

02

Chapter 01

우리나라 탄소중립 로드맵과 NDC 강화 전망

미래기술 투자와 탄소가격제 강화 솔루션

딜로이트 인사이트 편집국

5월 말 출범한 대통령 직속 탄소중립위원회(이하 탄중위)가 '정부 합동 2050 탄소중립 시나리오'를 심의하기 시작했다.¹ 관련 전문가들이 수립한 복수의 시나리오는 어떤 식으로 국내 발전량에서 40%를 차지하는 석탄발전을 줄이고 재생에너지 및 무탄소 신전원 비중을 늘릴 것인가, 2050년 탄소중립 달성을 위해 중간 목표인 2030년 감축 목표를 얼마만큼 강화할 것인가, 이를 위해 필요한 기술적·제도적·사회적 자원을 어떻게 마련할 것인가가 핵심이다.

앞서 우리 정부는 제19차 유엔기후변화협약 당사국총회 결정문 2(b)항에 따라 2015년 5월 자발적 국가 감축목표(INDC)를 통해 2030년 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축을 제시했고, 이어 지난 2020년 12월에 탄소중립을 달성하기 위한 2050 장기저탄소발전전략(LEDs) 및 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 확정하여 제출했다.² 여기서 2030 NDC는 기준년도인 2017년 국가 온실가스 총배출량(709.1MtCO₂eq) 대비 24.4%, 2018년(727.6 MtCO₂eq) 대비 26.3% 감축안을 제시했는데 기존 INDC

와 큰 차이가 없고 2050 탄소중립 경로로 가기에 부족한다는 평가 속에 국제 사회로부터 이를 상향 조정하라는 요구에 직면했다.³

NDC가 제출된 이후 현재까지 국내외에서 제기된 평가는 탄소중립 달성 전망에 부정적이다. 유엔 IPCC와 IRENA, IEA 등 주요 국제기구들이 제시하는 탄소중립 경로에 따르면 2030년 감축 목표는 1990년 배출량 대비 약 45~55% 감축 수준이 되어야 한다. 하지만 이미 20년 전부터 저탄소 전략을 준비해 온 유럽 등과 달리 우리나라는 2030년까지 남은 기간이 불과 10년도 되지 않는다는 점, 제조업 비중이 크고 고배출 업종이 많은 특성상 단기간 급격한 목표 상향은 쉽지 않을 것으로 보인다.

본 보고서는 정부안으로 알려진 2050탄소중립 시나리오와 글로벌 로드맵을 비교 분석하여, 국제적인 흐름을 파악하고 국내 현실에 맞는 좀더 현실성 있는 방향과 방안은 어떤 것인지 검토한다.

1 세계일보, "2050 탄소 1억t 배출 전망... 석탄 발전 선택지 남겨둬", 2021.06.24
조선일보, "원전발전 7%로 줄이고, 중·대 전기 수입추진", 2021.06.24

2 환경부, 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC), 2020. 12.

3 한국일보, "文, 바이든과 첫 화상 대면서 "온실가스 감축목표 연내 추가 상향"", 2021.04.22

우리나라 온실가스 배출 현황

우리나라의 2018년 온실가스 총 배출량(LULUCF 제외)은 727.6백만 톤CO₂eq.이며, 이는 1990년도 총배출량 292.2백만 톤CO₂eq.에 비해 149.0% 증가한 수준으로, 앞서 NDC의 기준이 되는 2017년도 총 배출량인 709.7백만 톤CO₂eq.보다 2.5% 증가하였다(그림 1).⁴

배출량이 가장 많은 에너지 분야는 2018년 632.4백만 톤CO₂eq.(비중 86.9%)을 배출하였다. 산업 공정 분야가 57.0백만 톤CO₂eq.(비중 7.8%)이며, 농업 분야는 21.2백만 톤CO₂eq.(비중 2.9%), 폐기물 분야는 17.1백만 톤CO₂eq.(비중 2.3%)의 온실가스를 각각 배출했다.

2018년 배출량 증가에 가장 크게 기여한 분야는 에너지 분야로 전년 대비 16.7백만 톤CO₂eq., 약 2.7% 증가했으며, 주로 공공 전기·열 생산과 화학 업종에서 증가했다. 공공 전기·열 생산 업종의 배출량은 전력 수요의 증가에 따른 천연가스 발전량 증가 영향으로 전년 대비 17.0백만 톤CO₂eq., 약 6.7% 증가했다. 화학 업종의 배출량

증가(5.3백만톤CO₂eq.,+13.1%)는 기초유분(에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, 벤젠, 톨루엔, 자일렌) 생산량 증가 영향 때문인 것으로 분석된다.⁵

2018년 국가 온실가스 총 배출량을 활용하여 산정한 우리나라의 1인당 온실가스 총 배출량은 14.1 톤CO₂eq.로, 1990년에 비해 106.9% 증가했으며 2017년보다도 2.0% 늘었다. 2018년도 GDP당 온실가스 총 배출량은 401.6 톤CO₂eq./10억원으로, 1990년도 643.4 톤 CO₂eq./10억원 대비 37.6%, 2017년도 403.1톤CO₂eq./10억원 대비 0.4% 각각 감소한 수준이다.

우리나라의 2017년 온실가스 총 배출량을 UNFCCC 부속서 국가들과 비교하면 미국, 러시아, 일본, 독일, 캐나다에 이어 6위이며, 비부속서 국가들을 포함할 경우 11위에 해당한다. 37개 경제협력개발기구(OECD) 회원국 중에서는 미국, 일본, 독일, 캐나다에 이어 5위인 것으로 추정된다.⁶

그림 1

우리나라 분야별 온실가스 배출량 및 흡수량 추이

(단위: 백만 톤 CO₂ eq.)

분야	온실가스 배출량							1990년 대비 증감률(%)	전년 대비 증감률(%)
	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018		
에너지	240.4	411.8	566.1	600.7	602.7	615.7	632.4	163.1	2.7
산업공정	20.4	50.9	53.0	54.3	53.2	55.9	57.0	178.7	1.9
농업	21.0	21.4	22.1	21.0	20.8	21.0	21.2	1.0	1.1
LULUCF	-37.8	-58.4	-53.8	-44.4	-45.6	-41.5	-41.3	9.3	-0.5
폐기물	10.4	18.8	15.2	16.6	16.8	17.2	17.1	64.7	-0.7
총 배출량 (LULUCF 제외)	292.2	502.9	656.3	692.5	693.5	709.7	727.6	149.0	2.5
순 배출량 (LULUCF 포함)	254.4	444.5	602.5	648.2	648.0	668.3	686.3	169.8	2.7

출처: 2020년 국가온실가스 인벤토리 보고서, 2021

4 환경부 온실가스종합정보센터, 2020년 국가 온실가스 인벤토리 보고서, 2021

5 Ibid.

6 Ibid.

기존 전략: 2050 LEDS와 2030 NDC

우리 정부가 2020년 12월에 확정하여 제시한 2050 LEDS와 2030 NDC는 몇 가지 전략에 기반한다.⁷ 이는 에너지 전환 가속화 및 고탄소 산업구조 혁신 등을 통한 경제구조의 저탄소화, 신유망 산업 육성과 순환경제 활성화 등을 포함하는 유망 저탄소 산업 생태계 조성, 탄소중립 사회로의 공정 전환이란 세 가지 사항을 바탕으로 한다. 또한 이러한 세 가지 전략 사항을 뒷받침하기 위한 제도적 기반 강화를 제시하고 있다(그림 2).

정부안의 부분별 목표는 2019년 현재 6.5%인 재생에너지의 발전량 비중을 2030년까지 20.8% 수준으로 올

린 뒤 2040년까지 30~35% 정도로 확대하는 것이다. 이어 모빌리티 내 전기차 및 수소차 규모를 각각 300만 대, 85만대로 늘리는 것을 포함한다. 또한 석탄발전 60기 중 수명이 30년이 넘어가는 30기는 2034년까지 폐지하고, 24기 규모의 원전은 2024년까지 26기로 늘어난 뒤 2034년까지 17기로 감축하는 점진적 탈원전 로드맵을 추진한다. 폐기하는 석탄발전과 원전은 LNG와 재생에너지 발전으로 대체해 나갈 방침이다. 이는 제3차 에너지기본계획('19~'40년) 과 제9차 전력수급기본계획에 포함되어 있다.⁸

그림 2

국가별 탄소배출량 감축목표 비교

	2015		2030			2050		주요 추진전략
	탄소배출량 (MtCO ₂ eq)	Target	탄소 배출량 (MtCO ₂ eq)	2015년 대비 감축량 비율	Target	탄소 배출량 (MtCO ₂ eq)	2015년 대비 감축량 비율	
EU (변경전)	4,335	1990년 대비 40% 감축	3,242	25%	탄소중립	0	100%	재생에너지 확대 등 정책 추진계획 및 자금조달방안 제시, 유럽 그린딜 투자계획 수립, 순환경제 실행계획 수립
EU (수정안)		1990년 대비 55% 감축	2,581	40%				
미국	6,676	2005년 대비 26~28% 감축	4,281~4,445	33%~36%	2005년 대비 80% 감축	1,317	80%	청정에너지 확대, 탈탄소 인프라 및 산업 투자, 낙후지역사회에 환경투자 혜택의 40% 환원
한국	693	2017년 대비 24.4% 감축	536	23%	2050 저탄소 사회비전 포럼 검토안(1~5)	178.9~425.9	39%~74%	청정에너지 활용 확대, 기후대응 유망산업 육성, 저탄소 개방형 생태계 구축, 순환경제로의 전환
일본	1,319	2013년 대비 26% 감축	1,042	21%	2013년 대비 80% 감축	281.6	79%	재생에너지 확대, 14개 유망산업 선정·대응, 연구개발 민간투자 촉진, 탄소중립 제도 정비
IEA	33,900 (2020년 기준)	2020년 대비 38% 감축	21,150	38%	탄소중립	0	100%	수소를 비롯한 청정에너지 기술에 대한 투자 및 보급 확대, 기초 단계인 혁신적 기술에 대한 연구개발 촉진, 화석연료 사용 감축

주: 감축량 목표치는 2020년 10월 기준
출처: 고도연·안영환, 2020, IEA, 2021, OECD Statistics, 중소기업연구원

7 산업통상자원부, "2050 탄소중립 추진전략(案)", 2020.12.07

8 산업통상자원부 "제3차 에너지기본계획", 2019.06, "제9차 전력수급기본계획", 2020.12

우리나라 2050 탄소중립 시나리오

언론 매체 보도와 정부 보도 설명자료를 통해 드러난 정부의 2050 탄소중립 시나리오는 석탄발전소 가동 여부와 농축수산 부문 감축 전략에 따라 크게 2가지로 제시된다.⁹ 아래에 제시하는 도표와 설명은 언론 보도와 인터뷰를 통해 이 같은 양대 시나리오를 재구성한 것이다(그림 3).








