



고준위 폐기물 장기 관리 해외 동향과 우리의 과제

정재학

한국원자력안전기술원 방사성폐기물규제기술개발 세부과제 PM

머리말

원자력 에너지와 방사선의 지속 가능한 이용을 위해서는 부수적으로 발생하는 방사성 폐기물의 안전한 최종 관리 체계가 확보되어야 하며, 이러한 측면에서 2005년 11월 중·저준위 폐기물(LILW) 처분 시설 최종 후보 부지가 선정된 것은 괄목할 만한 성과이다.

이제 앞으로 남은 과제는 LILW 처분 시설을 안전하게 건설·운영하고, 아직까지 관리 방침이 결정되지 못한 고준위 폐기물 안전 관리 방안에 관한 논의를 시작하는 것이라 할 수 있다.¹⁾

국내 사용후핵연료 관리 정책은 제253차 원자력위원회(2004년 12월)가 의결한 바와 같이, (1) 부지

내 임시 저장 능력 확충을 통해 2016년까지 각 부지 내에서 관리하고, (2) 국가 정책 방향, 국내외 기술 개발 추이 등을 감안해 중간 저장 시설 건설을 포함한 종합적인 사용후핵연료 관리 방침을 추후 검토·결정한다는 것으로 요약할 수 있다.

또한 원자력위원회는 충분한 논의와 국민적 공감대하에 관리 방침을 결정하되, 원전 부지내 임시 저장 시설이 2016년부터 포화되는 점을 감안하여 적기에 추진 방침을 결정한다고 부연하고 있다.

전 세계 주요 원전 보유국들은 대부분 1970~1980년대부터 고준위 폐기물 최종 관리를 위한 정책과 원칙을 결정하고 관련 준비 작업을 지속적으로 추진해왔으며, 2010년대 말부터 미국과 스웨덴을 필두로 고

준위 폐기물 영구 처분 시설을 운영할 예정인 것으로 알려져 있다.

이에 반해 지금까지 국내에서는 LILW 영구 처분에 관한 논의에 비해 고준위 폐기물 장기 관리에 관한 논의는 상대적으로 미흡했다고 볼 수 있다.

그러나 2006년 4월, 감사원은 감사 결과 보고서를 발간하면서 “고준위 폐기물 처분”과 관련하여 관계 기관에 대해 일련의 보완 조치를 요구한 바 있으며²⁾, 대통령 직속 자문기구인 지속가능발전위원회는 “사용후핵연료 처분 사회적 공론화 방안”을 검토중이고 도출될 공론화 절차를 2006년 9월 출범될 예정인 “국가에너지위원회”에 제안할 계획인 것으로 알려져 있다.³⁾

이 외에도 2006년 6월에는 이병

1) 사용후핵연료를 재처리하지 않는 우리나라의 경우 실질적인 고준위 폐기물은 사용후핵연료 뿐이지만, 여기에서는 편의상 사용후핵연료와 고준위 폐기물을 혼용하기로 한다.

2) 감사원, 방사성폐기물처분장 건설추진실태 감사결과 보고서(2006. 04).

3) 김상희 지속가능발전위원장 인터뷰 기사(한겨레, 2006.06.09)



석 국회의원이 주관한 “고준위 폐기물 처분 정책 세미나”가 개최되는 등 점차 국내에서도 고준위 폐기물 장기 관리에 관한 논의가 확대되고 있는 추세이다.

이러한 맥락에서, 여기에서는 최근 국제적으로 공감대가 형성되고 있는 방사성 폐기물 관리의 새로운 패러다임과 원자력 선진국들의 고준위 폐기물 장기 관리 현황 및 계획을 소개한 후, 이를 토대로 우리나라의 고준위 폐기물의 장기 관리를 위한 과제들을 예측해보고자 한다.

지속 가능 발전과 방사성 폐기물 관리

1980년대 후반부터 국제 사회는 경제 개발에 따른 생태계 변화의 균형을 유지하기 위한 목적으로 “후세대가 그들 자신의 필요를 충족시키기 위한 능력을 저해시키지 않으면서 현세대의 필요를 충족시키는 개발”로 정의되는 지속 가능 발전(Sustainable Development) 방향을 모색하고 있다.

여기서 ‘지속 가능 발전’은 궁극적으로 현세대 인류 이외에 후세대와 환경까지 고려한 윤리적·도덕적 측면이 강조된 패러다임으로, 세대 간 평등(Inter-generational Equity)과 세대 내 평등(Intra-genera-

tional Equity)을 기본적인 판단의 준거로 삼고 있다.

