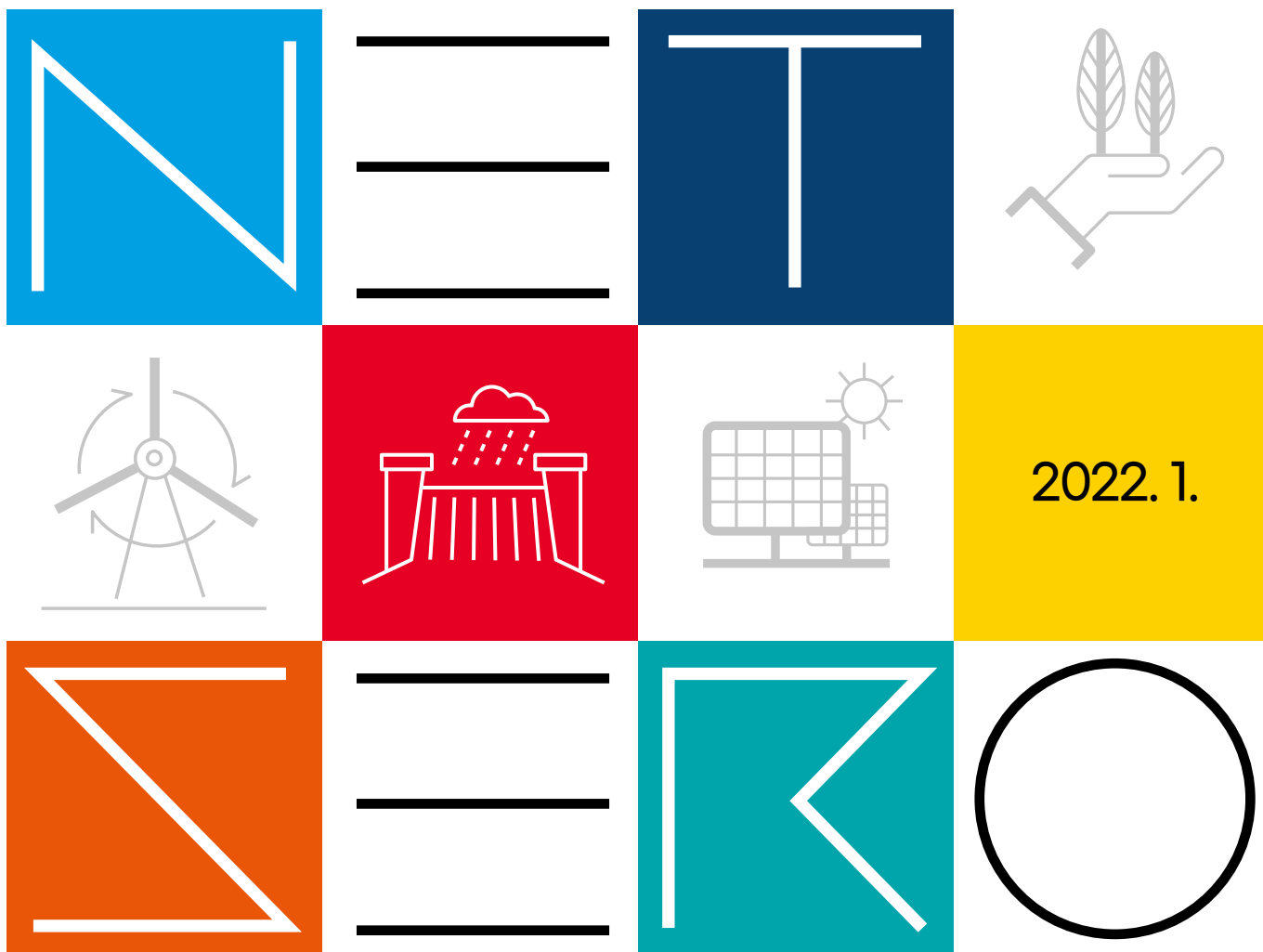


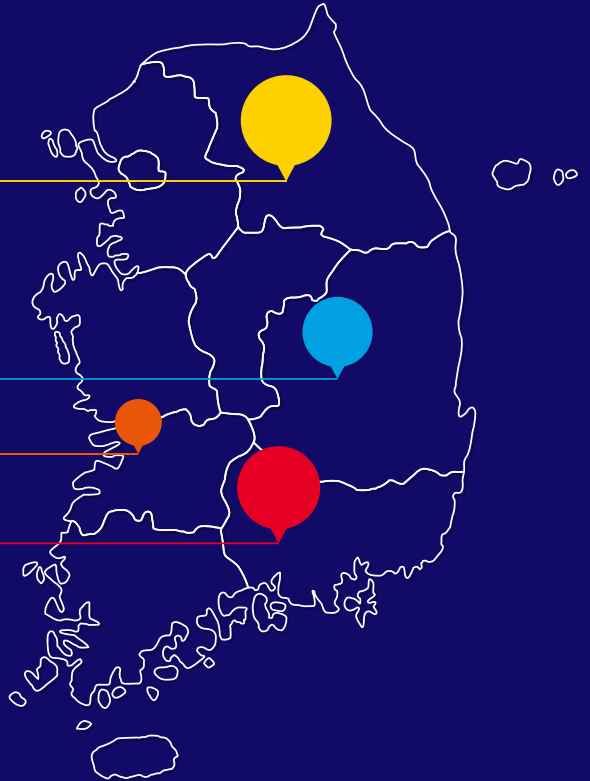
기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45개 과제



기후위기 해결을 위한
차기 정부의
탄소중립·에너지전환

45개 과제



이 보고서는 2022년 대통령선거를 앞두고
(사)에너지전환포럼이 각계 전문가들과 함께
차기 정부가 반드시 실행해야 하는 기후·에너지·환경 정책에 대해
논의한 내용을 정리한 정책 제안서입니다.

(사)에너지전환포럼은 에너지전환이라는 시대적 과제 해결에 동참하고자 하는
각계 전문가와 시민사회, 산업계, 정치권 등이 소속과 당적, 분야, 이해관계를 모두 내려놓고
뜻을 모아 결성한 공익법인입니다.

머리말	08
-----	----

요약문	10
-----	----

1장

탄소중립 실현을 위한 법·제도 기반 구축

1. 탄소중립을 위한 법률과 행정 체제의 재정비	18
부총리급 기후에너지부 신설, 에너지전환 정책 강력 이행	
2. 재생에너지 공급의 대폭적인 확대 전략	20
대규모 재생에너지 부지와 송전선로 확보	
3. 정의로운 전환을 위한 법적, 제도적 장치	22
피해 보는 집단이나 지역 없도록 세심한 정책 설계	
4. 지역 주도의 탈탄소 에너지전환 체제	22
지자체별 전력자립률 목표치 부여, 에너지 분권법 도입	
5. 공유경제 활성화를 위한 정책 개발 및 법제화	24
자동차, 의류 등 공유 통해 온실가스 및 미세플라스틱 감축 효과	
6. 탄소중립을 위한 녹색금융 활성화	24
자원 간 칸막이 제거, 공공재정뿐 아니라 민간 참여 유도	

2장

효율 향상을 통한 에너지 절감

1. 에너지효율향상 의무화 제도(EERS)의 법제화	28
공기업, 민간 에너지공급자도 효율화에 적극 나서도록	
2. M&V 제도화 및 전기요금 제도 개선을 통한 민간투자 확대	30
에너지 절감 성과 측정·검증 의무화, 수요관리형 요금체계 마련	
3. ESCO 투자사업 활성화를 위한 제도 개선 및 인센티브 강화	30
돈과 지식 없어도 누구나 부담없이 에너지절약 사업 가능하도록	

3장

재생에너지 확대와 사회갈등 예방·해결

1. 탄소중립을 위한 재생에너지 확대	34
재생에너지 산업 육성 및 공급 확대로 일자리 창출, 복지 확대	
2. 한국형 이익공유모델 개발·정착을 위한 법제도 정비	36
고질화된 갈등과 집단민원 예방, 재생에너지 수용성 제고	
3. 농민 주도형 에너지자립마을 조성사업	37
화석연료 줄이고 난방비·연료비 절감, 농가 소득 증가	
4. 에너지전환·탄소중립 관련 교육·소통·시민참여 프로그램 확대	38
시민 의식과 지지 여론이 에너지전환과 탄소중립의 원동력	
5. 전력산업기반기금 사용구조 혁신 등 예산 지원 체제 마련	38
올바른 에너지 정보 확산과 사회적 수용성 기반 조성 적극 지원	
6. 에너지·전력 분야 갈등해결 전문기구 설치·운영	40
정부 부처가 공동 참여하는 전문기구 필요, 전문가도 양성해야	

4장

에너지전환 실현을 위한 원전과 가스 정책

1. 전력망 운영에 심각한 장애를 주는 대형원전 축소	42
국내외 전력시장 패러다임 변화로 대형원전 축소 불가피	
2. 원전 출력감발로 인한 손실비용 최소화 대책 마련	43
대형원전 출력감발 손실비용 평가 시급	
3. 국내 녹색분류체계에서 원전은 제외	45
국내 원전, EU 녹색분류체계 초안의 원전 포함조건 충족불가	
4. 원전의 조기노후화 예방 및 안전문제에 집중해 대책 추진	46
원전의 부하추종 운전은 안전 위협, 대부분 국가에서 금지	
5. 가스터빈의 수소혼소와 수소터빈으로의 전환	47
국내 녹색분류체계의 과도기적 유연성 대안	

5장

에너지신산업·일자리 창출을 위한 전력산업 및 전력시장 개혁

1. 전력 운영시스템의 유연성 확보체계 구축
| 전력계통 안정화는 재생에너지 확대를 위한 필수요건 50
2. 전력시장의 진입장벽 완화
| 에너지 신산업을 일으키기 위한 규제완화와 시장개방 52
3. 전력시장의 공정경쟁 여건 조성
| 신규 사업자의 진입과 소비자의 선택 범위 확대를 위하여 53
4. 전력시장의 가격기능 활성화
| 전기요금 정상화는 전력시장 혁신의 전제 조건 54
5. 전력·가스 시장의 통합 및 독립 규제기관 신설
| 전력 및 가스 수급구조 효율화와 일관적인 규제 필요 56
6. 에너지정보 활용 기반 조성
| 독립 규제기관에서 수요자에게 공정하게 제공 57

6장

기후변화 대응과 지속가능한 사회경제 구축을 위한 조세개혁

1. 에너지원 소비과정에서 발생하는 외부비용의 내재화
| 탄소세 도입한다면, 어떻게 운영하는 것이 바람직한가? 61
2. 에너지 가격을 교란하는 지원의 최소화
| 각종 비과세 감면, 소비절약과 반대 유인 제공 부작용 62
3. 수송부문 변화에 따른 세제의 교정기능 보완
| 내연기관차 신차 판매금지 시점 2035년으로 확정해야 63
4. 에너지원에 대한 제세부담금의 단순화 및 유연한 세수활용
| 세목과 부담금 항목 한두 개로 통합, 보통세로 편입 64

7장

이상기후와 자연재해에 대비한 기후변화 적응 및 자연생태 정책

1. 사회·경제적 취약계층 배려한 기후변화 적응대책
| 교육·복지·고용 등 모든 부처의 정책 수립 시 확인하고 조정해야 66
2. 지방자치단체의 실질적 적응정책 수립·이행 강화
| 평가와 지원 통해 기후변화 적응정책의 상향 평준화 67
3. 주거·에너지 복지를 위한 그린 리모델링 활성화
| 온실가스 감축과 기후변화 적응 위한 핵심 사업으로 추진 68
4. 자연생태와 기후변화 적응의 통합 정책
| 이상기후와 자연재해 정책 강화, 통합적인 관점에서 대책 마련 68

8장

탄소중립을 위한 순환경제 정책

1. 탄소중립·친환경·순환경제를 위한 제품 설계지침 마련·집행
| 재사용, 재활용 가능하도록 제품 설계부터 바꾸고 표준화 72
2. 재사용·재활용 비중 정보 공시 의무화
| 자원집약적 제품 또는 산업부문 대상으로 우선 실시 73
3. 과대포장 금지 및 플라스틱, 비닐, 일회용품의 사용 금지
| 일회용품 퇴출하고 생산자가 재활용 책임지도록 74
4. 반납할 권리 보장, 폐기물 수거 및 관리 시스템 개선
| 폐배터리부터 폐기물에 의한 환경피해 최소화, 자원순환 극대화 74
5. 플라스틱세 도입을 통한 플라스틱 사용량 감소
| 세수 증대와 바이오 플라스틱 사업 활성화도 기대 75

9장

에너지전환을 위한 연구개발 혁신 전략

1. R&D 평가기준·구조 개선, 정부출연 연구원과 스타트업 협력 활성화
| '장롱특허', '연구를 위한 연구'는 이제 그만, 효용성 있는 연구해야 78
 2. 세부 기술 선택보다 주제지향형·시장통합형 R&D 추진
| 정보통신-전력-가스 시장의 융합 통해 혁신기술 이전 촉진 79
 3. 산자부와 과기부로 이원화된 원자력 R&D 기능 통합
| 원자력진흥위원회 해소, 원자력 R&D와 안전규제의 완전한 분리 80
 4. 원자력 R&D 사업의 구조조정과 방향 전환
| SMR, 소듐냉각 고속로 사업의 구조조정과 핵융합의 기초연구 전환 81
 5. 에너지전환을 위한 R&D의 장애 요인 해소
| 전력판매 시장의 개방, 행정절차 간소화 등 82
 6. R&D 사업의 유연성 확보 및 전략 조정을 위한 혁신 조직 신설
| 독일 정부의 '에너지전환 연구혁신 플랫폼' 벤치마킹 83
- ※ 부록 : 해외 발전기술 R&D의 경험과 교훈 84

머리말

21세기를 관통할 글로벌 이슈 중 인류에게 가장 큰 영향을 끼칠 5가지를 꼽으라면 무엇이 있을까? 아마 ‘전염병,’ ‘디지털 혁명,’ ‘고령화,’ ‘불평등,’ 그리고 ‘기후변화’를 손꼽는 이들이 많을 것이다. 이 중에서도 특히 기후변화는 인간이 영위해 왔던 기존의 생활양식을 송두리째 변화시키는 문명사적 전환을 요하는 중차대한 문제로 우리에게 다가오고 있다.

코로나 팬데믹은 기후문제를 인류의 뇌리에 각인시킨 결정적 계기가 되었다. 기후변화로 인해 야생동물들이 인수공통감염병을 쉽게 전파할 수 있는 조건이 만들어진 결과, 사스와 메르스에 이어 코로나바이러스까지 등장한 것이기 때문이다.

인류에게 닥친 질병 위기는 인간의 경제활동에 심대한 타격을 가함으로써 글로벌 경제위기를 초래하였다. 기후위기의 근저에는 지난 200여 년에 걸쳐 인류가 추구해 온 화석연료 중심의 ‘탄소경제’가 자리 잡고 있다. 결국 탄소경제를 극복하지 못한다면 기후변화로 인한 건강 및 사회경제적 피해는 더욱 심각해질 것이다. 말 그대로 기후위기는 인류의 생존과 직결되는 문제인 것이다.

기후위기를 해결하기 위한 정책은 두 가지로 대별된다. 온실가스 배출을 줄이기 위한 저감정책(mitigation policy)과 변화하는 기후에 맞춰 살아가기 위한 적응정책(adaptation policy)이 그것이다. 기후변화는 더 이상 미래 이슈가 아니고 지금 일어나고 있는 현재 문제이기에 적응정책은 매우 중요하다고 할 수 있다. 특히 홍수나 가뭄에 대비하기 위한 물적, 인적 인프라가 제대로 갖춰져 있지 않은 개발도상국의 경우 기후 적응은 주민 생존과 직결된다. 하지만 온실가스 감축 실패는 재앙 차원의 기후변화 피해를 야기할 수 있고, 이는 적응정책으로 감당할 수 없는 파국적 상황을 초래할 가능성이 있다. 그렇기에 오늘날 전 세계는 탄소중립을 위해 사활을 건 노력을 경주하고 있는 것이다.

이제 기후위기 대응은 환경문제를 넘어 경제문제이자 산업경쟁력 문제로 비화하고 있다. 세계적인 기업들은 100% 재생에너지로 생산된 전력만 사용하겠다고면서 ‘RE100’을 선도하고 있으며, 이를 자사의 글로벌 공급망에 강제하고 있다. EU는 2023년을 목표로 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism)를 본격 추진하고 있다. 자유무역 제한조치로 여겨질 수도 있는 이러한 무역질서의 변화는 기후위기 심각성에 대한 공감대가 넓어질수록 국제사회에서 정당화될 가능성이 크다. 여기에 우리가 선제적으로 대응하지 못한다면 대한민국은 기후외교의 낙오자이자 기후경제로부터 탈락하는 패배를 맞볼 수 있음을 깊이 인식해야 한다.

2020년대를 본격적으로 맞이한 현 시점에서 우리나라는 기후위기의 파고를 극복할 것이냐, 아니면 주저앉을 것이냐의 갈림길에 서 있다. 그만큼 탄소중립과 기후적응의 대장정을 위한 차기 정부의 역할은 중차대하다.

이 보고서는 기후위기 대응을 위해 차기 정부가 반드시 수립하고 실천해야 할 핵심 정책과제들을 제시하고 있다. 탄소중립 실현을 위한 법·제도 기반 구축, 에너지전환 실현을 위한 원전과 가스 정책, 재생에너지 확대와 그것을 둘러싼 사회갈등의 예방과 해결, 에너지효율 향상 전략, 전력산업 및 전력시장 개혁, 기후 대응을 위한 조세개혁, 자연재해에 대비한 국토 전반의 기후변화 적응

전략, 탄소중립을 위한 순환경제 정책, 그리고 에너지전환을 위한 연구개발 혁신 전략 등 9개 분야, 45개 중요한 정책을 각계 전문가들과 함께 선정했다.

기후문제는 이념이 아니라 생존이다. 성공적인 기후정책은 현재세대와 미래세대의 지속가능성을 높일 뿐만 아니라, 글로벌 시장에서 우리 경제를 살리고 경쟁력을 확보하게 할 것이다. 차기 정부가 에너지, 재정조세, 산업, 과학기술, 노동, 생태, 복지 등 모든 사회경제 정책을 탄소중립과 기후적응을 중심으로 새롭게 수립할 수 있기를 바라는 마음 간절하다.

에너지전환포럼 공동대표

홍종호 (서울대 환경대학원 교수)

전영환 (홍익대 전자전기공학부 교수)

임성진 (전주대 행정학과 교수)

박진희 (동국대 다르마 칼리지 교수)

요약문

제1장 탄소중립 실현을 위한 법·제도 기반 구축

2050년 탄소중립 실현을 위해서는 정부의 모든 에너지 계획과 부문별 정책을 탈탄소 전략에 따라 개편하고 이행해야 한다. 법적 정당성을 바탕으로 정부가 기후위기 대응 정책을 강력하게 추진할 수 있으려면 탄소중립을 지원하는 법·제도의 재정비가 필수적이다. 제도적 측면에서도 각 부처의 정책을 기후변화의 측면에서 통합 조정할 수 있는 근거가 구축되어야 한다.

이를 위해 재생에너지의 빠른 확대와 에너지효율 개선 정책의 효과적 이행, 전력망의 적시 확충과 스마트한 운영 등 에너지전환 정책의 구심점으로서 강력한 이행력을 가진, 부총리급 장관의 기후에너지부 신설이 필요하다.

탄소중립의 효과적이고 신속한 추진을 위해서는 무엇보다도 정부 모든 부처의 적극적 정책 실현이 관건이다. 이를 위해서는 부처에 대한 평가 시 탄소중립 실행 관련 실적을 반영하도록 해야 한다.

대규모 재생에너지 공급 계획 없이 에너지전환은 불가능하므로 이를 위해 중앙정부와 지자체가 적극 나서야 하며, 독립적인 전문규제기관에서는 전력시장, 송전망의 상황과 전망을 분석하고 계통운영의 경제성, 안정성을 검토하여 정부, 한전, 거래소와 협의하는 시스템을 구축해야 한다.

지붕형, 영농형 태양광 등 분산형 재생에너지 시설의 확산, 지역 중심의 분산형 재생에너지 체제 강화 역시 중요한 과제다. 이를 위해 지자체별 전력자립률 목표치를 부여해 달성 여부를 지방재정교부금 산정의 중요한 기준으로 제시한다면 큰 효과가 있을 것이다. 나아가 에너지 관련 지방정부의 역할과 권한을 강화하는 ‘에너지 분권법’ 제정, 과도한 이격거리 규제와 같이 에너지전환에 반하는 지방정부의 잘못된 권한 행사를 견제할 수 있는 법적 안전장치의 도입도 고려할 필요가 있다.

공유경제 활성화를 위한 정책 개발 및 법제화도 추진해야 한다. 자동차, 의류 등 공유 통해 온실가스와 미세플라스틱 감축 효과도 클 것이다.

탄소중립은 공공재정만으로 실행할 수 없기에 민간부문의 참여가 필수적이다. 민간 채원의 참여를 독려하기 위해 탄소가격 신호 강화, 정보공개 의무화, 탄소중립에 기여하는 금융상품이나 프로젝트의 수익률 지원 등의 정책 추진이 필요하다.

제2장 효율 향상을 통한 에너지 절감

에너지 절감은 탄소중립 달성과 지속가능한 에너지경제 구축을 위한 제1의 에너지원이다. 에너지효율 향상 등의 에너지 절감 사업은 여타 에너지 사업에 비해 경제성이 월등히 높고, 온실가스 감축 기여도와 일자리 창출 효과도 크다.

에너지효율향상 의무화 제도(EERS)를 법제화해 공기업은 물론 민간 에너지공급자도 에너지 효율화에 적극 나서도록 해야 한다.

에너지절감 사업을 촉진할 수 있는 근본적인 방안은 현재의 기형적 전기요금체계를 정상화하는 것이다. 전기요금 제도를 개선해 에너지절감 사업에 따른 경제성을 향상시키고 일부 연기금과 같은 장기투자형 녹색금융의 시장 참여를 적극 유도해야 할 것이다. 그리고 에너지절감 성과의 측정과 검증(M&V)이 확실하게 이뤄질 수 있도록 제대로 된 체계 마련이 시급하다. 에너지공급자 수요관리 투자사업 투자운영 규정이나 에너지이용합리화사업을 위한 자금지원 지침 등에 에너지 절감 측정과 검증 의무화와 제3자 검증을 독려하는 지원책을 마련할 필요가 있다.

노후화된 시설을 고효율로 바꾸고자 하나 부담이 커 사업을 추진하지 못할 경우, 에너지절약기업(Energy Service Company, 이하 'ESCO')이 대신 자금을 조달해 사업을 추진하고 절감 효과도 보증해줘 추후 발생하는 에너지 절감액으로 자금을 상환하게 하는 ESCO 투자 사업은 에너지 사용자의 기술적, 경제적 부담을 없애준다. ESCO 투자사업 활성화를 위해 정책융자금 규모를 늘려야 하며 추진 절차를 편리하게 해주는 제도 개선, 인센티브 강화 등을 추진해야 한다.

제3장 재생에너지 확대와 사회갈등 예방·해결

2050년까지 탄소중립을 달성하기 위해선 재생에너지 확대가 절실하고, 재생에너지를 늘리기 위해선 입지 예정 지역 주민들의 반발을 참여로 바꾸는 수용성 제고에 대한 노력이 필수적이다.

탄소중립과 재생에너지 확대를 위해 가장 시급한 과제는 화석 연료에 대한 각종 지원을 단계적으로 축소하는 일이다. 화석연료에 대한 특별관세, 인프라 투자 지원, 각종 소비자 보조금 등을 10년 안에 순차적으로 폐지해야 한다. 화석연료에 대한 행정적·재정적 지원을 없애면 화석연료 가격은 상승하게 되고, 이는 에너지절약 및 재생에너지 산업이 성장할 수 있는 환경을 조성한다.

탄소중립은 제한된 시간에 달성해야 하는 국제사회가 요구하는 급박한 국가적 과제이다. 재생에너지 공급 확대는 에너지 안보 확대이며, 국방·식량 안보는 에너지 안보 없이 실현 불가능하다. 탄소국경조정제와 RE100으로 상징되는 신기후체제에서 한 나라의 산업경쟁력은 재생에너지 공급 능력이 좌우한다. 재생에너지 산업 육성 및 공급 확대는 일자리 창출 수단이자, 복지 확대 전략이다.

수출경쟁을 유지하기 위해서는 아직 경제 수명이 남은 기존 화석연료 자산을 폐기해야 한다. 기존 에너지 부문을 폐기하는 과정에서 갈등이 발생할 수밖에 없는데, 갈등 해결의 핵심은 투명성과 공정성이다. 이해관계 조정에는 국가의 재정투자가 필수적이다. 온 국민의 이해와 동의가 필요하고, 국가의 지속적이고 일관된 업무추진을 위한 에너지 및 기후 업무의 거버넌스 개편도 요구된다.

재생에너지를 확대하려면 설치 예정부지 주민들의 반발 여론을 찬성으로 돌릴 방법을 모색해야 한다. 이를 위해 한국형 이익 공유 모델을 개발하고 정착시켜야 한다. 발전사업자와 지역주민, 정부가 재생에너지 발전을 통해 얻는 이익을 나눠 갖는 방식이다. 농촌 지역에는

농민주도형 에너지자립마을 구성을 통해 농업 분야의 화석연료 소비량을 줄이고 농가의 소득을 증진시키는 노력이 필요하다.

시민의식과 지지여론을 높이기 위한 교육·소통·시민참여 프로그램 확대 전략이 필요하다. 이를 위해 전력산업기반기금의 사용 구조를 혁신하고, 사회적 수용성 기반 조성사업을 적극적으로 지원해야 한다.

재생에너지 설비, 송변전시설 등 전력·에너지 관련 시설의 신설·확충 과정에서 각종 갈등과 집단민원이 빈발한다. 이로 인해 사업 추진에 난항을 겪는 경우가 많아 에너지전환 및 탄소중립 실현에 심각한 걸림돌이 되고 있다. 이러한 갈등과 집단민원을 신속히 해결하기 위해 전문성 있는 전담기구를 설치·운영할 필요가 있다.

제4장 에너지전환 실현을 위한 원전과 가스 정책

국내 원자력계는 최근 EU 집행위원회의 녹색분류체계(Taxonomy) 초안에 원전이 포함되었기 때문에 국내 녹색분류체계에도 원전을 포함시켜야 한다고 주장하고 있다. 또한 건설 취소된 신한울원전 3,4호기의 건설도 다시 추진하자는 주장을 하고 있다. 그러나 EU 녹색분류체계 초안에 대한 독일, 오스트리아 등 서유럽 6개국의 반대가 강해 초안대로 최종 합의가 이뤄지기는 어려운 상황이다. 만약 합의가 되더라도 2050년까지 핵폐기물 최종처분장 건설 및 운영 세부계획 제시, 최선진기술 및 사고저항성 핵연료의 적용 등을 원전 포함의 전제조건으로 두고 있기 때문에 그 까다로운 조건들을 모두 충족시켜 원자력계가 혜택을 볼 수 있으리라고 기대하기 어렵다.

국제적으로 재생에너지가 급격히 증가하면서 전력 시장에서 향후 필요한 발전 기술은 모두 작고 유연해야 한다는 것이 각국 전력당국과 전력학계의 통일된 입장이다. 지난 2020년 무려 1,200억원의 손실을 감수하고 대형원전을 5개월간 50% 출력감발 운전한 영국 사례나, 지난 6년간 수명연한이 10년 이상 남은 원전 7기를 조기 폐쇄한 미국 사례는 새로운 전력 시장 패러다임에서 대형원전이 일으키는 문제에 대처하는 교육책이었다.

국내에서도 재생에너지 증가로 순수요가 낮은 연휴 기간 대형원전의 출력감발을 시작하고 있다. 재생에너지 비중이 30%대에 도달하는 2030년 이전부터 현재 가동 및 건설중인 대형원전의 장기간 출력감발에 따라 천문학적 손실이 발생할 것으로 전망된다. 전력망 운영에 심각한 장애를 주는 대형원전은 축소가 불가피하며, 앞으로 발생할 대형원전의 출력감발에 따른 손실에 대해 심층적으로 평가하고 그 손실을 최소화하기 위한 대책을 강구해야 한다. 또한 이 같은 상황에서 신한울원전 3,4호기를 다시 건설하자는 일부의 주장은 원전 출력감발로 인한 손실을 더욱 확대시킬 것이 분명하다는 점을 명확히 인식해야 한다.

