄소중립이 기업의 사회적 의무가 됨에 따라 친환경 시장이 급성장
 - 민간기업·금융사의 RE100(Renewable Energy 100)³⁾ 참여 및 ESG(환경·사회·지배구조)⁴⁾ 투자 확대, 환경 비친화적 기업투자 제한 등 기후변화와 환경을 고려한 기업 경영 확산
 - 태양광·풍력 등 신재생에너지산업 발전 및 수소 가치 부각, 친환경 자동차 확대에 따른 이차전지 시장 급성장 전망
- 주요국들의 그린산업 육성정책과 글로벌 규제 신설·강화

1) 탄소중립이란 온실가스 배출량을 최대한 줄이고 나머지 배출원의 온실가스 배출량은 대기 온실가스 제거(조림사업과 탄소 포집기술 등을 활용)로 상쇄하여 순배출량 '0'(net-zero, 넷제로)이 달성된 상태를 의미함
 2) '19년 기후변화당사국총회 의장국인 칠레 주도로 설립된 기후동맹으로, 2050년 탄소중립 달성을 목표로 하는 국제동맹
 3) Renewable Energy 100: 기업 사용전력의 100%를 재생에너지로 충당하는 자발적 캠페인
 4) ESG: Environmental(환경), Social(사회), Governance(지배구조)의 앞글자를 딴 약자로, 기업의 비(非)재무적 성과를 판단하는 기준을 의미. 좋은 일을 해야 한다는 당위가 아니라 ESG를 추구함으로써 기업의 지속가능성을 개선한다는 실증론적 기준으로 2005년 처음 등장함

- EU 및 미국은 탄소국경세 도입 논의를 본격화. 특히 EU는 자동차 배출규제 상향, 플라스틱세 신설 등 글로벌 환경규제를 강화 중
- 금융국제기구(IMF, BIS 등)에서도 탄소세 인상, 기후변화위험 금융감독 관리체계구축 등 기후변화·탄소중립에 대한 국가차원의 선제적 대응을 권고 및 유도(김철후 외, 2021)

1. 유럽

■ 탄소중립 달성 목표

- 2018년에 유럽은 2050 탄소중립을 선언한 후, 2020년 EU정상회의에서 2030년 온실가스 배출을 1990년 대비 55% 감축, 재생에너지 보급 33.7%로 목표설정

■ 유럽연합(European Green Deal) 그린딜 채택

- 기후변화 대응과 탄소중립 경제 실현을 위해 2019년 12월 그린딜을 채택함
 - 2050년 탄소중립을 최상위 목표로 설정하였으며 에너지, 산업, 건물, 수송, 농식품, 생물다양성 등 6개 주축분야에서 정책방향과 실행계획을 제시함
 - (에너지) 에너지 산업에서의 탈탄소화(Decarbonization), 신재생에너지 확대, 해상풍력 기술개발 확대, 수소경제 활성화(EU 수소전략)
 - (건물) 에너지 효율적인 건물 건축(Building) 및 리모델링(Renovation), 저소득가정 및 공공시설(학교, 병원 등)의 건물 개·보수 적극 추진
 - (산업) 청정 순환경제(Circular Economy)로의 산업 전환, 재활용 가능 물질 및 관련 시장 확대, 디지털화를 통한 탄소배출 정보 제공
 - (교통) 지속 가능하고 스마트한 교통체계(Sustainable and Smart Mobility)가속화, 복합운송 활성화, 친환경 운송수단(전기-수소차) 개발 장려
 - (농축산 분야) '농장에서 식탁까지 전략(Farm to Fork Strategy)'을 통해 식품생산 전과정(생산-유통-소비)에 친환경적인 체계 구축
 - (생물다양성) '생물 다양성(Biodiversity) 전략'에 따라 생태계와 생물 다양성 보호, 삼림 복원으로 생물다양성 손실 방지
 - (환경보호) 대기·수질·토양의 '오염제로 액션계획(Zero-Pollution Plan)'을 수립하여 화학물질(미세플라스틱 등)로 인한 오염 해결, 수질 회복 노력

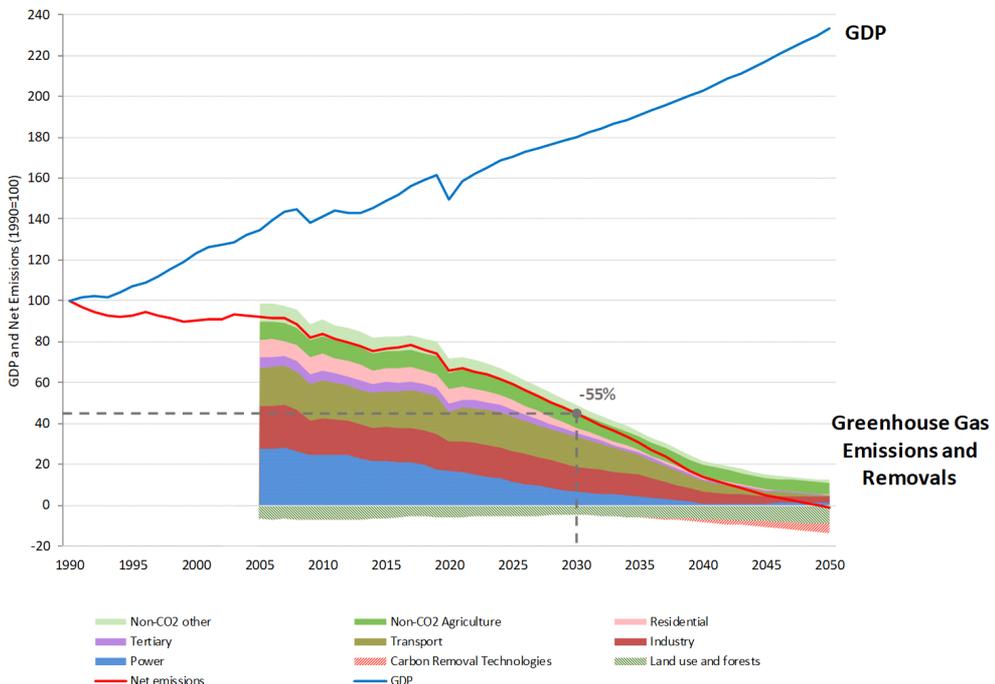
■ 탄소배출 감축 목표 달성을 위한 탄소국경세 도입

- 탄소감축 노력으로 국내 산업이 부담하게 된 비용만큼을 수입품에 부과하거나 수출품을 제조하는 국내 기업에 환급하는 등의 과세조정방식(EU가 자국보다 탄소 배출을

많이 하는 국가의 제품에 대해 관세를 부과하는 제도)

- 탄소중립 달성을 위한 구체적 실행계획은 ‘2030 기후목표 계획’(2020.09)에 제시됨
 - [재생에너지 발전] 2030년 목표 달성을 위해 현재 전체 발전량의 32%를 차지하는 재생에너지 발전 비중을 65% 이상으로 증대
 - [교통] 2015년 기준 6%인 교통 분야 재생에너지 비중을 2030년 이전에 24%까지 늘리기 위해 전기자동차 등 공급 확대
 - [건축] 리모델링의 비중을 현재 1%에서 2030년까지 연간 2% 이상으로 확대하여 자원효율적인 구조로 전환
 - [농축산업] 친환경 비료 사용, 정밀 농업, 혐기성 소화 기술 등을 사용하여 이산화탄소 외 온실가스 배출 감축
 - [배출권 거래제] 더 강화된 배출권 거래제 시스템을 도입하여 2030년까지 산업단지 건설, 전력 생산 및 항공 분야에서 2005년 대비 탄소배출을 43% 감축
 - [회원국 노력 분담 규제] 회원국 간 노력 분담을 규제(Effort Sharing Regulation)하여 탄소배출 30% 추가 감축

〈그림 2-1〉 EU의 탄소중립 달성 계획(1990~2050)



자료: 박영석 외(2021). 국제사회의 탄소중립 정책 방향과 시사점. 대외경제정책연구원 오늘의 세계경제 2021년 2월 4일 Vol. 21 No.1

1) 영국

- 영국 의회는 2019년 6월에 2050 탄소 중립 목표를 명시한 탄소 중립 법안을 제정함. 기존 기후변화법에 탄소중립 조항을 추가해 정부에 목표 이행 의무를 부여함
- 2020년 2월에는 전력·가스시장규제청(Ofgem)이 세부 이행계획을 담은 탈탄소화 행동계획을 발표함

〈그림 2-2〉 영국 탈탄소화 행동계획 주요 내용

비전	수송·난방 전기화, 청정에너지 확대, 소비자(국민)에게 투명한 비용 부과
에너지	해상풍력 40GW 확대, 전기화 확대(전력수요 증가), 전력망 강화
수송	전기차 1,000만 대사회지원, 충전설비 확충
예산	기후변화 혁신기금 조성(부과금* 징수)으로 전력·가스회사 비용 보전

* 기금 부과금은 전기·가스 소비자에 부과, 전기요금의 약 20% 수준 예상 [출처] Ofgem

자료: <http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=3935>

- 영국의 2050년 전원믹스는 재생에너지 비중을 50% 이상으로 확대하고 나머지를 원전과 가스(+포집·저장) 발전으로 공급하도록 구성함
- 탄소 감축 수단이 한계에 봉착해 중립 달성이 어려운 상황을 대비하여 바이오매스(우드펠릿) 탄소 포집과 대기 중 직접포집 기술 활용을 계획 중임

〈그림 2-3〉 영국 전원믹스 실적 및 전망: 발전량 기준



※ 석탄·가스에 CCS 적용, 재생에너지에 수력, 바이오/폐기물, 수소 발전량 포함

자료: <http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=3935>

2) 독일

- 독일은 2050 중립 목표를 선언했으나 국가 차원의 법제화는 진행되지 않았으며 대신 EU 위원회에서 회원국 전체의 중립 목표를 명시한 ‘유럽기후법’ 입법을 추진 중임(문국현, 2021)
- 연방정부는 2019년 9월 ‘기후보호프로그램’을 발표해 2050 탄소 중립 목표 이행을 위

한 2030년까지의 중단기 추진과제를 제시하였음

- 2026년부터 신규 화석연료 난방설비 금지, 친환경 난방설비 지원, 건물수송부문 배출권 거래제 도입, 2021년부터 휘발유와 경유 가격 인상, 철도 부가가치세 인하, 항공세 인상, 소득세 공제 인상(통근비 공제), 재생에너지 분담금 인하, 친환경자동차 보조금 확대
- 2020년 6월 EU 내 선도적 리더십 발휘를 위해 ‘유럽 그린딜’의 중립 경제 비전 구현을 위한 1,300억 유로(독일 내 투자액)의 투자계획 마련하였으며 세부 투자대상은 그린 수소 생산 체계 확립, 건물 리모델링 확대, 재생에너지 지원 등임(문국현, 2021)
- 전력부문에서 2022년 탈원전과 2038년 탈석탄을 동시에 추진하고 재생에너지 비중을 2050년 85% 이상 확대할 계획임. 에너지전환에 따른 전기소비자 부담 경감을 위해 재생에너지 부담금 일부(kWh당 2021년 0.25유로센트, 2022년 0.5유로센트)를 연방정부 재원으로 보전할 계획임
 - 탈석탄법을 제정(2020.07)
 - 퇴출시기별 보상금 차등 및 발전사와 지역 등 435억 지원계획
- 연방정부는 2021년부터 운송과 난방부문에 탄소거래세를 도입해 세수를 확보할 예정

〈그림 2-4〉 독일 전원믹스 실적 및 전망(발전량 기준)



※ 석탄·가스에 CCS 적용, 재생에너지에 수력, 바이오/계기물, 수소 발전량 포함

자료: <http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=3935>

2. 미국

- 미국 바이든 행정부는 2021년 1월 20일 파리기후협정에 복귀하였으며 동시에 ‘청정에너지·인프라 계획’ 추진을 통해 2050년까지 탄소배출 ‘넷제로(Net-Zero)’를 달성할 계획임
- 바이든 에너지 정책 공약(Clean Energy Revolution)
 - 2035년까지 100% 청정에너지 달성, 2050년까지 탄소중립 달성 추진

- 친환경 인프라 및 에너지 확대에 2조 달러 투자 계획
 - ①교통 ②에너지 ③탄소조정세에 중점
- 중점 추진 계획
 - 친환경 에너지·인프라 확대 기반의 경기부양 및 일자리 창출
 - 10년간 2조 달러 투자 및 일자리 100만개 창출
 - 신재생에너지와 기후변화 R&D에 4천억 달러 투자 및 친환경 공공주택 150만호 건설 추진
 - 태양광, 풍력, 전기차 등 친환경 아이টে에 지원 확대
 - 발전 부문의 탄소중립을 위해 태양광 패널 500만개, 풍력 터빈 6만개 설치 계획
 - 전기차 관련 세제혜택 및 생산기업 인센티브 제공 공약(2030년까지 모든 버스와 관용차를 전기차로 전환하고, 친환경 자가용 등록 시 인센티브 제공)
 - 오염국에 비용을 부담시키기 위해 탄소조정세 도입을 언급하였으나, 구체적인 안은 아직 발표되지 않음. 탄소조정세는 관세처럼 일방적인 탄소국경세 부과 방식이 될 것으로 예상되고 있으며, 같은 정책을 추진 중인 EU의 지지를 받게 될 전망

〈그림 2-5〉 미국 전원믹스 실적 및 전망: 발전량 기준



※ 재생에너지에 수력, 바이오/폐기물, 수소 발전량 포함, 태양광과 풍력 비중은 8%

자료: <http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=3935>

3. 일본

- 2019년 일본의 온실가스 총배출량은 12억 1,300만톤으로 2013년 대비 14.0% 감소하는 등 2014년도 이후 6년 연속 감소세를 기록
- ‘파리협정에 근거한 성장전략으로서의 장기전략(2050년 장기 저탄소 발전전략)’을 발표함(2019. 6)(정귀일, 2021)
- 2050년까지 온실가스 배출량을 현재의 80% 정도로 감축하고, 최종적으로는 탄소중립을 금세기 후반까지 가능한 한 빨리 실현하는 것임

- 2050 탄소중립 선언(2020.10)
 - 탄소중립의 핵심으로 차세대 태양전지, 탄소 순환(Carbon Recycle) 등을 언급하면서, 이를 위해 ①실용화를 감안한 연구개발 가속화 ②환경 관련 규제개혁 ③에너지 소비효율 향상 ④재생에너지 도입 등을 통해 기존의 석탄화력 발전에 의존한 정책을 근본적으로 전환하겠다고 강조함(정귀일, 2021)
- 일본 경제산업성 2050 탄소중립 실현을 위한 ‘그린성장전략’ 발표(2020.12)
 - 탈석탄·탈원전의 추진계획은 없으며 2050년까지 석탄을 줄이고 재생에너지 비중을 대폭 확대할 전망
 - 기존 보급정책은 태양광을 중심으로 지원됐으나 향후 입지 부족 문제에 대응하기 위해 해상풍력 등에 대한 지원정책을 마련할 예정(정귀일, 2021)

〈표 2-1〉 일본 그린성장전략 14대 분야 주요 내용

구분	분야	주요 내용
전력·에너지	해상풍력	'40년까지 생산능력 4,500만KW(원전 45기분)로 확대 - 기술심사 기간 단축 및 효율적 송전방식 도입
	암모니아	'30년까지 암모니아 화력발전을 20%로 확대
	수소	'50년까지 수소 소비량을 2,000만톤으로 확대 녹색수소 및 탄소 포집 저장 활용
	원자력	신형 원자로 기술개발 및 국제협력 강화
수송·제조	자동차	35년까지 모든 신차의 전동화 - '30년까지 이차전지를 kWh당 1만엔 이하로 인하
	반도체	'30년까지 파워반도체 소비전력 50% 감축
	선박	'50년까지 수소 등 대체연료 전환
	물류	항만 등의 탈탄소화 추진
	농림수산	'50년까지 농림수산업 이산화탄소 배출 제로
	항공	전동화 및 대체연료 기술 개발
가정·오피스	카본 재활용	효율성 증대 및 비용 절감
	주택	'30년까지 신축 주택 CO ₂ 배출량 평균 제로 가정용 연료전지와 바이오연료 활용 확대
	자원순환	바이오매스(사탕수수, 팜, 해조류 등의 연료화) 활용 확대
	라이프사이클	지역별 탈탄소 비즈니스 추진

자료: 정귀일(2021). 주요국 탄소중립 정책과 시사점 : 제조 경쟁력의 지형이 바뀐다!

- 그린성장 프로젝트에 금융이 원활하게 공급되도록 예산, 금융, 세제 등의 제도를 정비 중임
 - 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)가 2조엔의 그린혁신기금을 조성하고, 이를 기반으로 15조엔의 민간 투자를 유발할 계획
 - ‘기후혁신금융 2020’을 기반으로 저탄소 체제 이행 평가 기본지침과 로드맵을 만들고, 펀드(일본정책투자은행 그린투자촉진펀드, 국제협력은행 포스트코로나성장기금을

조성

- 탈탄소 제품의 생산설비를 도입할 경우 3년간 최대 10%의 세액공제 또는 50%의 특별상각할 수 있는 세제 조치를 신설

〈그림 2-6〉 일본 전원믹스 실적 및 전망: 발전량 기준



※ 재생에너지에 수력, 바이오/폐기를 포함

자료: <http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=3935>

4. 중국

- 2060 탄소중립 달성 발표(2020.09)
 - 중국은 2060년까지 탄소배출 중립을 달성할 것이라고 발표
 - 에너지 구조 전환은 재생자원 활용, 수소에너지, 에너지 효율 극대화, 저탄소를 위한 신기술, 에너지 저장, 디지털화 등의 분야에서 새로운 시장이 형성될 전망(조은교, 2021)
- 탄소중립 주요 정책
 - 교통 분야에서 신에너지차(New Energy Vehicle, 전기·플러그하이브리드·수소차) 비중을 '25년까지 20%, '35년에는 50%로 확대하는 정책 목표를 설정
 - 신에너지차와 핵심 부품(배터리, 구동모터)과 커넥티드 및 스마트화에 대한 연구개발을 강화

〈표 2-2〉 중국의 신에너지차 산업 발전을 위한 추진과제

구분	주요내용
기술혁신	신에너지 자동차(전기차, 플러그인하이브리드, 수소차) 배터리·관리시스템*, 구동모터·시스템*, 커넥티드화·스마트화
신산업생태계	핵심기업 육성, 핵심 시스템 혁신 및 활용, 스마트 제조 능력 향상
산업융합발전	신에너지차와 에너지·교통·정보통신 산업의 융합발전추진 산업 표준 연계 및 데이터 공유 강화
인프라	충전·배터리 교체 네트워크 구축, 스마트 교통 네트워크 통합, 수소공급(충전) 시스템 건설

자료: 정귀일(2021). 주요국 탄소중립 정책과 시사점 : 제조 경쟁력의 지형이 바뀐다!

- 에너지 부분에서는 1차 에너지에서 차지하는 비화석 연료 비중을 2020년 15.8%에서

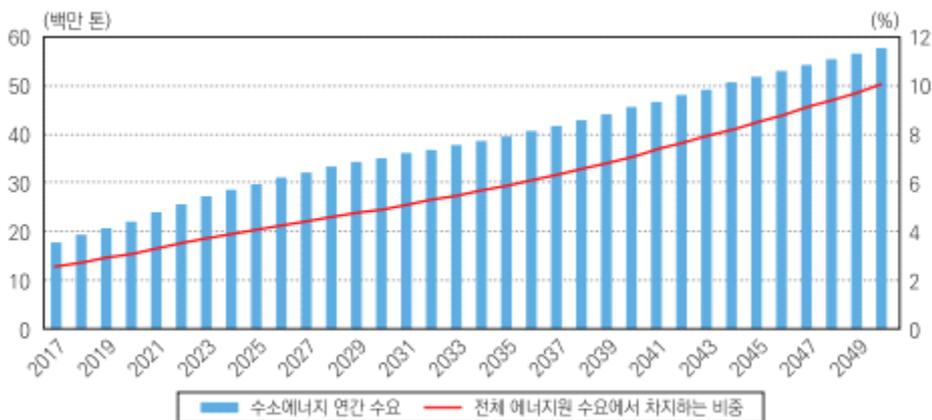
2030년까지 25%로 확대하고 태양광과 풍력 에너지의 발전 용량을 2020년 4.6억 KW에서 2030년 12억KW으로 확대할 계획⁵⁾

- 생태환경부는 전국 단위의 탄소배출권 거래를 규범화하기 위해 탄소배출권거래관리 방법을 2021년 2월 시행
 - 연간 2.6만톤 이상의 이산화탄소를 배출하는 업체를 대상으로 하며, 총 2,225개의 전력분야 업체가 참여하도록 하여 감축책임을 기업에 부과(정귀일, 2021)
 - 향후 탄소배출권 거래가능 분야 확대

■ 중국 수소산업

- 수소에너지는 향후 중국의 최종소비 에너지 수요의 12%를 차지할 것으로 예상되며 수소생산량은 2050년 연평균 8,100만 톤에 달할 것으로 전망⁶⁾
- 중국수소에너지연맹에 따르면, 중국의 수소생산량은 2018년 약 2,100만톤으로 전체 에너지 수요에서 수소 비중은 2.7%
- 2050년까지 재생에너지원(풍력·태양광) 기반 전기분해를 통한 생산비율을 70%까지 확대하고, 바이오가스 기반 생산 비중은 10%까지 늘릴 계획

〈그림 2-7〉 중국 중장기 수소에너지 수요 전망

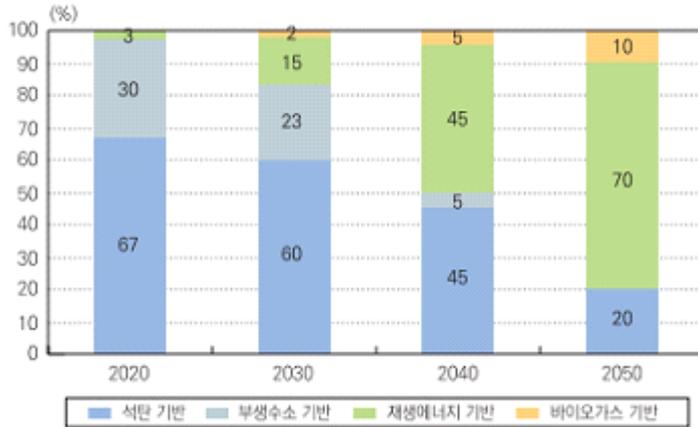


자료: 조은교(2021). 탄소중립 시대에 대응하는 중국 수소산업 발전 전략, 중국산업경제브리프 2021년 1월 통권 79호

5) https://newsis.com/view/?id=NISX20201222_0001279005&clD=10101&pID=10100

6) 조은교(2021). 탄소중립 시대에 대응하는 중국 수소산업 발전 전략, 중국산업경제브리프 2021년 1월 통권 79호

〈그림 2-8〉 중국 수소에너지 제조 구조 변화



- 중국 수소발전 지원정책
 - 2020년 초 사법부에서는 “녹색생산과 소비법규정책체제에 대한 의견”을 발표하면서 2021년까지 수소산업 등 신에너지 산업육성을 집중 지원하겠다고 발표
 - 2020년 4월 국가에너지국에서 발표한 “에너지자원법”에 수소에너지를 에너지의 범주로 포함
 - 연료전지차 시범운영 기간(잠정 4년) 동안 연료전지 자동차 관련 인재 유치, 연료전지 핵심기술의 사업화, 신차종 및 신기술 개발 등에 보조금을 지원한다고 발표

5. 우리나라 탄소중립

- 국제사회와 함께 기후변화에 적극 대응하여 2050년 탄소중립 목표 설정(2020.10)
- 2021년 당해 연도에만 그린 뉴딜에 8조원 규모의 투자 발표
 - 노후 건축물, 공공임대주택의 친환경 시설 교체 등 도시·공간·생활 기반 시설의 녹색 전환 2.4조 투자
 - 전기·수소차 보급 11만 6천대로 확대, 충전소 건설, 급속 충전기 증설 등 4.3조 투자
- 2050 탄소중립 목표를 담아 ‘장기 저탄소발전전략’ UN 제출(2020.12)
 - 에너지 전환, 산업혁신, 미래차 전환, 혁신 생태계 구축, 순환경제 실현, 공정전환 추진 등 주요 과제별 로드맵과 추진전략 수립
 - 대통령 직속 ‘2050 탄소중립위원회’ 및 산업통상부에 에너지 전담 차관 신설 추진

1) 2050 탄소중립 추진전략

- 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상 동시 달성을 목표로, △경제구조 저탄소화, △저탄소 산업생태계 조성, △탄소중립사회로의 공정전환의 3대 정책방향과 △탄소중립 제도기반 강화라는 3+1의 전략을 추진(관계부처합동, 2020)
- 경제구조의 저탄소화
 - (에너지 전환 가속화) 에너지 주공급원을 화석연료에서 신·재생에너지로 적극 전환. 송배전망 확충, 지역생산·지역소비의 분산형 에너지시스템 확산(관계부처합동, 2020)
 - (고탄소 산업구조 혁신) 철강, 석유화학 등 탄소 다배출 업종 기술개발 지원, 고탄소 중소기업 대상 맞춤형 공정개선 지원 등
 - (미래모빌리티로 전환) 수소·전기차 생산, 보급 확대, 전국 2천만 세대 전기차 충전기 보급, 도시·거점별 수소 충전소 구축
 - (도시·국토 저탄소화) 신규 건축물 제로에너지 건축 의무화, 국토 계획 수립 시 생태 자원 활용한 탄소흡수기능 강화(관계부처합동, 2020)
- 신유망 저탄소산업 생태계 조성
 - (신유망 산업 육성) 차세대전지 관련 핵심기술 확보, 그린수소 적극 활성화하여 2050년 수소에너지 전체의 80% 이상을 그린수소로 전환, 이산화탄소포집(CCUS)기술 등 혁신기술 개발(관계부처합동, 2020)
 - (혁신 생태계 저변 구축) 친환경·저탄소·에너지산업 분야 유망기술 보유기업 발굴·지원, 그린 예비유니콘으로 적극 육성, 탄소중립 규제자유특구 확대
 - (순환경제 활성화) 지속가능한 생산·소비 체계 구축, 산업별 재생자원 이용 목표율 강화, 친환경 제품 정보제공 확대(관계부처합동, 2020)
- 탄소중립 사회로의 공정전환
 - (취약 산업·계층 보호) 내연기관차 완성차 및 부품업체 등 축소산업에 대한 R&D, M&A 등을 통해 대체·유망분야로 사업전환 적극 지원, 맞춤형 재취업 지원(관계부처합동, 2020)
 - (지역중심의 탄소중립 실현) 지역 중심 탄소중립 실행 지원, 지역별 맞춤형 전략 이행을 위한 제도적 기반 정비(관계부처합동, 2020)
 - 탄소중립 사회에 대한 국민인식 제고
- 탄소중립 제도적 기반 강화
 - (재정) ‘기후대응기금(가칭)’ 신규조성, 세제·부담금·배출권거래제 등 탄소가격 체계 재구축, 탄소인지예산제도 도입 검토

- (녹색금융) 정책금융기관의 녹색분야 자금지원 비중 확대, 저탄소 산업구조로의 전환을 위한 기업지원, 기업의 환경관련 공시의무 단계적 확대 등 금융시장 인프라 정비(관계부처합동, 2020)
- (R&D) CCUS, 에너지효율 극대화, 태양전지 등 탄소중립을 위한 핵심기술 개발 집중 지원(관계부처합동, 2020)

■ 추진체계

- 대통령 직속 민관합동 '2050 탄소중립위원회' 설치
- 산업통상자원부에 에너지 전담 차관 신설

〈그림 2-9〉 전략 체계도



2) 장기저탄소발전전략(LEDST)⁷⁾

- 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위한 우리나라의 장기 전망(비전)과 국가 전략 제시
- 탄소중립 5대 기본방향
 - ① 깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대

7) 대한민국 정책브리핑(2021), 2050 탄소중립
 (<https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562#L5>)

- 수송(내연기관→친환경차), 산업(화석연료→전기·수소), 건물(도시가스→전기화)
- ② 디지털 기술과 연계한 혁신적인 에너지 효율 향상
 - (산업) 고효율기기 보급 확대, 공장 에너지관리시스템 보급, 스마트 그린산단 조성
 - (수송) 지능형 교통시스템(C-ITS), 자율주행차
 - (건물) 기존 건물 → 그린리모델링, 신규 건물 → 제로에너지빌딩, LED 조명, 고효율 가전기기
- ③ 탈탄소 미래기술 개발 및 상용화 촉진
 - 미래기술: 철강→수소환원제철/석유화학→혁신소재, 바이오플라스틱/전력→CCUS
- ④ 순환경제(원료·연료투입 감축)로 지속가능한 산업 혁신 촉진
 - 원료의 재활용·재사용(철스크랩, 폐플라스틱, 폐콘크리트) 극대화, 에너지 투입 최소화
- ⑤ 산림, 갯벌, 습지 등 자연·생태의 탄소 흡수 기능 강화
 - 유희토지(갯벌, 습지, 도시숲) 신규조림 확대, 산림경영 촉진(산림연령 낮춤, 목재이용 증가)
- 부문별 전략
 - (에너지공급) 화석연료 발전 중심의 전력공급 체계를 재생에너지와 그린수소 중심으로 전환, 이산화탄소포집(CCUS) 기술 등을 적극적으로 활용함
 - (산업) 미래 신기술, 에너지효율 향상, 순환경제 실현
 - (수송) 청정 에너지원(전기·수소)을 동력으로 하는 수송수단(자동차, 철도, 항공기, 선박) 확대, 디지털 기술을 활용한 자율주행차와 교통 수요관리
 - (건물) 단열과 기밀성능을 강화하고 에너지고효율 제품 사용을 확대하여 건물에서 사용되는 에너지를 최소화함. 태양광, 지열 등 건물 내 재생에너지 보급을 촉진하여 건물 에너지 자급자족을 실현
 - (농축수산) 농축수산의 스마트화 촉진과 청정에너지 사용 확대
 - (탄소흡수원) 산림, 갯벌, 습지 등 자연·생태 기반 솔루션 강화로 탄소흡수 능력을 높임
 - (이행기반) 탄소중립을 위한 경제·사회의 녹색전환을 뒷받침하고자 정책, 사회, 기술 전반에 걸친 이행기반 구축

3) 국가온실가스감축목표(NDC)

- 국가온실가스감축목표[NDC]는 2030년까지 국제사회에 감축 이행을 약속하는 온실가스 감축목표를 포함하고 있으며, 2017년 배출량 대비 24.4% 감축을 우리나라의 2030년 국가 온실가스 감축목표로 제시

- 세계 각국은 2015년 12월 파리협정 채택 이전 국가온실가스감축목표를 유엔(UN)에 제출, 2021년 파리협정의 이행을 앞두고 2020년까지 이를 갱신하기로 합의하였음
- 우리나라는 2030년 배출전망치 대비 37%를 감축 목표로 2015년 6월 제출한 이후 2018년 7월에 '2030 국가 온실가스 감축 수정로드맵'을 마련하고 2019년 12월에 '저탄소 녹색성장 기본법 시행령'을 개정하였음
 - 기존 배출전망치(BAU) 방식의 2030 목표를 절대량 방식으로 변경하고, 관련 법령(녹색성장기본법 시행령) 개정 완료
 - * (전) '30년 BAU 대비 37% 감축 → (후) '17년 대비 24.4% 감축
- 2020년 12월 경제성장 변동에 따라 가변성이 높은 방식의 기존 배출전망치 목표를 이행과정의 투명한 관리가 가능하고 국제사회에서 신뢰가 높은 절대량 방식으로 전환하여 2017년 배출량 대비 24.4% 감축을 우리나라의 2030년 국가 온실가스 감축목표로 확정하였음
- 보충적인 감축목표 이행수단으로 국제탄소시장, 탄소흡수원 활용 계획을 포함했으며, 감축이행의 확실성을 높이기 위해 국외 감축비중을 줄이고 국내 감축비중을 높였음
- 2021.10.18. NDC 감축목표 상향(안) 발표

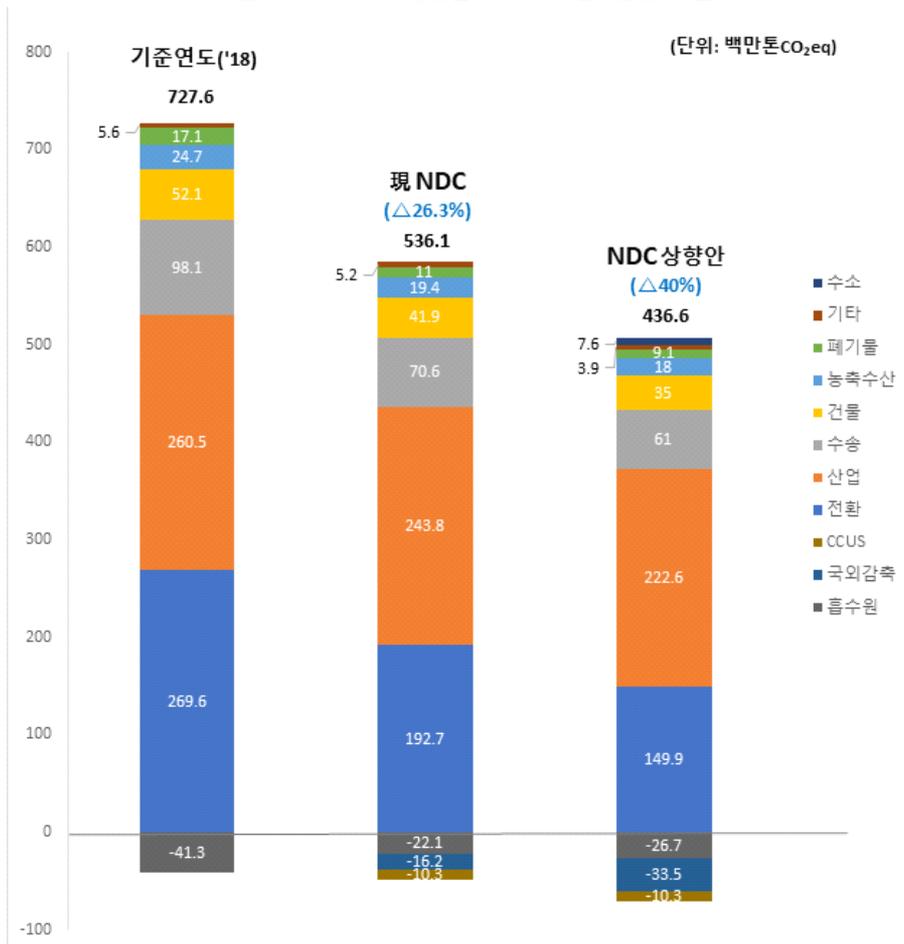
〈표 2-3〉 부문별 감축 목표(단위: 백만톤CO₂eq)

구분	부문	기준연도('18)	現 NDC ('18년 比 감축률)	NDC 상향안 ('18년 比 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

〈그림 2-10〉 NDC 상향안 모식도(직접배출량 기준)



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

4) 환경부 탄소중립 이행계획

- 2050 탄소중립이 명확한 방향성을 갖고 나아갈 수 있도록 정교한 탄소중립 시나리오 도출, 부처별 정책 수립에 반영 추진
- 기후변화 대응(감축+적응)이 환경부 핵심 가치로 자리 잡고 지속적인 추진력을 확보할 수 있도록 이행기반(예산, 사업, 제도 등) 구축
- 2050 탄소중립 방향제시를 위한 정교한 온실가스 감축시나리오를 마련하고, '30년 감축 목표 상향, 감축경로 이행 점검 강화

〈그림 2-11〉 환경부 탄소중립 이행계획 체계도



5) 디지털 기반 탄소중립도시 기술개발·실증사업 기획

- ‘탄소중립 기술혁신 추진전략’(과기장관회의, 3.31)이행을 위해 ICT를 활용한 에너지 효율화 기술개발·실증사업 기획, 예비타당성조사 추진
 - 에너지분야 디지털화로 발전비용 5% 절감, 건물에너지 사용 10% 감축 전망(IEA)
 - 그간 부처별 개별 추진된 디지털 기술을 활용한 탄소중립 R&D 결과물을 통합·집약 하여 도시단위의 실증 사업 추진
 - (산업부) 에너지 생산·유통·소비 전반의 효율화
 - (국토부) 시설·커뮤니티 에너지 소비 최적화 기술개발
 - (과기정통부) ICT부품 저전력화 등
 - 실증사업 이전에 기술개발 필요한 분야는 기술개발·실증 병행
 - 인공지능 기반 데이터센터 관리시스템, 통신망 에너지 절감 기술개발 등
- (주요내용) 도시차원의 에너지 모니터링·분석 체계, 에너지 공급·수요 효율화 기술을 탄소중립도시에 실증하고, ICT 인프라 핵심기술 개발 병행

- 탄소중립도시(에너지 측면) 도시 에너지 네트워크 실증(모니터링·분석체계 및 에너지 수급관리 시스템 구축 등)
- 에너지공급구조 저탄소화 기술 실증·고도화

〈표 2-4〉 주요 추진과제

분야	과 제 명	기간	예산(억원)
신재생	건물일체형 태양광(BIPV) 도시 실증 및 고도화	5년('23-'27)	700
	생활환경 밀착형 태양광* 적용 모델 실증 * 도로일체형 태양광, 도심 Watercourse 태양광, 태양광 모빌리티 등	4년('23-'26)	300
	시민 참여형 수소도시 모델 개발 및 실증	5년('23-'27)	600
	신재생에너지 기반 도심형 복합 충전소 고도화	3년('23-'25)	200
	RE100 City형 시 기반 에너지관리시스템 개발 및 실증	5년('23-'27)	300

- 에너지 수요관리 혁신기술 실증

〈표 2-5〉 주요 추진과제

분야	과 제 명	기간	예산(억원)
플랫폼	에너지 통합관제 플랫폼 도시단위 실증	4년('23-'26)	500
	열 네트워크 도시단위 실증	3년('24-'26)	400
건물	AI-BEMS(자율운전 기반 건물 에너지환경 통합 관리시스템) 도시단위 실증	3년('25-'27)	600
수송	양방향 정보 기반 공동주택 스마트 전기차 충전시스템 도시단위 실증	3년('25-'27)	400

- 데이터 기반 디지털 핵심기술 개발·실증
 - 도시단위 에너지 효율화에 필요한 데이터의 정제·고도화 및 수집 관리(초저전력 IoT 센서, 에너지하베스팅 기술개발)
- 부처, 전문기관, 민간전문가로 구성된 '예타사업 추진단'을 구성하고 예타사업의 추진 방향 및 세부과제 발굴 등 추진

제2절 관련 법 및 주요 정책

1. 탄소중립 관련 법

1) 저탄소 녹색성장 기본법

- 우리나라는 저탄소 사회 구현을 목표로 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장동력으로 활용하기 위해 2010년에 「저탄소 녹색성장 기본법」을 제정하여 시행하고 있음
- 동 법률에 따라 기후·에너지 정책의 근간이 되는 「녹색성장기본계획», 「기후변화대응 기본계획», 「에너지기본계획」을 5년 주기로 수립하고 있으며, 계획 수립 시 동 법률에서 정한 국가 온실가스 감축 목표에 부합하도록 하고 있음
- 정부위원과 민간위원으로 구성된 녹색성장위원회에서 기후변화·에너지 관련 정책의 방향을 결정하고 관련 계획을 심의·의결함

2) 경기도 에너지 기본조례

- 2016년 7월에 시행한 「경기도 에너지 기본조례」는 「에너지법」 제4조 제2항에 따라 에너지 절약과 신·재생에너지 개발·보급을 통하여 경기도의 지속가능한 에너지 시책 수립과 도민의 에너지 복지증진에 기여함을 목적으로 함
- 제5조에 의해 에너지 절약과 효율적 이용 및 신재생에너지 개발·보급 촉진을 위하여 「에너지법」 제7조에 따라 경기도에너지계획(이하“에너지계획”이라 한다)을 온실가스 감축 및 에너지자립 목표, 온실가스 저감 대책에 관한 사항 등을 포함하여 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 하여 수립·시행하여야 함

3) 「자동차 평균에너지소비효율·온실가스 배출허용기준 및 기준의 적용·관리 등에 관한 고시」

- 이 고시는 「저탄소 녹색성장 기본법」 제47조 및 같은 법 시행령 제37조의 규정에 따라 자동차 제작업체(수입업체를 포함한다. 이하 같다)가 준수하여야 하는 자동차 평균에너지소비효율기준과 온실가스 배출허용기준을 정하고, 해당 기준의 적용·관리에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 함
- 자동차 제작업체가 2021년부터 2030년까지 연도별로 달성해야 하는 ‘자동차 평균 온실가스·연비 기준’이 최근 개정됨(20.02.16)

- 2030년까지 평균 온실가스 70g/km, 평균 연비 33.1km/L로 기준 강화
 - 우리나라가 국제사회에 공표한 '2030 국가 온실가스 감축목표 로드맵 수정안'에 따른 수송부문 감축목표량을 차질 없이 달성할 수 있도록 기준을 설정(2030년에는 1,820만톤 이상의 온실가스를 감축할 수 있을 것으로 기대)
 - 지속적으로 강화되고 있는 미국·유럽연합(EU) 등 주요 자동차 선진국의 규제 수준과 기준 강화 추세를 고려

〈표 2-6〉 자동차 주요 생산국 온실가스 기준* 비교

연도	미 국	우리나라 (행정예고안)	유럽연합 (국내 측정방법 환산값)
'21년	110g/km	97g/km	95(91)g/km
'25년	103g/km	89g/km	81(77)g/km
'30년	미발표	70g/km	59(56)g/km

〈표 2-7〉 자동차 평균 온실가스 차기 기준(안)

분류	연도	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
		10인 이하 승용·승합	97	97	95	92	89	86	83	80	75
승합(11~15인)·소형화물		166	166	164	161	158	158	155	152	149	146

〈표 2-8〉 자동차 평균 연비 차기 기준

분류	연도	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
		10인 이하 승용·승합	24.3	24.3	24.4	25.2	26.0	27.0	27.9	29.0	30.9
승합(11~15인)·소형화물		15.2	15.2	15.4	15.7	16.0	16.0	16.3	16.6	16.9	17.3

4) 수원시 탄소중립 관련 조례

(1) 수원시 기후변화 대책 조례

- 2019년 1월에 시행한 「수원시 기후변화 대책 조례」는 기후변화가 전 지구적 환경에 미치는 부정적 영향에 적극적으로 대처하고 시민의 활동에 의하여 발생하는 온실가스의 감축을 촉진함으로써 시민의 건강·복지증진 및 수원시의 지속가능하고 건전한 발전에 이바지함을 목적으로 함
- 제3조에 의해 수원시는 온실가스 총 배출량의 감축목표를 정하여 제8조 제1항에 따른 수원시 기후변화대응종합계획에 포함하여야 하며, 기후변화대응종합계획은 제8조에 따

라 온실가스 배출현황 및 전망, 감축목표 설정 및 중·장기 비전 제시, 감축목표 달성을 위한 제도적 추진사항 등의 사항을 포함시켜 기후변화대응시책의 종합적이고 계획적인 추진을 위해 5년마다 수립하여야 함

(2) 수원시 에너지 기본조례

- 2015년 2월에 시행한 「수원시 에너지 기본조례」는 「에너지법」 제4조에 따라 수원시의 지속 가능한 에너지 체계를 구축하기 위한 기본이념과 수원시·사업자·시민 등의 책무를 규정하여, 에너지 이용의 효율화와 에너지 절약을 유도하는 것을 목적으로 함
- 제7조에 의해 에너지 공급의 추이와 전망, 에너지 사용의 합리화와 이를 통한 온실가스의 배출감소를 위한 대책 등의 사항을 포함한 수원시 지역에너지 계획을 5년 마다 수립하여야 하며, 제30조 5항에 의해 신·재생에너지의 보급을 위해 재정 등을 지원한 경우 당해 시설에서 발생하는 온실가스 배출권을 확보할 수 있음

(3) 수원시 저탄소 녹색성장 기본조례

- 2012년 3월에 시행한 「수원시 저탄소 녹색성장 기본조례」는 수원시 저탄소 녹색성장 시책을 종합적으로 추진하여 기후변화에 대응하면서 경제와 환경의 조화로운 발전에 이바지함으로써 주민의 삶의 질을 향상시키는데 필요한 사항을 규정함을 목적으로 함
- 제19조에 의해 수원시는 에너지 절약 및 온실가스 감축목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 연차별 온실가스 감축 및 에너지 절약 목표와 이행계획, 온실가스 배출량 및 에너지사용량, 온실가스 배출시설 및 에너지 사용시설, 시설별 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 등의 이행계획을 전자적 방식으로 매년 12월 31일까지 온실가스종합정보센터에 제출하여야 함

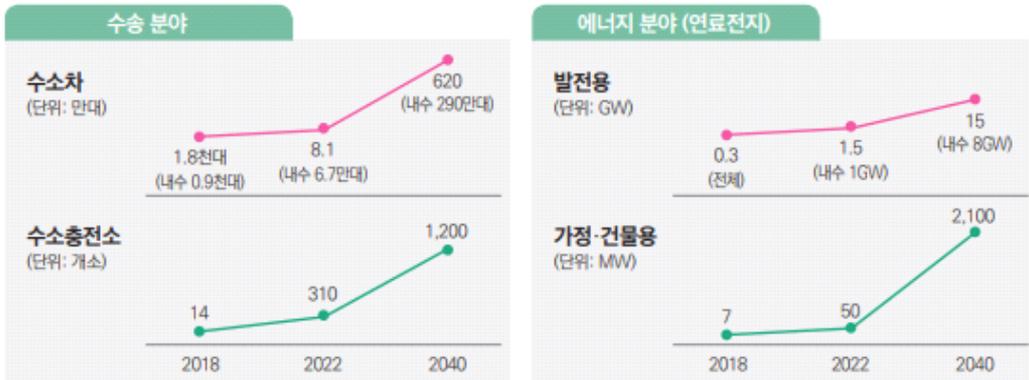
2. 우리나라 주요 정책 동향

1) 수소경제 활성화 로드맵

- 정부, 수소경제를 선도하기 위한 「수소경제 활성화 로드맵」 발표('19.1.)
 - 정부는 2018년 8월, '혁신성장전략 투자방향'에서 수소경제를 3대 전략투자 분야3)로 선정한 데 이어 2019년 1월, 「수소경제 활성화 로드맵」 발표
 - 수소 모빌리티(수소차 및 수소충전소), 에너지분야(연료전지 보급), 수소 생산·저장·운송 등과 관련하여 2040년까지 달성할 주요 추진과제 설정(김은영, 2019)

- 「수소경제 활성화 로드맵」의 주요내용
 - 수소 활용 단계: 수송 및 에너지분야 중심
 - 수송 분야는 2040년까지 수소차 620만대 보급, 수소충전소 1,200개소 확충
 - 에너지 분야는 2040년까지 발전용 15GW, 가정·건물용 2.1GW 연료전지 공급

〈그림 2-12〉 수소경제 활성화 로드맵에 따른 수송 및 에너지 분야 목표



자료: 김은영(2019). 수소경제 활성화 로드맵에 따른 2020년도 주요사업 및 향후 고려사항, 국회예산정책처

- 수소 생산 단계: Grey 수소 → Green 수소 생산 확대

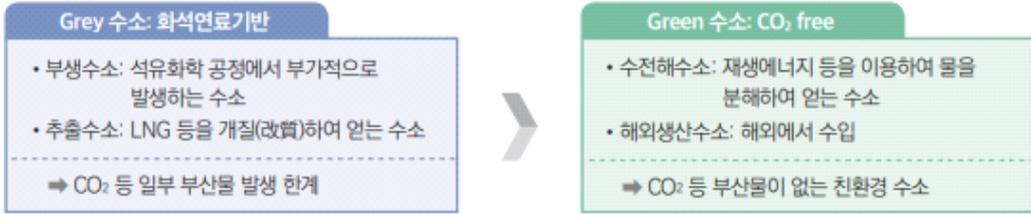
〈그림 2-13〉 수소유형별 특징

구분	장점	한계
부생수소	별도의 설비가 필요 없어 생산가격 저렴	석유화학 공정에서 발생하므로 추가공급 한계, CO ₂ 등 부산물 발생
추출수소	기구축된 천연가스 공급망과 연계 가능	생산과정에서 CO ₂ 등 부산물 발생
수전해수소	CO ₂ 등 부산물이 없어 친환경적	현재 수전해 기술개발 및 실증·상용화 한계

〈표 2-9〉 수소경제 활성화 로드맵에 따른 수소 공급 및 가격

구분	2018	2022	2040
공급량	13만톤/년	47만톤/년	526만톤/년 이상
수소가격	-	6000원/kg	3000원/kg
공급방식	초기: Grey수소(부생·추출수소 중심) → 성숙기: Green수소(수전해·해외수입수소 중심)		

〈그림 2-14〉 Grey수소와 Green수소 비교



자료: 김은영(2019). 수소경제 활성화 로드맵에 따른 2020년도 주요사업 및 향후 고려사항, 국회예산정책처

- 수소 저장·운송 단계: 저장 방식의 다양화 및 운송 방식의 효율화

〈그림 2-15〉 수소경제 활성화 로드맵에 따른 수소 저장·운송 주요 목표

구분	현재	2022년	2030년 이후
튜브트레일러	500대	대규모 고압기체 저장·운송	액화, 액상 및 고체수소 저장·운송
파이프라인	200km	부생수소 거점(석유화학단지) 인근 구축	전국 단위로 구축
탱크로리	-	장기적으로 액상·액화 운반(탱크로리)을 통해 운송 효율성 제고(~'30)	

2) 재생에너지 3020 이행계획

- 신규설비 중 95% 이상을 태양광, 풍력 등 청정에너지로 공급하고, 2030년 재생에너지 발전량 비중을 20%로 확대('17.12.)
 - (비전) 삶의 질을 높이는 참여형 에너지 체제로 전환
 - (목표) 재생에너지 비중/국민발전소: ('17.) 7.6%/29만호 →('30.) 20%/156만호
 - (전략) 태양광·풍력 등 청정에너지 보급 확대, 지역주민과 일반국민의 참여유도, 계획적 대규모 프로젝트 개발 추진
 - 도시형·농가 태양광 확대, 공공 및 민간주도의 대규모 프로젝트 개발 등을 추진과제로 선정

3) 그린뉴딜

- 2020년 7월에 발표한 그린뉴딜에는 정량적인 탄소배출 감축 목표가 담겨있지는 않지만, 탄소중립 지향과 저탄소·친환경·고효율 사회로의 전환에 대한 의지 표명
- 2021년 7월 한국판 뉴딜 2.0 추진계획 발표하여 그린뉴딜 부문에서 탄소중립 추진기반 구축을 신설함
 - (탄소중립 추진기반 구축) 2030 국가 온실가스 감축 목표 이행을 뒷받침할 수 있도록

- 록 온실가스 측정·평가시스템을 정비하고, 탄소국경조정제도 대응, 산단 자원순환시스템 마련, 국민 주체 탄소중립 추진 체계 마련
- (도시·공간·생활 인프라 녹색 전환) 에너지 효율 개선을 통한 공공시설 탄소제로에너지화를 선도하기 위하여 2025년까지 20조원 투자
 - 공공임대주택 22.5만호 그린리모델링 추진, 초·중·고 2,890동 그린 스마트 스쿨 전환
 - 스마트 그린도시(도시의 기후·환경문제 진단 후 맞춤형 개선 진행) 25개 조성, 국립공원 16개소 및 도시공간 훼손지역 25개소 생태 복원
 - (저탄소·분산형 에너지 확산) 신재생에너지 확산 및 저탄소 국가로 도약하는 것을 목표로 2025년까지 11조 3천억원 투자
 - 태양광·풍력 발전용량 2025년까지 지난해 대비 3배 이상 확충(12.7GW → 42.7GW), 아파트 500만호 대상 지능형 전력계량기 보급
 - 미래차 133만대 보급(전기차 113만대, 수소차 20만대) 및 충전 인프라(전기충전기 4.5만대, 수소충전기 450대, 수소생산기지 등) 확충(정책브리핑, 2021)
 - (녹색산업 혁신 생태계 구축) 친환경 산업단지와 유망 스타트업 육성을 통한 녹색혁신의 확산을 위해 2025년까지 4조 9천억원 투자
 - 1.9조원 규모 녹색 용자 공급, 5대 선도분야 ‘녹색 융합 클러스터’ 5개소 구축, 스마트 그린산단 10개 구축, 클린팩토리 1,750개소 구축
 - 5대 선도분야: ①청정대기, ②생물소재, ③수열에너지, ④전기차 폐배터리, ⑤자원순환(정책브리핑, 2021)
 - 이산화탄소 포집·저장·활용 실증·상용화 기반 구축 및 전력기자재 재제조 기술개발 등 (정책브리핑, 2021)
 - 이산화탄소 포집·저장·활용 기술(CCUS)

4) 제3차 에너지기본계획(2019~2040)

- 3차 계획은 1·2차 계획의 기본방향과 정합성을 유지하면서 깨끗하고 안전한 에너지로의 전환이라는 시대적 요구를 반영
 - 공급중심의 에너지 다소비형 체제를 선진국형 고효율·저소비형 구조로 전환
 - 안정적 에너지 수급을 유지하면서 미세먼지 문제 해결 및 파리협약에 따른 온실가스 감축 의무를 이행
 - 대규모 중앙집중형 에너지시설 및 송전망에 대한 수용성 변화를 고려하여 분산형 에너지 및 지역, 지자체 등의 참여 확대

- 4차 산업혁명 기술의 접목을 통해 새로운 산업·서비스를 육성, 양질의 일자리 창출 추진
- ‘에너지전환을 통한 지속가능한 성장과 국민 삶의 질 제고’라는 비전 아래 5대 중점 추진과제로 구성
 - ① (에너지 소비구조 혁신) 산업·수송·건물 등 부문별 수요관리 강화, 가격체계 합리화 등을 통해 '40년 에너지 소비효율 38% 개선, 수요 18.6% 감축 추진
 - 최종에너지수요(백만TOE) : ('17) 176.0 → ('40, BAU) 211.0 → ('40, 목표) 171.8
 - ② (깨끗하고 안전하 에너지믹스로 전환) 재생에너지 비중 확대('40년 30~35%), 원전·석탄발전의 점진적·과감한 감축 등을 통해 깨끗하고 안전한 에너지 믹스로 전환
 - ③ (분산형·참여형 에너지 시스템 확대) 재생에너지, 연료전지 등 수요지 인근 분산전원 비중을 확대('40년까지 30%)하고, 지역·지자체의 역할과 책임 강화(지역에너지센터 설립 등)
 - ④ (에너지산업의 글로벌 경쟁력 강화) 재생에너지·수소·효율연계 등 미래에너지산업을 육성하고 전통에너지산업은 고부가가치화, 원전산업은 핵심생태계 유지
 - ⑤ (에너지전환을 위한 기반 확충) 에너지전환을 촉진하기 위해 전력·가스·열 시장제도를 개선하고, 신산업 창출을 촉진하기 위해 에너지 빅데이터 플랫폼

5) 제9차 전력수급기본계획

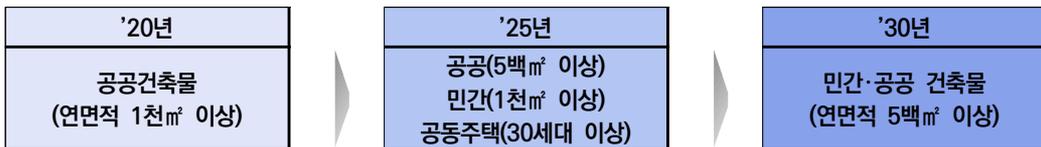
- 9차 계획에서는 3차 에너지기본계획('19.6월), 온실가스 감축 수정 로드맵('18.7월), 한국판 뉴딜 종합계획('20.7월) 등 8차 계획 이후의 정책 환경 변화를 고려
- 전력수요 전망 및 수요관리 목표
 - 전기차 보급 목표 확대, 자가용 발전설비 증가 추세 등 전력수요에 신규로 미치는 영향을 추가 고려하여 수요전망의 예측력 제고
 - 최근 경제성장률 전망을 반영한 목표수요는 '34년 102.5GW ('21년) 91.2GW → ('25년) 96.6GW → ('29년) 99.7GW → ('34년) 102.5GW
 - 수요관리로 최종년도 소비량의 14.9%, 최대전력의 12.6% 감축
- 발전설비 계획
 - 기존 설비예비율은 발전원 구성, 발전기별 특성, 재생에너지 변동성, 전력수급 불확실성을 종합적으로 고려하여 22%로 산정
 - 석탄은 가동 후 30년 도래 발전기 모두 폐지 및 LNG 연료전환
 - 원전은 8차 수급계획에 따른 단계적 감축 목표 유지