우선 커다란 전제는 우선 에너지 효율화와 제도적 사회적 노력을 통해 전체 에너지 소비를 최대한 억제한다는 것

이다. 다만 산업 성장이 지속된다는 점 외에도 탄소포집·저장·활용 및 저장(CCUS) 기술을 위한 전력과 전환 부문에서 수소와 같은 무탄소 신전원 확보를 위한 새로운 전력 수요 때문에 2050년까지 전체 에너지소비는 2억 3,360만~2억 3,770만 Toe(Tonne of oil equivalent, 석유환산톤, 1toe=107kcal)까지 2018년 대비로 약 3.5~5.3% 증가할 것으로 예상된다.

그림 3

2050년 에너지 소비량

(단위: 백만Toe)

	1안			2안	
	2018년	2050년	증감률	2050년	증감률
 전체 에너지소비	225.8	233.6	3.5%	237.7	5.3%
 산업	140.2	154.8	10.4%	154.8	10.4%
 건물	46.9	36	-23.2%	37	-21.1%
 수송	36	17.7	-50.8%	17.7	-50.8%
 농축수산	2.7	2.2	-18.5%	2.2	-18.5%
 CCUS	n/a	13.4	n/a	16.5	n/a
 수소	n/a	9.5	n/a	9.5	n/a

출처: 세계일보, 중앙일보, 전기신문, 딜로이트 분석

부문별로 보면 2018년 대비로 산업 에너지 수요는 1억 4,020만 Toe에서 1억 5,480만 Toe로 약 10.4% 증가하는 반면, 각종 효율화와 신기술 그리고 형태 변화 등을 통해 건물과 수송 그리고 농축수산 부문은 각각 21.1~23.2%, 50.8%, 18.5% 줄어든 것으로 본다.

모든 분야에서 전력화가 추진되며 수요가 늘면서 전환(발전) 에너지 공급은 2018년보다 약 2.3~2.4배 증가한다(그림 4).

탄중위는 2018년 현재 전체 발전량의 41.9%에 달하는 석탄 비중을 2050년까지 완전히 제로화하는 안과 신규 건설 중인 7기를 설계 수명까지 계속 가동하는 안을 비

교 중이다. 2018년 현재 비중이 26.8%로 가장 큰 LNG와 그 다음 23.4% 비중 차지하는 원자력 발전은 점진적으로 축소해 7~8% 수준까지 낮춘다. 대신 6.2%인 재생에너지 발전 비중은 약 60% 내외까지 늘리고, 수소터빈과 암모니아 발전과 같은 미래 기술을 적용한 무탄소 신전원과 연료전지(수소) 발전을 각각 10% 내외로 확대한다는 계획이다. 중국 러시아 등에서 전력을 끌어오는 동북아그리드 구상이 약 2.6~2.7% 발전 비중을 차지한다는 점도 눈에 띈다. 이는 '계통섬'이라는 우리나라의 지리적 한계를 극복하기 위해 항상 필요한 해결책으로 제시되는 부분이다.¹⁰

그림 4

전환(발전)비중 확대 전망

(단위: TWh)

	1안			2안	
	2018년	2050년	비중	2050년	비중
재생에너지	6.2%	769.3	61.9%	769.3	59.5%
무탄소신전원	0.0%	132	10.6%	149.7	11.6%
원전	23.4%	86.9	7.0%	89.9	7.0%
연료전지	0.0%	121.4	9.8%	121.4	9.4%
동북아그리드	0.0%	33.1	2.7%	33.1	2.6%
양수·기타*	1.7%	9	0.7%	9	0.7%
LNG	26.8%	92.1	7.4%	100.9	7.8%
석탄	41.9%	0	0.0%	19.2	1.5%
Total	100%	1,243.8	100.0%	1,292.5	100.0%

*2018년 에너지원별 발전량 비중은 유류 1%, 양수 0.7%임

부문별 전력 수요

(단위: TWh)

	1안		2안	
	2050년	비중	2050년	증감률
산업	538.5	43.3%	538.5	41.7%
건물	285.7	23.0%	296.7	23.0%
CCUS	156	12.5%	192	14.9%
수소생산	110.9	8.9%	110.9	8.6%
수송	84.1	6.8%	84.1	6.5%
농수축산	25.1	2.0%	25.1	1.9%
기타	43.5	3.5%	45.2	3.5%
Total	1,243.8	100.0%	1,292.5	100.0%

출처: e-나라지표, 전기신문, 중앙일보, 한겨레, 딜로이트 분석

9 환경부, "2050 탄소중립 시나리오에 탄소중립위원회에서 검토 중입니다.", 2021.06.24
 전기신문, "2050 탄소중립 시나리오 무엇이 담겼나...온실가스 순배출량 2018년 대비 96.5~97.5% 감축", 2021.06.25
 10 에너지경제연구원, "동북아 슈퍼그리드 구축사업 관련 해외 사례분석과 시사점", 2018.02.28.

현재 건설 중인 7기의 석탄화력발전소는 이명박 정부의 제6차 전력수급기본계획을 통해 계획이 확정되고 사업인허가를 받아서 합법적 절차대로 이루어진 민자사업이기 때문에 강제로 중단할 수 없다. 또 조기 폐쇄의 경우 사업자의 재산권을 인정해주면서 건설사업에 따라 고용된 노동자와 지역 자영업자들의 기대 수익을 보상해줄 필요가 있는데, 이 경우 재정이 투입되기 때문에 국민적 합의도 필요할 것으로 예상된다. 앞으로 탄소세가 부과된다면 사업성에 문제가 발생할 수 있는데, 이 또한 부과율 자체가 사회적 쟁점이 될 수 있어 손쉬운 해법이 나오기 힘들어 보인다.

이 같은 전망 하에 2050년 온실가스 감축 목표는 전환 부문의 배출량을 약 83~88% 줄이는 시나리오를 제시하고 있다. 석탄 발전을 신규 7기까지 조기 폐쇄하는 것을 하나의 경로로 삼고, 신규 석탄발전 7기를 유지하











고 LNG 발전과 농수축산 배출량도 좀더 허용하는 대신 무탄소 신전원 비중을 더 늘리는 것이 다른 경로다 (그림 5).

산업 부문의 배출량은 에너지 효율화와 공장 및 산단의 전환 등을 통해 약 82.9~88.4% 줄이고, 수송 부문은 도로와 철도는 배출량을 제로화하고 해운과 항공에서 일부 배출하는 식으로 98.2% 감축한다는 방침이다. 건물, 농수축산 부문에서도 각각 86%, 31~43% 줄인다. 여기서 남은 온실가스 배출량과 탈루, 수소 생산 등에서 배출되는 것을 포함해 것은 남은 1억 2,710만~1억 3,490만 톤 CO₂eq을 CCUS(8,500~9,500만 톤 CO₂eq)와 산림 해양 등 흡수원(2,410만 톤 CO₂eq)으로 제거해, 결과적으로 2050년 총 배출량은 1,800만~2,580만 톤 CO₂eq로 2018년 7억 2,760만 톤 CO₂eq 보다 96.5~97.5% 감축한다는 것이 목표다.

그림 5

부문별 온실가스 감축 목표

(단위: 만 톤 CO₂ eq)

	1안		감축률	2안	
	2018년	2050년		2050년	감축률
 총 배출량	72,760	1,800	97.5%	2,580	96.5%
 전환	26,960	3,120	88.4%	4,620	82.9%
 산업	26,050	5,310	79.6%	5,310	79.6%
 수송	9,810	180	98.2%	180	98.2%
 건물	5,210	710	86.4%	710	86.4%
 농수축산	2,470	1,420	42.5%	1,700	31.2%
 폐기물	1,710	440	74.3%	440	74.3%
 흡수원	-4,130	-2,410	41.6%	-2,410	41.6%
 탈루	560	170	69.6%	170	69.6%
 CCUS	n/a	-8,500	-	-9,500	-
 수소	n/a	1,360	-	1,360	-

출처: 전기신문, 중앙일보, 세계일보, 한겨레, 딜로이트 분석

CCUS의 경우 포집하는 이산화탄소 중 일부는 원료 재활용을 통해 활용한다. 각각 국제시장 점유율 5%와 7%를 가정해 각각 2,500만~3,500만 톤CO₂eq를 활용한다는 계획이다. 농수축산 배출량 감축 1안은 식생활 개선 노력 등을 통해 수요를 줄이는 것을 포함하며, 2안은 주로 저메탄/저단백질 사료 보급 강화 등으로 구성된다. 또 건물 부문은 제로에너지건물과 그린리모델링 확대, 고효율기기 보급 및 스마트에너지관리 등을 통해 배출량을 줄인다. 산림과 해양 등의 흡수원은 기본 산림 등의 흡수 능력을 강화하는 한편 도시 숲과 바다 숲 등 신규 흡수원을 확충하고, 탈루의 경우 천연가스 사용 감축을 통해 배출량을 줄이게 된다.

언론 등을 통해 일부 공개된 자료로 재구성해 본 우리나라 2050 탄소중립 시나리오는 확정된 것이 아니며, 확정되더라도 법적인 구속력을 갖지 않는다. 그리고 앞으로 여건 변화를 반영해 매 5년마다 갱신하도록 되어 있다.

산업계에서는 너무 급격한 감축 목표를 설정하는 것은 기업에 큰 부담이라는 우려의 목소리가 나온다. 일부 학계와 전문가 사이에서는 시나리오의 현실성이 떨어진다는 지적도 내놓는다.



