

原子力 에너지

— 그 必要性和 安全性 —

Atomic Energy, Necessity and Safety

(5)

한국전력공사 원자력안전실 제공

7. 環境評價

● 原電의 環境管理

원자력발전소는 放射線의 法定 最大許容 被曝線量보다도 낮은 目標值을 설정하고 이를 지키기 위해 할 수 있는 모든 노력을 기울이고 있다.

이와 동시에 構内外의 방사선이나 방사능 오염도를 측정하고 그 결과를 판단하여 처리하는 작업을 수행하는데 이러한 일련의 설비를 「방사선 모니터링」이라고 하며 이것을 다시 세분하여 「個人被曝 모니터링」과 「環境 모니터링」으로 구분한다.

個人 모니터링은 원자력발전소 종사자로 하여금 휴대용 방사선 측정기를 휴대케 함으로써 개인의 피폭선량을 확인하고 안전을 도모한다.

環境 모니터링은 원자력발전소 주변 20km 반경내의 요소요소에 방사선 측정장치(모니터링 포스트)를 설치하여 방사선이 기준치 이상으로 올라가면 자동으로 경보신호를 발하게 되어 있다.

또 환경방사선 감시요원은 정기적으로 주변의 農作物, 토양, 광물, 식수, 곤충, 해초류, 어패

류, 대기, 해수 등의 시료를 채집하여 방사능 농도를 측정하며 그 결과를 기록하고 정부기관에 보고한다.

뿐만 아니라 이러한 原電의 환경평가 작업은 정부기관의 엄중한 심사와 승인을 받고 있으며 국제원자력기구와 국제방사선방호위원회의 계속적인 조언과 감시하에 운영되고 있다. 우리나라의 원자력발전소는 원전 종사자의 연간 방사선 피폭선량은 5,000밀리렘, 환경방사선은 연간 5밀리렘 이하를 목표치로 정하고 있다.

● 溫排水의 영향

原子力發電所에서는 원자로 내에서 핵연료가 핵분열할 때 발생하는 熱로 증기를 만들고 그 증기의 힘으로 터빈·발전기를 돌려 발전을 한다.

이 역할을 끝낸 증기는 復水器로 보내어져 거기서 冷却되어 본래의 물로 환원되고 펌프에 의하여 다시 증기발생기로 보내어지며, 이러한 일을 수행하는 復水器는 冷却用으로 많은 물을 필요로 하는데 이 냉각수로는 海水나 강물이 이용된다.

발전소에 들어온 海水는 復水器의 증기를 냉



〈모니터링 포스트〉

각시키는 과정에서 열을 받아取水 때의 온도보다 약 7℃정도 높아지는데 이 물은 다시 바다로 방출된다.

이것을 溫排水라 하며 이러한 溫排水는 原子力發電所뿐 아니라 火力發電所나 其他의 産業施設에서도 배출되고 있다.

原子力發電所에서 나오는 溫排水는 바다의 온도나 海流의 흐름에 변화를 가져와 魚群이 몰려오지 않거나 水産業에 해를 끼칠 것으로 생각하는 사람이 더러 있는 것 같다.

그러나 이 온배수로 인한 수온이나 해류의 변화는 排水口 근처를 제외하면 거의 찾아볼 수 없으며 魚群이 모이고 안모이는 데 별 영향을 끼



〈환경감시 광경〉

치지 않는다.

海水의 온도는 지역과 계절에 따라 서로 다르나 우리나라 海水의 온도는 대체로 5℃~28℃ 사이를 오르내리고 있다.

溫排水는 해수에 비하여 비중이 적기 때문에 해면으로 얇게 퍼져 나가면서 주위의 찬 바닷물에 섞여 급속히 냉각된다.

온배수는 排水口에서 멀어질수록 처음의流速을 잃게 되고 바다의 소용돌이나 물결, 그리고 밀물과 썰물에 따라 흘러가면서 다른 해수와 섞이게 된다.

