

< 훈련결과보고서 요약서 >

성 명	이중진		직 급	4급
훈 련 국	영국	훈련기간	2022.8.31.~2024.6.30	
훈련기관	엑서터 대학교 (University of Exeter)		보고서 매수	116 매
훈련과제	탄소중립 추진 과정에서 바람직한 경제·산업구조 개편전략 연구			
보고서 제목	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comparative Analysis of GHG Emissions Factors between South Korea and Major European Countries</li> <li>2. Desirable Directions for Energy Transition Policy to Achieving Carbon Neutrality in South Korea: Lessons from Advanced Countries</li> </ol>			
내용요약	<p><b>연구 배경 및 목적</b></p> <p>전세계적으로 기후변화 문제의 심각성에 대한 인식이 증대되면서 주요 국가들은 특정 시점부터 순 탄소배출량을 제로로 만들겠다는 '탄소중립'을 선언하고 있다. 아울러, EU의 탄소국경조정제도 도입, RE100 이니셔티브, 기업의 ESG 경영 확대 등과 같이 탄소중립 추진은 비단 환경적 측면을 넘어 경제적 측면에서도 국가, 기업의 경쟁력을 결정하는 중요한 요소로 대두되고 있다. 한국도 이러한 국제사회의 움직임에 맞춰 2050년 탄소중립 달성을 목표로 설정하고 중간목표로서 2030년 NDC 목표를 상향 조정하는 등 적극적인 노력을 기울여 오고 있다.</p> <p>기후변화에 대한 국가별 대응 방식은 각국이 처한 경제 여건과 기술 수준, 정치적 환경 등에 따라 달라진다.. 이와 관련하여 Jonathan et al. (2023)은 21개 주요 배출국가의 정책목표와 추진체계 등을 분석하여 기후변화 대응 국가 거버넌스 모델을 Climate Technocracies, Climate Developmentalists, Carbon Fragmentists, Carbon Centralists의 4개 그룹으로 구분하였다. 여기서 한국은 중국, 인도, 브라질 등과 함께 Climate Developmentalists로 분류된다. Climate Developmentalists는 기후변화 대응을 광범위한 국가 주도 개발 계획의 틀 속에서 통합하려고 시도하려는 특징을 가지고 주로 경제성장과 에너지 안보 등에 초점을 맞추는 특징을 가지고 있다.</p> <p>최근 한국의 기후변화 대응 논의를 살펴보면 이러한 Climate Developmentalists로서의 특성이 드러난다. 전통적으로 에너지 소비량이 많은 제조업 중심의 산업구조를 가진 한국에 있어 탄소중립 추진은 굉장히 도전적인 과제이며 탄소중립 달성을 위한 구체적인 실현방안을 모색하는 과정에서도 산업부문의 온실가스 감축이 핵심 과제로 대두되고 있다. 특히 급격한 탄소중립 추진이</p>			

한국의 산업경쟁력에 부정적인 영향을 미칠 것이라는 우려도 상당하다. 일부에서는 단기간에 산업구조를 개편하는 것은 거의 불가능한 일이며 현 산업구조상 많은 양의 온실가스 배출은 불가피하다고 주장한다.

일반적으로 에너지 소비량이 많은 제조업 위주의 산업구조가 온실가스 배출 수준에 부정적인 영향을 미친다는 사실 자체는 의심할 여지가 없다. 그런데 그러면 어느 정도의 영향을 미치는지에 대해서는 명확한 답이 어렵다. 예를 들어 우리는 특정 국가에서 특정 산업의 배출량 비중을 묻는 기본적인 질문에 대해서도 답하기 어렵다. 또한, 특정 국가의 산업구조가 동태적인 관점(Dynamic perspectives)에서도 향후 배출량 감축을 어렵게 만드는 요인인지도 불분명하다.

이러한 맥락에서 첫 번째 보고서(Comparative Analysis of GHG Emissions Factors between South Korea and Major European Countries)에서는 한국을 포함한 주요국의 산업별 온실가스 배출량을 추정하여 산업구조 변화를 포함한 다양한 요인들이 그간의 온실가스 배출량 변화에 미친 영향 정도를 파악해 본다. 이러한 분석 과정에서 온실가스를 성공적으로 감축해 오고 있는 유럽 선도 국가들과도 한국의 사례를 비교 분석함으로써 향후 한국의 온실가스 감축 정책에 대한 시사점도 모색한다. 두 번째 보고서(Desirable Directions for Energy Transition Policy to Achieving Carbon Neutrality in South Korea: Lessons from Advanced Countries)에서는 첫 번째 온실가스 배출 요인에 관한 연구에서 한국과 유럽 선도국가들과의 차이가 가장 두드러지는 부문으로 나타난 배출집약도 요인 개선을 위한 에너지 전환 정책을 재생에너지 이슈를 중심으로 검토한다.