2030 NDC 목표 상황

2050 탄소중립 시나리오는 2030 NDC와 연계되어 있다. 앞으로 약 30년 남은 기간 탄소 배출량을 100%가량 줄이기 위해서는 단순히 선형적으로 계산할 때 매년 3.3% 감축을 이뤄야 하며, 이 경우 2030년까지 약 33%가 줄어들어야 한다. 이미 20년 이상 배출량 감축 노력을 진행해 온 EU 등 선진국은 2030년까지 50% 내외의 감축 목표를 제시하고 있지만 기간이 우리에게 비해 길기 때문에 이런 기준으로 보면 매년 2%씩 감축해도 된다.

언론을 통해 일부 드러난 정부의 감축 목표는 복수의 안으로 2030년까지 2017년 대비로 34.3~39.5% 감축하는 것을 골자로 하고 있다.¹¹ 앞서 제출한 2017년 대비 24.4%에 비해 1.5배 이상 대폭 강화된 것이지만, 해외 기관이나 정치권 일각에서 40% 이상 감축 목표를 설정해야 한다는 의견보다는 낮은 것이다.

정부의 탄소중립 목표를 평가한 국내외 보고서들은 공통적으로 현재까지 제시된 목표로는 2050 탄소중립 목표 달성이 어려울 것으로 평가하면서 공격적인 목표 설정이 필요하다는 의견을 내놓았다.

먼저 기존 정부의 감축 목표안 자체에 대한 비판을 보자. 기후행동추진적 발전 부문의 정책에 대해 추가적인 온실가스 감축조치를 취하지 않을 시 현행 정책만으로는 2030년 재생에너지 발전량 목표 비중인 20%에 도달하지 못할 것으로 예상했으며, 에너지 효율이 '2030 온실가스 감축 로드맵'에서 산업 부문의 주요 목표에 포함되어 있으나 최근 정책은 에너지 효율에 중점을 두고 있지 않다고 평가했다.¹²

탄소중립을 위한 에너지 전환 정책에도 문제점이 제기되었다. IEA는 올해 제출한 한국 에너지정책 국가보고서를 통해 발전 부문을 비롯한 산업 및 수송 부문에서 다각적인 에너지 효율 개선노력이 필요하며, 수송부문의 인프라를 변화시키기 위해선 지역사회의 참여가 필요함을 언급했다.¹³

11 매일경제, "탄소 40%감축...과속페달 밟는 정부", 2021.07.01

12 Climate Transparency, "기후 투명성 보고서 2020", 2020.11

13 IEA(2021), "Korea 2020 Energy Policy Review", 2021

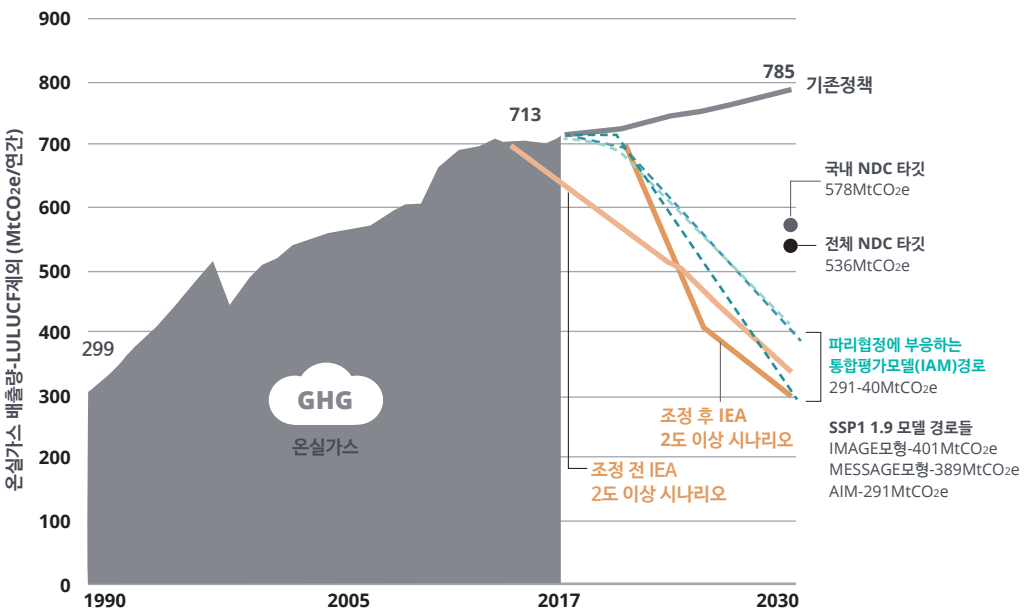
또한 수소를 도입할 경우 수소 충전소의 안전성과 입지에 대한 우려를 해소하기 위한 사회적 합의가 이루어져야 한다는 점, 산업부문은 에너지 효율향상 의무 부과와 기업의 자발적인 감축노력 사이의 최적 균형점을 찾는 것이 중요하다고 조언했다. 이렇게 에너지 집약도를 줄이는 것이 지속가능한 성장과 경쟁력 유지에도 공헌한다는 점에 대한 산업계의 인식을 높이는 것이 필수적이라고 IEA는 강조했다.¹⁴

또한 기존 NDC에 대해 전체적인 경로 분석들은 대부분 2050년 탄소중립 달성이 어려울 것으로 평가한다.

지난해 5월 독일 소재 기후 과학정책 전문 연구기관인 클

라이밋 애널리틱스(Climae Analytics)는 국내 감축과 국제 노력에 대한 '공정한 부담(fair share)' 기여를 고려한 2030년 NDC 전체 목표를 2017년 대비 무려 70~94%로 강화해야 한다는 주장을 내놓기도 했다.¹⁵ 먼저 국내 감축 목표는 2017년 대비 현재의 19%에서 최대 59%까지 강화해야 한다는 것이 이들의 주장이다(그림 6). 통합평가모델(IAM) 상 파리협정에 부합하는 감축 경로 상의 배출량 목표 상위값 401백만 톤 CO₂e, 하위값 291백만 톤 CO₂e인데, 이는 2017년 대비로 44~59%의 감축에 해당한다는 것이다.

그림 6
클라이밋애널리틱스의 2030년 최저비용 배출 경로(LULUCF제외)



출처: Climate Analytics, 2020.

14 Ibid.
 15 Climate Analytics, 2020. Transitioning towards a zero-carbon society: science-based emissions reduction pathways for South Korea under the Paris Agreement
 16 카이스트, 기후솔루션, "2050 탄소중립 전환 시나리오, 한국형 통합평가모형 분석", 2021.05
 17 기후변화행동연구소, "IMF 기준 2020년 세계 10대 경제국 탄소중립·기후중립 경로 비교", 2021.05.08, http://climateaction.re.kr/index.php?mid=news04&document_srl=181943, 2021.05.16 조회
 18 한겨레, "이대로 가다간...2030년 한국 '1인당 CO₂ 배출량 주요국중 1위 될지도", 2021.05.09

이들은 석탄과 기타 화석 연료의 퇴출을 가속화하고 재생에너지로 전환이 특히 필요하다면서, 우리나라 전원 구성 비중이 작은 재생에너지 중에서 태양광과 풍력 비중을 확대할 수 있는 잠재력이 크고, 이렇게 재생에너지의 확대가 이뤄지면 그린수소에 중점을 둔 수소 경제 활성화가 가능할 것이란 경로를 제시했다.

올해 카이스트와 기후솔루션이 공동으로 분석한 내용에 따르면, 기존 NDC 목표대로라면 2050년엔 2020년 대비 60%의 탄소 감축만 이뤄질 것으로 예상된다.¹⁶ 이들은 탄소중립은 물론 NDC 목표 달성을 위해서라도 현재 시행 중인 것보다 훨씬 적극적이고 광범위한 온실가스 감축수단이 마련돼야 하며, 이를 위해 배출권거래제 및 탄소세와 같은 탄소가격 정책을 적극 확대하는 것을 고려하라고 조언했다.

카이스트와 기후솔루션은 단순 비교를 사용하며 탄소중립을 달성하기 위해 매년 균등한 폭으로 감축하는 탄소중립

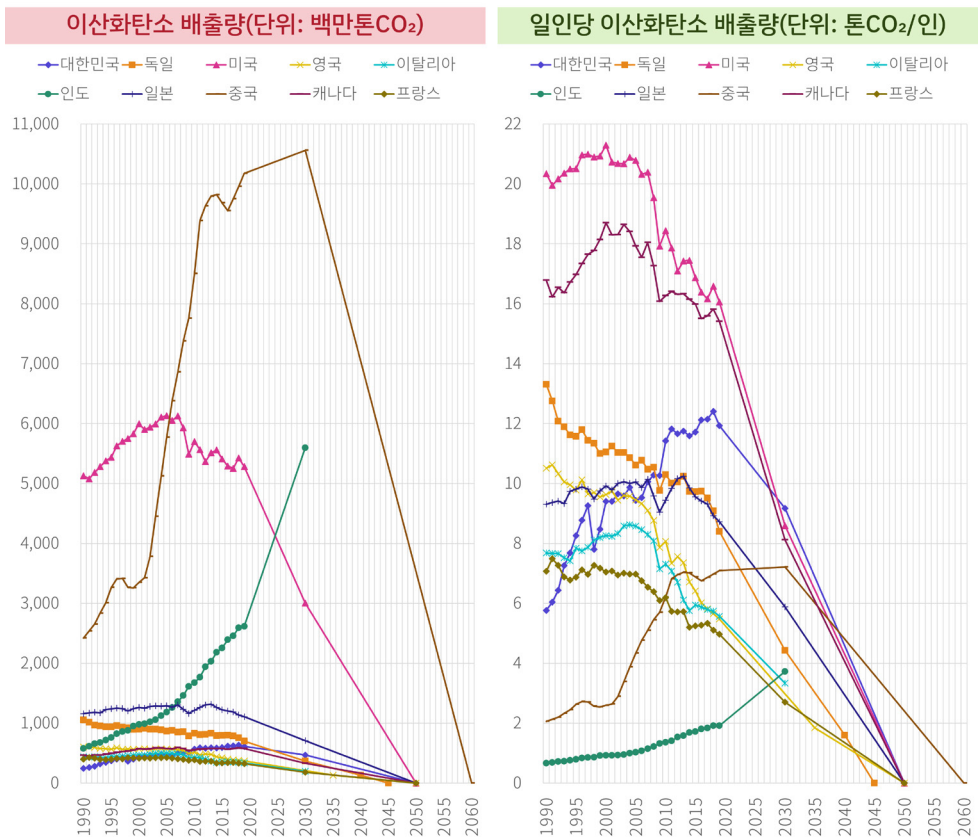
시나리오에서 2030년 배출량은 481백 만 톤 CO₂eq이나, 현재의 NDC는 536백 만 톤 CO₂eq여서 꺾적과 일치할 수 없기에 목표치의 상황이 불가피하다고 주장했다.

