

미국의 원자력 진흥 시책과 시사점

이한명, 류재수, 김미진¹⁾

한국원자력연구원 국제전략연구실

들어가는 말

부존 에너지 자원이 거의 전무한 우리나라는 에너지 자립도를 높이기 위하여 원자력을 주요 에너지원으로 선택하여 왔으나, 최근에는 재생에너지를 의욕적으로 육성해 나가고 있다. 이러한 변화기를 맞이하여 국내에서는 원자력의 역할에 대한 논의가 가열되고 있다.

원자력의 선택에 대한 문제는 국내 에너지 수급 정책뿐 아니라, 국가 수출 경쟁력에도 영향을 미치게 될 것이다. 즉 과거와 달리 우리나라에게 원전 수출 시장은 점점 확대될 것으로 예상되고 있으나, 에너지 전환 정책에 따라 우리나라가 공급자로서의 능력을 계속 유지해 나갈 수 있는지에 대한 우려도 제기되고 있다.

에너지정책은 각국별로 상이할 것이나, 100년 이상 채굴 가능한 천연가스와 250년분 이상의 석탄과 같은 풍부한 에너지 자원을 보유한 미국도 원자력을 포함한 모든 가능한 에너지원을 망라하여 이용하는 에너지 정책을 추진하고 있다.

세계 최대 규모의 원자력발전소를 운영하고 있는 미국은 향후에 기존 원자력발전소를 대체하게 될 선진

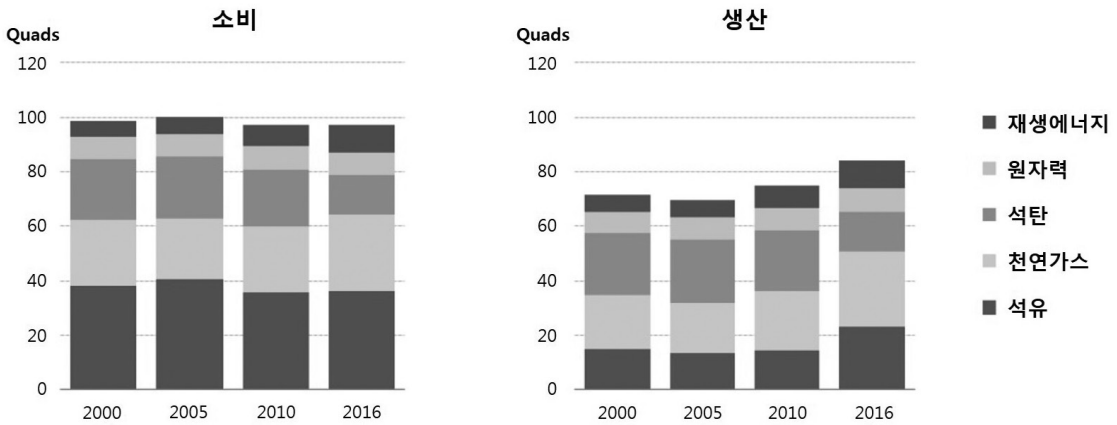
원자로 개발을 체계적으로 수행하고 있으며, 안정적인 전력 공급은 물론 온실가스를 배출하지 않는 원자력이 지닌 고유한 가치를 높게 인식하고 기존 원자력 발전소의 계속 운영을 지원하기 위한 시책을 강구하고 있다. 특히 트럼프 행정부는 허리케인, 흑한 등 자연재해로부터 전력 공급의 신뢰도 및 복원력에 대해 기저 부하 전력원으로서 원자력 및 석탄이 갖는 가치를 재평가하고 있다.

이에 본고에서는 세계의 에너지 수급을 주도하고 있는 미국의 에너지 자원 현황과 트럼프 행정부의 미국 에너지 우위 시책을 개괄한 후, 미국 에너지 정책의 중요 요소 중 하나인 원자력에 대한 선진 원자로 개발 전략, 후행 핵연료주기 전략 및 원자력의 비용 경쟁력 회복 시책을 살펴봄으로써 우리나라에 시사하는 점을 도출하고자 한다.

미국의 에너지 우위 시책

미국의 에너지정책은 3대 주요 목표인 △ 에너지의 확실한 공급 보장, △ 저렴한 에너지 가격 유지, △ 환

1) 이한명 위촉연구원, 류재수 책임연구원, 김미진 고급전문연구원



출처: CRS Report R44854, 21st Century U.S. Energy Sources: A Primer, May 19, 2017, p.3.

〈그림 1〉 미국의 에너지 소비 및 생산

〈표 1〉 전력 부문 에너지원별 점유율 변화 (%)

	석탄	천연가스	원자력	신재생	석유
2000	52	16	20	9	<3
2016	30	34	20	15	<1

경 보호에 초점을 맞추고 있다. 미국은 석유, 천연가스, 석탄, 원자력 및 재생에너지 등 모든 에너지의 주요 생산국으로서, 지난 수십 년간 세계의 에너지 생산, 소비 및 그 기술을 주도해 왔다.

