

세계 원자력 개발 동향

한국에너지정보문화재단 교육문화팀

2022년 2월 2일 유럽연합 집행위원회는 천연가스와 원자력 관련 투자를 친환경 경제 활동으로 분류하여 'EU 분류체계(taxonomy)'를 확정했다. 이 같은 결정에 일부 유럽연합 회원국들은 법적 조치에 나서겠다고 강력히 반발하기도 했다. 이에 한국에너지정보문화재단은 EU 분류체계의 주요내용을 살펴보고, 유럽연합 회원국을 비롯한 전 세계 주요국의 원자력 개발 동향을 살펴보았다.

유럽

EU 분류체계(EU Taxonomy)¹⁾

유럽 '그린딜'은 시민들의 삶의 질과 건강을 개선하고, 2050년까지 탄소중립을 달성하는 동시에 자연과 생물다양성을 보존하기 위한 유럽의 성장전략이다. EU 분류체계는 '그린딜' 추진 과정의 기초적 도구로, 유럽연합 내 자금이 지속가능한 활동을 지지하는 데 쓰일 수 있도록 기능하고 있다. 투자자들은 분류체계를 가이드 삼아 지속가능한 기술과 친환경 사업에 투자를 결정할 수 있다.

2022년 2월 2일, 유럽연합 집행위는 특정 천연가스와 원자력 관련 경제활동을 조건부로 포함하여 보완기후위임법률(Complementary Climate Delegated Act)을 승인했다. 천연가스와 원자력이 포함된 배경은 두 에너지원이 유럽연합의 기후 및 환경 목표와 일치하고, 기후중립 미래전환을 가속화할 것이라는 판단에서다. 유럽의회와 EU이사회가 향후 4개월 동안 해당 법률을 검토할 예정이다. 만일 전체 회원국의 75%(20개국 이상)가 반대하거나 유럽의회의 과반수가 반대하면 부결될 수도 있다.

유럽연합 집행위의 이 같은 결정에 덴마크, 스페인, 오스트리아, 룩셈부르크 등은 반대 의사를 표하기도 했다. 독일의 경우 원자력 포함 여부에 대해서만 반대 의사를 표했다. 오스트리아와 룩셈부르크는 법적 조치까지 고려하고 있다며 강력히 반발했다.²⁾

유럽연합 원자력 현황³⁾

1) EU집행위, EU Taxonomy: Commission presents Complementary Climate Delegated Act to accelerate decarbonization

2) Euractiv, Austria threatens to sue Commission over EU taxonomy rules, 2022.1.3

3) WNA, Nuclear Power in the European Union

유럽연합 27개 회원국 중 13개국에서 103기의 원자로가 가동되고 있으며, 원자력은 유럽연합 전체 전력의 4분의 1을 총당하고 있다(2022.3월 기준). 유럽연합 비회원 3개국(러시아, 우크라이나, 스위스)에서 56기의 원자로가 운영되고 있으며, 유럽 전체 전력의 15~20%를 차지하고 있다(2022.3월 기준).

원자력은 안정적인 에너지원이며 유럽연합 전체 무탄소 전력의 절반을 생산하고 있다. 그럼에도 불구하고 유럽연합 내에서 원자력을 둘러싼 논란은 계속되고 있다. 일부 회원국들은 탈원전을 강력히 주장하고 있다. 2030년까지 원자로 폐쇄(수명을 다 했거나, 정치적 개입으로 폐쇄하는 경우를 모두 포함)로 줄어드는 발전용량은 신규 원자로가 추가되는 양을 넘어설 것으로 보인다. 유럽연합 회원국 중 신규 원전을 건설하는 곳은 핀란드, 프랑스, 슬로바키아 단 3곳뿐이다. 비회원국들은 원자력에 보다 긍정적인 입장을 취하고 있으며, 영국, 러시아, 벨라루스, 터키에서는 신규 원전 건설이 진행 중이다.

친원전 국가

(1) 프랑스⁴⁾

현재 프랑스는 2050년 탄소중립 달성에 원자력을 핵심으로 꼽고 있다. 2020년 기준 원자력은 국가 전체 전력의 70.6%를 생산했으며, 현재 56기의 원자로가 가동되고 있다(2022.3월 기준). 2015년 에너지정책은 원자력의 비중을 2025년까지 50% 수준으로 낮추고자 하였으나, 2019년 해당 목표는 2035년으로 연기되었다. 프랑스 에너지부 장관은 기존의 목표가 비현실적이며, 프랑스의 CO₂ 배출을 늘리고, 에너지안보를 위협하며, 일자리 상실로 이어질 것이라고 지적했다. 지난 2월 에마뉴엘 마크롱 프랑스 대통령은 향후 10년 내 신규 원자로 6기 건설 계획을 발표하였으며, 추가 8기 건설 계획을 고려 중이라고 밝혔다. 마크롱 대통령은 “가장 탄소 배출이 적고, 안전하며, 독립적인 방식으로 전력을 생산하기 위해 다원적 전략을 추진할 것”이라며 “**재생에너지와 원자력 개발을 주축으로 삼겠다**”고 밝혔다.

