

한국의 2050 탄소중립 시나리오: 내용과 과제¹⁾

윤 순 진 서울대학교 환경대학원 교수
2050 탄소중립위원회 민간공동위원장(ecodemo@snu.ac.kr)



1. 서론

기후위기는 이제 현실이 되었다. 세계 곳곳에서 발생하는 이상기후에 따른 재난과 피해는 기후위기가 더 이상 먼 미래의 일이 아니라 이미 지금도 일어나고 있는 현재진행형의 문제임을 드러낸다. 또 북극곰이나 저기 아프리카의 어디 먼 곳에서만 일어나는 일이 아니라 여기 이 땅에서도 일어나고 있는 일이다. 기록을 갱신하는 폭염과 최장 기간의 장마, 갈수록 빈번해지는 태풍과 산불은 우리가 사는 한반도도 예외가 아님을 보여준다. 게다가 정도의 차이는 여전히 존재하지만 가난한 사람이나 국가들에만 국한되는 문제가 아니다. 누구도 기후위기로부터 벗어날 수 없는 우리 모두의 안전을 위협하는 문제이자 어떤 이도 기후위기 유발 책임으로부터 자유롭지 않은 우리 모두의 문제다. 시간이나 공간, 종의 차원을 가로지르며 여기 지금 우리 모두에게 일어나고 있는 현실 그 자체다. 미래세대가 져야 할 부담, 치르게 될 비용은 오늘 우리의 결정과 실천에 달려 있다. 기후위기의 심각성이 점점 더 깊어지고 있는만큼 기후위기 대응의 시급성 또한 더욱 분명해지고 있다. 바로 이 맥락에서 탄소중립(Net Zero 또는 Carbon Neutrality) 개념이 등장했고 이제 우리 사회나 국제사회에서 ‘탄소중립’은 광범위한 공감대와 합의를 기초로 국제규범이 되었다. 지난 10월 31일부터 11월 14일까지 영국의 글래스고에서 열렸던 제26차 당사국총회(Conference of Parties, COP)에서 채택한 글래스고 기후 합의(Glasgow Climate Pact)에서 국제사회는 2015년 COP-21에서 채택했던 파리협정(Paris Agreement)보다 한 걸음 더 나아가 산업화 이전 대비 1.5°C 온도 상승 억제 목표에 대한 국제사회의 합의를 재확인하고 이를 위해 2050년 탄소중립을 할 수 있도록 2030년 국가온실가스감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 보다 강화해 나가기로 하였다. 한국에너지정보문화재단이 여론조사기관 한국갤럽에 의뢰해 지난 10월 20일에서 25일 사이에 전국 만 18세 이상 국민 1,509명을 대상으로 조사(면접원을 통한 일대일 전화조사, 표본 오차는 95% 신뢰수준에 $\pm 2.5\%$ p, 응답률(협조율) 15.1%)한 결과, 탄소중립에 대해 ‘알고 있다’고 답한 응답자는 69.0%이며 대다수인 91.5%가 ‘탄소중립이 필요하다’고 답했다. 이제 탄소중립은 국제사회의 규범이 되었다. 거스를 수 없고 움직일 수 없는, 모두가 지켜야 할 시대적 과제이자 인류가 달성해야 할 목표가 되었다. 이 글에서는 탄소중립이 이러한 국제규범이 되기까지의 과정에 대해 살펴보고 우리나라에서 탄소중립이란 개념이 확산되고 국정 방향으로 제시되기까지의 과정도 살핀다. 이후 한국의 2050 탄소중립 시나리오의 의미와 내용, 그러한 시나리오를 달성하기 위해 우리가 풀어야 과제들에 대해 다루고자 한다.

2. 탄소중립이 국제규범이 되기까지

기후변화에 대한 국제사회의 관심은 국제 사회에서는 점점 더 심각해질 기후변화에 대한 인식을 기초로 거의 30년 전인 1992년 브라질의 리우데자네이루에서 열린 유엔환경개발회의(United Nations Conference on Environment and Development, UNCED)에서 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)을 채택하였다. 1988년에 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)와 유엔환경계획(United Nations Environmental Program, UNEP)

1) 본고에서 탄소중립 시나리오의 내용과 관련된 부분은 2050 탄소중립위원회가 발표한 내용을 요약 정리한 것이다.

주관으로 설립된 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Inter-governmental Panel on Climate Change, IPCC)가 1990년에 발표한 제1차 기후변화 평가보고서(the First Assessment Report, FAR)가 이러한 합의의 중요한 근거로 작용했다. 기후변화 문제는 전 지구적 문제이기에 국제사회 구성원 모두가 참여해야만 한다는 데 뜻을 모으고 모든 국가의 참여에 대한 합의를 마련했음에도 UNFCCC는 모든 당사국들이 국가보고서(National Communication)를 제출해야 한다는 일반의무와 부속서 I 국가(OECD 국가들과 경제이행국들)은 1990년 수준으로 온실가스 배출을 안정화하는 특별의무를 부여했지만 별다른 강제성 없는 느슨한 수준의 합의였다.

UNFCCC의 느슨한 합의를 넘어 역사적 배출 책임이 큰 부속서 I 국가들에 대해 의무적인 감축목표를 부여할 필요가 있었다. 이러한 논의 결과 채택된 것이 교토에서 열린 COP-3의 결과물인 교토의정서(Kyoto Protocol)였다. 발효조건(협약당사국 55개 이상 비준, 비준국의 온실가스 배출량 합계가 1990년 세계 온실가스 배출량의 55% 이상)이 까다로웠던 교토의정서는 2005년에서야 발효되었다. 교토의정서에서는 선진국들인 부속서 I 국가들에게만 2008~2012년 사이 5년 동안 평균 배출량이 1990년 배출량의 5.2%를 감축하도록 의무 감축 목표를 부여했다. 각국의 감축목표는 공통적이지만 차별화된 책임 원칙과 능력에 입각한 부담 원칙을 기초로 협상을 통해 1990년 배출량 대비 -8%에서 +10%까지 다양하게 결정되었다. 교토의정서는 부속서 I 국가로 한정하고 감축 목표가 충분하지 않았지만 국가 단위의 온실가스 감축 의무를 처음으로 부여한 합의였다는 점에 의의가 있다. 미국의 교토의정서 탈퇴가 있었지만 제1차 교토의정서 이행 기간 동안 부속서 I 국가들은 감축목표를 달성했음에도 불구하고 세계 전체 온실가스 배출량은 지속적으로 증가해왔다. 개도국의 참여 없이 세계 온실가스 배출을 감소시키기 어렵다는 사실을 확인하게 되었다. 게다가 제2차 교토의정서 의무감축 기간(2013~2020년)에는 미국은 물론이고 캐나다와 러시아, 일본, 뉴질랜드가 불참을 선언함으로써 교토의정서체제 참여국들의 배출량은 전 세계 배출량의 15%에 불과해 교토체제로는 전 지구적 기후 완화가 어렵게 되었다. 개도국의 참여 필요성이 갈수록 중요해졌다.