- 신재생에너지는 그린뉴딜과 제3차 에너지기본계획 목표에 맞춰 확대
- 2030년 국가 온실가스 배출량 목표 1.93억톤 달성 구체화
- '30년 기준 가동 후 30년 도래 석탄발전 설비 24기 폐지(2034년까지 석탄발전 30기 폐쇄), 원자력 발전17기로 축소 및 신재생에너지 발전용량을 4배 수준으로 증가 ('20.12.)
 - 석탄·원전 발전 감축분은 LNG 발전 및 신재생에너지로 충당
 - 석탄 발전 설비 용량 변화: ('19)35.8GW → ('34)29GW
 - 원자력 발전 설비 용량 변화: ('19)23.3GW → ('34)19.4GW
 - LNG 발전 설비 용량 변화: ('19)41.3GW → ('34)59.1GW
 - 신재생 발전 설비 용량 변화: ('19)20.1GW → ('34)77.8GW
 - 그린뉴딜 정책기조를 반영, 태양광 및 풍력발전 목표치를 기존 29.9GW에서 42.7GW로 상향 조정
 - 전체 발전량 중 석탄 발전 비중: ('19)40.4% → ('30)29.9%
 - 전체 발전량 중 신재생 발전 비중: ('19)6.5% → ('30)20.8%

6) 제로에너지건축 의무화⁸⁾

- 제로에너지건축 단계적 의무화 추진
 - '20년 1천㎡이상 공공건축물을 시작으로 '30년까지 단계적 의무화 추진
 - (20년) 공공(1천㎡ ↑) → (25년) 공공(5백㎡ ↑), 민간(1천㎡ ↑) → (30년) 모든 건축물 (5백㎡ ↑)
 - 제로에너지건축 의무화 로드맵 이행시 온실가스 550만톤CO₂ 저감

〈표 2-10〉 제로에너지건축 의무화 세부로드맵



- 지구단위 제로에너지 시범사업 추진
 - 시범사업지구로 “구리시 갈매역세권, 성남시 복정1” 공공주택지구 지정
 - 시범사업 성과를 바탕으로 향후 3기 신도시 등으로 확대 검토
 - 평균 에너지자립률 20% 달성 가능한 사업모델 마련

8) 국토교통부(2019), 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표 보도자료

〈표 2-11〉 사업대상지

구분	경기 구리시 갈매역세권	경기 성남시 복정1지구
사업 대상지		
위치/면적	구리 갈매역 일원 / 798천㎡(24.2만평)	위례신도시 인접 / 568천㎡(17.2만평)
공급물량	총 6,839호(민간 2,765, 공공 4,074)	총 3,434호(민간 1,259, 공공 2,175)

■ 다양한 유형의 건축물 맞춤형 확산 추진

- (공동주택) 과천·화성·인천에 3개 제로에너지 시범단지(2,389호) 추진
- (단독주택) 세종·동탄2·부산에 임대형 단독주택단지(480호) 공급

제3절 탄소중립도시 사례

1. 국내

1) 서울 2050 온실가스 감축 추진계획

- 2050년 탄소중립 목표를 담은 「2050 온실가스 감축 추진계획」을 C40도시기후리더십 그룹(기후변화 대응을 약속한 세계 대도시들의 모임)에 제출
 - C40의 모든 회원도시들은 C40 Deadline 2020 프로그램의 일환으로 2050 탄소중립 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 계획을 수립 및 제출하여야 함
- 서울시는 「그린뉴딜 추진을 통한 2050 온실가스 감축전략」을 발표한 바 있으며, 이를 구체화하고 부문별 세부 사업계획을 담아 「2050 온실가스 감축 추진계획」을 마련함



자료: 서울시청 홈페이지 <https://news.seoul.go.kr/env/environment/climate-energy/2050-ggrs>

- 「2050 온실가스 감축 추진계획」은 ①그린 빌딩, ②그린 모빌리티, ③그린 숲, ④그린 에너지, ⑤그린 사이클 등 5대 부문의 74개 세부과제로 구성
 - 그린빌딩
 - 노후 공공 건물에 대한 그린리모델링 시행, 민간건물 에너지효율화사업(BRP) 지원 확대
 - 신축 건물 제로에너지빌딩 의무화 시행, 건물온실가스 총량제 시행
 - 기존 공공건물 건축물 에너지효율등급 평가

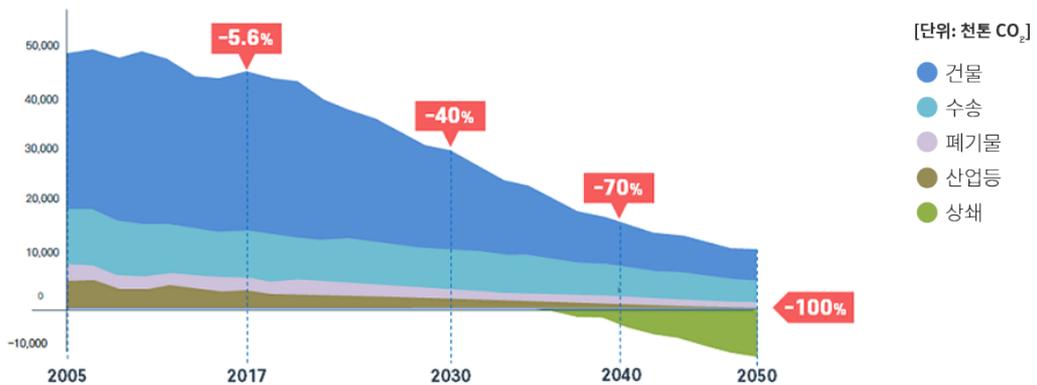
- 그린모빌리티
 - 공공부문 전기·수소차 의무도입 선도적 시행, 민간 전기·수소차 보급 확대
 - 수소차 보급 확대를 위해 수소 충전인프라와 전기차 보급 확대에 대응하기 위한 충전 인프라 확충, 내연기관 자동차 운행 제한 확대 및 도로공간 재편
- 그린숲
 - 기후변화 대응 도시숲 조성, 도심·생활권 공원 확충
- 그린에너지
 - 태양광, 연료전지 보급 확대, 소수력, 수열 등 신재생에너지 발굴·이용
 - 서울시 에너지정보센터 구축
- 그린사이클
 - 생활폐기물 반입량 감축 및 처리시설 신규 건립
 - 재활용·새활용 활성화 및 「1회용품 없는 서울」을 위한 문화 조성
- 2030년까지 온실가스를 2005년 대비 40% 줄이고 2050년에는 탄소중립을 달성하겠다는 목표를 제시
- 179건의 시민 및 전문가 의견을 수렴하여 정책을 마련
 - 방송과 유튜브 생중계를 통한 「온라인 시민 토론회」를 개최하여 분야별 전문가 및 시민의견을 청취
 - 관련 부서를 중심으로 기후변화대응 T/F를 구성하여 부문별 감축 사업에 대해 심도 있게 논의하였으며, 서울시 주요 거버넌스의 대표들로 ‘온실가스 감축 메타거버넌스’를 구성하여 온실가스 감축전략을 주요 위원회에 설명하고 의견을 수렴함

〈그림 2-17〉 서울시 온실가스 감축계획 비전 및 목표



자료: 서울시청 홈페이지 <https://news.seoul.go.kr/env/environment/climate-energy/2050-ggrs>

〈그림 2-18〉 연도별 감축 목표



자료: 서울시청 홈페이지 <https://news.seoul.go.kr/env/environment/climate-energy/2050-ggrs>

〈그림 2-19〉 서울시 로드맵



자료: 서울시청 홈페이지 <https://news.seoul.go.kr/env/environment/climate-energy/2050-ggrs>

2) 제주도 탄소제로섬

- 인구 및 면적(2017년 기준) : 인구 678,772명, 면적 1,850km² (인구밀도 : 367명/km²)
- 비전 : ‘세계가 꿈꾸는 탄소제로 청정섬 제주’
- 목표 : 2030년 까지 온실가스 순배출량 ‘0(제로)’, 글로벌 확산
 - 제주도의 온실가스 저감 및 순배출량을 2030년 까지 ‘0(제로)’화 한다는 목표를 세워 제주도의 생활환경과 다양한 산업 등을 고려하여 5가지 분야에서 다음의 계획을 수립

하였음

- 1) 신재생에너지로 움직이는 청정에너지 자립 섬 실현, 2) 전기차의 선도적 보급으로 세계 전기차 산업의 메카 조성, 3) 주민이 하나 되어 전 과정에서 저탄소 생활 실천운동 전개, 4) 기후변화 적응으로 안전한 제주, 아름다운 생태계 보호, 5) 자연친화형 탄소제로의 글로벌 명품 관광 브랜드로 발전

〈표 2-12〉 제주도 온실가스 부문별 감축 계획

(단위 : 만톤 CO₂eq, 억 원)

구 분	2030 전망치	2030 감축잠재량	2030 목표배출량	감축 비중
〈발전〉	3.49	3.45	0.04	61%
재생에너지 보급		3.45	0.04	61%
- 태양광		0.59		10%
- 풍력		2.70		48%
- 기타(연료전지, 지열 등)		0.16		3%
〈수송〉	1.63	1.39	0.24	24%
전기차 보급		1.39	0.24	24%
〈가정·건물〉	0.48	0.24	0.24	4%
에너지 수요관리		0.24	0.24	4%
〈산업〉	0.48	0.29	0.19	5%
저탄소 기업문화 확산		0.29	0.19	5%
〈농축산〉	0.26	0.04	0.22	1%
에너지 수요관리		0.04	0.22	1%
〈폐기물〉	0.32	0.22	0.10	4%
폐자원 에너지화 확대		0.22	0.10	4%
〈AFOLU〉	-0.98	0.05	-1.03	1%
총계	5.68	5.68	0.00	100%

자료 : 한국환경정책평가연구원(2016), 제주 탄소제로섬 추진전략 연구

3) RE100선언 - 강원도

- RE100 (Renewable Energy 100%) : 100% 재생에너지로 전력을 생산하여 공급하는 것을 목표로 하는 캠페인을 말함
- 강원도 평창군
 - 지방자치단체 중 최초 'RE100도시' 선포
 - 2030년까지 평창군 공공시설물에 신재생에너지를 50% 이상 보급하는 계획을 발표
 - 공공기관과 기업, 주민들의 RE100 참여를 위해 친환경에너지 분위기 조성 캠페인, 에너지 기본조례 제정, RE100 실천 민·관·학 추진위원회 구성 등 추진
- 강원도 인제군
 - 강원도 인제군은 RE100 캠페인의 일환으로 기업이 아닌, 도시 차원의 재생에너지 100% 전환을 목적으로 만들어진 '100% 재생에너지 도시네트워크(100%

Renewable Energy Cities Regions Network)⁹⁾에 참여하여 바람직한 재생에너지 목표를 달성하기 위해 ‘인제 2045 제로에너지 자립화계획’을 수립하였음

- RE100을 목표로 ‘인제 2045 제로에너지 자립화계획’을 수립한 인제군은 정책목표로 신재생에너지 생산 확대, 건물에너지 효율화, 에너지절약 시민문화 창출 3가지로 계획함
 - 신재생에너지 생산 확대 : 햇빛 태양광 발전소 설치확대, 풍력발전단지 조성, 소수력 발전소 건설, 에너지 저장장치(ESS) 설치, 에너지 자립마을조성 사업
 - 건물에너지 효율화 : 신축건물 에너지 총량제 등 신재생에너지 의무비율 강화, 건물에너지 효율 개선사업(BRP) 추진, LED 조명 보급의 획기적 확대 사업
 - 에너지절약 시민문화 창출 : 군민주도의 에너지 절약 추진, 공공부문의 에너지 절약운동 추진 사업 등
- 인제군은 2014년 4% 였던 신재생에너지 자립률을 신재생에너지 보급 사업을 통해 2019년 25.23% 까지 달성하였음

4) 강원도 2040 탄소중립 추진 전략 기본계획

- 강원도 특성을 고려한 중·장기 온실가스 감축 전략 제시
- 국가계획보다 10년을 앞당긴 선제적인 기후변화 대응
- 2040년까지 4대전략, 12개 실천과제(그린 액화수소경제 실현, 그린모빌리티 확산, 화력발전 연료전환 및 탄소광물화, 시멘트산업 NET-ZERO 및 자원화, 젊은 산림 흡수원 관리와 자원화 등 7대 역점과제를 포함한 총 12대 실천과제를 제시)의 체계적 이행을 통해 34,437천톤 CO₂-eq 이상의 온실가스 감축으로 탄소중립 조기 달성 시 탄소상쇄 사업으로 연계하여 추가 수익창출 기대

9) 100% 재생에너지 전환을 선도하는 세계지방정부들을 대상으로 국제적 협력 및 정보 공유 등을 지원하는 네트워크의 장으로 참여 도시는 제주특별자치도, 인제군(대한민국), 캐나다(사니치, 밴쿠버), 스웨덴(말뫼, 벵셰), 미국(아스펜), 남아프리카공화국(조와니) 등의 도시가 참여하고 있음

〈그림 2-20〉 비전 및 목표



2. 국외

- 대표적인 국외 사례로는 20개 도시가 가입되어 있는 탄소중립도시연맹 (CNCA :Carbon Neutral Cities Alliance)를 들 수 있음
- CNCA에 가입된 도시들을 살펴 보면 국내 사례와 유사한 도시계획적 요소를 범위로 삼고 있는 점은 유사하나, 보다 구체적이고 정량적인 탄소중립도시를 위한 목표 (예: 2050년까지 탄소 배출 80% 저감)를 제시하고 있으며, 정기적인 평가를 진행하고 있음
- CNCA에 가입되어 있는 도시로는 미국, 덴마크, 영국, 캐나다, 일본 등의 12개국 20개 도시로, 각각의 목표연도와 탄소배출 저감을 위해 온실가스 감축 목표를 설정하여 도시의 특성에 적합한 계획을 제시하고 시행하고 있음

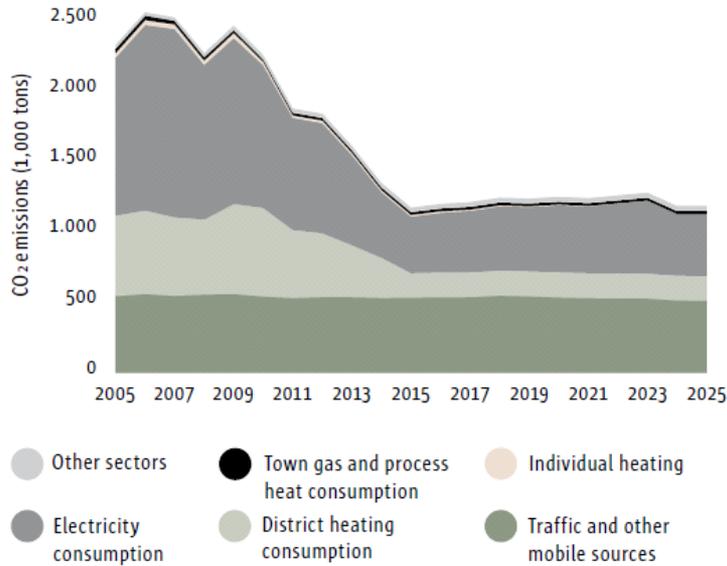
〈표 2-13〉 CNCA 가입 국가 및 감축 목표

도시명	온실가스 감축 목표	도시명	온실가스 감축 목표
오스트레일리아, 애들레이드	2025년 100%	미국, 오리건 포틀랜드	2050년 80%
네덜란드, 암스테르담	2030년 55%, 2050년 95%	브라질, 리오데자네이로	2050년 80%
미국, 콜로라도 볼더	2050년 80%	미국, 캘리포니아 샌프란시스코	2050년 NET 0
덴마크, 코펜하겐	2025년 100%	미국, 워싱턴 시애틀	2050년 100%
핀란드, 헬싱키	2035년 80%	스웨덴, 스톡홀름	2040년 100%
영국, 런던	2050년 80%	호주, 뉴사우스웨일즈 시드니	2050년 100%
호주, 빅토리아 멜버른	2020년 100%	캐나다, 온타리오 토론토	2020년 30%, 2030년 65%, 2050년 80%
미국, 미네소타 미니애폴리스	2050년 80%	캐나다, 브리티시 컬럼비아 밴쿠버	2050년 80%
미국, 뉴욕시	2050년 80%	미국, 워싱턴 DC	2050년 100%
노르웨이, 오슬로	2030년 95%	일본, 요코하마	2050년 80%

1) 덴마크 코펜하겐 (CPH 2025 Climate Plan)

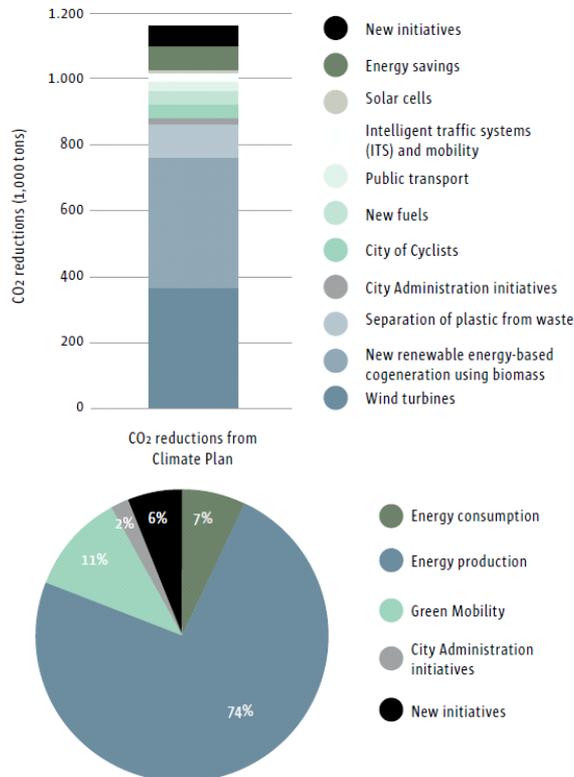
- 인구 및 면적(2017년 기준) : 인구 602,481명, 면적 86.4km² (인구밀도 : 6,973명/km²)
- 2025년까지 코펜하겐을 탄소중립수도로 만들고자 하는 계획으로 풍력발전, 자전거 이용, 전기와 바이오가스 운행 버스, 에너지 절약형 건물, 태양에너지가 주요 요소임
- 코펜하겐의 경우 2011년에 이미 2005년 대비 이산화탄소 21% 감축 달성하였음 (그림 2-21)
- 덴마크는 2016년 전력의 60%를 신재생에너지(풍력, 바이오매스 등)를 사용해 발전하며 석유류는 주로 수송 부문에서 사용됨

〈그림 2-21〉 2015년까지의 코펜하겐의 CO₂ 배출량 추이와 2025년까지의 BAU(배출전망치)



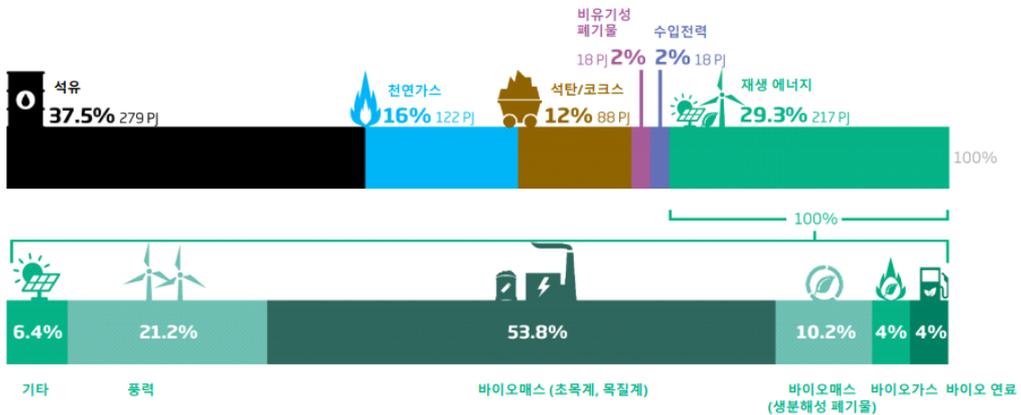
자료 : Copenhagen(2012), CPH 2025 CLIMATE PLAN(Satate of Green : <https://stateofgreen.com/>)

〈그림 2-22〉 (좌) 코펜하겐의 분야별 CO₂ 삭감 목표량, (우) 분야별 CO₂ 감축 목표량 분포



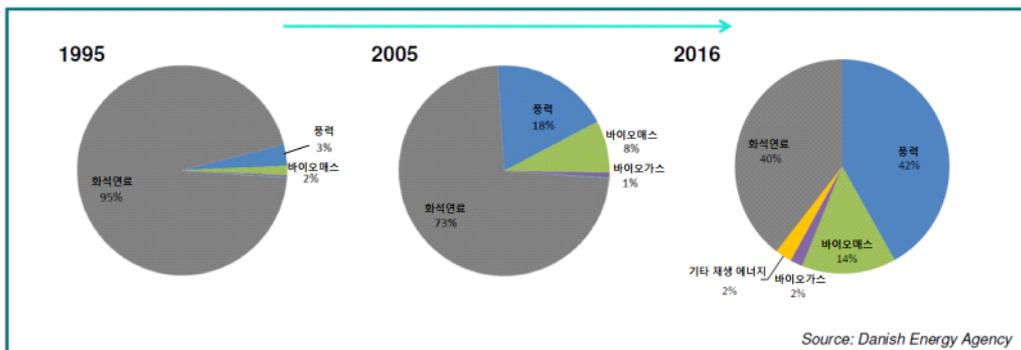
자료 : Copenhagen(2012), CPH 2025 CLIMATE PLAN(Satate of Green : <https://stateofgreen.com/>)

〈그림 2-23〉 2016년 덴마크 에너지 믹스



자료 : 심지연, 덴마크 에너지전환 추진사례(발표자료)

〈그림 2-24〉 최근 20년간 덴마크 전력 믹스 변화



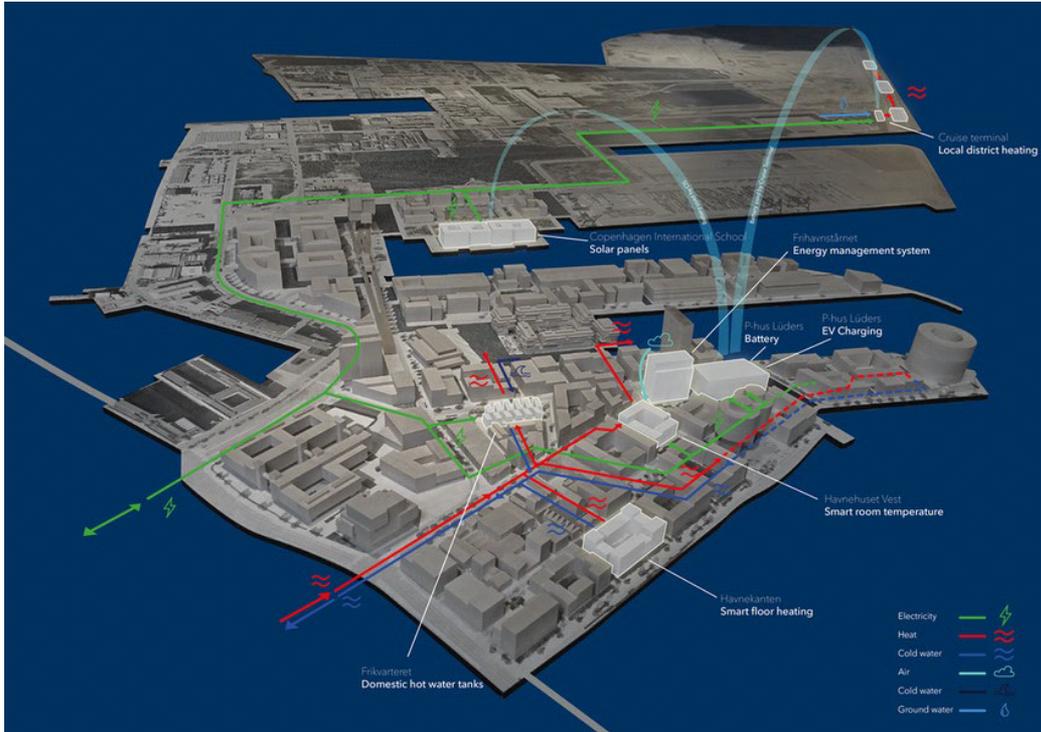
자료 : 심지연, 덴마크 에너지전환 추진사례(발표자료)

2) 에너지 Nordhavn

- 에너지 노하운(EnergyLab Nordhavn)은 2015 년에 형성되어 학계, 산업계, 유틸리티 및 지방 정부를 통합하여 미래의 에너지 솔루션 개발을 목표로 하는 리빙랩 실증지역
 - 이 프로젝트는 코펜하겐의 전력망 및 지역난방 네트워크를 기반으로 구축되지만 건축 환경과 개인 주거지까지도 포함하여 이들을 공동 모델링하고 시뮬레이션 하는 잠재적 테스트를 실험
 - 전력 그리드 : 지역의 에너지 자급자족을 위한 전력 그리드 구축 및 테스트
 - 전기차 고속충전스테이션 : 탄소중립을 위한 전기차 보급 확대와 충전소 확장
 - 스마트 빌딩관리 시스템 : 건물의 에너지 효율화를 위한 스마트빌딩 확장
 - 에너지 데이터 통합 : 지역 난방의 유연한 분배를 위한 데이터 통합

- 에너지 허브 : 지역 에너지 프로젝트의 홍보관으로 프로젝트 진행 현황을 한눈에 살펴볼 수 있는 공간, 해외 투자자 및 기업 등의 방문 지원

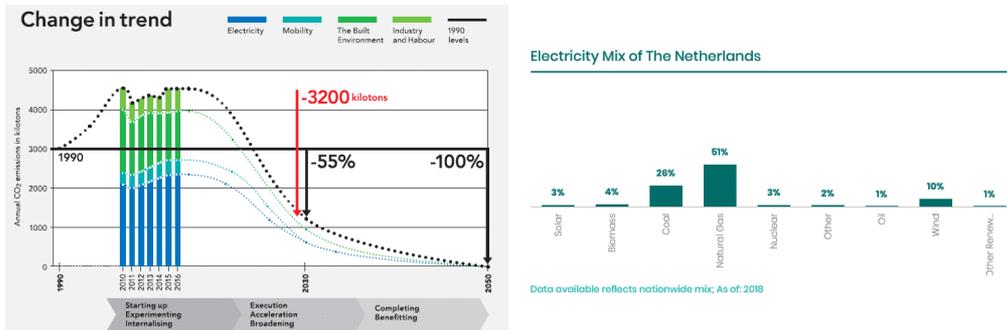
〈그림 2-25〉 에너지 Nordhavn



3) 네덜란드 암스테르담

- 2017년 기준 인구 789,285명, 면적 219.07km² (인구밀도 : 3,603명/km²)
- 네덜란드 암스테르담의 탄소배출량 감소 계획은 2030년까지 50%, 2050년까지 95% 감축하고자 친환경에너지, 친환경교통수단 등 탄소배출량 감소를 위한 구현 방법을 제시하였음. 하지만 정량적인 목표를 제시하지는 않았음
 - 목표 예시) 2040년까지 모든 건물에서 천연가스를 쓰지 않도록 (천연가스 프리) 하며, 2050년까지 탄소 중립으로 만들며, 2025년까지 가능한 모든 교통수단을 배기가스 프리, 2030년까지는 전기 택시를 도입하고 태양광 패널과 태양광발전기 등을 설치하여 지속가능한 전기 생산을 최대화하고자 함

〈그림 2-26〉 암스테르담 탄소 배출량 추이 및 감축 목표량 (좌), 네덜란드의 전기 믹스 (우)

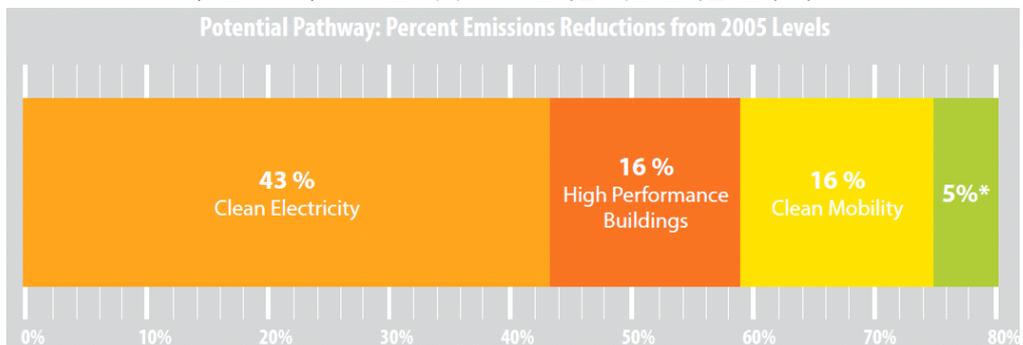


자료 : CNCA(2019), Amsterdam Climate Neutral 2050 Roadmap
CNCA 홈페이지(<https://carbonneutralcities.org>)

4) 미국 콜로라도 볼더

- 인구 및 면적(2017년 기준) : 인구 261,004명, 면적 66.95km² (인구밀도 : 3,898명/km²)
- 미국 콜로라도 볼더의 경우 2030년까지 신재생에너지를 100%, 2050년까지 온실가스 80% 감축을 목표로 하고 있으며, 현재는 전기 생산 44%를 석탄에 의존하고 있음
- 세부목표 : 2030년까지 신재생에너지 발전 100%, 2030년까지 지역 신재생발전 100MW 보급, 2030년까지 공공 배출량 80% 감축, 2050년까지 커뮤니티(마을 공동체) 배출량 80% 감축

〈그림 2-27〉 2005년 대비 80% 감축을 위한 분야별 감축 목표



자료 : City of Boulder, Colorado(2017), BOULDER'S CLIMATE COMMITMENT

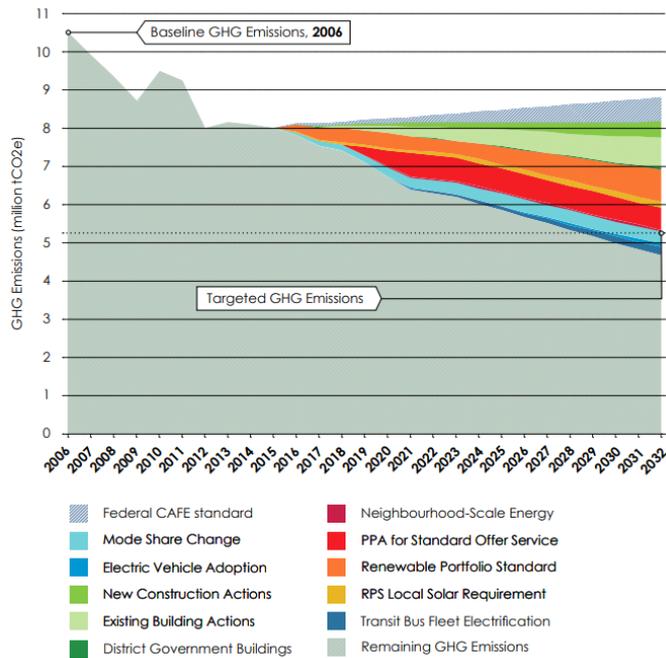
- 가장 감축목표가 큰 청정 전기 생산의 경우 태양광(건물 지붕 태양광, 주차장, 공터 등), 풍력, 수력 발전으로 계획함
- 그 밖의 다른 분야는 건물 에너지 효율화, 전기자동차, 무동력 교통수단, 폐기물 감량화, 물 사용량 절감(자원절약), 로컬푸드 장려 등으로 계획함

- 콜로라도 볼더는 수력 자원이 풍부하며 (볼더 저수지 등 3개 호소 보유) 미국 내 신재생에너지 생산의 많은 부분은 수력발전으로 이루어져, 지역 특성을 가진 신재생에너지 지원을 확보하고 있다 할 수 있음

5) 미국 워싱턴 DC

- 인구 및 면적(2017년 기준) : 인구 633,400명, 면적 177km² (인구밀도 : 3,578명/km²)
- 미국 워싱턴 DC는 2032년까지 재생에너지 비율을 50%, 2050년까지 탄소배출량 100% 감축을 목표로 하며, 신재생에너지에서 40%, 교통 부문 30%, 건물 부문 30% 감축을 계획하였음

〈그림 2-28〉 워싱턴 DC의 청정에너지 계획 중 분야별 예상 탄소 감축량



자료 : WASHINGTON DC(2018), CLEAN ENERGY DC PLAN

6) 호주 애들레이드

- 인구 및 면적(2017년 기준) : 인구 19,444명, 면적 15.57km² (인구밀도 : 1,249명/km²)
- 호주의 애들레이드는 2007년 대비 2020년까지 탄소배출량 50% 감축, 2025년까지 100% 감축을 목표로 함
- 전기에너지는 주로 천연가스와 풍력발전으로부터 생산되고 있으며, 탄소배출량 감축

목표 달성을 위해 2025년까지 신재생에너지 발전을 50%(풍력, 태양광)로 확대하고, 교통부문 감축(15%)과 함께 피할 수 없는 탄소 배출에 대해서는 개인과 산업에서 활용할 수 있는 탄소상쇄제도¹⁰⁾(35%)를 통해 감축할 예정임

〈그림 2-29〉 호주 애들레이드의 2025년 분야별 예상 배출량 프로파일



Figure 2: Projected emissions profile by sector in 2025 (*all figures are in tonnes CO₂e)

자료 : CARBON NEUTRAL ADELAIDE 홈페이지(www.carbonneutraladelaide.com.au)

10). 탄소상쇄제도란, 온실가스 배출이 발생한 곳 외의 장소에서 감축·방지·격리 등의 과정으로 감축하는 행위를 말함. 하지만 포괄적으로는 실제 감축에 대한 노력, 감축량의 계량 등과 같은 상징적 의미를 갖기도 함 (김혜림, 윤화영, 2016).

제4절 중앙정부 탄소중립 시나리오

1. 2050 탄소중립 시나리오안(관계부처합동, 2021.10.08.)

- 위원회는 탄소중립 시나리오의 비전을 “기후위기로부터 안전하고 지속가능한 탄소중립 사회”로 설정하고 책임성, 포용성, 공정성, 합리성, 혁신성 등 5가지 원칙에 입각해 시나리오를 검토
- (개념 및 의의) 탄소중립이 실현되었을 때의 미래상과 부문별 전환내용을 전망한 것으로, 부문별 세부 정책 방향과 전환 속도 등을 가늠하는 나침반 역할
- (고려사항) 탄소중립을 위한 기술 혁신 및 상용화, 국민인식과 생활양식 변화를 전제로 하여 경제적 부담과 편익, 식량·에너지 안보, 국제사회에서의 역사적 책임 등 종합적으로 고려
- 국내 순배출량을 0으로 하는 2개 시나리오로 구성
 - △화력발전 전면 중단 등 배출 자체를 최대한 줄이는 A안, △화력발전이 잔존하는 대신 CCUS 등 제거기술을 적극 활용하는 B안 제시

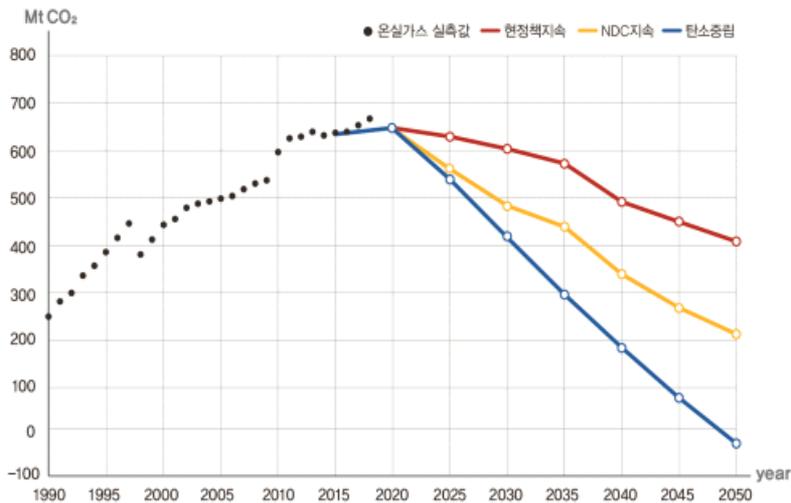
〈표 2-14〉 2050 탄소중립 시나리오 최종(안) 총괄표

구분	부문	'18년	초안			최종본		비고
			1안	2안	3안	A안	B안	
배출량		686.3	25.4	18.7	0	0	0	
배출	전환	269.6	46.2	31.2	0	0	20.7	· (A안) 화력발전 전면 중단 · (B안) 화력발전 중 LNG 일부 잔존 가정
	산업	260.5	53.1	53.1	53.1	51.1	51.1	
	건물	52.1	7.1	7.1	6.2	6.2	6.2	
	수송	98.1	11.2 (-9.4)	11.2 (-9.4)	2.8	2.8	9.2	· (A안) 도로부문 전기·수소차 등으로 전면 전환 · (B안) 도로부문 내연기관차의 대체연료(e-fuel 등) 사용 가정
	농축수산	24.7	17.1	15.4	15.4	15.4	15.4	
	폐기물	17.1	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	
	수소	-	13.6	13.6	0	0	9	· (A안) 국내생산수소 전량 수 전해 수소(그린 수소)로 공급 · (B안) 국내생산수소 일부 부생·추출 수소로 공급
	탈루	5.6	1.2	1.2	0.7	0.5	1.3	
흡수 및 제거	흡수원	-41.3	-24.1	-24.1	-24.7	-25.3	-25.3	
	CO ₂ 포집 및 활용·저장 (CCUS)	-	-95	-85	-57.9	-55.1	-84.6	
	직접공기포집 (DAC)	-	-	-	-	-	-7.4	· 포집 탄소는 차량용 대체연료로 활용 가정

2. 2050탄소중립 시나리오에 대한 모델링

- 카이스트 엄지용 교수팀에 의하면 지금까지 나온 정부의 온실가스 감축 정책과 목표로는 2050년에도 3~5억t의 온실가스가 배출될 수밖에 없어 '2050 탄소중립' 달성이 불가능하다는 모델링 분석 결과가 도출되었음
 - 한국형 에너지-경제-환경 통합평가모형(GCAM-KAIST 1.0)을 적용
 - 한국형 통합평가모형은 연구팀이 유엔 기후변화정부간협의체(IPCC) 보고서 등 기후변화 연구에 널리 사용되는 통합평가모형(GCAM)에 한국의 정책과 기술 현황 등을 반영해 구축한 것
- 2030년부터 석탄 발전을 퇴출하고 2050년까지 재생에너지 발전량이 2020년 대비 20배, 신속한 출력 조절이 가능한 양수발전과 같은 유연성 전원이 2.5배 늘어나야 탄소중립이 가능

〈그림 2-30〉 시나리오별 우리나라 이산화탄소 배출량

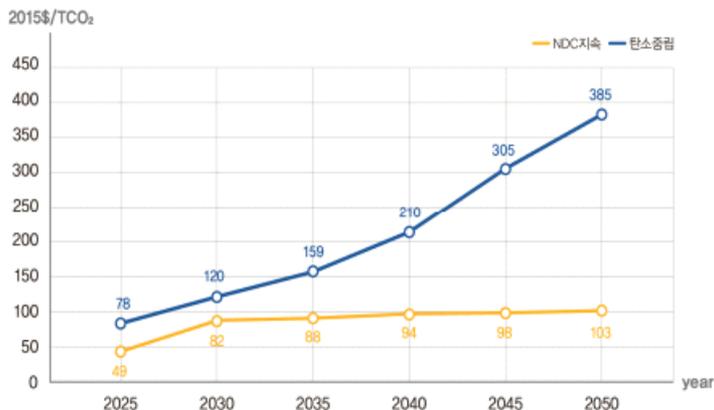


자료: 엄지용 외, 2021. 2050 탄소중립 전환 시나리오 : 한국형 통합평가모형 분석

- △현재의 에너지 정책 유지 △현재의 NDC 목표 달성 △탄소중립 등 3가지 시나리오를 구성한 뒤, 시나리오별로 2010년부터 2100년까지 5년 단위로 시뮬레이션을 진행
 - 분석 결과 현재 정책을 유지하는 경우 2030년에 약 7억t의 온실가스가 배출돼 NDC 목표(약 5억3600만t)를 크게 초과하고, 2050년에도 약 5억t의 온실가스를 배출하게 될 것으로 나타났음
 - 또한 NDC 목표를 달성하는 시나리오에서도 2050년 온실가스 배출량이 약 3억t을 기록해, 순 배출량이 0이 되는 탄소중립에 도달하지 못하는 것으로 나타났음

- 2050년까지 탄소중립을 위해 매년 균등한 감축 노력을 한다고 전제 할 경우 2030년 배출량은 4억8100t을 넘으면 안 되는 것으로 분석됐음
- 2050 탄소중립 달성 시나리오에서는 전력 수요가 현재 정책을 지속하는 시나리오에 비해 약 80% 급증하는 것으로 나타났음
 - 주로 건물과 수송 부문의 급속한 전기화에 따른 이런 전력 수요를 탄소중립 시나리오에 맞춰 충당하려면 풍력과 태양광과 같은 재생에너지 발전량이 2020년 대비 2030년까지 7배, 2050년까지 20배 늘어나야 할 것으로 분석됐음
 - 전력 부문에서는 안정적인 전력망 운영을 위해 재생에너지의 변동성에 대응할 수 있는 유연성 전원도 2020년 대비 약 250% 증가해야 할 것으로 분석됐음
- 가동이 불가피한 바이오매스와 가스발전소 등에서 이뤄지는 온실가스 배출을 상쇄할 바이오에너지 탄소 포집·저장기술(BECCS)과 공기 중 탄소포집 기술(DAC) 등 탄소 순흡수기술(NETs)도 적용돼야 할 것으로 분석됐음. 탄소중립 시나리오에 따르면 전력 부문에서만 2045년부터 2050년까지 약 8억8000만t의 이산화탄소 포집·저장이 이뤄져야 한다고 함
- 2050년까지 탄소중립으로 가는 과정은 큰 폭의 탄소 가격 증가를 수반할 수밖에 없을 것이며, 탄소가격은 현재의 NDC 목표를 달성하는 것에 비해 약 2~3배 빠른 속도로 상승할 것으로 예상됐음
 - 2050년 탄소중립을 달성했을 때의 탄소 가격은 톤당 385달러로, NDC 목표만 달성했을 때의 가격 103달러의 3배가 넘는 것으로 분석됐음
 - 특히 탄소포집기술이 경제성을 확보해 적용되지 못한 상태에서는 톤당 550달러 수준까지 올라갈 것으로 예상됐음

〈그림 2-31〉 정책 이행에 요구되는 탄소가격

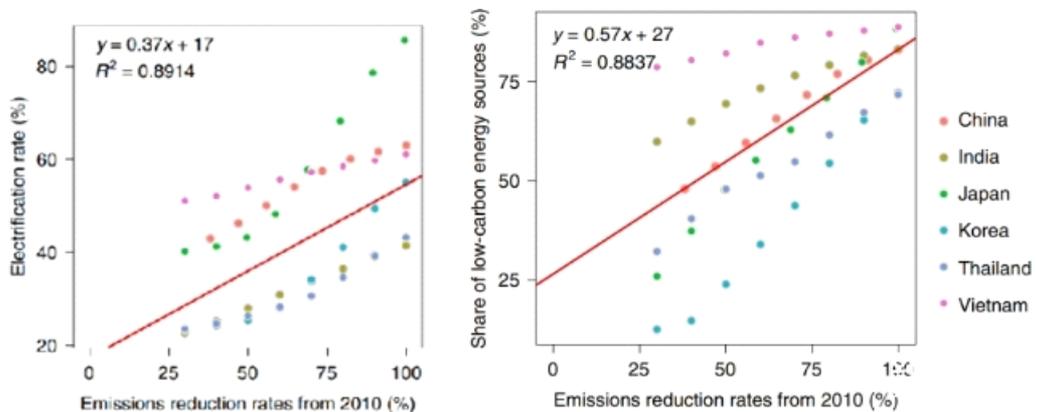


자료: 엄지용 외, 2021. 2050 탄소중립 전환 시나리오 : 한국형 통합평가모형 분석

3. 데이터 기반 탄소중립 의사결정 모델

- 서울시립대 박찬 교수 연구팀은 기후 정책결정자들이 국가별 배출량 목표를 비교·평가해 전 세계 장기 목표의 달성 여부를 파악하는 데 도움을 줄 수 있는 모델이 개발됨
- 전 지구적인 탄소중립 목표를 달성하는 데 있어서 개별 국가의 목표는 다를 수 있고, 어떤 배출 허용량(탄소예산) 할당 규칙을 설정하느냐에 따라라도 목표가 달라질 수 있음. 때문에 여러 국가에 적용 가능한 동일한 저감 목표의 표준화된 시나리오 프레임워크가 필요함
- 표준화 시나리오는 기준 배출량 시나리오와 2010년 대비 30% 감축부터 100% 감축까지의 다양한 옵션들을 설정함. 경제 발전 단계, 경제 규모, 에너지 소비 패턴 등이 서로 다른 아시아의 6개 국가 한국, 일본, 중국, 인도, 태국, 베트남에 표준화 시나리오를 적용해 분석함
- 2010년 배출량 대비 70% 감축을 목표로 했을 경우에는 에너지 공급방식이 크게 변동되지 않지만, 80% 이상의 감축목표에서는 에너지 절약 및 신재생에너지 비중이 급격히 늘어나야 목표를 달성할 수 있을 것으로 분석됐음
- 아시아 국가 결과를 가지고 상관분석을 실시한 결과, 에너지 체계가 기름에서 전력 중심으로 재편되고, 원전·신재생에너지·CCS가 있는 화력발전소 등 저탄소 에너지원의 활용 비중이 높아져야 탄소중립 목표에 도달할 수 있는 것으로 분석됐음

〈그림 2-32〉 전체 에너지 중 전기활용비율(좌), 저탄소에너지 비중(우)



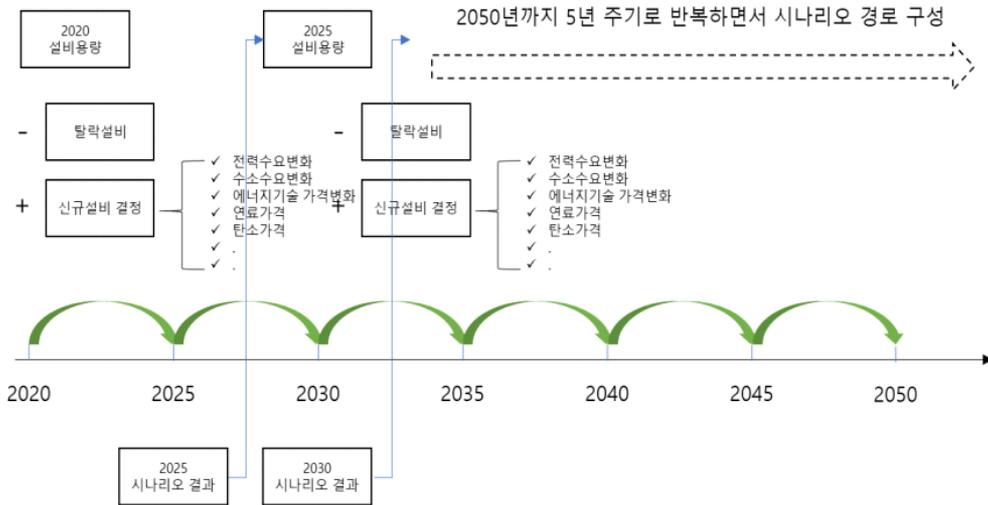
자료: <https://www.lak.co.kr/m/news/view.php?id=11460>

- 본 연구에서 활용된 기후정책에는 불확실성이 존재하고, 국가 간 저감이 주는 긍정적인 상호작용을 무시한 모델링 결과이기 때문에 확고하게 이야기하기 어렵지만, 기준 배출량 시나리오 대비 경제성장 둔화가 예상됐음

4. 2050 탄소중립 시나리오(녹색에너지전략연구소)

- 2050년 우리나라 에너지시스템의 탄소중립 가능성을 분석
- 섹터커플링을 적용한 시나리오 분석, 탄소중립을 위한 경로 탐색 및 시사점 도출
 - 섹터커플링: 전환부분-건물부분-산업부분-수송부분을 연계(coupling)하고 전력과 열, 그 밖에 수소와 같은 에너지 캐리어를 최대한 효율적으로 이용하여 에너지시스템의 탄소중립을 달성하는 개념을 의미

〈그림 2-33〉 분석방법:에너지수요 전망(자료)→에너지 시스템 결정(모형)



자료: 권필석(2021), 국내에너지시스템 섹터커플링 적용가능성 및 효과, 2050년 탄소중립 시나리오 발표 자료집, 녹색에너지전략연구소

〈그림 2-34〉 시나리오 구성

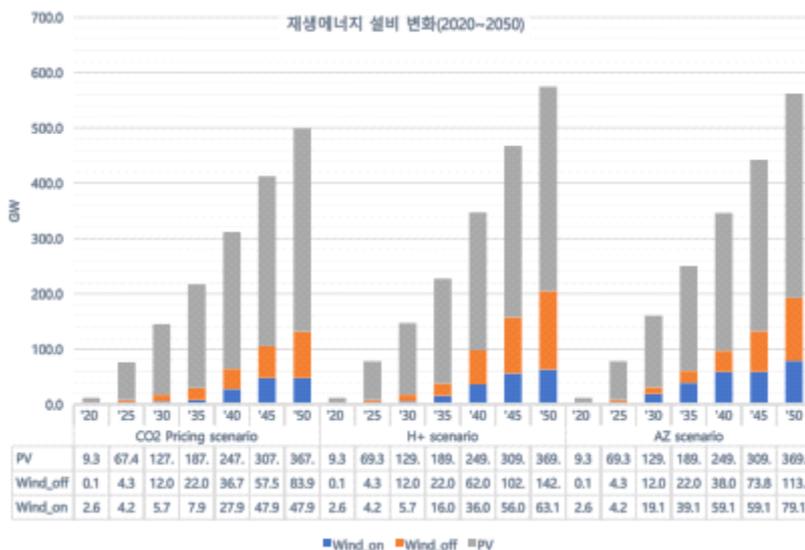
시나리오	Co2 pricing scenario	Absolute zero scenario	H+ scenario
CO2 가격	2050년에 150 유로/tCO2eq	○	○
GHG 배출 제한	없음	2050년 배출제로 경로를 위해 조정	○
에너지기술가격	기술에 따라 가격 감소 가정	○	○
재생에너지확대	태양광(12GW), 육상풍력(4GW), 해상풍력(8GW) 연간 재생에너지 확대 cap	○	○
석탄발전	2040년에 퇴출	○	○
원자력 발전	정부 계획에 따라 감소(2050년 8GW)	○	○
수소 수요	전력화가 어려운 수요에 대해 적용	○	정부수소경제활성화계획 적용
전력수요	전력화로 인한 전력수요 증가 가정	CO2 pricing scenario와 동일하지만 산업부문에서의 전력화 비중이 더 높음	○
열 수요	단열 강화, 지역난방 확대, 개별난방 전력화, 유연성 확대를 위해 열저장소 설치, 2045년에 100% 전력화	○	CO2 pricing scenario 에 비해 건물부문에서 연료 전지의 역할 부여
수송 수요	전기차, 수소차 확대, 2040년 내연기관차 판매금지	○	CO2 pricing scenario 에 비해 수소차의 비중이 더 높음

* CO2 pricing 시나리오와 동일한 가정시 ○

자료: 권필석(2021), 국내에너지시스템 섹터커플링 적용가능성 및 효과, 2050년 탄소중립 시나리오 발표 자료집, 녹색에너지전략연구소

- 2050년 기후중립은 가능하지만 상당한 수준의 재생에너지 확대 필요. 재생에너지 확대에 속도를 내야함
 - 2050년까지 최소 500GW의 재생에너지(태양광 367GW 이상, 풍력 132GW)설치가 필요
 - 2050년까지 연간 17기가 이상의 재생에너지 설치 필요(현재 재생에너지 확대 속도 2019년 3.5기가, 2020년 3.4기가(3사분기까지 집계))
 - 재생에너지를 위한 전력망 인프라 확대 필요

〈그림 2-35〉 재생에너지 설비변화

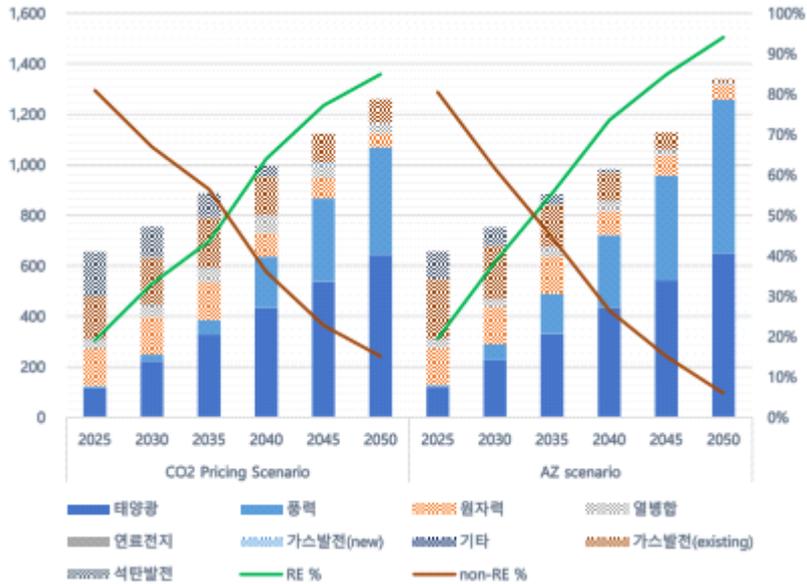


자료: 권필석(2021), 국내에너지시스템 섹터커플링 적용가능성 및 효과, 2050년 탄소중립 시나리오 발표 자료집, 녹색에너지전략연구소

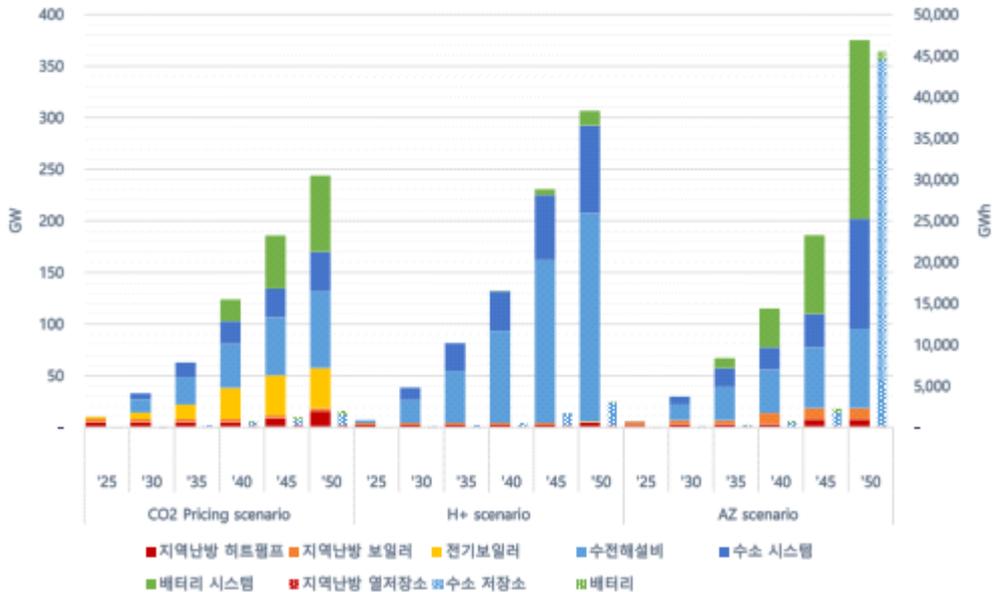
- 에너지 효율향상 및 전력화를 통해서 현재 수준의 에너지 소비를 절반 혹은 그 이상으로 줄여야 함
 - 건물부분의 단열강화와 히트펌프
 - 수송부분에서 전기차, 수소차 변환을 통한 수송부문 에너지 수요 감축
- 재생에너지 변동성 대응을 위해 유연성 기술 필요
 - 수전해, 배터리, 수소저장, 열저장소, 히트펌프, 전기자동차 등 유연성 기술에 대한 연구개발 및 설치계획
 - 유연성 설비의 비중은 AZ(Absolute Zero)시나리오에서 약 10% 높음
- 수소는 필수적인 자원이지만 과도한 목표는 오히려 시스템의 효율성 저하 등의 부작용 초래

- 전력→수소→전력의 사이클에서 상당한 에너지 손실 발생
- 전력화 및 수소인프라 확대 계획은 재생에너지 확대 일정에 맞춰야 함

〈그림 2-36〉 재생에너지 발전량



〈그림 2-37〉 유연성 설비 변화



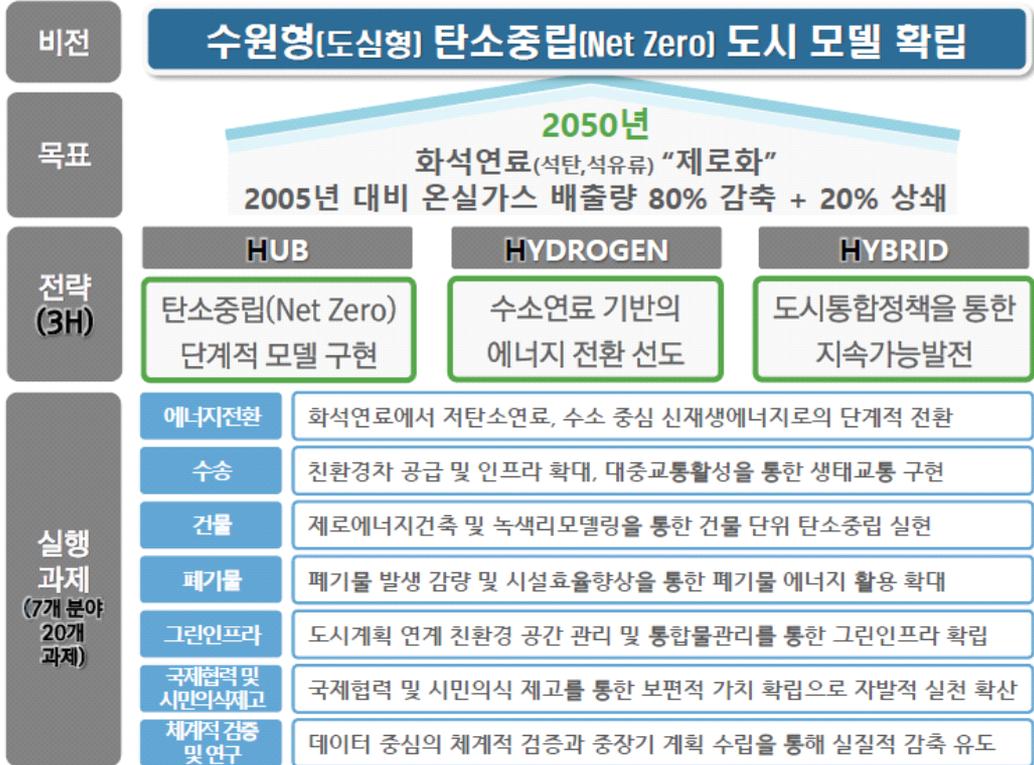
자료: 권필석(2021), 국내에너지시스템 섹터커플링 적용가능성 및 효과, 2050년 탄소중립 시나리오 발표 자료집, 녹색에너지전략연구소

제5절 수원시 저탄소 관련 정책

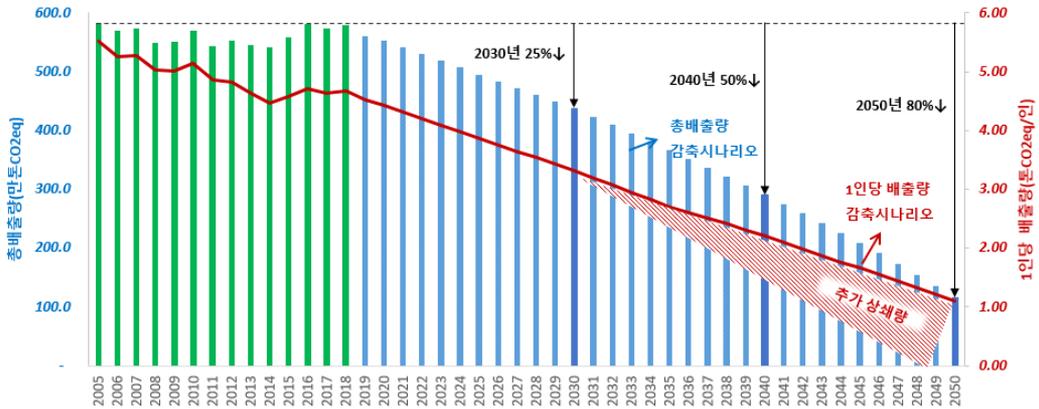
1. 수원시 2050탄소중립 기본전략

- 수립목적: 온실가스 인벤토리데이터를 중심으로 실질적 탄소중립 달성에 필요한 정량적 정책 목표 및 실행과제 제시
- 수립방향
 - 국가계획과 연계하여 정책의 정합성 추구
 - 국가환경종합계획('20~'40), 국가기후변화대응기본계획('20~'40), 2030온실가스감축로드맵 등
 - 인구집 중형 도시유형에 대한 새로운 탄소중립도시모델 구현
 - 온실가스 및 에너지관련 분석데이터를 토대로 수원시에 적합한 합리적 전략 수립
 - 수소 및 바이오연료 중심의 저탄소에너지로의 전환과 에너지자립도 향상
 - 에너지공급의 중앙전력 의존도를 낮추고 지역 내 친환경에너지 생산증가
 - 에너지소비최소화 및 저탄소에너지로의 단계적 전환
 - 탄소중립테스트베드 사업을 통해 “건물→마을→도시”로 실현가능 범위확장
 - 수원시 정책전반에 보편적 가치 확산 및 정책기조 조기확립
 - 도시기본계획, 환경보전종합계획 등 장기적 계획수립 시 기후변화대응 노력 적극 반영

〈그림 2-38〉 비전 및 전략



〈그림 2-39〉 온실가스 감축 시나리오



※ 단, 에너지전환, 에너지효율화, 에너지저장, 기술개발, 법률규제등복합적조건이전제됨.