## **1. Comparative Analysis of GHG Emissions Factors between South Korea and Major European Countries**

### **방법론**

이 연구는 한국, 영국, 독일, 프랑스 4개 국가를 대상으로 1995년부터 2020년까지의 온실가스 배출량 변화 요인을 분석한다. 분석 작업은 크게 2개 파트로 나누어진다. 첫 번째는 국가별로 산업별 온실가스 배출량을 추정하는 작업이고 두 번째는 추정된 산업별 배출량 자료를 활용하여 온실가스 배출요인을 분해하는 작업이다. 첫 번째 작업에서는 선행연구 등을 참고하여 세부산업을 14개 하위 부문(제조업 하위 9개 부문)으로 구분하고 UNFCCC의 온실가스 배출 통계와 IEA의 부문별 에너지 소비량 통계를 활용하여 산업별 온실가스 배출량 통계를 추정한다. 두 번째 작업의 국가별 온실가스 배출량 변화에 대한 요인별 기여도 분석은 해당 분야에서 가장 널리 이용되는 Log Mean Divisia Index(LMDI) 분석을 따른다. 이를 통해 각국의 온실가스 배출량 의변화 요인을 1) 성장 효과, 2) 산업구조 효과, 3) 에너지 집약도 효과, 4) 배출집약도 효과의 4가지 요인으로 구분하여 분석한다. 성장효과(Activity

effect)는 경제활동 증가에 따른 온실가스 배출량 변화를 의미한다. 구조효과(Structure effect)는 국가 경제의 산업별 생산 비중 변화에 따른 온실가스 배출량 변화를 의미한다. 에너지 집약도 효과(Energy Intensity effect)는 생산 단위당 에너지 소비량 변화에 따른 온실가스 배출량 변화를 의미한다. 마지막으로 배출 집약도 효과(Emission Intensity effect)는 에너지 한 단위당 배출되는 온실가스 수준의 변화에 따른 온실가스 배출량 변화를 의미한다.

### 주요 분석결과 요약

종합적으로 보면 한국은 경제성장에 따른 온실가스 배출 증가 압력 (Activity effect)을 다른 요인들이 충분히 상쇄하지 못해 전체 분석대상 기간 동안 온실가스 배출량이 증가하였다. 반면, 유럽 주요국들은 경제성장에 따른 온실가스 배출 증가 압력을 에너지 투입의 효율성 제고, 배출집약도의 하락을 통해 효과적으로 상쇄하면서 분석대상 기간 중 온실가스 배출량 감축을 달성했다.

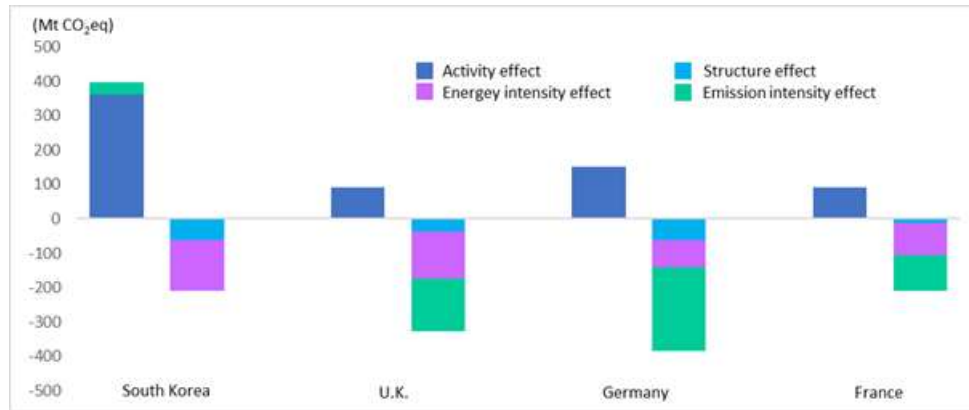


Fig. Result of Additive LMDI Decomposition Analysis of GHG Emissions

성장효과(Activity effect)는 모든 국가에서 온실가스 배출량을 증가시키는 요인으로 작용했으며 예상대로 한국에서 가장 크게 나타났다. 이는 각 국가별 경제발전 단계의 차이에서 오는 당연한 결과로 해석된다. 분석 기간 중 한국 경제는 연평균 3.7% 성장하여 영국(1.1%), 독일(1.0%), 프랑스(1.2%)에 비해 상대적으로 높은 성장세를 보였다. 다만, 한국 경제도 이제 성장세가 둔화되는 성숙단계에 진입했기 때문에 향후 활동효과의 차이는 점차 축소될 것으로 전망된다.

구조효과(Structure effect)는 모든 국가에서 배출량을 줄이는 요인으로 작용했지만 그 효과가 크지는 않았다. 적어도 본 연구의 분류 기준 하에서는 산업구조 변화가 온실가스 감축의 주요 수단은 아니었음을 확인할 수 있다. 특히 분석대상 기간 중 구조효과는 한국의 농업이나 유럽 국가들의 광업과 같은 1차 산업의 축소에도 상당부분 영향을 받았다. 이러한 1차 산업의 축소는 앞으로 지속되기 어려운 현상인 점을 감안할 때 향후 구조효과의 크기는 더욱 축소될 가능성이 높을 것으로 보인다.

에너지 집약도 효과(Energy Intensity effect)는 모든 국가에서 온실가스 배출량을 상당부분 줄이는 요인으로 작용했다. 특히 다른 요인과 달리 한국에서도 유럽 주요국과 유사한 수준의 감축효과를 달성한 점이 눈에 띈다. 다만, 한국의 주요 산업별 에너지 집약도는 빠른 개선세에도 불구하고 여전히 유럽 주요국에 비해 높은 수준으로 나타나고 있다.

마지막으로 배출집약도 효과(Emission Intensity effect)는 한국과 유럽 주요국 간에 차이가 가장 두드러지는 부분이다. 배출 집약도 효과는 유럽 주요국에서는 분석대상 기간 중 가장 중요한 온실가스 배출 저감요인으로 작용한 데 반해 한국에서는 오히려 온실가스 배출량을 소폭 증가시키는 요인으로 작용했다. 이는 앞으로 배출집약도 개선이 한국의 온실가스 감축에 있어 가장 중요한 과제가 될 것임을 시사한다.