드디어 2015년 파리에서 열린 제21차 기후변화 당사국총회(Conference of Parties, COP)를 통해 선진국과 함께 개도국들도 온실가스 배출 감축에 참여하기로 한 파리협정(Paris Agreement)이 채택되었다. 파리협정에서는 인류사 최초로 지구 온도 목표에 합의하였다. 지구 평균 온도 상승을 산업화 이전에 비해 2°C 훨씬 아래(well below), 더 노력해서 1.5°C를 넘지 않도록 하자는 합의가 이뤄졌다. 이를 위해 선진국들만이 아니라 개발도상국들도 포함해서 모든 국가들이 자발적으로 감축 목표를 설정해서 온도 목표를 달성해가기로 했다. 이후 2018년 10월에는 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Inter-governmental Panel on Climate Change, IPCC)가 “지구온난화 1.5°C 특별보고서”를 발표하여 온도 상승 억제 목표를 1.5°C로 권고하였다. 이를 위해 2050년까지 세계 탄소 순배출량이 0이 되는 탄소 중립(Net-zero)을 달성해야 한다고 제안하였다. 특히 2050년 탄소중립을 위해서는 2030년까지 2010년 대비 이산화탄소 배출을 45% 줄여야 한다고 권고하였다. 그리고 2019년 9월, 안토니우 구테흐스 UN 사무총장이 기후행동 정상회의(Climate Action Summit)를 개최한 이후 세계 각국의 탄소중립 선언이 이어졌다. 칠레는 이 유엔회의에서 민·관을 불문한 모든 부문의 협력을 강조하면서 탄소중립을 지향하는 국가, 기업 등으로 구성된 ‘기후목표 상향동맹(Climatic Ambition Alliance)’ 발족을 선언하였다. 이후 세계 여러 국가들이 기후목표 상향 동맹에 참여하기 시작해서 2019년에는 EU, 2020년 9월에는 중국, 10월에는 일본과 한국, 2021년 1월에는 미국이 2050년(중국은 2060년) 탄소중립을 선언하



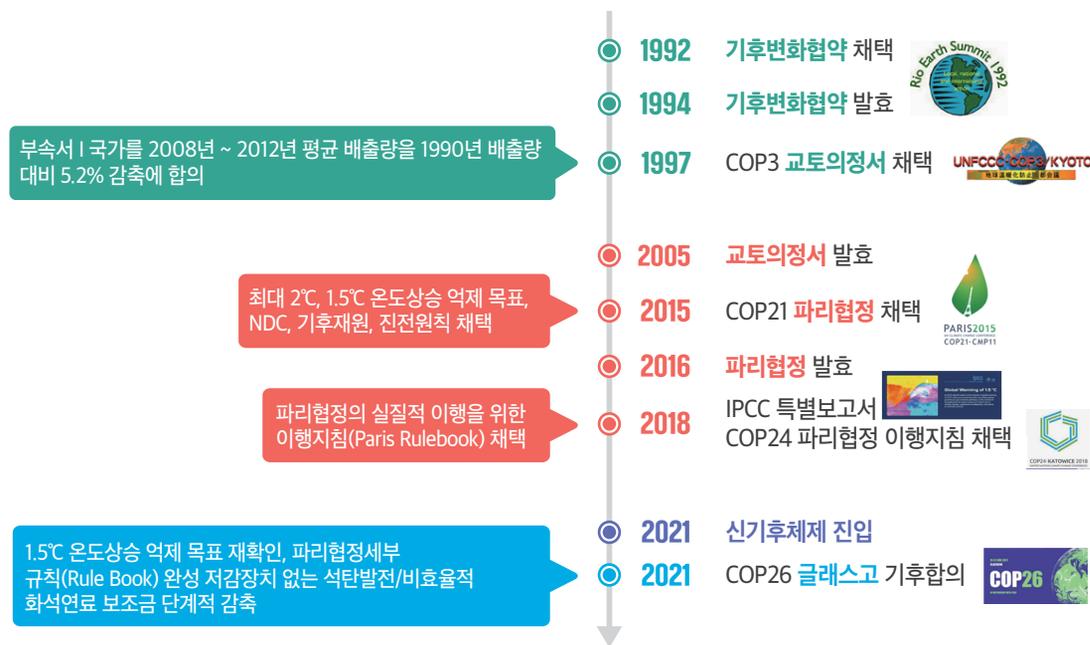
였다. 이 동맹에는 2021년 10월 말까지 136개국, 4,468개 기업 등이 참여하고 있다. 2021년 8월에는 IPCC의 제 6차 평가보고서(The 6th Assessment Report, AR6) 가운데 제1실무그룹이 작성한 기후변화의 과학적 기초편이 발표되어 1.5°C 목표와 2050 탄소중립의 필요성을 재확인하였다. 특히, 지금까지의 추세를 유지한다면 1.5°C 도달 시점이 2018년 특별보고서에서는 2030~2052년경이었으나 AR6에서는 2021~2040년경으로 10년 이상 앞당겨져 전망되어 위기의식이 한층 강화되었다.

영국의 글래스고에서 COP-26이 열리기 직전인 10월 말까지 탄소중립을 선언한 국가들은 모두 136개국이었다. 이 국가들의 온실가스 배출량 합계는 세계 총 배출량의 88%를 점하며 세계 GDP(ppp)의 90%, 세계 총인구의 85%에 달한다. 탄소중립 목표 상태는 국가마다 다른데 법제화를 한 국가가 있는가 하면 정책 문서로 제시하거나 선언 상태인 국가들도 있고 이미 달성했다고 밝힌 국가들도 있다. 탄소중립을 법제화한 국가는 EU를 포함해서 모두 17개국(캐나다, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 헝가리, 아일랜드, 일본, 한국, 노르웨이, 뉴질랜드, 포르투갈, 스웨덴, 과테말라, 네덜란드)이다. 탄소중립 목표연도도 국가마다 다른데 가장 빠른 시기는 우루과이의 2030년이다. 핀란드는 2035년, 아이슬란드와 오스트리아는 2040년, 스웨덴과 독일은 2045년을 탄소중립 목표연도로 한다. 반면 중국은 2060년, 인도는 2070년을 목표연도로 제시하였다. 탄소중립 선언 국가의 44%는 2041~2050년을 목표연도로 하였으며 2050년 이후가 55%를 차지한다.

1995년부터 매해 열렸던 당사국총회(COP)는 COP-26의 경우 한 해 연기되어서 2020년이 아니라 2021년에 열렸다. 코로나19 대유행 탓이었다. 그리고 코로나19 대유행 사태를 통해 기후위기와 질병위기(감염병 확산)가 맞물려 있다는 사실이 새롭게 인식되었다. 코로나19로 인한 경제 침체를 극복하는 과정에서 그린 뉴딜이 세계적인 화두가 되었고 과거와 달리 온실가스 배출을 저감하는 녹색성장 전략에 대한 세계적 관심이 확대되었다.