〈표 2-15〉 2050년 탄소중립을 위한 실행 지표 로드맵

주요 실행 지표	이행 목표		
	2030년	2040년	2050년
화석연료(석탄, 석유류) 사용율	21.9%	17.7%	0%
온실가스 배출량('05년 대비)	25% 감축	50% 감축	80% 감축
단위 에너지 당 원단위 개선('05년 대비)	13.8% 감축	26.4% 감축	61.7% 감축
에너지 사용량('05년 대비)	17% 감축	35% 감축	50% 감축
신재생에너지 비율	7%	20%	50%
전력자립도	40%	60%	80%
신재생에너지 발전율	25%	35%	44%
그린(green)수소 부담율	10%	25%	50%
친환경 자동차 비율	50%	75%	100%
녹색건축물 비율	30%	60%	100%

〈표 2-16〉 7개 분야 20개 실행과제

7개 분야	20개 실행과제	정책목표
에너지전환	① 저탄소 친환경 연료로의 단계적 전환	석유사용량 '0'
	② 신재생에너지 보급을 통한 전력자립도 향상	전력자립도 10%→80%
	③ 수소경제 생태계 조성을 통한 수소 도시 조성	수소발전 80MW
수송	① 친환경 자동차 보급	수소, 전기차 100%보급
	② 대중교통 활성화를 통한 승용차 이용 억제	격자형 광역 철도망 구축
	③ 친환경 기반의 생태교통문화 조성	자전거 이용 활성화
건물	① 신축 건축물 녹색건축 정착	녹색건축 100% 달성
	② 기존 건축물 그린 리모델링을 통한 에너지 절감	건축물 에너지효율개선
	③ 고효율 기기 보급 확대	고효율조명 2030년 100% 교체
폐기물	① 폐기물 발생 최소화	상황폐기물 40% 감량
	② 폐기물 에너지화	폐기물 에너지 23만TOE 활용
그린인프라	① 탄소중립 가치를 반영한 도시계획 수립	스미트축소형 도시계획
	② 통합 물 관리 정책 추진	불투수면 51%→20%
	③ 친환경 공간관리를 통한 그린인프라 확충	1인당 공원면적 6.8%→20%
국제협력 및 시민의식 제고	① 기후변화 대응 국제협력 프로그램 선도적 참여	기후행동 및 성과공개
	② 시민의식 제고 및 역량 강화를 통한 자발적 실천 확대	저탄소 녹색생활 보편화
체계적 검증 및 연구	① 온실가스 인벤토리 구축 및 감축성과 검증	MRV적용 고품질 데이터관리
	② 탄소중립(Net Zero)도시로의 정책 전환을 위한 연구 추진	수원형 탄소중립모델 개발
	③ 탄소중립계획 연계 기후변화대응 5개년 종합계획 수립	온실가스 감축 실행계획 수립
	④ 기후변화적응대책 세부실행계획 수립	기후변화 적응 실행계획 수립

1) 수원시 온실가스 감축 계획

〈표 2-17〉 온실가스 감축사업

핵심전략	번호	단위세부사업	감축카테고리	담당부서	분류	
자발적 녹색생활 실천 확대	1-1	온실가스 110만톤 줄이기	가정, 상업, 공공	기후대기과	정성	
	1-2	환경교육 시범도시	가정, 상업, 공공	환경정책과	정성	
	1-3	기후변화 체험관 “두드림” 운영	가정, 상업, 공공	기후대기과	정성	
	1-4	탄소포인트 가입확대	가정	기후대기과	정량	
	1-5	에너지 절약 마을 만들기		가정	기후대기과 도시계획과	정성, 정량
		1-5-1	친환경에너지마을 실증사업			
1-5-2		수원형 생태마을 조성				
1-6	비산업부문 에너지 진단 및 지원	가정, 상업, 공공	기후대기과	정성, 정량		
녹색교통 체계 구현	2-1	지속가능한 생태교통환경 조성		수송	생태교통과	정성, 정량
		2-1-1	사람중심의 생태교통 활성화			
		2-1-2	자전거 활성화			
	2-2	대중교통 활성화	수송	도시교통과	정성, 정량	
	2-3	철도망 확충	수송	도시교통과	정성, 정량	
	2-4	친환경 자동차 보급확대	수송	기후대기과	정량	
2-5	경유자동차 저탄소화	수송	기후대기과	정량		
2-6	카셰어링	수송	기후대기과	정량		
녹화사업 확대	3-1	공원녹지 조성	가정, 상업, 공공	생태공원과	정량	
	3-2	도심 녹지공간 확충	가정, 상업, 공공	녹지경관과	정량	
	3-3	화성도시숲 만들기	가정, 상업, 공공	문화유산시설과	정량	
	3-4	친환경 도시생태농장 운영	가정, 상업, 공공	농업기술과	정량	
에너지 고효율화	4-1	가로등 보안등 교체	공공	도로관리과	정량	
	4-2	공공건축물 LED 교체	공공	기후대기과	정량	
	4-3	공동주택 LED 교체지원	가정	기후대기과	정량	
	4-4	고효율 LED 간판 개선사업	상업	도시디자인단	정량	
	4-5	공원등 교체사업	공공	구 녹지공원과	정량	
신재생에너지 보급확대	5-1	신재생에너지 주택지원사업	가정	기후대기과	정량	
	5-2	나눔햇빛발전사업	산업	기후대기과	정량	
	5-3	민간발전사업	산업	기후대기과	정량	
	5-4	기타 신재생에너지 보급 확대	공공	기후대기과	정량	
친환경건축물 확대	6-1	저소득층 주택 에너지 효율 개선	가정	기후대기과	정량	
	6-2	친환경 건축물 확대	가정, 상업, 공공	공동주택과	정량	
	6-3	녹색건물 조성 지원사업	가정	건축과	정량	
효율적 자원사용 체계	7-1	음식물 쓰레기 감축	폐기물	청소자원과	정량	
	7-2	소각 폐기물 감축	폐기물	청소자원과	정량	
	7-3	소각열 회수	가정, 공공	청소자원과	정량	
	7-4	하수슬러지 건조고화물 재활용	산업	하수관리과	정량	
	7-5	하수처리시설 에너지 자립화	폐기물	하수관리과	정량	
	7-6	서호생태수자원센터 처리수 재이용	폐기물	하수관리과	정량	
	7-7	레인시티 수원	폐기물	수질환경과	정량	
	7-8	배출권 거래제 상쇄배출권 인증	폐기물	기후대기과	정량	

2. 수원시 분야별 계획(2021 업무보고자료 참고)

- 체계적 온실가스 감축체계 구축
 - 2050 탄소중립 달성을 위한 정책기반 구축 및 자발적 온실가스 감축 추진
 - 제3차('21~'25) 기후변화대응 종합계획에 따른 중기 온실가스 감축계획 수립
 - 배출권거래제 맞춤형 감축전략 추진 및 제도개선을 통한 재정리스크 최소화
 - 국제협력 프로그램(cCR, CDP, GCoM) 참여를 통한 글로벌 선도 도시 도약
 - ※ cCR(기후등록부), CDP(탄소정보공개프로젝트), GCoM(글로벌 시장협약)
 - 2050 탄소중립 기본계획 수립 및 「탄소중립 지방정부 실천연대」 운영 신규
 - ※ 17개 광역지자체 및 64개 기초지자체 참여
 - 기후변화 대응 역량 강화를 위한 민관 협력체계 활성화 추진
 - 후변화 적응대책 세부사업 민관 합동평가 추진(6개 부문 38개 사업)
 - 기후변화 체험 및 교육 사업을 통한 기후변화 의식 제고(9만명, 14개 프로그램)
 - 녹색생활 실천 유도를 위한 탄소포인트제(3만명) 및 에너지진단 컨설팅 실시(300세대)
 - 기후행동 실천 캠페인 전개 및 수원기후행동네트워크(10개 시민단체) 운영

1) 에너지 전환

에너지 전환	
환경국	<p>□ 신재생 에너지 보급·에너지 복지 구현</p> <p>○ 에너지 효율향상 사업 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> • 취약계층에 고효율 LED조명 보급확대를 위한 「에너지복지사업」 추진 <ul style="list-style-type: none"> ※ 수원시 소재 복지시설 109개소(554백만원), 저소득층 15세대(15백만원) • 공동주택 에너지절약 위한 「에너지효율 개선사업」 추진(7개소, 50백만원) • 에너지복지를 위한 「에너지이용 소외계층 제로화」 추진(8,750세대 1,421백만원) • 도시가스 미공급 지역 배관망 지원사업 추진(관내 3개소, 136백만원) • 「수원시 지역에너지 기본계획수립」 연구용역(2022~2026, 50백만원) 신규 • 상·하광공동 도시가스 배관망 지원 사업 추진(2020~2021, 3,000백만원) 신규 <p>○ 온실가스 감축 및 에너지자립 향상을 위한 재생에너지 보급 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> • 수원시 보유 태양광 발전설비 유지관리 사업 신규 <ul style="list-style-type: none"> - 태양광 발전설비 유지관리 소홀에 따른 경제성 및 온실가스 절감효과 증대를 위한 수원시 공공기관 137개소(3,139kW) 유지관리 및 보수 실시 • 민간 및 공공 재생에너지 확대 보급 <ul style="list-style-type: none"> - 신재생에너지 주택지원(100개소 300kW), 미니(소형)태양광 보급(250개소 100kW), 사회복지 시설(경로당 5개소 태양광 15kW)

2) 도시계획 및 건축

도시계획 및 건축	
도시정책실	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색건축물 조성지원 사업 추진 <ul style="list-style-type: none"> • 노후 주택의 단열공사비 등 지원으로 에너지 효율 향상
도시개발국	<ul style="list-style-type: none"> □ 공공건축 품격향상을 통한 최적의 건축물 건립 <ul style="list-style-type: none"> ○ 공공건축물 제로에너지화 추진 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 에너지 손실 저감, 신·재생에너지 생산을 통한 건축물 에너지사용량 제로화 ※ 대상 : 연면적 1,000㎡이상 신축 및 별도증축 공공건축물 • 평가지표 <ul style="list-style-type: none"> - 건축물에너지효율등급 1++이상 획득 - 에너지자립률 20%이상 달성 ○ 공공건축물 설계심사 및 컨설팅 시행 <ul style="list-style-type: none"> • 소규모 공공건축물 설계심사제 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 심사대상 : 추정사업비 2천만원 이상 ~ 2억 미만 - 심사내용 : 설계내역의 적정성 및 불필요한 예산낭비 요소 사전 심사 *인계동행정복지센터, 수원문화시설, 팔달구 문화센터, 수원시 사회복지타운, 지동행정복지센터, 고등동 행정복지센터 건립 추진 중

3) 수송

수송	
환경국	<ul style="list-style-type: none"> □ 수소경제·저탄소 모빌리티 도시 구현 <ul style="list-style-type: none"> ○ 수원형(도시집중형) 수소경제 생태계 구축 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 수원형 수소경제생태계 모델구축 관리계획 수립(2021~2025) • 수소차 충전인프라 네트워크 구축(동·서부권) • 수소 시범마을 조성사업 검토(건물·가정용 수소연료전지 보급) ○ 미래시장 선도 그린모빌리티 보급 확대 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 그린모빌리티 1,130대 보급(전기승용 500대, 전기이륜 100대, 전기화물 100대, 전기버스 100대, 전기택시 20대, 수소승용 300대, 수소택시 5대, 전기굴착기 5대) ○ 대기환경 개선사업 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 노후운행경유차 배출가스 저공해화 사업 9,190대(조기폐차지원 6,000대, 매연저감장치 부착 지원 3,000대, 건설기계 엔진교체 및 매연저감장치 지원 70대, LPG화물차 구입지원 120대) • 중소사업장 저녹스버너 교체 지원사업 12대, 가정용 보일러 지원사업 5,000대
안전교통국	<ul style="list-style-type: none"> □ 지구에게 쉼표, 생태교통문화 기반조성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 사람 중심의 안전한 인계동 중심상가 조성(2021 ~ 2022) 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 행안부 보행환경개선지구 공모사업 : L=1,900m, B=10m ○ 「수원형 자동차 없는 날」 공모사업 운영(75백만원) ○ 지구에게 쉼표, 생태교통마을 운영 <ul style="list-style-type: none"> • 「천천히, 오롯이 두발로」 공모전 개최 (그림 및 정크아트 공모전) • 「수원형 자동차 없는 날 청소년 기획단」 운영 (연 4회) • 생태교통 홍보물 제작 및 생태교통수단 이용 활성화 홍보

수송	
<p>□ 친환경 자전거 및 개인형 이동수단 활성화</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 방치자전거의 재탄생 공유사업(15백만원) 신규 ○ 수원형 무인대여자전거 확대추진(자전거친화도시조성) 약속 <ul style="list-style-type: none"> • 수원형 무인대여자전거(TAZO), 3자 협업(수원, KT, 옴니시스템), 3,000대 ○ 자전거이용 활성화 사업 지속 추진 : 4개사업, 342백만원 <ul style="list-style-type: none"> • 찾아가는 자전거&PM 안전교육, 도심 속 버려진 자전거 클린사업 • 행궁광장·광고산 자전거대여소, 화성따라 자전거타기 <p>□ 안전하고 편리한 자전거 이용환경조성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 자전거도로 및 이용시설 확충 정비 사업추진(자전거친화도시조성) 약속 <ul style="list-style-type: none"> • 관내 자전거도로 및 이용시설 유지관리 (L=326km, 250백만원) • 관내 자전거도로 노면보수 (L=2.5km, 165백만원) • 자전거이용시설 확충·정비 (111백만원) <p>□ 교통복지 증진을 위한 광역철도망 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 신수원선[인덕원~수원(13.7km)~동탄]복선전철 건설(2020~2026) 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 인덕원~수원~동탄간 복선전철 실시설계(2020~2021) ○ 신분당선 광교~호매실(9.7km) 건설 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 타당성 조사 및 기본계획 수립 용역(2020~2021) • 신분당선 역 추가·경유 타당성 조사용역(2020.9.~2021.9.) : 300백만원 ○ 지속가능한 장래 도시철도 네트워크 구축 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 도시철도 네트워크 구상 및 법정계획 반영 추진(2019~2023) ○ 수원트램 및 대중교통 전용지구 조성 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 대외 여건 변화에 따른 사업 추진 어려움, 사전 준비절차 이행 ○ 동탄도시철도(트램) 망포역 연장(L=1.17km, 298억원) <ul style="list-style-type: none"> • 동탄도시철도(트램) 기본계획 반영(2021) 및 타당성조사 추진(2021.~2022.) ○ 수원발 KTX 직결사업(2016~2024) : 현재 8회 ⇒ 36회 운영 <ul style="list-style-type: none"> • 직결사업(서정리역~지체역) 착공(2021), 개통(2024) ○ 수도권 광역급행철도[GTX-C:덕정~수원(74.8km)]건설(2018~2026) <ul style="list-style-type: none"> • 실시계획 승인 및 착공(2021) ○ 수인선 상부공간 주민편익시설 설치 완료(2021) 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 상부공간 공원화 조성, 보행입체시설(2개소), 협궤터널, 고색역 4번출구 설치 ○ 철도민원관련 대응추진 <ul style="list-style-type: none"> • 수서3호선 추진, 영통입구역, 구운역 및 광교역 경유 용역 추진 ○ 버스공영차고지 노후시설 개선(740백만원)~2개소(북부, 서부) <ul style="list-style-type: none"> • 세차시설 신축, CNG충전소 철거 및 전기충전기 설치 	

4) 폐기물

	폐기물
환경국	<ul style="list-style-type: none"> □ 시민편의를 위한 스마트 청결도시 조성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 대학생 생활폐기물 감량 선도 추진 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 대학생 대상 쓰레기 관련 강연회, 홍보 프로그램 운영 • 쓰레기 감량 영상콘텐츠 공모, 무단투기 현장체험 추진 ○ 쓰레기 줄이기 “유튜브 콘텐츠” 제작·홍보 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 시책 영상, 청소근로자 브이로그, 전문가 인터뷰 등 제작 ○ 쉽고 빠른 모바일 대형폐기물 수거서비스 실시 <ul style="list-style-type: none"> • 모바일 서비스 시범운영(상반기) 후 전면 실시(8월) ○ 청소 인프라 구축을 위한 입체정보 서비스 제공 <ul style="list-style-type: none"> • 다중밀집지역 등 청소취약지역 청소체계 모니터링 실시 • 도심 사각지대 청소지원 시스템 운영(로드킬, 무단투기 등) ○ 청소근로자 근로여건 개선사업 추진 <ul style="list-style-type: none"> • 청소차량 배기방향 전환 및 환경관리원 쉼터 개선 • 작업시간 조정, 안전장비 지급 등 근로자 안전관리 추진 □ 일회용품 없는 자원순환 선도도시 구현 <ul style="list-style-type: none"> ○ 유통포장재 감량, 자원순환 공유시스템 구축 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 자원순환 기반 배송거점 공유시스템 시범사업 추진(2020. 9월~) • 공동주택 단지 대상 사업지역 확대(2021. 3월~) ○ 또 써요! 수원 환경컵(가칭) 시민 사용 확대 <ul style="list-style-type: none"> • 다회용 공유컵 사용 단계적 확대 추진 • 재사용 촉진 시스템 구축 : 컵 회수 → 세척 → 공급 체계 마련 ○ 내실 있는 자원순환정책 지속 추진 <ul style="list-style-type: none"> • 찾아가는 자원순환정책 설명회, 유용폐자원 교환사업 등 추진 • 재활용 활성화를 위한 시민과 함께하는 나눔장터 운영 약속사업 □ 음식물쓰레기 감량 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> ○ 음식물쓰레기 RFID기기 안정적 유지관리 <ul style="list-style-type: none"> • RFID 종량제 기기 유지관리(458개 단지 4,559대) • RFID 종량제 기기 운영(시스템 통신료, 배출수수료 부과징수, 징수대행료 지급) ○ RFID 종량제 기기 전용수거용기 세척사업 추진 <ul style="list-style-type: none"> • 전용수거용기 6,200개, 월 1~2회 세척으로 위생관리 □ 안정적 시설 관리로 선진적 폐기물처리 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> ○ 시설개선을 통한 안정적인 폐기물처리 <ul style="list-style-type: none"> • 자원회수시설 대보수 추진(사업비 150,000백만원) <ul style="list-style-type: none"> ※ 영통지역 집단민원 대책 : 설명회 개최, 주민대표 구성 협의 등 이해 설득 ○ 신속한 화재복구 및 임시적환장 운영을 통한 재활용품 처리 <ul style="list-style-type: none"> • 자원순환센터 선별처리동 복구공사 추진(실시설계비 200백만원, 복구공사비 8,000백만원) • 탑동 임시적환장 운영(탑동 540-473번지)

폐기물	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수원하수처리장 하수찌꺼기 감량화 사업 <ul style="list-style-type: none"> • 통합 소화조 신설(36,094톤/일, 사업비 785억, 2024년까지) ※ 하수찌꺼기 감량 및 안정적 처리, 발생 매탄가스 활용을 통한 온실가스 저감

5) 녹지

녹지	
도시정책실	<ul style="list-style-type: none"> □ 도시기후지도 구축을 통한 그린뉴딜 기반 마련 <ul style="list-style-type: none"> ○ 수원 도시기후지도 구축 및 운영 방안 연구용역 추진 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 풍향·풍속, 온도, 자연·기후환경, 도시화 현황 등의 종합분석을 통해 도시기후지도 구축 • 기후지도를 기반으로 바람길 구축·도시녹화 등 환경계획 수립 및 운영관리 방안 마련
공원녹지 사업소	<ul style="list-style-type: none"> ○ 광고호수공원 시민의 숲 조성(특별조정교부금 500백만원) <ul style="list-style-type: none"> • 시민의 숲 조성 : 수목식재 느티나무, 이팝나무 등 • 광고호수공원의 우수한 자연자원을 활용하여 시민의 숲 조성 □ 녹시울 제고를 통한 시민 정서함양 <ul style="list-style-type: none"> ○ 실내온도 4~5℃ 낮추는 그린커튼 조성(400백만원) 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 그린커튼 조성을 통해 실내온도 낮춰 냉방에너지 절감에 기여 • 미세먼지 및 도시열섬화 현상 저감, 대기환경 개선, 녹시울 제고 ○ 시민 곁의 도시숲! 가로수길 조성 및 관리 <ul style="list-style-type: none"> • 테마 가로수길 조성 및 관리, 가로수 및 띠녹지 생태 가로숲 조성 • 한국전력공사와 협력하는 배전선로 저축 가로수 전정 (총사업비 550백만원, 업무협약에 따른 사업비 50% 지원) • 시민 봉사 및 전문가 재능기부로 가로수 관리 참여(23백만원) □ 푸른 숲, 청정한 산림 공간 조성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 산림자원 생태 보전(2,496백만원) <ul style="list-style-type: none"> • 산림사업(조림, 숲가꾸기) 추진(41ha), 산림병해충 방제(460ha) ○ 산림재해(산불, 산사태) 대책본부운영(1,754백만원) <ul style="list-style-type: none"> • 산불감시원 88명, 산불감시초소 및 감시탑 31개소, 감시카메라 21대 ○ 산림 내 숲길 및 시설물 유지관리(589백만원) <ul style="list-style-type: none"> • 광고산 부분 휴식년제 관리(3개구간, L=3.3km) • 산림 내 등산로 정비 및 생태복원(광고산 10코스, 칠보산 8코스) □ 수원생태 랜드마크 수원수목원 조성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 차별화된 고품격 수원수목원 조성(2015년~2022년) 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 시민의 힐링공간 수원수목원 조성(A=101,500㎡, 총사업비 73,830백만원) <ul style="list-style-type: none"> - 조성공사 추진(2020~2022) : 공사비 36,921백만원, 감리비 2,242백만원 • 수원수목원 양묘장 확대 운영(A=18,350㎡, 224백만원) □ 모두가 함께 어울리는 특색 있는 공원 조성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 장기 미집행 도시공원 보상 지속적 추진 <ul style="list-style-type: none"> • 조원공원, 일월공원, 인계3호공원, 지지대공원(13,516㎡ 11,957백만원) ○ 도시공원 조성사업 <ul style="list-style-type: none"> • 인계3호공원(3단계) 조성 (A=32,542㎡, 1,000백만원) <ul style="list-style-type: none"> - 산림이 풍부한 산지형 공원을 활용해 도심 속 여가공간 조성 • 노송공원(2단계) 조성 (A=44,347.2㎡, 2,500백만원)

녹지	
<ul style="list-style-type: none"> - 수원의 관문인 노송지대의 역사와 문화를 보존 □ 지속가능한 생태도시 조성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 수원델타플렉스 그린인프라 구축(2단계)(A=22,250㎡, 1,000백만원) 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 수원델타플렉스 주변 도시숲 조성을 통한 녹지 순기능 개선 • 미세먼지 저감 수원델타플렉스 그린인프라 구축(1,000백만원) ○ 수원 마을정원 조성사업(A=3,000㎡, 300백만원) 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 마을정원 조성을 통한 정원의 사회적 기능 및 역할 확대에 기여 • 정원 프로그램 운영을 통한 공공성 확대 및 공원 이용률 제고 □ 민관이 함께하는 녹지정책 추진 <ul style="list-style-type: none"> ○ 시민과 함께 가꾸는 공원관리 사업 <ul style="list-style-type: none"> • 「수원 공원사랑 시민참여단」자원봉사활동 전개 • 행복나눔 공동체 텃밭 관리운영(5개소, A=1,660㎡) • 「글빛누리공원 놀이학교」운영 □ 수요자가 중심되는 공원·녹지 <ul style="list-style-type: none"> ○ 공원녹지 컨설팅 지원단 운영 신규 <ul style="list-style-type: none"> • 공원조성계획 수립부터 준공 이후 인수인계까지의 전 과정에 수요자, 사업자, 유지관리부서 등과 소통을 통한 갈등 및 부실공사 방지 ○ 공원녹지 조성 관계자 역량강화 교육 <ul style="list-style-type: none"> • 역량강화 교육을 통한 공원녹지 조성 품질 확보 및 수요자 만족도 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 관계자(공직자, 용역사, 시공자 등) 분기별 교육 (연 4회, 120명) ○ 은행나무 가로수 관리 종합대책 <ul style="list-style-type: none"> • 은행나무 가로수 관리(은행나무 3,600주 교체 및 수종갱신) • 은행열매 인력·장비수거 병행 추진 □ 도시와 자연의 그린네트워크 구축 <ul style="list-style-type: none"> ○ 도시와 자연을 이어주는 그린네트워크 구축(174백만원) 약속사업 <ul style="list-style-type: none"> • 하천과 공원, 팔색길, 가로수, 시설녹지, 공한지 연결하는 녹지축 조성 • 광교산, 팔달산 등 거점지역 산림과 하천간 생태적 연결성 확보 	

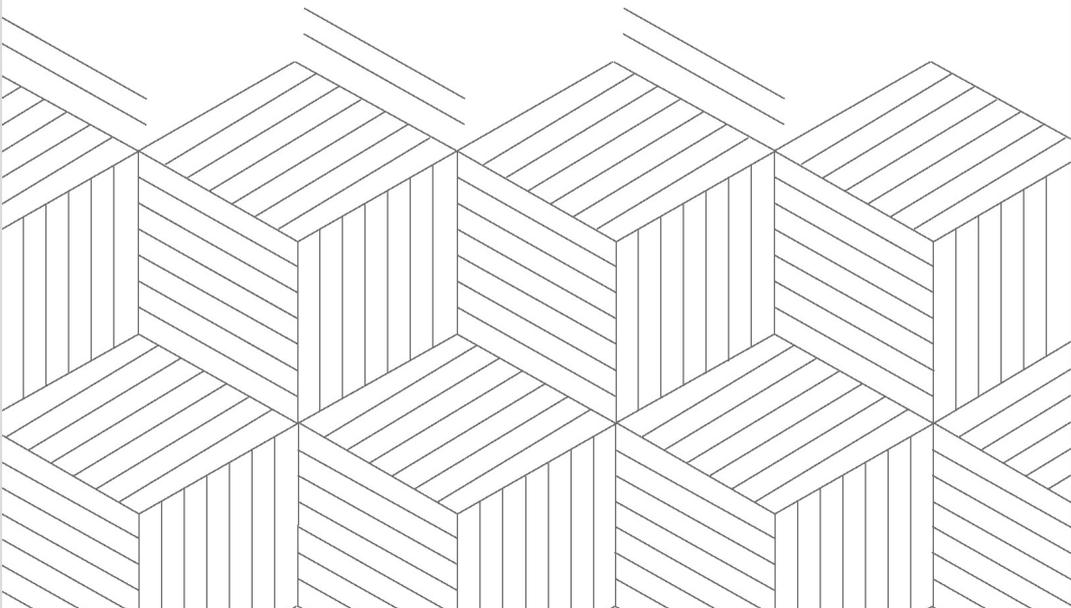
제6절 시사점

- 주요국의 탄소중립 선언 확산으로 기후변화 대응을 위한 국제사회의 움직임이 더욱 가속화될 전망이며, 우리나라는 모든 온실가스 감축 수단을 총동원해 기후변화에 적극 대응해야함
 - EU, 미국, 일본, 중국 등 전 세계 주요국들이 속속 탄소중립을 선언하고 있어, 기후변화 대응을 위한 온실가스 감축 압박이 한층 더 강화될 전망임
 - 우리나라도 발전, 산업, 수송 등 각 부문에서 화석연료 사용을 근본적으로 억제하고, 온실가스 배출이 없는 에너지원으로 전환하기 위한 노력을 보다 강화해야함
- 2020년 10월 대통령의 탄소중립 선언을 계기로 우리나라는 2020년 말 유엔기후변화 협약(UNFCCC) 사무국에 탄소중립을 담은 LEDS를 제출함
- 우리나라의 2050 탄소중립 전략은 탄소중립이라는 목표가 먼저 설정되고 구체적인 이행방안에 대한 검토가 후속작업으로 진행되는 형태의 하향식 수립방식임
- 탄소중립 전략은 비전, 기본방향, 부문별 비전 및 개략적인 전략, 이행기반 마련을 위한 혁신 방안, 향후 계획 등을 중심으로 다소 개략적으로 제시됨
- 국제 탄소중립도시연맹(CNCA)에 가입되어 있는 도시들 중에서도 실질적인 실천계획을 수립하고 정량적인 목표를 제시한 도시(예: 코펜하겐)가 있는 반면, 목표는 수립하였으나 연도별 정량적 달성목표는 없는 도시(예: 암스테르담)도 있었음.
- 구체적인 목표를 제시하고 과거 대폭 감축한 경험을 바탕으로 탄소중립도시 목표를 선언한 코펜하겐의 경우 이미 2015년 2005년 대비 45%를 감축하였기에, 나머지 55% (약 1200천톤)를 감축하고자 계획했음
- 파격적인 온실가스 감축을 위해서 선진 도시들은 주로 신재생에너지 생산(예: 덴마크 코펜하겐의 풍력 발전, 미국 볼더의 수력 발전, 호주 애들레이드의 태양광 등)을 통해 화석연료 사용을 낮추는 정책을 도입하였음
- 이미 국가 전기에너지 생산 기반이 신재생에너지로 갖춰진 경우 도시 (예: 덴마크 코펜하겐) 규모에서 성공적으로 온실가스 감축목표를 달성할 수 있었음
- 우리나라 2050 탄소중립 시나리오안(관계부처합동, 2021.10.08.)이 발표되었으며, 국내 순배출량을 0으로 하는 2개 시나리오로 구성
 - △화력발전 전면 중단 등 배출 자체를 최대한 줄이는 A안, △화력발전이 잔존하는 대신 CCUS 등 제거기술을 적극 활용하는 B안 제시
- 권필석(2021)의 탄소중립 시나리오 연구에 의하면 2050년 기후중립은 가능하지만 상당한 수준의 재생에너지 확대가 필요하고 재생에너지 확대에 속도를 내야하는 것으로

나타남. 또한 에너지 효율향상 및 전력화를 통해서 현재 수준의 에너지 소비를 절반 혹은 그 이상으로 줄여야 함

제3장 수원시 여건 및 온실가스 배출현황 분석

- 제1절 수원시 현황 및 여건 분석
- 제2절 수원시 온실가스 인벤토리 분석 및 고찰
- 제3절 수원시 탄소중립 여건 요약



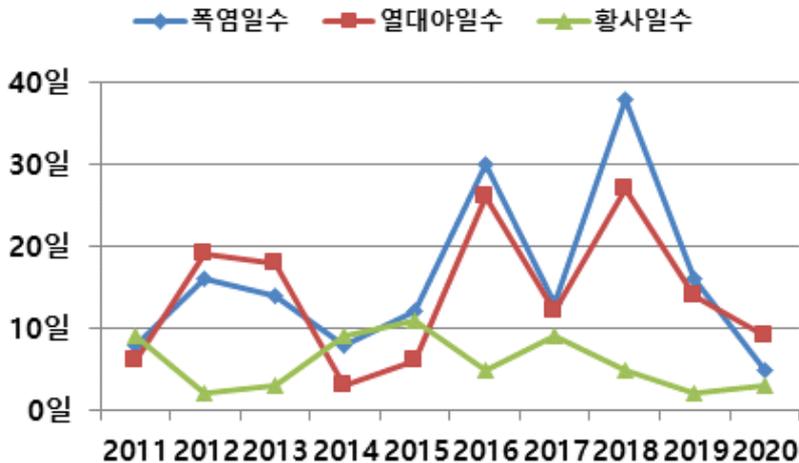
제3장 수원시 여건 및 온실가스 배출현황 분석

제1절 수원시 현황 및 여건 분석

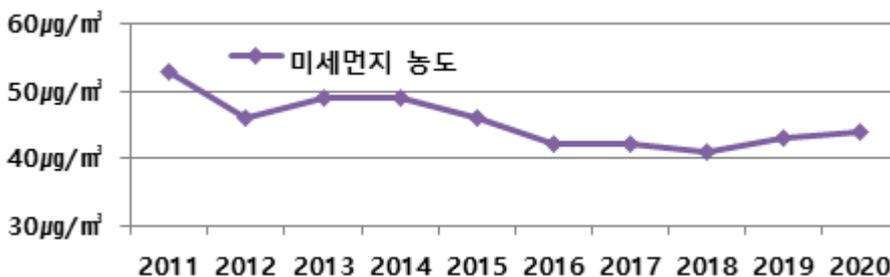
1. 기후 여건 및 전망

- 수원시 폭염과 열대야 일수를 2011년부터 보면 점차 증가하는 추세이며 황사 일수는 감소하는 추세임
- 미세먼지 농도는 감소하는 추세를 보이고 있음

〈그림 3-1〉 수원시 폭염·열대야·황사 일수

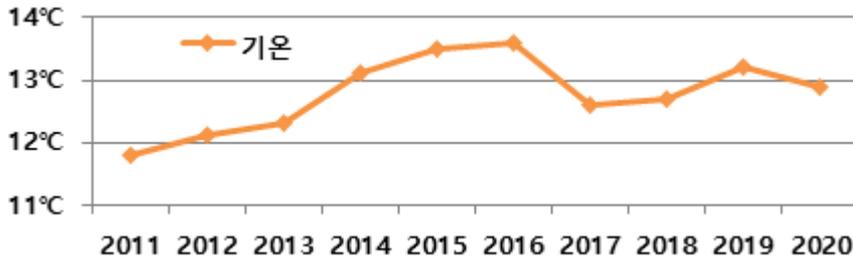


〈그림 3-2〉 수원시 미세먼지 농도 추이



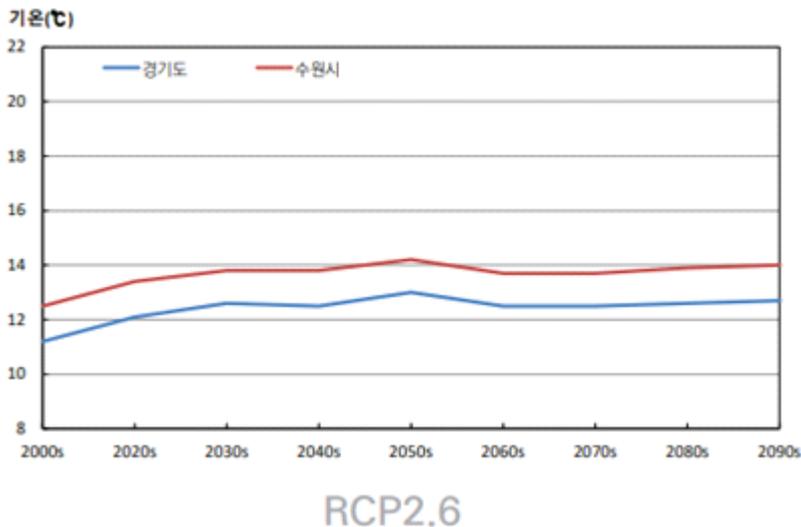
- 수원시 연평균 기온은 점차 증가하고 있는 것으로 나타났다. 2020년 연평균 기온은 12.9°C이며 2011년 11.8°C에서 1.1°C도 상승함

〈그림 3-3〉 수원시 연평균 기온



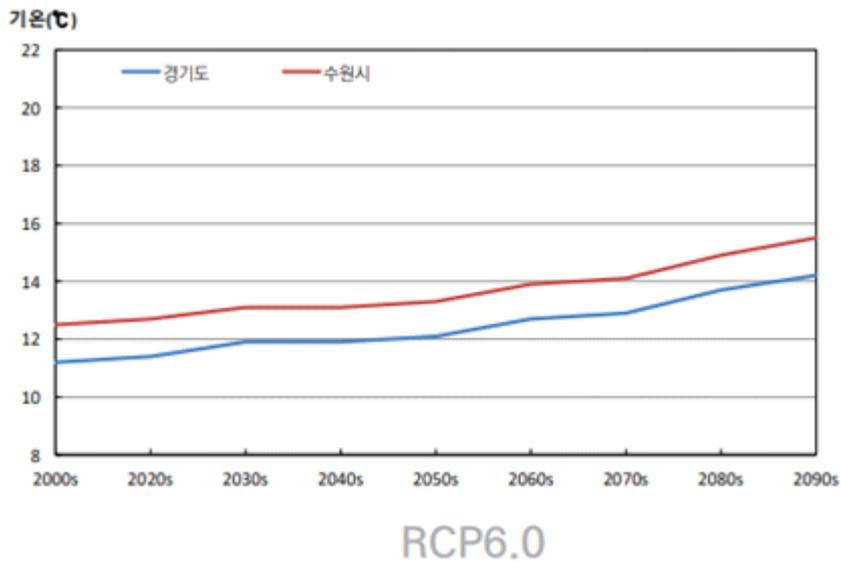
- 기온변화 경향
 - 온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 RCP6.0 시나리오에서 수원시 연평균기온은 현재 대비 2040년대에 0.6°C, 2090년대에 3.0°C 상승할 것으로 전망됨
- 온실가스 감축정책 실현정도 비교
 - 온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는(RCP6.0) 경우와 비교하면 온실가스 감축으로 지구 스스로가 회복 가능한(RCP2.6) 경우, 현재 대비 2090년대 수원시의 연평균기온 상승폭은 1.5°C 줄어들 것으로 전망됨

〈그림 3-4〉 경기도와 수원시의 연평균기온(°C) 시계열(RCP2.6)



자료: 기상청(2017). 신기후체제 대비 경기도 수원시 기후변화 상세 분석 보고서

〈그림 3-5〉 경기도와 수원시의 연평균기온(°C) 시계열(RCP6.0)



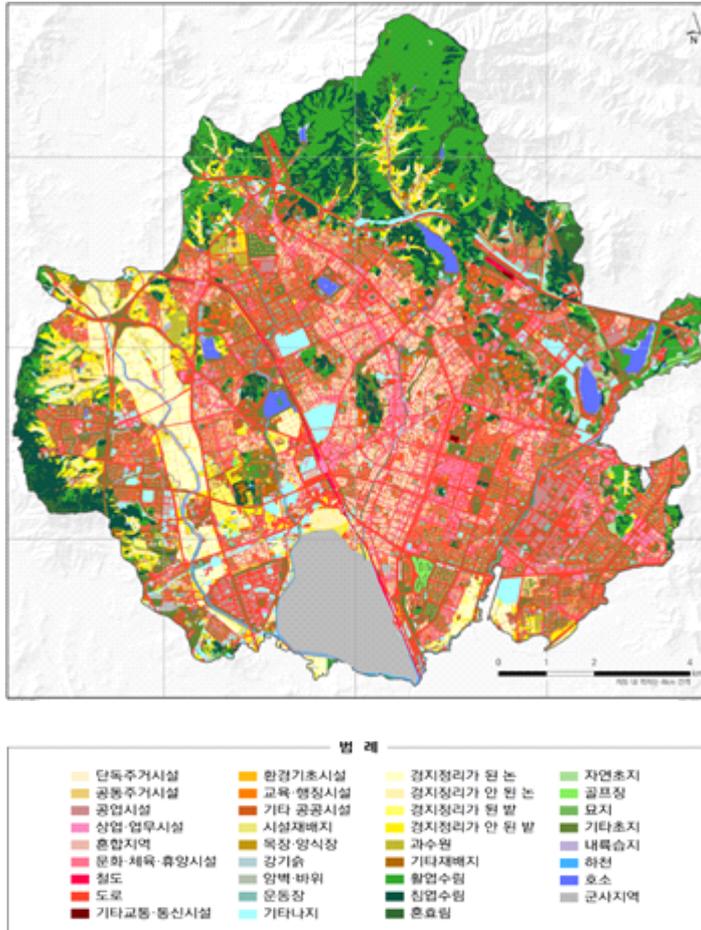
자료: 기상청(2017). 신기후체제 대비 경기도 수원시 기후변화 상세 분석 보고서
 시나리오 RCP2.6: 인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우
 시나리오 RCP6.0: 온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우

2. 지리적 및 사회적 여건

1) 녹지현황

- 비오톱 대분류의 토지피복 현황: 녹지와 불투수 지역이 대부분
 - 녹지 44.7%, 불투수 43.2%, 투수 5.7%, 수공간 1.7%, 군사시설 4.7%
- 불투수 지역은 주거, 상업, 교통지역이 주를 차지
- 당수지구, 효행지구, 군공항이전부지 등 개발 가능성 존치

〈그림 3-6〉 수원시 토지피복도



자료: 수원시정연구원(2020), 수원시 도시생태현황도를 위한 도시환경 관리방안

2) 지목별 현황

- 2019년 기준 지목별 토지이용현황은 대지가 32.78km²로서 전체면적의 27.1%를 차지하고 있으며, 그 다음은 임야 25.50km²(21.1%), 도로 15.52km²(12.8%), 답 9.61km²(8.9%)의 순으로 토지이용이 이루어짐
- 2014년부터 지목별 현황 추이를 보면 전, 답, 임야 면적은 감소하고 대지와 도로, 공원 면적은 증가하고 있음

〈표 3-1〉 지목별 현황

구분	계	전	답	임야	대지	공장 용지	도로	공원	잡종지	기타	
2014	면적(km ²)	121.05	7.84	11.84	26.00	31.64	3.38	14.78	5.66	6.41	13.50
	구성비(%)	100.0	6.5%	9.8%	21.5%	26.1%	2.8%	12.2%	4.7%	5.3%	11.2%
2015	면적(km ²)	121.05	7.82	11.46	25.98	31.85	3.32	14.83	5.83	6.44	13.52
	구성비(%)	100.0	6.5%	9.5%	21.5%	26.3%	2.7%	12.3%	4.8%	5.3%	11.2%
2016	면적(km ²)	121.05	7.85	11.04	25.96	31.99	3.47	14.94	5.85	6.44	13.52
	구성비(%)	100.0	6.5%	9.1%	21.4%	26.4%	2.9%	12.3%	4.8%	5.3%	11.2%
2017	면적(km ²)	121.05	7.60	10.36	25.87	32.34	3.40	15.32	6.08	6.47	13.60
	구성비(%)	100.0	6.3%	8.6%	21.4%	26.7%	2.8%	12.7%	5.0%	5.3%	11.2%
2018	면적(km ²)	121.04	7.64	10.08	25.54	32.44	3.40	15.41	6.33	6.46	13.75
	구성비(%)	100.0	6.3%	8.3%	21.1%	26.8%	2.8%	12.7%	5.2%	5.3%	11.4%
2019	면적(km ²)	121.09	7.63	9.61	25.50	32.78	3.39	15.52	6.51	6.44	13.72
	구성비(%)	100.0	6.3%	7.9%	21.1%	27.1%	2.8%	12.8%	5.4%	5.3%	11.3%

자료: 수원기본통계(2019년 기준)

3) 녹지 조성 현황

〈표 3-2〉 시설녹지 현황

시설명	결정면적(m ²)	조성(m ²)			미조성(m ²)
		계	완료	조성중	
계	1,652,517.40	1,554,116.90	1,392,527.70	161,589.20	98,400.50
완충녹지	1,157,108.90	1,090,382.40	944,395.20	145,987.20	66,726.50
경관녹지	427,780.50	419,390.50	411,924.50	7,466.00	8,390.00
연결녹지	67,628.00	44,344.00	36,208.00	8,136.00	23,284.00

자료: 수원시청 홈페이지

- 학교숲은 전체 203개소 중 143개소 조성됨(70% 조성율)
 - 자연적인 학습공간을 제공하여 청소년들의 정서함양을 도모하고, 지역주민에게는 여가공간 및 쉼터를 제공
 - 녹색네트워크의 거점숲 역할

〈표 3-3〉 학교 숲 추진현황

구분	계	초등학교	중학교	고등학교	특수학교	평생교육시설
학교수	203	99	56	44	3	1
완료	143	73	41	28	1	-
미조성	60	26	15	16	2	1
사후관리	71	29	22	20	-	-

- 미세먼지 저감 도시숲 조성
 - 수원시 미세먼지 저감 도시숲 매뉴얼 참고하여 미세먼지 저감 수종을 선정하여 조성
 - 황구지천과 증보들공원, 서호천을 연결하는 녹지축을 만들어 산업단지로부터 유입되

는 미세먼지의 차단숲 역할을 하도록 조성 진행 중

- 교목 300주, 관목 30,000주 식재 등
- 공공 주도 개발시 미세먼지 저감위한 띠녹지 및 도심숲 조성하도록 권고
- 생활환경숲
 - 수원시는 생활환경숲(도시 공한지, 공공공지, 주택 및 공동주택 주변, 인공지반 및 건물 등의 공간에 도시숲을 조성하고있음(호매실 생활환경숲, 보훈원 무궁화동산 등)
- 그린커튼
 - 건물 창가에 녹색식물(나팔꽃, 풍선초 등)을 식재하여 여름철 태양광을 차단하는 그린 커튼 조성사업 시행하고 있음(수원시청, 수원시공원녹지사업소, 팔달구청 등)

〈그림 3-7〉 녹지조성면적



4) 녹지 탄소 흡수량

- 환경부 도시생태계 건강성 증진 기술개발사업 중 도시생태계 탄소저장량 평가기술 연구결과 도시생태계 고해상도(30m급) 탄소저장량을 산정한 바 있음(경희대학교, 2020).
- 수원시 내 정주지역을 대상으로 1m급 토지피복분류체계를 이용하여 30m 격자 내 도시녹지 면적을 계산함

〈그림 3-8〉 30m 격자 내 수목면적 비율 산정 예시



자료: 경희대학교 산학협력단(2020)

- 국가 고유계수를 활용한 Tier 2 방법을 적용하여 수원시 정주지 내 탄소저장량을 산출함

$$\text{탄소 순 흡수량} = \Delta V \times D \times BEF \times (1 + R) \times CF$$

ΔV 은 임목 순 성장량(m^3)을 의미하며, D 는 목재 기본밀도, BEF 는 바이오매스 확장계수, R 은 뿌리함량비, CF 는 바이오매스가 탄소로 전환되는 탄소전환계수 (IPCC 기본값 = 0.5)를 의미함

〈표 3-4〉 국가 고유계수를 임상별로 평균한 탄소 배출 계수

	목재 기본밀도(D)	바이오매스 확장계수(BEF)	뿌리함량비(R)	탄소전환계수(CF)
침엽수	0.46	1.43	0.27	0.5
활엽수	0.68	1.51	0.36	0.5
혼합림	0.57	1.47	0.315	0.5

자료: GIR(2019). National Greenhouse Gas Inventory Report of Korea

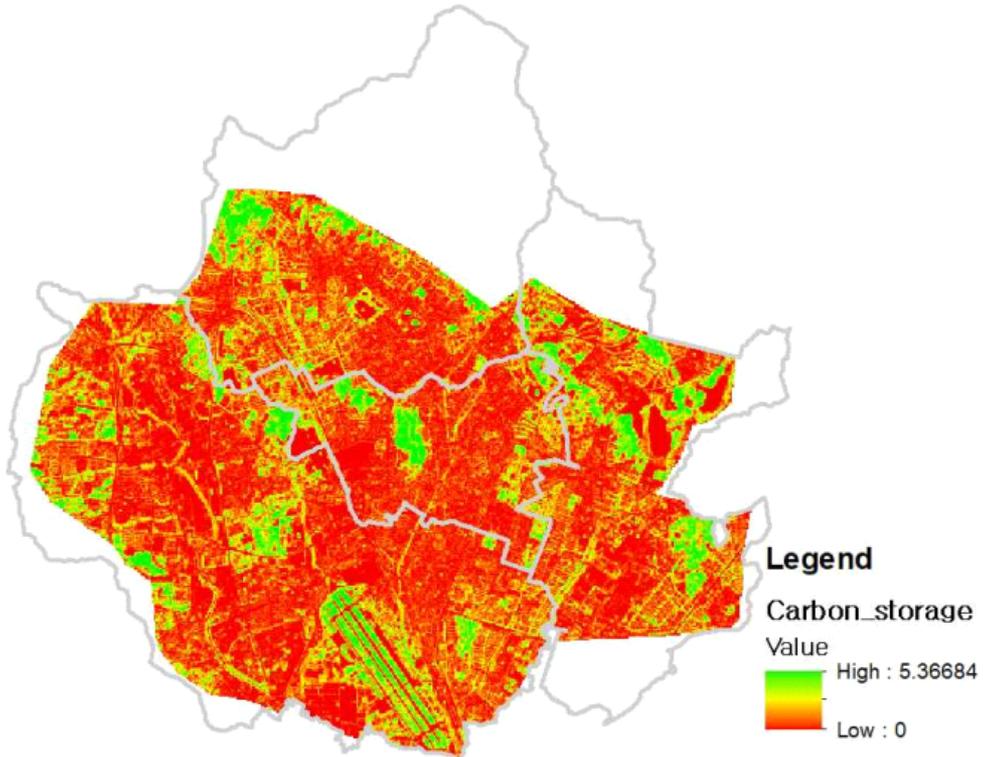
- 수원시 탄소저장량 산정을 위해 국가 온실가스 인벤토리 작성 시 사용되는 국제 표준 탄소 순 흡수량 산정식을 이용하였음. 경희대학교(2020)는 산림청의 2015 산림 기본통계에 따른 수원시 산림 임목축적 통계 값인 $135.3 m^3/ha$ 를 사용하여 해당 과정을 단순화해주었음. 또한, 도시 수목의 경우 산림과 비교하면 성장량이 적고, 지속적인 수형 관리하는 점을 고려하여 0.8을 곱하여 도시 임목 순 성장량을 산정하였음.

$$\text{도시임목순성장량} = 0.8 \times \text{임목면적}(ha) \times \text{임목축적}(m^3/ha)$$

- 토지피복 및 이용도를 활용하여 도시수목면적으로 도출하고 이를 토대로 임목 순성장

량을 계산하였음. 수원시 정주지 전역에 대한 CNN 기반 탄소저장량은 총 $1.221 \times 10^5 \text{tC}$ 으로 단위면적당 평균 탄소저장량은 13.581 tC/ha로 나타났음

〈그림 3-9〉 수원시 정주지 내 탄소저장량 지도

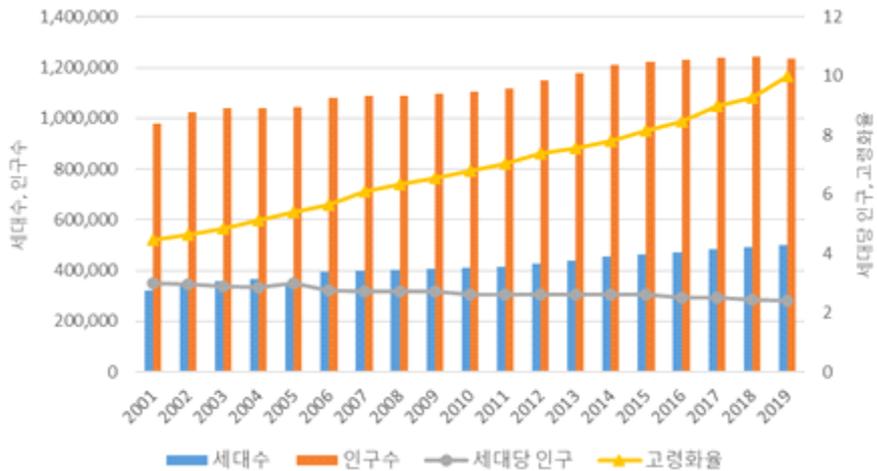


자료: 경희대학교 산학협력단(2020)

5) 인구현황 및 전망

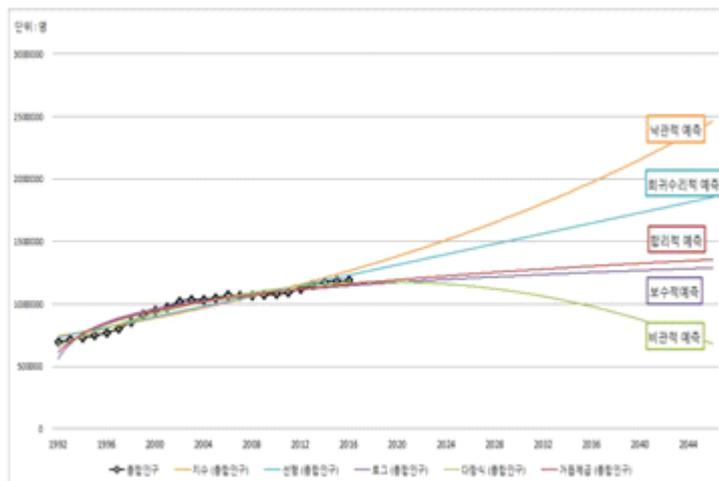
- 수원시 인구와 세대수는 증가하고 있으나 세대당 인구수는 감소하고 있음
 - 인구는 2001년 978,698명에서 2019년 1,235,022명으로 26% 증가함
 - 세대당 인구수는 2001년 3명에서 2019년 2.39명으로 감소함
- 고령화율(65세 이상 인구비율)은 2001년 4.4%에서 2019년 10%로 2배 이상 증가함

〈그림 3-10〉 수원시 인구 변화



- 조용준(2016)의 연구에서 2045년 수원시 인구는 5가지 시나리오로 예측하였음
 - 비관적 예측으로는 714,983명, 낙관적 예측 2,404,477명, 보수적 예측 1,284,737명, 합리적 예측 1,349,497명, 회귀수리적 예측 1,834,167명으로 예측함