### **한국의 온실가스 배출 감소량 추정**

앞서 분석을 통해 에너지 집약도와 배출량 집약도와 같은 에너지 관련 성과 측면에서 한국과 유럽 주요국 간의 차이가 크다는 점을 확인하였다. 그렇다면 이러한 에너지 집약도와 배출량 집약도가 개선되었을 때 한국이 어느 정도 수준의 온실가스 배출량 감축 결과를 얻을 수 있는지 확인하는 것도 흥미로운 일이 될 것이다. 이 연구에서는 한국의 산업구조가 현재와 동일하게 유지되는 상황에서 유럽 주요 3개국 평균 수준의 에너지 집약도와 배출량 집약도를 달성했을 경우(시나리오 1), 3개국 중에서도 가장 큰 온실가스 감축 성과를 보인 영국의 수준을 달성했을 경우(시나리오2)의 2가지 상황에서 온실가스 감축 수준을 추정해 보았다.

분석결과 한국의 온실가스 배출량은 2020년 실제 배출량 대비 시나리오 1에서는 -49.6%, 시나리오 2에서는 -57.2% 감소하는 것으로 나타났다. 이는 한국이 현재의 산업구조를 유지하더라도 에너지 부문의 개선을 통해 온실가스 배출량을 크게 줄일 수 있다는 점을 보여준다. 동시에 2030년 NDC 목표(2018년 대비 40% 감축)이 상당히 도전적인 과제임을 확인할 수 있다. 해당 시나리오 분석에서 적용된 유럽 주요국들의 에너지 성과가 수십년 간 이루어 온 결과물이라는 점을 고려할 때 더욱 그러하다.

### **정책적 시사점**

이 연구는 향후 한국의 탄소중립 정책에 대한 다음과 같은 시사점을 제공한다. 첫째, 산업구조의 급격한 전환 없이도 온실가스 감축은 가능하다. 각국의 온실가스 배출 수준이 산업구조에 영향을 받는다는 점은 의심할 여지가 없다. 그러나 그것이 반드시 향후 온실가스 감축을 어렵게 만드는 요인은 아니다. 앞서 분석에서 유럽 주요국들은 산업구조의 큰 변화 없이 성공적으로 온실가스를 감축해 나가고 있는 것을 확인한 바 있다. 특히, 독일은 한국과 유사하게 높은 제조업 비중을 유지하면서도 온실가스 배출량을 큰 폭으로 줄여 나가고 있다. 앞으로 탄소중립 추진 과정에서 일부 산업구조 조정이 나타날 수

있지만 그것은 인위적인 구조 개선보다는 생산비용 증가를 감안한 자율적인 조정이 바람직할 것이다. 아울러, 산업구조 조정의 형태가 반드시 제조업에서 고부가가치 서비스업으로의 이동을 의미하는 것은 아니다. 제조업 내에서도 업종별 특성을 고려한 친환경 공정 개선, 제품 혁신 등을 통해 에너지 효율을 높이고 온실가스 배출을 줄이는 방향으로 나아가야 할 것이다. 저탄소 에너지원으로의 전환, 에너지 사용의 효율성 제고가 동반될 때 한국의 높은 제조업 비중과 해당 부문의 높은 온실가스 배출량은 향후 대응 여하에 따라 오히려 더 큰 온실가스 감축을 이끌어 낼 수 있는 기회요인이 될 수도 있다.

둘째, 온실가스 배출 저감을 위해서는 무엇보다 에너지 믹스의 근본적인 변화가 필요하다. 앞서 살펴본 것처럼 한국 높은 화석연료 의존도는 지난 수십년간 거의 개선되지 않았다. 이러한 결과에는 한국의 좁은 국토와 같이 재생에너지 확대에 불리한 자연적인 요인도 일부 영향을 미쳤지만 국가 차원의 개선 노력이 부족했던 것도 사실이다. 최근 한국은 재생 에너지 발전비중을 2022년 9.2%에서 2030년까지 21.6% 이상으로 확대한다는 목표를 발표하였다. 해당 목표 달성을 위해 국가 차원에서 세부 실행계획을 수립하고 관련 기술개발 지원 및 제도개선을 적극적으로 추진해야 할 것이다. 특히, 재생에너지 프로젝트들이 추진 과정에서 절차적으로 지연되지 않도록 관련 규제를 완화하고 영향을 받는 지역 주민들의 수용성을 높여야 할 것이다. 재생에너지로의 전환 과정에서 부족한 발전량은 한국이 기술적 강점을 가지는 원자력 발전을 활용하여 보완해 나가야 할 것이다.

셋째, 에너지 가격의 정상화가 필요하다. 한국의 에너지 집약도는 점차 개선되고 있지만 여전히 다른 국가에 비해 높은 수준이다. 여기에는 기술적인 요인이 주로 작용하지만 수요 측면에서 한국의 비정상적인 에너지 가격도 영향을 미친다. IEA에 따르면 한국의 전기요금은 가정용은 OECD 평균의 59% 수준, 산업용은 OECD 평균의 87%에 불과하다. 통상 에너지 가격은 에너지 자급률이 낮을수록 높는데 한국은 에너지 자급률이 매우 낮음에도 그동안 산업경쟁력과 강화와 물가 안정 등의 정책적 목적 달성을 위해 상대적으로 낮은 에너지 가격을 유지하기 위해 노력해 왔다. 그러나 이러한 비정상적인 에너지 가격은 에너지 절약과 에너지 효율 개선을 위한 기술 개발의 필요성을 낮추고 온실가스 감축에도 부정적인 영향을 준다. 에너지 가격 결정 체계에 대한 현실적인 개편을 통해 에너지 가격의 '시장 기능' 회복이 필요하다.