2021년에 영국 글래스고에서 열린 COP-26에서는 글래스고 기후 합의(Glasgow Climate Pact)를 결정문으로 채택하였다. 더 이상 2°C를 언급하지 않고 1.5°C를 지구 온도 상승 억제 목표로 제한하고 기후행동을 강화해나가기로 합의하였다. COP-26가 열리기 직전인 2020년 10월 말까지 193개 당사국들 가운데 166개국이 제출한 가장 최신 2030 NDC를 UNFCCC 사무국에서 분석한 데 따르면 2030년 NDC를 모두 달성한다 해도 2030년 배출량이 2019년 배출량 대비 5.9% 상승할 전망이다(UNFCCC, 2021). 이러한 감축 노력이 없을 경우는 13.9% 상승할 것으로 예상되는 데 비해서는 7.8%p 감축하는 효과가 있지만 IPCC의 권고(2010년 대비 -45%)에는 미치지 못한다. 당사국들은 1.5°C 목표 달성을 위해 2030년 NDC를 다시 상향 제출하기로 하였다. 글래스고 기후 합의 가운데 주목할 만한 것은 COP 합의문 최초로 “저감장치 없는 석탄발전(unabated coal)과 비효율적인 화석연료 보조금의 단계적 감축(phase down)”을 합의 문구로 포함하였다는 점이다.

그림 1 주요 국제 기후변화 협상의 전개



탄소중립을 향한 노력은 정부에 국한되지 않는다. 기업도 변화 중이다. 애플, 구글, BMW 등 주요 글로벌 기업들이 100% 재생에너지 전력만 사용하겠다는 선언에 참여하고 있다. 2021년 11월 현재 세계 굴지의 342개 기업이 참여 중이다. 이들 기업뿐 아니라 전 세계에 있는 수많은 협력업체들도 탄소중립의 흐름에 합류하는 결과를 낳고 있다. 금융 또한 변화 중이다. 세계 최대 규모 자산운용사인 블랙록(Blackrock)이 최우선 투자 고려요소로 기후위기와 지속가능성을 제시하고 있고 JP모건과 골드만삭스 등 주요 투자은행들도 탈석탄 투자를 선언하는 등 국제금융은 온실가스 감축을 주요 투자 우선순위에 두게 되었다.

3. 한국의 2050 탄소중립 선언과 시나리오 수립 과정

우리나라는 문재인 대통령이 2020년 10월 28일 국회에서 가진 2021년 예산안 시정연설에서 2050 탄소중립을 최초로 발표하였다. 이후 12월 10일에 국민 전체를 대상으로 ‘2050 탄소중립 비전’을 선포하였다. 이러한

선언은 문 대통령의 갑작스러운 결단에 의해서라기보다 그 이전에 일련의 여러 사건들이 있었다. 정부는 파리 협정에 따라 모든 당사국들이 2020년 말까지 유엔에 제출해야 하는 장기저탄소발전전략(Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies, LE DS)을 준비하기 위해 2019년 초부터 사회비전포럼을 구성해서 1년 정도 운영하였다. 민간전문가들의 의견을 충분히 수렴해서 LE DS에 반영하기 위해 정부, 산업계, 시민사회 등 각 분야의 추천을 받아 기후·에너지 전문가들로 사회비전포럼을 구성하였다. 총 69명이 참여하였는데 총괄분과에 13명, 전력, 산업, 건물, 수송, 비에너지(농축수산·산림·폐기물), 청년의 6개 개별 분과에 56명이 참여하였다. 개별 분과 가운데 청년분과가 설치된 것은 새로운 시도였다. 목표연도가 2050년 인 만큼 미래 사회 주역인 청년들의 의견을 담기 위해서였다. 아울러 온실가스 감축 시나리오 분석 결과를 제공하는 등 포럼의 의사결정을 기술적으로 지원하기 위해 국책연구기관 소속 연구원들로 기술작업반을 별도로 구성해서 운영하였고 총괄은 온실가스종합정보센터에서 맡았다.

이 포럼에서 1년여 기간의 논의를 거쳐 5개 기본 시나리오와 탄소중립을 담은 추가 시나리오 안이 마련되었다. 이러한 시나리오 초안은 정부 내 논의와 다양한 이해관계자들의 의견, 일반 국민 의견 수렴 등 사회적 논의를 위한 기본자료로 사용되었다. 사회적 논의는 크게 설문조사와 심층 토론회, 국민 토론회 등의 형태로 이루어졌다. 2020년 6월부터 7월까지 2개월간 누구나 참여할 수 있는 온라인 설문조사(약 3천 명 참여)가 실시되었고 여론조사기관의 전문적인 설문조사, 산업계와 시민사회, 학계 등 전문가가 참여하는 심층 토론회(5회), 관심 있는 누구라도 참여 가능한 온라인 국민 토론회 등으로 진행되었다. 국민 토론회 후 LE DS 비전에 대한 설문조사를 실시했는데, 2050년 탄소중립 사회 지향에 참가자 91%가 동의하였고, 탄소중립을 위한 비용부담에도 88%가 동의하였다.

그 사이 지자체와 국회에서도 기후위기 대응과 탄소중립에 대한 의견이 모아졌다. 2020년 6월 5일 환경의 날에는 225개 기초지방정부가 기후위기비상선언을 선포했고 7월 7일에는 17개 광역지자체들이 탄소중립을 선언하였다. 2020년 7월 14일에는 정부가 한국판 뉴딜 종합계획을 발표하였고 여론 수렴과정 중에 있었기에 목표 연도를 확정하지 않은 채 탄소중립을 목표로 제시하였다. 이어 9월 24일에는 국회에서 기후위기 비상대응 촉구 결의안을 의결하였다(찬성률 97.7%). 그 후 10월 28일 문재인 대통령은 그간의 여론 수렴 결과와 지자체 및 국회의 기후위기 비상 대응 의지를 기반으로 하여 국회연설을 통해 2050년 탄소중립을 선언하였고 12월 7일에는 관계부처 합동으로 「2050 탄소중립 추진 전략」을 발표하였으며 10일에는 ‘2050 탄소중립 비전’을 선포하였다. 12월 30일에는 2050 탄소중립 목표를 담은 LE DS를 UN에 제출하였다.