1995년 국제원자력기구(IAEA)는 “방사성 폐기물 관리 기본 원칙” 제4조(미래 세대의 보호)와 제5조(미래 세대에 대한 부담)에서 현세대가 발생시킨 방사성 폐기물 관리에 대한 부담을 미래 세대에 전가하지 않고 미래 세대에 예상되는 건강상의 영향을 현세대에 대해 용인 가능한 수준 이내로 관리해야 한다는 원칙을 표명한 바 있다.⁴⁾

이러한 원칙은 지속 가능 발전을 위한 ‘세대간 평등’ 개념에 근거를 둔 것으로 해석할 수 있다. 최근 잠재적 리스크를 내포한 공공 사업 추진 과정에서 강조되고 있는 자원 할당의 평등 문제나 이해 당사자 참여(Stakeholder Involvement) 문제는 지속 가능 발전을 위한 ‘세대내 평등’ 개념의 연장선상에서 이해할 수 있다.

이러한 “지속 가능 발전”이라는 화두는 방사성 폐기물 관리 분야에 있어서 현세대 인류의 보호와 과학 기술적으로 타당한 정답을 추구하는 전통적인 접근 방법으로부터 탈피하여, 과학 기술적으로 타당할 뿐 아니라 사회·정치적으로도 수용 가능한 대안을 모색하는 방향으로 커다란 패러다임의 변화를 일으키고 있다.

지속 가능한 방사성 폐기물 관리

방안에 대한 국제 사회의 논의는 1992년 리우 환경회의에서 채택된 Agenda 21에서 ‘방사성 폐기물 관리’가 지속 가능 발전 이행 분야의 하나로 규정됨으로써 더욱 가속화되었다.

이후 IAEA는 ‘방사성 폐기물 관리의 지속 가능성’을 “최종 관리를 위해 대기중인 방사성 폐기물의 수량이 더 이상 증가하지 않고 모든 폐기물이 최종 관리에 요구되는 형태로 안전하게 저장되고 있는 상태”로 정의하고, 지속 가능성을 정량적으로 평가할 수 있는 지표(ISD-RW)를 제안하였다.⁵⁾

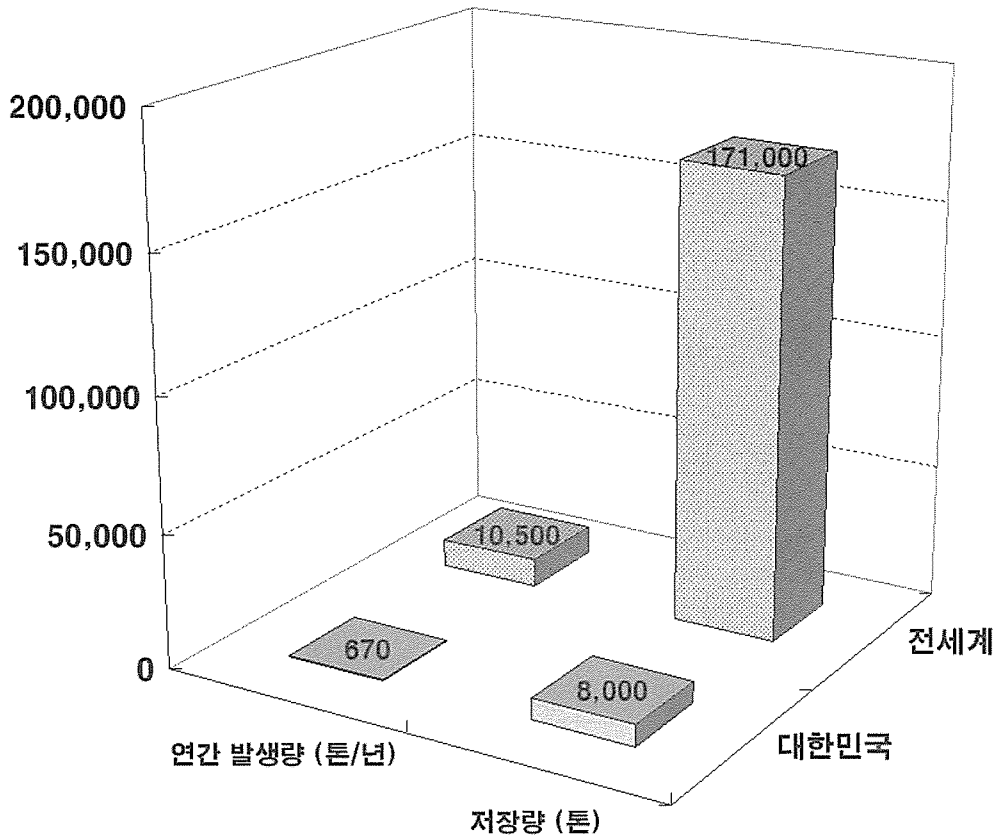
IAEA가 제시한 ISD-RW는 방사성 폐기물의 종류별로 형태 인자(Form Factor)와 최종관리 인자(Endpoint Factor)를 부여하고 2종의 인자값을 합산하여 해당 방사성 폐기물 관리의 지속 가능성을 산출하는 개념이다.