넷째, 민간 부문의 온실가스 감축 노력에 대한 적극적인 지원이 필요하다. 앞서 살펴본 것처럼 한국의 온실가스 배출의 70% 수준이 제조업에서 발생하고 있다. 제조업 부문의 배출량 감축 성과는 에너지 부문의 개선과 함께 혁신적인 미래 기술은 개발에 달려있다. 상대적으로 정부의 역할이 큰 에너지 부문과 달리 기술 개발은 그 주체가 되는 민간 기업이 주도하는 분야이다. 정부는 대규모 R&D 투자 지원, 세제지원 확대, 기업들의 자금 조달 지원 등 인센티브 중심의 지원을 강화하여 기술 개발 및 도입 과정에서 민간 부문의 리스크를 분담하고 보다 많은 기업들이 도전할 수 있는 기반을 구축해야 할 것이다.

## 2. Desirable Directions for Energy Transition Policy to Achieving Carbon Neutrality in South Korea: Lessons from Advanced Countries

### 배경

기후변화 대응과 탄소중립 추진 과정에서 무엇보다 중요한 것은 에너지와 관련된 정책이다. 이는 기본적으로 전세계 온실가스 배출의 70% 이상의 에너지 관련 분야에서 발생하기 때문이다. 다시 말해서 에너지와 관련된 온실가스 배출량의 획기적인 감축, 즉 에너지 전환 없이는 탄소중립 달성 노력은 성공할 수 없는 것이다. 에너지 전환에 있어 가장 중요한 부분 중 하나는 화석연료에서 친환경 무탄소 에너지원으로의 전환이다. 특히, 재생에너지 확대는 유럽 주요국 등을 중심으로 글로벌 트렌드로 자리잡아 가고 있다. 2020년 이후 전세계 신규 발전용량은 2020년 이후 80% 이상을 재생에너지 관련 프로젝트가 차지하고 있다.

그런데 이러한 글로벌 움직임과 비교할 때 에너지 전환, 특히 재생에너지 확대와 관련된 한국의 성과는 아직까지 미흡하다. 2020년 기준 한국의 재생에너지 발전 비중은 4.7%로 OECD 국가 중 가장 낮은 수준을 기록하였다. 이러한 맥락에서 이 연구는 한국의 에너지 전환 정책을 그동안 에너지 전환을 성공적으로 추진해 온 영국과 독일의 정책과 비교하여 시사점을 도출한다. 특히, 2022년 기준 40%를 넘어서고 있는 두 국가의 재생에너지 발전 비중이 20여년 전에는 한국과 큰 차이가 없었다는 점을 고려할 때 이러한 차이를 만든 요인이 무엇인지 알아보는 작업은 더욱 의미가 있을 것이다.

### 영국의 에너지 전환 정책

#### *1990년대: Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO)*

영국의 재생에너지 지원 정책은 1990년 전력시장 민영화와 함께 도입된 Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO) 제도에서 시작된다. NFFO는 민영화된 전력공급 회사에게 일정량의 비화석 연료로 발전된 전력 구매를 의무화하는 일련의 명령으로 1998년까지 총 5차례에 걸쳐 운영되었다. NFFO는 기본적으로 민영화가 어려웠던 원자력 발전소와 재생에너지 프로젝트에 대해 보호된 시장을 만드는 것을 목적으로 했다. 원자력과 재생에너지 발전사업자들은 정부 주도 비화석연료구매기구(NFPA)에서 주관하는 경쟁입찰에 참여하여 계약기간 동안 도매가격 이상의 전력 가격을 보장받았으며 제도 운영에 소요되는 비용은 소비자들에게 부과되는 화석연료 부과금 (Fossil Fuel Levy)을 통해 충당되었다. 그러나 European Commission에서는 화석연료 부과금이 기본적으로 원자력 발전에 대한 보조금을 뿐이며, EC의 공정 국가지원 규칙을 위반한다는 우려를 제기하면서 제도 개편 필요성이 제기되었다.

### **2000년대 초반: Renewable Obligation (RO)**

EU는 2001년 재생에너지 확대 지침(Directive 2001/77/EC)을 채택하여 각 회원국별 2010년까지의 재생에너지 발전 비율 목표치를 구체적으로 제시 할당하였다. 이 지침에 따르면 영국은 1997년 1.7%였던 재생에너지 발전 비율을 2010년 10%까지 올리도록 되어 있었다. 영국 정부는 이러한 목표를 달성하기 위해 다양한 재생에너지 보급 정책을 본격적으로 추진하게 되는데 가장 대표적인 것이 2002년 Renewable Obligation (RO) 제도의 도입이다. 영국의 RO 제도는 전력공급자에게 전체 전력 공급량의 일정 비율을 재생에너지로 생산된 전력으로 공급하도록 의무를 부과하는 것이다. 재생에너지 발전사업자는 생산한 전력을 전력공급자에게 판매하는 한편, 재생에너지 발전으로 획득한 ROC (Renewable Obligation Certificate)를 시장에서 판매하여 추가적인 수입을 얻을 수 있었다. RO제도는 기존에 원자력까지 포괄하던 NFFO와 달리 재생에너지만을 지원 대상으로 했으며, 시장에서의 ROC 거래를 통해 재생에너지 보급 목표가 비용 효과적으로 달성될 수 있다는 신자유주의적 성향을 내포하고 있었다. 당시 독일을 비롯한 많은 EU 국가에서 재생에너지 발전 사업자에게 직접 보조금을 지급하는 FiT 제도를 운영하고 있었던 것과 비교해서 시장기반 정책에 대한 선호가 강했던 영국에서는 RO 제도를 우선적으로 도입한 것으로 평가할 수 있다.

