



‘플루토늄 광산’ 그리고 ‘핵연금술’

주 승 환

기술사(방사선 관리) · 원자력공학 박사

유 럽 중부 내륙에 위치한 체코슬로바키아는 동서로 길게 뻗친, 동쪽의 체코와 서쪽의 슬로바키아가 연방을 이룬 한 국가이다. 그 북쪽 국경에 카르파티아(Carpathia) 산맥이 북서쪽으로 구부러진다. 프라하에서 약 60여 마일 떨어진 곳에서 그 산맥은 다시 남서쪽으로 방향을 바꾸어 체코슬로바키아와 독일 사이를 가로지르는 낮은 산맥을 이룬다. 이곳을 독일어로 광맥산(Erzgebirge)이라 부른다. 이곳에서 중세 때부터 철광을 많이 캐냈었다. 이곳은 독일 철광 산업 발전에 큰 기여를 하였다.

1516년 폰 슈릭(von Schlick) 백작의 영지에 있는 요아킴스탈(Joachimsthal)에서도 풍부한 은광맥이 발견되었다. 슈릭 백작은 즉시 광산을 자기 소유로 만들고, 1519년 그의 명령으로 거기서 캐낸 은으로 요아킴스탈러(Joachims

thaler)라는 은전을 만들었다. 그 은전의 이름을 탈러(Thaler)라고 줄여서 불렀다. 이것이 1600년경에 영국으로 건너가 달러(Dollar)가 되었다. 지금 미국의 화폐 단위인 달러는 요아킴스탈 광산에서 나오는 은에서 유래하게 된다(1).

우리가 살고 있는 지구 위에는 표제로 쓴 ‘플루토늄 광산(plutonium mine)’ (2)이란 없다. 당연히 그런 말조차 처음 듣는다. 하지만 우린 그런 말이 앞으로 필요하게 될 그 일을 지금 해야 한다. 태운 원전 연료를 그대로 한 곳에 묻어둔다면, 그 곳이 바로 우리 후손들이 캐낼 미래의 플루토늄 광산이 될 것이다.

그리고 이와 다른 또 한 쪽의 방사성 핵종들의 처분 기술인 ‘핵연금술’ (3)도 새로운 낱말이긴 마찬가지다. 이 기술은 태운 원전 연료봉들을 재처리하여 거기에 들어있는 핵종들 중 수십만 년이나 되는 긴 수명인 것들을 골라 파쇄시켜 짧

은 수명의 핵종들로 변환시킬 새 기술이다.

우리가 잘 알고 있는 연금술은 고대 이집트에서 시작된 원시적인 화학 기술이며, 유럽 과학자들은 이 기술을 현대적인 화학 기술로 발전시켰다. 구리·납·주석 등의 보통 금속들을 금이나 은의 귀금속으로 만들자던, 그 ‘연금술’을 원자핵을 처분할 기술(핵변환 기술)(4)에 빗대어 붙인 이름이다.

이 두 낱말들은 지금 우리 국민들이 흥역처럼 앓고 있는, 태운 원전 연료 처분에 관한 두 가지 방식들(폐기할 것인가? 재처리할 것인가?)을 각각 대표한다. 필자는 이 글에서 우리의 태운 원전 연료봉들의 처분 방식들에 관한 얘기들을 쉽게 풀어보려고 한다.

플루토늄 원소란?

우라늄을 원자로 속에서 태우고



나면, 지구에 없던 새로운 원소들이 생긴다. 원자번호 94번인 새로운 플루토늄 원소(Pu)도 그들 중의 하나다. 미국 로렌스 버클리 연구소 글렌 시보그 교수가 처음 발견했다(그러나 예외적인 경우도 있다. 지질 시대인 17억년 전에 아프리카 가봉의 우라늄 광상이 생기고 나서 그 때 우라늄-235가 천연에서 핵폭발을 일으켰다(5)). 지금도 거기에는 플루토늄의 흔적은 남아 있다. 긴 지질 시대를 거쳐오면서 대부분의 플루토늄은 없어졌기 때문이다).

