

原子力施設周邊의 環境影響評價 現況 및 向後 推進方向

金 鍾 京

〈科學技術處 原子力局 放射線課 課長〉

1. 概 要

原子力發電所를 비롯한 原子力施設의 이용은 인류에게 큰 혜택을 주고 있으나, 放射線源으로 부터의 放射線被曝은 人體에 각종 장애를 가져올 우려가 있다. 따라서 원자력시설의 운영에는 필연적으로 방사선장해방어계획이 수립되어 시설 종사자는 물론, 시설주변의 주민들에 대한 放射線影響을 최소화하도록 하여야 한다.

방사선장해방어의 목적을 달성하기 위하여 國際放射線防禦委員會(ICRP)는 방사선량 제한체계와 더불어 방사선장해방어를 위한 적절한 기준을 권고하고 있으며, 우리나라를 비롯한 세계각국은 국제방사선방어위원회의 권고에 따라서 自國에 필요한 방사선장해방어규정을 제정하여 사용하고 있다. 국제방사선방어위원회의 권고 26에 따르면 시설주변 주민에 대한 年間 被曝線量 制限値는 평생에 걸쳐 연간 피폭선량 평균치가 100mRem/Yr(1mSv/Yr)를 초과하지 않는 범위에서 일년간 500mRem/Yr(5mSv/Yr)를 초과하지 않도록 권고하고 있다.

이와 같이 일반인에 대한 線量制限値를 만족

시키고 합리적으로 가능한 被曝線量을 최소화시키기 위하여 原子力施設 주변에서의 環境影響을 평가하고 있다.

2. 環境影響 評價現況

가. 環境影響評價의 目標

原子力施設 주변에서의 일반인에 대한 年間 被曝線量 制限値는 500mRem/Yr(5mSv/Yr)이다. 따라서 環境영향평가의 기본목표는 環境조사 데이터로 부터 추정된 住民 被曝線量이 500mRem/Yr(5mSv/Yr)를 충분히 하회하고 있음을 확인하는 것이다.

한편, 原子力發電所로 부터의 放射性廢棄物 방출에 관한 설계지침은 미국 10CFR 50 부록 I에 근거하여 액체폐기물 방출제한치는 주변 주민의 全身에 대하여 연간 3mRem, 기체폐기물 방출제한치는 주변주민의 전신에 대하여 5mRem으로 규정하고 있으므로 주민에게 피해를 줄 수 있는 原電施設로 부터의 방사성폐기물 방출은 이러한 설계지침에 의하여 원천적으로 제한되어 있다. 따라서 環境영향평가의 기본목표는 보다 구체적으로 다음과 같이 3개의 세부목표로 설정할 수 있다.

첫째, 환경에 있어서의 放射性物質의 축적 경향을 파악한다.

둘째, 주변주민의 피폭선량을 추정 평가한다.

셋째, 비상시 주변환경의 판단근거로서 활용한다.

나. 環境影響評價의 法的근거

原子力法 제11조 및 제21조는 原電 事業者가 시설의 건설 또는 운영시에 허가를 받도록 규정하고 있으며, 同 許可基準으로서 시설의 건설 및 운영에 따른 환경오염의 우려가 없을 것을 요구하고 있다. 한편, 同法 제29조는 운영에

관한 안전조치로서 원자력시설로 부터의 환경 보전을 위하여 필요한 조치를 하도록 의무규정을 두고 있으며, 동법 시행령 제111조는 필요한 조치로서 科學技術處長官이 정하는 바에 따라 環境調査 및 評價를 실시하도록 규정하고 있다.

科學技術處 告示 제85-5호(“원자력발전소 주변 환경조사 지침”)는 환경방사능데이터의 기초자료 확보를 위하여 운영 전부터 환경방사능 조사를 실시하도록 규정하고 있으며, 환경방사선/능 조사 항목별 조사요령은 表1과 같다.