### **2000년대 후반: Reformed RO**

2007년 EU는 "2020 Climate and Energy Package 2020"를 발표하여 재생에너지 확대, 온실가스 감축, 에너지 효율 개선의 3대 분야 "20-20-20 목표"를 제시하였다. 특히, 재생에너지 확대 목표는 2009년 EU 재생에너지 지침을 통해 각 국가별 목표치로 구체화되었는데 영국의 경우 2020년 최종에너지 소비량의 15%를 재생에너지로부터 충당하도록 하였다. 영국 내에서도 기존 RO 제도로는 재생에너지 관련 기술개발과 2010년 10% 재생에너지 발전 목표가 달성이 어려울 것이라는 문제가 제기되었다. 이에 2009년 정부는 기존 RO 제도의 효과성을 높이기 개편 방안을 발표하였다. 개편된 RO에서는 신규 재생에너지 발전 프로젝트에 대한 지원기간을 20년까지 확대하여 기존 RO에 내포된 투자 위험을 낮추고자 했으며, 재생에너지 기술별로 ROC 발급량을 차등화하여 다양한 재생에너지 기술이 개발될 수 있도록 유도하였다. 아울러, 지역 재생에너지 보급을 확대하기 위해 5MW 미만의 소규모 발전설비를 대상으로 제한적으로 FiT 제도를 도입하여 기존 RO 제도를 보완하고자 했다.

이 시기에는 재생에너지를 포괄하는 기후변화 정책 전반에서도 많은 변화가 이루어졌다. 2008년 제정된 기후변화법 (Climate Change Act: CCA)에서는 2050년 탄소감축목표를 1990년 대비 최소 80%로 명시하였으며, 조직적인 측면에서도 많은 변화가 이루어졌다. 2008년 브라운 내각은 조직 개편을 단행하여 기존 환경부와 에너지 관련 업무를 합쳐 에너지기후변화부(DECC: Department of Energy and Climate Change)를 창설하였다.

### **2010년대: 전력시장 개혁(EMR)과 CfD 도입**

2010년 DECC는 국가 재생에너지 실행계획(National Renewable Energy Action Plan)을 수립하여 2020년까지 전체 전력생산의 30%를 재생에너지로 공급한다는 새로운 목표를 설정하고 같은 해 전력시장 개혁 방안(EMR)을 발표하였다. EMR은 기존 제도로는 온실가스 감축에 필요한 투자를 충분히 유도할 수 없다는 판단 하에 추진된 1989년 전력시장 민영화 이후 가장 근본적인 개혁 조치로서 RO 제도의 FIT로의 전환, 화석연료의 비용을 높이는 Carbon Price Floor 도입 등을 골자로 한다.

EMR 계획에 따라 FIT와 정부 주도의 경매방식이 결합된 CfD 제도가 2014년에 도입되어 RO 제도를 점차 대체하였다. CfD계약은 재생에너지 발전사업자와 정부가 소유한 Low Carbon Contracts Company (LCCC) 간에 체결되며, 입찰에 성공한 발전 사업자는 15년간 Reference price와 strike price의 차액을 지원받게 된다. Reference price는 영국 전력시장의 평균 전력판매가격으로 책정되며, strike price는 저탄소 발전원의 투자비를 반영한 가격으로 책정된다. Reference price가 strike price보다 낮은 경우 발전사업자는 그 차액을 보상받게 되며, 반대로 reference price가 strike price보다 높은 경우에는 발전사업자가 그 차액을 반납하는 구조이다. 전력시장 개혁과 CfD의 도입은 그동안 다른 국가에 비해 상대적으로 뒤쳐져 있었던 영국 재생에너지 산업을 극적으로 확대시키는 결과를 가져왔다. 한편, 기존 RO는 2017년 3월 신규지원이 완전히 종료되었다.

### **2020년대**

2020년 브렉시트로 초국가적인 관점에서 재생에너지 도입을 촉구하는 압력은 사라졌지만 영국은 여전히 글로벌 선도국가로서의 위치를 더욱 확고히 하고 있다. 2020년 발표한 NDC에서는 2030년 1990년 대비 온실가스 감축 목표를 기존 40%에서 68%로 확대하였으며 2021년에는 UK Net Zero Strategy를 발표하여 탄소중립 달성을 위한 전략을 구체화하였다. 동 전략은 2035년까지 모든 전력을 저탄소 에너지원에서 조달할 것을 규정하고 있으며, 이를 위한 해상풍력 설비 보급 확대, CCUS, 바이오에너지 등 혁신기술에 대한 대규모 투자계획을 포함하고 있다. 가장 최근의 재생에너지 보급에 대한 계획은 영국 정부가 2022년 4월 발표한 '영국의 에너지 안보 전략(British energy security strategy)'에서 나타난다. 동 전략은 넷제로 전략의 연장선상에서 2030년 전력의 95%를 저탄소 에너지를 조달한다는 목표를 추가로 제시하고 있다. 또한, 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 에너지 안보의 중요성이 높아지면서 재생에너지 뿐만 아니라 원자력 보급 목표도 제시하고 있는 것이 특징이다. 구체적으로 동 전략은 2030년까지 최대 8개의 원자로를 새롭게 설치하고 2050년 전체 에너지 수요의 25%를 원자력으로 보급할 것을 명시하고 있다.



