발 간 등 록 번 호
11-1480906-100018-09

기후변화와 탄소중립

Climate Change and Carbon Neutrality



환경부
온실가스종합정보센터

기후변화와 탄소중립

Climate Change and Carbon Neutrality

환경부
온실가스종합정보센터

기후변화와 탄소중립

Climate Change and Carbon Neutrality

발행일 2025년 06월 30일
발행처 온실가스종합정보센터 www.gir.go.kr
충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명8로 227, 오송스퀘어 빌딩 4, 5층
Tel. 043-714-7512 **Fax**. 043-714-7510
디자인 (주)더블루랩

Climate Change and Carbon Neutrality 2025 Summer Vol.29
Greenhouse Gas Inventory and Research Center of Korea

기고안내
「기후변화와 탄소중립」은 여러분들의 원고를 받습니다.
탄소중립 사회로 전환에 앞장서는 온실가스종합정보센터는
「기후변화와 탄소중립」을 통해 국내외 최신 연구 동향을 제공합니다.
온실가스 감축 및 기후변화 대응 관련 여러분의 많은 기고를 바랍니다.
기획총괄팀 윤소영 전문연구원(043-714-7512)

• 본지에 게재된 내용은 온실가스종합정보센터의 공식 견해가 아님을 밝힙니다.
• 본지에 게재된 글과 사진을 센터와 사전협의 없이 무단 복제하거나 게재할 수 없습니다.

Contents

04

발간사

최민지 | 환경부 온실가스종합정보센터장

08

트럼프 2기, 기후변화 정책 전망과 시사점

김성우 | 김앤장법률사무소 환경에너지연구소장

22

트럼프 2.0 시대와 산업 부문 탄소 감축 :
한국과 주요국의 산업 부문 감축 및 정책 수단 비교

정소영 | 한국과학기술원 지속발전센터 연구원

엄지용 | 한국과학기술원 기술경영학부 교수

32

기후정책 불확실성 시대,
'확실한 우리만의' 기후정책 방향과 목표 수립 기회로 활용하자

이상협 | 국가녹색기술연구소장

44

대한민국 1차 격년투명성보고서(BTR)의 의미와 주요 내용

김지수 | 환경부 온실가스종합정보센터 기획총괄팀장





발간사

최민지 센터장
환경부 온실가스종합정보센터

최신의 과학기술을 활용해 온실가스를 감축하기 위한 로드맵 마련에 더욱 '정주행'하겠습니다.

정해진 방향의 반대편으로 움직이는 현상을 '역주행'이라고 합니다. 자동차가 도로에서 주행차로 방향과 반대로 주행하는 행위를 뜻하는 단어이나, 최근에는 정치, 사회, 문화 등 다양한 분야에서 기존의 흐름을 거스르는 현상을 설명할 때도 자주 쓰이고 있습니다.

미국의 트럼프 2기 정부 출범과 함께 글로벌 기후 질서에서도 '역주행'이 우려되고 있습니다. 도널드 트럼프 대통령은 2025년 1월 취임식 당일 파리기후변화협정을 재탈퇴하는 행정명령에 서명했습니다. 이후 미국의 국정 철학이 변화하면서 화석연료에 대한 규제가 크게 완화되고, 저탄소 기술 및 산업에 대한 지원이 축소되는 등 기후 정책 후퇴로 이어지고 있습니다.

세계 최대 경제국이자 온실가스 누적 배출량 1위인 미국의 이러한 '역주행'은 국제사회의 기후위기 대응에 불확실성을 더하며, 전 세계 탄소중립 이행을 갈림길에 서게 하였습니다. 더욱이 러시아·우크라이나 전쟁으로 촉발된 에너지 위기와 지속되는 글로벌 경제위기에 다수의 국가가 탄소중립 사회로의 전환보다는 산업 부문 중심의 경제 성장을 최우선 국정 과제로 삼고 있습니다.

하지만 탄소중립은 되돌릴 수 없는 거대한 흐름입니다. 세계 경제사회 구조가 친환경·사회적 책임·투명한 지배구조(ESG) 경영 강화, 재생에너지 100% 사용(RE100) 확대 등 탄소중립 체제로 전환되고 있기 때문입니다. 유럽연합(EU)은 주요 산업의 저탄소 전환을 유도하기 위해 탄소 배출량이 많은 국가의 제품에 관세를 부과하는 탄소국경조정제도(CBAM)를 2026년부터 본격 시행하고, 세계 최대 온실가스 배출국인 중국은 전기차 시장과 재생에너지 분야에서 투자를 확대하며 지속가능한 미래 산업을 선도하고 있습니다.



세계기상기구(WMO)는 최근 보고서에서 향후 5년 이내에 산업화 이전 대비 지구 평균기온이 1.5℃를 초과할 확률을 86%로 전망하며, 기후위기의 심각성과 기후위기 대응의 시급성을 강조하였습니다. 이렇듯 기후위기는 국가 간 연대와 협력을 통해 집단지성을 모아 대응해야 할 엄중한 현실입니다. 나아가 탄소중립은 국가별 선택의 문제가 아니라, 지속가능한 미래를 위해 반드시 이뤄내어야 할 전 세계 공동의 목표입니다.

이에 따라, 환경부 온실가스종합정보센터는「기후변화와 탄소중립」제29호를 통해 '트럼프 2.0 시대의 기후정책 불확실성과 탄소중립 도전과제'를 주제로 한 전문가들의 분석과 통찰을 담았습니다. 김성우 김앤장법률사무소 환경에너지연구소장님은 미국의 정책 변화가 주요국의 기후 패러다임에 어떤 영향을 미치고 있는지를 분석해 주셨고, 엄지용 한국과학기술원 기술경영학부 교수님과 정소영 한국과학기술원 지속발전센터 연구원님은 한국과 주요국의 산업 부문 온실가스 감축 수단들을 비교해주셨습니다

또한 이상협 국가녹색기술연구소 소장님은 불확실한 국제 정세 속에서 철강, 석유화학, 시멘트, 발전 등 국내 주요 산업이 준비해야 할 과제를 짚어 주셨고, 제1차 격년투명성보고서(BTR)를 작성한 김지수 환경부 온실가스종합정보센터 기획총괄팀장님은 BTR 보고서에 담긴 우리나라 온실가스 감축의 과거와 현재, 미래의 모습을 쉽게 설명해 주셨습니다.

국제적 위기 속에서 우리나라는 기후위기 대응의 해법을 모색하기 위해 고심하고 있습니다. 이 과정에서 환경부 온실가스종합정보센터는 에너지, 산업 등 부문별 전문가들과 협업하여 온실가스 배출량을 전망하고, 최신의 과학기술을 활용해 온실가스를 감축하기 위한 로드맵 마련에 더욱 '정주행'하겠습니다. 국가와 지역의 온실가스 감축을 위한 여러분의 많은 관심과 성원을 바랍니다. 감사합니다.

환경부 온실가스종합정보센터장 최민지


NET
ZERO



트럼프 2기, 기후변화 정책 전망과 시사점

김성우
김앤장법률사무소 환경에너지연구소장

본글은 온실가스종합정보센터의 공식 견해가 아님을 밝힙니다.

Ⅰ. 서론(Intro)

올해 초 취임한 도널드 트럼프 미국 대통령은 연일 행정명령들을 쏟아내며 준비된 기후 정책 대전환을 실행에 옮기고 있다. 트럼프 대통령은 1기 시절부터 기후변화는 사기(hoax)라고 언급한 바 있고, 화석연료 증가 및 환경 규제 철폐를 중심으로 한 정책을 지속적으로 관철하려 하였다. 이러한 규제 완화를 저지하고자 트럼프 행정부를 상대로 수많은 소송이 제기되고 있다. 트럼프 대통령은 바이든 행정부의 기후 의제를 비난하거나 그린뉴딜을 사회주의 정책으로 폄훼하며 전면 철회를 추진하고 있어 미국 기후변화 정책의 불확실성은 그 어느 때보다 높아지고 있다.

그러나 정책의 불확실성에도 불구하고 실제 기후변화의 상황은 동시에 매우 엄중하다. 지난 1월, 유럽연합(European Union, EU) 기후변화 감시기구인 코페르니쿠스 기후서비스(Copernicus Climate Change Service)가 발표한 데이터에 따르면 2024년은 1850년 기록이 시작된 이래 가장 뜨거운 해이자 지구 평균 온도가 산업화 이전 수준(1850~1900년)보다 1.5℃ 이상을 넘은 첫해로 기록되었다. 1.5℃ 마지노선은 2015년 파리협정의 전 지구적 장기 목표가 수립되고 잇따라 그 근거에 관한 보고서가 채택되며 널리 알려졌는데, 이는 지구 면역체계에 상당한 붕괴를 촉발할 수 있는 임계점(tipping point)을 의미한다. 즉, 연쇄적인 기후 재앙이나 회복 불가능한 생태계를 직면할 가능성을 강하게 경고하는 것이다. 1.5℃ 마지노선이 이미 무너지고 있는 현 사태에 필연적으로 국제사회의 기후변화 대응은 탄소중립 선언이나 목표 수립 단계를 넘어 행동의 가속화를 지속적으로 요구받을 것으로 전망된다.

이에 이행의 구체성을 확보해야 하는 한국도 고민이 보다 깊어지고 있다. 기후변화 대응은 더 이상 기후정의나 환경에 국한된 의제가 아니라 산업·통상과 연계된 경제 현안이 되어 기업의 대응 요구도 거세지는 가운데, 트럼프 2기의 출범으로 정책적 불확실성은 더 커졌기 때문이다.

이에 본 글에서는 트럼프 대통령의 현재 행보의 토대가 되는 후보 시절 공약집(Agenda 47)부터 이후의 행정명령, 후속 조치 내용을 바탕으로 기후변화 정책 방향과 분야별 전망을 살펴보고, 현시점에서 기후변화 대응 시 고려할 만한 시사점을 짚어 보고자 한다.

Ⅱ. 트럼프 2기 기후변화 정책 방향

트럼프 2기 정책 실행의 핵심 가이드라인인 어젠다 47(Agenda 47)은 2023년 공개된 정책 계획 모음집으로 현재 이를 바탕으로 한 정책들이 본격 가동되고 있다. 이 16쪽짜리 공약집에는 흥미로운 사실이 하나 있는데, 10대(Chapter) 공약별 세부 항목들에 '기후'나 '환경'이라는 단어가 없다는 점이다. 다만 에너지 해방(Unleashing), 규제 완화 및 철폐, 안정·풍부·저렴한 에너지 등 경제 및 통상과 관련된 세부 공약 항목에서 기후변화 정책 방향을 포괄하고 있어 취임 후 실제 정책 실행과 함께 그 구체적 방향이 명확해지고 있다.

어젠다 47이 제시하는 기후 정책의 핵심은 두 가지 방향으로 요약된다. 첫째는 환경적 요소를 외면하고

경제적 요소를 우선시하는 정책으로 "역사상 가장 위대한 경제 건설" 공약에서 석유, 가스, 원자력 등 모든 에너지원을 적극 활용해 저렴한 에너지 공급국을 만들겠다고 명시했다. 인공지능(AI) 시대 핵심 요소인 저렴하고 풍부한 전력으로 중국과의 경쟁을 선도하겠다는 전략이다. 둘째는 경제성 확보에 방해가 되는 값비싼 친환경 정책의 축소로 '미국 에너지 해방'을 내세우며 그린뉴딜 종식과 바이든 행정부의 전기차·재생에너지 등의 지원 정책 철회 의지를 분명히 했다.

무엇보다 관련 부처 수장 인선에서 이러한 의도가 명확히 나타났다. 친환경 법안 반대론자인 리 젤딘(Lee Zeldin)을 이례적으로 환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA) 청장으로 먼저 임명하며 강한 의지를 나타낸 데 이어, 내무부 장관에는 석유 주산지 노스다코타 주지사 출신 더그 버검(Doug Burgum)을, 에너지부 장관에는 기후 위기를 허구라 주장한 프래킹 전문기업 최고경영책임자(CEO) 크리스 라이트(Chris Wright)를 선임했다. 이같은 인선은 어젠다 47의 두 핵심 방향을 구현하기 위한 방향 제시로 보인다.

III. 주요 행정명령 및 후속 조치 (환경, 에너지, 국제협력 분야)

트럼프 2기 행정부는 예고했던 대로 취임 직후부터 일련의 행정명령을 통해 바이든 행정부의 정책 기조를 급격히 전환하고 있다. 특히 주목할 점은 행정명령이 단순한 선언적 조치에 그치지 않고 연방기관에 구체적인 검토와 후속 조치를 지시하는 형태로 발전되고 있다는 것이다. 이는 각 부처의 우선순위와 자원배분에 영향을 미치며, 연방기관의 세부 검토 결과와 실행계획이 제출되면서 정책의 실질적 변화가 가시화되고 있다.

우선 환경 분야 주요 행정명령으로 취임일인 1월 20일에 "유해한 행정명령 및 조치의 초기 철회(Initial Rescissions of Harmful Executive Orders and Actions)"를 발표해 기후·환경 분야를 포함하여 바이든 행정부 정책을 대폭 철회하였다. 철회한 행정명령은 전 정부에서 발표한 78건의 행정명령, 각서, 선언을 광범위하게 다루고 있다. 그중 환경 분야와 관련된 주요 내용은 크게 기후 위기 대응 정책(연방 토지 및 해양에서의 신규 석유·가스 임대 중단, 재생에너지 생산 확대 등), 미국 외측 대륙붕 약 6억 에이커[1] 지역의 석유 및 천연가스 임대 철회, 2035년 무탄소 전력 달성 및 2050년 넷제로(Net Zero) 달성을 위한 세부 목표 수립, 인플레이션감축법(Inflation Reduction Act, IRA) 촉진을 위한 부처 간 협력 및 백악관 주도의 국무조정 명령, 인프라 투자 및 일자리법(Infrastructure Investment and Jobs Act, IIJA)의 효율적 투자 집행을 위한 부처별 고려 사항 등을 포함한다. 이는 트럼프 대통령이 선거 캠페인에서 약속했던 바이든 행정부의 친환경 정책 철회 공약을 신속하게 이행하는 조치로 보인다.

1) 남한 면적의 약 25배

<표 1> 환경 분야의 대표적 후속 조치

기간	주체	후속 조치
취임 직후	백악관 등	부처별 기후변화 관련 웹사이트 삭제[2]
3월 12일	EPA 청장 발표	바이든 행정부의 주요 환경 규제 31개 철회 위한 전면 재검토 명령[3]
4월 중	트럼프 대통령 메일 발송	기후 과학자 400명 해고[4]
4월 23일	내무부 발표	환경영향평가 간소화 절차 등[5]

* 출처: 백악관 웹페이지 자료 등을 참고하여 저자 작성

에너지 분야에서는 트럼프 대통령이 국가 에너지 비상사태(National Energy Emergency)를 선포하며 대통령 취임 첫날 에너지 안보를 국가 우선 과제로 설정하였다. 이러한 비상사태 선언은 국가비상사태법(National Emergencies Act, NEA)에 근거한 것으로, 대통령에게 에너지 위기 상황에 신속하게 대응할 수 있는 권한을 부여한다. 또한 주요 행정명령으로 "미국의 에너지 해방(Unleashing American Energy)"을 발표하였다. 주요 내용은 전기차 의무화 정책과 주별 배출기준 및 보조금 제도의 재검토, 전 정부의 IRA 및 IIJA 예산 집행 동결과 90일 내 포괄적 검토보고서 제출 의무화, 연방 정부의 의사결정 과정에서 사회적 탄소 비용 고려 배제, 그리고 석유, 천연가스, 석탄, 바이오연료, 원자력 등을 미국의 핵심 에너지원으로 명시하고 관련 인허가 처리 신속화 지시 등을 포함한다.

<표 2> 에너지 분야의 대표적 후속 조치

기간	주체	후속 조치
2월 14일	에너지부	루이지애나주 코먼웰스(Commonwealth) LNG 프로젝트에 대한 수출 승인[6]
3월 5일	에너지부	텍사스주 소재 골든 패스(Golden Pass) LNG 수출 및 터미널 시설 승인[7]
3월 12일	EPA 발표	에너지 가격 하락 촉진 위한 기존 정책 재검토 각서(Memorandum)[8]
3월 20일	트럼프 대통령 발표	핵심 광물 개발 관련 행정명령[9]
4월 8~9일	트럼프 대통령 발표	에너지 관련 5개 추가 행정명령[10]
4월 16일	내무부 장관 발표	뉴욕주의 810MW 해상풍력 발전소 중단 명령[11]
5월 23일	트럼프 대통령 발표	2050년까지 원자력 4배 목표를 담은 행정명령[12]
5월 30일	에너지부	청정에너지 프로젝트 24건 자금 지원 철회(총 $3.7bn 규모)[13]

* 출처: 백악관 웹페이지 자료 등을 참고하여 저자 작성

2) 총 4개 부처의 기후 포털 등 관련 페이지가 사라짐
3) 석탄 및 천연가스 발전소의 탄소 감축목표 및 모니터링, 석유 및 가스 산업의 메탄/폐수 규제, 8,000개 이상의 시설에 대한 온실가스 배출 보고 의무, 전기차 의무화 및 트럭 질소산화물 배출기준 등을 포함함
4) 의회가 의무화한 4년 단위 국가기후평가 보고서 작업 중단됨
5) 인허가 간소화를 위해 환경정책평가법, 멸종위기법 등에 의해 환경영향평가 절차를 2년에서 14일로 단축함

국제협력 분야에서도 미국의 대외 원조와 국제 환경 협정에서 자국 우선주의를 강화하는 행정명령을 발표하였다. "미국 대외 원조의 재평가 및 재정렬(Reevaluating And Realigning United States Foreign Aid)" 행정명령은 즉시 90일간 모든 대외 원조를 동결하며, 이를 통해 대외 원조의 방향성을 재조정하고 있다. 미국 관리예산실(Office of Management and Budget, OMB)은 90일 내로 이 동결의 지속 여부를 검토하고 결정하도록 지시받았다. 또한 "국제 환경 협정에서 미국 우선(Putting America First In International Environmental Agreements)" 행정명령은 국제 환경 협정에 대한 미국의 입장을 재조정하고 있다. 이 행정명령에 따라 미국은 즉시 파리협정 탈퇴 서한을 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)에 제출했고, 각 부처는 미국 국제기후 금융 계획을 철회하기 위한 계획을 제출하도록 했다.

