

지속가능한
녹색사회 실현을 위한

대한민국 2050 탄소중립 전략

2020년



대한민국정부

핵심 요약문 4

제1장 서론 및 배경 13

1. 기후변화 대응 필요성 14
2. 장기전략 수립 배경 21
3. 장기전략 수립 경과 및 절차 23

제2장 대한민국 기후변화 정책 현황 27

1. 온실가스 배출 현황 28
2. 2030년 대한민국 온실가스 감축 목표 31
3. 대한민국 온실가스 감축 정책 33

제3장 2050 대한민국 비전 41

1. 2050 대한민국 비전 42
2. 2050 비전의 기본원칙 42
3. 2050 탄소중립 기본방향 44

CONTENTS

제4장	부문별 비전 및 전략 49
	1. 에너지 공급 50
	2. 산업 58
	3. 수송 68
	4. 건물 75
	5. 폐기물 82
	6. 농축수산(농업·축산·수산) 86
	7. 탄소 흡수원 91
제5장	이행기반 혁신 97
	1. 정책 혁신 98
	2. 사회 혁신 104
	3. 기술 혁신 112
제6장	2050 발전 전략의 다음 단계 117

·**벌** 為蜂。·**ㅍ** 如**파** 為
·**물** 為水。·**발** **측** 為跟
·**為**汲器。·**!** 如**깃** 為
·**稷** **기** 為箕。·**!** 如**는**
·**호미** 為鋤。·**벼** **르** 為
·**날** 為鎌。·**이** **아** 為綜
·**속** 為炭。·**을** 為籬。·**!**
·**銅** **!** 如**브** **삽** 為竈
·**霜** **버** **들** 為狎。·**!** 如
·**갈** 為刀。而其聲土

핵심 요약문

1. 서론 및 배경

■ 기후변화 대응 필요성

지구 온난화로 인한 폭염, 폭설, 태풍, 산불 등 이상기후 현상은 이제 일상이 되었으며 세계 어느 곳에서든 쉽게 확인할 수 있다. 우리나라도 예외가 아니다. 최근 30년 사이에 평균온도가 1.4°C 상승하여 지구온난화 경향이 근래에 더 심해졌고, 더욱 가파른 속도로 온난화가 진행될 것으로 전망된다.

국제사회는 기후변화 문제의 심각성을 인식하고 이를 해결하기 위해 선진국에 의무를 부여하는 교토의정서 채택(1997년)에 이어, 선진국과 개도국이 모두 참여하는 파리협정이 2015년 채택되었고, 국제사회의 적극적인 노력으로 2016년 11월 4일 협정이 발효되었다. 우리나라는 2016년 11월 3일 파리협정을 비준하였다.

파리협정의 목표는 산업화 이전 대비 지구 평균온도 상승을 2°C 보다 훨씬 아래(well below)로 유지하고, 나아가 1.5°C로 억제하기 위해 노력해야 한다는 것이다.

한편, 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)는 2018년 10월 우리나라 인천 송도에서 개최된 제48차 IPCC 총회에서 치열한 논의 끝에 「지구온난화 1.5°C 특별보고서」를 승인하고 파리협정 채택 시 합의된 1.5°C 목표의 과학적 근거를 마련하였다.

IPCC는 2100년까지 지구 평균온도 상승폭을 1.5°C 이내로 제한하기 위해서는 전지구적으로 2030년까지 이산화탄소 배출량을 2010년 대비 최소 45% 이상 감축하여야 하고, 2050년 경에는 탄소중립(Net-zero)을 달성하여야 한다는 경로를 제시하였다.

■ 전략 수립 개요 및 경과

파리협정은 기후변화 대응 정책의 장기적 비전 관점에서 각 당사국에게 장기 저탄소 발전전략(LEDs, Long-term Low greenhouse gas Emission Development Strategy)을 2020년까지 수립하도록 권고하고 있다.

이에 우리나라는 국제사회의 기후변화 노력에 동참하기 위해 LEDs를 수립하기로 결정하였으며, LEDs 수립 단계부터 민간 전문가의 의견을 충분히 수렴하기 위해 학계, 산업계, 시민사회 등 다양한 분야의 전문가가 참여하는 '2050 저탄소 사회 비전 포럼'을 구성하고 다양한 2050년 국가 온실가스 감축 목표와 비전을 검토하였다. 포럼의 검토결과는 LEDs 수립을 위한 정부 내 논의와 다양한 이해관계자의 의견을 수렴하기 위한 사회적 논의의 기본자료로 활용되었다.

이후, 2020년 15개 부처가 참여하는 범정부협의체¹⁾에서 온라인 설문, 전문가 의견수렴, 국민 토론회, 공청회와 같은 사회적 논의를 통해 산업계, 시민사회 및 미래세대 등 다양한 계층의 의견을 종합하여 본 전략을 마련하였다.

1) 국무조정실, 환경부, 기획재정부, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 외교부, 행정안전부, 농림축산식품부, 국토교통부, 해양수산부, 고용노동부, 금융위원회, 기상청, 산림청, 농촌진흥청

2. 2050 대한민국 비전

2050 대한민국 비전

‘기후변화 대응을 위한 국제사회 노력에 적극 동조’, ‘지속 가능한 선순환 탄소중립 사회 기반 마련’, ‘국민 모두의 공동노력 추진’을 기본원칙으로 우리나라 LE DS 비전을 설정하였다.

2050 대한민국 비전

우리나라는 장기저탄소발전전략으로서 2050년 탄소중립을 목표로 나아갈 것이다. 이를 위해 한국판 뉴딜에 그린과 디지털 기술을 접목하여 시너지 효과를 발휘하고 기후기술 혁신을 위한 과감한 투자와 지원으로 2050년 탄소중립을 위해 노력할 것이다. 기후위기 대응을 위해선 우리나라뿐만 아니라 전 지구적인 노력과 참여가 중요하다. 국제사회 모두가 2050 탄소중립을 위해 공동의 노력을 펼칠 수 있도록 우리나라가 선도적인 역할을 할 것이다.

2050 탄소중립 기본방향

LE DS에서는 2050 탄소중립 5대 기본방향을 다음과 같이 마련하였으며, 국가 전반의 녹색 전환을 위한 정책·사회·기술 혁신 방향을 제시하였다.

- ① 깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대
- ② 에너지 효율의 혁신적인 향상
- ③ 탄소 제거 등 미래기술의 상용화
- ④ 순환경제 확대로 산업의 지속가능성 제고
- ⑤ 탄소 흡수 수단 강화

3. 부문별 비전 및 전략

에너지 공급 부문

국가 온실가스 총배출량의 약 36%를 차지(2017년 기준)하는 에너지 공급 부문에서 온실가스 배출 없이 친환경적으로 전력을 생산하고 활용을 확대하는 것은 우리나라 2050 비전을 달성하는데 있어 가장 핵심적인 요소이다.

2050년 에너지 공급 부문의 탄소중립을 위해서는 전력 생산의 중심이 태양광과 풍력 등 청정 에너지를 핵심으로 한 재생에너지가 되어야 한다. 하지만 자연을 활용하는 재생에너지의 특성상 불가피하게 발생하는 변동성, 간헐성에 대한 문제를 반드시 해결해야만 한다.

정부는 이를 위해 발전량과 소비량을 정확히 예측할 수 있는 시스템을 개발하고, 안정적인 전력공급을 위한 에너지저장시스템, 수소를 활용한 연료전지 등 보조 발전원 활용과 같은 분야에 기술적 지원을 강화할 예정이다.

또한, 석탄발전 시설은 단계적으로 폐쇄하거나 LNG 발전시설로 전환하고, 이산화탄소 포집·저장·활용 기술을 연계·활용하여 필요 최소한의 화석연료 사용과정에서 발생하는 온실가스를 감축할 계획이다.

■ 산업부문

국가 온실가스 총배출량의 약 37%를 차지(2017년 기준)하는 산업부문은 국제적인 온실가스 감축 규제 움직임을 고려하여 업종별 차이와 특성을 반영한 산업경쟁력 강화방안을 마련하고, 미래 유망 산업을 발굴·육성하는 노력을 지속할 것이다.

우선, 철강, 시멘트, 석유화학과 같은 에너지 집약적 업종의 저탄소 전환, 에너지 효율 향상, 순환경제 강화, 저탄소 연료·원료의 사용과 함께 산업공정 불소계 가스(F-gas)의 배출을 감축할 수 있는 방안 등이 요구된다.

정부와 기업은 산업 공정 전환을 위해 미래 신기술 적용, 기술혁신을 위한 투자를 확대할 예정이다. 철강업종의 경우 수소환원제철의 도입, 석유화학 업종의 경우 원료 전환 방법으로서의 이산화탄소 포집·활용 기술개발이 이러한 사례가 될 수 있으며, 산업 현장에 적용될 수 있도록 제도적 기반 및 인프라 구축 등도 추진할 것이다.

또한, 정보통신 기술을 결합한 고부가 산업구조로의 전환을 촉진하고, 규제와 인센티브의 적절한 조화를 통해 에너지 효율 향상을 유도하며, 자원의 효율적 이용을 위해 폐자원의 재사용 확대를 원료와 연료의 사용을 획기적으로 줄일 수 있는 정책과 기술개발도 강화해 나갈 계획이다.

■ 수송부문

국가 온실가스 총배출량의 약 14%를 차지(2017년 기준)하는 수송부문은 4차 산업기술의 발전이 주도하며 친환경, 지능화를 핵심으로 빠르게 변화하고 있다.

기존 석유연료를 기반으로 구축된 수송 시스템을 미래차(친환경차+자율주행) 중심으로 재편할 계획이며, 재생에너지 중심의 청정에너지 공급체계로의 전환과 함께 진행할 예정이다.

또한, 정부는 미래차의 경쟁력을 강화할 수 있도록 지원하고, 저탄소 운송 연료 사용을 위한 정책 및 연비규제 등을 적절하게 활용할 계획이다.

아울러, 대중교통 활성화, 차량 공유서비스 이용 확대 등 교통 수요관리와 차세대 지능형교통시스템 구축, 자율주행차 기술의 상용화 등 자동차 운행 최적화로 에너지 소비감축 정책, 기존 도로중심의 물류체계를 저탄소 운송수단인 철도·해운으로 전환하는 물류체계 전환 정책(Modal Shift)들도 추진할 것이다.

■ 건물부문

국가 온실가스 총배출량의 약 7%를 차지(2017년 기준)하는 건물부문은 건물에서 사용되는 에너지 사용을 최소화하고, 건물의 에너지 효율을 극대화하며 저탄소 에너지를 건물에 공급하는 것이 건물 이용자들의 에너지 비용도 절감하면서 온실가스 배출도 줄일 수 있는 가장 비용 효과적인 감축 수단이다.

우선, 건물의 에너지 이용 효율을 높일 수 있도록 신축 건물과 기존 건물을 구분하여 규제와 인센티브를 병행하는 정책을 추진할 계획이다. 신축 건물은 제로에너지건축물을 단계적으로 의무화하여 2020년 공공건축물을 시작으로 2030년에는 모든 공공·민간 건물(연면적 5백㎡ 이상)까지 보급을 확대해 나갈 것이다. 기존 건물은 세금 감면, 이자비용 지원 등 다양한 인센티브를 제공하여 그린리모델링을 활성화할 계획이다.

에너지 효율 개선 수단과 함께 에너지원의 저탄소화 또한 중요하다. 건물 외벽에 부착 가능한 태양광 패널은 건물 내 전기 공급의 탈탄소화에 기여할 수 있으며, 지열, 수열, 미활용(발전폐열, 소각폐열 등) 에너지 활용은 냉·난방용으로 사용되는 기존 화석연료 시스템의 저탄소화를 유도할 수 있다. 이러한 건물 부문의 에너지 효율 개선 효과(Passive+Active)는 건물 부문 2050 비전 달성의 가장 핵심 수단이다.

■ 폐기물 부문

국가 온실가스 총배출량의 약 2.4%를 차지(2017년 기준)하는 폐기물 부문의 탄소중립을 위해서는 자원의 채취, 제품의 생산 및 유통, 소비, 폐기물 재활용과 처리 등 전 과정에서 자원의 효율성을 극대화하여 자원 투입의 수요를 줄이고 자원 선순환 체계를 구축하여 폐기물 발생을 근본적으로 줄이는 것이 필요하다.

아울러, 발생한 폐기물은 최대한 유용한 물질로 전환하거나 에너지로 재사용하고, 재활용되지 못한 폐기물은 온실가스 배출이 적은 친환경적 방법으로 처리가 필요하다. 이와 함께 폐기물 부문에서 가장 문제가 되는 플라스틱은 탈플라스틱 사회 전환 대책의 별도 마련이 필요하다.

■ 농축수산 부문

국가 온실가스 총배출량의 약 3.4%를 차지(2017년 기준, 에너지 포함)하는 농축수산 부문은 대부분의 온실가스 배출이 식량 생산과정의 생물학적 요인에 기인하는 만큼 근본적으로 온실가스 배출을 완전히 제거하는 것은 불가능하지만, 배출량을 저감시킬 수단과 기술은 다양하게 존재한다.

정보통신기술을 접목한 스마트 농업(농업·축산·수산)은 불필요한 투입재(에너지, 비료, 물 등) 사용을 최소화하고 자동화를 통해 농업, 축산, 수산의 생산성을 높일 수 있는 만큼 농축수산 부문에 이러한 스마트 기술 적용을 확대할 것이다.

농작물 재배와 가축 사육 과정에서 배출되는 온실가스를 줄이기 위해 저탄소 농업기술의 보급과 교육 등에 대한 지원을 확대하고, 농축수산 시설에서 사용되는 화석연료를 재생에너지원으로 전환하는 것도 필요하다.

■ 흡수부문

2017년 국내 토지 중 산림 등을 통해 흡수된 이산화탄소는 45.7백만톤(에너지 분야 배출량의 7.4%)이었다. 그러나, 산림의 경우 노령화되면 순 성장량이 급격히 떨어져 탄소흡수량이 감소하기 때문에 현 산림의 상태와 목재생산 계획을 고려하면 2050년에는 현재 탄소 흡수량의 약 30% 수준까지 줄어들 것으로 전망된다.

따라서, 산림경영의 혁신을 통해 산림의 노령화 문제를 개선하고 목재제품의 이용률을 제고하여 탄소 저장량을 높일 필요가 있다. 이를 위해 도시숲·정원 등 생활권 녹지조성, 훼손지·주요생태축의 산림복원, 유휴토지 조림 등을 통해 탄소흡수원을 확대하고, 수종갱신, 숲 가꾸기 활동 등 산림의 흡수능력이 최대가 되는 상태를 지속적으로 유지하도록 관리해 나갈 계획이다.

4. 이행기반 혁신

2050년 탄소중립을 위해서는 국가 전반의 혁신적인 전환이 필요하며 이를 지속적으로 이끌어 갈 수 있는 제도적 기반 마련이 중요하다.

온실가스 감축 정책과 에너지 정책의 연계를 강화하여 상호 정책 간 시너지 효과를 발휘할 수 있도록 하고, 정부의 재정 방향과 가치에 기후 영향 요소를 포함할 것이다. 이와 함께, 기후·환경 비용을 내재화하는 탄소가격 정책을 추진하여 경제주체의 온실가스 감축을 유인하고, 공공 부문부터 탄소중립 실현을 위한 선도적인 노력을 할 것이다.

또한, 기후위기 인식이 국민행동으로 이어질 수 있도록 홍보와 교육 기능을 강화하고 이를 지역사회와 함께 할 계획이다. 2050 비전 달성을 위한 과정에서 사회적 갈등관리 시스템을 구축하여 운영하는 등 모두에게 공정한 전환이 될 수 있도록 노력할 것이다.

아울러, 경제의 흐름을 전환하기 위한 녹색금융 전략을 마련하고, 통합·융합적 기술정책의 수립과 기후·에너지 R&D확대와 같은 기술혁신으로 2050 탄소중립 사회를 위한 능동적 대응체계를 구축할 것이다.

5. 2050 발전전략의 다음 단계

2050년 탄소중립은 30년을 내다보고 일관된 방향으로 힘있게 추진해야 할 과제이다.

정부는 LEDS 제출 후 2050 탄소중립을 체계적으로 이행하기 위해 대통령 직속의 '2050 탄소중립 위원회'를 비롯한 강력한 거버넌스를 구축하고 탄소중립 이행 과제들을 단계적으로 수립해 나가도록 하겠다.

지속가능한
저탄소 녹색사회 실현을 위한

**대한민국 2050
탄소중립 전략**



제1장

서론 및 배경

1. 기후변화 대응 필요성 14
2. 장기전략 수립 배경 21
3. 장기전략 수립 경과 및 절차 23

1. 기후변화 대응 필요성

1.1 이상기후 현상

■ 세계 이상기후 현상

기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)는 2018년 10월에 발표한 「지구온난화 1.5℃ 특별보고서」에서 지구의 평균온도가 1850~1900년 대비 2017년 기준 현재 약 1℃(0.8℃~1.2℃) 상승한 것으로 관측되며, 이는 인간 활동에 기인한 것임이 확실하다고 발표하였다.

아울러, 인간 활동에 의한 인위적인 온난화는 10년 당 0.2℃의 온도 상승 추세를 보이고 있으며, 현재 속도로 지구 온난화가 지속된다면 2030년에서 2052년 사이에 파리협정의 목표인 1.5℃에 도달할 가능성이 높다고 밝혔다.

지구 온난화로 인한 이상기후 현상은 이제 일상이 되었으며 세계 어느 곳에서든 쉽게 확인할 수 있다.

유럽의 경우 2019년 6월 평균기온이 25~29℃를 기록하는 등 평년보다 7~9℃ 이상 높았으며, 최근에는 많은 지역에서 여름철 40℃ 이상의 이상 고온 현상이 빈번하게 관측되고 있다.

한편, 미국과 캐나다에서는 2018년 100년 만의 최강 한파와 폭설이 발생하였고, 호주, 아마존에서는 유례없는 대규모의 산불이 발생한 바 있다.

■ 우리나라 이상기후 현상

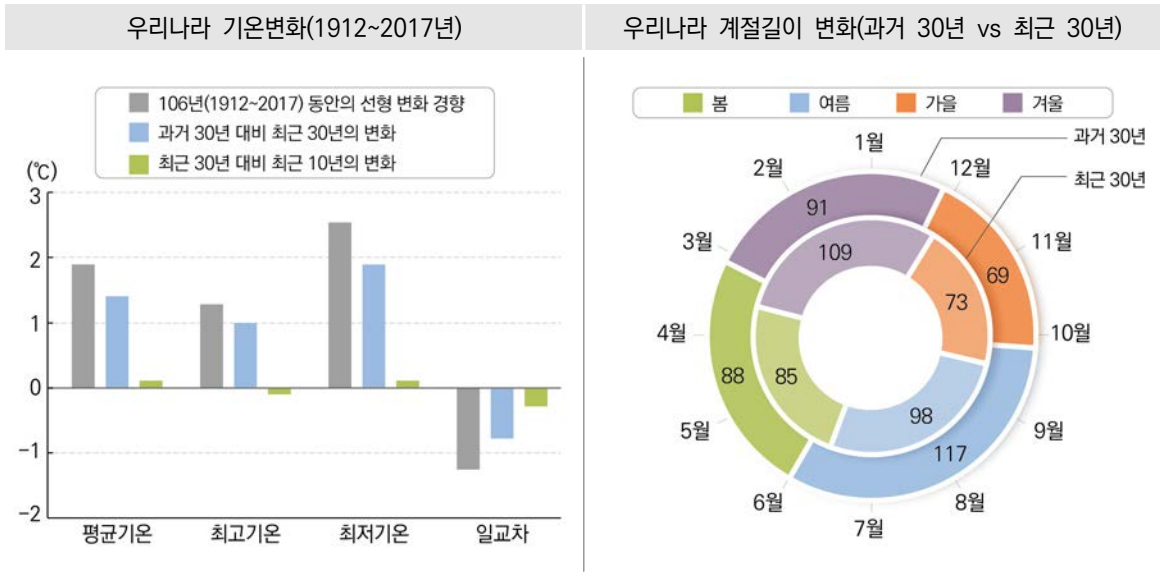
이러한 이상기후 현상은 우리나라도 예외가 아니다.

지난 100여년 간 우리나라의 평균온도는 지구 평균(0.8℃~1.2℃)보다 높은 1.8℃ 상승하였으며, 연평균 강수량의 경우 약 160mm 증가하였다.

특히, 최근 30년 사이에 평균온도가 1.4℃ 상승하여 지구온난화 경향이 근래에 더 심각해 졌고, 강한 강수는 증가하고 약한 강수는 감소하는 양극화 현상 또한 더욱 심화되었다.

또한, 과거 30년(1912~1941년)과 최근 30년(1988~2017년)을 비교하면 여름이 길어지고 겨울이 짧아지고 있다.

[그림 1-1] 우리나라 이상기후 현상



출처 한반도 100년의 기후변화(국립기상과학원, 2018)

■ 우리나라 기후변화 전망

IPCC 최신 보고서²⁾에서는 대표농도경로(RCP, Representative Concentration Pathways)³⁾ 시나리오에 따라 21세기 후반에(2081~2100년) 지구 평균 표면온도는 0.3°C~4.8°C 상승하고, 평균 해수면은 0.26m~0.92m 상승할 것으로 예측하였다.

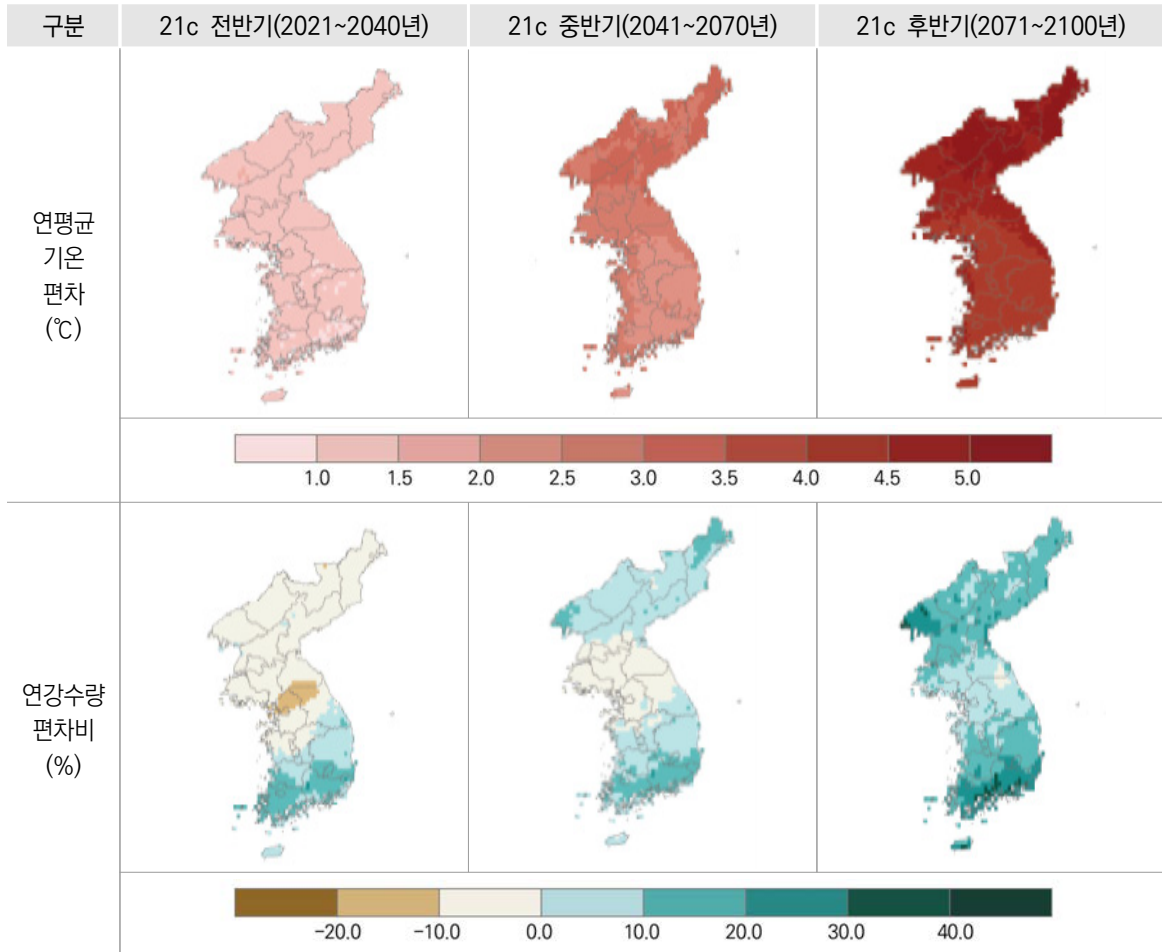
또한, 이 보고서에 기초하여 우리나라 기상청은 IPCC 시나리오 등을 바탕으로 한반도의 21세기 후반 기후변화 전망을 실시하였다. 그 결과, 한반도 전역에서 IPCC에서 제시한 결과보다 더욱 가파른 속도로 지구 온난화가 진행될 것으로 전망하였다.

RCP2.6 시나리오를 한반도에 적용할 경우 기온은 1.8°C, 강수량은 5.5% 증가하는 것으로, RCP8.5 시나리오의 경우 기온은 4.7°C, 강수량은 13.1% 증가하는 것으로 전망되었다.

또한, 현재 한반도 남해안에 국한되는 아열대 기후구의 경계가 점차 북상할 것으로 예측되며, 폭염일수, 열대야일수와 같은 고온 관련 극한지수는 증가하나 한파일수, 결빙일수, 서리일수와 같은 저온 관련 지수는 감소할 것으로 전망되었다.

2) 「IPCC 제5차 평가 종합보고서」(2014년), 「해양 및 빙권 특별보고서」(2019년)
 3) 온실가스 배출량과 농도를 예측하는 대표농도경로

[그림 1-2] 평년(1981~2010년) 대비 한반도 기후변화 전망(RCP8.5 시나리오 기준)



출처 한반도 기후변화 전망분석서(기상청, 2018)

1.2 파리기후협정의 시작

■ 교토체제의 한계

국제사회는 기후변화 문제에 대한 심각성을 인식하고 이를 해결하기 위해 1997년 12월 교토의정서를 채택(2005년 2월에 발효)하였다. 교토의정서는 기후변화협약의 구체적 이행을 위해 선진국의 의무적인 온실가스 감축 목표치를 규정하는 의정서로서 현재 192개국에 가입하고 있으며, 우리나라도 1998년 9월 25일에 가입하였다.

반면, 일부 선진국들의 교토체제 참여 거부와 탈퇴가 발생한 점, 개도국들은 온실가스 감축 의무를 지니지 않는 점, 계획기간이 정해져 있어 지속적인 체제 유지가 불확실한 점 등이 한계로 지적되어 이전과는 다른 새로운 체제에 대한 필요성 인식이 확산되었다.

■ 파리협정 채택

2012년부터 2015년까지 15차례의 걸친 장기간 협상 끝에 선진국, 개도국 모두가 참여하는 파리협정이 2015년에 채택되었고, 국제사회의 적극적인 노력으로 2016년 11월 4일 협정이 발효되었으며, 우리나라는 2016년 11월 3일 파리협정을 비준하였다.

■ 파리협정의 특징

파리협정의 목표는 산업화 이전 대비 지구 평균온도 상승을 2°C 보다 훨씬 아래(well below)로 유지하고 나아가 1.5°C로 억제하기 위해 노력해야 한다는 것이다.

아울러, 기후변화에 따른 적응 또한 중요한 목표이며, 개도국의 감축, 적응 목표를 달성하기 위해 자원, 기술, 역량배양의 지원 필요성을 강조하였다.

파리협정은 당사국 모두에게 온실가스 감축목표를 포함한 국가결정기여(NDC, Nationally Determined Contribution)를 자발적으로 정하고 투명성을 바탕으로 각 당사국이 이를 이행하도록 규정하고 있다.

모든 당사국은 파리협정의 목표를 고려하여 5년마다 NDC를 제출하여야 하며, 차기 NDC 제출 시 기존보다 진전된 목표를 제시하여야 한다.

아울러, 국가별 온실가스 배출 현황, 감축 정책 및 지원현황 등을 투명한 절차를 거쳐 국제사회에 보고하여야 하며, 국제사회는 글로벌 이행 점검을 통해 지구적 차원에서 온실가스 배출 현황, 적응, 이행과 재정지원, 당사국이 제출한 NDC의 총체적 효과가 파리협정 목표에 부합하고 있는지 지속적으로 점검한다.

1.3 IPCC 1.5°C 특별보고서

■ IPCC 1.5°C 특별보고서 채택

2018년 10월, 우리나라 인천 송도에서 개최된 제48차 IPCC 총회에서 치열한 논의 끝에 「지구온난화 1.5°C 특별보고서」를 승인하였다.

동 보고서는 2015년 파리협정 채택 시 합의된 1.5°C 목표의 과학적 근거를 마련하기 위해 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국 총회가 IPCC에 공식적으로 요청하여 작성된 것이다.

■ 1.5°C 목표 달성을 위한 조건

IPCC는 21세기 말, 즉 2100년까지 지구 평균온도 상승폭을 1.5°C 이내로 제한하기 위해서는 사회 모든 부문에서 신속하고 광범위하면서 전례 없는 변화가 필요하다고 밝혔다.

1.5°C 목표 달성을 위해 2018년 이후 잔여 탄소배출총량(Carbon budget)은 제5차 평가보고서(AR5) 방법인 전지구평균표면기온(Global Mean Surface Air Temperature) 적용 시 5,800억 CO₂톤(50% 확률)~4,200억 CO₂톤(66% 확률), 전지구평균표면온도(Global Mean Surface Temperature) 방법 적용 시 7,700억 CO₂톤(50% 확률)~5,700억 CO₂톤(66% 확률)으로 추정되며, 전지구적으로 2030년까지 이산화탄소 배출량을 2010년 대비 최소 45% 이상 감축하여야 하고, 2050년 경에는 탄소 중립(Net-zero)을 달성하여야 한다는 경로를 제시하였다.

한편, 2°C 목표 달성 경로의 경우, 2030년까지 이산화탄소 배출량을 2010년 대비 약 25% 감축하여야 하며, 2070년 경에는 탄소중립(Net-zero)을 달성해야 한다고 제시하였다.

지구 평균기온이 일시적으로 1.5°C 상승을 초과(overshoot)하는 경우, 2100년까지 1.5°C 미만으로 다시 전 지구 기온을 되돌리기 위해 대기 중 이산화탄소 흡수 기술에 더 많이 의존해야 한다고 밝혔으며, 다만 이러한 기술의 효과는 완전히 증명된 것은 아니기 때문에 지속 가능한 발전에 위험을 불러올 수 있다고 경고했다.

<표 1-1> 전지구 온도상승 1.5°C vs 2°C 주요 영향 비교

구 분	1.5°C	2°C
생태계 및 인간계	높은 위험	매우 높은 위험
중위도 폭염일 온도	3°C 상승	4°C 상승
고위도 한파일 온도	4.5°C 상승	6°C 상승
산호 소멸	70~90%	99% 이상
기후영향·빈곤 취약 인구	2°C에서 2050년까지 최대 수억명 증가	
물부족 인구	2°C에서 최대 50% 증가	
대규모 기상이변 위험	중간 위험	중간~높은 위험
해수면 상승	0.26~0.77m	0.3~0.93m
북극 해빙 완전소멸 빈도	100년에 한번	10년에 한번

1.4 국제사회 동향

■ 행동해야 할 시간(Time for Action)

2019년은 기후변화 대응을 위한 '행동'의 중요성이 강조된 한 해였다. 2019년 9월 뉴욕에서 개최된 기후정상회의 명칭은 '기후행동 정상회의'였으며, '제25차 기후변화당사국 총회(COP25)'의 핵심 의제 또한 '행동해야 할 시간(Time for Action)'이었다.

지금 당장 온실가스 감축을 위한 행동에 국제사회의 모든 역량을 집중해야 기후변화 문제를 해결할 수 있다는 문제의식에서 나온 것이다.

기후변화로 인한 피해의 가장 큰 당사자인 미래 세대도 이미 행동에 나섰다. 2019년 3월과 5월에는 전세계 약 100개 국가에서 100만 명이 넘는 청소년이 참여하여 기후변화 대응을 촉구하는 등교 거부 캠페인을 벌였으며, 우리나라도 '기후행동 정상회의'를 앞두고 청소년을 중심으로 시민사회, 학계, 종교계 등이 함께 모여 정부에 적극적이고 긴급한 기후변화 대응을 촉구하였다.

■ 국제사회의 움직임

국제사회도 청소년의 긴급한 목소리에 응답하고 있다.

유엔 사무총장은 피터스버그 기후대화(2020년 4월) 등 계기 지구 온도 상승을 1.5°C로 억제하기 위해 모든 나라가 2050 탄소중립을 약속해야 한다고 강조하였다.

세계적으로 재생에너지 확대, 석탄발전소 감축, 친환경차 보급 등 기후변화 대응을 위한 탈화석연료 움직임과 녹색기술의 투자도 급격하게 증가하고 있다.

파리협정이 체결된 2015년 이후 세계 에너지 설비투자의 65.7%(178GW)가 재생에너지에 투자되었으며, 특히 태양광 발전과 풍력 발전이 대부분을 차지하고 있다.

석탄화력 발전소를 거부하는 움직임도 확산되고 있다. 세계 신규 석탄화력발전소의 시장 수요는 2015년을 정점으로 급속히 감소⁴⁾하고 있으며, EU, 캐나다 등 이미 탈석탄을 정책 목표로 선언한 국가들도 증가하고 있다.

금융 투자의 녹색화 움직임도 커지고 있다.

경제협력개발기구(OECD)는 해외 석탄화력발전소에 대한 공적 금융 수출 지원 가이드라인을 제정하여 운용하고 있다. G20 금융안정위원회(FSB)⁵⁾는 기후 관련 재무정보 공개에 관한 태스크포스(TCFD, Taskforce on Climate-related Financial Disclosures)를 구성하여 파리협정 2°C 목표 달성을 위한 시나리오에 기초해서 금융회사를 포함한 모든 기업이 기후변화와 관련한 재무적 리스크 정보를 투명하게 공개하도록 권고하고 있다. 우리나라의 경우 환경부에서 2020년 5월 동 태스크포스에 대한 지지를 선언하였다.

4) 세계 석탄화력발전 시장 현황 : 88 GW(2015) → 39 GW(2016) → 33 GW(2017) → 22 GW(2018)

5) FSB : Financial Stability Board. G20을 중심으로 글로벌 금융시스템 안정을 위한 금융규제 개혁 이행을 점검하는 국제위원회

1.5 기후변화 대응 필요성

■ 기후 ‘변화’를 넘어 ‘위기’의 시대로 진입

기후변화에 따라 지구촌 곳곳에서 폭염, 폭설, 태풍, 산불 등 대규모 자연재해와 이로 인한 식량 부족, 홍수, 질병 등 인류에 치명적 피해가 발생하면서, 기후변화 문제가 더 이상 미래 세대를 위한 장기적 과제가 아니라 현재를 살아가는 우리의 생존과도 직결된 시급한 과제라는 인식 전환이 요구되고 있다.

기후변화 문제를 해결하기 위해 우리에게 주어진 시간은 많지 않다.

일례로, IPCC의 「지구온난화 1.5℃ 특별보고서」에서 제시한 탄소 배출 허용 총량을 고려할 때 1.5℃ 목표를 지키기 위해 우리가 가진 시간은 10여 년에 불과하다.

■ 기후변화 대응의 편익

기후변화 대응을 위한 온실가스 감축은 결국에 화석연료 소비량을 줄이는 것으로 귀결되며, 이는 단기적으로 경제와 산업에 큰 영향을 미칠 수밖에 없다.

하지만, 온실가스를 줄이지 않을 경우 발생하는 피해는 온실가스 감축을 위한 경제 및 산업의 단기적 영향에 비해 더욱 클 수 있다.

IMF는 최근 연구보고서⁶⁾에서 전세계가 적절한 조치를 취하지 않을 경우 2015~2100년까지 매년 지구 평균온도가 0.04℃ 상승할 것이며, 이 경우 세계 실질 1인당 GDP는 2100년까지 7.22% 감소하게 될 것으로 예측하였다.

반면에 파리협정 목표를 준수하여 지구 평균온도 상승을 매년 0.01℃ 이내로 유지시킬 경우, 실질 1인당 GDP는 1.07%밖에 줄지 않을 것이라 하였다.