〈그림 3-11〉 시나리오별 인구예측



자료: 조용준(2016). 2045 수원시 인구추계 모형 개발 및 예측연구

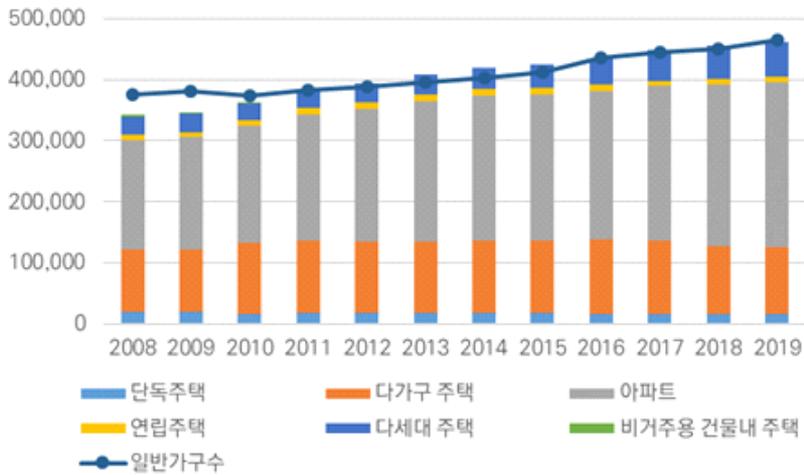
6) 주거형태

- 수원시는 2019년 기준 주택수는 461,215호이고 일반가구수는 464,406임. 아파트가 계속 증가추세이며 전체 주택유형 중 60%가 아파트임

〈표 3-5〉 주택현황

연별	일반가구수	주택수						
		합계	단독주택	다가구 주택	아파트	연립주택	다세대 주택	비거주용 건물내 주택
2008	374,871	341,836	19,461	102,713	178,636	8,814	29,659	2,553
2009	381,096	346,610	19,304	103,552	182,494	8,830	29,877	2,553
2010	374,008	362,901	17,165	115,868	190,924	10,150	26,842	1,952
2011	382,584	381,463	18,774	116,972	207,367	10,460	27,890	0
2012	389,115	393,636	18,140	116,474	218,124	10,539	30,359	0
2013	395,757	409,121	17,909	117,700	229,755	10,629	33,128	0
2014	402,512	419,737	17,535	118,874	237,232	10,635	35,461	0
2015	411,267	424,217	17,490	119,697	238,739	10,588	37,703	0
2016	436,304	433,105	17,103	120,547	243,125	10,702	41,628	0
2017	445,309	449,187	15,824	120,752	252,852	8,456	51,303	0
2018	450,819	455,434	15,600	111,653	264,809	8,593	54,779	0
2019	464,406	461,215	16,422	109,494	270,232	9,027	56,040	0

〈그림 3-12〉 수원시 주택 현황



7) 건물

- 수원시 건축물 60,310동 중 상업용 건축물은 12,611동으로 21%를 차지함
- 30년 이상된 노후 건축물은 전체 건물 중 43%를 차지함

〈표 3-6〉 수원시 건축물 용도별 30년 이상 건물 수

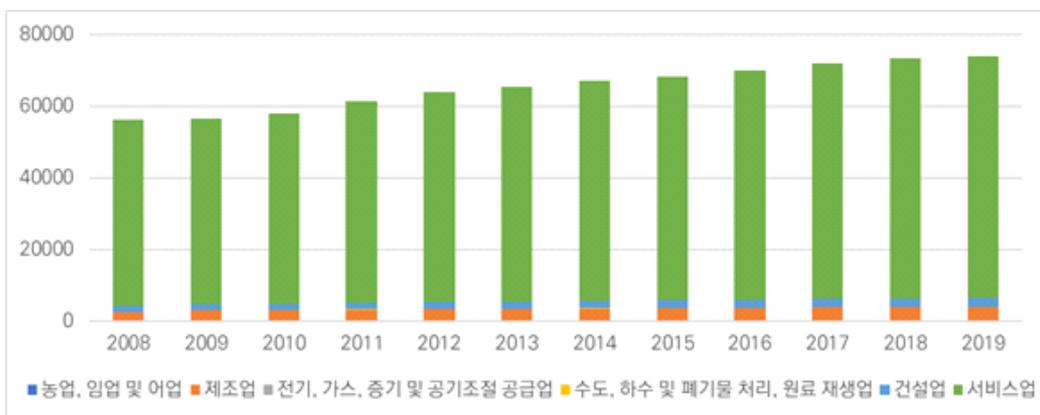
용도별	30년 이상	전체
주거용	20,744	43,498
상업용	4,069	12,611
농수산용	90	212
공업용	220	702
공공용	124	484
기타(창고, 자원순환관련시설)	225	606
문교사회용(문화 및 집회, 교육연구, 의료시설, 종교시설 등)	435	2,197
계	25,907	60,310

8) 서비스업 비중

- 수원시의 서비스업 사업체는 증가하는 추세이나 서비스업이 수원시 사업체에서 차지하는 비율 2008년 92%, 2019년 91%로 큰 변화 없음

※ 서비스업: 도매 및 소매업, 운수 및 창고업, 숙박 및 음식점업, 정보통신업, 금융 및 보험업, 부동산업, 전문, 과학 및 기술 서비스업, 사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정, 교육 서비스업, 보건업 및 사회복지 서비스업, 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업, 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업

〈그림 3-13〉 수원시 사업체 수 현황



3. 에너지 여건

1) 연료별 분야별 에너지 소비량

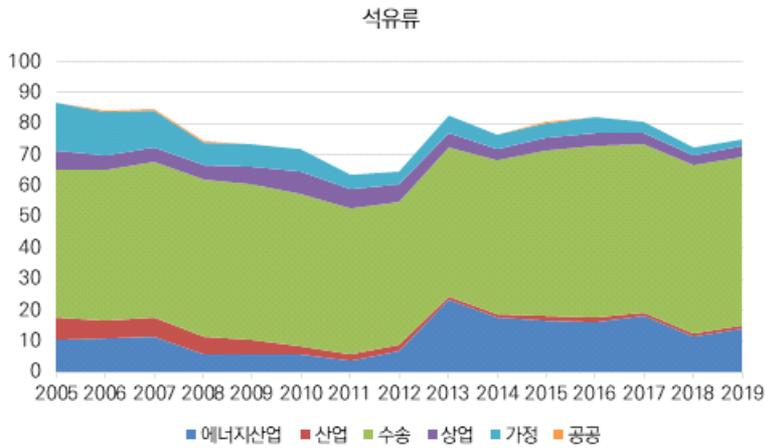
- 수원시 석유류 소비량은 2019년 총 75.1만TOE이고, 수송부문에서 72.3%로 높은 비율을 차지하고 있음
 - 가정부분에서 2005년 17.7%에서 2019년 3.0%로 감소

〈표 3-7〉 분야별 석유 소비량

(단위 : 만TOE)

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	비율(%)	
								2005	2019
에너지산업	10.5	5.9	16.7	16.1	18.0	11.4	13.9	12.1	18.5
산업	7.3	2.2	1.3	1.4	1.3	1.0	1.0	8.4	1.3
수송	47.4	49.5	53.5	55.5	54.0	54.1	54.3	54.5	72.3
상업	6.0	6.9	3.8	3.9	3.7	3.3	3.7	6.9	4.9
가정	15.4	7.3	5.0	5.2	3.5	2.6	2.2	17.7	3.0
공공	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.5	0.0
합계	86.6	71.8	80.3	82.1	80.5	72.4	75.1	100.0	100.0
'05년 대비		-16.9%	-7.1%	-5.2%	-7.0%	-16.3%	-13.3%		

자료: 수원시 기후대기과 내부자료



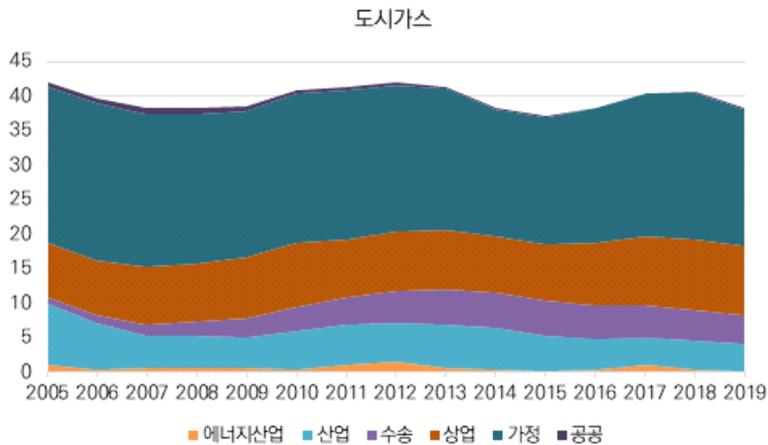
- 도시가스 소비량은 2019년 40.5만TOE이고 가정에서 51.9%의 큰 비중을 차지하며 그 다음으로 상업에서 26.2%의 비율을 보임

〈표 3-8〉 분야별 도시가스 소비량

(단위 : 만TOE)

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	비율(%)	
								2005	2019
에너지산업	1.1	0.4	0.1	0.3	1.0	0.4	0.2	2.6	0.4
산업	8.7	5.6	5.0	4.5	4.0	4.1	3.9	20.7	10.1
수송	1.1	3.5	5.1	4.8	4.7	4.5	4.2	2.6	11.0
상업	7.8	9.2	8.2	9.2	9.9	10.2	10.0	18.5	26.2
가정	22.5	21.8	18.5	19.4	20.6	21.3	19.9	53.4	51.9
공공	0.8	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.9	0.5
합계	41.2	40.5	36.9	38.2	40.2	40.5	40.5	100.0	100.0
'05년 대비		-1.7%	-10.4%	-7.3%	-2.4%	-1.7%	-1.7%		

자료: 수원시 기후대기과 내부자료



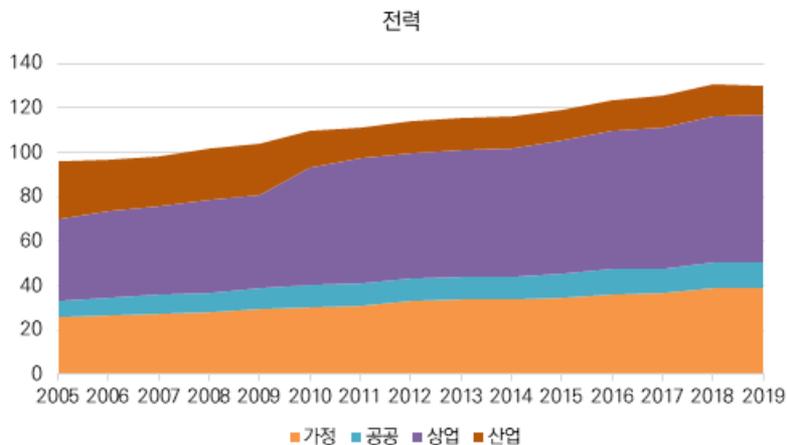
- 수원시 전력 소비량은 2019년 130.2만TOE이고 상업부분에 51.2%로 가장 높은 비율을 차지하였으며 그 다음으로 가정에서 29.6%의 소비비율을 보임

〈표 3-9〉 분야별 전력 소비량

(단위 : 만TOE)

〈전력〉	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	비율(%)	
								2005	2019
가정	26.1	30.5	34.6	36.1	36.6	39.1	38.5	27.2	29.6
공공	7.1	10.1	10.5	11.1	11.2	11.4	11.6	7.4	8.9
상업	36.8	52.4	60.1	62.9	63.6	66.2	66.7	38.3	51.2
산업	26.1	16.8	14.0	13.7	14.1	14.2	13.4	27.2	10.3
합계	96.1	109.8	119.3	123.8	125.6	130.8	130.2	100.0	100.0
'05년 대비		14.2%	24.0%	28.8%	30.5%	36.0%	35.4%		

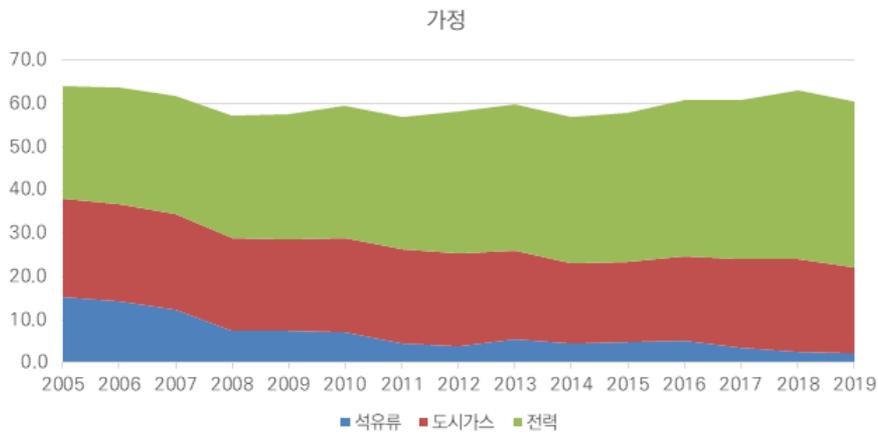
자료: 수원시 기후대기과 내부자료



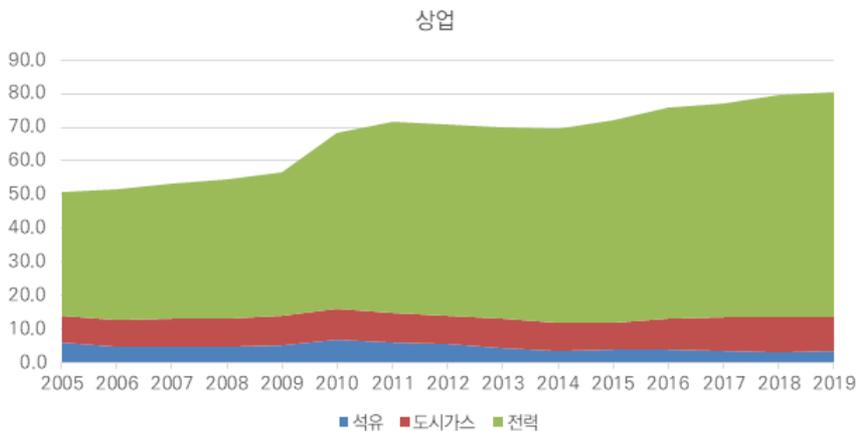
2) 부문별 에너지 유형에 따른 소비 추이

- 부문별 에너지 소비량 추이를 보면 가정은 전력이 대부분을 차지하고 있으며 사용량은 큰 증감없음. 석유류의 사용이 크게 줄었음
- 상업에서 전력사용량이 크게 증가하고 있으며 산업 부분에서는 에너지 사용량이 감소하고 있으며 특히 석유류의 소비량이 크게 줄었음
- 수송 부분에서는 경유사용량이 증가하는 추세임
- 공공 부분은 대부분 전력사용량이며 에너지소비량은 증가하고 있음
- 에너지 산업 부분에서도 소비량이 증가하고 있으며 LNG 사용량이 대부분을 차지함

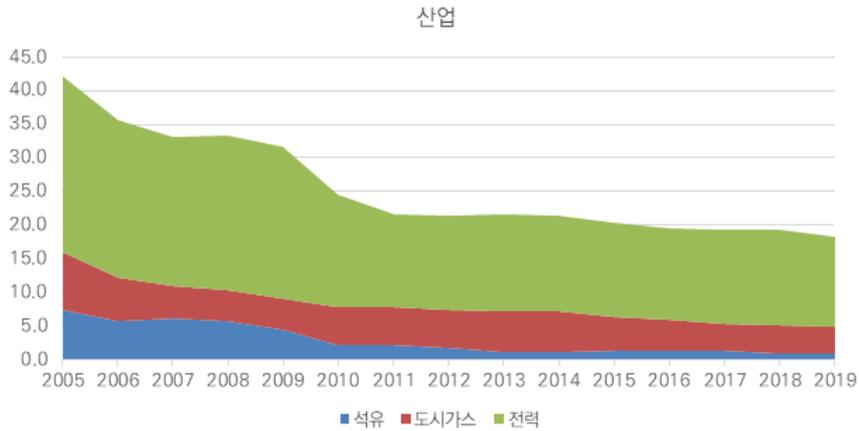
〈그림 3-14〉 가정 부분 에너지 소비량(만TOE)



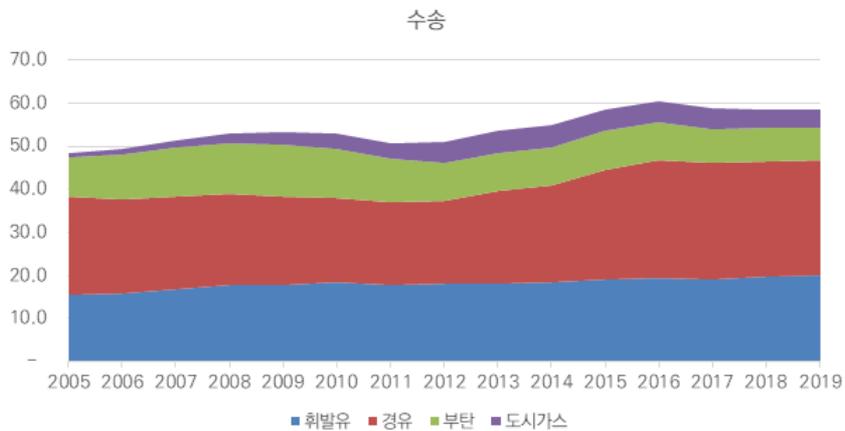
〈그림 3-15〉 상업 부분 에너지 소비량(만TOE)



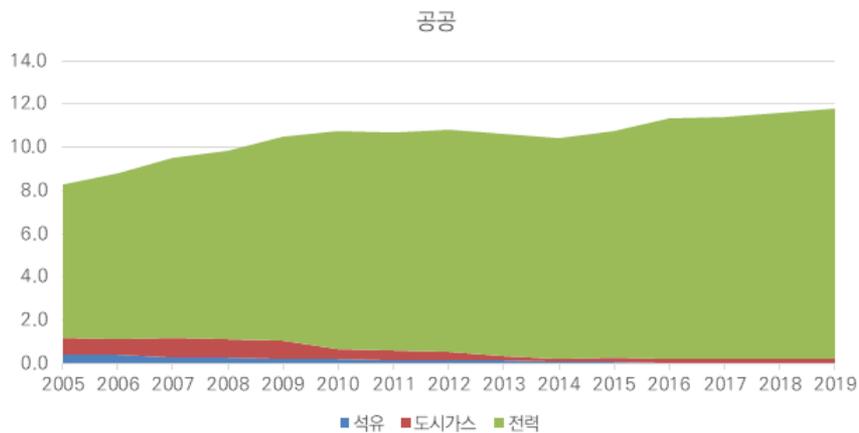
〈그림 3-16〉 산업 부문 에너지 소비량(만TOE)



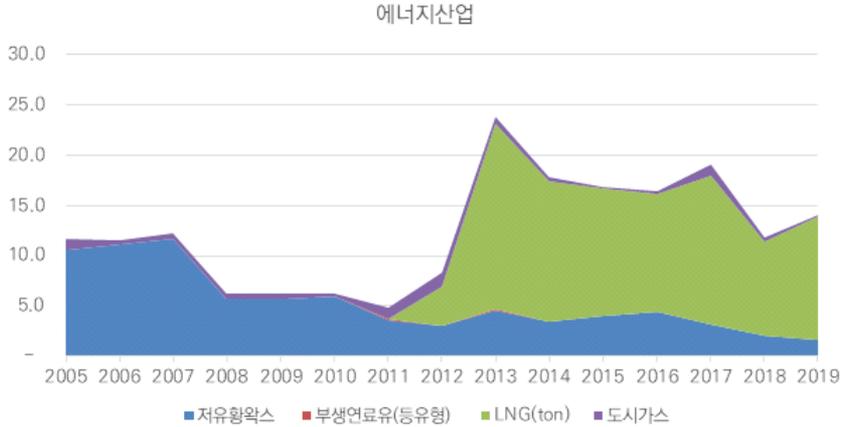
〈그림 3-17〉 수송 부문 에너지 소비량(만TOE)



〈그림 3-18〉 공공 부문 에너지 소비량(만TOE)



〈그림 3-19〉 에너지 산업 부분 에너지 소비량(만TOE)



3) 1인당 에너지 소비량

- 수원시의 총 에너지소비량은 증가하고 있으나 1인당 에너지 소비량은 2005년에 2.13 TOE/인에서 2019년 1.97 TOE/인으로 감소하였음

〈표 3-10〉 1인당 에너지 소비량

연도	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TOE/인	2.13	2.04	2.03	1.96	1.97	2.02	1.94	1.92
연도	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
TOE/인	2.03	1.91	1.94	1.98	1.99	1.96	1.97	

4) 신재생에너지 현황

- 수원시 신재생에너지 총 설비용량은 2005년부터 증가하고 있으며 2018년 3,572kW임

〈표 3-11〉 신재생에너지 총 설비용량

(단위 : KW)

구분	2005	2010	2015	2016	2017	2018	계
합 계	634	410	2,460	1,998	2,193	3,572	27,549
공 공	81	265	1,441	1,388	923	1,667	17,949
민 간	553	145	501	306	334	888	4,291
발전사업	0	0	519	303	935	1,017	5,309

※ 태양광, 태양열, 지열, 수소연료전지, 바이오매스, 폐기물, 소수력, 풍력 등 시설용량을 KW로 환산

자료: 수원시 기후대기과 내부자료

- 사업별 현황을 보면 용량으로는 학교에서 10,514kW로 가장 높으며 개소수로는 주택지 원사업에서 781개소로 가장 많음

〈표 3-12〉 신재생에너지 사업별 현황

(단위 : KW)

구분	공공건물	사회복지	학교	주택지원	건물지원	소형태양광	민간발전	나눔시민햇빛	합계
용량(KW)	7,271	164	10,514	2,893	1,251	147	3,610	1,700	27,549
개소수	130	52	83	781	30	552	48	12	1,688

자료: 수원시 기후대기과 내부자료

- 신재생에너지 생산량은 태양광에서 4,418TOE, 폐기물에서 1,701TOE, 지열 950TOE 등의 순으로 나타났음

〈표 3-13〉 신재생에너지 시설별 설비용량 및 에너지생산량

구분	태양광	지열	태양열	연료전지	바이오-펠릿	폐기물	소수력	합계
용량(KW)	14,148	12,025	1,184	28	29	120	15	27,549
비율(%)	51.4%	43.7%	4.3%	0.1%	0.1%	0.4%	0.1%	100.0%
생산량(ton)	4,418	950	107	79	6	1,701	11	7,272
비율(%)	60.8%	13.1%	1.5%	1.1%	0.1%	23.4%	0.2%	100.0%

자료: 수원시 기후대기과 내부자료

- 수원시 전력에너지 자립도는 2018년 기준 10.1%이고 2017년 대비 5.9% 감소하였음
- 신재생에너지 발전율은 3.4%이고, 보급률은 0.3%로 매우 낮음

〈표 3-14〉 전력 에너지 자립도 및 신재생에너지 보급율

(단위 : GWh)

구분	2005	2010	2015	2016	2017	2018	
사용량	소 계(A)	4,180.2	4,774.4	5,192.6	5,386.9	5,466.7	5,696.4
	한 전	4,180.1	4,773.3	5,185.0	5,378.6	5,457.1	5,684.2
	신재생	0.1	1.2	7.5	8.4	9.6	12.3
발전량	소 계(B)	160.5	125.8	780.1	728.4	876.7	572.6
	열병합	160.4	124.6	768.4	715.5	861.3	553.1
	신재생(C)	0.1	1.2	11.7	12.9	15.4	19.5
자립도(B/A*100)	3.8%	2.6%	15.0%	13.5%	16.0%	10.1%	
신재생발전율(C/B*100)	0.1%	1.0%	1.5%	1.8%	1.8%	3.4%	
신재생보급율(C/A*100)	0.0%	0.0%	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	

※ 신재생 : 발전량 예측값 적용(효율 15.5% 적용), [사용량 : 계통연계형 용량, 발전량 : 신재생 총용량]

※ 신재생 사용량 : 계통연계형, 신재생 발전량 : 계통연계형 + 발전사업

자료: 수원시 기후대기과 내부자료

5) 에너지 공급 분야 여건

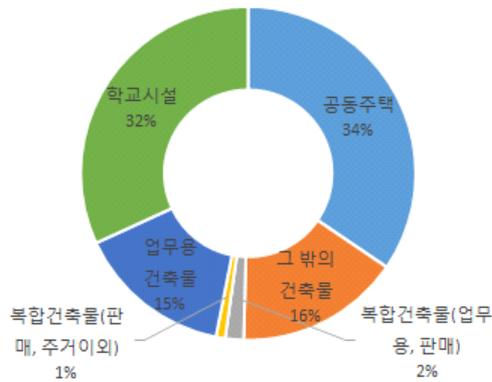
- 수원시는 에너지자립도가 매우 낮은 도시로 열병합발전소와 일부 신재생에너지 발전시설 외 전력 에너지 공급 주체는 아님
- 수원시는 중앙에서 생산·제어하는 전력에너지를 주로 사용하고 있어 자체 발전시설을 설치하기 어려우며, 높은 도시화율과 낮은 유희부지, 내륙도시라는 특성상 풍력이나 태양광과 같은 신재생에너지 생산 잠재력이 낮음

- 더욱이 수원시는 전기에너지 대부분을 중앙 발전(화력발전소+원자력발전소 등)시설로부터 받아 사용하기에, 국가의 획기적인 에너지 전환정책이 없이는 수원시에서 사용하는 전기에너지에서 탄소배출을 줄이는 것은 현실적으로 불가능함

4. 건물 부문 여건

- 2018년 통계 기준 수원시 건축연도별 주택현황을 보면 2005년 이전에 지어진 노후주택은 61.4%를 차지함
- 수원시 녹색건축 인증(본인증)을 받은 실적은 111건이고 공동주택과 학교시설이 각각 34%, 32%로 가장 높은 비율을 차지하고 있음(2019년 기준)

〈그림 3-20〉 수원시 용도별 인증현황



〈그림 3-21〉 수원시 녹색건축 인증 주택 현황



자료: 수원시 내부 자료

■ 수원시 녹색건축물 조성 지원 사업

- 사용 승인 후 15년 이상 지난 노후 주택 소유자가 에너지 성능향상과 주거환경개선 등을 목적으로 주택 리모델링·수선 공사를 할 때 공사비용의 일부를 지원
 - 내·외부 단열 : 천정 및 내·외부 단열공사(내부와 외부의 접한 부분만 단열공사인 정, 내부단열 공사시 친환경 도배·장판포함)
 - 창호를 단열 성능이 우수한 기밀성 창호로 교체(단열성이 우수한 이중창 이상의 단열성을 갖는 창호)
 - 전력저감 우수제품 : LED전등 교체
 - 온수난방패널 시공
- 2019년 사업 예산: 12억 원 / 2020년: 9억6천만원
- 2013년부터 2015년까지는 단독주택·다가구주택, 상가주택(660㎡ 이하)만 지원, 2016년부터 19세대 이하 소규모 공동주택인 다세대주택·연립주택까지 지원 범위를 확대

〈표 3-15〉 수원시 녹색건축물 조성지원사업

	2013~2016	2017	2018	2019
조성지원 가구수	544	313	344	366

■ 수원시 에너지효율화 사업 추진실적

- 공동주택 지하주차장 LED조명 보조사업
 - 사업대상 : 수원시 관내 공동주택(100세대 이상, 4년 경과) 지하주차장
 - 사업내용 : LED교체사업 순 공사비의 30%이내 지원(최대 1,000만원)

(단위 : 개소, 개)

구 분	합 계	2014~2016	2017	2018	2019
사업대상지 수	91	58	16	11	6
LED 교체 수	36,200	22,137	6,302	5,793	1,968

○ 취약계층 에너지복지사업

- 사업대상 : 수원시 관내 사회복지시설 및 기초생활수급자
- 사업내용 : 에너지 취약계층 LED조명 교체

(단위 : 개소, 개)

구 분	합 계	2014~2016	2017	2018	2019
사업대상지 수	611	204	64	144	199
LED 교체 수	29,093	22,374	1,423	2,309	2,987

- 스마트홈 조성사업
 - 사업대상 : 수원시 관내 공동주택 거주 세대
 - 사업내용 : 가정 내 LED조명 및 스마트미터기 설치비 지원

(단위 : 세대, 개)

구분	합계	2014~2016	2017	2018	2019
사업대상지 수	371	-	241	130	-
LED 교체 수	2,142	-	1,152	990	-

5. 수송 부문 여건

1) 수원시 자동차 등록현황 분석

- 수원시 자동차 등록현황 연도별 추세 확인 결과, 자동차 등록대수는 증가 추세를 보임
 - 2021년 5월 기준 수원시에 등록되어 있는 자동차는 529,721대로, 이 중 승용차가 461,738대로 87.2%를 차지하고 있으며, 화물차 48,983대(9.2%), 승합차 17,334대(3.3%), 특수차 1,666대(0.3%) 순임
 - 구별 자동차 등록대수 확인 결과, 권선구 198,020대(37.4%), 영통구 150,503대(28.4%), 장안구 105,143대(19.8%), 팔달구 76,055대(14.4%)로 나타남
 - 특히, 영통구는 자동차 등록대수의 92.3%가 승용차로 구성됨

〈표 3-16〉 수원시 자동차 등록현황

연도	합계*	승용차	승합차	화물차	특수차	이륜자동차
2008	358,239	287,287	23,881	46,528	543	18,524
2009	363,592	293,607	23,585	45,876	524	18,536
2010	371,335	302,076	22,394	46,313	552	18,655
2011	379,694	311,747	21,586	45,764	597	18,512
2012	394,885	326,669	21,571	45,978	667	20,889
2013	411,685	342,918	21,357	46,704	706	21,699
2014	433,967	364,163	21,234	47,827	743	21,759
2015	455,150	384,817	20,738	48,800	795	22,860
2016	475,847	405,540	20,222	49,131	954	23,827
2017	491,122	421,137	19,262	49,607	1,116	24,556
2018	504,944	434,471	18,983	50,268	1,222	24,743

*합계에는 이륜자동차 미포함

자료: 수원통계 DB

- 수원시 연료별 자동차 등록현황 연도별 추세 확인 결과, 2021년 5월 기준으로 휘발유 자동차가 가장 많은 것으로 나타남. 동월 수소자동차는 전체 자동차 등록대수의 0.1%, 전기자동차는 전체 자동차 등록대수의 0.5% 수준으로 나타남

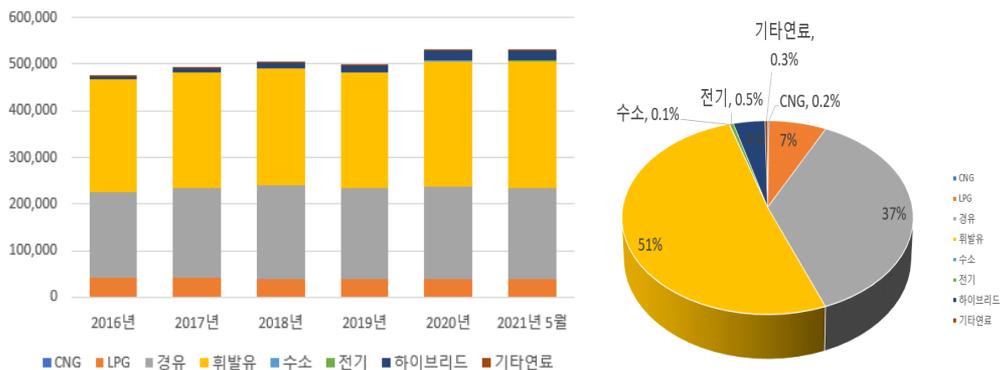
- 전기자동차는 2016년 100대에서 2021년 5월 2,538대로 약 25배 이상 증가한 것으로 나타났고, 수소자동차는 2016년 등록이 전무하였으나 2018년 1대를 시작으로 2021년 5월 194대가 등록됨

〈표 3-17〉 수원시 연료별 자동차 등록대수

연료	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년 5월
CNG	1,292	1,248	1,233	1,061	938	915
LPG	41,716	40,485	38,747	37,906	38,373	37,565
경유	184,133	191,562	199,172	194,750	197,995	195,289
휘발유	241,636	247,912	252,630	247,511	269,799	270,857
수소	-	-	1	27	110	194
전기	100	326	730	1,302	2,110	2,538
하이브리드	6,069	8,475	11,191	13,928	18,581	20,513
기타연료	901	1,114	1,240	1,454	1,672	1,758
계	475,847	491,122	504,944	497,939	529,578	529,629

자료: 자동차등록사업소 내부 자료

〈그림 3-22〉 수원시 연료별 자동차 등록현황



자료: 자동차등록사업소 내부 자료

〈수원시 연료별 자동차 등록현황 연도별 추세〉

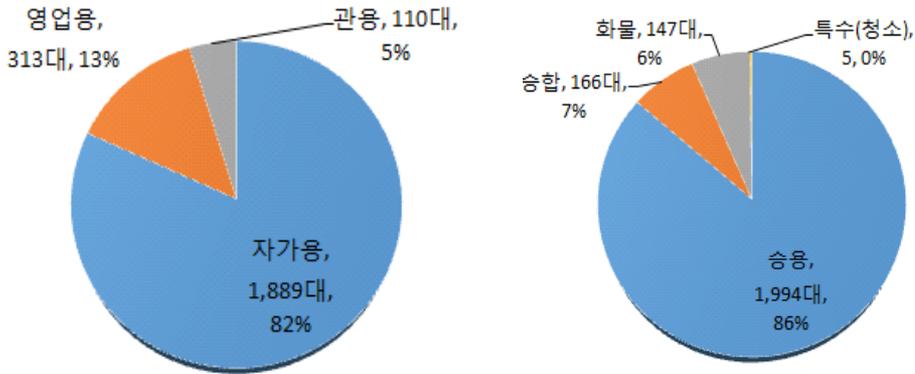
자료: 자동차등록사업소 내부 자료

〈2021년 5월 연료별 자동차 등록현황〉

- 앞선 수원시 연료별 자동차 등록대수 현황 중 전기자동차 등록대수 세부현황은 다음과 같음
 - 수원시 내 전기자동차는 2021년 4월 기준 총 2,312대가 등록되어 있고, 자가용 1,889대(82%), 영업용 313대(14%), 관용 110대(4%)로 나타남
 - 차량 유형 분석 결과, 승용(초소형 포함)이 1,994대(86%)로 가장 큰 비율을 구성하는 것으로 나타났고, 승합(버스) 166대(7%), 화물(초소형 포함) 137대(6%), 특수(청소) 5대(1%)가 그 뒤를 이음

- 승용(초소형)은 전체 승용차량 중 79대(4%)로 나타났고, 화물(초소형)은 전체 화물차량 중 5대(3%)로 나타남

〈그림 3-23〉 수원시 내 전기자동차 용도구분 및 차량유형



자료: 자동차등록사업소 내부 자료

자료: 자동차등록사업소 내부 자료

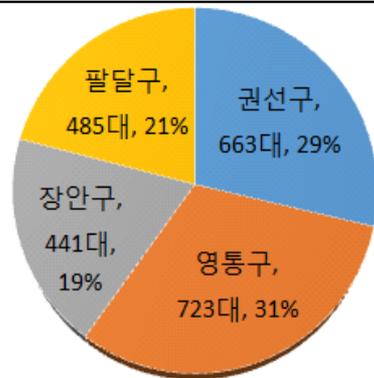
〈수원시 전기자동차 용도구분〉

〈수원시 전기자동차 차량유형〉

- 수원시 내 전기자동차는 2021년 4월 기준 영통구가 723대(31%)로 가장 많이 등록된 것으로 나타남. 권선구(663대, 29%), 팔달구(485대, 21%), 장안구(441대, 19%)가 그 뒤를 이음

〈표 3-18〉 수원시 내 전기자동차 등록 구별현황

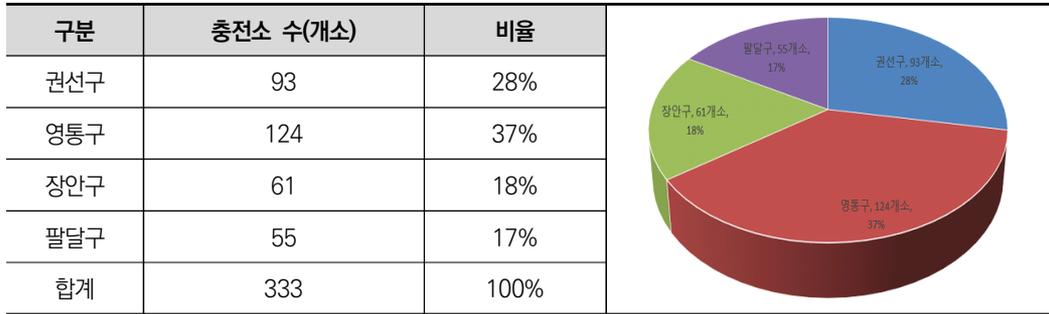
구분	전기자동차 등록대수(대)	비율
권선구	663	29%
영통구	723	31%
장안구	441	19%
팔달구	485	21%
합계	2,312	100%



자료: 자동차등록사업소 내부 자료

- 수원시 내 전기자동차 및 수소자동차의 충전 여건을 확인하기 위해 전기자동차와 수소 자동차의 충전 인프라 도입 현황을 확인함
 - 수원시 내 전기자동차 충전소 및 충전기는 총 333개소 1,279개 운영 중임. 시청에서

〈표 3-19〉 수원시 내 전기자동차 충전소 설치 구별 현황



자료: 환경부 저공해차 통합 누리집(2021)

- 수소충전소와 충전기는 각 1개소 1기 운영 중으로, 수원영통 수소충전소에서 운영 중임

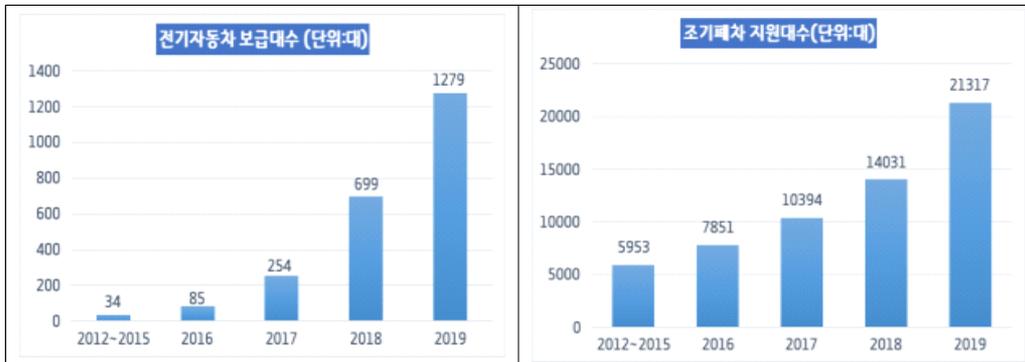
〈그림 3-25〉 수원시 수소충전소(수원영통 수소충전소)



자료: 수원시청

- 수원시는 전기자동차 보급 지원 사업과 조기폐차 지원 등을 통해 수송부문 환경 개선 정책을 시행 중임
 - 전기자동차 보급 지원 사업을 통해 친환경 자동차 도입 확대될 것으로 기대됨
 - 노후경유차 조기폐차 지원을 통해 배출가스 및 미세먼지 발생 등의 원인이 되는 노후 경유차를 조기에 폐차하여 관내 환경 개선에 기여할 수 있을 것으로 기대됨

〈그림 3-26〉 전기차 보급대수와 조기폐차 지원대수



2) 수원시 대중교통 운영현황 분석

(1) 버스 및 택시

- 수원시 버스 및 택시 등록현황 연도별 추세 확인 결과, 2021년 6월 기준 버스는 2,169대, 택시는 4,440대 등록되어 운행 중인 것으로 나타남
 - 2018년을 기점으로 버스 등록대수는 증가추세에서 감소추세로 전환된 것으로 나타남
 - 택시 등록대수는 지속적으로 감소추세를 보인 것으로 나타남

〈표 3-20〉 수원시 버스 및 택시 등록대수 현황

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021.06
버스	1,808	1,976	2,109	2,378	2,252	2,174	2,169
택시	4,686	4,687	4,623	4,605	4,567	4,492	4,440

- 수원시 연료별 버스 및 택시 등록현황 확인 결과, 2021년 6월 기준 버스는 경유자동차가 가장 많은 것으로, 택시는 LPG자동차가 가장 많은 것으로 나타남
 - 버스는 경유가 1,161대로 가장 많은 것으로 나타났고, CNG, 전기 등이 그 뒤를 이음
 - 특히, 2019년에는 관내에 전기버스가 62대 도입되었음. 2021년 6월 기준, 수원시 내 172대의 전기버스가 운행되고 있는 것으로 나타남
 - 택시는 LPG가 4,386대로 LPG가 등록차량의 대부분을 차지하는 것으로 나타났고, 전기 등이 그 뒤를 이음
 - 2021년 6월 기준, 수원시 내 49대의 전기택시가 운행되고 있는 것으로 나타남

〈표 3-21〉 수원시 연료별 버스 및 택시 등록대수 현황(2021년 6월 기준)

구분	계	휘발유	전기	LPG	CNG	하이브리드 (CNG+전기)	경유	하이브리드 (휘발유+전기)
계	6,609	1	221	4,386	789	47	1,164	1
택시	4,440	1	49	4,386			3	1
버스	2,169		172		789	47	1,161	

- 수원시의 연도별 버스 운영현황 확인 결과, 전반적으로 버스 운영대수는 감소세를 보임
 - 2014년 대비 2020년의 시외버스, 시내버스 및 전세버스의 운영대수는 감소한 것으로 나타났고, 마을버스는 증가한 것으로 나타남
 - 그러나 각 버스 유형의 운영업체 수는 변동폭이 크지 않은 것으로 나타남

〈표 3-22〉 수원시 연도별 버스 운영현황

(단위 : 개(운영업체 수), 대(운영대수))

연도별	시외버스		시내버스		마을버스		전세버스	
	운영업체 수	운영대수	운영업체 수	운영대수	운영업체 수	운영대수	운영업체 수	운영대수
2014	3	244	7	1,256	4	71	23	615
2015	3	243	7	1,253	4	75	23	551
2016	4	157	7	1,295	4	91	23	546
2017	4	142	7	1,353	4	85	19	475
2018	4	168	7	1,233	5	92	20	494
2019	3	138	6	1,088	4	92	20	516
2020	3	148	6	1,088	4	92	20	516

자료: 수원시, 제60회 수원기본통계 교통·관광 및 정보통신 (2019) 가공

- 2021년 3월 기준, 수원시 내 시내버스 운영업체는 7개이고, 총 91개 노선, 1,249대가 운행 중임
 - 운행 유형 중 가장 많은 비율을 차지하는 유형은 일반형으로, 총 68개 노선, 939대의 버스가 운행 중임

〈표 3-23〉 수원시 시내버스 총괄 현황

운영업체 수	시내버스 (노선 수(개) / 면허대수(대))				비 고
	계	일반형	좌석형	직행좌석형	
7	91 / 1,249	68 / 939	2 / 54	21 / 256	

자료: 대중교통과 내부 자료

- 2021년 2월 기준, 수원시 내 마을버스 운영업체는 4개이고, 총 16개 노선, 83대가 운행 중임
 - 관내 4개 마을버스 운영업체 중 가장 많은 노선과 차량을 운용하는 업체는 서부여객임
 - 서부여객은 총 9개 노선, 36대의 버스를 운용 중임

〈표 3-24〉 수원시 마을버스 총괄 현황

계	마을버스 (노선 수(개) / 면허대수(대))				비 고
	광고운수	울진마을버스	서부여객	동방운수	
16 / 83	4 / 28	2 / 11	9 / 36	1 / 8	

자료: 대중교통과 내부 자료

- 수원시의 연도별 택시 운영현황은 유사한 수준을 보임
 - 2014년 택시 운영대수는 4,711대로 나타났고, 2019년에는 4,706대로 나타나, 택시 운영대수는 크게 변동하지 않은 것으로 나타남
 - 특히, 법인택시 업체 수와 운영대수는 27개 업체, 1,570대로 유지된 것으로 나타남

〈표 3-25〉 수원시 연도별 택시 운영현황

연도별	개인				법인		총계 (대)
	개인일반(대)	개인모범(대)	개인대형(대)	개인고급(대)	법인(대)	업체 수(개)	
2014	2,954	185	2	-	1,570	27	4,711
2015	2,972	166	3	-	1,570	27	4,711
2016	2,976	161	3	-	1,570	27	4,710
2017	2,968	167	3	-	1,570	27	4,708
2018	2,953	181	3	-	1,570	27	4,707
2019	2,949	184	3	-	1,570	27	4,706

자료 : 경기교통정보센터

(2) 철도

- 수원시 내 철도 네트워크는 일반철도와 광역전철로 구성되어 있음. 일반철도는 경부선 철도 노선상에 1개 철도역이 운영 중이고, 광역전철은 3개 광역전철 노선 및 14개 광역전철역이 운영 중임
 - 수원시 철도 네트워크를 구성하는 일반철도 및 광역전철은 다음과 같음
 - 관내 통행 일반철도의 운행계통으로는 KTX, ITX새마을, 무궁화 등이 있고, 운행노선으로는 경부선, 전라선, 호남선, 장항선 등이 있음
 - 광역전철로는 수도권 전철 1호선, 수인분당선, 신분당선이 있음
- 수원시 철도 네트워크는 향후 GTX-C 개통, 신분당선 연장, 인덕원~동탄선(신수원선) 개통 등으로 확충될 계획임. 이를 통해 철도 이용여건은 현재 수준보다 개선될 것으로 기대됨
 - 향후, 수원발 KTX가 2024년부터 운행될 예정으로, 이를 통해 수원시 일반철도 이용여건 개선 및 타 광역권과의 연계성이 개선될 것으로 기대됨
 - 수원시 내 도입 계획 중인 광역철도 네트워크는 다음과 같음
 - GTX-C는 수원역을 기·종점으로 하여 운행될 계획임

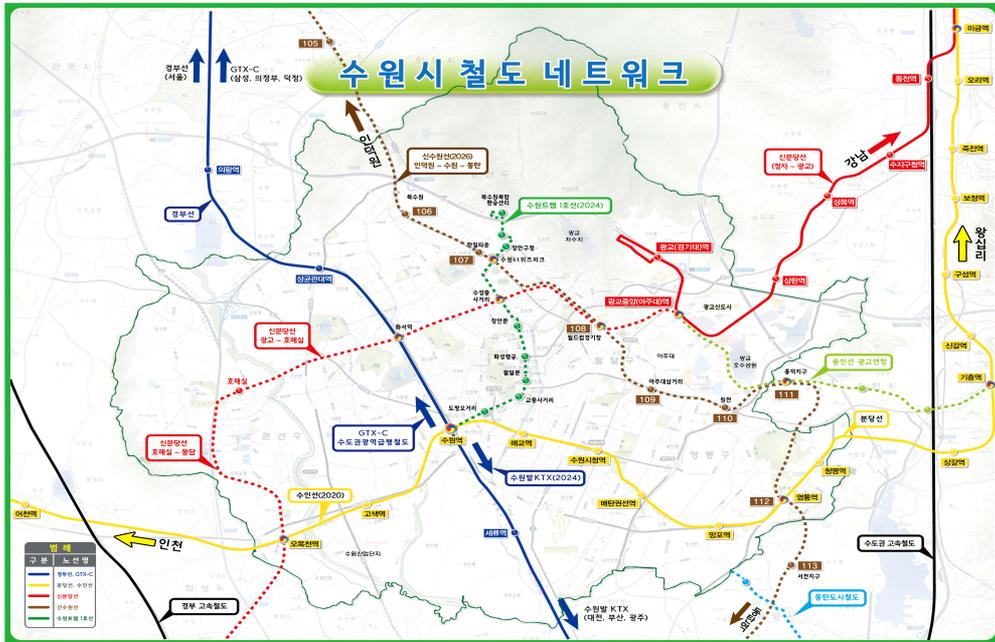
- 인덕원~동탄선(신수원선)은 수원시 동~서를 관통하여 운행될 계획임
- 추가적으로, 인근 지자체인 용인시와 화성시 등에서 용인선 광교 연장 사업, 동탄도시 철도 도입 사업 등을 추진하면 해당 지역으로의 통행 편의성이 제고될 것으로 보임
- 수원트램 1호선이 향후 개통될 예정으로, 수원역과 북수원복합환승센터를 연결하는 노선으로 계획되어 있음
- 수원트램 1호선의 개통으로 수원시 내 도시철도 이용여건이 개선될 수 있을 것으로 기대됨

〈표 3-26〉 수원시 철도 네트워크

사업명		사업개요				진행상황
		위치/노선	기간 (년)	사업내용 (km, m ²)	총사업비 (억원)	
수원역 (철도역) 경유 노선	수도권 1호선	동두천~서울~ 수원~신창	1974	(10.6km)	-	• 운영 중
	수원발 KTX	서정리역~ 지제역	2016~ 2024	L=9.99km (상선4.72km, 하선4.70km, 경부선0.57km)	2,772 (전액국비)	• 2020년~2024년: 공사추진
	GTX-C (수도권광역 급행철도)	수원~금정~ 양재~창동~양주 (덕정)	2018~ 2026	L=74.8km	43,857	• 사업시행자 모집공고 • 사업신청서 접수 및 평가
분당선 (수원역 이북 구간)		청량리~ 오리~수원	1990~ 2018	L=55.3km (시8.77km)	13,758 시(527)	• 운영 중
신분 당선	1단계 (정자~광교)	성남~용인~광교	2005~ 2016	L=12.8km (시3.1km)	15,343 (시67)	• 운영 중
	2단계 (광교~호매실)	광교~화서~ 호매실	2006~ 2028	L=9.7km (전구간 관내)	8,881	• 2020년~2021년: 타당성 조사 및 기본계획 수립용역 진행 중
	호매실~봉담	호매실~ 봉담	-	L=6.9km	5,452	• 예비타당성조사 결과 타당성 미확보 (KDI)
수인선	수인선	고색~오목천~ 화성~안산~인천	1995~ 2020	L=52.8km (시5.35km)	20,074 (수원시 분담금 181, 지하화 사업비 1,739)	• 2020년 9월 개통 • 운영 중
	주민편익시설	고색동~ 오목천동	2013~ 2021	L=3.5km	448 (국비17, 시비431)	• 2019년~2021년: 공사추진
신수원선 (인덕원~수원~동탄)		인덕원~ 북수원~영통~ 동탄2신도시	2015~ 2026	L=37.1km (13.7km)	27,190 (시비3,165 수원시343)	• 2020년~2021년: 실시설계
도시철도1호선 (트램)		수원역~팔달문~ 장안문~북수원 복합환승센터	제안서 접수 후 6년 소요	무가선트램 (L=6.5km)	2,206	• 대중교통전용지구 연계추진(민간투자방식)

자료: 수원시청

〈그림 3-27〉 수원시 철도 네트워크



자료: 수원시청

3) 화물 수송현황 분석

- 수원시 업종별 운수업체 연도별 추세 확인 결과, 일반화물과 특수여객은 증가 추세를 보였고, 개별화물은 감소추세를 보임

〈표 3-27〉 수원시 업종별 운수업체

연도별	일반화물		개별화물		특수여객	
	운영업체 수	운영대수	운영업체 수	운영대수	운영업체 수	운영대수
2014	278	3,412	1,174	1,174	2,288	2,446
2015	271	3,648	1,245	1,245	2,373	2,429
2016	283	3,700	1,274	1,274	2,449	2,449
2017	301	3,684	1,321	1,321	2,483	2,550
2018	343	3,903	1,384	1,384	2,962	2,962
2019	345	4,153	978	978	3,533	3,533

자료 : 수원시, 제60회 수원기본통계 교통·관광 및 정보통신 (2019)

- 수원시 여객 및 화물 철도수송현황 연도별 추세 확인 결과, 여객과 화물수송은 전반적으로 유사한 양상을 보인 것으로 나타남
 - 그러나 여객운송은 2015년 약 1억 2,000만명을 수송한 이후 2016년 1억 1,000만명으로 감소한 것으로 나타남. 이후에는 2015년 수준의 수송실적은 없는 것으로 나타남 - 특히, 2020년은 COVID-19 팬데믹으로 인해 여객 승차 및 강차인원이 크게 감소한

것을 알 수 있었음

- 화물 운송실적은 2015년 약 22만톤, 2016년 약 18만톤으로 감소하였다가, 2017년 이후 약 24만톤 수준인 것으로 나타남

〈표 3-28〉 수원시 철도수송현황(여객 및 화물)

(단위 : 명, 톤, 천원)

연도별	여객			화물		
	승차인원	강차인원	여객수입	발송톤수	도착톤수	화물수입
2014	47,971,167	49,016,550	114,681,948	-	210	-
2015	62,257,599	61,975,049	118,375,016	-	224,559	501
2016	55,267,437	54,857,660	121,997,557	-	178,439	-
2017	55,074,439	54,728,009	112,291,567	-	239,198	-
2018	57,748,072	57,455,718	-	-	246,076	-
2019	59,324,234	59,210,239	-	-	240,251	-
2020.12.31	36,682,380	36,788,167	-	-	-	-

자료 : 수원시, 제60회 수원기본통계 교통·관광 및 정보통신 (2019)

- 수원시를 기점으로 하는 화물차량 통행량 확인 결과, 2020년 기준 수원시에서 경기도로 통행하는 화물차량이 가장 많은 것으로 나타남
 - 수도권 방향과 수도권 외부방향 화물차량 통행량은 2.5톤 미만 화물차량 통행량이 가장 많은 것으로 나타났음
 - 수도권 방향에서는 톤수가 커질수록 통행량이 적었으나 수도권 외부방향에서는 8.5톤 초과 차량이 두 번째로 많은 것으로 나타남
 - 이는 수도권 외부 방향 통행의 특성상 장거리 통행 비율이 높아, 대형 화물차량 통행 비율이 수도권 대비 상대적으로 큰 것에서 기인한 것으로 보임

〈표 3-29〉 수원시를 기점으로 한 화물차량 통행량

(단위 : 대/일)

	종점	서울특별시	인천광역시	경기도	수도권 외부
2003	2.5톤미만	2,457	3,818	8,113	-
	2.5톤이상 8.5톤이하	1,911	2,331	6,637	-
	8.5톤초과	479	488	1,179	-
	총차량	4,846	6,637	15,928	-
2017	2.5톤미만	2,284	870	45,766	1,504
	2.5톤이상 8.5톤이하	979	398	6,831	902
	8.5톤초과	236	336	3,302	1,153
	총차량	3,500	1,604	55,898	3,559
2020	2.5톤미만	2,353	839	47,216	1,548
	2.5톤이상 8.5톤이하	1,042	423	7,427	979
	8.5톤초과	250	374	3,593	1,235
	총차량	3,645	1,637	58,236	3,762

자료 : 경기도교통정보센터

- 수원시를 종점으로 하는 화물차량 통행량은 2020년 기준 수원시에서 경기도로 통행하는 화물차량이 가장 많았고 수원시 기점으로 하는 통행량 특성과 비슷함

〈표 3-30〉 수원시를 종점으로 한 화물차량 통행량

(단위 : 대/일)

기점		서울특별시	인천광역시	경기도	수도권 외부
2003	2.5톤미만	3,190	3,025	4,848	-
	2.5톤이상 8.5톤이하	2,078	2,611	5,014	-
	8.5톤초과	100	350	501	-
	총차량	5,368	5,986	10,362	-
2017	2.5톤미만	2,312	825	44,861	1,580
	2.5톤이상 8.5톤이하	921	665	6,674	932
	8.5톤초과	267	363	3,258	1,131
	총차량	3,499	1,853	54,793	3,643
2020	2.5톤미만	2,376	806	46,270	1,631
	2.5톤이상 8.5톤이하	979	729	7,240	1,008
	8.5톤초과	284	382	3,545	1,221
	총차량	3,639	1,917	57,055	3,860

자료 : 경기도교통정보센터

4) 수단통행 분석

- 수원축의 수단통행량 확인 결과, 서울 → 수원 통행과 수원 → 서울 통행 모두 승용차 통행 비율이 가장 큰 것으로 나타남
 - 수원 → 서울 통행의 연도별 추세를 확인한 결과, 해를 거듭할수록 승용차 통행량은 증가한 것으로 나타났고, 버스 및 지하철/전철은 감소한 것으로 나타남
 - 2019년 기준, 서울진입, 서울진출 통행 모두 승용차의 수단분담률이 가장 큰 것으로 나타남. 전철/철도와 버스가 그 뒤를 이음

〈표 3-31〉 수원축 수단통행(2019년)

(단위 : 통행/일)

구분		승용차	버스	전철/철도	택시	기타	총수단
서울진입	통행량	272,206	138,920	214,659	9,094	8,940	643,819
	비율	42.3%	21.6%	33.3%	1.4%	1.4%	100.0%
서울진출	통행량	288,394	141,135	229,219	13,495	9,764	682,006
	비율	42.3%	20.7%	33.6%	2.0%	1.4%	100.0%

자료 : 경기연구원, 2020년도 수도권 여객 기·종점통행량(O/D) 현행화 공동사업(20.12)