천연에 있는 방사성 동위원소들은 원자번호 92번인 우라늄까지이다. 이들은 대체로 붕괴 계열을 이룬다. 우라늄-238이 붕괴하여 한 세대를 이룬 것을 우라늄 계열, 토륨-232의 경우 토륨 계열, 그리고 우라늄-235의 악티늄 계열 등 3가지 계열을 이룬다. 플루토늄은 마지막 악티늄 계열에 포함된다.

원자력산업에서 생기는 핵종들은 제4세대 방사성 핵종들로 분류되기도 한다(6). 우라늄보다 원자 번호가 큰 원소들은 '초-우라늄 원소'라는 이름이 따로 붙는다. 이들은 모두 플루토늄처럼 원자로 속에서 우라늄 연료를 태울 때 우라늄의 연료 때문에 생겨나는 것들이다.

적합한 부지를 찾느라 애쓴 고충

우리는 줄잡아 20여 년 동안을

원전에서 생긴 방사성 쓰레기들을 어떻게 처분할 것인지에 매달려 연구하고 토의하였다. 처분장의 선정 사업을 주도했던 한 담당자가 2년 전에 쓴 글(7)에서는 지난 5차례의 사업 추진 자료들을 정리하면서, 모두 실패했던 원인들을 자세히 분석했다.

그에 따르면, 우리 원자력위원회는 동해안 일원(1986~1989), 안면도(1990년), 양산군 장안읍과 울진군 기성면(1993~1994), 그리고 굴업도(1994~1995)까지 거쳐오는데 10여 년을, 지정해서 그리고 다시 폐지하기를 거듭했다.

그 이후도 계속하여 후보지 유치 공모(2000.7~2001.6), 그리고 예비 후보지 4곳 결정(2003년 2월 4일)까지 3년을 더 오래 관계 주민들과 신경전을 폈다.

사업을 추진한 담당자들에게는 마치 전쟁터의 군사 작전과도 같았을 것이다. 아직도 전쟁은 끝나지 않고 계속되고 있다. 그들의 노고를 과소 평가해서도 안될 것이다.

실무적인 일이야 위원회를 구성하는 위원들이 직접 하지는 않겠지만, 어찌됐건 그런 일들 때문에 원자력산업의 국가 최고 의결 기구인 우리 원자력위원회의 권위와 위상도 여지없이 구겨지고 말았다. 왜 그런 일이 5번이나 반복된 것인지(?), 정말로 필자는 안절부절못하고 가슴속이 답답하다.

〈원자력산업〉지의 작년 호에 실린 한 보고서(서울대 심리학과의 한 조교수(8))는 우리 나라 위원회들의 허구성을 다음과 같이 지적하고 있다. "미루기 전략은 가끔 아주 교묘한 방법으로 합리적인 채 위장되어 나타나기도 하는데, 대표적인 것이 바로 '위원회'를 구성하는 방법이다".

그리고 차제에 꼬집힐 또 하나는 정부가 낸 '방사성 폐기물' 추진 사업에 관한 광고(9)인데, 정부도 유치할 지역 주민들에게 엄청난 선심공세와 인센티브(유치 지역에 양성자 가속기를 유치할 경우, 가산점 그리고 한수원(주) 본사 이전 등) 약속 광고를 신문에 대문짝 만하게 싣고 있다. 마치 로또 복권 당첨금 액수만큼 필자의 정신을 홀린다.

왜 그토록 많은 10명의 장관님들 명의의 광고주가 거기에 줄을 서야 했었는지도 필자의 머리로서는 이해하기 어렵다. '참여 정부'라서 그랬는지 그 사정은 잘 모르겠지만, 필자의 눈에는 해당 지역 주민들의 방사성 쓰레기들에 대한 의혹만을 더 심화시켜 부풀리게 만든 것으로 보인다.