G20 금융안정위원회 또한, 기후변화 리스크에 노출된 전세계 자산 규모가 21세기 말에는 약 4조 달러에 이를 수 있다고 추정하였으며, 국제재생에너지기구는 2℃ 목표 달성을 위한 정책 전환이 늦어지면 2050년의 좌초자산 규모가 12조 달러 수준⁷⁾으로 급증할 수 있다고 예측했다.

아울러 온실가스 감축 정책은 기후변화 대응뿐만 아니라 대기질 개선에도 크게 기여할 것이다.

온실가스와 대기오염물질 모두 화석연료 연소에 기반하여 발생하기 때문에 온실가스 감축 정책은 미세먼지 저감에도 큰 효과가 있다.

6) Matthew K. Kahn, et al., IMF Working Paper, ‘Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis’, International Monetary Fund, October 2019

7) International Renewable Energy Agency, Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050, 2019

2. 장기전략 수립 배경

2.1 수립 배경

전 지구적인 기후변화 위기에 대응하여 산업화 이전 대비 지구 평균온도 상승을 2℃ 보다 훨씬 아래로 유지하고 나아가 1.5℃로 억제하기 위해 노력해야 한다는 목표 달성을 위해 파리협정은 기후변화 대응 정책의 장기적 비전 관점에서 각 당사국에게 장기 저탄소 발전전략(이하 LEDS)⁸⁾을 2020년까지 수립하도록 권고하고 있다.

이에 우리나라는 파리협정 당사국으로서 국제사회의 기후변화 노력에 동참하기 위해 LEDS를 수립하기로 결정하였으며, 문재인 대통령은 지난 2019년 9월 유엔(UN) 기후행동 정상회의에 참석하여 LEDS를 2020년까지 국제사회에 제출하겠다고 발표하였다.

2.2 수립 의의

■ 국가 정책 방향 재확립

우리나라는 파리협정 당사국으로서 2030년까지의 NDC를 갱신하여 유엔기후변화협약사무국에 올해 말까지 제출할 계획이다. LEDS는 우리나라의 NDC를 기본으로 하여 2050년까지의 기후변화 대응 정책 전반에 대한 비전을 도출하는 것이다. 이번 LEDS를 수립하면서 우리나라의 온실가스 배출구조, 에너지 공급 체계, 온실가스 감축 기술 현황은 물론 현재 온실가스 감축 정책 전반에 대한 평가가 이루어졌으며, 국민적 합의를 거쳐 장기적 비전과 부문별 전략을 도출해 낼 수 있었다.

■ 탄소중립 사회 실현을 위한 범국가적인 비전 수립

탄소중립 사회 실현은 기업과 국민 모두의 충분한 이해와 공감을 바탕으로 할 때 성공할 수 있는 가치이자 비전이다.

LEDS는 경제, 사회, 환경, 에너지 등 분야의 정책들이 균형있게 조화된 장기적 비전을 정하고 비전을 달성하기 위해 우리 모두가 함께 나아가야 할 방향을 공유하고 장애 요인이 무엇인지 확인하여 극복방안을 찾는 데 수립 의의를 둔다.

8) LEDS : Long-term Low greenhouse gas Emission Development Strategy

아울러, 탄소중립 사회 실현을 위해서는 정부, 국민, 기업 모두가 필요성에 대한 인식에 그치지 않고, 그 인식이 행동으로 전환될 수 있도록 하는 범국가적 비전이 필요하며, 이를 실행할 수 있는 일관성 있는 정책 추진이 중요하다.

국가의 명확한 비전은 국민이 적극 동참할 수 있는 유인이자 기업 등 이해관계자들이 미래를 대비할 수 있는 신호가 되며, LEDS가 기후변화 정책 분야에서 그 역할을 할 것이다.

LEDS 비전을 통해 더 이상 화석연료에 기반한 경제·사회 구조는 미래에 지속 가능하기 어렵다는 인식을 공유할 수 있을 것이며, 환경과 경제가 공존하는 지속가능한 경제·사회적 번영이라는 궁극적인 가치를 실현하기 위한 정당한 비용 지불에 대해 논의할 수 있는 계기를 제공할 것이다.

■ 국가 미래 경쟁력 확보를 위한 계기로 활용

우리나라는 대부분의 에너지를 해외에서 수입하며, 철강, 석유화학, 반도체 등 에너지 집약적 제조업 중심의 산업 구조를 가진 국가이다.

이러한 여건 하에서 온실가스 배출량을 줄이는 것은 국가적인 큰 도전임이 분명하지만, 이는 미래 세대의 생존과 지속 가능한 발전을 위해 반드시 달성해야 할 범지구적 과제이며, 이를 기회 삼아 국가의 새로운 성장동력의 계기로 삼아야 한다.

또한, 우리나라는 이미 고도화된 통신망과 세계 최고 수준의 전기차, 에너지저장시스템(ESS, Energy Storage System), 정보통신시스템 기술을 보유하고 있는 국가로서 저탄소 녹색 기술과 4차 산업 기술을 혁신적으로 융합할 경우 새로운 미래 성장동력이 되어 기존 에너지 집약적 중심의 주력 산업을 대체하는 계기로 활용할 수 있다.

LEDS는 탄소중립을 목표로 나아가는 것이 곧 국가의 미래 경쟁력을 확보하는 길임을 모두가 인식하는 기회를 제공할 것이다.

3. 장기전략 수립 경과 및 절차

3.1 포럼 운영

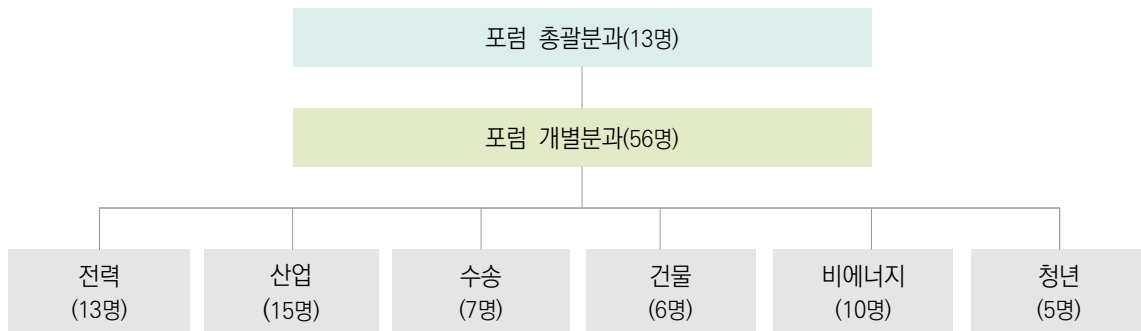
2050 저탄소 사회 비전 포럼 운영

LEDS는 경제, 산업, 에너지, 환경, 기술, 국민 생활 등 사회 전 영역에 걸친 과감한 혁신과 구조 전환 등 커다란 변화를 요구한다. 이에 우리나라는 LE DS 수립 단계부터 민간 전문가의 의견을 충분히 수렴하기 위해 학계, 산업계, 시민사회 등 다양한 분야의 전문가가 참여하는 포럼을 구성하여 운영하였다.

포럼은 정부, 산업계, 시민사회 등 각 분야의 추천을 받아 총괄, 전력, 산업, 건물, 수송, 비에너지(농축수산·산림·폐기물), 청년⁹⁾ 등 7개 분과 69명으로 구성하였다.

아울러, 국책연구기관¹⁰⁾이 참여하는 기술작업반을 별도로 구성하여 온실가스 감축 시나리오에 대한 분석 결과를 제공하는 등 포럼의 의사결정을 기술적으로 지원하였다.

[그림 1-3] 포럼 구성



포럼은 인구, GDP, 산업구조 등의 전망 자료를 활용하여 2050년 온실가스 배출전망치를 도출한 후에 우리나라의 온실가스 감축 여건(정책, 제도, 예산), 기술 실현 가능성, 국제 동향 등을 종합적으로 고려하여 복수의 2050년 국가 온실가스 감축 목표 및 비전을 검토하였다.

포럼 검토안의 의의

포럼의 검토 결과는 우리나라의 기후·에너지 전문가가 모여 집중 분석과 토론을 거쳐 도출한 것으로서 LE DS 수립을 위한 정부 내 논의와 다양한 이해관계자의 의견을 수렴하기 위한 사회적 논의의 기본자료로 활용되었다.

9) 2050년을 목표로 하는 미래 지향적인 LE DS 특성을 고려하여 미래사회 주역인 청년 분과를 별도로 구성(5명)하고, 청년분과에서 제기한 2050년 미래상 등 제시 의견을 적극 반영

10) 온실가스종합정보센터, 에너지경제연구원, 산업연구원, 교통연구원 등 22개 기관 34명 참여

3.2 사회적 논의

■ 온라인 설문

온라인 설문조사는 2020년 6월부터 7월까지 누구나 참여할 수 있도록 2개월 간 LEDS 홍보를 위한 전용 홈페이지를 통해 실시되었으며, 추가로 리서치 기관의 전문적인 조사를 통해 설문결과를 보완하여 일반국민과 산업계의 의견을 객관적으로 파악하였다.

약 3천명의 국민이 참여한 온라인 설문조사는 기후변화에 대한 국민 인식도, 소비자 참여 의사, 정책 우선순위 등 58개의 문항으로 구성하여 실시하였으며, 설문조사 결과, 국민 대부분이 기후위기를 인식하고 있으며 2050 탄소중립 목표설정 검토 필요성에 동의하고, 탄소중립 달성 검토 시 경제·사회에 미치는 영향을 고려해야 한다고 응답하는 비율이 높다는 것을 확인¹¹⁾하였다.

■ 전문가 의견수렴

정부는 저탄소 사회로의 전환을 위한 비전과 분야별 핵심 과제를 도출하기 위해 산업계, 시민사회, 학계 등 전문가가 참여하는 심층 토론회를 실시하였다.

토론회는 2020년 7월, 총 5회에 걸쳐 친환경차 보급방안, 저탄소 미래기술 발전방안, 저탄소 산업 혁신방안, 재생에너지 보급 확대방안 및 기후행동 촉진을 위한 국가 혁신방안 등 5개의 주제로 진행하였다.

토론회에서는 저탄소 사회 전환을 위해서 정책적, 기술적 장애 요인과 이를 해결하기 위한 방안에 대해 논의하였으며, 정부는 동 토론회에서 나온 다양한 이해관계자의 의견을 참고하여 본 보고서를 작성하였다.

■ 국민 토론회

국민이 기후변화 문제 해결을 위한 적극적 주체로서의 역할을 다하고 다양한 인식에 대해 서로 공유하고 논의하는 장을 만들기 위해서 2020년 10월 17일 토론회를 개최하였다.

‘탄소중립을 지향하는 2050 LEDS 수립을 위한 도전과 과제’를 주제로 한 토론회는 ‘기후변화에 대한 IPCC의 평가’, ‘2050 LEDS의 성격 및 국제사회의 동향’ 제하의 기조 강연과 더불어 에너지, 산업, 건물, 수송 및 사회전환 등 5개 분야에 대해 전문가 발제 후 참가자의 질문에 답변하는 방식으로 진행되었다.

토론회는 온라인 방식으로 관심 있는 누구나 참여할 수 있도록 하였으며, 지역·성별·연령을 고려하여 사전에 선정한 토론회 참가자를 대상으로 토론회 후 LEDS 비전에 대한 설문조사를 실시한 결과, 참가자의 91%가 2050년 탄소중립 사회 지향에 동의하였으며, 탄소중립을 위한 비용부담에도 88%가 동의한다고 응답하였다.

정부는 동 토론회에서 논의된 핵심 과제들과 설문조사 결과를 LEDS 비전 설정 및 본 보고서 수립 시 적극 반영하였다.

11) (기후위기) 91.5%가 기후변화 현상이 심각하다고 하였으며, 96.8%가 기후변화가 생활에 큰 영향을 미친다 응답 (2050 목표) 92.5%가 우리나라의 2050 탄소중립 달성 검토가 필요하다고 응답하였으며, 탄소중립 달성 검토 시 주요 고려사항으로 ① 경제·사회에 미치는 영향(58.9%), ② 파리협정 목표 기준(42.2%) ③ 해외 LEDS 목표(33.9%) 순으로 응답

지속가능한
녹색사회 실현을 위한

대한민국 2050 탄소중립 전략

如노로為獾。如노如蜂。如파為
 蜂。如발為水。如발為跟。
 如기為汲器。如기為
 穰。如기為箕。如기
 如기為鉏。如기為
 綜。如기為鑷。如기
 為炭。如기為籬。
 如기如기為竈。
 如기如기為柳。如
 如기如기而其聲土。





제2장

대한민국 기후변화 정책 현황

1. 온실가스 배출 현황 28
2. 2030년 대한민국 온실가스 감축 목표 31
3. 대한민국 온실가스 감축 정책 33

1. 온실가스 배출 현황

1.1 온실가스 배출 현황

온실가스 총배출량

우리나라의 2017년 국가 온실가스 총배출량¹²⁾은 709.1백만톤CO₂eq.이다.

전년도(2016년) 총배출량인 692.6백만톤CO₂eq.보다 2.4% 증가하였으며, 1990년도 총배출량 292.2백만톤CO₂eq.에 비해서는 142.7% 증가한 수치이다.

연도별 총배출량 추세를 살펴보면, 1990년부터 1997년까지는 연평균 8.1%의 가파른 증가 추세를 보였으나 1998년 외환위기 영향으로 온실가스 배출량도 전년 대비 14.1% 감소하였다. 2000년대에는 경기가 회복되면서 GDP와 온실가스 배출량이 함께 증가하는 경향을 보였다. 다만, 2000년대 들어서는 배출량 증가폭이 상당히 둔화되었으며, 2013년¹³⁾ 이후에는 크게 증감하지 않고 안정적인 배출 추세를 유지하게 되었다.

<표 2-1> 국가 온실가스 배출량 및 증감률

(단위 : 백만톤CO₂eq.)

분야		1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
총배출량 (LULUCF 제외)	배출량	292.2	435.9	503.1	561.8	657.6	697.0	691.5	692.3	692.6	709.1
	비중(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	증감률(%)	-	7.9	7.1	0.8	10.0	1.4	-0.8	0.1	0.03	2.4
순배출량 (LULUCF 포함)	배출량	254.4	405.0	444.8	507.7	603.8	652.8	649.3	649.9	648.7	667.6
	비중(%)	87.1	92.9	88.4	90.4	91.8	93.7	93.9	93.9	93.7	94.1
	증감률(%)	-	9.1	7.3	1.3	11.5	2.2	-0.5	0.1	-0.2	2.9
에너지	배출량	240.4	352.2	411.8	468.9	566.1	605.1	597.5	600.8	602.7	615.8
	비중(%)	82.3	80.8	81.9	83.5	86.1	86.8	86.4	86.8	87.0	86.8
	증감률(%)	-	7.4	7.7	1.9	10.3	1.5	-1.3	0.6	0.3	2.2
산업공정	배출량	20.4	45.2	51.3	55.7	54.7	54.8	57.3	54.4	52.8	56.0
	비중(%)	7.0	10.4	10.2	9.9	8.3	7.9	8.3	7.9	7.6	7.9
	증감률(%)	-	15.6	5.1	-5.6	13.5	1.1	4.6	-5.1	-2.8	6.0
농업	배출량	21.0	22.8	21.2	20.5	21.7	21.2	21.3	20.8	20.5	20.4
	비중(%)	7.2	5.2	4.2	3.6	3.3	3.0	3.1	3.0	3.0	2.9
	증감률(%)	-	1.1	-2.7	0.8	1.9	-0.2	0.5	-2.4	-1.5	-0.3

12) 총배출량은 토지이용, 토지이용변화 및 산림(LULUCF) 분야를 제외한 에너지, 산업공정, 농업, 폐기물 분야 배출량의 합계

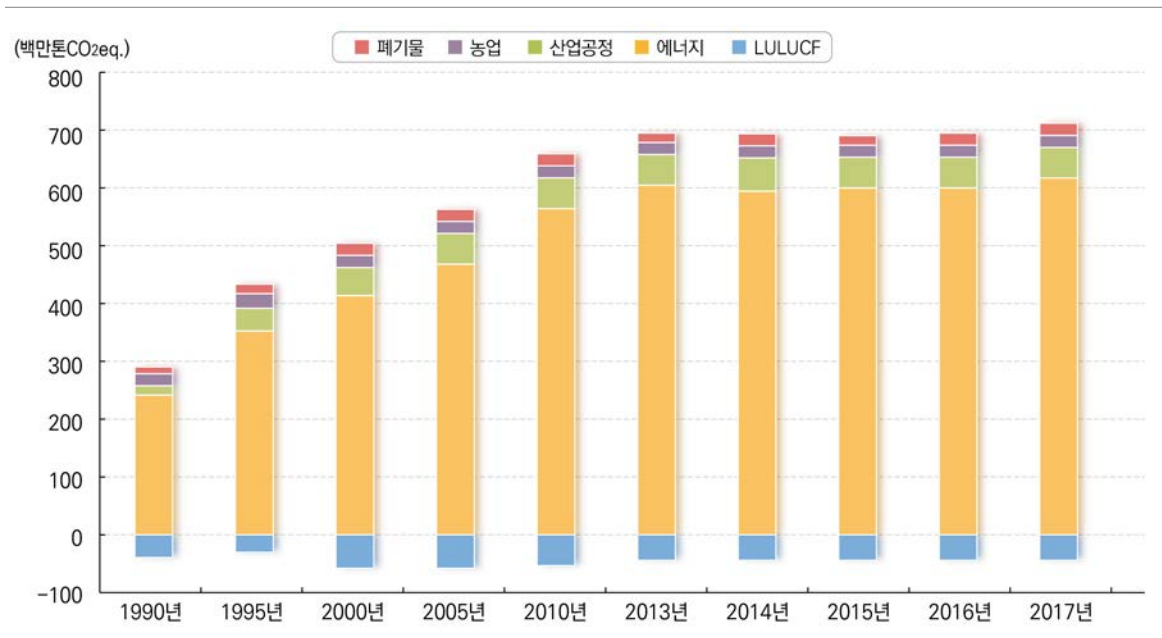
13) 저탄소 사회 구현을 목적으로 하는 「저탄소 녹색성장 기본법」 제정(2010.1.13.) 이후, 친환경 에너지원 확대 정책 도입, 에너지 수요 관리 등 다양한 온실가스 감축 정책의 도입 효과로 증가 추세가 둔화된 것으로 분석

분야		1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
LULUCF	배출량	-37.7	-30.9	-58.3	-54.0	-53.8	-44.2	-42.2	-42.4	-43.9	-41.6
	비중(%)	12.9	7.1	11.6	9.6	8.2	6.3	6.1	6.1	6.3	5.9
	증감률(%)	-	-6.0	5.5	-3.7	-4.4	-9.1	-4.5	0.5	3.5	-5.3
폐기물	배출량	10.4	15.7	18.8	16.7	15.0	15.9	15.4	16.3	16.5	16.8
	비중(%)	3.6	3.6	3.7	3.0	2.3	2.3	2.2	2.4	2.4	2.4
	증감률(%)	-	9.2	11.7	-5.5	-2.2	0.9	-3.2	6.1	1.1	2.0

※ 증감률 : 전년대비 증감률(%), LULUCF 비중 : 총배출량 대비 흡수량 절대값 비중(%)

출처 : 2019 국가 온실가스 인벤토리 보고서

[그림 2-1] 국가 온실가스 배출량 및 흡수량 추이(1990~2017년)



온실가스 배출 원단위

우리나라의 온실가스 원단위(온실가스 배출량 / 국내 총생산)는 1990년 이래 전반적인 감소추세를 나타내고 있다. 1997년까지는 온실가스 배출량 증가율과 국내총생산 증가율이 비슷한 수준으로 온실가스 원단위의 큰 변화가 없었으나, 1998년 이후로는 온실가스 증가율보다 국내 총생산 증가율이 더 높아 지속적으로 온실가스 원단위가 감소하였다.

다만, 2017년에도 전년보다 온실가스 배출량이 2.4% 증가하는 등 온실가스의 절대적인 감소세가 나타나지 않은 점을 고려할 때 상대적 탈동조화 현상은 실현¹⁴⁾했으나 절대적 탈동조화 현상¹⁵⁾은 아직 달성하지 못한 것으로 판단된다.

14) 국내총생산(GDP) 증가율이 온실가스 배출량 증가율보다 더 높아 온실가스 원단위가 개선되는 경우를 상대적 탈동조화 현상이라 한다.

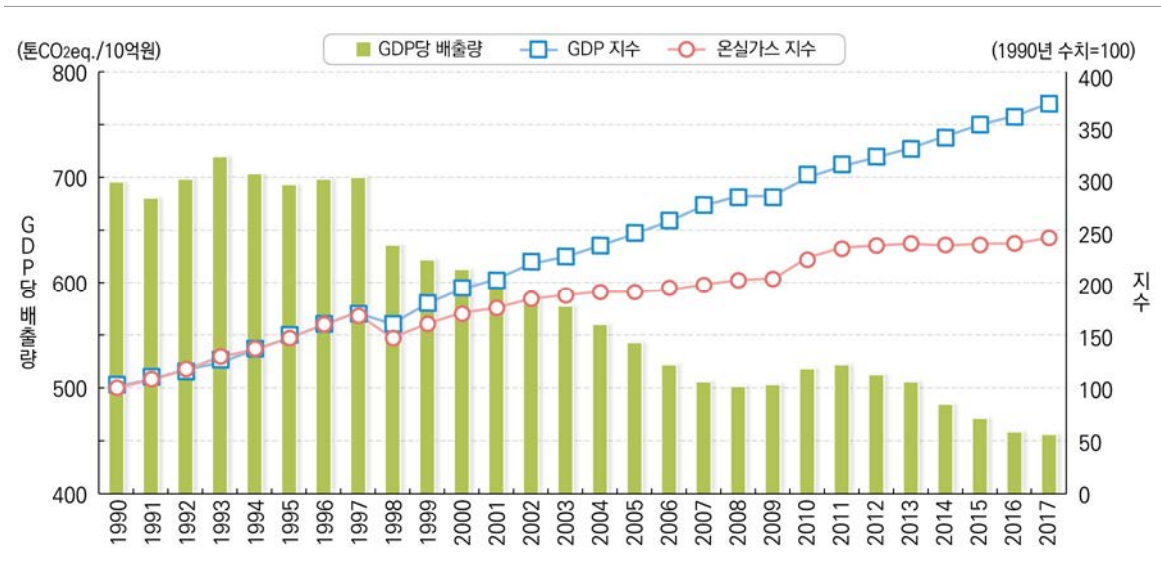
15) 국내총생산(GDP)은 증가하나, 온실가스 배출량이 감소하는 경우를 절대적 탈동조화 현상이라 한다.

〈표 2-2〉 국가 온실가스 원단위 변화 추이

구분	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
온실가스 원단위 (톤CO ₂ eq./10억원)	696	694	613	543	520	505	485	472	459	456
전년대비 증감률(%)		-1.5	-1.7	-3.0	3.3	-1.5	-4.0	-2.6	-2.8	-0.7
온실가스 배출량 (백만톤CO ₂ eq.)	292	436	503	562	658	697	691	692	693	709
전년대비 증감률(%)		7.9	7.1	0.8	10.0	1.4	-0.8	0.1	0.03	2.4
국내총생산(GDP)(조)	420	628	821	1,034	1,265	1,381	1,427	1,467	1,510	1,556
전년대비 증감률(%)		9.6	8.9	3.9	6.5	2.9	3.3	2.8	2.9	3.1

출처 제2차 기후변화대응 기본계획('19.10)

[그림 2-2] 국내총생산(GDP) 대비 온실가스 총배출량(1990~2017년)



1.2 온실가스 배출 수준

우리나라의 온실가스 총배출량은 2016년 기준 전세계 11위로 추정¹⁶⁾되며 가장 온실가스 배출량이 높은 중국 배출량의 5.7%, 미국 배출량의 10.7% 정도를 배출하는 것으로 나타났다.

다만 온실가스 배출량 중 연료연소 부문 CO₂ 배출 비중이 높아(전체 국가 총배출량의 86%), CO₂ 배출량 기준으로는 전세계 7위, OECD 회원국 중에서는 미국, 일본, 독일에 이어 4위인 것으로 추정되었다.

16) 유엔기후변화협약(UNFCCC)의 통계자료를 활용하여 2016년도 기준 상위 15개 국가의 온실가스 총배출량 현황 조사, UNFCCC에서 최신 배출량 통계를 확인할 수 없는 비부속서 I 국가들은 세계자원연구소(WRI, World Resources Institute) 및 국제에너지기구(IEA, International Energy Agency)의 CO₂ 배출량 비중을 적용하여 추정

2. 2030년 대한민국 온실가스 감축 목표

2.1 감축 목표

2030년 온실가스 감축 목표 수립 배경

파리협정에 따라 모든 당사국은 주기적으로 국가 온실가스 감축 목표를 수립하여야 한다. 리마총회 결정문에 따라 대부분의 당사국이 2015년에 온실가스 감축목표(INDC)를 제출한 후 파리협정에 비준하면서(2016년) INDC는 NDC로 등록되었으며, 파리총회 결정문에 따라 2020년까지 제출한 NDC를 갱신하거나 재제출하여야 한다.

우리나라는 국제사회에 약속한 2030년 온실가스 감축목표를 이행하기 위하여 2016년에 전환(전력+열공급), 산업, 수송, 건물, 농축산, 폐기물, 공공, 산림 등 8개 부문에 대한 감축 잠재량을 분석하고 이를 기반으로 부문별 감축 계획을 담은 「2030년 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위한 기본 로드맵」(이하 '2030 로드맵')을 수립하였다.

문재인 정부 출범 이후에는, 기존에 수립된 '2030 로드맵'에서 이행 방안이 불확실한 국외 감축량을 최소화 하고, 새 정부의 변화된 에너지 전환 정책(노후 석탄발전소 폐지, 재생에너지 보급 목표 상향) 등을 반영한 '2030 로드맵' 수정안을 2018년에 발표하였다.

우리나라 온실가스 감축 여건

우리나라는 제조업 중심의 수출 주도형 경제구조를 가진 국가로서 2017년 기준 GDP 중 제조업이 차지하는 비중은 32.1%에 이르며, 수출의존도도 또한 35.3%로 높게 유지되고 있다.

우리나라는 세계 8위의 대표적 에너지 다소비 국가(GDP 12위)로서 최종에너지 소비는 2000년 대비 2017년 53%가 증가하였으며, 부문 비중이 가장 높은 산업(60% 이상)은 2000년 대비 2017년 68% 증가하였다.

다만, 우리나라는 산업구조상 제조업의 비중이 높고 특히 철강, 석유화학, 자동차, 반도체 등 에너지 집약적 업종이 높은 비중을 차지하고 있어, 세계 최고수준의 에너지 효율¹⁷⁾을 달성하였음에도 불구하고 에너지 원단위(GDP 대비 1차 에너지소비)는 OECD 국가 중 33위¹⁸⁾(17년)로 낮은 편이다.

〈표 2-3〉 수출의존도 및 제조업 비중

구분	1990년	2000년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
수출의존도(%) ¹⁾	23.3	29.9	44.3	42.9	40.8	38.6	36.0	33.0	35.3
제조업비중(%) ²⁾	23.5	26.4	31.6	31.6	31.8	31.9	31.6	31.6	32.1

출처 1) 통계청(원자료 : 관세청), 2) 산업연구원

17) 세계 철강협회 등 글로벌 기준 주요 제조업 에너지효율 인용

18) GDP대비 에너지 소비량('17, TOE/천\$, 출처 IEA) : 韓 0.159, 美 0.123, 日 0.089, OECD 평균 0.105

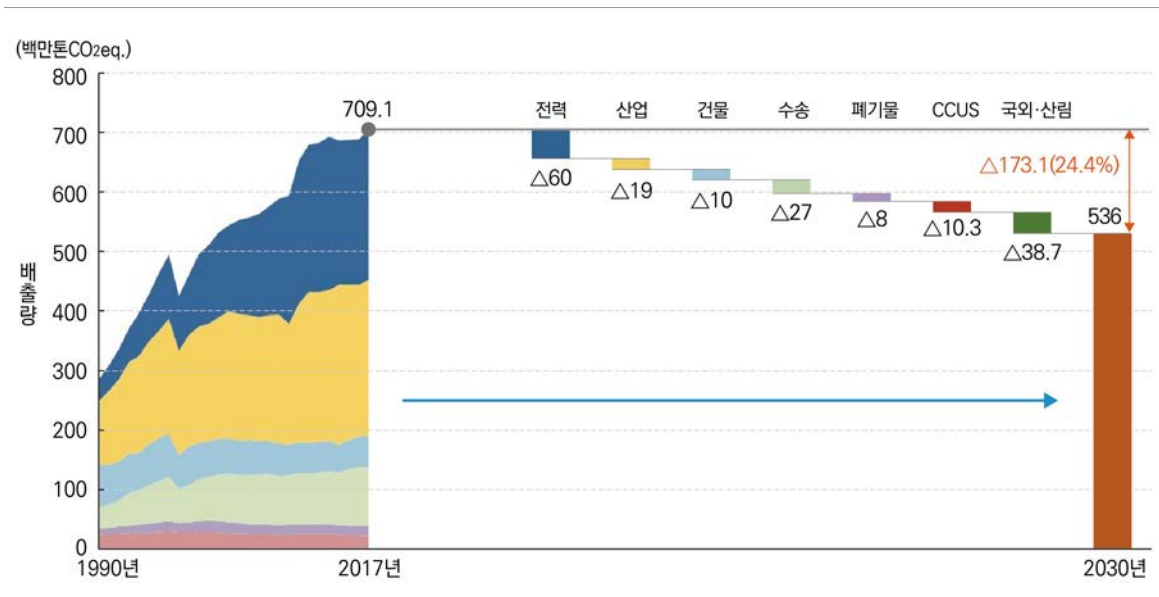
재생에너지 보급에 중요한 기후의 경우 우리나라는 중위도 온대성 기후대에 위치해 있어 봄, 여름, 가을, 겨울의 사계절이 뚜렷하게 나타나는 계절적 특성을 지니고 있다.

풍력의 발전 효율을 측정한 결과, 육상 발전의 경우 25%, 해상 발전의 경우 40%의 바람을 발전에 이용할 수 있는 것으로 나타났으며¹⁹⁾, 태양광의 경우 봄철, 여름철과 가을철, 겨울철 간 일사량의 차이가 심해²⁰⁾ 연중 고른 재생에너지 발전이 쉽지 않은 상황이다.

2030년 온실가스 감축 목표

우리나라의 2030년 온실가스 감축 목표는 2017년 대비 24.4% 감축하는 것이다. 감축 후 2030년 예상 배출량은 536백만톤CO₂eq.이며 발전, 산업, 건물, 수송 등 부문별 감축과 함께 산림흡수원, 국외 감축 등의 방법을 추가적으로 활용하여 감축 목표를 달성할 계획이다.

[그림 2-3] 2030년 온실가스 감축 목표



19) 제3차 대한민국 격년갱신보고서(2019, 11), p.11

20) 태양광 일사량(연평균 대비) : 봄철 20% ↑, 여름철 25% ↑, 가을철 12% ↓, 겨울철 33% ↓

3. 대한민국 온실가스 감축 정책

3.1 제도 및 법률

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 있다.

동 법률에 따라 기후·에너지 정책의 근간이 되는 「녹색성장기본계획」, 「기후변화대응기본계획」, 「에너지 기본계획」을 5년 주기로 수립하고 있으며, 계획 수립 시 동 법률에서 정한 국가 온실가스 감축 목표²¹⁾에 부합하도록 하고 있다.

아울러, 정부위원과 민간위원으로 구성된 녹색성장위원회²²⁾에서 기후변화·에너지 관련 정책의 방향을 결정하고 관련 계획을 심의·의결 한다.

〈표 2-4〉 기후변화 대응 및 에너지정책의 기본 원칙

기후변화대응 기본원칙	에너지정책 기본원칙
<ul style="list-style-type: none"> ① 지구온난화에 따른 기후변화 문제의 심각성을 인식하고 국가적·국민적 역량을 모아 총체적으로 대응하고 범지구적 노력에 적극 참여 ② 온실가스 감축의 비용과 편익을 경제적으로 분석하고 국내 여건 등을 감안하여 국가 온실가스 중장기 감축목표 설정 ③ 온실가스를 획기적으로 감축하기 위하여 첨단기술 및 융합기술을 적극 개발·활용 ④ 온실가스 배출에 따른 권리·의무를 명확히 하고 이에 대한 시장거래를 허용함으로써 다양한 감축수단을 자율적 선택할 수 있도록 함 	<ul style="list-style-type: none"> ① 석유·석탄 등 화석연료의 사용을 단계적으로 축소하고 에너지 자립도 향상 ② 에너지 가격의 합리화, 에너지의 절약, 에너지 이용효율 제고 등 에너지 수요관리를 강화하여 지구온난화를 예방하고 환경을 보전 ③ 태양에너지, 풍력, 수소에너지 등 신·재생에너지의 개발·생산·이용 및 보급을 확대 ④ 국민이 저탄소 녹색성장 혜택을 고루 누릴 수 있도록 저소득층에 대한 에너지 이용 혜택을 확대하고 형평성을 제고하는 등 에너지 복지 확대

배출권거래제

배출권거래제는 정부가 온실가스 다배출 기업에게 배출권(배출허용총량)을 할당하고, 기업별 배출량에 따른 배출권 잉여업체와 부족업체 간 거래를 자유롭게 허용하는 제도이다. 시장 거래를 활용함으로써 비용 효과적²³⁾으로 온실가스 감축을 유도하는 제도로서 우리나라를 비롯하여 EU, 스위스, 뉴질랜드 등에서 시행 중이다.

21) 2017년 대비 24.4% 온실가스 감축 ('19.12.31. 시행령 개정)

22) 국무총리를 위원장으로 각 부처 장관급으로 구성된 정부위원 18명과 민간위원 25명 등 총 43명으로 구성

23) 탄소배출권거래제의 경제적 효과 연구('09, 삼성경제연구원) 등에 따르면 시장 기능에 대한 활용 없이 직접 규제하는 제도보다 44~68% 온실가스 감축 비용이 감소하는 것으로 분석

우리나라는 2012년 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」을 제정하여 배출권거래제에 대한 법적 기반을 마련하고, 시범사업을 거쳐 2015년 1월부터 525개 업체를 대상²⁴⁾으로 제1차 계획기간(2015~2017년) 배출권거래제를 본격적으로 시행하였다.

국가 온실가스 감축 목표를 고려하여 계획기간 내 배출허용총량을 설정한 후 업종별, 기업별 특성을 고려하여 유상할당 비율을 결정하고 배출량 기준 할당방식(GF, Grandfathering)²⁵⁾, 배출효율 기준 할당방식(BM, Benchmark)²⁶⁾ 두 가지 방법을 활용하여 할당업체별로 배출권을 할당한다.

제1차 계획기간에는 대상업체에 대해 전면 무상할당하고, BM 할당 방식도 3개 업종에만 적용하였으나, 제2차 계획기간(2018~2020년)부터는 일부 업종에 대해 유상할당을 시작하고, BM 할당 대상 업종도 7개 업종으로 확대하였다.

배출권거래 시장의 유연성을 강화하기 위해 다양한 외부사업 감축을 인정하고 있으며 주기적으로 경매를 실시하고 있다.

배출권거래 가격은 '20년 10월 현재 20,000원 수준이다.

[그림 2-4] 배출권 가격 변동 추이



- 24) 연평균 온실가스 배출량이 12.5만 톤 이상인 기업 또는 2.5만 톤 이상을 배출하는 사업장을 보유한 기업
- 25) 과거 온실가스 배출량에 따라 할당하는 방식으로 할당이 용이한 것은 장점이나 배출시설의 감축효율 차이를 반영하지 못하고 다배출 기업이 더 많은 할당을 받게 되는 단점도 존재
- 26) 동일 업종 내의 배출시설의 배출 원단위를 기준으로 할당함으로써 제품 생산량이 동일하나 온실가스 배출량이 적은 배출시설이 상대적으로 많은 배출권을 할당받게 되는 방식

한편, 파리협정에 따른 NDC 이행이 본격 시행되는 2021년을 대비하여, 2030년 국가 온실가스 감축 목표 이행을 최우선의 목표로 제3차 계획기간(2021~2025년)의 「배출권거래제 기본계획」을 2019년 12월에 수립하였다. 주요 내용은 아래 표와 같다.