최근 원자력계 일부에서 원전도 부하추종 운전이 가능하다는 주장을 하고 있다. 그러나 부하추종 운전은 원자로 핵연료 손상, 안전 관련 설비들의 피로 증가, 조기 노후화 등의 문제를 일으키기 때문에 미국 핵규제위원회(NRC)는 물론 미국의 안전규제를 참조하는 한국, 일본에서도 금지되고 있다. 국내외 안전규제 제도에서나 설계상으로도 원전 부하추종 운전은 부적절하므로 노후화가

진척되는 원전들의 설비 안전점검과 불시정지 및 사고의 예방에 집중해야 한다.

국내 녹색분류체계에서 원전은 제외해야 한다. 천연가스는 한시적으로 포함시키되, 수소(또는 수소운반체)의 생산, 저장, 수송의 경제성이 확보되는 시점에 맞추어 천연가스에 대한 녹색분류체계의 지원을 일몰시키는 유연성을 발휘할 필요하다. 유연성 발전기가 재생에너지 확대를 위해서도 꼭 필요하기 때문에 당분간은 가스발전소를 운영할 수밖에 없다. 가스터빈에 수소와 천연가스를 함께 태워 발전하는 수소혼소를 늘려가면서 가스터빈의 이산화탄소 배출량을 감소시키고, 가스터빈은 점차 수소터빈으로 전환시켜야 한다.

제5장 에너지신산업·일자리 창출을 위한 전력산업 및 전력시장 개혁

재생에너지 확대는 재생에너지 시설 보급, 보조서비스 시장 개설 등을 통해 새롭고 다양한 서비스 산업을 파생시킬 것이고 이는 자연스럽게 부가가치 창출과 좋은 일자리 늘리기로 이어질 것이다. 재생에너지를 확대하기 위해서는 전력운영 시스템이 유연해져야 한다. 전력수요에 비해 재생에너지 출력감소로 공급이 부족할 때는 보조서비스 시장의 유연성 자원 확보로 대응하고, 과잉공급으로 출력제한을 해야 할 때는 기존 발전설비의 최소출력 기준 완화 또는 잉여전력 처리 등으로 해결할 수 있어야 한다. 이를 위해 현재의 경직적인 전력운영 시스템을 개혁해 실시간 시장을 개설하고 보조서비스 시장을 개설할 필요가 있다.

국가성장동력으로서 신산업을 일으키기 위해서는 에너지 시스템 전반의 규제 완화와 시장 개방이 필요하다. 특히 중소기업 친환경 분산에너지원의 확대는 전력거래 메커니즘을 경쟁적 시장구조로의 전환을 요구하므로 현재 한전이 독점하고 있는 소매시장을 다수 사업자들이 경쟁하는 시장구조로 바뀌어야 한다.

전력판매 부문에 진입장벽을 허물어서 P2G(Power to Gas: 전력을 가스 형태로 저장), P2H(Power to Heat: 전력을 열에너지로 전환), V2G(Vehicle To Grid: 전기차 배터리 전력을 전력망으로 재송전), 수요자원 활용 등 분야에 스타트업 기업들이 비즈니스를 창출할 수 있는 여건을 만들어야 한다.

도매시장에서의 전력구입 비용이나 망 이용요금 등 신규사업자가 통제할 수 없는 비용요인에서 차별적 대우가 없도록 해야 한다. 송전망 서비스를 모든 사업자에게 차별 없이 제공하는 망 중립성을 확보하고 에너지 생산과 판매에서 공정하게 경쟁할 수 있도록 여건을 조성하며, 전력시장의 가격기능을 회복하여 전력산업의 효율을 높여야 한다. 전기요금 정상화는 전력시장 혁신의 전제조건이다. 재생에너지와 전통발전기 간 경제적인 자원분배, 에너지 신산업 활성화, 효과적인 수요관리는 실시간 시장과 가격기능이 회복되지 않는 한, 실현되기 어렵다.

에너지전환 과정에서 가스가 탄소중립을 위한 과도기적 역할을 수행한다는 점에서 가스 시장에 대한 일관적이고 통일적인 규제도 중요하다. 그동안 국제에너지기구(IEA)는 우리 정부에 전기위원회의 독립을 지속적으로 권고해 왔다. 전기위원회의 독립은 물론 가스 시장의 규제 기능까지 통합한 전력·가스 독립 규제기관의 설립이 필요하다. 2021년 2월 발생한 미국 텍사스의 정전사태는 전력과 가스 시장의 규제 체제가 양분되어 상호 모순적인 상황에서

촉발된 것으로 분석되었다. 텍사스 정전사태와 같은 혼란을 사전에 방지하고 에너지전환의 과정에서 천연가스가 과도기적 유연성 전원의 역할을 원활히 수행할 수 있도록 전력·가스 통합 규제기관이 반드시 필요하다.

에너지정보의 개방과 공유는 신산업 활성화를 위해 중요하므로 전력 데이터 관련 전담기관을 설치해 수요자에게 공정하게 제공할 필요가 있다.

제6장 기후변화 대응과 지속가능한 사회경제 구축을 위한 조세개혁

탄소중립 경제로 전환하는 과정에는 조세 개혁이 반드시 동반돼야 한다. 기존의 복잡다단하고 불투명한 에너지 세제·부담금의 세입구조를 단순화, 디지털화, 투명화해야 한다. 기존 목적세 위주의 세출 구조는 정부 부처별, 용도별 칸막이에 갇힌 채 고정 지출되고 있으나, 이는 관련 부처 및 산하기관들의 도덕적 해이를 야기하고 건설토목 사업에 중복 투입되고 있어 예산낭비 논란을 유발해왔다. 이를 보통세(개별소비세)로 통합해 일반회계에서 매년 예산검토를 거쳐 배분하는 형태로 유연화, 투명화, 효율화해야 한다.

‘탄소세’의 도입은 소비과정에서 탄소 배출을 줄이는 가장 확실하고 명확한 정책이라 할 수 있다. 소비재에 탄소가격이 반영됨에 따라 탄소 배출이 많은 재화의 소비가 억제되어 탄소 배출 감축에 기여할 수 있기 때문이다. 또한 탄소세가 탄소배출권거래제와 잘 결합할 경우, EU 등이 추진하고 있는 탄소국경조정제가 오히려 우리나라에는 기회로 작용할 수도 있다. 이를 위해 기존의 에너지에 대한 세제부담금이 탄소국경조정제의 탄소가격 범주에 포함되도록 조정하는 등 탄소세 신설 시 세밀하게 구성해야 한다.

그리고, 탄소세 신설로 생기는 세수는 산업의 탈탄소 체제 이행과 기후대응기금 조성, 정의로운 전환에 활용해야 한다.

에너지 가격을 교란하는 지원은 최소화해야 한다. 각종 비과세·감면 조치 등은 에너지소비 절약과 반대 유인을 제공해 부작용을 일으키기 때문에 우선적으로 개편해야 한다. 조세지출(가격지원)로 해당 집단을 지원하던 것은 재정지출(소득지원)로 지원방식으로 전환해야 한다. 조세지출 방식의 지원 규모는 점진적으로 축소하되 바우처 제도를 확대·강화하는 등의 방향으로 지원 방식을 바꾸고, 총 지원 규모는 유지하는 것이 적절하다.

제7장 이상기후와 자연재해에 대비한 기후변화 적응 및 자연생태 정책

지금 당장 인류가 온실가스 배출을 전혀 하지 않는다고 해도 기후변화를 멈출 순 없으며, 폭염과 폭우, 태풍 등 각종 기상 재해의 강도는 갈수록 심각해질 수밖에 없다. 이에 따라 실질적이고 구체적인 기후변화 적응대책 수립이 필수적인데, 핵심은 사회·경제적 취약계층을 세심하게 배려해야 한다는 점이다.

특히 폭염과 혹한으로 위협받는 취약계층의 주거 및 에너지 복지를 위해 주택 단열과 에너지효율 개선은 기후변화 적응을 위한 핵심 사업이므로 적극 추진되도록 해야 한다.

모든 부처에서 기후변화적응정책을 수립할 때 사회·경제적 취약계층을 배려하도록 하고, 그에 대한 확인과 정책 조정이 확실하게 진행되어야 한다. 여성을 포함한 사회·경제적 취약계층을 배려하는 정책이 특정 부처(보건복지부, 고용노동부, 여성가족부 등)만의 업무가 되지 않도록 제도를 개선해야 한다. 이를 위해 「저탄소 녹색성장 기본법」(또는 이에 상응하는 제·개정 법률)에서 법제화하고 「정부업무평가 기본법」에서 이행 여부를 확인·평가하도록 제도화할 것을 제안한다.

또한, 기후변화 적응을 위해 무엇보다 지방자치단체의 역할이 중요하므로 지방자치단체의 실질적 정책 수립과 이행을 강화하기 위한 조치가 필요하다. 「탄소중립기본법」에서 지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획을 규정하는 만큼, 시행령에서 주무 중앙행정기관의 한계를 넘어서서 전 정부적으로 지자체를 지원함으로써 ‘지방 기후위기 적응대책’의 실행력이 강화되도록 해야 한다. 기후변화 적응대책 세부시행계획의 ‘수립 지침’을 개정해 각 지자체가 서로 다른 대책을 구체적으로 수립하고 적용하며 보완·개선할 수 있는 역량을 제고해야 한다. 그리고 ‘이행평가 지침’을 개정해 지자체 간 비교 평가를 통해 지자체들의 기후변화 적응 정책을 상향 평준화해야 한다.

기후변화가 자연생태계에 미치는 영향, 생태계와 사회·경제의 상호작용에 대한 연구가 미흡하며 자연생태와 기후변화를 동시에 고려하는 기후변화 적응대책 역시 부족한 상황이다. 두 문제에 분리해서 대응하는 것보다 동시에 통합적인 관점에서 대책을 마련하고 시행해야 시너지가 생긴다. 자연생태와 기후변화 적응을 통합적인 관점에서 다루는 정책을 수립해야 한다.

제8장 탄소중립을 위한 순환경제 정책

순환경제 활성화는 기후변화를 완화하며 필요자원을 확보하고 자원 생산성을 높이기 위해 필수적이다. 순환경제 활성화에 가장 효과적인 것은 제품이 원래 용도로의 수명을 다한 후에도 제품에 사용된 원자재와 부속품을 재사용·재활용할 수 있도록 제품을 설계하는 것이다. 이를 위해 핵심 원자재와 부속품이 최초의 생산기업은 물론 불특정 2차 사용자에게 의해 재사용·재활용 될 수 있도록 업체간 표준화를 추진할 필요가 있다.

이미 해외업체들은 핵심 부품이 재사용·재활용될 수 있도록 제품을 설계하는 움직임을 보여왔다. 특히 EU가 순환경제 활성화를 위해 역내에서 판매되는 제품에 대해 소비자가 사용하던 제품의 폐기가 아닌 수리를 원할 경우 제조사는 수리할 의무를 갖는다는 ‘수리권(Right to repair)’을 소비자 권리의 하나로 요구하고 있어 업계의 제품 설계 방향에도 변화가 예상된다. 제품의 수리 비용을 최소화하기 위해서는 부품별 교체 및 수리가 가능하도록 제품을 설계해야 하며 제품 및 업체에 따라 중고 부품의 교환이 가능해야 하기 때문이다.

자원을 많이 쓰고 탄소배출량이 많은 제품 또는 산업 부문에는 재사용·재활용 비중 정보를 의무적으로 공시하도록 해야 한다. 철강, 비철금속, 석유화학은 제조업 부문 온실가스 다배출 산업이자 에너지를 포함한 자원 다소비 산업에 포함된다. 동시에 이들 산업은 ICT와 자동차

를 포함한 주요 수출산업에 부품을 공급하는 기간산업이기도 하다. 따라서 제조업 부문의 자원소비량과 온실가스 배출량을 줄이기 위해 이들 자원집약적 산업을 대상으로 생산과정에서 재사용·재활용된 원료 및 부품의 사용 비중을 높이도록 유도할 필요가 있다.

자원 집약적 제품을 대상으로 정부가 재사용·재활용 비중을 정해 규제하거나 생산자가 관련 정보를 공시하도록 의무화하여 소비자 선택에 의한 자율규제를 유도할 수도 있다. 일차적으로 재사용·재활용 촉진이 필요한 제품은 일회용품, 포장재, 플라스틱, 자동차와 배터리, 전자기기와 ICT 제품, 건설용 시멘트, 철강제품, 섬유, 의류 등이다.

일회용 플라스틱, 일회용 컵, 비닐봉지, 포장재처럼 경제적으로 선택 가능한 대체 옵션(미사용 포함)이 존재하는 경우 플라스틱과 일회용품 사용을 금지하거나 제한해야 한다.

유럽에서는 ‘반납할 권리(Right to Return)’를 소비자 권리에 포함시켰다. 소비자가 사용기한이 끝난 제품을 판매자 또는 생산자에게 되돌려주는 것을 보장하는 내용이다. 폐기물에 의한 환경피해를 최소화하고 자원순환을 극대화할 수 있다. 우리나라 역시 도입을 검토해야 한다.

제9장 에너지전환을 위한 연구개발 혁신 전략

한국의 정부 R&D 예산 규모는 지난 2020년 GDP 기준 1%를 초과해 세계 1위 수준이 되었지만, 정부 부처들의 관리역량 및 관리체계는 그에 부합하지 못해 연구 성과가 부실하고 형식적인 수준에 머무르고 있다. ‘장롱특허’, 연구를 위한 연구만 반복하게 만들고 있는 R&D 평가 기준을 개선하고 정부출연 연구원과 스타트업의 연구 협력 활성화를 통해 효용성 있는 연구가 진행되도록 해야 한다.

지난 반세기 동안 국내외의 정부 주도 에너지 R&D 사업들은 초기부터 과도하게 구체적인 기술 선택을 할 경우 중도에 문제가 발생하더라도 공공투자를 철회하지 못하고 수십 년간 지속하는 행태를 반복해왔다. 최근 국내외에서 수소, 에너지저장장치 등에 대한 정부 R&D 사업이 부각되고 있으나, 과거의 오류를 반복하지 않으려면 각별한 관리가 필요하다. 불확실성을 관리하고, 혁신역동성을 극대화하려면 지나치게 세부적인 기술을 결정하기보다는 주제지향형, 부문간 융합형 기술을 선택해야 하며, 수요자 지향형 R&D 체제로 혁신해야 한다. 정부의 칸막이식 규제로 부문간 혁신과급 효과를 경험해보지 못한 정보통신-전력-가스 시장의 융합을 통해 혁신기술의 부문간 이전을 촉진해야 한다.

특히 실용성이나 수요자의 요구와 거리가 멀고, 해외에서 반세기 동안 실패를 반복해온 소듐냉각 고속로, 소형모듈원전, 핵융합발전 R&D 사업들은 투명성과 효율성의 개선이 시급하다. 이를 위해 소듐냉각 고속로 및 SMR 연구개발 사업은 향후 설립될 기후에너지부 원자력 R&D 부서로 통합하되, 해외에서 2070년까지 상용화가 불가능한 것으로 평가되는 핵융합발전의 R&D는 기초과학 연구사업으로 전환해 과학지식의 생산에 기여할 수 있도록 재편해야 한다.

또한 그동안 산업통상자원부와 과학기술정보통신부의 이원화된 원자력R&D 사업체계를 심의한다는 명분으로 유지해왔던 옥상옥 의사결정구조인 원자력진흥위원회를 해소해야 한다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45 개
과제

1
장

탄소중립 실현을 위한 법·제도 기반 구축



제1장 탄소중립 실현을 위한 법·제도 기반 구축

탄소중립은 지금까지 1,2차 산업혁명의 중심이었던 탄소와의 작별을 의미한다. 에너지, 산업계, 시민들 생활 등 모든 영역에서 ‘탈탄소’를 해야만 이룰 수 있다. 단순히 일부의 변화를 추진해서 달성되는 것이 아닌, 우리가 살고 있는 사회체제의 대전환을 통해서만 이룰 수 있다. 대전환을 위해서는 기존의 법체계와 제도를 탈탄소 시대에 맞춰 업그레이드하고, 혁신하는 것이 중요하다.

[그림 1] 2018년 대비 2050년 온실가스 배출량



자료 : 2050탄소중립시나리오, 탄소중립위원회(2021.10.18.)

1. 탄소중립을 위한 법률과 행정 체제의 재정비

부총리급 기후에너지부 신설, 에너지전환 정책 강력 이행

2050년 탄소중립 실현을 위해서는 지금까지 정부의 모든 에너지 계획과 부문별 정책을 탈탄소 전략에 따라 개편하고 이행해야 한다. 법적 정당성을 바탕으로 정부가 기후보호 정책을 강력하

게 추진할 수 있으려면 탄소중립을 지원하는 법체계 재정비가 필수적이다.

또한 제도적 측면에서도 각 부처의 정책을 기후변화의 측면에서 통합 조정할 수 있는 근거가 구축되어야 한다. 그래야 대통령의 의지에만 의존하지 않고 시스템 차원에서 기후 및 에너지전환의 선진국으로 가는 변화의 계기가 마련될 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변화는 궁극적으로 정책과 산업, 시장의 연계를 강화해 기후보호, 에너지 시장의 활성화 및 기술 혁신에 기여할 수 있다.

이러한 측면에서 2021년 5월 29일, 2050 탄소중립위원회가 출범한 것은 반가운 일이다. 탄소중립위원회는 탄소중립에 대한 국가 비전 및 국가 정책 수립, 탄소중립 사회로의 전환을 위한 이행계획 수립, 이행계획의 이행점검, 실태조사 및 평가, 탄소중립 사회로의 전환을 위한 법·제도 개선, 기후변화 대응 및 에너지 정책, 연구개발, 인력양성 및 산업육성, 국민 이해 증진 및 홍보·소통 등 광범위한 정책 방향 설정과 이행방식에 대해 심의할 권한을 가진다. 탄소중립위원회는 출범 후 6개월 만에 ‘2050 탄소중립 시나리오’와 온실가스 배출량을 2018년 대비 40% 상향한 ‘2030년 국가 온실가스 감축목표 상향 계획’을 심의 확정 발표하는 성과를 거뒀다. 산업계에서는 과하다는 비판을, 시민단체로부터는 부족하다는 지적을 동시에 받고 있지만, ‘2050 탄소중립 시나리오’는 우리가 가야 할 온실가스 감축 정책 방향과 전환 속도 등에 대한 장기적 방향성을 담고 있다는 면에서 의의를 갖는다.

[그림 2] 2050탄소중립위원회 조직도



자료 : 2050탄소중립위원회 홈페이지

2021년 8월 31일 국회는 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(탄소중립 기본법)’을 통과시켰다. 이로써 기존의 저탄소 녹색성장 기본법을 대체하는 우리나라 기후변화 대응 정책의 근거법이 탄생했다. 탄소중립 기본법에 따르면 2050년 탄소중립 목표와 함께 2030년 국가 온실가스감축 목표를 2018년 대비 35% 이상 감축하도록 명시했다. 앞서 대통령령에 근거했던 탄소중립위원회를 대통령 소속의 2050 탄소중립녹색성장위원회로 법제화해 탄소중립 관련 정책

의 이행 구속력을 뒷받침했다.

탄소중립위원회가 부처 간 업무를 조율하고 조정하며 탄소중립을 위한 사회적 대화의 중심체를 표방하지만, 여전히 정부를 대변하는 비독립적 위원회라는 비판으로부터는 자유롭지 못하다. 탄소중립은 2050년까지의 장기과제이므로, 정권 교체에 영향 받지 않고 독립적이고 안정적으로 유지·운영돼야 한다. 그러기 위해서는 위원 구성, 위원장의 위상 등에 대한 보완이 필요하다.

탄소중립의 효과적이고 신속한 추진을 위해서는 무엇보다도 정부 모든 부처의 적극적 정책 실현이 관건이다. 이를 위해서는 부처에 대한 평가 시 탄소중립 실행 관련 실적을 반영하도록 해야 한다. 그리고, 기후정책을 효과적으로 이행하기 위해서는 전문부처가 필요하다. 환경부에서 기후 부문과 산업부에서 에너지 부문 떼어내 기후에너지부를 신설하는 것을 제안한다. 부처 간 정책조정과 강력한 이행력 확보를 위해 해당 부처 장관의 지위를 부총리급으로 격상해 에너지전환 정책 추진의 구심점이 되도록 해야 한다.

2. 재생에너지 공급의 대폭적인 확대 전략

대규모 재생에너지 부지와 송전선로 확보, 독립규제기관 설치

2050년까지 탄소중립 목표를 달성하기 위해서는 에너지 및 자원 소비를 최소화하고, 꼭 필요한 에너지와 물자는 화석연료가 아닌 재생에너지로 생산, 공급해야 한다. 화석연료 소비량에 버금가는 재생에너지를 생산 공급할 수 있어야 한다. 2030년까지 달성해야 하는 국가 온실가스 감축목표(NDC)에 따라 40%의 온실가스를 감축하려면 석탄발전을 대폭 줄여야 한다. 2030년까지 계획대로 석탄발전량을 줄이려면 해당 지역, 산업, 주민이 소비하는 전력에 대한 대책이 있어야 한다. 짧은 기간에 석탄발전을 대폭 줄이는 대신 재생에너지로 그만큼의 양을 대체해 공급하려면 이전과 다른 획기적 공급 대책을 세워야 한다.

대규모 재생에너지 설비를 설치하려면 마땅한 부지와 송전선로 확보가 관건이다. 신규 건설이 필요한 재생에너지 설비 규모가 정해지면 그에 맞춰 필요한 만큼의 설치 부지를 어디로 할 것인지 정하고, 송전선로를 설치해야 한다. 이런 일은 특정 지역에만 해당되는 일이 아니고 국가 전체적으로 진행되어야 하므로 당연히 중앙정부와 지자체가 그 역할을 해야 하며, 독립적인 전문규제기관에서는 전력시장, 송전망의 상황과 전망을 분석하고 계통운영의 경제성, 안정성을 검토하여 정부, 한전, 거래소와 협의하는 시스템을 구축해야 한다. 관련 사업들을 원활하게 추진하기 위해 중앙정부에는 기후에너지부를 신설할 필요성이 있다. 송전선로 계획은 발전소의 규모와 소비지가 정해져야 노선과 규격을 정할 수 있다. 전문 규제기관에서 어느 지역에서 얼마만큼의 재생에너지를 생산하고, 어디로 송전할지 계획을 수립한 뒤에 정부와 협의하고, 한전에서 건설하도록 해야 한다. 이러한 대규모 재생에너지 공급 계획 없이 에너지전환은 불가능하다.

앞으로 탄소중립을 제대로 추진하려면 지금까지의 에너지 정책에 대한 전면적 변화가 불가피하다. 화석연료에 제공되고 있는 각종 특혜부터 없애야 한다. 수입관세, 인프라 투자, 해외 자원 개

발 등의 화석연료 지원을 어떤 시간표대로 축소할 것인지 계획이 필요하다. 제철, 화학 등의 산업계에 주어졌던 각종 혜택, 화물 및 농어민의 유류 보조금, 가스요금 절감 등 화석연료 소비자에게 주어졌던 각종 혜택도 시간표에 따라 축소를 나가야 한다.

지자체의 수용성을 높이기 위해 재생에너지 자립률을 지방재정교부금 산정의 가장 중요한 기준으로 제시할 필요가 있다. 지역자원시설세 부과 대상에 재생에너지를 추가하고, 생산된 전력에 대해 2~3원/kWh의 세금을 부과할 필요가 있다. 발전소 주변지역 지원에 관한 법률에 따른 재생에너지에 대한 기본지원금 단가도 원전 수준인 1원/kWh보다 많은 2원/kWh로 올릴 필요가 있다.

현행 RPS제도는 그 효용을 다했다. 동일한 가격이어야 할 REC 가격이 태양광, 풍력, 연료전지가 제각각이다. REC 의무구매자인 우라늄/화석연료 발전사업자들은 의무이행비용을 스스로 부담하는 것이 아니고, 소비자의 전기요금에서 별도로 보전받고 있다. 재생에너지 사업자들은 선투자를 통해 사업을 개발하지만 모두 성공할 수는 없다. 그 중에 일부가 리스크를 극복하고 인허가에 성공해도 바로 사업에 착수하지 못한다. 생산한 전력을 장기간 안정적으로 판매할 수 있도록 계약을 맺어야 은행으로부터 자금 조달이 가능하다. 결국 RPS 의무사업자들은 리스크가 제거된 프로젝트에 무임승차하고 있다. 우리나라 재생에너지 전력가격이 다른 나라에 비해 비쌀 수밖에 없는 구조적 원인 중 하나이다.

[표 1] 재생에너지공급인증서(REC) 가중치 대상 및 기준

구분	REC 가중치	대상에너지 및 기준	
		설치유형	세부기준
태양광 에너지	1.2	일반부지에 설치하는 경우	100kW미만
	1.0		100kW부터
	0.8		3,000kW초과부터
	0.5	임야에 설치하는 경우	-
	1.5	건축물 등 기존 시설물을 이용하는 경우	3,000kW이하
	1.0		3,000kW초과부터
	1.6	유지 등의 수면에 부유하여 설치하는 경우	100kW미만
	1.4		100kW부터
	1.2		3,000kW초과부터
	1.0	자가용 발전설비를 통해 전력을 거래하는 경우	
기타 신·재생 에너지	0.25	폐기물에너지(비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외), Bio-SRF, 흑액	
	0.5	매립지가스, 목재펠릿, 목재칩	
	1.0	조력(방조제 有), 기타 바이오에너지(바이오중유, 바이오가스 등)	
	1.0~2.5	지열, 조력(방조제 無)	변동형
	1.2	육상풍력	
	1.5	수력, 미이용 산림바이오매스 혼소설비	
	1.75	조력(방조제 無, 고정형)	
	1.9	연료전지	
	2.0	조류, 미이용 산림바이오매스(바이오에너지 전소설비만 적용), 지열(고정형)	
	2.0	해상풍력	연안해상풍력 기본가중치
	2.5		기본가중치

자료 : 산업통상자원부(2021.7.28.), '신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합 의무화제도 관리·운영지침' 일부 개정안

세계적으로 태양광발전, 풍력발전은 경쟁을 통해 가격이 정해지고 있다. 우리나라도 대규모 재생에너지는 연간 공급 물량을 정하고, 각 프로젝트별로 경쟁을 통해 가격을 정할 필요가 있다. 다만 분산전원 성격인 자가용 설비와 100kW 이하의 소규모 설비는 기준가격제(FIT)를 도입해서 전체적인 비용을 줄일 필요가 있다.

3. 정의로운 전환을 위한 법적, 제도적 장치

피해 보는 집단이나 지역 없도록 세심한 정책 설계

탈탄소 사회로 이행하는 과정에서는 필연적으로 불이익을 겪는 집단이나 지역이 생길 수밖에 없다. 따라서 에너지전환은 ‘정의’의 관점에서 통합적이고, 세심한 정책 설계가 전제돼야 한다. 또 재생에너지가 설치되는 과정에서 농어촌 지역민들이 주도적으로 함께 할 수 있는 제도 마련이 매우 중요하다.

정의로운 전환 정책은 이행 과정에서 피해를 보는 사업자 및 노동자에 대한 보상, 새로운 사업이나 일자리로 전환하도록 지원하는 조치를 주요 내용으로 한다. 특히 당사자인 사업자, 지역, 주민, 노동자 등이 전환과정 논의 과정에서 배제되지 않도록 가칭 ‘에너지전환지원법’ 등 법적 근거를 조속히 마련해야 한다. 아울러 에너지전환 지원위원회, 비용심사 전문위원회, 분쟁 조정위원회와 같은 제도적 장치를 도입할 필요가 있다. 소요비용을 충당하기 위해 정의로운 전환을 위한 에너지전환 지원기금 조성 및 기후변화로 인한 취약계층의 피해와 에너지 불평등 문제 해소를 위한 법적 제도적 개선책도 포함돼야 한다. 이와 관련, 기존 에너지 복지 개념을 에너지와 이용권 보급에 한정시키지 말고, 재생에너지 공급과 에너지 효율 및 절약 강화로 확대하는 것이 중요하다.

정의로운 전환은 에너지전환 과정에서 문제시 되고 있는 이해관계자 간의 갈등 문제가 사회적 합의를 통해 해결될 수 있도록 돕는다. 또한 탄소중립 정책의 결정과 이행 과정에 다양한 행위자가 함께 참여하는 거버넌스 체제 구축에도 기여할 것이다. 정의로운 전환은 사회적 합의 과정에서 다소 진통이 따르겠지만, 현 자본주의 체제가 지니고 있는 사회적 불평등 문제를 해결하면서 새로운 성장의 길로 나아가는 계기가 될 것이다.

