

# “에너지안보·탄소중립 위한 현실적 해답은 원자력...일관된 정책 유지돼야” [인터뷰 : 한국원자력학회 이기복 회장]

✎ 박병인 기자 | ㉠ 승인 2025.01.02 13:26

다양한 농축도 핵연료 공급·사용후핵연료 처리기술 확보 위해 美 협력 강화 필요  
사용후핵연료 포화 문제, 건식저장시설 확보 통해 해소해야...‘특별법 제정 절실’  
원자력 확대, 전 세계적 추세...국내 상황 상 프랑스처럼 원전 비중 크게 높여야  
이전 정부의 탈원전 정책으로 국가 손해 막심...정치의 에너지분야 개입 제한 필요



한국원자력학회 이기복 회장.

[에너지플랫폼뉴스 박병인 기자] 지난해 원자력계는 신한울 1,2호기 준공 및 3,4호기 착공과 함께 체코 원전 사업 우선협상대상자에 선정되는 등 여러 호재를 맞았다.

하지만 최근들어 급변하는 정세에 원자력계는 다시 변화의 위기를 겪게됐다. 지난해 도널드 트럼프가 미국 대선에서 승리하며 정권이 공화당으로 교체됐으며 국내에서는 대통령의 탄핵정국으로 인해 정치 상황이 어수선한 상황이기 때문이다.

하지만 원자력은 국내 에너지 안보 강화, 전기요금 인하, 탄소중립 달성 등을 위해 반드시 필요한 에너지원이기 때문에 외부 요인에 영향을 받지 않는 일관된 정책이 필요하다는 목소리가 높아지고 있다. 특히 원자력분야는 장기간에 걸친 긴 호흡이 필요한 정책이 필요하기 때문에 더욱 일관성 있는 정책 수립에 대한 중요성도 높아지고 있는 실정이다.

이러한 국내외적인 변화에 원자력계는 어떠한 영향이 예상되는지, 이에 필요한 대책은 무엇인지 한국원자력학회 이기복 회장에게 들어보기로 했다.

## ◆미국 정권이 교체됐는데, 국내 원전산업계 영향은.

지난해 우리나라 원전산업계는 신한울 3, 4호기의 착공이 있었고, 24조 규모로 예상되는 체코 두코바니 원전 2기의 우선협상대상자로 선정되고 연말에 루마니아 원전 리모델링 사업을 따내는 등 원자력 생태계가 회복되는 등의 호재가 있었다.

하지만 미국 대통령 선거에서 공화당의 트럼프 후보가 당선돼 정권 교체가 이뤄질 예정이고 지난해 12월 3일 국내에서는 비상계엄 선포와 해제, 탄핵 정국의 어수선했음 등으로 원자력계도 불안감이 커진 것이 사실이다.

트럼프 당선자는 미국 우선주의(America First)를 내세워 자국의 이익을 최대한 확보하려 한다. 그는 47번째 대통령이 되겠다며 선거 공약으로 아젠다 47을 내세웠다. 아젠다 47에는 에너지 관련 내용도 포함됐는데, 11번 아젠다는 에너지 독립을 내세워 미국의 에너지 안보를 확실하게 하겠다는 것이고, 40번 아젠다는 에너지 가격을 획기적으로 싸게 만들겠다는 것이다.

이를 위해 원자력과 화석에너지를 최대한 활용하겠다고 하면서 1월 취임하면 파리기후변화협정도 탈퇴할 것이라 했다. 여기에 미국 원자력규제위원회의 규제 완화와 기존 원전 활용과 소형모듈원전(SMR)에 대한 투자를 확대할 것이라고 공약했다. 다행스럽게 원자력에 있어서는 친원전 정책을 내세운 바이든 정부와 기초가 크게 다르지 않을 것으로 생각한다.

한미원자력협정은 1956년 맺어진 후 두 차례 개정되고 2015년에 다시 개정됐으며 20년간 유효하니 2035년 재개정될 것이다. 여기에 필요하면 5년마다 수정이 가능하다.

기후변화대응 탄소중립과 에너지안보의 중요성이 부각돼 원자력의 역할이 커진 만큼 이러한 환경 변화에 맞춰 한미원자력협정의 개정이 필요하다. 중점적인 것은 우리나라 농축시설의 확보와 사용후핵연료 처리에 관한 것이다. 이 두 가지는 상호이익을 위해 한미가 협력해야 하는 분야라고 생각한다.