미국의 1차 에너지 소비는 2000년 이후 정체 상태를 유지하고 있다. 석유는 40% 수준을 유지하고 있으며, 천연가스 및 재생에너지는 증가한 반면, 그만큼 석탄은 감소하였고, 원자력 발전은 현상을 유지하고 있다. (〈그림 1〉)

미국의 에너지 생산량은 2000년 이후 2016년까지 18% 증가하였다. 에너지원별 생산량의 성장률을 보면, 재생에너지가 기간 중 66% 증가하여 가장 빠른 성장세를 보이고 있으며, 석유가 56%로 두 번째, 천연가

스는 39% 증가하였으며, 석탄은 유일하게 36% 감소하였다.

에너지원별 구성비 변화는 연료 대체에 기인한 것이며, 이러한 변화는 주로 전력 부문에서 ‘천연가스 증가/석탄 소비 감소’와 같은 연료 대체에서 비롯된 것이다. (〈표 1〉)

한편, 트럼프 대통령은 2017년 6월, 에너지부가 주관한 ‘미국 에너지 촉진(Unleashing American Energy)’ 행사에서 ‘미국산 에너지 우위(American energy dominance)’를 구현하겠다고 선언하였다. 미국은 5년 전까지도 미처 알지 못했던 엄청난 에너지 부존-천연가스는 100년, 석탄은 250년분 이상-이라는 축복을 받고 있어, 미국이 오랫동안 그토록 바래왔

던 ‘에너지 독립에서 더 나아가 미국산 에너지 우위’를 추구하겠다는 것이다.

트럼프 대통령은 미국 에너지의 황금기가 도래하고 있는 바, 미국산 에너지를 전 세계로 수출할 것이며, 전 세계의 우방과 동맹국들에게 진정한 에너지 안보를 제공할 것이라는 청사진을 제시했다.

트럼프 대통령이 제시하고 있는 ‘에너지 우위’란 에너지를 경제 무기로 사용코자 하는 외세의 지정학적 위협에서 벗어나겠다는 의지의 표현이며, 나아가 전 세계로의 에너지 수출을 통하여 미국의 리더십과 영향력 확대를 도모하려는 것으로 해석할 수 있다.

트럼프 대통령은 이러한 새로운 미국 에너지 우위 시대로 나아가기 위한 주요 시책으로 미국산 석탄 및 천연가스의 수출 확대 이외에 원자력의 회복/확대 등의 방향을 제시함으로써, 미국 에너지 포트폴리오에서 원자력이 중요한 역할을 유지해 나갈 것임을 시사하였다.

미국의 원자력 진흥 시책

1. 원자로 개발 촉진 시책

가. 기존 원자로 지원 시책

2016년 현재 원자력은 미국 전력 공급의 19.7%를 담당하고 있으며, 지난 30여 년 간 미국 전력의 1/5 정도를 공급하여 왔다. 30개주 60개 부지에서 99기의 원자력발전소가 가동되어 8,050억 kWh의 전력을 생산하였으며, 가동률은 92.5%로 다른 어느 발전원보다 우수하다.

미국에서 가동 중인 2세대 원전들의 80% 이상은 40년의 설계수명을 넘어서 추가로 20년의 연장 운전을 위한 인허가를 신청 및 획득하고 있으며, 더 나아가 일

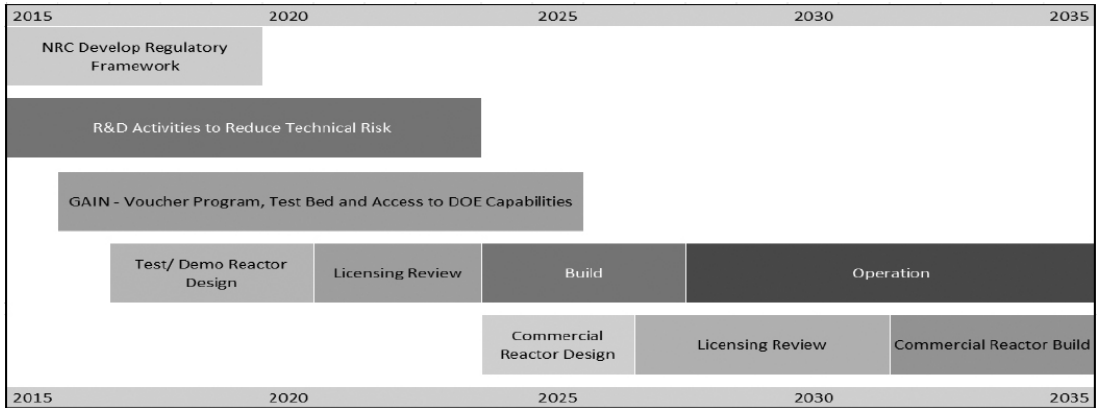
부 전력업체들은 80년까지 연장 운전을 할 수 있는 인허가를 취득코자 하고 있다.