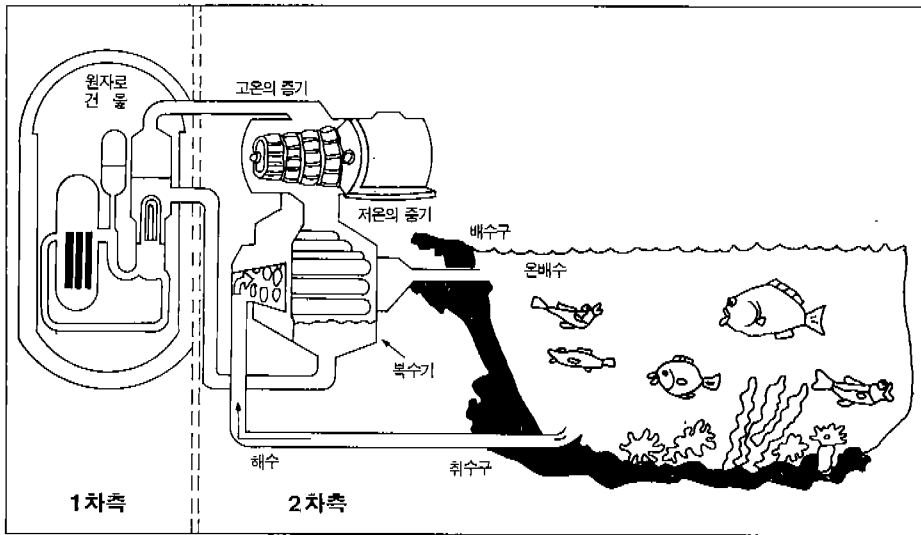
그리하여 排水口에서 100m 정도 떨어지면 주위의 바닷물과 완전히 갈아진다. 또 원자력발전소의 取水口로 들어온 프랑크톤이나 魚卵이 排水口로 나갈 때까지의 사이에 어떤 영향을 받고 있는지를 알아보기 위해 日本에서는 試料를 검사한 결과 얼마간의 프랑크톤이 죽어 있었으나 그 수는 매우 미약하여 온배수가 번져 나가는 領域에서의 프랑크톤 감소는 거의 무시해도 좋은 것으로 밝혀졌다.

더구나 우리나라의 沿近海 魚種은 명태 등 일부를 제외하면 거의가 暖流性魚種이며, 계절에 따른 水溫의 차도 약 21℃ 정도의 큰 차이를 보이고 있으므로 7℃정도의 온배수는 어업에 별 다른 영향을 끼칠 수 없다는 것이 보편화된 정설이다.

다음으로 제기되는 문제가 溫排水에는 放射性 물질이 섞여 있지 않느냐는 물음이다.

원자력발전소에서 방사성물질이 위험시되는 곳은 그림1에서 點線으로 구획한 1차측의 원자로건물 내부뿐이다. 터빈·발전기나 복수기가 설치된 장소는 2차측으로 원자로건물과 엄격히 차단돼 있으므로 일반 화력발전소와 다를 바가 없다.

즉, 取水口로 들어 온 海水는 복수기에 들어가 파이프 속에 있는 증기를 냉각시킨 다음 排水口로 나오게 되므로 방사능 오염지역과 접촉할 수 없으며 따라서 해수의 방사능 오염은 전혀 문제시 되지 않는다.



〈그림 1〉 원자력발전의 온배수 순환도

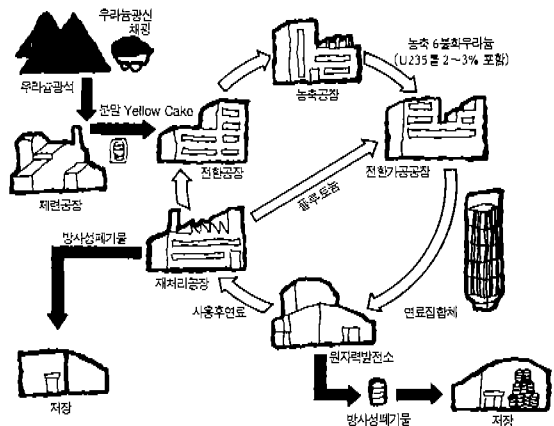
古甲原子力發電所는 이제 10여년 운전경력을 쌓고 있으나 그동안 原電에 의한 환경오염은 전혀 찾아볼 수 없으며 인근 해역에 대한 영향도 예상했던 바 이상의 어떤 변화도 나타나지 않고 있다. 실제로 古甲 1호기의 排水口에서 採取한 海水의 방사능 준위는 1cc당 평균 0.3638 피코 큐리로서 원전 가동 이전과 다름없이 청정함을 보여주고 있다.

● 核燃料週期와 廢棄物管理

核燃料週期

광산에서 채굴된 우라늄 原鑛은 選鑛과 제련 과정을 거쳐 轉換工場으로 보내어진다. 여기서 가스 상태의 6불화 우라늄으로 전환된 후 다시 농축공장으로 보내어져 우라늄 235의 농도를 2~4%로 低濃縮한 분말이 된다. 이를 成型加工工場으로 보내어 담배 필터 크기로 압축한 핵연료 펠렛이 만들어지면 다시 가열하여 단단한 세라믹 형태가 되는데, 이것이 핵연료이다.