미국도 러시아로부터 농축우라늄 수입의 의존도를 없애기 위해 농축시설의 확대가 필요하고 우리도 경제성 제고와 핵연료의 안정적 공급을 위해 농축시설의 확보가 필요하다. 또한 사용후핵연료를 재활용하는 파이로기술에 대한 한미공동연구를 통해 기술적 타당성, 실현가능성, 경제성, 핵비확산성이 확인됐으며 양국의 협력이 지속되고 있고, 사용후핵연료 재활용과 고준위방사성폐기물의 독성과 부피 감소에 대한 양국의 관심이 크다.

이에 따라 트럼프 2기는 한미고위급회의의 재개와 한미원자력협정의 수정을 통해 이 두 가지에 대한 장기적 동의를 확보할 좋은 기회라고 생각한다.

현재 웨스팅하우스는 캐나다 사모펀드 브룩필드 비즈니스 파트너스가 최대 주주이다. 지재권 소송을 하고 수출통제권을 문제 삼는 것은 UAE 원전에서 웨스팅하우스가 사업 일부를 가져간 것처럼 체코 원전에 대해서도 최대의 사업 지분을 확보해 이익을 최대화하려는 전략이라고 분석된다.

체코 원전은 협상을 통해 잘 해결될 것으로 예상되며 향후 미국내 원전 건설이나 해외 원전 수주를 확대하기 위해 미국을 동반자로 삼아 함께 한다면 분명 시너지 효과가 있을 것으로 전망한다. 미국은 원전 공급망이 부족하지만 국제정치외교력이 뛰어나고 우리는 세계 최고의 원전 건설 능력과 공급망을 갖추고 있기 때문이다.

#### ◆선-후행 핵주기 확보 방안에 대한 의견이 있으시다면.

저도 우리나라가 현재 26기의 원전이 가동되고 있고 향후 계속운전과 신규 건설, 다양한 SMR의 건설이 예상되고 있어 여러 형태와 농축도를 가진 핵연료 공급과 사용후핵연료의 처리기술을 망라하는 선-후행 핵연료주기 기술을 확보해야 한다고 생각한다. 우-러 전쟁과 미-중 갈등 등 세계 정세의 요동으로 에너지 안보에 영향을 미치는 커다란 환경변화가 있었다.

마침 지난해에 제가 수석부회장으로 ‘핵연료전문위원회’를 구성.운영해 핵연료주기 전반의 현안과 해결방안에 대해 전문가들과 함께 고민한 바 있다. 먼저 선행 핵연료주기 측면에서 주요 쟁점인 ‘핵연료 연료물질의 안정적 수급’과 ‘신핵연료 개발 및 상용화 준비’를 살펴보고 후행 핵연료주기에서 주요 쟁점인 ‘사용후핵연료 안전관리와 처리처분’과 ‘사용후핵연료 다양화 대비’에 대해 그리고 기반 시설과 제도 개선, 전문인력 수급 문제를 살펴보았다.

이와 관련해 7개 주요 쟁점에 대한 현황을 분석하고, 각 쟁점에 대한 해결 방안을 보고서에 담았는데 보고서는 전문가들의 감수를 거쳐 올해 초 발간될 예정이다.

주요내용을 보면 핵연료물질의 안정적 수급을 위해 공급처 다변화 및 우방국 협력을 통한 단기적 안정적 공급처를 확보하고, 궁극적으로 연료물질의 안정적 자급을 위해 평화적 이용을 위한 농축기술과 시설을 확보할 필요가 있다.

또한 신 핵연료 개발과 상용화를 위해 사고저항성핵연료(ATF)와 저농축우라늄 플러스(LEU+, 5~10w/o) 경수로 핵연료의 국내 조사후 시험 시설 보강과 확장, 고순도저농축우라늄(HALEU) 선진핵연료의 체계적 기술 개발과 상용화 기술을 개발해야 한다.

이와 함께 사용후핵연료 안전관리를 위한 특별법 제정을 통해 확실하고 장기적인 정책을 제시해 사회갈등을 최소화하고 최종 부지 선정을 체계적으로 수행해야 한다. 파이로프로세싱 기술 등 처리 처분 기술을 실용화할 수 있도록 개발해야 한다. 이를 위해 미국의 장기적인 동의를 확보하고 2035년 한미원자력협정 개정도 준비해야 할 것이다.

