



우리나라의 환경 방사능 감시 기술

노 병 환

한국원자력안전기술원 방사선환경평가실 실장



우 리 나라 환경 방사능 감시 기술을 생각하면 떠오르는 하나의 사건이 있다.

87년으로 기억된다. 그 당시 여러 가지 국내적 문제에도 불구하고 내년이면 세계의 축전 하계 올림픽과 세계의 미녀들이 한자리에 모이는 미스 유니버스 선발 대회가 우리 나라에서 거창하게 열리게 되고, 우리는 선진국의 반열에 들어서게 되리라는 기대에 차 있던 그 해였다.

우리 나라 원자력발전소 주변에서

채취한 지하수 몇 통을 들고 일본으로 들어가다가 나리따 공항 입국 심사대에서 걸렸다. 무슨 마약류의 약물이라 생각했던지 통에 든 액체가 무엇인지 꼬치꼬치 캐묻는 등 의심스러운 눈총을 보냈다. 특히 얼마 전에 KAL기 공중 폭발 사건이 있어 더욱 검색이 강화된 때 였다. 자세한 설명을 하지 않아 물통을 들고 입국하는 나의 의도를 짐작도 못했겠지만 왠지 부끄러운 생각이 들었다.

당시 나의 근무처인 원자력안전센터(현재의 한국원자력안전기술원 : KINS)에서는 중수로인 월성 1호기 원자력발전소의 삼중 수소 문제에 대하여 추적중이었다.

여러 문헌이나 자료를 분석·검토해 볼 때 중수소가 가동되고 있는 월성 원전 부지 주변에서의 삼중 수소 준위가 경수로 부지인 타부지에서 보다 분명히 높게 나타나야 정상인데, 한전에서 보고되는 자료는 4개의 부지 주변에서 조사된 삼중 수소의 준

위는 비슷한 수준이며 특별히 중수로 주변이라고 하여 삼중 수소의 준위가 높지 않다는 것이었다.

따라서 사업자의 환경 방사능 감시에 문제가 있을 것으로 의심하고 있는 중이었다.

그 때만 하더라도 원자력안전센터에는 환경 방사능 분석 실험실이 없었으며, 환경 준위 수준의 삼중 수소를 정확히 분석해낼 수 있는 기관이 국내에 있는지도 확신하지 못하였다.

이에 필자는 우리 나라 원전 주변 지하수 시료를 들고 방사능 분석 전문 기관으로서 명성을 떨치고 있는 일본 분석센터(JCAC : Japan Chemical Analysis Center)를 찾아가는 중이었다.

국가적인 자존심 때문에 개인적으로 삼중 수소 분석법을 배우고, 그 실습으로 우리 나라 환경 시료를 분석해보겠다고 JCAC에 제의하여 이루어진 것이나, 실제의 목적은 월성 주변 지하수에서의 삼중 수소 준위와



우리 나라 일반 지하수에서의 삼중 수소 준위를 파악하여 중수로와 삼중 수소의 상관 관계 여부를 알고자 하는 것이었다.

불행히도 원자력안전기술원의 예상에 맞아 월성 원전 주변 삼중 수소의 문제가 공식 제기되었고, 월성 원전에 삼중 수소 제거 설비(TRF)가 건설되는 계기가 되었다.

우리의 능력이 부족하여 일본의 힘을 빌어 진상을 파악코자 했던 그때의 일은 지금도 부끄러운 생각이 들게 한다.

그로부터 10여년이 지난 오늘 한국원자력안전기술원은 국제 수준의 실험실과 충분하다고는 할 수 없는 인력이지만 그래도 많은 전문가들을 갖추고 원전 주변을 포함한 우리나라 전역의 환경 방사능 감시 업무를 수행하고 있다.

외국의 분석 절차서에 따라 답습하던 방사능 분석 계측 기술도 국제적인 전문 분석 기관이 인정할 정도로 발전했다.