이 연료는 다시 지르칼로이라는 특수 합금으로 만들어진 보호관 속에 20~300개씩 정렬시켜 核燃料棒을 만들고 이 연료봉을 묶어 하나의 다



〈그림 2〉 핵연료 주기

발로 만든다. 핵연료의 장전이나 이동 및 再處理 등의 취급단위는 이 核燃料 集合體, 즉 핵연료 다발이 된다.

원자로에 장전된 연료는 1년 내지 3년동안 발전연료로서의 역할을 수행한 후 끄집어 내게 되는데, 이 사용후 핵연료 중에는 아직도 사용할 수 있는 우라늄과 플루토늄이 함유되어 있으므로 再處理工場에서 이들을 분리, 抽出하여 다시 연료로 사용하며 이와 같은 우라늄의 一기:

을 核燃料週期라 한다.

廢棄物管理

원자력발전소에서는 핵분열의 결과로 放射能을 띤 폐기물이 氣體, 液体, 固體의 형태로 남게 된다.

이들 폐기물은 거의가 中·低準位 放射性 廢棄物로서 기체폐기물은 상당기간 동안 발전소 내의 저장 탱크에 모아 두었다가 방사선량을 감소시킨 후 法定規制値 이하로 되었을 때 대기중에 방출한다.

液体 폐기물은 일단 탱크에 모았다가 방사능 수준이 낮은 폐기물은 희석시켜 바다로 내보내고 방사능 수준이 높은 것은 증발기에 넣어 순수한 물은 증발시키고 남은 농축폐액은 특수 드럼통 속에 시멘트와 섞어 넣어 固體化한 후 영구저장조에 저장한다.

固體 폐기물은 잘게 부수어 포장용기에 넣고 밀봉하여 영구 저장한다.

원자력발전소에서 나오는 방사성 물질은 대부분 일정기간 저장하면 방사능 준위가 0으로 떨어지는 半減期 1년 미만의 短壽命 물질이며 극히 소량의 핵분열 생성물은 그 半減期가 30년쯤 되는데, 이러한 오염물은 전체의 10% 이하이다.

使用後核燃料 管理

中·低準位 방사성 폐기물에 대해서는 1995년

12월까지 地中埋立式 영구처분장을 건설하여 그곳에 저장할 계획이며 사용 후 핵연료는 再處理할 것인지 永久處分할 것인지를 國家에서 결정할 때까지 중간 저장관리하되, 中間貯藏施設을 1997년 12월까지 原電敷地 이외의 장소에 집중식으로 건설할 계획이다.

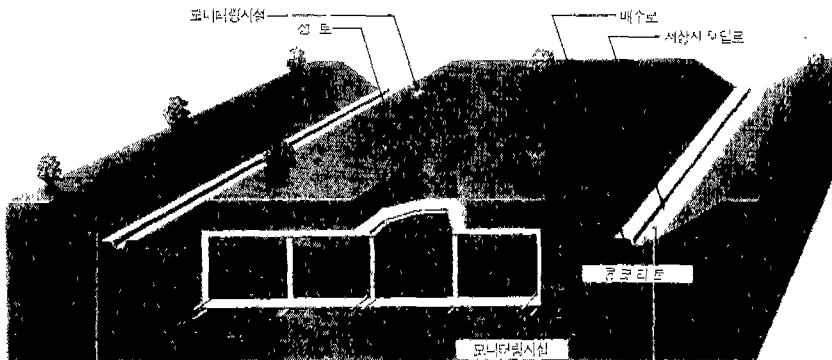
이를 위해 韓電은 일정 금액을 정부에 적립하고 있으며 永久處分施設과 中間貯藏施設의 건설은 한국에너지연구소가 주축이 되어 계획을 마련하고 있다. 이 시설이 완성될 때까지는 原電에서 나오는 中·低準位 폐기물과 사용후 핵연료는 한전이 가지고 있는 原電敷地內的 저장 시설에 보관된다.

● 原子力發電所의 廢爐

原子力發電所의 수명은 약 30~40년이다. 그러나 최근에 이르러 原電의 수명연장연구가 활발히 추진되고 있으므로 그 수명기간은 훨씬 길어질 수 있다. 그렇다 할지라도 原電의 수명은 한계가 있으며 언젠가는 廢爐措置가 불가피해진다.

