

유카산 고준위방사성폐기물 처분사업의 부지환경 현안과 교훈

이현우, 임창복, 김상윤

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 34

heanu@kins.re.kr

1. 서론

사용후핵연료를 포함한 고준위방사성폐기물(이하 고준위폐기물)의 처분을 위하여 지난 20여 년간 유카산부지에 투입한 국가적 노력과 엄청난 사업예산(약 70억 달러 이상)에도 불구하고 미국의 고준위폐기물의 '처분'은 아직 시작을 못하고 있으며, 최근 새 정부의 정책 선회로 인하여 유카산처분사업은 그 존재의 향방조차도 예측하기 어렵게 되었다[1]. 이 연구에서 우리는 미국 유카산 고준위폐기물 처분사업에서 드러난 부지환경관련 주요 기술적 현안을 정리하여 국내의 고준위폐기물처분안전성 확보를 위한 장기적인 계획에 참고하고자 하였다.

2. 본론

미국은 최소 5곳의 후보부지 중 3개 부지를 대통령에게 추천한 후 최종적으로 1개 부지를 결정하도록 한 방사성폐기물관리법(Nuclear Waste Policy Act, NWPA 1982)에 따라 9개의 부지 가운데 3개의 후보부지를 선별해 놓은 상태에서, 1987년 추가적인 부지 선별작업 없이 유카산을 유일한 후보부지로 결정하는 개정법(Nuclear Waste Policy Amendments Act 1987)이 미 의회를 통과하였다. 그때부터 이 사업은 유카산이 위치해 있는 유타주의 강한 반발을 사게 되었는데, 유타주를 중심으로 다양한 분야의 과학자들이 부지특성을 포함하여 유카산 지역에 관한 다양한 조사와 분석을 통하여 고준위폐기물처분장으로서 해결해야 할 기술적 문제점들을 제기해 왔으며, 그 중 일정 부분에 대한 명쾌한 답을 에너지부(DOE)는 내놓지 못하고 있다[2,3].

고준위폐기물 처분장으로서 유카산의 타당성 논란의 중심에는 여러 가지 요인들이 있다. 우선, 주요 현안으로 논의되고 있는 부지환경요소로는 기후변화에 따른 지하수환경 예측, 지하수유동모델 검증/실증, 화산활동, 지하수화학적변화의 변화에 따른 공학적방벽의 열화, 지체구조운동에 따른 지표변형작용 가능성 등이 있다[4]. 또한, 이들 각각의 부지환경요소들이 폐쇄후 수만에서 수십만 년에 해당하는 긴 시간 동안 어떻게 진화해 나갈 것인지, 이들 요소간의 상호작용으로 인한 영향은 어떤 것이 있는지, 부지환경요소가 고준위폐기물을 포함한 공학적 방벽과 어떻게 반응할 것인지 등에 대한 예측의 어려움을 들 수 있다. 그리고 무엇보다도 이러한 상호 복합적으로 연동되는 반응을 평가하는 과정에서 상당 부분은 모델링과 외삽에 의지할 수밖에 없었던 현실과, 그러한 과정에서 적용된 가정과 평가결과에 내재된 불확실성이 가장 큰 요인이라 할 수 있겠다[2,3].

미국원자력규제위원회(USNRC)는 NWPA(1982) 및 개정법(1987)에 따라 정규 인허가 절차에 앞서 유카산 처분장 부지특성에 관한 사전검토를 수행하였다. USNRC는 이 과정에서 복잡하거나 불확실성이 커 본 심사 과정에서 타당성의 입증에 많은 시간이 소요될 수 있는 기술현안사항(Key Technical Issues, KTIs) 도출하였는데, 화산활동에 의한 처분장내 마그마의 관입, 단층활동성과 지진안전성, 근계영역에서의 지화학적 환경의 진화, 지하수유동특성, 고준위폐기물에서 발생하는 열에 의한 지하수 흐름 특성의 변화, 핵종이동에 영향을 주는 처분장내 지화학적 과정, 종합성능평가의 성능과 신뢰성검증 등에 관한 9개의 현안범주들이 그것이다[5]. 이들 현안의 해결을 위하여 DOE가 최종 허가 전에 반드시 해결하여야 하는 세부 이행 조치에 관한 293개의 합의사항을 도출하였으며[5], 이들 중 많은 부분이 종결된 상태이나 남은 반 이상은 아직 본 심사 과정에서 확인되어야 하는 상황이다[6]. 미국의 이러한 국가적인 사업의 지연은 정치, 정책, 과학, 공학적인 측면에서 다양한 이유가 서로 역학적으로 작용한 결과이겠지만, 그 중심에는 고준위폐기물이 자연상태로 돌아가는데 필요한 지질학적 시간(길게는 처분 후 수십만 년) 동안 자연계에서 발생할 수 있는 현상들에 대한 예측의 불확실성과 그와 관련되어 아직도 밝혀져야 할 여러 가지 과학기술상의 현안들이 있었기 때문이다[2,3].

3. 결론

우리나라에서도 머지않아 고준위폐기물에 관한 논의가 본격적으로 시작될 것으로 예상된다. 고준위폐기물 처분사업은 불확실한 자연계의 수십만 년 미래를 예측해야하는 만큼, 부지환경과 자연특성에 대한 많은 기초자료와 이들을 최대한 사실적으로 평가할 수 있는 평가방법이 마련되어야 하며, 그만큼 사전준비가 철저해야할 것이다. 그 첫 단계로 미국의 유카산 사례를 포함하여 해외의 고준위폐기물처분장의

부지환경과 관련된 여러 안전현안사항들을 분석하여 구체적인 예상현안사항들을 체계적으로 정리하는 것이 필요하며, 이를 바탕으로 중장기적인 연구를 통하여 해결책을 준비해 나가야 할 것이다.

참고문헌

- [1] World Nuclear News (2009) Obama dumps Yucca Mountain. February 27. <http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=24743>.
- [2] Macfarlane, A.M. and Ewing, R.C. (2006) Uncertainty Underground: Yucca Mountain and the Nation's High-Level Nuclear Waste. MIT Press, 431p.
- [3] 이현우, 노명현, 박강섭, 박동극, 박진용, 서은진, 신호상, 심택모, 이관희, 이상국, 이윤근, 임창복, 장병욱, 정승영, 최호선, 현승규, 우남철, 장윤득, 박성은, 박상훈, 김천수, 배대석, 김용제, 채병곤 (2009) 고준위폐기물처분과 부지환경: 유카산 프로젝트의 이해. 한국원자력안전기술원, 427p.
- [4] OCRWM (2002) Yucca Mountain Site Suitability Evaluation. Department of Energy. DOE/RW-0549.
- [5] USNRC (2005) Integrated Issue Resolution Status Report. NUREG-1762.
- [6] USNRC (2008) Resolution of Key Technical Issues for High-Level Waste Disposal. June. <http://www.nrc.gov/waste/hlw-disposal/reg-initiatives/resolve-key-tech-issues.html>