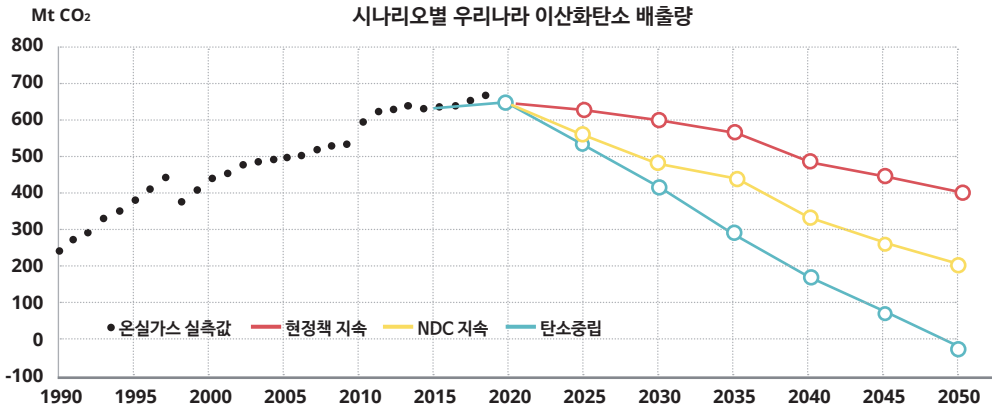
여기서 제시한 단순 감축 경로로 보면 2030년 NDC 감축 목표는 2017년 대비 32% 감축 수준은 되어야 한다. 카이스트 등은 NDC를 지속하거나 탄소중립을 추구할 경우 전력·산업·수송 부문에서 온실가스 감축이 빠르게 발생할 것으로 전망하며, 탄소 흡수 기술 도입을 고려하는 것을 권고했다.

기후변화행동연구소는 경제규모 상위 10위 국가들의 배출량을 비교 분석한 결과에선 한국의 1인당 탄소배출량이 2030년엔 분석 대상국 중 높은 순위를 기록할 것으로 전망했다(그림 7).¹⁷ 1인당 탄소배출량은 경제구조와 에너지 소비 형태를 반영¹⁸ 한다는 점에서, 정부가 에너지 소비 형태도 정책적으로 고려해야 함을 시사한다.

그림 7

주요국 탄소중립 경로와 우리나라 시나리오별 탄소배출량 전망





출처: 기후변화행동연구소, 기후솔루션(2021)

이상의 분석에서 공통적인 지적은 우리나라의 경우 2030년 이후 탄소배출량을 너무나 급격히 감소시켜야 한다는 부담이 크다는 것이다. 다른 국가나 기관의 탄소 중립 경로와 비교할 경우 주요 로드맵은 기준년도 대비 2030년에 상당한 양의 탄소를 감축한 뒤 2050년까지

지속적인 탄소 감축을 진행할 것으로 계획했거나 제시했다(그림 8). 이에 비해 우리나라는 2030년 이후 2050년까지 짧은 기간에 과도한 목표를 설정하였기에 급격히 탄소를 감축시켜야 하며, 특히 전력과 산업 및 수송 분야의 급격한 감축이 있어야 하는 것으로 평가받고 있다.^{19,20}

그림 8

부문별 탄소배출량 목표 비교

(단위: 만톤 Mt CO₂)

	EU			iea IEA			한국		
	1990	2030 목표 (감축률)	2050 목표 (감축률)	2020	2030 목표 (감축률)	2050 목표 (감축률)	2018	2030 목표* (감축률)	2050 목표** (감축률)
전력	1,869	617 (67%)	244	13,500	5,820 (57%)	0 (100%)	269.6	192.3 (24%)	18~25.8 (97%)
건물	731	213 (71%)	130	2,860	1,810 (37%)	120 (96%)	52.1	42.8 (19%)	7.1 (86%)
수송	967	869 (10%)	667	7,150	5,720 (20%)	690 (90%)	98.1	71.3 (27%)	1.8 (98%)
산업	1,359	659 (52%)	484	8,480	6,890 (19%)	520 (94%)	260.5	233.9 (10%)	53.1 (80%)
기타	1,107	122 (89%)	78	1,910	910 (52%)	0 (100%)	47.4	20.9 (54%)	20.3~23.1 (55%)
순 탄소 배출량	5,390	2,700 (50%)	0	33,900	21,150 (38%)	0 (100%)	709.1	536 (24%)	18.0~25.8 (97%)

주: EU 섹터별 감축 목표는 기준안 토대로 작성. EU 및 IEA는 2050 탄소중립 목표 시나리오

*한국 2030년은 저탄소 사회비전포럼 검토안

** 2050년은 정부 합동 시나리오안 목표 감축량에는 탄소흡수 및 LULUCF 포함. 순 탄소 배출량은 탄소흡수량 합산 수치

출처: European Environment Agency, European Commission(2018), IEA(2021), 2030 국가 온실가스 감축목표, 2050 저탄소 사회 비전포럼(2020), 세계일보, 전기신문, 딜로이트 분석

19 카이스트, 기후솔루션, "2050 탄소중립 전환 시나리오: 한국형 통합평가모형 분석", 2021.05

20 한겨레, "그린뉴딜 한다면...2030년 온실가스 감축목표 제자리걸음", 2020.10.05

에너지 부문에서 급격하게 재생에너지의 비중을 높여야 한다는 점도 부담이다(그림 9). 현재 전체 발전량 중 재생에너지가 차지하는 비중은 2020년 기준으로 7.4%인데 정부의 현재 계획으로는 2034년까지 25.8%까지 확대할 것으로 발표했다.²¹ 이로 인해 에너지저장장치(ESS) 확충 등 전력 백업 설비와 계통 보강 등에 2050년까지 300조원이 필요하다는 전망도 나온다.²²




재생에너지 발전의 확대에 의해 수용 비용(그림 10)이

증가할 우려가 존재한다. 네덜란드 에너지 연구센터의 분석에 의하면 재생에너지 발전량 비중이 증가할수록 전력망 수용 비용이 상승하여 시스템 LCOE(발전원가(LCOE)와 수용 비용을 합한 비용)를 반영할 경우 그리드패리티(Grid Parity, 화석연료를 사용하는 발전과 태양·풍력 등을 이용하는 신재생 발전 원가가 같아지는 시점) 달성 시점이 지연될 것으로 예상된다.²³

그림 9

재생에너지 발전 비중 목표 비교

(단위: %)

	2019년	2020년	2030년	2050년
 한국	6.34	7.4	20*	80**
 IEA	-	29	61	88
 EU	34.73	42	57	73~83

*2030년 20% 비중은 기존 정부의 'RE3020' 정책 기준

**2050년 비중 목표는 신재생에너지와 무탄소 신전원 포함

출처: IEA, European Commission, 에너지전환포럼

그림 10

수용비용 개념



구분	① 변동성 비용	② 간헐성 비용	③ 계통보강 비용
발생 원인	백업 공급설비 확충	예비력 기준 향상	송배전 설비 보강
비용 요소	공급안정용 백업 설비 (화력, ESS) 투자·운영비	실시간 수급 유지를 위한 예비력 운영비	재생에너지 수용을 위한 설비 투자비

*국제에너지기구 및 포츠담연구소의 3가지 비용 요소 구분 방법 참조

**계통접속(Connection)비용은 통상 발전소 내부비용으로 분류하나, 일부 기관에서는 수용비용에 포함

출처: 한전경영연구원

21 KTV, "2034년 신재생 발전비중 25.8%...주력에너지원 도약", 2020.12.29

22 서울경제, "2050년까지 신재생 인프라 확충에 300조 소요", 2020.12.24

23 전기신문, "태양광 늘면서 하루 전력공급 변동폭 15GW 이상 확대 우려", 2020.11.13

언론이 보도한 복수의 2030 정부 탄소감축 목표안에 의하면, 석탄 발전 비중을 2018년 41.9%에서 17.9%~21.2%로 줄이고, LNG도 26.8%에서 19.3~21.7%로 축소한다. 원자력 비중은 23.4%에서 20.3~20.4로 완만하게 줄어든다. 대신 신재생 비중은 6.2%에서 38.4~39.2%로 대폭 증가한다.²⁴ 이는 앞서 정부의 RE3020 목표에 비해 무려 두 배 가까이 높아지는 것이다. 급격한 재생에너지 비중 확대를 위해서는 제9차 전력수급기본계획에서

제시한 2030년 태양광 34GW, 풍력 24GW에 비해 태양광은 91GW, 풍력은 10GW씩 더 늘려야 한다. 이를 위해서는 막대한 토지와 수용비용을 감내할 수 있는 사회적인 공감과 합의가 필요할 것으로 예상된다.

2050 탄소중립 시나리오의 경로와 연계해서 볼 때 이러한 복수의 2030 NDC 상향안에서는 무탄소 신전원이나 연료전지, 동북아그리드 등은 반영되지 않는 것으로 보인다.

그림 11
2030. NDC 상향에 따른 발전량 믹스 비교

(단위: TWh)

	2018년	비중	2030년	비중
재생에너지	6.2%	-	38.4%	39.2%
무탄소신전원	0.0%	-	-	-
원전	23.4%	-	20.3%	20.4%
연료전지	0.0%	-	-	-
동북아그리드	0.0%	-	-	-
양수·기타*	1.7%	-	0.8%	0.8%
LNG	26.8%	-	19.3%	21.7%
석탄	41.9%	-	21.2%	17.9%
Total	100%	-	100.0%	100.0%

출처: 매일경제, 딜로이트 분석

한편, 글로벌 탄소중립과 마찬가지로 우리나라 역시 아직 확보하지 못한 미래 기술 등을 최대한 활용해야 2050 탄소중립 목표 달성이 가능한 것으로 보인다. 에너지 관련 분석기관인 우드맥킨지는 저탄소 수소, 이산화탄소포집 기술, 소형원자력, 배터리 기술 등을 활용하면 2050년

탄소중립 목표 달성이 가능하다는 의견을 냈다. 이를 위해 2050년까지 화석연료 비중을 50% 아래로 낮추고 수송 부문을 100% 전기차로 전환할 것, 그리고 수소 수요를 1,200만 톤까지 늘릴 것을 권고했다.²⁵

24 매일경제, op. cit.