원자력 사업자 또한 많은 발전으로 삼중 수소뿐만 아니라 환경 방사능 감시 전반에서 훌륭히 그 업무를 수행하고 있다.

본고에서는 국내에서 수행되고 있는 환경 방사능 감시 현황과 한국원자력안전기술원을 중심으로 상기한 바와 같이 무에서 출발하여 오늘에 이른 우리나라의 환경 방사능 감시 기술 현황을 살펴본다.

우리 나라의 환경 방사능 감시

1. 전국토 환경 방사능 감시

우리 나라의 환경방사능 감시는 60년대 지상 핵실험이 빈번했던 시기에 핵실험으로 인한 방사성 낙진이 우리나라에 미치는 영향을 탐측할 필요성이 인정되어, 전국에 방사능 측정소를 설치하여 환경 감시 활동을 개시한 것에서부터 비롯되었다.

즉 우리 나라의 환경 방사능 감시는 국토 내 환경 중의 방사선 이상 사태를 조기에 탐지함으로써 필요할 경우 적절한 국민 보호 조치를 적시에 시행할 수 있도록 하는 전초 역할의 기능을 목적으로 지방 방사능측정소들을 설치하면서 시작되었다.

이 기능은 70년대 중국의 지상 핵실험이 빈번할 당시 그 낙진의 탐측에 효과적으로 이용되었다.

70년대의 후반으로 접어들면서는 지상 핵실험이 중지되어 대기권 내에 잔존하는 부유진 방사능의 강도가 점차적으로 감소함에 따라 측정소의 초등 감시 기능의 중요성이 상실되어 가는 듯 했으나, 79년에 발생한 미국의 TMI 원전 사고는 비록 그로 인한 환경중의 방사능 영향은 미미했다고는 하나 가설로만 간주했던 원전의 중대 사고가 현실적으로 발생할 수 있음을 보여 주었고, 뒤이어서 발생한 86년의 옛 소련 체르노빌 원전 사고는 최악의 사태도 발생할 수 있음을 입증하였다.

특히 체르노빌 원전 사고 당시 소련 당국이 사고 발생 사실을 은폐해 왔으나 스웨덴의 환경 방사선 감시망에 의하여 탐지되어 세계 각국에 알려지게 됨으로써 그 중요성이 다시 한번 입증되었다.

역설적으로 체르노빌 사고는 그 필요성이 퇴색되어가던 우리나라의 방사능측정소에 새로운 의미와 활력을 불어넣게 되었다.

이에 따라 87년 4월에는 그 동안 한국원자력연구소에서 수행하고 있던 전국 방사능측정소 운영 업무를 정부의 원자력 안전 규제 업무 지원 조직인 원자력안전센터로 이관하는 한편, 노후된 측정 장비의 교체 및 감시 업무의 개선을 위해 운영 예산도 큰 폭으로 증액시켰다.

이후 원자력안전센터는 90년 2월에 한국원자력안전기술원(KINS)이라는 이름 아래 독립 법인으로 분리됨에 따라 방사능 재해시 발족·운영되는 '방사능 방재 기술 지원 본부'의 임무와 함께 측정소 운영이 원자력안전기술원의 업무로 정착하게 되었으며, 현재는 인구 밀집 지역을 중심으로 하여 지역적으로 안배된 위치에 10개소의 지방 방사능측정소와 2개소의 간이측정소가 운영되고 있다.

이와는 별도로 각 지방의 방사능측정소에 대한 기술적·행정적 지원과 측정소 운영 업무를 총괄하기 위한 중앙 방사능측정소를 한국원자력안전기술원에 두고 있다.