<표 3> 국제협력 분야의 대표적 후속 조치

기간	주체	후속 조치
1월 27일	마코 루비오 국무장관	주요 20개국(G20) 미국 불참 및 녹색기후기금(GCF) $4bn 지원 철회[14]
2월 23일	트럼프 대통령 발표	국제개발처(USAID) 직원 2,000명 해고[15]
2월 25일	트럼프 대통령 발표	기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 7차 회의에 불참 및 기후 지원 중단[16]
3월 6일	내무부 통지	남아프리카공화국 공정에너지전환파트너십(JETP)[17] 탈퇴 선언[18]

* 출처: 국무부 웹페이지 자료 등을 참고하여 저자 작성

Ⅳ. 분야별 전망

트럼프 2기의 기후변화 정책 방향의 연장선에서 볼 때 주요 분야별 전망은 다음과 같다. 우선 환경 분야에서는 미국 내 환경 규제가 당분간 완화될 것으로 예상되나, 탄소국경세 도입에 대한 논의는 지속될 것으로 보여 대상 및 과금 방안을 예의 주시할 필요가 있다. 공화당의 반(反) ESG 압력으로 미국은 국제기후 공시 흐름의

6) 미국의 에너지 지배 강화(Unleash American Energy Dominance) 행정명령 이후, 처음으로 승인됨
7) 이르면 올해 말부터 상업적 수출을 개시할 전망으로 보도됨
8) 인간 건강에 대한 긴급하고 실질적인 위협이 입증되지 않는 한 에너지 생산 및 발전 시설의 운영을 중단시키는 집행 조치를 취하지 않을 것이며, 환경 사법(Environmental Justice)은 더 이상 EPA의 집행 및 규정 준수 업무에 반영되지 않는다는 내용을 담음
9) 핵심광물 개발을 위해 우선사업을 선별해 빠른 인허가 승인하고, 장기임대계약 등 연방토지 활용과 광물생산기금 계획 수립 등 민관투자 촉진을 명령함
10) 주 차원의 규제 재검토, 석탄화력발전소 배출규제 시행 2년 연장, 전력망 긴급명령 허가 간소화 절차, 석탄의 핵심 광물 혜택 부여, 에너지 생산에 방해되는 규제별 일몰일 조항 부여 등을 포함함
11) 총 $4.5bn 규모로, 이미 30% 공사 완료된 발전소를 규제함(5월 19일 중단 명령 철회함)
12) 2030년까지 대형 원자로 10기 착공 등을 포함함
13) 에너지 수요 및 경제성을 이유로 179개의 탄소 포집 및 저장(Carbon Capture and Storage, CCS), 수소 등 관련 프로젝트를 평가함
14) 유엔(UN) 사무총장에 "미국 정부는 GCF에 대한 지원을 철회한다(The government of the United States rescinds any outstanding pledges to the GCF)"는 서한 송부함
15) 연방법원의 해고 합법 판결(2월 21일)에 미국 대외원조부서 대폭 축소함
16) 항공우주국(NASA) 등 미국 과학자 회의 불참함(미국은 IPCC 창립 이후 약 $60m의 최대 후원국)
17) Just Energy Transition Partnership, 개발도상국 및 신흥경제국의 에너지 전환을 가속화하기 위한 협력으로, 고소득 국가들의 재정 지원을 통합하여 수혜국의 에너지 및 기후 목표달성을 촉진하는 협약
18) 국제 기후 금융 계획 철회 관련 행정명령의 일환으로, JETP 프로젝트에 $1m 지원 철회함

예외국으로 그린허싱(greenhushing)이 지속될 것으로 전망된다. 지난 3월 말 미국 증권거래위원회(Securities and Exchange Commission, SEC)는 현재 기업들로부터 제기된 기후 공시 의무화 규정의 무효화 소송에서 이를 방어하기 위한 소송상 대응을 하지 않겠다고 관할법원에 알렸고, 그에 따라 위 규정이 시행되지 않을 가능성이 높다. 그럼에도 불구하고 최근 뉴욕주에서 발의된 기후 공시 의무화 법안이 제정될 경우, 캘리포니아주와 함께 미국 대기업 대부분이 사실상 기후 공시 대상이 된다는 전망도 보도되었다.

또한, 바이든 정부의 주요 환경 정책이 철회되면서 메탄·자동차·발전소 배출기준이 대폭 완화되고, 화석연료를 포함한 에너지 개발 인허가 촉진되고 있다. 다만 이러한 급격한 규제 완화는 법 제정 절차에 수년이 소요되고, 선례 없는 간소화로 인한 잠재적 위험성이 존재하는 등 장기적으로 보면 청정기술 관련 미국의 국제 경쟁력 약화를 초래할 가능성이 있다.

한편, EU가 시작한 탄소국경조정에 대해 자국 산업을 보호하고, 중국과 공정경쟁을 목적으로 미국도 탄소국경세를 도입할 가능성을 배제할 수 없다. 트럼프 2기의 미국 무역대표부(Office of the United States Trade Representative, USTR) 대표와 재무부 장관은 탄소국경세 도입에 관심을 보였고 제이디 반스(J.D Vance) 부통령도 미국 내 제품이 타국 대비 탄소 배출량이 낮다고 발언한 바 있으며, 지난 2년간 미국 내에서 다수의 탄소국경세 법안이 발의되었기 때문이다.

특히 최근 4월에는 공화당 상원의원들이 기존에 발의한 탄소국경세 법안인 해외오염관세법(Foreign Pollution Fee Act)의 개정안까지 재발의하였다. 수입품의 관세 가치에 가변 비용(Variable Charge, %)이 곱해져 부과되며, 대상 품목을 기존 알루미늄, 시멘트, 철강, 비료, 유리, 수소에서 태양광 부품(Solar Products), 배터리 부품(Battery Inputs)까지 확대했다. 특히 수입국이 비시장경제 국가이거나 해외 우려 기업(Foreign Entity of Concern, FEOC)에 해당될 경우 각각 두 배의 가변부과금(Variable Charge)이 추가되며, 최종 법안이 제정되기 전까지는 관세표에 따라 부과된다. 이때 관세율은 중국(최대 200%) > 한국 > 일본 순으로 적용된다. 탄소국경세는 EU에 대응한 미국 산업 보호, 세수 확보, 중국 견제 등 다양한 목적하에서 초당적으로 논의가 지속되고 있어, 환경 규제 목적보다는 보호무역의 장치로서 논의되고 있는 것으로 보인다.

에너지 분야의 경우, 미국 내 기술별 차등화가 심화될 것이나 글로벌 청정에너지 시장에 대한 장기적 영향은 제한적일 것이다. 다만 높은 불확실성 속에서도 전력 인프라 확충, 인허가 절차 개선, 금리 인하 가능성과 같은 기회 요인 역시 병존한다. 현재 석유·가스·석탄 등 화석연료의 생산 확대를 통한 에너지 안보 제고 노력은 규정 변경에 소요되는 기간 및 예상되는 법적 반발을 고려할 때, 실제 단기간의 대규모 확대는 어려울 것으로 전망된다.

원자력 발전의 경우에도, 소형모듈원전(Small Modular Reactor, SMR) 기술의 연구개발 확대 및 인허가 간소화 등 지원을 강화하고 있으나 지난 20년간 완공된 대규모 원전은 2기에 불과하며, 이마저도 예상 비용의 2배가 소요되었음을 감안하면 비용에 대한 우려가 이슈다. 또한 관세 영향까지 더해져 대규모 원전보다는 소규모 SMR 시장에 대한 기대가 더 큰 상황이다.

청정에너지 분야 역시 태양광, 풍력 등에 대한 연방 지원이 축소되면서 불확실성이 커지고 있다. 특히 최근 하원에서 통과된 IRA 축소 관련 감세 법안(Big Beautiful Bill)은 태양광 투자, 전기차 구매 보조금, 청정 수소 생산, 첨단 제조 세액공제(Advanced Manufacturing Production Credit, AMPC)[19] 등 세제 혜택을 제한하며

시장 내 불안감을 가중하고 있다.

한편, 화석연료 기술을 그대로 적용하는 지열 및 탄소 포집 기술의 경우 인허가를 촉진하는 장려책을 병행하고 있으며, 핵심 광물 경우도 인허가 촉진과 연방 토지 활용을 통해 기반 구축을 가속화하려는 움직임이 있으나 실제 생산까지는 상당한 기간이 소요될 것으로 예상된다.

국제재생에너지기구(International Renewable Energy Agency, IRENA)에서 발표한 '2025 재생에너지 용량 통계'에 따르면 작년 기준 글로벌 재생에너지 신규 설치 용량이 585GW, 중국이 374GW인 반면 미국은 43GW로 집계되었다. 이는 미국의 재생에너지 감소가 글로벌 추이에 미치는 영향이 상당하지 않음을 나타낸다. 오히려 전력인프라를 대폭 확충하고 인허가 절차를 개선하면서 금리를 낮추려는 트럼프 2기의 정책은 청정에너지 보급에 기회 요인으로 작용할 수 있고, 미국 시장이 축소되면서 생긴 해상풍력 설치선 등 유휴 장비가 증가하는 것은 미국 외 재생에너지 신규 설치에 기회 요인으로 볼 수 있다. 더욱이 미국 내에서도 절반 이상의 주정부가 재생에너지 보급 정책을 시행하고 있고, 그중 공화당이 우세한 주에서도 연방 정부의 청정에너지 지원 혜택을 많이 받고 있어서, 오는 7월 상원에서 감세 법안 변경 및 합의 내용을 주목할 필요가 있다.

마지막으로 국제협력 분야 전망은 미국의 파리협정 탈퇴 및 국제기후 금융 계획 철회로 국제사회 내 기후변화와 관련된 협력은 약화가 불가피해 보인다. 산유국을 중심으로 트럼프에 동조하는 주체들이 목소리를 키울 것으로 예상되는데, 트럼프 당선 직후 부산에서 개최된 UN 플라스틱협약이 성안에 실패한 것도 사우디나 러시아 등이 감축 합의를 반대하는 목소리를 높였기 때문이다.

다만, 3월 초 연방대법원은 트럼프 정부의 대외 원조 동결 행정명령 관련 완료된 업무에 대한 대외 원조는 지속될 수 있도록 임시 제한 명령을 내려, 향후 트럼프 정책에 대한 법원의 판단이 주목된다. 또한 트럼프의 기후 협약 탈퇴에도 불구하고, 미국의 공백을 메우려는 EU 및 중국의 기후리더십 추구와 기업 및 비정부기구(Non Governmental Organization, NGO) 등 민간 부문에서의 반사적 대응이 예상되므로 세계 기후 행동 추세는 둔화되지 않을 것으로 전망된다.

EU는 미국이 탈퇴한 JETP 프로젝트에 남아공으로의 새로운 투자 패키지($5.1b)를 발표했고, 시진핑 중국 국가 주석은 UN 회의에서 "전 업종을 포함한 2035년 국가 온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)로 기후변화 늦추지 않을 것"이라고 발언하며 세계 기후 리더십 의지를 보였다. 트럼프 당선 직후 개최된 제29차 유엔기후변화협약 당사국총회(The 29th Conference of the Parties, COP29)에서 2035년까지 연간 1조 3,000억 달러 이상의 기후 기금을 조성하되 그 중 연간 3,000억 불은 선진국 주도로 조성하기로 합의했고, 영국 및 일본 등은 강화된 NDC를 발표한 사례도 있었다.

이러한 세계 기후 대응 흐름은 해운업계에서도 확인된다. 최근 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)는 미국의 경고에도 불구하고 선박 연료의 온실가스 집약도 지표를 도입하여 전 세계 감축목표와 규제를 강화하였다. 전 과정(well-to-wake)에서의 온실가스 배출량 기준을 초과하면 톤당 최대 380달러의 부담금을 부과하는 엄격한 규제로, 미국의 정치적 변화가 세계 기후 거버넌스(governance)의 모든 동력을 상실시키지는 않을 것임을 시사한다.

19) 미국 내에서 배터리, 태양광 발전 부품 등 친환경 제품을 생산하는 기업에게 세액 공제 혜택을 제공하는 제도

Ⅴ. 국내 산업에 대한 시사점

1. 기회 요인 활용과 기술 차별화

트럼프 2기의 정책 방향성이 한국의 탄소중립 목표 및 이행에 어떤 영향을 미칠지 전망한 문헌들을 살펴보면, 기후 대응 후퇴는 물론이고 관세 불확실성 및 공급망 교란 등 국내 기업의 부담 증가를 강조하는 견해가 많다. 하지만 이러한 위험 요인이 오히려 기회로 작용하는 측면도 공존한다. 상술한 트럼프 2기의 정책 변화 방향을 활용하면서도 한국의 강점 분야를 균형 있게 고려한다면 지속적인 발전을 기대할 수 있는 여지가 있다. 트럼프 2기 영향으로 인해 미국 내에서는 화석연료 및 원자력 등 단기적인 경제성과 안정성이 확보된 기술이 확대되고 관련 산업이 주목받을 수 있을 것으로 보인다. 반면에 중·장기적인 기후 리스크를 대비하거나 청정에너지 산업 경쟁력에 있어서는 미국의 한계가 예상된다. 이에 정부와 산업계는 단기 및 중·장기의 영향뿐만 아니라 미국 및 그 외 시장을 모두 입체적으로 고려해 기회를 도모할 필요가 있다.

단기적으로는 상술한 트럼프 2기 전망안에서 대중 견제로 인한 반사이익을 극대화하거나 단기적 수요가 급증하는 기술을 활용해 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다. 특히 미국 내에서는 대중 견제 강화로 인해 중국 업체의 진입이 어려운 태양광 및 에너지저장장치 시장 점유율 확대를 노려볼 수 있다. 예를 들어, 지난 4월 중국에 대한 상호 관세와 더불어 동남아 4개국(말레이시아, 캄보디아, 태국, 베트남)에서 생산된 태양광 셀과 패널에 반덤핑관세와 상계관세를 부과해, 우리 기업의 미국 내 태양광 설비공급 경쟁력이 상대적으로 유리해진 측면이 있다. 최근 미국에서 가스터빈의 수급이 어려워진 상황에서 전력망 안정성을 위해 도입이 증가하는 에너지저장장치도 마찬가지다. 또한, 화석연료와 청정에너지가 공존하는 기술 확대가 전망됨에 따라 국내 수요도 병존하는 수소(연료전지 포함) 및 탄소 포집·활용·저장(Carbon Capture, Utilization, and Storage, CCUS) 기술 협력은 물론이고, 정보통신기술(Information and Communications Technology, ICT) 및 AI 활용 에너지효율 증대 및 신소재 개발 협력을 증대시킴으로써 전 세계 표준을 선도하고 기술 가격을 낮추는 시도도 필요하다.

뿐만 아니라 2023년과 2024년에 걸쳐 미국에 투자된 데이터센터 투자 비용이 1,950억 달러에 달하는 만큼 미국 내 전력공급이 대폭 증가할 것으로 예상되므로, 기술력을 이미 인정받은 전력 기기의 대미 수출을 늘리고 트럼프 2기 에너지 정책에 부합하는 공급망 파트너십 강화도 가능할 것으로 예상된다. 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)가 작년 9월에 발간한 “2024년 미국 에너지 정책 리뷰(US 2024 energy policy review)”에 따르면, 미국 송전선의 70%는 최소 25년 전에 설치되었으며 대형 변압기 평균 연령은 40년을 넘은 것으로 나타났다. 이러한 상황을 고려할 때 송배전망을 포함해 변압기 등 전력인프라 경쟁력을 갖춘 우리 기업에는 미국이라는 중요한 시장 점유율을 확대할 기회로 보인다. 특히, 지난 50여 년간 연속 운전 경험을 보유하고 있는 한국의 원자력 관련 기술들은 확대되는 미국 시장 공략은 물론, 미국과의 협력을 통해 기술 표준화를 도모하고 세계 시장 점유율 확대 기반을 마련할 기회다.