4. 지역 주도의 탈탄소 에너지전환 체제

지자체별 전력자립률 목표치 부여, 에너지 분권법 도입

탈탄소 에너지전환은 지역 중심의 분산형 재생에너지 체제에 바탕을 두어야 한다. 이를 위해서는 각 지역의 고유한 특성을 고려해 지붕형, 영농형 태양광과 같은 분산형 재생에너지 시설 설치

등의 사업을 지역 주민과 지방정부가 주도적으로 계획하고 추진하는 것이 중요하다. 현재 우리나라는 중앙집중형 독점적인 에너지공급체제를 벗어나지 못하고 있다. 재생에너지발전의 빠른 확대 필요성에도 불구하고, 지역의 에너지전환을 위한 지방정부의 권한과 책임이 불분명하다. 지역이 주도하고 지역 스스로 내생적 발전 양식을 창출할 수 있는 제도적 뒷받침이 필요하다.

[표 2] 2020년 지역별 신·재생에너지 생산량

(단위: toe)

구 분	전국	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종
신·재생에너지 합계(toe)	12,361,793	303,074	189,361	149,718	488,712	97,525	84,999	493,456	73,797
재생에너지	11,104,564	230,259	150,063	147,980	285,575	96,773	83,089	490,441	65,332
신에너지	1,257,229	72,814	39,297	1,739	203,137	752	1,910	3,015	8,465
신·재생에너지 지역별 공급비중(%)	100.00	2.45	1.53	1.21	3.95	0.79	0.69	3.99	0.60
구 분	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
신·재생에너지 합계(toe)	1,550,879	1,306,113	719,610	1,764,416	1,760,307	1,223,362	924,699	650,633	581,131
재생에너지	1,288,235	1,295,621	719,467	1,160,415	1,758,460	1,187,548	917,781	646,435	581,088
신에너지	262,644	10,492	143	604,000	1,847	35,813	6,918	4,198	44
신·재생에너지 지역별 공급비중(%)	12.55	10.57	5.82	14.27	14.24	9.90	7.48	5.26	4.70

자료 : 한국에너지공단

에너지 관련 지방정부의 역할과 권한을 강화하는 ‘에너지 분권법’ 제정도 고려해 볼 직하다. 지방정부의 에너지 정책에 큰 영향을 주는 녹색건축물조성지원법, 자동차관리법, 지방세특례제한법, 에너지이용합리화법, 환경친화적 자동차의 개발보급촉진법, 발전소 주변지역지원에 관한 법률, 대기환경보전법, 교육환경보호법 등 에너지 관련법에도 지역의 권한을 강화하는 내용이 담기도록 법개정을 해야 한다. 기초지자체별로 전력자립률 목표치를 부여하고, 송전망이용 요금을 차별화하며, 전력이용부담금 제도도 적극 도입할 필요가 있다.

전력자립률은 그 지역에서 소비한 전체 전력 대비 실제 지역의 자원(태양, 바람, 물, 동식물, 지열)으로 생산한 재생에너지 전력 비율로 정의할 필요가 있다. 지역 내에 발전소가 많아 자립률이 높다고 하더라도 해외에서 수입한 원료(화석연료, 우라늄원료)를 사용하는 발전소에서 생산된 전기를 사용하면서 이를 자립이라고 부르는 것은 바람직하지 않다.

에너지 분권 과정에서 자치단체의 에너지전환 역량 강화는 매우 중요한 과제이다. 이러한 측면에서 지역에너지공사의 설립, 기초지자체 단위의 지역 기후에너지센터 또는 지역 에너지전환센터의 설치가 확대돼야 한다. 기초 지자체의 에너지전환 지원을 위해 중앙-광역-기초 자치단체 간

상설 탄소중립·에너지 정책 협의체나 에너지 전문위원회의를 설치할 필요가 있다.

이러한 조치와 함께 지방정부의 권한 행사가 탄소중립의 방향성을 상실하지 않도록 통제하는 법적 안전장치 마련도 필요하다. 예를 들어, 과도한 이격거리 규제와 같이 에너지전환에 반하는 지방정부의 잘못된 권한 행사를 견제할 수 있는 법적 기반이 마련돼야 한다.

에너지 분권은 에너지 중앙집권에서 오는 비용과 위험부담을 줄이는 동시에 지역의 책임과 권한을 강화함으로써 에너지를 매개로 한 지역공동체 강화 효과를 기대할 수 있다. 아울러 기업의 지역 이전 촉진, 재생에너지 지역 일자리 증가 등을 통해 지역경제 활성화에도 이바지할 것으로 사료된다.

5. 공유경제 활성화를 위한 정책 개발 및 법제화

자동차, 의류 등 공유 통해 온실가스 및 미세플라스틱 감축 효과

현재 코로나19로 공유경제와 관련된 비즈니스 모델개발이 주춤한 상태이나 코로나 위기가 끝나고 나면 수송 부문을 중심으로 공유경제가 재활성화될 것으로 예상된다. 수송 부문에서 공유경제 모델이 활성화될 것으로 예상되는 이유는 수송 수단에 적용되고 있는 ICT 기술의 발전과 빠른 속도로 진행되는 수송 수단 간 통합, 주요 선진국에서 진행되고 있는 수송 부문의 온실가스 감축 정책 때문이다.

세계적 수준에 비춰보면 국내 공유경제 활성화 정도는 상대적으로 낮다. 관련 법제 미비와 사회 전반의 신뢰 부족이 공유경제 활성화에 걸림돌로 작용한 것으로 보인다. 공유경제 비즈니스 모델에 적합한 혁신이 이루어지는 것은 수송 부문의 국제경쟁력 제고를 위해서도 필요하다. 정부가 개별 자동차 사용을 제한하는 정책을 추진할 경우 대중교통 이용이 증가할 뿐만 아니라 수송과 관련된 부문에서 공유경제 비즈니스 모델이 개발될 유인이 제공될 것이다.

자동차 부문 이외에 의류 부문에서도 폐기물 관리와 섬유 관련 미세플라스틱 관리를 위해 공유경제 활성화가 필요한 상황이다.

6. 탄소중립을 위한 녹색금융 활성화

재원 간 칸막이 제거, 공공재정뿐 아니라 민간 참여 유도

정부는 2050년 탄소중립 목표 달성에 막대한 재정지출이 소요될 것으로 예상하고 이에 대한 대책으로 ‘기후대응기금’을 마련 중이다. 국내의 미미한 온실가스 감축 실적, 높은 제조업 비중, 낮은

전력가격, 미약한 탄소가격 시그널, 자율성이 약한 금융구조 등을 고려할 때 전체 탄소중립 비용에서 공공재정이 차지하는 비중은 EU에 비해 높을 것으로 예상된다. 이러한 상황을 고려하면 에너지및자원사업특별회계와 환경개선특별회계, 배출권거래제 판매수익, 탄소세 등 재원 간 칸막이를 빠른 시일 내에 제거하고 기후대응기금으로 일원화하는 것이 필요하다. 재원 간 칸막이가 유지될 경우 탄소중립이나 정책 방향에 적합하지 않은 이해당사자의 기득권과 기존 재원 활용 방식의 문제점이 유지되며 탄소중립 과제의 우선 순위가 역전되고 중복지출이 발생하고 녹색금융의 효과적 활용이 어려워질 수 있다.

재원 간 칸막이를 제거하되 필요한 경우 용처별 상한을 둘 필요가 있다. 특히 ‘공정한 전환’에 사용되는 기금은 상한을 정해 기후대응기금이 지역 국회의원 간 경쟁 대상이 되거나 과한 금액이 배정되지 않도록 조치할 필요가 있다.

탄소중립은 공공재정만으로 실행할 수 없기에 민간부문의 참여가 필수적이다. 민간 재원의 참여를 독려하기 위해 탄소가격 신호 강화, 정보공개 의무화, 탄소중립에 기여하는 금융상품이나 프로젝트의 수익률 지원 등의 정책 추진이 필요하다.

녹색금융과 관련된 제도 정비와 거버넌스 재정립도 필요하다. 특히 부처가 추진하고자 하는 탄소중립 사업을 반영하되 부처 업무를 고려한 재조정이 필요하다. 탄소중립 추진에 있어 산업부의 역할이 중요함에도 불구하고 현재까지 에너지전환을 제외한 제조업 부문의 탈탄소 및 경쟁력 제고 전략이나 녹색금융 활용 및 조성방안이 제시되지 않고 있다. 산업부가 아닌 환경부가 저탄소 산업정책을 추진할 경우 환경적 지속가능성을 우선적으로 고려할 가능성이 있지만 실효성 측면이나, 다른 산업정책과의 시너지 측면에서는 부정적일 수 있다. 2050년 탄소중립 목표 달성을 위해 산업부가 책임과 역할을 가지고 참여하게 하는 것은 매우 중요하다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45 개
과제

2
장

효율 향상을 통한 에너지 절감



제2장 효율 향상을 통한 에너지 절감

에너지 절감은 탄소중립 달성과 지속가능한 에너지경제 구축을 위한 제1의 에너지원이다. 에너지효율 향상 등의 에너지 절감 사업은 여타 에너지 사업에 비해 경제성이 월등히 높고, 온실가스 감축 기여도와 일자리 창출 효과도 크다. 노후화된 시설을 고효율로 바꾸고자 하나 부담이 커 사업을 추진하지 못할 경우, 에너지절약기업(Energy Service Company, 이하 ‘ESCO’)이 대신 자금을 조달해 사업을 추진하고 절감 효과도 보증해줘 추후 발생하는 에너지 절감액으로 자금을 상환하게 하는 ESCO 투자 사업은 에너지 사용자의 기술적, 경제적 부담을 없애준다. 낡은 주택을 수리해 에너지효율을 높이고 건강한 실내환경을 조성하는 그린리모델링은 서민을 위한 주거복지 향상 효과도 있다.

미국이나 EU에서는 에너지효율 향상을 지난 20년 이상 주요 정책수단으로 활용해 왔다. 그에 비해 우리나라는 에너지효율에 대한 관심이 부족했다.

현 정부에서 제6차 에너지이용 합리화 기본계획(’20.8.19), 에너지효율 혁신전략(’19.8.21) 등의 법정계획 및 범정부 차원의 전략을 수립하기는 했지만, 그 계획을 추진하기 위한 조직과 예산은 여전히 부족한 실정이다. 무엇보다 관련 사업의 추진을 위해 법, 정책, 제도적으로 보완되고 혁신되어야 할 부분이 많다. 그 가운데 에너지절감 사업을 촉진할 수 있는 가장 근본적인 방안은 현재의 기형적 전기요금체계를 정상화하고 중앙집중형 공급중심의 전력시장 구조를 분산형·수요관리 중심으로 개편하는 것일 터이며, 차기 정부에서 핵심적으로 다루어야 할 핵심과제라 할 수 있다. 다만, 이와 관련된 구체적 문제와 개선 방향은 ‘제5장 에너지산업·일자리 창출을 위한 전력산업 및 전력시장 개혁’ 등에서 다루고 있기에 이 장에서는 에너지효율 향상과 수요관리 사업 분야에 국한시켜 정책 제안을 하겠다.

1. 에너지효율 향상 의무화 제도(EERS)의 법제화

공기업, 민간 에너지공급자도 효율화에 적극 나서도록

전 세계 에너지효율 분야 투자가 2019년 300조원에 이르고 향후 지속 증가할 것이라는 점에서 국내 산업생태계 조성 및 시장 육성이 시급하다. 에너지공급자 입장에서는 매출이 줄어들기 때문에 에너지절감 사업에 적극 참여할 유인이 없다. 하지만 적절한 인센티브와 보상체계가 마련된다면, 에너지공급자 입장에서도 에너지효율 향상과 부하관리 사업 등을 통해 송전망, 가스배관, 에너지저장장치 등 신규 인프라 건설에 필요한 투자비를 최소화할 수 있으므로 적극적 참여를 기대할 수 있다. ESCO 투자 사업자와 연기금 등의 금융투자자도 적극 참여할 수 있는 제도 마련 및 시

장 확대가 필요하다.

이러한 상황을 인식하고 차기 정부는 에너지공급자 에너지효율 향상 의무화 제도(Energy Efficiency Resources Standard, 이하 'EERS')의 법제화를 적극 추진해야 한다. EERS는 에너지 공급자에게 에너지절감 목표를 부여하고 다양한 방식의 에너지효율 향상 투자를 통해 목표를 달성토록 의무화하는 제도이다. 이미 미국에서는 25개 이상의 주에서 도입되어 성공적으로 운영되고 있으며 유럽연합에서도 에너지효율지침(Energy Efficiency Directive)을 통해 에너지효율의 무제도(Energy Efficiency Obligation)를 시행 중에 있다.

국내에서는 2018년부터 「에너지이용 합리화법 시행령」 제16조와 「에너지공급자의 수요관리 투자사업 운영규정」 제6조에 명시된 한국전력공사, 한국가스공사, 한국지역난방공사를 대상으로 전전년도 에너지판매량을 기준으로 일정 비율만큼 에너지 절감을 의무화하는 방식으로 EERS 시범사업을 추진 중이다.

EERS 제도의 법제화 및 본격 시행에 앞서 다음 사항의 도입 필요성과 타당성을 검토할 필요가 있다.

첫째, 에너지 공급자가 에너지절감 사업에 적극 참여하도록 유인하고 ESCO와 같은 민간투자가 이뤄질 수 있는 여건을 조성하기 위해 적절한 보상제도를 마련해야 하며 전력요금 체계도 개편해야 한다. 이를 위해 해외에서는 디커플링, 손실조정제(Lost Revenue Adjustment Mechanisms)와 같은 전기요금제를 마련하거나 다양한 방식의 성과보상제(Performance Incentives)를 도입해 운영하고 있다. EERS의 본격 도입에 앞서 에너지 공급자가 에너지절감 사업에 적극적으로 참여할 수 있는 유인, 국가 차원의 에너지효율 향상을 촉진할 수 있는 보상제도 등에 관한 연구와 논의가 필요하다.

둘째, EERS 사업 계획·성과관리 절차와 방식 등을 규정하는 현행 에너지 공급자의 수요관리 투자사업 운영규정(산업통상자원부고시 제2021-163호) 상에는 외부대행사업에 관한 명확한 규정이 없다. EERS 대상 3사(한국전력공사, 한국가스공사, 한국지역난방공사)의 시장지배력을 고려할 때, 중소규모의 ESCO 사업자 입장에서 필요한 기대수익률을 충족할 만한 사업이 불가능할 수 있다. 따라서 중소규모의 ESCO 사업자가 EERS 외부사업의 참여를 보장하고 공정한 시장경쟁을 촉진할 수 있도록 관련 규정을 마련해야 할 것이다.

셋째, 제도 적용대상 기업의 투자사업 실적을 매년 평가하고 대외적으로 공개해야 한다. 의무대상 에너지 공급자별 에너지절감 사업 투자 비중, 투자비 증가율, 신규 프로그램 개발이나 도입 등 절감 사업에 관한 투자 확대 및 효과성 증진 방향으로 유도할 수 있는 평가 및 공개 기준이 마련되어야 할 것이다.

넷째, 에너지 공급자별 대상 에너지원 범위를 넓히거나 제한을 두지 않는 방식에 대한 검토도 필요하다. 현재 전력에 비해 가스나 난방 부문에서의 에너지효율 사업 유형이 제한되어 있으며 사업 시행 실적 평가에 대한 구체적 방법론도 부족한 상황이다. 따라서 한국가스공사, 한국지역난방공사가 EERS 목표 달성을 위해 가스나 난방 부문에서 효과적인 사업을 개발하는 것과 동시에 타 에너지원의 절감사업 추진도 허용하여 에너지 공급자별 경쟁을 유도할 필요가 있을 것이다.

마지막으로 공기업 3사에 대한 제도 시행 이후, 적용 대상을 민간 도시가스 공급업체와 지역난

방 공급업체 등 민간 부문으로의 확대도 검토해야 할 것이다. 이를 통해 가스 및 난방 부문에서 좀 더 광범위하고 유연한 에너지 수요관리의 도모가 가능해질 수 있기 때문이다.

2. M&V 제도화 및 전기요금 제도 개선을 통한 민간투자 확대

에너지 절감 성과 측정·검증 의무화, 수요관리형 요금체계 마련

에너지 절감 사업에서는 성과의 측정 및 검증(Measurement and Verification, 이하 ‘M&V’)이 무엇보다 중요하다. 그러나 현행 성과 측정검증 가이드라인 등은 개별 장비나 기자재의 개체 사업에 국한되어 활용되고 있으며 절감성과에 대한 검증체계가 부재한 상황이다.

탄소중립 조기 달성을 위해서는 성과보증계약(Guaranteed Savings Agreement)에 기반한 민간의 에너지 절감 사업 참여가 중요하기 때문에, 제대로 된 M&V 가이드 및 활용 체계가 마련될 필요가 있다. 민간투자자의 신뢰성 확보를 유도할 수 있는 규모의 에너지 절감 사업에 대한 성과를 계량하고 검증할 수 있는 체계 및 제도를 마련해야 한다. 현행 에너지공급자 수요관리 투자사업 투자운영 규정이나 에너지이용합리화사업을 위한 자금지원 지침 등에 에너지 절감 측정과 검증 의무화와 제3자 검증을 독려하는 지원책 마련이 필요할 것이다. 한 걸음 더 나아가서 M&V 체계 마련은 현행 에너지절약시설 투자세액공제를 투자액만 근거로 세액을 공제하는 것이 아니라, 투자에 따른 에너지 절감 수준에 따라 추가 공제하는 인센티브 부여도 가능하게 할 것이다.

민간의 참여를 이끌어내기 위해서는 사업의 경제성 확보가 중요한데, 현재의 기형적인 전기요금체계가 걸림돌이 되고 있다. 에너지합리화자금, 온실가스·에너지 감축설비 지원사업, 에너지 절약시설 투자 세제지원 등의 현행 정부자금 지원 규모와 방식으로는 탄소중립 목표 달성을 위해 필요한 에너지 절감 성과를 충분히 내기는 어려울 것으로 보인다. 전기요금의 정상화를 통해 에너지 절감 사업의 경제성을 향상시키고 일부 연기금과 같은 장기투자형 녹색금융의 시장 참여를 적극 유도해야만 탄소중립의 목표를 달성할 수 있을 것이다. 계통원가가 합리적으로 반영되고 시간대별 차등부과하는 수요관리형 요금체계를 마련해야 한다.

3. ESCO 투자사업 활성화를 위한 제도 개선 및 인센티브 강화

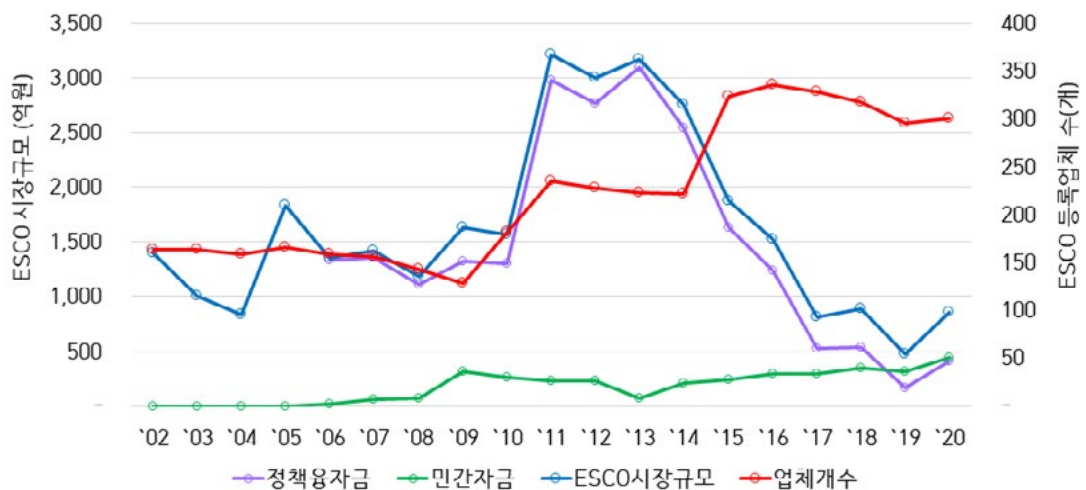
돈과 지식 없어도 누구나 부담없이 에너지 절감 사업 가능하도록

ESCO는 주택, 건물, 공장 등 민간 및 공공시설의 에너지 절감 사업 추진에 필요한 전반적 서비스를 제공하는 기업을 말한다. 특히 에너지진단, 시설개체, 자금조달, 유지·보수 등의 포괄적인 서비스 제공을 통해 확정된 절감액으로 투자비를 회수하는 사업모델을 가지고 있다. 건물이나 공장

등 시설 사용어나 소유주가 기술이나 경제적 부담 등으로 에너지효율화 사업 추진이 어려운 경우가 많은데, ESCO가 진단을 통해 에너지 절감 사업(설비 대체·개조·보완 등)을 발굴하여 에너지 사용자의 여건에 가장 부합하는 형태의 계약(사업자 파이낸싱 성과보증, 사용자 파이낸싱 성과보증, 성과확정계약 등)을 제공한다는 측면에서 ESCO 투자사업 확대가 필요하다.

ESCO 투자사업 확대를 위해서는 우선 정책융자금 규모를 늘려야 한다. 2013년 3,097억원에 달했던 정책융자금은 계속 감소하여 2020년에는 413억 원에 불과했다(아래 그림). 국내 ESCO 시장규모가 정책융자금 규모 추세와 거의 연동되어 왔다는 점, 민간투자 규모가 2009년 이래 200~500억원 대에서 유지해왔다는 점 등에서 에너지효율 시장 확대 및 관련 산업생태계 육성을 위해 당분간 정책융자금의 대폭 확대가 불가피해 보인다. 그와 아울러 EERS의 본격 도입을 통해 한국전력, 한국가스공사, 한국지역난방공사 등 거대 공기업이 사용자 파이낸싱 성과보증계약 방식 등을 통해 자금을 저리로 조달하고 ESCO의 전문적 서비스를 제공받는 방식을 통해 ESCO 시장을 확대하고 EERS 의무대상 공기업의 목표 달성에도 기여할 수 있을 것이다.

[그림 3] 국내 ESCO 등록업체 수와 자금 및 시장 규모



자료: (사)ESCO협회

ESCO 사업이 부진한 이유에는 제도 및 행정적 문제도 지적된다. 2019년과 2020년에 ESCO 투자사업과 에너지절약시설 설치사업에 집행된 에너지이용합리화자금 5,656억원에서 ESCO 투자사업은 지원액 기준으로는 10%, 지원 건수로는 2%에 불과했다. 에너지이용합리화자금이 한쪽으로 편중되는 이유 중 한 가지로 신청 구비서류에서의 형평성 문제가 지적되고 있다. 에너지절약시설 설치사업의 경우 공급계약서 포함하여 7종의 서류만 준비하면 된다. 반면 ESCO 투자사업의 경우 에너지절감량 산출서, 에너지절감량 보증서, 투자비 상환계획서 등 에너지절약시설 설치사업에 필요한 서류보다 8종 이상의 서류를 더 준비해야 한다. 절차적 편리성 때문이라도 사용자 입장에서 에너지절약시설 설치사업에 몰릴 수밖에 없는 구조다.

문제는 전문적인 에너지 진단 및 절감성과의 보증 과정을 거치는 ESCO 투자사업에 비해 에너

지절약시설 설치사업의 절감성과가 낮을 수밖에 없다는 점이다. 실제 2019년과 2020년 사업 성과를 볼 경우 ESCO 투자사업이 에너지절약시설 설치사업 대비 원단위 에너지절감량은 1.5배, 원단위 이산화탄소 감축량은 2.1배 높았다. 절감성과가 더 높고 성과까지 보증해주는 ESCO 투자사업 활성화가 에너지효율 향상이라는 정책목적 달성 정합성이 높다고 할 수 있을 것이다. 따라서 ESCO 투자사업에 대한 인센티브를 강화하거나 에너지절약시설 설치사업 신청 시 성과보증서류를 포함해야 할 것이다.

ESCO 투자사업 활성화를 위해서는 매출채권 팩토링(factoring)이 최대한 보장될 수 있도록 제도 보완도 필요하다. ESCO 사업의 특성상 투자가 확대될수록 부채비율이 상승하는 구조적 문제점에 직면하여 차입이나 사업확대가 어려워진다. 특히 중소기업의 ESCO가 대부분인 상황에서 매출채권 팩토링은 개별 기업의 재무건전성 확보와 국내 ESCO 산업생태계의 확장을 위해 반드시 필요할 것이다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45 개
과제

3장

재생에너지 확대와 사회갈등 예방·해결



제3장 재생에너지 확대와 사회갈등 예방·해결

1. 탄소중립을 위한 재생에너지 확대

재생에너지 산업 육성 및 공급 확대로 일자리 창출, 복지 확대

탄소중립은 석유, 석탄 등 화석연료를 태양광, 풍력 등 재생에너지로 대체하는 것이다. 이를 위해 가장 먼저 화석연료에 대한 각종 행정적, 재정적 지원을 단계적으로 축소해야 한다. 화석연료에 대한 특별관세, 인프라 투자 지원, 각종 소비자 보조금 등을 10년 안에 순차적으로 폐지해야 한다. 화석연료에 대한 행정적·재정적 지원 철폐는 가격 상승으로 이어지고, 이는 에너지절약 및 재생에너지 산업이 성장할 환경을 조성한다. 각종 직·간접 화석연료 보조금 폐지는 IEA, IMF, G20 등 국제기구의 공통된 권장사항이기도 하다.

탄소중립은 에너지 사용의 전력화다. 산업단지의 전기와 열 공급을 재생에너지 전력으로 대체해야 하고, 수송 및 건물에서 사용하는 에너지를 재생에너지 전력으로 대체해야 한다. 기존 석탄, 석유, 가스의 수입, 저장, 공급, 이용 시설을 재생에너지 전력의 생산, 저장, 공급, 이용 시설로 대체해야 한다. 에너지의 공급과 소비 패러다임이 변화해야 하며, 대대적인 인프라 투자가 요구된다. 국가가 주도하여 계획하고, 중장기적으로 일관되고 체계적으로 이행해야 한다.

화석/원자력 전력의 생산, 공급, 이용시설의 재생에너지 전력의 생산, 공급, 이용시설로의 교체는 전력산업 전체의 지각변동을 초래한다. 화석/원자력 발전 설비의 좌초자산화 최소화를 위한 계획적인 준비와 이행이 요구된다. 전력공급계획, 송배전계획, 전력계통 안정에 대한 새로운 발상과 기술이 필요하다.

[그림 4] 대한민국 2030년 국가 온실가스 감축목표



자료: 2050탄소중립위원회, 2021.10

우리나라는 수력, 바이오, 지열 발전의 잠재량이 적어 대부분을 태양광발전과 풍력발전이 담당해야 한다. 우리나라의 2050년 탄소중립을 위한 재생에너지는 태양광발전, 풍력발전을 위주로 최소 500GW가 필요하다. 30년 동안 한 해에 17GW의 태양광발전, 풍력발전을 설치해야 한다.

그러나 일각에선 석탄발전을 가스발전으로 전환하는 것이 탄소중립이라고 잘못 해석하고 있다. 가스는 재생에너지로 전환을 위한 가교 에너지라고 말하면서 실제로는 주 에너지원으로 인식하는 것이다. 2050년까지 탈탄소를 이루어야 하는 시간표가 있는 상황에서 석탄, 석유, 가스의 재생에너지로의 전환을 분명히 해야 한다. 에너지전환으로 인해 좌초자산으로 전락하는 석탄발전 산업 등과 관련한 산업, 지역, 노동자에 대한 대책이 병행되어야 한다.

우리나라에서 재생에너지 보급의 최대 장애요인은 부지확보와 인허가, 송전선로 구축이다. 우리나라는 좁은 국토에 인구가 많은, 에너지 다소비 산업 중심의 수출산업 국가이다. 2050년까지 삶의 질을 유지하면서 탄소중립을 달성하려면 필요한 재생에너지 설비 500~700GW를 설치할 부지를 확보하는 것에 국가의 사활이 달려있다고 해도 과언이 아니다. 국가와 지자체가 재생에너지의 부지확보와 인허가를 책임지고, 송배전 선로 구축을 위해 선투자해야 한다,

재생에너지 발전부지는 자원 잠재량, 수요지 위치, 송전선로 건설 등을 종합하여 국가와 지자체의 유기적인 협조를 통해 선정하고, 여유 있게 공급해야 한다. 지자체가 재생에너지에 대한 매력을 느끼게 하려면 재생에너지에 대한 지역자원시설세를 현 0.25원/kWh에서 2~3원/kWh으로 인상해야 한다. 지방재정교부금 산정 기준에서 재생에너지 확대를 통한 지역에너지 자립률을 인구수보다 우선순위로 고려해야 한다.