- 수원시 내부 및 타 시·군 간 수단별 통행량 및 수단분담률 확인 결과, 승용차 통행량과 수단분담률이 가장 큰 것으로 나타남
- 수원시 내부통행의 수단분담률은 승용차가 가장 크고, 도보, 버스 등이 그 뒤를 이음
- 수원시와 타 시·군 간 통행의 수단분담률은 승용차가 가장 크고, 버스, 전철/철도 등

이 그 뒤를 이음

- 수원시와 타 시·군 간 통행 중 승용차의 수단분담률이 가장 큰 통행은 수원 ↔ 인천 통행으로 나타남

〈표 3-32〉 수원시 내부 및 타 시·군 간 수단별 통행량 및 수단분담률

(단위 : 통행/일, %)

구분	수원 내		수원↔경기		수원↔서울		수원↔인천		수원↔외곽		합계		
	통행량	분담률	통행량	분담률	통행량	분담률	통행량	분담률	통행량	분담률	통행량	분담률	
도보	609,414	31.3	15,057	1.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	624,471	17.9	
승용차	632,919	32.5	623,272	58.3	136,192	40.6	20,879	61.9	52,529	48.6	1,465,791	42.0	
소계	465,902	24.0	238,187	22.3	111,261	33.1	12,335	36.5	37,188	34.4	864,873	24.8	
버스	시내 버스	365,240	18.8	136,172	12.7	11,293	3.4	168	0.5	199	0.2	513,072	14.7
	광역 버스	9,101	0.5	31,272	2.9	62,745	18.7	390	1.2	260	0.2	103,768	3.0
	마을 버스	42,100	2.2	14,783	1.4	1,017	0.3	0	0.0	0	0.0	57,899	1.7
	시외/고속 버스	13	0.0	1,129	0.1	30	0.0	8,718	25.8	30,117	27.9	40,006	1.1
	기타 버스	49,448	2.5	54,831	5.1	36,177	10.8	3,059	9.1	6,612	6.1	150,128	4.3
	소계	72,264	3.7	149,971	14.0	82,329	24.5	412	1.2	16,494	15.3	321,470	9.2
전철/철도	지하철/전철	72,263	3.7	148,914	13.9	72,872	21.7	406	1.2	4,986	4.6	299,441	8.6
	(고속) 철도	1	0.0	1,057	0.1	9,457	2.8	6	0.0	11,508	10.7	22,029	0.6
택시	96,672	5.0	23,107	2.2	4,083	1.2	67	0.2	25	0.0	123,953	3.5	
화물차	3,414	0.2	6,626	0.6	1,013	0.3	63	0.2	958	0.9	12,074	0.3	
자전거	34,054	1.8	3,628	0.3	208	0.1	0	0.0	0	0.0	37,889	1.1	
기타	29,865	1.5	9,953	0.9	728	0.2	0	0.0	795	0.7	41,341	1.2	
합계	1,944,503	100.0	1,069,802	100.0	335,813	100.0	33,756	100.0	107,989	100.0	3,491,862	100.0	

자료 : 경기연구원, 2020년도 수도권 여객 기·종점통행량(O/D) 현행화 공동사업(20.12)

5) 자전거 인프라 현황

- 수원시 자전거도로 현황 확인 결과, 총 자전거도로의 구간 수 및 연장은 증가 추세를 보이는 것으로 나타남
 - 특히, 자전거보행자겸용도로의 연장이 지속적으로 증가한 것으로 나타남
 - 그리고 자전거전용도로는 2015년 이후 구간 추가 선정 없이 8개 구간, 총 연장 5.85km로 운영되고 있음

〈표 3-33〉 수원시 자전거도로 현황

(단위 : 개수, km)

연도별	계		자전거전용도로		자전거보행자겸용도로		자전거전용차로	
	구간 수	연장	구간 수	연장	구간 수	연장	구간 수	연장
2014	134	295.58	5	3.50	122	277.50	7	14.58
2015	237	308.38	8	5.85	222	287.95	7	14.58
2016	243	312.50	8	5.85	225	288.72	10	17.93
2017	245	314.58	8	5.85	226	289.68	11	19.05
2018	247	322.23	8	5.85	228	297.33	11	19.05
2019	247	326.26	8	5.85	228	301.36	11	19.05

자료 : 수원시, 제60회 수원기본통계 교통·관광 및 정보통신 (2019)

- 2021년 기준, 수원시 내에서 공유자전거 타조(TAZO)가 총 3,000대가 운영 중에 있음
 - 2014년 수원시 내 반디클 도입을 시작으로 2019년까지 수원시 내에서 모바이크가 운영되는 등 수원시는 공유자전거 운영이 활발하였음
 - 그러나 모바이크 모기업의 재정악화로 인해 서비스가 종료됨. 이후, 약 1년간 수원시 내에서 운영되는 공유자전거 시스템은 전무하였음
 - 2020년 9월, 수원시 내에 스테이션 없는 공유자전거 시스템인 타조(TAZO)를 도입함으로써 시민 교통편의 개선에 기여함. 또한, 서비스 종료되었던 지속가능교통수단을 재도입함으로써 수원시의 지속가능성 제고에 기여함

6) 수송 분야 여건 고찰

(1) 수원시 탄소중립도시(Net Zero) 조성 기본계획 - 수송부문

- 수원시청 기후대기과에서 제시한 탄소중립도시(Net Zero) 조성 기본계획에는 각 분야 별로 기본계획을 제시하였고, 수송부문에 대한 기본계획도 포함되어 있음. 그리고 수립 시 탄소중립 국가 기본계획의 수송부문을 참고하여 수립함으로써 시의 탄소중립 시행 정책과 국가 시행 정책의 일관성을 유지하고자 함
- 국가 기본계획과 유사하게 수원시 탄소중립도시 조성 기본계획에도 친환경 자동차의 도입 확대, 대중교통체계 개편을 통한 대중교통 이용여건 개선 등의 정책 시행을 목표로 하고 있음
 - 수원시는 2050년 친환경 자동차 비율을 100%로 확대하고자 함
 - 국가 기본계획에 따라 친환경 자동차 보급을 확대하고자 목표하고 있고, 2030년까지 50%, 2050년까지 100% 도입을 목표하고 있음 이를 위해 2030년까지 시·구 주민센터, 위탁기관 등 공용차량 100% 교체를 목표하고 있음

- 2030년까지 총 2,000대의 시내버스를 친환경차로 교체를 목표하고 있고, 수원시 내 운행 중인 택시를 기존 LPG 자동차에서 전기자동차 및 수소자동차로의 단계적 교체와 2030년까지 50%, 2040년까지 100%(4700대) 교체를 목표하고 있음
- 카셰어링 등 공유교통 활성화를 통해 친환경 교통 문화의 확산을 목표하고 있고, 2030년까지 500대 확대 운영을 목표하고 있음
- 대중교통 활성화를 통한 승용차 이용수요 전환을 목표하고 있음
- 수원시 내 격자형 광역철도망을 구축하여 대중교통을 이용한 광역통행 편의성을 개선하고자 함
- 수원 도시철도 1호선 운행 차량으로 친환경 대중교통수단인 트램을 도입을 통해 기존 시내버스 중심의 대중교통체계에서 도시철도 중심의 대중교통체계로의 개편에 대한 교두보를 마련하고자 함
- 선진교통 환경 조성을 위하여 수원 2030 교통발전 중·장기 계획 수립하고, 수립 계획에 대중교통 중심의 교통체계 개선안을 마련하고자 함
- 2023년까지 대중교통 환승시설 및 차 없는 거리 확대하고, 원도심 대중교통전용지구 조성 계획. 특히, 대중교통전용지구는 앞서 언급한 수원 도시철도 1호선 통행구간 중 일부 구간에 도입 계획하고 있음
- 추가적으로 수원시는 친환경 기반의 생태교통문화 조성 방안을 고려함
- 보행자 전용도로 및 걷고 싶은 거리 조성을 통한 보행교통 개선 방안, 자전거 이용 활성화를 통한 친환경 도시 조성 방안 등을 고려하고 있음

(2) 수송부문 온실가스 배출 여건

- 수원시 탄소중립도시 조성 기본계획에서 제시한 기본계획과 현황분석을 바탕으로 시가 수송부문 기본계획 시행에 적합한 상황인지 여부를 확인함
 - 또한, 이를 기반으로 수원시 2050 탄소중립 기본계획의 수송부문 실행방안을 제시하고자 함
- 수원시 차종별 온실가스 배출량 확인 결과, 승용차량의 배출량이 83만톤, 차량 용도별 온실가스 배출량 확인 결과, 자가용의 배출량은 105만톤으로 가장 많은 것으로 나타남
- 수원시의 온실가스 배출량을 절감하기 위해서는 승용차량 및 자가용 차량에 대한 친환경 자동차 도입 비율 제고, 기운행중인 시내버스 및 택시에 대한 친환경 자동차 도입 비율 개선 등의 방안을 고려해야 할 것으로 보임
 - 승용차량 및 자가용 차량에 대한 친환경 자동차 도입 비율을 제고하기 위해 친환경

자동차 등록 보조금 지원 및 인센티브를 확대하고, 화석연료자동차 등록 제한 등의 방안을 고려해야 할 것으로 보임

- 시내버스 및 택시 등 영업용 차량에 대한 친환경 자동차 도입 확대 방안을 고려해야 할 것으로 보임
 - 특히, 대형차량에 해당하는 시내버스에 대한 친환경 자동차 도입 확대가 우선적으로 이루어져야 할 것으로 판단됨
- 마찬가지로, 대형차량의 비율이 높은 화물차량에 대해서도 친환경 자동차 도입 확대 방안을 고려해야 할 것으로 보임

(3) 친환경 자동차 보급 여건

- 수원시의 전기자동차 등록 비율은 광역자치단체의 전기자동차 등록 비율보다 낮은 것으로 나타났고, 100만 특례 적용 대상 기초자치단체(경기도 고양시, 용인시, 경상남도 창원시)의 전기자동차 등록 비율보다는 높은 것으로 나타남¹¹⁾
 - 2021년 5월 기준, 수원시 전기자동차 등록 비율은 전체 자동차 등록대수의 0.5%로 나타나, 서울특별시의 전기자동차 등록 비율(0.81%) 대비 낮은 것으로 나타남. 또한, 국내 광역자치단체 중 전기자동차 등록 비율이 가장 높은 지역은 제주특별자치도(3.51%)로 나타남
 - 같은 기간, 수원시보다 전기자동차 등록 비율이 높은 광역자치단체는 대구광역시(13,142대, 1.07%), 대전광역시(4,995대, 0.73%), 세종특별자치시(1,317대, 0.74%), 제주특별자치도(3.51%)임
 - 특히, 제주특별자치도는 타 광역자치단체보다 전기자동차 도입이 일찍부터 이루어진 것을 확인할 수 있었는데, 2015년에 승용 전기자동차가 이미 2,364대 도입된 것을 알 수 있었음
- 수원시의 전기자동차 충전 인프라 여건은 광역자치단체에 비해 양호한 수준인 것으로 분석되었고, 100만 특례 적용 대상 기초자치단체(경기도 고양시, 용인시, 경상남도 창원시)의 전기자동차 충전 인프라 여건보다는 부족한 것으로 나타남¹²⁾
 - 수원시 내 운영 중인 전기자동차 충전소는 333개소이고, 충전기는 1,279개임. 또한, 충전소당 전기자동차 등록대수는 6.943대, 충전기당 전기자동차 등록대수는 1.808대, 급속충전기당 전기자동차 등록대수는 16.876대, 완속충전기당 전기자동차 등록

11) 김숙희 외 1인(2021), 「수원시 전기충전소 설치현황 분석 및 확대구축 방향」, 수원시정연구원

12) 김숙희 외 1인(2021), 「수원시 전기충전소 설치현황 분석 및 확대구축 방향」, 수원시정연구원

대수는 2.025대로 분석됨

- 같은 기간, 수원시보다 전기자동차 충전 인프라 여건이 나은 기초자치단체는 경기도 고양시(충전소당 전기자동차 등록대수 5.099대, 충전기당 전기자동차 등록대수 1.568대), 경기도 용인시(충전소당 전기자동차 등록대수 2.996대, 충전기당 전기자동차 등록대수 0.832대), 경상남도 창원시(충전소당 전기자동차 등록대수 2.959대, 충전기당 전기자동차 등록대수 0.937대)임
- 수원시의 전기자동차 등록현황과 충전 인프라 여건을 볼 때, 전기자동차 도입을 통한 친환경 자동차 등록 비율 제고는 실현 가능할 것으로 사료됨
 - 전기자동차 등록대수가 2017년에서 2018년 400대 가량 증가, 2018년에서 2019년 600대 가량 증가, 2019년에서 2020년 800대 가량 증가한 추세를 볼 때, 수원시의 전기자동차 등록은 지속적으로 증가할 것으로 판단됨
 - 또한, 충전 인프라 여건대비 전기자동차 등록 비율이 수원시보다 상대적으로 높은 광역자치단체 대비 양호한 수준이기 때문에 전기자동차 이용 편의성은 높을 것으로 보임
 - 따라서, 전기자동차 등록에 따라 충전 인프라 여건을 지속적으로 관리하면, 수원시 내 전기자동차 등록 비율 개선을 통한 친환경 자동차 등록 비율이 증가할 수 있을 것임
- 도입 여건이 양호한 전기자동차와 달리, 수소자동차 도입 확대를 위해서는 충전 인프라 등 이용 편의성이 개선되어야 할 것으로 보임
 - 2018년 1대 도입을 시작으로 2020년 110대까지 도입되었고, 2021년 5월 기준으로 수원시 내 운행 중인 수소자동차는 194대로 나타남
 - 그러나 이러한 수소자동차 등록대수 증가세와 달리, 수소충전소는 1개소, 1기인 것으로 나타남
 - 따라서, 수소자동차 등록대수 개선을 위해서는 전기자동차와 마찬가지로 수소충전소 및 충전기 등의 충전 인프라 확대·도입이 필요할 것으로 예상됨
- 2021년 5월 기준, 수원시 내 전기버스는 172대 운행하고 있는 것으로 나타남
 - 버스가 포함되어 있는 승합 유형 전기자동차 등록대수 현황을 광역자치단체 중심으로 분석한 결과, 수원시의 전기버스 도입 수준은 양호한 것으로 나타남
 - 2021년 5월 기준, 서울특별시는 395대의 승합 유형 전기자동차가, 제주특별자치도는 143대의 승합 유형 전기자동차가 등록된 것으로 나타남
 - 그리고 수원시에서는 전기버스 충전 인프라를 관내 버스 공영차고지 중심으로 도입할 계획임

- 2019년에 수원북부버스공영차고지에 전기버스 충전 인프라를 도입하였고, 2021년에 시청에서 수원남부버스공영차고지에도 충전 인프라를 도입하겠다는 계획을 발표함
- 특히, 북부버스공영차고지의 전기버스 충전 인프라는 국내 최대 규모로, 96대의 버스가 동시에 충전 가능함
- 수원시 전기버스의 도입 현황 및 충전 인프라 구축 여건 확인을 통해, 관내 운행 중인 대중교통수단에 대한 수원시의 친환경 자동차 도입 의지가 강하다는 것을 알 수 있음
 - 전기버스 도입 및 충전 인프라 구축 여건이 양호한 것으로 나타났고, 수원시에서도 지속적으로 관심을 갖고 도입하려고 하기 때문에 대중교통수단을 중심으로 한 친환경 자동차 도입 목표치 달성은 가능할 것으로 예상됨
 - 시내버스 대비 상대적으로 전기자동차 비율이 낮은 택시에 대해서도 확대 정책 등을 이행하여 비율을 제고할 수 있을 것으로 보임
 - 또한, 관용차량의 전기자동차 비율도 마찬가지로 제고할 수 있을 것으로 보임

(4) 대중교통 이용 여건

- 수원시 철도 인프라는 주로 광역철도 중심으로 구성되어 있음을 확인할 수 있음
 - 수원시 내에서 운행 중인 지하철 및 전철은 수인분당선을 제외하면 대부분 광역통행(수원시와 서울 및 타 지역 간 통행)을 위한 교통수단일 것으로 보임
 - 수원시 내 운행 중인 지하철 및 전철은 수도권 전철 1호선, 수인분당선, 신분당선이 있으나, 수원시 구간 역이 9개인 수인분당선을 제외하면 주로 광역통행 시 이용한다고 볼 수 있음
 - 수인분당선의 수원시 구간 역으로는 청명역, 영통역, 망포역, 매탄권선역, 수원시청역, 매교역, 수원역, 고색역, 오목천역이 있음. 해당 구간이 수원시를 동~서로 관통하는 바, 수원시 내부 통행수요도 존재하는 것을 확인함
 - 이러한 도시철도 운행 여건으로 인해, 수원시의 대중교통체계는 주로 버스 중심으로 운영되어 있음
 - 수원시 내부통행의 수단분담률은 승용차(32.5%), 도보(31.3%), 버스(24.0%) 순¹³⁾으로 나타났고, 전철 및 철도의 수단분담률은 3.7%로 나타나, 내부통행을 위한 대중교통수단으로는 버스가 주로 활용되는 것으로 나타남
- 수원시 내 광역철도 확충을 통해 격자형 광역철도망을 구축하고자 계획 중임
 - 현재 수원시를 동~서로 연결하고 있는 수인분당선과 함께 신분당선 호매실 연장사업,

13) 경기연구원, 2020년도 수도권 여객 기·종점통행량(O/D) 현행화 공동사업 (2020.12)

- 인덕원~동탄선(신수원선)을 도입하여 격자형 광역철도망을 구축하고자 함
- 신분당선 호매실 연장사업은 광교역과 호매실역을 연결하는 사업으로 연장사업 구간 내 5개역이 추가될 계획임. 해당 추가역은 모두 수원시 내 위치함
- 인덕원~동탄선(신수원선)은 인덕원역과 동탄역을 연결하는 광역전철 사업으로 사업 구간 내 18개 역이 운영될 계획임. 운영 계획 역 중 관내 5개 역이 운영될 계획임
- 관내 광역전철역이 추가되는만큼 광역철도 이용여건이 개선될 수 있을 것으로 보임
- 또한, 기존 버스 중심의 대중교통체계를 철도 중심의 대중교통체계로 개편할 수 있을 것으로 기대됨
- 관내 대중교통 통행여건 개선을 위해 수원 도시철도 1호선이 트램 방식으로 향후 개통될 예정임
 - 수원역과 조원역을 연결하는 총 연장 6.54km, 12개 역으로 운영될 계획임
 - 본래 2017년 도입될 계획이었으나, 2020년으로 지연되었고, 이는 다시 2024년으로 지연되었으나, COVID-19 팬데믹, 경제 불황에 따른 투지심리 위축 등으로 인하여 도입이 지연되고 있는 상황임
 - 노선상의 구간 중 일부구간에 대중교통전용지구를 도입할 계획임
 - 트램 도입과 함께 수원역~장안문 구간 3.4km 구간을 대중교통전용지구로 지정하여 운영할 계획임

〈그림 3-28〉 수원 도시철도 1호선 노선 계획



자료: 수원시청

- 관내 트램 도입과 동시에 트램 도입 구간 중 일부 구간에 대중교통전용지구를 도입할 계획임
 - 앞서 언급한 수원역~장안문 구간은 대중교통전용지구로 지정하여 운영할 계획임

- 그러나 대중교통 중심의 교통체계 개편을 위해 대중교통 환승시설 도입 확대, 차 없는 거리 확대, 원도심 대중교통전용지구 조성 등 시행할 계획임
- 트램 도입과 함께 운영될 수원역~장안문 대중교통전용지구 외 대중교통전용지구를 추가 지정하여 확대. 또한, 이를 안정적으로 도입하기 위해 원도심 교통수요관리 기본 계획 수립 및 도입에 대한 시민 공감대 형성 필요
- 결론적으로, 수원시 대중교통체계는 버스 중심으로 운영되고 있으나, 광역철도 및 도시 철도 노선의 지속 도입을 통하여 철도 중심의 대중교통체계로 개편할 수 있을 것으로 보임. 또한, 이를 통해 기존 자가용 중심의 교통체계를 대중교통 중심으로 개편할 수 있을 것으로 보이고, 대중교통 이용 편의성 개선을 통해 시민의 대중교통 이용을 유도할 수 있을 것으로 보이며, 이를 통해 대중교통 수단분담률이 향상될 것으로 보임

(5) 생태교통문화 도입 여건

- 보행 편의성 개선을 위하여 보행자 전용도로 및 걷고 싶은 거리 조성이 필요함
 - 수원시 내부통행의 교통수단으로 승용차 다음 도보의 수단분담률이 큰 것으로 나타남
 - 전술한 바와 같이, 승용차 수단분담률은 32.5%, 도보 수단분담률은 31.3%로 나타남
 - 도보 수단분담률이 큰 만큼 보행자의 보행 편의성 개선을 위해 관내 보행자 전용도로 및 걷고 싶은 거리 조성이 필요한 상황이라 볼 수 있음
- 수원시는 2013년 「생태교통 수원」을 추진하여 친환경적인 지속가능교통수단의 시범 운영, 차 없는 거리 등을 시행함
 - 2013년 9월 한 달간 시범운영 대상지구에 친환경적이고 지속가능한 교통체계로 구성된 교통수단을 도입하여 운영하였고, 지정 지구에 대하여 차 없는 거리를 시범 운영함
- 「생태교통 수원」을 추진하였던 지역을 중심으로 수원시 녹색교통진흥지구를 지정하는 방안이 추진 가능할 것으로 보임
 - 「지속가능 교통물류 발전법」 제41조에서 녹색교통특별대책지역의 지정과 변경 등의 내용을 규정하고 있고, 「지속가능 교통물류 발전법 시행규칙」 제12조2항의 녹색교통 진흥특별대책지역은 지속가능성을 개선하거나 녹색교통 확산 운동 등 녹색교통물류의 발전과 진흥이 필요한 지역을 선정하여 종합적 교통정책을 수립할 수 있도록 제도로 규정하고 있음
 - 「생태교통 수원」을 추진하였던 수원 4대문 내 지역은 교통혼잡이 지속적으로 발생하고 있고, 역사적 공간 보존, 보행환경 개선 등이 필요한 지역임. 이러한 문제점은 녹색교통진흥지구 지정을 통해 해소할 수 있을 것으로 보임

- 「생태교통 수원」 추진을 통해 관련 정책에 대한 시민 이해도가 높을 것으로 판단되기 때문에 녹색교통진흥지구 지정 정책은 안정적으로 이루어질 수 있을 것으로 사료됨
- 녹색교통진흥지구 지정 시, 대중교통 이용여건 개선 및 대중교통전용지구 도입, 지속가능도시교통수단 확대, 보행 환경개선 등의 정책을 종합적으로 고려하여 추진하면 지역에서 발생하는 교통 관련 문제점들도 같이 해결할 수 있을 것으로 기대됨
- 공유자전거 및 공유 PM(개인형이동수단) 등 지속가능도시교통수단 도입을 통해 친환경 도시 조성
 - 수원시는 2015년 스테이션 기반의 공유자전거 시스템인 반디클을 도입하였고, 2019년에는 스테이션 없는 공유자전거 시스템인 모바이크를 운영하였음. 그러나 모바이크 모기업의 경영악화로 인하여 모바이크 사업이 중단되었고, 1년간 공유자전거가 운영되지 아니하였으나, 2020년 공유자전거 시스템인 TAZO가 운영되기 시작함
 - 2020년 12월, 도로교통법 개정으로 자전거도로에서 자전거 뿐 아니라 PM의 통행도 가능해짐. 수원시 내에도 자전거 전용도로 및 자전거 전용차로가 도입되어 운영 중인 상황임

(6) 시사점

- 수원시 수송 분야 여건을 종합적으로 확인한 결과, 수원시 수송부문의 탄소중립으로의 정책 추진 실적은 우수하며 탄소중립 정책을 추진하기에 적절할 것으로 판단됨
 - 수원시의 전기자동차 등록현황은 양호한 수준으로 나타났고, 등록대수는 해를 거듭할수록 지속적으로 증가할 것으로 판단됨. 친환경 자동차 보급 정책을 지속 시행하면 도입 목표치는 무난히 달성할 수 있을 것으로 보임
 - 대중교통수단인 버스 및 택시의 전기자동차 도입 비율도 증가하고 있으며, 점진적인 도입을 이행하면 도입 목표치는 무난히 달성할 것으로 보임
 - 광역철도 및 도시철도의 지속적인 도입을 통해 기존 자가용 중심의 교통체계를 대중교통 중심의 교통체제로 개편할 수 있을 것으로 예상되고, 버스 중심의 대중교통체계를 철도 중심으로 개편할 수 있을 것으로 판단됨
 - 원도심 대중교통전용지구 지정을 통해 대중교통 이용 편의성을 개선할 수 있을 것으로 기대되고, 이와 함께 보행자 전용도로 및 차 없는 거리 등의 정책을 시행하여 보행 편의성을 제고할 수 있을 것으로 보임
 - 수원시는 2013년에 「생태교통 수원」을 추진하는 등 생태교통문화에 대한 이해도가 높은 것으로 사료됨. 추진 지역이었던 수원 4대문 내 지역을 중심으로 녹색교통진흥

- 지구를 지정하여 생태교통문화 정착 선도지역으로 활용할 수 있을 것으로 보임
- 「생태교통 수원」 추진 시, 자전거 등의 친환경 지속가능교통수단을 시범 운영하였고, 2015년부터 공유자전거를 도입하는 등 지속가능교통수단에 대한 시민 이해도도 높은 것으로 판단됨. 따라서, 시에서 관련 인프라를 지속적으로 확충한다면 해당 교통수단들의 이용률도 제고할 수 있을 것으로 보임

6. 폐기물 부문 여건

1) 생활계(가정+사업장 생활계) 폐기물 발생 및 처리현황

- 2007년부터 처리방법별 비율을 보면 소각과 재활용 처리가 대부분이며 증감을 반복하고 있으며 2019년 기준 2018년 대비 소각은 증가하였고 재활용은 감소하였음
- 2019년 기준 생활계 폐기물 처리비율은 재활용 53%, 소각 44%임

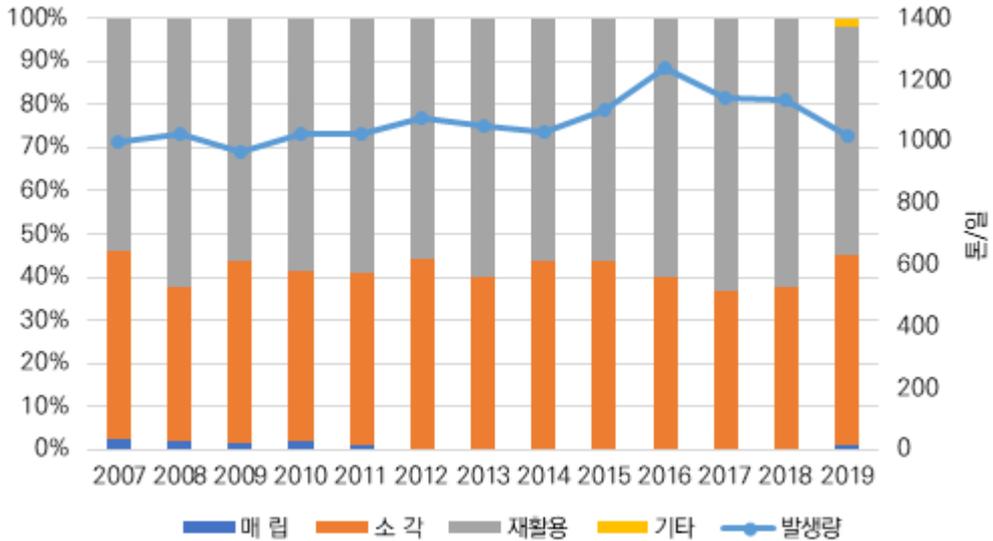
〈표 3-34〉 생활계 폐기물 발생 및 처리(톤/일)

연도	발생량	매 립	소 각	재활용	기타*
2007	995.5	23.5	432.9	539.1	0
2008	1,021.3	18.8	364.2	638.3	0
2009	964.9	13.3	408.0	543.6	0
2010	1,024.8	21.9	400.5	602.4	0
2011	1,027.2	10.0	409.4	607.8	0
2012	1,074.7	0.9	475.8	598.0	0
2013	1,050.0	0	422.5	627.5	0
2014	1,028.6	0	451.0	577.6	0
2015	1,101.5	0	481.4	620.1	0
2016	1,241.0	0	497.4	743.6	0
2017	1,143.6	0	422.2	721.4	0
2018	1,134.5	0	427.3	707.2	0
2019	1,019.8	9	453.0	539.5	18.3

* 2019년도 통계부터 "기타"처리항목 신설됨(폐기물관리법 시행규칙 별지5호 3쪽 상 중간처분 중 소각을 제외한 나머지 처리방법을 의미하며, 2018년도 통계까지는 재활용에 포함되었던 수치임)

'18년도까지는 "재활용"에 포함되어있던 중간처분시설 중 기계적(압축, 파쇄 등), 화학적(고형화, 중화, 응집 등), 생물학적(호기성, 혐기성 등) 처분량이 '19년도부터 "기타"항목으로 분리됨

〈그림 3-29〉 수원시 생활폐기물 발생량 추이 및 처리비율



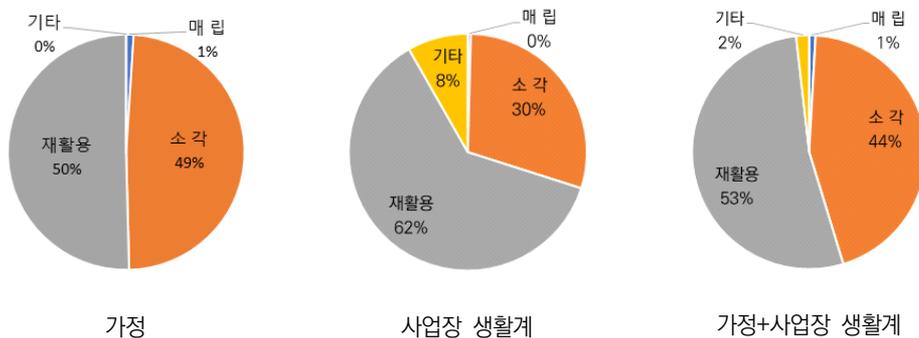
- 2019년 기준 가정폐기물처리하는 소각이 49%, 재활용이 50%이며 사업장생활계 폐기물은 재활용 62%, 소각 30%로 가정폐기물보다 재활용처리율이 높음

〈표 3-35〉 생활계(가정+사업장 생활계)폐기물(톤/일)

연도	발생량		매립	소각	재활용	기타
2019	총계	1,019.8	9.0	453.0	539.5	18.3
	가정	797.0	8.1	387.2	401.7	0.0
	사업장 생활계	222.8	0.9	65.8	137.8	18.3

출처: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

〈그림 3-30〉 생활계 폐기물 2019년 처리비율

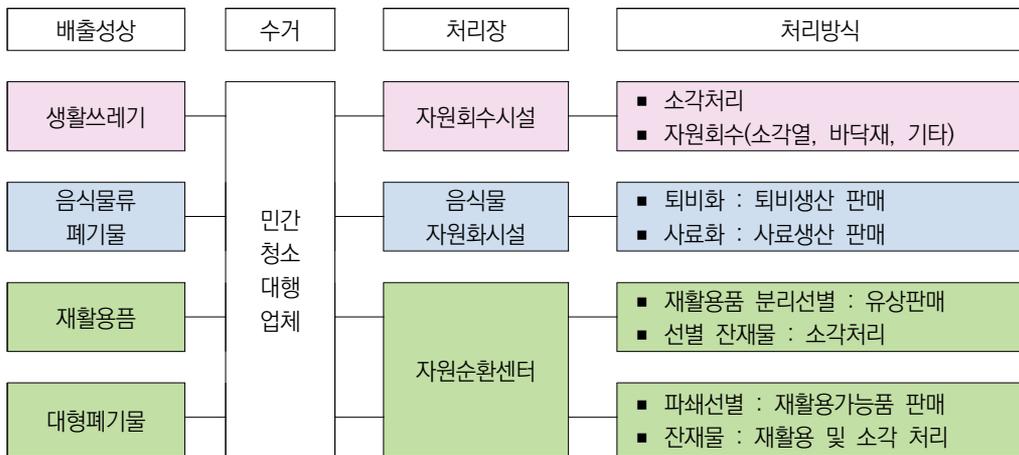


- 수원시 생활계 폐기물 중 가정폐기물은 100% 공공처리되며 사업장 생활계는 공공처리와 자가처리, 위탁처리되고 있으며 대부분 위탁처리(75%)되고 있음

2) 폐기물 관리체계

- 성상별 처리형태를 살펴보면 다음 그림과 같이 생활쓰레기는 영통구 자원회수시설로 반입되어 소각 처리되고 소각열은 회수하여 지역난방공사에 판매함. 음식물류폐기물은 음식물자원화시설에 반입되어 호기성퇴비화 및 건식사료화에 의하여 처리되고 생산된 퇴비 및 사료는 유상으로 농가 등에 판매됨
- 재활용품 및 대형폐기물은 자원순환센터에 반입되어 재활용품은 각각의 성상별로 분류·선별·압축 및 결속, 감용 등의 과정을 거쳐 선별품은 유상으로 판매하고 선별 후 발생하는 잔재물은 소각처리됨. 생산자책임재활용품목인 가전제품을 제외한 대형폐기물은 파쇄하여 재활용품과 불용품으로 분류하고 재활용품은 유상판매, 불용품은 압축연료생산업체에 판매하거나 소각 처리함

〈그림 3-31〉 수원시 생활폐기물 관리체계



3) 자원회수시설(소각)

(1) 시설 개요

- 자원회수시설은 생활폐기물을 소각하는 시설로 소각방식은 스토커식이고 용량은 600톤이며 1일 평균 가동시간은 24시간임

〈표 3-36〉 수원자원회수시설 현황

처분대상 폐기물	시설용량(톤/일)	1일평균 가동시간	소각방식	운영방식	위탁사
생활계 폐기물	600	24시간	고온용융	연속식	한국시거스 주식회사

- 제5차 전국폐기물통계조사(2016.03~2017.12)에 의한 수원시 자원회수시설의 1, 2호기의 가동률은 각각 95.9%, 86.1%임. 연간 가동일수는 1호기 322일, 2호기 298일임

〈표 3-37〉 수원자원회수시설 시설용량 대비 가동률

시설용량(톤/일)	처리량(톤/일)	가동일수(일/년)	가동률(%)	
1호기	300	268	322	95.9
2호기	300	260	298	86.1

자료: 한국환경공단(2017), 제5차 전국폐기물통계조사

* 가동률 산정방법 = [(연간 목표가동일수 × 시설용량) ÷ 연간 소각량] × 100

목표가동일수 : 생활폐기물 소각시설 설치·운영지침(환경부, 2009.5) 적용

가동개시일로부터 4년차까지의 시설 - 315일; 가동개시일로부터 4년차부터의 시설 - 300일

산출근거 : 폐기물에너지 이용시설현황조사 및 고효율 에너지 활용방안 연구(환경부, 2009.11)

(2) 소각시설 에너지 이용실태

- 쓰레기 소각시 발생하는 폐열을 이용하여 온수를 공급함. 소각열을 이용하여 생산된 온수를 지역주민들에게 공급함으로써 에너지자원을 효율적으로 재활용하게 됨

〈표 3-38〉 소각열 사용현황 2019년

증기생산량			공급량			비고 (자체사용량)
1호기 (ton)	2호기 (ton)	합계 (Gcal)	지역난방 (Gcal)	문화센터 (Gcal)	합계 (Gcal)	
283,950	291,291	383,111	264,255	2,266	266,521	116,590

출처: 자원회수시설 홈페이지

〈표 3-39〉 소각시설 에너지 이용실태

2019년 에너지 이용실태						
에너지발생량 (Gcal)	외부 공급(Gcal)			자체 사용(Gcal)		
	소계	열공급	전력공급	소계	열사용	전력사용
383,110	266,521	266,521	0	116,589	116,589	0

출처: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황

(3) 자원회수시설 반입량 및 소각량

- 수원시의 자원회수시설에 반입되는 연간반입량은 2019년 기준 171,334톤이며, 연간 소각량은 173,892톤임.

〈표 3-40〉 자원회수시설 반입량과 소각량(톤/년)

연도	반입량	소각량	소각재처리량		비고
			바닥재	비산재	
2015	167,418.54	164,109.60	17,217.72	3,820.59	
2016	162,601.86	163,902.40	18,539.76	3,879.45	
2017	157,466.22	158,298.36	18,526.55	4,134.21	
2018	166,144.18	165,872.63	19,035.40	4,508.97	
2019	164,612.18	163,129.13	18,715.75	4,321.43	
2020	171,334.58	173,892.12	19,357.47	4,592.69	

자료: 수원자원회수시설 홈페이지

- 대형목재 등은 자원순환센터에서 파쇄하여 소각장에서 소각처리
- 자원순환센터에서 재활용 선별하고 남은 잔재물과 음식물자원화시설에서 음식물쓰레기를 퇴비·사료로 재활용하면 발생하는 각종 혐잡물은 소각장에서 소각처리
- 음식물혐잡물은 비닐봉투·폐플라스틱류·형겉류·고기뼈 등으로 음식물쓰레기에서 필히 발생하는 것으로 소각처리함

〈표 3-41〉 자원회수시설 폐기물 반입량(톤/일)

구분	총계	종량제 폐기물	대형목재 (대형파쇄물)	중간처리시설 잔재물			사업장 생활계
				소계	음식물 혐잡물	재활용 잔재물	
2007년	455.4	358.1	43.8		37.1	5.1	11.3
2008년	440.6	342.8	40.7		31.3	6.9	18.9
2009년	433.6	327.3	41.4		31.6	5.2	28.1
2010년	436.2	324.2	42.0	35.3	32.7	2.6	34.7
2011년	447.1	328.0	47.5	31.8	30.0	1.8	39.8
2012년	472.0	345.6	48.9	33.2	31.8	1.4	44.3
2013년	468.4	348.5	51.5	35.4	33.9	1.5	33.0
2014년	480.7	386.4	51.6	27.2	25.1	2.1	15.5
2015년	458.7	381.1	38.5	26.3	23.7	2.6	12.8
2016년	444.2	348.4	49.5	34.7	33.3	1.4	11.6
2017년	431.5	339.3	33.6	47.2	45.1	2.1	11.4
2018년	455.2	374.6	18.3	52.2	49.2	3.0	10.1
2019년	451.1	379.2	5.6	56.6	53.7	2.9	9.7

출처: 수원시청 내부자료

4) 자원순환센터

(1) 시설 개요

- 자원순환센터는 재활용품을 선별하고 대형폐기물을 파쇄하는 등의 중간처리시설로 시설용량은 210톤/일임

〈표 3-42〉 자원순환센터 현황

시설명	자원순환센터(선별시설)
위탁사	수원도시공사
위치	수원시 영통구 영통로 383
기능	재활용품 선별, 대형폐기물처리
처리대상 폐기물	생활폐기물
처리방식	적환, 압축, 파쇄, 감용
시설용량(톤/일)	210
1일평균 가동시간(시간)	8
2019년 처리량(톤/년)	77,081

출처: 환경부(2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황, 수원시청 홈페이지

(2) 자원순환센터 반입·반출 현황

- 자원순환센터 반입량은 2020년 기준 재활용품 43,162톤, 대형폐기물 25,148톤, 가로 모래 4,560톤으로 총 72,870톤 임

〈표 3-43〉 연도별 반입현황(톤/년)

연도별	계	재활용품	대형폐기물	가로모래	폐목재(외부)
2014	47,396	21,520	18,370	7,506	
2015	53,232	25,663	19,875	7,694	
2016	56,082	29,521	20,268	6,293	
2017	63,025	34,864	22,641	5,520	
2018	87,024	45,194	25,297	5,692	10,841
2019	75,731	46,187	24,127	5,417	
2020	72,870	43,162	25,148	4,560	

출처: 수원자원순환센터 홈페이지

- 대형폐기물 파쇄물과 재활용 잔재물 1,157톤은 소각장에서 소각처리되고, 연탄재, 폐사기 등은 매립지로 보내짐

〈표 3-44〉 연도별 반출현황(톤/년)

연도별	계	재활용품	재활용 잔재물				
			소계	소각처리	매립지	기 타	우드칩
2014	42,306	14,372	27,934	19,343	4,528	4,063	
2015	49,928	15,539	34,389	14,927	4,422	15,040	
2016	54,541	21,336	33,205	18,552	4,256	10,397	
2017	75,093	21,232	53,861	13,286	4,060	10,397	25,746
2018	86,438	31,810	54,628	7,743	3,685	12,297	30,903
2019	77,079	35,234	41,845	2,969	2,973	16,442	19,461
2020	78,181	34,076	44,105	1,157	2,719	21,269	18,960

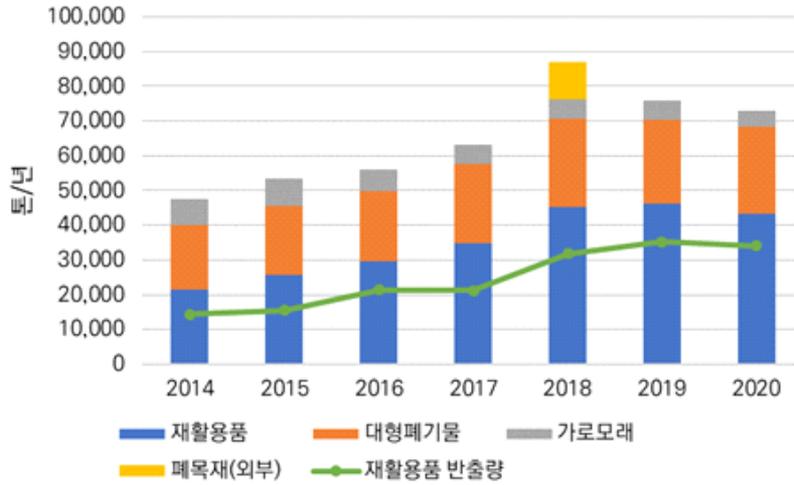
재활용 포함: 폐가전, 건전지, 폐형광등

매립지: 연탄재(무상), 폐사기(유상)

기타: 외주업체 위탁처리 품목

출처: 수원자원순환센터 홈페이지

〈그림 3-32〉 재활용품 반입반출 현황



5) 음식물자원화시설

(1) 시설 개요

- 음식물 자원화시설 용량은 퇴비화시설 99톤/일, 건조사료화시설 160톤/일이며, 1일 평균가동시간은 16시간임
- 퇴비화, 사료화 하기 전 파쇄기 및 선별기로 헝잡물 제거

〈표 3-45〉 음식물자원화시설 현황

시설명	음식물자원화시설 (퇴비화)	음식물자원화시설 (사료화)
위탁사	서울식품공업(주)	
위치	수권선구 매송 고색로 804번길 432(고색동)	
기능	음식물쓰레기 처리	
처리대상 폐기물	생활폐기물, 사업장생활계	생활폐기물, 사업장생활계
처리방식	호기성퇴비화(50톤/일)+건조사료화(49톤/일)	건조 사료화
시설용량(톤/일)	99	160
1일평균 가동시간(시간)	16	16
2019년 처리량(톤/년)	25,199	51,368

(2) 음식물 자원화시설 반입·처리현황

- 음식물자원화시설에 반입되는 음식물쓰레기 전량 재활용 대상
- 생산된 사료는 전량(100%) 양계농가 및 사료생산업체 판매·제공

- 퇴비는 하수처리 시 발생하는 혐잡물의 수분조절을 위해 사용
- 재활용 불가 잔재물 등은 자원회수시설 소각처리

〈표 3-46〉 음식물 자원화시설 반입·처리현황(톤/년)

연도별	반입량	처리량		소각처리량 (혐잡물+슬러지)	폐 수	소각처리 비율
		사료화	퇴비화			
2016년	69,386	43,008	26,378	12,180	101,631	18%
2017년	76,657	45,518	31,139	16,447	105,307	21%
2018년	73,780	47,219	26,561	17,947	90,168	24%
2019년	76,566	51,368	25,198	19,589	93,059	26%
2020년 (11월기준)	75,966	56,515	19,451	21,749	91,624	29%

출처: 수원시청 내부자료

〈표 3-47〉 음식물자원화 시설 재활용 실적(톤/년)

연도별	반입량			생산량			생산율
	계	사료화시설	퇴비화시설	계	사료	퇴비	
2016년	69,386	43,008	26,378	4,264	3,790	474	6.15%
2017년	76,657	45,518	31,139	4,649	4,146	503	6.06%
2018년	73,780	47,219	26,561	4,281	3,753	528	5.80%
2019년	76,566	51,368	25,198	3,428	2,950	478	4.50%
2020년 (11월기준)	75,966	56,515	19,451	3,292	2,968	324	4.33%

출처: 수원시청 내부자료

6) 폐기물 분야 여건 분석

- 수원시의 재활용되지 않은 폐기물은 전량 소각처리 후 열에너지(스팀)를 난방에 직접 사용하며, 향후 전기생산 예정임
- 음식물쓰레기는 도심 내 원활한 추진을 위해 전량 사료화 예정이며 시설 확장 중
- 향후 열에너지 회수 증진 및 음식물쓰레기의 바이오가스 생산 통해 탄소감축 기여 필요
- 폐기물 부문 온실가스 감축 여건은 폐기물 소각처리, 음식물쓰레기 건조사료화, 재활용을 보충으로 저탄소 신기술 적용 위한 인프라는 초기 단계임

제2절 수원시 온실가스 인벤토리 분석 및 고찰

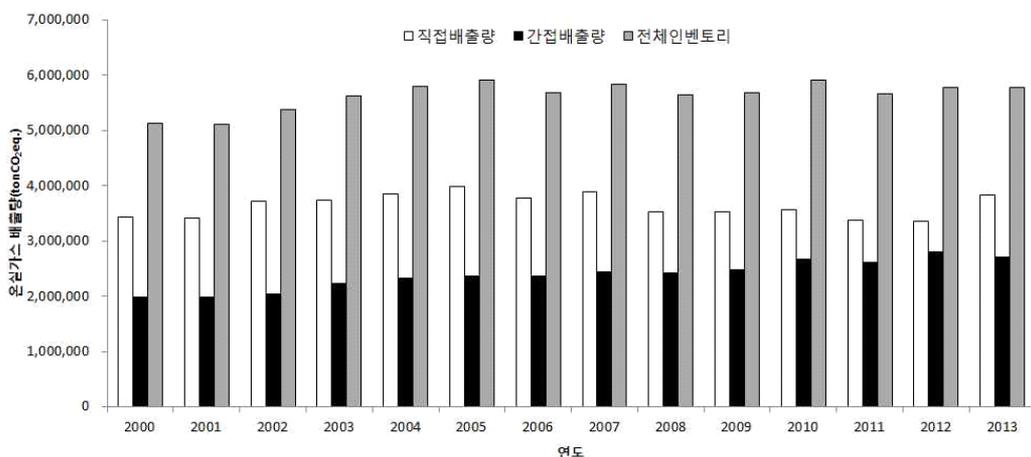
1. 수원시 온실가스 전체 인벤토리¹⁴⁾

- 수원시 기후변화대응 종합계획(2016)에서 산정한 수원시 온실가스 전체 인벤토리는 다음과 같음
- 전체인벤토리는 배출량 중복을 방지하기 위하여 직접배출량과 간접배출량의 총계에서 직접배출량의 에너지산업, 폐기물 부문 배출량을 제외한 값으로 제시함(수원시, 2016)
 - 전체 인벤토리는 배출량 중복을 방지하기 위하여 직접배출량과 간접배출량의 총계에서 직접배출량의 에너지산업, 폐기물 부문 배출량을 제외한 값으로 제시

〈표 3-48〉 직접, 간접배출량 및 전체인벤토리[단위 : 톤CO₂eq.]

연도	직접배출량	간접배출량	전체인벤토리*
2000	3,424,000	1,978,496	5,136,799
2001	3,415,395	1,992,802	5,119,801
2002	3,722,423	2,038,915	5,370,369
2003	3,744,734	2,238,215	5,623,987
2004	3,858,306	2,335,577	5,793,038
2005	3,977,671	2,360,929	5,907,597
2006	3,773,054	2,370,190	5,685,863
2007	3,894,542	2,444,212	5,837,662
2008	3,533,036	2,430,517	5,647,492
2009	3,534,067	2,483,956	5,686,914
2010	3,574,530	2,663,061	5,906,472
2011	3,368,076	2,618,034	5,660,387
2012	3,349,655	2,807,308	5,782,174
2013	3,839,775	2,710,235	5,775,156

〈그림 3-33〉 연도별 전체인벤토리 추이



14) 수원시(2016). 수원시 기후변화대응 종합계획

〈표 3-49〉 연도별 전체인벤토리 2000~2006(단위: 천톤CO₂eq)

구분		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
전체인벤토리		5,137	5,120	5,370	5,624	5,793	5,908	5,686		
S c o p e 1	에너지	제조업 및 건설업 수송	철강	3	0	0	0	0	0	
			비철금속	1	0	0	0	0	0	
			화학	11	11	8	9	9	5	6
			펄프, 제지	4	0	1	0	1	1	0
			식품가공, 음료 및 담배	12	3	1	1	1	0	0
			비금속광물	17	9	9	9	6	6	6
			기계	123	138	138	104	118	107	27
			채굴, 채석	0	0	0	0	0	0	0
			목재	0	0	1	3	2	1	1
			건설	5	4	10	64	17	16	58
			섬유, 가죽	202	192	187	157	138	83	65
		미분류 기타	23	5	6	5	11	10	8	
	미분류 도시가스	299	273	261	253	218	210	159		
	수송	도로수송	1,054	1,013	1,231	1,305	1,387	1,502	1,525	
		철도수송	18	17	17	18	14	13	11	
	기타	상업(공항, 항만, 철도운영 관련 외)	314	321	392	389	374	346	242	
		상업(공항, 항만, 철도운영 관련)	2	2	2	3	1	2	1	
		공공	19	14	18	23	30	38	40	
		가정	700	802	907	899	956	1,047	1,011	
		농업, 임업, 어업, 양식업 고정형	83	59	10	1	6	1	1	
	비도로수송원 및 기타기계류	166	172	41	4	8	4	4		
	탈루	석유 수송	0	0	0	0	0	0	0	
		천연가스 전송 및 저장	3	3	4	4	4	4	4	
		천연가스 유통	8	8	9	9	9	10	10	
	산업 공정	윤활유 사용	0	0	0	0	0	0	0	
		냉장 및 고정형 냉방	49	58	73	83	92	100	106	
		전력기기 사용	16	18	19	20	20	20	21	
의학적 N ₂ O사용		18	19	4	23	23	21	4		
AFOLU		9	-16	-16	-1	9	3	4		
S c o p e 2	전력	가정	455	465	476	478	512	528	545	
		상업	595	603	642	665	723	768	807	
		공공	93	104	100	112	120	129	142	
		생산	509	474	522	568	571	530	473	
	제조	가정	0	0	0	105	111	124	126	
		상업	0	0	0	4	4	5	4	
		공공	20	26	30	34	38	31	31	
		생산	0	0	0	0	0	0	0	
	폐기물	매립	49	52	42	41	35	24	34	
		생물학적 처리	5	5	6	6	6	6	5	
		소각	231	242	199	204	193	193	180	
		하폐수	20	21	22	22	23	23	23	

〈표 3-50〉 연도별 전체인벤토리 2007~2013(단위: 천톤CO₂eq)

구분		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
전체인벤토리		5,838	5,647	5,687	5,906	5,660	5,782	5,775		
S c o p e 1	에 너 지	제조업 및 건설업 수송	철강	0	0	1	1	0	0	
			비철금속	0	0	0	0	0	0	0
			화학	9	96	66	4	7	7	1
			펄프, 제지	0	0	0	0	0	0	0
			식품가공, 음료 및 담배	0	0	0	0	0	0	0
			비금속광물	5	4	1	0	0	0	0
			기계	10	4	1	2	2	2	0
			채굴, 채석	0	0	0	0	0	0	0
			목재	0	0	0	1	0	0	0
			건설	51	39	36	31	34	25	18
			섬유, 가죽	98	12	1	2	1	0	0
	미분류 기타	6	7	11	18	18	15	12		
	미분류 도시가스	114	111	107	133	136	135	147		
	수송	도로수송	1,581	1,625	1,636	1,622	1,557	1,560	1,638	
		철도수송	10	10	9	8	8	8	7	
	기타	상업(공항, 항만, 철도운영 관련 외)	318	315	344	407	371	353	317	
		상업(공항, 항만, 철도운영 관련)	1	1	1	1	1	1	1	
		공공	42	39	43	39	33	34	32	
		가정	934	765	759	772	681	649	683	
		농업, 임업, 어업, 양식업 고정형	1	0	0	0	0	1	0	
		비도로수송원 및 기타기계류	6	6	7	2	1	0	0	
	탈루	석유 수송	0	0	0	0	0	0	0	
		천연가스 전송 및 저장	4	4	4	4	4	4	4	
		천연가스 유통	9	9	9	10	10	10	10	
	산업 공정	윤활유 사용	0	0	0	0	0	0	3	
		냉장 및 고정형 냉방	113	117	118	124	131	144	152	
		전력기기 사용	21	21	23	22	19	20	21	
의학적 N ₂ O사용		23	23	25	28	25	7	19		
AFOLU	38	7	1	11	1	0	0			
S c o p e 2	전력	가정	557	574	591	619	621	665	684	
		상업	834	862	881	1,081	1,174	1,170	1,180	
		공공	156	164	179	193	192	195	195	
		생산	451	466	461	340	276	287	291	
	연료	가정	134	77	79	86	73	82	92	
		상업	4	2	2	2	2	2	2	
		공공	30	29	26	27	27	27	26	
		생산	0	0	0	0	0	0	0	
	폐기 물	매립	47	41	36	23	23	132	18	
		생물학적 처리	7	7	6	6	6	7	8	
		소각	201	186	198	262	200	216	189	
		하폐수	23	23	24	24	24	25	25	

2. 온실가스 배출량 전망

- 수원시 기후변화 대응 종합계획(2016)에서는 수원시의 의지에 따른 감축이 가능한 분야에 대해서만 전망 및 감축 잠재량을 도출하였음.
 - 수원시 기후변화 대응 종합계획(2016)에서 산정된 수원시 온실가스 배출전망을 살펴보면, 우선 2005년도에는 가정부문의 온실가스 배출이 29.6%로 가장 높은 배출기여를 보였는데, 2020년 및 2030년도에는 상업부문의 온실가스 배출기여가 30.7% 및 35.5%로 나타나 상업부문의 온실가스 배출증가가 높음

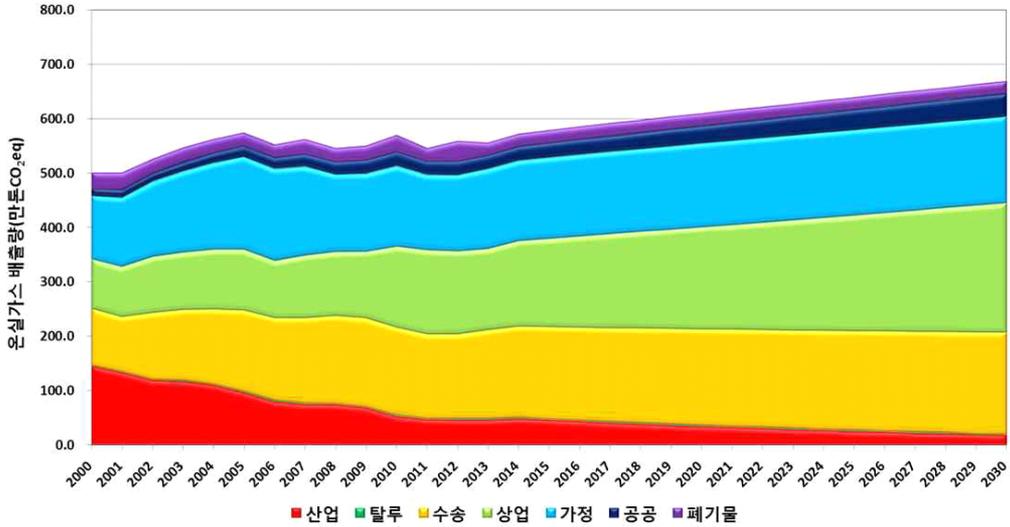
〈표 3-51〉 온실가스 전망을 위한 방법론 및 전망치의 결정계수

중분류	소분류	전망 근거	R2
에너지 부문	산업	2000~2013년도까지의 산업부문 배출량을 회귀분석함	0.93
	달루	2000~2013년도까지의 달루부문 배출량을 회귀분석함	0.82
	수송	2000~2013년도까지의 수송부문 배출량을 회귀분석함	0.90
	가정	2011~2013년도까지의 가정부문 배출량을 회귀분석함	0.88
	상업	2000~2013년도까지의 상업부문 배출량을 회귀분석함	0.82
	공공	2000~2013년도까지의 공공부문 배출량을 회귀분석함	0.94
폐기물	소계	2000~2013년도까지의 폐기물 소계부문 배출량을 회귀분석함	0.63
	매립	2000~2013년도까지의 매립부문 배출량을 회귀분석함	0.94
	생물학적처리	2000~2013년도까지의 생물학적처리부문 배출량을 회귀분석함	0.66
	소각	폐기물 소계 전망치에서 타 폐기물 부문 배출량을 뺀값	-
	하폐수	2000~2013년도까지의 하폐수부문 배출량을 회귀분석함	0.95