〈표 2-5〉 제3차 계획기간(2021~2025년) 주요 운영 방향

배출권 할당	<ul style="list-style-type: none"> 2030 국가 온실가스 감축 목표에 따라 배출허용 총량 설정 유상할당 비율을 10%로 상향, BM 적용 대상 업종(7개→12개) 확대 배출권 산정 단위를 '시설'에서 '사업장'으로 변경
배출권 거래시장	<ul style="list-style-type: none"> 할당업체 이외에 금융기관 참여 인정 시장 유동성 예비분을 공급 또는 회수하여 시장 유동성 조절 파생상품 도입 등 장내 선물거래 제도를 도입
산업지원	<ul style="list-style-type: none"> 유상할당 수입을 기업의 친환경 투자 재원으로 재투자 주요 업종별 감축 기술을 조사하여 감축 효과가 검증된 기술 공유 확산
외부사업 감축	<ul style="list-style-type: none"> 파리협정 체제에서 우리나라의 감축실적으로 인정되는 해외 감축실적 상쇄배출권 전환·사용 인정

목표관리제

목표관리제는 배출권거래제 적용을 받는 할당대상 업체보다 비교적 온실가스 배출량이 적은 업체들을 대상으로 하는 직접 규제방식의 제도이다. 정부는 업체와 협의를 통해 관리업체별 온실가스 배출량 및 에너지 사용량의 목표를 설정하고 업체별로 설정한 목표를 준수하도록 독려한다. 다만, 관리업체별로 설정된 목표를 초과하여 온실가스를 배출하거나 에너지를 사용한 경우 개선명령 또는 과태료를 부과한다.

목표관리제 대상 기업의 선정 기준은 2010년 제도 도입 후 3차례에 걸쳐 강화되어 왔는데, 현재는 최근 3년간 연평균 온실가스 배출량이 5만톤CO₂eq. 이상(에너지 소비량 200TJ 이상)인 업체이거나 온실가스 배출량이 1.5만톤CO₂eq. 이상(에너지 소비량 80TJ 이상)인 사업장을 대상²⁷⁾으로 하고 있다.

〈표 2-6〉 목표관리제 대상 선정 기준

구분	2011년까지		2012년부터		2014년부터	
	업체 기준	사업장 기준	업체 기준	사업장 기준	업체 기준	사업장 기준
온실가스(톤CO ₂ eq.) 배출량	125,000	25,000	87,500	20,000	50,000	15,000
에너지(TJ) 소비량	500	100	350	90	200	80

출처 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침

27) 목표관리제 대상 업체 중에서 배출권거래제 할당대상으로 선정되는 경우 목표관리제 대상에서 제외

3.2 온실가스 감축 정책

■ 친환경 에너지 전환

문재인 정부 출범 이후 우리나라는 석탄발전소를 과감히 감축하고 재생에너지의 발전 비중을 높이는 친환경 에너지 전환 정책을 추진하고 있다. 신규 석탄발전소 건설 금지를 결정하였으며, 30년이 경과한 노후 석탄발전소 14기를 폐지하기로 하고 현재까지 4기를 폐지하였다. 아울러, 2030 NDC 달성을 위해서 추가적인 석탄발전소 감축 계획을 담은 9차 전력수급계획을 수립하였다.

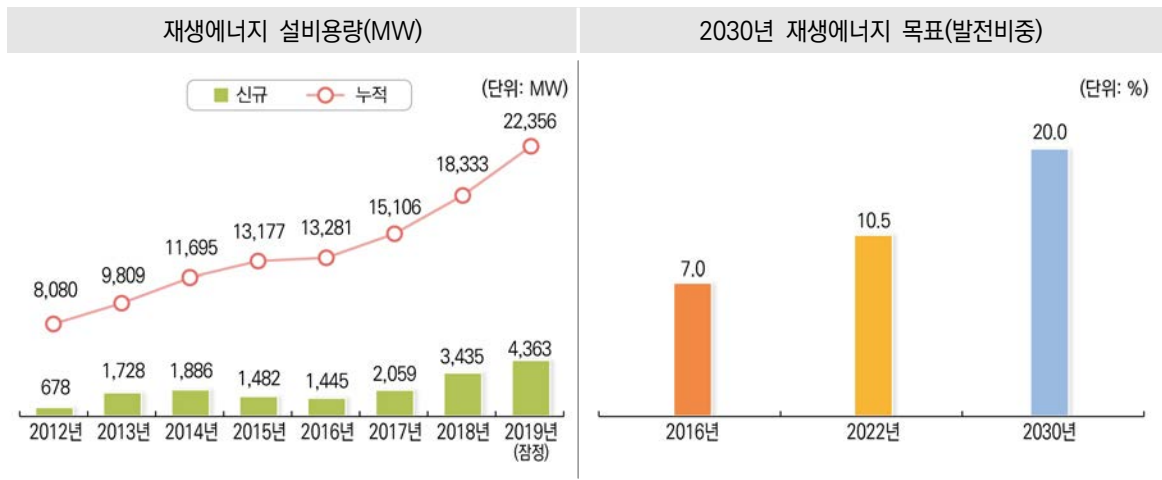
재생에너지 보급에 있어서도 큰 성과를 거두고 있다. 삶의 질을 높이는 참여형 에너지 체제 전환이란 비전 아래 2030년까지 발전량 비중의 20%를 재생에너지로 공급하겠다는 재생에너지 3020 목표를 수립하였으며, 「제3차 에너지기본계획」²⁸⁾은 2040년까지 재생에너지 발전량 비중을 30~35%까지 확대한다는 목표를 제시하였다.

이와 함께, 재생에너지 보급 확산을 위한 정책 지원도 다각화하였다.

2012년 발전사업자의 재생에너지 보급을 의무화하는 신재생에너지 공급의무화(RPS) 제도를 도입하고 2022년까지 재생에너지 공급 비율 목표를 단계적으로 확대(2018년 5% → 2022년 10%)하였으며, 소규모 재생에너지 사업자들에게 안정적인 수익을 보장하기 위한 한국형 발전차액지원(FIT) 제도도 한시적으로 도입하여 운영하고 있다.

이러한 노력 결과, 지난 5년(2014~2018년)간 우리나라의 재생에너지 설비용량은 1.6배 증가하였으며, 발전 비중도 2014년 4.7%에서 2018년 8.3%(폐기물 포함)로 증가하는 성과를 거뒀다.

[그림 2-5] 우리나라 재생에너지 현황



28) 에너지 기준수요, 에너지 목표수요 등을 포함하여 원별, 부문별 에너지 계획의 원칙과 방향을 제시하고 거시적 관점에서 에너지 정책을 조정하는 에너지 분야 최상위 계획으로 20년을 계획 기간으로 5년마다 수립·시행

산업 부문

우리나라는 1990년 대비 약 4배 정도 경제 규모가 증가하였으며, 이는 제조업의 성장을 기반으로 달성한 성과이다. 다만, 이러한 제조업의 성장은 온실가스 배출량을 지속적으로 증가시키는 결과를 초래하였으며, 산업부문 배출량은 우리나라 온실가스 배출량의 상당수를 차지한다.

산업 부문의 2030 NDC를 달성하기 위한 핵심적인 정책 수단으로서 배출권거래제와 목표관리제 두 제도를 도입하였는데, 특히 배출권거래제는 감축 활동에 경제적 동기를 제공함으로써 기업이 비용 효율적으로 온실가스 배출량을 줄이도록 하고 있다.

한편, 산업 부문의 에너지 효율을 높이기 위한 다양한 정책도 실시하고 있다.

초기 투자비 부담 없이 에너지 사용자의 에너지 절약형 시설 설치를 촉진하기 위한 에너지절약전문기업 제도를 운영 중으로 1993년부터 2017년까지 2조 9천억 원, 총 4,358건을 지원하였으며, 기업이 에너지 절약 및 수요관리를 체계적인 시스템으로 유도할 수 있는 에너지경영시스템(EnMS)의 구축을 정부 차원에서 지원하고 있다.

〈표 2-7〉 에너지절약전문기업의 투자 실적

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
지원건수 (건)	122	223	292	227	149	83	80	24
지원액 (억 원)	1,307	2,979	2,766	3,097	2,540	1,631	1,235	521
절감효과 (천 TOE)	95	211	233	175	166	157	96	32

출처 2019 KEA 에너지 편람, 한국에너지공단

에너지 다소비사업장(에너지사용량 연간 2천TOE 이상)이 불필요한 에너지 손실을 줄이고 합리적인 에너지 사용을 유도할 수 있도록 정기적인 에너지 진단을 받도록 하였다. 에너지 진단 의무화는 2007년에 도입되어, 현재까지 약 6,406개 사업장에 대해 에너지 진단을 실시하였으며, 5,675천TOE/년의 에너지 절감 및 13,737천tCO₂eq.의 온실가스 감축을 달성하였다.

2018년부터 에너지공급자에게 에너지 판매량에 비례한 에너지 절감 목표를 제시하고 이를 이행하도록 하는 에너지공급자 효율향상 의무화제도(EERS, Energy Efficiency Resource Standard)에 대한 시범사업을 실시 중이며, 최종 에너지사용자를 대상으로 에너지 효율을 향상시키기 위한 다양한 신규 사업 발굴도 추진하고 있다.

수송 부문

21세기를 맞아 4차 산업기술 혁명과 온실가스 감축을 위한 환경규제의 강화로 자동차 산업은 친환경화, 지능화, 서비스화의 대변혁이 진행 중이다.

우리나라도 자동차 제조국으로서 이러한 변화에 빠르게 대응하고 수송 부문의 온실가스를 줄이기 위해 다양한 정책을 추진하고 있다.

우선, 2030년 미래차 경쟁력 1등 국가로 도약하겠다는 비전 아래 친환경차 기술개발을 집중 육성하고 있으며, 국내 보급 확대를 위한 다양한 인센티브 제도를 도입하였다.

자동차 제작사가 판매하는 신차 중 친환경차 비율이 일정 수준 이상 되도록 하는 친환경차 보급목표 제도를 도입(2020년 15% 이상)하였으며, 공공부문의 경우 2020년부터는 친환경차만 구매하도록 의무화하였다.

아울러, 승용차, 버스, 화물차, 이륜차 등 차종별로 친환경차 구매에 따른 다양한 보조금을 지급하고 있으며, 전국 어디서든 전기차 충전이 가능한 인프라 구축을 추진하고 있다.

이러한 노력 결과, 지난 3년 간 친환경차 보급 누적 대수는 약 4배 이상 증가하였으며, 2019년의 경우 수소차 보급 대수는 세계 1위, 전기차 보급 대수는 세계 8위를 달성하였다.

〈표 2-8〉 전기차·수소차 보급 및 보조금 지급 실적

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
친환경차 (누적 대수)	전기차	5,451	10,484	24,749	55,843	90,923
	수소차	48	96	179	908	5,097
	하이브리드	178,102	238,303	322,058	416,597	520,799
예산지원 (억원)	전기차	707	1,882	2,432	3,905	6,330
	수소차	19.8	79.5	185.8	298.4	2,265

수송용 연료(경유)에 일정 비율 이상의 신재생에너지 연료를 혼합하도록 하는 제도를 2007년부터 도입하여 시행 중이다. 바이오디젤은 주로 재활용된 폐식용유를 원료로 하고 있어 온실가스 저감은 물론 환경피해 비용도 감소시키는 친환경 원료로 2007년 0.5% 비율로 혼합 사용을 시작하여 현재는 수송용 경유 중 3% 이상을 신재생에너지 연료를 사용하도록 의무화하였다.

이외에도 도로 중심의 화물 운송 체계를 탄소배출이 적은 철도, 해운 중심으로 전환하는 물류체계 전환 (Modal Shift)을 촉진하고 있으며, LNG 연료를 이용하는 친환경선박 도입 및 육상전원공급장치(AMP, Alternative Maritime Power) 확대 등 철도, 해운, 항공 부문의 다양한 정책도 추진 중이다.

■ 건물 부문

건물 부문의 온실가스 배출은 그 나라의 주거 환경은 물론 국민 개개인의 생활 패턴과 밀접한 연계를 지니고 있다.

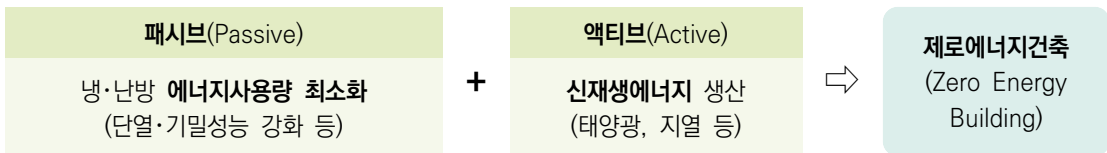
우리나라는 아파트의 비중이 높은 나라로서 건물 부문의 에너지 사용 특성을 고려하여, 건축물 에너지 사용을 최소화하고 생활 속 조명, 가전 기기 등의 에너지 효율을 높이기 위한 다양한 제도적 기반을 마련하여 시행하고 있다.

건물의 단열 성능을 극대화하여 에너지 부하를 최소화하고, 재생에너지 사용을 통해 에너지 소요량을 최소화하는 제로에너지 건축물 보급 정책을 추진하고 있다.

2020년부터 연면적 1,000㎡ 이상 공공건축물에 대해 제로에너지 건축을 의무화했으며, 대상을 단계적으로 점차 확대하여 2030년에는 민간·공공 건축물 모두에 대하여 제로에너지 건축을 의무화(연면적 5백㎡ 이상)할 예정이다.

[그림 2-6] 제로에너지 건축 개념도

- 단열성능을 극대화하여 에너지 부하를 최소화하고, 신재생에너지 생산을 통해 에너지소요량 최소화



- 에너지효율등급 1**이상을 충족하고 건물에너지관리시스템(BEMS 등)을 설치한 건축물 중 에너지자립률에 따라 5개 등급으로 구분

에너지효율등급	에너지자립률*	제로에너지등급
1**등급* 이상 (* 최저 7등급 대비 80% 절감) ※ 에너지효율등급은 최고1*** ~ 최저7등급	100% 이상인 건축물	1등급
	80 이상~100% 미만인 건축물	2등급
	60 이상~80% 미만인 건축물	3등급
	40 이상~60% 미만인 건축물	4등급
	20 이상~40% 미만인 건축물	5등급

이밖에, 기존 건축물의 에너지효율을 높이기 위한 그린리모델링 제도를 도입하여 건축물 성능 개선 시 이자 비용을 지원하고 있으며, 형광등에 대해 2027년까지 단계적 시장 퇴출 목표를 수립하는 등 가전기기에 대한 에너지 소비 효율 기준도 단계적으로 강화하고 있다.



제3장

2050 대한민국 비전

1. 2050 대한민국 비전 42
2. 2050 비전의 기본원칙 42
3. 2050 탄소중립 기본방향 44

1. 2050 대한민국 비전

2050 대한민국 비전

우리나라는 장기저탄소발전전략으로서 2050년 탄소중립을 목표로 나아갈 것이다. 이를 위해 한국판 뉴딜에 그린과 디지털 기술을 접목하여 시너지 효과를 발휘하고 기후기술 혁신을 위한 과감한 투자와 지원으로 2050년 탄소중립을 위해 노력할 것이다. 기후위기 대응을 위해선 우리나라뿐만 아니라 전 지구적인 노력과 참여가 중요하다. 국제사회 모두가 2050 탄소중립을 위해 공동의 노력을 펼칠 수 있도록 우리나라가 선도적인 역할을 할 것이다.

2. 2050 비전의 기본원칙

■ 기후변화 대응을 위한 국제사회 노력에 적극 동조

우리나라는 파리협정 당사국이자 국제사회 일원으로서 파리협정의 목표 달성(지구 평균온도를 산업화 이전 대비 2°C 이내로 억제, 나아가 1.5°C 이하로 제한)을 위한 국제 사회 노력에 적극 동참하고 기여한다.

아울러, 온실가스 감축을 지속 가능한 발전을 위한 기회로 삼아 국제사회와 함께 강력한 행동과 공동 협력을 추진해 나가고 이 과정에서 얻은 우리나라의 기술과 노하우를 이행역량이 부족한 국가를 위해 적극 지원한다.

■ 지속가능한 선순환 탄소중립 사회 기반 마련

세계 에너지 패러다임의 변화를 선도할 수 있는 국가 역량을 확보하여 부존 자원의 부족을 극복하고 에너지 자립도를 획기적으로 개선하여, 지속가능한 선순환 탄소중립 경제 체제 구축을 위해 노력한다.

우선, 에너지 공급은 온실가스 배출이 없는 친환경 에너지원 중심으로 발전 체계를 개편하기 위해 석탄화력발전소는 과감하게 감축하고, 산업, 건물, 수송 등 전 부문의 에너지 효율을 세계 최고 수준으로 높인다.

지속 가능한 산업환경을 조성하기 위해 기술혁신에 기반한 미래 성장동력을 창출하고 산업구조의 탈탄소화를 도모한다. 정부는 산업계와 협력하여 4차 산업 시대를 맞아 모든 부문의 디지털화를 실현해 에너지 최적 사용 기반을 조성하고, 수소 생산·공급·활용, 탄소 포집·저장·활용 기술(CCUS, Carbon Capture, Utilization & Storage) 등 미래 기술의 적용을 확대해 나간다.

한편, 탄소중립 사회로의 전환 과정에서 필연적으로 발생하는 화석연료 기반 산업 종사자의 일자리 감소 등에 대한 사회적 문제를 해결하기 위해 대체 산업을 적극 육성하고, 기술이전 교육 등 인력 양성을 지원하며, 지역 사회와 협력하여 저탄소 산업의 성장을 이끌 수 있는 인프라 구축에 노력한다.

아울러, 화석연료 기반의 생산, 유통, 소비 체계를 벗어나 환경, 건강 등 인류의 궁극적인 가치 실현을 위해 자원 선순환 경제 체제를 구축하고, 산림, 습지, 해안 생태계 등 자연기반의 탄소 흡수원을 지속적으로 확대하여 탄소중립 사회 실현을 위한 기반을 마련한다.

■ 국민 모두의 공동노력 추진

우리나라의 경제와 산업의 구조를 고려할 때 기존의 화석연료 기반의 성장주의를 벗어나 온실가스 감축과 경제와 산업의 발전을 동시에 추구하는 일은 경제, 사회, 생활행태 등 모든 부문의 변화와 혁신을 필요로 한다.

이러한 변화와 혁신은 산업계, 시민사회, 학계 등 각계각층의 사회적인 합의와 공감대를 바탕으로 성공할 수 있으며, 특히 범국민적인 지지와 참여가 반드시 필요하다.

이를 위해 기후변화 대응을 위한 탄소중립 사회로의 전환이 미래 세대를 위한 유일한 길이자 현재를 살아가는 우리를 위해서도 반드시 나아가야 할 길임을 국민 스스로 인식하여야 한다. 이러한 인식을 바탕으로 형성된 탄소중립 사회 지향에 대한 국민적 지지는 인식이 행동으로 전환되기 위한 원동력을 제공할 것이다.

한편, 정부도 탄소중립 사회 실현을 위해 국민이 부담해야 할 비용과 기후변화 대응으로 인한 편익에 대해 국민에게 투명하게 알리고 공유할 것이다.

우리가 그동안 당연하게 영유해 오던 화석연료 기반 사회와 결별하는 것은 지극히 어렵고 고통이 따르는 과제이다. 정부는 탄소중립 사회로의 전환을 위한 비용에 대해 국민에게 투명히 알리고 동의를 구해야 하며, 역할과 책임에 따라 국민 모두가 공정하고 합리적으로 비용을 분담할 수 있는 구조를 구축하여야 한다.

아울러, 기후변화 정책 전반의 수립 과정에서 정부의 일방적인 방식이 아니라 국민이 직접 의사결정 과정에 참여할 수 있는 기후변화 정책 민주주의를 실현하여야 한다.

3. 2050 탄소중립 기본방향

■ 기본방향 1 : 깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대

2050 비전을 달성하기 위한 방법으로 가장 중요한 첫 번째 과제는 탄소중립을 향한 에너지 전환 가속화가 핵심이다.

태양광, 풍력, 수력 등 탄소 배출이 없는 에너지원이 에너지 공급 시스템의 중심이 되어야 하며, 화석연료 기반의 석탄, LNG 발전의 대부분은 장기적으로 CCUS 기술 적용 등을 통해 온실가스 배출을 감축하기 위한 지속적인 노력이 필요하다.

이러한 에너지 공급 시스템의 근본적인 변화를 위해서는 기술 혁신을 통한 재생에너지의 가격 경쟁력 확보, 탄소가격을 활용한 정책 추진, 국가 전력 시스템의 고도화 등이 필요하다.

특히, 외부에서 전력을 공급받기 어려운 우리나라의 지리적 여건을 고려할 때, 재생에너지 발전 비중 증가에 따라 발생하는 발전량 예측 불확실성 증가 및 출력 변동성 문제는 반드시 해결해야 할 중요한 과제이다.

정보통신기술(ICT) 등 4차 산업혁명 기술을 활용하여 전기차, ESS, 수소 등 에너지 저장이 가능한 모든 시스템의 통합과 연계, 소비자와 생산자가 상호 소통하고 거래하는 프로슈머의 확대 등 진일보한 스마트그리드의 확산이 그 대안이 될 것이다.

아울러, 현재 화석연료를 주된 에너지원으로 사용하는 차량, 냉·난방 시스템, 산업부문 등 대부분의 분야가 미래에는 재생에너지를 통해 확보된 청정전기를 사용하는 시스템으로 대체될 필요가 있다.

우리나라의 2050년 비전을 달성하기 위해서는 현재 화석연료 기반의 운송 수단이 전기, 수소 등 친환경 에너지원을 기반으로 한 운송 수단으로 대체될 필요가 있다.

특히, 도로 운송에서 이러한 추세는 더욱 강화되어 2050년 이전에 전기차, 수소차 등 친환경차 대중화 시대가 도래할 것으로 예상되며, 전기 항공기, 전기·수소 선박, 철도 전기화 등 다른 운송 부문도 이러한 변화가 빠르게 일어날 것으로 보인다.

■ 기본방향 2 : 에너지 효율의 혁신적인 향상

‘에너지 효율’은 가장 친환경적이고 경제적인 제1의 에너지원이라 불린다.²⁹⁾

에너지 효율 향상은 에너지 비용 절감을 통해 산업의 경쟁력을 제고하고, 고효율제품 생산 등 연관 산업 육성에도 크게 기여하는, 경제성이 높은 에너지 소비 감축 전략이다.

29) 국제에너지기구(IEA)는 에너지 효율 향상을 온실가스 감축 기여도가 가장 높은 정책 수단으로 전망(2017)

또한, 부존자원이 거의 없는 우리나라 여건³⁰⁾을 고려할 때 에너지 안보 강화 차원에서도 필수적인 전략이다.

아울러, 에너지 효율 개선은 에너지 공급 용량 감소를 유도하고 이는 결국 재생에너지 확대에 따른 변동성 문제를 해결하기 위해 활용되는 ESS, 수소화 기술보다 비용 대비 가장 효과적인 정책 수단이 될 것이다.

에너지 효율 개선을 위한 방안으로는 자동차 연비 기준 향상, 건물 단열 기능 확대, 에너지 고효율 기기 사용, 스마트 에너지관리 시스템 보급 등 많은 부문에서 이미 도입되었거나 즉시 도입 가능한 수단들이 존재하며, 정부부터 산업계, 일반 국민까지 모든 부문의 이해관계자를 대상으로 한다.

따라서 정부가 에너지 효율 개선에 대한 명확한 정책 비전을 제시하고 규제와 인센티브가 잘 조화된 정책을 펼친다면 모든 부문의 적극적인 참여와 노력의 결과로서 에너지 효율의 혁신적인 개선 효과를 얻을 수 있을 것이다.

■ 기본방향 3 : 탄소 제거 등 미래 기술의 상용화

철강, 시멘트, 석유화학 등 에너지 다소비 업종 중심으로 구성된 우리나라 제조업 여건을 고려할 때 저탄소 사회 전환을 넘어 탄소중립 사회로 나아가기 위해 수소 기술 및 CCUS 등 미래 기술의 개발과 실제 산업 현장에서의 상용화가 반드시 필요하다.

주요 산업분야인 철강 생산 공정에서 환원제로 사용되는 코크스 제조(석탄의 건류), 시멘트 생산원료인 석회석 소성, 석유화학제품 생산에 사용되는 납사의 열분해 과정은 다량의 이산화탄소를 필연적으로 배출하는 산업공정이기 때문이다.

■ 기본방향 4 : 순환경제 확대로 산업의 지속가능성 제고

원료의 채취-소비-폐기로 이르는 선형 경제구조를 원료의 재사용, 제품의 지속가능성을 높이는 순환형 경제구조로 전환하는 것이 온실가스 감축과 생태계 보전을 동시에 이행할 수 있는 전략이다.

순환경제의 핵심은 제품의 전주기(생산, 소비, 재활용, 순환, 폐기)에 걸쳐 자원의 순환성을 강화하고 제품의 지속가능성을 높이는 것으로서 이를 통해 제품 생산을 위한 자원과 에너지 투입을 최소화 할 수 있다. 이는 온실가스 감축을 위한 미래 신기술 의존도도 크게 낮추게 되어 목표 달성의 불확실성을 줄이는 결과를 가져온다.

■ 기본방향 5 : 탄소 흡수 수단 강화

토지, 산림, 해양 생태계는 환경을 구성하는 기본 요소이자 우리 생존의 필수적인 다양한 재화와 먹거리 및 생태계서비스를 제공하는 공급원이다. 아울러, 이들은 이산화탄소를 흡수·저장하는 유력한 환경수단으로 탄소중립 사회 달성에 중요한 역할을 한다. 이산화탄소 저장 능력이 큰 산림의 유지 및 신규조성 확대, 지속 가능한 산림경영의 이행, 목재 제품의 이용 촉진 등은 온실가스 감축에 크게 기여할 수 있다.

30) '17년 기준 에너지수입액은 1,095억 달러로 국가 총 수입액의 22.9% 차지

〈표 3-1〉 주요 부문별 감축 수단 및 전망(예시)

감축수단		전망지표*		
		감축효과	기술성숙	감축비용
에너지공급(전력·열)				
	1. CO ₂ 포집·저장·활용(CCUS)	●	●	○
	2. 에너지믹스 개선	●	●	●
	3. 수소경제 활성화	연료전지 도입	●	●
		수소 공급	●	○
산업				
	1. 수소화 기술 및 원료 재활용	●	●	○
	2. 신소재 전환 및 고부가 제품 확대	●	○	○
	3. 기기 효율개선	●	●	●
	4. 스마트 공장 및 산단	●	●	●
	5. CO ₂ 포집·저장·활용(CCUS)	●	●	○
	6. 저탄소 연·원료 사용	○	●	●
	7. 산업공정 배출 감축	●	●	●
건물				
	1. 건축물 에너지 효율 향상	●	●	○
	2. 고효율 기기보급	●	●	●
	3. 스마트 에너지 관리	○	●	●
	4. 신재생 에너지 확대 및 미활용 열 활용	●	●	○
수송				
	1. 도로부문 바이오연료 혼합	●	●	●
	2. 친환경차 보급 포함, 평균연비 개선	●	●	●
	3. 철도부문 선진화	○	●	○
	4. 항공부문 선진화	○	●	○
	5. 해운부문 선진화	○	●	○
	6. 교통 수요관리	●	-	-
폐기물				
	1. 재활용·감량	●	●	○
	2. 메탄가스 회수	관리형 매립지	●	●
		생물학적 처리시설	●	●
	3. 매립부문 호기성 운영 강화	●	○	●
	4. 바이오 플라스틱 대체	●	○	●
농축수산				
	1. 스마트 농업(농업·축산·수산)으로의 전환	●	●	●
	2. 저탄소 농업기술 개발·보급 확대	●	●	●
	3. 정책 수요자 참여 정책 활성화	●	●	●
	4. 친환경 에너지 확대	●	●	●
탄소흡수원(산림)				
	1. 탄소흡수원 확대(신규조림, 재조림)	●	●	●
	2. 탄소흡수원 유지·관리(산림경영)	●	●	●
	3. 목재공급량 확대	●	●	●

* (전망지표) ●고(유리), ●중(보통), ○저(불리)

출처 2050 저탄소 사회 비전 포럼 검토안(2020.2)

지속가능한
녹색사회 실현을 위한

대한민국 2050 탄소중립 전략

如노로為獾

벌為蜂 ㅍ如파為

을為水 발 ㅈ為跟

為汲器 ㅊ如깃為

稷 ㅊ為箕 ㅌ如는

호미為鉏 ㅎ르為

날為鏟 이아為綜

ㅈ為炭 ㅊ為籬 ㅊ

銅 ㅊ如브ㅅㅍ為竈

霜 ㅊㅈㅈ為柳 ㅊ如

ㅈ為刀 而其聲土





제4장

부문별 비전 및 전략

1. 에너지 공급	50
2. 산업	58
3. 수송	68
4. 건물	75
5. 폐기물	82
6. 농축수산(농업·축산·수산)	86
7. 탄소 흡수원	91

1. 에너지 공급

1.1 에너지 공급 부문 현황

■ 전력 구성

우리나라는 에너지의 94%(2017년 기준)를 수입에 의존하는 자원 빈국이지만 세계에서 9번째로 많은 에너지를 사용하고 있는 에너지 다소비 국가이다. 지난 반세기 우리나라의 급격한 경제 성장의 성과는 제조업에 대한 집중 육성과 투자, 수출 확대가 핵심이었으며, 안정적인 전력 공급은 이를 달성하기 위한 필수 조건이었다.

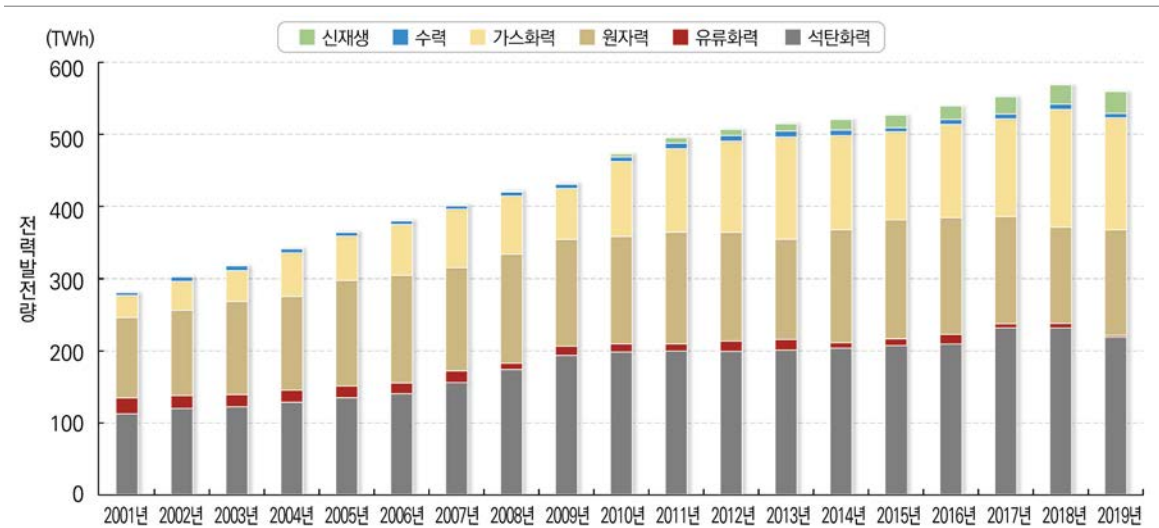
이에 따라, 우리나라는 그동안 에너지 공급이 상대적으로 안정적이고 비용이 낮은 석탄발전과 원자력을 기저발전원으로 삼아 공급 확대 중심의 전력 정책을 펼쳐왔다.

2017년 전체 전력 발전량 중 석탄발전에 의한 발전량은 43.1%, 원자력에 의한 발전량은 26.8%로서 두 발전원에서 공급하는 전력량이 전체의 70%에 이른다.

2000년대 초반에는 원자력의 발전비중이 40%에 달했으나 그 후 발전 비중이 점차 감소하였으며, 대신에 석탄 및 LNG 발전 등 화석연료 기반의 발전 비중이 증가하였다.

최종에너지에서 전력이 차지하는 비중도 빠르게 증가하고 있다. 1990년에는 최종에너지 중 전력 비중이 10.9%에 불과하였으나, 2010년부터는 19.2% 정도를 차지하고 있으며, 향후에도 전력화 현상의 심화로 이 추세는 지속될 것으로 보인다.

[그림 4-1] 전원별 발전비중 추세



출처 한국전력 통계(2019)

용도별 전력 수요

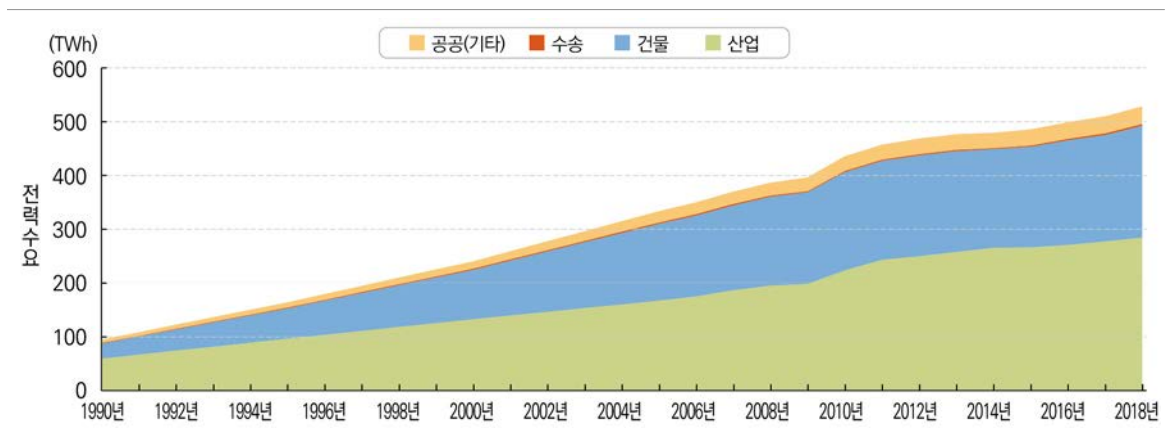
전력소비량은 꾸준히 증가하여 2018년 전력소비량은 총 526TWh에 달하였다.

다만, 지난 5년 간(2014~2018년) 연평균 증가율이 2009~2013년 연평균 증가율에 비해 1/2 수준으로 하락한 것을 볼 때, 전력 소비량 증가 추세가 둔화되고 있음을 알 수 있다.

용도별 전력소비 비중의 경우 산업용이 50% 이상을 차지하고 있으나, 2014년 55.4%를 정점으로 비중이 점차 하락하고 있다.

반면 상업용, 가정용 등 건물 부문에서 소비되는 전력 수요가 점차 상승 중이며, 전기차 보급 확대에 따른 수송 부문의 전력 수요도 향후에는 증가할 것으로 보인다.

[그림 4-2] 용도별 전력 수요

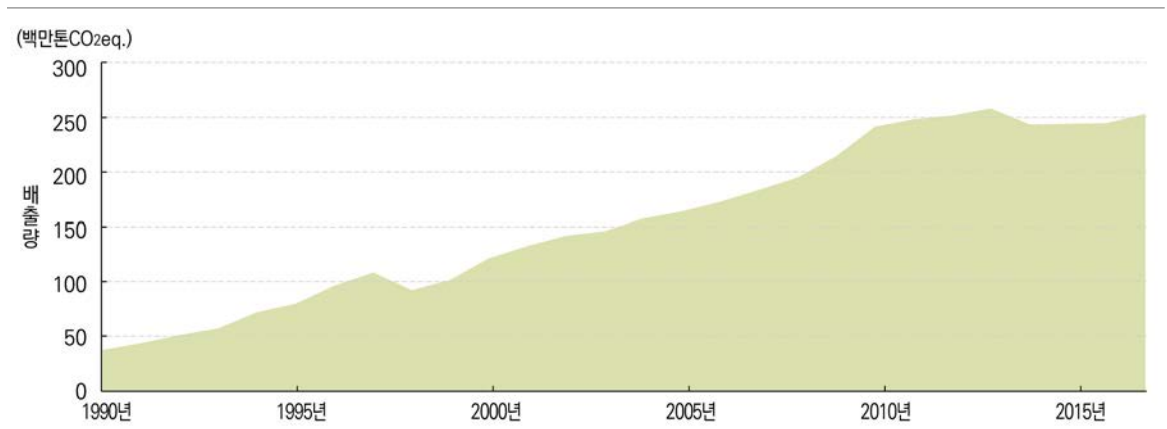


출처 에너지수급통계(KOSIS, 2019)

전력 부문 온실가스 배출량

전력 부문 온실가스 배출량은 전력 수요 증가와 배출집약도의 악화로 꾸준히 증가 추세를 보이고 있지만, 2010년 이후 증가세는 둔화되었다. 2017년의 경우 1990년 보다 약 6배 상승하였으며, 우리나라 총배출량의 약 36%를 차지한다.