## **독일의 에너지 전환 정책**

### **1980~1990년대: 탈핵 대안으로 재생에너지 중요성 부각**

독일의 에너지 전환 정책의 중요한 시발점은 1986년 발생한 체르노빌 원전 사고이다. 이전까지 독일은 원자력을 안정적이고 미래 지향적인 에너지원으로 인식하고 전체 전력생산의 약 30%를 원자력에 의존하고 있었다. 체르노빌에서 발생한 원전 사고는 바이에른(Bayern)주를 포함한 독일 남부지역까지도 방사능 영향을 미쳤고, 에너지정책에 대한 정치적 논쟁을 증폭시키는 계기가 되었다. 이에 콜(Cole) 정부는 1986년 '환경, 자연보호, 원자력안전부 (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)'를 창설하였으며, 이후 에너지 정책의 목표로 기존 에너지 공급의 안정성 확보에 더해 환경과의 친화성을 중시하게 된다. 아울러, 1990년대 초반부터 기후변화 대응이 국제사회의 주요 의제로 등장하면서 독일의 에너지 정책은 재생에너지 확대와 에너지 효율을 향상시키는 방향으로 점진적 변화를 모색하게 된다.

### **1998년~2005년: 적녹연정의 등장과 본격적인 에너지 전환**

1998년 10월 사민당(SPD)과 동맹90, 녹색당으로 구성된 Schröder 연립정부가 출범하면서 에너지 정책의 근본적인 패러다임 전환을 시도한다. 2000년 연립정부는 에너지 공급기업과 원자력 발전을 단계적으로 폐지한다는 합의를 이끌어냈다. 해당 합의 내용은 2002년 원자력법 개정을 통해 1) 신규원전 건설을 금지하고, 2) 기존 원전의 가동기간을 32년으로 제한하여 실질적으로 2021년까지 원전 가동을 중단하는 내용에 법적 구속력이 부여하게 되었다.

한편, 비슷한 시기에 재생에너지 보급 확대를 위한 조치들도 본격적으로 시행된다. 가장 대표적인 것이 2000년 재생에너지법은 Renewable Energy Act (EEG: Erneuerbare Energien Gesetz 2000) 제정이다. 재생에너지법은 크게 2가지 내용을 핵심으로 한다. 첫 번째는 전력공급업체에 재생에너지로 생산된 전력의 우선적으로 매입하도록 의무를 부여하는 것이다. 두 번째는 재생에너지 발전 전력에 대해 20년간 고정된 요금을 부여하는 FiT 제도이다. 즉, 재생에너지 발전사업자들이 생산한 전력을 모두 고정된 가격에 판매할 수 있도록 하여 일정한 수익률을 보장해 주었다. 재생에너지법 도입 이후 독일의 재생에너지 보급은 빠르게 확대된다.

### **2005년~2014년: 메르켈 정부와 에너지 구상 (Energiekonzept)**

2005년 출범한 메르켈 연립정부는 2010년 국가차원의 첫 번째 장기 에너지 계획인 에너지구상 2010'(Energiekonzept 2010)을 발표하였다. 에너지 구상은 1) 온실가스 감축, 2) 재생에너지 이용 확대, 3) 에너지 소비 감축 3개 분야의 중장기 목표를 법제화하고 이를 달성하기 위한 실행계획을 담고 있다.

당초 에너지 구상에서는 재생에너지로 전환하는 과정에서 원자력 발전을 임

시적인 가교로 계속 사용하는 것이 필요하다고 보아 2000년 합의한 내용보다 원전 가동기한을 8~14년 연장하는 내용을 포함하고 있었다. 그러나 2011년 후쿠시마 원전 사고가 발생하면서 독일 정부는 에너지 구상의 원전 가동기한 연장 결정을 철회하고 2022년까지 모든 원전을 폐쇄하는 것으로 다시 정책 방향을 확정한다.

### **2010년대 후반: 시장 중심 지원 제도로의 전환**

독일의 재생에너지 보급은 FiT로 대표되는 강력한 지원정책에 힘입어 빠른 성장세를 이어갔다. 그러나 일부에서는 이러한 재생에너지 지원 제도가 재생에너지 보급에는 효과적이나 비용 측면에서 지나치게 비효율적이라는 비판도 제기되었다. 이에 정부는 2014년 재생에너지법 개정 (EEG 2014)으로 일정규모 이상의 신규 발전설비에 대해서는 FiT 지원을 폐지하고 시장 프리미엄을 지급하는 FiP 방식으로 전환하였다. 2017년에는 재생에너지법을 추가 개정 (EEG 2017)에여 FiP 기반 경매입찰 제도를 본격 도입하였다. 독일의 경매입찰 제도는 750Kw 이상 풍력, 태양광 등에 적용되며, 정부에서 연간 설비 설치용량 상한선을 설정하여 입찰 대상 프로젝트 규모를 관리하고 있다. 이러한 제도 개선은 태양광 발전 등 재생에너지 프로젝트의 평균 가격을 낮추는데 효과적이었다. 이에 따라 전기요금 상승세도 둔화되었다.

### **2020년대: 재생에너지 보급 노력 가속화**

2020년대 들어서도 독일은 온실가스 감축 및 재생에너지 보급 목표에 법적 구속력을 부여하는 등 입법, 정책적 노력을 계속해 나가고 있다. 특히, 독일의 에너지 안보에 심각한 위협이 된 러시아-우크라이나 전쟁은 에너지 자주권 확보를 위해 재생에너지로의 전환 노력을 더욱 가속화시키는 계기가 되었다.

이러한 새 정부의 에너지 정책방향을 담은 것이 2022년 4월 발표한 부활절 패키지(Osterpaket)이다. 부활절 패키지는 재생에너지법, 해상풍력 에너지법, 에너지 산업법 등으로 6개의 법률 개정으로 구성된 입법 패키지로 핵심 내용은 재생에너지법 개정에 있다. 부활절 패키지에 따라 개정된 재생에너지법 (EEG-2023)은 1) 2030년까지 총 전력 소비에서 차지하는 재생에너지 비율 최소 80% 달성, 2) 탄소중립 달성시까지 재생에너지 사용을 최우선적으로 고려, 3) 목표 달성을 위해 재생에너지원별 구체적인 설비 확대 목표 제시, 4) 소비자 부담 경감을 위해 재생에너지 부과금을 폐지하고, 연방재정을 통해 재생에너지 보조금 지원 등을 주요 내용으로 담고 있다.