재생에너지 부지 및 인허가와 송전선로 구축을 전담하는 국가 및 지자체의 조직이나 기관이 필요하다. 재생에너지 발전소의 건설 및 운영, 전기 판매는 민간이 참여하는 경쟁시장으로 변화해야 한다. 송배전 사업자의 송배전 선로 투자를 법으로 의무화하고, 화석/원자력 발전 중심의 전력공급약관 등의 규정을 재생에너지 발전 중심의 규정으로 바꿔야 한다. 재생에너지가 송배전 설비의 연결 및 이용에 우선권을 갖도록 법을 개정해야 한다. 공공이 개발한 부지는 기본적으로 전력판매 단가 입찰을 통해 사업자를 선정하고, 민간이 개발한 부지는 RPS 시장과 RE100 시장에서 전력판매가격 경쟁을 통해 거래되도록 한다. 1MW 이하 소규모는 FIT 제도 도입이 필요하다.

탄소중립은 국제사회의 합의 아래 제한된 시간에 달성해야 하는 급박한 국가적 과제이다. 재생에너지 공급 확대는 에너지 안보 확대이며, 국방·식량 안보는 에너지 안보 없이 실현 불가능하다. 탄소국경조정제와 RE100으로 상징되는 신기후체제에서 한 나라의 산업경쟁력은 재생에너지 공급 능력이 좌우한다. 재생에너지 산업 육성 및 공급 확대는 일자리 창출 수단이자, 복지 확대 전략이다.

수출경쟁을 유지하기 위해서는 아직 경제 수명이 남은 기존 화석연료 자산을 폐기해야 한다. 기존 에너지 부문을 폐기하는 과정에서는 다양한 갈등이 발생할 수밖에 없다. 갈등 해결의 핵심은 투명성과 공정성이다. 이해관계 조정에는 국가의 재정투자가 필수적이다. 온 국민의 이해와 동의가 필요하고, 국가의 지속적이고 일관된 업무추진을 위한 에너지 및 기후 업무의 거버넌스의 개편도 요구된다. 탄소중립을 위한 다양한 업무를 지속적이고, 일관되게 추진하기 위해서는 정부 각 부처의 협조가 필수적이며, 이를 위해 기후에너지부가 필요하다. 기후에너지부는 부총리급으로

해야 부처간 충돌하는 업무의 조정을 통한 실행력을 확보할 수 있다.

2. 한국형 이익공유모델 개발·정착을 위한 법제도 정비

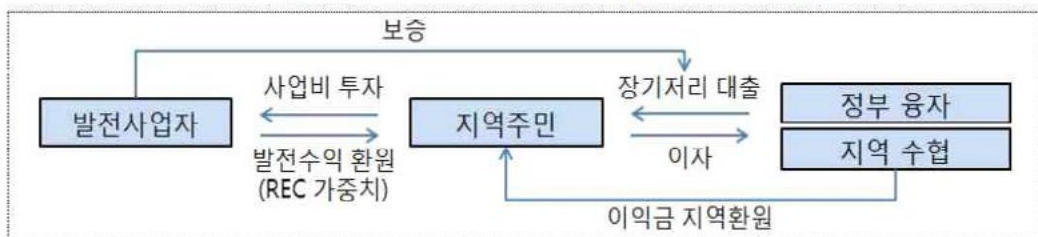
고질화된 갈등과 집단민원 예방, 재생에너지 수용성 제고

탄소중립 목표 달성의 최대 관건은 태양광, 풍력 등 재생에너지 설비 및 관련 송·변전시설 등을 조속히 확충하는 일이다. 정부가 아무리 의지를 갖고 재생에너지를 확대하고자 해도 시설 예정지 지역 주민들이 반대하고 나서면 사업 추진이 순조롭게 진행되기를 기대하기 어렵다.

따라서 갈등·민원을 예방하고 지역사회의 수용성을 높이는 일이 재생에너지의 조속한 확대를 위해 매우 중요하다. 재생에너지의 수용성은 사업자의 몫만이 아니다. 오히려 중앙정부와 지자체의 역할이 더 중요하다. 기후위기의 급박성, 탄소중립의 필요성, 재생에너지의 중요성에 대해 국민들이 잘 이해하도록 국가와 지자체, 시민사회가 함께 노력해야 한다. 재생에너지 설비의 설치에 에너지 안보를 위한 것으로 국방 안보, 식량 안보를 추진해야 하는 것과 마찬가지로 중요하다는 인식을 많은 국민들이 공유하게 하는 것이 중요하다.

우리나라도 주민참여-이익공유모델을 개발하여 잘 정착되도록 관련 법·제도를 정비할 필요가 있다. 우선 독일, 덴마크 등 선진 지역에서 효과가 실증된 주민참여-이익공유 모델의 구조와 운용 방식을 벤치마킹할 필요가 있다. 또한, 제주도 등 국내 일부 지역에서 시범적으로 도입·운영중인 사례를 검토·분석하여 보편적으로 적용 가능한 형태의 표준 모델로 보완·발전시키도록 한다.

[그림 5] 해상풍력 주민참여형 이익공유 모델 추진방안 예시



자료: 관계부처 합동(2020.7.17), '주민과 함께하고, 수산업과 상생하는 해상풍력 발전 방안'.

그런 바탕에서 △농촌, 어촌, 도시 등 지역별 특성 △해당 지역의 소득수준 및 재정적 여건 △재생에너지 설비 및 송·변전 시설의 특성과 사업 규모 등에 따른 분야별·사업특성별 맞춤형 이익공유모델을 다양하게 개발하는 것이 바람직하다. 각 모델 유형별로 일부 지역에서 시범사업을 통해 효과를 검증한 뒤 개선·보완한 후 단계적으로 확대 시행하는 것이 좋을 것이다.

아울러, 재생에너지 설비 및 송·변전 시설 등의 신설·확충사업을 추진할 때 주민참여 및 이익공유를 보장하고 이익공유 최소비용을 의무화하는 등 관련 법령을 정비·구축해 제도적인 지원장치

를 완비해야 한다.

이를 통해 그동안 고질화된 재생에너지 설비 및 송·변전 시설 관련 갈등과 지역 주민들의 집단 민원을 예방하고, 관행적으로 이뤄져온 과도한 지원보상 요구 등을 사전에 방지·차단할 수 있게 된다. 아울러, 주민들의 민원을 앞세워 지자체 측에서 사업 인허가를 보류하거나, 사업자에게 과도한 지역발전 기여금을 요구하는 등의 폐해를 막아 재생에너지 확충사업의 원활한 추진을 촉진하는 효과도 클 것으로 기대된다.

3. 농민 주도형 에너지자립마을 조성사업

화석연료 줄이고 난방비·연료비 절감, 농가 소득 증가

농촌 지역의 재생에너지 설치 2050 탄소중립 목표 달성을 위해서는 물론 농가소득 증대 등 농촌경제의 발전을 위해서도 필수적인 과제다. 농민들이 재생에너지 사업 주체가 될 수 있도록 농민의 신뢰가 있는 지자체와 농협이 주도하는 체계적인 지원이 필요하다. 농촌에서 실제 농사를 짓는 농민들에게 이득이 되는 영농형 재생에너지사업 모델을 개발하고 농민들이 자발적으로 나서서 마을 단위로 에너지전환사업을 추진하도록 할 필요가 있다.

특히 농민주도형 에너지자립마을 조성사업을 적극 추진함으로써 시설농업의 화석연료 사용을 크게 줄이면서 난방비·연료비를 대폭 절감하고 소득을 늘릴 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 농사 및 일상생활에 필요한 전기와 열을 태양광, 바이오매스 등으로 생산·공급하는 설비를 갖추도록 한다.

[그림 6] 저탄소 녹색마을(에너지자립마을) 개념도



자료: 한국환경공단

이러한 농민주도형 에너지자립마을 조성사업을 추진하는 과정에서 에너지공단과 에너지정보문화재단에서는 관련 정보와 기술, 자원조달방법, 조합 결성·운영방법 등 사업추진에 필요한 정보와 자료를 제공함은 물론 공익건설링 서비스를 지원해줄 필요가 있다. 아울러, 마을단위 에너지전환사업 추진에 필요한 재원은 농협 등에서 용자해주고, 에너지공단 및 에너지정보문화재단의 지원 서비스에 필요한 재원은 전력산업기반기금으로 적극 지원하도록 한다. 이를 위해 기존의 기금 사용구조를 대폭 개편할 필요가 있다.

4. 에너지전환·탄소중립 관련 교육·소통·시민참여 프로그램 확대

시민 의식과 지지 여론이 에너지전환과 탄소중립의 원동력

에너지전환 및 탄소중립의 실현을 위해 가장 중요한 기반은 높은 시민의식과 지지여론이다. 독일 등 이 분야 선진국의 사례에서 확인되듯이, 핵심 관건인 산업계의 참여와 협력을 이끌어내는 것도 결국은 소비자의 힘과 시민들의 압력이다.

기후위기 대응, 에너지전환 및 탄소중립에 대한 우리 국민들의 의식수준과 지지여론을 최대한 속히 덴마크, 독일과 같은 선진국 수준으로 끌어올리는 것이 중요하다. 이를 위해 필요한 학교교육·시민교육, 시민소통 및 홍보, 시민참여 프로그램 등을 다양하게 개발하고 대대적으로 확산·시행하는 데에 정책적 노력과 자원을 집중할 필요가 있다.

환경부의 환경교육 프로그램, 교육부의 교육분야 그린뉴딜사업 등에 에너지전환·탄소중립 관련 교육프로그램을 대폭 확충·보완해서 시행해야 한다. 특히 일반 시민과 청소년들을 대상으로 기후위기 대응, 에너지전환 및 탄소중립 관련 정책 및 설비에 대한 교육프로그램을 대폭 확충하고 업그레이드 해야 한다.

이를 위해 지자체와 농협, 한국에너지공단, 에너지정보문화재단을 중심으로 청소년·학생 및 일반 시민들 대상의 교육·홍보·체험, 시민참여·소통 프로그램을 대대적으로 개발·시행하고, 각 지역 및 학교 등에 지원하도록 한다. 아울러, 전력산업기반기금 사용 부문 중 에너지정보·홍보·소통 관련 예산을 크게 늘리고 에너지정보문화재단 지원금도 대폭 증액할 필요가 있다.

5. 전력산업기반기금 사용구조 혁신 등 예산 지원 체제 마련

올바른 에너지 정보 확산과 사회적 수용성 기반 조성 적극 지원

‘전력산업기반기금’은 전기소비자들이 소정의 전기요금 외에 추가부담(전기요금의 3.7%)하는

재원으로 조성되는데, 거의 대부분 전기소비자와 직접 관련성이 적은 R&D 분야에 투입되고 있는 실정이다. 종래의 이러한 기금 사용구조를 혁신하고, 특히 전력·에너지 문제에 대한 시민소통, 정보제공, 교육, 체험 등 직접적으로 전기소비자들에 필요하고 유익한 부문에도 의미있는 비중으로 기금이 사용되도록 하는 등 사회적 수용성 확보를 위한 안정적 예산지원체제를 갖추도록 할 필요가 있다.

[표 3] 2021년도 전력산업기반기금 운영계획

(단위 : 억원)

수입				지출			
항목	'19실적	'20계획	'21계획	항목	'19실적	'20계획	'21계획
합계	31,536	49,652	63,940	합계	31,536	49,652	63,940
○ 부담금	20,872	22,229	22,591	○ 사업비	20,047	26,498	27,590
				－ 전기안전관리(기금)	1,255	1,086	1,078
				－ 전력수요관리(기금)	717	3,773	1,990
				－ 전선로자중화지원	－	－	200
				－ 재생에너지지원	9,151	12,065	13,772
				－ 에너지신산업	304	304	662
○ 자체수입	1,412	1,810	2,433	－ 석탄수급안정및지역지원	95	151	130
－ 융자원금수입	634	538	673	－ 발전소주변지역지원	1,831	1,917	1,851
－ 재산수입	121	140	213	－ 농어촌전기공급지원	1,282	1,057	1,373
－ 기타	657	1,132	1,547	－ 전력공급기술	3,263	3,882	4,095
				－ 전력수요기술	903	1,064	959
○ 정부내부수입	8,704	19,089	32,943	－ 기술정책(기금)	32	32	50
				－ 기반구축(기금)	590	813	1,049
				－ 국제협력(기금)	257	201	181
				－ 인력양성(기금)	214	－	－
○ 여유자금회수	548	6,524	5,973	－ 전력산업정책개발및홍보	74	68	61
				－ 전력해외진출지원	79	85	80
				－ 전력산업기반조성	－	－	59
				○ 기금운영비	75	80	79
				○ 정부내부지출	7,000	18,856	23,900
				○ 여유자금운용	4,414	4,218	12,371

자료 : 기획재정부(2020.9.), '2021년도 부담금운용종합계획서'

전력산업기반기금 사용 내역 중 에너지에 관한 시민의식을 높이고 사회적 수용성을 높이는 일에 쓰이는 항목은 '전력산업 홍보' 부문이 거의 유일하다. 이 부문의 연간 사용 총액은 60억원에도 채 못 미치는 실정이다. 이는 연간 약 5조원의 기금사용액 중 0.1% 수준에 불과할 정도로 대단히 미미한 액수다. 그나마도 '홍보'라는 이름 탓에 금액이 매년 줄어드는 추세다.

특히, 일반 시민, 학생, 지역 주민들에게 필요한 에너지 관련 정보와 자료를 제작·보급하는 거의 유일한 공공기관은 한국에너지정보문화재단인데, '전력산업기반기금'에서 지원되는 재단의 연간

사업예산은 10억원을 밑도는 실정이다. 이 때문에 올바른 에너지정보를 제공하고 잘못된 정보를 바로잡는 활동이 미약할 수밖에 없다.

우선, 이런 문제점을 바로잡고 새로운 사업 수요에 적극적으로 대응하기 위해 기존 기금 사용구조 혁신을 위한 기반연구를 수행한 뒤, 이를 토대로 기금의 사용구조를 대폭 개선해야 한다.

6. 에너지·전력 분야 갈등해결 전문기구 설치·운영

정부 부처가 공동 참여하는 전문기구 필요, 전문가도 양성해야

재생에너지 설비, 송·변전 시설 등 전력·에너지 관련 시설의 신설·확충 과정에서 각종 갈등과 집단민원이 빈발한다. 이로 인해 사업 추진에 난항을 겪는 경우가 많아 에너지전환 및 탄소중립 실현에 심각한 걸림돌이 되고 있다. 이러한 갈등과 집단민원을 신속히 해결하기 위해 전문성 있는 전담기구를 설치·운영할 필요성이 대단히 크다.

독일의 경우, 주요 정당간 합의로 연방정부에서 에너지전환정책을 본격 추진했다. 그 선행 조건 중 하나는 에너지·환경 관련 갈등을 효과적으로 해결하기 위한 기구(KNE)를 설치·운영하는 것이었다. 기구 예산 및 운영 면에서, 독일 KNE의 경우 환경부가 예산을 지원하되 독립적 운영을 보장하고 있다.

우리나라는 이 분야 갈등의 속성상 우선 산업부와 환경부의 공동기구 형태로 에너지·전력 분야 갈등해결 전문기구를 설치·운영하는 것이 바람직해 보인다. 추후 필요할 경우 2단계로 해수부와 산림청도 공동 참여하는 형태로 확대를 고려할 수 있다.

기구 운영을 위해 전력·에너지 분야 갈등에 대한 전문성을 갖춘 전문가들을 집중적으로 양성한다. 이들을 중심으로 관련 당사자간 대화와 협의를 진행해 쟁점을 해소하고 해당 갈등 사안에 대한 합의를 이끌어 갈등과 민원을 조기에 원만히 해결하도록 한다. 이를 통해 지자체의 인허가 문제 등을 사전에 방지해 관련 사업이 조속하고 원활하게 추진되도록 돕는다. 이는 재생에너지 설비의 사업성을 크게 높이는 효과로 이어질 것이다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45 개
과제

4장

에너지전환 실현을 위한 원전과 가스 정책



4장 에너지전환 실현을 위한 원전과 가스 정책

대선을 앞두고 국내 원자력계와 일부 대선 후보들이 탄소중립을 위해 원자력이 필요하며 신한울원전 3,4호기를 건설해야 한다는 주장을 새롭게 제기하고 있다. 또한 최근에 공개된 유럽연합의 녹색분류체계 초안에 원전 및 가스가 포함되어 국내외에서 논란이 이어지고 있다.

향후 에너지 정책의 방향 정립과 바람직한 녹색분류체계 정립을 위해 이러한 상황에 대한 면밀한 검토가 필요한 시점이다. 본 장은 국내외 녹색분류체계 관련 현황과 전망은 물론 영국, 미국 등 주요 해외사례를 통해 전력시장 패러다임 변화 추세를 짚어본다. 또한 변화된 전력시장 패러다임에서 요구되는 조건과 현재 원자력계의 주장이 현실성을 갖는지 검토하고, 국내 녹색분류체계의 바람직한 방향을 포함, 에너지전환 실현을 위한 원전과 가스 정책을 제시하고자 한다.

1. 전력망 운영에 심각한 장애를 주는 대형원전 축소

국내외 전력시장 패러다임 변화로 대형원전 축소 불가피

현대 교류전력망은 끊임없이 변화하는 수요에 맞춰 동조화된 전국의 터빈발전기들이 실시간으로 자동으로 출력을 변화시키며 매순간 균형을 유지하는 시스템이다. 수요보다 공급이 적거나 많으면 정전을 일으킬 수 있다는 것이 취약점이다. 국내외 전력시장은 ‘경제급전’ 원칙에 따라 연료비가 저렴한 원전, 석탄, 가스발전 순으로 발전소를 가동해 전력을 생산했다. 과거 높은 경제성장과 전력수요 증가 덕분에 실시간 출력조절이 불가한 원전의 경직성은 문제되지 않았다. 원전의 경직성은 가스, 양수 등 ‘유연성’ 발전기와 일부 석탄발전기들의 부하추종 운전과 주파수 조정을 통해 해소되어왔기 때문이다.¹⁾

그러나 연료비 등 변동비가 0원/kWh인 재생에너지는 경제급전 기준에 따라 가장 먼저 가동하고, 여전히 변동비가 발생하는 원전은 그 후순위로 밀려날 수밖에 없다. 또한 지난해 기준 세계적으로 재생에너지가 원전발전량을 추월해 성장하면서 대형원전의 경직성은 전력망 운영에 심각한 장애요인으로 부각되고 있다. 유연성 발전기들이 재생에너지의 간헐성을 보완하는 수단으로 투입되면서, 원전의 경직성을 보완할 여력이 점점 줄어들고 있기 때문이다.

이미 10년 전부터 선진국 전력망 운영기관들과 전력학계는 재생에너지 증가와 순수요 감소 추세에서 전력망 안정을 위해 기존 대형원전을 규모가 작고 유연한 발전기로 대체해야 한다는 권고를 해왔다. 이 때문에 미국, 유럽 정부들이 공식적으로 제시하는 원전정책은 소형모듈원전(SMR)

1) 부하추종(load-following) 운전은 발전소 출력을 전력 수요변화에 맞추어 변화시키는 운전으로, 통상적으로 전력망 중앙관제소의 지시 또는 자동신호에 따른 자동 실시간 출력조정 운전을 의미한다.

연구개발이다. 이는 SMR의 상용화 전망이 밝아서가 아니다. 재생에너지로 변화된 전력망의 현실을 절감한 선진국들이 전력망을 저해하지 않으면서 취할 수 있는 유일한 원전정책이기 때문이다. 우리 정부도 이미 지난 25년간 ‘스마트원전’ 개발에 투자해왔고, 최근 SMR 개발에 5,800억 원의 추가 투자계획도 밝혔다. 그러나 SMR은 아직 에너지계획에 반영하기 어려운 연구개발 단계의 기술이다(SMR의 연구개발 전망은 제9장 참조).

2. 원전 출력감발로 인한 손실비용 최소화 대책 마련

대형원전 출력감발 손실비용 평가 시급

지난해 재생에너지 전력공급 비중이 43%(풍력 24%, 태양광 4.2%, 기타 14.8%)에 도달한 영국의 전력망 운영기관인 ‘내셔널 그리드(National Grid)’는 재생에너지 증가와 전력 수요 하락에 따라 전력망 안정을 위해 5개월간 대형원전인 사이즈웰-B 원전(1.25GW)의 출력을 50%로 낮춰 운전하도록 지시했다. 재생에너지 증가로 전력망의 수요가 7GW까지 떨어졌고, 이때 대형원전 불시정지가 발생할 경우 정전사태로 이어질 수 있기에 전력망 충격을 최소화하기 위한 조치였다.

수요가 낮은 상황에서 대형원전이 정상가동 중 불시 정지할 경우, 나머지 다른 발전기들로 이를 대처하기 어렵다. 또한 대형원전의 불시정지에 대비해 비상용 발전기들을 대기시켜야 하는 등 보조서비스 비용 또한 막대하다. 이에 따라 내셔널 그리드는 원전 발전사업자에 대한 1,200억원(£7천3백만)의 손실보상금을 감수하고 원전의 50% 출력 감발을 선택했다.

일반 국민들은 ‘굳이 출력감발을 해야 할 정도로 원전 불시정지가 자주 일어나는가?’라는 의문을 가질 수 있다. 그러나 원전은 각종 안전 및 기술적 이유로 연중 수시로 불시정지 한다. 국내에서는 지난 2011~2021년 연평균 약 8기가 가동 중 불시정지 한 바 있다. 국내에서도 재생에너지 증가로 전력 수요가 하락하는 추세에서 대형원전의 불시정지는 곧바로 정전사태로 이어질 수 있는 매우 심각한 사안이다.

영국, 미국을 포함 해외 전력시장에서는 출력감발 조치에 더해 재생에너지 증가로 전력공급 과잉시간이 늘어나면서, 출력조절이 안 되는 경직성 발전설비들은 이른바 네거티브 가격(negative price) 시간대에 공급 초과분만큼 전력망 운영기관에게 벌금을 내면서 운전하는 상황도 늘어나고 있다. 탄소중립 정책에 따른 재생에너지 증가 폭이 더욱 커지는 상황에서 향후 원전과 같은 경직성 발전기들의 손실도 더욱 커질 수밖에 없다.

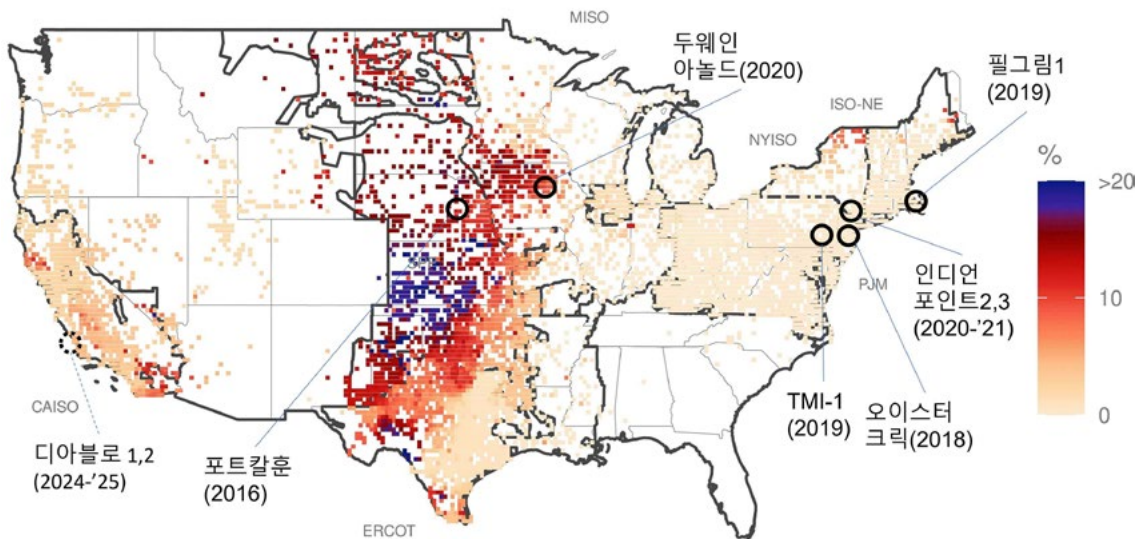
영국 사례에서 보았듯이, 미국과 유럽이 원전으로 회귀한다는 일부 언론 보도와 원자력계의 주장은 사실이 아니다. 태양광 비중이 높은 미국 캘리포니아는 지난 2016년 캘리포니아의 마지막 원전인 디아블로 원전을 수명연장 없이 2025년 폐쇄하기로 결정했다. 외형적으로 후쿠시마 사고 이후 안전성에 대한 우려가 이 결정의 원인으로 부각됐지만, 당시 전력사업자 PG&E사는 이미 재생에너지가 증가하는 전력망에서 원전 운영이 어려우며, 유연성 기술로 대체해야 한다고 검토보

고서를 발표한 상황이었다.

미국 역시 재생에너지 증가로 지역에 따라 전력공급 과잉 시간대가 연중 20% 넘게 늘어나고 있다. 이때 원전이 공급 과잉시간 즉 ‘네거티브 프라이스’를 회피하기 위해서는 하루 전부터 준비하는 출력감발 운전을 해야 한다. 그러나 출력감발로 인한 추가적 설비운영 비용과 감발만큼 발전량 손실이 발생하기 때문에, 출력감발보다는 차라리 벌금을 지불하며 정상가동하는 상황이다. 따라서 미국의 원전 발전사업자들은 진퇴양난에 처해 있다.

때문에 미국의 원전 발전사업자들은 지난 6년간 이미 수명연장을 허가받은 원전 7기를 중도에 조기폐쇄한 바 있다. 또한 2021년에도 미국 일리노이 주에 위치한 원전 4기(바이런, 드레스덴 등)가 조기 폐쇄될 예정이었지만, 주정부의 지원금으로 연명하게 되었다. 고용안정이 강조되는 미국의 정치 여건에서 일리노이 주정부의 지원 결정은 원전 폐쇄로 인한 해고사태를 막기 위함이었다.

[그림 7] 미국의 재생에너지 및 네거티브 가격 빈도 증가(‘20년 기준)와 원전 조기폐쇄 현황



출처: 미국 로렌스리버모어 국립연구소(LLNL), 미국 에너지정보청(EIA), 2021.

국내에서도 재생에너지 비중이 6.8% 수준으로 증가한 2020년부터 전력거래소의 전력망 안정 대책으로 국내 발전소 중 가장 용량이 큰 신고리 3,4호기(1,400MW)를 연중 최저수요가 발생하는 연휴 기간마다 20%씩 출력을 낮춰 가동하고 있다. 향후 재생에너지 증가추세와 영국 등 해외의 경험을 감안할 때, 현재 가동 및 건설 중인 동종 원전들은 2030년 이전부터 출력감발의 강도와 빈도가 증가해 천문학적 손실이 불가피하다. 따라서 정부 차원에서 앞으로 발생하게 될 대형원전의 손실비용에 대해 심층적으로 분석하고 최소화 방안을 찾기 위한 대책을 수립해야 한다.

3. 국내 녹색분류체계에서 원전은 제외

국내 원전, EU 녹색분류체계 초안의 원전 포함조건 충족불가

2021년 12월 말 유럽연합(EU) 집행위원회의 녹색분류체계(Taxonomy) 초안에 원자력이 포함되면서 국내 원자력계와 일부 언론은 이를 계기로 국내 녹색분류체계에도 원전을 포함해야 한다는 주장을 제기해왔다. 그러나 독일, 오스트리아, 스페인, 룩셈부르크, 포르투갈, 덴마크 등 서유럽 국가들은 EU 녹색분류체계에 원전을 포함시키는 것에 대해 반대 입장을 밝혀왔고, 초안대로 강행될 경우 EU 기능조약을 관할하는 EU사법재판소에 제소하겠다는 경고하고 있어 합의를 이루기 어려운 상황이다. 또한 최근에는 EU집행위원회 초안에 대해 전문가 패널 및 지속가능 금융 플랫폼 모두 원전 및 가스를 포함시키는 것을 철회하거나 제한 조항을 보다 강화해야 한다고 요구한 바 있다.

더욱이 이미 초안에 담긴 엄격한 전제 조건들만으로도 국내 원자력계가 주장하는 것과 달리 실제 원전 추진에 활용되기는 어렵다. 2050년 이전 사용후핵연료 최종처분장을 건설·운영할 수 있는 상세계획의 제출, 최선진 기술 적용, 사고저항성 핵연료(accident-tolerant fuel) 적용, EU 집행위원회의 주기적 기술심사 등의 전제 조건을 충족했을 경우에만 원전을 포함시킬 수 있도록 제한하고 있기 때문이다.