이 밖에 핵연료 시험과 검사를 위한 기반시설 확충과 농축도 상향에 따른 규제제도 개선과 인허가의 간소화, 전문인력의 지속적 수급 계획 마련 및 이행이 필요할 것으로 분석한다.

## ◆원자력 등 에너지분야에 대한 정치적 영향이 강화되고 있는 실정인데 타개책을 말씀해 주신다면.

전세계적으로 원자력은 재생에너지와 더불어 매우 중요한 에너지원이고 화석연료를 대체하는 가장 현실적인 대안이다.

제29차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP29)에서 COP28에 이어 31개국이 2050년까지 '원자력 3배 확대선언'에 참여한다고 밝힌 바 있다. 이탈리아나 스웨덴, 스위스도 탈원전 정책을 철회하고 EU의 여러 나라, 일본도 원전 확대로 돌아섰다.

비록 TMI, 체르노빌, 후쿠시마 원전사고가 있었지만 이를 포함해도 'Our World in Data'의 연구결과에 따르면 원자력은 재생에너지와 동일한 안전성을 보이면서 전주기동안 탄소배출이 가장 적은 에너지원이다.

에너지는 선악의 대상도 아니고 정쟁의 대상은 더욱 아니다. 북한이 핵무기로 우리를 위협하는 상황에서 탈핵무기도 아니고 탈원전을 내세우는 것은 국익에 아무 도움이 안되고 정치적으로도 아무런 이득이 없으며 표심으로 연결되지도 못한다.

에너지믹스는 그 나라의 부존 자원과 자연 환경, 과학기술 현황과 산업 수준, 탄소중립에 대한 국가 일정과 에너지안보 상황에 따라 미래를 생각하며 가장 최적의 조합을 선택하는 것이라고 생각한다.

우리나라의 현황을 고려하면 탄소중립과 에너지안보를 위해 우리나라의 에너지믹스는 원전이 중심이 되어야 할 것이다. 원전의 비중이 70%가 되는 프랑스가 좋은 본보기일 것으로 생각된다. 지난 정부에서 이념적으로 정치적으로 탈원전 정책을 펼친 것은 매우 유감이고 국가 미래에 도움이 되지 못했다고 생각한다.

탈원전을 하고 재생에너지 비중을 높인 독일은 전기요금이 유럽에서 가장 비싼 나라가 됐고 산업경쟁력을 잃어 기업이 해외로 이주하고 있다. 환경단체의 왜곡된 정보에 의존한 정책은 바른 원자력 정책이 될 수 없다.

에너지문제를 이념적으로 보지 말고 에너지 전문가의 의견을 존중하면서 사실과 과학에 근거한 합리적인 정책이 세워졌을 때 정권과 상관없는 일관성 있는 에너지 정책이 추진될 수 있다.

## ◆원자력계는 인력난, 계속운전 지연 등의 문제를 안고 있는데 해소방안은.

원자력 산업은 백년 산업이다. 원전을 개발하고 국가 계획에 들어가서 건설되고, 운영, 계속운전, 정지 및 해체 복원까지 100년 이상이 소요된다. 우리는 국내 원전 건설뿐 아니라 해외 수출도 추진하고 있다. 이에 따라 장기적으로 지속가능한 원자력 정책이 필수다.

이를 위해 정부의 합리적이고 일관된 장단기 원자력정책과 지원이 필요하다. 원자력은 과학기술과 산업적 측면뿐 아니라 민감 기술로 핵비확산에 대한 국제기구의 통제와 감시가 있는 만큼 외교·안보적인 측면도 고려해야 하니 정부 여러 부처의 지원이 필요하다. 안전성이 높고 효율성이 좋은 새로운 대형원전

뿐만 아니라 중소형, 초소형 원전의 개발과 도입이 추진되고 있다.

이에 따라 합리적이면서 적절한 규제제도 개선도 필요하다고 생각한다. 기술개발과 실증을 위해 필요한 기반시설의 확보도 필요하고 상용화를 위해 민간 기업의 투자와 참여도 필요하다.

여기에 기여할 수 있는 지속적인 전문인력의 공급도 필요하지만, 무엇보다도 원자력의 역할과 가치에 대한 국민의 지지가 필요하다고 본다.