[그림 4-3] 전력 부문 온실가스 배출량 추세



1.2 에너지 공급 부문 2050 비전

온실가스 배출 없이 친환경적으로 전력을 생산하고 활용을 확대하는 것은 우리나라 2050 비전을 달성 하는데 있어 가장 중요한 요소이다.

저탄소 발전원을 중심으로 전력믹스를 개선해야 하며, 나아가 CCUS 기술 등을 적극 활용하여 전력 부문의 탄소중립 달성이 필요하다.

전력 부문의 온실가스 감축 수단은 전력 생산에 따른 온실가스 배출계수 개선과 수요관리로 나눌 수 있는데, 전력 수요 관리에 대한 전략 및 과제는 각 부문에서 다루고 본 절에서는 전력 부문의 온실가스 배출집약도 개선 전략을 중심으로 검토한다.

전력 부문은 2030 NDC 달성과 2050 탄소중립을 위해서도 가장 핵심적인 부문으로 혁신적인 재생에너지 보급과 화석연료 발전에 대한 CCUS 기술 적용을 전제로 한다.

앞으로 태양광, 풍력을 기반으로 한 재생에너지 중심으로 전력공급 체계가 전환되어야 하며, 화석연료 발전원의 경우 기저발전원의 역할에서 재생에너지의 불완전성을 보충하기 위한 전력원으로 역할이 바뀔 것이다. 이 경우 CCUS 기술의 연계를 적극 검토할 필요가 있다.

한편, 전력 외 부문의 탄소중립을 위해서는 깨끗하게 생산된 전기, 수소의 활용성이 높아질 필요가 있으며, 이에 따른 전력 수요 증가가 예상된다. 늘어나는 전력 수요를 고려하여 안정적인 전력 공급 체계 구축과 함께 전력수요 증가를 합리적으로 관리할 엄격한 수요관리 정책이 필요하다.

■ 재생에너지 중심의 전력 공급

2050년 전력 부문의 탄소중립을 위해서는 전력 생산의 중심이 태양광과 풍력 등 청정에너지를 핵심으로 한 재생에너지가 되어야 한다.

우리나라에서 재생에너지 연간 발전 비중은 2010년에는 1.2%에 불과했지만, 2018년 4.2%(폐기물 제외)로 약 3.5배 증가하는 급격한 상승을 이뤄냈다.

이러한 성장세는 2030년까지 재생에너지 발전 비중 20%라는 목표 아래 RPS제도, 한국형 FIT 도입 등 재생에너지 보급 확산을 위한 다양한 정책 지원에 힘입어 얻어낸 결과이다.

나아가, 문재인 정부는 2019년 5월에 수립한 제3차 에너지기본계획을 통해 2040년까지 최대 35%를 재생에너지를 활용하여 전력을 보급하겠다는 야심찬 목표를 세웠으며, 2050년에는 이러한 보급 추세가 더욱 가속화되어 재생에너지가 우리나라의 가장 주요한 발전원이 될 것으로 전망된다.

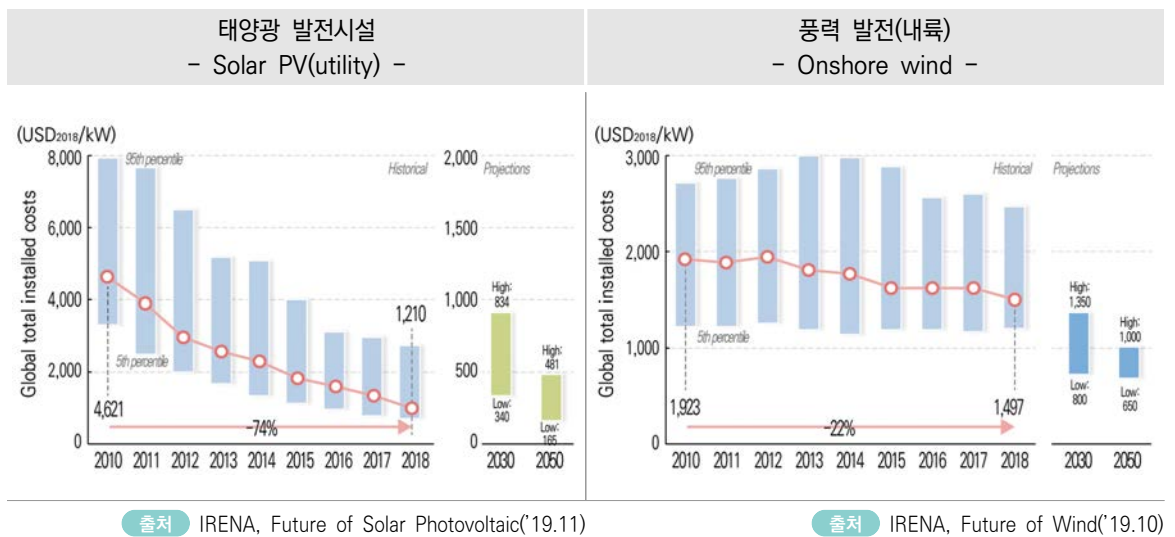
한편, 지속적인 기술개발로 인한 재생에너지 생산 원가 하락과 4차 산업기술과 연계한 계통의 유연성 증대는 이러한 재생에너지 보급 추세를 강력히 견인하는 요소로 작용할 것이다.

태양광의 경우, 투자비가 평균 3,745천원/kW(2011년)에서 1,648천원/kW(2017년)으로 감소하였으며, 풍력(육상)의 경우도 투자비가 2,576천원/kW(2012년)에서 2,102천원/kW(2017년)으로 하락하는 등 재생에너지 투자비가 획기적으로 감소하고 있다.

이러한 재생에너지 생산원가 감소 추세는 미래에 더욱 가속화될 것으로 보인다.

에너지경제연구원 보고서에 따르면 현재 태양광, 풍력의 생산원가의 경우 화석연료 기반의 발전원보다 높지만, 2030년 경에는 석탄, LNG 등 화석연료 기반의 발전원과도 가격 경쟁을 할 수 있을 정도의 경쟁력³¹⁾을 갖출 수 있을 것으로 예상되고, 그 이후에는 경제성에 근거하여 자생적인 재생에너지 확산이 가능할 것으로 보인다.

[그림 4-4] 재생에너지 투자비 전망



연료전지 및 그린수소 확대

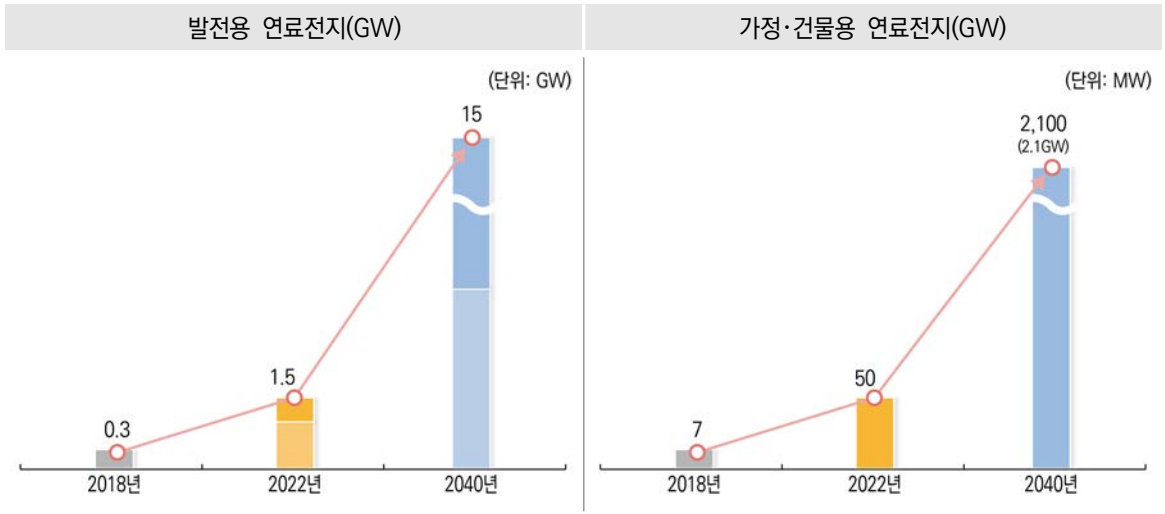
우리나라는 산업 혁신과 온실가스 감축을 위하여 수소를 중요한 에너지원으로 삼고, 이를 적극 활용하여 세계 최고 수준의 수소경제 선도국가로 도약하기 위한 수소경제 활성화 로드맵을 2019년에 발표한 바 있다.

수소경제 활성화 로드맵의 핵심은 재생에너지를 활용한 그린 수소 생산기반을 구축하고, 이를 통해 생산된 수소를 연료전지, 다양한 모빌리티 등에 활용하여 기존 탄소자원 중심의 에너지 패러다임을 친환경 에너지원인 수소 중심으로 전환하겠다는 것이다.

이를 위해 우리나라는 2040년까지 8GW 규모의 발전용 연료전지 설비를 구축할 예정이며, 그 이후에도 지속적으로 연료전지의 규모를 확대할 예정이다. 그리고 그린수소 공급 비율 확대를 위해 다양한 정책을 펼칠 것이다.

31) 에너지경제연구원, 발전원별 균등화 발전원가 산정에 관한 연구('18.2.)

[그림 4-5] 수소를 활용한 연료전지 보급 계획



출처 수소경제활성화로드맵(2019)

■ 화석연료 발전에 대한 CCUS 기술 적용

전력 부문에서 화석연료를 사용하기 위해서는 이산화탄소의 포집·저장·활용(CCUS) 기술이 필요하다.

석탄발전과 LNG 발전소에서 배출되는 이산화탄소가 대기roman 배출되지 않는다면 두 발전 방식은 재생에너지 확대에 따른 변동성 문제 해결과 에너지 안보 강화 차원에서 지속적으로 중요한 역할을 할 수 있다.

우리나라는 앞으로도 문재인 정부의 핵심 국정과제인 석탄발전소의 과감한 감축을 추진해 나갈 예정이며, 이에 따라 2050년까지 석탄발전소의 온실가스 배출을 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

한편, LNG 발전의 경우 태양광, 풍력 중심의 재생에너지 시대로 가기 위한 징검다리로서 전력 피크 등 예기치 못한 전력 공급 사태에 대비하고 에너지 안보 강화를 위한 공급 다변화 전략 차원에서 일정 수준의 역할을 지속할 것으로 전망된다.

CCUS는 우리나라의 2030년 NDC 달성을 위해서도 중요한 이산화탄소 감축 옵션이다.

우리나라는 2030년까지 약 천만톤CO₂eq.를 감축할 수 있는 기술개발 및 실증기반 조성을 목표로 정부 차원의 전폭적인 R&D 지원을 추진하고 있으며, 이러한 CCUS 활용성은 전력 부문의 탄소중립을 위하여 향후 기술 발전이 필요한 상황이다.

다만, CCUS 확대를 위해서는 기술 발전에 따른 CCUS의 비용 하락, 대규모 저장소 및 사회적 수용성 확보, 규제와 인센티브의 병행을 통한 충분한 시장 유인책 형성이 중요하다.

CCUS의 기술발전이 충분히 성숙되고 활용방안을 극대화할 경우 석탄 기반의 발전원에서 배출되는 이산화탄소는 물론, LNG 발전에도 상당 부분 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

1.3 에너지 공급 부문 전략

■ 재생에너지 기술적 제약 극복

태양광, 풍력으로 대표되는 재생에너지는 자연의 무한한 에너지를 공급 기반으로 한다. 즉, 한번 시설을 설치하면 한계비용을 거의 발생시키지 않고 온실가스 배출이 전혀 없는 깨끗하고 무한한 에너지를 공급할 수 있는 친환경 에너지원이다.

하지만, 재생에너지가 석탄, 원자력, LNG 등 안정적으로 전력을 공급해온 기존의 전통적인 에너지원을 뛰어 넘어 주력 에너지원으로서의 역할을 하기 위해서는 자연을 활용함에 따라 불가피하게 발생하는 변동성, 간헐성에 대한 문제를 반드시 해결하여야 한다.

4차 산업기술에 따른 정보통신기술(ICT) 기반의 고도화된 네트워크, 혁신적으로 발전 중인 에너지저장 시스템(ESS), 차세대 에너지원인 수소 등은 이러한 재생에너지의 단점을 극복하고 에너지 전환이 성공하는데 큰 역할을 할 것이다.

재생에너지의 변동성과 간헐성 문제를 해결하기 위한 가장 핵심과제는 재생에너지 발전량의 예측 가능성을 높이고 안정적이고 유연한 백업설비 체계를 구축하는 것이다.

이를 위해 우리나라의 기상 상황, 재생에너지 종류, 설치 지역, 설비 규모 등을 종합 고려한 재생에너지 발전량을 사전에 정확히 예측할 수 있어야 한다.

아울러, 재생에너지의 변동성을 줄이도록 현재 하루 전에 전력 공급량을 결정하는 경직된 전력 체계를 선진화하여 실시간으로 대응할 수 있는 실시간 전력시장 운영체계를 구축해야 하며, 필요에 따라 재생에너지의 다양한 제어 기술과 에너지 저장시스템을 활용하여 전력망을 상시 안정적으로 운영할 수 있는 기반을 조속히 조성하여야 한다. 우리나라가 현재 개발 중인 재생에너지 종합관제 시스템, 실시간 전력시장 체계³²⁾ 등이 위에서 언급한 변동성 문제를 해결하기 위한 좋은 대안이 될 것이다.

한편, 재생에너지의 간헐성과 피크 부하를 안정적으로 관리하기 위한 다양한 에너지원으로서의 전환 또는 에너지 저장시스템의 활용도 중요하다.

그린수소를 활용한 연료전지, 에너지저장시스템(ESS), 양수 발전 등은 잉여 재생에너지 생산량을 저장할 수 있는 좋은 기술적, 환경적 기회를 제공할 것이며, 이를 통해 재생에너지의 간헐성 문제를 해결할 수 있다.

아울러, CCUS와 결합한 화석연료 기반의 발전원도 재생에너지의 간헐성을 보완하는 중요한 백업 설비로서 역할을 할 수 있을 것이다.

32) 제8차 전력수급기본계획('17.12), 제3차 에너지기본계획('19.5)

■ 재생에너지 친화형 제도 구축

화석연료를 기반으로 한 과거의 전력망은 중앙 통제에 따른 일방향성의 에너지 공급 방식을 채택하고 있다. 이는 석탄발전소, 원자력 발전소 등 대규모 발전원을 장려하기 위한 전력망 체계로서 특정 지역에 대규모의 발전원을 밀집시키는 결과를 가져왔으며, 공급지와 수요지의 불일치로 인한 장거리 계통 연결 과정에서 사회적 갈등이 발생하기도 하였다.

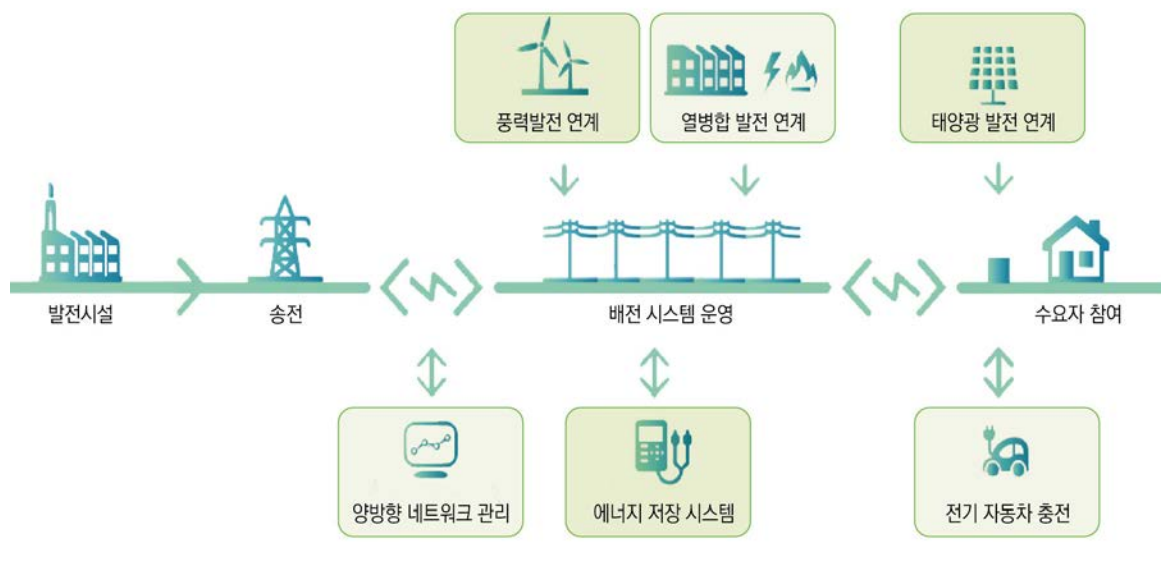
재생에너지 중심의 전력 체계로의 전환은 이러한 중앙 집중형 전력망의 단점을 해소할 수 있는 좋은 기회이다. 재생에너지의 발전 사업의 범위는 무궁무진하며, 누구나 소규모로 참여할 수 있다. 즉, 기존의 중앙 집중형, 일방향성 방식의 전력망 구조에서 탈피하여, 분산형, 참여형, 다방향성의 특성을 가진 전력망으로 전환하는 것이 주요 전략이다.

예를 들어, 태양광 패널은 건물, 토지, 운송수단 등 설치 장소를 가리지 않고 누구나 설치할 수 있으며, 풍력발전의 경우도 이미 마을, 협동조합 등 지역 주민이 직접 보급에 참여하여 이익을 공유하는 다양한 사업 모델이 개발되었다.

한편, 전기차 배터리를 활용한 V2G(Vehicle to Grid) 시스템, 잉여 재생에너지 생산에 대한 개인 간 거래, ESS 등 다양한 소규모 분산전원(DER, Distributed Energy Resources)을 모아 가상발전소로서 전력중개시장에 참여하는 새로운 비즈니스 모델도 재생에너지 확대에 큰 기여를 할 것으로 보인다.

이러한 변화는 에너지 소비자와 생산자의 구분이 더 이상 의미가 유효하지 않게 되었음을 보여주며, 에너지 생산과 소비를 동시에 수행하는 프로슈머 시대가 도래할 것임을 의미한다. 정부도 이러한 흐름에 맞춰 다양한 분산형 재생에너지 시스템의 개발을 추진할 것이다.

[그림 4-6] 새로운 에너지 공급 시스템 비전



정부는 에너지전환 시대에서 이러한 혁신이 제때에 이뤄지고 나아가 선제적으로 변화를 이끌어갈 수 있도록 재생에너지 친화적인 제도를 구축하여야 한다.

우리나라는 이미 분산형, 참여형 에너지 공급 체계의 확대를 중요한 정책 비전으로 삼고 분산형 발전량 비중을 2040년까지 30%로 확대한다는 목표 아래, 다양한 분산전원이 시장에 효과적으로 참여할 수 있도록 전력중개시장에 대한 개선과 분산전원 연계를 위한 계통 체계 보완 등 다양한 분산형 발전 확산 정책을 추진 중에 있다.

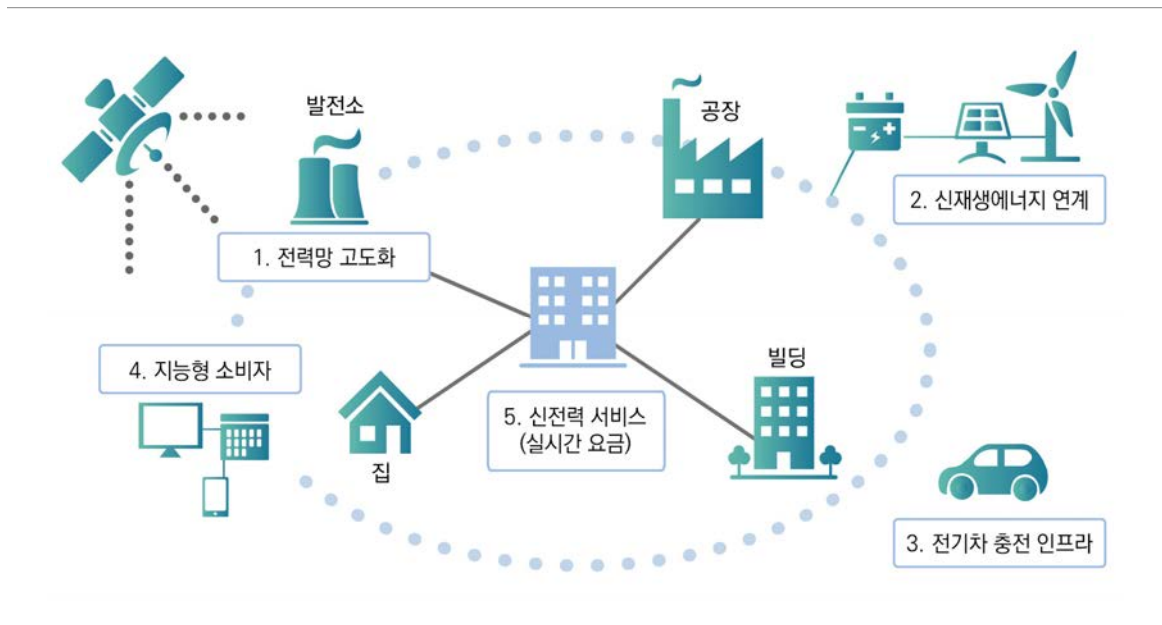
한편, 스마트 그리드 서비스의 확산도 수요의 유연성을 확보하기 위한 중요한 과제이다. 꼭 필요한 만큼 전기를 생산하거나 생산량에 맞춰 전기를 사용할 수 있다면 전력 공급의 효율성을 극대화할 수 있다.

계절과 시간대별로 차등화된 계시별 요금제의 도입과 수요자원 거래시장(DR, Demand Response)의 활성화 정책이 대표적인 정책이다.

이는 소비자 중심으로 전력소비 시장체계를 전환하는 것으로서 소비자는 시장 흐름을 고려하여 전력 소비를 조절함으로써 경제적 이익을 취하고, 공급자는 피크 부하 감소와 안정적인 공급을 통해 공급 비용을 절감함으로써 소비자, 공급자 모두가 상생할 수 있는 혁신적인 정책이다.

이러한 모델을 구현하는 것이 스마트그리드로서 현재 우리나라도 제주도의 시범사업에 이어 서울, 광주에서 스마트 그리드 체험단지를 실증 중이다.

[그림 4-7] 스마트그리드 개념도



2. 산업

2.1 산업 부문 현황

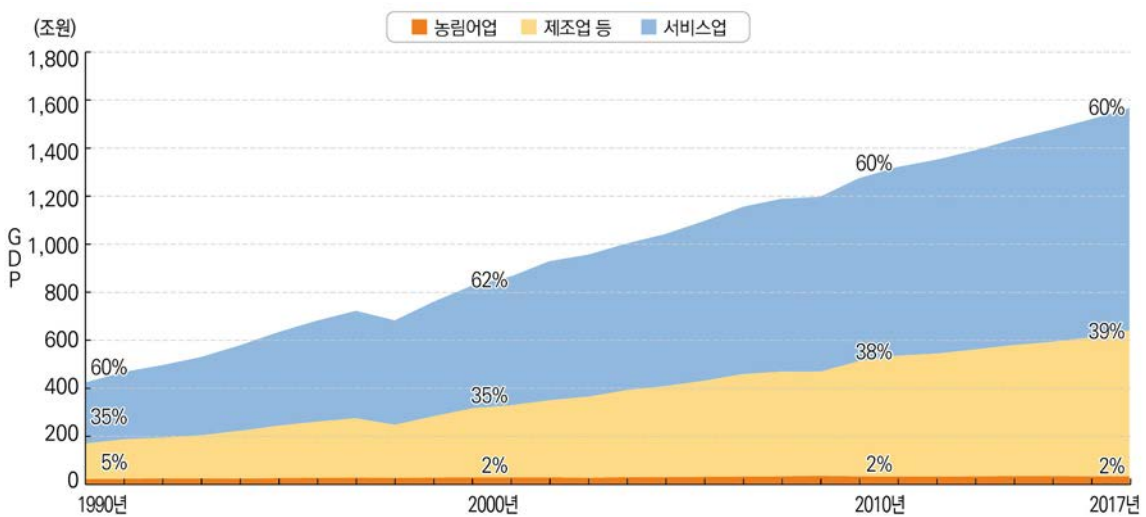
■ 우리나라 경제 구조

우리나라 GDP는 1990년 대비 2017년 연평균 5% 증가라는 높은 성장률(OECD 연평균 4.4% 증가)을 기록했으며, 이는 우리나라 GDP의 90% 이상을 차지하는 산업의 성장에 기인한다.

이 중 제조업 등³³⁾이 우리나라 GDP에서 차지하는 비중은 39%(2017년 기준)로 서비스업(60%) 보다는 낮으나 부가가치 성장률³⁴⁾의 경우는 서비스업보다 오히려 높다.

이러한 성과는 철강, 조선, 자동차, 석유화학, 반도체 등 제조업을 국가 기반 산업으로서 집중 육성하고 수출이 확대되었기 때문이다.

[그림 4-8] 경제구조 변화



산업 부문의 전체 부가가치 중 제조업에서 발생하는 부가가치는 80%로서 대부분을 차지하고 있다. 제조업에서 주요 업종별 부가가치 현황을 살펴보면 조립금속³⁵⁾ 업종이 차지하는 비중은 32%에서 62%로 증가(1990년 대비 2017년)하였으나, 철강, 석유화학 등 에너지 다소비업을 포함한 나머지 제조업의 비중은 68%에서 38%로 감소하였다.

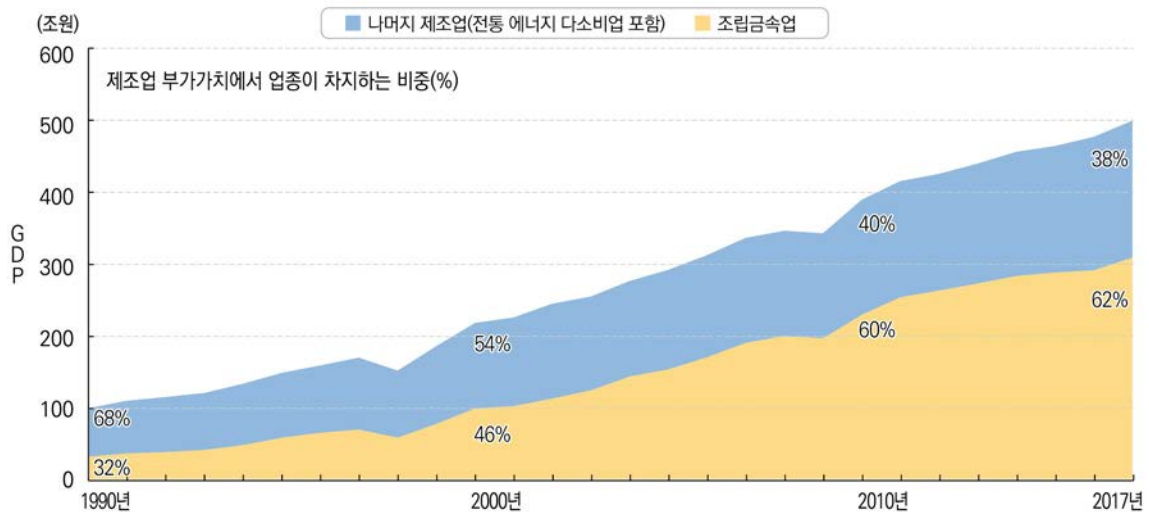
33) 광업 및 제조업, 건설업 및 SOC로 구성

34) 부가가치 성장률(1990~2017년 연평균 증가율) : 산업 5.4% / 서비스업 4.9%

35) 반도체, 디스플레이, 전기전자, 기계, 자동차, 조선

이는 1960~1980년대 요소투입형 발전전략을 바탕으로 철강, 석유화학, 시멘트 등 대규모 장치산업 중심의 산업이 육성되었으나, 1990년대 들어 첨단 기술의 발전과 기계 산업의 성장으로 반도체, 전기전자, 자동차, 조선 등 기술 집약 산업을 중심으로 제조업 구조가 개편되었기 때문이다. 2000년 이후에는 지식기반 경제 시대의 도래와 정보화 기술의 발달에 힘입어 반도체, 디스플레이, IT 산업이 국가 경제성장의 핵심축으로서 역할을 하고 있다.

[그림 4-9] 제조업 업종별 부가가치 변화



■ 산업 부문 온실가스 배출량

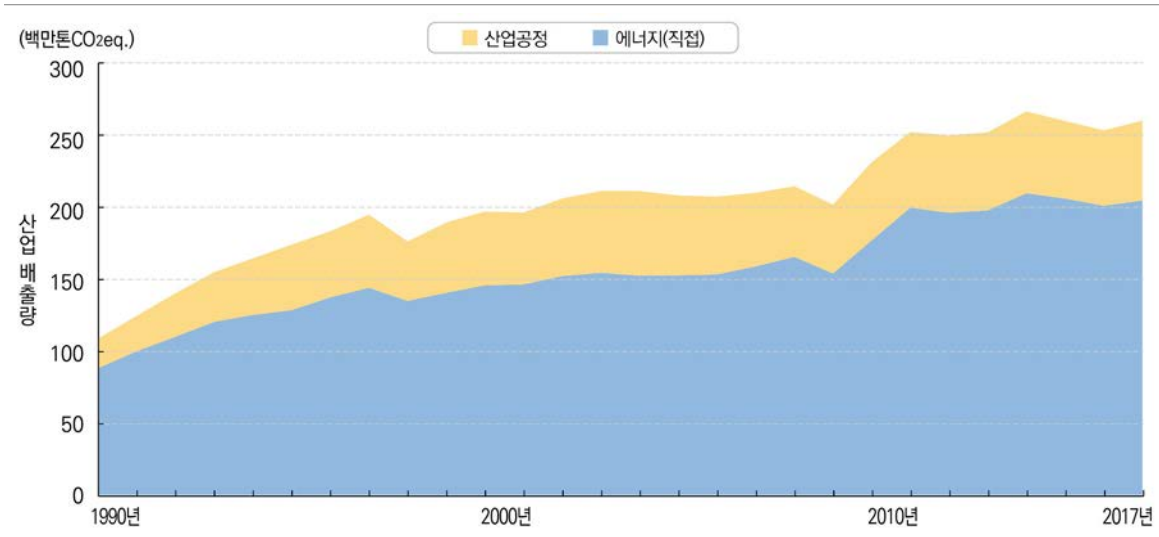
산업 부문은 우리나라 국가 배출량의 37%(2017년 기준, 간접 배출량 포함 시 54%)로, 에너지 부문과 같이 배출량 비중이 가장 높다.

산업 부문의 온실가스 배출은 크게 석탄, 석유, 가스, 전기 등 에너지 소비로 인한 배출과 공정 상 화학반응에 의한 산업공정 배출, 두 가지로 구분하며, 에너지 소비로 인한 배출이 대부분을 차지한다.

에너지 소비로 인한 배출량은 2017년 기준 전체 산업 부문 배출량의 86%를 차지하며, 산업공정 배출량은 14%를 차지하고 있다.

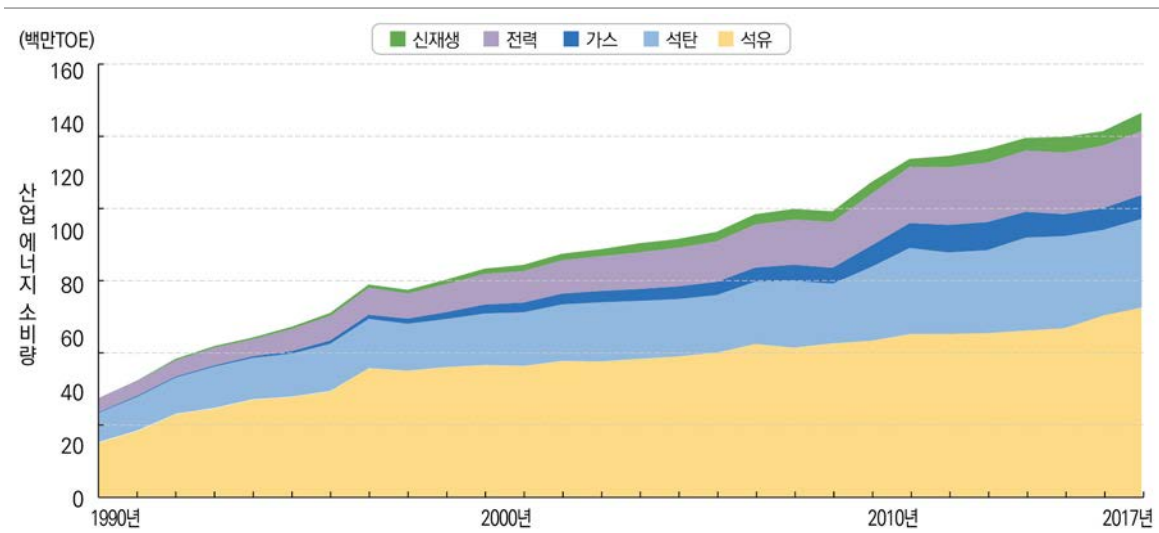
지난 10년간 배출량의 변화 추이를 살펴보면, 에너지 소비로 인한 배출량 중 직접 배출량(전력 생산공급에 따른 간접 배출량 제외)은 연평균 2.0% 증가한 반면, 산업 공정 배출량은 동기간 연평균 0.5% 증가에 그쳤다.

[그림 4-10] 산업부문 온실가스 배출량



산업 에너지원별 소비량을 살펴보면, 석유 및 석탄 소비량이 산업 전체 소비량의 70% 이상으로 대부분을 차지하고 있다. 이러한 소비 구조는 에너지다소비 업종인 석유화학 및 철강 공정에서 사용되는 납사 및 코크스로 인한 것으로 산업 부문의 온실가스 감축을 위해서는 에너지 집약적 업종의 저탄소 전환이 필요하다는 것을 보여준다.

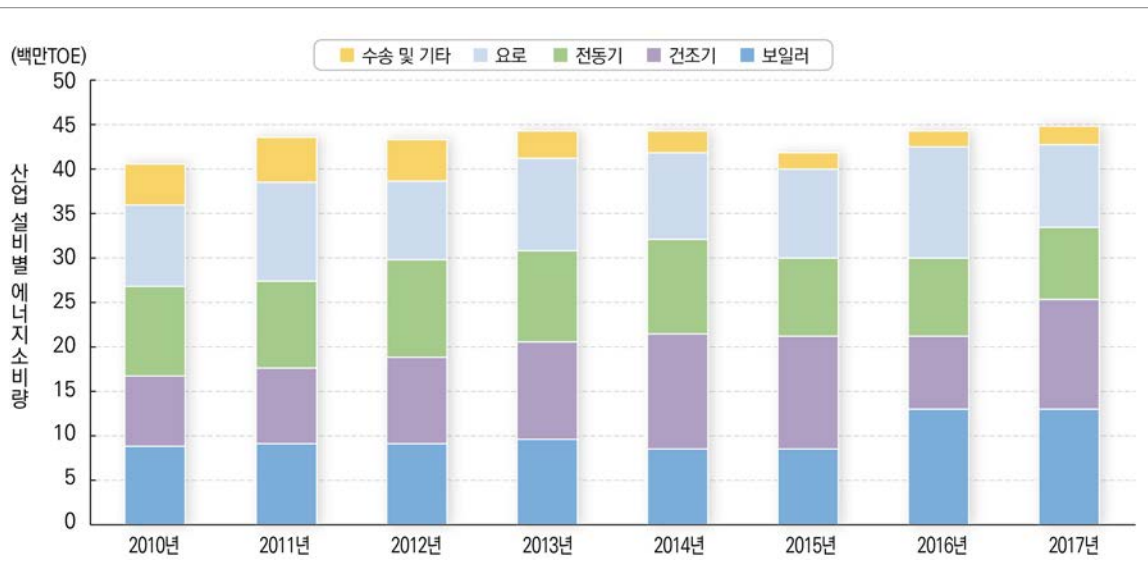
[그림 4-11] 산업 부문 에너지원별 사용 추세



산업 설비별 에너지 소비량³⁶⁾을 살펴보면, 보일러 및 요·로 설비에서 소비하는 에너지 비중이 지속 확대되며 연평균 1% 증가하고 있다.

