

우리나라 원자력의 가치와 역할



이기복
한국원자력학회 회장

- 서울대학교 학사
- 서울대학교 박사
- 미국 버클리대학교 POST-DOC
- 한국원자력연구원 책임연구원
- 한국원자력연구원 본부장
- 조선대학교 겸임교수
- 한국과학기술지주회사 이사회 의장
- 한국품질경영학회 이사

원자력을 전공한 필자는 40년이 넘게 원자력계에 몸담고 평생을 원자력 연구 개발과 산업 발전을 위해 일했다. 원자력이 우리나라에 크게 이바지하였고, 하고 있고, 할 것이라는 데에 추호의 의심도 없었고 지금도 그러하다. 그러나 아직도 많은 사람들이 원전을 멈춰 세워야 한다고 주장하고 있다. 그들은 핵 폭탄과 원전을 구별하지 않는다. 원전의 위험성만을 주장한다. 우리나라 원전은 120cm의 철근콘크리트 격납용기가 보호하고 있어 비행기 충돌과 미사일 공격에도 끄떡없이 건전성을 유지한다. 반핵주의자는 그러면 핵무기의 공격에도 안전하냐며 원전을 없애야 한다고 주장한다. 고도화된 핵무기의 공격으로 안전을 보장할 지상 시설은 없다. 반핵주의자는 원전을 없애야 한다고 주장할 것이 아니라 핵무기를 없애야 한다고 주장하는 것이 옳다. 우리나라의

많은 반핵주의자중에서 핵무기의 위협에 대응하고 핵무기를 없애야 한다고 주장하는 사람을 본 적이 없다. 그들에게서 북한의 핵무기 증대와 고도화에 반대하는 목소리를 들어본 적이 없다. 안타깝고 화가 난다. 원자력을 안전하게 바르게 사용하자는 주장은 이해하고 용인이 된다. 그러나 핵무기 반대가 아니고 평화적으로 안전성을 높이며 잘 사용하는 원전을 없애자는 주장은 받아들일 수 없다.

반핵을 부르짖다가 원자력 종사자를 만나고 사실을 알게 되고 이해하면서 오히려 원자력을 찬성하고 옹호하게 된 많은 사람들이 있다. 2013년 선댄스영화제의 초청작이었던 로버트 스톤 감독의 「판도라의 약속」에는 한때 극렬하게 원전을 반대하던 5명의 환경주의자 스튜어트 브랜드, 귀니스 크레이븐스, 마크 라이너스, 마이클 쉘런버그, 리처드 로즈가 원전이 친환경

경적이라고 깨닫고 친원자력으로 돌아서기까지의 고백을 그리고 있다. 소설가이며 뉴욕타임즈의 기고자인 귀니스 크레이븐스는 과학적 취재와 객관적 검증을 통해 진실을 이야기하는 「세상을 구하는 힘(영어명 Power to Save the World), 옮긴이 노태완」이라는 책을 저술하여 원자력의 편견과 오해를 없애고 진실을 이야기하고 원자력의 필요성을 알린다. 「JFK, 「Platoon」을 만든 미 영화계의 거장 올리버 스톤 감독은 「지금 원자력!(Nuclear Now!)」이라는 다큐멘터리 영화를 만들어 원자력발전이야말로 탄소배출을 줄이고 인류에게 필요한 에너지원이라고 설파한다. 그린피스에서 반핵운동을 하던 마이클 쉘런버그는 자신의 무지를 깨닫고 「지구를 위한다는 착각」을 저술하고 친원 전환환경주의자가 되어 원자력발전의 당위성과 우수성을 이야기한다.

전 세계는 탄소중립과 에너지안보, 전력수요 급증에 따른 경제적이고 안정적 전력 공급을 위해 각국의 환경에 따라 원자력에 대한 가치를 다시 매기고 있다. 미국, 중국, 영국, 캐나다, 인도 등 원전을 보유한 국가는 원전을 더 확대하고 있다. 베트남처럼 경제발전을 위해 새롭게 원전을 도입하는 나라가 늘어나고 있고, 이탈리아처럼 탈원전했던 나라도 원전이 다시 부활하고 있다. 심지어 반핵단체가 탈핵의 모범 국가로 여기던 독일은 심각한 전기요금 폭등과 전력 공급의 불안을 겪고 다시 원전을 재개하

려 하고 있다. 대형원전뿐 아니라 다양한 목적으로 활용할 수 있는 모듈형 소형원자로(SMR, Small Modular Reactor)와 초소형 원자로(MMR, Micro Modular Reactor)도 개발되어 상용화를 앞두고 있다.