이렇다 보니, 그 동안 처분할 부지를 어디에 정할 것인가에 온 국민들의 시선들과 관심들이 쏠렸었다. 그래서 가장 관심을 쏟아야 할 처분 방식에 대한 온갖 논의들은 뒷전으로 밀려났다.

전문가의 눈에는 국민적인 합의를 이끌어내야 할 처분 방식의 선택이 처분 장소보다도 더 중요한 일로 비춰지나, 상영할 영화 내용보다도 요란스러운 극장의 걸치장을 더 우선하는 꼴이 되고 말았다. 이제부터는 태운 원전 연료의 처분 방식에 관한 논의를 시작해야 한다.

**방사성 쓰레기들을 다름에서
‘보관’과 ‘처분’의 차이**

먼저, ‘보관(storage)’ 그리고 ‘처분(disposal)’이란 낱말들의 쓰임새부터 알아보자. 앞쪽이 앞으로 처분시킬 구체적인 계획을 가진 조치라면, 뒤쪽은 앞으로 아무런 조치 계획이 없는 것으로 구별한다(10).

태운 원전 연료를 다룰 경우, ‘핵연금술’을 써서 앞으로 처분할 계획이 있는 것이므로, 임시 저장의 개념인 ‘저장’이나 ‘보관’이라 가려 써야 할 것이며, 중·저준위의 방사성 쓰레기의 경우는 단순히 버릴 물질(폐기물)이므로 ‘처분’으로 써야 할 것이다.

정부가 낸 광고문(2003년 4월 21일)에는 ‘방사성 폐기물’ 관리 시설이란 용어를 썼다. 짧은 글에서도 그 낱말이 16회나 나왔다. 필자가 살펴본 관련 낱말들의 쓰임새로 보면, ‘폐기물’이란 용어는 어딘가 미흡한 것으로 판단되고, 그 낱말을 재활용의 개념도 함께 담고 있는 우

리말의 ‘쓰레기’로 고친다면, 그 뜻이 보다 명료하고 한정될 것으로 생각된다.

그 까닭은 거기서 뜻하는 ‘방사성 폐기물(방사성 쓰레기)’들은 중·저준위를 우선 처분하게 될 것이고, 뒤이어 태운 원전 연료봉들을 임시 보관할, 양쪽을 모두 수용할 용지가 되기 때문이다. 태운 원전 연료의 경우, 우리는 고준위 방사성 쓰레기로 취급한다. 우리의 고준위에 관한 기준은 관계 연구소가 이를 추진하고 있다(11).

중·저준위 쓰레기와 그의 처분

중·저준위 쓰레기를 구분하는 기준은 고준위의 기준에 따라 정해진다. 낱말 그대로 원자력 사업에서 생긴 방사성 쓰레기의 범주에 속한 것일지라도, 우리 원자력법에 따라 의무적인 관리 대상이 아닌 것은 극-저준위란 낱말을 쓴다.

고준위와 극-저준위 그 사이를 차지할 대상이 중·저준위이다. 그래서 이들은 재활용 쓰레기가 아닌, 아무 쓸모 없는 물질이므로 처분할 대상인 ‘폐기물’이다.

앞의 설명처럼, 우리 정부의 발표에서는 방사성 쓰레기(‘방사성 폐기물’)의 처분장은 중·저준위를 먼저 처분하고, 그 다음 태운 원전 연료봉들을 같은 부지 안에 보관 관리할 계획인 것으로 알려진다.

필자 생각은 중·저준위 방사성 쓰레기의 처분에서는 먼저 처분할 장소가 지정되고 나면, 뒤따라 관련 시설물들을 건설하고 사후 관리하는 데 크게 문제될 것이 없으리란 판단이다.