한편, 放射能 이외의 環境調査로서 生物學的

〈表 1〉 放射能 調査요령

구분	조사대상	시 료 채 취		분 석		비 고
		장 소	주 기	대 상	주 기	
공 기 중	미립자	○발전소 외부의 지표면 공기중 방사능 농도가 가장 높은 것으로 예상되는 서로 다른 방향의 3개 지점	연속채취	○전β방사능 ○γ동위원소 ○ ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr**	주 1 회 분기 1 회 분기 1 회	○전β방사능은 시료채취 24시간 경과 후 측정한다.
	방사성 옥 소	○반경 16km이내 인구밀집 지역 ○대기 확산인자가 최대인 거주지역 ○2개 비교 지점*		○ ¹³¹ I	주 1 회	
육 상	토 양 술 잎	○미립자 시료채취 지점과 5개의 추가 지점	연 2 회	○γ동위원소 ○ ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr**	연 2 회 연 2 회	
물	해 수	○취수구 부근 ○배수구 부근의 난류현상이 일어나지 않는 2~3개소	월 1 회	○전β방사능 ○γ동위원소 ○ ³ H ○ ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr**	월 1 회 월 1 회 분기 1 회 분기 1 회	○유화공침법으로 전처리한 해수의 전β방사능이 1110 mBq(30pCi/l)보다 높은 경우에만 γ동위원소 분석을 시행한다.
	지 하 수	○가장 영향을 받기 쉬운 발전소 주변의 지하수원	분기 1 회	○ ³ H ○γ동위원소	분기 1 회 분기 1 회	
	빗 물	○부지내 2~3개소	월 1 회	○ ³ H ○전β방사능	월 1 회 월 1 회	○겨울에는 눈으로 대체할 수 있다.
해 저	해 저 침 식 물	○취수구 및 배수구 부근	연 2 회	○γ동위원소	연 2 회	
	저생지표 동 식 물			○ ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr**	연 2 회	

식 품 류	우 유	○대기확산인자가 최대인 지역 ○비교지점*	월 1 회	○ γ 동위원소 ○ ^{89}Sr , ^{90}Sr **	월 1 회 월 1 회	
	어 패 류	○배수구 부근 ○방류의 영향을 받지않는 지역	연 2 회	○ γ 동위원소	연 2 회	○같은 종류의 시료를 채취한다.
	곡 류 및 채 소 류 (과실류)	○대기확산인자가 최대인 지역 ○발전소 인접지역의 논 및 채소밭(또는 농장) ○비교지점*	연 1 회	○ γ 동위원소 ○ ^{131}I	연 1 회 연 1 회	○같은 종류의 시료를 채취한다. ○시료채취는 수확기에 행한다.
	육 류 또는 가금류	○반경 16km이내의 주풍향 풍하지역에서 생산된 사료로 사육된 육류 및 가금류, 또는 가금류의 알 ○비교지점*	연 2 회	○ γ 동위원소	연 2 회	○방목할 경우 시료채취 시기중 1회는 방목철로 한다 ○같은 종류의 시료를 채취한다.
	해 조 류	○배수구 부근에서 2~3개 ○방류의 영향을 받지않는 지역	연 2 회	○ ^{131}I	연 2 회	○같은 종류의 시료를 채취한다.

*비교지점은 반경16~32km 사이의 최소풍향풍하 지역으로 한다.
** ^{89}Sr , ^{90}Sr 의 분석은 ^{137}Cs 이 존재할 경우에 행한다.

種造成 및 현존량, 영양 염류 · pH · 부유분진 · 용존산소 등의 化學的 調査 및 수온 · 염도 · 해류 변화 등에 관한 物理學的 調査를 계절별로 실시할 것을 규정하고 있다.