중·장기적으로는 중국의 청정에너지 기술 지배력이 미국 시장을 제외한 세계 시장에서 오히려 커질 가능성이 있어, 상술한 단기 전략 실행을 통해 우리 기업이 확보한 자원과 역량을 세계 시장에서의 기술 경쟁력 차별화에 활용해야 한다. 블룸버그 NEF(New Energy Finance) 분석에 따르면, 2024년 기준 청정에너지와

관련된 태양광, 배터리, 풍력, 수소 등 주요 기술의 공급망을 이미 중국이 대부분 지배하고 있기 때문이다. 더욱이 2030년 탄소배출 정점, 2060년 탄소중립 목표를 설정한 중국은 태양광 및 풍력발전 보급 목표를 6년 앞당겨 작년에 이미 달성했고, 2035년까지 전기차 판매 목표는 10년 앞당겨 달성 예정이며, 탄소배출 정점은 7년 앞당겨 2023년 정점 가능성이 제기되고 있을 정도로 중국의 기후변화 대응은 산업육성의 결실과 더불어 예상을 뛰어넘는 수준이다. 중국은 AI 등으로 전기 수요가 총에너지 수요보다 6배 빠르게 증가할 것으로 예상되는 전기화 시대에 청정기술의 가격경쟁력을 더욱 견고하게 강화해 세계 시장 장악력을 제고하려는 것으로 보인다.

이런 상황에서 미국 시장 외에서 중국의 청정에너지 기술과 가격으로 경쟁하는 것은 어려우므로 차별화된 기술 확보에 집중해야 한다. 예를 들면, 태양광은 초고효율 소재, 풍력은 가치사슬 확대, 배터리는 안전한 고밀도 저장, 전력 기기는 ICT 접목 등이다. 더욱이 오는 10월에 IMO에서 정식으로 채택될 것으로 예상되는 선박 연료에 대한 온실가스 규제는 조선 강국인 우리나라가 세계 시장에서 경쟁국과의 격차를 벌릴 기회다. 이미 우리 기업은 상술한 청정에너지 분야에서 다양한 요소 기술들을 보유하고 있거나 최소한 차별화된 기술을 접목할 기반은 마련되어 있다고 판단된다.

다만 기술 수요를 만들어내는 정책 전망이 불투명한 상황에서, 차별화 기술을 찾고 투자의사 결정을 할 때에는 청정에너지 특허 DB(Data Base)와 같은 객관적인 데이터를 참고해 불확실한 의사결정을 보완할 필요가 있다. 전 세계 특허 중 약 3백만 건에 달하는 기후 기술 특허를 빅데이터 분석할 경우, 회사별로 어떤 차별화 기술이 유망한지, 경쟁사의 기술 수준은 어느 정도인지를 상세하게 데이터를 기반으로 판단할 수 있기 때문이다.

2 . 제품 탄소배출 정보의 경쟁력

분야별 전망에서 언급한 바와 같이, 트럼프 2기 중 배출기준 및 기후 공시 등 환경 규제는 완화될 전망이다. 탄소국경세와 같이 자국의 산업 경쟁력 제고에 도움이 되는 정책은 도입될 가능성을 배제할 수 없는데, 이미 시행이 확정된 EU 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)에는 어차피 대응이 필요한 상황이다. 과거에는 공장의 배출량 정보가 규제 대응을 위해 필요했다면, 앞으로는 제품의 탄소 배출량 정보가 수출에 직접적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 나아가 탄소를 중심으로 하는 온실가스 배출량 정보는, 탄소국경세 대비뿐만 아니라 감축 기술에 대한 투자 및 집행, 배출권거래제 대응고객사 요청 및 ESG 공시 대비 등 회사의 재무적 가치에 직·간접적인 영향을 미치는 이슈와도 긴밀히 연계되어 있다. 따라서 탄소배출 정보는 배출 점검 수준에서 나아가, 제품 경쟁력 제고를 위한 의사결정의 근거자료로서 관리 수준을 제고해야 한다.

이미 탄소국경세 도입이 EU에서 영국 및 호주, 대만 등으로 확대되고 있어 이에 대한 대응이 필요함은 물론이고, 탄소국경세는 거래 대상이 되는 제품 단위의 배출량에 근거해 수출 제품 톤당 추가 탄소 비용이 부과될 예정이므로 제품의 원가·판매 경쟁력에 직결될 수밖에 없는 상황이다. 또한 EU 배터리법이나 에코디자인법 등이 속속 발효되면서 제품의 탄소 정보 공개 의무화가 시작되고 있고, 이는 일정 수준의 제품 탄소배출 요건을 준수하지 않은 경우 EU 내 시장에서 유통 자체가 어려워 수출길이 막히는 상황까지 초래할 수 있다. 따라서 EU처럼 수입하는 제품에 대해 탄소 가격 부담이 이미 확정된 시장부터 우선적으로 수출 제품의 탄소 배출량을 관리하고 감축하는 계기로 삼아야 한다.

EU의 CBAM을 예로 들면, CBAM 대상 품목의 제품별 탄소 배출량에 근거하여 이를 측정(Measurement), 보고(Reporting), 검증(Verification)하도록 할 뿐만 아니라, 해당 배출량에 버금가는 CBAM 인증서(Certificate)를 구매하도록 한다. 2023년 10월부터 2025년 12월 31일까지는 전환 기간으로써 보고 의무만 주로 부과되고 있으나 이 역시 실무적으로 혼선이 매우 많은 상황이다. 실제 인증서 구매 및 비용 부담이 확정되는 연도부터 더욱 혼란이 야기될 수도 있는데, 최종 수출입 제품의 제품 단위당 탄소 배출량에 대한 세부적인 분석이 고도화되지 않아 비용 분석에 한계가 있고, 이는 비용 부담 주체의 불명확성 이슈로 확대될 수 있기 때문이다. 추가로 아직 수면 위로 드러나지 않았으나, CBAM이 관세의 성격을 띠고 있어 기존의 전통적인 무역 구제(Trade Remedy)와 유사하게 우회(Circumvention)나 회피(Evasion), 원산지(Origin) 이슈로도 확대될 잠재적인 리스크도 존재한다.

이에 정부와 산업계는 인증서 구매 등 탄소 비용이 부과되는 확정 기간 이전에 철저한 현안 분석을 선행하여야 한다. EU CBAM은 확정 기간 이전까지 지속적으로 하위법령 채택을 통해 제도 설계를 고도화하고 있다. 이에 정부와 산업계는 하위법령들을 면밀히 관찰하면서 탄소국경세로 인한 부담 비용을 최소화할 수 있는 제품 단위 탄소배출 정보를 정비하고 이를 체계적으로 관리할 수 있는 시스템을 단계적으로 구축할 필요가 있다.

이러한 탄소 관리 시스템 구축은 규제 대응을 넘어 실질적인 경제적 이익으로도 이어지고 있다. 2024년 9월 보스턴컨설팅그룹 보고서에 따르면, 전 세계 배출량의 45%를 차지하는 기업 임원 약 2,000명을 대상으로 한 설문조사에서 4분의 1이 탄소 감축을 통해 매출의 7% 이상의 순익을 달성했다고 응답했다. 특히 제품 탄소발자국을 계산하는 기업이 그렇지 않은 기업 대비 4배의 재무적 혜택을 얻는 것으로 나타났다. 따라서 기업의 체계적인 탄소 관리는 향후 정부의 기후정보공시 의무화나 이미 시작된 고객사의 탄소 정보 요청에도 대응할 수 있음은 물론이고, 중국 등 경쟁국 제품 대비 한발 앞선 저탄소 제품으로 이미 제품의 탄소 감축을 의무화하기 시작한 선진 시장부터 경쟁력을 확보하는데 기여할 것으로 전망된다.

Ⅵ. 결론(Outro)

트럼프 2기의 기후변화 정책을 전망해 보고 이와 관련하여 정부와 산업계가 기후변화 대응 관점에서 고려할 요소들을 살펴보았다. 결론적으로, 트럼프 2기의 정책 변화로 인해 기후 국제협력은 약화되고, 미국 내 에너지는 기술별 차등화가 심화되며, 환경 분야의 규제가 완화될 가능성이 높지만, 중·장기적으로 국제사회에 미칠 영향에는 한계가 있을 가능성이 높다.

오히려, 우리는 1.5℃ 저지선의 붕괴로 인해 트럼프 대통령의 영향보다 거대한 기후 불확실성의 영향에 노출되고 있어, 기후변화 대응은 여전히 장기적으로 부담스러운 숙제로 다가오는 상황이다. 또한 청정에너지 기술 확산, 탄소국경세를 포함한 탄소 배출규제 등의 논의는 미국이 이를 홀로 지연하거나 철회하기에는 이미 거대한 추세를 형성한 것으로 보인다. 그러므로 정부와 산업계는 관련 기술의 확보와 탄소배출 정보관리에 있어 위험을 줄이면서도 오히려 기회 요인을 발굴하고 이를 경쟁력으로 활용할 방안을 마련하도록 노력할 시점이다.

한국은 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP) 대비 수출입 비율이 90%에 육박하는 만큼, 새롭게 들어선 정부 역시 트럼프 2기의 상황을 냉정하게 분석하여 단기 및 중장기 정책을 수립해야 할 것이다. 특히 국내 정책도 올해 내로 2035년 NDC 설정 및 배출권거래제(Emission Trading System, ETS) 제4차 계획기간 할당계획 수립이 예정되어 있으므로 이를 통해 기업이 탄소배출 관련 합리적인 의사결정을 할 수 있는 가격 시그널을 주어야 하고, 한국판 IRA 같은 종합 지원책을 마련해 기술 수요 및 시장을 형성하여 트럼프 2기의 기후 정책 불확실성에도 불구하고 우리 기업이 상술한 이면의 기회들을 놓치지 않도록 도와야 한다. 트럼프는 임기가 있지만, 기후변화는 임기가 없기 때문이다.

참고문헌

국내문헌

김성진 김현규 (2025). 미 트럼프 2기 정부의 기후·환경 정책 전망과 시사점. KEI 포커스. 한국환경연구원

문진영 이성희 김은미 (2021). 기후정상회의 주요 내용 및 시사점. 오늘의 세계경제. 대외경제정책연구원

국외문헌

BloombergNEF (2024). Energy Transition Investment Trends 2024

Boston Consulting Group (2024). Boosting Bottom Line by Reducing Carbon Emissions

Boston Consulting Group (2025). Breaking Barriers to Data Center Growth

Center for Strategic and International Studies (2025). Impacts of Tariffs on Clean Energy Technologies

Copernicus Climate Change Service (2025). Global Climate Highlights 2024

Donald J. Trump 웹페이지. https://www.donaldjtrump.com/agenda47

European Commission 웹페이지. https://taxation-customs.ec.europa.eu

Federal Register (2025). Withdrawal of Certain Areas of the United States Outer Continental Shelf from Oil or Natural Gas

International Energy Agency (2024). United States 2024 energy policy review

Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China 보도자료 (2025.4.23.). Remarks by H.E. Xi Jinping at the Leaders Meeting on Climate and the Just Transition

New York State Senate 웹페이지. https://www.nysenate.gov/legislation/bills/2025/S3456

Sightline Institute (2024). Investment Report Request

U.S. Department of Energy 웹페이지. https://www.energy.gov/articles

U.S. Department of State 웹페이지. https://www.state.gov/

U.S. Department of the Interior 웹페이지. https://www.doi.gov/

U.S. Environmental Protection Agency 웹페이지. https://www.epa.gov/newsreleases/

U.S. Senate Energy Committee 웹페이지. https://www.energy.senate.gov/hearings/

U.S. Senate Environment and Public Works Committee 웹페이지. https://www.epw.senate.gov/

U.S. Senate Finance Committee 웹페이지. https://www.finance.senate.gov/hearings/

U.S. Senate (2025). Foreign Pollution Fee Act of 2025

U.S. White House 웹페이지. https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/

기후변화와 탄소중립

제30호 기고자 모집



온실가스 관리·감축 분야의 글로벌 싱크탱크
온실가스종합정보센터가 <기후변화와 탄소중립> 기고자를 모집합니다.
<기후변화와 탄소중립> 은 온실가스 저감 및 기후변화 대응 정책 관련
최신 동향을 공유하고자 하는 모든 분께 열려 있습니다.

주제 온실가스 저감 및 기후변화 대응 정책 관련 국내·외 연구결과 및 최신동향

분량 A4 8장 이내

문의 온실가스종합정보센터 기획총괄팀 윤소영 전문연구원(043-714-7512)

환경부
온실가스종합정보센터


ECO
14943.30908
74243.86113
25209.25065



트럼프 2.0 시대와 산업 부문 탄소 감축 : 한국과 주요국의 산업 부문 감축 및 정책 수단 비교

정소영
한국과학기술원 지속발전센터 연구원

엄지용
한국과학기술원 기술경영학부 교수

본글은 온실가스종합정보센터의 공식 견해가 아님을 밝힙니다.

I. 서론

2024년 11월 미국 대통령 선거에서 도널드 트럼프 대통령이 재선에 성공하며, '트럼프 2.0' 시대가 도래했다. 트럼프 대통령은 1기 집권 당시 화석연료 확대와 환경 규제 완화를 일관되게 추진해 왔다. 2017년 파리협정 탈퇴를 공식 선언하고 연방 차원의 탈탄소화 정책을 대폭 축소한 바 있으며, 2025년 1월 재집권과 동시에 파리협정 탈퇴를 재추진했고, 바이든 행정부의 기후 재정정책인 인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act, IRA)세액공제 폐지 시점을 앞당기는 법안을 본회의에 상정하였다. 이는 탈탄소라는 시대적 흐름에서 미국의 이탈을 의미하며, 파리협정 이후 구축된 국제 감축 공조 체계의 동력이 약화될 수 있다는 우려로 이어진다.

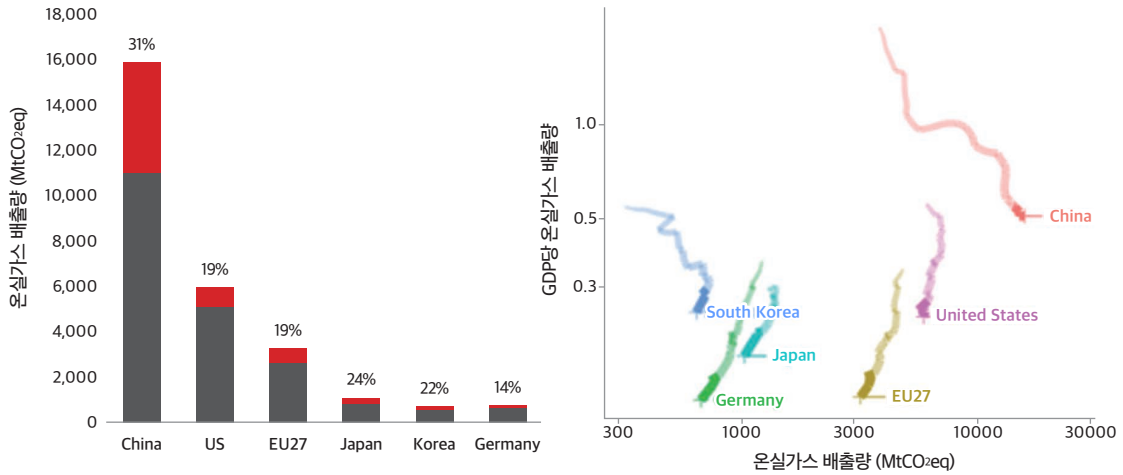
이와 같은 대외적 도전 가운데, 세계 온실가스 배출의 상당 부분을 차지하는 산업 부문이 어떤 정책과 수단으로 감축목표를 달성할 수 있을지 고찰해 볼 필요가 있다. 산업 부문은 국가별 경제구조, 에너지믹스(energy mix), 기술 수준, 시장 경쟁 조건 등에 따라 감축 수단의 적용 방식과 성과가 크게 달라지는 분야이다. 특히 철강, 시멘트, 석유화학 등 에너지 다소비 업종은 온실가스를 다량 배출할 뿐만 아니라 공정전환 비용도 크고, 국제적 경쟁이 치열한 삼중고를 겪을 것으로 예상된다. 동시에 탄소국경조정제도(Carbon Boarder Adjustment Mechanism, CBAM), 탄소 가격제, 청정기술 인센티브 등 각국의 산업정책 수단은 기후 대응을 넘어서 산업 경쟁력 및 무역 질서와도 긴밀히 연결되며, 기후 정책과 산업정책 간 정합성 및 국제 규범 정착 여부는 감축 이행 경로에 큰 영향을 미친다.

본 원고는 기후정책의 대외적 불확실성이 증대되는 상황에서 우리나라 온실가스 배출의 약 38%를 차지하는 산업 부문에 주목하여 주요국과 한국의 감축수단을 체계적으로 비교하고 정책적 시사점을 도출하는 것을 목표로 한다. 특히 산업이 국가 경제에서 큰 비중을 차지하는 유럽연합(European Union, EU), 미국, 중국, 독일, 일본을 주요 비교 대상국으로 설정(이하 주요국)했다. 이들 국가는 온실가스 배출량, 산업 부문 배출 비중에서 상위권을 차지하며, 유사한 배출 특성[1]을 갖는다.

다음 장에서는 주요국의 산업 부문 감축 현황을 살펴보고, 각국이 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)에 제출한 격년투명성보고서(Biennial Transparent Report, BTR)에 기재된 감축 수단 및 정책 수단을 중심으로 비교 분석을 진행하고자 한다. 국가별로 보고 방식이나 세부 정책 내용의 깊이에 차이가 있으나 BTR은 UNFCCC의 공통 양식에 따라 작성된 공식 문서로, 비교 가능성과 형식적 일관성을 확보할 수 있다는 점에서 분석의 기준으로 삼았다. 한편, 한국의 경우에는 BTR에 포함된 내용뿐 아니라 국내에서 별도로 추진 중인 정책과 계획까지 포함하여 보다 포괄적 관점에서 검토할 것이다. 이를 통해 주요국과의 비교를 넘어 한국 산업 부문 감축 정책의 방향성에 대해 제시하고자 한다.