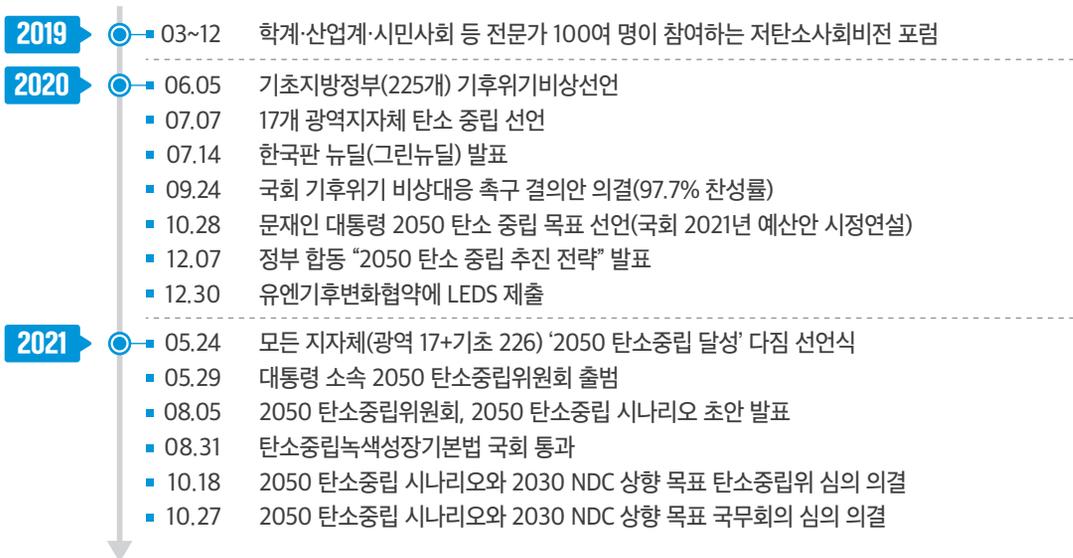
정부는 「2050 탄소중립 추진 전략」을 통해 2050 탄소중립 이행을 위한 세부전략 수립을 위한 2050 탄소중립 시나리오를 마련하기로 하였다. 이에 2021년 1월부터 11개 부처가 추천한 45개 국책연구기관 소속 전문가로 기술작업반을 구성해서 국내외 최신 정책과 기술개발 동향, 2050년 경제·사회 전망, 이미 발표된 에너지기본계획 등의 정부계획을 토대로 감축 잠재량을 분석하였고 이 결과를 바탕으로 관계부처와 협의하고 감축 수단별 쟁점 등을 조정하여 기술작업반 시나리오(안)를 마련하였다.

그 사이 2021년 5월 24일에는 P4G 회의를 앞두고 모든 지자체(광역 17개와 기초 226개 지방정부)가 탄소중립 달성을 다짐하는 선언식을 가졌고 29일에는 탄소중립 정책의 수립, 이행, 평가 등의 컨트롤타워 역할을 수행하는 대통령 소속의 민관합동 탄소중립 추진기구로 2050 탄소중립위원회(이하 탄중위)가 출범하였다. 탄중위는 출범 후 6월에 기술작업반 시나리오를 제출받아 약 두 달간 총 54회의 분과위원회와 전문위원회 회의(총괄기획위 4회, 분과위 30회, 전문위 20회)를 통해 압축적이고 심도 있는 검토 실시한 후 수정의견을 담아 8월 5일

에 세 개의 시나리오로 구성된 2050 탄소중립 시나리오 초안을 발표하였다.

이후 이해당사자 단체 및 기관들과 분야별 협의체를 구성해서 간담회를 진행하고 탄소중립시민회의의 숙의과정, 공개적인 온라인 시민토론회 등 사회적 논의과정을 통해 여론을 수렴하여 초안을 수정하는 작업을 거쳤다. 탄중위는 산업계, 노동·농어민계, 시민사회(교육·종교·소비자·생협·환경·에너지), 청년, 지자체 등 이해관계기관이나 단체를 대상으로 협의체를 구성해서 20회의 간담회를 개최하였다. 이 과정에 총 115개 협회·기관 등이 참여하였고 그중 94개 단체의 의견서를 공식 접수하여 홈페이지에 공개하였으며 의견을 종합적으로 반영하였다. 또한 직접적인 이해당사자들을 넘어 일반 시민과 직접 소통하고 의견을 듣기 위해 ‘탄소중립시민회의’를 구성하고 학습과 토론, 숙의과정을 진행하였다. 탄소중립 시민회의는 일반 국민을 대표할 수 있도록 전국 15세 이상 남녀를 대상으로 지역별, 성별, 연령별로 할당된 후 무작위 선정 절차를 거쳐 500여 명으로 최종 구성하였다. 탄소중립 시민회의 참여 시민들을 대상으로 출범식과 오리엔테이션, 자료집과 온라인 자가학습, 전문가와의 시민탄소교실, 시민 대토론회 등의 과정을 진행하고 이 과정에서 네 차례의 설문조사를 실시하여 마지막 설문조사 결과를 시나리오 초안 수정에 반영하였다. 이러한 과정을 거쳐 A안과 B안으로 구성된 2050 탄소중립 시나리오 최종안을 마련한 후 탄중위 전체회의의 심의, 국무회의의 심의를 거쳐 확정하였다.

그림 2 한국의 2050 탄소중립 선언과 2050 탄소중립 시나리오 수립 과정



4. 한국의 2050 탄소중립 시나리오의 의미와 내용

가. 2050 탄소중립 시나리오의 의미와 비전, 원칙

2050년 탄소중립을 달성한 우리 사회는 어떤 모습일까? 탄소중립을 이루려면 무엇을 어떻게 바꿔야 하는 걸까? 우리 사회 온실가스 배출의 86.9%(2018년 기준)가 에너지 부문에서 배출되기에 에너지전환을 통한 탈탄소화가 핵심적인 내용이 될 것이다. 하지만 에너지전환만으로 탄소중립을 달성할 수는 없다. 광범위한 사회적 변화가 수반되어야만 한다. ‘2050 탄소중립 시나리오’란 탄소중립이 실현되었을 때 각 부문별 전환 내용을 전망해서 담은 우리 사회 미래 모습이다. 이 시나리오를 통해 사회 각 부문별 세부적인 정책 방향과 전환 속도 등



을 가늠할 수 있다. 이번 시나리오는 국내외적으로 이행에 대한 법적 구속력은 없다. 하지만 2050 탄소중립 달성을 위한 중간목표로서 2030년 NDC나 중장기 에너지 계획 등과 같은 후속 계획의 수립, 온실가스 감축 기술 개발 지원 방향, 사회 전환 속도 등 부문별 세부 정책에 대한 방향성을 제시하는 나침반 역할을 할 수 있다. 탄소중립 시나리오를 수립할 때는 다양한 요소들을 고려한다. 탄소중립을 위한 기술 혁신과 해당 기술의 상용화 가능성, 국민 인식과 생활양식 변화에 대한 고려, 경제적 비용과 편익, 일자리 변화와 식량·에너지 안보, 국제사회에서의 역사적 책임과 요구 등을 종합적으로 고려할 필요가 있다. 탄소중립 관련 이러한 사회·경제·기술적 여건이 급변하고 있기 때문에, 시나리오는 일정 기간마다 변화된 상황을 반영하여 갱신할 필요가 있다. 2050 탄소중립 시나리오 초안은 앞서 기술한 기술작업반에서 작성하였고 이를 2050 탄소중립위원회에서 검토 과정을 거쳐 정부와의 협의를 통해 수정된 초안을 구성하였다. 우선, ‘기후위기로부터 안전하고 지속가능한 탄소중립 사회’를 비전으로 제시하면서 책임성, 포용성, 공정성, 합리성, 혁신성의 다섯 가지 원칙을 시나리오 수립 원칙으로 제시하였다.