2001년 당시, 부시 행정부는 원자력을 온실 효과 가스를 발생하지 않는 대규모 에너지원으로 평가하고, 국가 에너지정책의 주요 요소로 원자력 발전을 확대하는 내용을 포함한 ‘국가에너지정책’을 발표하였다. ‘국가에너지정책’은 2005년 입법화되었으며, 원자력 손해배상법인 「프라이스-앤더슨법」의 효력을 2025년 말까지 연장하고, 차세대 원전에 대하여 한시적으로 1.8 센트/kWh의 세금 감면 혜택 제공과 같은 원자력 지원 시책을 포함하고 있다.

‘국가에너지정책’을 바탕으로 DOE는 2002년 ‘Nuclear Power 2010’계획을 수립하였다.[1] 이 계획은 정부와 산업계가 협력하여, 신형 원자로 설계인증, 조기 부지허가, 통합 건설 운영 인허가 발급 등을 추진함으로써, 2010년에 이르면 미국 내에서 신형 원자력발전소가 운전을 시작할 수 있도록 지원하자는 것이다.

이의 일환으로 제3세대+ 방식의 2개 신형로, 즉 웨스팅하우스의 AP1000과 GE-Hitachi의 ESBWR(Economic Simplified Boiling Water Reactor)에 대한 설계인증을 NRC로부터 취득하기 위하여 정부·민간 공동 비용 방식이 도입되었고, AP1000은 2006년 3월에, ESBWR은 2014년 10월에 각각 설계인증을 취득하였다.

또한 DOE는 민간과 경비를 분담하여 조기 부지허가(ESP: Early Site Permit) 및 통합 건설 운영 인허가(COL: Combined Construction and Operation License)를 NRC로부터 발급받기 위한 작업을 수행하였다. 그 결과, 조기 부지 허가는 2007년 3월 Exelon의 일리노이 Clinton 부지 허가를 시작으로 2016년 5월 PSEG의 뉴저지주 Salem/Hope Creek 부지 허가까지 5건이 완료되었고, 통합 건설 운영 인허가는



〈그림 2〉 미국의 선진 원자로 개발 예상 일정

2012년 Vogtle 3,4호기(AP1000)를 시작으로 2017년 5월 North Anna 3호기(ESBWR)까지 7건이 발급되었다.

나. 선진원자로 개발 지원 시책

미국에서는 저렴한 천연가스 요금, 정체된 에너지 수요, 증가하는 원전 운영비 등의 요인으로 많은 원전들이 이미 정지되었거나 조기 퇴역할 처지에 놓여 있다. 조기 퇴역이 없더라도 기존의 운전 허가로는 2030년 이후 원전은 급격히 줄어들 것이다.

기존 원전의 운영 허가를 연장하거나 신형 경수로 내지는 소형 모듈형 원전(SMR)을 투입하면 이러한 추이를 조금은 완화시킬 수 있겠지만, 2050년 이후에도 현재 수준의 원자력 발전 점유율을 유지하기 위해서는 제4세대 원자로라 지칭되는 선진 원자로(advanced reactor)의 적기 개발 및 보급이 필수적인 것으로 판단되고 있다.

현재 개발중에 있는 선진 원자로는 안전성과 자원 활용도가 대폭 향상될 뿐만 아니라 공장 제작도 가능

하여 2030년대 중반에는 경제적이고 안전한 청정 에너지원의 하나가 될 것으로 예상되고 있다. 미국은 이러한 선진 원자로의 개발을 통하여 기술적 리더십을 확보하며, 전 세계적으로 더 높은 안전성 및 핵비확산 기준을 선도하고자 한다.

2017년 DOE는 선진 원자로 개발을 위한 비전과 목표를 다음과 같이 설정하였다.[2]

- ▲ 비전 : 2050년에는 선진 원자로가 안전성, 경제성, 성능, 지속 가능성, 핵비확산성 등의 장점으로 미국과 전 세계의 원자력 발전에서 중요한 비중을 차지하면서 계속 증가.
- ▲ 목표 : 2030년대 초반까지는 최소 2개의 비경수형 선진 원자로(nonlight water advanced reactor)에 대하여 미국 원자력규제위원회(NRC)의 인허가 검토를 완료.(〈그림 2〉)

DOE는 이러한 목표를 달성하기 위하여 다음과 같이 6개 분야에 대한 전략 목표를 제시함으로써 선진 원자로 개발과 배치를 가속화하고자 한다.