이 중 사용후핵연료 최종처분장만 하더라도 지질선별, 부지 및 기술 선정, 의회심의, 인허가, 건설, 운영 개시까지 30년 내에 완료한다는 세부계획이 필요하다. 그러나 유럽의 사용후핵연료 처분장 추진실적과 전망은 왜 원전이 ‘지속가능한 기술’에서 배제되어왔는지 잘 보여준다. 스웨덴은 처분장 부지확보에 지금까지 약 50년이 걸렸고, 준공까지는 아직 10년 이상의 시간이 더 필요하다. 핀란드는 원전의 사회적 수용성이 높은 국가(찬성률 50%, 2021)임에도 처분장 건설에 40년이 소요되었다. 스페인은 1980년대 지질선별을 시작했지만, 처분장 운영은 2068년 이후 가능할 것으로 기대하고 있다.

또한 초안의 ‘최선진 기술’ 조건은 후쿠시마사고 이후 강화된 EU의 안전규제를 감안할 때 형식적 문구가 아니며, 신규원전의 전망을 어둡게 만드는 조건이다. 이미 현재 규제에서도 핀란드의 올킬루토-3 원전 건설기간 17년(2005~2021년), 건설비 15조원(110억유로)이 소요되었으며, 프랑스 플라만빌-3 원전은 착공(2007년) 후 15년이 지난 현재도 건설중이며, 프랑스 감사원 평가에 따르면 건설비는 26조원(190억유로)에 이른다. 이들은 국내 원전(APR1400)보다 이미 한 세대 앞선 EPR로, 정전상황에서 원자로를 냉각시키는 피동형 설계와 사고대비 용융노심을 포획·냉각시키는 코어캐처 설계 등 높은 안전성 요건에 부합하는 것이 얼마나 어려운지 잘 보여주고 있다.²⁾ 게다가 이번 초안이 요구하는 ‘사고저항성 핵연료’는 아직 연구개발단계로 규제기관의 설계 인증조차 받지 못한 기술이다.

따라서 프랑스의 요구대로 이번 EU 녹색분류체계 초안이 소송과 같은 분쟁 없이 원만하게 합의

2) 이 때문에 핀란드는 애초의 올킬루토 원전 4호기 건설계획을 지난 2018년 폐기했다.

되더라도, 동 초안이 전제하는 핵폐기물 처분방안 및 강화된 안전 요건을 충족시키며 신규원전 건설이 추진되기는 매우 어려운 상황이다.

EU 녹색분류체계의 원전포함 전제조건을 국내에 도입할 경우, 국내 원전(APR1400)은 이미 현존하는 유럽 EPR보다 한세대 뒤떨어진 설계로서, 피동형 냉각설계나 코어캐처 같은 안전설비가 없다. 지난 35년간 사회적 분쟁을 일으켜온 사용후핵연료의 장기관리 및 처분문제도 여전한 큰 사회적 부담이며, 향후 30년 안에 간단히 해결될 문제가 아니다. EU의 전제조건은 EPR 이상의 강화된 안전성과 사용후핵연료의 사회적 부담이 수용가능한 것임을 입증해야 한다는 측면에서 신고리 3,4호기 같은 원전이 동일한 수준으로 평가될 수 없다.

4. 원전의 조기노후화 예방 및 안전문제에 집중해 대책 추진

원전의 부하추종 운전은 안전 위협, 대부분 국가에서 금지

최근 원자력계 일부에서 원전도 부하추종 운전이 가능하다는 주장을 하고 있다. 그러나 부하추종 운전은 원자로 핵연료 손상, 안전 관련 설비들의 피로 증가, 조기 노후화 등의 문제를 일으킨다. 이 때문에 원전 부하추종 운전은 미국 핵규제위원회(NRC)는 물론 미국의 안전규제를 참조하는 한국, 일본에서도 금지되고 있다. 국내 원자력계는 주로 프랑스 사례를 근거로 원전의 부하추종 운전이 가능하다고 주장하지만, 프랑스 역시 매우 제한적으로 적용할 뿐 대부분 전력망의 균형 유지에 양수발전과 가스발전에 의존하고 있다.

오히려 프랑스는 원전의 조기 노후화와 설비 문제로 매년 전력수요가 높은 겨울철마다 고질적으로 전력난을 겪고 있다. 2021년 12월에도 시보 원전의 비상냉각수 공급 배관에서 부식균열이 발견되어, 동종 원전(N4형) 4기의 설비교체를 위해 1년간 가동중단하기로 결정한 바 있다. 여기에 더해 2022년 1월에 다른 종류의 원전인 펜리 1호 원전(P'1형, 총 11기)에서도 동일한 부식균열이 발견되어 총 5기(정기점검 원전 포함 10기)의 가동중지 장기화로 전력수급에 비상등이 켜졌다. 원칙적으로 1기의 원전에서 심각한 결함이 발견되면, 동종 원전인 나머지 P'1형 10기 전체에 대한 정밀점검이 필요하다. 하지만 프랑스전력공사(EDF)는 전력수급난을 겪는 상황에서 N4형 원전 사례와 달리 이들에 대한 점검을 미룬 상황이다.

국내에서도 가동중인 24기 원전 중 설계수명이 종료되는 노후원전이 늘어나고 있다. 국내외의 안전규제 제도에서나 설계상로나 부적절한 원전 부하추종 운전과 같은 선부른 주장보다는, 노후화가 진척되는 원전들의 설비 안전점검과 불시정지 및 사고의 예방에 집중할 필요가 있다.

5. 가스터빈의 수소혼소와 수소터빈으로의 전환

국내 녹색분류체계의 과도기적 유연성 대안

재생에너지 확대를 통한 탄소중립은 유연성 발전 기술이 동반되어야 한다. 변동성 재생에너지 증가로 인해 전통적인 동기 발전기들이 줄어들게 되면, 주파수 조정 등 전력망의 공급 안정성 유지를 위한 별도의 조치들이 필요하다. 특히 해외와 달리 국내의 독립전력계통과 높은 인구밀도를 감안할 때 전력망의 유연성 유지 여부는 재생에너지 확대에 필수조건이다.

따라서 수소터빈 등 유연성 발전기들의 비중과 다양한 첨단 보조 서비스가 확대되어야 한다. 이외에도 양수발전소와 같이 최소 8시간 이상 잉여전력을 저장할 수 있는 이른바 장주기 에너지저장(LDES) 장치와 수소, 암모니아 등 화학적 에너지 저장수단도 필요하다.

이러한 배경에서 국내 녹색분류체계는 천연가스를 포함시키기는 했으나, 가스발전소의 설계 수명기간 동안 평균 온실가스배출량 250g CO₂eq/kWh 달성을 위한 감축계획을 제시하는 조건을 통해 중장기적으로 저탄소 및 무탄소 발전설비로 혁신하도록 유도하고 있다. 미국, 일본, 유럽에서는 이미 현재의 가스터빈에서도 수소의 혼소가 진행되고 있으며, 점차 가스터빈에서 수소혼소 비중을 늘릴 전망이다. 수소혼소는 가스터빈에 수소와 천연가스를 함께 태워 발전하는 방식이며 가스터빈의 이산화탄소 배출량을 감소시킬 수 있다.

영국은 2030년부터 수소터빈을 본격적으로 도입할 예정이다. 이는 가스터빈의 기술적 유연성이 전력망에서 실시간 출력조정뿐만 아니라, 연료 측면에서도 연소설비 개체를 통해 수소 또는 수소운반체인 암모니아 등 비탄소 연료를 사용할 수 있는 유연성을 갖추고 있기 때문이다.

다만 천연가스 역시 온실가스를 배출하기에 국내 녹색분류체계에서 천연가스는 한시적으로 포함되어야 하며, 수소(또는 수소운반체)의 생산, 저장, 수송의 경제성이 확보되는 시점에 맞추어 천연가스에 대한 녹색분류체계의 지원을 일몰시키는 유연성을 발휘할 필요가 있다. 이러한 의미에서 정부가 천연가스를 2030년까지 녹색분류체계에 포함하되, 기술 동향을 감안하여 최대 2035년까지 포함 기한을 연장하기로 한 방침은 합리적이다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45개
과제



에너지신산업·일자리 창출을 위한 전력산업 및 전력시장 개혁



제5장 에너지산업 · 일자리 창출을 위한 전력산업 및 전력시장 개혁

탄소중립을 위해서는 재생에너지원 비중확대 추진과 에너지 절약 및 에너지효율 향상 등 수요 관리를 고려해 에너지 운영시스템을 진화시켜야 한다. 특히 생산과 수요 전반에서 빅데이터와 사물인터넷 등 세계적으로 우리나라가 앞서 있는 4차 산업혁명 기술을 접목하면 탄소중립이 위기가 아닌 기회로 국가 성장동력의 한 축이 될 수 있다. 이를 위해서는 수직통합적 독점체제인 전력 부문의 운영 구조를 탈바꿈시켜야 한다. 전통적 전력시장의 독점구조 하에서 이뤄지는 가격 및 진입 규제, 정보의 독점, 엄격한 업역 구분 등을 새로운 융복합적 사업모델에 맞추어 혁신해야 한다.

[그림 8] 건물에너지이용 최적제어 통합관리시스템(BEMS) 개념도



자료: (사)한국EMS협회

1. 전력 운영시스템의 유연성 확보체계 구축

전력계통 안정화는 재생에너지 확대를 위한 필수요건

태양광이나 풍력과 같이 자연조건에 따라 변동성이 큰 재생에너지원이 확대되면 전력계통의 불안정 문제를 야기할 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 공급예비력의 대응력 확보, 변동성 재생에너지의 출력제한 완화 등 전력운영시스템의 유연성을 확보하는 방향으로 개선할 필요가 있

다. 즉, 전력운영시스템의 유연성 확보를 통한 전력계통의 안정화는 재생에너지 확대를 위한 필수 요건이라 하겠다.

[표 4] 유연성 제공 자원 특성

구 분		가스터빈	양수	ESS	DR
기술 특성	증감발(분당)	88MW	130~300MW	1,440MW	측정불가
	기동시간(Hot기준)	20~40분	5분	-	-
	최소출력(%)	25	28.3	-	-
경제성	건설비 (천원/kW)	891	1,013	PCS 1MW : 2.9억원 1MWh 배터리 : 7.3억원	-
	수명(년)	30	55	10~15	-
평가	장점	·건설 용이	·장시간 사용 가능	·건설 용이 ·분산설치 가능 ·빠른 적응력	·설비건설 불필요
	단점	·느린 기동시간 ·송전망 건설 필요	·장기 건설 기간 ·송전망 건설 필요 ·신규 입지 문제	·짧은 수명 및 운전 시간	·AUTO DR 개발 필요 ·사용가능시간 제약

자료 : 안재균(2018), 전력계통유연성 강화방안, 에너지경제연구원 성과발표회.

재생에너지를 확대하기 위해서는 두 가지 측면에서 유연성을 확보해야 한다. 하나는 전력수요에 비해 재생에너지 출력감소로 공급이 부족할 때이며, 다른 하나는 과잉공급으로 출력제한을 해야 할 때다. 전력운영 시스템이 유연하다면, 전자는 보조서비스 시장의 유연성 자원 확보로 대응할 수 있으며, 후자는 기존 발전설비의 최소출력 기준 완화 또는 잉여전력 처리 등으로 해결할 수 있다. 이를 위해서는 근본적으로 전력 도매시장에서 변동비를 반영해 하루 전 시장만을 운영하고 있는 현재의 경직적인 전력운영 시스템을 개혁해야 한다. 더 짧은 시간의 변동성을 반영할 수 있는 실시간 시장의 개설이 필요하다. 공급이 부족할 경우 즉각 대응할 수 있는 보조서비스 시장 개설도 중요하다. 특히, 빠른 시간 내 활용할 수 있는 수요반응자원, 전력저장장치, 양수발전, 가스터빈 등 공급예비력 확보에 주력할 필요가 있다.

잉여전력으로 인한 변동성은 기존 설비의 최소출력 기준을 완화하거나 잉여전력을 다른 형태의 에너지로 전환하는 기술 활용을 통해 안정화시킬 수 있다. 가령 열에너지로의 전환, 에너지저장장치 활용, 전기차 이용, 그린 수소 생산 등이 가능하다.

재생에너지 확대는 재생에너지 시설 보급, 보조서비스 시장 개설 등을 통해 새롭고 다양한 서비스 산업을 파생시킬 것으로 예상된다. 자연스럽게 부가가치 창출과 좋은 일자리 늘리기로 이어질 것이다. 해외의 대규모 전력회사가 기존 전통적 발전설비를 매각하고, 재생에너지와 배전계통을 중심으로 서비스 확대에 투자를 증대하고 있는 것은 우리에게 시사하는 바 크다.

2. 전력시장의 진입장벽 완화

에너지 신산업을 일으키기 위한 규제완화와 시장개방

에너지 분야에서 국가성장동력으로서 신산업을 일으키기 위해서는 에너지 시스템 전반의 규제 완화와 시장개방이 필요하다. 방향은 기존 사업자와 새로운 사업자 간의 경쟁이 촉진되고, 그동안 수동적이었던 소비자가 시장에 적극 참여할 수 있는 쪽으로 가야 한다. 특히, 중소규모 친환경 분산에너지원의 확대는 전력거래 메커니즘을 경쟁적 시장구조로의 전환을 요구하므로 현재 한전이 독점하고 있는 소매시장을 다수 사업자들이 경쟁하는 시장구조로 바뀌어야 한다.

[그림 9] 분산에너지 개념도



자료 : 산업통상자원부(2021), 분산에너지 활성화 추진전략

그 동안 우리 사회는 전력산업 구조개편의 필요성에 수많은 논의를 해왔다. 소매시장 개방방식의 경우 발전 및 판매부문의 분리와 분할을 통한 방식과 기존의 전력회사를 두고 진입규제를 완화하는 방식, 두 가지가 크게 제시됐다. 이중 시장이 최근의 기술발전과 다양한 서비스를 통한 새로운 사업모델의 개발 등을 빠르게 수용할 수 있도록 하기 위해서는 시장진입에 대한 규제를 완화하는 방식이 용이할 것으로 보인다. 즉, 한전이 지배적 사업자 지위를 유지한 채 신규 사업자의 시장 진출입을 자유롭게 허용할 수 있는 진입규제 완화방식이 대안이라는 것이다. 일본의 경우 이와 유사한 방식으로 운영하고 있다.

진입규제 완화방식을 도입한다고 할 때, 다음 단계로 고려할 것이 시장의 개방범위를 단계적으로 할 것인지 아니면 전면적으로 개방할 것인지 결정하는 것이다. 부수적으로 시장에 참여하는 사업자의 자격 및 허가 요건 사항, 소비자의 공급자 전환을 위한 절차의 표준화 규정 마련, 신규 판매사업자의 발전사업 또는 기존 발전사업자의 판매 허가 등도 종합적으로 고려할 필요가 있다.

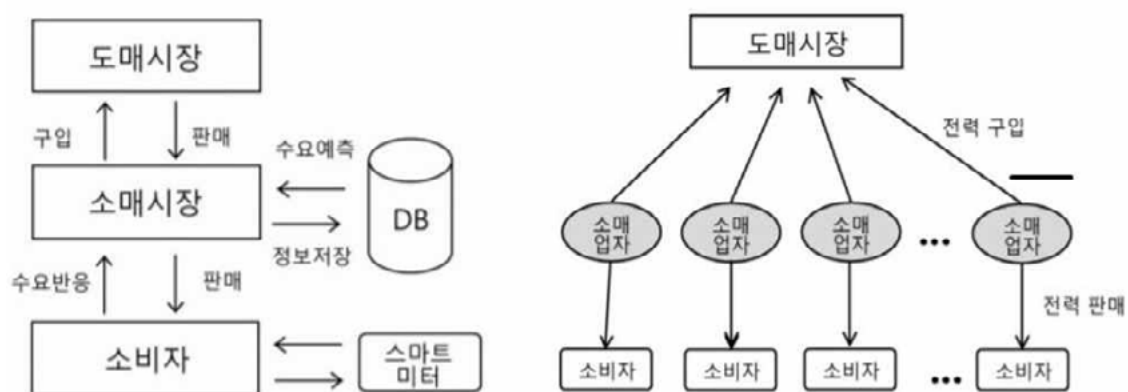
전력 소매시장 개방은 민간 투자 활성화와 소비자의 공급자에 대한 선택권 확보를 가능케 한다. 판매사업자는 소비자 니즈에 맞는 다양한 부가서비스 개발과 전력소비 효율화를 통해 비용절감 노력을 기울일 것이다. 소비자는 판매사업자들 간의 경쟁으로 다양한 서비스 혜택을 제공받거나, 소비자 스스로 소규모 태양광 발전설비의 잉여전력을 판매함으로써 수익을 확보할 수 있다. 또한 전력 관련 사업자 외에 가스 및 통신사업자, IT 업체 등 다양한 사업자가 시장에 참여해 다양한 사업모델 개발 및 일자리 창출에 기여할 수 있을 것이다. P2G(Power to Gas: 전력을 가스 형태로 저장), P2H(Power to Heat: 전력을 열에너지로 전환), V2G(Vehicle To Grid: 전기차 배터리 전력을 전력망으로 재송전), 수요자원 활용 등의 분야에서 스타트업들이 비즈니스를 창출할 수 있는 여건을 만들어야 한다.

3. 전력시장의 공정경쟁 여건 조성

신규 사업자의 진입과 소비자의 선택 범위 확대를 위하여

전력 소매시장이 개방되더라도 시장의 공정경쟁 여건이 조성되지 않으면 제대로 된 경쟁촉진이 이루어지기 어렵다. 특히, 지배적 사업자가 존재하는 진입규제 완화형태의 시장개방에서는 기존 사업자가 신규 사업자보다 시장지배력의 우위를 가지기 때문에 이를 완화할 수 있는 제도적 장치가 필요하다.

[그림 10] 소매시장과 수요반응 개념도(왼쪽)와 소매 사업자의 역할



자료 : 문준영 등(2012), 스마트 그리드 환경의 전력소매시장을 위한 최적의 실시간 가격결정 모형에 대한 연구, 한국전자거래학회지 제17권 제2호.

전력 소매시장의 공정경쟁 여건은 크게 두 가지 측면에서 다뤄져야 한다. 첫째는 도매시장에서 전력구매에 대한 조건이고, 둘째는 송배전망 이용조건이다. 이 두 가지가 공정하게 적용된다면 소매시장에서 전력 및 서비스 판매를 위한 비용절감 노력은 신규 사업자들의 몫이 될 것이다. 정책

은 신규사업자가 영업 및 마진 부분에서 타 상품과의 결합을 통한 비용을 절감하는 등 생산성이나 효율성 향상을 통해 경쟁력 있는 요금 제시가 가능하도록 여건을 조성해야 한다. 이를 위해서는 도매시장에서의 전력구입 비용이나 망 이용요금 등 신규사업자가 통제할 수 없는 비용요인에서 차별적 대우가 없도록 해야 한다.

우선 도매시장의 전력구매 조건은 한전과 타 소매사업자에게 동일하게 적용돼야 한다. 소매시장 개방 시 신규사업자는 발전설비 없이 전력거래의 중개역할을 할 가능성이 크다. 때문에 시장의 경쟁력을 가지기 위해 한전의 전기요금보다 낮은 요금을 제시하거나, 최소한 동일요금을 제공하더라도 다른 서비스 제공을 할 것이다. 송배전망의 이용조건은 지배적 사업자가 제3자의 차별대우를 금지하도록 해야 한다. 송배전망에 대한 서비스 기준과 판매회사가 지급하는 이용요금 등에 대한 명확하고 투명한 규정의 정립이 필요한 이유다. 궁극적으로는 현재 망사업자로서 판매부문을 소유하고 있는 한전의 전력 부문별 엄격한 비용분리를 시행하도록 할 필요가 있다. 우선 회계분리를 명확히 하고, 향후 법적 분리, 더 나아가 소유분리까지 이행되면 진정한 의미에서 공정경쟁이 가능할 것으로 판단한다.

전력 소매시장에서 한전은 시장지배력의 우위에 있기 때문에 개방 초기에 신규사업자의 사업적 지위는 불안정하다. 전력 도매시장에서 신규사업자에게 한전과 동일한 전력구매 조건과 송배전망 이용에 공정한 조건이 적용된다면, 신규사업자는 영업 및 마진 부분에서 전력 외 타 상품과의 결합을 통해 비용 절감을 추진할 것이고, 생산성이나 효율성 향상을 통해 경쟁력 있는 요금을 제시할 것이다. 소비자는 선택할 수 있는 공급자의 범위가 커지기 때문에 저렴한 전기요금 또는 서비스의 혜택을 제공받을 수 있다. 결론적으로 소비자의 공급자 선택에 따라 경쟁적 사업자의 비용절감 노력이 이루어지는 등 전력 소매시장의 효율성 증진에 기여할 것이다.

4. 전력시장의 가격기능 활성화

전기요금 정상화는 전력시장 혁신의 전제 조건

앞서 언급한 에너지 시스템 효율제고와 신산업 활성화를 위해서는 전기요금이 정상화 돼야 한다. 기본적으로 전력시장은 수요와 공급에 의한 가격 결정과 적절한 규제가 이뤄져야 효율적 운영이 가능하다. 현재 국내 전력시장은 경쟁보다는 강력한 규제에 의한 운영체제로 가격기능이 제대로 작동하지 않고 있다. 전기요금의 과도한 규제로 전력공급 비용조차도 제대로 회수되지 않고 있다. 전력시장에서 적절한 자원 배분과 신규 사업모델 개발을 위해서는 시장 전력 가격기능 회복이 시급하다.

전기요금은 도매시장에서 결정된 가격에 송배전 비용과 판매마진 등이 보태어 결정된다. 도매시장 가격은 현재 계통한계가격으로 결정되고 있다. 발전사업자에 대한 정산은 정산조정계수와 적정한 투자보수를 기준에 따라 한전과 수익을 적절하게 배분하는 차원에서 이루어진다. 이러한 체계는 비용절감 및 발전설비 투자 측면에서 한계를 가지고 있다. 도매시장 정산방식은 한전의 전력

구입 비용을 낮추어 전기요금을 낮게 유지하려는 이유에서 취해진 조치다. 따라서 도매시장의 가격기능 정상화와 비용절감 유인을 위해서는 계약 비중을 높이고, 현물시장의 비중을 현저히 낮춰 수급균형을 유지하도록 해야 한다. 계약 비중을 높이면 가격이나 공급의 변동성이 줄어든다. 가격은 현물시장에서 과도한 이윤을 방지하는 방식으로 설계하고, 계통한계가격으로 정산하는 것이 바람직하다.

전력 소매시장 전기요금은 원칙적으로 적정원가에 적정 수익을 보상하는 방식으로 결정된다. 하지만 물가상승 및 정책적 또는 정치적 이유로 잘 지켜지지 않고 있다. 인상 요인이 발생하더라도 제때 반영하지 않고, 대부분 한전 적자로 처리한다. 원가보다 비싼 요금을 받는 곳에서 발생한 초과이윤을 수익성이 떨어지는 쪽에 배분해 격차를 줄이는 교차보조 상태가 지속되고 있는 것도 문제이다. 용도별 전기요금 원가회수율 차이를 줄여야 전압별 요금체계 이행도 가능해질 것이다.

[표 5] 용도별 전기요금 원가 및 원가회수율

(단위: 원/kWh, %)

구분		주택용	산업용	일반용	교육용	농사용	종합
2005년	종별원가	104.3	65.3	82.3	78.1	98.6	75.9
	판매단가	110.8	60.3	95.1	89.0	41.7	74.4
	원가 회수율	106.2	92.3	115.6	113.9	42.3	98.0
2006년	종별원가	110.2	69.4	87.0	83.2	103.9	80.5
	판매단가	114.3	61.9	97.8	77.5	43.0	76.6
	원가 회수율	103.8	89.3	112.3	93.1	41.3	95.1
2007년	종별원가	115.3	71.4	90.1	87.1	108.2	83.0
	판매단가	114.3	64.6	97.5	77.2	42.5	77.7
	원가 회수율	99.2	90.5	108.2	88.7	39.2	93.7
2008년	종별원가	136.5	90.1	108.9	106.4	127.2	102.0
	판매단가	115.0	66.2	95.3	78.6	42.4	79.2
	원가 회수율	84.3	73.5	87.5	73.9	33.4	77.7
2009년	종별원가	124.1	81.1	97.8	99.0	113.3	92.1
	판매단가	114.5	73.7	98.4	83.6	42.1	84.2
	원가 회수율	92.2	90.9	100.7	84.4	37.2	91.5
2010년	종별원가	127.2	85.7	102.7	103.1	116.0	96.3
	판매단가	119.9	76.6	98.9	87.2	42.5	86.8
	원가 회수율	94.2	89.4	96.3	84.6	36.7	90.2
2011년	종별원가	135.9	92.9	109.7	109.6	123.6	103.3
	판매단가	120.0	81.2	101.6	94.2	42.7	90.3
	원가 회수율	88.3	87.5	92.6	86.0	34.6	87.4
2012년	종별원가	144.9	103.8	121.3	125.1	129.2	113.9
	판매단가	123.7	92.8	112.4	108.8	42.9	100.7
	원가 회수율	85.4	89.4	92.7	87.0	33.2	88.4

자료: 박광수·남경식(2019) ‘가격왜곡의 에너지소비 비효율성이 미치는 영향 분석’, 에너지경제연구원(한전 내부자료, 산업통상자원부 2차 에너지기본계획 참조)

하지만 지금처럼 용도별 전기요금 원가회수율 차이가 큰 상태에서 전력 소매시장을 개방하면, 원가회수율이 100%를 상회하는 산업용 및 일반용 소비자들이 체리피킹(Cherry Picking)할 수도 있는 등 문제가 발생하기 쉽다. 따라서 전력 소매시장 개방을 위해서는 용도별 전기요금의 원가회수율을 100%로 조정하고, 전압별 요금제로 전환해야 한다. 일단 전력 소매시장이 개방되면, 과도하게 규제된 전기요금을 점진적으로 자유화할 필요가 있다. 소매시장 개방 초기에는 요금상한제를 시행하고, 다양한 요금제를 내놓고 소비자들에게 선택하도록 해야 한다. 전력 소매시장 개방은 소비자가 일정 부분 위험을 분담하면서 선택권을 행사해 위험을 완화하는 구조로 가야 한다.

전력시장의 가격기능 활성화는 발전사업자의 전력 생산과 소비자의 행동에도 큰 영향을 미칠 것이다. 시장에 의해 발전량과 소비량이 효율적으로 결정되고, 미래 발전설비에 대한 투자 및 소비 계획도 효율적으로 이뤄지게 된다. 이렇게 되면, 전력 자원이 적정하게 배분되고 효율적인 시장 운영이 가능해질 것이다. 새로운 사업모델 개발에 대한 선택도 시장의 경제성 향상을 촉진할 것으로 기대된다.

5. 전력·가스 시장의 통합 및 독립 규제기관 신설

전력 및 가스 수급구조 효율화와 일관적인 규제 필요

국내에 도시가스용 천연가스가 도입된 1980년대 이후, 지난 35년간 국내 전력 시장과 가스 시장은 도시가스의 신속한 보급 촉진과 가격 안정을 위해 한전 발전 자회사들의 연료용 가스 가격에 주 택용 도시가스의 공급 비용을 분담시키는 ‘교차보조’ 정책을 시행해왔다. 그러나 지난 10년간 석탄 화력으로 인한 미세먼지 문제에 대한 우려로 한전 발전 자회사들의 석탄발전 폐쇄와 가스발전으로의 전환 필요성이 대두되었고, 최근에는 발전 자회사들의 가스 직도입이 허용되면서 도시가스 보조로 인한 부담은 일부 해소되었다.

그럼에도 불구하고 국내 가스 시장에서 발전 자회사들의 자유로운 가스 물량 거래는 여전히 금지되어 있다. 발전 자회사들에게 가스 잉여분 또는 부족분이 발생할 경우 이를 적절히 청산하거나 보충하기 위해서는 거래가 필요하지만 불가능한 상황이다. 이렇게 되면 똑같은 연료임에도 불구하고 여전히 발전용과 도시가스용 시장으로 분리되어, 실제 양 시장에서 발생하는 수요공급 변화에 따른 효율적인 가스 거래가 불가능해진다. 이는 결국 전력 시장에서 가스의 경쟁력을 약화시키고, 도시가스 시장의 비용 최소화에도 걸림돌로 작용해 국가적으로 큰 손실을 유발한다.

이러한 조치는 기존 한국가스공사의 도매 가스시장 독점지배구조를 보호하기 위한 것이지만, 이미 국내 도시가스 보급률이 세계 최고수준에 도달한 상황에서 더 이상 맞지 않는 정책이다. 이미 OECD 회원국 대부분이 전력 시장과 가스 시장을 통합해 운영하고 있으며, 일본도 후쿠시마 원전사고 이후 전력 공급 안정을 위해서 전력과 가스 간 시장 통합으로 기존의 전기 사업자와 도시가스 사업자 간의 칸막이가 철폐되고 전력과 가스의 수급구조가 효율화되었다.