동 환경조사지침은 미국의 Regulatory Guide 4.8 및 일본의 환경조사지침을 근거로 하여 작성되었으나, 앞으로 환경조사를 매년 수행하면서 필요하다고 인정될때 調査項目을 추가하거나 調査方法 및 節次 등에 대하여 융통성 있게 환경조사를 수행할 수 있도록 점진적으로 보완이 되어야 할 것이다.

다. 環境影響評價 對象地域

환경방사능영향평가는 고리, 월성, 영광, 울진 4개 원전 주변지역과 변환시설, 가공시설, 照射後試驗施設 및 폐기물 처리시설 등이 설치되어 있는 韓國에너지 研究所의 연구시설 주변지역에 대하여 수행하고 있다.

한편, 과학기술처 고시 제85-5호("원자력시설 주변의 환경조사 지침")에 의거 원전 주변

에 대하여는 방사능 이외의 환경조사도 아울러 실시하고 있다.

라. 事業者의 環境調査

1) 韓國電力公社

한국전력공사는 古里地域을 비롯하여 월성, 영광 및 울진지역에 대하여 환경조사를 수행하고 있으며, 과학기술처 고시 제85-5호가 고시됨으로써 그 동안 수행하던 환경조사계획을 대폭 보완하였으며, 환경조사를 수행한 기간과 연간 방사선 환경시료 분석수는 지역별로 表2와 같다.

各 敷地環境實驗室에서는 과학기술처 고시

(表2)地域別 환경조사 수행기간 및 연간 방사능 환경시료 분석수(TLD 및 공간선량을 측정제외)

지역	환경조사수행기간	연간환경시료분석수(개)
고리	1974년 - 현재	1,786
월성	1977년 - 현재	1,739
영광	1979년 - 현재	1,611
울진	1983년 - 현재	1,487

제85-5호에 따라 시료를 직접 채취, 분석하여 分期別로 데이터를 과학기술처에 보고하고 있으며, 매년 5월말 이전까지 前年度에 대한 연간 환경영향평가보고서를 작성 제출하고 있다.

한편 한국전력공사는 데이터의 신뢰성을 제고하기 위하여 일부 환경시료를 한국에너지연구원소에 보내어 QC시료로서의 분석을 의뢰하고 있다.

2) 韓國에너지研究所

한국에너지연구소는 변환시설, 중수로형핵연료 가공시설, 조사후시험시설 및 폐기물 처리 시설을 운영하고 있으며, 현재 多目的 研究爐의 건설도 추진하고 있다. 따라서 동 시설 주변 지역에 대한 환경조사를 위하여 과학기술처 고시 제85-5호에 준한 환경조사계획을 수립 수행 중에 있으며 환경조사를 수행한 기간과 연간 방사선 환경시료분석수는 表3과 같다. 1986년 이전에는 한국에너지연구소의 연구과제로서 시설주변에 대한 환경조사를 수행한 바 있다.

(表3) 地域別 환경조사수행기간 및 연간 방사능환경 시료분석수 (TLD 및 공간선량을 측정제외)

지역	환경조사수행기간	연간환경시료분석수(개)
대덕	1987년 - 현재	939
태능	1987년 - 현재	250

3) 韓國核燃料株式會社

한국핵연료(주)는 경수로형 핵연료 가공시설을 현재 한국에너지연구소 부지내에 건설하고 있다. 따라서 동 시설 주변에 대한 환경조사는 한국에너지연구소의 환경조사계획에 포함 되어 있다.

마. Cross Check를 위한 環境調査

환경시료중의 방사능 측정치는 매우 낮은 준위이며, 여러가지 요인에 따라 측정치의 변동 경향이 있으므로 그 信賴性을 높이기 위하여 사업자와는 별도로 공공기관에서 환경조사를

수행할 필요성이 있다. 따라서 현재 한국전력공사가 원전 부지주변에서 수행하는 환경조사와는 별도로 原子力安全센터가 이중감시의 목적으로 환경조사를 수행하고 있다. 동 환경조사계획은 과학기술처 고시 제85-5호를 근거로 하고 韓電의 환경조사계획을 고려하여 수립하였으며, 이 계획에 의한 환경조사기간 및 연간 환경시료분석수는 表4와 같다.