- 혁신 기반 강화 및 혁신 가속화 창구 운영
- 성능 실증 및 기술적 리스크 제거
- 선진 원자로용 핵연료 개발
- 효율적이며 신뢰성 있는 규제 체제 수립 지원
- 투자 효과 극대화 및 민간의 참여 증진
- 인적 자원과 인력 개발

DOE는 현재 개발 중인 다양한 개념의 선진 원자로 모두를 포괄할 수 있는 방향을 제시함으로써, 최소한 2가지의 선진 원자로가 2030년대 초반에 미국 내에 배치되는 것을 목표로 하고 있다.

현재 미국에서 개발 중인 선진 원자로로는 SFR(Sodium-cooled Fast Reactor), HTGR(High Temperature Gas-cooled Reactor), LFR(Lead-cooled Fast Reactor), FHR(Fluoride salt-cooled High temperature Reactor) 등이 있으나, 이들의 기술성숙도를 감안할 때 SFR과 HTGR을 가장 먼저 실증될 수 있는 후보로 꼽을 수 있다.

DOE는 이들 2개 원자로 개발을 우선 지원하기로 결정했는데, 이는 향후의 기술 분야를 이들을 중심으로 제한한다는 의미가 아니라, 이러한 투자가 이루어진 것과 같이 또 다른 선진 원자로의 개발도 지원받을 수 있음을 시범적으로 보여주기 위한 것이다.

한편으로 DOE는 자신의 역량과 전문성을 이용하여 선진 원자로 인허가 신청 및 검토를 위한 NRC의 규제 체제 수립에 적극 도움을 주고자 한다. 2030년대 초반 최소 2개의 선진 원자로의 설계와 인허가를 지원하기 위하여, DOE는 관련 산업체 및 NRC와 협력하여 선진 원자로에 적용할 설계기준을 위한 지침이 조기에 수립될 수 있도록 노력하고 있다. 즉 선진 원자로 인허가와 관련된 이슈를 관련자들이 일찌감치 논의하도록 함으로써, 충분한 시간을 가지고 인허가 신청 준비 과정

에서 발생할 수 있는 문제 해결에 대처하고자 하는 것이다.[3]

이러한 노력의 결과로 2018년 4월, NRC는 비경수형 선진 원자로의 설계기준 개발을 위한 규제지침 RG1.232를 공표하게 되었다.[4] 이 지침이 공표됨에 따라 원자로 개발자들은 자신들의 선진 원자로 개념을 NRC의 규제 요건에 맞추어 구체화할 수 있게 되었으며, 규제 당국에서도 보다 효율적으로 선진 원자로 설계를 검토해 나갈 수 있는 기반을 마련하게 되었다.

다. GAIN

오바마 행정부는 2015년 11월 원자력산업체들이 선진 원자로 개발 과정에서 직면하고 있는 기술적·규제적·재정적 차원의 문제 해결을 지원하기 위하여 GAIN(Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear)이라는 지원 프로그램에 착수했다.

DOE가 주관하게 되는 GAIN 프로그램은 혁신적 원자력 기술의 상용화를 보다 빠른 시간 내에 비용 효과적으로 달성하기 위하여, DOE가 보유한 아래와 같은 유형의 방대한 연구 자원을 민간 산업체들이 이용할 수 있도록 하였다.

- ▲ 핵시설 및 방사선 실험 시설과 같은 국립연구소의 실험 시설을 이용할 수 있도록 하며, 이에 국한하지 않고 열수력 시험 장비나 제어계통 시험 등도 할 수 있도록 함.
- ▲ 최첨단의 모델링 및 시뮬레이션 도구와 같은 국립연구소가 보유한 막대한 계산 능력을 이용할 수 있도록 함.
- ▲ 지식 및 검증센터를 통하여 지식 및 자료를 제공함.
- ▲ 실증용 시설을 위한 토지 이용 및 부지 정보를 제공함.



특히 GAIN 프로그램에서는 선진 원자로 개발 활동에 종사하는 민간 산업체의 참여를 독려하기 위하여 바우처 프로그램(voucher program)으로 연구 개발 활동에 필요한 자금을 제공하고 있다. 즉 민간 산업체는 국립연구소와 공동으로 수행하고자 하는 연구 과제를 제안하고, 심의를 거쳐 공동 연구가 확정되면 DOE는 이에 필요한 자금을 제공하는 것이다.