1) 온실가스 집약도 및 배출량 추이, 산업구조 등

<그림1> 주요국 온실가스 배출량 및 산업 부문 배출 비중 (좌), 1990~2023년 온실가스 집약도 및 배출량 추이 (우)



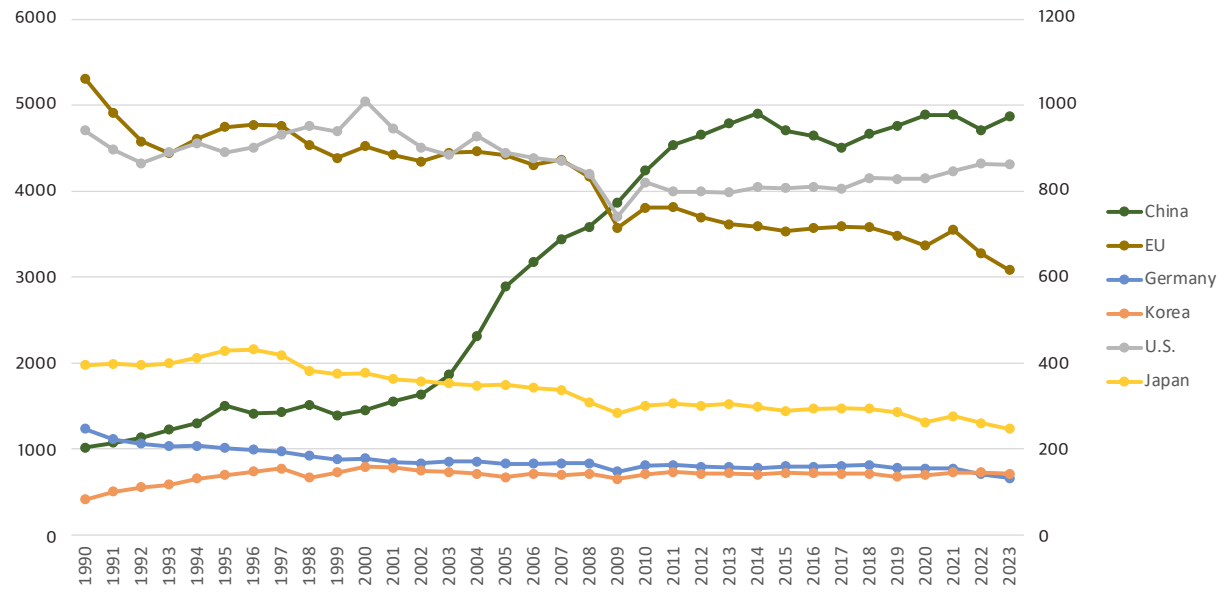
* 출처: European Commission. EDGAR에 기반해 저자 작성

II. 주요국 산업 부문 배출 현황

1990년부터 2023년까지 주요국의 산업 부문 온실가스 배출량 추이를 보면, 중국은 2000년대 중반 이후 급격한 산업 성장과 함께 배출량이 폭증해 왔다. 반면, EU와 독일은 1990년대 초반부터 지속적인 감축 추세를 이어오며, 산업 고도화와 탈석탄화, 에너지 효율 개선의 효과가 뚜렷하게 나타난다. 일본과 한국은 완만한 증가 추세를 보이며, 특히 한국은 2000년대 이후 높은 산업 의존도로 인해 배출량이 상승한 이후 2018년을 정점으로, 다소 감소세로 전환되었다. 미국은 2007년 금융위기 전후를 기점으로 산업 배출이 완만하게 감소하는 경향을 보이지만, 전체 배출량은 여전히 높은 수준이다.

국가 간 산업 부문 배출 추이의 차이는 산업구조, 에너지믹스, 기술 투자, 감축수단 선택에 따라 결정된다. 중국은 에너지 효율 기준 강화, 산업 총량 규제, 일부 시범 배출권거래제(Emission Trading System, ETS) 도입을 통해 산업 부문의 감축을 점진적으로 도모하고 있으나, 산업 성장률이 높은 만큼 절대 감축량은 여전히 증가 추세에 있다. 미국은 2022년 IRA 통과 이후 탄소 포집 및 저장(Carbon Capture and Storage, CCS), 청정수소, 전기화 등에 대한 산업 부문 온실가스 감축 투자가 본격화됐지만 감축 성과는 아직 제한적이며 최근 트럼프 대통령의 재선과 IRA 폐지 추진으로 기후 정책의 불확실성이 커지면서 향후 감축 성과 역시 불투명한 상황이다. EU는 ETS와 CBAM 등 규제 중심의 감축 메커니즘을 통해 2005년 대비 산업 부문 배출을 약 40% 감축했으며, 독일은 수소 및 탄소차액계약제도(Carbon Contract for Difference, CCfD) 중심의 기술 전환과 기후 기금 지원을 통해 1990년 대비 31% 감축 성과를 기록했다. 일본은 에너지 효율, 불소화온실가스(F-gas) 감축 중심의 점진적 전략을 통해 2000년 대비 34%의 산업 부문 감축률을 나타냈다. 한국 역시 효과적인 감축 기술과 재정적 보완 수단 도입이 시급하다.

<그림 2> 주요국 산업 부문 온실가스 배출량 추이 및 감축률(세로축 수치)[2)]



* 출처: European Commission. EDGAR에 기반해 저자가 작성

III. 주요국 산업 부문 감축 수단 및 정책 분석

1. 감축 수단 및 정책 수단 분류

감축 수단이란 온실가스를 직접적으로 줄이거나 방지하는 기술적, 구조적 접근 방식을 뜻하며, 공급측과 수요측으로 구분할 수 있다. 산업 공정 내에서 직접적으로 온실가스를 배출하는 생산 활동이나 기술, 연료, 자재 등에 작용하여 배출량을 줄이기 위한 수단으로 활용될 때 공급측 감축수단으로, 산업재나 자원의 수요를 줄이거나 자원의 순환 활용 증진함으로써 배출량을 줄이는 수단을 일컬을 경우에는 수요측 감축수단으로 분류한다. 대표적인 예로, 고효율 보일러나 모터 대체, 공정 개선을 통한 에너지 효율 개선, 수소나 바이오에너지 사용을 통한 연료 전환, 전력화, 탄소 포집·저장·활용(Carbon Capture, Utilization, and Storage, CCUS) 등은 공급측 감축수단에 해당하며, 소재 절감 등의 소재 효율화 및 대체, 저탄소 조달 및 인증, 순환경제[3)], F-gas 감축 등이 수요측 감축 수단에 속한다.

이 수단들을 도입, 확산하기 위한 정책 수단으로는 규제, 보조금, 세액공제, 투자 등의 재정지원, 정보 및 기술 제공, 시장 인센티브 등의 경제적 수단, 자발적 협약 등이 있으며 수단별 정책 유형에 따라 주요국의 감축 전략을 특성화할 수 있다.

2) 중국 배출량은 왼축, 나머지 국가는 오른축을 기준으로 함
3) 재활용, 재제조, 재사용 확대

2. 주요국 BTR 분석 결과

주요국의 산업 부문 감축 정책을 감축 수단별로 분석한 결과, 각국의 산업구조와 정책 기조에 따라 대응 전략이 다소 상이하나, 다음 몇 가지 공통된 특징이 도출되었다. 에너지 효율 제고는 모든 국가에서 공통적으로 강조되는 수단이며, 특히 일본, 독일, 한국은 철강, 시멘트, 화학 산업 등 고에너지 집약 산업을 중심으로 에너지 효율 개선 전략을 채택하고 있다. 또한, 순환경제나 소재 효율에 대한 정책적 관심이 확대되고 있는 점도 주요국의 공통된 흐름으로 볼 수 있다.

특히 EU와 미국은 이를 산업구조 전환과 자원안보 수단으로 적극 활용 중이다. 미국은 CCUS, 수소, 전력화 등 감축 기술에 대한 대규모 투자를 중심으로 한 전략이 뚜렷하게 나타나며, 중소기업 대상 연구개발(R&D) 및 실증에 중점을 둬 탈탄소화 기술개발과 산업 혁신을 동시에 추구하는 것으로 해석할 수 있다. EU는 규제 기반 순환경제 및 소재 전환을 통해 수요 측 감축 전략을 지향하며, 독일은 수소와 CCUS 기술을 균형 있게 병행하는 기술 중심 전략을 채택하고 있다. 일본은 에너지 효율성과 F-gas 규제에 중점을 둬 기존의 산업구조 안에서 보수적이고 점진적인 방식으로 온실가스 감축 노력을 하고 있다. 중국은 다른 수단 대비 전력화와 소재 효율에 높은 비중을 두고 있으며 산업 고도화를 동시에 추진하고 있다. 주요국에 비해 한국은 에너지 효율에 다소 치중된 전략을 보이고 있으며, 수소나 CCUS, 소재 전환 등에 대한 정책 집중도가 낮다. 현재와 같은 에너지 효율 중심의 단일 전략은 감축량 한계에 직면할 수 있어, 정책 스펙트럼의 확장과 동시에 수소, CCUS, 소재 전환, 재생에너지 등 다양한 기술적 수단을 균형 있게 고려할 필요가 있다.

감축수단별 보급 확대를 위한 정책수단을 살펴보면 각국은 다양한 재정적·제도적 수단을 조합해 산업부문 탄소감축을 유도하고 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 기술개발 초기 단계에는 R&D 지원과 실증 사업이 주로 활용되며, 기술 상용화를 위해 세액공제, 보조금, 인프라 투자 등의 재정지원 정책이 광범위하게 적용되고 있다.

예를 들어, 에너지 효율 향상이나 수소 활용은 기술개발, 실증지원, 가이드라인 제시를 조합한 기술 기반 접근이 강하며, 전력화와 CCUS는 인프라 투자와 세제 혜택 중심으로 규모의 확산과 상용화에 초점을 맞추고 있다. 재생에너지 전환은 전통적으로 보조금과 의무제 도입을 병행한다. 수요 측 감축수단은 공급 측과 달리 제도 기반 및 수요 창출형 정책조합이 핵심이며, 다양한 인증 및 라벨링 체계, 설계기준 규제, 시장 기반 조달정책을 연계하여 산업 전반의 수요 구조 전환을 촉진하고 있다.

순환경제와 소재 효율화 분야에서는 제품의 설계 단계부터 자원 절감과 재활용을 고려하도록 유도하는 에코디자인 규제, 제품 인증제도 등 표준화 정책이 주로 활용되며 미국의 바이오 소재 대체 촉진 프로그램과 같이 공공 조달을 통한 시장 창출형 접근방식도 택하고 있다. F-gas 저감은 직접 규제와 함께 냉매 전환을 위한 보조금 정책이 병행된다. 미국은 F-gas 저감 정책(Significant New Alternatives Policy, SNAP Program)을 통해 고온실가스 냉매를 지구온난화지수(Global Warming Potential. GWP)가 낮은 냉매로 전환하는 기준을 제시하고, 일본과 EU는 회수·파기 의무 및 사용 제한을 강화하고 있다.

<표 1> 감축수단별 정책수단

감축수단		정책 유형	정책 수단
공급측	에너지 효율 향상	R&D 실증 투자보조금 기술가이드라인	- 한국 에너지절약설비 지원 - 미국 산업 에너지 진단 센터(Industrial Assessment Centers, IACs) - EU 혁신기금(Innovation Fund)
	전력화	인프라 투자 보조금	- 독일 산업 전기화 지원사업(BAFA Module 6: Electrification of Small Businesss)
	CCUS 도입	실증 사업 세액공제 보조금	- 미국 45Q 세액공제[4] - 초당적인프라법(Bipartisan Infrastructure Law, BIL) 탄소저장 실증
	수소 활용	생산지원 R&D	- 일본 그린 수소 제철(Green Transformation, GX) - 미국 지역청정수소허브프로그램(H2Hubs)
	재생에너지 전환	의무 보조	- EU 산업 재생에너지 의무 도입(Renewable Energy Directive)
수요측	소재 효율/대체	기술개발 지원 가이드라인	- EU 에코디자인 규제(Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR) - 미국 USDA 바이오 기반 소재 대체 프로그램(BioPreferred Program)
	순환경제	규제 인프라 투자 공공 조달 인증제/라벨링	- EU 순환경제전략(Circular Economy Action Plan) - 미국 연방청정제품구매정책(Federal Buy Clean Initiative) - 일본 에코마크 프로그램(Eco Mark)
	F-gas 감축	규제 기술 투자 지원	- 미국 혁신 및 제조법(American Innovation and Manufacturing Act) - 미국 SNAP Program - 일본 프레온류 사용 합리화 및 관리 적정화에 관한 법률 (Act on Rational Use and Proper Management of Fluorocarbons)

* 출처: 주요국 BTR에 기반해 저자 작성

3. 에너지 다소비 업종 감축 수단

에너지 다소비 업종인 철강, 시멘트, 석유화학 부문에 대해 주요국은 다소 상이한 감축 전략을 추진하고 있다. 일본은 고효율 보일러, 저에너지 소성로 등 설비 교체를 중심으로 한 에너지 효율 개선에 초점을 맞추고 있고, 한국은 '탄소중립 선도플랜트' 사업을 통해 노후 공정의 현대화, 폐열 회수, 고효율 설비 도입을 지원하고 있다. 철강과 시멘트 산업의 경우, 국산 고로·소성로의 에너지 효율 향상과 전기로 비중 확대를 핵심 정책으로 추진하고 있다.

미국은 에너지 다소비 업종에 대해 기술 전환 중심의 접근을 취하고 있는데, 철강, 시멘트, 석유화학 산업에서는 CCUS, 수소 기반 고온 공정 전환, 공정 전력화와 같은 혁신 기술들을 주요 감축수단으로 고려하고 있으며, 이러한 기술 전환을 뒷받침하기 위해 막대한 재정을 지원하고 있다. 2022년 제정된 IRA는 민간 투자를 촉진하는 세액공제를 주된 내용으로 하며, 청정 제조(section 45X), CCUS·수소 설비 투자(section 13501), 고탄소 산업 시범사업(section 50161), 그리고 저탄소 건자재 조달 기준(section 13204) 등을 통해 저탄소로의

4) CCS를 위한 세액공제

기술 전환을 유도하고 있다. 더불어 2021년 제정된 BIL은 CCUS 인프라 및 청정수소 허브(H2Hubs) 구축, 고효율 장비 도입 등을 위한 대규모 공공 투자를 포함하고 있어, IRA와 함께 산업 전환을 위한 기술적·물리적 기반을 제공하고 있다. EU는 규제와 재활용 기반의 순환경제 전략을 강조하며, 철강·시멘트 산업을 대상으로 한 지속가능제품 정책(Sustainable Products Policy)으로 이를 구체화하고 있다.

반면 중국은 다양한 감축 수단을 채택하고 있음에도 불구하고, BTR 내에서 에너지 다소비 업종에 대한 구체적인 감축 전략이 명확히 제시되어 있지 않다. 이는 중국에 해당 업종에 대한 감축 노력이 별도 존재하지 않다기보다 BTR의 기술 분류, 서술 방식이 다른 데 따른 한계일 수 있다.

Ⅳ. 결론

주요국의 BTR 비교를 통해 고찰한 한국의 산업부문 온실가스 감축전략은 구조적 전환보다는 에너지 효율, 일부 재생에너지 전환을 주된 내용으로 하고 있으며, 수소, CCS 등 기술적 수단을 통한 온실가스 감축에 의존하고 있다. 정부는 2020년 이후 다양한 산업 부문 감축 정책들을 추진해 왔으며, 정책의 이행이 전제될 경우 2030 NDC 목표 이하로 배출량을 억제할 수 있다는 전망이 존재한다. 정부는 배출권거래법 시행령 개정을 통해 배출 기준을 강화하고, 녹색 전환 보증 사업 등을 통한 금융 지원으로 산업계의 에너지 효율화와 저탄소 전환을 촉진하고 있다. 또한, 글로벌 톱 기후환경 녹색산업 육성방안(Global Top Climate Environmental and Green Industry Growth Plan)을 통해 철강·석유화학 등 핵심 산업에 저탄소 기술 투자를 지원하며, 수소경제 로드맵 2040을 통해 수소 기반 친환경 산업 전환을 준비하고 있다. 이러한 정책은 시장시장 기반 규제와 기술·재정 지원이 통합된 전략으로 산업 부문의 구조적 변화를 촉진할 수 있을 것으로 기대된다.

한국이 2030 NDC 및 2050년 탄소중립 목표에 근접하려면 산업 부문의 적극적이고 포괄적인 탈탄소 전환 노력이 필수적이다. 에너지 효율 중심의 기존 정책을 넘어 기존의 수소, CCUS와 같은 기술 수단의 상용화와 철강, 시멘트, 석유화학 등 에너지 다소비 업종을 중심으로 공정 전환이 병행되어야 하며 순환경제 등 수요 측의 다양한 감축 수단을 균형 있게 포함하는 전략이 요구된다. 주요국이 산업 부문 감축을 위해 재료 효율화 및 대체, 순환 경제 활성화를 위한 다양한 지원과 규제를 시행하고 있음은 시사하는 바가 적지 않다. 또한, 산업부문의 탈탄소 전환을 위해서는 업종별 탄소배출 구조에 대한 정밀 분석과 함께 감축수단-정책수단에 대한 유기적인 매칭과 이행점검이 필요하다. 이와 같은 노력은 우리나라 산업부문이 국가 기후목표 달성의 주도적 역할을 수행함과 동시에, 글로벌 시장에서도 경쟁력을 잃지 않도록 하는 핵심 전략이 될 것이다.