1985년 이전에는 고리 및 월성지역에 대하여 한국에너지연구소가 연구과제로 수행한 바 있으며, 신규로 운영허가를 받은 울진 1호기 주변에 대하여는 올해부터 Cross Check를 위한 환경조사계획을 수립하여 수행하고 있다.

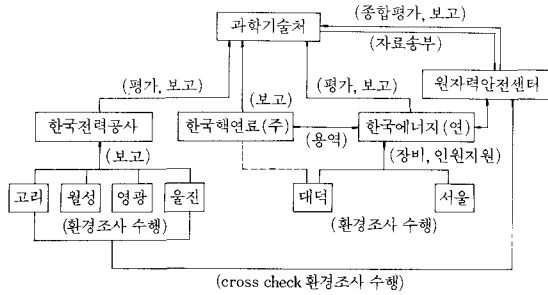
(表4) Cross Check 환경조사 수행기간 및 연간 방사능환경 시료분석수 (TLD 및 공간선량을 측정 제외)

지역	환경조사수행기간	연간환경시료분석수(개)
고리	1986년 - 현재	156
월성	1986년 - 현재	156
영광	1987년 - 현재	150
울진	1988년 - 현재	118

바. 環境影響 評價體制

환경조사를 실시하는 한국전력공사와 한국에너지연구소 (한국핵연료주식회사 포함)는 分期마다 데이터를 과학기술처에 보고하며, 일년 단위로 연간 환경조사 및 영향평가보고서를 작성 제출하고 있다. 분기 보고내용과 연간 평가보고서에 대하여 원자력안전센터에서 검토하며, 원자력안전센터가 독립적으로 자체 수행한 환경조사결과와 상호 비교한 후 종합환경영향평가보고서를 작성하고 있다.

종합평가 결과에 대하여는 관계자 및 관련전문가의 자문을 받아 개선할 사항을 도출하여 차기년도에 반영하는 피이드백 체제로 운영하고 있다. 이러한 환경영향평가체제의 구성도는 그림 1과 같다.