이때 민간 산업체는 총연구비의 20%에 해당하는 매칭 펀드만을 부담함으로써 재정적 혜택을 받게 되며, 민간 산업체와 국립연구소는 협동연구개발계약(CRADA)을 체결하게 된다. 2016 회계연도에는 선진 원자로 기술 개발에 종사하는 8개의 민간 업체가 총 200만불의 혜택을 받았으며, 2017 회계연도에는 보다 규모가 늘어나 14개의 민간 업체가 총 420만불의 혜택을 받게 되었다. 국립연구소 중에서는 오크리지(ORNL), 퍼시픽노스웨스트(PNNL), 아이다호(INL), 아르곤(ANL) 국립연구소 등이 참여하고 있다.

DOE는 2016년 11월, NRC와 GAIN에 대한 양해각서(MOU)를 체결하였다. 동 MOU는 선진 원자로 개발에 참여하는 개발 업체들이 이러한 신기술의 인허가와 관련된 규제 업무에 대한 이해를 돕기 위한 것으로, DOE는 GAIN의 주관 부서로서 NRC로부터 규제 및 인허가에 대한 현 상황에서의 보다 정확한 정보를 제공받게 되며, 이를 개발 참여자들과 공유함으로써 개발자들이 미래의 상황에 대해서 보다 정확한 판단을 유도할 수 있도록 하는 데 목적을 두었다.

2. 사용후핵연료 관리 시책

가. 유카산 처분장 프로젝트 재개 시책

미국 정부는 1987년 네바다주의 유카산을 핵폐기물 영구저장시설로 지정했지만, 4번의 정권이 교체되는

동안 건설 승인이 계속 연기되어 왔다. 오바마 대통령은 2010년 유카산 처분장 영구저장시설의 인허가 관련 예산을 전액 삭감하여 유카산 내 영구저장시설 건설 계획을 백지화했다.[5]

이에 따라 새로운 후행 핵연료주기 정책을 검토하기 위하여 2010년 수립된 블루리본위원회(BRC)는 2012년 최종보고서에서 시험 규모 중간저장시설(pilot interim facility)과 보다 큰 규모의 저장시설, 그리고 영구지층처분장을 설립할 것을 권고하였다.[6]

BRC 권고에 따라 2013년 1월 DOE는 2021년까지 시험 규모의 통합 중간저장시설을 건설하고, 2025년까지 확장 시설 건설 및 2048년까지 최종 지층처분장 운영을 제안하는 전략을 수립하였다.[7]

한편 트럼프 대통령은 오바마 행정부에서 유카산 처분장 사업을 파기하고 다른 대안을 모색했던 정책을 반전시키고자 2017년 3월 2018 회계연도 예산요청서에 유카산 처분장 영구저장시설 인허가 작업 재개를 위해 1억2천만 달러를 요청했다.[8]

이 금액은 향후 사업 실행을 위한 작은 조치라 볼 수 있는 바, 예산 배정이 승인되면, 이는 유카산 처분장 프로젝트 재개를 위해 필요한 인력을 DOE에 재고용하는 데 쓰이게 된다.

이에 7년 만에 다시 고준위 폐기물 처분장 문제가 의회의 찬반 논쟁에 휩싸이게 되었다. 원자력산업계는 유카산 프로젝트 재개를 주장하며, 유카산 처분장 인허가와 중간저장시설 건설을 위한 예산을 연방 기관이 확보할 수 있도록 의회를 설득 중에 있다.

나. 유카산 프로젝트의 보완 및 대안

2016년 4월, 미국의 폐기물 관리기업 WCS(Waste Control Specialist)는 Texas Panhandle 부지에 위치한 저준위 방사성폐기물 저장시설을 영리 목적으로 운

영하고자 NRC에 인허가를 신청했다. NRC가 이를 승인하게 된다면, 본 시설은 2020년대 초반에는 사용후 핵연료 중간저장시설로 활용될 수 있다.

2017년 4월, Rick Perry DOE 장관은 하원 에너지 통상위원회에 중간저장시설 건설을 촉구하는 서한을 송부하였다.[9]

Perry 장관은 서한에서 “지층처분장이 사용후핵연료 및 고준위 방사성폐기물을 영구히 격리할 수 있는 가장 좋은 방법이지만, 단기적으로는 중간저장 프로그램이 사용후핵연료의 관리 방안이 될 수 있다.”는 입장을 피력했다.

한 곳 혹은 두 곳의 중간저장시설이 인허가를 받게 되면 트럼프 행정부는 영구저장시설에 대한 정치적 문제를 해결할 수 있는 시간적 여유를 가질 수 있게 될 것이다.

한편, 2012년 NRC는 “근본적으로 재사용 가능성이 없는 종류의 폐기물 처분”을 위해 심부 시추공 방식 처분 대안 연구를 진행할 것을 권고하였다.