따라서 한국가스공사의 역할은 여전히 공공성이 강한 가스 배관망을 전문적으로 관리, 운영하는

것으로 자리매김하되, 국내 도소매 가스 시장은 경쟁체제로 전환할 필요성이 있다.

변동성 재생에너지가 증가하는 에너지전환기 전력망의 유연성 확보가 주요 과제로 떠오르는 상황에서 과도기적으로 가스발전의 역할은 필수적이다. 이에 따라 가스 시장에 대한 일관적이고 통일적인 규제도 중요하다.

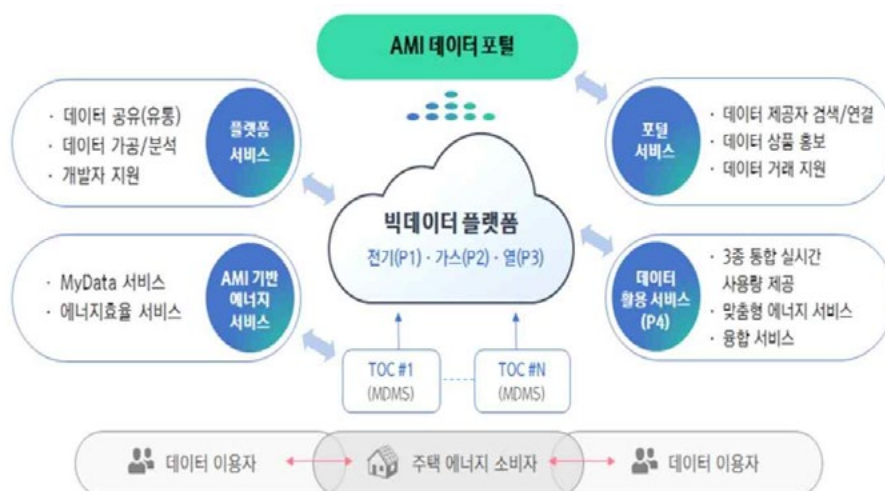
해외의 대표적인 사례인 미국의 주 정부별 공공서비스 규제위원회(Public Utility Commission), 영국의 전력·가스 규제청(Gas & Electricity Markets Authority) 등은 행정부로부터 독립된 전문 규제기관으로 에너지 시장의 공정 경쟁, 소비자 보호와 규제 기능을 담당해 왔다. 현재는 탄소중립 시대의 재생에너지 확대 정책에 맞게 고도화된 전력시장 및 전력계통 운영에 대한 설계를 주도하고 있다.

그동안 국제에너지기구(IEA)는 우리 정부에 전기위원회의 독립을 지속적으로 권고해 왔다. 전기위원회의 독립은 물론 가스 시장의 규제 기능까지 통합한 전력·가스 독립 규제기관의 설립이 필요하다. 2021년 2월 발생한 미국 텍사스의 정전사태는 전력 시장과 가스 시장이 분리된 채, 이들을 감독하는 정부기관들이 서로 모순된 규제정책을 행사하는 상황에서 촉발된 것으로 분석되었다. 텍사스 정전사태와 같은 혼란을 사전에 방지하고 에너지전환의 과정에서 천연가스가 과도기적 유연성 전원의 역할을 원활히 수행할 수 있도록 전력·가스 통합 규제기관이 반드시 필요하다.

6. 에너지정보 활용 기반 조성

독립 규제기관에서 수요자에게 공정하게 제공

[그림 11] 빅데이터 플랫폼의 다양한 서비스



자료 : (재)한국스마트그리드 사업단 보도자료(2021.6.29.)

향후 새로운 사업모델은 데이터 활용 등을 이용한 서비스가 주도할 가능성이 크다. 따라서 정보의 개방 및 공유체제를 구축하는 것이 시장의 공정경쟁을 조성하는 데에 매우 중요하다. 우리나라는 2020년 8월5일부터 데이터 3법을 개정해 시행에 들어갔지만, 개인정보보호와 관련한 데이터 활용에는 여전히 제약이 많다. 전력 관련 데이터의 경우 한전이 시장에서 지배적 판매사업자의 우월한 지위를 가지고 있기 때문에 정보공개 및 공유에 적극적이지 않으면 소매시장이 개방되더라도 신사업 모델이 활성화되기 어렵다.

이에 따라 별도의 전력 데이터 관련 전담기관을 설치해 통합적으로 관리하고, 수요자에게 공정하게 제공하도록 할 필요가 있다. 공정한 관리를 위해 앞서 언급한 전력·가스 통합 규제기관에서 데이터 관련 업무도 담당하게 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

민간이 다양한 데이터를 거래할 수 있는 데이터 플랫폼을 만들어 활용하는 것도 고려해 볼 수 있다. 여기에 전기요금의 시간대별 차등화, 실시간 요금제와 같은 제도적 변화가 뒷받침된다면 다양한 신규 사업자들이 시장에 진입해 경쟁하면서 새로운 부가가치를 창출하게 될 것으로 기대된다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45개 과제



기후변화 대응과 지속가능한 사회경제 구축을 위한 조세개혁



제6장 기후변화 대응과 지속가능한 사회경제 구축을 위한 조세개혁

기후변화 대응을 위해서는 지속가능한 사회경제 구축을 위한 조세개혁이 동반되어야 한다. 영국의 경제학자 아서 세실 피구(Arthur Cecil Pigou)가 고안한 피구세(Pigouvian tax)는 탄소배출을 줄이는데 세금이 어떠한 역할을 할 수 있는지 잘 설명한다. 이 개념에 따르면 소비세, 특히 에너지세에 잘 접목할 경우 세금을 통한 가격조정으로 탄소배출을 억제하는 방향으로 소비를 유도할 수 있다. 이러한 세금구조는 장기적으로 지속가능한 사회를 구축하는 데에 중요한 요소가 될 수 있다. 단기, 중기적으로 추진해야 할 주요 조세 관련 정책들을 제언한다.

[표 6] 우리나라 에너지세제의 제세부담금 현황

구분		수송용 등			난방·산업용 등			발전용 등			열 (원/ 만kcal)
		휘발유 (원/L)	경유 (원/L)	LPG (부탄) (원/kg)	실내 등유 (원/L)	중유 (B-C) (원/L)	LPG (프로판) (원/kg)	LNG (원/kg)	유연탄 (원/kg)	전기 (원/kWh)	
관세	기본	3%						-	-	-	-
	할당	원유 (납사제조용) 0%		제품, 원유 0%	원유 (납사제조용) 0%	제품, 원유 0%		2% (동절기)	-	-	-
개별 소비세	기본	-	-	252	90	17	20	12/60	46	-	-
	탄력	-	-	275	63	17	20/14	8.4/42	49/43	-	-
교통· 에너지· 환경세	기본	475	340	-	-	-	-	-	-	-	-
	탄력	529	375	-	-	-	-	-	-	-	-
교육세		79.35	56.25	41.25	9.45	2.55	-	-	-	-	-
자동차세 주행분		137.54	97.5	-	-	-	-	-	-	-	-
부가가치세										-	-
수입부과금		16	16	-	16	16	-	3.8	-	-	-
품질검사 수수료		0.47	0.47	0.027	0.47	0.47	0.027	-	-	-	-
안전관리 부담금				4.5			4.5	4.83		-	-
판매부담금		고급36	-	62.28	-	-	-	-	-	-	-
전력산업기반 세금		-	-	-	-	-	-	-	-	전기 요금의 3.7%	-
A. 세금계 (관세 제외)		745.89	528.75	316.25	72.45	19.55	20	12/60	46	-	-
B. 준조세계 (부과금 등)		16.47	16.47	66.807	16.47	16.47	4.527	8.63	0	-	-
A + B		762.36	545.22	383.057	88.92	36.02	24.527	20.63 /68.63	46	-	-

주: 1) 유류세 한시 인하 조치에 따라 2018.11.6.~2019.5.6. 동안 휘발유 450원, 경유 319원, LPG(부탄) 234원, 2019.5.7.~8.31. 동안 휘발유 492원, 경유 349원, LPG부탄 256원 적용

2) 유연탄 탄력세율은 순발열량 기준, 5,500kcal 이상과 5,000kcal 미만 구간에 적용

3) 교육세와 자동차세(주행분)는 부가세(surtax)로, 교통·에너지·환경세액 및 개별소비세액에 대해 각각 15%와 26%를 부과한 값으로 산출

자료: 국회예산정책처(2019), 에너지세제 현황과 쟁점별 효과 분석.

1. 에너지원 소비과정에서 발생하는 외부비용의 내재화

탄소세 도입한다면, 어떻게 운영하는 것이 바람직한가?

피구세의 기본 원리는 가격에 외부비용(external costs)을 내재화하는 것이다. 여기서 외부비용은 탄소에 의한 기후변화만이 아니라 매연·악취·소음 등 다양한 오염물질에 의한 피해를 회복시키기 위해 필요한 비용을 포함한다. 다만, 여기에서는 탄소를 중심으로 서술하며 특히, 이미 시행되고 있는 탄소배출권거래제 등의 제도와 어떻게 조화를 이루며 에너지세를 개편해야 할지에 대해 다루고자 한다. 아울러 EU 미국 등이 추진 중인 탄소국경조정제도 도입에 따른 국내 경제의 부정적 효과를 최소화하는 방안을 감안해 제언하고자 한다.

탄소 배출을 줄이기 위해 현재 국제적으로 논의되고 있는 ‘탄소세’의 국내 도입은 소비과정에서 탄소 배출을 줄이는 가장 확실하고 명확한 정책이라 할 수 있다. 소비재에 탄소가격이 반영됨에 따라 탄소 배출이 많은 재화의 소비가 일부 억제돼 탄소 배출을 감축시키는 데에 기여할 수 있기 때문이다. 다만, 세금정책은 가계, 기업, 정부 모두에게 상당한 영향을 가져오기 때문에 다각적인 면에서 득실을 따져 신중히 추진해야 한다.

탄소국경조정제도는 국제 경제에서 나라별로 차등적으로 탄소가격이 반영될 경우 발생할 무역 불공정에 대응하기 위해 만들어지는 것으로, 이러한 국제사회의 기조에 맞춰 적절한 수준에서 탄소가격을 반영하면 무역에서도 피해를 최소화할 수 있다. 우리나라는 2015년부터 실시하고 있는 탄소배출권거래제(ETS)와 잘 결합할 경우 오히려 탄소국경조정제가 기회로 작용할 수도 있다.³⁾

EU 회원국들 중 EU-ETS와 탄소세를 함께 운용하는 국가들은 대부분 ETS 대상 부문에 대해서는 탄소세를 면세함으로써 이중부담을 배제하고 있다. 영국의 경우 ETS 제도 배출권가격의 변동성이 지나치게 큰 문제를 보완하기 위해 탄소가격의 하한을 정하고, 배출권 가격이 하한보다 낮을 경우 탄소가격지원(CPS) 명목으로 가격하한 수준을 유지시키는 세금을 부과한다.

탄소세를 신설할 경우 현재 EU와 미국을 중심으로 추진하고 있는 탄소국경조정제에도 대응할 수 있도록 세밀하게 구성해야 한다. 우선 기존의 에너지에 대한 제세부담금이 탄소국경조정제의 탄소가격 범주에 포함되도록 조정할 필요가 있다. 만약 ETS가 탄소국경조정제에서 요구하는 탄소가격을 다 반영할 수 없다면, 그 나머지 부분을 탄소세로 보완하는 것이 적절하다고 본다. 기업들에게 중복부담이 발생하지 않도록 ETS와 세제를 적절히 혼용해야 할 것이다.

탄소세 신설로 얻어지는 세수는 산업의 탈탄소 체제 이행에 전적으로 활용할 필요가 있다. 지금은 탄소중립을 위해 산업계가 혹독한 체질개선을 추진해야 하는 특수한 상황이다. 따라서 이 세수는 여타 복지제도가 아닌 전적으로 탄소중립을 위한 정책 재원(예를 들어, 기후대응기금)으로 사용하는 것이 바람직하다.

3) OECD에서 회원국 및 대표적인 개발도상국 등 44개국을 대상으로 탄소가격 반영수준을 평가한 보고서(OECD, Effective Carbon Rates, 2021)에 따르면 우리나라는 K-ETS에 힘입어 44개국 중 10위로 평가받았다.

2. 에너지 가격을 교란하는 지원의 최소화

각종 비과세 감면, 소비절약과 반대 유인 제공 부작용

[표 7] 개별소비세법과 교통·에너지·환경세법 면세 조항

조항	개별소비세법	교통·에너지·환경세법	면세 대상
미납세반출	제14조	제12조	- 수출 물품 반출 - 박람회 등 출품 (개소세) - 위탁자 제품 저장창고에 반출 - 규격검사 반출 등
수출 및 군납면세	제15조	제13조	- 수출하는 것 - 주한외국군 납품
외교관 면세	제16조	제14조	주한외교기관 등과 주한외교관 등의 자동차 사용 석유류
조건부면세	제18조	제15조	- 자선 또는 구호기관·단체에 기증 - 제수출물품 보세구역으로부터 반출 - 의료용·의약품제조용·비료제조용·농약제조용 또는 석유화학 공업용 원료 - 외국항선박·원양어업선박·항공기 사용 - 산업용 및 대통령령으로 지정한 유연탄(개소세)
무조건면세	제19조	제16조	- 자선 또는 구호기관·단체에 기증 - 국가 또는 지방자치단체에 기증 - 군사원조에 의해 수입하는 원조물품 - 내국무역선 선박적재 물품
가정용 부탄 개소세 환급 특례	제20조의 2	-	취사난방용 부탄과 천연가스 판매에 대해 개별소비세 환급 및 공제

자료: 국회예산정책처(2019), 에너지세제 현황과 쟁점별 효과 분석.

현재 시행 중인 보조금 제도는 수혜자들의 경제적인 행태변화 유인을 고려해 수혜자들이 탄소 및 각종 오염물질 배출을 억제할 수 있는 방향으로 개편할 필요가 있다. 특히 에너지원 가격을 낮추어 소비부담을 줄이는 각종 비과세·감면(조세지출) 제도들은 결과적으로 에너지 소비절약과는 반대되는 유인을 제공하기 때문에 우선적으로 개편해야 한다.

조세특례제도는 사회적 취약계층이나 기간산업들과 관련된 경우가 많아 이를 조정하기 매우 어렵다. 따라서 조세지출(가격지원)로 해당 집단을 지원하던 것을 재정지출(소득지원)로 지원방식으로 전환하는 것을 제안한다. 조세지출 방식의 지원 규모는 점진적으로 축소하되 바우처 제도를 확대·강화하는 등의 방향으로 지원 방식을 바꾸고, 총 지원 규모는 유지하는 것이 적절하다고 판단한다. 예를 들어, 경차 연료에 대한 조세특례제도는 친환경제도라는 명분으로 최근 확대되기까지 했으나, 근본적으로 친환경제도로 분류할 수 없다. 따라서 연료가격을 낮춰주기보다는 경차 이용 시 받을 수 있는 별도의 혜택을 확대하는 것이 바람직하다. 그동안 조세특례제도들은 한시적으로 도입했다가 수혜집단의 반발에 부딪혀 영구화되고 있는 경우가 많았다. 소득지원으로 바꾸는 것은 조세제도의 효율적 제도체계 수립에도 큰 역할을 할 것으로 기대한다.

3. 수송부문 변화에 따른 세제의 교정기능 보완

내연기관차 신차 판매금지 시점 2035년으로 확정해야

정부의 친환경차 기본계획에 따르면, 전기차와 수소차 보급은 현재의 7만대 수준에서 2030년 785만대까지 확대된다. 정부는 이를 위해 보조금 등 각종 지원을 매우 공격적으로 시행하고 있다. 차기 정부는 내연기관차 신차 판매금지 시점을 탄소중립위원회가 제안한 2035년으로 확정하고, 클린카 산업을 육성하는 데 진력해야 할 것이다.

수송 부문의 이러한 정책 변화에 따라 내연기관차가 감소하고 전기 및 수소차가 충분히 증가하게 되면 현행 세제에서는 세수가 감소할 가능성이 크다. 그렇게 된다면 해당 세입을 재원으로 하는 각종 인프라·환경·지방발전 지원사업에도 영향이 있을 것으로 예상된다.

한편, 전기 및 수소차로의 전환이 자동차 운행에서 발생하는 모든 외부비용을 제거하는 것은 아니다. 혼잡비용은 연료에 관계없이 발생하며, 타이어 마모 등에 의해 발생하는 비산먼지는 전기·수소차도 예외가 아니다. 이러한 점을 보완하기 위해 세제상의 대안을 마련해야 할 시기가 도래하게 될 것이다.

당분간은 전기·수소차 보급과 관련 산업 육성을 위해 힘쓰는 것이 우선이나, 중장기적으로는 친환경차 지원과 세원 안정화라는 두 마리 토끼를 잡기 위한 묘책을 찾아 적절한 시기에 시행할 것을 제안한다.

[표 8] 국내 전기차 보급 대수(누적) 및 자동차 시장의 규모('19년 기준)

<국내 보급 누적 추세(단위: 대)>

<연간 시장 규모('19년 기준, 단위: 대)>

구분	2016	2017	2018	2019	2020	구분	세계시장	국내시장	비중(%)	순위
전기차	10,855	25,108	55,756	89,918	134,962	전체 자동차	91,296,738	1,795,134	2.0	11
하이브리드차	232,636	312,606	399,464	497,697	652,876	하이브리드차	2,293,793	98,810	4.3	4
플러그인 하이브리드차	580	1,250	5,620	8,350	21,585	플러그인 하이브리드차	510,091	5,255	1.0	16
수소차	87	170	893	5,083	10,906	전기차	1,490,672	32,052	2.2	8
합계	244,158	339,134	461,733	601,048	820,329	수소차(승용)	7,578	4,195	55.3	1

자료: IEA(플러그인 하이브리드차, '16~'19), 자동차산업동향(플러그인 하이브리드차, '20), 국토교통부(그 외)

자료: OICA, Marklines(세계), 자동차산업동향(국내)

자료: 관계부처합동(2021), 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)

4. 에너지원에 대한 제세부담금의 단순화 및 유연한 세수활용

세목과 부담금 항목 한두 개로 통합, 보통세로 편입

대부분의 선진국들은 하나의 에너지원에 1~2개 정도의 세금이나 부담금을 부과하고 있다. 반면, 우리나라는 동일한 과세대상에 지나치게 여러 가지 제세부담금이 부과되고 있다. 세금 및 부과금, 수수료, 기금 등에 대해 부처 간의 이해관계도 얽혀 있어 제도를 통합해 관리하고 조정하는 데에도 어려움이 있다. 납세자들도 제도를 잘 이해하지 못해 까맣이식 제도운영에 대한 우려도 있다. 각각의 제세부담금이 모두 별도의 용도로 칸막이 처져 있어 세입 활용에서 경직적이라는 비판이 지속되는 상황이다.

[표 9] 교통·에너지·환경세 자원 배분 연혁

구 분	'94~'06년	'07~'13년	'14~'19년	'20~'21년	'22년~
교통시설특별회계	100%	80%	80%	73%	68%
환경개선특별회계	—	15%	15%	25%	23%
에너지자원특별회계	—	3%	—	—	—
국가균형발전특별회계	—	2%	2%	2%	2%
일반회계	—	—	3%	—	—
기후대응기금	—	—	—	—	7%

자료 : 기획재정부, '2021년 세법개정안 문답자료'(2021.7.26.)를 바탕으로 국회예산정책처 작성

에너지원에 대한 세목과 부담금 등의 항목을 한두 개로 통합시키는 것을 추천한다. 보통세(개별소비세)로 통합해 일반회계에서 예산검토를 거쳐 매년 배분받는 형태로 관리하는 것이 가장 유연한 방식이다. 현실적으로 특정 사업별로는 어느 정도 안정 재원이 필요하다는 점을 감안해 목적세 과세는 유지하는 것도 크게 문제되지 않을 것이다. 이 경우 재원활용 관련 사업들에 정해진 비율(또는 금액)을 항상 변함없이 배분하기보다, 정기적으로 협의할 수 있는 체계를 구축하여 유연하게 조정하는 것이 바람직하다고 판단한다.

에너지원에 대한 제세부담금 단순화는 납세자들의 세금 및 부담금에 대한 이해를 높일 수 있다. 납세자들이 징수체계를 이해하는 것이 정책입안자 입장에서는 단기적으로 제도를 개편하는 데 장애가 될 수도 있으나, 중장기적으로는 납세자가 기꺼이 세금을 내도록 유도하는 데 더 유리한 측면도 있다. 세입을 사업별로 배분함에 있어 현재보다 더 유연하게 결정할 수 있다면, 정책 여건에 따라 예산을 융통성 있게 더 효율적으로 활용할 가능성이 크다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45개 과제

7장

이상기후와 자연재해에 대비한 기후변화 적응 및 자연생태 정책



제7장 이상기후와 자연재해에 대비한 기후변화 적응 및 자연생태 정책

1. 사회·경제적 취약계층 배려한 기후변화 적응대책

교육·복지·고용 등 모든 부처의 정책 수립 시 확인하고 조정해야

『한국 기후변화 평가 보고서 2020: 기후변화 영향 및 적응』은 기상이변의 취약계층을 요인별로 나눈다. 첫째, 생물학적 취약계층은 노인, 만성질환자, 치매환자, 임산부 등이다. 둘째, 사회·경제적 취약계층은 농민(일반, 축산, 과수, 시설재배, 화훼), 옥외근로자(임업인, 양식어민, 건설 근로자, 캐디, 해운사, 택배기사, 외국인 근로자, 재래시장 상인 등), 저소득 계층(기초생활 수급자, 노숙자 등)이다. 셋째, 거주 및 지리에 따른 취약계층은 상수도 미보급 지역 주민, 고지대 주민, 저지대 주민, 산간마을 주민, 도서 주민, 해안 거주자, 산사태 위험지역 거주자, 주택 노후화 주민 등이다. 그런데 세부시행계획은 생물학적 취약계층이나 거주 및 지리에 따른 취약계층은 대체로 배려하는 데 비해 사회·경제적 취약계층에 대한 정책이나 예산 배정에 인색하다.

세부시행계획은 맞춤형 기후변화 취약계층 지원 사업에 5년 동안 199.5억 원을 책정했다. 그런데 그 중 실제 폭염적응 설비 지원에는 12억 원만이 배정됐다. 나머지 예산은 대부분 어린이, 노년층까지 포함하는 일반 취약계층 지원사업에 쓰인다. 12억 원의 지원으로 5년 동안 전국에서 폭염적응 설비를 충분히 갖추리라 기대하기는 어렵다. 야외사업장 근로자 대상 적응정책도 이동노동자 쉼터 설치에 2억2천만 원이 배정됐다. 취약계층을 건강 보호사업 개발도 연구사업에만 최대 2억5천만 원이 쓰인다. 세부시행계획에서 상정한 기후변화적응 예산이 5년간 32조5,540억 원인 것을 고려할 때, 이 정도의 취약계층지원은 전국 단위에서 유의미한 적응 능력을 갖추는 데 이바지하기 힘들다.

사회·경제적 취약계층 배려 정책 추진을 위해 정부와 국회의 적극적인 개입이 필요하다. 톱다운(top-down) 방식은 효과가 떨어지므로 정부와 국회는 사회·경제적 취약 공동체의 기후변화 적응 노력을 발굴하고 시민사회(NGOs)와의 연대를 지원해야 한다.

풀뿌리 운동이 사회·경제적 취약계층을 배려하는 정책을 법제화하는 데까지 이르려면 일부 계층이나 몇몇 공동체의 노력에만 의지할 수 없다. 이를 위해서는 ‘교육’ 정책이 매우 중요하며, 특히 초·중·고등 교육 기관의 교육이 중요하다. 미래세대가 제안하는 정책이 전국적이고 광범위한 계층의 지원을 받고 여론주도층을 움직일 수 있게 되려면 지속적인 노력이 필요하다. 10~20년, 일부 변화는 30~40년을 포기하지 않고 시행할 때 기후변화의 방향까지 바꿀 수 있는 사회급변행동(Social Tipping Interventions, STIs)으로 나타날 수 있다.

그리고 우리나라 주요 보고서 그 어디에서도 다루지 않고 있는 여성, 특히 취약계층 여성의 배려를 위한 정책도 기후변화 적응 대책의 중심 부문이 되어야 한다. 이를 위해 사회·경제적 취약계

층(여성 포함)을 배려하는 정책이 특정 부처(보건복지부, 고용노동부, 여성가족부 등)만의 업무가 되지 않도록 제도를 개선해야 한다. 모든 부처의 기후변화적응정책 수립 시 그 배려 여부를 확인하고 정책을 조정할 수 있어야 한다. ‘저탄소 녹색성장 기본법’(또는 이에 상응하는 제·개정 법률)에서 법제화하고 ‘정부업무평가 기본법’에서 이행 여부를 확인·평가하도록 제도화할 수 있다.

사회·경제적 취약계층(여성 포함) 배려가 기후변화적응 대책의 의무 고려 사항이 되면, 예산의 배분도 달라질 것이다. 특히 교육부도 이 문제를 장기적인 해결과제로 설정하여 교육과정에 포함한다면 장기적인 기후 역량강화 행동(ACE)에 대해서도 저변확대가 일어나서 사회급변행동(STIs)이 하나둘 우리나라에서도 현실화할 수 있다.

2. 지방자치단체의 실질적 적응정책 수립·이행 강화

평가와 지원 통해 기후변화 적응정책의 상향 평준화

기후변화 적응을 위해 무엇보다 지방자치단체(이하 지자체)의 역할이 중요하다. 그러나 지자체의 기후변화 적응정책 수립과 이행이 형식적이라는 비판이 계속 나오고 있다. 그 이유는 지자체별 역량(인력과 자원)의 부족 때문일 수도 있지만, 중앙정부에서 기후변화 적응을 위한 지자체의 역할을 충분히 인정하지 못함에 따라 실제 정책 수립과 이행에서도 하향식 정책 수립을 답습하고 있기 때문이다.

지자체의 실질적 적응정책 수립·이행 강화를 위해 기후변화 적응대책 세부시행계획의 ‘수립 지침’과 ‘이행평가 지침’의 개정을 제안한다. 대안은 기존의 법제를 최대한 활용한다.

첫째, 지자체별로 성과 평가의 실효성 수준에 차이가 크므로, 의무적으로 평가해야 할 항목들을 지정해줄 필요가 있다. 구체적인 항목은 기후변화에 관한 정부 간 패널(IPCC)의 권고 사항(형평성과 공정성, 장기적 영향, 모니터링과 평가, 사회적 학습, 이해당사자와 시민의 참여, 역량강화, 효과성과 효율성, 주류화, 불확실성 하에서의 의사결정, 통합관리, 사회적 가치, 회복탄력성, 지속가능성, 공편익과 시너지, 역효과, 혁신적 변화 등)를 참고할 수 있고, 특수성이 있는 부문에 대해서는 추가 단서 조항을 반영할 수 있겠다.

둘째, 환경부 이외의 관계부처도 협의에 참여하고 충분한 시간을 투입, 기존 법제와 예산 범위에 맞는 실질적인 협의안을 도출하도록 의무화해야 하겠다. ‘정부업무평가 기본법’의 지방자치단체 합동평가 방식을 참고하여, 지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획을 비교 평가하고, 차별성과 독창성에 있어서 비교우위에 있는 시도(또는 시군구)를 정책별로 선정할 수도 있을 것이다.

셋째, 가능하다면 2021년 9월 24일 제정된 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법’(약칭: ‘탄소중립 기본법’)의 시행령(2022년 3월 25일 시행)에서 지자체의 실질적 적응정책(동법 제40조에 따르면 ‘지방 기후위기 적응대책’) 수립·이행 강화를 명문화하길 추천한다. 지금까지 지자체 기후변화 적응정책 수립을 규정하던 ‘저탄소 녹색성장 기본법’은 정확히 말하면 법률이 아닌 대통령령(시행령)에만 관련 조항이 있었다. 이는 기후변화나 재난 재해에 대해서 다른 법률에

서는 ‘법률’에서 지자체의 계획 수립을 규정한 것과 비교해서 제도적 지원이 약했다. 이번에 ‘탄소중립 기본법’에서 드디어 법률에서 지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획을 규정하는 만큼, 시행령에서 주무 중앙행정기관의 한계를 넘어서서 전 정부적으로 지자체를 지원함으로써 ‘지방 기후위기 적응대책’의 실행력이 강화되기를 기대한다.

이처럼 수립과 이행평가 지침을 개정하고 법제를 정비한다면 각 지자체가 서로 다른 대책을 구체적으로 수립하고 적용하며 보완·개선할 수 있는 역량을 제고할 수 있다. 지자체 간 비교 평가를 통해 지자체들의 기후변화 적응 정책이 상향 평준화하는 효과도 기대된다. 또한, 환경부 이외의 중앙부처도 지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획의 수립과 이행평가에 참여함으로써 기후변화 적응의 전 정부적 관심과 대응 능력 제고에도 이바지할 수 있다.