#### ◆사용후핵연료 저장시설 포화 문제의 해결 방안은.

원전 부지의 수조에 임시 저장 중인 사용후핵연료가 포화되면 원전을 멈출 수 밖에 없다. 원전을 멈추면 전력 공급에 차질이 생겨 생명과 재산에 막대한 손실이 발생할 것이다. 이에 발전소내 임시 건식저장시설을 확보하고 영구처분하기 전에 중간저장시설을 지어 안전하게 사용후핵연료를 저장해야 한다.

또한 신규 건설되는 원전은 저장 수조의 용량을 계속운전까지 고려해 충분한 용량으로 지어야 할 것이다. 사용후핵연료에 대한 장기적인 정책을 뒷받침하고 일관되게 유지하도록 하는 것이 특별법인데 21대 국회에서 특별법 제정이 무산된바 있으나 22대 국회에서는 제정되기를 기대한다.

다만 특별법이 없더라도 사용후핵연료에 대한 안전관리, 처리·처분 방안은 추진돼야 한다. 지난해에 한국 원자력학회는 우리나라에 적합한 사용후핵연료 처분 문제 해결 방안을 제시했다.

이 방안은 화강암 암반에 심층처분하는 방식으로 공학적 최적화를 통해 안전성을 확보하면서 처분장 면적과 처분 비용을 최소화해 면적을 70%나 줄이고 경제성은 30% 높일 수 있다.

또한 연구용 지하처분연구시설(URL)와 처분부지 확보를 병행 추진한다면 '제2차 고준위방폐물 관리 기본계획'의 영구처분장 확보 계획보다 10여 년 단축할 수 있을 것이다. 이러면 유럽의 'EU 택소노미' 조건을 만족시켜 원전 수출의 걸림돌도 제거할 수 있다.

앞으로 군더더기를 삭제하고 부지 선정 방법, 재정 지원 방법 등이 포함된 사용후핵연료 관리에 관한 특별법 제정을 위한 노력을 계속하면서 지난해 2월 원자력진흥위원회가 승인한 고준위방폐물 관리(운반·저장, 처분 및 부피·독성 저감) R&D 로드맵의 충실한 이행과 한국원자력학회가 제안한 방안과 함께 최신 동향 등을 반영한 사용후핵연료 정책의 갱신이 필요할 것이다.

하루빨리 중간저장시설과 연구용 URL, 최종 처분부지가 확보되기를 간절히 바란다.

#### ◆'파이로프로세싱'의 연구가 장기간 진행되고 있는데 실현 가능성은.

파이로프로세싱 기술은 사용후핵연료를 해체 절단하고 탈피복한 후 고온 용융염 매질에서 전해환원, 전해정련, 전해제련 과정을 통해 전기화학적 방법으로 우라늄, 플루토늄 등 유용한 핵물질을 분리해내는 기술을 말한다.

습식 재처리 공정이 순수한 플루토늄 회수가 가능한 데 비해 파이로프로세싱은 플루토늄 단독 회수가 불가능하고 초우라늄원소(TRU)와 혼합돼 추출된다는 점에서 핵확산 저항성이 높다고 볼 수 있다.

파이로프로세싱을 통해 추출된 핵연료물질은 고속로의 핵연료로 반복 재활용되고 고준위방폐물의 독성과 부피를 감축할 수 있다. 이에 따라 우리나라는 재활용기술이라 부르지만 미국의 일부 정치인들은 여전히 파이로프로세싱을 재처리 기술로 간주하고 있다.

2011년부터 10년동안 한미원자력연료주기공동연구(JFCS)를 통해 기술적 타당성, 경제성, 실현가능성, 핵비확산성을 검토하여 타당성을 확인했으나 결론은 내리지 않고 추가적 연구가 필요하다고 제안한 바 있다. 파이로프로세싱으로 사용후핵연료에서 TRU 연료 확보가 가능하다는 장점이 있으나 이를 연료로 하는 고속로 개발과 파이로 전 공정에 대한 미국의 장기 동의를 필요하다.

그리고 실증과 상용화를 위한 기술개발도 지속돼야 하고 파이로프로세싱 시설 부지의 확보와 막대한 건설 비용의 확보가 어려울 것이라 당분간 시장 적용은 어려울 것으로 예상된다.

#### ◆계속운전 제도 등 관련 규제 해소 방안은.

원전의 설계수명은 처음 운영허가를 받은 기간이지 원전의 물리적 수명이 아니다.