(2) 영국

영국은 11기의 원자로를 가동 중이며 전체 전력의 15~20%를 원자력으로 생산하고 있다(2022.2월 기준). 영국은 철저한 평가에 기반하여 신규 원자로 설계와 부지 선정을 진행하고 있다. 2016년 중반 유럽연합 탈퇴 관련 국민투표 이후 영국의 에너지 정책은 기업·에너지·산업전략(BEIS)에서 전담하였으며, 영국 내부에서는 신규 원전 건설을 우선시하게

4) WNA, Nuclear power in France

되었다.

2020년 11월 영국 정부가 2050년 탄소중립 달성을 위해 발표한 ‘10대 녹색 산업 혁명 계획(10 point plan)’에서 10가지 지원 부문 중 “신규 및 선진 원자력 도입”을 포함시켰다. 2021년 10월 영국 정부가 발표한 ‘넷제로 전략’은 2050년 넷제로 달성 과정에 원자력의 중요성을 강조하고 있다. 이에 따라 영국 정부는 원자력 산업에 막대한 자금을 지원할 예정이다.⁵⁾ 적어도 한 개 이상의 대형 원전 프로젝트에 17억 파운드(한화 약 2조 원)를 투입하고, 미래원자력합법화기금에 1.2억 파운드(한화 약 1,936억 원)를 투입하여 진입 장벽을 완화하는 등 추가적 원자력 프로젝트 개발을 지원할 계획이다. 아울러 SMR 설계를 위해 선진원자력기금 3.85억 파운드(한화 약 6,214억 원)를 지급할 계획이다.

(3) 러시아⁶⁾

러시아에서 가동 중인 원자로는 37기로 전체 전력의 약 20%를 생산하고 있다(2021.12월 기준). 2016년 러시아 정부는 건설 중인 원자로 외에 2030년까지 신규 원자로 11기를 추가하기로 결정하였다. 러시아는 자국 내 원자력의 역할을 점점 키워나갈 예정이며, 신규 원자로 기술 개발에도 힘쓰고 있다.

러시아 원자력 산업은 신규 원자로 수출 시장을 장악하고 있다. 러시아 원전 산업은 벨라루스, 중국, 헝가리, 인도, 이란, 터키 등의 신규 원전 건설에 참여하고 있다. 현재 20기의 원자로가 수출될 예정이며, 2017년 기준 해외 주문량은 1,330억 달러(한화 약 164조 원)에 달했다.

탈원전 국가

(1) 독일⁷⁾

독일은 에너지전환 정책을 추진하며 2022년 말까지 탈원전을 달성하겠다는 목표를 추진 중이다. 현재 독일에는 단 3기의 원자로만이 운영되고 있으며, 33개의 원자로가 폐쇄되었다(2022.1월 기준). 2020년 기준 원자력은 독일 전체 전력의 11.3%를 생산했다. 에너지전환 정책을 추진하기 이전인 2011년 3월까지 독일은 17기의 원자로로 전체 전력의 25%를 생산했다.

5) UK Government, UK backs new small nuclear technology with £210 million

6) WNA, Nuclear power in Russia

7) WNA, Nuclear power in Germany

독일 내부에는 원자력을 반대하는 여론이 우세하며, 시민들은 신규 원전 건설에 전적으로 반대하고 있다. 후쿠시마 사고 직후 GlobeScan의 설문에 따르면 응답자의 52% 원자력은 위험하며 원전은 빠른 시일 내에 폐쇄되어야 한다고 답변(2005년 26%)하였고, 90%는 신규 원전 건설을 반대하였다.

(2) 덴마크

덴마크는 한 때 원자력 연구에서 선두적인 역할을 하는 국가였다. 그러나 1985년 덴마크 의회는 자국 내 원전 건설을 하지 않겠다는 결의안을 발의하였고, 이후 변동 사항 없이 유지되고 있다. 현재 덴마크는 원자력 발전을 하고 있지 않으나, 수입 전력의 일부는 원자력으로 생산된 전력이다(스웨덴에서 수입한 전력의 50%는 원자력, 50%는 수력).