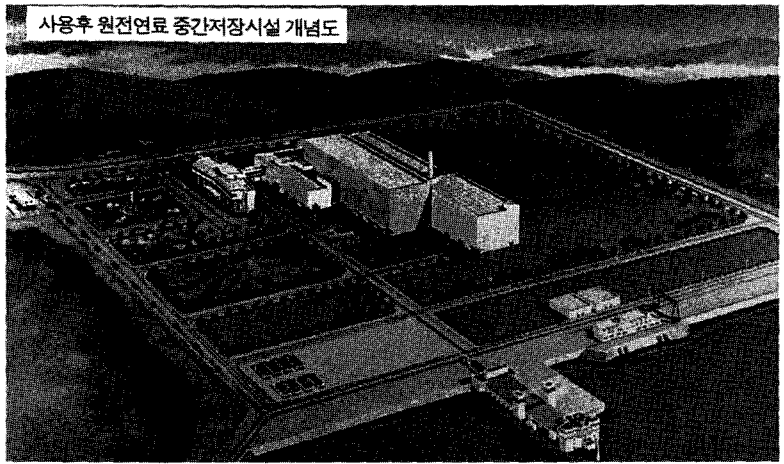
중·저준위 방사성 쓰레기를 처분할 방식은 현재 두 가지로 추진되고 있다. 즉, 공학적 천층 처분(engineered near-surface disposal) 또는 동굴 처분(mined cavity disposal) 방식이 예정돼 있다. 부지 안의 지질 특성에 따라 처분 방식을 결정하게 될 것이다(12).

그 외에도 우리는 그런 쓰레기들을 고화체로 만들어 보관고(vault)에 자동화 시설로 앉힐 자리로 옮긴다는 계획도 포함된다(13). 중·저준위 쓰레기를 유리로 만들어 보관하자는 제안(12)은 방사성 물질들을 가둘 이상적인 대책인 것은 확실하지만, 그 공정에 소요될 비용이 너무 높아 경제성이 없을 것이다.

우리는 국제 워크숍을 유치시켜 중·저준위 방사성 쓰레기를 처분할 방식들에 대한 선진 기술의 정보와 사례들을 미리 타진해 볼 기회가 있었다(13). 미국·영국·프랑스·캐나다, 그리고 스페인 등 5개국으로부터 전문가들이 참가하여 우리 전문가들과 같이 각국의 처분 시설에 관한 설계 그리고 운영, 안전성 평가, 그리고 인허가 등에 관한 발



사용후 원전연료 중간저장시설 개념도



태운 원전 연료봉들을 다루는 관계 기관들이 쓸 용어는 '폐기물 처분 장소(처분장)'가 아닌, '중간 저장소(또는 보관소)'란 낱말이 어울린다.

표와 열띤 토론이 있었다(14).

중·저준위 방사성 쓰레기를 처분할 사업의 실무를 맡은 관계 사업자는 그 동안 해외 사례 연구와 국제 세미나를 통해 그 일에 관한 구체적인 건설 자료들, 방식들 그리고 기술들을 충분히 확보한 것으로 알려진다.

태운 원전 연료의 기준과 그의 처분

앞의 설명처럼, 우리는 태운 원전 연료봉들을 고준위 방사성 쓰레기로 취급한다. 그렇다면 고준위 방사성 쓰레기에 대한 우리의 기준이 마련돼야 할 것이다. 아직 그에 대한 기준이 마련된 바 없으므로 국제적으로 잘 알려진 미국과 유럽 몇 나라들이 기준으로 채택하여 쓰고 있는 고준위 방사성 쓰레기의 정의를 살펴보자.

고준위는 앞의 설명처럼, 태운 원전 연료봉들을 재처리할 때 생기는 초우라늄 원소들이다. 이들이 튀겨내는 방사선은 크게 문제되지 않는 것들도 많다. 그 까닭은 이들 중 약 98%의 핵종들이 약한 방사선을 튀겨낸다.

그러므로 방사선의 세기로는 고준위를 따질 기준이 될 수 없다. 그 기준은 반감기 20년 이상의 어떤 특정한 방사성 동위원소들이 그 물질 속에 들어 있는 양을 따져야 한다.