보일러의 경우 2010년 22%에서 2017년 29%로, 요·로의 경우 20%에서 27%로 에너지 소비 비중이 증가하였는데, 이는 직접 가열이 필요한 주요 설비가 증가한 것이 원인이다.

36) 원료용 납사 및 코크스 소비량 미포함

[그림 4-12] 산업 부문 설비별 에너지 소비량³⁷⁾

2.2 산업 부문 2050 비전

깨끗한 환경을 요구하는 국민적 바람과 파리협정에 따른 국제적인 온실가스 감축 규제 움직임을 고려할 때, 화석연료에 의존한 에너지 집약 중심의 산업은 저탄소 체제로의 혁신적인 전환이 필수적이다.

온실가스 감축은 산업의 발전 가능성과 지속 가능성을 높일 것이며, 에너지 효율 개선, 국제경쟁력 강화 등 경쟁력 확보의 기회로도 작용할 것이다.

산업 부문의 온실가스 감축을 위한 방법으로는 에너지 이용 효율 개선, 저탄소 연료 전환, CCUS 기술 도입, 혁신적인 산업 공정 개선 등 다양한 옵션이 존재한다.

다만, 온실가스 배출량을 획기적으로 줄일 수 있는 단 하나의 수단은 없으며, 업종별 차이와 특성(에너지 이용 패턴, 온실가스 배출구조, 기술 수준 등)을 고려하여 다양한 수단을 활용하여 산업 부문의 2050 비전 달성을 위해 노력하여야 한다.

본 절에서 제시하는 2050년 산업 부문 비전은 업종별 특성과 기술개발의 적용 가능성을 고려하여 다양한 온실가스 감축 수단을 적용하였다.

특히, 현재 상용화되어 산업 현장에 적용된 기술을 우선 적용하되, 기술 개발 동향 및 국제 사례를 참고하여 아직 상용화되지 못했지만 미래에 적용 가능성이 높은 기술의 경우도 온실가스 감축의 주요 수단 중의 하나로 포함시켰다.

37) 철강 원료용 코크스 및 정유·석유화학의 원료용 납사 소비량 제외(에너지총조사, 산업부)

미래 신기술 적용

철강, 시멘트, 석유화학은 자동차, 조선, 건설, 반도체 등 우리나라 경제의 핵심 산업에 미치는 전·후방 효과가 큰 기초산업인 동시에, 온실가스 배출량 측면에서는 산업 부문 전체 배출량의 대부분을 차지하는 대표적인 에너지 집약적 업종이다.

이들 산업에서 배출되는 온실가스는 원료인 석탄, 석회석, 납사를 가열하는 공정 과정에서 필연적으로 발생하는 화학반응의 결과물이다. 따라서 공정 과정에서 소비하는 연료를 절감하는 기존의 산업 부문 온실가스 감축 수단으로는 근본적인 온실가스 감축에 한계가 존재한다.

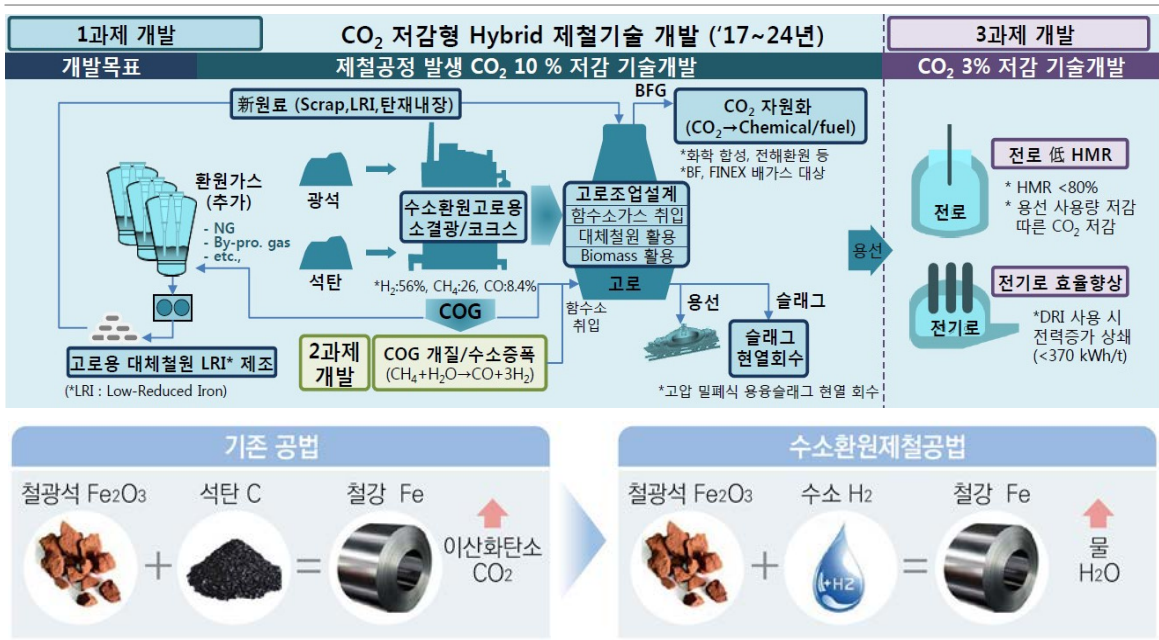
현재 사용되는 공정 시스템의 근본적인 변화 없이는 공정에서 배출되는 이산화탄소를 감축하기가 쉽지 않으며, 이를 해결하기 위해서는 수소화, 바이오매스, 이산화탄소 포집·활용(CCU) 등 기존의 공정 배출 구조와 전혀 다른 화학 반응을 활용한 새로운 시스템 도입이 필요하다.

먼저 철강의 경우, 고로 공정에서 필연적으로 이산화탄소를 발생시키는 코크스(유연탄) 대신 수소를 사용하여 철광석을 환원한다면, 온실가스 배출을 크게 줄일 수 있다.

우리나라의 경우, 정부와 기업이 협력하여 수소 활용 CO₂ 저감 제철기술(탄소 연·원료 기반 수소환원제철)에 대한 기초 기술개발을 추진 중³⁸⁾으로 2025년 이후 실증화 등을 거쳐 기술이 개발될 수 있을 것으로 예측하고 있다.

다만, 수소환원제철의 성공적인 도입을 위해서는 기술 개발의 성공과 함께, 필요한 다량의 수소와 에너지를 깨끗하게 생산하고 안정적으로 공급할 수 있는 기반 구축도 병행되어야 한다.

[그림 4-13] 수소 활용 CO₂ 저감 제철기술(탄소 연·원료 기반 수소환원제철)



출처 2018 Steel Korea (2018, 한국철강협회) 및 철강산업 경쟁력 강화 방안 (2016, 산업부)

38) 제2차 에너지기술개발사업 추진 중(17~24년) (산업부, 2017년)

시멘트 업종의 경우 주요 온실가스 배출원인 소성공정의 투입 원료(석회석) 사용을 줄이기 위해서 비산재(fly-ash), 슬래그, 포졸란 등 혼합재의 사용 비율을 높이거나, 완제품인 페콘크리트 골재를 재활용 함으로써 시멘트 생산량 자체를 줄이는 방법 등을 검토할 필요가 있다.

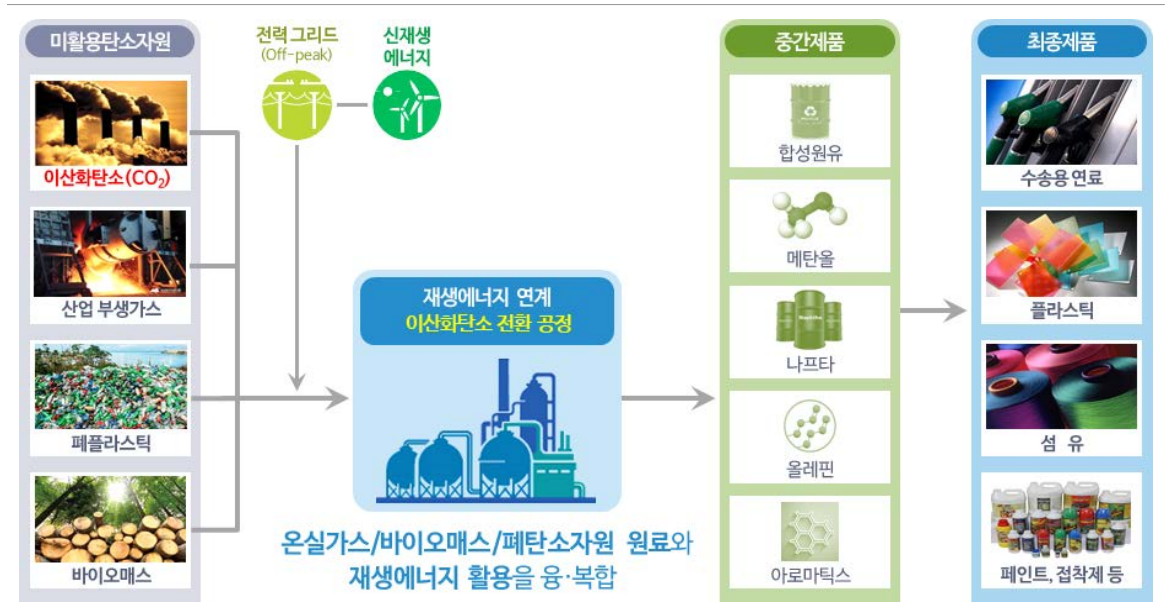
탄소 포집·저장·활용 기술(CCUS)도 온실가스 다량 배출 업종을 중심으로 중요한 역할을 할 수 있다.

대표적인 예로 철강, 시멘트, 석유화학 업종과 같이 공정 과정에서 직접 배출되는 이산화탄소량이 대규모인 업종³⁹⁾의 경우, 다른 업종에 비하여 비용 효율적인 방식으로 CCUS 도입을 추진할 필요가 있다.

더불어, 석유화학 업종은 원료 전환 방법으로서 CCU 기술(Carbon-to-x⁴⁰⁾)을 적용할 경우 미래에 탄소중립을 지향하는 산업 전환을 이끌 중요한 기술 대안이 될 수 있다.

다만, 아직 기술 개발이 초기 수준의 단계인 점, 고비용에 따른 경제성 확보 이슈, 기술 상용화에 대한 불확실성 등은 극복해야 할 과제이다.

[그림 4-14] CCU 미래 기술



출처 「CCUS 기술의 현황과 미래」(한국화학연구원)

에너지 효율 개선

에너지 효율 개선은 가장 대표적인 산업 부문의 온실가스 감축 수단으로서 우리나라도 그동안 다양한 에너지 효율 개선 노력으로 에너지 집약도 향상의 결과를 얻은 바 있다. 다만, 최근 들어 에너지 효율이 높은 수준에 다다르며, 추가적 효율 개선 여력이 낮아짐에 따라 에너지 효율을 개선할 수 있는 대안 마련이 필요한 상황이다.

39) 산업 에너지 배출량에서 철강, 석유화학, 시멘트 업종이 차지하는 비중 70%(17년 기준)

40) 석유화학 납사 열분해 공정 대신 포집한 CO₂를 탄소원으로 활용하여 기초화학제품 및 연료 등을 생산

우리나라의 경우 생산 공정에서 에너지를 다소비하는 설비는 보일러, 요·로, 건조기 및 전동기 순으로서 이들 설비에서 소비되는 에너지 소비량이 전체 산업 공정에서 소비되는 에너지의 90% 이상을 차지한다.

이러한 설비들의 에너지 효율개선은 기술적으로 이미 충분히 성숙되어 있고 국제적으로 보편적인 온실가스 감축 수단임을 고려할 때, 산업부문의 온실가스 감축을 위해서 우선적으로 적용하여야 한다.

한편, 첨단 정보통신기술(AI, IoT 등) 등 4차 산업혁명 기술을 활용한 공장, 산업단지의 스마트화도 미래에 중요한 온실가스 감축수단이다.

산업의 스마트화란 제품의 기획부터 판매까지 모든 생산 과정을 정보통신기술을 활용하여 통합하는 것으로서 자원을 효율적으로 분배하고 에너지 효율을 극대화하여 제품 생산성을 높이는 것을 말한다.

이는 결국, 자원과 에너지 사용을 절감시켜, 온실가스 감축을 유도할 수 있다.

공장의 스마트화 적용 시 평균 7~10⁴¹⁾% 에너지 절감이 가능한 것으로 전망됨에 따라 2050년까지 대부분의 공장과 산단에 스마트화 적용을 추진할 필요가 있다.

[그림 4-15] 스마트공장 및 스마트 산업



출처 스마트공장 개념도(한국지멘스) 및 스마트산업단지 모식도 (2019, 한국산업단지공단)

순환경제 강화

폐자원의 재사용을 확대하고 제품의 지속가능성을 높인다면 제품 생산을 위해 투입되는 원료와 연료의 사용을 획기적으로 줄일 수 있다. 제품의 폐기 과정에서 발생하는 폐기물 중 다시 원료로 사용 가능한 폐기물이 많으며 특히 에너지 집약 산업에 대해 비용 효과적으로 적용할 수 있다. 이미 고철, 폐플라스틱, 폐콘크리트가 가공 과정을 거쳐 원료로서 재사용되고 있다.

41) Energy Management Working Group, Energy Performance Database 2019.

이러한 원료 재사용 정책은 자원과 연료 투입을 최소화하는 경제성 높은 감축 수단으로 미래 신기술 적용에 대한 의존도도 낮추는 결과를 초래한다.

정부는 자원의 순환성을 높이기 위해 폐자원 수거·선별 인프라를 개선하는 한편, 산업별 재생자원 이용목표율을 설정, 강화하여 기업의 재생원료 사용 참여도 촉진할 예정이다.

■ 저탄소 연료 사용 확대

공정에서 소비되는 화석연료(유연탄, 중유, 경유)를 폐합성수지, 바이오매스 등 재생에너지로 대체하는 것은 감축 효과가 존재하고, 기술적으로도 검토되고 있는 감축 수단이다.

아울러, 전력 부문의 탄소중립을 바탕으로 산업 부문의 전력화 현상을 확대하는 방안도 2050년 산업부문 비전 달성을 위한 주요 전략이다

다만, 전기화는 전력의 생산을 위한 온실가스 배출 계수, 전기화에 따른 에너지 손실 등에 따라 반드시 온실가스 감축 옵션으로 작용하지 않을 수 있으며, 공정에 따라 물리적으로 전기화가 불가능한 경우도 많다.

그러므로 산업 부문의 업종별 특성, 전기 공급 여건을 충분히 고려하여 실질적으로 온실가스가 감축될 수 있도록 하여야 한다.

■ 산업공정 불소계 온실가스(F-gas) 배출 감축

산업공정에서 전량 배출되는 불소계 온실가스(HFCs, PFCs, SF₆)는 냉장과 냉방 장치에 주입되는 냉매, 충전기기, 반도체·디스플레이 공정가스 등에 사용된다.

우리나라는 그동안 HCFCs 규제에 따른 HFCs 소비의 증가, 반도체·디스플레이·전자기기 등 정보통신 산업의 발달로 인해 불소계 온실가스 배출량이 2000년 대비 약 32% 증가하였다.

국제사회는 HFCs의 생산과 소비를 단계적으로 줄이기 위한 키갈리 개정서(Kigali Amendment)를 채택하였으며, 향후 동 개정안에 대한 국내 비준·발효 시 2045년까지 HFCs 80% 감축이 필요한 상황이다.

불소계 온실가스는 지구온난화지수(GWP)가 낮은 물질로 대체하거나 고온을 활용하여 파괴할 수 있다.

이러한 감축 기술은 이미 가정용 냉·난방 장치, 자동차 에어컨 등에 사용되는 냉매를 줄이기 위하여 사용 중이며, 충전기기에서 사용되는 절연용 SF₆에 대한 대체물질 개발도 추진 중이다.

정책 수단으로는 냉매의 재활용률을 높이고 친환경적으로 처리하기 위해 냉매 회수업 등록제를 시행하고 있으며, 생산자책임재활용제도(EPR, Extended Producer Responsibility)를 통해 가전제품과 자동차의 폐기 처분 단계 시 폐냉매의 적정 처리를 의무화하고 있다.

정부는 전자산업 공정에서 배출되는 불소계 온실가스에 대해서는 열, 촉매, 플라즈마 기술 등을 지속적으로 확대하여 해당 분야의 감축량을 높일 계획이다.

앞으로도 공정과 연계한 고효율 저감설비 기술개발과 지구온난화지수가 높은 불소계 온실가스의 대체 물질들을 지속적으로 개발하고 기업들이 자발적인 감축 목표 수립 및 이행을 할 수 있도록 정부는 지속적 지원과 제도적 기반을 제공할 것이다.

2.3 산업 부문 정책 과제

지속가능한 산업 환경 확립

저탄소화, 정보통신 기술을 결합한 고부가 산업구조로의 전환은 미래 제조업 혁신을 위한 두 가지 핵심 가치이다.

이 두 핵심 가치의 도래는 기존 화석연료에 기반한 제품 제조 생산이 중심이 되던 전통적인 제조업의 정의와 생산 제품의 범위를 근본적으로 변화시킬 것이다.

미래에는 제조 범위의 무한한 확장, 제품 가치사슬의 변화로 산업 간 연계와 협업이 더욱 중요시 될 것이며, 일회성보다는 지속가능성이 중시되는 사회가 될 것이다.

이러한 변화에 뒤떨어지지 않기 위해서는 산업 부문의 목표를 저탄소화, 디지털화를 중심으로 설정하고, 이를 위한 과감하고 포용성 있는 스마트한 제조 혁신이 필요하다.

기술 혁신을 위한 과감한 투자 확대

산업 부문의 2050 비전 달성을 위해서는 미래 기술의 상용화가 핵심 전략으로써, 앞에서 제시한 수소 환원제철, CCUS, 저탄소 대체 연료 등 미래 기술이 실현 가능해지도록 정부와 기업 모두 과감히 투자하고 성과를 도출하여야 한다.

아울러, 기술에 대한 과감한 투자 이외에도 개발된 기술이 실제 산업 현장에서 사용될 수 있도록 관련 제도적 기반, 인프라 등도 때맞춰 구축하는 것이 필요하다.

예를 들어, CCUS의 경우에는 포집된 이산화탄소를 안전하게 저장할 수 있는 저장소 확보, 탄소 시장과의 연계, 감축량 인정 방법 등에 대한 인프라 구축이 필요하다.

수소환원제철 및 저탄소 대체 연료의 경우에도 충분한 양의 수소와 재생에너지를 공급할 수 있는 체계 구축이 반드시 필요하다. 특히 현재 국내에서 개발 중인 수소환원제철 기술은 탄소 연·원료 기반의 CO₂ 저감 기술로, 산업 전반의 탈탄소화를 목표로 한 추가 혁신기술 개발에 대한 과감한 투자가 반드시 필요하다.

■ 에너지 효율 향상 지원 강화

규제와 인센티브의 조화를 통해 기업 스스로 에너지 효율 향상과 온실가스 감축에 관심을 가지고 참여할 수 있는 방법을 확대하여야 한다.

대표적 규제 수단인 배출권거래제의 경우 기업이 배출권 구매, 생산량 조절 등을 통해 규제에 대응하도록 하기보다는, 에너지 효율 개선 투자, 재생에너지 활용 등 기업의 직접 감축을 유인하는 제도로 역할을 할 수 있도록 해야 한다.

배출권거래제와 병행하여 정부와 다소비 사업자 간 자발적 에너지효율목표를 설정하고 목표 달성에 따른 강력한 인센티브를 부여하는 것도 이를 위한 좋은 해결책이 될 것이다.

아울러, 정부는 보일러, 전동기, 펌프 등 주요 기자재의 에너지 효율기준에 대한 지속적인 강화를 추진하되, 규제 강화와 병행하여 고효율 설비 교체에 대한 다양한 인센티브 방안도 마련할 것이다. 공장에너지 관리시스템(FEMS, Factory Energy Management System) 보급, 에너지절약전문기업(ESCO, Energy Service Company) 등 기존에도 추진 중인 지원 사업은 그 규모와 대상을 더욱 확대하고, 새롭게 도입될 에너지공급자 효율향상 의무화 제도(EERS, Energy Efficiency Resource Standards)의 지속적인 시행이 필요하다.

3. 수송

3.1 수송 부문 현황

수송 부문 현황

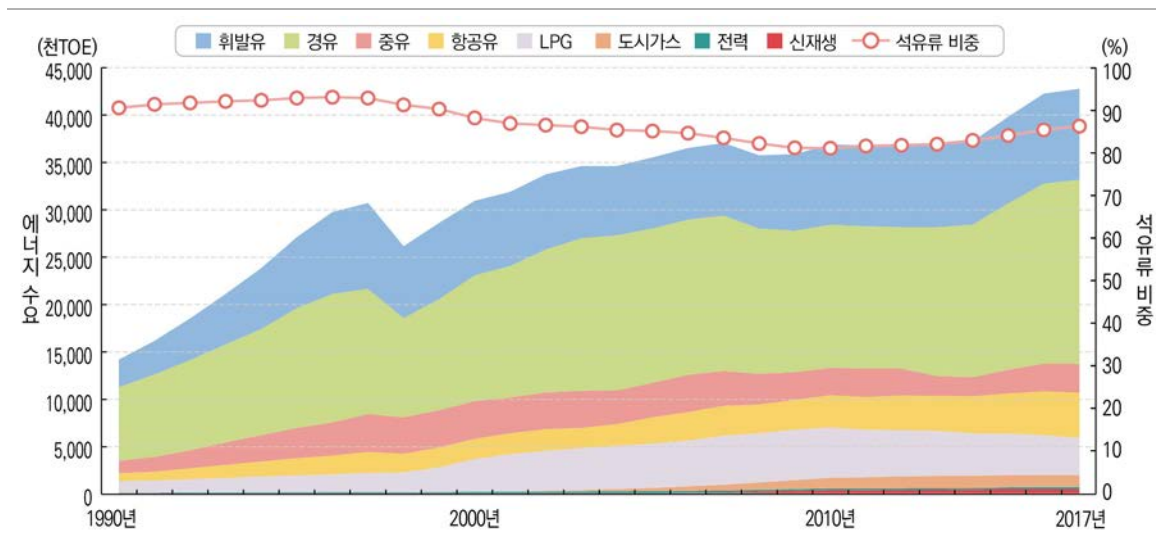
수송 부문은 도로, 철도, 해운, 항공 4가지 운송 수단으로 구분되는데, 이들 모두 화석연료를 근간으로 하여 작동되며, 화석연료, 특히 석유의 의존도가 매우 높다.

국내에서 소비되는 석유 중 32%가 수송 부문에 사용되고 있다.

[표 4-1] 수송 수단별 에너지원(2017년 기준)

구분	도로			철도	국내해운	국내항공
	승용차	트럭	버스			
주 에너지원	휘발유(37%) 경유(53%) LPG(10%)	경유(99%) LPG(1%)	경유(54%) CNG(46%)	경유(29%) 전력(71%)	중유(51%) 경유(49%)	항공유 (100%)
에너지사용량 (천TOE)	42,796 (승용차 78%, 트럭 13%, 버스 9% 차지)			343	454	613

[그림 4-16] 수송 부문 연료 사용 추세



이러한 석유에 기반한 수송 시스템은 온실가스를 다량 배출하기도 하지만 대기오염에는 더욱 심각한 악영향을 미치는데, 실제로 수송 부문의 화석연료 연소로 인해 배출되는 NO_x, SO_x는 우리나라의 가장 큰 사회적 문제 중 하나인 미세먼지 발생량의 13%(2016년 기준)를 차지하고 있다.

수송 부문 온실가스 배출량

수송 부문은 우리나라 온실가스 총배출량의 14%(2017년 기준)를 차지한다.

수송 부문의 온실가스 배출량은 자동차 보급 확산⁴²⁾, 도로 시스템의 확충, 화물 운송의 확대 등으로 인하여 급증하여 2017년의 경우 1990년보다 2.8배 증가하였다.

[그림 4-17] 수송 부문 온실가스 배출량(2017년)



배출량 추세를 살펴보면, 2010년까지는 연평균 4.5%로 매우 높은 증가율을 보이다가, 2010년 이후 다소 증가율이 둔화되어 최근 5년간(2012~2017년) 약 2.5%의 증가율을 보이고 있다.

배출량 증가 추세 둔화의 이유로는 2010년 이후 자동차 온실가스 및 연비규제 정책⁴³⁾이 도입되어 자동차 연비가 지속적으로 개선된 점이 큰 영향을 준 것으로 보이며, 국제유가 변동에 따른 소비 부분의 연료 사용 억제도 일부 영향을 준 것으로 보인다.

운송 방법 수단에 따라 세부적으로 살펴보면, 1990년 이래 승용차, 트럭, 버스 등 도로 운송에서 발생하는 배출량이 전체 수송 부문 배출량의 87% 이상을 차지하고 있으며, 2017년의 경우 96%까지 그 비중이 증가하였다.

한편, 항공과 해운 부문의 경우 배출량은 크지 않으나 항공은 2010년부터 연평균 배출량이 5.5%씩 꾸준히 증가하고 있으며, 해운은 연평균 7.3%씩 감소하고 있다.

42) 자동차 등록대수 6.6배 증가(339만대 → 2,253만대) [1990~2017], 화물 운송량 6배 증가(336백만톤 → 2,029백만톤) 증가 [1990~2017]

43) 자동차 온실가스 배출 기준 : 140CO₂g/km(2015) → 97CO₂g/km(2020)

3.2 수송 부문 2050 비전

석유를 동력으로 한 내연기관차의 발전과 사회 전 부문의 전기 시스템의 도입은 2차 산업혁명으로 대변되는 대량생산 시대를 열었다.

내연기관의 발달은 사람과 상품의 이동 편의성을 비약적으로 발전시켰으며 이동 시간을 크게 단축시켰다. 즉, 인류 역사에서 이동 거리의 한계가 극복된 것이다.

2차 산업혁명 이후, 또 한 번의 수송 산업 전 부문에 걸친 대변혁이 진행 중이다.

탄소중립에 대한 시대적 요구와 4차 산업기술의 발전이 주도하는 이번 대변혁은 이동에 대한 편의성 개선과 시간 단축에 초점을 둔 그간의 변화와 달리 친환경화와 지능화가 핵심이다.

기존 석유 연료를 기반으로 구축된 수송 시스템을 미래차(친환경차+자율주행) 중심 시스템으로 전환하는 것으로서, 대변혁의 중심에는 온실가스를 배출하지 않는 청정 에너지원(전기, 수소, 바이오에너지원)과 그 에너지원을 동력으로 사용하는 수송 수단(자동차, 철도, 항공기, 선박)이 있다.

특히, 청정 에너지 공급체계를 기반으로 한 전기차, 수소차 확산은 수송 부문의 온실가스 배출을 근본적으로 줄일 수 있는 핵심 수단이다.

이러한 수송 시스템의 저탄소화 촉진은 석유 시장 의존도가 높은 우리나라의 에너지 공급 시스템의 근본적인 변화를 유도할 것이며, 나아가 대기오염 물질 배출도 획기적으로 감축하여 국민의 삶의 질과 건강 개선에 크게 기여할 것으로 보인다.

우리나라는 전기차, 수소차 등 친환경차 보급 확대와 자동차 연비 개선을 핵심 수단으로 하여 수송부문 온실가스를 현재보다 대폭 감축할 예정이다.

본 절에서 제시하는 2050년 수송 부문 비전 또한, 이러한 감축 추세를 더욱 강화한 것으로 친환경차의 대중화, 저탄소 연료 사용 강화, 물류체계의 녹색화, 교통 수요관리 개선을 수송 부문의 핵심 비전으로 설정하였다.

■ 친환경차(전기차+수소차) 대중화

청정에너지원을 활용하여 구동되는 전기차, 수소차는 온실가스와 대기오염 물질을 전혀 배출하지 않는 친환경적인 교통수단이다.

이에 따라, 수송 부문의 2050년 비전 달성을 위한 전기차, 수소차 등 친환경차의 확대는 온실가스 감축 기여도가 가장 높은 핵심 수단이 될 것으로 보인다.

우리나라는 이미, 친환경차의 대중화와 이를 자동차 산업 혁신의 기회로 만들기 위하여 2030년 신차 판매의 1/3을 전기차, 수소차로 하겠다는 야심찬 목표를 세웠다.

동 목표에 따르면 2030년까지 전기차 300만대, 수소차 85만대가 보급될 것으로 전망되며, 하이브리드 차까지 고려할 경우 친환경차 비중은 더욱 증가할 것으로 보인다.

[그림 4-18] 친환경차 2030 보급 목표



〈전기차·수소차 국내 연간 판매 목표〉

	2019	2020	2022	2025	2030	(누적)
전기차	4.2만대	7.8만대	15.3만대	27만대	44만대	300만대
수소차	0.6만대	1만대	2.5만대	6만대	16만대	85만대
판매비중	2.6%	4.9%	9.9%	18.3%	33.3%	

저탄소 운송 연료 사용 확대

화석연료 기반의 에너지원인 석유와 생물 기반의 에너지원인 바이오매스를 일정비율로 혼합해 사용하는 바이오연료(에탄올, 디젤)는 기존 운송 시스템인 내연기관차에 즉시 적용 가능한 온실가스 감축 옵션이라는 큰 장점을 지닌다.

2050년에도 전기화, 수소화가 어려운 수송 수단은 여전히 존재할 것이며, 이 경우 바이오 연료의 확대는 좋은 온실가스 감축 수단이 된다.

우리나라의 경우 2015년부터 수송용 연료에 신재생에너지 혼합 사용을 의무화하는 신재생에너지 연료 혼합의무화(RFS, Renewable Fuel Standards) 제도를 시행하였으며, 현재 자동차용 경유에 3% 이상의 바이오디젤을 혼합하도록 규정하고 있다.

향후 RFS 범위를 휘발유, 선박유, 항공유까지 확대하고, 혼합 비율도 현재보다 더욱 상향하는 것으로 검토할 예정이다.

다만, 국제적으로 바이오연료 생산에 따른 자연환경 훼손 문제, 대부분 수입에 의존하는 취약한 공급 구조는 우리나라의 바이오연료 사용 확대를 저해하는 요인으로써 이러한 문제를 해결하는 것이 향후 바이오연료 사용 확대의 성패를 좌우할 것으로 보인다.

■ 해운·항공·철도 선진화

철도는 우리나라에서 사람의 이동과 물류 운송에 매우 중요한 교통수단이자 대표적인 저탄소 배출 교통수단이다.

우리나라 철도의 경우 이미 대부분 전력기반 시스템이 완비되었는데 도심지의 전철과 도시 간 이동수단인 고속철도가 대표적인 예이다.

이에 따라 1990년 이후 철도 여객 운송량 확대 속도 대비 온실가스 배출 증가 속도는 낮아졌다.

항공과 해운 부문의 경우도 다른 부문과 마찬가지로 청정에너지원(전기, 수소, 바이오연료)을 바탕으로 한 수송 체계의 선진화가 주요 온실가스 감축 전략이다.

단기적으로는 육상지상전원공급장치(AMP) 보급 확대, 바이오연료 사용, LNG 연료 사용 선박, 경제 운항 등을 통한 운영효율 개선으로 온실가스 감축을 달성할 예정이며, 장기적으로는 전기와 수소를 에너지원으로 하는 항공기, 선박 보급을 중요한 온실가스 감축 수단으로 활용할 예정이다.

한편, 우리나라는 수소 경제 모빌리티 한 축으로서 수소를 연료원으로 작동하는 열차, 선박, 드론의 2030년 이전 상용화를 목표로 국가 차원의 R&D를 진행 중이며, 이러한 미래 기술이 운송 부문의 탄소중립 실현에 큰 도움을 줄 것으로 예상된다.

■ 교통 수요관리 및 차량 운행 최적화

사람의 행동 변화와 사회 시스템 개선도 중요한 온실가스 감축 수단이 될 수 있다.

대표적인 전략으로 자동차 운행 수요를 억제하여 에너지 소비를 줄이는 방법과 교통 운영시스템의 최적화를 통하여 에너지 소비 효율을 높이는 방법이 있다.

차량 이용에 대한 소비자 수요를 억제하는 전략으로는 대중교통 인프라 개선, 보행 및 자전거 중심의 생활권 구축, 자동차 공유서비스 확대가 있다.

특히, 우리나라 인구의 절반 이상이 수도권에 집중되어 있는 점을 고려할 때, 수도권을 중심으로 출퇴근 시 교통 체증을 해결하기 위한 대중교통 활성화 정책과 대중교통 소외 지역을 중심으로 한 차량 공유서비스의 이용 확대는 차량 보유를 감소시키고 차량 이용을 억제하는 좋은 교통 수요관리 전략이 될 것으로 보인다.

한편, 차세대 지능형교통시스템⁴⁴⁾ 구축, 자율주행차 기술의 상용화는 기존 도로 시스템 안에서 자동차 운행을 최적화하여 에너지 소비를 감소시킬 수 있다.

우리나라는 이미 도로 교통수요, 사고정보 등을 실시간으로 파악할 수 있는 선진화된 지능형교통시스템을 구축하여 운영 중으로, 네비게이션과 연계를 통한 최적의 운행경로 제공을 통해 차량의 효율적 이용을 도모하고 있다.

44) C-ITS : Cooperative Intelligent Transport System

자율주행차 기술 역시, 자동차 도로 운행의 최적화를 유도하는 미래 기술로써 에너지 효율 제고를 통해 온실가스 감축 효과를 볼 수 있을 것으로 보인다.

이러한 교통 수요관리 정책과 차량 운행 최적화를 통한 에너지 효율 제고 효과는 2050년 수송 부문 비전 달성에 기여할 것으로 전망된다.

■ 물류체계 전환(Modal Shift)

우리나라는 전국 어느 곳이든 당일 배송이 가능한 세계 최고 수준의 물류체계를 구축하고 있다. 물류 시스템의 발전은 오프라인 중심에서 온라인으로 소비 패턴을 변화시키고 있으며, 이러한 경향은 앞으로 더욱 심화될 것으로 보인다.

다만, 화물차를 활용한 도로운송이 중심⁴⁵⁾이 되어 물류 체계가 발전된 결과, 에너지 소비 증가로 온실가스 배출과 대기오염이 심화되는 결과를 야기하였다.

이를 해결하기 위해서는 기존 도로 운송 중심의 물류체계를 저탄소 운송수단인 철도와 해운으로 전환하는 물류체계 전환(Modal Shift)이 필요하다.

3.3 수송 부문 전략

■ 친환경차 보급 인프라 구축

친환경차 시장은 내연기관차에 비해 아직 가격 경쟁력을 갖추지 못한 초기 단계로, 친환경차가 내연기관차 대비 가격 경쟁력을 갖출 때까지는 정부 차원의 지원이 필요하다.

우리나라는 친환경차 구매 시 보조금 지원, 공공부문의 친환경차 구매 의무화, 자동차 판매사의 친환경차 판매 의무제 등 다양한 인센티브와 규제를 병행하여 친환경차 보급을 촉진하고 있으며, 이러한 지원 전략은 친환경차 시장이 일정 수준 이상의 '규모의 경제'를 달성하여 스스로 자생력을 갖출 수 있을 때까지 지속적으로 유지될 것이다.

한편, 승용차 온실가스 배출규제도 자동차 제작사로 하여금 내연기관차의 연료 효율을 높이게 하고 친환경차 판매를 유도하는 좋은 전략이다.

현재는 승용차, 소형 승합·화물차에 한하여 온실가스 배출규제를 시행 중이지만, 향후에는 규제 대상을 중형, 대형차까지 확대하여 제도 사각지대를 해소해 나갈 계획이다.

45) 운송수단별 화물 운송 비율 : 도로(91.4%), 철도(1.6%), 항공(0.01%), 선박(7.0%) (국토교통부 통계집, 2017년)

아울러, 전기, 수소 충전 인프라 구축도 중요한 전략이다.

친환경차 이용자가 전국 어디서든 편하고 쉽게 전기와 수소를 충전할 수 있는 편의성은 친환경차 활성화에 크게 기여할 것이며 정부는 이를 위한 인프라를 구축할 것이다.

현재까지 친환경차 인프라 구축에 많은 재원을 투자하여 전기차 급속 충전소 5,936기(2019년), 수소 충전소 34기(2019년)를 구축하였으며, 앞으로 투자를 더욱 확대하여 2022년까지 전기차 급속 충전소 1만기, 수소 충전소 310기 구축을 완비할 계획이다.

■ 모빌리티 기술 혁신

수송 부문은 2050 비전 달성을 위한 과감한 친환경 교통수단 보급과 사회 인프라 개선만으로는 완전한 탈탄소화를 달성하기가 쉽지는 않다.