3. 주거·에너지 복지를 위한 그린 리모델링 활성화

온실가스 감축과 기후변화 적응 위한 핵심 사업으로 추진

지금 당장 인류가 온실가스 배출을 전혀 하지 않는다고 해도 기후변화를 멈출 순 없으며, 폭염과 폭우, 태풍 등 각종 기상 재해의 강도는 갈수록 심각해질 수밖에 없다. 이에 따라 실질적이고 구체적인 기후변화 적응대책 수립이 필수적이다. 특히 폭염과 폭한으로 위협받는 취약계층의 주거 및 에너지 복지를 위해 주택 단열과 에너지효율 개선은 온실가스 감축과 기후변화 적응을 위한 핵심 사업이므로 적극 추진되도록 해야 한다.

2020년 통계청의 인구주택 총조사에 따르면, 주택 1,853만호 중 49.1%(910만 호)는 지어진 지 20년 이상 되었고, 노후기간이 30년 이상 된 주택도 전체 주택의 19.4%(360만호)를 차지했다. 아파트보다 단독주택의 노후 비율이 월등히 높아서 단독주택 390만 호 중 73.6%(287만 호)가 20년, 51.5%(201만 호)가 30년 이상 된 것으로 조사되었다.

우리나라 건축법 시행규칙에서 건물 벽체의 단열재 두께를 제한하기 시작한 것이 1980년대부터이고, 그 이전에는 단열이라는 개념이 아예 없었다고 해도 과언이 아니다. 단열과 에너지효율 개선이 필요한 노후 주택이 많으므로 기후변화 적응 대책으로 그린 리모델링을 보다 활성화해야 할 것이다.

4. 자연생태와 기후변화 적응의 통합 정책

이상기후와 자연재해 정책 강화, 통합적인 관점에서 대책 마련

현행 생태계 관련 기후변화 적응계획을 구체적으로 살펴보면, 모니터링과 평가, 대책 마련이 최

중 목표이지 실제적인 대책을 시행하도록 한 부분은 찾기 어렵다. 예를 들어, 기온상승 및 강수량 변화에 따른 담수생물 개체 수 감소 및 서식처 축소로 ‘손실된 서식지 보전·복원 방안 마련’ 사업의 예산은 23억1천만 원으로 적지는 않지만 5년 사업의 최종성과물이 ‘방안’일 뿐 실제 보전복원 사업이 아니다. 해양생태계도 해양산성화 및 저산소화 대응 대책을 통해 빈산소수괴 등의 예측기술을 개발하기는 하지만 그 발생을 예방하려는 정책이 보이지 않는다. 그나마 멸종위기종 등 기후변화 취약 생물종 보전 강화에 225억 원이 지원되지만 멸종위기종과 녹색산업 소재 활용을 위한 종 보전이 포함된 예산이어서 실제로 기후변화 취약 종 보전에 쓰일지는 확실하지 않다.

단, 국가보호지역 확대에 2025년까지 2,891억 원이라는 적지 않은 예산을 투입하고는 있으나, 이 역시 충분하다고 할 수는 없다. 왜냐하면 생물다양성협약에서 차기 목표를 설정하면서 2030년까지 육상 및 해양의 30%를 보호지역으로 지정하도록 할 가능성이 크기 때문이다. 산사태 및 산불 등 대응을 위한 예측 체계 구축 및 고도화를 위한 예산 규모가 1조4,018억 원이다. 집중호우로 인한 산사태, 특정 기간 가뭄에 따른 산불 위험을 예방하는 데 이처럼 많은 예산이 쓰이는데, 국토의 30%를 보호지역으로 확보하려면 훨씬 더 큰 규모의 예산이 투입되어야 함을 충분히 예상할 수 있다.

생태계 관련 기후변화 적응계획의 또 다른 문제는 대기과학을 중심으로 하는 기후변화 시나리오가 생태계 변화를 분석하는 데 연결되지 못하고 있다는 점이다. 또한 자연생태계에 대한 연구에서는 기후변화의 영향에 대한 연구가 매우 부실하다.

자연생태계(산림, 습지, 연안, 담수, 해양)에 대한 기존 연구는 주로 보전과 복원에 집중되어 있다. 기후변화의 영향에 대한 연구도 마찬가지로 특히 생태계와 사회·경제의 상호작용에 대해서는 거의 연구가 되지 않아서 기후변화 적응 대책도 외국의 사례를 소개하는 데 그치는 경우가 많다. 해양생태계는 수산업과 관련된 생물을 제외하면 기후변화의 영향 연구도 매우 부실한 형편이다.

이러한 현상은 생태계 연구를 지원하는 중앙행정부처의 칸막이 현상과 무관하지 않다. 즉, 육상 생태계 중 산림을 제외하면 환경부가, 산림은 산림청이, 산림 중 보호지역은 환경부 산하 국립공원공단이 연구하는 문제가 있다. 해양생태계는 국립수산물과학원의 『수산분야 기후변화 평가 백서』(2019)를 제외하면 아직 관련 연구가 눈에 띄지 않는다. 각 담당기관이 사회·경제적 측면까지 다루는 기후변화 시나리오를 검토하고 기후변화 적응대책을 내는 데는 인력과 행정력에 한계가 있을 수밖에 없다.

이 문제를 해결하기 위해 두 가지 정책을 제안한다.

첫째, 육상과 해양 생태계를 아우르고 사회·경제적 측면까지 고려하는 시나리오에 따른 변화에 대책을 세울 수 있으려면 부처를 초월하여 실행력 있는 기구나 기관이 필요하다. 기존의 기구를 활용한다면 최근에 출범한 2050탄소중립위원회에 자연생태 부문의 기후변화 완화 외에 ‘적응’을 전담하는 소위원회를 두는 것을 고려할 만하다. 위원회에서 기상청·국립기상과학원과 다른 부처 산하기관들의 공동연구를 통해 IPBES-IPCC 공동보고서(“IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change”, 2021)와 같은 기후-생태 통합 보고서를 도출할 수 있다.

둘째, 기존의 자연생태 담당 연구·행정 기관에서 기후변화 적응 역량을 확충해야 한다. 국립생태원, 국립생물자원관, 국립산림과학원, 국립수목원, 낙동강생물자원관, 국립백두대간수목원, 국립호남권생물자원관 등에서는 상위 부처를 경계를 넘어서서 사회·경제 부문을 고려하는 시나리오에 대응해 기후변화 적응대책을 연구하는 인력이 보강돼야 한다. 국립해양생물자원관과 국립수산물과학원, 극지연구소도 기존의 업무 범위를 넘어서서 기후변화와 사회·경제의 해양생태계와의 상호작용을 연구하도록 체계가 바뀌어야 한다.

앞에서 자연생태와 기후변화를 동시에 고려하는 기후변화 적응대책이 부족했다고 지적했지만, 기후변화는 부족하나마 정책들이 수립되고 시행된 데 비해 자연생태의 이상기후와 자연재해에 대한 정책이 훨씬 부족했다. 국제적으로도 최근 들어서야 두 문제에 분리해서 대응하는 것보다 동시에 통합적인 관점에서 대책을 마련하고 시행해야 시너지가 생긴다는 사실이 널리 인식되기 시작했다. 그래서 우리나라도 지금이라도 앞서 제안한 두 정책을 시급히 시행하고 자연생태의 기후변화 대응 체도를 다듬어간다면 국제적으로도 모범이 되는 기후변화 적응국가로 자리매김할 수 있을 것이다. 기존에 교류가 별로 없었던 자연생태 담당 연구·행정 기관들이 기후변화 적응이라는 절체절명의 과제를 위해 긴밀히 협력하면서 학문 교류가 활성화하는 효과도 있을 것으로 기대된다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45 개
과제



탄소중립을 위한 순환경제 정책



제8장 탄소중립을 위한 순환경제 정책

1. 탄소중립·친환경·순환경제를 위한 제품 설계지침 마련·집행

재사용, 재활용 가능하도록 제품 설계부터 바꾸고 표준화

각종 제품을 만들어내려면 자원이 필요하고, 이를 가공하는 과정에서 탄소가 배출된다. 수명을 다한 제품이 폐기되는 과정에서도 탄소가 배출된다. 자원 수급 불균형은 시간이 지남에 따라 확대될 것으로 예상된다. 필요자원을 확보하고 기후변화를 완화하며 자원 생산성을 높이기 위해선 제품 설계 시점부터 순환 경제 실현 방안을 고려해야 한다.

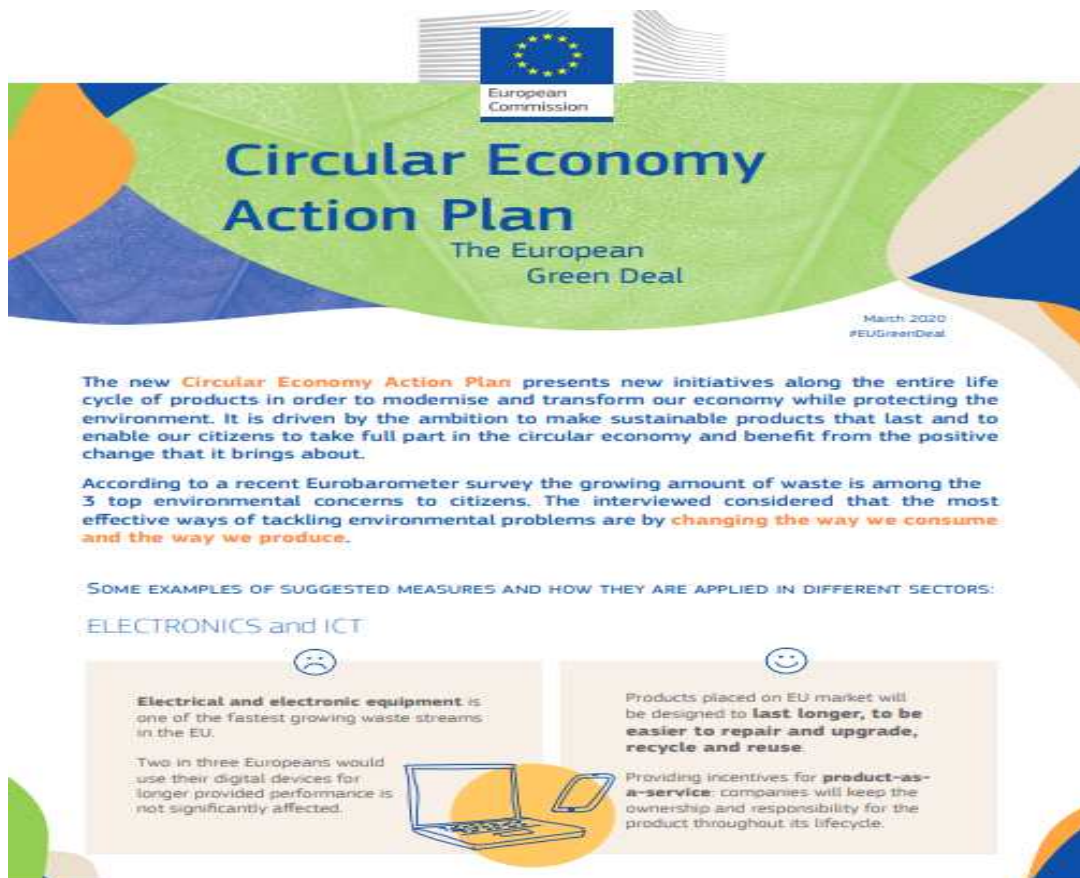
순환경제 활성화에 가장 효과적인 것은 제품이 원래 용도로 수명을 다한 후에도 제품에 사용된 원자재와 부속품을 재사용·재활용할 수 있도록 제품을 설계하는 것이다. 이를 위해 핵심 원자재와 부속품이 최초의 생산기업은 물론 불특정 2차 사용자에게 의해 재사용·재활용 될 수 있도록 업체간 표준화를 추진할 필요가 있다.

그러나 제품 설계는 기업이 선택할 수 있는 경쟁 전략의 하나이기 때문에 정부가 광범위한 설계 지침을 마련하여 집행하는 것은 자본주의를 근간으로 하는 우리나라의 경제 상황에 맞지도 않고 현실성이 떨어진다. 따라서 2050 탄소중립 목표 달성에 관련성이 크거나 자원의 희소성 및 국내 수급 여건을 고려할 때 자원순환이 필수적인 원자재와 핵심 부품을 대상으로 우선 시행한다.

일차적으로 설계 표준화가 필요한 대상에는 산업으로는 섬유, 건설, 전기전자, 플라스틱 등 자원집약 업종이 꼽힌다. 제품으로는 ICT 제품, 전자기기, 자동차, 2차 전지와 타이어를 포함한 자동차 부품이, 원료로는 산업수요가 급증하고 있는 재활용 가능한 유가금속이 포함된다. 여기서 언급된 산업과 제품의 경우, 이미 해외업체들은 핵심 부품이 재사용·재활용될 수 있도록 제품을 설계하는 움직임을 보여왔다. 특히 EU가 순환경제 활성화를 위해 역내에서 판매되는 제품에 대해 소비자가 사용하던 제품의 폐기가 아닌 수리를 원할 경우 제조사는 수리할 의무를 갖는다는 ‘수리권(Right to repair)’을 소비자 권리의 하나로 요구하고 있어 업계의 제품 설계 방향에도 변화가 예상된다. 제품의 수리 비용을 최소화하기 위해서는 부품별 교체 및 수리가 가능하도록 제품을 설계해야 하며 제품 및 업체에 따라 중고 부품의 호환이 가능해야 하기 때문이다.

제조사가 모든 소비자에게 수리권을 직접 제공할 수 없는 경우 제3자가 제품을 수리할 수 있도록 기업의 금지규정이 완화되어야 하며 제품 수리와 관련된 정보 공개가 선행되어야 한다. EU는 전자제품 여권(electronic product passport)이라는 디지털 정보를 마련해 구매자에게 제품의 생산 정보, 구성, 수리 및 해체 가능성, 내구연한 및 처리능력 등에 대한 정보를 제공하도록 했다.

[그림 12] 유럽연합의 순환경제 액션 플랜



자료: 유럽연합, 2020.3.

2. 재사용·재활용 비중 정보 공시 의무화

자원집약적 제품 또는 산업부문 대상으로 우선 실시

철강, 비철금속, 석유화학은 제조업 부문 온실가스 다배출 산업이자 에너지를 포함한 자원 다소비 산업에 포함된다. 동시에 이들 산업은 ICT와 자동차를 포함한 주요 수출산업에 부품을 공급하는 기간산업이기도 하다. 따라서 제조업 부문의 자원소비량과 온실가스 배출량을 줄이기 위해 이들 자원 집약적 산업을 대상으로 생산과정에서 재사용·재활용된 원료 및 부품의 사용 비중을 높도록 유도할 필요가 있다.

자원 집약적 제품을 대상으로 정부가 재사용·재활용 비중을 정해 규제하거나 생산자가 관련 정보를 공시하도록 의무화하여 소비자 선택에 의한 자율규제를 유도할 수도 있다. 일차적으로 재사용·재활용 촉진이 필요한 제품은 일회용품, 포장재, 플라스틱, 자동차와 배터리, 전자기기와 ICT 제품, 건설용 시멘트, 철강제품, 섬유, 의류 등이다. 이들 제품의 경우 생산단계에서 재활용·재사

용된 원료와 부속품의 비중을 구해 ESG 정보공시에 포함하거나 제품에 표시하도록 의무화할 필요가 있다.

마침 수출시장의 그린뉴딜과 상장기업들에 대한 ESG 정보공시 의무로 순환경제 관련 기업정보 공개가 쉬워지고, 자원 다소비 제품에 대한 재사용·재활용 비중에 관한 정보공시가 가능한 환경이 조성되고 있다. EU가 추진 중인 폐기물 발자국(Waste footprint)처럼 제품별 재활용·재사용 정보를 구축하고 공개하여 이를 소비자가 제품선택에 활용할 수 있도록 정보 인프라를 제공해야 한다.

이러한 정보공시는 소비자의 자원순환에 대한 인식을 높이고, 그 결과 소비자가 제품의 순환경제 정도를 주요 선택기준으로 사용한다면 생산과정에서 원료와 부품의 재활용·재이용율은 빠른 속도로 개선될 것이다.

3. 과대포장 금지 및 플라스틱, 비닐, 일회용품의 사용 금지

일회용품 퇴출하고 생산자가 재활용 책임지도록

일회용 플라스틱, 일회용 컵, 비닐봉지, 포장재처럼 경제적으로 선택 가능한 대체 옵션(미사용 포함)이 존재하는 경우 플라스틱과 일회용품 사용을 금지하거나 제한해야 한다. 대안이 없거나 대안이 경제적이지 않은 경우 소비감축(과대포장 방지), 친환경 설계 의무, 친환경 라벨링 요구(포장재 등급제), 생산자책임재활용제도 강화를 통해 자원소비량과 관련된 온실가스 배출량을 줄여나갈 필요가 있다.

4. 반납할 권리 보장, 폐기물 수거 및 관리 시스템 개선

폐배터리부터 폐기물에 의한 환경피해 최소화, 자원순환 극대화

유럽은 ‘반납할 권리(Right to Return)’를 소비자 권리에 포함시켰다. 소비자가 사용기한이 끝난 제품을 판매자 또는 생산자에게 되돌려주는 것을 보장하는 내용이다. 폐기물에 의한 환경피해를 최소화하고 자원순환을 극대화할 수 있다. 우리나라 역시 전기차 폐배터리를 시작으로 소비자가 사용 의사가 없는 제품을 생산자에게 ‘반납할 권리’를 보장하는 것과 순환 적정성 평가시스템 구축이 필요한 상황이다.

특히 전기차 배터리 관련 반납권과 순환적정성 평가시스템 구축이 시급하다. 현재 전기차 보급이 가속화되고 있으며 배터리의 사용 연한을 고려할 때 10년 이내에 폐배터리 발생량이 급증할 것으로 예상된다. 배터리 생산에는 희귀 금속이 사용될 뿐만 아니라 폐기물 처리 과정에서 환경피해를 유발할 수 있어 폐배터리의 안전한 수거, 재이용·재활용 의무화, 재이용과 재활용을 위한 폐

배터리 평가시스템 구축이 필요하다.

폐배터리 평가시스템은 폐배터리의 안정성과 잔여 수명을 측정하는 것으로, 성능검사가 표준화되어 있지 않으면 배터리 재활용이 활성화되기 어렵다. 중국은 2016년 전기차 폐배터리 처리에 관한 책임을 전기차 및 배터리 생산업체에 부과하고 전기차 배터리 재활용 해체기준, 전기차 배터리 코딩 원리 및 구조 등에 대한 표준화, EV 배터리 셀, 모듈, 팩 등에 대한 표준 지정, EV배터리 잔존용량 테스트 요건 및 방법 등에 대한 국가 표준을 제정한 바 있다.

우리나라는 폐차 후 폐배터리를 정부로 반납할 의무를 부여(2021년부터 지자체 반납 의무 폐지 예정)하고 있으나 세부적인 지침 및 대행 방법 등 절차가 규정되어 있지 않으며, 지자체가 반납받아 보관하고 있는 폐배터리에 대한 표준화된 성능검사가 없어 재활용 가능성 또한 낮은 상황이다. 이를 개선하기 위해 폐배터리를 포함하여 순환경제화가 가능한 제품에 대해 순환적정성 평가 시스템을 구축할 필요가 있다.

5. 플라스틱세 도입을 통한 플라스틱 사용량 감소

세수 증대와 바이오 플라스틱 사업 활성화도 기대

우리나라는 ‘폐기물부담금 제도’를 통해 특정 제품(플라스틱을 원료로 사용한 제품 포함), 재료, 용기의 제조업자와 수입업자에게 폐기물 처리에 드는 비용을 지불하게 함으로써 플라스틱 사용량을 관리하고 있다. 그러나 폐기물 부담금 수입은 2014년 이후 정체된 상태이다. 한편에서는 분리수거된 플라스틱 물량이 처리용량을 넘어서는 반면 제조업자는 재활용 플라스틱을 수입하는 시장 실패 역시 발견되고 있다.

[그림 13] 국가별 1인당 연간 플라스틱 사용량 비교(2015년 기준)



자료: EUROMAP(2016). Plastics Resin Production and Consumption in 63 Countries Worldwide.

재활용되지 않는 플라스틱을 사용하는 제조업자와 판매업자에 대해 일정 수준의 플라스틱세를 부과하는 방안을 고려할 필요가 있다. 플라스틱세와 함께 기업이 ESG 활동으로 플라스틱을 수거하여 재활용하는 경우 플라스틱세를 감면해 주는 유인체계도 개발할 필요가 있다.

적정 세율의 플라스틱세가 부과되면 플라스틱 수거 및 처리비용을 절약할 수 있을 뿐만 아니라

플라스틱의 업사이클링을 유도함으로써 폐플라스틱 수입과 같은 비경제적 요인을 줄일 수 있다. 또한 바이오 플라스틱 산업이 활성화하도록 유도하는 효과도 있을 것이다. 플라스틱세 신설로 재정수입 증가효과를 기대해 볼 수도 있다. EU는 2021년부터 재활용되지 않는 플라스틱에 대해 0.8유로/kg의 세율로 플라스틱세를 부과하고 있다. 이를 통해 2021년 약 66억 유로(8조 8,800억 원)의 추가 세수를 기대하고 있다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45 개
과제



에너지전환을 위한 연구개발 혁신 전략



9장 에너지전환을 위한 연구개발 혁신 전략

에너지전환을 위해서는 기존 화석에너지 중심의 기술체계를 유지하고자 하는 경로의존성(path-dependence)에서 벗어나야 한다. 이를 위해서는 막대한 연구개발 투자가 필요한데, 그만큼 불확실성도 크고 투자의 위험도 동반된다. 국내외 에너지전환에서 가장 많이 거론되는 기술인 수소와 에너지저장 기술조차도 과연 현재 전망대로 상용화가 진척될 것인지 불확실성이 남아 있는 상황이다. 이러한 현황을 정확하게 파악하고 기민하게 판단하여 유연하게 대처해야 한다.

또한 우리의 경우 기존 정부 에너지 연구개발(이하 R&D) 체계가 안고 있던 문제들을 동시에 개선하면서 에너지전환 연구혁신도 추진해야 한다.

과거 국내 에너지 R&D 전략은 원전, 가스터빈 등 이미 해외에서 상용화된 발전기술을 단시간에 추격하는 단순 선택이었다. 다른 한편 과학기술정보통신부를 통해 소듐냉각 고속로, 스마트원전 등 이미 해외에서 수십 년 전 폐기한 원자력 기술들을 객관적 검증 없이 폐쇄적인 의사결정구조를 통해 장기간 진행해온 것도 문제로 지적된다. 에너지전환을 위한 연구 혁신은 기존 R&D 체계에 축적된 관습과 제도의 창조적 파괴, 불확실성 관리, 혁신 역동성의 극대화라는 삼중과제를 해결해야 한다.

1. R&D 평가기준·구조 개선, 정부출연 연구원과 스타트업 협력 활성화

‘장롱특허’, ‘연구를 위한 연구’는 이제 그만, 효용성 있는 연구해야

한국의 정부 R&D 예산 규모는 지난 10여 년간 빠르게 증가했다. 지난 2020년 GDP 기준 1%를 초과해 미국, 유럽, 일본의 수준을 뛰어넘어 압도적으로 높은 세계 1위 수준이 되었으며 2022년 예산은 30조원에 이른다. 이중 에너지 R&D 예산은 산업통상자원부의 1조2천억원, 과학기술정보통신부의 국제핵융합로개발사업 공동개발비 1,291억원, 한국핵융합에너지연구원 운영비 923억원, 이와 별도로 원자력기금 약 2천억원이 편성되었다.

그러나 R&D 예산은 증가했지만 정부 부처들의 관리역량 및 관리체계는 그에 부합하지 못해 연구 성과가 부실하고 형식적인 수준에 머무르고 있다는 지적이 나오고 있다. 정부 출연 연구원들의 특허 가운데 2/3가 기술 실시·양도·출자 등에 활용되지 않는 ‘장롱특허’라는 혹평을 받아왔고, 활용된 1/3의 특허들도 민간의 제품·서비스로 이어지는 경우가 드물다. 국내 대학들 역시 기술이전 수입실적을 따져보면 연구의 실적이 매우 낮은 수준임이 드러난다.

정부는 출연연구원에 대한 R&D 예산 지원 여부를 판단할 때 기술성(특허 건수)을 중요한 기준으로 삼고 있다. 그런데, 그 기준은 결국 사회경제적 수요와 무관한 ‘특허를 위한 특허’, ‘연구를 위한 연구’가 남발하는 원인이 되고 있다.

또한 에너지 부문의 R&D는 과거부터 기술추격형 체제로 진행되어 이미 선진국에서 상용화된 원전, 가스터빈을 국산화하는 데에 맞춰진 사업들이 많았다. 그러나 이제 국내외적인 에너지전환 추세에 발맞춰 새로운 R&D 체계를 마련해야 하는 상황이다.

장롱특허, 연구를 위한 연구만 계속 만들어내는 기술성(특허 건수) 평가 기준은 공허할 뿐이다. 시장의 수요와 상관없는 연구로 그 효용성을 잃게 된다.

R&D 평가 기준을 개선해 정부출연 연구원들이 보다 안정적으로 기초과학 연구를 할 수 있도록 보장하되, 스타트업들이 편리하고 자유롭게 이들 연구원들과 교류 및 협력할 수 있는 구조를 만들어 창의적인 혁신을 도모해야 할 것이다. 스타트업들은 기반시설과 연구역량이 부족하지만 투자자들의 성공 압박 속에 높은 집중력과 추진력으로 운영되고 있는 만큼 R&D 혁신의 촉매제가 될 수 있다.

2. 세부 기술 선택보다 주제지향형·융합형 R&D 추진

정보통신-전력-가스 시장의 융합 통해 혁신기술 이전 촉진

에너지전환은 기존의 화석연료 위주의 에너지수급 체계에서 재생에너지 확대와 함께 여러 부문의 다양한 과학기술간, 업종간 융합과 혁신을 필요로 한다. 그러나 국내 에너지 부문은 에너지 시장별(전력, 가스, 유류)로 칸막이 구조에 갇혀 있고, 특히 전력시장의 독점구조는 모든 산업부문에서 혁신을 주도해온 정보통신 기술과 전력부문 간의 융합을 근본적으로 배제시키는 장애요인이 되고 있다. 세계적으로 변동성 재생에너지를 효율적으로 전력계통 및 전력시장으로 통합하기 위해 공급과 수요 양측의 유연성 개선이 강조되고 있는 추세에서 정교한 전력 거래, 제어를 실현시키는 정보통신기술과 전력시장의 융합은 필수요소다.

정부 R&D 사업은 과도하게 구체적인 기술 선택보다는 폭넓은 주제 지향형으로 시스템 통합, 부문간 융합, 부문간 신속한 기술·혁신의 이전에 집중해야 한다.

또한 에너지 시장에서 다양한 잠재력을 가진 기술들이 적절한 유인과 공정경쟁 규제 아래 자연스럽게 변별되도록 하는 제도적 개혁이 필요하다. 단순히 정부 주도로 연구예산을 증대하는 것보다 전력시장의 공정한 경쟁, 전문 중소기업들에 대한 지적재산권 보호를 보장하면서, 일관되고 선명한 환경, 안전 규제 및 산업표준을 수립함으로써 시장 참여자들이 충분한 기대감과 예측 가능성을 느끼게 해주는 것이 더 중요하다.

현재 국내외에서 사용되는 에너지기술 대부분은 에너지 부문의 자체 R&D의 결과라기보다는, 타 부문 과학기술의 실용적 가치를 평가하고 창의적으로 응용하는 역량에 의해 발전해왔다. 핵추진잠수함-원전, 전투기엔진-가스터빈, 인공위성-태양광, 항공기 날개-풍력 블레이드는 모두 상용 발전기들보다 훨씬 더 가혹한 조건에서 실험과 선별과정을 통해 검증된 기술들을 전력 부문에서 창의적으로 응용한 결과물에 해당된다. 이는 에너지전환 R&D 사업에 타 부문의 과학기술 지

식과 경험을 신속하고 창의적으로 이전·수용할 체계가 필요하며, 부문간 협동 및 융합능력이 필요하다는 점을 보여준다.

정부 주도의 R&D 사업은 에너지 시장의 전환을 유도해야 하지만, 정부가 시장을 대체할 수 없다는 한계를 인식해야 한다. 오히려 정부의 칸막이식 규제로 부문간 혁신과급 효과를 경험해보지 못한 정보통신-전력-가스 시장의 융합을 통해 혁신기술의 부문간 이전을 촉진해야 한다.