자료: 수원시(2016), 수원시 기후변화대응 종합계획

- 또한 2005년부터 2030년까지 부문별 증감율을 살펴보면, 매립 및 산업부문의 경우 뚜렷한 감소추세를 보이는 것으로 나타났으며, 공공부문과 상업부문의 증가율이 상당히 높은 것으로 나타났음.
- 폐기물 부문의 소각부문은 정책추세가 선소각 후매립 체제로 전환되면서 소각에 의한 온실가스 배출량이 증가추세 특징을 보이고 있음

〈그림 3-34〉 수원시 부문별 온실가스 배출전망 추이



자료: 수원시(2016), 수원시 기후변화대응 종합계획

〈표 3-52〉 수원시 온실가스 배출량(만톤CO₂eq) 전망

구분	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	
총계	503	575	571	580	586	593	599	605	611	640	669	
에 너 지	소계	472	551	540	556	563	569	575	581	587	617	647
	산업	146	97	53	47	44	42	39	37	35	26	19
	탈루	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
	수송	105	150	162	170	172	173	175	176	177	183	188
	상업	91	112	149	163	168	173	178	183	188	213	238
	가정	116	170	148	148	150	151	152	152	153	156	158
	공공	13	20	26	27	28	29	30	31	32	38	43
폐 기 물	소계	31	25	32	24	24	24	24	23	23	22	
	매립	5	2	2	1	1	1	1	1	1	0	
	생물학 적처리	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	소각	23	19	26	20	19	19	19	19	19	19	
	하폐수	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3

3. 수원시 온실가스 감축 목표

- 수원시 기후대기과에서 자체 인벤토리 구축하여 산정한 결과를 사용하여 수립된 중기 감축 목표는 다음과 같음
- 2030년까지 2005년 대비 1인당 기준 40%, 총량 기준 25% 감축 목표 설정

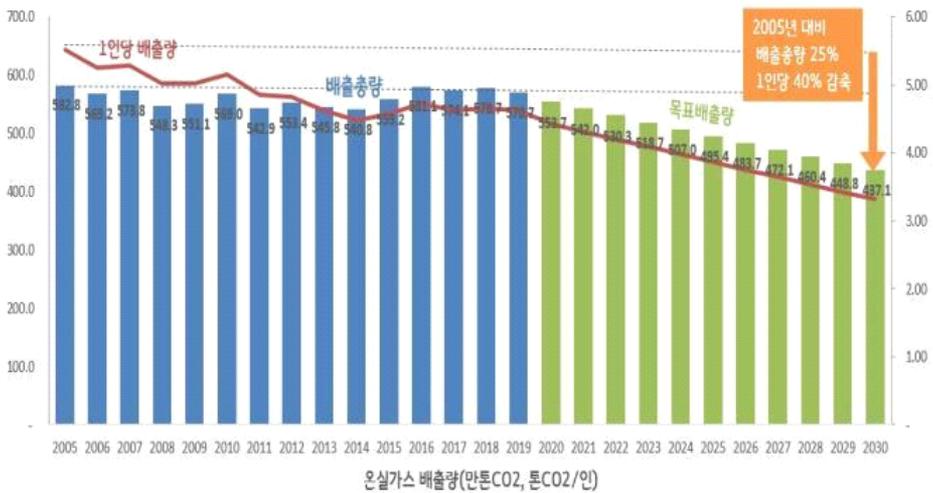
〈표 3-53〉 자발적 온실가스 배출량 감축 목표

(단위 : 만톤CO₂eq, 톤CO₂eq/인)

구분		2019년	2020년	2025년	2030년
감축목표 (2005년 대비)	배출총량	4%	5%	15%	25%
	1인당	18%	20%	30%	40%
목표배출량	배출총량	559.5	553.7	495.4	437.1
	1인당	4.53	4.42	3.71	3.32
배출전망치 (BAU)*	배출총량	612.8	618.8	648.6	678.3
	1인당	4.87	4.88	4.96	5.05
감축목표량 (BAU 대비)	배출총량	53.3	65.1	153.2	241.2
	1인당	0.31	0.46	1.25	1.73

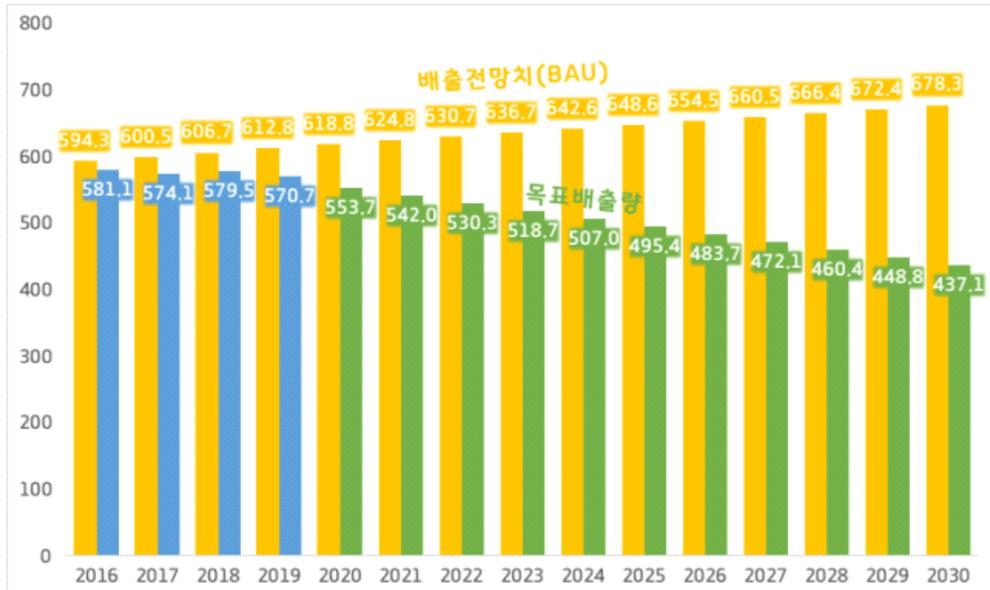
*배출전망치(Business as usual) : 온실가스를 줄이려는 아무런 조치도 없었을 때의 배출 전망치

〈그림 3-35〉 온실가스 배출현황 및 배출목표



자료: 기후대기과 내부자료

〈그림 3-36〉 배출전망치



4. 수원시 감축 인벤토리

- 수원시에서는 지자체 온실가스 배출량 산정지침ver.4.1(2017.12월)을 적용하여 수원시 여건을 반영한 자체 감축 인벤토리 설정 적용

〈표 3-54〉 수원시 감축 인벤토리 설정

구분	기본지침	수원시	적용사유
중복배출량 제외방식	에너지산업 배출량 제외	열 및 전력 생산량 제외	에너지산업 시설은 대부분 지역 내 공급을 위한 시설이며, 도시계획에 따른 지역난방시설 확대 및 관련정책에 따른 생산효율 향상 등 감축노력이 반영될 수 있도록 제외방식 변경
제조업 및 건설업 포함여부	비포함	포함	2010년 일부 전력용도가 산업에서 상업으로 변경되어 분야별 배출량에 큰 영향을 미침. 산업시설 감소가 상업시설 증가로 이어지는 현상이 지속되고 있어 분리 해석이 어려움.
AFOLU 포함여부	포함	비포함	총배출량의 0.1%~0.2%에 불과한 항목으로 배출량 산정을 위한 활동자료의 불확실성이 높고 지자체 감축노력을 반영하기 어려운 항목으로 효율적인 정책관리를 위해 제외

〈그림 3-37〉 수원시 감축인벤토리 카테고리



5. 수원시 온실가스 감축 인벤토리 산정 결과 및 분석

1) 배출량 산정결과

- 연도별 배출량 산정결과 2019년 570.7만톤CO₂eq를 배출하였으며 2005년 대비 2.1% 감축하였으며 2016년 이후 감소추세임
- 2019년 1인당 온실가스 배출량은 4.62톤으로, 2005년 대비 16.4% 감소하였음
- 1인당 배출량은 2005년 이후 추세선과 높은 상관관계(R²=0.7866)를 나타내나, 2010년, 2014년, 2018년에 비교적 큰 편차를 나타냄.
 - 2010년 폭염과 한파, 사업장폐기물 등으로 배출량 급격히 증가하였음.
 - 2014년 원전가동 중지에 따른 국가적인 에너지 절약으로 배출량 급감함.
 - 2018년 하절기 폭염으로 인해 건물 부문 에너지 사용량이 크게 늘어남.
 - 인구수는 온실가스 배출량의 가장 큰 영향인자이며, 사회·환경적 요인에 의해서도 배출량 변동이 발생하고 있음.
 - ※ 2019년 인구는 123.5만명으로, 2005년 대비 18.3%(19.1만명) 증가
- 인구수 및 자동차수 증가 등에 따라 수송부문 배출량은 지속적으로 증가하였음.
- 총산업과 상업 배출량은 경제구조가 산업에서 상업으로 변화되고 있음
 - 2010년, 일부 전력시설 용도가 변경(산업→상업)되어 배출량 이전 현상 발생
- 공공 및 폐기물 부문은 대체로 일정한 수준을 나타내는데, 이는 인구 및 공공인프라의 증가를 감안하면 감축성으로 판단할 수 있음

〈표 3-55〉 분야별 온실가스 배출량(만톤CO₂eq)

연도	합 계	총산업	수 송	상 업	가 정	공 공	폐기물
2005	582.8	131.4	150.1	107.5	152.1	16.9	24.7
2006	569.2	116	152.4	108	150.5	17.9	24.4
2007	573.8	112.8	158	111.6	144.1	19.3	28.1
2008	548.3	94.2	162.3	115.9	129.8	20.1	25.9
2009	551.1	89.3	163.4	120.1	130.4	21.3	26.6
2010	569	73.1	161.9	146	134.6	21.6	31.8
2011	542.9	61.8	155.4	152.1	126.6	21.5	25.6
2012	553.4	67.8	155.6	145.5	125.2	21.1	38.1
2013	545.8	98.6	163.5	123.5	119.1	17	24.1
2014	540.8	86.7	167.5	128.3	115.2	17.9	25.2
2015	559.2	83.2	179.5	134.7	119.1	18.8	23.8
2016	581.1	81.3	185.2	144	125.4	20.1	25.2
2017	574.1	84.8	180.6	142.9	122	19.7	24
2018	578.7	68	180.4	154.8	129.9	21.5	24.2
2019	570.7	70.1	180.4	152.9	122.1	21	24.1

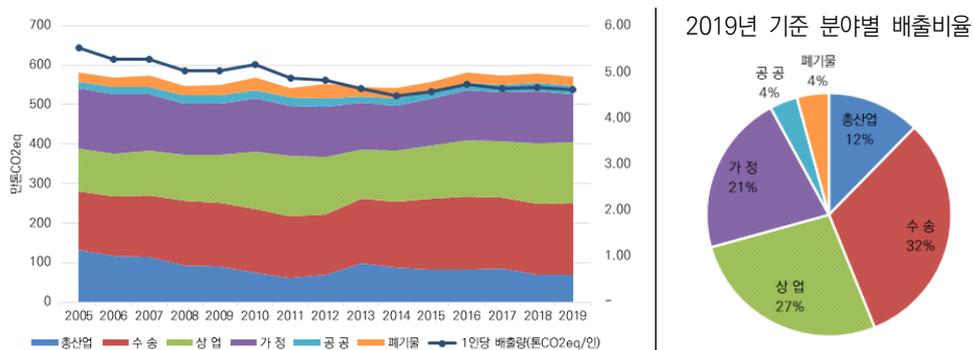
※ 총산업 : 에너지산업, 제조업 및 건설업, 농림수산업 포함.

※ 에너지 생산에 따른 중복배출량 처리 : 분야별 전력사용량에서 생산비율 적용 제외,
열은 모두 관내에서 생산하여 공급되므로 열사용량은 전체 제외

〈표 3-56〉 연도별 1인당 배출량 산정결과(단위 : 톤CO₂eq)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
배출량	5.53	5.26	5.28	5.03	5.02	5.15	4.85	4.82
'05년대비		-4.8%	-4.5%	-9.0%	-9.2%	-6.8%	-12.1%	-12.8%
구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
배출량	4.63	4.47	4.58	4.72	4.63	4.66	4.62	
'05년대비	-16.2%	-19.1%	-17.2%	-14.6%	-16.3%	-15.7%	-16.4%	

〈그림 3-38〉 분야별 온실가스 배출량 추이



2) 분야별 온실가스 배출량

(1) 총산업

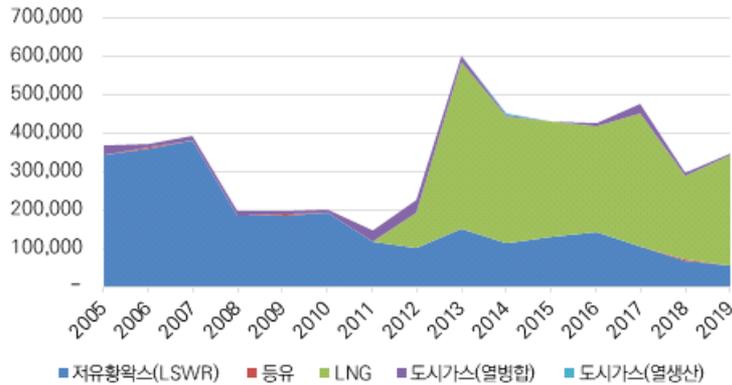
- 총산업은 에너지산업과 산업을 말하여 산업에는 제조업 및 건설업 등이 포함되었음. 산업분야 배출량은 감소추세를 보이고 있음

〈표 3-57〉 총산업 온실가스 배출량(톤CO₂eq)

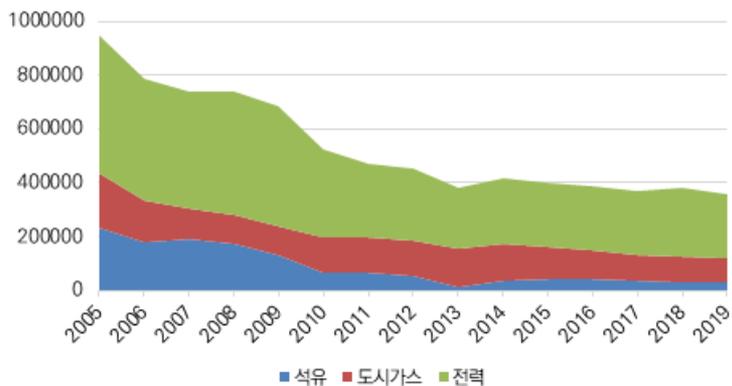
연도	에너지산업			산업			
	열병합시설	열생산시설	기타에너지	제조업 및 건설업	농업/임업/어업/양식업	전력(생산부문_농림어업)	전력(생산부문_제조업 및 건설업)
2005	367,989	-	18	431,078	5252	8,436	501,337
2006	371,088	-	-	327,777	5559	8,250	447,110
2007	391,160	-	-	291,236	12802	7,822	425,342
2008	197,438	-	8,268	271,573	10567	7,630	446,819
2009	197,269	-	11,278	222,180	13636	7,650	441,097
2010	201,491	-	3,073	189,290	5621	8,113	323,102
2011	146,444	-	1,197	197,256	1728	8,209	262,984
2012	224,417	549	-	181,669	1199	8,203	262,319
2013	600,479	2,264	31	156,733	180	6,560	219,427
2014	447,966	1,428	-	175,700	214	6,499	235,293
2015	431,903	0	-	157,840	386	4,147	238,105
2016	425,043	31	373	146,295	201	3,255	237,519
2017	475,863	80	-	131,721	124	3,171	237,368
2018	296,148	114	-	124,317	5	3,574	255,772
2019	344,947	3	-	119,338	46	3,562	233,530

〈표 3-58〉 에너지 산업 연료별 온실가스 배출량(톤CO₂eq)

연도	저유황악스 (LSWR)	등유	LNG	도시가스 (열병합)	도시가스 (열생산)	합계
2005	341,778	189		26,022		367,989
2006	360,863	259		9,967		371,088
2007	377,835	277		13,047		391,160
2008	184,977	188		12,273		197,438
2009	185,577	223		11,470		197,269
2010	192,109	159		9,223		201,491
2011	118,899	118		27,427		146,444
2012	100,033	338	90,076	33,970	549	224,966
2013	150,554	161	435,438	14,327	2,264	602,743
2014	113,507	258	326,991	7,211	1,428	449,394
2015	129,667	190	299,092	2,953	0	431,903
2016	142,753	359	275,470	6,460	31	425,074
2017	103,562	289	348,138	23,874	80	475,943
2018	68,867	158	218,382	8,740	114	296,262
2019	52,911	178	288,315	3,543	3	344,950

〈그림 3-39〉 에너지산업 부분 연료별 온실가스 배출량(톤CO₂eq) 추이〈표 3-59〉 산업 부분 연료별 온실가스 배출량(톤CO₂eq)

연도	석유	도시가스	전력	합계
2005	231,154	205,176	509,772	946,102
2006	177,377	155,959	455,361	788,697
2007	192,177	111,861	433,164	737,202
2008	173,277	108,863	454,449	736,589
2009	130,738	105,078	448,747	684,563
2010	64,380	130,531	331,215	526,126
2011	65,556	133,428	271,193	470,177
2012	51,229	131,639	270,522	453,390
2013	13,544	143,369	225,987	382,900
2014	36,631	139,283	241,792	417,706
2015	40,092	118,134	242,252	400,478
2016	40,226	106,270	240,774	387,270
2017	37,067	94,778	240,539	372,384
2018	28,485	95,837	259,346	383,668
2019	28,594	90,790	237,092	356,476

〈그림 3-40〉 산업 부분 연료별 온실가스 배출량(톤CO₂eq) 추이

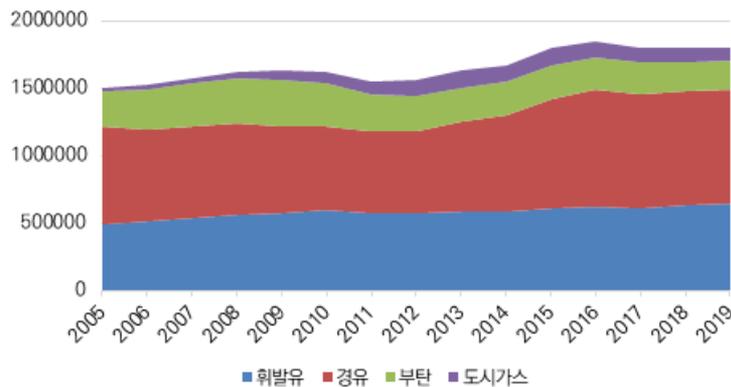
(2) 수송

- 수원시 수송분야 연료별 온실가스 배출량은 다음과 같음
 - 수송분야는 인구증가와 자동차 등록대수의 증가로 배출량이 증가하는 추세이며, 경유 사용에 의한 배출량이 증가하고 있음

〈표 3-60〉 수송 부분 연료사용별 온실가스 배출량(톤CO₂eq)

	휘발유	경유	부탄	도시가스	합계
2005	494,003	720,742	258,720	27,846	1,501,310
2006	510,301	686,072	297,810	30,270	1,524,453
2007	533,707	687,501	320,965	37,329	1,579,502
2008	564,755	676,797	329,132	52,205	1,622,888
2009	571,210	645,758	345,240	71,424	1,633,632
2010	592,601	618,662	321,552	86,177	1,618,993
2011	574,201	603,031	280,454	95,915	1,553,601
2012	576,792	608,327	254,337	116,745	1,556,201
2013	584,725	668,563	252,359	128,950	1,634,598
2014	587,265	713,180	243,644	131,075	1,675,164
2015	611,991	801,999	255,760	125,349	1,795,099
2016	623,959	865,553	244,142	118,427	1,852,081
2017	610,270	849,987	228,409	117,058	1,805,724
2018	633,394	846,493	213,321	111,095	1,804,302
2019	644,631	844,802	210,034	104,204	1,803,671

〈그림 3-41〉 수송 부분 연료별 온실가스 배출량(톤CO₂eq) 추이

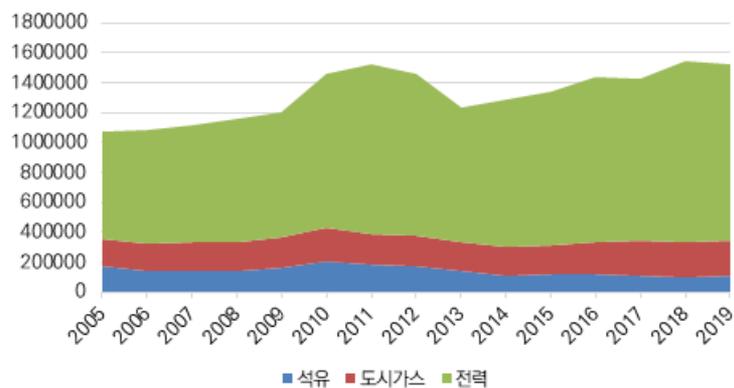


(3) 상업

- 수원시 상업 부분 온실가스 배출량은 매년 증가 추세이며 전력사용으로 인한 온실가스 배출량이 대부분을 차지하고 있음

〈표 3-61〉 상업 부문 연료별 온실가스배출량(톤CO₂eq)

연도	석유	도시가스	전력(서비스업)	합계
2005	173,684	182,889	718,422	1,074,994
2006	135,606	188,511	755,698	1,079,816
2007	137,390	198,617	779,782	1,115,788
2008	136,696	200,663	821,599	1,158,958
2009	158,470	205,103	837,201	1,200,774
2010	208,517	217,286	1,033,797	1,459,600
2011	187,485	199,575	1,133,684	1,520,744
2012	169,294	201,724	1,083,967	1,454,985
2013	135,684	199,783	899,927	1,235,394
2014	110,870	188,730	983,375	1,282,974
2015	114,155	193,445	1,038,908	1,346,508
2016	117,483	216,935	1,105,362	1,439,779
2017	109,176	233,600	1,086,557	1,429,333
2018	97,326	239,502	1,210,843	1,547,672
2019	109,313	236,027	1,183,692	1,529,032

〈그림 3-42〉 상업 부문 연료별 온실가스 배출량(톤CO₂eq) 추이

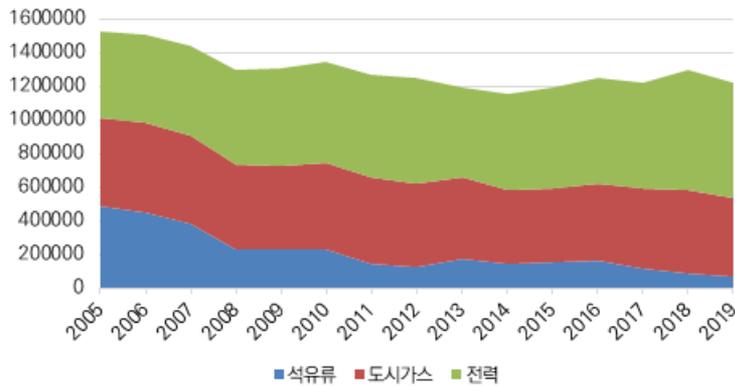
(4) 가정

- 가정에서 온실가스 배출량은 감소하는 추세이며 도시가스와 전력사용에 대한 온실가스 배출량이 대부분임

〈표 3-62〉 상업 부문 연료별 온실가스배출량(톤CO₂eq)

연도	석유류	도시가스	전력	합계
2005	483,688	529,515	508,272	1,521,475
2006	449,769	530,607	524,454	1,504,830
2007	386,355	519,860	534,295	1,440,510
2008	233,125	505,386	559,923	1,298,434
2009	229,676	498,694	575,292	1,303,662
2010	229,845	513,194	602,961	1,346,000
2011	147,520	507,503	610,621	1,265,643
2012	124,543	499,924	627,397	1,251,864
2013	174,557	485,524	531,261	1,191,342
2014	145,754	434,472	571,782	1,152,008
2015	157,293	436,145	597,617	1,191,055
2016	163,509	456,749	633,321	1,253,578
2017	110,666	484,155	625,066	1,219,887
2018	82,823	502,110	713,748	1,298,681
2019	69,520	468,079	683,842	1,221,441

〈그림 3-43〉 상업 부문 연료별 온실가스배출량(톤CO₂eq)추이

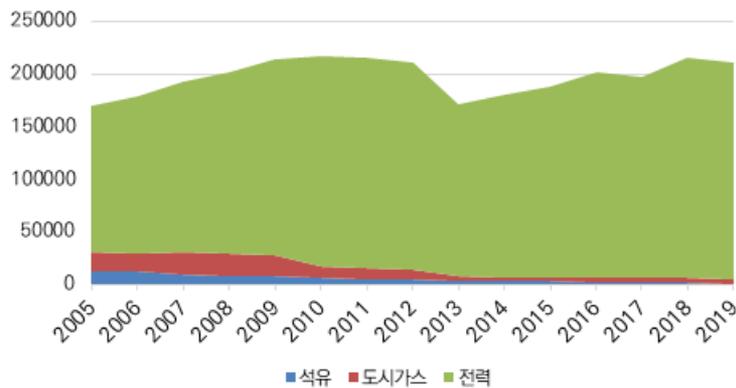


(5) 공공

- 공공부문에서 온실가스 배출량은 대부분이 전력사용에 의한 배출량으로 약 98%를 차지함

〈표 3-63〉 공공부문 부분 온실가스배출량(톤CO₂eq)

연도	전력	석유	도시가스	합계
2005	138,021	11,816	18,969	168,807
2006	149,268	12,051	17,216	178,536
2007	162,274	9,630	20,896	192,800
2008	172,504	7,956	21,023	201,482
2009	186,127	7,367	19,571	213,066
2010	199,694	5,964	10,824	216,482
2011	200,178	4,214	10,445	214,838
2012	196,734	4,969	9,291	210,995
2013	161,890	3,772	4,746	170,408
2014	172,937	2,771	3,765	179,473
2015	181,594	2,998	3,902	188,493
2016	195,659	1,651	3,861	201,171
2017	191,683	1,563	4,095	197,341
2018	208,652	1,590	4,305	214,547
2019	205,157	854	4,179	210,190

〈그림 3-44〉 공공 부문 연료별 온실가스배출량(톤CO₂eq)추이

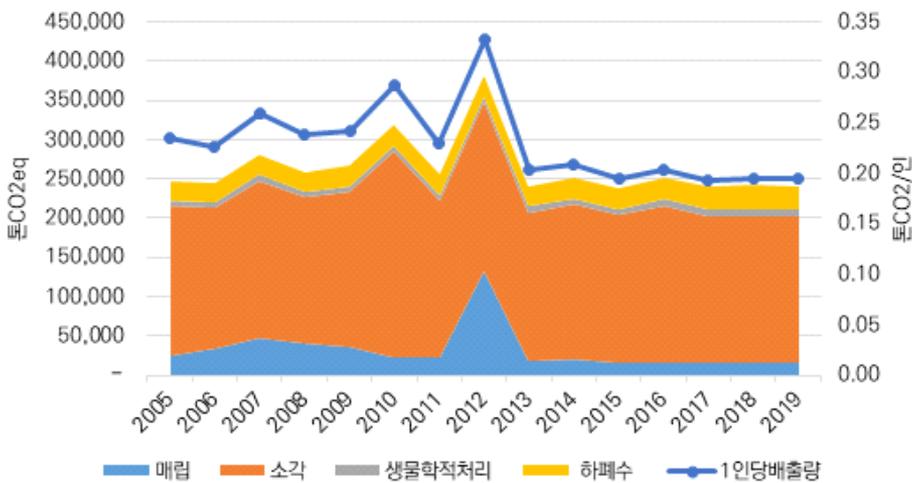
(6) 폐기물

- 2019년 기준 폐기물 부분의 온실가스 배출총량은 2005년과 비슷한 수준이며 1인당 배출량은 17% 감소함
 - 분리배출 활성화 등 폐기물 감량 정책에 따른 온실가스 감축효과로 판단됨
 - 음식물류폐기물의 생물학적 처리량(사료화 및 퇴비화)과 인구증가에 따른 하·폐수에 의한 온실가스 배출총량은 증가하였음

〈표 3-64〉 폐기물 부분 온실가스 배출량(톤CO₂eq)

연도	매립	소각	생물학적처리	하폐수	합계	1인당 배출량
2005	24,097	192,573	5,921	24,736	247,326	0.23
2006	33,699	180,258	5,133	25,385	244,476	0.23
2007	46,687	201,340	7,360	25,800	281,188	0.26
2008	40,737	185,716	6,861	26,121	259,435	0.24
2009	36,227	197,692	6,466	26,031	266,416	0.24
2010	23,487	261,878	6,380	26,143	317,888	0.29
2011	22,937	200,109	6,466	26,589	256,101	0.23
2012	131,763	215,634	6,672	27,250	381,319	0.33
2013	18,396	189,222	7,588	25,546	240,753	0.20
2014	19,327	199,190	6,886	26,207	251,611	0.21
2015	15,631	198,658	6,281	26,929	238,499	0.20
2016	16,678	198,063	9,939	26,963	251,643	0.20
2017	14,910	186,283	9,569	29,373	240,134	0.19
2018	15,881	185,866	10,409	29,355	241,512	0.19
2019	15,881	185,866	10,409	29,220	241,377	0.20

〈그림 3-45〉 폐기물 부분 온실가스 배출량(톤CO₂eq) 추이



3) Tier3 교통부문 온실가스 평가 분석

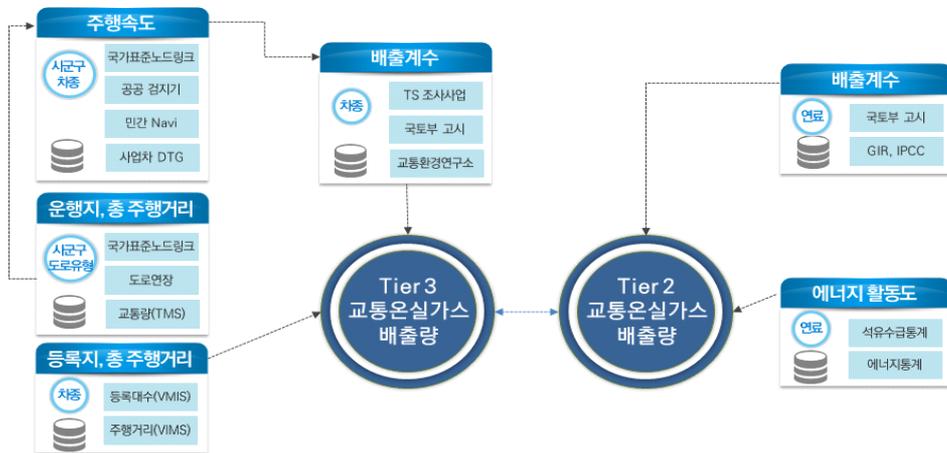
(1) 분석방법

- 아주대학교의 UTEAS(Urban Transportation Emission System) 중 지방자치단체 온실가스 배출량 산정체계는 국가 교통부문 온실가스 배출통계 관장기관인 한국교통안전공단의 Sub-KOTEMS에 적용되고 있음. 개발된 시스템을 기반으로 국가·지자체의 온실가스 배출량을 산정하고 있음
 - 개발 시스템은 EU COPERT에서 적용하고 있는 Fleets DB 분석체계를 적용한

Tier2, 3 교통온실가스 산정체계 적용함

- 교통온실가스 Fleets DB 중심으로 배출량조사보고서, GIR 국가온실가스 보고, 국토교통부 지속가능성 평가자료, KOTEMS 결과가 도출될 수 있도록 체계를 마련함
 - 이는 지속가능교통물류발전법 시행령 제47조에 근거한 교통온실가스 배출량 조사사업 등 일관성과 지속성 측면에서 업무효율 제고에 기여할 수 있을 것으로 기대됨
- Tier3 교통온실가스 배출량은 228개 지자체별 자동차 등록대수와 VIMS에 의한 주행거리, 국가표준노드링크 기반으로 산정된 주행속도와 그에 따른 차종별 배출계수의 곱으로 산정됨
 - 이와 같은 산정체계는 교통부문에서 공신력 있게 구축 가능한 분석시스템의 DB로 구성된 것이며, 특히 주행속도는 도로 단위로 차종별 차속을 전수화한 결과를 반영함으로써 분석결과의 현실성을 제고함
 - 또한, 이와 같은 교통온실가스 산정체계는 교통·자동차·환경의 융합데이터로 구성되었으며, 이는 교통온실가스 정책의사결정시스템으로 활용 가능함

(그림 3-46) 교통온실가스 산정체계의 연계



자료: 교통안전공단(2019), 자체 교통온실가스 산정체계 고도화 및 활용방안 연구(수행기관: 아주대학교 산학협력단)

- Tier3 교통온실가스 배출량 분석체계에는 배출량의 주요 영향요소인 등록대수, 주행거리, 주행속도, 배출계수는 모두 동일한 표준코드로 구성되어 있음
 - 지역(228개), 자동차 유형(4개), 사용용도(3개), 자동차 크기(4개), 사용연료(7개)의 조합으로 구성됨
 - 교통온실가스 배출계수는 2010년 이전에 구성된 국립환경부와 그 이후 고시된 국토

교통부의 배출계수로 구분함. 이에 따라, 교통온실가스 배출계수는 4개 유형의 연식 구분의 306,432개 자료로 구성됨

- 이와 같은 Tier3 표준 분석코드(Ncode) 기준으로 국토교통부의 VIMS에 의한 자동차 등록대수 자료, VIMS에 의한 평균 주행거리 자료, 네비게이션 자료에 의한 주행속도가 고려되어 있음

〈표 3-65〉 Tier3 표준 분석코드의 구성

지역	자동차 유형	용도	크기	연료	Ncode
228	4	3	4	7	76608

자료: 교통안전공단(2019), 자체 교통온실가스 산정체계 고도화 및 활용방안 연구(수행기관: 아주대학교 산학협력단)

〈그림 3-47〉 Tier3 표준 분석코드의 구성



자료: 교통안전공단(2019), 자체 교통온실가스 산정체계 고도화 및 활용방안 연구(수행기관: 아주대학교 산학협력단)

(2) 분석결과

① 차종별 온실가스 배출량

- 전국 자가용 온실가스 배출량 8,266만톤/년 중 경기도는 22.4%를 차지하며, 수원시는 경기도 배출량의 1,855만톤/년 중 8.2%인 151만톤/년 배출한 것으로 나타남
 - 수원시의 승용차 온실가스 배출량은 경기도의 9.9%인 83만톤/년으로 나타남

〈표 3-66〉 차종별 온실가스 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	승용	승합	화물	특수	소계
수원시	838,899	285,515	362,589	29,493	1,516,496
경기도	8,473,462	3,016,571	6,609,197	449,720	18,548,950
전국	40,505,553	10,362,649	27,798,917	3,999,482	82,666,601
수원시/경기도	9.9%	9.5%	5.5%	6.6%	8.2%
경기도/전국	20.9%	29.1%	23.8%	11.2%	22.4%
전국	100%	100%	100%	100%	100%

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

- 전국 온실가스 배출량 5,291만톤/년 중 경기도는 23.0%를 차지하며, 수원시는 경기도 자가용 배출량의 8.6%인 105만톤/년 배출한 것으로 나타남
 - 수원시의 관용차 온실가스 배출량은 경기도의 10.6%인 5,344톤/년으로 나타남

〈표 3-67〉 용도별 온실가스 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	관용	자가용	영업용	전체
수원시	5,344	1,052,291	458,861	1,516,496
경기도	50,579	12,194,718	6,303,653	18,548,950
전국	315,721	52,909,314	29,441,565	82,666,601
수원시/경기도	10.6%	8.6%	7.3%	8.2%
경기도/전국	16.0%	23.0%	21.4%	22.4%
전국	100%	100%	100%	100%

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

- 전국 중형차 온실가스 배출량 3,114만톤/년 중 경기도가 22.6%를 차지하며, 수원시는 경기도 중형차 배출량의 9.1%인 63만톤/년 배출한 것으로 나타남
 - 수원시의 대형차 온실가스 배출량은 경기도의 7.8%인 66만톤/년으로 나타남

〈표 3-68〉 크기별 온실가스 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	경형	소형	중형	대형	전체
수원시	48,625	163,603	639,990	664,278	1,516,496
경기도	558,886	2,398,509	7,027,371	8,564,184	18,548,950
전국	2,345,577	10,085,189	31,138,114	39,097,721	82,666,601
수원시/경기도	8.7%	6.8%	9.1%	7.8%	8.2%
경기도/전국	23.8%	23.8%	22.6%	21.9%	22.4%
전국	100%	100%	100%	100%	100%

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

- 전국 경유차 온실가스 배출량 5,195만톤/년 중 경기도가 23.1%를 차지하며, 수원시는 경기도 경유차 배출량의 6.9%인 83만톤/년 배출한 것으로 나타남
 - 수원시의 휘발유차 온실가스 배출량은 경기도의 9.9%인 44만톤/년으로 나타남

〈표 3-69〉 연료별 온실가스 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	전체
수원시	444,373	830,830	104,562	114,521	22,210	1,516,496
경기도	4,487,610	12,000,949	1,033,618	826,929	199,844	18,548,950
전국	20,612,679	51,947,146	6,233,627	3,042,702	830,447	82,666,601
수원시/경기도	9.9%	6.9%	10.1%	13.8%	11.1%	8.2%
경기도/전국	21.8%	23.1%	16.6%	27.2%	24.1%	22.4%
전국	100%	100%	100%	100%	100%	100%

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

② 교차 차종별 온실가스 배출량

- 수원시 자가용 화물차 배출량은 18.6만톤/년, 자가용 승용차 배출량은 79만톤/년인 것으로 조사됨
 - 경기도 대비 수원시는 승합 관용차 배출비중(13.0%), 승용 영업용 배출비중(11.2%) 가 비교적 높은 것으로 조사됨

〈표 3-70〉 차종 및 용도별 온실가스 배출량

(단위 : 톤/년)

지역	구분	관용	자가용	영업용	전체
수원시	소계	5,344	1,052,291	458,861	1,516,496
	승용	1,096	799,850	37,952	838,899
	승합	2,461	64,005	219,049	285,515
	화물	1,670	186,473	174,447	362,589
	특수	117	1,963	27,413	29,493
경기도	소계	50,579	12,194,718	6,303,653	18,548,950
	승용	9,474	8,124,366	339,622	8,473,462
	승합	18,885	725,454	2,272,232	3,016,571
	화물	21,090	3,301,289	3,286,819	6,609,197
	특수	1,131	43,609	404,980	449,720
수원시 /경기도	소계	10.6%	8.6%	7.3%	8.2%
	승용	11.6%	9.8%	11.2%	9.9%
	승합	13.0%	8.8%	9.6%	9.5%
	화물	7.9%	5.6%	5.3%	5.5%
	특수	10.3%	4.5%	6.8%	6.6%

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

- 수원시 소형 화물차 배출량은 15.1만톤/년, 중형 승용차 배출량은 51.1만톤/년인 것으로 조사됨
 - 경기도 대비 수원시는 대형 승합차 배출비중(10.1%), 중형 승용차 배출비중(10.1%) 가 비교적 높은 것으로 조사됨

〈표 3-71〉 차종 및 크기별 온실가스 배출량

(단위 : 톤/년)

지역	구분	경형	소형	중형	대형	전체
수원시	소계	48,625	163,603	639,990	664,278	1,516,496
	승용	38,965	8,904	511,845	279,185	838,899
	승합	950	865	67,284	216,416	285,515
	화물	8,703	151,930	59,472	142,484	362,589
	특수	8	1,904	1,388	26,193	29,493
경기도	소계	558,886	2,398,509	7,027,371	8,564,184	18,548,950
	승용	436,744	99,676	5,046,414	2,890,627	8,473,462
	승합	14,129	10,036	840,971	2,151,434	3,016,571
	화물	107,982	2,262,928	1,120,423	3,117,864	6,609,197
	특수	31	25,869	19,563	404,258	449,720
수원시 /경기도	소계	8.7%	6.8%	9.1%	7.8%	8.2%
	승용	8.9%	8.9%	10.1%	9.7%	9.9%
	승합	6.7%	8.6%	8.0%	10.1%	9.5%
	화물	8.1%	6.7%	5.3%	4.6%	5.5%
	특수	24.3%	7.4%	7.1%	6.5%	6.6%

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

- 수원시 휘발유 승용차 배출량은 44.4만톤/년, 경유 승용차 배출량은 28.4만톤/년인 것으로 조사됨
 - 경기도 대비 수원시는 LPG 승용차 배출비중(10.5%), CNG 승합차 배출비중(13.9%)가 비교적 높은 것으로 조사됨

〈표 3-72〉 차종 및 연료별 온실가스 배출량

(단위 : 톤/년)

지역	구분	휘발유	경유	LPG	CNG/ LNG	하이브리드	전체
수원시	소계	444,373	830,830	104,562	114,521	22,210	1,516,496
	승용	443,685	284,824	90,349	437	19,605	838,899
	승합	174	165,511	3,306	113,919	2,605	285,515
	화물	515	351,011	10,898	166		362,589
	특수		29,484	9			29,493
경기도	소계	4,487,610	12,000,949	1,033,618	826,929	199,844	18,548,950
	승용	4,478,636	2,938,058	856,687	4,662	195,419	8,473,462
	승합	2,404	2,146,822	42,120	820,798	4,425	3,016,571
	화물	6,308	6,466,704	134,717	1,468		6,609,197
	특수	262	449,364	94			449,720
수원시 /경기도	소계	9.9%	6.9%	10.1%	13.8%	11.1%	8.2%
	승용	9.9%	9.7%	10.5%	9.4%	10.0%	9.9%
	승합	7.2%	7.7%	7.8%	13.9%	58.9%	9.5%
	화물	8.2%	5.4%	8.1%	11.3%		5.5%
	특수	0.0%	6.6%	9.5%			6.6%

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

③ 대당 온실가스 배출량

- 수원시 대당 온실가스 배출량은 3.00톤/대/년으로써, 경기도 3.30톤/대/년 및 전국 3.56톤/대/년과 비교하여 비교적 낮은 수준인 것으로 조사됨
 - 수원시 대당 온실가스 배출량은 승용차 1.93톤, 승합차 15.04톤, 화물차 7.21톤으로 조사됨

〈표 3-73〉 차종별 대당 온실가스 배출량

(단위 : 톤/대/년)

구분	승용	승합	화물	특수	전체
수원시	1.93	15.04	7.21	24.14	3.00
경기도	1.85	13.70	8.31	26.63	3.30
전국	2.17	12.28	7.74	44.00	3.56

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

- 수원시 소형차의 대당 온실가스 배출량 중 3.40톤/대/년으로 전국의 3.30톤/대/년보다 큰 소형차를 제외하고는 전국과 경기도에 비해 비교적 낮은 수준인 것으로 조사됨
 - 수원시 크기별 대당 온실가스 배출량은 경형차 1.04톤/대/년, 소형차 3.40톤/대/년, 중형차 2.21톤/대/년, 대형차 5.47톤/대/년으로 조사됨

〈표 3-74〉 크기별 대당 온실가스 배출량

(단위 : 톤/대/년)

구분	경형	소형	중형	대형	전체
수원시	1.04	3.40	2.21	5.47	3.00
경기도	1.05	3.50	2.31	6.32	3.30
전국	1.11	3.30	2.53	6.82	3.56

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

- 수원시 자가용차의 대당 온실가스 배출량은 2.17톤/대/년으로 경기도 2.27톤/대/년과 전국 2.46톤/대/년보다 비교적 낮은 수준인 것으로 조사됨
 - 수원시 용도별 대당 온실가스 배출량은 관용차 3.21톤/대/년, 자가용 2.17톤/대/년, 영업용 25.39톤/대/년으로 조사됨

〈표 3-75〉 용도별 대당 온실가스 배출량

(단위 : 톤/대/년)

구분	관용	자가용	영업용	전체
수원시	3.21	2.17	25.39	3.00
경기도	2.98	2.27	27.41	3.30
전국	3.50	2.46	18.72	3.56

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

- 수원시 경유차의 대당 온실가스 배출량은 4.17톤/대/년으로 경기도 5.00톤/대/년과 전국 5.23톤/대/년보다 비교적 낮은 수준인 것으로 조사됨

- 수원시 연료별 대당 온실가스 배출량은 휘발유 1.76톤/대/년, 경유차 4.17톤/대/년, LPG 2.70톤/대/년, CNG·LNG 92.88톤/대/년, 하이브리드 1.98톤/대/년으로 조사됨

〈표 3-76〉 연료별 대당 온실가스 배출량

(단위 : 톤/대/년)

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	전체
수원시	1.76	4.17	2.70	92.88	1.98	3.00
경기도	1.69	5.00	2.49	89.70	1.79	3.30
전국	1.94	5.23	3.06	78.15	2.05	3.56

자료: 아주대학교 UTEAS 분석자료(2018년 기준)

(3) 시사점

- 차종별 온실가스 배출량 확인 결과, 수원시는 승용차 온실가스 배출량이 가장 많고 화물차량이 그 뒤를 잇는 것으로 나타났고, 차량 용도별 온실가스 배출량 확인 결과, 자가용의 온실가스 배출량이 가장 많고, 영업용과 관용이 그 뒤를 잇는 것으로 나타남
 - 향후 탄소중립 정책 수립 시, 승용차 및 화물차량의 온실가스 배출량 감축을 중심으로 정책을 수립해야 할 것으로 보임
 - 또한, 자가용과 영업용 차량에 대한 친환경 자동차 보급을 확대하여 온실가스 배출량을 감축해야 할 것으로 판단됨
 - 공공부문에 대한 친환경 자동차 도입을 우선적으로 추진하되, 자가용에 대한 친환경 자동차 보급률 제고를 위한 정책 방안도 마련해야 할 것으로 보임
- 차량 크기별 온실가스 배출량 확인 결과, 수원시는 대형차량의 온실가스 배출량이 가장 많고 중형차량이 그 뒤를 잇는 것으로 나타났고, 차량 유종별 온실가스 배출량 확인 결과, 경유차량의 온실가스 배출량이 가장 많고, 휘발유가 그 뒤를 잇는 것으로 나타남
 - 대형차량에 대한 온실가스 배출량 감축 정책을 중점적으로 고려해야 할 것으로 보임. 특히, 대형차량은 경유차량의 비율이 높기 때문에 대형 경유차량을 친환경 자동차로 대체하는 정책을 시행하는 것이 우선적으로 이루어져야 할 것으로 보임
 - 수원시/경기도 온실가스 배출량의 비율 중 가장 높은 유종은 CNG/LNG로 나타남
 - CNG/LNG 차량은 대부분 버스 등의 대형차량으로 예상되기 때문에 해당 차량들을 전기버스 등 친환경 자동차로 대체하는 정책을 구상해야 할 것으로 판단됨
- 경기도 대비 수원시의 온실가스 배출량이 높은 차량 유형을 교차 분석한 결과, 대체로 승용차량과 승합차량의 배출비중이 큰 것으로 나타남
 - 경기도 대비 수원시는 승합 관용차, 승용 영업용, 대형 승합차, 중형 승용차, LPG 승용차, CNG 승합차의 배출비중이 상대적으로 큰 것으로 나타남

- 승용 영업용, LPG 승용차의 배출비중이 상대적으로 큰 것을 통해 LPG 연료로 운행 되는 영업용 택시를 친환경 자동차로 대체하는 정책이 시행되어야 할 것으로 보임
- 대형 승합차, CNG 승합차의 배출비중이 상대적으로 큰 것을 통해 CNG 연료로 운행 되는 시내버스를 친환경 자동차로 대체하는 정책이 시행되어야 할 것으로 보임
- 또한, 승합 관용자동차에 대한 친환경 자동차 도입 비율 제고가 필요할 것으로 보임
- 수원시의 대당 온실가스 배출량은 승합차, 화물차, 승용차 순으로 큰 것으로 나타났고, 연료별 대당 온실가스 배출량은 CNG/LNG가 가장 많은 것으로 나타남
 - 수원시의 대당 온실가스 배출량은 승합차 15.04톤, 화물차 7.21톤, 승용차 1.93톤으로 산출되어, 승합차와 화물차량의 온실가스 배출량 감소가 필요함을 알 수 있었음
 - 승합차량인 버스, 화물차량인 트럭을 중심으로 친환경 자동차가 도입되어야 할 것으로 보임
 - 영업용 차량의 대당 온실가스 배출량이 25.39톤/대/년으로, 관용차(3.21톤/대/년), 자가용(2.17톤/대/년) 대비 큰 것으로 나타남
 - 타 용도보다 운행거리가 긴 영업용 차량의 특성을 고려할 때, 영업용 차량 중심으로 친환경 자동차가 도입될 수 있도록 유도해야 할 것으로 보임
 - 수원시의 연료별 대당 온실가스 배출량 확인 결과 CNG/LNG 차량의 대당 온실가스 배출량은 92.88톤/대/년으로, 타 유종에 비해 큰 것으로 나타남
 - CNG/LNG 차량은 대부분 시내버스인 바, 시내버스에 대하여 전기버스 및 수소버스 등의 친환경 자동차로 대체하는 정책이 시행되어야 할 것으로 판단됨

제3절 수원시 탄소중립 여건 요약

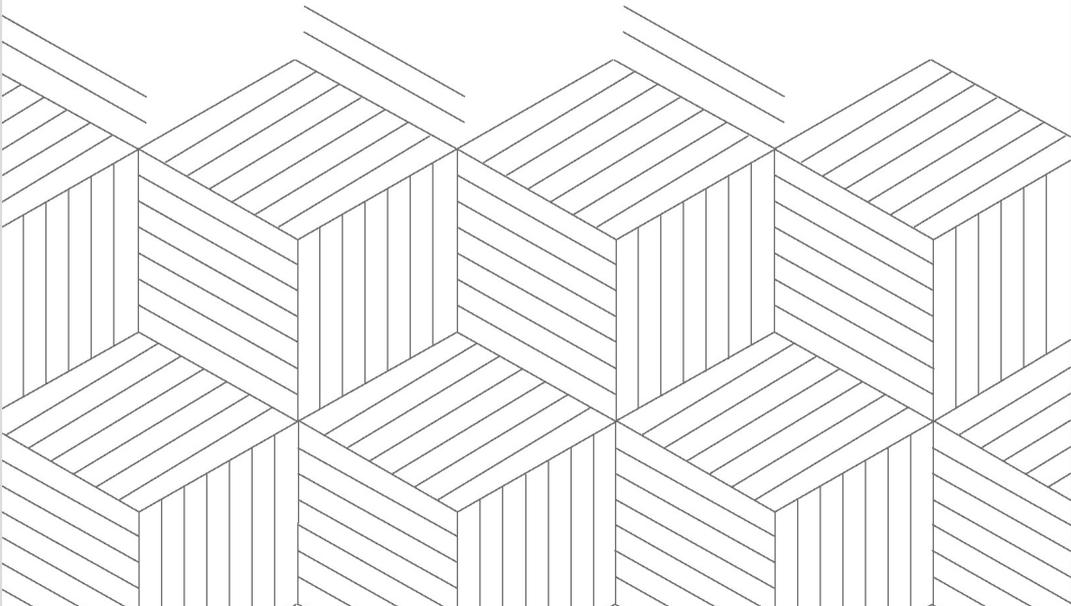
- 수원시의 온실가스 배출량은 정점에 도달
 - 2005년 582.8만톤, 2018년 578만톤으로 정점에 도달했음 (국가는 여전히 증가추세임)
 - 선진국 사례의 경우 온실가스 배출량 정점(peak)을 도달했고 주요 감축 정책을 통해 감소추세에 있는 상황에서 탄소중립 계획을 수립하여 추진하고 있음
 - 수원시는 2018년을 기준으로 정점이라고 가정하고 2050 탄소중립 달성 목표를 수립하는 것이 바람직할 것임
 - ※ 국가 탄소중립 선언과 같은 기준으로 계획 수립하는 것이 타당
- 수원시의 전력과 도시가스는 주로 건물 (각각 상업, 가정)에서 소비, 석유류는 수송에서 소비
 - 에너지 전환이 어려운 산업에서 주로 전력을 사용하는 국가 단위와는 다르게 수원시는 건물에서 소비함
 - 수송 부문은 이미 에너지 전환이 이루어지고 있음 (예: 전기차 상용화 단계)
- 수원시 자체 온실가스 인벤토리 구축으로 정책 추진 성과 평가를 위한 여건 달성
 - 수원시 자체 온실가스 인벤토리 구축 및 배출량 및 감축효과 산정이 숙련되어 있음
 - 5년 단위 수립하는 기후변화대응 종합계획과 매년 온실가스 감축성과 모니터링을 통해 정책 성과 평가 역량이 매우 높음
- 낮은 에너지 자립도와 낮은 신재생에너지 생산 잠재력이 제한점
 - 도시화로 인한 유희부지 부족으로 태양광 외에는 풍력, 지열 등의 신재생에너지 확장 잠재력은 낮음
 - 국가 에너지공급에 의존도가 높은 에너지 소비 중심 도시임
- 수원시의 관내 산업시설에서의 온실가스 배출량은 지속적으로 감소하는 추세임
 - 수원시 관내 산업체에서 사용하는 에너지는 경제성과 기업의 자율의지, 기초지자체로 부서의 강제적 에너지 공급원 지정의 어려움 등의 이유로 수원시 독립적인 에너지 전환 계획 수립이 어려울 수 있음
 - 하지만, 저에너지 소비 기업의 유치, 신재생에너지 생산 설비 설치의 지원은 가능할 것이며, 중앙정부의 탄소중립을 위한 에너지 전환 정책에 따라 실질적인 감축이 달성되게 될 것임. 산업 부문 (에너지산업, 제조 및 건설업)의 경우 국가 및 국제적 여건에 따라 에너지 전환이 이루어 질 것으로 기대함
- 이행기반 및 시민참여 여건

- 수원시는 기초자치단체이지만, 인구 100만이상 특례시로 향후 행정사무 이관 및 행정 추진의 독립성 강화가 기대됨
- 또한 2011년 자발적 온실가스 감축목표 설정을 통한 환경수도 선언을 한 것, 그 후 지속적인 온실가스 감축 목표의 설정 및 감축 실행계획 추진 등 행정의 지속적 감축사업 노력이 있음
- 환경운동 및 환경교육 추진, 2030 수원 지속가능발전목표 수립 및 추진과 같은 시민 사회의 관심 및 노력이 큼
- 기후행동네트워크를 통한 민간 기후위기 대응 활동
 - 다만, 행정과 시민사회만의 노력으로는 한계가 있으며 이해당사자간의 삼자 이상(예: 민간기업이나 민간 부문 이해당사자 (private sector), 시민, 행정, 연구기관)의 협력 사업 추진이 어려웠음. 따라서, 행정과 시민사회와의 협력 구도에 민간기업을 포함시켜 신재생에너지 도입이나 온실가스 감축 사업을 보다 적극적으로 추진하는 것이 필요함

제4장

2050 수원시 탄소중립 기본계획

제1절 수원시 비전 및 기본 원칙
제2절 부문별 기본 계획
제3절 탄소중립도시 추진 방안



제4장 2050 수원시 탄소중립 기본계획

제1절 수원시 비전 및 기본 원칙

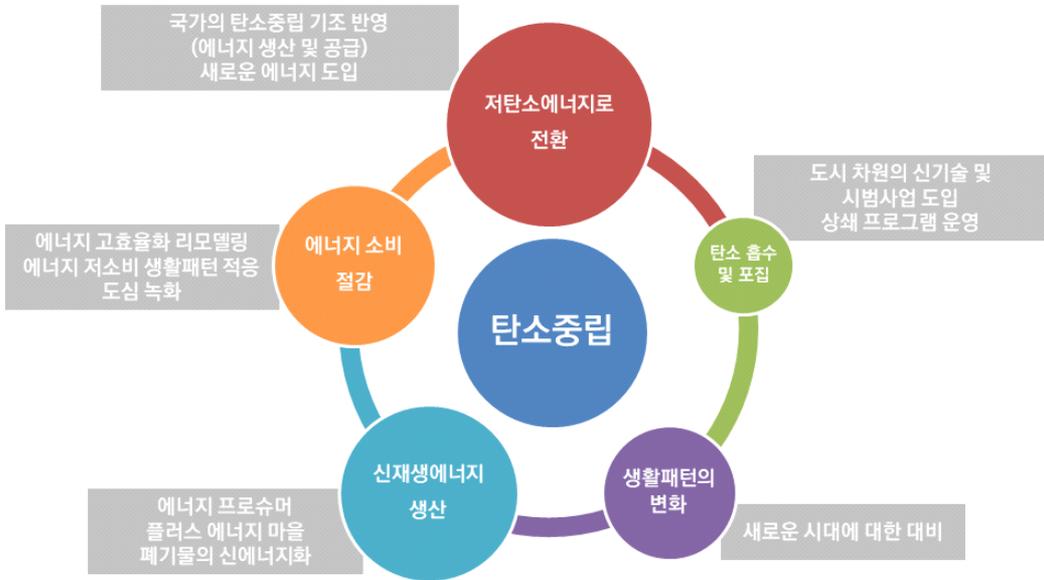
1. 비전 설정의 근거

- 도시화와 도시의 확장에 따라 환경과 생태에 부과하는 스트레스 증가 추세 : 전세계 인구의 55%, 에너지 사용량의 60%, 온실가스 배출의 70%가 도시의 경계안에서 발생
- 지구적 생태의 경계와 균형을 이루며 인간의 번영을 추구할 수 있는 역할과 기회가 도시안에 존재하며, 많은 인구의 삶의 터전인 도시의 적극적인 전환적 행동이 요구됨
 - Thriving Cities Initiative (TCI), C40 CITIES, ICLEI 등 기후변화대응 도시간 네트워크 활동이 강화됨
- 도시는 에너지 생산-소비 밸런스 특성과 전력화 확대 등을 고려했을 때 에너지 공급 전략과 정책보다는 에너지 효율 개선 및 행태 개선 등 수요 부분의 정책에 집중할 필요가 있음
- 특히 수원시의 적은 유희부지, 도시화, 높은 인구밀도, 높은 상업시설 비중, 낮은 산업 비중, 낮은 녹지율, 낮은 에너지자립도와 같은 특성 때문에 신재생에너지 발전소나 나고에너지 산업의 대전환 같은 집중 공략 분야를 선정하는 방식의 전략은 적절하지 않음
- 따라서 각 분야에서의 에너지 효율화를 높이는 접근이 필요함

2. 탄소중립도시 실현을 위한 기본 원칙

- ① 건물에서 사용하는 에너지를 최대한 전력화한다.
- ② 건물 에너지 사용량을 낮추기 위해 제로에너지건축물 신축, 노후 및 에너지 다소비 건물의 그린 리모델링을 추진한다.
- ③ 대중교통체계는 철도 중심으로, 개인 이동수단은 전기 및 수소차, 무탄소 수단으로 전환한다.
- ④ 탄소흡수량이 많은 도심 숲 및 공원을 조성한다.
- ⑤ 생활폐기물의 플라스틱 소각량을 최소화한다.
- ⑥ 녹색교통진흥지구의 확대, 콤팩트마을의 조성을 통해 시민의 무탄소 이동 및 행동을 이룬다.
- ⑦ 태양광발전 중심 에너지 프로슈머 시민 및 기업을 유도한다.