한편, 독일은 당초 계획에 따라 2023년 4월 마지막 원자력 발전소 3기의 가동을 중지함으로써 60년여만에 원자력 발전을 완전히 종료했다. 독일 내에서 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 에너지 위기로 탈원전 일정을 재검토해야 한다는 여론이 일부 있었지만 정부는 재생에너지 확대를 더욱 가속화하는 것으로 대응 방향을 설정했다. 이는 최근 영국, 프랑스 등 다른 주요국에서 탄소중립 목표 달성을 위한 원전 역할 확대를 고려하고 있는 상황과 대비된다.

## **영국과 독일 정책 사례의 시사점**

### **장기적 관점에서 일관성 있는 정책 추진**

영국과 독일의 에너지 전환 정책은 그 세부 내용에 변화는 있었지만 재생에너지 보급 확대라는 일관된 방향성에서 꾸준히 추진되어 왔다. 이처럼 정책이 연속성을 가질 수 있었던 배경에는 정책이 중장기 목표 하에서 법률적 근거를 기반으로 강력한 구속력을 가지고 추진되었기 때문이다. 먼저 영국은 2008년 기후변화법을 제정하여 2050년까지의 장기 목표를 설정하고 재생에너지 보급을 포함한 탄소절감 정책들이 체계적으로 추진될 수 있는 기반을 마련하였다. 이러한 노력으로 2010년 상대적으로 환경이슈에 민감한 노동당에서 보수당 정부로 정권이 교체되는 과정에서도 재생에너지 확대 동력을 강하게 이어갈 수 있었던 것으로 평가된다.

독일은 일찍이 1980년대부터 재생에너지 보급의 필요성을 인식하여 다른 국가들이 화석연료와 원자력 발전에 집중하던 2000년대 초반에 이미 재생에너지법 (Renewable Energy Sources Act, EEG)을 제정했다. 이러한 정책 기조는 2005년 정권 교체에도 지속되면서 현재까지도 독일 에너지전환 정책이 기초가 되고 있는 2010년 에너지구상으로 이어지게 된다. 장기간 동안 일관된 정책기조를 이어온 덕에 독일의 에너지전환 정책에는 범정권적인 합의와 사회적 공감대가 존재하고 있다.

### **상황을 고려한 적절한 정책 설계 필요성**

정책 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 주어진 상황을 고려한 시의성 있는 대응이 요구된다. 특히, 기존 정책이 충분한 효과를 거두지 못할 경우에는 이를 개선하고 보완하는 노력이 지속적으로 이루어져야 한다.

영국은 재생에너지 지원 방식을 전환한 대표적인 국가이다. 정책 도입 초기 시장을 통한 조정을 선호하였던 정부는 RO제도가 의도했던 효과를 거두지 못하자 다양한 보완방안을 모색했고 결국 전력시장개혁(EMR)을 통해 정부가 직접적으로 지원하는 FIT 기반 CfD 제도로의 전면 전환을 추진하였다. 동시에 탄소가격하한제와 같은 제도를 함께 도입하여 저탄소 에너지원 투자에 대한 더욱 명확한 시그널을 제공하였다. 만약 영국 정부가 RO 제도의 틀을 계속 고집했다면 지금과 같은 에너지 전환 성과를 달성하지 못했을지도 모른다.

독일에서는 2000년 재생에너지법 제정을 통한 FIT 도입 이후 재생에너지 보급이 빠르게 이루어졌으며 이는 다른 여러 국가에서도 재생에너지 지원 정책을 도입하는 과정에서 독일의 사례를 벤치마킹하였다. 이처럼 성공적인 정책이었음에도 독일은 지속적인 모니터링과 제도 정비를 통해 정책 효과성을 높이는 노력을 게을리 하지 않았다. 2010년대 이후 FIT 지원의 비효율성, 소비자 부담 등이 목소리가 높아지자 FIT 지원 수준의 상한을 설정하고 경매제도를 도입하여 가격경쟁을 유도하였다.

### **효율적인 정책 추진체계**

정부 조직개편은 사회 변화에 탄력적으로 적응하고 정책의 효율성을 높이기 위한 하나의 중요한 역할을 한다. 2010년대 영국의 강력한 재생에너지 정책 드라이브의 배경에는 정치적 리더십을 정책적으로 뒷받침하는 DECC (Department of Energy and Climate Change)의 역할이 있었다. DEFRA (Department of Environment, Food and Rural affairs)는 기후 정책의 주관부서였지만 기후 변화 대응을 최우선 목표로 삼기 위해 경제부서를 설득할 정치적인 영향력이 부족했다. 에너지 업무를 관장하던 DBERR (Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform)은 에너지 외에도 기업법, 무역, 중소기업 지원, 지역개발 등과 같은 너무 많은 업무를 담당하고 있었다. DECC는 DEFRA의 기후대응 업무와 DBERR의 에너지 관련 업무를 합쳐 2008년 출범하였다. 이를 통해 에너지 정책이 산업 관련 부서의 하위 업무가 아닌 하나의 중심 업무로 통합되었으며, 친환경적 접근이 더욱 강화되었다.