여기서 개별 인자값은 방사성 폐기물 관리 체계의 지속 가능성 완성도에 따라 다시 4단계로 구분되며, 최종적으로 산출되는 지표인 ISD-RW는 0~100의 범위(“0”은 지속 가능성이 가장 열악한 상태, “100”은 지속 가능성이 가장 우수한 상태)에 분포한다.

즉, 고준위 폐기물 관리의 지속 가능성을 확보하기 위해서는 우선 고

4) IAEA, Principles of Radioactive Waste Management, IAEA Safety Series No. 111-F (1995).

5) Indicator of Sustainable Development for Radioactive Waste management



〈그림 1〉 우리나라와 전 세계 사용후핵연료 저장량 및 연간 발생량 비교
(우리나라는 2005년 12월 기준; 전 세계는 2003년 1월 기준)

준위 폐기물에 대한 최종 관리 단계를 명확하게 정의해야 한다.

만일 고준위 폐기물의 최종 관리 단계를 '영구 처분'으로 정의한다면, 모든 고준위 폐기물을 영구 처분에 적합하게 처리·저장하고 매년 발생량 이상의 고준위 폐기물을 원활하게 영구 처분하는 것이 "지속 가능 발전" 측면에서 가장 바람직한 상

태라고 말할 수 있다.

**각국의 고준위 폐기물
장기 관리 계획 및 해외 동향**

사용후핵연료는 주로 발전용 또는 연구용 원자로에서 발생되며, 원자로에서 인출된 사용후핵연료는 AR(At Reactor) 습식 저장을 통해

단반감기 핵종의 방사능이 감소되고 붕괴열이 제거(냉각)된다.

순환 핵연료 주기를 채택한 국가에서는 냉각된 사용후핵연료를 재처리한 후 발생하는 고준위 폐기물을 주로 유리 고화체 형태로 가공하여 저장하며, 비순환 핵연료 주기를 채택한 국가에서는 사용후핵연료를 AR에서 계속 저장하거나 소 내외 중



〈표 1〉 주요 국가의 고준위 폐기물 장기 관리 현황 및 계획

항목	미국	핀란드	스웨덴	독일	스위스	프랑스	캐나다	일본	
기본 방향	처분 대상	SNF 및 유리고화체	SNF	SNF 처분	SNF 및 유리고화체	SNF 및 유리고화체	유리고화체	SNF	유리고화체
	중간 저장	중간 저장 병행	원전 부지 중간 저장	CLAB 중간 저장 (30-40)	원전 부지 중간 저장	ZWILAG 중간 저장 (40년)	재처리시설 저장(>30년)	원전 부지 중간 저장	로카쇼 중간 저장 (30-50년)
처분 시설 설계	깊이	200-500m	400-500m	400-700m	840-1,200m	650-1,000m	최소150m	500-1,000m	최소300m
	채량	70,000톤	5,643-6,500톤	9,300톤	24,000m ³	3,107톤(유리고화체 4,039개)	미정	-	-
	암종	응회암	결정질 암반	결정질 암반	암염 돔	오파리나스 점토 또는 결정질 암반	미정	결정질 암반 또는 퇴적암	-
개념	규모	4.65km ² 56km	0.3km ² 13km	1-2km ² 45km	미정	미정	미정	1.8km ²	-
	사업 추진 주체	연방 정부 (DOE)	민간 기업 (POSIVA)	민간 기업 (SKB)	DBE (BfS와 계약)	공동 조합 (NAGRA)	별도 법인 (ANDARA)	별도 법인 (NWMO)	별도 법인 (NUMO)
안전 규제 기관	NRC	STUK	지속가능 개발부 (SKI/SSI)	지방정부 및 BMU/BfS	BFE/HSK	ASN (DGSNR)	CNSC	NISA	

간 저장 시설로 이송하여 장기간(30~50년) 저장하게 된다.

현재 우리나라는 가압중수로에서 발생한 모든 사용후핵연료를 AR 습식 저장 시설에 저장하고 있으며, 가압중수로에서 발생한 사용후핵연료를 AR 습식 저장 시설과 소 내 건식 저장 시설에 저장하고 있다.

따라서 이미 우리나라는 사용후핵연료를 안전하게 임시 저장하기 위한 기술 능력과 안전관리 체계를 확보하고 있다고 평가할 수 있다.

〈그림 1〉에 도시한 바와 같이 국내 사용후핵연료 연간 발생량과 총 저장량이 전 세계에서 차지하는 비

율은 각각 6%와 5% 수준이다.

한편 전 세계적으로 사용후핵연료 건식 저장량은 전체 저장량의 약 7% 수준으로 아직까지 습식 저장이 주류를 이루고 있으나 점차 건식 저장의 비중이 증대되고 있는 추세로 알려져 있다.