나. 온실가스 배출 현황과 추세

우리나라의 2018년 국가 온실가스 총 배출량은 727.6백만 톤CO₂eq이다. 분야별 직접 배출량을 살펴보면, 전환 부문에서 269.6백만 톤(37.1%), 산업 부문에서 260.5백만 톤(35.3%), 수송 부문에서 98.1백만 톤(13.5%),

건물 부문에서 52.1백만 톤(7.2%), 농축수산·폐기물 등 기타 부문에서 47.4백만 톤(6.6%)을 배출한다. 전환 부문에서 생산된 전력 소비에 따른 간접 배출량까지 포함하면 산업 부문 배출이 54.0%(392.9백만 톤)로 절반을 넘고 건물 부문이 24.6%(179.2백만 톤), 수송 부문이 13.7%(99.6백만 톤), 농축수산·폐기물 등 기타 부문이 7.7%(55.9백만 톤)를 차지한다. 산업과 건물, 농축산부문의 배출량과 비중이 증가하게 된다.

표 1 2018년 우리나라 온실가스 부문별 배출량

(단위: 백만 톤 CO2eq 달러)

구분	배출량(직접)	총 배출량 대비 비율	배출량(직접+간접)	총 배출량 대비 비율
전환*	269.6	37.1%	269.6	(37.1%)*
산업	260.5	35.8%	392.9	54.0%
건물	52.1	7.2%	179.2	24.6%
수송	98.1	13.5%	99.6	13.7%
폐기물	17.1	2.4%	17.1	2.3%
농축산	24.7	3.4%	33.2	4.6%
탈루 등	5.6	0.8%	5.6	0.8%
흡수원	-41.3	-5.7%	-41.3	-5.7%
총 배출량	727.6	100%	727.6	100%
순 배출량	686.3	94.3%	686.3	94.3%

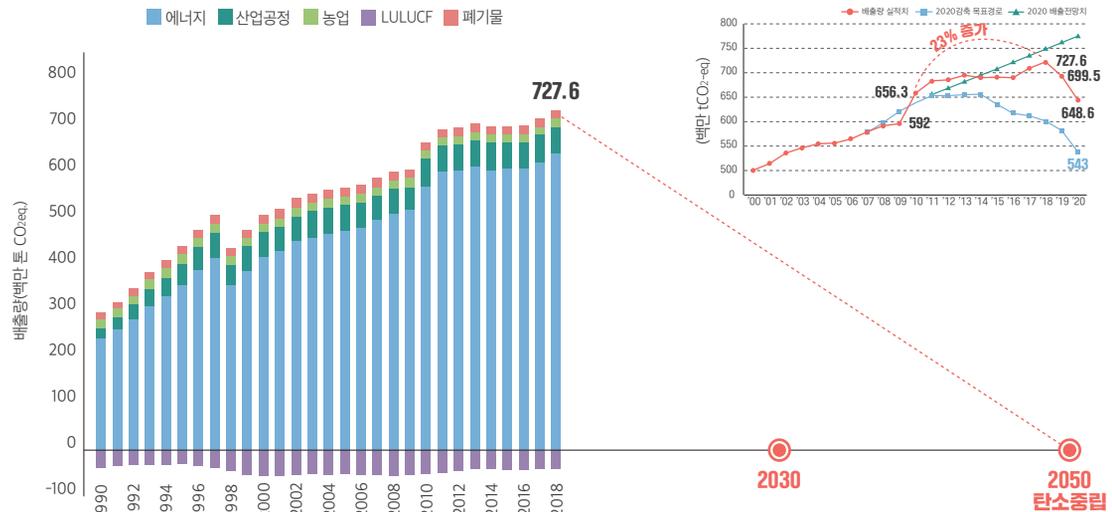
주: *전환은 직접 배출과 간접 배출을 모두 합한 배출량 합산에는 포함되지 않음.

우리나라의 2018년 온실가스 총 배출량은 세계 전체 배출량 가운데 약 1.51%로 추정되는데 전 세계 11위에 해당한다. 배출 비중이 높은 3대 국가인 중국(26.1%), 미국(12.7%), EU(7.5%)의 합계 배출량이 46.3%, 10대 다 배출 국가들의 합계 배출량이 68%에 달하는 반면 저배출 100대 국가들의 합계 배출량이 전 세계 배출량의 3%에 불과해 국가 간 배출량 편차가 상당히 크을 알 수 있다. 우리나라의 경우, 인구가 전 세계 인구의 0.7%인 데 비해 온실가스 배출량 비중이 2배 이상 높다. 산업혁명이 시작된 1750년대부터 현재까지 누적 배출량에 있어서 우리나라는 세계 누적 배출량의 1%를 차지하면서, 순위로는 미국, 중국, 러시아, 일본, 인도, 캐나다, 우크라이나, 남아공 등에 이어 세계 18번째(EU를 하나의 배출 단위로 볼 때는 14번째)에 해당한다(Our World in Data, 2021). 다만 순위가 높은 3대 국가의 누적 배출량 비중이 약 70%(미국 25%, EU+영국 22%, 중국 12.7%)에 달하고 5대 국가(3대 국가+러시아 6%+일본 4%)의 누적 배출량이 80%에 달하기에 순위에 비례해서 역사적 누적 배출 책임이 그만큼 무겁다고 보기는 어려운 측면이 있다.

우리나라 온실가스 배출은 꾸준히 증가해왔다는 점에서 2050 탄소중립 목표는 달성이 쉽지 않다고 할 수 있다. 국제 기후변화 협상에서 비교 기준으로 주로 사용되는 1990년의 총 배출량 292.2백만 톤에서 2018년 배출량(727.6백만 톤)은 149% 증가한 것이다. 2019년과 2020년 추정 배출량은 각각 699.5백만 톤과 648.6백만 톤으로 2018년 대비 3.8%, 10.9% 감소한 것으로 나타났다. 하지만 이러한 배출량 감소에도 불구하고 2009년

에 선언한 2020년에 배출량을 543백만 톤으로 감축하는 감축목표(배출 전망치 대비 30% 감축)를 달성하지 못했다. 이제 2018년부터 2050년까지 32년 동안 1990년 이후 배출 증가분은 물론 그 이전의 배출량도 최대한의 감축과 흡수, 제거를 통해 탄소중립을 달성해야 한다.