에너지 자원이 부족하고 지정학적 환경도 좋지 않은 우리나라에서 원자력은 분명 안전하고 깨끗하고 경제적인 에너지로서 산업의 밑받침이 되고 수출 동력으로 국부 창출에 크게 이바지할 것이다. 그리고 방사성동위원소와 방사선 산업은 신약개발, 질병 진단과 치료의 의학뿐 아니라 식품처리, 신제품개발의 농수산업을 포함하여 비파괴검사, 연대측정 등 다양한 활용을 통해 부가적인 많은 이익을 가져다주었고, 앞으로도 가져다줄 것이다. 이렇게 쓸모 많은 원자력은 우리나라에서 어떤 가치와 역할을 지녔을까? 여기에 필자가 생각하는 우리나라에서 원자력의 가치와 역할에 관해 간략히 이야기해보고자 한다.

우리나라 원자력의 역사는 우리의 자량이다.

1950년대 초에 원자력을 시작한 우리나라는 자원 빈국에서 중화학공업, 철강과 조선, 자동차산업, 전기 전자와 반도체산업을 육성하고 수출과 무역으로 경제성장을 일군 나라이다. 원전은 경제발전의 토대가 되었다. 우리 원전의 수 증가는 우리 경제 규모의 발전과 그대로

일치한다. 원자력 기술 자립을 이루고 미국, 프랑스, 중국, 러시아, 캐나다와 대등한 기술을 보유하여 요르단에 연구로를 수출하고, UAE 원전 수출과 건설을 성공적으로 이루고, 체코 원전의 우선협상대상자가 되었다. 세계는 한강의 기적과 함께 K-원전의 기적을 이야기한다. 동남아 국가들은 원전을 도입하기 위해 K-원전의 기적을 배우려 한다. 얼마나 자랑스러운 우리 원자력의 역사인가!

우리나라 원자력은 과학기술의 산실이다.

우리나라 원자력에 관한 정부 조직은 1956년 문교부의 원자력과에서 출발하여 1959년 원자력원과 1967년의 차관급 원자력청을 거쳐 과학기술부, 교육과학기술부, 미래부, 과학기술정보통신부로 연결되었다. 원자력 산업부문은 1976년 상공부, 동력자원부, 산업부 등을 거쳐 현재의 산업통상자원부에서 담당하고 있다. 원자력은 명실상부 우리나라 과학기술의 산실이였다. 1950년대 후반에 이승만대통령이 원자력 장학생으로 세계 각국에 유학을 보낸 인재들은 귀국후 한국의 원자력과 과학기술의 발전에 크게 기여하였다. 대표적인 인물이 한국원자력연구소장을 지내고 초대 과학기술처 장관, 한국과학기술원 초대 소장을 지낸 최형섭박사이다.

우리나라 원자력은 국민이 안심할 만큼 안전하다.

우리나라는 2025년 현재 26기의 원전이 운영중이고 전력의 약 31%를 생산하고 있다. 월성 원전은 가압중수로이고 나머지 원전은 가압경수로이다. 우리 원전은 5중의 방호벽과 다중성, 다양성, 독립성을 갖춘 시스템이면서, 격납용기로 원자로를 보호하고 있어 안전성이 매우 뛰어나다. 미국에서 여객기가 800km/h의 비행속도로 충돌해도 격납건물은 건전성을 유지하고 있음을 실제 실험으로 확인하였다. 우리나라와 동일한 노형인 TMI-원전에서 우리 원전의 안전성을 엿볼 수 있다. 1979년 3월 28일 미국의 TMI-2호기에서 노심이 녹는 중대사고가 발생했지만 격납건물이 있어 외부에서 방사성물질 유출로 인한 인명 피해가 일어나지 않았다. 사고가 일어난 다음 날인 4월 1일에 지미 카터 당시의 미국 대통령이 발전소 현장을 직접 방문하여 지역 주민의 불안을 안심시켰다. 바로 옆의 TMI-1호기는 사고후 점검을 통해 1985년부터 2019년까지 상업운전을 마치고 영구정지 중이었으나 안정적 전기 공급을 위해 설비보강과 준비를 거쳐 2028년 상업운전을 재가동할 예정이다. 우리나라 원전은 1978년 고리1호기가 상업운전을 시작한 이후로 47년동안 이렇다 할 사고는 일어나지 않았다. 판도라라는 영화를 통해 오해하는 국민도 있지만 우리 원전의 격납용기(약 120cm 두께)는 후쿠시마 원전(격

납건물 약 30cm 두께)보다 강력해 폭파될 가능성이 없다. 운영중인 전 원전의 상황을 실시간으로 감시할 수 있어 유사시 즉각 조치할 수 있고 안전성도 크게 보강되어 국민이 안심해도 될 정도이다. 유럽연합 합동연구센터의 원전 환경영향평가 결과에 따르면 전력생산 1조 MWh당 사망자수는 3세대 원전이 0.0008명으로 해상풍력 1명, 육상풍력 0.2명, 태양광 0.03명에 비해 현저히 낮다. 원자력 안전성은 다른 에너지원에 비해 훨씬 더 뛰어나다.