자동차를 사서 운전하다가 제작사의 보증기간이 끝났다고 운행을 멈추는 것이 아니라 2년마다 자동차검사를 통해 기능과 안전성이 확인되면 계속 운전을 할 수 있는 것이다.

마찬가지로 원전도 처음 운영허가 기간이 끝나면 계속운전 신청을 통해 성능 기준과 안전성 검사를 통과하면 계속 운전이 가능하다.

계속운전을 신청하면서 설비 개선과 안전 설비 보강을 통해 원전의 안전성이 더욱 강화된다. 원전의 계속운전은 큰 비용없이 국가 온실가스 감축목표의 효율적 달성, 국가 전력시스템의 경제성 제고, 가동원전의 안전성 강화, 국내 원전 산업 생태계의 활성화와 역량 유지에 크게 기여할 것이다. 특히 APR1400은 100년동안 계속운전이 가능하다고 본다.

우리나라의 계속운전 인허가 제도는 IAEA의 주기적 안전성 평가(Periodic Safety Review; PSR) 제도와 미국의 운영허가갱신의 요건인 주요 기기 수명평가와 방사선환경영향평가를 추가해 적용하고 있어 복잡하기도 하고 심사 기간이 많이 소요되는 등 부족한 점이 있다.

우리나라 계속운전 제도의 개선점을 보면 첫번째가 원자력안전법에 계속운전에 대한 정의를 명확히 해 계속운전의 근거를 마련하고 심사 기준과 원칙을 제시하는 것이다.

두번째는 계속운전제도를 분리해 기존 10년 주기 주기적안전성평가(PSR)는 현행대로 유지하면서, 계속운전관련 내용을 주기적안전성평가에서 분리해 계속운전을 위한 운영변경허가 항목으로 신설하는 것이다.

세번째는 계속운전 기간을 20년 이내에서 사업자가 선택하도록 변경하고 지속 신청이 가능하도록 하는 것이다. 마지막으로 인허가 지연 등으로 인해 실제 계속운전 기간이 감소되는 것을 방지하도록 심사지연 시 미국의 사례처럼 설계수명 이후 운전 중단없이 운전하면서 심사가 가능하도록 임시 운전승인이나 임시 운영변경허가를 발급하고, 계속운전 기간을 인허가 갱신후부터 산정해 사업자의 실제 계속운전 기간을 보장하는 것이다.

또한 원전의 비중이 높아지고 재생에너지의 간헐성을 보완하고 전력망의 안정성을 위해 원전의 탄력운전에 대한 요구가 높아졌을 뿐 아니라 수출 원전과 SMR에서 탄력운전 기능의 탑재가 요구되기도 한다.

이에 따라 원전의 탄력 운전 관련 법안 및 제도의 개선과 보완이 필요하다. 예를 들어 향후 인공지능이나 프로그램에 의한 운전 자동화와 탄력 운전이 가능하도록 원자력안전법(제 84조 등)의 개정이 필요하고 탄력운전에 대한 운전 절차와 운전원 지원이 용이하게 수행되도록 최종안전성평가보고서(FSAR)와 운영기술지침서의 보완 및 개정이 있어야 할 것이다.

#### ◆그외 하고 싶으신 말씀이 있으시다면.

우리나라 원자력은 1978년 고리 1호기가 상업 운전을 시작하고 현재 26기의 원전이 가동되는 동안 이렇다 할 사고 없이 안전하게 운전되면서 경제발전을 이끄는 견인차 역할을 해 왔고 앞으로도 국가경제를 뒷받침하는 버팀목이 되고 수출 산업으로서 국가의 미래 성장 동력이 될 것이다.

이를 위해서는 무엇보다도 국민이 원자력을 바로 알고 지지해 줄 필요가 있다. ‘원자력바로알기’를 통해 조금씩 국민 수용성이 높아지고 있어 매우 다행이라고 생각한다.

후쿠시마 방류수 논란에서 봤다시피 반핵단체의 왜곡된 정보와 일방적이며 근거없는 주장, 음모론이 난무했다. 이것을 바로 잡고 정확한 지식과 정보를 제공해 오해를 불식시키고 합리적 이해를 바탕으로 국민이 안심할 수 있도록 한국원자력학회와 원자력 종사자들이 열심히 노력할 것이다.

국민 여러분의 지지와 응원을 당부드린다.



**박병인 기자** bip1015@e-platform.net