25 WoodMackenzie, "South Korea could be more ambitious with renewable target in 9 th Basic Plan: Rising power sector emission could jeopardise net-zero target", 15 June 2021

탈탄소화로 인한 산업부문 부담 가중

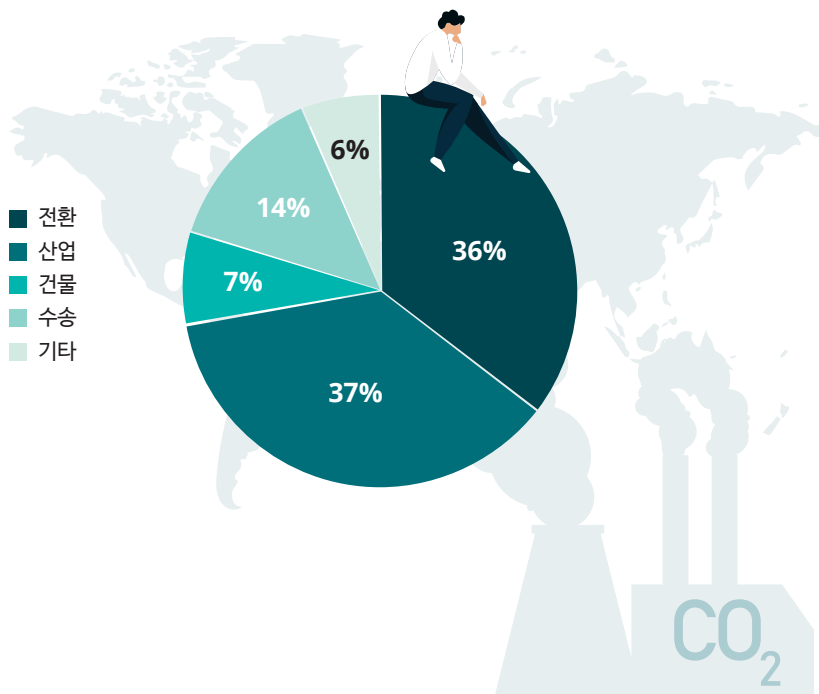
급격한 탄소배출 감축은 전력과 산업부문의 탄소배출 비중이 높은 우리나라 상황에서 이들 부문에 상당한 부담이 될 전망이다(그림 12). 대한상공회의소의 설문조사 결과에 따르면 기업들은 탄소중립이 기업 경쟁력 약화시킬 것이라 우려가 상당히 높은 것으로 나타난다(그림 13).²⁶

그리고 전력 부문의 탄소배출 감소를 위해 재생에너지 발전량 확대시킬 경우 전력 요금의 상승으로 인해 제조업

의 경쟁력이 약화될 것이라 지적도 나온다.²⁷ 올해 9차 전력수급기본계획에 대해 글로벌 에너지 컨설팅기업 우드 맥킨지는 2030년까지 재생에너지 발전 비중을 34% 확대할 것이라 정부 목표를 초과 달성(38%)할 것으로 보인다며, 이 때 전기요금이 2020년 대비 24% 상승할 것이라는 분석을 제출했다.²⁸

그림 12

한국 부문별 탄소배출 비중(2017년 기준)



출처: 2050 장기 저탄소 발전전략- 2050 저탄소 사회 비전 포럼 검토안, 2020.02.05

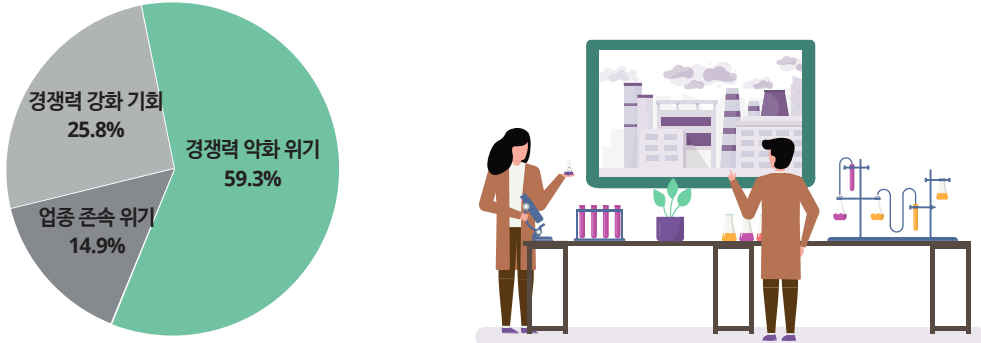
26 대한상공회의소, "2050 탄소중립에 대한 대응실태와 과제 조사", 2021.04.18

27 한국무역협회 국제무역통상연구원, "주요국 탄소중립 정책과 시사점: 제조 경쟁력의 지형이 바뀐다", 2021.04

28 WoodMackenzie(2021), op. cit.

그림 13

기업 경쟁력 및 제조 경쟁력 약화에 대한 우려



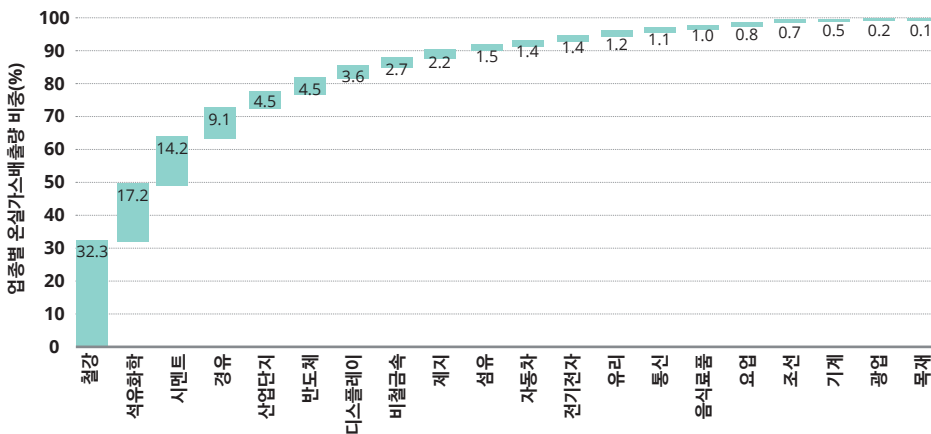
구분	탄소중립 선진국	탄소중립 후발주자
전력	신재생 전력요금 < 평균 전기요금	신재생 전력요금 > 평균 전기요금
산업	전력 저소비 산업구조	전력 다소비 산업구조
제도	제3자 전력구매계약(PPA)도입 신재생에너지공급인증서(REC)구매	민간의 신재생에너지 구입을 위한 제도적 기반 미비
경쟁력	제조경쟁력 상승	제조경쟁력 하락

출처: 대한상공회의소, 2021 / 한국무역협회 국제무역통상연구원, 2021

특히 산업별 탄소 배출 상위권인 철강과 석유화학, 시멘트 업종의 탄소 배출 감축 노력이 상당히 필요할 것으로 보인다(그림 14). 2017년 기준 산업부문에서 탄소는 259.9백만 톤 CO₂eq가 배출되었는데 이중 철강과 석유화학, 시멘트가 차지하는 비중이 60%를 초과하고 있기 때문이다. 철강산업의 경우엔 철강 생산에 따른 탄소집약도가 높아 탈탄소화 전환이 해당 산업의 기업에게 부담으로 작용할 전망이다(그림 15).

그림 14

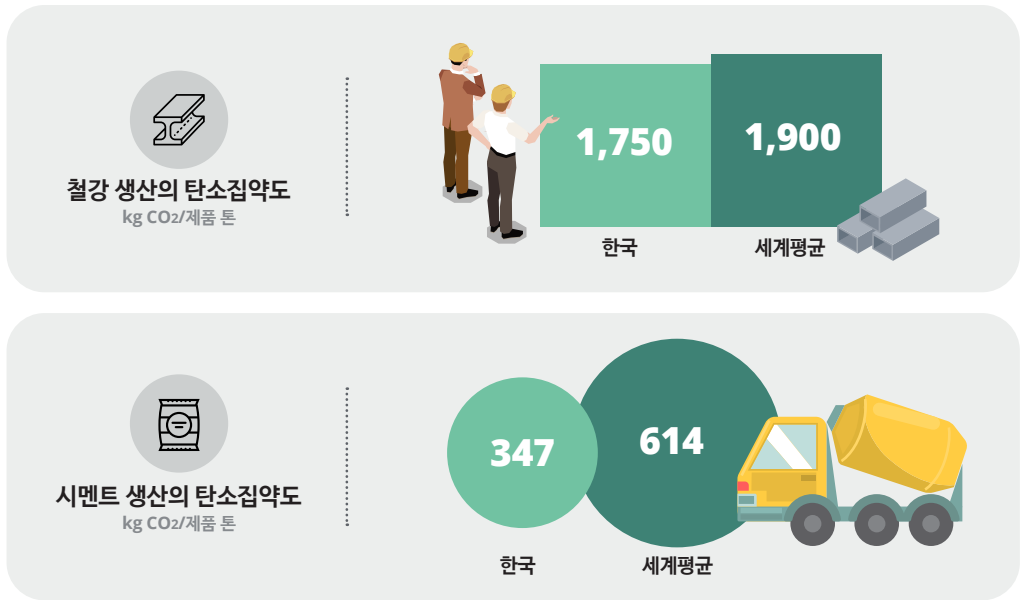
한국 산업별 탄소배출 현황



주: 산업부문 온실가스 배출량 중 세부 산업별 탄소배출 비중
출처: 에너지전환포럼, 대한민국 2050 탄소중립 달성을 위한 부문별 전략 및 정책개발 연구, 2020.11.10

그림 15

철강 및 시멘트 생산의 탄소집약도



출처: 기후투명성 보고서, 2020

글로벌 탄소 감축 노력으로 인한 수출 감소 가능성도 우려되는 부분이다. 한국의 경우 GDP 대비 수출 비중이 2019년 기준으로 39.9%²⁹에 달하는데, 스탠다드차타드(SC)는 탄소중립 전환에 따른 글로벌 공급망 변화로 인해 한국 기업의 잠재적 수출손실이 2030년 1,425억 달러에 달할 것으로 분석했다.³⁰ 한국 기업과 거래하는 글로벌 대기업(MNC)의 89%는 전세계 공급업체를 대상으로 2025년까지 탄소배출을 평균 30% 감축하라는 목표를 제시함에 따라 목표를 달성하지 못한 한국 업체들의 잠재적인 수출 손실이 발생할 수 있다는 것이다.³¹ 결국 탄소중립에 따른 경제 여건의 변화로 산업계는 큰 부담을 받을 것으로 전망된다.