우리나라 원자력은 경제적이며 서민의 에너지이다.

2022년 '단위 발전량 대비 투자비용 분석'에 따르면, 1kwh 전기생산에 원전은 500원, 풍력은 4,059원으로 원전의 8.1배, 태양광은 3,422원으로 원전의 6.8배에 달한다. 2022년도 전력시장 통계에 의하면 연료별 정산단가는 1kwh당 원자력은 52.5원, 신재생에너지는 203.9원, 석유는 299.8원이었다. 우리나라는 재생에너지 가용 면적도 부족하고 일사량도 미국의 1/3 수준이며 바람의 질이나 양도 매우 부족하다. 더군다나 산업 경쟁력이 떨어져 대부분의 설비를 해외에 의존하고 있어 재생에너지 발전비용을 낮추기는 요원한 실정이다. 2022년 OECD 국가 전체의 평균을 100이라고 할 때, 한국의 주택용 전기요금은 54, 산업용 전기요금은 66 정도이다. 영국의 주택용 전기요금이 37.87¢/

kwh일때 우리나라는 10.68 ¢/kwh이고 이탈리아의 산업용 전기요금이 31.50¢/kwh일때 우리나라는 9.53¢/kwh이었다. 값싼 원자력때문에 산업발전과 국민 복지의 토대가 되는 전기요금을 저렴하게 유지할 수 있어 서민들도 그 혜택을 누릴 수 있는 것이다.

우리나라 원자력은 깨끗하고 친환경적이고 국민 보건과 탄소 중립의 주축이다.

유럽연합 합동연구센터의 환경영향평가 결과인 에너지원별 온실가스 배출량(t/GW)을 비교하면 석탄이 888, 천연가스가 500, 태양광이 85, 풍력이 26이고 원자력이 28이다. 발전량 대비 필요 면적도 1GWh당 원전은 78㎡인데 반해, 풍력은 2,682㎡로 34배, 태양광은 1만3,235㎡로 원전의 179배에 달하는 면적이 필요하다. 광대한 면적이 필요하다보니 태양광 패널 폐기물의 부피는 원전에서 나오는 사용후 핵연료의 부피에 비해 300배나 크다고 한다. 혹자는 태양광 패널의 재활용 가능성이 70%라 폐기물의 부피를 대폭 줄일 수 있다고 주장한다. 마찬가지로 만약 사용후핵연료를 파이로프로세싱과 고속로를 통해 재활용한다면 고준위 방사성 폐기물의 부피는 95%까지 줄일 수 있으니, 비교가 되지 않는다. 광범위한 태양광 면적에 따른 토지사용으로 산림과 농작물의 축소나, 태양광 패널에서 반사된 빛으로 인한 동식

물의 서식지 파괴와 주민의 피해, 육상풍력 발전에 의한 소음과 진동, 조류 충돌, 해상풍력발전으로 인한 어류 생태계의 변화나 어업의 피해도 간과할 수 없다.

우리나라 원자력은 에너지안보를 보장한다.

우리나라에서 석유, 천연가스, 석탄은 대부분 수입에 의존하는 에너지원이고 비축량도 얼마 되지 못한다. 석탄 비축량은 약 1500만톤으로 최대 약 3개월 분량이며 석유와 LNG는 약 90일분량을 비축하고 있지만, 원전의 연료는 보관하고 있는 우라늄과 장전될 핵연료다발을 고려하면 대략 3년의 비축량이 있다. 2022년 2월 발발한 러시아-우크라이나 전쟁으로 석유와 LNG 가격은 급등하였다. 석유 가격은 2021년까지 70-80달러/배럴이었는데 120달러/배럴까지 올랐고, LNG 가격은 10-20달러/MMBtu 이던 것이 1,000달러/MMBtu 이상으로 치솟았다. 유럽 가스 수요의 약 40%를 차지하고 있었던 러시아의 가스 공급 중단 및 제재로 인해 유럽 국가들은 큰 고통을 겪었고 전 세계적으로 에너지 비용이 상승하고, 에너지 안보와 공급망에 대한 불안감에 휩싸였다. 그러나 우라늄은 가격변동성도 매우 적고 비교적 전 세계에 고르게 분포되어 있어 공급처도 다양하다. 원자력은 공급과 가격이 안정된 에너지원으로 우리나라 에너지 안보를 보장하고 있다.