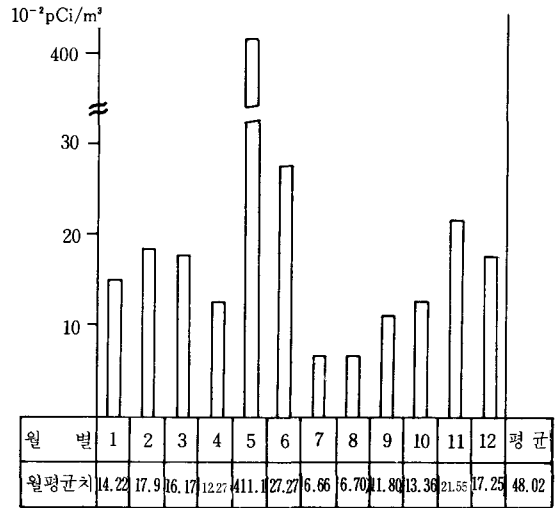
〈그림1〉 환경영향평가체제 구성도

사. 環境影響評價結果

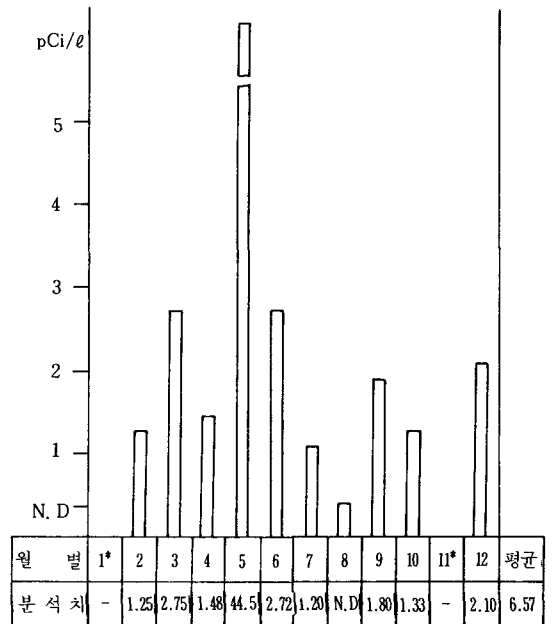
'74년도부터 원전 주변에 대한 환경방사능조사를 수행하여 왔으며, 공기중 미립자, 해수, 토양, 솔잎 등에 대한 환경시료와 우유, 곡류, 채소류, 해조류 등에 대한 식품류에 대한 분석 결과치의 변화동향을 볼때 국내 원전의 가동으로 인한 환경방사능의 축적현상이나 주변주민의 영향은 거의 없는 것으로 보인다. 특히 '86년도 4월26일 발생한 소련 체르노빌원전사고로 인한 영향에 대하여는 동년 5월중에 공기중 미립자, 빗물 등에서 이상치가 발견되었으나, 6월 이후 정상을 되찾고 있는 것을 확인할 수 있었다. 동사고기간중의 방사능 측정치 변화를 보여주는 대표적인 자료로서 '86년도중 고리부지에서의 공기중 미립자, 빗물, 솔잎에 대한 전베타 방사능 측정치는 각각 그림2, 그림3 및 그림4와 같으며, 체르노빌원전사고로 인하여 국내에 미친 영향은 人體에 해를 미칠 정도는 아니었으나, 비상시에 대비한 국내 원전의 환경방사선/능에 대한 분석능력을 확인할 수 있는 계기가 되었다.

'87년도중 고리부지에서의 공기중 미립자, 빗물, 솔잎에 대한 전베타 방사능 측정치는 각각 그림5, 그림6, 및 그림7과 같다.

한편, '82년 이후의 환경조사자료에서는 비교적 안정된 측정치를 보이고 있으나, 각 발전소 부지에서 초기의 자료가 비교적 큰 편차를 보이는 것은 原子力産業의 초창기에 환경방사능



〈그림2〉 공기중 미립자의 전베타방사능 ('86년도)

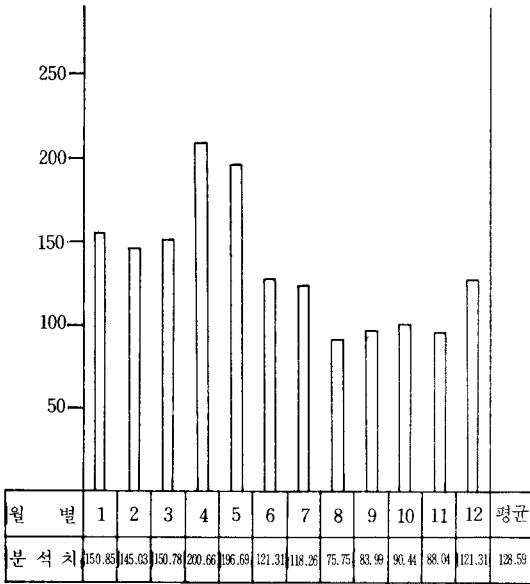


* 시료없음

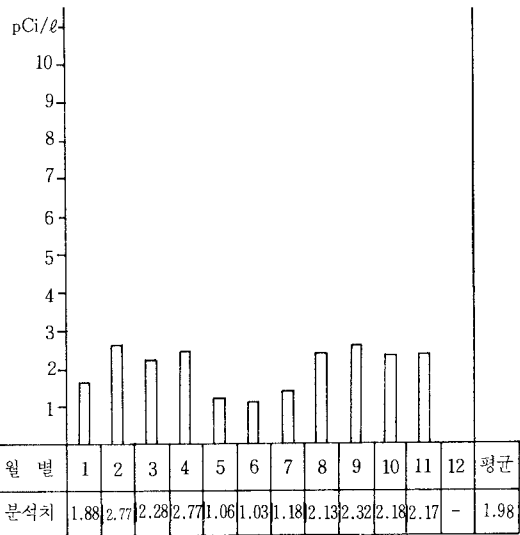
〈그림3〉 빗물의 전베타방사능 ('86년도)