그럼에도 불구하고 우리나라는 2030년 NDC 목표를 2021년 내에 상향 제출하기로 약속한 상태다. 2030년 NDC를 국제적 기준에 맞게 설정해야 2030년부터 2050년까지의 급격한 탄소감축을 완화할 수 있지만, 이는 동시에 전력구조와 산업, 수송 등의 부문에 부담으로 작용할 수 있다. 이러한 부담을 완화하려면 정부가 탄소 감축 기술에 대해 과감한 투자 목표를 수립할 필요가 있다. 정부가 2020년 7월에 발표한 그린뉴딜은 앞으로 5년간 배출량을 12.3백만 톤 CO₂eq 정도를 감축하는데 그칠 것으로 예상된다는 분석³²이 있던 점을 고려하여 정책적으로 탄소중립에 더욱 과감히 재정을 투입해야 할 것이다.

29 산업통계분석시스템, <https://www.istans.or.kr/co/newCoTab.do?scode=S254>, 2021.06.09 조회

30 Standard Chartered, "Carbon Dated: The net-zero supply chain revolution", 2021.06.08

31 한국무역협회 무역뉴스, "탄소감축 미달 수출기업, 최대 158조 손실 전망", 2021.06.08

32 Climate Transparency, "대한민국 기후투명성 보고서 - G20의 기후 행동 및 COVID-19 위기 대응 비교", 2020.11

IMF의 제안: K-ETS 탄소가격 강화+보완 패키지

국제통화기금(IMF)은 우리나라가 기후 목표 달성을 위해서는 앞으로 남은 기간 완화 정책의 틀은 더욱 강화해야 한다면서 재정정책을 활용한 탄소 가격 신호 강화가 필요하다고 주장했다.³³

이들의 분석에 의하면, 1990년 이후 2018년까지 CO₂ 배출량이 161%나 증가한 우리나라는 현재 계획 중인 완화 정책을 지속할 경우 2018년 이후 2030년까지 화석 연료 CO₂ 배출량이 오히려 5% 증가할 것으로 예상되며, 기존 완화 정책을 더 강화하거나 신설하지 않을 경우 2030년에 CO₂ 배출국 7위, 1인당 기준으로는 4위에 오르는 다배출국이 될 것이라 전망이 나온다.

하지만 IMF는 탄소 중립 목표를 달성하기 위한 많은 구체적인 조치들이 이미 실행되거나 발표되었다면서, 특히 EU 외 지역에서는 최대 규모이면서 국내 배출량의 3/4을 차지하는 배출권거래제(K-ETS)의 실효화 등 탄소가격제의 중요성을 강조한다.³⁴ 다른 나라에 비해 적용 범위가 양호한 K-ETS는 탄소 가격 결정의 중심 도구가 될 수 있다는 것이 IMF의 의견이다. 현재는 배출총량이 탄소중립 목표

에 완전히 부합되지 않고 배출 가격 전망도 불확실한 한계가 있지만, 이 같은 점을 보완하면 된다는 것이다.

IMF는 2025년까지 3단계 이후 K-ETS 4단계에서 2030 감축 목표와 일치하는 배출허용총량을 설정하고 배출권 가격의 상한과 하한을 점진적으로 높이면서 점진적으로 배출권 완전 유상할당(경매)으로 이행하는 것을 고려해야 한다고 조언했다. 이를 통해 장기 탄소중립을 위한 배출 감축 궤적과 일치시키고, 강한 가격 신호를 통해 저탄소 투자에 대한 인센티브를 촉진하며, ETS와 겹치는 수단인 신재생에너지 의무할당제(RPS)와 호환성을 높이는 동시에 추가 세수를 확보할 수 있다는 것이다. 이러한 세수는 녹색 산업 혁신, 청정 에너지 전환에 대한 자금 지원 그리고 관련 노력에 대한 세계 완화 정책에 사용할 수 있다.

IMF는 이렇게 ETS가 강화되면 타격을 입을 수 있는 수송, 전력, 산업 및 건물 부문에서 피베이트(feebate), 즉 저효율 제품에 높은 세금을 부과하고 고효율 제품에는 보상해주는 보완정책을 제시한다(그림 16).

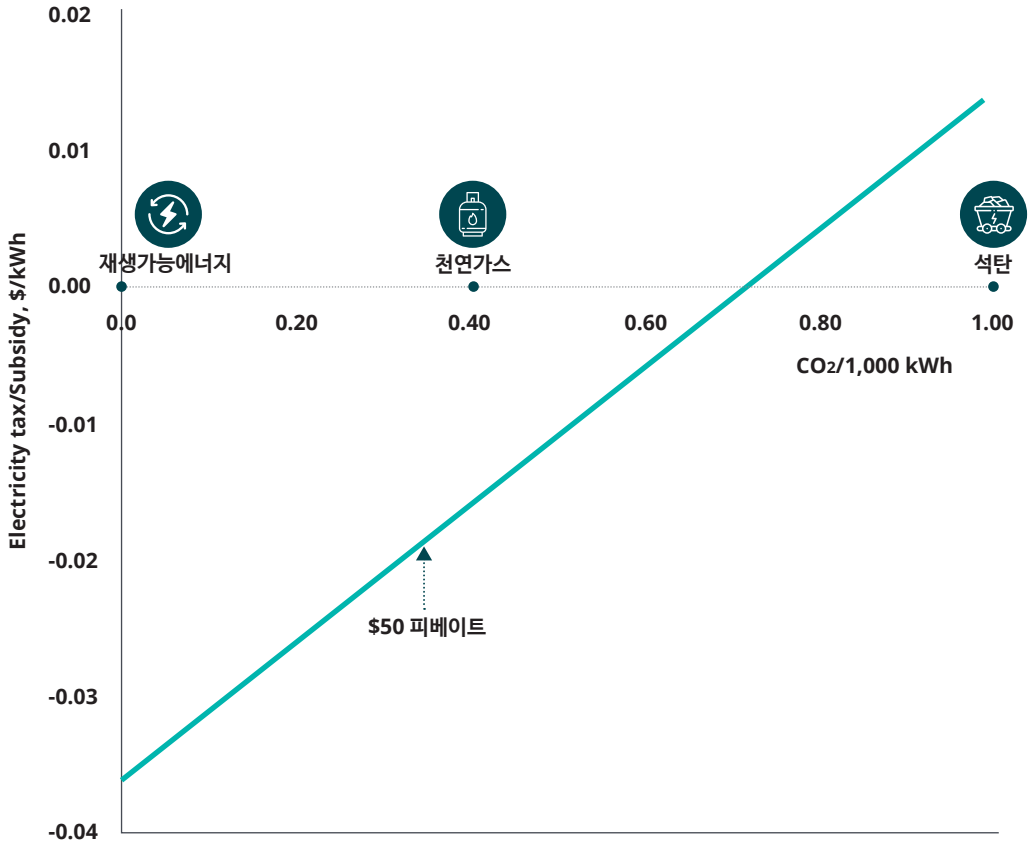


33 International Monetary Fun(IMF), "FISCAL POLICIES FOR REINFORCING KOREA'S CLIMATE MITIGATION STRATEGY", IMF Country Report No. 21/65 Republic of Korea: Selected Issues, March 2021

34 Ibid.

그림 16

전력설비에 대한 피베이트 도해



출처: IMF(2021)