그림 3 한국의 2050 탄소중립 목표 실현 가상 경로(왼쪽 아래)와 역사적 배출 추세(오른쪽 위)



다. 2050 탄소중립 시나리오의 전제와 내용

1) 2050 탄소중립 시나리오의 전제

2050 탄소중립 시나리오 수립을 위한 주요 변수의 2050년 전망치는 2020년에 수립한 LEDS에서 활용한 것을 사용하였다. 인구 추이는 통계청의 「장래인구추계: 2015~2065」를 따랐는데, 우리나라 인구는 2031년 5,296만 명을 정점으로 서서히 감소하여 2050년 4,943만 명이 될 전망이다. GDP 성장률은 한국개발연구원(KDI) 추정치에 근거한다. 이에 따르면, 우리나라 GDP 성장률은 2018년부터 2040년까지는 연평균 1.9%, 2040년부터 2050년까지는 연평균 1.0%이며 2050년에는 0.9%로 예측된다. 국제유가는 제3차 에너지기본계획(2019~2040)의 전제조건이 2050년까지 유지되는 것으로 가정해서 도출한 결과 2050년 국제유가는 배럴당 136달러로 추정되었다. 산업구조는 산업연구원 전망치(2019)를 활용하였다. 2050년에는 2018년에 비해 서비스업의 비중은 65.9%에서 69.6%로 제조업 비중은 32.0%에서 29.2%로 다소 하락하지만 생산액은 511조 원에서 786조 원으로 증가할 것으로 전망되었다.

에너지 수요량의 경우, 2050년에는 2018년 225.8백만 TOE 대비 5.0%가량 감소하여 222.6백만 TOE이 될 것으로 가정하였다. 2018년에 부문별 에너지 수요는 산업 부문(62.1%), 건물(20.8%), 수송(15.9%), 농축수산(1.2%) 순이었다. 최종에너지 기준으로 원별 소비를 보면, 석유(48.7%), 전력(20.1%), 석탄(14.2%), 도시가스(11.7%), 신재생에너지(4.0%), 열에너지(1.2%) 순이었다. 2050년에는 주로 건물, 수송 분야에서 에너지 수요가 감소하는 반면 이산화탄소의 포집 및 저장·활용(CCUS), 수소 생산과 같은 신기술에서 에너지 수요가 늘어날

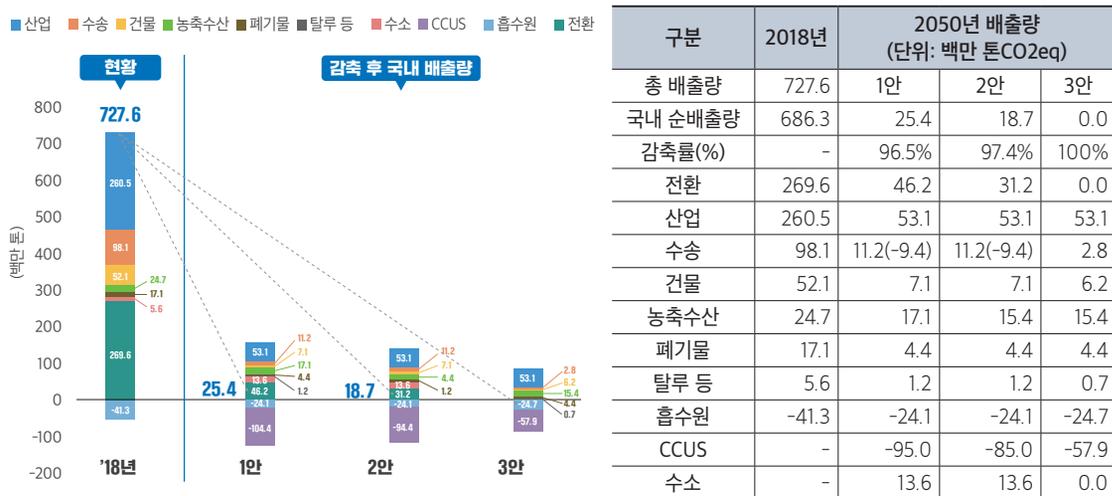
것으로 예측된다. 최종에너지 경우, 석탄·석유·도시가스 등 화석연료 소비는 크게 감소하고, 전력과 신재생에너지, 수소 수요가 크게 늘어날 것으로 전망되었다.

2) 2050 탄소중립 시나리오의 구성과 내용

우선 앞서 기술한 대로, 2021년 8월 5일 3개 시나리오로 구성된 2050 탄소중립 시나리오 초안이 공개되었다. 3개 안은 모두 탄소중립을 목표로 하면서 화력발전(석탄, LNG) 유무, 전기·수소차 비율, 건물 에너지 관리, 축산 관리, CCUS·흡수원 확보량, 수소 공급방식 등 핵심 감축수단을 다르게 적용해서 구성한 것이다. 1안은 기존 체계와 구조를 최대한 활용하면서 기술발전, 원·연료 전환 등을 고려한 것이고 2안은 기술발전, 원·연료 전환에 생활양식 변화를 추가적으로 고려하여 온실가스 배출을 더욱 줄인 것이다. 3안은 화석연료 소비를 더욱 과감하게 줄이고 수소를 전량 그린수소로 공급하는 등 획기적으로 감축하는 방안이다.

3개 시나리오의 가장 큰 차이는 전환 부문에서 발생한다. 2018년 526.1 TWh였다. 2050년에는 사회 전반적으로 전력화가 진행되면서 2050년 전력수요는 2018년 전력소비량 대비 221.7~230.7% 증가한, 1,166.5~1,213.7 TWh로 추정하였다. 1안은 석탄발전을 설계수명으로 30년을 인정해서 지속적으로 유지하는 안이고 2안은 LNG 발전만 일부 유지하는 안이다. [그림 4]에 제시된 것처럼 3개 안 모두 탄소중립 달성을 목표로 하지만 1안과 2안은 석탄과 LNG를 둘 다 남겨두거나 LNG를 남겨두는 안이어서 CCUS로 95백만 톤과 85백만 톤으로 처리하는데도 각각 국내 잔여 배출량이 25.4백만 톤과 18.7백만 톤이 남아(국내 온실가스 감축률 각각 96.5%와 97.4%) 해외조립이나 국제탄소시장 등 국제협력을 통해 잔여 배출량을 해결하는 방식이다. 3안은 재생에너지 70.8%에 무탄소 전원으로 전환하여 전환 부문 배출이 0이 되고 CCUS로 57.9백만 톤을 처리하여 해외협력 없이 국내에서 탄소중립을 달성하는 안이다.