(3) 오스트리아⁸⁾

오스트리아는 1970년대 츠벤텐도르프 원전 건설을 마치고도 한 번도 가동을 하지 않았다. 당시 환경과 안전성 문제로 유럽에서 확산된 반핵 운동으로 오스트리아 내 각 지역에서 반대 시위가 발발하였고, 결국 1978년 츠벤텐도르프 원전 가동 여부를 두고 국민투표가 진행되었다. 국민투표 결과 50.5%가 가동에 반대하였고, 49.5%가 찬성하였다. 이후 1986년 발생한 체르노빌 사고로 원자력 반대 여론은 더욱 굳혀졌다.

미국의 원자력 현황⁹⁾

미국은 전 세계 원자력 발전의 30%를 차지하는 세계 최대의 원자력 발전 국가이다. 미국은 1958년부터 상업용 원전을 운영하기 시작했으며, 2020년 12월 말 기준 56개 원전에서 94기의 원자로가 운영되고 있다. 이들 원자로의 평균 가동 년수는 39년이다.¹⁰⁾

미국 원전의 대부분은 1967년과 1990년 사이에 지어졌다. 1977년 이후 2013년까지 신규 원전 건설은 없었는데 그 이유는 가스 발전이 더욱 경제적인 발전원으로 고려되었으며, TMI 사고 이후 안전성 문제가 불거지며 시민들의 반대에 부딪혀 70, 80년대 원전 건설 일정이 자주 지연되었기 때문이다.

미국 내 원전 건설이 30년 이상 중단되었음에도 불구하고 미국의 원전 의존도는 계속해서 증가했다. 핵연료 재장전 및 유지보수 안전 시스템 개선 등을 통해 원전 활용도가 확

8) The Local, Why is Austria so anti nuclear power?

9) WNA, Nuclear power in the USA

10) EIA, US Nuclear Industry

대되었으며, 원자력 발전 비용은 2012년 MWh 당 \$42에서 2019년 \$30로 감소했다.

앞서 미국에서는 기타 경제적 요인 등(저렴한 천연가스, 시장 자유화, 재생에너지 보조금 등)으로 2013년부터 12개의 상업용 원전이 조기 폐쇄되었다. 폐쇄 이후 해당 지역의 탄소 배출은 늘어나고, 대기질은 악화되었으며, 몇 천 개의 고임금 일자리가 사라졌다. 이에 2021년 11월 조 바이든 미국 대통령은 1.2조 달러(한화 약 1,480조 원) 인프라 법안에 서명했다.¹¹⁾ 해당 법안은 미국 ‘더 나은 재건’의 핵심 요소로 620억 달러(한화 약 76조 원)가 에너지부에 할당될 예정이다. 에너지부는 할당된 예산으로 현존하는 원전의 조기 폐쇄를 방지하고, 선진 원자력 프로젝트 투자에 활용하는 등 “보다 공정한 청정에너지 미래”를 만드는 데 사용할 것이다. 제니퍼 그랜홈 미국 에너지부 장관은 “바이든 대통령의 기후 목표 달성에 원자력이 필수적이다. 에너지부는 100% 청정에너지 달성과 조기 폐쇄 방지에 최선을 다 하겠다”고 강조했다.¹²⁾

일본의 원자력 현황

후쿠시마 사고가 발생하기 전인 2011년 전까지 일본은 전체 전력의 30%를 원자력으로 생산했으며, 2017년까지 41%로, 2050년까지 50%로 확대할 계획이었다.¹³⁾ 현재 일본의 원자력 발전 비중은 6%이며, 일본 정부는 2030년까지 이를 20~22%로 높이고자 한다.

일본 내 운전 가능한 원자로로는 33기이며, 건설 중인 원자로로는 2기, 폐쇄된 원자로로는 27기이다(2021.12월 기준). 그러나 2013년 일본 원자력규제위원회(NRA)는 새로운 규제사항을 설정하였고, 이후 단 10기만이 재가동 승인을 받아 운영 중에 있다. 16기 원자로가 재가동을 위해 각기 승인 절차를 밟고 있다.

일본은 쓰나미 등 자연재해로부터 원전 시설을 보호하기 위해 방파제를 설치하고 있다. 일본 주부전력은 4,000억 엔(한화 약 4조 2,000억 원)을 투입하여 길이 1.6km, 높이 해발 22m에 달하는 방파제를 하마오카 원전 주변에 설치하고 있다. 하마오카 원전은 높은 지진 활동이 감지되는 지역에 위치하고 있다. 간사이 지방도 향후 4년 동안 2,000억 엔(한화 약 2조 1,000억 원)을 들여 지진과 쓰나미로부터 11기의 원자로를 보호할 시설을 마련한 계획을 발표한 바 있다.

11) WNN, Nuclear supporting infrastructure bill becomes US

12) DOE, DOE establishes \$6 billion program to preserve America’s clean nuclear energy infrastructure

13) WNA, Nuclear power in Japan