우리나라의 건식 저장 비중은 약 21%로 세계 평균치보다 높은 편이며, 이는 단위 전기 생산량당 사용후핵연료 발생량이 상대적으로 많은 가압중수로에서 발생한 사용후핵연료의 일부를 사일로형 건식 저장 시설에서 저장하고 있기 때문인 것으로 추정된다.

현재 전 세계적으로 약 12개국에서 고준위 폐기물의 최종 관리 단계를 ‘영구 처분’으로 정의하고 영구 처분 사업을 추진하고 있다.

특히 대부분의 주요 원전 운영국들은 1970~1980년대부터 고준위 폐기물 최종 관리를 위한 정책과 원칙을 결정하고 관련 준비 작업을 지속적으로 추진해왔으며, 2010년대 후반부터 미국(2017), 스웨덴(2017-2023), 핀란드(2020), 프랑스(2025), 독일(2030), 일본(2038) 등에서 고준위 폐기물 처분 시설이 운영될 예정이다.

특히 미국과 핀란드에서는 각각

Yucca Mountain 부지와 Olkiluoto 부지를 최종 후보 부지로 선정하였으며, 스웨덴은 2개 지역(Oskarshamn과 Osthhammar)을 대상으로 최종 후보 부지 선정이 임박한 상태이다.

이와 같은 해외 사례들을 고려할 때 고준위 폐기물 영구 처분은 관련 정책 및 원칙 결정부터 처분 시설 건설 착수까지 최소한 약 20~30년 이상 장기간이 소요되는 사업임을 알 수 있다.

영구 처분 대상 고준위 폐기물은 해당 국가의 후행 핵연료 주기 프로그램에 따라 사용후핵연료와 유리화된 고준위 폐기물로 상이함을 알 수 있다(〈표 1〉 참조).

한편 고준위 폐기물 영구 처분을 위한 사업 추진 방식은 정부가 직접 주관하거나 정부와 직접 계약에 의한 형태(미국, 독일), 별도 전담 기구를 지정하는 형태(캐나다, 프랑스, 일본, 벨기에 등), 원전 사업자 출자 조합 또는 별도 민간 기업이 주관하는 형태(스웨덴, 핀란드, 스위스 등)로 분류할 수 있으며, 소요 비용은 대부분 원전 사업자로부터 징수한 후, 정부 또는 별도 지정된 법인에서 관리하고 있는 것으로 조사되었다.

특히 최근까지 국내 원전 사후처리충당금과 유사한 형태로 원전 사업자(EDF)가 고준위폐기물 처분 준비금을 내부 유보하는 제도를 유지해온 프랑스는 2006년 7월 “방사성 물질 및 방사성 폐기물의 지속 가능

한 관리 계획법” 제정을 통해 원전 사업자로부터 거출한 기금을 사업 주관 기관(ANDRA)에 설치하도록 결정한 바 있다.

대부분의 국가에서 부지 선정 및 인허가 절차는 3~5단계로 기존 LILW 처분 시설이나 원자력발전소 인허가 절차에 비해 보다 세분화된 절차를 따르고 있다.

예를 들어, 일본은 부지 선정 절차를 (1) 개요 조사 지구 선정, (2) 정밀 조사 지구 선정, (3) 최종 후보 부지 선정과 같이 3단계로 구분하고 있다.

또한 부지 선정 및 사업 추진 과정 전반에 걸쳐 유치 지역 지자체와 주민을 포함한 다양한 이해 당사자가 참여하는 단계별 추진 절차를 적용하는 것이 국제적인 추세로 보인다.

이해 당사자 참여 제도는 국가별로 상이하지만 대부분 지속적인 정보 제공, 지자체 주민투표 실시, 공청회 개최, 문서화된 의견 접수 및 이에 대한 공식 답변 등으로 분류할 수 있다.

한편 고준위 폐기물 처분 사업에 따른 지역 지원 프로그램은 특별 교부금 및 연방 정부 세수를 지자체에 제공하는 형태(미국), 부지 조사 기간 중 지자체 활동 비용을 제공하는 형태(스웨덴), 지역 경제 진흥을 촉진하기 위한 공익 단체 설립 및 일정 비율 현지 고용을 실시하는 형태(프랑스), 유치 지역 지자체의 부담을 연방 정부가 보상하는 형태(독일),

현지 발주 및 생산·고용 유발 등 간접적 파급 효과를 기대하는 형태(일본) 등으로 구분할 수 있으나, 핀란드와 같이 처분 시설 건설에 수반되는 경제적 기대 효과 이외에 별도의 재정적 지원을 법제화하지 않고 있는 경우도 있다.