참고문헌

국내문헌

환경부(2023). 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획

국외문헌

Climate Policy Database 웹페이지. https://climatepolicydatabase.org/

European Commission. Emission Database for Global Atmospheric Research. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024

European Commission 웹페이지. https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy_en. 검색어 : EU Industrial Strategy

European Commission 웹페이지. https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/sustainable-product-policy-ecodesign_en. 검색어 : Sustainable product policy & ecodesign

UNFCCC (2024). China. 2024 Biennial Transparency Report (BTR). BTR1.

UNFCCC (2024). European Union. Biennial Transparency Report (BTR). BTR1.

UNFCCC (2024). Germany. Biennial Transparency Report (BTR). BTR1

UNFCCC (2024). Japan. Biennial Transparency Report (BTR). BTR1

UNFCCC (2024). Republic of Korea. 2024 Biennial Transparency Report (BTR). BTR1. National Communications (NC). NC5

UNFCCC (2024). United States of America. Biennial Transparency Report (BTR). BTR1

US Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/

Rissman, J., Bataille, C., Masanet, E., Aden, N. Morrow III, W. R., Zhou, N., ... & Helseth, J. (2020). Technologies and policies to decarbonize global industry: Review and assessment of mitigation drivers through 2070. Applied energy, 266, 114848.

IGC

16th International Greenhouse Gas Conference

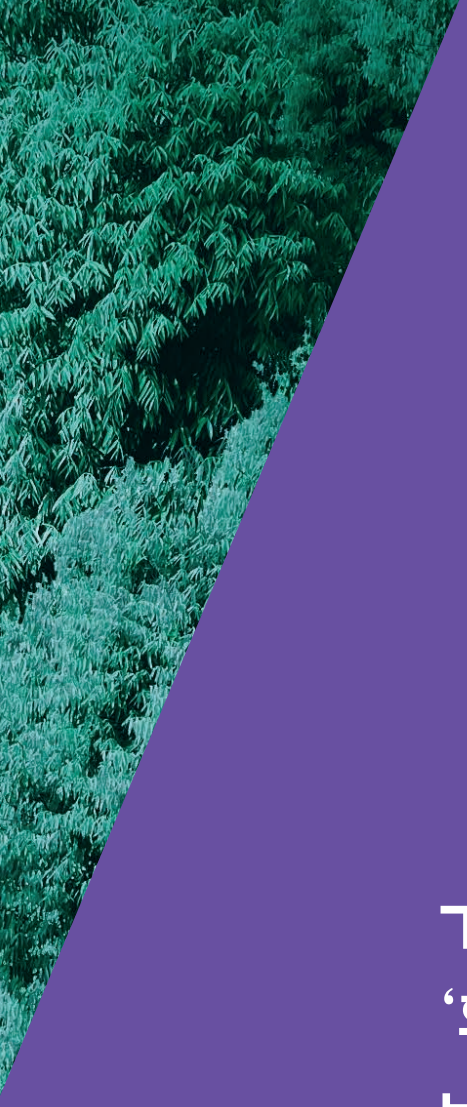


From Ambition to Action: Pathways to the 2035 NDCs

1 August, 2025 I Orce Hall(5F), EL Tower

Ministry of Environment
Greenhouse Gas Inventory and Research Center





기후정책 불확실성 시대, ‘확실한 우리만의’ 기후정책 방향과 목표 수립 기회로 활용하자

이상협
국가녹색기술연구소장

본글은 온실가스종합정보센터의 공식 견해가 아님을 밝힙니다.

Ⅰ. 요동치는 국제 정세와 강화되는 기후변화 대응 환경

관세로 시작된 무역 전쟁, 국지적인 지역 분쟁 등 세계가 요동치고 있다. '협력', '상생' 단어보다 '각자도생'이라는 단어가 국제사회의 주요 키워드로 자리 잡아 가고 있다.

우리나라는 2023년 기준 국내총생산(GDP)의 44%를 수출에 의존하는 나라이다. 따라서 수출 경제에서 활력이 떨어지면 국가 전체 경제에 큰 타격을 받게 된다.

기후변화와 관련된 국제 대응과 국제 규범은 미국을 제외한 국가에서 더욱 강화되고 있다. 기후변화 대응은 우리를 포함한 전 세계인이 경험하지 못한 최초의 문제이면서, 반드시 해결해야 하는 난제이다. 특히 유럽의 기후변화 대응과 관련 기조는 과거와 큰 온도차 없이 일관성을 유지하고 있으며, 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) 시행 등 강화되는 방향으로 진행되고 있다.

수출과 관련하여 유리하지 않는 상황이 연속되고 있다. 수출이 중요한 경제 버팀목인 대한민국은 요동치는 국제 정세와 강화되는 기후변화대응 환경에서 성장할 수 있는 고민이 절실한 상황이다. 불확실한 대외 환경에서 '확실한' 대한민국 기후변화 대응의 목표와 전략을 수립하는 고민의 결과물을 만들어내야 하는 시점이다.

Ⅱ. 미국의 기후 정책 불확실성, 계속될 것인가?

최근 미국의 중국 등 다양한 국가를 대상으로 한 관세정책을 보면서, 도널드 트럼프 미국 대통령의 기후정책 불확실성이 '정말 지속적으로 불확실할까?' 하는 생각이 든다. 그러나 이 기우는 '만에 하나'일 거라고 생각한다. 그 이유는 최근 세계 최대의 산유국인 미국, 다음으로 '인공지능(AI) 분야 세계 최고 미국'을 향한 야심에서 찾을 수 있다. AI 세계 최고 강국이 되기 위해서는 이를 뒷받침할 에너지, 즉 전기에너지가 필요하다. 미국은 신재생에너지 확보에 적극적이지만, 미국의 저렴한 석유를 아직 고가이면서 불안정한 신재생에너지로 대체하는 것은 기업가 트럼프에게 수지타산이 맞지 않는 일이다. '드릴, 베이비, 드릴(drill, baby, drill)'은 트럼프 대통령의 에너지정책 철학을 대변하는 문장으로 이미 널리 알려져 있다.

그러나 이것도 기후변화 대응 명분보다 수지타산을 따져 유리하다고 판단되면 뒤집을 수도 있겠다는 생각도 든다. '세계 경찰 미국 대통령' 트럼프보다는 '국제 공동 이익보다는 미국 이익만을 생각하는 미국 기업가' 트럼프를 생각하면, 미국발 기후정책은 불확실성이 지속될 것으로 생각한다. 그러나 우리는 이러한 불확실성에도 동요되지 않도록 수출주도형 대한민국의 특성에 맞는 맞춤형 전략을 준비해야 한다.

<표 1> 글로벌 신재생에너지 발전 용량 현황

2022년 기준, 단위: GW

국가	중국	미국	브라질	인도	독일	일본	캐나다	스페인	프랑스	이탈리아
발전용량	1,827.3	428.4	213.9	204.3	204.3	132.3	110.5	88.5	74.3	72.1

* 출처: Statista

가장 먼저, 우리는 우리를 정확히 파악해야 한다. '대한민국=한강의 기적, 세계 역사에 다시 없을 압축 고성장 국가'가 전 세계가 알고 있는 대한민국의 이미지다. 한강의 기적을 일으킨 대한민국의 주인공들은 4개의 멋진 무대에서 마음껏 기량을 발휘했다고 생각한다. 철강·석유화학·시멘트·발전산업 무대에서, 고등교육을 받은 머리 좋고 근면·성실한 국민은 열과 성을 다해 밤낮없이 대한민국 발전을 위해 최선을 다하였다. 그 결과가 주요 7개국(G7)+α(알파)이다. 즉, G7+α 경제대국이 되었다. 동시에 국제기구 수혜국 지위에서 공여국 지위가 되었다. 이 모든 것이 약 60년 만에 이루어졌다. 정말 기적이다.

Ⅲ. 우리나라 철강·석유화학·시멘트·발전 4개 산업의 개선전략 제언

그러나 동시에 그 기적은 대한민국에 고민을 안겨 주었다. 원인은 기후변화·지구온난화라는 인류가 경험하지 못한 상황 때문이다. 지구온난화의 주원인으로 6대 온실가스가 거론되고 있고, 그 가운데 이산화탄소는 지구온난화 기여 비율 기준으로 74%를 차지하고 있다.

<표 2> 온실가스별 지구온난화 기여 비율

CO_2-eq 기준

가스종류	이산화탄소 (CO_2)	메탄 (CH_4)	아산화질소 (N_2O)	수소불화탄소 (HFCs)	과불화탄소류 (PFCs)	육불화항 (SF_6)
기여비율(%)	74	19	5	<1	<1	<1

* 출처: Statista

74%를 점유하는 CO_2가 지구온난화의 가장 중요한 원인이다. 지구온난화 억제를 위하여 전 세계가 대기 중으로 배출되는 CO_2 농도를 감축하는 노력을 기울이고 있다. 그러나 2024년 3월, 지구 CO_2 농도는 430.69ppm[1]의 역대 최고를 기록했고, 지구 평균 온도도 1.55도 상승을 기록하여 파리협정에서 약속한 1.5도 이하 억제를 위한 '노력 온도'를 넘어섰다. 우리나라를 포함하여 전 세계가 많이 노력하고 있지만, 더욱 노력해야 한다.

1) 2025년 3월 19일 하와이 마우나로아 측정 기준, 출처 : https://gml.noaa.gov

이런 시점에서 G7+α 국가들에 대한 책임과 노력에 대한 요구는 점점 높아지고 있다. 우리나라는 온실가스 배출 비중이 높은 철강·석유화학·시멘트·발전 분야를 개선하기 위한 전략적 고민을 진지하게 해야 할 시점이다.

한강의 기적이 만들어지는 과정에서, 철강·석유화학·시멘트·발전 분야가 너무 큰 역할을 했다. 반도체가 최근 중요 수출 상품이며 전체 수출에서 약 20%의 비중을 차지하고 있다. 그리고 철강·석유화학·시멘트·발전 산업의 수출 비중은 약 12~13%이다. 8분의 1이다.

<표 3> 주요 산업별 수출비중

2024년 기준

산업	반도체	자동차	석유화학	선박	합성수지	자동차	철강	디스플레이	무선통신기기	정밀화학원료	기타
비중(%)	18.7	9.3	6.6	3.4	3.1	3.0	2.7	2.5	2.3	1.6	46.7 (시멘트 <1) (발전설비 2~3)

* 출처: e-나라지표

과감하게 포기하기에는 대체 산업을 찾기가 쉬운 일이 아니라고 생각한다. 불확실한 기후정책 시대, 철강·석유화학·시멘트·발전산업에 확실한 기후변화 대책과 탄소중립 전략을 준비해야 한다. 이를 위하여 해당 산업의 CO_2 배출량과 그 비중을 살펴보자.

<표 4> 산업별 CO_2 배출량 및 비중

2022년 기준

산업부문	철강산업	석유화학산업	시멘트산업	발전산업	총계
CO_2 배출량 (백만톤)	93.0	52.0	34.3	216.8	396.1
전체 배출량 비중(%)[2]	14.2	8.0	5.3	33.2	60.7

* 출처: 환경부 온실가스종합정보센터 보도자료(2024.9.9.)

4개 분야 산업이 배출하는 CO_2 양은 전체 배출량의 약 60%에 달한다. 특히, 철강산업은 93백만톤/년의 CO_2를 배출하고 있다. 전체 배출량의 약 14%이다. 단일산업으로 놀라운 배출량이고, 대응 방안을 반드시 고민해야 한다.

2) 전체 산업 CO_2 배출량 대비 해당 산업 배출량 비중

Ⅳ. 산업의 뼈, 철강산업 : 수소와 함께 새로운 시대를 열어야

철강산업을 산업의 뼈라고 한다. 뼈를 포기할 수는 없다. 그러나 반드시 줄여야 한다. 줄이는 방법은 이미 수소환원제철 방식으로 많이 알려져 있으며, 해당 산업에서 많은 노력을 시도하고 있다. 수소환원제철 기술은 이론적으로는 완벽한 CO_2 무배출 철강 생산 공정이다.

그러나 세상에 완벽은 없다. 일반 철광석에서 산소를 제거하기 위하여 사용되어 온 코크스(coke)가 수소로 대체되면서 '고체 기반의 철 생산 공정'이 '기체 기반의 철 생산 공정'으로 전환되었다. 기체 기반 공정 구성은 쉽지 않은 일이라고 생각한다. 그러나 해내야 한다.

<표 5> 우리나라 수소 생산 방식별 수소 생산량 및 비율

2022년 기준

방식	부생수소	개질수소	기타(그린수소, 블루수소 등)
생산량(톤)	1,375,647	1,040,031	4,371
비율(%)	56.8	43.0	0.2

* 출처: EG-TIPS 에너지온실가스 종합정보 플랫폼

공정 구성 다음으로 해결해야 할 과제는 원료 수소의 충분한 양 확보이다. 이른바 그레이수소로 불리는 부생수소와 개질수소가 99%를 구성하는 상황에서 충분한 그린수소 확보가 진정한 수소환원제철 공정 안착의 핵심이라고 생각한다.

포항제철소에 수소환원제철 공정이 적극적으로 도입되기 위해서는 그린수소 대량 생산기술, 기체 중심의 생산 공정 전환 기술 등 관련 기술의 적극적인 연계가 필요하다.

Ⅴ. 석유화학산업은 석화(石花)를 꽃피우자

석유화학산업(이하 석화산업)은 산업의 쌀이라고 한다. 그리고 석화산업은 우리나라 수출의 약 7%를 담당하고 있다. 그러나 최근 중국의 저가 나프타(naphtha)의 공습으로 우리나라 석화산업은 위기를 맞고 있다.

그러나 최근 희망적인 사례가 보고되고 있다. 금호석유화학이 특화(specialty) 제품에 집중하여, 현재 한국이 처한 석화산업의 어려움을 극복하면서 흑자를 기록하였다. 특화 제품에 집중한 금호석유화학 사례는 깊은 의미를 제공한다. 그러나 외적 환경은 우리나라 석화산업에 호의적이지 않다. 석탄산업의 선두 국가인 독일과 일본의 석화산업 경우 특화 제품에 집중, 산업 규모 축소가 주요 생존 전략으로 소개된다. 우리나라 석화산업도 독일, 일본을 벤치마킹하면서 대전환 전략을 고민해야 한다.

특화 제품에 집중이 아닌 우리 현실에 최적이면서 우리가 1등 할 수 있는 맞춤형 특화(customized specialty) 제품에 집중하는 전략이 필요하다. 특화 제품 가운데 주도권을 잡을 수 있고, 일본, 독일, 중국과 차별화하여 항구성을 확보할 수 있는 제품을 목표로 해야 한다. 항공을 포함한 방위산업을 대상으로 한 특화 전략을 제안해 본다. 세계적으로 주목받는 K-방위산업에서 석화산업의 새로운 탈출구를 찾아보는 것을 고민해 보자.

Ⅵ. '보급형 이산화탄소 흡수제 = 시멘트'로 다시 한번 인류에게 기여

시멘트 산업 역시 인류에게 중요한 산업이다. 시멘트가 없었다면 지금과 같은 인류 주거 문화의 혁명은 불가능했으며, 시멘트는 우리나라 사회 기반 시설 구축에도 크게 이바지하였다.

그러나 시멘트 제조 과정에서 피할 수 없는 CO_2 발생은 기후변화 시대에 해결해야 할 중요한 과제가 되었다. 이를 해결하기 위하여 시멘트 분야에서는 공정 중 발생하는 CO_2를 원료로 재활용하는 기술 개발 방향에 관심이 집중되고 있다. CO_2 흡수재, 완충재라는 이름으로 기술 개발이 진행되고 있다.

시멘트 대체 건축자재는 불확실한 탄소중립 시대에도 발견하기 어려울 것으로 생각한다. 해법은 생산과정에서 발생하는 CO_2를 원료로 재활용, 그리고 보급형 최대 CO_2 흡수 재료 시멘트로 나아가야 한다.

Ⅶ. 발전산업 : 인터넷 강국에서 전력망 관리 강국으로 변신

발전산업, 너무 중요하다. 그러나 현실적으로 아직 우리나라는 석탄화력발전에 30%에 근접한 수준으로 의존하고 있다. 서울 한가운데 석탄화력발전소[3]가 있다는 사실을 서울 시민들은 어느 정도 알고 있을지 의문이다.

<표 6> 우리나라 발전원별 전력 생산 비중

2024년 기준

발전원	석탄	원자력	천연가스	재생에너지	기타
비중(%)	28.1	31.7	28.1	10.5	1.6

* 출처: e-나라지표

2023년 9월 영국은 마지막 석탄발전소[4]를 폐쇄하였다. 영국은 2030년까지 발전 부문 탈탄소화, 2050년까지

3) 舊 당인리발전소 現 서울복합발전소, 우리나라 최초 석탄발전소로 중유발전을 거쳐 현재는 LNG 복합발전으로 운영 중
4) 랫클리프 온 소어 발전소(Ratcliffe-on-Soar Power Station)

넷제로(Net Zero) 달성을 목표로 하고 있다. 2025년 현재, 영국의 전기 요금은 에너지 위기 이후 다소 안정세를 보이고 있으나, 여전히 높은 수준을 유지하고 있다. 2024년 10~12월 가정의 연간 에너지 요금 상한선을 £1,717로 설정하였으며, 이는 이전 분기 대비 10% 상승한 수치이다. 2025년 4~6월 에너지 요금 상한선은 £1,849로 조정되었으며, 이는 2024년 10~12월 대비 약 7.7% 상승한 것이다. 2025년 7~9월에는 에너지 요금 상한선이 £1,705로 소폭 하락할 것으로 예상된다.