방사성 쓰레기 속에 포함된 한 알파 입자의 세기가 쓰레기 단위 무게(g)마다 100 나노퀴리(1 퀴리는 어떤 한 원자핵이 초마다 3.7×10^{10} 번 쪼개지는 희수임)보다 센 것은 고준위, 그리고 그보다 약한 것은 저준위이다.

어떤 고준위는 맨손으로 만져도 방사선의 장애가 거의 없는 그룹들도 많다. 이들은 특별히 겹포장에 CH(contact handled)라는 표식을 붙여놓는다. 손으로 만질 수 없는 것은 RH(remote handled)로 표시한다.

고준위의 바탕 개념은 원자핵의 분열성 물질의 특성에 따라 붙여진 것으로 알고 있다. 태운 원전 연료를 재처리하면서 부산 물질로 생겨나는 핵종들이 갖는 개별 방사능의 양과 그들이 쪼개질 때 생길 열량에 바탕을 두고 정한 것이다.

우리는 태운 원전 연료를 재처리하지 아니하므로 고준위 쓰레기란 태운 원전 연료봉들과 앞으로 수명이 다한 원자로의 해체에서 나올 원자로의 노심을 이뤘던 물질들에 한정된다.

우리의 태운 원전 연료봉인 경우

는 보관인지 처분인지는 정책 방향이 명확하지 않다. '방사성 폐기물 관리 시설'이라고 광고했으나, 중간 저장이 아닌 처분으로 봐야 하지 않을까? 우선 우리가 처분을 급히 서둘러야 할 대상은 중·저준위 방사성 쓰레기 쪽이다. 그래서 정부는 급한 쪽에 우선 순위를 두고 가장 무난한 '...폐기물 관리 시설'이란 용어를 쓴 것 같지만, 여기서도 문제는 있다.

중·저준위 방사성 쓰레기는 버려야 할 대상이다. 어차피 버릴 대상을, 일정 기간 동안 관리 대상으로 취급하다가 그대로 폐기할 바에야 관리란 난센스이다. 대신, 감시할(monitoring) 대상으로 봐야 한다.

한 자료(15)에 따르면, 우리의 태운 원전 연료 처분에 관한 국가 정책은 2001년까지 결정되지 아니하여, "정책 결정시까지 중간 저장을 원칙으로 하고 있다"고 한다. 그렇다면, 아직 우리의 태운 원전 연료봉들은 버릴(폐기) 대상이 아닌, 보관(저장) 관리할 대상이다.

그 정의대로라면, 우리의 태운 원전 연료봉들을 다루는 관계 기관

들이 쓸 용어는 ‘폐기물 처분 장소 (처분장)’가 아닌, ‘중간 저장소(또는 보관소)’란 낱말이 어울린다. 보관이나 처분이라는 낱말 자체의 뉘앙스는 보통 사람들이 혼돈해 쓴다고 크게 문제될 게 없다. 하지만 정부의 공식 발표는 문제가 될 틈새가 있다. 중심이 될 용어들부터 먼저 정의를 해줘야 혼란을 피할 수 있을 것이다.

북한이 2003년 4월 19일 태운 원전 연료 재처리 발언에서 국제적인 망신을 자초한 것도 국제적으로 통용되는 용어 구사의 문제일 것이다.

최근 한국원자력연구소의 한 연구팀은 태운 원전 연료 처분에 관한 해외의 연구 사례들 중의 하나인 핀란드의 온칼로(Onkalo) 프로젝트를 소개하였다(16). 핀란드는 땅속 깊은 데 분포된 결정질(화강암질) 암반에 태운 원전 연료를 영구 처분할 계획으로 연구 사업을 추진하고 있다.

온칼로 부지는 그런 목적에 적합한 지질을 갖춘 곳이다. 거기에 한 실증 실험 시설을 건설하여 연구중에 있다. 그 보고서는 앞으로 우리의 태운 원전 연료 처분에서 우리의 지질 조건과 닮은 모양새인 그곳에서 이뤄질 처분 기술을 벤치마킹할 목적을 가지고 사례 조사를 한 것으로 설명한다. 앞으로 우리는 그곳으로부터 태운 원전 연료 처분에 관

한 많은 기술 자료들을 벤치마킹할 것으로 예측된다.