〈그림 4-1〉 2050 수원시 탄소중립 방향



〈그림 4-2〉 수원시 비전

탄소중립 달성을 위한 에너지 효율화 도시 수원

배경	전략			
<p>(1) 지구적 생태의 경계와 균형을 이루며 인간의 번영을 추구할 수 있는 역할과 기회가 도시 안에 존재하며, 많은 인구의 삶의 터전인 도시의 적극적인 전환적 행동이 요구됨</p> <p>(2) 도시는 에너지 생산-소비 밸런스 특성과 전력화 확대 등을 고려했을 때 에너지 공급 전략과 정책보다는 에너지 효율 개선 및 행태 개선 등 수요 부분의 정책에 집중 필요</p> <p>(3) 에너지 소비형 도시 특성에 맞는 에너지 효율 도시 디자인 필요</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #2c3e50; color: white;">공공 부문 우선 의무화</td> <td style="background-color: #2c3e50; color: white;">민간부문 인센티브 제공</td> <td style="background-color: #2c3e50; color: white;">행태 변화 유도</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">분야별 기본원칙</p> <p>(1) 건물에너지 사용 효율화</p> <p>(2) 에너지 고효율 교통체계 및 무탄소 이동수단</p> <p>(3) 고효율 탄소 흡수원 확보</p> <p>(4) 탈 플라스틱 폐기물 정책</p> <p>(5) 에너지 프로슈머 및 시민 행동 변화 유도</p>	공공 부문 우선 의무화	민간부문 인센티브 제공	행태 변화 유도
공공 부문 우선 의무화	민간부문 인센티브 제공	행태 변화 유도		

제2절 부문별 기본계획

1. 건물

1) 여건

- 국가 2050탄소중립 시나리오안(21.10.18)에서 2050년 건물 온실가스배출량 2018년 대비 88% 감축 목표(A, B안 동일)
- 수원시 건물 부분이 수원시 온실가스 배출의 52% 차지(2019년 기준)
 - 총 온실가스배출량 5,707천톤CO₂ 중 건물부분 2,961천톤CO₂ 배출
 - 총 온실가스배출량 중 건물이 차지하는 비율은 2005년 48%에서 2019년 52%로 증가함
- 주택수, 사업체수, 인구수 지속 증가하고 있어 온실가스발생도 지속 증가 예상
 - 인구는 2001년 978,698명에서 2019년 1,235,022명으로 26% 증가
 - 주택수 2008년 341,836에서 2019년 461,215로 증가, 사업체수 2008년 56,267에서 2019년 74,015증가
 - 건물부분 온실가스배출량 2005년 2,765천톤CO₂에서 2019년 2,961천톤CO₂으로 7% 증가

2) 목표

- 건물 에너지 효율화로 2050년까지 건물 온실가스 배출량 75% 감축 (2018년 대비)

3) 전략

- 제로에너지건축물 보급 및 그린리모델링 사업 확대
- 에너지 고효율기기 보급
- HEMS/BEMS 등 스마트에너지 관리
- 에너지 저감을 위한 시민참여 인센티브 도입

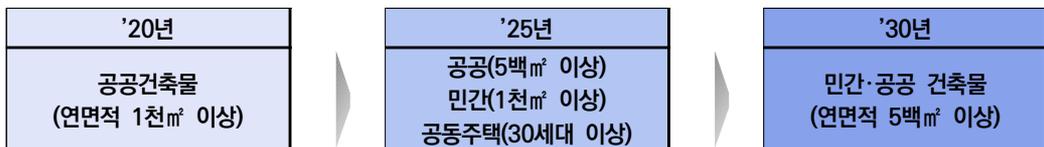
4) 정책목표 및 수단

〈그림 4-3〉 건물부문 정책 목표 및 수단

정책목표	로드맵	효과	정책수단
제로에너지건축물 보급	'30년 민간·공공 신축 건물(연면적 5백㎡ 이상) 의무화 (2030년) 2019년 현재 노후건축물(전체 43%)을 제로에너지건축물(ZEB 1등급)로 신축	에너지 사용량 기존대비 70% 절감	제로에너지 건물 인증제도 운영 및 사후관리 모니터링 제도 운영 단독주택(전체 주택 수 중 4% 이내) 외 대부분 해당
그린리모델링 사업 확대	(2050년) 기존 57%의 건축물은 그린리모델링(에너지효율등급 가정 1++, 상업 1+)위해 인센티브 제공	에너지 사용량 기존대비 30% 절감	국가사업 연계 그린리모델링 인센티브 제공 조례 개정 통해 인센티브 강화
에너지 고효율기기 보급	제로에너지건축물, 그린리모델링 사업시 포함시켜 추진 LED 조명 교체 등 우선 추진	에너지 사용량 기존대비 30% 절감	국가사업 연계 그린리모델링 인센티브 제공 및 제로에너지 인증 추진 LED 조명 교체 사업 홍보 및 지원
HEMS/BEMS 등 스마트에너지 관리	그린리모델링 사업과 연계 추진(2022부터 단계적 추진, 2030 활성화)	에너지 사용량 5% 절감	그린리모델링 요소로 포함시킬 조례 개정
에너지 저감을 위한 시민참여 인센티브 도입	에너지모니터링 시민참여 사업 추진(2022부터 지속)	에너지 사용량 10% 절감	스마트시티 사업과 연계 신규사업으로 추진

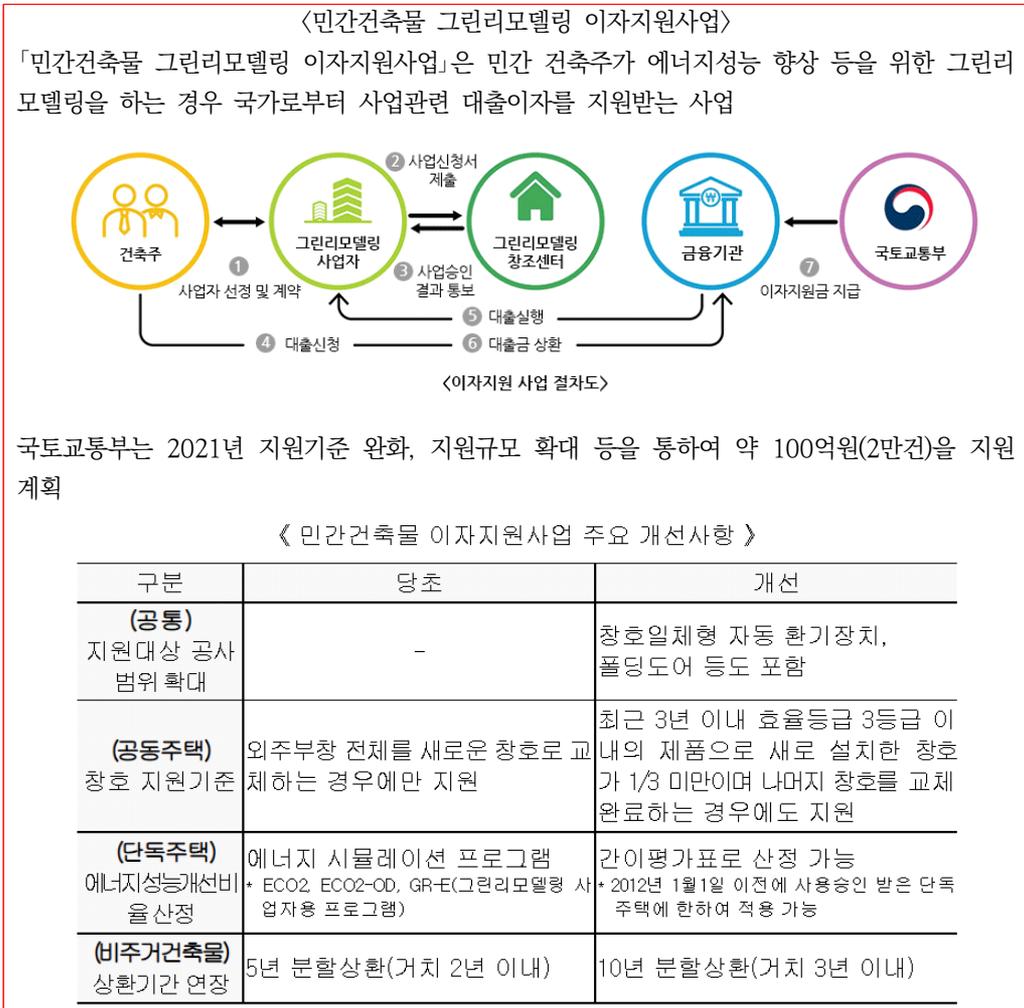
(1) 제로에너지건축물 보급 및 그린리모델링 사업 확대

- 새롭게 조성되는 건물은 제로에너지건축물 100% 조성 (ZEB 1등급 적용)
 - 기존에너지 사용량 최대 70% 절감
 - 2030년 민간, 공공 신축 건물(연면적 500㎡이상) 의무화에 따라 추진
 - 노후건축물을 제로에너지건축물로 신축(2019년 현재 노후건축물 전체 43% 차지)
 - 신축 불가 할 경우 그린리모델링



- 기존 건물의 경우 그린리모델링사업으로 에너지효율등급 상향 (가정 1++, 상업 1+)
 - 기존에너지 사용량 최대 30% 절감
 - ※ 제로에너지 건축물, 그린리모델링사업으로 2018년 대비 냉난방 에너지사용 원단위 32% 향상
 - 시 소유 건물, 경로당, 어린이집 등 공공건물 우선 그린리모델링 추진
 - 민간건물은 중앙정부 그린리모델링 인센티브 제공 사업과 연계하여 추진

- 활성화를 위한 지자체 추가 인센티브 도입 방안 검토 필요



- 저소득층 에너지 복지 사업을 고효율 에너지 기기 및 설비 (단열, 창호, 고효율 보일러 등) 보급 중심으로 개편
- 저소득층 에너지 복지사업 중 냉난방비 지원사업은 지양하고 고효율 에너지 기기 및 설비 보급 사업을 주력으로 하여, 궁극적 에너지 소비량을 줄이도록 유도
- 인센티브 제공 우선순위를 1) 노후건축물 및 다소비 에너지 건물, 2) 저소득층 주거 및 활동 건물로 두고 추진
 - BEMS/HEMS 스마트에너지관리 사업과 연계하여 다소비 에너지 건물에 대한 통계 자료 구축 및 단계적 개선 방안 마련 필요
- 그 외 일반 건물에 대해서는 리모델링을 통한 온실가스 감축효과가 큰 사업 우선으로

효과성 평가를 통해 인센티브 (보조금 지급 등) 지급 대상을 선정하여 추진

- 상업 건물을 대상으로 에너지 효율 제고를 위한 무료 에너지효율 진단 사업 시행 (ESCO 사업과 유사)을 통해 에너지 효율 개선을 위한 자발적 조치 유도
 - 현재 시범사업으로 추진 중인 ‘수원시 에너지센터’의 장기적 역할 확대를 통해 추진
- 민간부분 그린리모델링 확산을 위한 인센티브 마련
 - (신축/기존)건물 에너지 효율 개선에 대한 경제적 인센티브 제공(용적율 완화, 취득세 감면, 대출한도 상향 등)
 - 용적율 완화의 경우 효율성은 높일 수 있으나 과도한 증축을 통해 에너지 사용 총량이 늘어날 수 있으므로 주의 필요
 - 건축물 에너지 효율 개선 (리모델링) 촉진을 위한 정보, 기술, 재정 지원 방안 마련 (리모델링의 효과와 경제성에 대한 정보 제공, 기술 지원 등을 통해 불확실성 해소 및 완화)
- 건물 공사 시 탈탄소 건축자재 사용, 저에너지 시공, 건설폐기물 최소화 등
- 건물 사용 에너지원의 전력화 추진
 - 제로에너지 건축물 또는 그린리모델링시 도시가스 개별 보일러를 지양하고 지역난방이나 전기보일러를 사용하도록 유도하여, 에너지원의 전력화를 유도
 - 중앙정부 공급 전력은 2050년까지 70%를 신재생에너지로 발전(889.8TWh, <표 4-2> 참고)하도록 목표를 수립하였기에, 2050년까지 점진적으로 전력에너지의 원단위 온실가스 배출량은 낮아질 것임. 따라서 건물 부문 에너지원의 전력화가 필요함
- 전기에너지로의 대체가 불가한 개별 보일러에 대해 수소에너지 사용 검토
 - 전력화나 지역난방 열공급이 어려운 지역(예: 단독 필지 단독주택 등)의 화석연료 보일러는 단기적으로는 친환경 보일러로 교체, 장기적으로는 연료전지 활용방안 검토

(2) 에너지 고효율기기 보급

- 에너지소비효율 강화 및 표시제도 확대, 조명 및 기기 에너지 사용 저감을 통해 약 30% 에너지 절감
 - 그린리모델링 사업과 병행하여 LED 조명기기와 고효율 냉난방 기기 교체 등 지속 추진
 - 공공 건물에 가전/사무기기 공공 조달시 1등급 에너지 효율 기기 공급 의무화
 - 공공 부문이 운영하는 모든 시설의 조명기구 교체/설치 시 고효율 LED 의무화

(3) HEMS/BEMS 등 스마트에너지 관리

- Building(Home) Energy Management System의 100% 보급으로 약 5%(주거2%, 비주거 5%)의 에너지 절감
 - 조명과 냉난방 등에 센서와 계측장비 설치하고 통신망으로 연계하여 에너지사용량 실시간 모니터링 및 자동제어
 - 건물 온실가스 모니터링 시스템을 운영하여 향후 건물별 배출량 관리
 - 계절별 및 시간대별 에너지사용량 모니터링 결과는 향후 도입될 수 있는 피크시간 전력요금 차등제에 대비하여 전기요금 절감 및 부하량 감축에 기여
 - 에너지 다소비 건물 유형 파악을 통해 우선 도입

(4) 에너지 저감을 위한 시민 참여 인센티브 도입

- 기후환경비용(배출권거래제, 에너지요금제 개선 등 다양한 형태의 경제 유인정책) 등을 통해 에너지 저감 시 포인트(지역화폐 등) 제공 등의 인센티브 지급 시 약 10%의 에너지 절감 가능
 - 에너지모니터링 시민참여 사업 추진
 - 건물에너지 모니터링에서 나아가 과거 대비 에너지 사용량 감축시 인센티브를 지급해 주어 자발적 에너지 사용량 감축 유도
 - 유사 사업으로 기존의 탄소포인트제가 있으나, 시민참여 인센티브의 경우 세대당 에너지 절약 뿐만 아니라 개인의 저탄소 행동에 대한 다양한 인센티브를 제공할 플랫폼을 구축하는 것으로, 향후 확장성이 큼
 - 스마트시티 사업과 연계하여 추진

〈그림 4-4〉 수원 주민 참여형 똑똑한 에너지관리 서비스 구축



2. 에너지공급

1) 여건

- 국가 배출량 변화(백만톤CO₂eq) : ('18년) 269.6 → [A안] ('50년) 0 (△100%)
→ [B안] ('50년) 20.7 (△92.3%)

〈표 4-1〉 국가 시나리오 상 전원별 발전량 및 온실가스 배출량

구분	원자력	석탄	LNG	재생E	연료전지	동북아 그리드	무탄소 가스터빈	부생가스	합계	예상 배출량 (백만톤)
A안	76.9 (6.1%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	889.8 (70.8%)	17.1 (1.4%)	0.0 (0.0%)	270.0 (21.5%)	3.9 (0.3%)	1257.7 (100%)	0
B안	86.9 (7.2%)	0.0 (0.0%)	61.0 (5.0%)	736.0 (60.9%)	121.4 (10.1%)	33.1 (2.7%)	166.5 (13.8%)	3.9 (0.3%)	1,208.8 (100%)	20.7

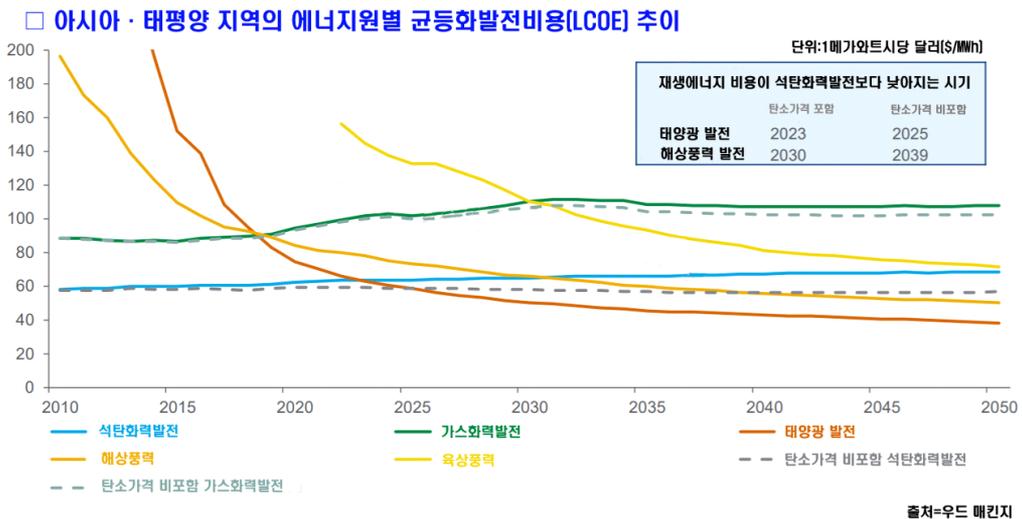
(단위 : TWh, 괄호 안은 전체 에너지 소비량 중 부문별 소비량 비중)

* 석탄발전 중단은 근거 법률 및 보상방안 마련 전제 / 환경금전, 배출권거래제 등 시장 메커니즘 활용 전환 추진
자료: 관계부처합동(2021), 2050 탄소중립 시나리오안

- 수원시 전력에너지자립도는 열병합발전소 신설로 2005년 3.8%에서 2018년 10.1% 로 증가
- 수원시 신재생발전률 2018년 기준 3.4%, 신재생보급율 0.3%

- 신재생에너지 발전단가 낮아지는 추세
 - 산업부 보도자료에 따르면 2020년 발전원가는 태양광 118.2원/kWh 수준임
 - 태양광 LCOE가 2024년이 되면 신규석탄보다 싸고 2027년에는 기존석탄보다 싸다는 연구결과가 있음
 - 국제에너지컨설팅회사인 우드 매킨지는 29일 발표한 ‘미래를 위한 전쟁 2020 : 아시아·태평양의 전력 및 재생에너지 경쟁력’ 보고서에서 “아시아·태평양지역의 재생에너지 비용은 2030년까지 석탄화력발전보다 23% 저렴해질 것”이라고 분석함¹⁵⁾
 - 한국의 재생에너지 균등화발전비용(LCOE)¹⁶⁾은 현재 석탄화력발전보다 25% 비싸지만 2022년에는 역전될 것이며, 2030년까지는 한국의 재생에너지 비용은 화석연료 발전 비용보다 30% 정도 낮아질 것이라고 하였음(우드매킨지, 2021)

〈그림 4-5〉 아시아태평양 지역의 에너지원별 균등화발전비용 추이



자료: 우드매킨지(2021). 미래를 위한 전쟁 2020 : 아시아·태평양의 전력 및 재생에너지 경쟁력
한겨레신문 기사 ‘한국 재생에너지 발전비용, 내년부터 석탄보다 싸진다’

2) 목표

- 2050년까지 수원시 신재생에너지 보급률 60%

15) https://www.hani.co.kr/arti/science/science_general/971987.html#csidxe052b9e343c42aa8e32b6411595bbf2

16) 균등화발전비용은 건설비, 연료비, 운영비 등 발생한 비용을 생산한 전력으로 나눠 구하는 발전단가와 달리 환경비용 등 사회적 비용을 포함해 계산한다.

3) 전략

- 융복합 신재생에너지 사업 추진 (에너지원 융합, 구역 복합)
- 가상발전소, P2P 에너지 거래 등 스마트 에너지마을 조성 (에너지 프로슈머 일상화)
- 에너지효율 향상 의무화
- 건물 대상 태양광 발전 극대화 및 신재생에너지 보급 확대
- 수원시지역에너지센터 시범사업

4) 로드맵

〈그림 4-6〉 에너지부분 로드맵

수원시	2018년	2030년	2040년	2050년
신재생에너지 보급률 (신재생발전량/총사용량)	0.3%	10%	25%	60%
로드맵		공공건물 우선 보급 (스마트에너지 마을 시범)	민간건물 확대 P2P 거래 일상화 (스마트에너지도시)	

※ 2030년 이후 신재생에너지 발전단가가 낮아지고, P2P거래가 활성화된다고 가정
중앙전력계통망을 통한 신재생에너지 발전도 수원시 보급률에 포함시킨다고 가정

5) 핵심사업 주요 내용

(1) 융복합 신재생에너지 사업 추진 (에너지원 융합, 구역 복합)

- 신·재생에너지 보급사업에 지역 특성을 고려한 에너지원간 융합과 구역복합(주택·상업·공공)형 보조 지원 추진
 - 동일한 장소(건축물 등)에 2종 이상 신·재생에너지원의 설비(전력저장장치 포함)를 동시에 설치하는 「에너지원 융합사업」
 - 주택·공공·상업(산업)건물 등 지원대상이 혼재되어 있는 특정지역에 1종 이상 신·재생에너지원의 설비를 동시에 설치하는 「구역 복합사업」
 - (신청자격) 지방자치단체 또는 공공기관, 신·재생에너지설비 설치기업과 모니터링업체, 감리업체, 민간 등이 합동으로 “컨소시엄”을 구성하되, 지방자치단체 또는 공공기관(지방자치단체 출연 공공기관 포함)을 주관기관으로 하여 신청
 - 주관기관 : 정부 지원금 외의 신·재생에너지 설비 설치비 등에 대한 매칭과 사업주관

- 참여기관 : 주관기관을 제외한 기관으로 신재생설비 설계지원 및 설비설치 수행
- (지원범위) 총 사업비의 50%내에서 지원 (단, 연료전지와 외벽수직형 BIPV는 70%내에서 지원)

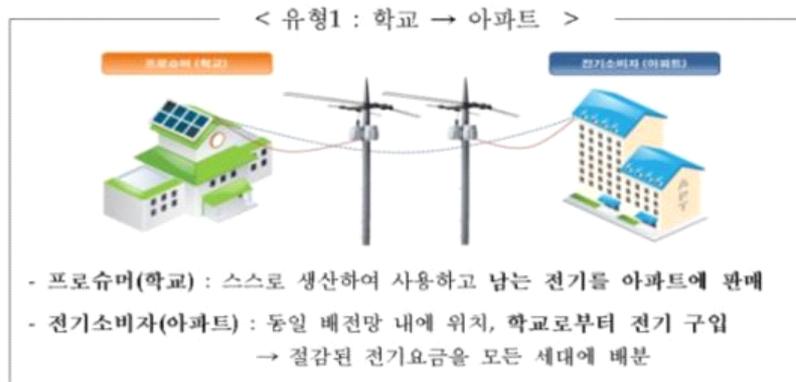
〈표 4-2〉 지원대상 융·복합 모델

융복합 모델	내용
계통 연계가 가능한 지역의 에너지원(2종 이상) 융합	<ul style="list-style-type: none"> • 주택단지(신규 포함) 등에 태양광·소형풍력·연료전지 등의 전기설비와 태양열·지열 등의 열설비를 함께 설치·지원 * (예시) 2018 삼척시 광진마을, 죽동마을 에너지자립마을 : 55개소에 태양광, 태양열, 지열을 설치하여 사용 중(화석에너지 사용 최소화)
계통 연계를 할 수 없는 지역의 에너지원(2종이상) 융합	<ul style="list-style-type: none"> • 발전원가가 높은 특정 지역(도서·벽지 등)에 태양광, 풍력 등을 함께 설치·지원하여 기존 디젤발전기 등을 대체 * (특징) 독립형 Small Grid 형태로 수출상품 전략화를 위한 Track Record 구축과 대체 에너지원으로 운영비 절감이 가능 * (예시) 2015년 충남 죽도 에너지자립섬 (완료), 2015년 인천 지도 에너지자립섬 (완료)
특정지역의 구역 복합(주택, 상업·공공건물 등)	<ul style="list-style-type: none"> • 주택, 상업·공공건물 등이 혼재된 특정지역에 태양광·태양열·지열·소형풍력·연료전지 등의 설비를 설치·지원 * (예시) 2017 대구 테크노폴리스 에너지자립타운 : 산업단지에 태양광, 태양열, 지열, 연료전지 등을 설치하여 구역내 에너지자립을 제고(화석에너지 사용 최소화)
모니터링 고도화	<ul style="list-style-type: none"> • '13~17년 융복합지원으로 설치 완료한 사업과 관련하여, 서로 상이한 모니터링 방식을 공단의 REMS(신재생에너지 통합모니터링시스템)와 동일한 방식으로 모니터링 고도화 추진 * 융복합사업 외 타 보급사업, 지자체 자체사업 등은 모니터링 고도화 대상이 아님 * (예시 1) 2016년 OO군 융복합지원사업 완료 <ul style="list-style-type: none"> ① 태양광, 태양열은 자가 모니터링 ② 지열은 일부 자가모니터링(전력사용량 비계측) ☞ 2021년 OO군 융복합지원사업 모니터링 고도화사업 * (예시 2) 2017년 OO군 융복합지원사업 완료 <ul style="list-style-type: none"> ① 태양광, 태양열 등 웹모니터링 ☞ 2021년 OO군 융복합지원사업 모니터링 고도화사업
주민자치회 및 주민수익 창출형 모델	<ul style="list-style-type: none"> • '지방분권법에 따른 행정안전부 선정 주민자치회'가 참여하여, 기피·혐오시설 또는 유희부지 등에 신재생에너지설비와 주민편익시설 등을 설치하고 환경개선과 주민수익을 동시에 구현 * (특징) 상기의 융복합지원 모델과 연계하여 지역 특성에 적합한 수익모델을 창출하고 문화·관광 및 주민편익시설 등을 유지 (주민수익 창출을 위한 신재생에너지설비 설치비용 등은 국비 지원 없음, 전액 컨소시엄 부담) * (예시) 2020년 OO군 융복합지원사업 신청(농촌태양광 등과 연계한 주민수익창출 사업)
계간축열조를 활용한 에너지원 융합	<ul style="list-style-type: none"> • 봄~가을에 남는 태양열을 계간 축열조에 저장하였다가 동절기에 사용하는 방식으로 일정용량 집열면적 확보가 가능한 지역에 태양열, 지열 등의 열설비와 함께 설치·지원 * (예시) 2015 진천 친환경에너지타운 내 계간축열조 등 신재생에너지설비 설치
도시재생 뉴딜사업 대상지역의 에너지원(2종이상) 융합 및 구역 복합(주택, 상업·공공건물 등)	<ul style="list-style-type: none"> • 도시재생특별법에 따른 국토교통부의 도시재생 뉴딜사업으로 선정된 지역에 태양광·태양열·지열·소형풍력·연료전지 등의 설비를 설치·지원

자료: 산업통상자원부 공고 제2021-286호

(2) 가상발전소, P2P 에너지 거래 등 스마트 에너지마을 조성(에너지 프로슈머 일상화)

- 소규모 신재생에너지의 가상발전 및 P2P 전력거래 플랫폼 조성을 통한 에너지 거래 활성화 (소규모 신재생에너지 확대)
 - 연료전지 설치 확대 방안 검토
- 에너지 프로슈머, 에너지타운 등 관련 제도 개선
 - 현재 전기사업법 개정을 통해 소규모 전력증개거래 및 수요자원 관리 사업은 가능하게 되었으나, 기업-지역/ 기업 간의 거래는 아직 제도적 마련이 부족하기 때문에 시범사업으로 추진 필요
 - 제주도 규제 샌드박스
 - 에너지 커뮤니티 타운형 스마트허브를 중심으로 에너지 공유·거래 서비스와 전기차 폐배터리 재사용, 이동형 에너지 저장장치(ESS) 활용 서비스, 재생에너지 순환 100%(RE100) 활용 서비스 등을 실증 추진(2021.07)
- 스마트에너지마을 시범사업 확대
 - 에너지 프로슈머 마을, 친환경에너지타운, 스마트시티 등 소규모 단위의 시범사업 후, 광역화 계획 수립 및 확대 필요
 - 민간기업 (에너지 및 통신기업, 대기업, 중소기업, 스타트업 동시 참여), 공공기관 및 지방정부, 연구소 등 다양한 컨소시엄 구성을 통한 사업 추진
 - 에너지 프로슈머 실증마을(수원 솔대마을, 2016), 서울 동작구 학교와 빌딩 옥상을 활용한 대형 에너지프로슈머 시범사업(2016) 등이 추진되었으나 이후 에너지프로슈머 사업은 활성화 되지 않는 추세임

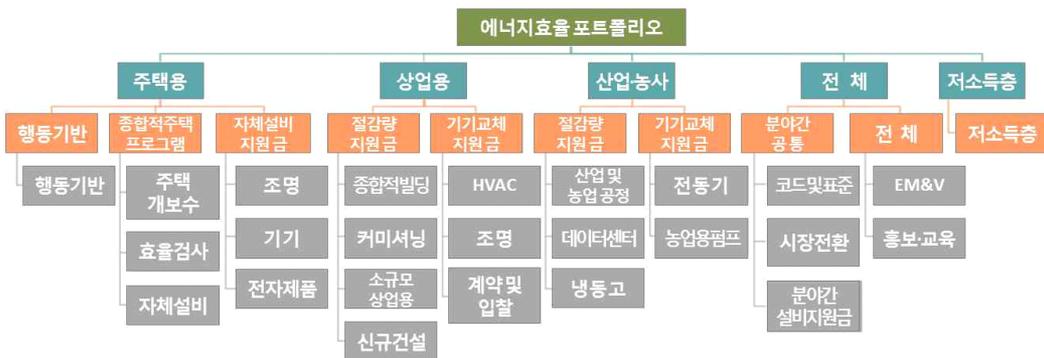


자료: https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/03/01/2017030101603.html

(3) 에너지 효율 향상 의무화(Energy Efficiency Resource Standards) 제도 도입

- 에너지 이용 합리화 계획(2020~2024)에서 중점사업 중 하나가 에너지효율화향상 의무화 제도 법제화와 본사업 추진임
 - 2022년부터 2031년까지 본사업 운영예정
 - 산업통상자원부 법제화 추진 중
- 에너지공급자에게 에너지 판매량(GWh)과 비례해 에너지 절감목표를 부여하고, 효율향상 투자를 통해 목표를 달성하도록 의무화하는 제도
 - 정부·지방자치단체가 설정한 에너지효율 개선 목표를 전력·가스, 기타 에너지 공급업체에 배분해 의무적으로 목표를 달성하도록 지원함
 - 한국전력과 한국난방공사, 한국가스공사에서는 2018년부터 EERS 시범사업을 벌이고 있다. 한전은 △히트펌프보일러 △프리미엄전동기 △회생제동장치 등 15개 품목에 대한 효율 향상을 추진한다. 가스공사는 △산업·건물용 보일러 교체 △가정용 보일러 교체 △스마트 계량기 실증사업 등을 추진하고, 난방공사는 △세대 난방설비 효율화 △급탕 예열열교환기 설치를 지원함

〈그림 4-7〉 에너지효율 포트폴리오



* 출처 : LBNL, The Cost of Saving Electricity Through Energy Efficiency Programs Funded by Utility Customers, 2018

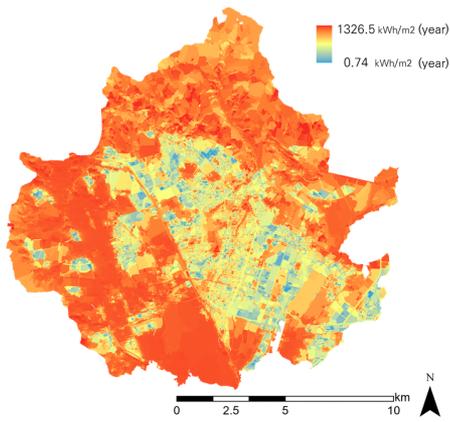
(4) 건물대상 태양광 발전 극대화 및 신재생에너지 보급 확대

- (태양광 발전사업 활성화 컨설팅) 공공주도에서 나아가 신재생에너지의 민간영역 확대를 위한 태양광에너지 발전사업 컨설팅 추진
 - 수원시 솔라맵(태양광 발전사업 추진 가능 여부를 개략적으로 제공)을 구축하여 건축물이 위치한 필지의 도시계획 정보와 그에 관련된 규제 정보를 제공하여 태양광 발전

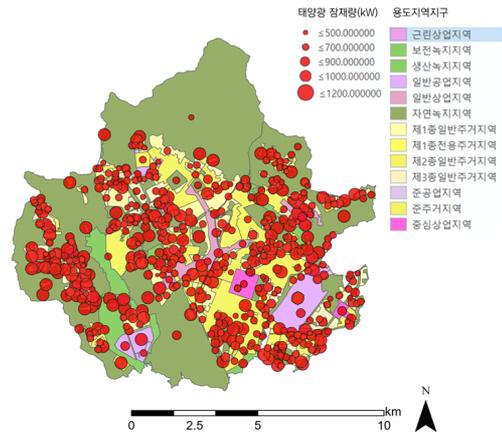
사업 가능성 정보 제공

- 건축물에 개괄적인 정보인 높이, 층수, 면적, 용도지역, 건축용도 등 규제와 관련된 정보를 제공함과 동시에 태양광 잠재량을 제공하도록 함
- 에너지센터 역할 확대와 함께 점진적으로 개인이 태양광 발전사업을 추진할 수 있도록 재정 진단 및 사업 방향에 대한 컨설팅 제공

〈그림 4-8〉 수원시 필지 태양광 잠재량 지도



〈그림 4-9〉 수원시 솔라맵 예시(용도지역지구별)



자료: 강은하(2021), 수원시 태양광 보급확대와 솔라맵 구축 방안

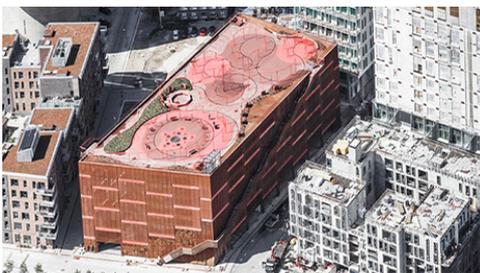
〈그림 4-10〉 수원시 솔라맵 예시 (용도지역 정보 제공)



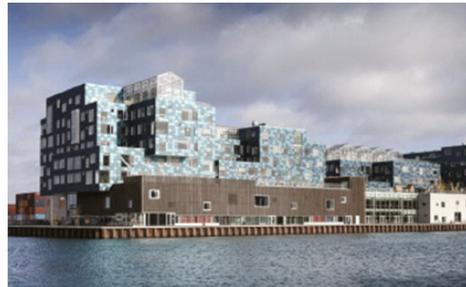
자료: 강은하(2021), 수원시 태양광 보급확대와 솔라맵 구축 방안

- (태양광 보급 확대) 공공주도 태양광 설치 방안
 - 잠재량이 높은 단독 공공건물 (예: 초등학교, 주민센터, 공공 체육시설 등) 대상 태양광 발전 설치
 - 학교와 같은 공공건물에 태양광 발전설비를 설치하고 주변 커뮤니티에서 에너지를 사용하는 플러스 에너지 건축물 구축 및 에너지네트워크 조성 시범사업 추진
 - 태양광 패널을 옥상 설치와 더불어 건물일체형 태양광시스템(BIPV: Building Integrated Photovoltaic System) 관련 기술 적용 확대
- (제도 개선) 기본계획 및 지구단위계획에 반영
 - 2040 수원 도시기본계획 수립시 솔라맵 활용 및 태양광 발전 보급 확산 내용 반영 필요
 - 스마트도시계획(2021~2025)에 제시된 신재생에너지 활용 방안(에코스마트시티 조성, 스마트시티 혁신생태계 조성, 스마트그린 인프라 조성 등)을 토대로 에너지 커뮤니티 조성 등 스마트시티 리빙랩 추진 근거로 활용
 - (단기) 지구단위계획 수립 지침 개정(안)에서 제로에너지 건축물 인증에 대한 계획유도 인센티브의 적정성 검토 및 상업지역, 공업지역 등 지역별·유형별 제로에너지 건축물 및 태양광 시설 도입을 위한 가이드라인 마련
 - 신규개발사업 지역에 저탄소 시범마을 조성 (마을단위의 제로에너지화) 검토
 - 신재생에너지 설치 후 관리 강화를 위한 사후관리방안 조례 개정
- 건물 옥상 등 신재생에너지 보급 확대
 - 빈집 및 공동주택, 빌딩 옥상부를 활용한 다양한 발전시설 설치
 - 공공자산을 활용한 에너지 저장시설 구축 및 플러스 에너지 시설(에너지 스테이션) 구축

〈그림 4-11〉 노하운 대규모 에너지 저장시설(좌), 플러스에너지 시설인 국제학교(우)



*노하운의 대규모 에너지 저장시설



*노하운에 위치한 플러스에너지 시설인 국제학교

(5) 수원시 지역에너지센터 운영

- 지역특성에 맞는 에너지정책 개발 및 지자체와 산·학·연 등 에너지 네트워크 구축
 - 2050 탄소중립 및 에너지전환을 위한 포럼 추진
 - 교육·연구기관, 산업체, 유관기관 등이 참여하여 지역에너지자립, 에너지분권 등 중장기적 에너지전환 정책에 대한 논의 및 네트워크 형성
 - 수원시 특성을 살릴 수 있는 에너지 분야별 실천방안 모색
 - 수원시 지역에너지센터 구성, 운영, 사업내용에 대한 방향제시
 - 에너지시장 거버넌스형 참여자 협업을 통한 민간 투자 활성화 설명회 개최
 - 에너지사업에 대한 민간투자를 활성화하기 위해 유관기관, 사업자, NGO 등이 협업하여 사업추진을 위한 상시 네트워크 형성
 - 수원시 에너지센터 홈페이지 구축 및 태양광 솔라맵 구축사업 추진
 - 지역에너지 통계정보·정책·민간참여사업 정보제공 및 교육 등을 위한 전산화
 - 세부 콘텐츠로서 수원시 지역에 특화된 솔라맵 구축으로 태양광보급 확산
 - 에너지전환 실천 교육 및 홍보사업 실시
 - 시민참여 온실가스 저감 교육 및 에너지전환사업 발굴 및 홍보
 - 에너지자립마을 조성을 위한 시민공동체 구성 및 활동 추진

3. 수송

1) 목표

- 친환경 교통수단 도입, 대중교통 중심의 교통체계 개편과 생태교통문화 활성화를 통한 친환경 도시 조성
- 2050년까지 수송부문 97% 감축

2) 전략

- 국가 보급계획에 따른 친환경 자동차 보급
- 관내 대중교통체계 개편을 통한 대중교통 이용 활성화
- 친환경 기반의 생태교통문화 활성화

3) 로드맵

〈표 4-3〉 수송부분 로드맵

분야	과제	단기(현재~2030)	중기(2030~2040)	장기(2040~2050)
국가 보급계획에 따른 친환경 자동차 보급	수원시 친환경 자동차 도입률 제고	- 친환경 자동차 등록대수 비율 : 전체 자동차 등록대수의 50%	- 친환경 자동차 등록대수 비율 : 전체 자동차 등록대수의 75% - 2035년부터 전기자동차 의무 도입 정책 시행	- 친환경 자동차 등록대수 비율 : 전체 자동차 등록대수의 100%
	[핵심] 대중교통, 카셰어링 및 관용차량 대상 친환경 자동차 중점 도입	- 버스 75% - 택시 50% - 카셰어링 50% - 관용차량 100% - 2025년부터 버스 및 관용차량 전차량은 친환경 자동차 전면 도입	- 버스 100% - 택시 75% - 카셰어링 75% - 관용차량 100% - 2035년부터 택시 및 카셰어링 전차량은 친환경 자동차 전면 도입	- 버스 100% - 택시 100% - 카셰어링 100% - 관용차량 100%
관내 대중교통체계 개편을 통한 대중교통 이용 활성화	[핵심] 관내 철도망 조기개통	- 광역철도 노선 도입에 따른 격자형 광역철도망 구축 - 트램 도입을 통한 도시철도망 구축	- 확충 철도망 및 신교통수단과의 연계교통 강화를 통한 대중교통망 지속 보완	- 추가로 도입되는 신교통수단과의 연계교통 강화를 통한 대중교통망 지속 보완
	[핵심] 대중교통 이용 수요 관리	- 대중교통 인프라 확충 (환승시설 및 BRT 도입) - 트램 도입과 함께 원도심 내 대중교통전용지구 도입	- 대중교통 인프라 확충 (환승시설 및 BRT 추가 도입) - 대중교통전용지구 확대 도입 검토	- 대중교통 인프라 확충 - 대중교통전용지구 운영 지역 확대
친환경 기반의 생태교통문화 활성화	보행 및 자전거 인프라 개선 및 확충	- 낙후 지역 중심 보행 및 자전거 인프라 개선 - 대중교통전용지구 보행 및 자전거 인프라 개선 - 도로 다이어트를 통한 보행 및 자전거도로 확대	- 낙후 지역 중심 보행 및 자전거 인프라 개선 - 도로 다이어트를 통한 보행 및 자전거도로 확대	- 낙후 지역 중심 보행 및 자전거 인프라 개선 - 확대 운영 대중교통전용지구 및 녹색교통 운영 지역에 대한 보행 및 지속가능교통 이용환경 개선
	[핵심] 수원 4대문 내 녹색교통전용지구 도입	- 녹색교통전용지구 운영 방안 도출 - 도출 운영 방안 기반으로 녹색교통전용지구 도입 - 자동차 운행 제한 정책 시행	- 녹색교통전용지구 운영 지역 확대 도입 검토 - 대상지 선정 및 확대 방안 도출 - 자동차 운행 제한 정책 시행	- 녹색교통전용지구 운영 지역 확대 - 자동차 운행 제한 정책 시행
	[핵심] 공유자전거 및 공유개인형이동수단 이용 활성화	- 공유자전거 및 공유개인형이동수단 이용 활성화 방안 제시 - 수원형 MaaS 플랫폼 시범운영 및 도입	- 공유교통 이용 활성화를 위한 지속 운영·관리 방안 제시 - 수원형 MaaS 플랫폼 운영 안정화	- 중기 제시 방안 지속 추진

4) 수송부문 분야별 과제

(1) 국가 보급계획에 따른 친환경 자동차 보급

(가) 수원시 친환경 자동차 도입률 제고

- 국가 탄소중립 기본계획에 맞춰, 수원시에서는 친환경차 보급을 2030년까지 50%, 2040년까지 75%, 2050년까지 100% 도입하는 것을 목표로 하여 관내 친환경 자동차 도입을 확대해야 함

(나) 대중교통, 카셰어링 및 관용차량 대상 친환경 자동차 중점 도입

〈그림 4-12〉 대중교통, 카셰어링 및 관용차량 대상 친환경 자동차 중점 도입 로드맵

현재	2030년	2040년	2050년
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 버스 172대 도입 ➢ 택시 49대 도입 ➢ 카셰어링 및 관용차량 친환경 자동차 지속 도입 중 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 버스 75% ➢ 택시 50% ➢ 카셰어링 50% ➢ 관용차량 100% ➢ 2025년부터 버스 및 관용 차량 전차량은 친환경 자동차 전면 도입 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 버스 100% ➢ 택시 75% ➢ 카셰어링 75% ➢ 관용차량 100% ➢ 2035년부터 택시 및 카셰어링 전차량은 친환경 자동차 전면 도입 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 버스 100% ➢ 택시 100% ➢ 카셰어링 100% ➢ 관용차량 100% ➢ (국가전략) 무공해차 76~97% 보급

- 친환경 자동차 도입률을 제고하기 위해 공공 부문의 차량인 대중교통(버스, 택시), 공유 교통(카셰어링) 및 관용차량을 중심으로 친환경 자동차를 우선적으로 도입
 - 2040년까지 수원시에 등록된 전체 시내·마을버스 1,300대와 시외·전세버스 700대에 대하여 전기버스와 수소버스 도입 완료 목표를 제시함
 - 2021년 6월 기준, 수원시에서는 172대의 전기버스가 시내버스로 운행 중임
 - 2022년까지 시내버스 1,000대를 전기차로 대체(COVID-19 및 경기침체 등의 사유로 인해 목표 달성에 한계가 존재할 가능성 존재)
 - 2040년까지 관내 등록된 버스 2,000대 모두를 전기버스 또는 수소버스로 대체
 - 2025년부터 구매하는 시내·마을·시외·전세버스에 대해 전면적으로 전기 및 수소자동차를 구입하는 정책을 시행함
 - 2050년까지 수원시 내 운행 중인 택시 100%를 전기 및 수소자동차로 도입
 - 2021년 6월 기준, 수원시에서 운행 중인 택시는 4,700대이고, 대부분 LPG 자동차로 운행 중이며 전기택시는 49대 운행 중임
 - 2030년까지 50%, 2040년까지 75%, 2050년까지 100% 도입
 - 2035년부터는 구매하는 택시에 대해 전면적으로 전기 및 수소자동차를 구입하는 정

책을 시행함

- 2050년까지 수원시 내 운행 중인 카셰어링 자동차 500대를 전기 및 수소자동차로 도입 완료
 - 민간업체에서 운영하고 있는 카셰어링 자동차에 대한 친환경 자동차 도입 비율 제고를 추진하고 업체와의 협약 등을 통하여 전기 및 수소자동차 도입유도
 - 2035년부터는 구매하는 카셰어링 자동차에 대해서는 전면적으로 전기자동차 및 수소자동차를 구입하는 정책을 시행
- 2030년까지 수원시·구·주민센터, 위탁기관 등에서 운영하는 관용차량(650대)을 100% 친환경 자동차로 교체
 - 2025년부터는 구매하는 전체 관용차량에 대해서는 전기자동차 및 수소자동차를 의무적으로 구입하는 정책을 시행
- 전기 및 수소차 충전 인프라 확충
 - 수원시 내 전기자동차 충전 인프라는 양호한 수준이나, 전기자동차의 지속 도입으로 인해 충전 인프라 이용수요가 증가할 것으로 예상됨
 - 수원시 내 수소자동차 충전 인프라는 1개소 1기로 운영 중이기 때문에 수소자동차 도입 수준에 따라 충전 인프라가 확충되어야 함
 - 충전소 추가 설치와 함께 신축건물 건설 시 충전기 설치 의무 비율 확대 필요

(2) 관내 대중교통체계 개편을 통한 대중교통 이용 활성화

(가) 관내 철도망 조기개통

〈그림 4-13〉 관내 철도망 조기개통 로드맵

현재	2030년	2040년	2050년
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 1개 일반철도 운영 중 ➢ 3개 광역철도 운영 중 ➢ 버스 중심의 대중교통 체계 운영 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 광역철도 노선 도입에 따른 격자형 광역철도망 구축 ➢ 트램 도입을 통한 도시 철도망 구축 ➢ 철도 중심의 대중교통 체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 확충 철도망 및 신교통 수단과의 연계교통 강화를 통한 대중교통망 지속 보완 ➢ 철도 중심의 대중교통 체계 운영 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 추가 도입되는 신교통 수단과의 연계교통 강화를 통한 대중교통망 지속 보완 ➢ 철도 중심의 대중교통 체계 운영

- 2030년까지 수원시 내 철도망에 1개 일반철도, 3개 광역철도, 1개 도시철도 등이 추가 될 계획임
 - 수원발 KTX가 일반철도로 운행될 계획이고, 경부선 구간의 서정리역과 SRT 지제역 간 총 연장 9.99km 구간을 연결하여 2024년 개통될 예정임

- 광역철도로 수원역과 덕정역을 연결하는 수도권광역급행철도 GTX-C가 총 연장 74.8km 구간을 연결하여 2026년 개통될 예정임. 신분당선 호매실 연장노선은 광교역과 호매실역 간 총 연장 9.7km의 구간을 연결하여 2028년 개통될 예정임. 인덕원~동탄선(신수원선)은 인덕원역과 동탄2신도시 간 총 연장 37.1km의 구간을 연결하여, 2026년 개통될 예정임
- 도시철도로 수원 1호선이 도입될 계획으로 총 연장 6.5km, 수원역~조원역 구간을 연결하는 노선으로, 트램 차량을 도입하여 향후 개통 예정이며, 하술할 대중교통전용지구 정책과 연계하여 추진할 계획임
- 수원시 내 광역철도망과 도시철도망을 확충함으로써 기존 버스 중심의 대중교통체계를 철도 중심으로 개편할 수 있을 것으로 기대됨
 - 수원시의 대중교통 수단분담률을 확인한 결과, 관내통행과 관외통행 모두 버스 수단분담률이 큰 것을 알 수 있었음
 - 관내 철도망 부족과 관내 일부 지역에서의 광역버스 등의 이용률 높음
 - 현재 수원시 철도망에 앞서 확인한 광역철도 노선이 도입되면, 수원시 관내통행 및 관외통행 시 철도 이용 편의성이 개선될 것으로 예상됨
- 철도 중심의 대중교통체계 개편 시, 버스는 철도를 보완하는 지선 교통수단의 역할을 수행할 수 있도록 개편해야 함
 - 현재 운영 중이거나, 계획되어 있는 철도 노선과 버스와의 연계성 강화 방안고려
 - 환승 및 통행시간을 절감하고, 이를 통한 대중교통 이용 편의성을 개선

(나) 대중교통 이용수요 관리

〈그림 4-14〉 대중교통 이용수요 관리 로드맵

현재	2030년	2040년	2050년
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 관내 환승센터 도입 및 운영 중(수원역) ➢ 가변형 버스 전용차로 운영 중 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 대중교통 인프라 확충 (환승시설 및 BRT 추가 도입) ➢ 트램 도입과 함께 도심 내 대중교통 전용지구 도입 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 대중교통 인프라 확충 (환승시설 및 BRT 추가 도입) ➢ 대중교통전용지구 확대 도입 검토 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 대중교통 인프라 확충 ➢ 대중교통전용지구 운영 지역 확대

- 대중교통 이용률 제고를 위하여 대중교통 이용수요 관리 방안 필요
 - 대중교통 이용 편의성 개선을 위해 환승시설 등의 대중교통 인프라 확충 필요
 - 도로상에서 버스에 대한 통행우선권을 부여하기 위해 BRT(Bus Rapid Transit) 시스

템을 도입하는 등 시스템 측면에서의 인프라 확충이 필요함

- 대중교통전용지구를 도입하여 승용차를 포함해 일반 차량의 진입을 금지시키고 노면 전차, 경전철, 버스 등 대중교통수단의 통행과 보행자의 보행활동만 허용되도록 함
- 대중교통 환승시설 도입, BRT 등 대중교통 인프라 확충
 - 수원역 서측 환승센터에 이어 2030년까지 동측 환승센터, 북수원 환승센터 등의 환승 시설을 도입하여 대중교통의 환승 편의성을 개선해야 함
 - 수원시 내의 주요 간선도로를 중심으로 2030년까지 BRT를 도입하여 대중교통 수단 부담률 개선을 도모
 - 기존 자가용 이용자들이 대중교통으로 수단을 전환할 수 있도록 유도함
 - 버스전용차로 도입 및 버스 우선 신호 등을 통하여 버스 통행우선권을 부여함
- 수원 도시철도 1호선(트램 형태)이 도입되는 구간 중 일부 구간에 대해 대중교통전용지구로 지정하여 운영함
 - 수원역~장안문역 3.4km 구간을 대중교통전용지구로 지정하여 운영할 계획임
 - 국내 최초로 대중교통전용지구를 도입한 대구광역시와 서울특별시 사례를 참고
 - 대중교통전용지구 운영 시, 버스 및 긴급자동차를 제외한 차량은 통행할 수 없도록 운영하고, 도로 다이어트 등의 정책을 수반하여 시행
 - 도로 다이어트를 통한 보도 확장과 보행자 친화적인 도로 환경을 조성함
 - 향후 수원시 내 대중교통전용지구 지정을 확대 운영

(3) 친환경 기반의 생태교통문화 활성화

(가) 보행 및 자전거 인프라 개선 및 확충

- 수원시 내 낙후 지역을 중심으로 보행 및 자전거 인프라 개선 방안 제시
 - 연도별로 개선이 시급한 낙후 지역을 선별하여 순차적으로 개선
- 향후 지정될 대중교통전용지구와 녹색교통진흥지구에 대하여 보행 및 자전거 인프라 개선 방안을 제시
- 도로 다이어트를 통해 확보되는 공간을 중심으로 보행 및 자전거 인프라 도입 확대

(나) 수원 4대문 내 녹색교통진흥지구 도입

〈그림 4-15〉 수원 4대문 내 녹색교통진흥지구 도입

현재	2030년	2040년	2050년
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 현재 녹색교통진흥지구 미운영 중 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 녹색교통진흥지구 운영 방안 도출 ▶ 도출 운영 방안 기반으로 녹색교통진흥지구 도입 ▶ 자동차 운행 제한 정책 시행 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 녹색교통진흥지구 운영 지역 확대 도입 검토 ▶ 대상지 선정 및 확대 방안 도출 ▶ 자동차 운행 제한 정책 시행 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 녹색교통진흥지구 운영 지역 확대 ▶ 자동차 운행 제한 정책 시행

- 수원시 4대문 내 지역에 대해 2030년까지 녹색교통진흥지구를 도입하여 생태교통문화 조성에 일조해야 할 것임
 - 녹색교통진흥지구의 도입목적은 탄소배출이 과다하고 교통혼잡이 심한 지역을 녹색교통진흥지구로 선정하여 지역여건과 특성에 맞는 맞춤형 녹색교통대책을 추진
 - 주요사업은 ‘녹색교통시설 확충’, ‘교통수요관리 시책’, ‘친환경 신교통시스템 설치’
- 수원시 녹색교통진흥지구는 ‘사람중심 생태교통 특화지역 조성’을 비전으로 하고, ‘편리한 대중교통 이용환경 개선’, ‘지속가능한 자동차 통행 관리 방안’, ‘친환경 기반 녹색교통 육성’을 목표로 설정하여 운영하면 적합할 것으로 보임¹⁷⁾
 - 또한, 녹색교통진흥지구 운영과 동시에 친환경 등급에 따른 자동차 운행제한 정책을 연차별로 시행하면 온실가스 감축이 가능할 것으로 보임
- 수원시 녹색교통진흥지구 도입 세부 추진 전략은 다음과 같음
 - 대중교통 이용환경 조성을 위한 세부 추진 전략
 - 대중교통전용지구 도입, 트램 도입, 대중교통 인프라 확충 및 이용환경 개선
 - 자동차 통행 관리를 위한 세부 추진 전략
 - ITS(Intelligent Transport Systems) 사업 시행, 혼잡통행료 징수, 교통유발부담금 징수, 도로공간 재편
 - 친환경 기반 녹색교통 육성을 위한 세부 추진 전략
 - 보행 및 자전거 이용환경 개선, 친환경 자동차에 대한 인프라 확충, 개인형이동수단 이용환경 조성
- 점차 관내의 적정 지역에 확대 운영 방안 검토
- 녹색교통진흥지구 도입과 대중교통 이용수요 관리 방안을 함께 추진하면 생태교통문화 조성 과 대중교통 이용에 대한 시너지 효과를 낼 수 있을 것으로 기대됨

17) 김숙희, 수원시 녹색교통진흥지역 도입을 위한 기초연구, 수원시정연구원 (2020)