<표 7> 영국의 전력 생산 비중

2024년 기준

발전원	가스발전	풍력·태양광	원자력	바이오에너지
비중(%)	34.7	32.8	13.8	11.6

* 출처: 이해준(2024.9.4)

우리는 화석연료 탈피를 진행하고 있는 많은 나라에서 사회·경제적으로 어려움을 겪고 있는 사례를 기사로 접하고 있다. 50% 이상 신재생으로 전환한 독일의 경우가 그렇다. 과거 독일의 제철산업이 호황을 누릴 수 있었던 이유도 저가의 갈탄 원료가 풍부했기 때문이다.

독일이 신재생에너지로 빠른 전환이 가능했던 이유는 '유럽대륙 경제 중심 독일'이라는 배경이라고 생각한다. 독일은 신재생에너지를 기반으로 한 새로운 경제 도약을 목표로 설정했고, 이에 따라 적극적인 보급을 시행하였다. 이러한 과정에서 에너지 안정성 저하, 에너지 비용 상승 등 여러 문제에도 불구하고, 신재생에너지로의 전환이 성공한 이유는 자국 이외에 존재하는 다양한 에너지를 활용할 수 있는 지정학적 위치, 즉 '에너지 대륙 유럽 속 독일' 때문이라고 생각한다.

에너지 관점에서 대한민국을 부르는 호칭이 있다. 바로 에너지섬(energy island)이다. 독일처럼 '다양한 에너지 보유 국가 아시아 속, 대한민국'이 아닌 '망망대해 홀로 모든 것을 해결해야 하는 에너지 섬, 대한민국'이다. 외부에서 활용할 수 있는 에너지는 없다고 단호하게 이야기해도 되는 대한민국이다. 대한민국은 에너지 확보에 있어서는 진정 자력갱생해야만 하는 운명이다. 슬픈 일이다.

자연에서 유래하는 신재생에너지 확보에도, 좁은 국토 면적은 신재생에너지 종류 선택의 폭을 바늘귀만큼 좁게 만들었다. 그리고 우리에게는 뚜렷한 사계절이 있다. 자연의 네 차례 변화는 자연을 활용하는 신재생에너지의 안정성에 변수를 발생시킨다. 신재생에너지의 안정성을 확보하는 것이 쉽지 않은 환경이다.

철강·석유화학·시멘트·발전에서 현명함을 찾듯이, 발전시스템에서도 'K-발전시스템'이 무엇일까? 고민해 보았다. 최근 스페인 대정전 사고 기사를 접하면서 전력망 관리 기술이 떠올랐다. 전력망 관리 기술을 우선 생각한 배경은, 초고속 인터넷망 기술을 기반으로 한 인터넷 강국 이미지이다.

우리 국민은 유선, 무선 수많은 전파의 대양 속에서 한순간의 벗어남 없이 생활하고 있다. 덕분에 절대적으로 느리지 않지만, 우리나라보다 인터넷 속도가 느린 나라에 발을 딛는 순간, 우리는 느린 인터넷 속도에 숨이 막힌다. 이런 발전의 배경은 좁은 국토 면적과 아파트 중심 고집적도 주거 문화 그리고 전 국민의 얼리 어답터(early adaptor) 유전자 덕분이라고 생각한다.

망(network)을 흐르는 종류는 다르지만, 인터넷망(network) 관리 노하우를 전력망 관리에 도입하는 응용

아이디어를 생각해 보자. 우리나라에서 성공한 전력망 관리기술을 대한민국 독자 에너지 수출기술 1호로 지정하는 상상을 해보자. 현재 전력망 안정성 문제로 신속하게 진행되기는 어렵지만, 정부와 한전은 현재 전력망과 관련하여 많은 논란점을 풀 수 있는 기술을 개발해야 한다.

Ⅷ. 에너지의 최대 금기어 단(斷)

다음으로 에너지 생산이다. 에너지의 생명은 안정성이라고 생각한다. 정전과 단수는 일상생활의 품질에 지대한 영향을 미치는 요소이다. '정전과 단수, 어느 것이 더 위험하다고 느끼시나요?'라는 질문을 했다. 대답은 단수였다. 수세식 화장실이 가장 큰 이유였다. 정전은 '낭만 촛불'이라는 대체품에 대한 믿음이 있었다.

스페인 대정전의 원인은 지금까지도 정확한 원인을 밝히지 못하고 있다. '낭만 촛불'에 의존하기에는 낭만 촛불 밖 세상은 막대한 에너지를 바탕으로 한 인공지능의 활약상이 너무 적극적이다. 에너지 생산, 끊임없는 안정성 확보 보급망을 위한 한국 상황 맞춤형 생산 및 망 기술에 대한 목표와 방법을 고민해야 한다.

에너지는 끊어지면(斷) 안된다. 기저 발전의 중요성은 이미 여기저기서 언급되고 있다. 석탄 발전의 미래가 불투명한 상황에서 기저 발전의 대안은 원자력 발전이라고 생각된다. 물론 많은 위험성이 존재하지만, 삶의 유지, 경제 발전 유지를 위하여 필요한 힘(에너지)을 고려하면 석탄을 대체할 수 있는 가성비 높은 기저 발전원이라고 생각한다.

다행스럽게도 한국의 원자력 기술은 프랑스, 일본과 함께 세계 최고 기술력을 보유하고 있다. 원자력발전에서 우리가 더 집중해야만 하는 기술은 에너지 생산 분야 보다, 방사성 폐기물 처리기술 분야라고 생각한다. 현재까지 방폐장 건설이 유일한 방법이지만 폐기물 처리 기술에서도 고효율 심층 처분과 같은 새로운 처리기술이 등장할 수 있을 것으로 생각하고 대한민국이 선도적 역할을 할 수 있다고 생각한다.

Ⅸ. 신재생에너지 기술과 저장 기술 융합의 분산 에너지 시스템 구축

신재생에너지 확보에도 온 힘을 다해야 한다. 그 방향성은 신재생에너지 발전량 확대보다는 확보된 신재생에너지의 안정성 확보에 초점을 맞추어야 한다. 신재생에너지의 최대 단점으로 불안정성을 이야기한다. 불안정성을 안정성으로 바꾸는 분야에서 세계 최고 기술을 보유한 대한민국이 되어야 한다. 우리나라는 세계 최고 저장 기술, 이차전지 기술을 보유한 나라이기 때문에 충분히 도전해 볼만하다.

신재생에너지와 이차전지의 결합은, 불안정한 신재생에너지를 가장 안정적인 신재생에너지로 변화시킬 수 있다고 생각한다. 신재생에너지 관련 세계의 고민을 해결하는 대한민국이 될 수 있다.

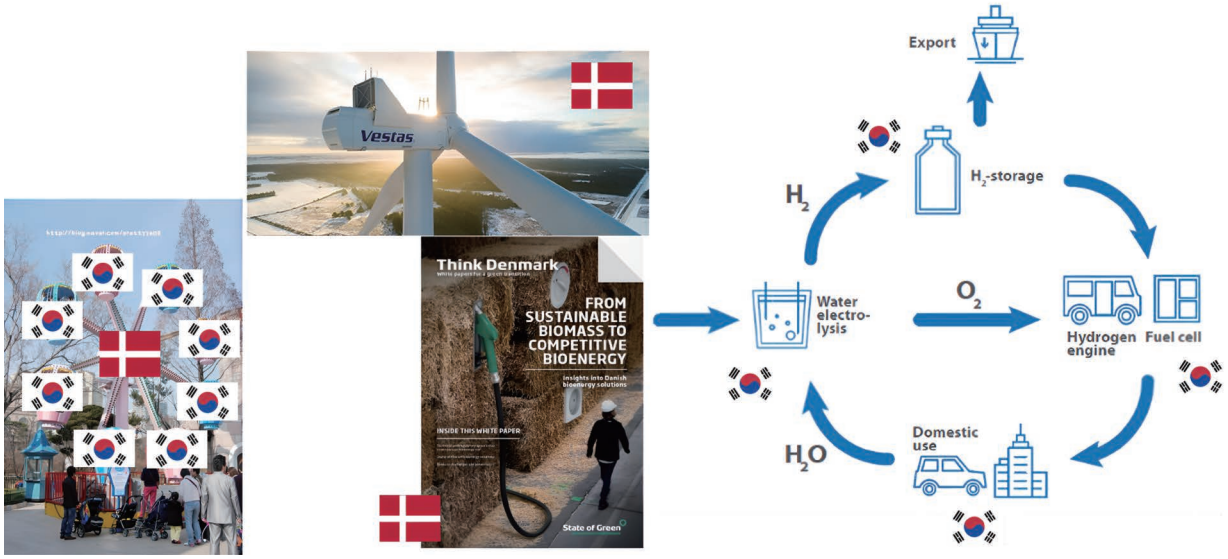
이런 결합을 통해 한때 유행했던 신재생에너지 기반의 분산형 에너지 시스템에 새로운 독자 모델도 확보할 수 있다. 신재생에너지와 에너지 저장매체, 이차전지의 결합은 대규모, 중앙집중형 에너지 공급 시스템의 혁신을 도모할 수 있다.

X. 에너지 믹스를 넘어선 OEMS : One Energy Management System 기술 보유 대한민국

지금까지 불확실성 시대 탄소중립으로 가기 위한 기본 개발 방향을 제시해 보았다. 이런 다양한 생각을 가능하게 한 계기가 있었다. 덴마크와 수소 공동협력 포럼에서 수소 개발과 관련하여 한국-덴마크 협력 전략을 발표[5]하였다. 발표한 전략은, 관람차 전략(Ferris wheel strategy)이었다. 중간 모터(motor)는 덴마크 풍력 기술을 활용한 그린 모터 기술, 관람차 하나하나는 수소 에너지 시스템 구축 시 필요한 요소 기술들이었다.

이런 아이디어를 구상하게 된 배경은, 덴마크 기술자들이 신재생에너지 기술 분야에서 덴마크는 한 가지 기술(풍력 기술)에 전문성이 높은 전문대학(college), 한국은 시스템 구축에 필요한 모든 요소 기술을 일정 수준 보유하고 있다는 종합대학(university)이라는 덴마크 기술자들의 발언이었다.

<그림 1> 한국-덴마크 수소 기술 개발 협력 아이디어



* 출처: 저자 작성

5) 2024년 3월, 주한덴마크대사관, 덴마크 혁신센터, 전경련회관

우리나라는 철강·석유화학·시멘트·발전 기반 경제구조, 좁은 국토, 뚜렷한 사계절 자연환경 등의 원인으로 탈탄소화가 쉽지 않은 환경이다. 그러나 일정 수준의 다양한 최고급 제조, 공정 기술 보유라는 장점을 최대한 살려 에너지 믹스(energy mix)를 넘어서는 'One-Energy 관리 시스템(One Energy Management System, OEMs)'의 종주국이 될 수 있다.

좁은 국토, 고밀도 생활·경제활동 그리고 인터넷 강국에서 학습한 세계 최고의 망 보급·관리 기술을 적극적으로 활용하고 결합하여 다양한 에너지를 '하나의 에너지' 관점에서 관리하는 에너지 관리 기술의 종주국이 되어보자. OEMS 기술을 바탕으로 불확실한 기후 정책 환경에서 확실하고 우리나라에 딱 맞는 '한국형 탈탄소 전략'을 마련하자.

참고문헌

국내문헌

이해준. 英 마지막 석탄발전소 이달 문닫는다…G7 최초 '완전 퇴출'. 중앙일보. 2024.9.4. https://www.joongang.co.kr/article/25275571

환경부 온실가스종합정보센터 (2025). 유엔기후변화협약 및 파리협정에 따른 제1차 격년투명성보고서 및 제5차 국가보고서

환경부 온실가스종합정보센터 보도자료 (2024.9.9.). 2023년 온실가스 배출량 6억 2,420만톤…전년대비 4.4% 감소, 2년 연속 감소추세

EG-TIPS 에너지온실가스 종합정보 플랫폼 웹페이지. tips.energy.or.kr

국외문헌

EDF ENERGY 웹페이지. edfenergy.com

Global Monitoring Laboratory 웹페이지. https://gml.noaa.gov

Statista 웹페이지. www.statista.com


CO_2
CO_2
CO^2



대한민국 1차 격년투명성보고서(BTR)의 의미와 주요 내용

김지수
환경부 온실가스종합정보센터 기획총괄팀장

Ⅰ. 서론

1. 들어가며

파리협정에 따라 우리나라를 포함한 모든 당사국(195개국)은 2024년부터 2년마다 의무적으로 격년투명성 보고서(Biennial Transparency Report, BTR, 이하 BTR 보고서)를 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, 이하 UNFCCC)에 제출하여야 한다. 이 의무 규정은 2021년으로 거슬러 올라간다. 2021년 영국 글래스고에서 열린 제26차 유엔기후변화협약 당사국총회(The 26th Conference of the Parties, COP26)에서 모든 당사국이 하나의 공통된 보고표(Common Reporting Tables, 이하 CRTs)와 공통표양식(Common Tabular Formats, 이하 CTFs)을 활용해 2년마다 주기적으로 파리협정 이행정보를 상세히 보고하되 1차 BTR 보고서는 2024년 12월 31일까지 제출키로 합의하였다. 그 이전에도 선진국(부속서 1 국가)은 2014년부터 2년 주기로 온실가스 배출량과 이행정보를 격년보고서(Biennial Report, BR), 국가 온실가스 인벤토리 보고서(National Inventory Report, NIR)로 제출해 왔기 때문에 BTR 보고서와 유사한 보고서를 작성해 본 경험이 있었다. 그러나 우리나라를 포함한 비부속서 1 국가는 격년갱신보고서(Biennial Update Report, 이하 BUR 보고서)에서 온실가스 배출 인벤토리를 간단히 정리 보고하는 수준이었다. 우리나라의 2021년 제4차 BUR 보고서의 인벤토리 부분은 13쪽 정도 분량인데 BTR 보고서에서는 인벤토리 부문만 450쪽(부록 포함)에 달한다. 파리협정에 따른 우리나라의 온실가스 감축과 기후변화 대응 정보를 담은 정부 차원의 상세한 보고서를 처음으로 작성해야 하는 것이다.

일반 국민은 이 보고서의 제목만 보고 무슨 내용의 보고서인지 직관적으로 이해하기 어렵다. “격년투명성 보고서”라는 용어 중 “투명성”에 대한 설명이 좀 더 필요하다. “투명성”이라는 단어는 사전에 “물체가 속까지 비치는 성질, 일의 상황이나 성질을 감추지 않고 분명하게 보여주는 것”이라고 나온다. 파리협정은 각 국가별로 온실가스 감축목표를 자율적으로 정하도록 한 대신 국가에서 정한 감축목표는 꼭 달성하도록 관리한다. 즉 해당 국가가 온실가스 감축을 위해 어떠한 노력을 하고 있는지 투명하게 볼 수 있도록 “강화된 투명성 점검체계(Enhanced Transparency Framework, ETF)”를 운영한다. 다시 말해 감축목표는 각 국가의 형편에 맞게 자율적으로 정하지만 한번 정한 목표는 그 이행실태를 투명하게 점검한다는 방침이다. 선진국에만 강요하던 이행의무를 개도국까지 확대하여 모든 당사국이 온실가스를 감축하고 주기적으로 정보를 제출토록 의무화했다는 점에서 “강화된 투명성 체계”라고 부른다. 이 BTR 보고서는 파리협정 투명성체계 방식·절차·지침(Modalities Procedures and Guidelines, MPGs, 이하 BTR 작성지침)에 따라 작성하여야 한다. 이상을 종합해 보면 BTR 보고서는 개별국가가 파리협정 목표달성을 위해 자국의 국가 온실가스 감축 목표를 얼마나 성실하게 이행하고 있는지를 점검하는 체계 즉 “파리협정 이행 숙제검사”라고 보면 쉽다. 세계 각 국이 글로벌 탄소중립 사회를 만들어 가는 메가트렌드 속에서 대한민국의 위상과 국제적 책임에 걸맞게 추진하는 온실가스 감축정책과 기후변화 대응정책이 국제사회에 명확히 전달되길 희망하는 마음을 담아 첫 BTR 보고서를 작성하였다.

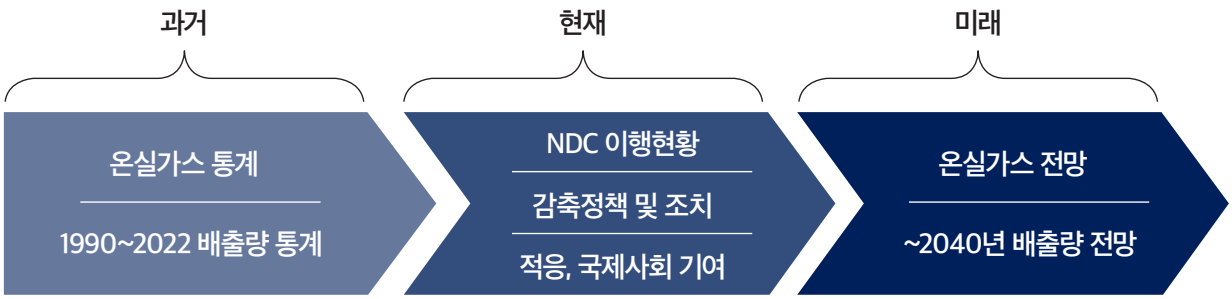
우리나라는 2025년 2월 10일 대한민국 정부 명의로 “제1차 BTR 보고서”를 UNFCCC에 제출하였다. 우리나라의 기후변화 대응과 온실가스 감축실태에 대한 자세한 정보를 국제사회에 처음 공개한 것이다. 2025

년 4월 기준 제출대상 당사국 195개국 중에 100개국이 1차 BTR 보고서를 제출한 상태이며, 우리나라는 92번째로 제출한 것으로 파악된다.