2016년 1월, DOE는 Battelle Memorial Institute를 주관 업체로 선정하여 핵폐기물 처분장을 위한 타당성 연구 차원에서 North Dakota의 Pierce County의 결정지반 암석을 16,000 feet 깊이로 뚫어보기로 결정했다.[10]

심층 시추공 실증 시험의 목적은 시추 기술, 시추공의 안정성 및 봉인, 지하의 특성 등 지표면 아래의 과학 및 공학적 특성을 확인하기 위함이다. 그러나 초기 연구에서 실현 가능성이 확인되고 NRC에서 승인받다고 해도, 심층 시추공 방식으로는 미국의 모든 폐기물을 처분할 수는 없다. 그래도 소량의 국방용 고준위 폐기물 처분에는 도움이 될 수 있을 것이며, DOE는 이 개념이 실현 가능하다면 본 처분시설 유치를 희망하는 주가 생길 것으로 기대하고 있다.

3. 원자력 경쟁력 회복 시책

가. 원자력 발전의 복원력 인식

트럼프 행정부는 도매 전력 시장에서 저렴한 천연가스와 재생에너지와의 경쟁으로 어려움을 겪고 있는 석탄발전소 및 원자력발전소들이 조기 폐쇄될 것을 우려하고 있다.

2017년 8월, DOE가 발간한 ‘전력 시장과 신뢰성’에 대한 보고서는 오늘날의 전력망은 신뢰할 수 있기는 하지만, 시장 왜곡으로 전력망의 복원력(resilience)과 미래 미국의 에너지 안보가 위협을 받고 있다고 분석하고 있다.[11]

이에 2017년 9월, DOE의 Perry 장관은 미국의 전력망 복원력에 대한 위협에 대처하기 위해 연방에너지규제위원회(FERC)가 신속한 조치를 취할 것을 제안했다.[12]

전력망의 신뢰도와 복원력을 지키기 위하여 FERC가 필요로 하는 발전원들의 가치를 제대로 판단할 수 있는 제도를 구축 및 시행할 수 있게 관련 규제를 제정하도록 촉구한 것이다.

Perry 장관은 미국 전력망의 복원력을 확보하기 위해서는, 자연재해 및 인재로 초래된 연료 공급 중단에 대처할 수 있도록 소 내에 연료를 저장할 수 있는 재래식 기저부하 발전소를 포함한 모든 전력원을 망라(all of the above energy mix)하는 방식으로 발전원을 배합하여야 한다는 입장을 피력하고 있다.

즉 재래식 기저부하 발전소는 소 내 연료 저장이 가능하고, 전압 및 주파수 조정, 운전 출력 여유도 등의 제공 능력이 있는 바, 2014년 발생한 극지방의 이상한냉 기류(Polar Vortex)나 허리케인과 같은 자연재해 발생 시 전력망 복원에 필수적이라는 입장이다.

한편, 2018년 1월 8일 FERC는 Perry 장관의 전력



망 신뢰도와 복원력에 관한 제안에 대하여 다음과 같은 입장을 밝혔다.

- ▲ 연방전력법(Federal Power Act)에 따라 전력 요금의 개정을 위해서는 현재의 요금이 부당하고 비합리적이며 지나치게 차별적이라는 것을 입증해야 하지만 이를 입증하지 못하겠다는 것임.
- ▲ 즉 특정 발전원의 폐쇄로 인하여 전력망의 신뢰도와 복원력에 영향을 끼친다는 주장이 제기되고 있지만, 이러한 주장이 현 요금 체제의 부당성 및 비합리성을 입증하는 것은 아니라는 것임.

그러나 FERC는 전력망 복원력에 관하여 추가 조사가 필요하다는 입장도 개진하였다. 이에 따라 지역 전력망과 전력 판매업자들은 각자의 지역에서의 전력망 복원력에 관한 보고서를 FERC에 제출해야 하며, 특히 지역 송배전 업체와 독립 계통운용자에게 소관 지역의 대규모 전력 시스템의 복원력을 60일 이내에 평가할 것을 지시했다.

Perry 장관은 자신이 의도한 바와 같이 복원력에 관한 국가적 논쟁이 촉발되었다는 점을 강조하고 있다. 특히 소 내 연료 저장기 가능한 발전원을 망라하는 다양한 연료 공급 방식이야말로 전력망의 신뢰도와 복원력에 필수적이라는 것은 논쟁거리가 될 수 없다는 소신을 강조하면서, 이 사안에 관해 FERC와 지속적으로 논의를 계속하겠다는 입장을 밝혔다.