〈표 1〉 전국 방사능측정소 설치 현황

측정소명	설치년도	설치기관	관할지역
중앙 방사능측정소	1992	한국원자력안전기술원	총괄 운영
서울지방 방사능측정소	1967	한양대학교	서울·경기
춘천지방 방사능측정소	1988	강원대학교	강원도 영서
대전지방 방사능측정소	1967	충남대학교	대전·충청
군산지방 방사능측정소	1989	군산대학교	전 북
광주지방 방사능측정소	1978	전남대학교	전 남
대구지방 방사능측정소	1967	경북대학교	경북 남부
부산지방 방사능측정소	1967	부경대학교	부산·경남
제주지방 방사능측정소	1967	제주대학교	제 주
강릉지방 방사능측정소	1994	강릉대학교	강원도 영동
안동지방 방사능측정소	1997	안동대학교	경북 북부
울릉도 간이측정소	1993	울릉 지방 기상대	동 해
백령도 간이측정소	1994	웅진군 백령면사무소	서 해
군(軍) 연계 감시망		인천 31화학부대	

각 지방 측정소에는 측정 및 평가 업무를 총괄·감독하는 측정소장이 있으며, 측정 실무는 측정소마다 측정 요원을 두어 이를 담당하도록 하고 있다.

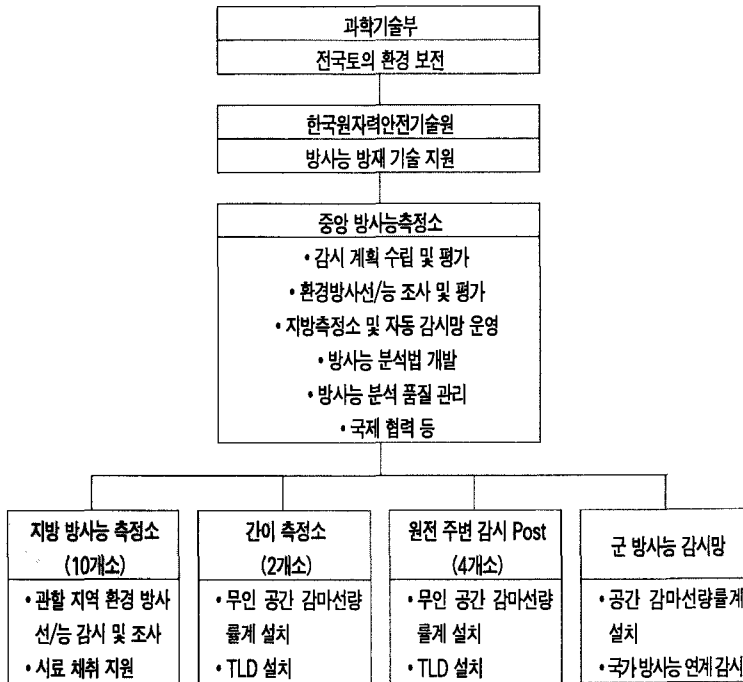
〈표 1〉은 원자력안전기술원이 운영하는 방사능측정소이며, 〈그림 1〉은 우리나라 전국토 환경 방사능 감시 체계이다.

지방 방사능측정소가 처음 업무를 시작할 당시에는 지상 핵실험의 조기 탐지를 위한 공간 감마선량률, 낙진, 대기 부유진, 강수 등에서의 전베타 방사능 등 비교적 기초적인 환경 감시 업무를 수행하여 왔으나, 현재는 각종 환경 시료에 대한 정밀 감마 핵종 분석 능력도 갖추고 있으며, 차후 극미량의 방사능도 분석할 수 있으리라 기대된다.

〈표 2〉는 방사능측정소가 97년도에 수행한 환경 방사능 감시 내용이 다.

한편 한국원자력안전기술원은 환경 방사능 감시 강화 방안에 일환으로서 환경 방사선을 효율적으로 감시하기 위한 국가 환경 방사선 자동 감시망(IERNet : Integrated Environmental Radiation Monitoring Network)을 구축하고 중앙 방사능 측정소 및 중앙 정부(과학기술부)에서 전국의 공간 감마선량률을 실시간으로 감시하고 있다.