세계에는 이제까지 수명이 끝난 발전소에 대해 그 나라의 실정에 맞는 적절한 대책이 강구되고 있는데, 우리나라에서 廢爐問題가 본격적으로 대두되는 것은 아마도 2018년 이후가 될 것이다.

國土가 좁은 우리나라는 廢爐가 되더라도 그



(그림 3) 중·저준위 방사성 폐기물 최종저장시설의 저장 예

부지가 原電基地로 계속 활용되는 것이 바람직한 일이다. 그러므로 운전중 마친 발전소는 최종적으로 해체 철거되어야 하는 만큼 그 과정은 일정기간 密閉式 閉鎖管理 후 解体撤去方式를 택해야 할 것 같다.

密閉管理는 먼저 사용이 끝난 核燃料를 완전 제거하고 原子爐系統의 除染作業이 실시되어야 하며 放射性物質의 半減期가 진행되는 동안 發電所를 밀폐하여 방사성물질의 외부 누출을 철저히 차단해야 한다.

解体撤去는 작업원이 받을 방사선량을 저감하기 위해 원자로 내부구조물부터 먼저 철거하고 나서 원자로 주변기기를 철거하는 순으로 진행되며 건물의 해체철거는 공사의 진척에 따라 병행 추진된다.

廢爐에 소요되는 비용은 110만kW級の 原電을 5년간 密閉管理後 철거할 때 약 1,500억원 정도 들 것으로 예상되는데 일반적으로는 原電 건설비의 약 10%를 폐로비용으로 잡고 있다.

이 廢爐費用은 事業者가 부담하며 현재 그 비용은 적립되고 있다. 해체에 따른 폐기물은 약 50~55만톤이 될 것으로 예상되는데 대부분은 일반 산업폐기물과 같이 처리되고 나머지 방사성폐기물은 中·低準位폐기물과 같은 것으로서 운전중인 원전에서 발생하는 폐기물처럼 최종 저장하여 처분한다.

● 環境評價報告

어떤 사람은, 原子力發電所 주변환경이 放射線으로 오염되고 있는 것으로 오해하고 있으나 사실은 전혀 다른 결과가 나오고 있다.

高麗大學校의 연구팀은 한 보고서에서 원자력 발전소와 석탄발전소 주변의 환경방사선을 측정해 본 결과, 의외로 石炭발전소 주변의 방사선량이 더 높았다고 증언하고 있다.

이것은 무엇을 말하는 것인가. 原子力發電所는 핵연료의 분열 과정에서 많은 방사선이 생성되나 이를 철저히 관리하여 외부 누출을 막고 있는데 반하여 石炭發電所는 비록 미량의 방사선

이 나오는데도 이에 대한 대책이 原電에 비하여 허술하다는 것을 입증하는 것이다.

분명한 것은 우리 주변에 크고 작은 많은 產業施設이 있으나 安全對策에 관한 한 原子力發電所만큼 철저한 곳도 없을 것이다.

실례로 古里原子力發電所는 10년 동안 周辺環境의 방사선량이 0.08밀리렘(규제치 500밀리렘) 이하로 유지되고 있으며 海水에 대한 방사능 함유량도 최고치가 1980년의 0.9565 피코큐리이고 평균치는 0.3638 피코큐리로서 원전 가동전인 1978년 이전의 측정치에 비해 특별한 변화가 없으며 이웃나라 日本玄海原子力發電所 근해의 측정치와 비슷한 수준이다.

또 月城原子力發電所 근해와 取水口 및 排水口에서 채취한 바닷물의 수 베타 방사능을 직접 증발법의 의하여 조사 분석한 결과 1cc당 평균 0.3324 피코큐리로 나타나 발전소가 가동되기 이전인 1979년의 0.7758 피코큐리보다도 낮게 유지되고 있었다.

그리고 근해의 조개류나 해초류, 山林의 수목과 농작물의 수 베타방사능 최고치는 257.36 피코큐리(灰 1g당)이고 평균치는 101.20 피코큐리로 나타나 다른 지역과 별다른 차이가 없음이 확인되고 있다.

이제 우리가 진실로 염려해야 할 것은 化石燃料로 인한 大氣오염과 이로 인한 환경변화이다. 原電에서 나오는 廢棄物處理에 의문을 제기하는 여론이 있으나 이에 대한 처리대책은 전항에서 밝혔으므로 본항에서는 原電과 石炭火力의 폐기

〈표 10〉 폐기물 발생량 비교

(100만KW, 1年基準)

원 자 력	석 탄 화 력(유연탄)
○사용후 핵연료 : 25톤	○채 : 33 만톤
○고화 폐기물 : 약500톤	○분진 : 4 만톤
	○유황산화물 : 2 만톤
	○질소산화물 : 0.6만톤
약525톤	약 40 만톤

물의 값을 비교하는 것으로 대담에 대신하겠다.