이는 추가적인 감축을 위해서 지속적인 노력이 필요함을 의미하며, 미래 모빌리티 기술이 그 대안이 될 수 있다.

예를 들어, 드론 수송의 확산은 화물차에 의한 운송 소요를 감소시킬 수 있으며, 전동 킥보드, 전기 자전거는 개인용 이동 수단으로서의 큰 역할을 할 수 있을 것이다.

아울러, 도심항공교통(UAM, Urban Air Mobility)⁴⁶⁾, 아음속 캡슐⁴⁷⁾, 수소 철도 등 미래 혁신 기술에 기반한 새로운 교통수단은 아직 개발이 초기 단계인 만큼 온실가스 감축의 효과성과 기술 실현 가능성을 예측하기 어렵지만 장기적 관점에서 온실가스 감축을 위해 정부는 이들 기술에 지속적인 투자를 제공할 것이다.

46) 분산 전기동력 수직이착륙기(eVTOL, electric Vertical takeoff and landing)를 활용해 활주로 없이 도시에서 친환경 항공교통 서비스를 제공

47) 아진공 튜브안을 시속 1,000km 이상의 속도로 주행하는 캡슐형태의 신개념 고속 열차

4. 건물

4.1 건물 부문 현황

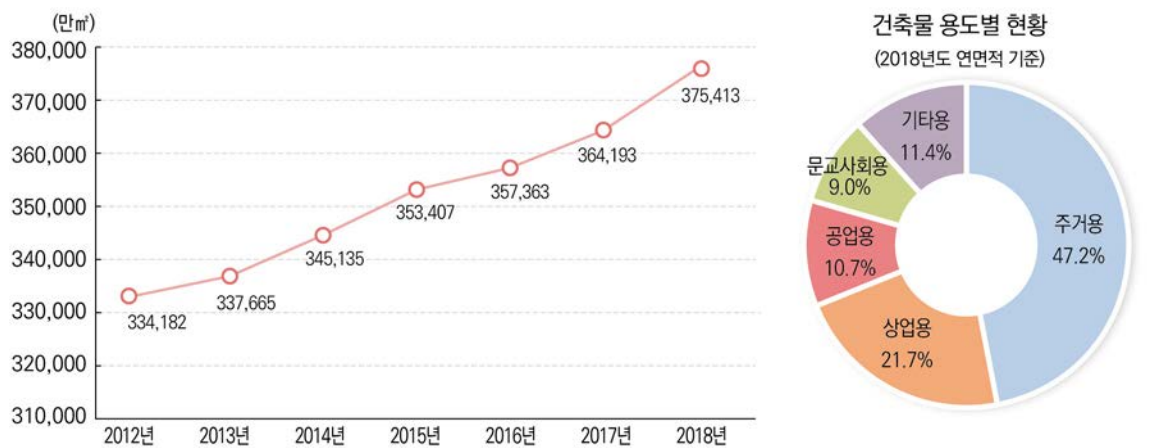
■ 건축물 현황

2018년 기준 우리나라는 건축물은 약 719만 동이며, 총 연면적은 375,413만㎡으로 매년 건축물의 동수와 연면적이 지속적으로 증가하고 있다.

건축물 용도별 연면적(2018년 기준)을 살펴보면, 주거용이 47.2%로 전체의 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 이어서 상업용(21.7%), 공업용(10.7%) 순으로 나타나고 있다.

특히, 주거용 건축물의 경우, 아파트가 약 61%로서 우리나라 국민의 대부분 주거환경이 아파트 중심으로 형성되어 있는 것을 알 수 있다.

[그림 4-19] 건축물 현황



출처 국토교통부

■ 건물 에너지 소비 현황

건물 부문 총 에너지 소비량은 건축물의 연면적 증가, 폭염과 한파 등과 같은 이상기후 현상 심화 등의 이유로 지속적으로 증가하고 있다.

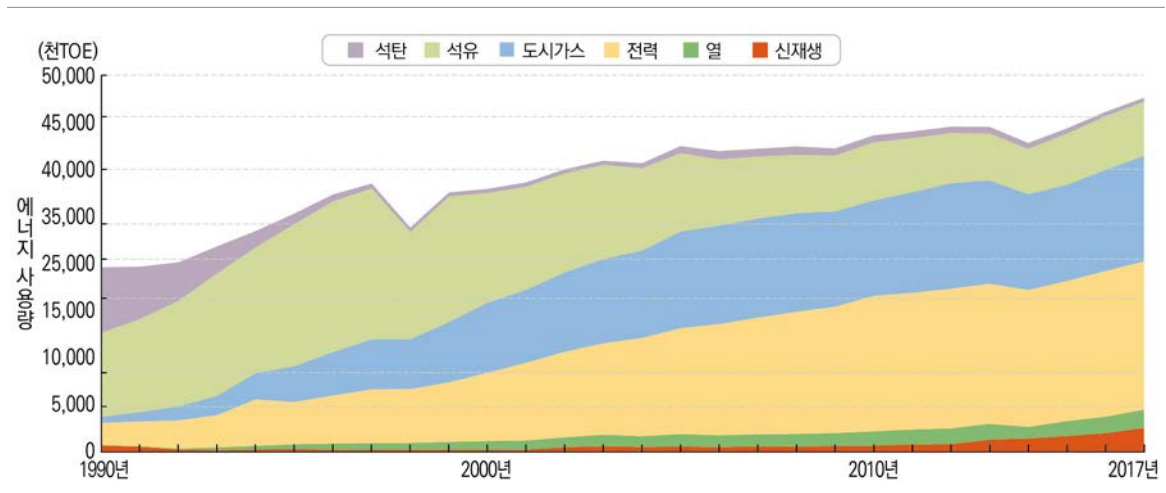
다만, 에너지 총 사용량은 늘어난 반면, 에너지 원단위(에너지사용량/연면적)는 꾸준히 개선⁴⁸⁾되어 왔는데, 이는 에너지 절약 및 온실가스 감축 정책, 건축기술 및 소재 기술 발전 등의 효과로 판단된다.

48) 에너지원단위 변화 : (가정) 0.014toe/㎡(2012년) → 0.013toe/㎡(2018년)
(상업·공공) 0.022toe/㎡(2012년) → 0.020toe/㎡(2018년)

에너지 사용패턴에 대해 건물 용도별로 살펴보면, 산업 구조 전환에 따른 서비스업의 지속적인 확대로 건축물 에너지 사용량 중 상업·공공 부문이 차지하는 비중이 증가하는 대신, 가정 부문의 비중은 점차 감소하고 있다.

한편, 주로 사용되는 에너지원⁴⁹⁾을 살펴보면, 가정 부문은 도시가스과 전력이 전체 에너지원의 약 72.4%를 차지하고 있는 반면(도시가스 46.5%, 전력 25.9%), 상업·공공 부문의 경우 전력 에너지원이 61.9%로 전체 에너지원 중에서 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

[그림 4-20] 건물 에너지 사용량 변화



■ 건물 온실가스 배출량

건물 부문은 우리나라 온실가스 총 배출량의 7%(2017년 기준, 간접 배출량 포함 시 24%)를 차지한다.

온실가스 배출량 추세를 살펴보면, 상업·공공용 건물의 배출 비중이 점차 증가한 반면, 가정용 건물의 배출 비중은 점차 감소하고 있다.

온실가스 배출 집약도(2017년 기준, 간접배출 포함)⁵⁰⁾의 경우도, 상업·공공용 건물이 0.088톤 CO₂eq./m²으로 가정용 건물 0.041톤CO₂eq./m²보다 약 2.1배 높아, 가정용 건물보다 상업·공공용 건물에서 에너지가 집중적으로 사용되는 것을 알 수 있다.

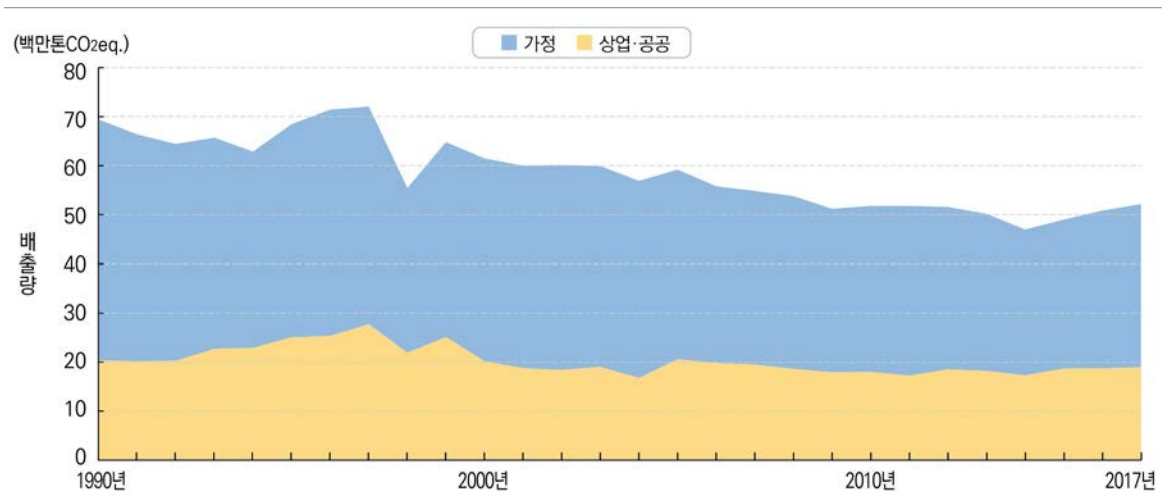
한편, 건물 부문의 전력 및 열 사용량에 의한 간접 배출량도 크게 증가하였다.

직접 배출량의 경우 1990년보다 25% 감소한 반면, 간접 배출량은 1990년 보다 약 8.8배 이상 증가하였는데, 가전기기 및 사무기기 사용 확대, 취사 기기의 전기화, 난방 연료의 전환(석유/석탄→전력) 등이 간접 배출량 증가에 영향을 미친 것으로 보인다.

49) 가정부문 에너지 비중(2018년 기준) : 전력(25.9%), 도시가스(46.5%), 석유(14.3%), 석탄(1.8%), 열(9.8%), 신재생(1.7%)
상업·공공부문 에너지 비중(2018년 기준) : 전력(61.9%), 도시가스(16.3%), 석유(14.4%), 열(1.7%), 신재생(5.7%)

50) 온실가스 배출 집약도(톤CO₂eq./m²) = 온실가스 총 배출량(톤CO₂eq.) / 건물 총 연면적(m²)

[그림 4-21] 건물 부문 온실가스 배출량



4.2 건물 부문 2050 비전

건물은 사람이 살아가는데 필요한 가장 기본적인 수단인 주거 환경을 구성하는 핵심 요소이다.

기후변화 대응 관점에서 보면 건물에서 에너지를 사용하는 것은 온실가스 배출을 야기하는 요소이기도 하지만, 이상기후에 따른 사람의 기본적인 생활권(냉방, 난방)을 보장하는 에너지 복지와 관련된 문제이기도 하다.

정부의 건물 부문 2050 비전은 모든 사람이 이상기후에도 안전하고 편안한 생활 및 업무환경을 누릴 수 있는 기반을 구축하고 나아가 비용 효과적으로 에너지 이용을 합리화하여 온실가스 배출을 획기적으로 줄이는 것이다.

이는 단열, 기밀성능(air-tightness)을 강화하여 건물에서 사용되는 에너지를 최소화하고, 태양광, 지열, 수열 등 재생에너지 생산을 통해 화석연료 소비를 줄이는 것을 의미하며 이를 통해 국민이 쾌적하게 생활할 수 있는 주거 환경도 개선할 수 있다.

건물 부문은 우리나라 건물의 에너지 사용 패턴을 고려하여, 4차 산업기술을 활용한 에너지 효율 개선과 재생에너지 활용 확대를 지속적으로 추진하여 온실가스를 현재보다 대폭 감축할 예정이다.

다만, 건물 부문에서 주로 난방, 온수, 취사용으로 사용되는 도시가스⁵¹⁾의 경우 가스망이 이미 전국적으로 구축된 점을 고려할 때 완전한 탈탄소화가 쉽지 않다.

이는 향후 수소 같은 저탄소 에너지원 기술의 개발 및 경제성을 고려한 보급 가능성, 기기의 전력화 정도에 따라 감축 수준이 결정될 것이다.

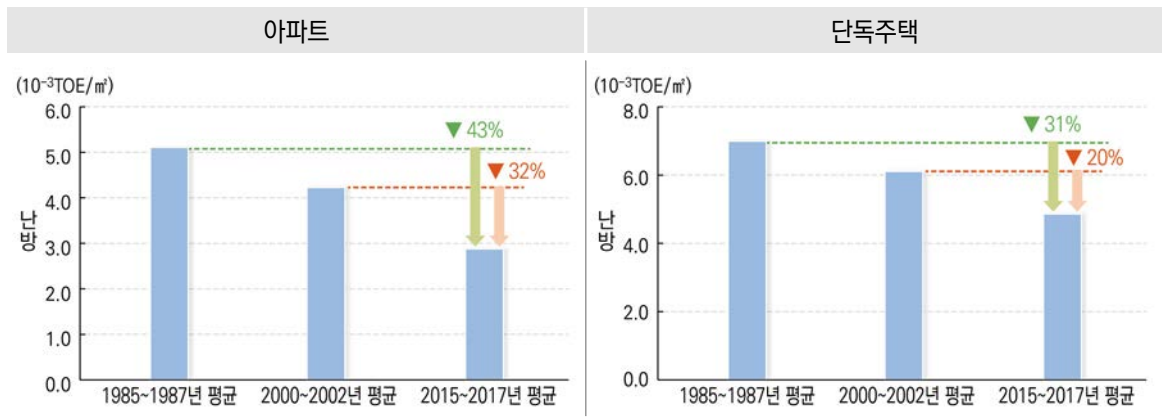
51) 우리나라 건물 도시가스 보급률 : 26.6%(2000) → 31.7%(2005) → 79.1%(2010) → 83.7%(2019)

■ 건물 에너지 효율 개선

건물에서 사용되는 에너지 사용을 최소화하는 것, 즉 건물의 에너지 효율을 극대화하고 저탄소 에너지를 건물에 공급하는 것은 건물 이용자들의 에너지 비용도 절감하면서 온실가스 배출도 줄일 수 있는 가장 비용 효과적인 감축 수단이다.

건물의 에너지 효율을 높이는 전략은 이미 상당한 성과를 거두고 있는데, 과거(30년 전)에 지어진 건물과 최근에 지어진 건물의 단위 면적당 난방에너지 사용량을 비교해 보면 최근에 지어진 아파트의 경우 43%, 단독주택의 경우 31% 정도 에너지 사용량이 절감되었다.

[그림 4-22] 주거용 건물 단위면적당 난방 에너지사용량



출처 제2차 녹색건축물 기본계획 (2019, 국토교통부)

우리나라는 신축 건물과 기존 건물을 구분하여 건물의 에너지 이용 효율을 높일 수 있도록 규제와 인센티브를 병행한 정책을 추진하고 있다.

신축 건물의 경우 규제 수단으로서 제로에너지건축물의 단계적 의무화를 추진하고 있는데, 2020년부터 연면적 1,000㎡ 이상인 공공건축물을 시작으로 2030년에는 연면적 5백㎡ 이상인 모든 공공·민간 건물까지 제로에너지건축물 보급이 확대될 예정이다.

기존 건물의 경우 인센티브에 기반한 그린리모델링 활성화를 추진하고 있다.

우선, 공공부문의 경우 그린리모델링 활성화에 선도적으로 나서서 주기적으로 에너지 성능 진단을 실시하고 있으며, 민간 부문의 경우 그린리모델링 시 세금 감면, 이자비용 지원 등 다양한 인센티브를 제공하고 있다.

건물 부문의 에너지 효율 개선 수단과 함께 에너지원의 저탄소화 또한 중요하다.

건물 외벽에 부착 가능한 태양광 패널은 건물 내 전기 공급의 탈탄소화에 기여할 수 있으며, 지열, 수열, 미활용(발전폐열, 소각폐열 등) 에너지 활용은 냉·난방용으로 사용되는 기존 화석연료 시스템의 저탄소화를 유도할 수 있다.

이러한 건물 부문의 에너지 효율 개선 효과(Passive+Active)는 건물 부문 2050 비전 달성에 가장 핵심 수단이 될 것으로 보인다.

[그림 4-23] 건물 재생에너지 활용 예시



고효율 기기 보급

에너지 효율이 높은 가전기기, 사무기기, 조명기기의 보급 확대는 건물 내 에너지 사용과 온실가스 배출을 동시에 줄일 수 있는 주요한 감축 수단이다.

특히, 건물의 경우 한번 지어지면 장기간 동안 개선이 어려워 회전율이 낮은 대표적인 분야임을 고려할 때, 에너지 효율 개선이 어려운 기존 건물에서 사용되는 각종 에너지 사용기기의 효율 개선은 이러한 한계를 극복할 수 있는 감축 수단이다.

이미 우리나라에서는 가전제품의 에너지 효율 개선을 위해 가정 내에서 사용되는 주요 가전제품을 에너지효율등급 관리대상⁵²⁾으로 선정하고 에너지 효율기준을 단계적으로 강화하고 있으며, 소비자가 효율이 높은 가전제품 구매 시 제품 가격의 일정 부분을 환급해 주는 등 소비 진작 정책도 병행하고 있다.

아울러, LED대비 에너지 효율이 저조한 형광등의 시장 퇴출을 위해 2027년까지 형광등의 최저소비효율 기준을 단계적으로 강화할 예정이며, 센서와 제어 기능을 활용하여 주변 환경에 따라 최적의 조명을 제공하는 스마트 LED 조명도 2040년까지 60% 이상 보급되도록 할 계획이다.

2050년까지 이러한 고효율 기기의 보급으로 건물 내에서 발생하는 온실가스를 효과적으로 절감할 수 있을 것으로 보인다.

52) 에너지 효율 등급 관리대상 품목 : 냉장고, 에어컨, 세탁기, 냉온수기, 전기밥솥, LED 램프 등 33개 품목

■ 스마트 에너지관리 시스템 보급 확산

건물 에너지관리시스템은 4차 산업기술인 사물인터넷, 빅데이터 분석 기술을 활용하여 건물 내 각종 에너지 이용정보를 실시간 수집하고 자동 제어를 통해 최적의 에너지 운영 조건을 유도하는 기술로써 건물 내 에너지 사용의 최적화를 유도할 수 있다.

스마트미터(AMI)의 경우 국가 차원에서 보급을 장려하고 있으며, 건물에너지관리시스템(BEMS)의 경우 제로에너지건축물 의무화 제도와 연계하여 확산을 촉진하고 있다.

4.3 건물 부문 전략

■ 녹색건축물 확산을 위한 재정 지원

건물 부문의 에너지 효율을 개선하는 각종 수단은 온실가스 감축에 매우 효과적이고 장기적으로는 건물 이용자의 에너지 비용을 낮춰 경제성을 높일 수 있다.

다만, 단기적으로는 높은 투자 비용이 발생함에 따라 건물 소유자의 투자를 유도할 수 있는 정부 차원의 적극적인 정책적 지원이 필요하다.

정책적인 방안 중 하나로서 투자금 이자 지원, 세금 감면 확대 등의 인센티브 제공을 고려할 수 있으며, 주거 취약계층의 경우 에너지 복지 차원에서 정부의 적극적인 재정 지원 정책이 필요하다.

■ 건물 에너지 빅데이터 구축 및 활용 확산

건물은 많은 경우 건물 소유자와 이용자가 구별되며, 에너지 이용에 따른 비용을 건물 이용자가 지불하는 경우가 대다수인 만큼 건물 소유자는 건물 에너지 효율 개선을 위해 투자할 경제적 동기가 약하다.

따라서, 건물의 에너지 효율 수준, 에너지 사용량 정보를 정확하고 투명하게 제공하는 체계를 구축하는 것은 건물 소유주가 건물 이용 대상(매매·임대)에게 건물을 합리적으로 선택할 수 있는 기회를 제공해주며, 이는 결과적으로 건물 소유자에게도 에너지 효율 개선 투자에 대한 경제적 동기로 이어진다.

건물 매매, 임대 시 에너지 성능을 확인할 수 있는 건물 대상을 확대하거나 건물 에너지 빅데이터의 민간 개방 확대 등은 건물 소유자와 이용자 간의 정보 비대칭을 해소하는데 큰 도움을 줄 것이며, 이를 위해 정부 차원에서 적극적인 지원 정책을 실시할 필요가 있다.

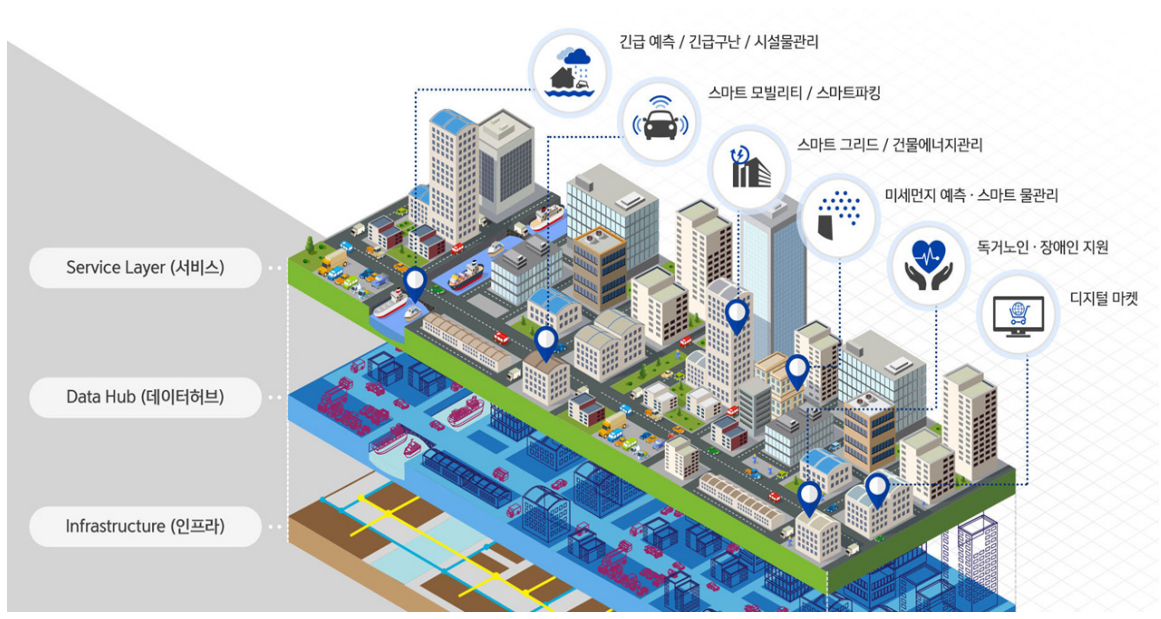
■ 미래 스마트시티 조성

도시 전반에 대한 빅데이터와 최신의 기술(수소, 정보통신기술, 교통체계)을 기반으로 연결된 네트워크 도시는 건물 부문의 탄소중립 실현을 위한 좋은 기회를 제공할 수 있다.

미래 스마트시티에서는 정보통신 기술의 연계를 통해 실시간으로 잉여 에너지를 가장 필요한 곳에 활용할 수 있으며 수소 기술의 발달은 건물 열에너지의 탈탄소화를 추구할 수 있는 옵션이다.

향후 스마트시티 기술은 건물을 넘어 도시 차원에서 온실가스 감축의 분명한 기회를 제공할 것으로 보인다.

[그림 4-24] 미래 스마트시티 개념도



출처 국토교통부(2018)

5. 폐기물

5.1 폐기물 부문 현황

폐기물 발생 현황

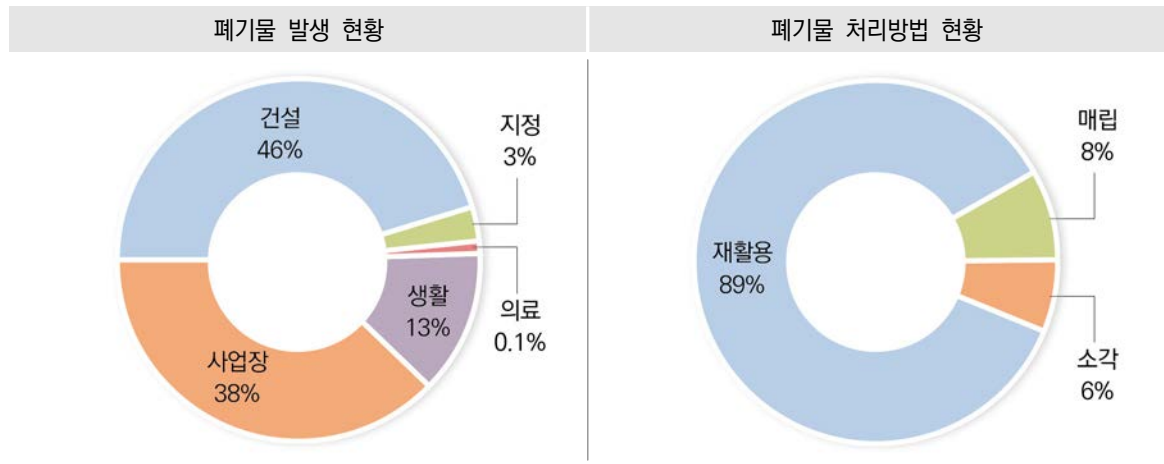
우리나라의 2017년도 폐기물 발생량은 약 1억 5,780만 톤으로 매일 약 43만 톤이 발생하고 있다. 이는 2012년 약 40만 톤/일과 비교하여 최근 5년 간 7.5% 증가한 것으로 온라인 쇼핑, 배달문화 활성화 등 소비패턴 변화 등에 기인하였다.

같은 기간 중 증가율이 가장 두드러지게 나타난 것은 생활계 폐플라스틱으로 약 70% 증가하였다.

발생한 폐기물은 재활용 85.4%, 매립 8.3%, 소각 6.1% 등의 방식으로 처리되었다.

폐기물의 종류별 재활용률은 건설폐기물의 경우 98.1%로 대부분 재활용되는 것으로 나타났으며, 사업장폐기물 80.6%, 생활계폐기물 61.6% 순으로 나타났다.

[그림 4-25] 폐기물 발생 및 처리방법 현황(2017년)



폐기물 정책 현황

우리나라는 그 동안 폐기물의 감량과 순환 이용을 촉진하기 위해 지속적으로 제도를 발전시켜 왔다. 1995년 쓰레기 종량제 도입, 2003년 생산자책임재활용제도(EPR) 도입 등을 통해 과거 안전하게 처리하는 것에만 중점을 두었던 폐기물 관리 정책을 감량과 재활용에 역점을 두는 정책으로 전환하였다.

아울러, 제품의 생산부터 최종 처리까지 전 과정에 대한 자원 순환성을 제고하고 나아가 순환 경제를 실현하기 위하여 2018년 '자원순환기본법'을 제정하였으며, 제1차 자원순환기본계획('18~'27년)을 수립하여 관련 정책을 추진 중에 있다.

폐기물 부문 온실가스 발생 현황

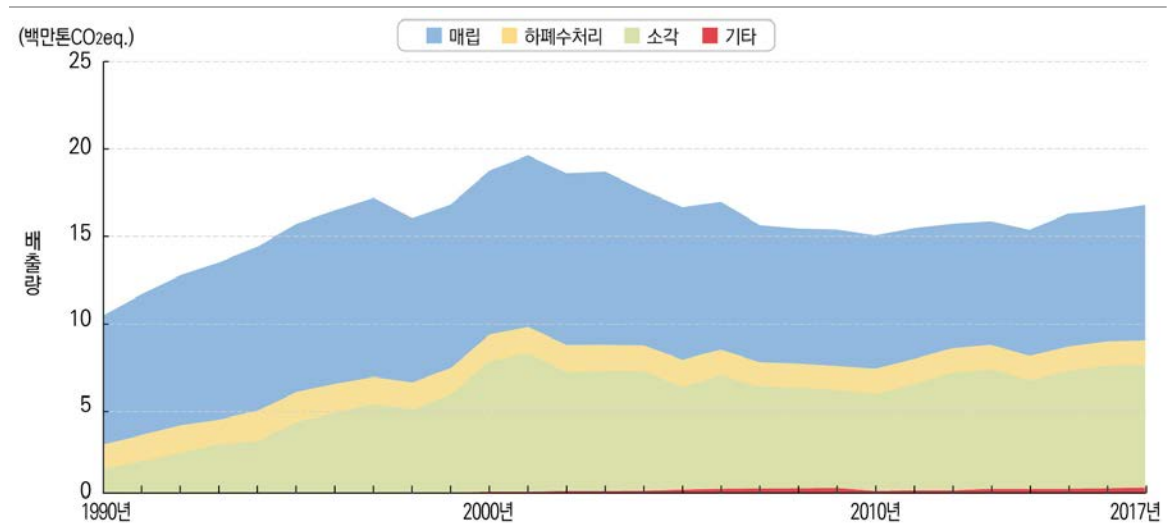
2017년 발생된 폐기물을 처리하는 과정에서 배출된 온실가스는 16.8백만톤CO₂eq.으로, 이는 국가 총배출량의 2.4%를 차지하고 있다.

배출량의 상당 부분(89.9%, 15.1백만톤CO₂eq.)이 매립과 소각 처리로 인한 배출로서 폐기물 부문 전체 배출량은 1990년 수준보다 69.7% 증가하였다.

매립과 하수·폐수 처리 과정에서는 유기성 폐기물이 분해되는 과정에서 메탄(CH₄)이 주로 배출되며, 소각 과정에서는 대부분 이산화탄소(CO₂)가 배출된다.

물질별 배출 비중의 경우, 다른 부문과는 다르게 메탄이 총 배출량의 49.4%로서 가장 높은 비중을 차지한다.

[그림 4-26] 폐기물 처리 분야별 온실가스 배출량 추이



5.2 폐기물 부문 2050 비전 및 전략

자원을 활용한 제품의 과잉 생산과 소비는 폐기물 문제뿐만 아니라 전 지구적 차원에서 자원 고갈, 환경 파괴 등 기후변화 못지않은 큰 환경 문제를 야기한다.

자원의 채취, 제품의 생산 및 유통, 소비, 폐기물 재활용과 처리 등 전 과정에서 자원의 효율성을 극대화하여 자원 투입의 수요를 줄이고 자원 선순환 체계를 구축하여 폐기물 발생을 근본적으로 줄이는 것이 필요하다.

발생한 폐기물은 최대한 유용한 물질로 전환하거나 에너지로 재사용하고, 재활용 되지 못한 폐기물은 온실가스 배출이 적은 친환경적 방법으로 처리하는 것도 필요하다. 특히 우리 사회 탄소중립의 핵심 수단으로 탈플라스틱 사회로의 전환도 추진한다.

이는 폐기물 부문의 2050 비전이자 나아가, 순환경제와 연계하여 국가 전체의 온실가스 배출을 줄이는 가장 친환경적이고 경제적인 감축수단이 될 수 있다.

■ 폐기물 발생의 근본적 감축

생산, 유통, 소비 등 전 과정에서 자원 절감과 폐기물 감축을 최우선으로 하여 경제성장과 폐기물 발생의 탈동조화(decoupling)가 필요하다.

먼저, 생산단계에서는 생산 공정별 자원 흐름을 최적화하여 자원과 에너지의 손실을 줄이고 발생한 부산물은 최대한 사업장 내에서 재투입하는 친환경 생산구조로의 개편이 필요하며, 이를 위해 자원다소비 및 폐기물 다량배출 업종과 기업의 폐기물 감량, 자원생산성, 재생원료 투입률 등에 대한 목표 관리를 확대할 계획이다.

유통과정에서 발생하는 일회용 폐기물 등의 획기적 저감을 위해 다회용 포장재 중심의 새로운 물류체계를 확립하고, 기업과 기업간(B2B), 기업과 소비자간(B2C) 거래에서 다회용 포장재를 이용하여 배송하고 회수하는 등 지속적으로 재사용을 촉진할 예정이다.

소비 과정에서 나오는 폐기물 저감을 위해 제품의 수리가능성, 내구성 등을 설계단계부터 향상시키고, 부품 수리 정보 등의 제공도 필요하다. 플라스틱 1회용품은 단계적으로 생산·사용 금지를 확대해 나간다. 정부는 앞으로 각 지역별 수리·수선, 재사용, 업사이클 등 허브를 구축하여 한 번 쓰고 버리는 폐기물은 최소화하도록 노력할 계획이다.

■ 폐기물 고부가가치 재활용 촉진

발생한 폐기물은 최대한 지속적으로 순환적으로 이용함으로써, 천연자원과 에너지의 채취, 생산, 사용을 줄일 수 있고 소각·매립되는 폐기물도 저감할 수 있다.

이를 위해서는 우선 제품의 생산단계부터 페트병 무색 의무화 등 재활용 용이성에 대한 고려를 확대할 필요가 있다. 주요 제품 용도 및 품목별로 표준 설계기준을 만드는 등 자원순환성을 강화할 예정이다.

폐기물의 분리배출, 수거, 선별의 효율을 높여 재생원료의 품질을 제고하는 것이 중요하다. 경제사회구조 변화에 따른 폐기물의 배출 성상 변화를 고려하여 분리배출 기준의 지속적인 개선이 필요하며, 정부는 선별기술 개발과 인프라 확충에 투자를 확대하고, 선별품의 품질에 따라 지원을 차등화 하는 등 경제적 유인체계를 마련할 계획이다.

만들어진 재생원료는 생산과정에 일정 비율 재투입되도록 함으로써 자원이 지속적으로 순환하는 체계를 구축하는 것도 중요하다.

이를 위해 우선, 생산자책임재활용제도(EPR)를 개선하고, 중장기적으로 업종별 특성을 고려하여 의무사용 비율을 설정할 예정이며, 만들어진 재활용제품은 공공구매 확대, 소비자 선택권 보장 등을 통해 시장에서 우대받을 수 있도록 할 계획이다.

재활용 산업과 기술의 육성을 위해 대규모 기술개발, 실증화, 시제품 생산 등이 가능한 클러스터 조성도 필요하다. 4차 산업혁명, 신재생에너지 활성화 등 시대적 변화에 따라 새롭게 발생이 급증하는 미래 폐자원에 대해서는 우선적으로 공공 중심의 안정적 관리체계를 구축하고, 민·관 협력을 통해 고부가가치 재사용, 재활용 체계를 마련하겠다.

■ 폐기물의 친환경적 처리

재활용되지 못한 폐기물은 최대한 친환경적으로 처리하여 온실가스 배출을 줄일 필요가 있다.

현재 음식물류폐기물에 적용되고 있는 직매립 금지를 가연성폐기물 등으로 단계적으로 확대하여 선별 및 소각 등을 거쳐 잔재물만 매립되도록 하고, 친환경 매립기준을 설정하여 저탄소형 매립지 관리를 실현하도록 할 것이다. 일정 규모 이상의 매립시설에서는 메탄가스 회수·이용 설비를 확충하는 등 에너지 생산도 늘릴 예정이다.

이와 함께, 폐기물의 단순 소각을 넘어 에너지 생산기반으로서의 역할도 강화할 계획이다. 소각 과정에서 발생하는 에너지는 지역 난방 등과 연계하여 최대한 활용하고, 고부가가치 수소 생산·활용 시설과 연계한다. 소각 과정에서 발생하는 이산화탄소를 저감할 수 있는 설비 및 기술을 개발하고 이를 소각시설 설치 기준에 반영할 계획이다.

한편, 아직 기술과 사용 기반이 구축되진 못했지만 미래 핵심소재인 바이오 플라스틱 사용이 활성화 된다면, 플라스틱의 수요를 줄여 폐기물의 근본적인 발생을 줄일 수 있을 것이다. 이를 위해서는 궁극적으로는 석유계 플라스틱 전면 대체를 위해 바이오 플라스틱의 기술 개발과 함께 다양한 제품군으로의 저변 확대를 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

6. 농축수산(농업·축산·수산)

6.1 농축수산 부문 현황

농축수산 부문 온실가스 배출 현황

2017년 농축수산 부문(농업, 축산, 수산)의 온실가스 배출량은 24.1백만톤CO₂eq.으로 국가 전체 배출량의 3.4%(에너지 포함)를 차지하고 있다.

이 중 농업과 축산 분야의 배출량이 88.6%를 차지하고 있으며, 대부분 농작물 재배, 가축 사육 등으로 인한 메탄(CH₄)과 아산화질소(N₂O) 발생 등 비에너지 분야에서 주로 배출된다.