국가 환경 방사선 자동 감시망은 현재 전국 10개의 지방측정소, 울릉



〈그림 1〉 우리나라 전국토 환경 방사능 감시 체계

도 및 백령도에 설치된 간이측정소, 4개의 원전 부지 주변 무인감시소, 군 연계 감시망 1개소 등 전국 17개소의 공간 감마선량을 감시기(ERM: Environmental Radiation Monitor)를 전용 통신망에 연결하여 감시 정보를 실시간으로 중앙에서 수집하여 결과 처리 및 분석을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 원격으로 감시기 상태를 확인할 수 있게 하는 중앙 제어식 컴퓨터 시스템이다.

앞으로는 각 원전 부지의 사업자 감시기도 1개소씩 연결하여 총 21개소의 자동 감시망으로 확장할 예정으로 있다. 이렇게 환경 방사선 자동 감시망을 통하여 수집된 자료를 인터넷 망(<http://iernet.kins.re.kr>)을 통하여 일반 국민에게 공개하고 있으며, 관련 기관에도 제공되고 있다.

〈그림 2〉는 전국 방사능측정소 및 IERNET 구성을 나타낸 것이고, 〈그림 3〉은 IERNET를 통하여 실시간으로 관측된 전국 18개소(고리 원전 포함)의 환경 방사선 준위를 인터넷상에 표시한 예를 나타낸 것이다.

〈표 2〉 방사능측정소 환경 방사능 감시 프로그램(97년도)

구분	감시 대상	분석 항목	감시 주기	시료 채취
중앙측정소	공간 감마선	공간 감마선량률	연속	자동 감시망(17개소)
	"	집적 선량(TLD)	매분기	지방측정소 및 군(軍) 방사능 감시 Post
	공기 부유진	감마 핵종	매월	지방측정소 Post
	낙진	감마 핵종	매월	"
	강수	감마 핵종	매월	"
	우유	감마 핵종	매월	대전 인근 지역
	토양	감마 핵종	년 1회	전국 300여 지점
	농산물	감마 핵종	년 1회	주요 생산 지역
	해수	³ H, Pu, 감마 핵종	년 2회	동·서·남해 26개 정점
	어류	감마 핵종	년 1회	주요 섭취 어종(10)
식수	감마 핵종	년 1회	전국 40여 상수원	
지방측정소	공간 감마선	공간 감마선량률	연속	지방측정소 Post
	공기 부유진	전베타 / ¹³⁷ Cs	매일 / 매월	
	낙진	전베타 / ¹³⁷ Cs	매월 / 매월	
	강수	전베타 / ¹³⁷ Cs	강수시 / 매월	
	식수	전베타	매주	
	공간 감마선	공간 감마선량률	년 1회	관할 지역 내 60지점
토양	감마 핵종	"	" 30지점	
식수	감마 핵종 / ²²⁶ Ra	"	" 5 지점	
쌀 및 배추	감마 핵종	"	" 5 지점	
우유	감마 핵종	"	" 3 지점	
어류	감마 핵종	"	" 3 어종	
간이	공간 감마선	공간 감마선량률	연속	간이측정소 감시 post
	"	집적 선량(TLD)	매분기	
군연계 감시망	강수	³ H 분석	매월	인천 31화확실험소
	공간 감마선	공간 감마선량률	연속	
		집적 선량(TLD)	매분기	인천·철원·양구·문산

2. 원자력 시설 주변 환경 방사능 감시

우리 나라의 원자력 시설 주변 환경 방사능 감시는 78년 고리 1호기 원자력발전소가 상업 운전에 들어가면서 본격적으로 시작되었다고 볼 수 있다.