[표 10] 에너지전환에 필요한 R&D 과제들의 주제별 구분

구분	주요 연구개발 분야
수요 부문	빌딩 및 지역공동체, 산업·상업·무역 및 서비스, 수송
발전 기술	태양광, 풍력, 바이오, 화력, 지열, 수력 및 해양
시스템 통합	전력계통, 섹터커플링, 에너지저장, 수소
부문간 융합	에너지시스템 분석, 디지털화, CO ₂ 기술, 산업협력공동연구, 에너지전환과 사회, 재료공학, 에너지 관련 기초과학, 국제협력
원전 안전	핵폐기물 저장 및 최종처분, 원자로 안전, 방사선 방호

3. 산자부와 과기부로 이원화된 원자력 R&D 기능 통합

원자력진흥위원회 해소, 원자력 R&D와 안전규제의 완전한 분리

산업통상자원부가 상용원전의 R&D를 진행해왔으나, 과학기술정보통신부(과기부)가 별도로 원자력 연구개발을 진행하면서 칸막이 구조에서 연구의 중복논란이 끊임없이 제기되어왔다. 국가 차원에서 볼 때 한정된 자원이 연구 우선순위가 통합적으로 평가되지 않고, 투명하지 않고, 객관적으로 검증되지 않고, 공공의 감시를 어렵게 만드는 구조적 원인이다.

과기부의 예산지원을 받아 지난 1997년경부터 시작된 한국원자력연구원(원연)의 경수로형 소형원전 ‘스마트원전’ R&D에는 지난 2015년까지 약 4,200억원(2021년 기준)이 투자되었다. 그러나 스마트원전은 이미 지난 2008년 KDI가 실시한 사업 예비 타당성 조사에서 부적합 판정을 받은 바 있고, 원자력계의 평가에서도 설계 완성도와 경제성이 떨어져 국내외 어느 곳에서도 건설된 바 없다. 그런데도 동 사업에 대한 충분한 평가가 이루어지지도 않은 가운데, 정부는 향후 이 설계를 바탕으로 소형모듈원전(SMR) R&D에 다시 한국수력원자력과 과기부 예산을 포함해 5,800억원을 투자할 계획이다.

또한 지난해 원자력진흥위원회는 과기부가 임의적으로 구성한 검토위원회의 권고를 근거로 사용후핵연료의 ‘파이로프로세싱’ 재처리와 이를 통해 우라늄, 플루토늄 등을 분리해 소듐냉각 고속

로의 연료로 가동하는 이른바 ‘파이로-고속로’ R&D 사업을 추진하기로 결정했다. ‘파이로-고속로’ 사업은 1997~2017년 동안 7,889억원의 정부 예산을 투입한 원연의 R&D 사업이었으나 경제·기술적 타당성, 안전성, 핵확산 논란으로 잠정 중단되었던 바 있다. 이러한 쟁점을 검토하고자 지난 10년간 진행한 한·미 원자력연료주기 공동연구(JFCS) 결과 경제성, 안전성, 핵확산 저항성에서 타당한 것으로 발표했으나, 이는 미국의 관련부처인 에너지부와 국무부의 공식적 검토, 서명, 입장발표가 빠진 한·미 연구소들간의 자체 검토결과일 뿐이다.

정부의 규제포획과 불투명한 의사결정 구조는 소듐냉각 고속증식로와 같이 치명적 결함을 안고 있는 사업도 중단하지 않고 지속되게 만든 주요 원인이었음을 미국과 일본의 사례에서도 확인할 수 있다. 우리나라 과기부도 산자부의 원자력 R&D 기능이 존재함에도 불구하고, 일본 문부과학성을 모방해 옥상옥 구조로 원자력 연구사업을 진행하고 있기에 이대로 방치해둔다면 문주고속증식로 사업 등 일본이 겪은 문제를 그대로 답습할 위험이 높다(부록 참조).

후쿠시마 사고 이후 안전규제 기능을 과기부로부터 원자력안전위원회로 독립시켰음에도 불구하고, 존재 명분이 사라진 원자력진흥위원회를 여전히 유지시키며 명분이 부족한 대규모 원자력 R&D사업의 옥상옥 의사결정구조로 활용하고 있다. 또한 10년째 관행화된 과기부와 원자력안전위원회 간의 고위직 인사교류는 과기부 원자력R&D 사업의 투명성과 원안위의 안전규제 건전성도 떨어뜨리는 요인이다. 결국 과기부의 옥상옥형 원자력 R&D 사업기능은 R&D 사업의 투명성을 떨어뜨리고 객관적 타당성 검토를 어렵게 만들며, 안전규제기관의 규제 건전성까지 위협하는 과거의 잔재이다.

이러한 문제를 근본적으로 해소하기 위해서는 미국이 1975년 원자력위원회(AEC)의 해체, 에너지부(DOE)와 핵규제위원회(NRC)로 원자력 R&D 기능과 안전규제기능을 선명하게 분리한 사례를 참고할 필요가 있다(부록 참조). 따라서 과기부의 원자력 R&D 기능은 산자부 또는 향후 설립될 기후에너지부의 원자력 R&D 부서와 통합하고, 이미 존재 명분이 사라진 원자력진흥위원회는 해소해야 한다. 이를 통해 원자력 R&D 사업은 다른 에너지 기술들과 일관된 기준에서 투명하게 타당성 검토가 가능해질 수 있다.

4. 원자력 R&D 사업의 구조조정과 방향 전환

SMR, 소듐냉각 고속로 사업의 구조조정과 핵융합의 기초연구 전환

에너지전환의 막중한 목표를 이행하기 위해서는 제한된 R&D 자원과 인력을 투명하고 유연하며 통합적으로 운영할 필요가 있다. 특히 현재 과기부가 추진중인 핵융합, 파이로프로세싱-소듐냉각 고속로 및 소형모듈원전(SMR) 사업은 투명성과 유연성이 부족하며, 과거 반세기 동안 국내외에서 반복되어온 실패를 그대로 재현하고 있어 그 교훈을 반영해 구조조정이 필요하다. 이를 위해 다른 에너지 R&D 사업과 일관된 평가기준에 입각해 파이로-고속로 및 SMR 관련 R&D의 투명성, 타당성을 확보해야 한다.

소듐냉각 고속로와 핵융합발전 개념은 이미 국제적으로 1950년대부터 막대한 예산이 투자되어 왔지만, 전자는 치명적인 기술적 결함과 후자는 플라즈마의 안정적 유지도 어려운 과학연구의 단계를 벗어나지 못한 것으로 검증된 바 있다. 또한 SMR 사업역시 발전용 원전과 잠수함용 소형 원자로에서도 세계 최고의 기술을 보유한 웨스팅하우스조차 지난 1999년 중형모듈원전 AP600(650MW)의 설계를 개발하고도 전력시장에서 가스발전 대비 발전단가 경쟁력에서 떨어져 AP1000(1,100MW) 원전으로 설계변경한 바 있다(부록 참조).

과기부는 이와 별도로 핵융합발전 R&D로 ITER 공동개발비 연간 약 1,300억원, 한국핵융합연구원의 운영비 900억원대의 연구비를 지출하고 있다. 이미 ITER의 연구운영 책임자를 포함해 해외 학계에서는 2070년 전까지 상용화가 어렵다는 전망이 제시되고 있고, 주요 국가들의 R&D 방향도 일부 전환된 상황이다. 그러나 국내에서는 2050년에 상용화된다는 정부 및 연구원의 자료들이 제대로 된 검증도 거치지 않은 채 언론을 통해 홍보되고 있다. 별도의 정책개입이 없다면, 선진국들이 1950년대부터 천문학적 손실을 보며 실패한 소듐냉각 고속로, 핵융합, 중소형 원전의 R&D 사업들이 그대로 국내에서 재현될 상황이다(부록 참조).

이미 연간 2천억원의 정부 예산이 지출되고 있는 핵융합발전 상용화 사업은 반세기 넘게 반복되어온 해외의 실패 경험과 지난 수년간 해외의 핵융합발전 상용화 전망들을 감안하여 과학지식 생산을 목표로 재설정해야 한다. 이는 과기부 조직에서 충분히 이행가능한 조치다. 이 같은 원자력 R&D 정부조직 개편과 핵융합 연구의 목표 재설정은 제한된 에너지전환 R&D 자원의 낭비를 최소화하면서 이미 투자된 연구인력들이 과학발전에 효율적으로 기여할 수 있는 대안이다.

5. 에너지전환을 위한 R&D의 장애 요인 해소

전력판매 시장의 개방, 행정절차 간소화 등

에너지전환을 위한 R&D가 활성화하기 위해서는 여러 가지 장애 요인부터 해소해야 한다. 특히 에너지전환의 혁신동력인 에너지 스타트업들의 역동성을 극대화하기 위해서는 전력판매 시장부터 독점체제에서 경쟁체제로 개방할 필요가 있다.

전력판매시장의 독점 체제는 주로 정보통신기술(ITC)에 바탕한 스타트업들이 다양한 수요관리, 수요반응(DR), 보조서비스, 섹터커플링 시장에 참여할 기회 자체를 차단하며, 이는 스타트업들이 에너지 R&D에 참여할 동기를 차단한다. 이는 다시 스타트업과 같은 수요자들이 참여하지 않으면 에너지 연구는 혁신동력은 물론 시장수요와 상관없는 연구로 그 효용성을 잃게 되는 악순환구조로 이어진다.

이에 따라 R&D 사업에서 기술 외 혁신(신규 사업모델·서비스)을 포함하도록 프로그램 내용을 확대하고, 행정 절차를 간소화해 기존의 칸막이식 장애 요인들을 해소할 필요가 있다. 창업기업들을 위한 협력 네트워크를 설립해 유연한 사업설계, 지원금 조달방식 등을 도울 수 있게 하고 신속

신청절차(패스트 트랙)도 마련해야 한다.

정부의 전략적 R&D 지원은 반드시 필요하지만, 선심성 정책, 규제포획, 이해관계 형성을 최소화할 수 있도록 R&D 사업의 타당성, 투명성, 형평성 개선이 전제되어야 한다.

6. R&D 사업의 유연성 확보 및 전략 조정을 위한 혁신 조직 신설

독일 정부의 ‘에너지전환 연구혁신 플랫폼’ 벤치마킹

과학기술은 자체적으로 강한 경로의존성(지식의 파급효과, 망외부효과, 전환비용, 선순환효과, 상호보완성)을 갖고 있으며, 이는 초기의 우발적 사건과 조건에서 시작되어, 자기강화 메커니즘을 거친 후, 최종적으로 다른 모든 대안들을 배제하는 잠금(locked-in) 상태에 접어드는 과정을 의미한다. 국내의 전통적인 정부부처, 공기업, 정부출연 연구원들의 연구사업구조는 위계적이며 이해관계가 확대재생산됨에 따라, 중도에 문제와 변수가 발견되더라도 중단이나 방향전환이 어렵다. 수십년간 천문학적 예산이 투자된 국내외의 석탄가스화, 중형모듈원전, 스마트원전, 소듐냉각 고속증식로, 핵융합 R&D는 이런 문제를 잘 보여주고 있다(부록 참조).

에너지전환의 주요 후보기술들인 수소 수전해장치, 에너지저장 장치도 최종 상용화까지는 불확실성이 클 수밖에 없고, 국내외 R&D 추세와 새로운 정보에 따라 기민하고 유연하게 조정이 가능해야 한다. 더욱이 정부가 추진중인 발전용 연료전지, 고압직류송전(HVDC) 등 세부적인 기술들까지 타당성 검토가 불충분한 상태에서 정부의 대규모 투자계획을 결정하게 되면 추후에 막대한 사회적 후회비용을 지불해야 한다.

따라서 국내외 기술변화 및 새로운 상황에 직면했을 때 R&D 사업 및 전략을 조정하기 위해 에너지전환 연구혁신 자문위원회를 설치하고, 에너지연구 전문가 네트워크를 구성해 각 분야별, 기술별, 기초과학별로 나뉘어진 전문지식을 지원할 수 있는 체계가 필요하다. 이를 통해 정부는 이미 과거 국내외에 실패한 기술이거나 이상 진전되지 않는 에너지기술 개발사업에 대해서는 과감히 폐기할 수 있는 기민성과 유연성을 갖추어야 한다.

참고로 독일은 지난 2016년 경제·기후부 산하 자문위원회인 ‘에너지전환 연구혁신 플랫폼’을 설치해 정례회의를 통해 R&D 주제들에 대한 조정을 진행해오고 있다. 또한 이 플랫폼은 ①바이오에너지, ②건물·지역사회, ③재생에너지원, ④유연 에너지변환, ⑤산업·상업, ⑥전력계통, ⑦스타트업, ⑧시스템분석 등 분야별 에너지연구 네트워크로 나누어 보다 세부적인 연구, 정책, 산업계간의 의견과 정보를 교환해오고 있다. 여기에는 약 3,500명의 각 분야 과학기술자 및 전문가들이 전문적인 자문을 하고 있다.

※ 부록: 해외 발전기술 R&D의 경험과 교훈

□ 경수로형 SMR 관련 R&D 사례

미국 뉴스케일(NuScale) 사의 ‘일체형 경수로’는 대표적인 소형모듈원전(SMR) 개발사례다. 냉각재 펌프, 증기발생기 등 주요 기기들을 냉각수 탱크에 설치해 안전성을 강화하고 공간을 최소화한다는 설계 개념이다. 그러나 애초부터 부피가 큰 기기들의 규격을 줄이기 위해 건설 단가는 늘어날 수밖에 없어 미국 에너지부 산하 원자력연구소들의 연구사업 수준에 머물던 개념이었다.

상용원전은 경제성을 확보해야 하기 때문에 설계가 구체화 될수록 규모의 경제를 모색하게 된다. 실제로 뉴스케일 사의 전신인 아이다호 국립핵연구소는 지난 2003년 30MW 원전을 설계했으나 5차레나 설계를 변경해 현재는 두 배가 넘는 77MW 설계를 개발중이다. 그러나 용량 확대는 설계도면상 규격변경을 넘어 스트레스, 열팽창률 등 무수한 변수들의 변화를 야기한다. 때문에 설비의 재료, 형상, 부품간 시스템 통합에 막대한 시간과 예산의 소요가 불가피하다.

이는 세계 경수로원전의 선도기업인 웨스팅하우스가 지난 1990년대 중형모듈원전 AP600(650MW) 개발 과정에서도 경험한 문제였다. 당시 AP600은 설계 완료 후 가스발전 대비 경제성이 없다는 평가에 따라, AP1000(1,100MW)으로 설계 변경되었다. 그러나 무리한 확대는 재료, 시스템통합 문제로 공기 지연, 비용상승으로 이어져 웨스팅하우스는 도산하고 AP1000 원전도 종료되었다.

영국 국가기반시설 위원회(NIC)는 2021년 9월 영국 정부의 미래 신규원전 사업 타당성에 대한 자문요청에 대형원전은 물론 SMR도 2045년까지 보급되기 어렵다고 평가한 바 있다. NIC는 SMR이 아직까지 세계적으로 표준설계가 없다는 점과 탄소중립 실현을 위해 많은 수의 SMR이 필요하지만 부지 문제가 발생한다는 점을 그 근거로 지적했다. 미국 뉴스케일이 유일하게 지난 2020년 50MW 설계로 조건부 표준설계 인증을 받았지만, 6개월 만에 경제성 문제로 계획을 변경해 현재 77MW 설계를 개발중이다. 그러나 이마저도 경제성 문제로 설계 변경될 가능성이 매우 크다.

□ 소듐냉각 고속로 SMR 관련 R&D 사례

SMR 사업의 또 다른 사례는 미국 ‘나트륨’ 사의 소듐냉각 고속로이다. 경수로의 중성자 감속제이자 냉각재인 물대신 소듐을 사용하면, 중성자가 고속으로 연쇄 핵반응을 일으켜 고온의 열을 생산해 산업용으로도 활용할 수 있다는 개념이다. 그러나 소듐냉각제는 공기와 물에 접촉하면 화재와 폭발을 일으키는 불안정한 재료이다.

미국은 이미 1956년 잠수함용 소듐냉각 고속로를 개발했으나, 냉각재 누출사고로 1957년 곧바로 퇴출시켰다. 그 이후 발전용 페르미 1호기를 건설해 1963년 가동해 보았으나, 부분노심용융, 소듐폭발 사고 후 1972년 폐기했다. 1970년대 클린치리버 사업도 추진되었으나, 1983년 의회의 예산안 폐지로 사업이 종료되었다.

영국, 프랑스, 독일, 일본도 미국의 잠수함용 고속로사업을 참고해 소듐냉각 고속증식로 사업에 막대한 예산을 투자했으나 누설, 화재사고를 반복한 후 중도 폐기했다. 막대한 정부예산이 소요되는 사업이기 때문에, 문제가 발생해도 사업을 즉시 중단시키지 못하고 수십년간 지속해야 하는 취약점을 보여준다.

[그림 14] OECD 5개국의 과거 45년간 소듐냉각 고속증식로 R&D 투자추세



참조: OECD/IEA Energy Technology RD&D Data Services 통계에 기반해 필자 작성

[표 11] 주요 선진국들의 소듐냉각 고속증식로의 화재사고 경험

국가	구분	용량 (MW)	가동기간	이용률 (%)	누출·화재	비고
미국	페르미-1	61	1966-'72	0.9	2회	
영국	던리(DFR)	14	1962-'77	33.5	7회	
	던리(PFR)	234	1975-'90	18	20회	사업 중도 폐기
프랑스	피닉스	233	1973-'10	40.5	31회	
	슈퍼피닉스	1,200	1986-'98	3	7회	
독일	SNR-300	300	1991	0	-	건설 직후 폐쇄
일본	몬주	246	1995-'17	0.2	1회	건설·유지·폐로 21조원
러시아	BN-600	560	1980-현재	75.9	27회	
	BN-800	789	2015-현재	68	-	미·러핵군축 이행사업

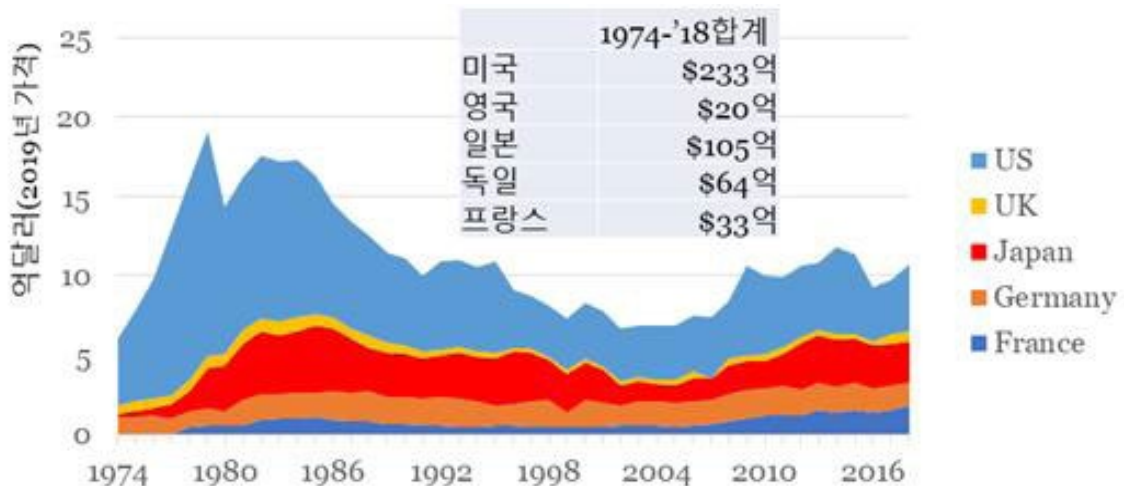
참조: 프랭크 반히펠·다쿠보 마사후미·강정민(2021), 『플루토늄』

□ 핵융합발전 R&D 사례와 문제

국제 핵융합발전 개발사업은 지난 1950년대부터 미국, 일본, 독일 각국이 60년 이상 추진해 왔으나, 실용적인 전망은 여전히 어둡다. 현재는 국제핵융합실험로(ITER)를 통해 2035~2045년 기간 중수소-삼중수소 핵융합으로 장시간 플라즈마 유지에 성공하면, 그 이후 각국별로 핵융합발전 실증로 건설과 상용화를 추진한다는 계획이다.

그러나 핵융합 연구사업은 60년의 세월에도 발전용 동력장치는커녕 플라즈마를 1분 이상 안정적 유지하는 것조차 어려운 과학연구 수준의 사업이다. 때문에 이미 1990년대 각국에서 사실상 사업이 종료된 바 있다. 이에 국제 핵융합계는 1990년대말 새로운 지원명분으로 국제핵융합 공동실험로(ITER) 사업을 추진했으나 계획과 달리 사업이 반복 지연되며, 지난 2017년을 전후로 각국별로 접근방식이 달라졌다.

[그림 15] OECD 5개국의 과거 45년간 핵융합발전 R&D 투자 추세



참조: OECD/IEA Energy Technology RD&D Data Services 통계에 기반해 필자 작성

가장 먼저, 가장 많은 투자를 해온 미국은 사업의 비현실성을 지적하며 2016년 미국 정부예산에서 ITER 공동개발비를 부결시킨 바 있다. 그 후 후발국들의 연구를 모니터할 필요도 있다는 명분에 따라 2018년 복귀했다. 미국 다음 많은 예산을 투자해온 일본도 ITER 사업의 반복지연을 경험한 뒤, 지난 2017년 실증로 및 상용로 건설계획을 수정했다. 2030년대 ITER 실험을 지켜본 후에도 상용화 타당성 검토와 실증로 건설여부를 결정하기로 전략을 바꿨다. 독일 역시 에너지 R&D 계획에서 일관되게 2050년 핵융합 상용화가 비현실적이라고 명시하고 있으며, 핵융합연구 과정에서 과학지식 축적에 중점을 두고 있다.

이미 학계에서는 과학연구 단계를 벗어나지 못한 핵융합의 상용화는 2070년 이전에 불가능하다는 논문이 발표된 바 있다. 최근에는 ITER 연구·운영 국장도 2070년까지 상용화를 기대하지 않는다는 입장을 피력했다(월스트리트저널 2021.11.9.). 국내 핵융합계의 주장대로 2050년대에 상용화

되더라도, 이미 재생에너지 발전단가가 국가에 따라 10~20원/kWh까지 하락한 전력시장에서 경제적 타당성, 재생에너지 비중이 높은 미래 전력계통에서 필요한 유연성만 고려해보아도 실용성과 거리가 멀다.

미국이 이미 1950년대 소듐냉각 고속로의 실패에도 불구하고 1970년대까지 이 사업을 유지한 원인은 당시 미국 원자력위원회(AEC)가 원자력 R&D와 안전규제 업무까지 행사하며 부조리한 의사결정구조를 갖고 있었기 때문이다. 이러한 문제를 인식한 미국 의회는 1975년 AEC를 해체해 R&D기능을 에너지부(DOE)로, 안전규제기능을 핵규제위원회(NRC)로 분리하면서 이 같은 부조리는 크게 감소했다.

이처럼 정부 구조의 문제는 일본이 미국과 유럽의 수십년 앞선 실패를 관찰하고도 동일한 고속 증식로 R&D에 미국보다 많은 투자를 하며 실패를 그대로 답습한 이유를 설명해준다. 일본 역시 수십년간 문부과학성이 원자력 R&D 사업과 안전규제라는 모순된 권한을 행사했고, 원자력위원회라는 옥상옥 형태의 의사결정구조를 통해 타당성이 떨어지는 원자력 사업들의 명분을 부여해왔다.

반세기 넘는 해외 핵융합사업은 이미 지난 1990년대 각국별로 사실상 사업명분이 소진되었음에도 불구하고, 이미 초기에 막대한 투자를 통해 형성된 연구기관들의 이해관계가 타당성이 떨어져도 사업을 철회하기 어렵게 만드는 위험을 보여준다. 심지어 ITER 사업처럼 이해관계를 확대재생산시킬 수 있다는 위험을 보여준다.

□ 화력발전 연구개발 사례와 교훈

해외 대형 화력발전 R&D 사례 중 1970년대 국제석유위기에 대처해 시작된 일본의 ‘선샤인 프로젝트’와 ‘문라이트 프로젝트’ 사례가 대표적이다. 1974년 시작된 ‘선샤인 프로젝트’는 태양열, 지열, 석탄 액화·가스화, 수소 분야에 대한 연구로 특히 석탄액화·가스화에 집중해 25년간 약 6조6천억원을 투입했다. 그러나 현재까지 석탄가스화 복합화력(IGCC) 시범용 1기와 상용 1기를 건설했을 뿐, 경제성 문제와 일본의 탄소중립 정책으로 더 이상 확대하기 어려워 결국 실패로 마감되었다. 이후 보다 적은 예산을 투입해 진행한 ‘문라이트 프로젝트’의 ‘고효율 가스터빈’ 사업의 결과도 공동참여 업체인 미쓰비시, 도시바, 히타치 3개 발전설비 업체 간 기술격차를 줄이는 데 머물렀을 뿐이다.

오히려 당시 일본의 가스터빈 기술의 괄목할 만한 개선은 ‘요카이치 천식 소송(1972)’ 이후 세계 최고수준으로 강화된 대기오염 배출규제에 적응하기 위해 MHI의 사내 연구개발과 전기사업자와의 협력을 통한 저녹스(NOx) 가스터빈 연소기를 개발하면서 이뤄졌다. 도호쿠전력은 1980년 일본 최초의 가스복합발전 건설계약을 MHI와 체결했는데, 당시 지역 배출기준은 현재의 국내 기준과 유사한 엄격한 기준이었다. 당시 MHI는 기술 도입선인 미국 기업의 ‘습식’ 연소기로는 효율 손실 없이 이 배출기준을 충족할 수 없었다. 이에 MHI와 도호쿠전력은 2년간의 공동개발과정을 통해 기존 증기터빈용 저녹스 연소기 기술을 개선해 세계 최초로 가스터빈용 ‘건식’ 연소기의 상용화에 성공하게 된다.

당시 MHI보다 가스터빈기술에 앞서 있던 서구의 GE, 시멘스, ABB 등은 효율손실 때문에 저녹스

연소 기술을 기피해 ‘습식’ 연소기에 머물러 있었지만, 약 10년 후 미국과 유럽도 배출기준을 일본 수준으로 강화했다. 이들도 뒤늦게 건식 연소기술을 상용화했지만, 이러한 시차는 MHI가 이들과 대등하게 경쟁하게 만든 계기가 되었다. 물론 연소기술만으로 모든 것을 설명할 수 없지만, 강화된 환경규제에 적응하기 위한 일본 발전설비 및 전력업계의 협업이 결국은 선발국가들을 추격할 수 있는 기반이 되었음을 보여주었다.

일본 ‘선사인 프로젝트’의 석탄가스화, ‘문라이트 프로젝트’의 가스터빈 효율개선 사업이 실패하거나 한계에 부딪혔던 것에 비해 MHI-전력업체 간 친환경·고효율 연소기 기술개발은 성공을 거뒀던 사례는 앞으로 에너지전환 R&D 정책을 어떻게 추진하면 좋을지 중요한 교훈을 제공한다. 아무리 많은 예산을 투자하더라도 정부가 시장의 역동성을 대체할 수 없으며, 시장 참여자들에게는 사회적 요구와 정부의 선명한 규제지침에 기술적으로 부합하지 못할 경우 생존할 수 없다는 절박감이 혁신에 더 중요한 요소가 될 수 있음을 보여준다.

대형 화력발전 R&D와 대형 원자력 R&D 모두 정부가 시장의 유연성, 기민성, 투자 판단능력을 대신할 수 없음을 보여준다. 오히려 정부 주도 R&D는 초기 타당성 검토가 부실하거나 정부의 의사결정구조가 왜곡된 상황에서 사업을 시작하면 추후 문제가 드러나도 수십년간 사업을 중단시킬 수 없다는 위험도 보여준다. 이는 혁신동력 극대화가 필요한 에너지전환 과정에서 매우 중요한 교훈이며, 이를 반복하지 않도록 정부와 시장간 역할의 구분, 정부 연구개발 의사결정구조의 투명성과 유연성 확보 필요성을 제시하고 있다.

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45 개
과제

발 행 일 2022년 1월 27일
발 행 인 (사)에너지전환포럼 공동대표 홍종호
편 집 정희정 에너지전환포럼 운영위원
석광훈 에너지전환포럼 전문위원
발 행 처 (사)에너지전환포럼
주 소 서울시 종로구 통인동 136번지 4층
전 화 02-318-1418
전자우편 admin@energytransitionkorea.org
웹사이트 <http://energytransitionkorea.org>

기후위기 해결을 위한
차기 정부의 탄소중립·에너지전환

45개
과제

2022. 1.