측정기술의 도입단계에서 환경시료의 분석, 측정 및 측정결과에의 평가절차가 제대로 확립되지 못한 때문인 것으로 보인다. 따라서 측정치의 정확성을 유지하기 위하여는 충분한 인력의 확보로 재교육훈련 등을 통하여 환경방사능 감시 기술의 축적 및 기술개발에 지속적으로 힘써야

10³ pCi/kg - Ash

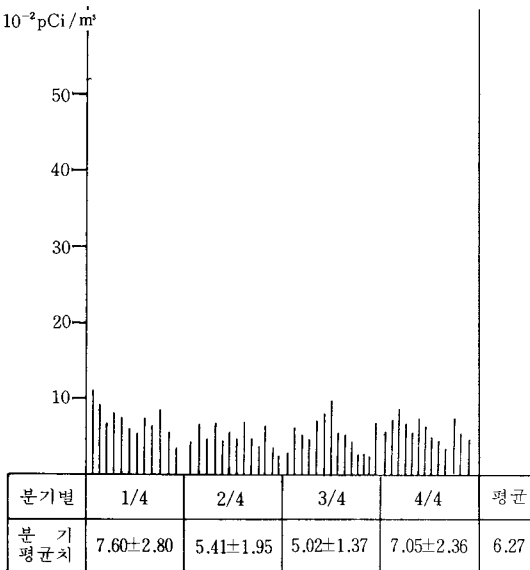


〈그림4〉 슬릿의 전베타방사능 ('86년도)



〈그림6〉 빗물의 전베타 방사능 ('87년도)

10⁻² pCi/m³

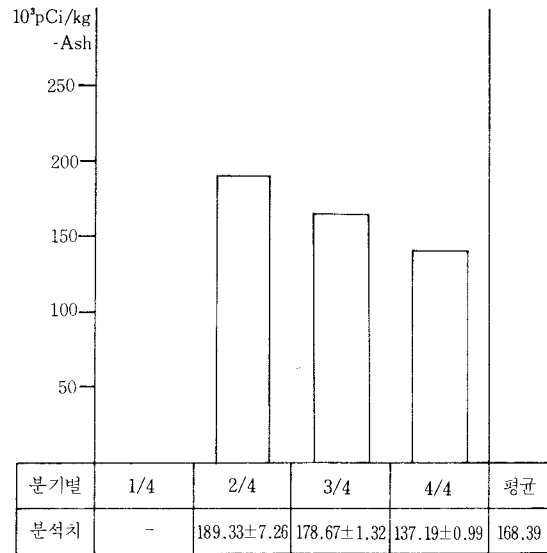


〈그림5〉 공기중 미립자의 전베타방사능 ('87년도)

할 것이다.