2. 대한민국 1차 BTR 보고서의 의미

국제사회는 경제규모 14위, 온실가스 배출량 13위인 우리나라의 BTR 보고서에 관심이 높은 상황이다. BTR 보고서 체계는 UNFCCC 공통양식에 따라 우리나라 온실가스 감축의 과거, 현재와 미래를 투명하게 보여주도록 설계되어 있다.

<그림 1> BTR 개념도



* 출처: 환경부 온실가스종합정보센터(2025)

가장 최근에 확정된 온실가스 통계인 1990년부터 2022년까지의 배출량이 과거에 해당되며, 2030년 국가 온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, 이하 NDC)[1] 달성을 위해 현재 추진 중인 국가 정책이나 조치의 효과가 현재에 해당된다. 그리고 2040년까지의 장기배출전망을 제출하도록 함으로써 미래에 얼마나 더 감축노력을 해야 하는지 예상할 수 있도록 한다. 그런 관점에서 우리나라의 1차 BTR 보고서는 ① 온실가스 통계(과거) ② NDC 이행달성 진전 추적, 감축정책 및 조치(현재) ③ 온실가스 배출량 흡수량 전망(미래) ④ 기후변화 적응 ⑤ 국제사회 기여 ⑥ 연구 및 체계적 관측(R&D) ⑦ 교육 및 시민참여 순으로 구성하였다. 그리고 우리나라는 이번 1차 BTR에 처음으로 기후변화에 관한 정부 간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change, 이하 IPCC) 신규지침인 2006 IPCC 지침(2006 IPCC Guidelines, 이하 06지침)을 적용하여 온실가스 배출량 통계(1장. 인벤토리 정보)를 작성하였다. 정부는 완성도 높은 BTR 보고서를 작성하기 위하여 2024년 3월부터 환경부를 중심으로 부처협의체와 실무그룹 전문위원회를 운영하였고, 각 부처에서 제시된 의견들을 꼼꼼히 반영하여 2024년 10월과 2025년 1월 두 차례에 거쳐 탄소중립녹색성장위위원회의 심의·의결을 받아 확정하였다.

1) 2018년 대비 40% 감축, 이하 2030 NDC

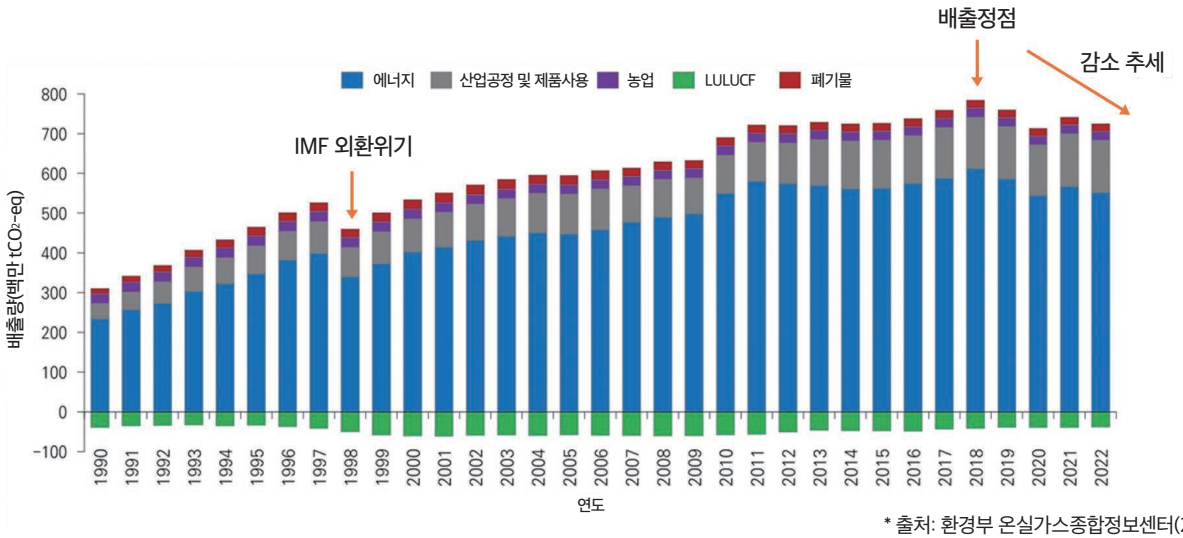
Ⅱ. BTR 주요 내용

1. 우리나라의 그간 온실가스 배출통계(06지침 적용)

2002년 우리나라의 교토의정서 비준 당시에는 우리나라가 비-의무감축국(non-Annex Ⅰ)으로 분류되어 있어 기존 온실가스 산정지침인 1996 IPCC 지침(1996 IPCC Guidelines, 이하 96지침)을 주로 준용해 왔으며, 활동자료와 배출계수가 확보된 일부 배출·흡수원에 대해서만 06지침을 적용하고 있었다. 그러던 중 2021년 교토의정서 체제가 파리협정 체제로 전환되면서 BTR 보고서 제출 의무화와 함께 국제사회에서 규정하고 있는 온실가스 통계 산정 기준이 개정되었다. 이에 따라 우리나라는 파리협정 이행 당사국으로서 온실가스 산정방법을 규정하는 ① 국가 온실가스 통계 산정지침[2]과 ② 온실가스 배출량 산정식[3]에 적용되는 지구온난화지수(Global Warming potential)[4]의 개정된 내용으로 국가 온실가스 통계 산정 기준을 전면 개정하였다. 그리고 ③ 보고 대상 온실가스가 기존 6종[5]에서 삼불화질소(NF_3)를 포함한 7대[6] 온실가스를 대상으로 1990부터 2022년까지의 배출량과 흡수량을 재계산하는 등 온실가스 통계 전(全) 부문을 06지침에 맞춰 작성하였다.

우리나라의 온실가스 총배출량은 1990년부터 경제성장과 함께 1997년까지 지속적으로 증가하다가 1998년 국제통화기금(International Monetary Fund, IMF) 외환위기 영향으로 전년 대비 12.5% 감소하였다. 2000년 이후에는 증가율이 점차 둔화하는 경향을 보이다가 2018년 총배출량이 783.9백만톤CO_2-eq으로 정점에 도달한 후 2022년까지 감소하는 추세를 나타내고 있다.

<그림 2> 연도별 온실가스 배출량

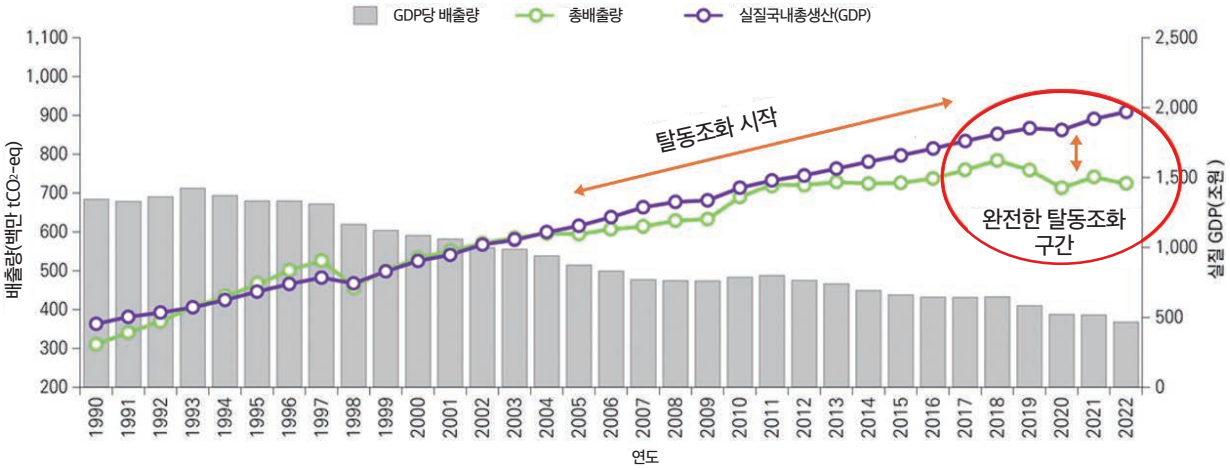


* 출처: 환경부 온실가스종합정보센터(2025)

2) Decision 18/CMA.1 Annex, Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement, pargraph 17
3) 온실가스 배출량 = 활동자료 × 배출계수 × 온실가스별 지구온난화지수(예: CH_4 21 → 28)
4) Decision 18/CMA.1 Annex, Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement, pargraph 37
5) 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6)
6) Decision 18/CMA.1 Annex, Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement, pargraph 48

여기서 특이한 점이 있다. 1990년부터 2022년까지 우리나라 실질 국내총생산(Gross Domestic Product, 이하 GDP)은 약 4.3배 증가하였으나, 온실가스 배출량은 약 2.3배 증가하여 배출원단위는 절반 수준으로 감소하였다. 즉 우리나라 온실가스 배출량이 GDP와 탈동조화를 이룬다는 점이다. 통상 경제가 성장하는 만큼 온실가스 배출량도 많아지는 것이 일반적인 패턴인데 우리나라는 2000년 이후부터 온실가스 배출량과 경제성장 경로가 분리되는 경향이 보이기 시작했고, 2018년부터는 GDP 성장률과 배출량 간의 간격이 큰 격차를 나타내며 완전한 탈동조화가 이루어졌다. 이는 온실가스를 감축하면서도 경제가 무리 없이 성장하고 있다는 것을 뜻하는 것으로 우리나라 경제사회의 구조가 지속가능한 구조로 유지되고 있다는 것을 국제사회에 보여준 것이다.

<그림 3> 연도별 GDP당 온실가스 총배출량



* 출처: 환경부 온실가스종합정보센터(2025), 한국은행 국민계정(2023)

우리나라가 기존에 사용하던 96지침에서 06지침으로 개정됨에 따라 새로이 산정한 결과 과연 얼마나 차이가 나는지 궁금할 것이다. 06지침으로 새로이 우리나라 배출량을 산정해 보니 기존 배출량보다 총 5천 3백만톤 CO_2-eq이 증가한 것으로 나타난 것이다.

배출량이 증가된 주요 요인을 살펴보면, 먼저 적용 IPCC 지침이 기존 96지침에서 06 지침으로 변경되어 산정 온실가스(NF_3) 및 배출원(폐광, 요소수 등)이 추가되었다. 또한 지구온난화지수가 기존 제2차 IPCC 평가 보고서(The 2nd Assessment Report) 기준에서 제5차 IPCC 평가 보고서(The 5th Assessment Report) 기준으로 변경되어 온실가스 배출량 증가에 영향을 주었다. 그리고 산정방법이 고도화 됨에 따라 배출원이 세분화되어 배출원 유형(업종별, 폐기물 성상별, 가축연령별 등)과 배출공정(처리기술)이 생산제품별로 구분되어 활동자료 개선 및 계수가 개정되었고, 에너지 분야의 기초통계인 에너지수급통계가 개정되는 등의 요인이 배출량 증가에 영향을 미쳤다.

2. 2030 NDC 이행상황

우리나라는 2021년 8월 31일 기후위기 대응을 위한 탄소중립 녹색성장 기본법을 제정하고, 그해 12월 23일 우리나라 2030 NDC 상향안을 UNFCCC 사무국에 제출하였다. 2030년까지 2018년 정점 대비 온실가스 배출량을 40.0% 감축하겠다는 내용이다. 이 2030 NDC는 과거 96지침에 기반한 통계로 BTR 보고서 제2장에 언급한 NDC 이행현황도 96지침 통계에 기반한다는 점을 명시해 두었다. 따라서 제1장 온실가스 배출통계(06지침 기반)와 제2장 NDC 이행현황(96지침 기반)의 통계에는 차이가 있다. 또한, 2024년 12월 누락된 민간석탄발전사의 석탄소비량을 새로이 발견함에 따라 누락된 민간석탄발전사의 석탄소비량을 반영하여 전 시계열 연도별 배출량 통계를 수정하였다. 그 결과 2018년(732.9백만톤CO_2-eq) 대비 2022년(671.2백만톤CO_2-eq)에 8.4% 정도 감축한 것으로 산정하였다.

3. 우리나라 온실가스 감축정책 및 조치현황(Policies and Measures, 이하 PaMs)

BTR 보고서가 갖는 특징은 우리나라에서 지금까지 추진하고 있는 온실가스 감축정책, 수단과 조치실태를 구체적인 성과 수치와 함께 총망라하여 기술하고 있다는 점이다. 기후위기 대응과 온실가스 감축을 위해 범정부적인 차원에서 얼마나 다양한 정책을 추진하고 있는지를 한눈에 볼 수 있다. 이 BTR 보고서 PaMs 부문은 나라별로 온실가스 감축을 위해 어떤 정책을 시행하고 있는지 그 정책으로 얼마나 효과를 보는지 리서치하는데 유용하게 활용된다.

우리나라는 2030 NDC를 이행하기 위해 2022년 3월 탄소중립기본법을 시행하고 기후대응기금, 온실가스감축인지예산 등 제도적 시행기반을 마련하였다. 특히 2015년부터 시장기반의 온실가스 감축정책인 배출권거래제를 시작하여 10년간 운영하는 과정에서 발생한 기업의 감축활동과 감축실적을 소개하고 전환, 수송, 농축수산, 폐기물 등 각 부문에서의 주요 온실가스 감축정책 성과를 상세히 제시하였다. 주요 정책으로는 노후석탄발전 폐지, 원자력 발전 계속운전, 신재생에너지 설비보급 지원, 신재생에너지 공급의무화제도, 재생에너지 사용확인제도(한국형 RE100[7]) 이행 지원, 미래형 전력계통 체계구축, 분산에너지 활성화 기반 마련, 탄소중립 달성을 위한 기술 R&D 강화, 민간 기술투자 지원강화, 기업의 에너지경영시스템 인프라 구축, 기업의 자발적인 에너지효율 목표제, 탄소중립 선도플랜트 구축지원, 중소기업 에너지서포터 파견, 에너지 진단 의무화, 제로에너지건축물(Zero Energy Building, ZEB) 보급, 건물에너지관리시스템(Building Energy Management System, BEMS) 보급, 기존 건축물에 대한 그린리모델링 추진, 도시가스 사용 급탕, 취사기기 효율증진, 지능형 전력계량시스템(Advanced Metering Infrastructure, AMI) 보급확대, 건물일체형 태양광(Building Integrated PhotoVoltaic, BIPV) 등 건물 신재생에너지 확산기반 구축, 전기차 수소차 구매지원 확대, 무공해차 충전인프라 구축, 공공기관 저공해차 의무구매·임차 강화, 지능형교통체계(Intelligent Transport System, ITS) 구축도로 연장, 물류수송을 도로에서 철도해운으로 전환, 자동차 온실가스 연비 기준 강화, 노후 경유차 조기폐차 및 운행제한, 바이오디젤 혼합비율 상향, 저탄소 운송수단인 철도망 연장, 항공기 운항효율 개선, 접안 중인

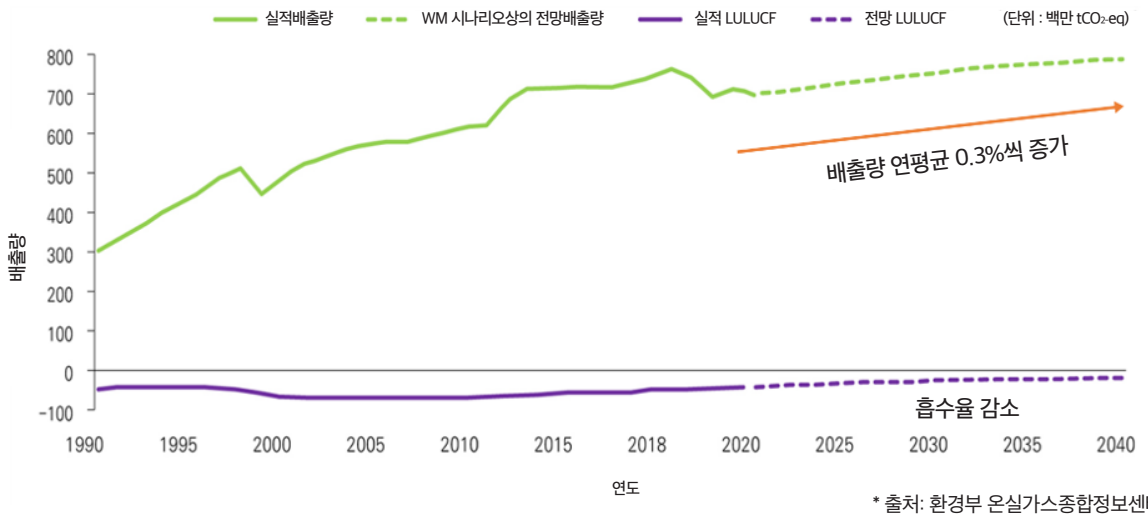
7) 재생에너지 100% 사용(Renewable Energy 100%)

선박에 디젤 대신 육상전력을 공급하는 육상전원장치(Alternative Maritime Power supply, AMP) 구축, 논물 중간물떼기술 보급, 토양검정에 근거한 시비처방 강화, 농경지에 탄소저장 기능을 강화하는 다공성 탄화물질인 바이오차(Biomass+숯 charcoal) 살포, 저메탄 질소저감사료 보급, 가축분뇨 에너지화 정화처리 확대, 노후어선 대체건조 및 노후기관 교체, 수산업장 에너지 감축시설 보급, 폐기물 소각매립 부담금 징수, 매립지 메탄포집 확대, 재활용 책임 강화를 위한 생산자책임재활용제도(Extended Producer Responibility, EPR) 확립, 재활용 동네마당 설치지원, 공공선별시설 확충, 재활용 제품 공공구매 활성화, 고부가가치 폐기물의 재활용 확대, 유기성 폐자원 바이오가스화 시설 설치, 숲가꾸기를 통한 탄소흡수, 고부가가치 목재이용 확대, 기후위기 대응 도시숲 조성, 녹지조성 등 신규 흡수원 확대, 내륙습지 보전을 통한 흡수원 활용, 산림재해 예방, 연안습지 복원, 바다숲 조성 확대. 탄소 포집 수송 저장 및 활용(Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS)에 관한 법률 제정 및 기술개발, 수소기술개발 및 인프라 구축 등에 대한 범정부적인 정책 추진현황과 계획을 제시하였다.