핀란드는 1977년 원자력 발전을 시작할 당시부터 태운 원전 연료의 영구 처분에 관한 정책도 함께 추진했던 것으로 알려진다. 그리고 그 이듬해부터 발생 사업자가 처분 비용을 부담했던 것도 우리와는 전혀 달라, 우리가 본받았어야 했을 모습이다.

우리의 후보지 선정에서 경험했던 것처럼, 거기에서도 10여 년 동안 전국을 대상으로 5곳의 적정 지역을 골라냈으며, 1987년 그들 중에서 3곳, 그리고 로비사 지역 주민들의 유치 희망에 따라 1곳을 추가, 모두 4곳을 후보지로 지정하였다. 여기까지는 우리의 경험과 처분 개념의 코드가 맞아떨어진다. 그들 중 한 곳인 올킬루오토가 지방 의회를 거쳐 2001년 5월 태운 원전 연료 최종 처분 부지로서 핀란드 의회를 통과했다.

핀란드는 거기에다 2004년 태운 원전 연료 처분에 관련된 연구 시설의 건설에 착수하여 2010년까지 건설과 운영을 같이 수행하면서 최종 안전성 분석 보고서(FSAR) 작성에 필요한 자료들을 도출해 낼 것이다.

핀란드는 기본적으로 스웨덴이 개발한 원형 처분 모델(17)을 모방하고, 국제 공동 협력으로 자국의 처분 기술을 개발하고 있다. 현재까지 알려진 그 시설의 디자인은 작업

안전성을 고려하여 수직 샤프트를 뚫고, 그리고 따로 진입 동굴을 1/10 경사로 높이 6 m, 폭 5.5 m, 총길이 4km를 굴착하여 바닥은 콘크리트로 타설된다.

만일 앞으로 우리가 핀란드의 온칼로 프로젝트를 벤치마킹할 경우, 우리의 처분장 모습을 전망해 보기는 크게 어렵지는 않을 것이다.

‘핵연료’ 파논의

필자는 핵변환 기술에 대한 개념만 알고 있을 뿐, 이 분야의 전문가가 아니다. 필자는 우리 정부가 지정한 4후보지들 중 한 곳 주민들로부터 질문을 받고, 핵변환에 관한 자료들을 찾아내 그들의 질문에 대한 답으로 글을 썼던 적이 있다(2). 그리고 그에 대한 자료들을 취합하면서 생각해낸 아이디어를 한 편의 논문으로 작성하여 며칠 전에 관련 학회 때 발표한 적이 있다(3).

필자의 위 두 글들을 참고하신다면, 아마도 독자는 필자 수준의 핵변환에 관한 기본 개념들을 이해하게 될 것으로 믿어진다. 여기서는 자세한 내용을 생략한다. 후보지에 거주하는 보통 주민들을 이해시키고 부연 설명을 많이 하여 전문가들에게는 식상할 내용들도 포함된 것임을 양해 바란다.

필자의 논문에서 제안한 요점은 우리도 태운 원전 연료를 재처리할



명분을 스스로 찾아내자는 한 정책적인 건의였다. 이웃 일본의 재처리 명분을 거울삼아 국제 사회가 인정하는 「핵확산금지조약」에 위배되지 않을 방법을 찾아내고, 태운 원전 연료를 군-분리할 기술로서 거기에 남아있는 원전 연료 자원도 회수하고, 미래의 플루토늄 광산을 만들 처분장보다는 플루토늄을 소멸시켜 영원히 우리 지구에서 없앨 방도를 찾아야 한다고 제언했다.

이런 주장은 「한반도 비핵화 선언」에도 위배되지 않을 것이다. 그 까닭은 태운 원전 연료에 포함된 잠재적인 핵-연료 물질인 플루토늄을 원천적으로 소멸시키기 때문이다.

