

파이로프로세싱, 왜???!!!

송기찬

한국원자력연구원 핵연료주기기술개발본부장

1978년 고리원자력발전소에서 상업용 발전을 시작한 이래 원자력발전이 풍부한 전력을 공급함으로써 우리나라의 산업과 사회 발전에 절대적으로 기여했다는 것은 부정할 수 없는 사실이다. 원자력발전은 화석에너지에 비해 탄소배출량이 매우 적고 경제성이 높음에도 불구하고 (탈핵·반핵 전문가들은 이를 일관되게 부정하고 있지만), ‘사용후핵연료’ 문제를 해결해야만 우리와 후손의 에너지 지속성을 위한 역할을 기대할 수 있을 것이다. 앞으로도 우리가 상당 기간 동안 ‘불가피하게’ 원자력을 이용할 수밖에 없다면 후손들에게 사용후핵연료가 무거운 짐이 되지 않도록 문제 해결을 위해 필요한 다양한 기술을 개발하고 준비해야 할 의무가 있다.

사용후핵연료의 효율적 관리를 위해서는 발생지인 원전으로부터의 수송, 저장, 처리, 그리고 처분까지 전체적인 효율적 관리 기술 스펙트럼이 완성되어야 한다. 이를 바탕으로 국가는 사용후핵연료 관리 정책과 세부 시행 계획을 수립할 수 있다. 사용후핵연료공론화위원회가 지난 해 6월 20개월의 활동을 마치면서 사회 가계의 의견을 정리하여 정부에 제출한 “사용후핵연료 관리에 대한 권고 보고서”에도 사용후핵연료를 효율적이고 환경친화적으로 관리하기 위해서는 “사용후핵연료의 저장, 운반, 처분 및 독성과 부피를 줄이기 위한 기술개발의 우선순위를 정하고, 단계별 세부 계획을 수립하여 실행해야 한다”라고 권고하고 있다. 권고보고서에서는 우리나라의 각 분야 환경을 고려할 때 사용후핵연료를 중간저장 후 심지층처분하는 방안, 수백 년간 장기 저장 후 처분하는 방안, 해외에 위탁 재처리 하는 방안, 국제 공동 관리 하는 방안, 그리고 사용후핵연료 관리에 파이로-고속로 연계 재순환 기술을 유망한 기술들로 적시하고 있다.

우리나라가 여러 가지 사용후핵연료의 관리 기술 중 우리의 환경과 현실에 가장 적합한 기술이라고 선택해 2008년부터 연구개발 하고 있는 것이 파이로프로세싱이다. 이 기술은 화학공학에서 많이 사용하는 전기화학적 방법을 사용해 사용후핵연료로부터 재활용 가능한 핵물질을 분리하는 기술로, 사용후핵연료 내에 있는 소중한 에너지원인 우라늄과 초우라늄 원소들을 분리해서 재활용하면서, 고준위 폐기물 양을 감축해 고준위폐기물 처분 면적을 1/100 수준으로 대폭 줄일 수 있는 큰 장점을 갖고 있다. 한국원자력연구원이 현재 개발 중인 파이로프로세싱 기술은 핵무기 전용가능성이 고순도 플루토늄 회수가 원천적으로 불가능해 확산저항성이 높을 뿐만 아니라 폐기물 발생량이 적어 환경친화적이며, 습식 처리에 비해 공정이 단순해 상대적으로 경제성이 높은 기술이다.

파이로프로세싱에 대해 일부에서는 그 동안 외국의 습식 재처리시설에서 발생했던 사고를 들어 위험성을 주장하거나, 파이로프로세싱 시설이 전 세계적으로 운영

된 사례가 없다는 것을 이유로 안전과 관련한 우려를 제기하고 있다. 그러나 파이로프로세싱은 1960년대 미국이 아르곤국립연구소의 고속로와 연계해 거의 동일한 기술을 실증한 경험이 있으며, 우리 연구원도 파이로의 전처리 기술은 물론 모의 사용후핵연료를 사용해 공학 규모 파이로 전체 공정 기술을 확보하는데 성공했다. 현재 한미 공동연구를 통해 경수로 사용후핵연료를 대상으로 2020년까지 파이로 기술을 더욱 발전시키고, 경제성과 핵비확산 수용성을 입증할 계획이다. 파이로프로세싱은 습식 재처리와는 달리 엄격한 격납을 유지한 불활성 환경의 핫셀시설(방사선을 완전 차단하고 원격으로 작업할 수 있는 장비를 갖춘 시설)에서 공정장치를 운영하기 때문에 폭발에 의해 핵물질이 누출되는 사고를 원천적으로 방지할 수 있다. 핵심 공정기술 중 하나인 전해환원 실험은 2017년부터 한국원자력연구원 내 기존의 핫셀 시설에서 1 회에 1 kg 정도로 연간 3 kg 이하의 실험을 수행할 예정이므로, 이러한 소규모의 실험 연구에 대해 위험성을 주장하는 것은 지나친 걱정이라고 판단된다.

한국원자력연구원은 2013년부터 주민협의회를 구성해 지역주민과 지방자치단체가 시설의 안전관리는 물론 주변지역의 환경영향 평가 정보 등에 대해서도 투명하게 결과를 공유하는 체제를 구축해 지역사회 및 국민의 신뢰를 위해 노력하고 있다. 파이로프로세싱 실험 또한 모든 것을 주민에게 투명하게 설명하고 관련 정보를 공개하고 있으며, 각종 실험시설에 대해서도 원자력 안전을 위해 독립적으로 설립된 국내 규제기관인 원자력안전기술원과 원자력통제기술원은 물론, 국제원자력기구(IAEA)의 관리·감독을 받고 있다.

인류에게 환경친화적이면서도 지속성이 있는 에너지를 풍부하게 제공해 줄 수 있는 에너지원이 금세기 안에는 반드시 개발될 것이다. 그러나 그 때까지 ‘불가피하게’ 이용할 수밖에 없는 원자력의 마지막 숙제, 사용후핵연료를 안전하면서 국토의 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위해 ‘결자해지(結者解之)’의 마음으로 파이로프로세싱 기술 확보를 위해 노력하고 있다. 이 기술을 실용 규모의 사용후핵연료 처리 기술로 완성하기 위해서는 충분한 실증 기술개발의 노력이 필요하다. 이것은 한국원자력연구원이 국가 연구기관으로서 당연히 해야만 하는 국익과 국민의 안전을 위한 노력이기며, 국민과 지역사회가 안심할 수 있는 투명한 환경 속에서 우리의 최선을 다할 것이다.