고준위 폐기물 영구 처분 사업에 따른 안전 규제 절차와 관련하여 많은 국가들에서 전통적인 원자력 안전 규제 모델과 다소 상이한 점이 확인되었다.

우선 부지 선정 단계에서 안전 규제 기관의 조기 개입을 예로 들 수 있으며, 그 대표적인 형태는 처분 시설 후보 부지에 대한 조사 활동 실시에 관해 규제 기관의 인허가를 요구하는 방식이다.

독일은 광산법에 따라 연방 정부로부터 위임된 지방 정부 규제 당국이 지하 조사 활동 허가 신청서를 심사하고 허가를 발급하며, 스위스는 원자력법에 따라 처분 시설 건설을 위한 지질 조사 허가 신청서를 환경·운수·에너지·통신성(UVEK)이 심사·허가하는 제도를 채택하고 있으며, 프랑스는 규제 기관이 지하 연구소 건설·연구 활동에 대한 허가를 발급하고 있다.

한편 미국, 핀란드, 스웨덴 등은 부지 조사 활동에 인허가가 필요하지는 않지만 안전 규제 기관이 일정 부분 개입하는 방식을 취하고 있다.

미국은 방사성 폐기물 정책법(NWPAA)에 따라, 사업 주관 기관(DOE)이 안전 규제 기관(NRC)의



<표 2> 주요 국가의 고준위 폐기물 장기 관리 안전 규제 지원 연구 수행 체계

국가 유형	미국, 프랑스 전속/장기/대규모	핀란드 비전속/장기/소규모	스웨덴 비전속/장단기/소규모	독일 기타
안전 규제 연구 기관	CNWRA, IRSN	VTT (핀란드 기술연구 센터), GTK, 헬싱키대학	SKI (대학) SSI (Quintessa)	GRS, FZK (현재 중단된 상태)
사업 주체로부터 위탁 여부	수탁 없음	수탁 있음 (연구자는 구분)	원칙으로서 수탁 없음	수탁 있음(연구 수행 항목을 분리)
지원 기관 수탁 과제 외부 위탁	사업 추진 주체와 계약 관계가 있는 기관 배제	연구 과제 주제 및 연구자 구분	외부 위탁시 규제 기관 승인 필요	외부 위탁 없음
위탁 기간	장기	장기	SKI (장기); SSI (단기)	장기
연구 계획 수립	연구 기관 주관	연구 기관 주관	안전 규제 기관	안전 규제 기관
안전 규제 연구 연간 예산	대규모 (수백만~수천만 달러)	소규모 (수십만 달러)	소규모 (수만~수십만 달러)	중규모 (수백만 달러)
안전 규제 연구 인력	대규모 (수십명)	소규모 (수명~십수명)	소규모 (수명)	대규모 (수십명)
지원 연구 기관 수	1	다수	수십 개	2

동의를 얻어 “부지 추천 일반 지침”, “Yucca Mountain 부지 적합성 기준”을 작성하였으며, NRC는 10 CFR63에 따라 부지 특성 조사 계획과 내용을 검토하고 입회 검사를 수행하는 체계를 구축하고 있다.

건설 허가 신청 전 NRC의 안전 규제 관련 활동에 대한 근거는 NWPAA 및 관련 연방규정에 명시되어 있으며, 보다 구체적인 활동 절차는 DOE-NRC Prelicensing Agreement에 세부적으로 규정되어 있다.

핀란드는 원자력법에 따라 STUK가 후보 부지 안전성 평가서에 대한 의견서를 제출하게 되며, 이미

STUK는 Posiva의 건설 허가 신청 전 지하 특성 조사에 대한 감독 원칙을 표명한 바 있다.

스웨덴은 규제 기관과 정부가 SKB의 연구 개발 실증 계획에 대한 심사의 일환으로서 조사 결과 등을 평가하고, 3년마다 사업자의 방사성 폐기물 관리 관련 연구 개발 계획과 결과를 검토하는 FUD 제도를 운영하고 있다.

LILW 천층 처분에 비해 고준위 폐기물 영구 처분(심층 처분)에서는 안전성 확보 측면에서 추가로 고려해야 할 사항들이 있다.

우선 지하 심부 환경 조건은 천층 환경과 상이하며 심부 환경에 대해

우리가 알고 있는 정보는 상대적으로 제한적이다.

고준위 폐기물 심층 처분과 관련하여 실제 부지에 대한 장기간 정밀 부지 조사의 중요성이 강조되는 것은 이러한 맥락에서 이해할 수 있다.

또한 천층 처분의 경우 보통 수 천년 동안의 기간을 안전성 평가에 고려함에 반해, 심층처분에서는 100만 년에 달하는 장기간을 고려함에 따라 안전성 평가 결과에 수반되는 불확실성이 상대적으로 크며, 이에 따라 수문·지질·기후·생태계의 경시 변화에 따른 예측 기술이 필요하다는 점도 유의할 만하다.