그림 4 2050 탄소중립 시나리오 초안



출처: 2050 탄소중립위원회, '2050 탄소중립 시나리오 초안' 재구성

하지만 초안 발표 후 이해당사자와 국민 여론 수렴 과정을 통해 국내에서 탄소 중립을 달성하지 못하는 시나리오 초안 1, 2안에 대한 시민사회의 강력한 문제제기가 있었을 뿐 아니라 특히 2050년에도 석탄발전을 유지하는 1안에 대한 사회적 수용성이 상당히 낮다는 사실을 확인하게 되었다. 탄중위의 탄소중립 시민회의의 속

의과정을 통해서도 2050년 이전에 석탄발전을 중단해야 한다는 의견이 79.3%에 달했다. 수명대로 가동한 후 폐쇄해야 한다는 의견은 16.3%에 불과했다. 따라서 시나리오 최종안에서는 근거 법률과 보상방안 마련을 전제로 해서 석탄발전을 포함한 초안의 1안을 폐기하고 나머지 두 안을 남겨 놓되 IPCC 1.5°C 특별보고서를 토대로 모든 국가가 2050년에 탄소중립을 추진한다는 전제에서 국외 감축분 없이 국내 순배출량을 0으로 보다 강화해서 2개의 시나리오로 구성하였다.

두 시나리오는 전환과 수송, 수소, 탈루에서 차이가 있으며 그 외 부문에서는 동일하다. 배출을 최대한 줄이고 남아 있는 배출량(A안에서는 80.4백만 톤, B안에서는 108.3백만 톤)에 대해서는 산림 등 흡수원과 CCUS 등 제거기술을 통해 온실가스를 흡수·제거하여, 최종 순배출량은 영(0)이 되는 것으로 가정하였다. 첫 번째 시나리오(A안)에서는 전환 부문에서 화석연료 발전을 전면 중단해서 전환 부문 배출을 0으로 하였으며 수송 부문에서도 전기차와 수소차를 97%까지 확대하고 수소는 그린수소로만 생산해서 배출을 최소화했다. 두 번째 시나리오(B안)에서는 A안과 마찬가지로 석탄발전은 중단되지만 유연성 전원 용도로 LNG 발전은 일부 유지하는 것을 가정하였다. 또한 수송 부문에서는 대체연료(e-fuel 등) 개발이 이루어져 내연기관차도 일부 남아 있는 것으로 가정하였다. B안은 A안에 비해 배출이 많지만 CCUS 등의 흡수·제거 기술을 보다 적극적으로 활용하여 최종 순배출량은 0이 된다.

그림 5 최종 2050 탄소중립 시나리오



출처: 2050 탄소중립위원회, '2050 탄소중립 시나리오' 재구성

A안과 B안에서 정도의 차이는 있지만 재생에너지 확대는 필수적이다. 전환 부문의 경우 A안에서는 재생에너지가 70.7%, B안에서는 60.9%까지 재생에너지 비중이 확대된다. 원자력 발전은 설계수명 동안 운전하면서 점진적으로 감축하기 때문에 일정 수준의 발전량은 유지된다. A안과 B안의 원전 비중 차이는 이용률 차이에 기인하는데 A안에서는 지난 10년간 세계 원전 평균 이용률인 77%를, B안은 안전조치 강화를 전제로 87%를 적용하였기에 각각 발전량의 6.1%와 7.2%를 점한다. 이에 더해 아직은 상용화되지 않았지만 수소 이용 연료전지와 무탄소 신전원 터빈 등도 발전의 일부를 담당한다.

표 2 2050년 탄소중립 최종안의 전환 부문 온실가스 배출량과 발전원별 발전량(비중)

구분	A안	B안
배출량(백만 톤 CO2eq)	-	320.7
전력 발전량(TWh)	1,257.7(100%)	1,208.8(100%)
- 원자력	76.9(6.1%)	86.9(7.2%)
- 석탄	-	-
- LNG	-	61.0(5.0%)
- 재생에너지	889.8(70.7%)	736.0(60.9%)
- 연료전지	17.1(1.4%)	121.4(10.0%)
- 동북아 그리드	-	33.1(2.7%)
- 무탄소 가스터빈	270.0(21.5%)	166.5(13.8%)
- 부생가스	3.9(0.3%)	3.9(0.3%)

출처: 2050 탄소중립위원회, “2050 탄소중립 시나리오” 재구성

전환 부문은 탄소중립에 핵심이다. 하지만 전환 부문의 전환만으로 탄소중립을 달성할 수는 없다. 온실가스 배출의 36%(간접배출까지 합하면 54%)를 차지하는 산업 부문의 배출 감축 역시 중요하다. 2050 탄소중립 시나리오는 A, B안 모두 산업 부문 배출을 2018년 260.5백만 톤CO2eq를 51.1백만 톤CO2eq로 80.4%를 줄인다. 연료는 물론 원료와 공정의 전환이 필요하다. 하지만 산업 부문 배출은 A안과 B안의 총 배출량 중 각각 63.6%와 47.2%를 차지해서 2018년의 35.8%에 비해서 비중은 늘어나게 된다. 건물 부문의 경우, 건축물 에너지 효율 향상, 고효율기기 보급 등을 통해 2018년 소비량 46.9백만 TOE에서 36.0백만 TOE으로 약 23% 감소하며 온실가스 배출은 52.1백만 톤CO2eq에서 6.2백만 톤CO2eq로 88.1%를 줄여야 한다. 그 외 농축산 부문은 24.7백만 톤CO2eq에서 15.4백만 톤CO2eq로 37%를, 폐기물 부문은 17.1백만 톤CO2eq에서 4.4백만 톤CO2eq로 74.3%를 줄여야 한다.