나. 신규 원전에 대한 세제 감면 조치

2001년 5월 부시 대통령은 ‘국가에너지정책’에 대한 성명을 발표한 이후, 이 정책의 입법화를 추진하여 결국 2005년 원자력 이용 확대 지원책을 포함한 「에너지정책법」이 발표되었다.[13]

에너지정책법은 미국 에너지 공급의 다양화, 에너지 효율성 증대, 새로운 에너지 생산 기술 개발, 에너지 인프라 보강 등에 초점을 두고 있으며, 이에 따라 풍력과 같은 재생에너지를 이용한 발전소와 원자력발전소 건설을 촉진하기 위하여 세제 혜택(PTC: Production Tax Credit)을 제공할 수 있게 되었다. 또한 대기 오염 및 온실가스 배출을 회피/절감하는 청정 에너지 기술 개발 사업에는 80%까지 정부가 채무 보증(loan guarantee)을 할 수 있도록 하였다.

차세대 원전의 건설을 지원하기 위한 세제 혜택(PTC)은 향후 건설될 개량형 원자력 발전 설비(advanced nuclear power facilities)에서 생산된 전력에 대하여 가동 시작 후 첫 8년간 kWh 당 1.8 센트의 세금을 감면하는 것을 주요 내용으로 한다.

동 세제 혜택은 2005년 에너지정책법 발효 이후 2020년 12월 31일까지 한시적으로 시행하기로 되어 있고, 지원 대상 원자력 시설 규모는 총 6,000 MWe까지로 제한되며, 매년 1,000 MWe 당 1억2천5백만 달러를 초과할 수 없도록 하고 있다. 참고로 풍력 발전에 대한 세제 혜택은 가동 시작 후 첫 10년간 kWh 당 2.3 센트의 세금을 감면하는 것으로 이미 1992년부터 시행되어 왔다.[14]

2005년 에너지정책법 시행 당시에는 향후 미국에서 건설될 많은 원자력발전소가 세제 감면 혜택을 받을 것으로 기대되었으나, 이후 실제로 건설이 착수되어 세제 혜택의 대상이 된 원자력발전소는 Vogtle 3,4 호기와 V.C. Summer 2,3호기뿐이었다.

그러나 웨스팅하우스의 AP-1000 설계에 의한 이들 발전소 건설은 공기 지연 및 예산 초과로 난항을 겪었으며, 2017년 3월 웨스팅하우스가 파산 신청을 함에 따라 계속 건설 여부와 준공 시기도 불투명해졌다. 결국 2017년 7월 V.C. Summer 원전의 소유주인

SCANA 그룹은 건설 포기를 결정하였으며, Georgia Power가 소유한 Vogtle 3,4호기만 회생 절차에 돌입하였다.

Vogtle 원전의 회생 계획을 심의한 Georgia주의 공공서비스위원회는 2017년 12월 Vogtle 3,4호기의 공사 재개를 만장일치로 승인했다. 승인된 계획에 의하면 Vogtle 3호기는 2021년 11월에, 4호기는 2022년 11월에 가동 예정으로 세계 혜택 만기인 2020년 12월 말을 넘겨버리게 되었다.

한편 미국 내의 원전 건설이 지연됨에 따라 세계 혜택을 받기 위한 요건인 2021년 이전 준공이라는 시한을 충족시키기 어려울 것이라는 우려가 제기되어 왔으며, 이를 해소할 수 있도록 의회에서는 세계 혜택 기한을 연장해주기 위한 입법 활동이 전개되어 왔다.

2016년 하원에서 세계 혜택 만료 시점 제한을 철폐하는 입법안 H.R.5879가 상정된 바 있으며, 2017년 6월에는 입법안 H.R.1551이 하원의 심의를 통과하게 되었다. 입법안 H.R.1551은 신규 원자력발전소의 시설용량 합계가 6000MWe에 이를 때까지는 가동 시점에 상관없이 세계 혜택을 연장하는 것을 주요 골자로 하고 있다.[15]

결국 상하원 양원이 원자력에 대한 세계 혜택(PTC) 연장을 포함하는 초당적 예산안 H.R.1892에 합의함에 따라 2018년 2월 9일 트럼프 대통령은 이 법안에 서명했다.[16]

이에 따라 Vogtle 3,4호기는 2020년 이후에 준공되어도 세계 혜택을 받을 수 있게 되었으며, 뿐만 아니라 NuScale이 2026년 아이다호국립연구소(INL)에 준공 예정으로 개발중인 중소형로(SMR)도 운전을 시작하면 세계 혜택을 받을 수 있게 되었다.

세계 혜택(PTC)이 연장됨에 따라, 미국 내의 신규 원전 건설을 위한 사업자의 재정적 위험은 경감되고,

새로운 원전 건설에 대한 유인을 제공할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

현재 러시아와 중국은 약 30기의 원전을 전 세계에서 건설 중으로, 미국이 국내외에서 원전 건설을 지속할 수 없다면, 이들 국가에게 원자력 건설을 위한 기술적 기준과 수출 규제상의 선도적 역할을 내주어야 하기 때문에 세계 혜택 연장은 미국의 국가 안보 측면에서도 중요한 의미를 가지고 있다.