또한 수십 년 동안 장기간이 소

되는 국가적인 사업이므로 사업 주관 기관과 안전 규제기관 모두 장기간 지속적이고 체계적인 연구 개발 및 사업 관리가 요구된다.

공학적·기술적 측면 이외에도 고준위 폐기물 영구 처분에는 사회·과학적 측면에서 접근해야 할 사항들도 많은 것으로 알려져 있다.

물론 LILW 천층 처분을 포함한 기존 원자력 안전 규제 체계에서도 이해 당사자 참여, 신뢰 확보 등이 고려되고 있지만, 심층 처분의 경우 장기간 안전성 평가에 수반되는 불확실성이 큼에 따라 그 중요성이 더욱 강조되고 있는 것으로 보인다.

OECD/NEA 산하 방사성폐기물 관리위원회(RWMC)는 회원국의 방사성 폐기물 처분 사업 실패 및 성공 경험을 토대로 바람직한 처분 사업 추진모형을 도출하고 있으며, 방사성폐기물 관리에 관한 사회적인 관점에서의 대응 상황·경험 검토를 통해 이해 당사자 신뢰 확보를 위한 논점을 정리하고 그 결과를 향후 회원국의 활동에 반영하기 위한 목적으로 2000년부터 FSC(Forum on Stakeholder Confidence)를 구성·운영하고 있다.

FSC에는 약 15개 회원국과 국제기구에서 참여하였으며, 여기에는 정책 입안 기관, 안전규제 기관, 처분 사업 실시 주체, 연구 개발 기구 등이 모두 망라되었다.

FSC는 일반인 관점에서 방사성 폐기물 사업은 이미 “기술만으로는 해결할 수 없는 문제”라고 정의하였

으며, 이를 극복하기 위한 해결 방안으로 “대화”와 Bottom-Up 접근법을 통한 의사 결정 필요성을 강조하였다.

특히 사업 추진에 따른 의사 결정과 관련하여 전통적인 DAD(Decide, Announce and Defend) 접근법에서 탈피해 EIC(Engage, Interact and Cooperate) 접근법으로 전환할 것을 제안하였다.

이러한 제안은 지속 가능 발전을 위한 ‘세대내 평등’에 근거한 것으로, 방사성 폐기물 장기 관리 사업 추진에 있어서 소위 공치(公治) 또는 협치(協治)로 정의되는 Risk Governance 개념에 기반한 의사 결정 절차의 적용 필요성을 강조한 것으로 해석할 수 있다.

또한 FSC는 위와 같은 패러다임의 변화에 따라 참여하는 이해 당사자의 역할 변화 필요성을 함께 제기하면서, 그 중에서 안전 규제 기관의 역할 변화가 가장 중요하다고 강조하였다.

FSC는 공식적인 인허가 신청 전까지는 개입하지 않는 기존의 안전 규제 모델에서 탈피하여 독립성을 훼손하지 않는 한도에서 안전 규제 기관이 조기에 적극적으로 개입하는 것이 바람직하다는 의견을 제시하면서, 바람직한 안전 규제 기관의 역할을 다음과 같이 제안하였다.

- 안전 기준 개발 및 인허가 신청 이전에 제안된 시설의 해당 기준 만족 여부 평가
- 존경받는 규제자가 추진하는

- 공개적·단계적 규제 프로세스
- 규제 기관의 독립성 확보 및 일반인에 대한 설명의 책임
- 국가·지자체·일반인·의사 결정자에게 필요한 정보 제공
- 일반인이 안전 규제의 역할과 활동을 이해하도록 독려하고 공중의 신뢰 획득

일반적으로 고준위 폐기물 처분 사업 초기 단계에서 사업 주관 기관은 처분 개념 설정과 부지 특성 평가를 위한 다양한 전문 분야에 대한 연구 개발에 중점을 두며, 안전 규제 기관은 고준위 폐기물 관리 안전 원칙·철학의 수립과 사업 주관 기관이 수행하는 연구 개발 계획과 결과를 지속적으로 검토하게 된다.

이러한 맥락에서 고준위 폐기물 처분 사업을 추진하고 있는 선진국에서는 처분 사업 착수와 함께 안전 규제 지원 연구도 병행하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 2>는 주요 국가들의 고준위 폐기물 영구 처분을 위한 안전 규제 지원 연구 수행 체계를 보여주고 있다.