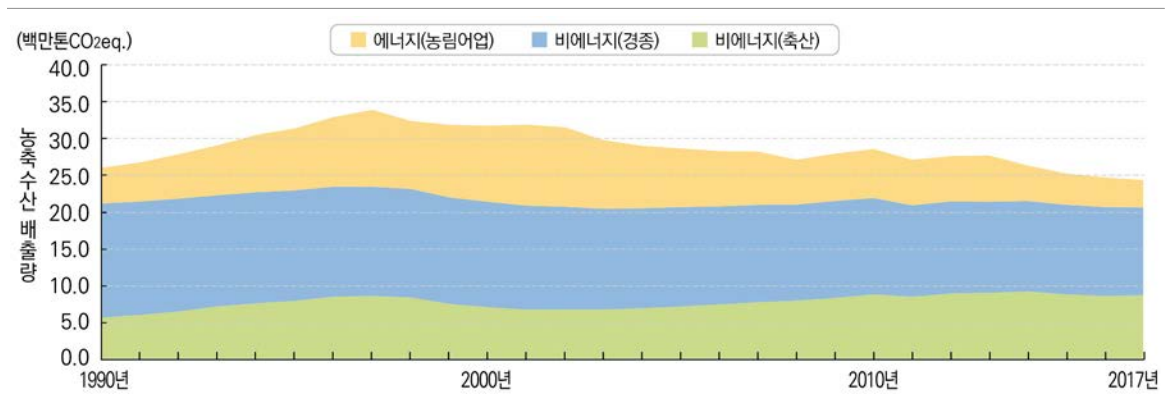
한편, 수산 분야는 주로 어선, 양식장 등의 에너지 소비로 인한 배출로 농축수산 부문 배출량의 11.6%를 차지하고 있다.

농축수산 부문 배출량은 1990년 대비 2017년 7% 감소하였으며, 분야별로 살펴보면 비에너지가 3% 감소, 에너지는 23%가 감소하였다.

특히 비에너지 배출량의 경우 1990년 대비 2017년 경종이 차지하는 비중은 73%에서 58%로 감소하였으나, 축산이 차지하는 비중은 27%에서 42%로 증가하였다.

이는 경종의 경우 벼 재배 면적⁵³⁾이 지속적으로 감소함에 따라 배출량이 줄어들었으나, 축산은 주요 축종인 한·육우, 돼지 등의 사육 두수⁵⁴⁾의 증가로 인하여 배출량이 늘어난 것으로 분석된다.⁵⁵⁾

[그림 4-27] 농축수산 부문 온실가스 배출량(분야별)



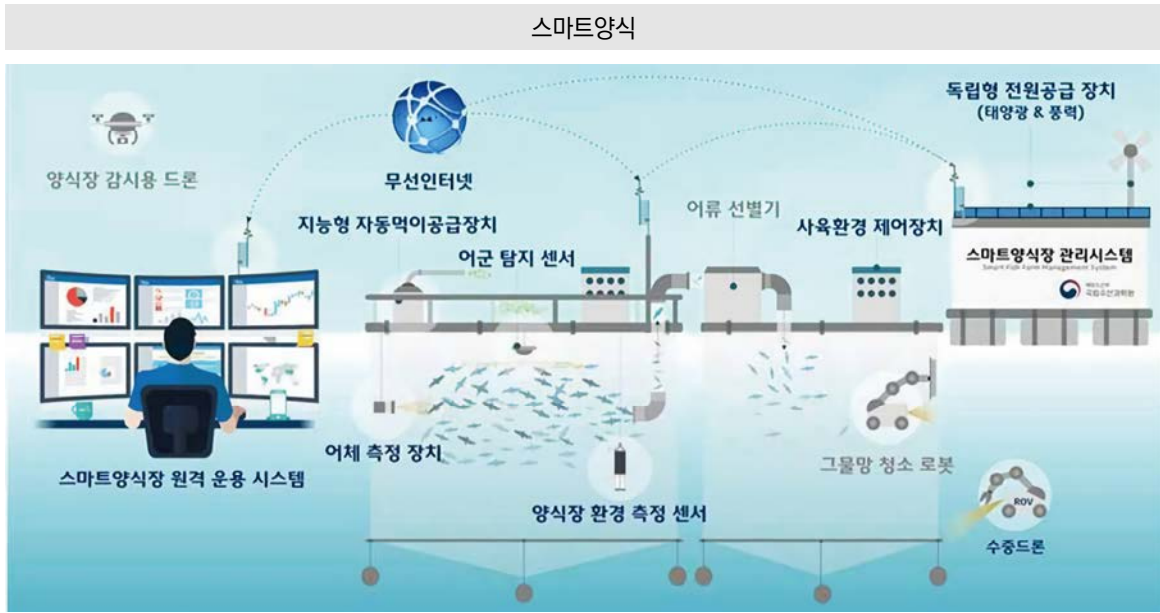
53) 벼재배 면적(3개년도 평균) 변화(천ha) : 1,251(1990) → 777(2017) (2019 국가 온실가스 인벤토리 보고서)

54) 한·육우 사육두수 변화(천두) : 1,579(1990) → 3,015(2017)

돼지 사육두수 변화(천두) : 4,412(1990) → 10,514(2017) (2019 국가 온실가스 인벤토리 보고서)

55) 경종의 경우 농작물 재배 과정에서 사용된 유기물의 혐기적 분해로 인해 메탄(CH₄)이 배출되며, 비료·분뇨 사용 및 작물잔사에서 아산화질소(N₂O)가 배출된다. 축산의 경우 가축의 소화기관 내 발효에 의해 메탄(CH₄)이 다량 생성되며, 가축 분뇨 처리 과정에서도 메탄(CH₄)과 아산화질소(N₂O)가 배출된다.

[그림 4-29] 양식부문 스마트 기술



출처 국립수산물품질관리원

저탄소 농업기술 개발 및 보급 확대

농작물 재배와 가축 사육 과정에서 배출되는 온실가스를 줄이기 위해 저탄소 농업기술의 보급 및 신기술 개발이 필요하다.

벼를 재배하는 논에서 메탄가스 배출을 저감하는 논물 관리기술, 축우의 장내 발효를 개선하는 저메탄사료 보급이 이러한 예시로서 농업인들에게 교육과 기술 지원을 지속적으로 확대할 필요가 있다.

이밖에 농경지에서의 온실가스 배출량을 저감할 수 있는 방법으로 저투입 농업, 토양탄소저장 방법론 개발과 관리, 청정에너지원 개발을 통한 화석연료 사용대체 등 지속적으로 저탄소 농업을 연구·개발하고, 개발된 기술의 현장적용을 위한 교육과 홍보, 기술지원을 확대할 예정이다.

정책 수요자 참여 정책 활성화

저탄소 농업·농촌으로의 전환을 촉진하기 위해서는 농업 생산 현장에서의 온실가스 감축 노력을 강화할 필요가 있다.

이러한 노력의 일환으로 우리나라는 경제적 인센티브를 바탕으로 농업인들의 온실가스 감축을 유도하는 사업을 2012년부터 시행해 오고 있으며 참여 농가가 꾸준히 증가하고 있다.

아울러, 비료, 농약, 농자재 등 농업 생산과정에서 투입되는 원자재를 절감하는 영농방법을 적용하여 생산된 농축산물의 경우 '저탄소 농축산물'로 인증하고 있으며, 이와 같은 사업을 앞으로도 지속적으로 확대하기 위해 노력할 예정이다.

더불어 농축수산물의 소비자인 국민도 음식물 쓰레기 감소, 식생활 개선 등 생활 속에서 온실가스 감축 노력을 할 수 있도록 다양한 인식 개선 노력이 필요하다.

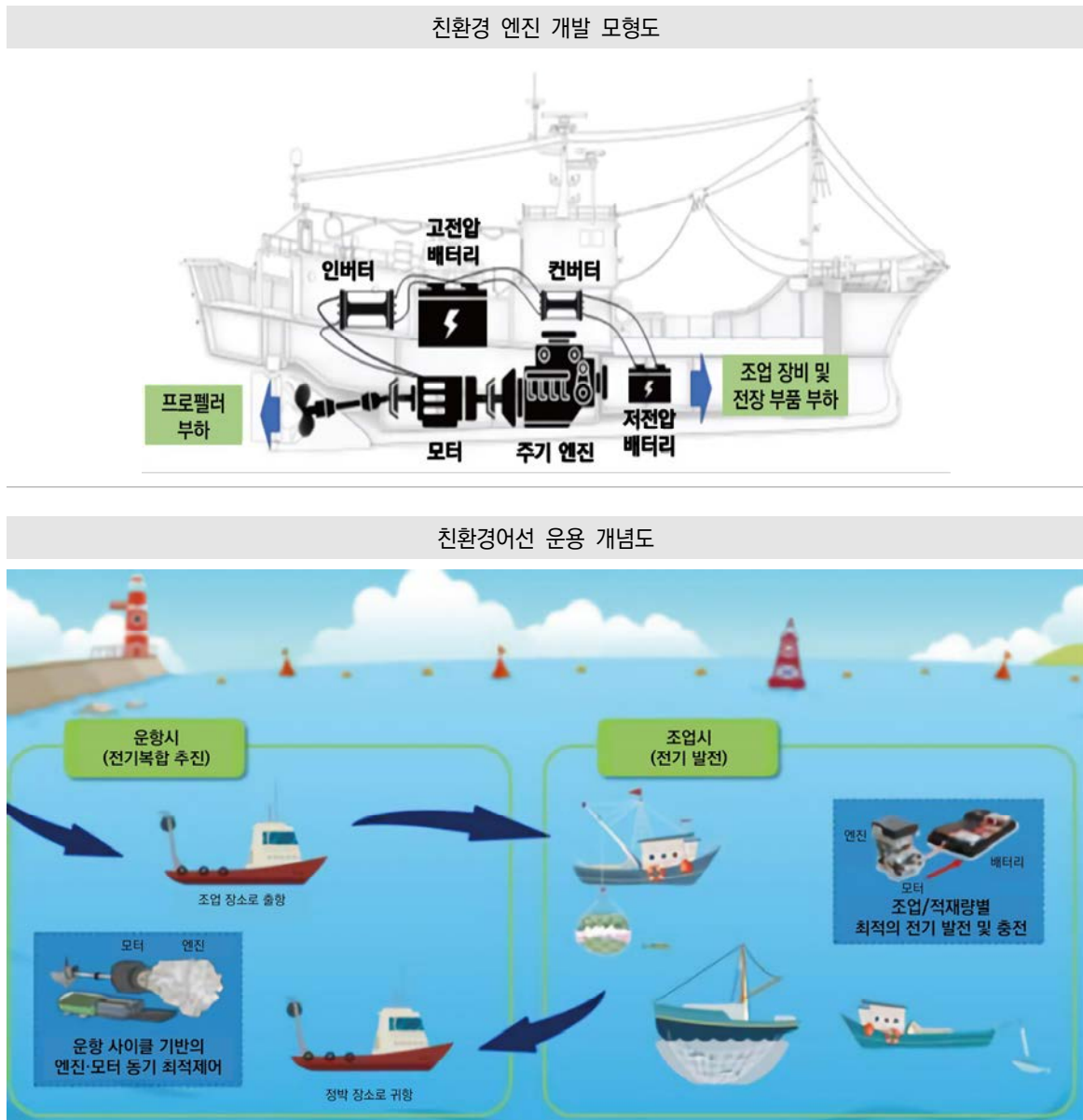
■ 친환경 에너지 확대

농업, 축산, 수산 시설에서 사용되는 화석연료를 저탄소 에너지원으로 전환하는 것은 온실가스 감축 잠재력이 가장 크고 실현 가능한 수단이다.

가축 분뇨 에너지화, 태양광 보급, 지열 활용 등은 화석연료의 사용을 저감시킬 수 있는 수단이며, LED 조명, 보온커튼 등은 에너지 이용 효율을 높일 수 있는 수단이다.

한편, 전기 어선, 수소 어선 등 에너지 절감형 친환경 어선개발은 어업생산 과정에서 발생하는 온실가스를 줄이고, 저탄소 생산구조 정착, 기후변화에 대응하는 지속 가능한 어업을 구축하는 옵션으로서 미래에 보급을 장려할 필요가 있다.

[그림 4-30] 에너지 절감형 친환경 어선 개발 개념도



특히, 수산가공분야는 냉동냉장, 고온가열 등으로 인해 에너지 사용량이 많아 마른김 가공공장의 공기열 재활용을 비롯한 에너지 사용 효율화 수단을 확대 보급할 계획이다.

아울러 향후에는 스마트기술을 활용하여 가공물량이나 보관량, 최적 온도·습도에 따른 공장 자동제어 기술을 개발·적용하는 등 수산가공 분야의 스마트 팩토리화를 통한 최적 생산과 에너지 효율화도 추진될 계획이다.

이와 함께, 미래 라이프 스타일 변화를 반영하고, 국토의 균형 발전과 친환경에너지 사용을 늘리기 위해서는 농어촌지역에서 태양광, 풍력 등 친환경에너지를 적극 활용하는 성공모델을 창출하고 우수사례로 만드는 것도 필요하다.

이는 에너지 전환을 통한 지역발전 연계 모델을 보여줄 뿐만 아니라, 산업입지 변화·인구이동 등 사회변화에 미리 대비할 수 있는 방안을 제시할 수 있을 것이다.

■ 수산 부산물 바이오 산업과 연계 활성화 확대

수산물의 생산·소비·유통과정에서 발생하는 부산물 중 재활용 가치가 높은 굴 패각 등을 이용하여 석회석 대체재로 활용하여 온실가스를 줄이는 동시에 바이오(식품, 의약품, 화장품 등)산업의 원료로 활용함으로써 수산부산물 폐기량을 줄이는 등 새로운 신산업에 대한 육성도 필요하다.

7. 탄소 흡수원

7.1 탄소 흡수원 현황 및 전망

탄소흡수원 현황

우리나라 토지는 위치, 역사, 주변 환경 등에 따라 도시, 농지, 산림 등 다양한 용도로 구분된다. 토지는 이용 방법에 따라 온실가스를 배출하는 경우도 있지만 식물이 존재하는 토지의 경우 대부분 식물의 광합성을 통해 이산화탄소를 흡수하는 역할을 한다.

이러한 식물의 광합성 기능은 현재까지 개발된 어떠한 인위적 이산화탄소 제거 기술보다 환경적이며, 비용 대비 이산화탄소 제거 효과가 높은 방법이다.

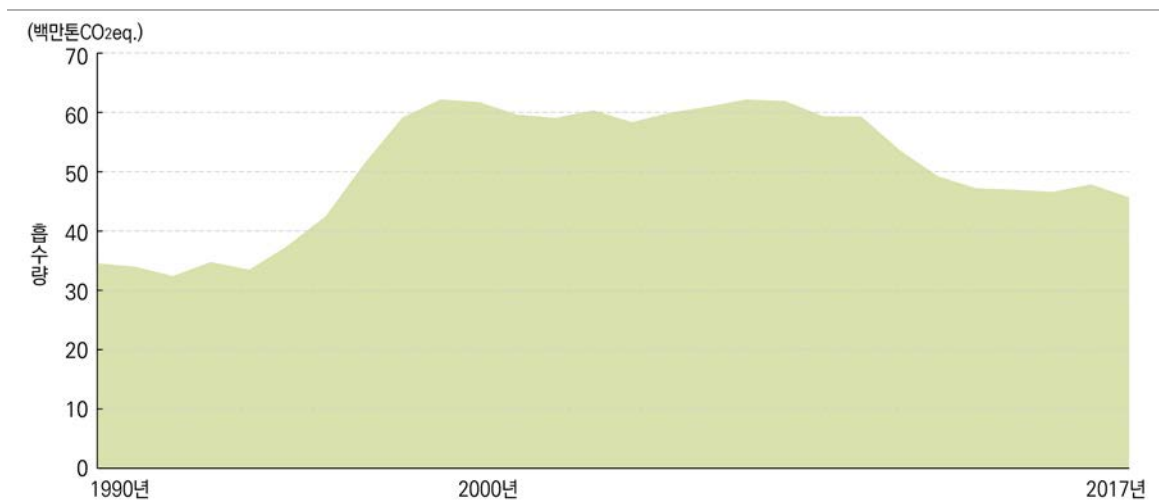
우리나라는 현재 국토 전체 면적의 약 63%가 산림으로 구성되어 있는 산림 국가이다. 일제강점기와 한국전쟁 이후 산림이 매우 황폐화 되어 1950년대 중반 산림률이 35%까지 감소하였다가 70-80년대 대규모 녹화사업으로 현재 수준까지 높일 수 있었다.

이러한 높은 산림 면적 비중과 산림 녹화사업의 성공은 근대화에 따른 도시화 진전과 대규모 토지 개발에도 불구하고 우리나라 토지가 '탄소 순 흡수원'의 역할을 유지하는데 큰 기여를 하였다.

우리나라 산림은 녹화사업이 본격 진행된 1970년대 이후로 이산화탄소 흡수량이 지속적으로 증가하여 2000년에 정점을 기록하였고, 그 후 산림의 노령화와 산지 전용으로 인해 이산화탄소 흡수량이 점차 감소하고 있다.

2017년의 경우, 국내 토지 중 산림 등을 통해 흡수된 이산화탄소는 45.7백만 톤으로서 에너지 부문 이산화탄소 배출량의 7.4%를 상쇄하였다.

[그림 4-31] 우리나라 산림의 이산화탄소 흡수량 추이



탄소흡수원 전망

현재 우리나라 산림은 1970~1980년대 집중적인 대규모 조림으로 형성되어 대부분 순생장량이 가장 큰 3~4영급⁵⁶⁾으로 구성되어 있으나, 향후 점차 노령화되어 순 생장량이 급격히 떨어지는 6영급 이상의 산림면적 비율이 크게 증가할 것으로 보인다.

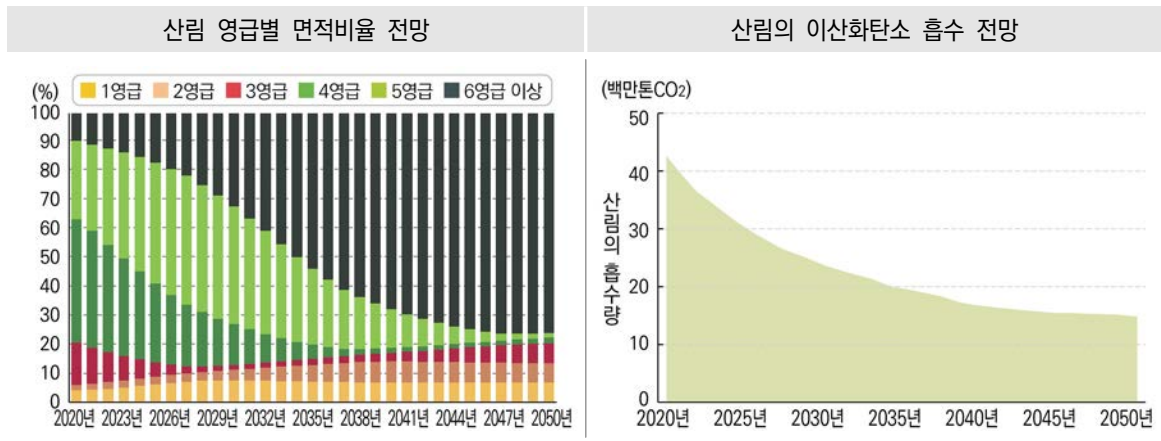
국립산림과학원의 전망에 의하면, 6영급 이상의 산림면적 비율은 2020년 10.2%에서, 2030년 32.9%, 2050년 72.1%로 증가하며, 이에 따라 단위면적(ha)당 산림의 연평균 생장량은 2020년 4.3m³에서 2030년 2.6m³, 2050년 1.9m³로 감소할 것으로 예측된다.

이러한 감소 추세를 전환하기 위해서는 높은 영급의 산림에서 목재생산을 확대하여 갱신되는 산림면적을 지속적으로 늘려야 하나, 국산목재의 수요가 현재보다 크게 증가하지 않는 한 산림의 불균형한 영급 구조와 연간 생장량은 쉽게 개선되지 않을 것으로 보인다.

따라서 현 산림의 상태와 목재생산 계획을 반영할 경우, 2050년에는 현재 탄소 흡수량의 약 30% 수준까지 줄어들 것으로 전망된다.

한편, 도시화 등에 의한 산림면적 감소도 탄소 흡수원 전망에 부정적인 영향을 미칠 것으로 보인다.

[그림 4-32] 우리나라 산림의 영급별 면적비율과 이산화탄소 흡수 전망 추이



7.2 탄소 흡수원 2050 비전 및 전략

산림은 탄소흡수원의 대부분을 차지하는 핵심 분야로서 산림경영의 혁신을 통해 산림의 노령화 문제를 개선하고 목재제품의 이용률을 제고하여 탄소저장량을 높여야 한다.

생산 단계에서는 조림과 산림경영 등을 통해 산림의 이산화탄소 흡수 능력을 단계적으로 개선해 나가야 하며, 소비 단계에서는 국산 목재의 이용률을 높여 순환적인 산림 자원 활용체계를 구축해야 한다.

56) 영급 : 식립된 수목의 나이를 10년 단위로 구분한 것으로 1영급은 1~10년생, 2영급은 11~20년생 등으로 표시

탄소흡수원 확대(신규조림/재조림)

조림은 가장 중요한 이산화탄소 흡수 증진 수단으로 비 산림지역을 대상으로 조림하는 '신규 조림'(afforestation)과 본래 산림이지만 다른 용도로 전용된 토지를 다시 인공적으로 조림하는 '재조림'(reforestation)으로 구분된다.

이미 성공적으로 산림녹화를 이룬 우리나라는 신규 조림/재조림 대상지가 거의 없는 실정이나, 도시숲·정원 등 생활권 녹지조성, 훼손지·주요생태축의 산림복원, 유휴토지(한계농지⁵⁷⁾, 정주지⁵⁸⁾ 등 조림 등을 통해 탄소흡수원을 확대할 계획이다.

탄소흡수원 유지·관리(산림경영)

산림경영은 산림의 탄소흡수능력이 최대가 되는 상태를 지속적으로 유지하도록 산림을 관리하는 것으로 수종갱신, 숲 가꾸기 활동 등이 있다. 이와 같은 활동들은 영급 구조가 한 쪽으로 편중되고, 사유림 비중이 높은 우리나라의 산림구조에서 그 중요성이 크다. 우리나라의 경우 수종갱신, 숲 가꾸기 활동 등으로 연평균('15~'19) 약 17만ha의 벌채를 수행해 오고 있으며, 향후에는 수종갱신의 면적 및 산주의 산림경영 참여를 더욱 확대할 계획이다.

수종갱신은 탄소 흡수능력이 저하된 산림병해충 피해림, 생장이 떨어지는 불량림 등을 대상으로 입목을 벌채한 후 탄소 흡수량이 높은 입목으로 대체하는 것으로 단기적으로는 이산화탄소 흡수기능의 저하를 가져오나 장기적으로는 흡수량 증진에 기여한다.

숲 가꾸기는 산림이 건강하고 우량하게 자랄 수 있도록 숲의 연령과 상태에 따라 가지치기, 덩굴제거, 속아 베기 등과 같은 작업을 하는 것으로서 단기적으로는 산림 성장을 촉진하는 기능을 하며, 장기적으로는 질 좋은 목재생산을 통해 탄소저장에 기여한다.

현재, 제4단계 숲가꾸기 5개년 추진계획('19~'23)을 추진하고 있으며, 해당 기간동안 110만 ha의 산림에 대해 숲가꾸기를 추진할 계획이다.

목재공급량 확대

우리나라는 산림의 노령화에 따라 산림의 연간 성장량이 조금씩 감소하고 있으며, 이러한 불균형적인 영급 구조는 산림 자원의 순환성을 크게 제한한다.

목재공급을 위해 벌채량을 확대하는 것은 단기적으로는 산림의 이산화탄소 흡수량을 감소시킬 수 있지만, 벌채 후 갱신을 통해 불균형적인 영급 구조를 조정하여 장기적으로는 나무의 성장을 증가시켜 이산화탄소 흡수량이 증가하고, 산림의 지속가능성을 확보할 수 있다.

57) 한계농지(marginal farm) : 농지 중에서 영농조건이 불리하여 생산성이 낮은 농지

58) 정주지(settlement) : 도시지역의 녹지, 하천변, 도로변 등 숲 조성이 가능한 토지

목재는 탄소중립자원으로서 목재제품 이용 확대는 온실가스를 감축시키는 효과가 있다. 아울러 지속가능한 경영을 통해 생산되는 산림바이오매스의 에너지 활용은 온실가스 배출 저감과 재생에너지원의 변동성을 보완하는데 기여한다.

내구성 있는 목재제품은 100-200년까지 사용이 가능하며, 목재 내에 탄소를 고정하는 저장 효과와 목재가 탄소집약도 높은 제품(철강, 시멘트 등)을 대체하는 효과⁵⁹⁾가 있다.

7.3 산림 외 추가 흡수원

연안습지 등 산림 외 다른 탄소 흡수 수단도 존재한다.

블루카본은 연안에 서식하는 염생식물이 광합성을 통해 흡수한 탄소와 육상 및 해양 등 인접 생태계에서 퇴적물 이동을 통해 연안생태계로 유입 후 포집 된 탄소를 모두 이르는 말로 새로운 온실가스 흡수 옵션으로 주목받고 있다.

해양생태계는 육상생태계보다 온실가스 흡수 속도가 최대 50배 빠르며, 물에 잠겨있는 혐기적 조건에 있어 유기체의 분해 속도가 느리므로 식물로 고정된 탄소가 오랜 기간 분해되지 않은 채로 남아 있다.

우리나라는 전체 면적 2,482km²에 달하는 세계 5대 갯벌 보유국으로 이 분야에 높은 잠재력을 가지고 있으나 최근 해안 개발 및 환경오염 등으로 갯벌이 급속히 손실되고 있어 해안 서식지를 보호하고 복원할 필요가 있다.

현재 해양수산부에서는 우선 25년까지 총 20곳의 갯벌(총 4.5km²)을 복원할 계획⁶⁰⁾에 있으며, 앞으로 계속해서 확대해 나갈 예정이다.

또한, 2017년부터 5년간 100억원을 투입하여 블루카본 연구를 추진하고 있으며, 이를 통해 국내 블루카본 현황에 대한 통계를 구축하고 블루카본 양을 측정·검증할 수 있는 기술을 개발할 예정이다.

향후 국가 온실가스 인벤토리에 연안습지의 블루카본이 포함될 경우 국가 온실가스 감축 목표에 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

59) 목재 가공시 온실가스 배출량은 철강의 1/350, 알루미늄의 1/1,500이며 목조주택 제조 시 탄소배출량은 철근 콘크리트 주택의 1/4 수준

60) 갯벌관리 및 복원에 관한 기본계획(2021-2025, 해수부)

지속가능한
저탄소 녹색사회 실현을 위한

**대한민국 2050
탄소중립 전략**



제5장

이행기반 혁신

1. 정책 혁신 98
2. 사회 혁신 104
3. 기술 혁신 112

1. 정책 혁신

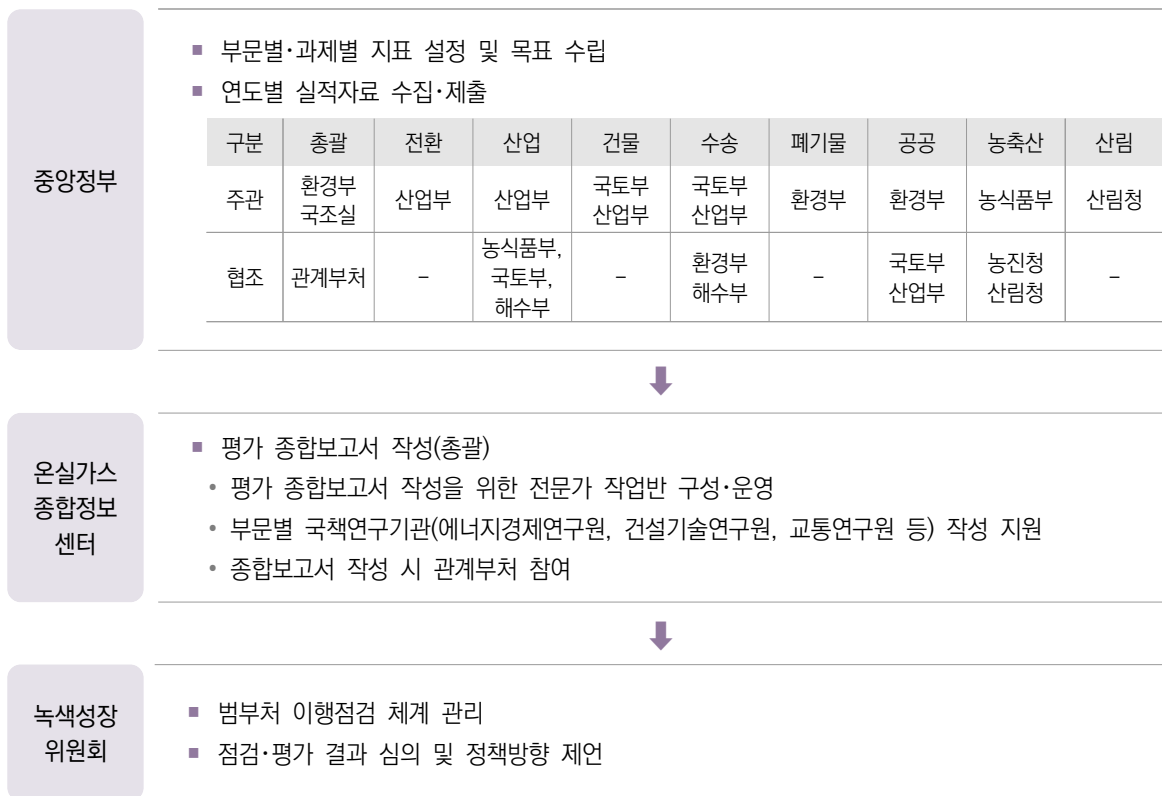
1.1 온실가스 감축 이행평가

이행평가의 중요성

파리협정은 각 당사국이 스스로의 상황을 고려하여 국가 온실가스 감축 목표(NDC)를 자발적으로 정하도록 유연성을 부여하는 대신, 모든 과정의 절차적 투명성을 강조하고 있다. 투명성 중 가장 핵심 사항이 온실가스 배출량과 이행실적을 정확하게 측정, 제출, 검증하는 것이다.

우리나라는 국제사회에 약속한 2030 온실가스 감축 목표 달성을 위하여 기후변화 관련 최상위 계획인 「제2차 기후변화대응기본계획」을 통해 이행점검·평가 체계를 구축하였고 2020년부터 시행하고 있다.

〈표 5-1〉 범부처 이행점검·평가 체계



출처 제2차 기후변화대응 기본계획(‘19.10)

이행평가 보고서

온실가스 감축 정책의 이행평가는 크게 에너지 공급(전력·열), 산업, 수송, 건물, 폐기물, 공공, 농축수산, 산림, CCUS 등 9개 부문에 대해 추진한다.

각 부문별 핵심 감축 정책의 성과를 확인할 수 있는 총 81개의 이행지표를 설정하였으며, 국가 온실가스 인벤토리와 별도로 잠정배출량을 산정·활용하여 평가의 객관성과 신속성을 높일 수 있다.

우선, 81개 이행지표에 대해 지표별 소관 부처에서 관련 실적(목표, 예산, 제도 등)을 수집하고, 온실가스 종합정보센터는 각 부처가 수집한 이행실적 자료와 부문별 잠정배출량 결과를 연계하여 종합평가보고서를 작성한다.

이행평가 결과, 배출량이 목표 경로를 초과하거나 이행실적이 미흡한 과제는 추가대책을 발굴하는 등 지속적인 환류도 실시한다.

이러한 이행평가 절차는 파리협정의 투명성 체계를 준수하여 진행되며, 결과적으로 우리나라가 2030 온실가스 감축 목표를 달성하는데 크게 기여할 것으로 보인다.

〈표 5-2〉 이행평가 지표 구성(예시)

- **목표지표 : 부문별 총 배출량(잠정) 및 원단위 배출량**
 - 온실가스 배출량: 전체 및 부문별
 - 원단위 : 인구 당 배출량(톤CO₂eq./명), GDP 당 배출량(톤CO₂eq./백만원) 등
- **이행지표: 정량지표와 정책지표로 구분(9대 부문 총 81개 지표)**
 - 정량지표(예) : 원별 발전 비중, ETS 할당량, LED 조명 보급률, 전기차 보급대수 등
 - 정책지표(예) : 노후 석탄발전소 폐지, 환경급전 도입, 상한제약 시행 등

1.2 제도 기반

기후변화 대응 제도 기반 마련

2050년 탄소중립을 위해서는 국가 전반의 혁신적인 전환이 필요하며 이를 지속적으로 이끌어 갈 수 있는 제도적 기반 마련이 중요하다.

「저탄소 녹색성장 기본법」에서 기후변화와 에너지 정책의 원칙과 방향성을 제시하고 있지만, 2010년 제정 이후 파리협정 체결, 전 지구적인 기후변화 대응 노력의 강화 등 변화된 국내·외 여건을 반영할 수 있는 제도적 보완이 필요하다.

정부의 정책 추진 방향이 2050 탄소중립을 위한 노력과 부합하도록 하여야 하며, 이를 위한 기후변화대응 기금 등 재정확보 방안, 탄소중립 전환으로 인한 피해 계층 및 지역의 지원, 녹색금융 등을 핵심으로 하는 제도적 기반을 마련할 계획이다.

■ 온실가스 감축 정책과 에너지 정책의 연계 강화

온실가스 배출 원인의 대부분이 에너지 연소에 의해 발생하는 점을 고려할 때 온실가스 감축 정책과 에너지 정책은 상호 밀접한 연관성을 지닌다.

우리나라는 「저탄소 녹색성장 기본법」에서 기후변화 대응과 에너지 정책의 기본원칙을 규정하고 있으며, 상호 정책 간 연계를 강조하고 있다.

동 법률에 따라 기후변화 대응과 에너지 정책의 최상위 계획인 「기후변화대응기본계획」 및 「에너지 기본계획」을 20년을 계획기간으로 5년 주기로 수립하고 있으며, 두 계획의 수립 시, 상호 정책 간 시너지 효과를 발휘할 수 있도록 정책의 정합성을 확보할 계획이다.

■ 정책 전반의 기후 영향 고려

재정 투입의 목적과 방향은 정부의 국정 철학과 정책 의지를 나타내는 지표이다.

예산은 1차적으로 국민과 산업계를 직접·간접적으로 지원하는 역할을 하며, 2차적으로 사회 전반의 인프라를 구축하는 기능도 한다.

따라서, 정부의 재정 방향과 가치에 기후 영향 요소를 포함하는 것은 국가가 저탄소 사회로 나아가는데 필요한 첫 번째 과제이다.

예산 편성과 집행 단계부터 온실가스 배출을 유발하는 사업은 지양할 필요가 있으며, 반대로 온실가스 배출을 줄이거나 환경질 개선에 도움이 되는 사업은 비용이 추가적으로 들더라도 적극적으로 권장하는 것이 중요하다.

■ 에너지 전환 기반 구축

청정 에너지원로의 전환을 뒷받침하기 위해서는 현행 화석연료 중심의 에너지 시장 제도의 개선이 중요하다.

깨끗하고 안전한 에너지 유통이 촉진되도록 환경오염 비용, 배출권 거래비용 등을 고려하여 전력공급 우선순위에 반영하도록 하여야 하며, 분산원 전원과 친환경 전원에 대한 사회적 가치를 용량 요금에 반영할 필요가 있다. 아울러, 수요관리와 에너지 효율 제고를 위해 원가 등을 반영하는 유연하고 합리적인 전기요금 체계를 마련함으로써 전기요금의 가격신호를 강화할 필요가 있다.

또한, 재생에너지의 확대에 따른 변동성, 간헐성 문제를 해결하기 위해 실제 수급 여건을 반영하는 실시간 전력시장 운영 체제를 구축하고, 스마트그리드로 조속히 전환하기 위한 제도적 기반과 재정지원이 필요하다.

1.3 탄소가격

■ 배출권거래제의 역할

탄소가격은 경제주체가 온실가스를 감축할 유인을 제공하는 비용 효과적인 방법이다.

기업은 탄소가격 신호에 따라 저탄소 기술에 대한 투자를 확대하며, 여러 분야 중 온실가스 감축이 쉽고 감축 효과가 큰 부분부터 기술을 적용해 나갈 수 있다.

또한, 벤치마크(Benchmark) 방식의 경우 업종 간 온실가스 감축 편익의 공정한 분배와 감축효율이 높은 기술의 확산에 기여하는 선순환 기능도 존재한다.