3. 向後推進方向

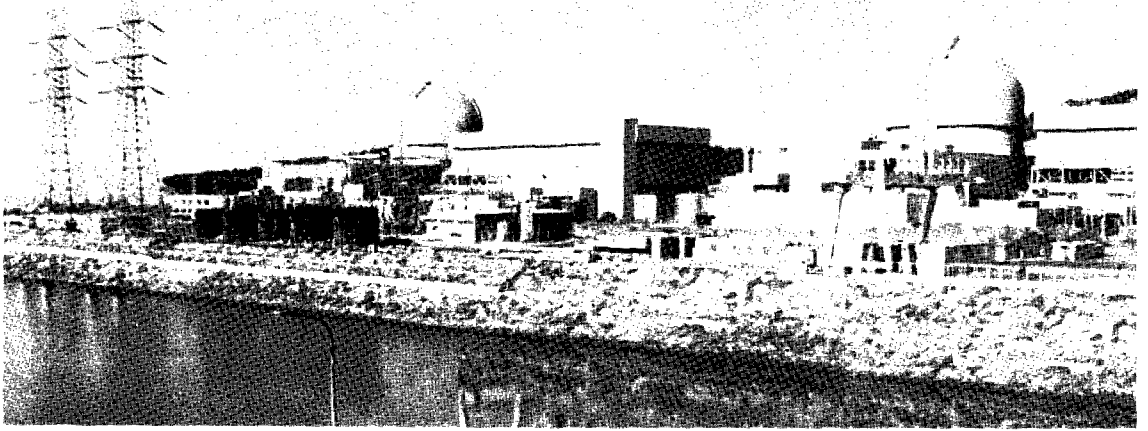
원자력시설 주변의 환경영향을 효율적으로



〈그림7〉 슬릿의 전베타방사능 ('87년도)

평가하기 위하여는 지속적으로 다음과 같은 방향으로 수행되어야 할 것이다.

첫째, 原子力法 시행령 제111조의 규정에 따라 原子力事業者는 자체적으로 시설주변에 대한 환경조사를 실시하고 연간 환경영향평가보고서를 매년 작성한다. 작성한 방사능 환경영향평가보고서는 환경조사를 실시한 그 다음해 3월말 까지 과학기술처에 제출하며, 방사능 의



의 환경영향평가보고서는 5월말 까지 제출함으로써 일년 단위로 주기적인 환경영향평가가 가능하도록 한다.

둘째, 환경방사능데이터는 低準位로서 여러 가지 요인에 따라 데이터의 변동이 있을 수 있으므로 이중감시체제를 확립한다. 이를 위하여 원자력안전센터가 원전 부지주변에 대한 환경방사능조사를 사업자와는 별도로 독립된 프로그램을 수행하고, 사업자의 환경영향평가결과와 상호 비교평가한다.

셋째, 환경조사를 수행하는 각 기관별로 작성한 자체 환경영향평가보고서에 대하여 원자력안전센터가 종합 평가하고 종합환경영향평가보고서를 매년 작성하며, 필요시 관계자의 자문을 받아 개선사항을 도출하여 다음해 환경조사에 반영할 수 있는 피이드백 체제를 운용한다.

넷째, 환경영향평가자료는 사업자 및 安全規制機關의 업무실적을 나타내는 것이며, 국민의 생활환경에 직접적으로 관계되는 근거자료이므로 환경영향평가결과를 대국민 홍보자료로서 적극 활용한다.

다섯째, 환경영향평가는 장기적 안목에서 평

가하는 것이 구체적인 경향을 파악하는데 더욱 바람직하므로, 매년 축적되는 자료는 충실하게 보존하여 차후로 장기 영향평가가 가능하도록 한다.

여섯째, 환경조사 및 평가과정에서 제기되는 문제점은 연구기관 등을 활용하여 연구과제로서 수행하도록 하고, 그 결과를 각 기관의 환경조사계획에 반영한다.

일곱째, 환경조사 및 평가담당요원의 교육을 강화하여 분석능력의 향상 및 기술축적을 지속적으로 도모한다.

여덟째, 환경시료의 분석데이터에 대한 상호 비교분석 등을 통하여 국가내의 측정의 정확성을 유지하여야 하므로 인접국가 및 세계기구와의 협력을 강화한다.

4. 結 言

古里 1호기가 가동된지 약 10년만에 국내에서 모두 8基가 가동될 정도로 원전의 建設事業은 급속히 이루어졌다고 볼 수 있다.