안전 규제 지원 연구 수행 체계를 (1) 규제 기관과의 관계, (2) 연구 기간, (3) 규모 등 3가지 측면에서 분류하면, 전속·장기간·대규모형(미국, 프랑스), 비전속·장기간·소규모형(핀란드), 비전속·장기간·소규모형(스웨덴), 비전속·장기간·소규모형(독일) 등으로 세분할 수 있다. 한편 미국, 프랑스, 스웨덴의 경우 안전 규제 지원 연구 수행 기관은



사업 주관 기관과 계약 관계를 갖지 않고 있으며, 핀란드와 독일에서도 연구 주체나 참여자를 분리하는 등 안전규제 지원 연구의 독립성 확보를 강조하고 있음을 알 수 있다.

고준위 폐기물의 장기 안전 관리를 위한 과제들

전술한 바와 같이 고준위 폐기물 장기 관리에 따른 국가 정책과 원칙은 국민적 합의를 도출하기 위한 공론화 과정을 통해 결정될 것으로 예상된다.

물론 현 시점에서 공론화 일정을 예단하기는 어렵지만 사용후핵연료 소내 저장 능력 포화 예상 시점을 고려할 때 늦어도 2010년대 초반에는 가시적인 논의가 시작되어야 할 것으로 보인다.

원자력위원회 의결 사항에 따라 공론화 과정에서 “중간 저장”과 “영구 처분”을 망라한 장기 관리 관련 다양한 의제들이 논의될 것으로 예상된다.

우선 “중간 저장” 관련 의제로는 임시 저장, 중간 저장, 영구 처분 각 단계별 이행 방안과 연계성 확보 문제, 최적 중간 저장 방식(원전 부지별 저장 또는 중앙 집중식 중간 저장) 결정에 관한 사항을 고려할 수 있다.

또한 국내 사용후핵연료의 최종 관리 단계를 “영구 처분”으로 정의할 것인가에 대한 논의와 함께 보다 근본적인 문제로서 국가 후행 핵연

료 주기 방향도 잠재적인 의제가 될 가능성을 배제할 수 없다.

향후 국내의 상황 변화에 따라 많은 불확실성이 상존하는 것이 사실이지만, 최종 관리 단계와 무관하게 필수적인 중간 관리 단계인 사용후핵연료 중간 저장에 관한 방침은 공론화를 통해 반드시 결정되어야 한다.

중간 저장이 최종 관리 단계를 결정하는 데 어느 정도 완충 기간(30~50년)을 제공하는 것은 사실이지만 이를 최종 단계로 볼 수는 없으며, 지속 가능 발전 측면에서 사용후핵연료의 최종 관리 방안에 대한 논의도 함께 이루어져야 할 것이다.

공론화 과정에서 중간 저장 시설의 건설을 전제로 최종 관리 단계에 관한 논의를 유예하자는 의견이 제기될 가능성도 있으나, 영구 처분을 위한 예상 소요 기간을 고려할 때 막연한 논의의 유예는 바람직하지 못하다.

즉, 고준위 폐기물의 최종 관리에 대해서는 공론화를 통해 최소한 최종 관리 단계 결정을 위한 구체적인 로드맵을 확정하고 이를 지속적으로 추진할 수 있는 체계를 구축해야 할 필요가 있다.

공론화를 통한 국가 정책 결정 과정에서 고준위 폐기물 장기 관리 사업 추진 체계의 변화를 예상할 수 있으며, 특히 영구 처분에 대해서는 정부 또는 별도 법인이 사업을 주관하고 처분 비용은 ‘기금’ 형태로 전환될 가능성이 있다.

참고로 일본은 2000년 제정된 “고준위 폐기물의 최종 처분에 관한 법률”에 근거해 NUMO가 처분 사업을 주관하고 RWMC에서 기금을 관리하는 체계를 채택한 바 있다.

사업 추진을 위한 의사 결정 절차에는 다수의 이해 당사자 참여 요구가 제기될 수 있으며, 정부 부처 중에서 과학기술부와 산업자원부가 주관하는 기존 체계에서 유관 부처(예: 환경부 등)의 추가 참여 필요성이 논의될 수도 있다.

한편 부지 선정 및 의사 결정 절차의 변화 요구는 부지 선정 단계의 세분화(예: 예비 조사 지역 선정, 정밀 조사 지역 선정, 최종 후보 부지 선정 등)와 시설 인허가 단계의 세분화(예: “건설·운영 허가” 체계에서 건설 허가와 운영 허가를 분리)로 가시화될 수 있다.

위에 기술한 일련의 논의 사항들은 궁극적으로 미국의 NWPAA나 프랑스의 “방사성 물질 및 방사성 폐기물의 지속 가능한 관리 계획법”과 같은 형태로 법제화될 가능성이 클 것으로 보인다.

안전 규제 분야에서도 방사성 폐기물 관리의 새로운 패러다임에 따른 다양한 변화 요구가 제기될 수 있다.