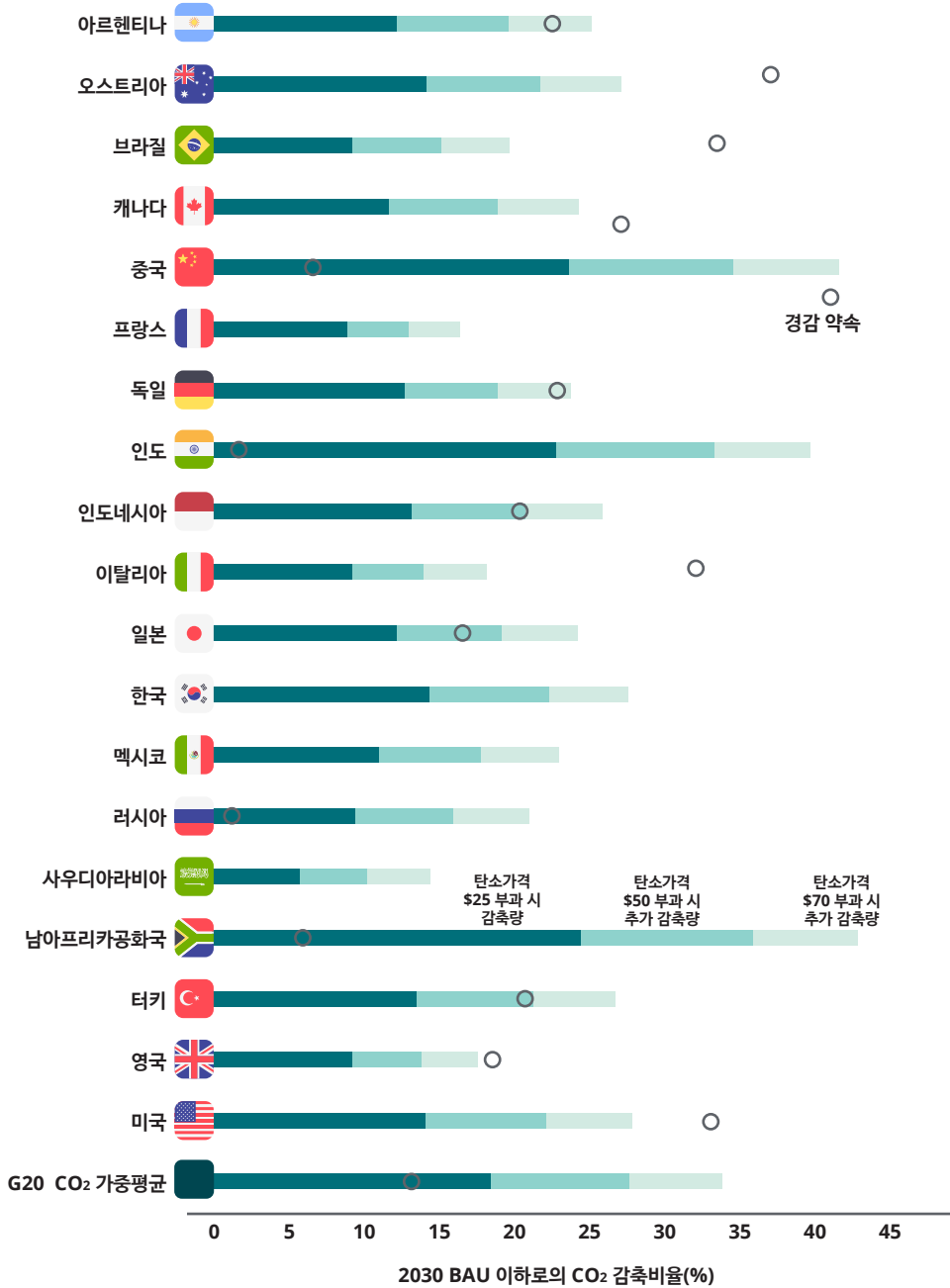
이처럼 IMF는 추가적인 조치가 효과적이고 비용 효율적인 방식으로 기존 정책을 구축하고 보완해야 하며, 특히 에너지 가격 상승의 수용 여부에 대한 제약 가능성을 적절하게 완화해야 한다는 점을 강조했다. 따라서 탄소 가격을 강화하는 것과 함께 그린 테크놀로지 개발과 사용에 대한 민간 투자에 정책 인센티브를 제공하는 포괄적인 패키지를 제안한다.

IMF는 특히 석탄 비중이 높은 한국의 경우 탄소 가격에 대한 배출량 민감도가 G20국가들에 비해 높으면서, 탄소

가격을 통해서 2030 NDC를 달성하려면 현재 톤당 18달러 수준인 배출권 가격이 톤당 75달러(8만 3,333원, 환율 1,111.10원 기준) 이상 올라야 한다고 분석했다. 석탄 비중이 낮은 다른 선진국의 경우 훨씬 더 높은 탄소 가격이 필요할 것인데, 일례로 캐나다의 경우 2030년 톤당 135달러까지 탄소 가격을 인상할 것이란 계획을 발표하기도 했다. 우리나라도 점진적인 가격 상승을 통해 G20 국가 평균 수준까지 올라갈 것으로 예상된다(그림 17).

그림 17

탄소 가격제를 통한 이산화탄소 감축 규모 비교



주. 감축 약속은 파리협정 혹은 그 이후 제시한 감축 약속 기준. 탄소 가격은 기존 가격에 대한 추가 부과액을 말함
출처: IMF(2021)

IMF는 2030년에 탄소 가격이 50달러 수준이 될 경우 석탄 가격은 156% 상승할 것이며, 천연가스 가격도 33% 오르게 되어 소매 전기가격이 약 36% 상승하게 될 것으로 예상했다. 과거 글로벌 경험에 비추어 볼 때 이러한 에너지 가격 상승에 대한 수용성 문제는 부문별 완화 수단과 취약계층 지원, 다양한 인센티브 제공 등의 보완 수단을 결합한 포괄적인 패키지 접근 방식으로 극복해야 한다는 조언이다.

영국·독일 사례: 재생에너지+수소경제

영국과 독일은 탄소배출량 감축에 모범적인 국가로 꼽힌다. 독일은 2020년에 탄소 감축 목표였던 1990년 대비 40% 감축을 넘어 40.8% 감축한 것으로 나타났으며 영국은 탄소감축의 기준년도인 1990년 대비 2020년 51% 감축을 기록했다.³⁵ COVID-19로 인해 탄소배출이 줄어든 점을 고려하더라도 이들 국가의 탄소배출 감축 현황은 2050 탄소중립 달성에 상당한 진전을 보이고 있음을

나타낸다.

영국과 독일이 탄소배출 감축에서의 공통점은 먼저 재생에너지 비중이 높다는 점이다(그림 18). 두 국가는 지속적으로 재생에너지 발전량 비중을 높여왔으며, 각국이 제시한 2030 및 2050년 재생에너지 목표치는 탄소중립 시나리오를 제시한 EU와 IEA의 재생에너지 비중 목표와도 비슷한 수준이다.

그림 18

영국 · 독일 재생에너지 비율과 탄소중립 시나리오

	2019	2020	2030	2050
IEA	-	29	61	88
EU	34.73	42	57	73~83
영국	37.5	40.2	65	76
독일	40	44.6	50	80
한국	6.34	7.4	20	80+

주: 전체 발전량 중 재생에너지 비율

*한국의 2050년 재생에너지 비중은 시나리오의 신재생과 무탄소 신전원 포함

출처: IEA, European Commission, UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy, KOTRA

영국은 2008년부터 정부차원에서의 재생에너지 확대를 추진해왔다. 2008년 기후변화법(Climote Change Act)과 신재생에너지 실행계획(National Renewable Energy Action Plan)을 통해 탄소감축을 위해 재생에너지 비중을 높이는 방안을 추진했다. 그리고 재생에너지의 비중을 높이고자 재생에너지 발전을 지원하는 정책인 장기차액거래와 SEG 프로그램, RTFO를 실행하고 있다.³⁶ 동시에 석탄화력발전은 탈석탄 정책과 더불어 환경 규제 및 탄소세 등의 제약을 통해 점차 축소하고 있다.³⁷

독일도 2000년부터 에너지 전환을 추진하며 탄소감축과 재생에너지 확대를 지속적으로 추진했다. 2020년 독일은 재생에너지원법(EEG) 개정안을 통해 재생에너지 발전 비중을 기존 50%에서 65%로 높이며 재생에너지를 더 확대하기로 발표했다.³⁸ 개정안은 2050년 독일 탄소중립 달성을 위해 재생에너지 발전설비 건설 확대 및 촉진하는 것이 목표이며 2030년까지 재생에너지 발전설비 규모를 확대하는 내용을 담았다.³⁹

35 한겨레, "탄소 감축 목표 성큼 다가선 영국·독일, 비결은?", 2021.03.23

36 KOTRA, "영국 신재생에너지 정책 분석 및 우리기업의 진출전략", 2020.12

37 한국에너지공단, "영국, 재생에너지 현황", 에너지이슈브리핑, 2019.10

38 인더스트리뉴스, "재생에너지 보급목표 재설정한 독일, 에너지전환 더욱 가속화한다", 2020.09.15

39 한국에너지공단 블로그, "독일, 재생에너지법(EEG) 2021년 개정 그 미래는?", 2020.11.05, <http://blog.energy.or.kr/?p=21890>

다음으로 독일과 영국은 재생에너지 확대와 더불어 수소경제를 추진하고 있다. 수소경제를 추진하는 이유는 재생에너지 전력 기반의 수소는 기술적으로 탈탄소화가 어려운 운송과 건물, 산업 분야의 에너지 전환을 이끌 잠재력을 보유하고 있는데, 재생에너지 전력으로 전기분해해 생산한 수소를 바탕으로 발전과 다른 에너지 소비 분야간 연계를 강화하여 재생에너지 보급을 확대할 수 있다는 장점을 지니고 있기 때문이다.⁴⁰

독일은 2020년 6월 국가 수소 전략을 채택하며 정책적으로 수소경제를 바탕으로 한 에너지 전환을 통해 탄소배출 감축과 수소 경쟁력을 확보하고자 노력하고 있다.⁴¹ 독일은 재생에너지로 생산된 전력을 통해 수소를 생산하여 저장하는 P2G(Power-to-Gas) 사업을 적극적으로 추진⁴² 해왔는데, 국가 수소 전략을 통해 최종적으로 녹색수소 생산을 통한 P2G로의 저장과 활용을 목표로 구체화했다. 위에서 언급하였듯 독일은 전체 발전량 중 40% 정도가 재생에너지에서 공급받고 있으며 앞으로 재생에너지 발전량 비중을 확대할 예정이므로 P2G 기술을 적극적으로 활용하려는 것으로 보인다.

영국도 수소경제 촉진을 위해 노력하고 있다. 2019년 7월에는 산업단지 내 이산화탄소 포집 및 저장(CCS) 기술 및 수소네트워크 설치를 목적으로 1억 7,000만 파운드를 투자했으며, 2020년 7월 영국 정부는 중공업 분야의 탄소포집 및 블루수소 개발에 1억 3,900만 파운드를 투자한다는 계획을 발표했다.⁴³ 이러한 투자를 통해 영국정부는 온실가스 배출 중 27.5%를 차지하는 운송분야를 수소 모빌리티로 전환하여 탄소감축을 이루고자 하는 것이다.