물론 초기에는 제대로 된 지침이나

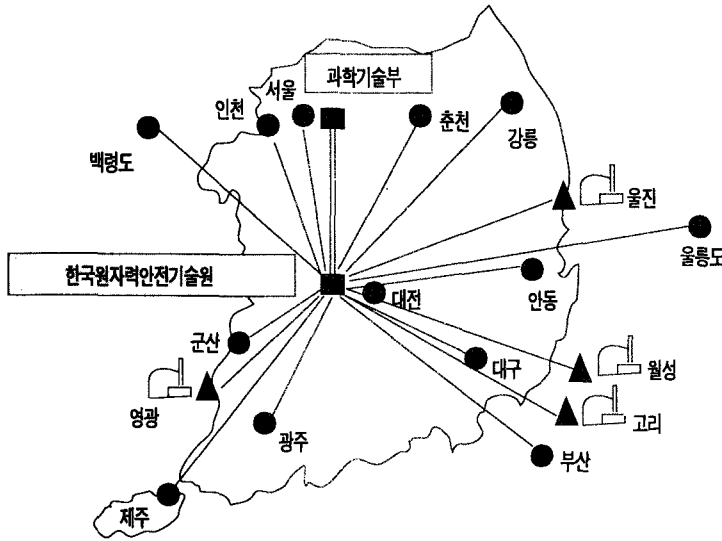
없이 체계적인 감시가 이루어졌다고 보기는 어려우나, 12기의 원전이 가동되고 있고 6기의 원전이 건설중인 현재에는 그간 정부와 각 원자력 사업자의 노력으로 어느 정도 체계를 잡아가고 있다고 볼 수 있겠다.

원자력 시설 주변 환경 방사능 감시는 시설 주변 주민이 실제로 받는

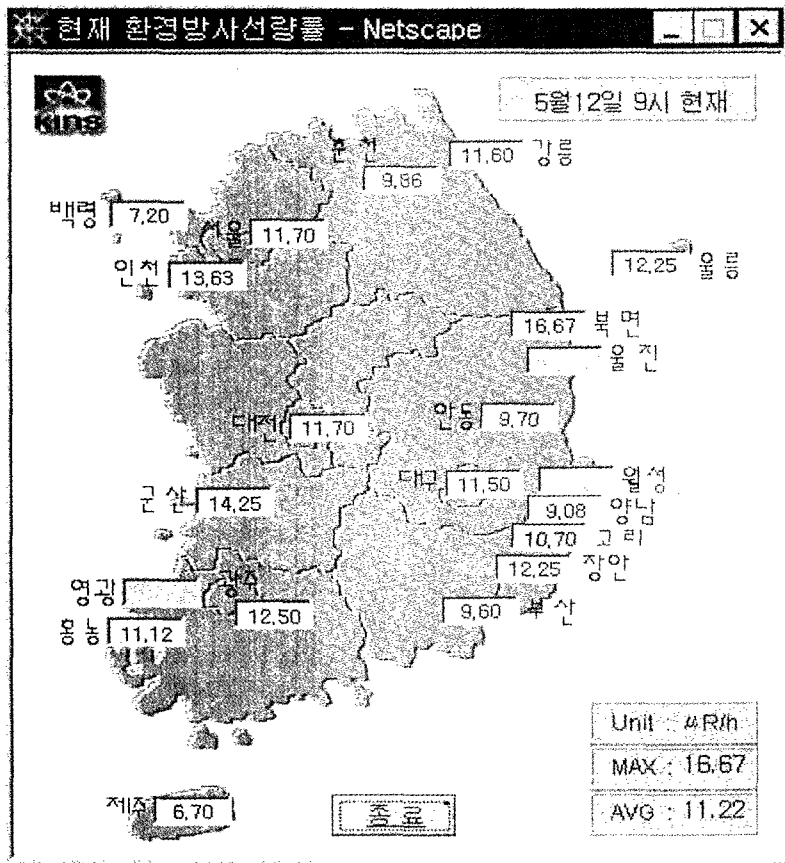
피폭선량을 추정 평가하며, 관계 법령에서 정한 선량 한도를 충분히 하회함을 확인하고, 원자력 시설 주변 환경에서 방사성 물질의 축적 경향을 파악하여 이들 시설로부터 예기치 못한 방사성 물질의 방출에 의한 주변 환경에의 영향을 평가하는 일이다.