우리나라는 탄소가격 정책을 실시하고 선도하는 국가로서 국가 단위의 배출권거래제를 아시아 국가 최초로 도입하여 실시하고 있다.

국가 온실가스 감축 목표를 고려하여 배출허용총량을 결정하고 기업별 배출량에 따른 잉여 배출권 거래를 자유롭게 허용하여 기업의 저탄소 기술 투자를 촉진하고 있다.

정부는 배출권거래제가 2050 탄소중립을 달성하는데 더욱 중요한 온실가스 감축수단으로 활용되도록 정책적 측면에서 유상할당 비율과 벤치마크 적용을 단계적으로 확대하고 저탄소 기술에 대한 지원도 강화할 예정이다.

■ 세제, 부담금

탄소가격은 시장에서의 가격뿐만 아니라 세제나 화석연료에 대한 보조금도 포함된다.

화석연료에 대한 조세는 저탄소 연료 전환을 촉진하는 긍정적 효과로 작용하는 반면, 보조금은 부정적 효과로 작용한다.

배출권거래제와 연계하여, 세제, 부담금 등 탄소가격 부과 수단들을 종합적으로 검토하여 합리적인 가격체계를 구축하여야 한다.

아울러, 이러한 탄소가격 정책으로 인해 국내 산업이 국제 경쟁력을 잃지 않도록 국제사회와 연대를 강화하고 탄소중립을 위한 공동의 노력을 추진하도록 하겠다.

1.4 공공의 주도

공공의 선도적 역할

공공 부문은 온실가스 감축 노력의 의지 및 성과를 보여줄 수 있는 대표적 부문이다.

정부는 공공 부문의 선도적인 온실가스 감축 노력을 통하여 민간 부문의 모범이 되고 감축 기술을 적용할 수 있는 시범사례를 제공할 수 있다.

우리나라는 2011년부터 중앙정부, 지방자치단체, 공공기관 등 800여 기관을 대상으로 공공부문 온실가스 목표관리제를 시행하였으며, 제도 도입 이후 약 11%의 온실가스를 감축하는 성과를 거뒀다.

정부는 앞으로도 공공 부문이 선도적으로 온실가스 감축을 이끌도록 건물 에너지 효율 개선, 재생에너지 보급 확대, 친환경차 의무화 등 다양한 정책 수단을 도입할 것이며, 이를 통해 2050년 이전에 공공 부문의 탄소중립을 실현할 것이다.

1.5 한국형 그린뉴딜

탄소중립의 촉매제로써 그린뉴딜 추진

2050년 탄소중립 사회를 실현하기 위해서는 그 촉매제로써 공공부문의 선제적인 재정투자가 필수적이다.

우리나라의 경우 2020년 7월, 코로나19 경제위기와 기후·생태위기의 동시 극복 전략으로서 2025년까지 총 160조원을 투자하는 한국판 뉴딜 종합계획을 발표한 바 있으며, 그 한 축으로 2025년까지 총 73.4조원을 투자하는 그린뉴딜을 추진해 나갈 계획이다.

그린뉴딜 주요 내용

그린뉴딜은 총 3대 분야로 이루어져 있다.

첫 번째 분야는 도시·공간·생활 인프라의 녹색전환이다.

먼저 국민 생활과 밀접한 공공시설의 제로에너지화를 위한 그린리모델링이 추진된다.

대상은 공공 임대주택 22.5만 호, 학교건물 2,890개 동, 보건소 및 의료시설 2천여 동, 문화시설 1,000여 개소로서 이들 시설에 재생에너지 설비 설치, 단열재 보강, 친환경 자재 시공 등 건물의 에너지 소비를 줄이고 자체 생산할 수 있는 기반을 구축할 계획이다.

아울러, 국토, 해양, 도시의 녹색 생태계 회복을 위해 기후변화에 대응력을 높인 스마트 그린 도시 25개소를 조성하고 도시에 사는 사람도 자연 생태서비스를 향유할 수 있도록 생태복원 사업을 추진할 계획이다.

두 번째 분야는 저탄소 분산형 에너지 확산이다.

재생에너지 산업 생태계를 육성하는 ‘그린에너지’ 사업을 통해 2025년까지 태양광·풍력 설비를 현재의 3배 이상 수준으로 대폭 확대하고 발전수익이 지역 주민에게 공유될 수 있도록 ‘이익공유모델’을 개발할 계획이다. 아울러, 수송부문의 친환경차 보급 확대를 위해서 승용차 외에도 화물차, 건설기계 등 다양한 차종에 대해 친환경차 지원을 확대하고 미래차에 대한 기술개발 투자를 통해 세계 최고 수준의 기술력을 확보할 계획이다. 또한, 친환경선박 보급 확대를 위해 공공선박의 친환경선박 대체와 민간 선박 보급 지원을 확대할 계획이다

세 번째 분야는 녹색산업의 혁신 생태계 구축이다.

산업단지의 에너지 자립을 위한 ‘스마트 그린산업’ 사업을 2025년까지 10개 산업단지에 대해 추진하고, 그린분야의 중소기업 육성을 위한 그린 스타트업 타운을 조성할 계획이다.

아울러, 1.9조원 규모의 녹색 융자를 조성하여 녹색전환을 위한 기업의 과감한 투자를 뒷받침할 계획이다.

■ 앞으로의 방향

그린뉴딜 시행으로 탄소중립을 위한 첫 걸음은 이미 내디뎠다고 할 수 있다. 그러나, 그린뉴딜을 바탕으로 탄소중립을 실현해 나가려면, 이러한 재정투자를 마중물로 탄소중립 노력이 민간에 확산되도록 지원하는 것이 중요하다.

정부는 한국판 뉴딜 종합계획 발표 이후 뉴딜펀드 활성화 전략, 지역균형뉴딜 확산전략 등을 잇따라 발표하면서, 한국판 뉴딜을 민간과 지역에 확산시키기 위한 노력을 이어가고 있다. 앞으로는 국민 참여형 뉴딜펀드를 조성하여 기업과 국민의 적극적인 참여를 이끄는 한편, 지역 균형 뉴딜을 통해 그린뉴딜의 실질적 이행 주체인 지자체 역할을 확대하여 민간의 변화를 선도해 나갈 계획이다.

2. 사회 혁신

2.1 공공 인식 제고

기후위기에 대한 국민 인식 제고

온실가스 감축을 위한 국민의 행동 참여는 기후 위기에 대한 인식과 폭넓은 공감대가 형성될 때 가능하다. 즉, 사회 전체가 기후 위기의 심각성을 엄중하게 인식하여야 하며, 이를 대응하기 위한 국민적 노력에 참여 의사를 보여야 한다.

그러나 저마다 다양한 가치와 관점을 지니는 사회 구성원들에게 하나의 목표를 갖고 공통의 가치를 공유하도록 한다는 것은 지극히 어려운 과제이다.

국민적으로 공통의 목적을 서로 공유하기 위해서는 정부를 포함하여 모든 이해당사자가 서로의 가치와 관점을 나누고 함께 논의하는 과정이 필요하다. 정부는 일련의 과정에서 중심이 되어 국민 모두가 기후 위기 상황을 올바르게 인식하게 하고 서로 다른 이해 관계를 조율할 수 있도록 지속적으로 노력하여야 한다.

또한, 국민 누구나 자유롭게 의견을 교환하고 정부 정책 결정에 참여할 수 있도록 정보 접근권을 보장하여야 하며, 이를 위한 기후정보 통합 플랫폼 구축이 필요하다.

대국민 홍보 및 기후행동 촉진

기후위기 상황에 대한 인식 개선에서 나아가 실제 국민들의 기후 행동을 촉진하기 위해서는 대국민 홍보가 중요하다.

유명인사를 기후변화 홍보 대사로 임명하고 웹툰, 애니메이션, 다큐 등 문화 콘텐츠를 활용하는 것도 전통적인 홍보의 수단이며, 기후변화 문제의 당사자인 미래세대의 참여를 촉진하기 위해 청년들이 직접 주도하고 참여하는 토크 콘서트, SNS 홍보 등을 적극적으로 추진할 필요도 있다.

우리나라는 기후변화 대응을 위한 홍보로서 '종이없는 모바일 영수증 캠페인', '1회 용품 안쓰기', '대중교통 타기 운동' 등을 추진하고 있으며, 매년 4월 22일 전후 1주일을 '기후변화 주간'으로 지정하여 국민의 관심과 참여를 극대화하고 있다.

[그림 5-1] 각종 기후변화 홍보 캠페인 예시



한편, 국민의 저탄소 생활 실천을 유도하기 위해 탄소포인트 제도와 그린카드 활성화도 추진하고 있다.

탄소포인트 제도는 가정에서 전기, 상수도, 도시가스 등의 사용량을 절감할 경우 절감량에 따라 금전적 인센티브를 제공하는 제도로서 현재 280여만 가구가 참여 중이다.

그린카드는 대중교통을 이용하거나, 친환경 제품 구매 시 할인 혜택을 제공하는 카드로서 현재 2,000만 카드가 발급되었으며, 국민의 친환경 소비를 유도하고 있다.

■ 환경교육 강화

기후변화를 비롯하여 미세먼지, 수질오염 등 환경 문제는 정부와 산업계의 역할이 중요하지만 일반 시민도 모두 관여되어 있다.

모두가 온실가스를 배출하는 원인자이자 기후변화로 인한 피해자이다.

기후변화를 포함한 환경위기를 극복하기 위한 근본적인 해결책은 문제를 인식하고 실천하는 시민이 우리 사회의 주류가 되는 것이다. 그 중심 역할을 하는 것이 환경교육이다.

정부는 국민 모두가 기후변화 대응에 필요한 소양과 역량을 갖추 수 있도록 교육의 기회를 제공할 것이다. 특히, 기후부문은 환경교육의 핵심으로서 단기적이고 경제 중심적 관점으로 접근했던 기존의 시각에서 벗어나 지속가능성에 대한 가치와 장기적이고 다양한 관점으로 실시될 필요가 있다. 이에 정부는 국가 교육과정 뿐 아니라 교육청, 학교의 교육과정에 환경교육을 강화하고, 유아부터 성인까지 전 생애주기에 걸친 평생 환경교육 체계를 갖추는 것을 중요한 과제로 삼고 있다.

■ 대학 교육과 연구

유치원이나 초중등학교 뿐 아니라 대학에서의 역할도 크다. 사회 문화적 패러다임의 전환을 위해서는 전문 지식인을 양성하는 대학에서 장기적 관점의 연구와 개발을 추진해야 한다.

기후변화특성화 대학원을 활성화하고, 기후변화의 복합성을 고려하여 다양한 전공을 결합한 프로그램을 통해 융합형 고급인재를 양성하여야 한다.

이를 통해 미래 기후변화 대응 리스크 관리를 위해 기업 수요에 맞는 기후 전문가 인력을 양성하고 실제 일자리 창출에도 크게 기여할 수 있다.

정부는 현재 대학 단위로 진행되는 그린캠퍼스 사업을 개선하여 교육, 연구, 지역협력 등 모든 구성원들의 참여와 협력이 가능한 형태로 나아갈 예정이다. 이러한 기관 전체적 접근(Whole Institution Approach)은 교육기관으로서의 새로운 교육 혁신 기회를 제공할 뿐만 아니라 지역사회의 지속가능 발전 모델이 될 수 있을 것으로 보인다.

2.2 의사결정 거버넌스

■ 국민 정책 참여 확대

과거에는 주로 정부가 정책을 수립하고 사후에 국민들의 의견을 묻곤 했으나, 점점 정보 공유의 중요성이 강조되고 인터넷 등 다양한 소통채널이 발달하면서 정책 수립단계에서부터 국민의 정책 참여 요구가 증가하고 있다.

특히 우리나라의 LEDS는 이러한 국민의 참여를 극대화하여 수립한 정책이다.

보고서 수립 단계부터 민간 전문가 포럼을 9개월 동안 운영하였으며, 정부는 민간 포럼의 논의 결과와 폭넓은 국민 의견수렴을 거쳐 정부안을 수립하였다.

기후변화 정책은 국민이 가장 큰 이해당사자이다.

지금보다 국민이 정책에 참여하는 기회와 정보가 폭넓게 제공되어야 하며, 국민은 정책 수립의 주체로서 정당한 의사결정권을 부여받아야 한다.

또한, 전문가, 산업계, 시민사회 등 특정 계층에 집중되어 그동안 정책 수립과정에서 소외됐던 청소년, 노년층 등의 참여 기회를 확대하는 것도 중요하다.

특히, 청소년은 기후 위기의 가장 큰 피해 당사자인 점을 고려하여 이들의 적극적인 정책 참여 방안을 보장할 필요가 있다.

■ 갈등관리 메커니즘 강화

한 시대를 공유한 보편적 가치의 전환은 필연적으로 갈등을 유발한다.

화석연료와 결별을 의미하는 탄소중립 사회로의 지향은 에너지 다소비에 의존한 산업과 관련 종사자에게 생존의 문제와 직결되기도 한다. 이러한 첨예한 갈등이 예상되는 정책의 경우 기존의 갈등 관리 메커니즘은 갈등 해소의 근본적인 역할을 할 수가 없다.

이러한 갈등의 해소를 위해서는 먼저 국민적인 공감대 형성이 필요하다.

여러 이해관계자의 참여를 보장하고 상호 간 충분한 학습과 토론을 통한 공론화 과정이 중요하다. 우리나라에서 미세먼지 문제 해결을 위해 추진된 국민 속의 토론 방식도 갈등을 해결하는 좋은 방법 중 하나이다.

전문적으로 갈등을 관리할 수 있는 시스템도 중요하다. 갈등이 발생할 때마다 일회성으로 대응하기보다는 전문조직이 사전에 갈등을 예상하고 예방하는 시스템을 갖춘다면 불필요한 갈등을 최소화할 수 있을 것이다.

아울러, 국민 스스로 혁신의 주체이자 혁신의 수혜자가 될 수 있도록 하여야 한다.

탄소중립 사회로의 전환 과정에서 파생되는 사업의 편익이나 성과를 모두가 합리적이고 공정하게 배분되도록 하여야 하며, 특히 재생에너지의 경우 지역주민들의 이익을 보장하는 방안이 확실해야 적극적인 참여를 촉진하고 갈등을 예방할 수 있을 것이다.

■ 공정한 전환을 위한 기반 마련

탄소중립 사회로의 전환은 장기적으로 산업의 지속가능성을 향상시키지만 그 이행과정에서 화석연료를 기반으로 하는 관련 산업의 축소를 유발하고 이 산업 분야 종사자의 일자리를 위협할 수 있다.

정부는 이러한 산업구조 변화에 대응하여 기존 산업 종사자들이 신산업 분야로 신속하게 전환 할 수 있도록 능력개발 등을 적극 지원해야 한다. 그리고, 전환과정에서 일자리를 잃은 사람에 대해서도 생계지원과 함께 일자리 전환을 적극 지원해야 한다.

현재 정부는 저탄소 분야의 숙련기준을 마련하기 위한 국가직무능력표준 개발, 저탄소 신산업분야 직업훈련 과정 확대 등을 통해 탄소중립 사회 전환에 필요한 인력을 양성하고 있다. 아울러, 정부는 2021년 1월부터 국민취업지원제도 시행 및 전국민 고용보험을 단계적으로 확대하여 실업급여, 직업훈련, 취업상담 등을 지원함으로써 사회안전망을 강화하고 있으며, 이를 기반으로 전환과정에서 나타나는 취약계층의 생계와 재취업지원을 확대할 계획이다.

2.3 지역사회 역할

지방 정부의 역할 강화

중앙정부 혼자서는 국가 전체의 비전과 방향을 이끌어 갈 수 없다.

사회 전반의 저탄소 인식을 확대하고 전환의 동력을 확보하기 위해서는 지방정부의 역할이 필수적이다. 특히, 친환경차 인프라 구축, 노후 건축물의 에너지 효율 개선 등 수송과 건물 부문의 온실가스 감축을 위해서는 지역 차원의 전략과 실행이 중요하다.

중앙정부와 지방정부의 성격과 역할을 고려하여 공정한 전환 공동 프로젝트 등 좋은 협력 모델을 찾고 함께 추진하는 방안을 모색해야 한다.

한편, 지방정부의 적극적인 비전 수립도 중앙정부의 기후위기 대응을 촉진하는 계기가 될 수 있다. 우리나라도 2020년 7월 17개 전체 광역지자체와 63개 기초지자체가 ‘탄소중립 지방정부 실천연대’를 구성하고 탄소중립 목표 지향을 선언하였다. 이러한 지방정부의 움직임 국가 전체의 저탄소 전환 속도를 높이는데 중요한 촉매제 역할을 할 것으로 보인다.

지역별 온실가스 감축 사업 추진

온실가스 감축을 위한 직접 사업의 주체로서의 지방정부 역할이 확대되고 있다.

우리나라의 수도인 서울시는 ‘원전 하나 줄이기’ 정책을 추진하며 소규모 태양광 발전을 보급하기 위한 재정적 지원을 하고 있다. 제주도의 경우, ‘탄소제로섬(Carbon Free Island) 2030’을 정책 목표로 세우고 에너지 자립을 위한 집중적인 투자를 하고 있다.

마을 단위에서도 이러한 움직임이 확산되고 있는데, 성대골 마을의 ‘리빙랩(Living Lab) 프로그램’이 대표적인 성과이다. ‘리빙랩’은 ‘사회적 문제’를 해결하기 위한 지역 주민의 자발적인 참여를 기반으로 진행되는 프로그램으로 지역 단위의 저탄소 전환 가능성을 보여주었다.

[그림 5-2] 성대골 마을 리빙랩 프로그램



2.4 녹색금융 전략

■ 녹색금융과 기후변화 관계

녹색금융은 환경, 사회, 지배구조(ESG) 등을 감안하는 지속가능 금융의 한 부분으로, 기후변화와 환경 요인에 주목하는 금융이다.⁶¹⁾

높은 수익을 목적으로 수익-위험 간의 균형을 달성하기 위해 자산을 운용하는 기존 금융과 달리, 수익과 위험의 예측 과정에 기후변화 등 환경요인과 외부충격에 탄력성을 높이는 것을 주목적으로 한다.

앞으로 기후변화가 점점 심각해지면서 실물경제와 금융시스템에 막대한 영향을 미칠 것으로 예상된다. 기후변화 리스크는 자연재해, 미세먼지 등으로 인한 물리적 피해 뿐 아니라, 화석연료 기반 산업의 가치 하락으로 인한 투자손실까지도 포함한다.

이는 결국 해당 기업에 재무적 손실을 야기할 뿐 아니라 이들 기업에 투자하거나 자금을 대출한 금융기관도 영향을 받는 등 금융 시스템 전반의 리스크로 확산될 수 있다.

따라서 금융안정성 관리를 위해 기후변화 리스크 관리가 중요한 상황이며, 정부는 녹색금융 활성화 기반 마련을 위한 정책을 추진할 계획이다.

■ 녹색투자 유도

성공적인 녹색전환을 위해서는 녹색산업 육성이 핵심 과제이다.

녹색산업 육성을 위해서는 안정적인 자금 공급이 필요하며, 정부는 녹색산업에 대한 자금 조달 수단을 마련하여야 한다. 예를 들어, 태양광, LED 사업 등 녹색산업에 대해 대출 시 금리 우대 혜택을 부여하거나 녹색산업에 집중적으로 투자하는 펀드를 판매하는 것이 한 방법이며, 앞으로 이러한 녹색투자의 규모와 종류를 더욱 확대할 필요가 있다.

우리나라는 녹색인증 기술, 대기오염 방지, 온실가스 감축 등 녹색 설비·기술 관련 투자 확대를 지속적으로 지원할 계획이다.

녹색산업 육성을 위해 정부 출자액과 민간 투자금을 결합하여 환경 산업체 및 해외 환경 프로젝트에 투자하는 정책 펀드를 지속적으로 조성하고, 펀드 투자를 마중물로 삼아 강소 환경기업을 스타 환경기업으로 육성하여 수출과 해외 진출 확대를 돕는 일도 중요하다.

정부는 환경 부문 민간투자시장 활성화를 위해 환경산업 투자 설명회나 펀드운용사 간담회 등을 통해 민간과의 소통을 강화할 것이며, 녹색 생태계 문화가 사회 전반에 조성될 수 있도록 공공부문이 나서서 선도적인 역할을 수행할 것이다.

61) 유엔환경계획 금융이니셔티브(UNEP FI) 정의

■ 녹색금융 분류체계 마련

녹색투자가 실질적으로 환경 개선 효과를 가져오기 위해서는 실제로 환경 개선 효과를 가져오지 않는 분야에 대한 투자가 녹색 투자로 인식되는 ‘그린워싱’의 방지가 필수적이다. 이러한 그린워싱의 방지를 위해서는 그린워싱을 명확하게 분류할 수 있는 체계(Taxonomy)가 마련되어야 한다.

EU는 지속가능 분야에 대한 자금 유입을 촉진하고 그린 워싱을 방지하기 위해 지속가능 금융 분류체계 구축을 진행 중에 있으며, 녹색채권기준(Green Bond Standard)에서 지속가능 금융 분류체계와 연계를 추진 중에 있다.

우리나라도 실질적인 환경개선 효과가 있는 분야에 녹색투자 자금이 유입될 수 있도록 한국형 녹색 분류체계 구축을 추진할 예정이다.

■ TCFD와 ESG 정보공개 확대

ESG는 Environment, Social, Governance의 약자로, 환경, 사회, 지배구조 등 기업의 비재무적인 요소를 의미한다. 기업의 사회적 책임과 지속가능성을 고려한 책임투자 활성화를 위해 국제적으로 ESG 정보공개 확대가 요구되는 추세이다.

G20 요청에 따라, ‘기후변화와 관련 재무 정보 공개를 위한 태스크포스(TCFD, Task Force on Climate-related Financial Disclosures)’가 기업과 금융기관의 정보 공개 프레임워크인 ‘기후변화 재무정보 공개 권고안’을 제시한 바 있으며, 최근 우리나라 환경부에서 TCFD 협의체 지지를 선언한 바 있다.

정부는 환경정보 공개제도의 개편을 통하여 상장 기업을 중심으로 환경 관련 정보공개 활성화를 추진하고 있으며 타 금융기관·기업이 TCFD권고안에 따른 재무정보 공개를 할 수 있도록 유도할 계획이다.

[그림 5-3] TCFD에 의한 재무정보 공개 권고안

Governance	Strategy	Risk Management	Metrics and Targets
Disclose the organization's governance around climate-related risks and opportunities.	Disclose the actual and potential impacts of climate-related risks and opportunities on the organization's businesses, strategy, and financial planning where such information is material.	Disclose how the organization identifies, assesses, and manages climate-related risks.	Disclose the metrics and targets used to assess and manage relevant climate-related risks and opportunities where such information is material.

또한 공개된 환경 정보에 대하여 민간 투자자가 환경책임 투자 시 활용할 수 있는 환경책임투자 가이드라인도 만들 예정이며, 이를 민간에 제공하여 공개된 환경 정보를 바탕으로 환경책임투자 활성화하도록 할 것이다.

■ 녹색금융 인프라 확충

정책과 제도 활성화를 위해서는 기관 설치, 인력 양성 등 인프라 확충도 중요하다.

ESG 및 녹색금융 관련 업무 지원을 위해서는 ‘전문 녹색금융 지원센터’를 설치할 필요가 있으며, 이를 통해 환경정보를 관리·공개하고, 맞춤형 교육을 실시하여 녹색금융의 활성화를 도울 수 있다.

포럼이나 세미나, 컨퍼런스 등을 통해 녹색금융과 관련된 사회적 네트워크를 강화하는 것도 중요하다.

수시로 정부, 민간 전문가, 기업이 참여하는 포럼을 통해 다양한 이해관계자들의 의견을 교환하여야 하며, 이러한 폭넓은 논의를 바탕으로 우리 사회에 필요한 녹색금융 방향을 설정할 예정이다. 또한, 국제사회에서의 기후변화 리스크와 녹색금융 관련 논의에 적극 참여하여 우리나라의 정책과 상호 환류를 추진할 것이며, TCFD 및 ‘유엔환경계획 금융이니셔티브(UNEP FI)’와의 협력도 지속적으로 강화할 예정이다

3. 기술 혁신

3.1 통합적 기술정책 수립

■ 통합형·융합형 연구개발 추진

온실가스 감축은 국가 에너지·기후변화 관련 시스템 전체가 총체적으로 대응해야 하는 사안으로, 특정 기술에만 의존해서 달성하기 어렵다. 이것이 바로 온실가스 감축과 관련한 기술 간 융합 연구개발 추진이 필요한 이유다.

대표적인 예로, Power-to-Gas(P2G) 및 Power-to-Liquid(P2L) 기술⁶²⁾은 재생에너지 잉여전력을 저장 및 전환하는 핵심기술로서, 재생에너지 발전 및 화학전환 기술 간의 융합을 통해서 확보 가능한 혁신기술이다.

또한, 수소경제 활성화를 위한 대량 수소 생산 기술의 경우, 유럽·일본에서 이미 상용화된 천연가스 개질 수소 생산 기술은 안정적인 수소 공급과 가격 측면에서는 이점이 있으나 이산화탄소를 발생하는 한계를 가지고 있다.

이러한 한계는 개질 수소 생산 기술과 이산화탄소 포집·저장·활용(CCUS) 기술 간의 융합 연구개발을 통하여 CO₂가 발생하지 않는 친환경 수소 생산 전략기술로 확대될 수 있다.

이와 더불어, 기후변화 대응 핵심기술의 전주기 통합형 연구개발 체계를 우선적으로 확립할 필요가 있으며, 이를 위해서는 관계부처의 협력이 무엇보다 중요하다. 현재 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 해양수산부, 환경부 등 관계부처 모두가 참여하여 추진하고 있는 범부처 CCUS 기술개발 사업이 좋은 모델이며, 앞으로도 부처 간 연구개발이 긴밀히 연계되어 성과를 창출할 수 있도록 노력할 계획이다.

또한, 기초·원천기술의 상용화를 강화하기 위하여 기술개발 착수단계부터 수요자의 의견을 적극 반영하고, 실증 단계에서 실제 기술 수요 기업이 R&D에 참여할 수 있는 체계를 확립하는 것이 중요하다.

■ 기후변화 R&D 제도 기반 마련

신기후체제 하에서 국내·외 기술개발 동향 및 여건을 고려하여 국가 기후기술 R&D 전략과 방향성을 제시하고, 이를 지원하기 위한 법적 근거를 마련하여야 한다.

더 나아가 앞으로 융합 기술개발에 따른 기후 신산업 모델이 등장하여 국제 표준화 활동 수요가 증가할 전망으로, 선제적 국제표준 및 기술 규격화를 지원할 수 있는 방안을 마련하여 국제시장을 선도할 필요가 있다.

62) 재생에너지를 전기에너지 형태가 아닌 수소, 천연가스, 액체연료 등의 화학에너지 형태로 전환하는 기술

3.2 기술별 기후변화 대응효과 평가

기술 개발단계에서의 온실가스 감축효과 평가

기술에 대한 온실가스 감축 잠재량 평가는 효과적인 온실가스 감축 수단 확보를 위하여 반드시 필요하다. 이를 위해 우리나라 온실가스 감축 여건을 종합적으로 고려하여, 기술별로 감축 잠재량에 대한 객관적인 평가를 진행하고 이를 활용할 방법을 찾아야 한다.

R&D 추진 시, 기획 단계에서부터 개발하고자 하는 기술의 온실가스 감축 효과를 예측하여 그 결과를 반영하고, 사업추진 단계에서는 개발 중인 기술의 온실가스 감축 잠재량을 체계적으로 평가하여 기술개발의 방향성을 점검함과 동시에 정책 수립의 근거로 활용할 필요가 있다.

아울러, 온실가스 감축 잠재량 평가를 통해 온실가스 R&D 우선순위 선정 및 신규 사업 기획·평가가 이루어질 수 있도록 온실가스 감축량 산정 방법론 확립 및 표준화 등 관련 체계를 마련하여야 한다.

마지막으로 인공위성 등 관측기반 온실가스 배출량 검증시스템 체계를 확보하여 온실가스 감축기술 개발이 제대로 이행되고 있는지 그 효과를 객관적으로 평가하는 체계를 구축할 필요가 있다.

탄소중립 사회를 위한 적응 효과 평가

그린 인프라 구축, 도시 생태계 구축과 같은 기후변화 적응을 위한 활동도 이산화탄소 흡수원 확대에 따른 감축효과가 있어 적응-감축 간 공편익(Co-benefit)이 발생할 수 있다는 점에서 중요시된다.

따라서, 기후변화 적응 기술의 효과를 파악하는 분석체계를 구축하여 탄소중립 사회의 최적 대응경로 마련 시 활용하는 방법으로 시너지 효과를 기대할 수 있다.

기술 전주기 환경성 평가 플랫폼 구축

지속 가능한 저탄소 녹색 사회 실현을 위한 기술개발을 추진할 때, 온실가스 감축 외에 기술개발에 따른 기타 환경 영향도 종합적으로 고려할 필요가 있다.

특정 기술이 적용될 때 온실가스 감축에는 기여 가능하나, 자원고갈, 산성화, 독성 등 기타 환경 영향은 오히려 증가할 수도 있으므로, 기술개발 시 온실가스 감축 효과를 포함한 다양한 환경 영향을 종합적으로 고려하여 지속가능한 기술을 확보해야 한다.

또한, 단위 기술뿐 아니라 기술 조합에 따른 시너지 효과에 관한 연구도 필요하며, 국가적 차원에서 또는 전지구적 관점에서 특정 기술의 도입으로 유발되는 종합적 환경 영향 평가 연구도 필요하다.

예를 들어, 자동차 산업에 전기차가 도입될 경우, 이에 따른 환경 영향은 수송 부문 뿐 아니라 발전 부문에도 미칠 수 있으므로, 두 산업에서의 환경 영향 변화 등을 종합적으로 고려할 필요가 있다.

이와 같이 다양한 분야에서의 기술 적용에 따른 종합적인 환경 영향은 전과정평가(LCA, Life Cycle Assessment) 기법을 활용하여 정량적으로 평가 가능하다.

따라서, 연구개발 단계 기술의 종합적인 환경 영향을 체계적으로 평가할 수 있는 전과정평가 공통 플랫폼 구축을 통하여 기술개발 전략 수립 및 기술 활성화 정책 추진 시 적극적으로 활용하여야 한다.

3.3 혁신기술 투자강화

탄소중립 사회로의 전환은 기존의 상용화된 온실가스 감축기술에만 의존해서는 달성이 불가능하다. 따라서, 혁신적 온실가스 감축 기술 경쟁력 확보 및 미래시장 개척을 위해 현재 상용화와 보급 중심의 R&D 뿐만 아니라, 기초·원천 연구 성과를 기반으로 기존 기술의 한계를 뛰어넘는 혁신적인 미래선도 기술 개발 확대가 필요하다.

현재 R&D 체계에서는 기존 산업에 즉시 적용 가능한 R&D 투자에 비해 새로운 가치를 창출할 수 있는 창의적 기초·원천기술개발에 대한 투자가 저조한 상황이다.

탄소중립 사회로의 전환을 위해서는, 미래 사회의 에너지 상황에 대비하고 온실가스의 획기적인 저감을 달성할 수 있는 원천기술 개발 및 미래 사회에서의 잠재력을 기대할 수 있는 차세대 혁신기술개발로의 패러다임 전환이 적극적으로 추진되어야 한다.⁶³⁾

특히, 기후변화대응 관련 현재 상용화 기술은 에너지 효율과 용량이 한계에 근접해 감에 따라 차세대 혁신기술의 조기 확보가 시급한 상황이다.⁶⁴⁾

에너지 공급 및 수요 부문의 온실가스 감축을 위해서는 핵심기술인 스마트 그리드, 에너지저장기술, 차세대 냉난방 및 ICT 융합 센서 네트워크, 건전성 관리 플랫폼 등과 같은 효율 향상 및 공정전환 기술 개발이 시급한 과제로서 적극 추진해야 한다.

또한, 수소사회로의 이행을 위한 수소의 생산부터 저장·운송, 활용에 이르기까지의 모든 영역에서 고효율, 고신뢰성, 저비용, 신소재 등을 포함한 혁신기술개발이 필요하다.

한계 돌파형 CO₂ 전환 고부가가치 제품 생산 기술(인공광합성, 신재생에너지 연계 기술 등) 등 혁신적 성과창출이 기대되는 새로운 기술 분야 발굴도 함께 고려되어야 한다.

이를 위해 온실가스 감축 관련 혁신·돌파형 원천기술 분야 로드맵을 수립하여 이에 따른 연구개발 추진 및 과감한 투자 확대를 병행할 것이다.

63) 배터리의 경우, 전통적인 배터리는 납축전지 중심이었으나, '91년 일본 소니(Sony)에서 리튬이온기술을 개발하면서 배터리 시장이 급격히 리튬이온전지 중심으로 재편되었고, 최근 배터리 발화 등 안전성 문제가 대두되며 전고체전지에 대한 기술개발이 확대 진행 중

64) 예를 들어, 실리콘 태양전지의 이론적 한계 효율은 약 30%로 페로브스카이트 및 탠덤 태양전지 등 신개념(新소재 및 新구조) 태양전지 개발을 통한 효율 한계 극복이 필요

지속가능한
녹색사회 실현을 위한

대한민국 2050 탄소중립 전략

말。一。為。蜂。二。如。파。為。을。為。水。발。측。為。跟。為。汲。器。一。如。깃。為。稷。기。為。箕。一。如。는。호。미。為。鉏。벼。르。為。난。為。鎌。이。아。為。綜。긔。為。炭。을。為。籬。느。銅。一。如。브。삽。為。竈。霜。버。들。為。狎。一。如。갈。為。刀。而。其。聲。土。

제6장

2050 발전 전략의 다음 단계

■ 2050 탄소중립 이행체계 구축

2050 탄소중립은 기후위기 대응을 위한 전 지구적 노력의 지향점이자 이제 새로운 국제사회의 경제질서로 자리 잡았다.

우리나라도 이러한 새로운 패러다임에 대응하기 위해 기존 온실가스 감축 중심의 적응적 관점에서 2050 탄소중립 사회로 나아가기 위해 새로운 경제사회 구조 구축이라는 능동적 대응이 필요하다.

이에, 정부는 2020년 12월 7일 LEDS 비전 이행을 위한 '2050 탄소중립 추진 전략'을 발표하였다. 동 전략은 탄소중립이라는 경제·사회 구조의 대전환 기로에서 능동적 대응을 통해 탄소중립과 경제성장, 그리고 국민 삶의 질 향상을 동시에 달성할 수 있는 기반을 마련하는데 목표를 두고 있다.

이러한 측면에서 '경제구조 저탄소화, 저탄소 산업생태계 조성, 탄소중립 사회로의 공정전환'이라는 3대 정책 방향과 '에너지 탄소중립 추진 전략', '탄소중립 산업 대전환 전략', '순환경제 혁신 로드맵' 등 10대 중점과제를 선정하였다.

■ 2050 탄소중립의 이행

2050 탄소중립은 30여년에 걸친 장기 목표로서 지속적인 이행 동력을 확보하기 위해서는 탄탄한 추진체계와 단계적인 실행전략이 중요하다.

정부는 탄소중립 과제를 국정과제로서 강력하게 추진하기 위해 대통령 직속으로 민관합동 '2050 탄소중립 위원회'를 설치하고 동 위원회에서 탄소중립과 관련된 중요한 정책을 심의할 예정이다.

아울러, 감축잠재량, 기술수준 등을 고려하여 우리나라 여건에 적합한 2050 탄소중립 시나리오를 수립하고 이를 바탕으로 각 부문별로 체계적인 이행 전략과 계획을 만들어 실행할 계획이다.

이러한 과정에서 2050 탄소중립을 위해 우리나라가 나아가야 할 방향에 대한 보다 세밀한 검토와 사회적 합의를 이끌어 나갈 예정이며, 2030년 국가 온실가스 감축목표도 2025년 이전에 상향할 수 있도록 노력할 것이다.

기후변화 대응을 위한 기술은 과학의 진보와 함께 더욱 발전할 것이고 미래에 더욱 획기적으로 변화할 것이다. 또한, 탄소중립을 위한 국제사회의 대응은 앞으로 더욱 가속화될 것이며, 구체화 될 것으로 예상된다.

이에, 정부는 이러한 변화에 맞추어 본 전략에서 제시된 비전을 주기적으로 검토하고 더 나은 미래로 나아갈 수 있도록 발전시켜 나갈 것이다.



지속가능한 녹색사회 실현을 위한
대한민국 2050 탄소중립 전략