### **국민 수용성에 기반한 정책 추진**

독일의 전기 요금은 주요 국가 중에서도 가장 높은 수준이다. 이러한 높은 전기요금은 재생에너지 보급 지원에 필요한 재원을 전기요금의 surcharge 형태로 전력소비자에게 부담시켰기 때문이다. 이에 따라 재생에너지 보급 지원이 본격적으로 시작된 2000년 이후 전기요금은 가파른 상승세를 보여왔다. 이러한 전기요금 인상이 큰 저항 없이 이루어질 수 있었던 것은 재생에너지 확대의 필요성, 당위성에 대한 국민적 지지에 기반했다고 볼 수 있다.

한편, 대규모 발전소에 의존하는 화석연료 중심 에너지 체제와 달리 재생에너지를 중심으로 하는 에너지 체제의 중요한 특징은 소규모 분산형 발전이다. 따라서 재생에너지 보급이 성공적으로 전반적인 국민적 지지와 함께 실제 재생에너지 설비가 설치되고 운영되는 지역주민의 수용성이 무엇보다 중요하다. 이에 독일의 재생에너지 보급 성공은 지역주민으로 구성된 Energy Cooperatives과 같은 다양한 주민참여 및 이익공유 모델에 기인한 바가 크다

### **재생에너지와 원자력의 조화**

영국의 발전 믹스에서 주목할 만한 특징 중 하나는 원자력 발전을 완전히 배제한 독일과 달리 재생에너지 확대와 원자력 발전을 조화시켜 탄소중립을 이뤄내겠다는 것이다. 2010년 이후 재생에너지 보급이 급격히 확대되는 과정에서 영국의 원자력 발전 비중은 15% 수준을 유지해 왔으며, 최근에는 2050년까지 우리나라도 현재 재생에너지와 원자력 발전을 동시에 활용하여 탄소중립을 달성하겠다는 에너지 전환 목표를 가지고 있는 만큼, 향후 영국이 재생에너지 확대와 원자력 발전 활용을 어떻게 조화시켜 나갈지를 추가적으로 살펴보는 것은 의미 있는 작업이 될 것이다.

## **정책 제언**

첫째, 보다 적극적인 재생에너지 확대 목표가 필요하다. 재생에너지 보급 목표는 정부 정책방향에 대한 일종의 가이드라인으로서 시장에 영향을 미친다. 적극적인 목표 설정은 투자자들에게 긍정적인 시그널을 주고 해당 분야에 금융을 일으킨다. 반대로 정책 의지가 불분명할 경우 투자는 얼어붙게 된다. 2023년 한국 정부는 10차 전력기본계획을 발표하면서 실현 가능성 등을 고려하여 2030년 재생에너지 발전 비중 목표치를 21.6%로 조정한 바 있다. 이후 일부 재생에너지 관련 시장의 위축 우려도 제기되고 있는 상황이다. 구체적으로 현재 수립중인 11차 전력수급기본계획에서는 재생에너지 비중 목표를 일정부분 상향할 필요가 있다고 이러한 재생에너지 비중 확대가 현 정부가 방점을 두고 있는 원자력 활용과 반드시 배치되는 것도 아니다. 원자력과 함께 재생에너지 발전도 균형있게 지속적으로 추진해 나간다는 것을 보다 명확하게 제시할 필요가 있다.

둘째, 에너지 정책에 대한 범정권적 합의 도출 및 구속력 확보가 필요하다. 집권 정부에 따라 특정 정책에서 일부 차이가 발생하는 것은 당연한 현상이다. 하지만, 한국의 에너지 정책은 그 변화폭이 지나치게 큰 경우가 많았다. 이러한 일관성의 결여는 국가 계획의 신뢰성을 하락시키고, 각종 정부예산 및 민간투자상 혼선을 유발시켰다. 주요국 사례처럼 한국 역시 범정권적 합의를 통해 에너지 전환 정책에 대한 사회적 공감대를 형성하고 일관성 있는 정책 추진을 담보하는 방안을 모색해야 할 시점이다. 구체적으로 현재 행정부의 계획 수립으로 확정되고 있는 중장기 재생에너지 보급 목표들을 법령에 규정하여 구속력을 확보하는 방안을 고민해 봐야 할 것이다.

셋째, 재생에너지 보급 지원 정책에 대한 적절한 개편이 필요하다. 현행 RPS 제도는 당초 의도했던 시장경쟁을 통한 재생에너지 기술발전과 발전비용 하락 등의 효과를 충분히 거두지 못한 것으로 평가받고 있다. 한국 정부도 이러한 문제점을 인지하고 최근 중장기적으로 경매제로 전환하는 방안을 마련하겠다고 발표한 바 있다. 앞서 선진국들의 제도 변화 과정을 보면 '지원제도 도입 → 보완 → 경쟁제도 도입'으로 진행되어 왔으며, 장기적으로 한국도 RPS 제도를 경매제로 전환하는 것은 바람직한 방향으로 보인다. 그러나, 전환 시점에 대해서는 재생에너지 시장 성숙도 등을 감안하여 좀 더 면밀한 검토가 필요할 것이다. 경매제로의 전환이 결정된 후에도 시장의 혼란을 방지하기 위해 기존 제도의 일몰 시점을 충분한 기간을 두고 정해야 할 것이다.

넷째, 에너지 정책의 이행력, 추진력 확보를 위한 추진체계 정비가 필요하다. 2050년 탄소중립 달성을 위해서는 각 부처의 정책이 기후변화 대응 측면에서 일관되게 조율되어야 하며 이를 위해서는 강력한 구심점이 필요하다. 따라서 영국의 DECC 사례를 참고하여 기후변화 대응과 에너지 전환 업무를 전담하는 독립 부처 신설도 검토해 봐야 할 것이다.