이와 같은 원자력 시설 주변에 대

우리나라의 환경 방사능 감시 기술



(그림 2) 전국 방사능측정소와 환경 방사선 자동 감시망(IErNet) 구성도



(그림 3) 인터넷상에 표시된 우리나라 환경 방사선 준위

한 환경 감시는 가동전 조사와 가동 중 조사로 구분할 수 있다.

가동전 환경 조사는 시간과 지역에 따라 변화하는 환경 방사능의 특성과 부지 주변의 자연 방사능 준위(백그라운드 준위)를 밝히는 일이고, 가동 중 환경 조사는 시설이 가동된 후에 주변 환경 내 방사성 물질의 축적 및 분포 현황을 파악하는 것을 주 내용으로 하고 있다.

한편 환경 감시의 주체에 따라 원자력 시설 주변 환경 방사능 감시를 구분하면 사업자가 수행하는 자체 감시와 정부가 독립적으로 수행하는 확인 감시로 나눌 수 있다.

자체 감시란 환경 위해 요소가 되는 시설의 설치 운영자가 시설 주변 환경 보전에 대한 1차적인 책임을 지고 수행하여 설계 및 운영의 합리성을 입증하기 위한 것으로서, 과학기술부 고시 제96-31호(원자력 관계 시설 주변의 환경 조사 및 영향 평가에 관한 기준)에 따라 자체적인 환경 감시 계획을 수립하여 정부에 제출 승인을 받고 그 수행 결과를 정부(과학기술부)에 보고하여 평가를 받는 것이다.

이를 위해 원전 사업자는 각 원전 부지마다 환경실험실을 두고 있으며, 한국원자력연구소에서는 대덕단지 내 원자력 시설 주변 환경 방사능 감시 활동을 수행해 오고 있다.

정부 차원에서 수행하는 확인 감시는 일종의 품질 보증과 같은 개념으



로서 사업자의 환경 감시 활동이 적절히 수행되고 있는가를 확인하는 한편, 환경 감시 및 평가에 관한 기술지도를 통하여 환경 감시의 신뢰도를 높이고자 하는 것이다.

한국원자력안전기술원은 정부의 위탁을 받아 사업자의 조사 결과 보고서를 검토 평가하며, 정부 규제 차원의 확인 감시를 위하여 사업자와는 독립적으로 일부 주요 항목에 대하여 선택적으로 환경 감시를 수행하여 사업자의 조사 결과와 비교 평가하고, 규제 점검을 통해 원자력 시설에 의한 방사선 환경 오염 여부를 객관적 입장에서 재확인 평가하고 있다.

특히 전술한 월성 원자력발전소의 경우, 중수로란 특성을 감안하여 원자력안전기술원은 93년부터 월성 원전 주변 환경 시료 중 삼중 수소 농도 분포 조사를 계획하여 대기·솔잎·토양·지하수·빗물 등을 정기적으로 채취·분석하고 있으며, 월성 원전과 환경 중 삼중 수소 준위간의 상관 관계를 평가하기 위하여 발전소로부터 거리별로 빗물을 채취하여 삼중 수소를 분석하고 있다.

원자력 사업자의 효율적인 환경 방사능 감시를 위하여 과학기술부 고시로 제시한 환경 조사 요령은 <표 3>과 같다.

각 원자력 사업자는 이 조사 요령에 따라 당해 시설의 특성에 적합한 환경 조사 계획을 수립하여 운영하고 있다.