우리나라 원자력은 안정적이며 효율적이다.

전력은 24시간 수요에 맞게 안정적으로 공급되어야 하고 주파수 변동이 적어야 한다. 우리나라 전력망은 60Hz를 매우 엄격하게 관리하고 있다. 한국은 주파수 변동을 0.02Hz 이내로 관리하며, 이는 세계적으로도 높은 수준의 안정성이다. 주파수 변동이 클 경우 정전, 기기 고장, 통신 장애 등이 발생할 수 있어 안정적인 관리가 필수이기도 하거니와 특히, 반도체, 철강, 화학 산업 등 대규모 전력 소비 산업에서는 작은 주파수 변동도 큰 피해를 초래할 수 있다. 원자력은 24시간 안정적으로 변동없이 전력을 공급할 수 있어 기저부하를 담당하고 있다. 그러나 재생에너지는 간헐성이 있어 안정적 전력원이 되지 못한다. 재생에너지의 비중이 커질수록 전력망은 불안해진다. 원자력이 이를 보완할 수 있다. 탄소중립을 위해 재생에너지의 비중이 커질수록 원자력의 비중도 높이고 탄력운전을 통해 안정적 전력망을 유지할 수 있다.

우리나라 원자력은 양질의 일자리를 제공한다.

원자력은 원전 건설과 운영에서 수많은 고급의 일자리를 제공한다. 대형원전 1기의 건설에 대략 7년이 걸리는데 매년 약 7,000~10,000명의 인력이 필요하고 운영에는 대략 500~1,000명의 인력이 필요하다. 또한 원전은 대개 주민

수가 적은 해안가 지방에 자리 잡고 있어 그 지역에 고급의 일자리를 제공하고 있다.

우리나라 원자력은 수출 자원이며 자본이다.

우리나라는 2009년 요르단에 연구로를 수출하고 UAE에 대형원전인 APR1400 4기 약 200억달러(24조원)의 수출 계약을 맺었다. 우리 기업은 적기에 정해진 예산안에서 성공적으로 건설하였다. 그리고 4호기가 마침내 2024년 3월에 상업운전을 시작하여 4기 모두 상업운전 중이다. 이는 한국의 원전 설계 건설의 우수성과 경제성을 세계에 널리 알린 계기가 되어 2024년 체코 두코바니 원전 2기 건설의 우선협상대상자로 선정되는 토대가 되었다. 이 외에도 1993년 중국 광둥 원전의 운영 정비 기술 지원 계약과 1997년 중국 친산 원전의 증기발생기 수주, 2020년 루마니아 체르나보다 원전의 운영 정비 서비스 제공 계약을 맺고, 2022년 이집트 엘다바 원전 건설사업에 기자재 공급과 터빈건물 시공으로 약 3조원 규모의 계약을 맺은 바 있다. 원전 산업은 백년산업이며 원전 수출은 그 나라와 피를 나눈 형제가 되는 것이나

다름이 없다. 원전의 수출은 그 규모가 수십조 단위로 경쟁력이 우수한 우리 원전은 매우 훌륭한 수출 자원이며 기술력을 갖춘 자본이다.

지면상 더 많은 우리 원자력의 장점과 가치, 역할을 나열하지 못하지만 몇 가지를 추가해 본다. 신약 개발과 검사 진단, 방사선 치료로 생존력을 높여가는 **원자력은 생명을 지키는 명의**이기도 하고, 방사선 조사를 통해 수확량을 늘리고 병충해에도 강한 품종, 기능성을 갖춘 신 품종을 개발하는 **원자력은 식량 자원의 보고**이기도 하다. 다양한 활용이 가능한 소형모듈원자로(SMR)와 초소형원자로(MMR)를 개발하여 해양으로, 우주로, 심해로, 극지방으로 진출하는 **원자력은 미래를 밝히는 등불**임이 틀림없다. 또한 **원자력은 국방의 한 축**이다.

이제는 국민 대다수가 안심하고 지지하는 원자력이다. 원자력의 이용은 이제 선택이 아니라 국가 생존과 미래가 되었다. 원자력 정책은 **정쟁의 대상이 아니라 국가의 현재와 미래를 위한 것**이어야 하고, 객관적 사실과 과학적 논리를 바탕으로 정책이 결정되고 장기적으로 일관성 있게 추진되어야 한다. **KAIF**