8. 原電과 地域社會

原子力産業은 그 地域社會의 전통문화와 조화를 이루면서 지역 주민의 생활과 接木되어 그 가치를 뺏어나갈 때 새로운 原子力文化圈이 형성될 것으로 믿고 있으며 이를 위해 효과적인 지역협력의 길을 찾고 있다.

그동안 原子力發電所는 각 지역마다 地域協力委員會를 구성하고 이 위원회를 통하여 地域開發과 隣保活動을 추진하고 있다.

● 地域協力の 이모저모

原子力發電所는 인근 지역의 발전을 위해 道路의 개설과 포장, 海岸의 호안과 방파제개보수, 上下水道 및 排水路 導水路공사, 마을회관 건립 및 보수, 가로등 및 보안등 설치공사 등을 지원하고 있으며 초중고등학교에 대한 비품구입 및 실험실습 기자재의 지원과 장학사업을 추진하는 외에 농가의 농기계 구입과 수리를 돕고 지역사회의 각종 행사를 찬조하는 등 그 범위는 매우 다양하다.

지역협력을 위한 財源은 發電量에 비례하여 일정액을 책정하도록 법제화를 추진하고 있으나 발전소 직원들이 모은 誠金도 지역협력에 한몫을 차지한다.

이웃 日本에서는 原電所在地 인근지역의 복지증진을 위해 電力會社로부터 發電量에 비례한 일정금액을 적당케 하고 이를 지역개발에 쓰도록 하는 電源 3法이 제정되어 있는데, 이는 電源開發促進稅法, 電源開發促進特別會計法, 發電用施設周辺地域整備法 등이다.

우리나라에서도 현재 이러한 立法이 일부 마련되고 있으므로 原電隣近地域에 대한 協力事業이 일층 활발해질 것으로 기대된다.

● 溫排水의 利用

우리는 水族館 같은데서 어항 속의 물을 전기

로 히팅하는 광경을 많이 보아왔다. 이것은 熱帶魚처럼 溫水를 좋아하는 물고기의 사육에 필요한 일이나 열대어가 아닌 금붕어나 잉어의 사육에서도 오히려 발육을 촉진하거나 월동목적으로 이용되고 있다.

또 농가에서는 비닐하우스나 온실을 만들어 채소나 과일을 재배하는데 발전소의 溫排水를 이러한 方面에 이용하는 일은 얼마든지 가능한 일이다. 뿐만 아니라 최근에는 발전소의 폐열과 온배수를 지역난방에 이용하는 기술이 개발되고 있는데, 서울화력발전소(당인리)의 폐열이용은 그 대표적인 예라 할 것이다.

최근에 이르러 우리나라는 魚類養殖에 대한 인식이 점점 높아져 많은 漁民들이 관심을 가지게 되었다. 특히 방어는 '83년에 331톤이 양식되었던 것이 85년에는 1,000톤을 초과하는 양식 실적을 올리고 있다. 그러나 현재까지의 주 양식어종인 방어, 참돔 등은 자연산 치어를 모아 가을까지 기른 후 겨울철 월동이 불가능하므로 상품크기까지 기르지 못하고 未熟魚로 일본에 수출하고 있다.

여기에 원자력발전소의 溫排水를 이용할 수 없느냐는 착상 아래 釜山水產大學校에 시험 양식을 의뢰한 바 있는데 그 결과에 따라 民間業체에 양식을 허용할 계획이다.

그간 원자력발전소의 온배수 이용을 신청한 민간업체는 고리와 울진에 2개업체가 있는데 이것이 실현될 경우 지역의 수산업 발전에 많은 기여가 있을 것으로 기대되고 있다.

三千浦火力發電所에서 나오는 온배수를 이용하여 월동에 성공한 방어의 발육상태는 생후 1년된 치어가 길이 10cm, 무게 3.8kg까지 성장한 것으로 확인되었다.

프랑스나 일본 등 선진국에서는 이미 온배수를 이용한 채소, 과일의 온실재배와 양식어업이 활발히 진행되고 있으므로 우리도 하루 속히 이 기술을 습득하고 보급하는 것이 어민의 소득증대를 위해 필요한 일이라 생각한다.

(連載 끝)