4. 2040년까지의 장기배출 전망

2040년까지의 인구변화, 경제성장 및 에너지 가격과의 관계를 분석하여 2040년의 총배출량 장기전망을 예측하였다. 이 전망 결과는 2021년 이후 감축정책 및 조치의 감축효과를 반영하지 않은 WM(With Measure) 시나리오에 의한 수치이다. 즉 2021년까지의 과거 감축정책 및 조치의 수준이 그대로 2040년까지 계속 유지되는 BAU(Business As Usual)와 같은 개념으로 작성된 것이다. WM 시나리오에 따른 2040년 총배출량(LULUCF[8] 순흡수량 미포함)은 798백만톤CO_2-eq으로 1990년 이후 연평균 1.9%씩 증가한다. 1990~2018년까지 연평균 3.3%씩 증가한 반면 2018~2040년까지는 연평균 0.3%씩 증가하는 패턴을 보인다. 2040년 LULUCF 부문 온실가스 흡수량은 12.5백만톤CO_2-eq으로 2000년 이후 지속적으로 감소하는 것으로 예측되어 2040년 순배출량(LULUCF 포함)은 785.5백만톤CO_2-eq으로 전망되었다.

<그림 4> WM 시나리오 상의 온실가스 배출 장기전망

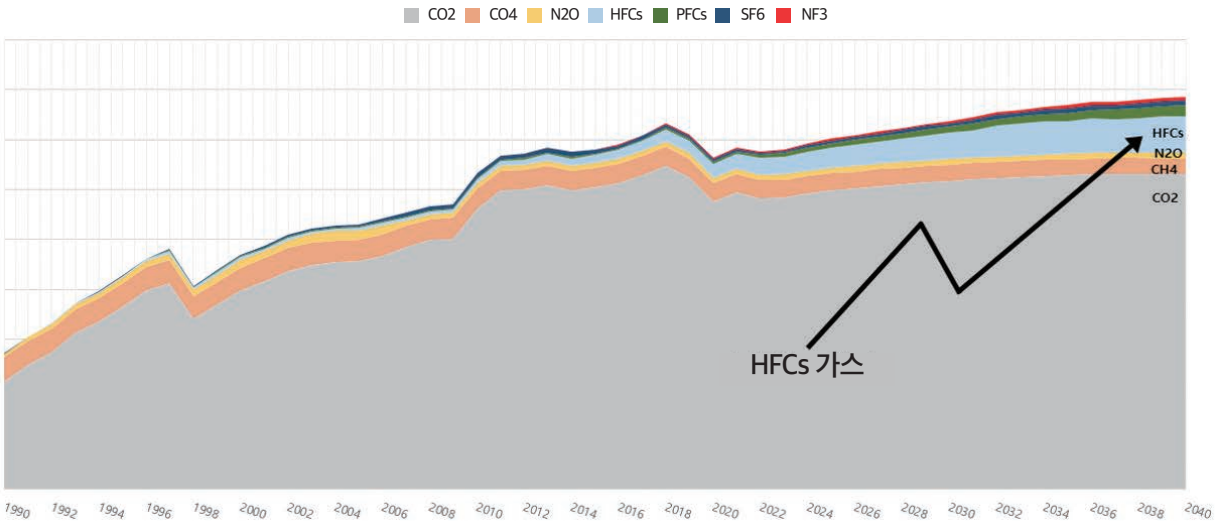


* 출처: 환경부 온실가스종합정보센터(2025)

8) 토지이용, 토지이용 변화 및 임업(Land Use, Land Use Change and Forestry)

이러한 전망 결과에 2021년 이후 갱신된 감축목표를 위한 정책이나 조치를 반영한다면 총배출량 및 순배출량이 감소할 수 있을 것이다. 2040년까지의 전망을 가스별로 표현한 아래 그래프를 보면 하늘색으로 표시된 냉매 HFCs 가스가 눈에 띄게 증가하는 것으로 보인다.

<그림 5> 온실가스별 배출전망



* 출처: 환경부 온실가스종합정보센터(2025)

HFCs를 비롯한 불소계 온실가스는 전자산업의 발전, 오존층 파괴물질의 대체물질로 사용함에 따라 배출량이 증가하고 있다. 불소계 가스가 전체 온실가스에서 차지하는 비율이 2018년 4.6%에서 2040년 14.1%로 증가할 것으로 전망되었다. 앞으로 냉매(HFCs) 가스에 대한 감축관리가 필요하다는 것을 시사한다. 지금까지 설명한 장기전망은 06지침을 적용하였고 외부전문가, 부처협의체, 탄녹위 등의 다양한 의견을 수렴하여 최종안을 산정한 것이다. 향후 BTR 보고서에는 WM 시나리오 외에 앞으로의 감축조치의 효과를 반영한 추가조치 도입 시나리오(With Additional Measures, WAM 시나리오)를 적용해 감축이 얼마나 진전될 것인지를 수록할 예정이다.

기타 정보

기후변화 영향 및 적응, 개도국 지원 정보 등은 우리나라가 국제사회의 일원으로서 적극적인 국제협력을 하고 있는 점을 감안하여 추진 중인 실적을 중심으로 작성하였다. 개도국 지원과 관련하여 우리나라가 개도국과 온실가스 감축과 적응사업에 대한 양자 공적개발원조(Official Development Assistance, 이하 ODA) 지원을 한 규모는 2021년 14억 3,900만 달러, 2022년 21억 5,600만 달러(한화 2조 8,000억 원)에 이른다. ODA 양자 지원은 감축보다는 적응 부문에 집중 지원하고 있어 적응 부문 지원비중이 2021년 79%, 2022년 62%에 달한다.

또한 우리나라는 탄소중립을 위해 R&D 부문에 한국형 탄소중립 100대 핵심기술을 선정하여 운영하고 있다. 관측부문은 대기, 해양, 농업, 산림, 위성 등 각 분야별로 운영하고 있는 관측시스템과 인프라를 설명하고 온실가스 관측 품질의 개선과 활용확대를 위해 아시아 대기질 협력연구 등 국제공동연구 현황을 소개하였다.

교육 부문은 2023년부터 환경교육법에 따라 초등학교, 중학교에 환경교육을 의무화하여 탄소중립 소양교육을 받을 수 있도록 제도화한 것과 일반 국민을 대상으로 기후적응 아카데미를 운영하고 있는 것을 담았다. 시민참여 부문은 청년층 중심의 탄소중립 서포터즈, 탄소중립포인트 인센티브제 운영, 기후변화주간 캠페인 등으로 국민참여를 확대하고,탄소중립 실천문화를 확산하는 노력 등을 소개하였고, 기후변화 적응정책 국민평가단 운영, 종교계 탄소중립 선언 등 우리나라 사회전반에서 기후변화에 대응하려는 노력이 확산되고 있다는 내용을 제시하였다.

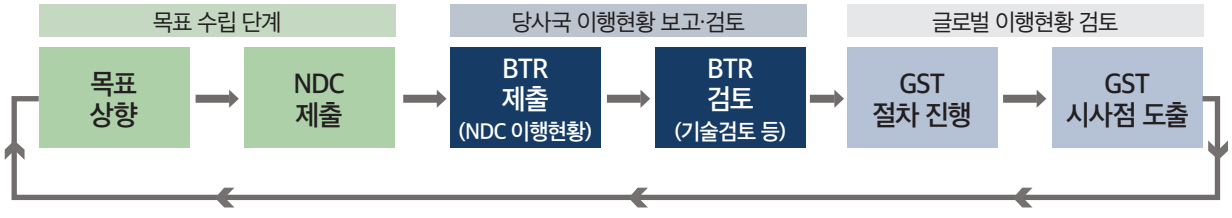
Ⅲ. 향후 계획

1. 국제 전문가 기술검토(TER)와 집단토론(FMCP) 절차 준비

대부분의 국가가 1차 BTR 보고서를 제출함에 따라 모든 당사국은 2025년부터 UNFCCC 기술전문가검토팀(Technical Expert Review Team, 이하 TERT)으로부터 BTR 작성지침 준수여부를 확인받고, 개선할 분야 등을 검토받는 기술전문가 검토(Technical Expert Review, 이하 TER)를 받게 된다. TER은 통상 8명 규모로 구성된 TERT가 검토대상 국가를 직접 방문(in-country)하여 열흘 정도 체류하면서 심도 있는 기술검토를 하고 그 검토결과 보고서(Technical Expert Review Report, 이하 TERR)를 발간한다.

이 TERR은 BTR 보고서와 함께 UNFCCC가 2028년에 추진할 전 지구적 이행점검(Global Stocktake, 이하 GST)에 활용될 예정으로 우리나라를 포함한 각 당사국은 2028년에 나온 GST결과를 차기 NDC 수립에 반영하게 된다. 이런 의미에서 보면 BTR 보고서는 파리협정 순환 메커니즘의 핵심적인 연결고리에 해당된다고 볼 수 있다.

<그림 6> NDC → BTR → GST 순환개념도



* 출처: 저자 작성

우리나라 전문가들도 다른 나라의 TERT에 참여해 다른 나라의 BTR 보고서 검토를 하기도 한다. TERT는 리드리뷰어, 에너지, 산업공정 및 제품이용(Industrial Processes and Product Use, IPPU), 농업, LULUCF, 폐기물, NDC, 전망, 재정 기술 역량강화 분야 등 전문분야별로 역할을 분담하여 운영한다. TER은 통상 BTR 보고서 제출 순서대로 진행되는데 2025년 4월 기준 유럽연합(European Union, EU), 스페인, 벨기에 등에 대한 TER이 완료되었고 17개 당사국의 검토가 진행 중이다. 92번째로 제출한 우리나라는 2026년 상반기에 TER을 받을 것으로 예상하고 있다.

1단계로 위와 같은 TER 검토를 마치고 나면 2단계에 해당되는 “당사국 집단토론 절차(촉진적 다자검토, Facilitatve Multilateral Consideration of Progress, 이하 FMCP)”가 남아 있다. FMCP는 기술검토를 마친 국가에 대하여 모든 당사국이 참여한 공개 세션(부속기구(Subsidiary Body) 회의, 이하 SB)에서 약 15분간 발표를 하고 20분간 당사국들의 질의응답한 후 보고서 채택여부를 최종결정하는 절차이다. FMCP는 부속기구 회기[9]에 진행되며 우리나라는 2026년 하반기로 예상된다.

2. 세계 각국 BTR 보고서를 DB로 구축

환경부는 올해 국제사회 온실가스 감축동향을 분석하기 위해 각국의 BTR 보고서 세부내용을 항목별 DB(Data Base)로 구축하여 활용할 예정이다. 지금까지 100개국이 1차 BTR 보고서를 제출하였다. 각국의 BTR 보고서를 검토해 보니 1990년부터 온실가스 배출량 통계를 작성하지 못하고 2020년부터 작성한 나라도 있고, 7대 온실가스 통계를 산정하지 못하고 3대 가스만 산정한 나라고 있다. MPGs 지침에는 장기전망을 2040년까지 하도록 규정되어 있음에도 일부 개도국은 2030년까지의 전망치만 제시하기도 하였다. UNFCCC는 이렇게 보고 역량이 부족한 국가를 위해 MPGs 지침에 ‘유연성’ 항목을 두어 조금 낮은 수준으로 보고할 수 있도록 하였다. 온실가스 감축을 선도적으로 하는 EU의 1차 BTR 보고서에는 1990년[10] 대비 2022년까지 온실가스를 31.8% 감축한 것으로 제시되었고, 2050년까지 5년 단위의 상세한 장기전망치를 내놓고 있다. 1차 BTR 보고서를 제출하기 전에 산업계 의견을 수렴하기 위해 철강, 시멘트, 석유협회 등과 간담회를 한 적이 있다. 이날 간담회에서 산업계 관계자들은 다른 나라의 에너지 부분 석탄화력발전소의 장기전망이 어떻게 되었는지 많이 궁금해했다. 중국도 석탄화력발전소를 계속 짓고 있고 전 세계적으로도 석탄발전소가 증가하는 추세라고 인식하고 있었다. 하지만 석탄보다 가스 가격이 싸기 때문에 석탄화력발전소는 2030년에 정점을 찍고 내려올 것이라는 게 국제 전문가들의 중론이다. 세계 각국의 BTR 보고서 DB를 구축하면 이러한 의문에 대한 답을 찾을 수 있을 것이라 생각한다. 이상을 종합해 보면 올해는 우리보다 먼저 TER을 받은 국가들의 사례를 조사하고, 해외검토에 참여한 국내 전문가의 경험을 공유받아 우리나라 1차 BTR 보고서에 대한 TER 대응 사전 시나리오를 만드는데 만전을 기해야 할 중요한 시기라고 생각한다.

Ⅳ. 결론 및 시사점

우리나라의 2030 NDC 달성과 관련해서 현재까지 추세는 2년(2021, 2022년) 연속 감소추세로 긍정적이나 2025년인 올해도 전년 대비 감축될 수 있도록 노력해서 견고한 감소추세가 이어질 수 있도록 해야 한다. 특히 선진국 대비 낮은 신재생에너지 비율을 최대한 빠르게 높이고 수송, 농축산, 폐기물 부문에서의 온실가스 감축노력도 배가하여야 한다. 특히 통계지침이 06지침으로 새로이 관리해야 할 냉매 가스에 대해서는

9) 2025년 6월 독일, 2025년 11월 브라질 COP30
10) EU의 정점, 기준년도

환경부에서 2024.12월에 관계부처(산업부, 소방청 등) 합동으로 마련한 “냉매 등 수소불화탄소 관리 개선대책”의 차질 없는 이행이 필요한 시점이다.

이상에서 서술한 대한민국 1차 BTR 보고서는 환경부 홈페이지[11], 온실가스종합정보센터 홈페이지[12] 에 들어가서 “BTR” 세 글자로 검색하면 국문과 영문으로 된 PDF 파일을 언제든지 전송받아 전문을 읽어볼 수 있다. BTR 보고서는 본문 231쪽(국문본 기준)과 부록 국가 온실가스 인벤토리 보고서(National Inventory Document, NID), CRTs, CTFs로 구성되어 있다.

끝으로 아무도 가보지 않았던 길을 처음으로 같이 걸어간 온실가스종합정보센터 신동혁 연구사와 강병준 전문연구원의 노고에 감사드린다. 인벤토리, NDC, 적응, 개도국 지원 등 4개 분야로 나누어 운영한 실무그룹 전문위원회를 시작으로 부처협의체, 총괄편집위원회, 탄녹위 분과위원회, 탄녹위 전체회의 심의·의결, 에너지 통계 변경에 따른 재심의, 영문본 최종 편집까지 힘든 과정을 연일 밤샘하며, 주말도 반납하고 묵묵히 같이 수행한 여러분들의 사명감과 헌신이 있었기에 완성도 높은 1차 BTR 보고서를 국제사회에 보고할 수 있었다고 생각한다.

11) https:\\me.go.kr > 법령정책 > 환경정책 > 기후대기
12) www.gir.go.kr > 정보마당 > 간행물자료 또는 메인페이지 배너

참고문헌

국내문헌

대한민국정부 (2020). 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC). https://www.2050cnc.go.kr

한국은행 (2023) 국민계정. https://www.bok.kr

환경부 온실가스종합정보센터 보도자료 (2024.9.9.). 2023년 온실가스 배출량 6억 2,420만톤…전년대비 4.4% 감소, 2년 연속 감소추세

환경부 온실가스종합정보센터 (2025). 유엔기후변화협약 및 파리협정에 따른 제1차 격년투명성보고서 및 제5차 국가보고서

2050 탄소중립녹색성장위원회 (2023). 2022년도 탄소중립·녹색성장 이행점검 결과. https://www.2050cnc.go.kr

국외문헌

IPCC (1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. https://www.ipcc.ch

IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. https://www.ipcc.ch

UNFCCC (2018) Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement(Decision 18/CMA.1), https://unfccc.int/

기후변화와 탄소중립

Climate Change and Carbon Neutrality

환경부
온실가스종합정보센터