독일과 영국 양국은 모두 정책적으로 산업부문 중 제조업에 대한 지원책을 제시하고 있다. 독일은 2030년 산업 부문의 탄소배출을 1990년에 비해 49~51% 감축하고자 에너지 효율 향상에 대한 투자를 장려⁴⁴ 하고 있으며, 2020년 7월엔 철강 산업 지원 계획인 'Steel Action Concept'을 발표하며 철강산업이 저탄소 전환과 산업경쟁력 강화를 위한 계획을 발표했다⁴⁵(그림 19). 영국의 경우 수소자원 사업계획을 발표하며 중공업과 시멘트, 유리 산업에 1,850만 파운드를 지원하여 이들 산업에서 화석연료 사용에서 재생에너지 연료 사용 방안을 지원할 계획을 밝혔다.⁴⁶



그림 19

독일의 철강산업 저탄소 전환 지원 정책

프로그램	예산규모	펀딩기간
국가탈탄소화프로그램 (National Decarbonisation Programme) 철강과 알루미늄 등 배출집약도가 높은 산업의 친환경생산공정 개발을 지원하는 프로그램	€10억	~'23
산업부문 기후관련공정배출 회피연구이니셔티브 (Research Initiative for the Avoidance of Climate-Related Process Emissions in Industry) 산업 내 탄소배출직접회피(CDA) 기술개발을 위한 펀딩 프로그램	€0.8억	~'25
산업공정 내 수소 이용 프로그램 (Programme for the Use of Hydrogen in Industrial Production)	€4.3억	~'24
기초소재산업의 탄소회피 및 이용 프로그램 (Programme Carbon Avoidance and Use in the Basic Materials Industries)	€3.7억	~'23
Carbon2Chem 프로젝트 철강생산공정에서 배출된 탄소를 화학물질의 기초재료를 생산하는 CCU 프로젝트	€1.4억	'16~'23
에너지 전환 규제 샌드박스 프로그램 (Programme Regulatory Sandboxes for the Energy Transition) 에너지 전환 기술의 실험규모 확대 및 상용화를 가속화하기 위해 기존 규제를 면제시키는 프로그램	€4.15억	'20~'23

출처: Steel Action Concept, 포스코경영연구원(2021) 재인용

마지막으로 독일과 영국은 탄소중립을 강하게 추진 하려는 사회적 분위기가 마련되어 있다. 독일 헌법재판소는 2021년 4월에 현재의 기후변화대응법 엔 2030년 이후의 탄소감축 목표가 없는 것은 감축 부담을 미래세대에 떠넘기는 일이라며 기본권 침해로 판결했다. 영국은 기후변화위원회(ACC)를 통해 지속적

으로 정부에 탄소중립에 대한 사항을 정부에 권고하고 있으며, CCC의 권고를 바탕으로 2030년 탄소감축 (1990년 대비)을 40%에서 68%로 상향했다. 탄소중립 달성을 위한 목표를 수립했음에도 두 국가에서는 사회적으로 보다 엄격한 탄소중립에 대한 목표와 계획 수립을 요구하는 사회 시스템이 구축되어 있다.

40 한국에너지공단, "에너지 전환을 위한 재생에너지 기반 수소의 역할", 2018.10
 41 KOTRA, "독일 수소경제 현황 및 우리기업 진출전략", 2020.07
 42 월간수소경제, "집중탐구, 독일 수소전략", 2020.11.27
 43 KOTRA 해외시장뉴스, "영국 수소 경제 동향 및 전망", 2020.10.07
 44 KOTRA 해외시장뉴스, "2020년 독일의 탄소중립 성적표는?", 2021.01.29
 45 포스코경영연구원, "독일 철강산업의 탄소중립+성장전략 지원 정책: Steel Action Concept", 2021.04
 46 에너지경제연구원, "영국, 그린수소 및 블루수소 사업에 2,800만 파운드 지원 발표", 세계 에너지시장 인사이트, 2020.02.28
 47 KBS, "[특파원 리포트] 독일 현재의 '혁명적 결정'... '미래 세대에 환경 부담 안 줘야'", 2021.05.03
 48 한겨레, "총리 4명 갈려도 변치않는 영국의 탄소중립..한국도 가능할까?", 2021.04.28

결론

우리 정부는 앞서 유럽연합(EU)과 최근 국제에너지 기구(IEA)의 로드맵을 참고로 삼아 중간 목표와 최종 시나리오를 만들어 왔다. 이러한 로드맵은 2050년까지의 감축을 위해 주요 추진전략을 함께 제시하며, 재생에너지를 확대하고 녹색 기술에 대한 투자를 늘린다는 점이 공통적인 특징이다.

EU는 해상풍력 및 태양광 등의 확대에 8,000억 유로를 투자하는 전략을 세웠으며, 미국은 2035년까지 청정에너지 100%로 전환, 일본의 경우 2050년 재생에너지 발전량 비중 50~60% 전환 등 재생에너지 확대 목표를 제시했다.⁴⁹ 기술 투자 확대의 경우엔 미국은 청정에너지 기술혁신을 위해 10년간 4,000억 달러를 투자할 계획이며,⁵⁰ EU는 온실가스 감축기술 사업화를 위해 2030년까지 100억 유로 투자를 발표⁵¹ 했다. IEA는 전기화와 수소 등의 기술에 2030년 이전까지 900억 달러의 공적자금이 필요하다고 전망했다.⁵²

특히 IEA는 탄소중립으로의 경로에서 수소가 상당히 중요한 역할을 할 것으로 전망했다. 재생에너지의 확대에 의한 잉여 전력을 저장할 수 있는 에너지 저장 및 운송과 사용에 핵심적인 역할을 할 것이라며 수소 생산 기술 개발에 적극적으로 나설 것을 보고서를 통해 권고했다.⁵³

앞서 살펴본 것처럼 우리나라 정부도 이미 수소 경제 전략을 탄소중립 로드맵에서 중요한 경로로 설정하고 있고 발전 내 수소가 활용되는 연료전지와 무탄소신전원의 비중이 큰 편이다.⁵⁴

하지만 우리나라 온실가스 배출원 중에서 가장 비중이 큰 공급원에서 에너지 전환부문과 제조업 및 건설업 등을 중심으로 한 산업부문의 수요처에서 감축 목표를 어떤 식으로 높일 수 있느냐가 탄소중립 목표 달성의 관건일 것으로 판단된다.

이를 위해서는 전반적인 탄소가격제 신호를 강화해 수요 억제와 배출 감축을 유도하는 동시에 새로운 기술 투자에 대한 유인을 강화하는 것이 중요하다는 것이 이미 앞서 간 나라들이 주는 교훈이다.

우리나라도 전반적인 탄소세 도입 논의를 하고 있지만, 우리의 경우 IMF의 권고대로 탄소 가격 제도는 K-ETS를 통한 배출허용총량 감축과 가격 신호 강화라는 방식을 채택하는 것이 유리할 것으로 보인다.

최근 스위스가 이산화탄소 배출 규제를 강화하는 법안을 국민투표에 부쳤지만 부결된 것은 주목할 만한 사례다. 스위스 법안의 주된 내용은 자동차 연료와 천연가스, 항공권 등을 대상으로 탄소세를 신설하는 것이 골자였는데, 시민들은 기후 완화 필요성에는 찬성하지만 자신들에게 부담이 부과되는 방식에는 동의하지 않았다. 이는 탄소중립 드라이브를 너무 강하게 걸 경우 기업과 시민들의 반감을 높이는, 앞서 지적한 수용성 문제를 보여준다.

한편 국가 온실가스 감축목표가 합리적인 분석에 근거해 상향되는지를 살피는 것도 중요하지만, 국민 정책참여단의 공론화 과정을 통해 사회적 대화와 합의를 유도하는 것이 탄중위의 중요한 과제다. 이런 방식으로 완

49 한국무역협회 국제무역통상연구원, "주요국 탄소중립 정책과 시사점: 제조 경쟁력의 지형이 바뀐다!", 2021.04

50 중소기업연구원, "주요국의 탄소중립 추진전략과 시사점", 해외 중소기업 정책동향 2021년 2월호, 2021.02

51 임팩트온, "중인 ESG 13: 탄소 감축기술 투자 극과 극... EU·호주는 과감한 투자 대비 국내 인식 부족해", 2021.01.22

52 IEA, "Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector", 2021.05

53 전기신문, "국제에너지 기구 '2050 탄소중립 핵심은 수소'", 2021.05.20

54 관계부처합동, 수소 경제 활성화 로드맵, 2019. 01

55 한국경제, "온실가스 감축목표 상향결정에 국민 대표 500명 참여", 2021.06.02

성된 2030년 NDC 상향 목표치와 2050년 탄소중립을 위한 시나리오는 오는 11월 유엔기후변화협약의 당사국회의(COP26)에 앞서 제출될 예정이다.⁵⁵

우리나라는 핵심 4대 배출원인 전환, 산업, 수송, 건물 등 주요 부문에서의 집중적인 감축 목표가 수립되어야 하며, 관련 정책 수단 도입이 요구된다.

앞서 전반적인 글로벌 로드맵과 검토 중인 정부 시나리오, 민간의 평가 등을 고려한다면, 우리나라 2030 NDC는 시스템이 허용하는 선에서 2017년 대비 최소 32%에서 최대 40% 감축 수준까지 강화될 가능성이 있는 것으로 보인다.

독일과 영국의 사례에서도 시사점을 도출할 수 있다. 우리나라는 아직 재생에너지 비중이 매우 낮은 편이기 때문에 앞으로 확대 가능성이 훨씬 높고, 또한 재생에너지와 수소를 결합한 에너지 전환을 통한 탄소 감축 가능성이 열려 있다. 독일과 영국은 높은 재생에너지 발전 비중을 활용하여 수소경제와 재생에너지를 동시에 고려하는 탄소 감축 경로를 추진한다. 우리도 재생에너

지원의 발전량 비중을 높일 때 파워투그리드(P2G), 파워엑스(P2X) 기술을 활용하여 수소 경제를 연계하는 방안을 추진할 수 있다. 이 때 CCUS 기술의 경제성 달성이 매우 중요한 것으로 판단된다. 그 외에도 경제성과 사업성을 완전히 검증 받지 않은 소형원자력과 배터리 기술 등을 개발할 수 있는 민간의 노력이 필요할 것이다.

스위스 배출규제법안 부결 사례를 감안하면 무엇보다 사회적 수용성을 감안하여 탄소중립을 추진하는 것이 중요하다. 독일 헌법재판소의 예를 통해 탄소감축 목표가 높은 국가에서도 더 정교한 감축방안을 사회적으로 요구하는 분위기를 파악할 수 있었다. 우리나라도 2030 NDC 목표의 상황을 고려할 때 2050년까지의 시나리오를 정교하게 설계하여 반영하도록 해야 하며, 영국과 같이 탄소중립위원회가 적극적으로 탄소중립을 위한 정책적인 권고와 함께 사회적 합의 도출을 위한 노력을 경주해야 할 것으로 생각된다.