세계 혜택 연장은 비용 경쟁력을 잃어가고 있는 원자력 발전 사업자에게 청신호를 줄뿐 아니라, 2030년 이후 도입될 것으로 예상되는 선진 원자로 개발 사업자에게도 유인을 주고 있는 바, 장래에도 원자력 분야에서 세계적 리더십을 견지하고자 하는 미국 정부의 의지를 확고히 보여주는 것이라 하겠다.

정책적 시사점

21세기에 접어들면서 에너지 채굴 기술의 발달로 미국의 에너지 생산량은 증가되고 있으며, 트럼프 행정부는 '에너지 자립'에서 더 나아가 전 세계의 에너지 공급을 주도하는 '미국 에너지 우위'정책을 추진하고 있다.

미국에서 석탄 및 원자력은 최근 천연가스 및 재생 에너지와의 경쟁에 밀려 그 위상이 약해지고 있으나, 한편으로는 에너지 계통, 특히 전력 계통의 복원력 저하에 대한 우려도 나오고 있다.

이에 따라 트럼프 행정부는 자연재해나 인재에 대하여 강한 복원력을 지닌 전통적인 기저부하 발전원, 즉 석탄과 원자력의 가치를 인식하고, 이들의 경쟁력을 제고할 수 있는 시책 마련을 도모하고 있다.

특히, 미국은 막대한 에너지 자원을 보유하고도 기존 원전이 대부분 퇴역하게 될 2030년 이후에는 제4



세대 원자로인 선진 원자로 보급을 통하여 그 자리를 매우려 하고 있다.

즉, 미국은 원자력이 지니는 여러 가치들, 즉 에너지 자립, 이산화탄소 배출 저감, 공급의 신뢰성, 재해로부터의 복원력, 늘어나는 해외 원전 시장 등을 인식하고 원자력을 살리기 위한 노력을 강화하고 있다.

부존 에너지 자원이 거의 전무한 우리나라는 과거 에너지 안보를 강화하기 위하여 원자력을 선택하였으나, 이제는 재생에너지 확대와 원자력 축소로 요약할 수 있는 새로운 에너지 전환 정책 기조 하에 이러한 인

식이 변하고 있다고 할 수 있다.

우리나라가 재생에너지의 주력으로 추진하고 있는 태양광과 풍력은 일기 조건에 의존하고, 보완 수단인 천연가스는 전적으로 수입에 의존하여야 하나 가격 변동이나 공급 차질과 같은 외생적 요인에 영향을 받을 것으로 보아, 미국의 사례에 비추어 우리나라의 에너지 정책도 에너지 안보, 전력 공급의 신뢰도 및 복원력, 미세먼지 및 온실가스 배출이 없는 원자력의 역할이 면밀히 평가되어야 할 것이다. 🌍

〈참고 문헌〉

1. Shane Johnson, Nuclear Power 2010 Program Overview, Presentation to NERAC, U.S.DOE, April 15, 2002
2. DOE, Vision and Strategy for the Development and Deployment of Advanced Reactors, DOE/NE-0147, January 2017
3. Jennifer Uhle, NRC Vision and Strategy: Safety Achieving Effective and Efficient Non-Light Water Reactor Mission Readiness, U.S.NRC, June 7, 2016
4. US NRC, Regulatory Guide 1.232, "Guidance for Developing Principal Design Criteria for Non-Light Water Reactors", April 2018
5. Mark Holt, Civilian Nuclear Waste Disposal, CRS Report 7-5700, October 23, 2017
6. Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future, Report to the Secretary of Energy, January 2012
7. US DOE, Strategy for the Management and Disposal of Used Nuclear Fuel and High-level Radioactive Waste, January 2013
8. America First, A Budget Blueprint to Make America Great Again, Office of Management and Budget, Executive Office of the President, March 2017
9. Letter from DOE Secretary Rick Perry regarding Nuclear Waste Management Policy (April 25, 2017), <https://archives-energycommerce.house.gov/sites/republicans.energycommerce.house.gov/files/documents/114/letters/20170425DOE.pdf>
10. DOE, "Energy Department selects Battelle team for a deep borehole field test in North Dakota", January 5, 2016, <https://www.energy.gov/articles/energy-department-selects-battelle-team-deep-borehole-field-test-north-dakota>
11. DOE, Staff Report to the Secretary on Electricity Markets and Reliability, August 2017
12. Secretary of Energy's Direction that FERC Issue Grid Resiliency Rules Pursuant to the Secretary's Authority Under Section 403 of the Department of Energy Organization Act, September 28, 2017
13. H.R.6, Energy Policy Act of 2005, www.house.gov, 2005.
14. NEI, The Facts About Federal Subsidies for Energy: Nuclear Energy Does Not Dominate Federal Spending, April 2016