이 글을 쓰면서 중국 베이징 북-미-중 3자 회담 기간(2003.4.23~25)중에, 북한 대표가 미국 대표에게 공개한 북한의 핵보유를 시인한 내용을 언론이 뉴스로 보도했다(18). 만일 그 말이 사실이라면, 1992년 2월에 남북한 사이에 합의한 「한반도 비핵화에 관한 공동선언」은 한 휴지 조각에 불과하다. 뿐만 아니라 우리만이 이보다 앞선 1991년에 발표했던 「한반도 비핵화 선언」도 명분이 없진 마찬가지다.

꼭 지켜야 할 그런 선언들을 지금도 고집할 근거가 없어진 것은 우리에게는 또 다른 국력을 키울 한 기회란 사실을 모두가 깨닫자. ☞

〈참고 문헌〉

1. 문신행, “화성에서 온 방문자들”, 원자폭탄 만들기, 129, 믿음사(1995)
2. 주승환, ‘사용후 원전 연료’와 ‘군 분리 기술’, 원자력산업, 23(4), 39-43, 한국원자력산업회의(2003)
3. 주승환, “태운 원전 연료 처분에 따른 긴 수명 핵종들의 군-분리 필요성”, 대한방사선방어학회 2003년도 춘계 학술발표회 논문집, 404-408, 개최일: 2003. 04. 25., 원자력의학원, 서울(2003)
4. 최병호, “양성자 가속기 시스템”, 원자력산업, 19(8), 35-41, 한국원자력산업회의(1999).
5. 오희필, 『17억 년 전의 원자로』, 118, 전파과학사 발행(1993)
6. 주승환, 제원목, “제4 방사성 동위원소들”, 라돈 방사능과 생활 환경, 50, 계축문화사(1995)
7. 남장수, “한국의 방사성 폐기물 처분장 확보 사업 및 국민 수용성”, 원자력산업, 21(10), 28-36, 한국원자력산업회의(2001)
8. 최인철, “중·저준위 방사성 폐기물 처분장 건립에 관한 사회·문화적 요인들”, 원자력산업, 22(1), 한국원자력산업회의(2002)
9. 중앙일보, 2003. 4. 21, 31쪽을 포함, 중요 일간 신문들에 광고
10. C. Starr, “핵확산 방지를 위한 사용후 연료의 국제적 관리”, 원자력산업, 20(11), 29-34, 한국원자력산업회의(2000)
11. 이진재, “중저준위 방사성 폐기물 처분장의 해외 현황 및 방사선 안전 목표”, 대한방사선방어학회 2003년도 춘계 학술발표회(구두 발표 자료에서 제시), 개최일: 2003. 04. 25., 원자력의학원, 서울(2003)
12. 송명재, “방사성폐기물 관리 및 대책”, 대한방사선방어학회 2003년도 춘계 학술발표회(구두 발표 자료에서 제시), 개최일: 2003. 04. 25., 원자력의학원, 서울(2003)
13. 박현수, “원자력폐기물 관리 시설의 건설계획”, 원자력산업, 15(12), 54-59, 한국원자력산업회의(1995)
14. 장인순, “세계의 중·저준위 방사성폐기물 천층처분 기술”, 원자력산업, 17(12), 10-18, 한국원자력산업회의(1997)
15. 한태수, “방사성 폐기물의 안전 관리”, 원자력산업, 21(9), 33-39, 한국원자력산업회의(2001)
16. 황용수, 강철형, “원자력산업 및 방사성 폐기물 관리 현황”, 원자력산업, 23(1), 64-78, 한국원자력산업회의(2003)
17. 장인순, “Aspo Hard Rock Laboratory”, 원자력산업, 16(7), 71-80, 한국원자력산업회의(1996)
18. 오영환, “북 ‘핵무기 갖고 있다’”, 중앙일보, 2003년 4월 26일자, 1면 톱기사(2003)