이러한 계획추진 상황에도 불구하고 각 원전 부지에 최신 측정장비와 인력을 갖춘 환경실험

실을 보유하고 환경조사업무를 지속적으로 수행할 수 있었던 것은 사전계획을 원활히 추진한 결과라고 볼 수 있으나, 환경시료분석 및 평가에 관한 전문적인 기능의 원활한 수행에 다소 미흡한 점이 발견되고 있다. 이것은 환경담당부서의 업무량이 과중하여 사전 품질관리계획의 충분한 이행이 어려운 것을 의미하며, 주어진 업무량에 대하여 여유인원이 주어져야 미흡한 분야에 대한 기술향상이 이루어질 수 있을 것이며, 순환보직제에 따라 타보직을 받을 경우에도 지장없이 일정수준의 분석능력이 확보되지 않고 유지될 수 있을 것이다.

아울러 국내의 환경시료분석기관간에 주기적으로 환경표준시료를 교차분석하여 기관간의 데이터를 상호 비교평가하고 미흡한 점을 보완함으로써 데이터의 신뢰성을 더욱 향상시켜야 할 것이다. 따라서 한국표준연구소를 중심으로한 방사선측정 표준제도를 강화하는 한편 가능한한 인접국가 또는 국제기구와도 상호 분석프로그램을 주기적으로 수행하여야 할 것

이며, 연간 평가보고서의 작성을 위한 지침을 계속 보완 발전시켜 데이터통계처리와 評價技法을 향상시켜 나가야 할 것이다.

한편, Cross Check를 위한 환경조사를 수행하는 원자력안전센터의 경우에는 分析裝備와 전문적인 分析要員을 아직 갖추지 못하고 있으며, 현재에는 한국에너지연구소의 장비와 인원을 활용하고 있는 실정이다.

따라서 환경데이터에 대한 종합평가를 담당할 원자력안전센터가 한국에너지연구소로 부터 독립하면 분석장비와 소요인원을 연차적으로 확보함으로써 Cross Check를 위한 환경조사 및 분석능력을 갖추도록 하여 원자력시설 주변의 환경에 관한 종합평가 기능을 계속 수행할 수 있도록 하여야 할 것이다.

앞으로 年間 環境評價報告書의 최종 평가결과를 原子力委員會의 전문분과위원회가 구성되면 동 위원회에 보고하고, 그 내용은 최종적으로 대국민 홍보자료로 적극 활용하여야 할 것이다.

主要國內行事案內

日 字	行 事 名	場 所	主 催
8月26日	原子力品質保證教育	原産 會議室	韓國原子力産業會議
9月5日~23日	UNDP/IAEA/RCA National Training Course on NDT	原子力研修院	韓國에너지연구소
9月12日~17日	非破壞檢査技術研修課程	韓國機械工業振興會館	韓國NDT學會
9月中	爐心管理 워크숍	技術研究院	韓國電力公社
9月中	放射性廢棄物管理技術 워크숍	"	"
3/4分期中	原子力技術 세미나	-	韓國原子力産業會議
10月17日~	UNDP/IAEA/RCA Regional Training	原子力研修院	韓國에너지연구소
11月4日	Courses on NDT Eddy Current-2		
10月下旬	放射線安全管理教育	-	韓國原子力産業會議
10月29日	第21回 定期總會 및 秋季學術發表會	-	韓國原子力學會
10月31日	秋季學術發表會	韓國機械工業振興會館	韓國NDT學會
11月14日~17日	第3次 原電 熱水力學/運轉에 관한 國際會議 및 서울 88 原子力展示會	쉐라톤워커히	韓國原子力學會 韓國原子力産業會議
12月4日	定期總會	韓國機械工業振興會館	韓國NDT學會
12月中	第18回 電力그룹 워크숍協議會	韓國核燃料(株)	韓國核燃料(株)
4/4分期中	國際會議 參加 歸國報告會		韓國原子力産業會議