- 수원시 전역과 녹색교통진흥지구를 통행하는 차량을 배출가스 등급과 차량 연식 및 출고 후 기간에 따라 통행을 제한하는 정책을 고려해야 함
 - 서울특별시는 연차에 따라 운행제한 차량 및 대상지역을 순차적으로 조정
 - 특히, 2025년에는 서울특별시 전역을 대상으로 자동차 운행정책을 시행할 계획이고, 녹색교통진흥지구에 대해서는 강화된 자동차 운행정책을 시행할 계획임
 - 수원시도 마찬가지로 연차에 따라 운행 가능 차량 및 통행 가능 지역을 순차적으로 제한함
 - 2025년 : 통행 제한 대상지역은 수원시 전역, 운행 제한 차량은 배출가스 5등급, 2005년식 이전 차량(경유차량 기준), 최소 출고 후 기간이 20년인 차량(경유차량 기준)
 - 2028년 : 통행 제한 대상지역은 녹색교통진흥지구, 운행 제한 차량은 배출가스 3~5등급, 2018년식 이전 차량(경유차량 기준), 최소 출고 후 기간이 10년인 차량(경유차량 기준)
 - 2030년 : 통행 제한 대상지역은 수원시 전역, 운행 제한 차량은 배출가스 4~5등급, 2009년식 이전 차량(경유차량 기준), 최소 21년 출고 후 기간 차량(경유차량 기준)
 - 2035년 : 통행 제한 대상지역은 녹색교통진흥지구, 운행 제한 차량은 배출가스 2~5등급, 모든 경유차량(경유차량 기준)
 - 2040년 : 통행 제한 대상지역은 수원시 전역, 운행 제한 차량은 배출가스 3~5등급, 2018년식 이전 차량(경유차량 기준), 최소 22년 출고 후 기간 차량(경유차량 기준)
 - 2050년 : 통행 제한 대상지역은 수원시 전역, 운행 제한 차량은 배출가스 2~5등급, 모든 경유차량(경유차량 기준)

(다) 공유자전거 및 공유개인형이동수단 이용 활성화

〈그림 4-16〉 공유자전거 및 공유개인형이동수단 이용 활성화 로드맵



- 공유자전거 및 공유개인형이동수단 이용 활성화
 - 스테이션 없는 공유자전거 및 공유개인형이동수단의 안정적 운영을 위한 지속적 관리

와 관련 인프라 확충 및 정비계획을 수립하여 추진

- 도로 다이어트 정책과 함께 추진
- 친환경 지속가능교통수단 이용 증진을 위한 시민의식 개선 및 이용문화 조성방안 마련이 필요
- 공유교통수단의 이용 편의성을 개선하기 위해서 수원형 MaaS(Mobility as a Service) 플랫폼을 개발해야 함
 - MaaS는 모든 교통수단을 하나의 통합된 서비스로 제공하는 개념임
 - 현재는 대중교통수단 간 환승에는 환승할인이 적용되고, 한 결제수단(교통카드)으로 이용이 가능하지만, 카셰어링, 공유자전거 및 공유개인형이동수단에 대해서는 이러한 것이 불가능함
 - 수원형 MaaS를 2025년부터 개발하여 시범운영을 시행하고, 2030년에 플랫폼 정식 운영을 시행하는 것이 필요할 것으로 보임
 - 대중교통 이용 편의성을 개선하기 위하여 대중교통수단, 카셰어링, 공유자전거, 공유 개인형이동수단 등 교통수단 이용을 하나의 통합된 서비스로 제공하는 시스템을 개발하여 운영하는 시스템이 필요함
 - MaaS 시스템에는 최적 경로 제공, 예약 및 결제 서비스 포함하고 있음

4. 폐기물

1) 여건

- 국가 온실가스배출량 변화(백만톤CO₂eq) : ('18년) 17.1 → ('50년) 4.4 (74% 감축, 국가 시나리오 A, B안 동일)
 - (국가전략) 폐플라스틱 유화 가스화로 생활폐기물 재활용율 2050년까지 90% , 바이오플라스틱으로 대체 100%
- 수원시 온실가스배출량 중 폐기물 4% 차지(2019년 기준)
 - 폐기물 부문 온실가스배출량 2005년 247천톤CO₂에서 2019년 241천톤CO₂으로 감소
 - 폐기물 온실가스배출량 중 소각이 77% 차지(2019년 기준)

2) 목표

- 2050년까지 수원시 폐기물 부문 70% 감축
 - ※ 국가 감축목표 (매립 제외) 차용

3) 전략

- 생활폐기물 발생량 감축
- 플라스틱 소각 제로화
- 유기성 폐기물(음식물, 분뇨 슬러지 등)의 바이오가스플랜트 도입
- 소각시설 폐열 회수 및 전기 생산, 하수처리장 메탄회수

4) 로드맵

〈그림 4-17〉 폐기물 분야 로드맵

수원시	2018년	2030년	2040년	2050년
폐기물부문 배출량 감축	25만톤	10% 감축	25% 감축	70% 감축
생활폐기물 감량 목표	100%	10% 감축 재활용율 81%	재활용율 90% 달성	50년 전망 대비 25% 감축
로드맵		생활폐기물 발생량 감량 폐플라스틱 재활용 신기술 도입 기반 마련	탈플라스틱 사회 (플라스틱 재활용 극대화) 유기성 폐기물 바이오가스화 시설 운영	

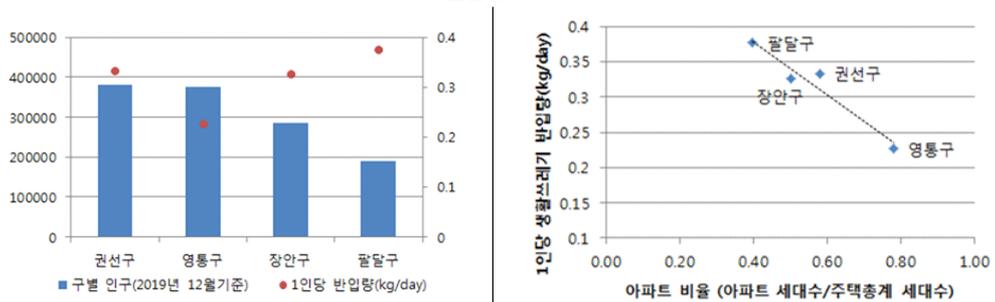
2050년 감축목표: 국가 전략 중 매립 제외한 감축 비율 적용

5) 핵심사업 주요 내용¹⁸⁾

(1) 생활폐기물 발생량 감축

- 불법투기 제로화
 - 불법투기되는 쓰레기는 재활용품 분리 없이 전략 소각되므로 불법투기 제로화를 위해 주거유형별 수거 방식 개편

〈그림 4-18〉 수원시 구별 인구 및 1인당 생활쓰레기 반입량(좌), 아파트 비율과 1인당 생활쓰레기 반입량(우)



자료: 강은하(2021), 수원시 생활폐기물 관리현황 진단을 통한 최적관리 방안

18) 강은하(2021), 수원시 생활폐기물 관리현황 진단을 통한 최적관리 방안

- 다가구주택(원룸형, 다세대)과 상가에 거점수거 방식 도입 및 관리인 지정 (팔달구, 장안구)
- 단독주택지역 쓰레기 배출지점 지정
 - 내집 앞 쓰레기 수거 위치를 명확하게 지정해 주고 (쓰레기실명제) 재활용품 요일별 수거 (예: 종이류, 플라스틱병류)
- 집단 사업장 중심 사업장폐기물로의 전환
 - ‘집단사업장 폐기물 관리 운영 지침’ 마련
 - 집단사업장 중심 사업체별 폐기물 발생량 조사 및 관리 방안 마련
 - 소각용, 재활용, 음식물쓰레기로 구분하여 사업체별 발생량 조사 (발생량 조사, 처리 실태 조사, 사업장폐기물로의 전환시 처리비용 부담에 대한 분석 및 기대효과 산정) 시행
 - 조례 개정 및 협약 통해 ‘집단사업장 폐기물 관리 운영 지침’ 마련 운영
 - 집단사업장 (예: 전통시장)처럼 소규모 사업체가 모여있는 곳에 대해 거점수거 또는 사업장폐기물로의 위탁수거 방식 도입 여부에 대해 검토하여 운영 지침 마련
 - 전통시장 개선 사업 등과 연계하여 추진

(2) 플라스틱 소각 제로화

- 자원순환센터 시설 개선 및 선별용량 확대로 재활용품 선별률 증진 및 잔재물 발생 최소화
 - 자원순환센터에 반입되는 2018년 폐합성수지류는 83.5톤/일이었으나 2019년은 128.7톤/일로 54% 증가함
- 고부가가치 재활용품의 분리배출 사업 확대 (투명 페트병, 우유팩, 건전지 등)
 - 현재 반입되는 재활용품의 50% 미만이 재활용되므로, 철저한 분리 배출 통해 폐합성수지(잔재물 총칭) 발생량 최소화 전략 필요
 - 수원시 소각쓰레기 중 플라스틱 비율은 12%이며, 탄소배출계수를 보면 플라스틱류는 2.4056으로 다른 성상에 비해 가장 높음
 - 종량제쓰레기 중 10%가 폐합성수지
 - 플라스틱 소각시 탄소배출계수는 종이의 240배 및 기타가연성물질의 2.4배

〈그림 4-19〉 성상별 소각시 탄소배출계수

구분	배출계수 및 매개변수					
	B	C	D	E	F	G
	건조물질함량 (dm)	탄소함유율 (CF)	화석탄소함유율 (FCF)	산화계수 (OF)	변환계수	CO ₂ 배출계수 (tCO ₂ /tWaste)
						$G = B \times C \times D \times E \times F$
음식물류	0.4	0.38	0	1	3.66	0.0000
나무류	0.85	0.5	0	1	3.66	0.0000
종이류	0.7951	0.4276	0.01	1	3.66	0.0125
고무 피혁류	0.9449	0.6201	1	1	3.66	2.1469
플라스틱류	0.8605	0.763	1	1	3.66	2.4056
기타 가연분	0.5548	0.5137	1	1	3.66	1.0442

- 수원시에서는 최근 일회용 플라스틱 대신 다회용기 사용 확산을 위한 지원 및 캠페인을 하고 있음
 - 수원시 다회용기 사용 지원 사업 확대
 - 수원시 매장 1회용 플라스틱을 종이 용기로 전면 전환
 - 생산 단계에서 재활용단가가 높은 생수병, PET 병의 공병보증금제도 강화
- 아파트단지 및 거점수거 지역 대상 확대 (2022년부터 확대 예정)
- 공공장소 투명 페트병, 우유팩 자동수거기(포인트 지급) 도입

〈그림 4-20〉 투명페트병 분리배출(좌), 종이팩 자동수거기(우)



자료: (좌) 수원시청 보도자료, (우) 세종의 소리 (www.sjsori.com)

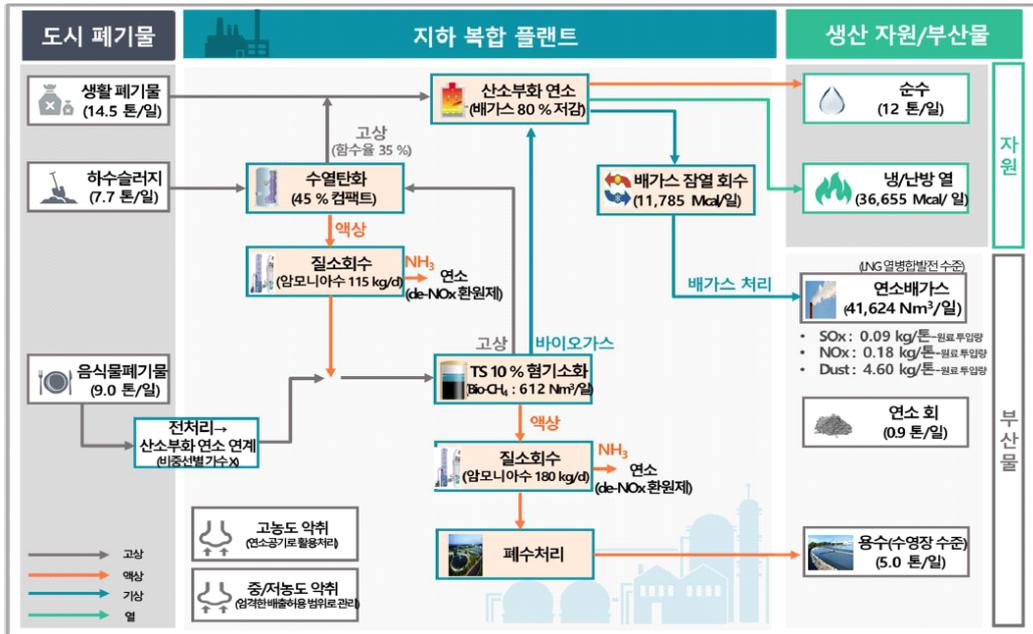
- 폐플라스틱 자원화 기술 도입
 - 폐플라스틱 유화기술 등 신기술 도입을 통해 폐플라스틱을 소각하지 않고 자원화하도록 유도
 - 민간기업 및 국가 R&D 사업 공모시 참여하는 방식 검토
- 바이오플라스틱 도입
 - 환경부 주관 생분해성 바이오플라스틱 시범사업 공모 ('22~23년 환경부 실증사업 공모) 지원 검토
 - '23년 마련되는 생분해성 바이오플라스틱 사용지원 로드맵에 따라 단계적 도입
 - 1회용품 금지 품목이 아닌 플라스틱 물품 (종량제 쓰레기 봉투, 채소용 1회용 포장백 등에 도입)에의 대체재료로 사용

(3) 유기성 폐기물의 바이오가스플랜트 도입

- 폐자원 관련 자족/순환형 도시 인프라 구축 시 도시 내 에너지의 수요와 폐기물, 하수 등 배출량을 줄임으로써, 환경 부담 저감과 함께 경제적인 시스템 구축을 통하여 탄소중립 기여
- 음폐수 슬러지, 분뇨 슬러지와 음식물쓰레기 반입량 일부 사용하는 바이오가스 복합플랜트 사업 도입
 - 국내 실패 사례 검토 및 선진국 기술 도입 가능성 검토가 필요함
 - 수원시 음식물쓰레기는 매일 200톤 가량 배출되어 협소한 공간 내에서 빠른 처리를 해야 함 (현재 건조사료화는 8시간~16시간 이내 처리 가능).
 - 따라서 국내 운영 중인 1~2개월 소요되는 바이오가스화(혐기성 소화) 시설의 직접 도입은 어려우며 현재 음식물쓰레기 건조사료화 시설 증설 증으로 앞으로 10년 이상 사용해야 함
 - 2030년 이후 좁은 공간에서 빠르게 처리할 수 있는 기술이 개발된 후 현재 운영 중인 건조사료화 시설을 대체할 수 있도록 계획하여야 함
 - (서귀포시 사례) 색달폐기물처리시설은 음식물류 폐기물을 혐기성 소화 과정을 거쳐 바이오가스를 생산하고, 생산된 바이오가스를 시설 내에 전력 및 연료로 공급함으로써 유기성 폐기물을 자원으로 전환함. 2024년 가동예정임
 - (기술개발) 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원은 생활쓰레기, 음식물쓰레기, 하수 슬러지 등 도시발생 폐기물을 복합적으로 처리하여 에너지로 재활용하는 '도시 자원순환형 복합플랜트 건설 기술'을 개발. 시운전을 통한 성능검증 완료함(그림 4-21)

- 도시폐기물을 지하 복합 플랜트에서 처리시, 인구 37,000명 도시폐기물로부터 공간 집적율 40% 증가, 유효에너지 50% 증가, 부산물 50% 저감 가능
- 복합시설과 유사한 사례로 하남 유니온파크와 용인 에코타운 조성 중
 - 처리시설 완전지하화를 통한 상부공간에 주민친화시설 조성

〈그림 4-21〉 자원순환형 공정 구성



자료: 고등기술연구원 김호(2021), 세미나 발표자료, 저탄소 미래도시 구현을 위한 도시폐자원 순환형 복합플랜트

(4) 소각시설 및 하수처리장 에너지 회수

- 소각시설 폐열회수를 통한 전력 생산 및 하수처리장 메탄회수 검토
 - (제주도 사례) 제주환경자원순환센터 소각시설은 1일 소각 가능량이 500t/일로 가연성폐기물 소각 시 발생하는 폐열을 이용해 시설용량 19.2MW 규모의 기력터빈발전기를 가동함. 연간 전력 생산량은 약 9만MWh로 이는 연간 2만5000여 가구가 사용가능한 전력량임
 - (제천 사례) 전력 부담 최소화와 탄소중립 실현을 위해 2018년 하수처리과정에서 나오는 바이오가스를 활용한 열병합발전소와 태양광발전, 풍력발전 등을 세우면서 에너지 자립도 40%를 달성
- 메탄 등 바이오가스를 활용한 가스발전시설 구축(하수처리과정에서 미생물과 하수에서 발생한 바이오가스를 포집해 에너지로 바꾸주는 시설)

- 현재 수원시 소각시설은 대보수 계획 중으로 대보수를 통해 폐열 회수 및 전기 생산 도입 예정임
- 하수처리장 메탄 회수를 통해 바이오가스 플랜트에의 적용하는 복합처리시설 도입 방안 검토

5. 탄소흡수 또는 상쇄

1) 목표

- 탄소저장량 확대를 통한 탄소중립에의 기여

2) 전략

- 도시녹지 공간 확보를 통한 탄소저장량 확대
- 탄소저장효율 증가를 통한 탄소저장량 확대
- 생물다양성 증진 및 탄소저장량 확보를 위한 체계적인 산림·녹지 관리

3) 핵심사업

(1) 도시녹지 공간 확보를 통한 탄소저장량 확대

- 도시지역 내 공원, 띠녹지 및 가로수 조성 등 녹지공간 확보를 통한 탄소저장량 확대
 - 녹지공간의 양적인 증가로 탄소저장량 확대
 - 공원조성
 - 가로수 및 띠녹지 조성
- 빈집, 유휴공간을 대상으로 한 녹지공간 확대
 - 빈집, 유휴공간 등 도시재생차원에서 탄소저장량 확보를 위한 대안 설정
 - 빈집, 유휴공간 → 텃밭
 - 빈집, 유휴공간 → LID 기법이 적용된 주차장
- 수원시 외 지역에서의 탄소저장량 확보를 통한 외부사업 효과 확보
 - 예전에 추진했던 수원시민 몽골의 숲 사업처럼 수원시가 아닌 외부 지역의 조림사업 지원을 통해 AR CDM(청정개발체제)¹⁹⁾을 통해 외부사업 효과 확보 검토

19) 탄소배출권 조림(Afforestation/Reforestation CDM : A/R CDM)=일정기간 산림이 아닌 지역에 나무를 심고 숲을 만드는 것을 일컫는다. 탄소배출권 조림을 통해 나무가 빨아들이는 이산화탄소에 대해 크레딧을 인정받아 경제적 가치를 얻을 수 있다.

- AR-CDM 추진
 - 청정개발체제(CDM)은 온실가스 감축의무가 있는 선진국이 개발도상국에 투자하여 시행한 사업에서 발생한 감축분을 선진국의 감축실적으로 인정하는 제도(교토 의정서(Kyoto Protocol) 제12)로 온실가스 감축의무가 있는 선진국에게는 비용효과적인 온실가스 감축을 개발도상국에게는 환경적, 기술적, 경제적 지원을 동시에 제공할 수 있는 사업 체제임(기후변화 홍보포털 홈페이지).
 - 교토의정서 12조 2항: 청정개발체제는 부속서 I에 포함되지 않은 당사자가 지속가능한 개발을 달성하고 협약의 궁극적 목적에 기여할 수 있도록 지원하며, 부속서 I의 당사자가 제3조의 규정에 의한 수량적 배출량의 제한 감축을 위한 공약을 준수할 수 있도록 지원하는 것을 목적으로 한다(기후변화 홍보포털 홈페이지).

(2) 탄소저장효율 증가를 통한 탄소저장량 확대

- 탄소저장 효과가 우수한 식재기반 및 식재기법 도입
 - 토양-식생 결합 공법은 지상부 식생 생육 관리, 지하부 생육 환경 개선, 토양 탄소 저장 증대의 요소 기술로 구성되어 있으며, 구축한 DB를 기반으로 공법 도입에 따른 연간 탄소 흡수 증가량을 산정
 - 탄소흡수능력이 뛰어난 수목으로 교체했을 경우, 띠죽지 등을 통해 다층식재를 도입했을 경우 연간 탄소흡수량이 증가하는 것으로 분석되었음(경희대학교 산학협력단, 2020)
 - 탄소저장량이 높은 수목 발굴 및 식재기법 도입
- 토양의 탄소저장능력 극대화 방안 -> 바이오차 도입
 - 수목 교체 시에 바이오차를 투입함으로써 토양에 100년 이상 장기 저장될 수 있는 탄소의 양을 증가시킬 수 있으며, 바이오차 투입에 따른 식생의 탄소 흡수 증가량 역시 증가하는 것으로 분석된 바 있음(Kim et al., 2020, under review; 경희대학교 산학협력단, 2020)
 - 바이오차 도입을 통한 탄소저장능력 확보

(3) 생물다양성 증진 및 탄소저장량 확보를 위한 체계적인 산림·녹지 관리

- 생물다양성 증진 및 탄소저장량 확보를 위한 도시숲 가꾸기
 - 광교산, 칠보산, 팔달산 등 도시산림의 생물다양성을 높이고 탄소저장량도 확보를 위한 관리방안 마련

- 산림간벌, 벌채 등 탄소저장량 증대를 위한 방안 마련
- 산림탄소상쇄숲 조성을 통한 사회공헌용 활동 증진
 - 현존식생 유지, 수종 보식 등을 진행하여 산림탄소상쇄 숲을 조성하였을 때 기존 산림을 유지하는 것보다 약 2,000tC 가량 산림탄소흡수량이 증가하게 됨(류나님 외, 2017)
 - 수원시 내 관내 기업을 대상으로 탄소상쇄 숲 조성 참여 독려하여 새로운 사회공헌형 활동을 통해 지역의 산림을 보다 나은 산림으로 조성 실현
 - 산림탄소상쇄 숲 조성을 통해 산림 복원 및 기후변화 대응에 있어 새로운 도시림관리 계획 방안을 제시할 수 있음(류나님 외, 2017)

6. 시민 참여

1) 여건

- 에너지의 사용 용도와 사용량은 최종적으로 사용자에게 의해 결정되므로, 사용자의 인식 개선이 가장 중요함
- 가정에서의 온실가스 배출량은 점차 줄어들고 있으나, 수송 및 상업 부문 온실가스 배출량도 결국 자동차와 상업시설을 이용하는 시민에 의해 좌우되기 때문에 시민의식 전환을 통해 감축이 가능함

2) 목표

- 시민 주도 탄소 중립 인식 강화로 실질적 감축 달성

3) 전략

- 에너지 저감을 위한 시민참여 인센티브 도입 “수원주민 참여형 에너지 관리”
- 주거형 콤팩트시티 조성을 통해 일상생활에서 저탄소 생활 영위
- 시민단체, 환경단체 주도로 저탄소 캠페인 추진

4) 핵심사업 주요 내용

(1) 에너지 저감을 위한 시민참여 인센티브 도입 “수원주민 참여형 에너지 관리”

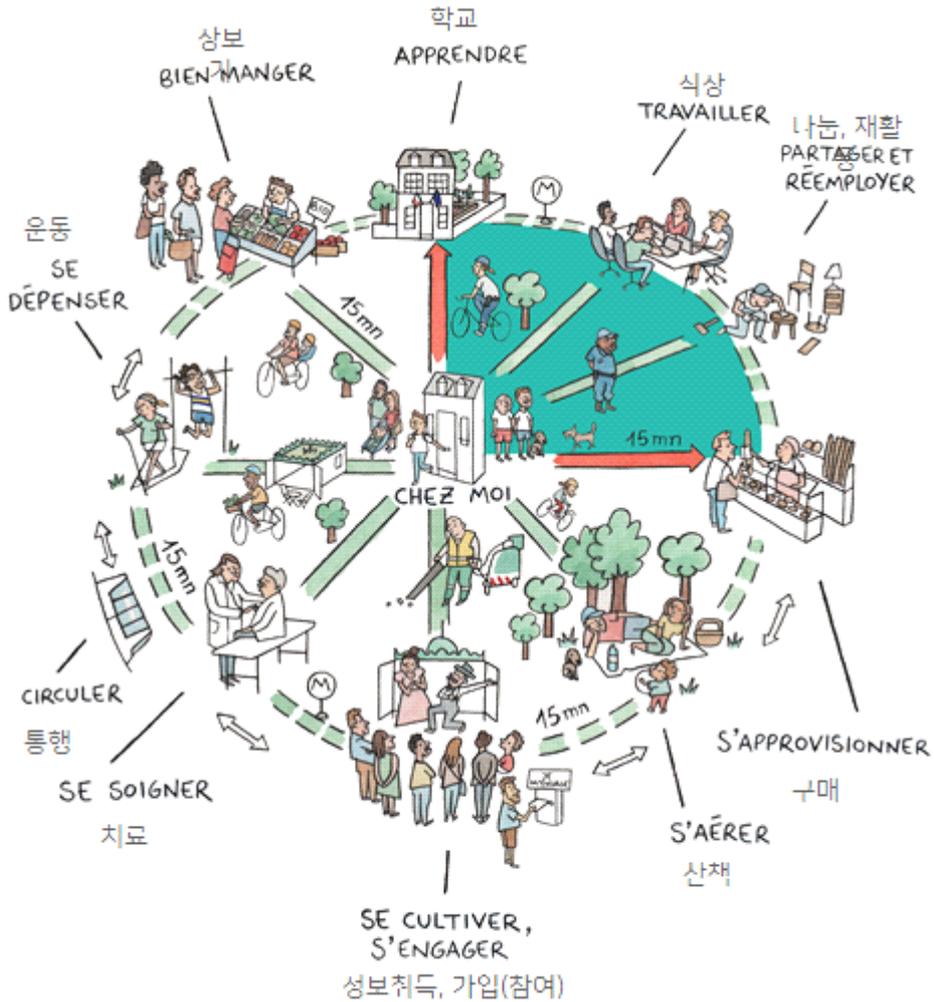
- 저탄소 친환경행동 인센티브 제도 확대

- 녹색소비 인센티브, 에코마일리지 프로그램, 탄소포인트, 승용차 마일리지 제도 등 확대 방안 검토
- 공공·민간 에너지 효율 개선 행태 유도
 - 공공 건물의 계절별 실내 적정온도 준수 (예, 난방온도 18~20℃, 냉방온도 26~28℃)를 통해 에너지 절약 유도
 - 공사감리자 및 허가 관련 공무원 등에게 건축물의 에너지 효율화를 위한 교육 실시
 - 시 공무원들에게 정기적인 에너지 교육을 통해 에너지 효율개선 및 절약을 위한 행태 변화 유도
 - 건축가, 도시계획가, 부동산 개발자, 활동가, 시민단체, 일반 주민을 대상으로 도시의 에너지 효율 개선을 위한 아이디어 공모전 (예, Prize of Cities by WRI)
 - 에너지/환경/기후 교육을 통한 행태변화 유도
 - 초/중/고 에너지/환경 교육 (에너지의 숨겨진 비용, 에너지 문맹 타파, 에너지 사용의 외부효과 등) 확대를 통해 에너지 효율 개선과 절약에 대한 인식과 가치 재정립

(2) 일상생활에서 저탄소 생활 영위 구조 개편

- 주거형 콤팩트 시티 조성을 통해 도시 내 승용차 통행량 감소
 - 도심 상권 대신 걸어서 갈 수 있는 집 근처 시설 이용을 늘려 도심 자동차 통행량을 저감시켜 탄소 배출량 간접적으로 감축
 - 주거형 콤팩트 시티는 「콤팩트시티 정책수립을 위한 실현방안, 수원시, 2021」에서 제안한 것으로 수원시 밀도 차등관리를 통해 생활형 SOC (문화, 복지시설, 의료시설, 도서관 등)가 부족한 곳 대상으로 걸어서 갈 수 있는 범위 내에 부족한 시설을 확충하는 개념
 - (사례) 파리 15분 도시
 - 파리 15분 도시는 집에서부터 도보 15분 이내에 서점, 식료품점, 다양한 소상공점, 학교, 의료시설, 공공서비스시설, 문화시설 등이 위치해 있는 도시를 말함

〈그림 4-22〉 파리 15분 도시 개념도



자료: Annehidalgo(2020), Dossier de presse Le Paris du quart d'heure
수원시(2021). 콤팩트시티 정책수립을 위한 실현방안

(3) 시민단체, 환경단체 주도로 저탄소 캠페인 추진

- 공유냉장고, 안전하게 걷기 좋은 마을만들기, 찾아가는 에너지학교, 수원기후행동네트워크의 에너지 프로슈머 리더 대학, 에너지절약마을 주민공동체 지원
- 소비과정에서 제품의 내구성, 수리가능성 강화 등 지속가능형 제품 확산, 중고거래 및 업사이클링 문화 활성화, 음식문화 개선 등 추진

〈그림 4-23〉 저탄소 캠페인



제3절 탄소중립도시 추진 방안

1. 정책 추진 방안

1) 탄소중립법 제정 및 탄소중립협약체 구성 사례

- 정부는 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」을 제정([시행 2022. 3. 25.] [법률 제18469호, 2021. 9. 24., 제정])
 - 주요 정책·계획과 그 시행에 관한 사항을 심의·의결하기 위하여 대통령 소속으로 2050 탄소중립녹색성장위원회를 두도록 하고, 지방자치단체별로는 2050 지방탄소중립녹색성장위원회를 둘 수 있도록 함(제15조 및 제22조)
 - 정부는 녹색경제·녹색산업을 육성·지원하고, 녹색경영, 녹색기술 연구개발·사업화, 순환경제 활성화 등 녹색성장을 위한 제도·시책을 시행하도록 함(제64조)
 - 법 제68조1항에 의하면 지방자치단체의 장은 지역의 탄소중립·녹색성장에 관한 계획의 수립·시행과 에너지 전환 촉진 등을 통해 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장의 추진을 지원하기 위하여 지역에 탄소중립 지원센터를 설립할 수 있음
- 지자체 탄소중립 관련 조례 제·개정
 - 태안군은 「태안군 기후위기 대응 탄소중립 촉진에 관한 조례」 2021년 11월에 제정하였으며, 서울시 도봉구 「도봉구 탄소중립 기본조례」를 2021년 9월에 제정함
- 탄소중립 이행목표와 부문별 시책, 탄소중립을 위한 지원 등의 내용이 담겨 있음
- 지자체 탄소중립추진단, 탄소중립위원회 등 구성
 - 광주시, 경북, 인천 서구, 충북 등은 탄소중립추진단을 구성하여 추진계획과 향후 대책에 대해 의견을 교환함
 - 경상북도는 2021년 10월에 탄소중립위원회를 출범하였으며 탄소중립 사회로의 전환과 이행을 위한 정책 기본 방향을 제시하고 자문, 중점 추진과제·사업발굴, 탄소중립 정책의 도민 이해 돕기 활동을 하게 됨
 - 대구시는 탄소중립시민협약체를 2021년 6월에 발족하여 탄소중립전략을 마련함
- 위원에는 △시민생활 △기후환경 △경제산업 △에너지전환 △녹색교통 △건물·도시 △산림·농축산 △순환경제 8개 분야별로 5명씩, 총 40명으로 구성됨

2) 탄소중립 전담조직 구성 사례

■ 논산시 '탄소중립과' 신설

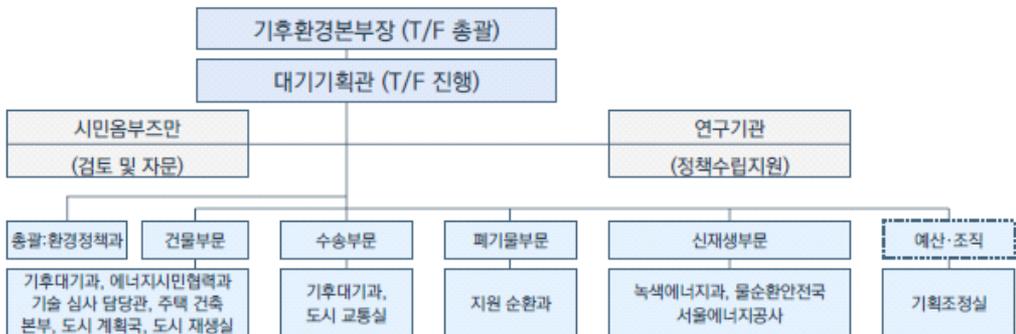
- 충남 논산시는 '논산시 2050탄소중립 추진계획'을 발표, 환경 및 기후변화에 보다 선제적으로 대응할 필요성이 제기되면서 '탄소중립과'를 신설함
- 탄소중립정책팀, 맑은공기관리팀, 그린에너지팀으로 구성된 탄소중립과는 향후 에너지 자립도시, 친환경 교통체계, 제로 에너지 건물, 친환경 흡수원 조성, 자원순환 도시, 저탄소 농업기반 및 가축분뇨 에너지화, 기후위기 대응 주민참여 등 7대 추진전략을 포함한 '논산형 2050탄소중립'을 위한 구체적 실천과제를 수행하게 됨

■ 대구시 저탄소 행정체계 구축('2050 대구 탄소중립 전략 구상'(대구경북연구원, 2021))

- (가칭)탄소중립추진국 신설 검토, (가칭)대구탄소중립위원회
- 환경 기후 + 에너지 + 교통 부서의 협력 강화

■ 서울시 탄소중립 전략 수립 체계

- 아래 그림은 서울시 탄소중립 전략수립 체계 중 기후위기 대응 TF팀의 체계도임 (2020년 3월부터 11월까지 한시적으로 운영)



■ 2050 서울시 온실가스 감축 이행체계

- 온실가스 감축 관련 자문기구로서 메타거버넌스 운영(2020년 9월~)
 - 감축정책 실행력 담보를 위해 시 주요 위원회 13명 구성
 - 사업자문을 통해 성과 제고에 기여
- 시 정책 예산편성 단계에서 기후영향 고려하는 기후예산제 도입
 - 온실가스 배출/감축 영향 사업이 많은 2~3개 살본부·국을 대상으로 시범 운영('21년)
 - 법 개정 등을 통해 제도적 근거 마련 후 '22년부터 확대 시행
- 환경수자원위원회, 그린뉴딜 소위원회 및 2050 탄소중립과 정의로운 전환을 위한 특

별위원회 등 시의회 정기·수시 보고 시행

- 기후변화대책위원회, 에너지정책위원회, 녹색서울시민위원회 등 기후환경 분야 거버넌스에 보고 및 자문 시행
- 대전광역시 대덕구는 「대전광역시 대덕구 2050탄소중립위원회 설치 및 운영에 관한 조례」를 제정(2021.09.30.)
 - 탄소중립과 관련된 주요 정책의 계획·실행 등에 관한 다음 각 호의 사항에 관하여 구청장의 자문 및 심의를 위하여 대전광역시 대덕구청장(이하 “구청장”이라 한다) 소속으로 대전광역시 대덕구 2050 탄소중립위원회(이하 “위원회”라 한다)를 둠
 - 제3조(구성) ① 위원회는 위원장 2명과 부위원장 1명을 포함하여 30명 이상 70명 이내의 위원으로 구성
 - 대전광역시 대덕구 소속 실·과·단장(사업소포함) 및 복합문화센터장
 - 구 의회에서 추천한 구 의원
 - 탄소·기후 위기·에너지 등 탄소중립과 관련된 학계, 산업계, 시민단체, 전문가, 현장 활동가 등
 - 구 소속 위원회의 위원장 및 부위원장 중 구청장이 위촉하는 사람
 - 그 밖에 탄소중립 사회로의 이행에 관하여 경험과 학식이 풍부한 사람으로서 구청장이 필요하다고 인정하는 사람
- 고양시는 「고양시 탄소중립 시민실천연대 구성 및 지원에 관한 조례」를 제정하여 (21.03.30) 탄소중립 시민실천연대의 구성 및 지원에 필요한 사항을 규정함
 - 시민단체 구성 및 역할
 - 1. 탄소중립을 위한 저탄소 녹색생활 실천 추진 및 홍보
 - 2. 생활 속 온실가스 배출을 줄이기 위한 시민 교육 및 캠페인
 - 3. 탄소중립을 실현하기 위한 관련 제도 제안
 - 4. 온실가스 감축정책 및 기후변화 적응정책 수립 참여 및 협조

3) 수원시 추진 방안

(1) 총괄 부서 운영

- 탄소중립도시 실현을 위한 분야별 정책은 환경국, 도시정책실, 안전교통국 등 도시 인프라 관련 전 부서에 해당이 됨
- 기존의 기후대기과 주관 기후변화대응 종합계획 추진상황 점검처럼 단위사업에 대한

실적을 취합하는 방식으로는 도시 운영 방향의 전환을 기대할 수 없음

- 탄소중립 개념은 환경정책 또는 기후대기과와 관련이 있으나 실질적인 사업은 신재생 에너지 공급 분야를 제외하고는 도시 전체의 각 부서에서 추진하게 됨
- 따라서 시장 직속이나 제2부시장 직속의 탄소중립 총괄부서를 구성하여 건축, 도시계획 및 개발, 에너지 사용 및 신재생에너지 공급, 교통체계 분야에의 탄소중립 비전을 포함시키는 계획을 수립하고 추진해야 함
- 총괄부서에서는 전 부서 대상 탄소중립의 의미와 가치를 충분히 이해하고 업무를 수행할 수 있도록 공무원 대상 탄소중립 개념 교육 시스템을 구축하고 운영해야 함

(2) 온실가스감축인지예산제도 도입

- 탄소를 저감하는 방향의 사업에 우선 예산을 배정할 수 있는 ‘온실가스감축 또는 기후인지예산제도’ 도입 추진
- (유사 사례) 서울시는 2022년부터 ‘기후예산제’를 도입하여 온실가스 감축이 예상되는 사업을 확대하고 배출이 예상되는 사업을 규모 축소 및 배출 상쇄 방안을 마련하도록 함
 - 사업부서는 온실가스 감축효과 분석, 배출 상쇄 방안 마련 등 사업타당성을 검증해 기후예산서를 작성하고 최종 예산안을 편성하도록 함
 - 2022년에는 기후환경본부, 푸른도시국, 물순환안전국 예산안에 시범도입 후 2023년 확대한다는 계획
 - 전기차 보급, LED교체, 재생에너지 보급, 녹지 확충 등은 ‘감축 사업’으로 분류하여 예산 편성에 우선 반영, 반면 내연기관 자동차 구매, 건물신축, 가로등 설치는 ‘배출사업’으로 해당되어 저감방안 모색한 예산안으로 감축 실행하도록 함
 - 예를 들어 가로등 설치 전력소비를 늘리는 ‘배출사업’으로 분류되므로, 온실가스를 줄이기 위한 고효율 설비 예산을 추가로 편성하여 집행하도록 함

(3) 탄소중립위원회 구성 및 운영

- 수원시 정책사업의 탄소중립 기여도를 판단하고 탄소 감축 사업에의 적극 추진 및 탄소 배출사업의 추진을 축소하거나 배출을 상쇄할 수 있는 방안을 마련하여 추진하도록 하기 위해서는 탄소중립위원회와 같은 전문가 그룹의 자문 및 심의를 통해 사업의 방향성을 정하고 추진해야 함
- 탄소중립위원회에서는 기후인지예산제도의 도입과 개발 사업에의 탄소감축 방향성 설

정을 심의하고 계획단계를 평가하는 것이 중요

- 따라서 사업계획 수립 단계에서 탄소중립위원회의 심의 또는 자문을 반드시 거치게 하는 단계를 만들거나 기존의 계획 수립시의 심의 의결 기구인 “도시계획위원회”, “공동위원회”, “건축위원회”, “교통영향평가심의위원회”, “공원녹지위원회” 등에서 심의 기준으로 탄소감축사업인지에 대한 방향성을 반드시 평가하도록 하는 심의 기준을 만들어서 배포하는 것도 가능할 것임

(4) 도시정책분야 법정계획에의 반영

- 2040 도시기본계획, 환경보전기본계획 등 도시 정책 분야 법정계획에 탄소중립 기본방향 및 비전을 포함시키도록 함
- 기후변화대응종합계획의 10년 단위 실행계획을 통해 탄소중립 단기 실행계획 수립 및 구체적 이행체계 확립
 - 기후변화대응종합계획에서는 환경부가 제공하는 지자체 온실가스 인벤토리 구축 방법에 따라 상위 기관인 경기도와의 정합성을 맞추어 인벤토리를 재산정하게 되므로 이를 바탕으로 국가계획 및 경기도 계획과의 연계성을 고려한 단기 및 중기 실천계획과 정량적 목표를 수립하여야 함

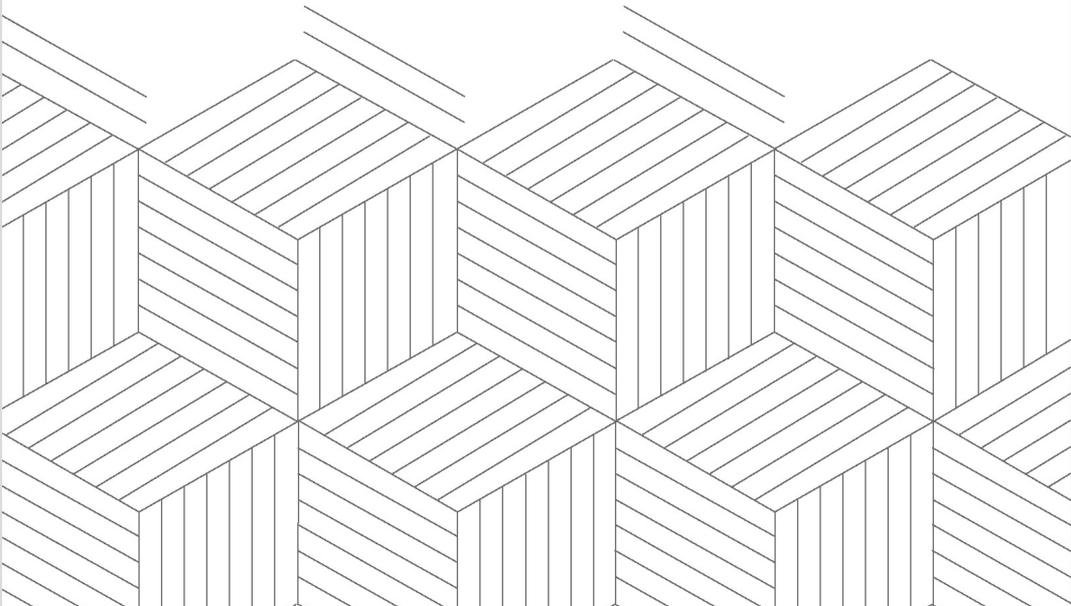
(5) 민관 협력 거버넌스 활성화

- 수원시에서 시민사회 주도로 기후위기에 대응하기 위해 시민사회 연합 정책사업 발굴 및 시민 행동 변화를 유도하기 위해 발족한 기후행동네트워크 활동에 대한 지속적 지원 및 활성화
 - 기후행동네트워크의 시민의 행동 변화 유도 및 기후위기에 대한 인식 고취를 위한 시민 교육 및 프로젝트를 확대 및 적극 추진
 - 자발적 시민의 참여를 유도하고 탄소중립을 위한 문화와 사회적 분위기를 조성하여 수원시민의 장기적 행동 변화를 꾀할 수 있는 다양한 프로그램 운영 및 역할 강화
 - (예) 수원시 열지도 작성, 공유냉장고 운영과 같은 사업은 참여한 시민이 기후위기에 대해 직접 경험할 수 있어 실질적 행동 변화를 유도할 수 있는 사업임
- 시민사회-행정간의 거버넌스에서 나아가 민간 기업까지 참여시킬 수 있는 다자간 거버넌스 구축 운영
 - 민간 기업의 참여를 통해 신재생에너지 발전사업, 제로에너지 건축물 인증이나 그린 리모델링과 같은 탄소감축사업이 보다 활발히 추진될 수 있음

- 한정된 부지 및 예산으로 공공주도 탄소감축사업만으로는 감축목표를 달성할 수 없으므로 민간 기업의 참여를 독려할 수 있는 기회를 마련해야 함
- 탄소중립을 위한 그린리모델링 및 제로에너지건축 페어, 고효율에너지기기 보급 시연회나 페어, 전기차나 수소차 페어 등 탄소감축사업 주제로 각종 박람회를 개최하도록 하고, 탄소감축 요소를 갖고 있는 박람회 주제에 대해 컨벤션 센터 등에서 우선 전시를 할 수 있거나 인센티브를 제공하는 등 “탄소중립 문화만들기” 활동 추진

제5장 결론 및 정책 제언

제1절 결론
제2절 정책 제언



제5장 결론 및 정책 제언

제1절 결론

1. 연구 요약

- 본 연구에서는 수원시 온실가스 배출량 및 여건 분석 결과를 바탕으로 2050 탄소중립을 위해서 수원시가 나아가야 할 기본 방향과 정책 추진의 전략을 제안하였음
- 수원시는 인구밀집도시로 열병합발전소와 같은 에너지산업을 제외하고는 산업 비중 온실가스 배출량은 매우 낮으며, 대부분의 온실가스는 상업 및 가정 부문, 즉 건물에서 배출되고 있으며 두 번째로 수송(자동차)에서의 배출량이 높은 도시임
- 수원시의 온실가스 배출량은 최근 10년간 정체되어 유지되는 경향이며 1인당 배출량은 감소하는 추세이며 이는 인구증가에도 불구하고 2011년 선언한 환경수도 수원에 맞춰 온실가스 감축 목표를 설정하고 지속적인 감축사업을 추진한 결과임
- 수도권 남부의 교통 중심지에 위치한 수원시의 탄소감축 여건은 매우 열악함
 - 수원시는 높은 인구밀도 및 택지개발로 인한 인구 증 및 서비스업 중심 상업 분포로 인한 에너지 소비 중심 도시, 높은 승용차 수단분담률 및 버스 중심 대중교통체계로 인한 수송부문 높은 화석에너지 사용량, 내륙 도시이며 낮은 유희부지 부족으로 인해 열악한 신재생에너지 생산 여건을 갖고 있음
- 수원시는 여건상 신재생에너지 생산도시나 탄소흡수도시 등과 같은 특정 분야의 감축이나 전환을 통해 탄소중립목표에 달성할 수 없으며, 건물 에너지 사용량 감축, 무탄소 수송수단으로의 전환, 신재생에너지의 생산, 소각용 폐기물의 탈 플라스틱화와 같이 사람의 생활에 관련되어 배출되는 탄소를 각 분야에서 골고루 줄이는 방식을 통해서만 탄소중립목표에 달성할 수 있을 것임
- 따라서 본 연구에서 제안한 2050 탄소중립도시 비전은 “탄소중립 달성을 위한 에너지 효율화 도시 수원”이며, 건물, 에너지공급, 수송, 폐기물, 탄소흡수 또는 상쇄, 시민참여 부문의 목표 달성을 위한 주요 핵심사업 및 전략을 제시하였음
- 부문별 에너지 사용의 효율성을 높이기 위한 주요 사업 및 전략을 제시하였으며 2050

년까지 추진해야 하는 정책의 방향성이자 기본 원칙은 다음과 같음

- 건물에서 사용하는 에너지를 최대한 전력화함
- 건물 에너지 사용량을 낮추기 위해 제로에너지건축물 신축, 노후 및 에너지 다소비 건물의 그린리모델링을 추진
- 대중교통체계는 철도 중심으로, 개인 이동수단은 전기 및 수소차, 무탄소 수단으로 전환
- 탄소흡수량이 많은 도심 숲 및 공원을 조성
- 생활폐기물의 플라스틱 소각량 최소화
- 녹색교통진흥지구의 확대, 콤팩트마을의 조성을 통해 시민의 무탄소 이동 및 행동 유도
- 태양광발전 중심 에너지 프로슈머 시민 및 기업 유도
- 탄소중립도시 추진을 위해 정책적으로 준비해야 하는 것은 총괄조직의 구성 및 운영, 온실가스감축인지예산제도 도입, 탄소중립위원회의 구성 및 운영, 도시정책분야 법정계획에의 반영 및 민관 협력 거버넌스 활성화임

2. 연구의 의의

- 본 연구에서는 수원시의 2050 탄소중립 기본계획을 수립하기 위하여 수원시의 여건을 분석하고 수원시 특성에 맞게 중점적으로 추진해야 하는 전략을 제시하였으나 단기 및 중장기 연도별 추진 계획 및 정량 목표는 제시하지 못한 한계가 있음
- 수원시의 탄소중립을 위해서는 신재생 에너지를 통한 전력생산이나 전기차 및 수소차 보급 등 중앙정부의 추진 계획이 반영되어야 하기 때문에 이는 중앙정부의 구체화된 계획 수립 후에 수원시에도 적용하여 중장기 연도별 정량목표를 수립할 수 있을 것임
- 따라서 구체화된 시기와 정량적인 사업계획은 중앙정부와의 정합성을 갖는 온실가스 인벤토리를 구축하고 중앙정부의 실행계획 수립 이후 이와 연계한 계획으로 수립되는 수원시 기후변화대응종합계획(10년 단위, 2022년 예정)에서 단기 및 중기 사업 목표 제시와 함께 수립하여야 함
- 본 연구에서는 수원시라는 인구밀집도시의 유형에서의 온실가스 배출특성을 진단하고, 이를 반영한 현실적인 탄소중립을 위한 정책 추진 방향성을 제시하는 데 그 의의가 있음
- 특히 본 연구에서 제안하는 건물에너지 사용량 모니터링과 시민참여 에너지 모니터링을 통한 자발적 에너지 사용량 절감, 녹색교통진흥지구 도입을 통한 무탄소 이동수단의 확대화, 플라스틱 소각량 제로화를 추구하는 폐기물 처리 고도화 정책 및 시민사회와의 거버넌스를 통한 탄소중립 문화 조성 등은 수원시의 특성을 잘 반영한 정책으로 추진시 높은 파급효과를 기대할 수 있음

제2절 정책 제언

- 수원시는 100만도시 특례시이지만 아직 구체적인 관리권한 이양 범위가 확립되지 않았으며 신규 정책 사업 추진을 위한 가용예산의 범위는 상대적으로 낮으며 수도권 남부의 교통 요지이기에 지속적인 개발 압력 및 개발 계획이 있어 인구유입 또는 인구 증가가 예상되는 도시임
- 수원시에서 독립적으로 탄소중립을 위한 정책사업을 추진하고 그로 인한 가시적인 감축효과를 기대하거나 자연적인 인구 감소나 에너지 다소비 산업의 획기적 전환과 같은 방식의 탄소배출량 감축이 예상되지 않기 때문에 탄소중립도시 구현을 위한 당장의 가시적인 성과가 나타나기 어려울 수 있음
- 하지만 기후위기를 인식하는 시민사회 네트워크의 의지가 강하고 2030 지속가능발전 목표를 수립하고 이를 추진하기 위한 전담조직의 신설, 스마트시티 실현을 위한 전담조직의 신설 및 다양한 시범사업을 추진하는 등 새로운 사회로의 전환을 받아들이는 능동성이 매우 높은 조직의 특성을 갖고 있음
- 따라서 2050 탄소중립도시로의 구현을 위해서는 수원시에서 도시분야 각종 개발 및 신규사업 계획 수립시 탄소중립개념을 인지하고 방향성에 맞도록 계획을 수립하고 추진한다면 당장은 눈에 보이지 않지만 장기적으로 달성할 수 있는 모멘텀의 변화를 갖게 될 수 있을 것임
- 이를 위해 정책적으로는 탄소중립개념의 정책 반영을 위한 총괄부서의 조직 및 운영, 기후인지예산제도 도입 및 탄소중립위원회 심의를 통해 모든 예산투입 사업 및 신규사업에서의 탄소감축방향성 설정, 도시정책분야 기본계획에의 탄소중립개념 반영을 통해 도시 관리 방향의 전환, 시민사회 뿐만 아니라 민간 기업과의 거버넌스 확대를 통한 민간 참여의 확장성을 높이고 탄소중립문화를 조성하는 것이 필요할 것임

| 참고문헌 |

〈국문 자료〉

- 강은하. (2020). 탄소중립도시 사례조사를 통한 수원시 정책방향. 수원시정연구원
- 강은하. (2021). 수원시 생활폐기물 관리현황 진단을 통한 최적관리 방안
- 강은하. (2021). 수원시 태양광 보급확대와 솔라맵 구축 방안
- 경기연구원. (2020). 2020년도 수도권 여객 기·종점통행량(O/D) 현행화 공동사업(20.12)
- 관계부처합동. (2020). 2050 탄소중립 추진전략
- 관계부처합동. (2021). 2050 탄소중립 시나리오안
- 권필석. (2021). 국내에너지시스템 섹터커플링 적용가능성 및 효과, 2050년 탄소중립 시나리오 발표 자료집, 녹색에너지전략연구소
- 기상청. (2017). 신기후체제 대비 경기도 수원시 기후변화 상세 분석 보고서
- 김은영. (2019). 수소경제 활성화 로드맵에 따른 2020년도 주요사업 및 향후 고려사항, 국회예산정책처
- 김철후, 오승훈, 김희태, 이지은, 박재용. (2021). 탄소중립, 글로벌 동향과 시사점. 한국기계연구원
- 김호. (2021). 세미나 발표자료, 저탄소 미래도시 구현을 위한 도시폐자원 순환형 복합플랜트, 고등기술연구원
- 대한민국정부. (2020). 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략
- 대한민국정부. (2020). 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국2050 탄소중립 전략
- 류다남, 김진원, 오충현. (2017). 도시립의 탄소흡수량 증진을 위한 관리계획 - 충주 공존숲을 대상으로. 한국환경생태학회 학술발표논문집, 2017권 2호 p99.
- 문국현. (2021). 국내 · 외 탄소 중립 정책 동향 및 달성방안 비교
- 박영석, 강구상, 장영욱, 김승현, 이효진. (2021). 국제사회의 탄소중립 정책방향과 시사점. 대외경제정책연구원 오늘의 세계경제 2021년 2월 4일 Vol. 21 No.1
- 산업통상자원부. (2020). 제5차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획
- 산업통상자원부. (2020). 제9차 전력수급기본계획(2020~2034)
- 서울시 기후환경본부. (2021). 2050 온실가스 감축 추진 계획
- 수원시. (2019). 제60회 수원기본통계 교통·관광 및 정보통신
- 수원시. (2016). 수원시 기후변화대응 종합계획
- 수원시. (2021). 콤팩트시티 정책수립을 위한 실현방안
- 수원시정연구원. (2020). 수원시 도시생태현황도를 위한 도시환경 관리방안
- 아시아경제 기사<http://www.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2010011409525298283>
- 엄지용, 김한웅, 이한주, 정다운(KAIST), Haewon McJeon(University of Maryland), 김주진,

- 권경락, 한가희, 조규리(기후솔루션). (2021). 2050 탄소중립 전환 시나리오 : 한국형 통합평가모형 분석
- 이승하. (2021). 스마트도시 해외사례 코펜하겐. 서울디지털재단
- 정귀일. (2021). 주요국 탄소중립 정책과 시사점: 제조 경쟁력의 지형이 바뀐다!. 한국무역협회 TRADE FOCUS 2021년 13호
- 조용준. (2016). 2045 수원시 인구추계 모형 개발 및 예측연구
- 조은교. (2021). 탄소중립 시대에 대응하는 중국 수소산업 발전 전력, 중국산업경제브리프 2021년 1월 통권 79호
- 환경부. (2019), 전국폐기물 발생 및 처리현황
- 환경부. (2021). 2021년 환경부 탄소중립 이행계획
<http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=3935>
https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/03/01/2017030101603.html
https://www.icleikorea.org/_04/000/view?seq=2402
https://www.lak.co.kr/news/boardview.php?id=11460&ca_id=&order=f_wdate

〈영문 자료〉

- Copenhagen. (2012), CPH 2025 CLIMATE PLAN(Satate of Green : <https://stateofgreen.com/>)
- GIR. (2019). National Greenhouse Gas Inventory Report of Korea
- LBNL. (2018). The Cost of Saving Electricity Through Energy Efficiency Programs Funded by Utility Customers, 2018
- WASHINGTON DC. (2018), CLEAN ENERGY DC PLAN

| 저자 약력 |

강은하

이학박사

수원시정연구원 도시공간연구실 연구위원(현)

E-mail : ehkang09@suwon.re.kr

주요 논문 및 보고서

「수원시 미세먼지 관리 종합계획 수립 연구」 (2020, 수원시)

「수원시 폐기물 업종 온실가스 배출권거래제 대응방안 연구」 (2020, 수원시정연구원)

「수원시 유해화학물질 관리를 위한 기초조사」 (2020, 수원시정연구원)

김숙희

교통공학박사

수원시정연구원 도시공간연구실 선임연구위원(현)

E-mail : sukheek@suwon.re.kr

최석환

도시계획 및 설계 박사 수료

수원시정연구원 도시공간연구실 연구위원(현)

E-mail : csh@suwon.re.kr

김은영

공학박사

수원시정연구원 도시공간연구실 연구위원(현)

E-mail : eykim@suwon.re.kr

조철홍

공학박사

KAIST 경영대학 테크노경영연구소 연구교수

E-mail : cheolhung@kaist.ac.kr

박찬

공학박사

서울시립대학교 조경학과 부교수

E-mail : chaneparkmomo7@uos.ac.kr

오미현

공학석사

수원시정연구원 도시공간연구실 위촉연구원(현)

E-mail : omh@suwon.re.kr