안전 규제 기관은 향후 공론화 과정에 직접 참여하거나 또는 간접적으로 의견을 제시할 수 있을 것이며, 따라서 방사성 폐기물 관리의 지속 가능성과 전 과정 안전성 확보 관점에서 고준위 폐기물 장기 관리에 관한 기본 원칙과 입장을 사전에 정립

할 필요가 있다.

공론화를 통해 결정된 다양한 사항들이 법제화될 경우 이를 반영한 새로운 안전 규제 절차를 수립해야 하며, 이는 궁극적으로 원자력 관계 법령의 개정을 수반하게 될 것이다.

이 과정에서 전체 의사 결정 절차에 따른 안전 규제 기관의 최적 개입 시점이나 다수 이해 당사자가 참여하는 사업 체계하에서 안전 규제 기관의 최적 역할 모델에 대한 논의가 예상된다.

또한 장기간 진행될 국가 프로젝트 참여 전략의 일환으로 사업 추진 단계별 소모 자원 및 인력 확보 방안, 안전 규제 연구 수행을 통한 잠재 안전 규제 지원 인력 양성 방안 등을 고려할 필요가 있다.

이외에도 다양한 이해 당사자에 대한 효과적인 정보의 제공 및 대화 참여를 위해 Risk/ Scientific Communicator 인력 양성 필요성에 대해서도 신중하게 검토할 필요가 있다.

국내에서는 고준위 폐기물 장기 관리에 관한 안전 원칙과 성능 목표 등이 결정되지 않았으며, 아직까지 관련 안전 규제 연구가 착수되지 못하고 있다.

이미 1997년부터 수행되고 있는 고준위 폐기물 영구 처분 관련 이용 개발 연구의 효율성을 제고하고 향후 고준위 폐기물 장기 관리에 따른 안전 규제 측면의 사전 대비를 위해서는 초기 단계의 안전 규제 지원 연구를 착수할 필요가 있다고 본다.

안전 규제 지원 연구의 수행 모델

은 일관성과 연속성 확보를 위해 “전속-장기간형”이 바람직하며, 그 규모는 원자력발전소 호기 수와 사용 후핵연료 누적량 등을 고려할 때 미국 및 프랑스(대규모형)와 스웨덴(소규모형)의 중간 형태를 고려할 수 있다.

또한 안전 규제 지원 연구의 독립성을 강조하고 있는 해외 사례를 고려할 때, 국내 사용후핵연료 안전 규제 지원 연구 수행 기관은 사업 주관 기관의 수탁을 받지 않도록 제한하고 사업 주관 기관으로부터 수탁 연구를 수행중인 기관에 대해서는 안전 규제 지원 연구 참여를 제한하는 것이 바람직하다.

고준위 폐기물 영구 처분을 위한 안전 규제 지원 연구를 장기적이고 체계적으로 수행하기 위해서는 연구 계획의 수립·조정·평가 체계를 효율화할 필요가 있다.

이와 관련하여 안전 규제 지원 연구 수행 기관이 자체적으로 장기적인 연구 계획을 수립하고, 이를 안전 규제 기관 또는 제3의 자문 기구(사업 주관 기관 배제)가 검토·승인·평가하는 체계를 고려할 수 있으며, 고준위 폐기물 안전 규제 지원 연구는 다른 과제와 구분하여 별도의 과제로 추진하는 것이 바람직할 것이다.

결론

이미 중·저준위 폐기물과 사용 후핵연료의 안전한 임시 저장 체계

를 구축하고 있는 우리나라는 2005년 11월 중·저준위 폐기물 처분 시설 최종 후보 부지를 선정함으로써 원자력 에너지와 방사선 이용의 지속 가능성을 한 단계 제고하였으며, 이제는 지속 가능한 방사성폐기물 관리를 위한 과제로서 “고준위 폐기물의 장기 관리 체계 구축”을 남겨두고 있다.

앞으로 예정된 사회적 공감대 형성을 위한 공론화는 사용후핵연료의 발생·저장부터 최종 관리 단계까지 망라한 전 과정 안전성을 확보할 수 있는 소중한 기회로서, 이를 통해 사용후핵연료 중간 저장에 관한 구체적인 이행 방안이 결정되고, 고준위 폐기물 최종 관리 단계가 확정되거나 최소한 이를 위한 구체적인 로드맵이 결정될 것으로 기대된다.

“고준위 폐기물의 장기 관리”라는 과제를 해결하는 과정에는 지금까지 국내 원자력 산업계가 경험하지 못했던 많은 환경과 여건의 변화가 예상되며, 공론화 결과에 따라 그 가변성과 불확실성이 매우 크다고 할 수 있다.

그러나 점차 증가되고 있는 사용 후핵연료 발생·저장량과 부지 내 저장 능력의 한계를 고려할 때 다양한 분야에서 장기적이고 체계적인 사전 준비가 필요한 시점이라고 하겠다. ☎

(radwaste@kins.re.kr)