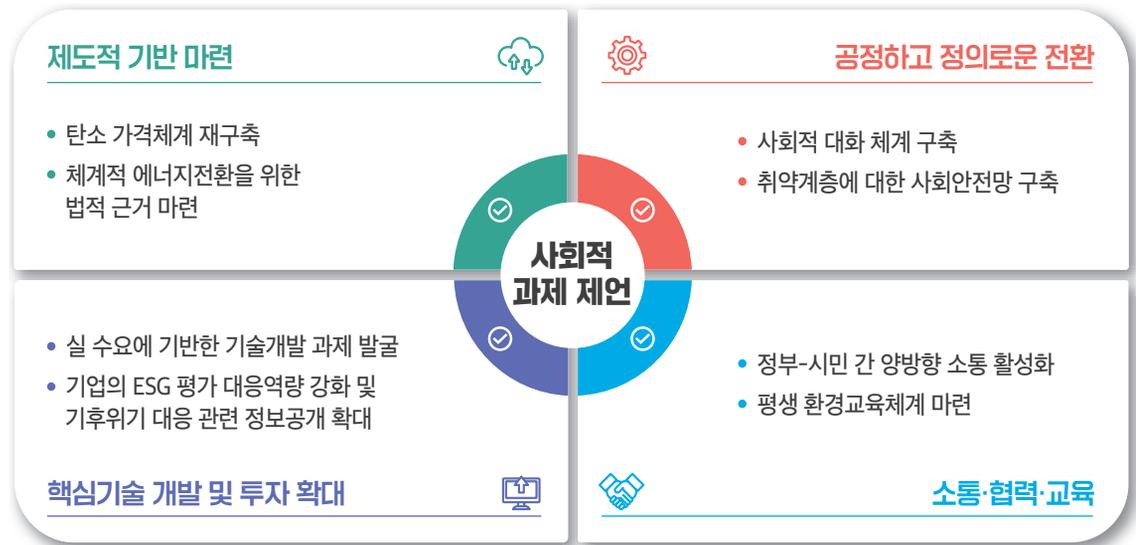
4. 향후 추진과제

2050년 탄소중립은 이제 모두가 지켜야 할 국제사회의 거스를 수 없는 규범으로, 다른 선진국들에 견줘왔을 때 우리에게 더욱 도전적인 과제다. 우리의 경우 온실가스 배출 정점이 2018년인 것으로 추정되고 있어 2050년까지 약 한 세대 동안이라 부를 수 있는 32년 만에 탄소중립을 달성해야 하기 때문이다. 특히 우리나라의 경우 다른 주요 선진국들에 비해 에너지 다소비 제조업 비중이 월등히 높은 데다 재생에너지 비중은 2020년 7% 대로 OECD 국가들 가운데 가장 낮은 상태다. 그만큼 어려운 조건에 놓여 있다. 하지만 국제사회가 기후변화 협약 당사국총회를 통해 1.5°C 목표와 이를 위한 탄소중립에 합의한 이상 가야만 하는 길이 되었다. 피할 수 없는 길이라면, 오히려 좀 더 빠르게 목표를 달성하는 것이 현명하다.

2050 탄소중립 달성을 위해서는 전 사회적 변화가 필요하다. 국내 온실가스 배출의 86.9%를 에너지부문이 차지하고 있기에 에너지전환이야말로 탄소중립에 핵심적이다. 기존 에너지체제의 물리적 인프라는 수명이 있는 데다 기존 에너지체제에 고용되거나 관련 업무로 생계를 영위하는 이해당사자들이 적지 않고 일반 시민들 또한 기존 에너지체제가 제공하는 풍부하면서도 값싼 서비스에 익숙한 만큼 에너지전환은 쉽지 않은 일이다. 최근까지 우리 사회가 가진 법·제도·정책이나 행정체계, 인력과 예산, 시장 구조와 운영 체계, 인프라 등이 대부분 기존 에너지체제를 유지 확장하기 위한 것이었기에, 변화는 쉽지 않다. 특히 재생에너지에 대한 지역사회 주민 수용성이 높지 않은 현실은 재생에너지 확대에 커다란 장벽으로 작용하고 있다. 2050 탄소중립이란 목표가 정해진 만큼 이제 어떻게 그 목표를 달성할 것인지 보다 구체적인 전략과 이행계획, 이행과 점검 등을 통한 목표 달성이 중요하다.

[그림 6]은 <2050 탄소중립 시나리오>에 제시되어 있는 사회적 과제를 요약적으로 보여준다. 탄소중립을 위해서는 제도적 기반을 마련하고 공정하고 정의로운 전환 방안과 핵심기술 개발 및 투자 확대 계획이 필요하며 소통과 교육이 필요하다. 제도적 기반 마련의 기초가 되는 “기후위기 대응을 위한 탄소중립녹색성장기본법”이 지난 8월 말 국회를 통과해서 9월 24일 공포, 내년 3월 25일 발효를 앞두고 있다(조항에 따라 발효일이 다름). 탄소중립기본법으로 2050년 탄소중립 목표가 법제화되었을 뿐 아니라 기후대응기금 설치가 명문화되고 기후영향평가, 온실가스감축인지예산제, 정의로운 전환특구 지정 등의 제도 도입이 가능해졌다. 2050년 이전에 탈석탄을 완료하기 위해서는 현재도 건설 중인 석탄발전소의 건설 유지와 중단에 대한 사회적 논의가 필요하며 건설 중단이나 설계수명(30년) 이전 폐쇄를 위해서는 사회적 논의를 통한 법적 기초 마련과 사업자와 노동자, 지역에 대한 적절한 보상·지원방안을 마련해야 한다. 이와 함께 탄소 배출에 대한 비용 부담, 즉 탄소 가격 체계 구축을 위한 논의가 사회적으로 본격화될 필요가 있다.

그림 6 2050 탄소중립 시나리오 달성을 위한 사회적 과제



특히 전환 부문의 변화가 시급하게 요청되는데 탄소중립위원회에서는 탄소비용을 가격에 반영하는 것을 부처에 제안하였다. 유상할당 비율 상향, 환경급전 강화, 전기요금에 탄소비용 반영 등이 세부 내용으로 포함된다.

이런 상황 변화가 있을 때, 전력 수요관리 효과를 기대할 수 있게 된다. 재생에너지 이용을 확대하는 것이 무엇보다 중요한데 이를 위해서는 풍력 원스톱서비스, 계획입지제도 도입, 환경·산림·농지 등 국토이용 관련 규제혁신 등과 함께 주민 수용성을 높이기 위한 주민주도 사업 발굴·지원 및 주민참여형 이익공유를 활성화해야 할 것이다. 재생에너지 중심 전력체계는 전력망에 대한 선제적, 계획적 투자를 통한 재생에너지 수용량 확대와 함께 재생에너지의 간헐성과 변동성을 고려한 잉여 재생에너지 저장과 전환, 유연성 자원 확충을 통한 전력 공급의 안정성 확보가 필요하다. 아울러 보다 다양한 시장 참여자의 시장 진입을 열기 위한 전력시장 개방과 전력시장 전문 규제기관 설립도 고려해야 할 것이다.

2050 탄소중립을 체계적으로 이행해나가기 위해서는 구체적인 이행계획을 수립하고 충실하게 이행해나가야 한다. 본문에서 충분히 다루지 못했지만 재생에너지 확대, 친환경 연·원료 전환 및 에너지효율 개선, 그린리모델링 확대, 친환경차 보급 확대, 친환경농업 확산 및 가축관리, 폐기물 감량 및 재활용 확대 등 부문별로 제시된 감축수단 모두 어느 하나 달성이 쉽지 않은 난제들이다. 정부는 「탄소중립·녹색성장기본법」에 따라 20년을 계획기간으로 하는 국가기본계획을 내년 3월까지 수립하여야 한다. 이 계획에는 중장기감축목표 달성을 위한 부문별·연도별 대책, 기후변화 적응대책, 정의로운 전환 대책, 녹색기술·녹색산업 육성 및 녹색금융 활성화 등의 내용이 포함된다. 각 부처가 안을 마련하고, 탄소중립위원회에서 검토·논의할 예정이다. 이제 목표는 분명하다. 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 전 사회적 노력을 경주해야만 한다. 이제 우리 겨우 이 엄청난 역사적 대장정의 출발점을 넘었을 뿐이다. 이제 다시 시작이다.

참고문헌

국내 문헌

- 2050 탄소중립위원회, 2050 탄소중립 시나리오, 2021
- 2050 탄소중립위원회, 2050 탄소중립 시나리오 초안, 2021

웹사이트

- UN 홈페이지, <https://www.un.org/en/climatechange>