〈표 3〉 원자력 사업자의 환경 방사선/능 조사 요령

구분	조 사 항 목		조 사 주 기		조 사 지 점
	환경 매체	감시 핵종	채취 빈도	분석 빈도	
환경 방사선	공간 선량률	감마 선량률	연속 감시	월 1회	육상 시료 채취 지점 ① 거리와 방위별로 안배하여 지역의 기상 자료, 지역 특성, 대기 확산 평가 등을 근거하여 확률적으로 오염의 가능성이 높은 지역을 우선적으로 선정한다. ② 직접 주민에게 피해를 주는 공기 오염이나 방사선량률의 조사 지점은 인구 밀집 지역에 비중을 둔다. ③ 조사 항목, 지리적 특성, 시료 채취 가능성 등을 고려하여 선정한다. 해상 시료 채취 지점 ① 해수의 유동을 고려하여 확률적으로 오염의 가능성이 높은 지역을 우선적으로 선정한다. ② 취·배수구를 조사 지점에 포함시킨다. ③ 해양의 이용 현황(어장·양식장·휴양지 등)을 고려하여 선정한다. 비교 지점 ① 최소 풍하 지역, 청정 해역, 당해 시설로부터의 거리 등을 고려하여 당해 시설로 인한 영향이 없을 것으로 예상되는 지역에 선정한다. ② 각 조사 항목마다 1개소 이상의 비교 지점을 둔다.
		집적 선량률		분기 1회	
육	공 기	전 ²³² , ¹⁴ C, ¹³¹ I, U, ⁷ 동위원소	연속 채취	월 1회	
		공기중 수분		³ H	
상	식 수	³ H, ⁷ 동위원소, U	분기 1회	분기 1회	
	지표수·빗물	전 ²³² , ⁷ 동위원소, ³ H, U	월 1회	월 1회	
	지 하 수	³ H, ⁷ 동위원소, U	분기 1회	분기 1회	
	하 천 토	⁷ 동위원소, U	분기 1회	분기 1회	
시	토 양	⁷ 동위원소, ⁹⁰ Sr, Pu, U	년 2회	년 2회	
		우 유	⁷ 동위원소, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹⁴ C	월 1회	
료	농 산 물	⁷ 동위원소, ³ H, ¹⁴ C, ⁹⁰ Sr	수확기	년 2회	
	지 표 생 물	⁷ 동위원소, ⁹⁰ Sr	년 2회	년 2회	
	육 류	⁷ 동위원소, ¹⁴ C	년 2회	년 2회	
해 상 시 료	해 수	전 ²³² , ³ H	월 1회	월 1회	
		⁷ 동위원소, ⁹⁰ Sr, Pu		분기 1회	
	해 저 토	⁷ 동위원소, ⁹⁰ Sr, Pu	년 2회	년 2회	
	어 패 류	⁷ 동위원소, ⁹⁰ Sr, Pu	년 2회	년 2회	
	해 조 류	⁷ 동위원소, ⁹⁰ Sr, ⁹⁹ Tc, ¹²⁹ I, ¹³¹ I	년 2회	년 2회	

이를 보면 초기의 전베타 방사능 측정과 같이 총량 위주의 환경 방사능 감시에서 현재는 여러 가지 방사성 핵종에 대한 정밀 핵종 분석 등 다양한 방법의 환경 감시로 발전하였음을 알 수 있다.

방사능 분석법의 개발

방사능 분석 업무를 수행하던 초기에 우리 나라에서는 주로 일본 과학

기술청에서 발간된 방사능 분석 시리즈(A series of the STA radioactivity measurement methods), 미국의 국립 환경방사능 측정연구소(EML: Environmental Measurements Laboratory)에서 발간된 HASL-300 등에서 기초적인 일부 분석법을 발취하여 사용하여 왔으며, 그나마도 분석 결과의 정확성 여부도 알 수 없었다.

원자력안전기술원에서는 그간 이

〈표 4〉 최근 개발된 방사능 분석법

방사능 분석법	용도	사용 장비 및 계측기	개발 연도
축차 분리법을 이용한 환경 시료 중 $^{238,240}\text{Pu}$, ^{137}Cs 및 ^{90}Sr 분석법	해수 중 ^{90}Sr 및 $^{238,240}\text{Pu}$ 의 동시 분석	α -spectrometer α/β counter γ -spectrometry	1995
CO_2 흡수법에 의한 ^{14}C 분석법	환경 시료 중 ^{14}C 분석	LSC	1996
고분해능 ICP-MS를 이용한 방사성 핵종 분석	환경 시료 중 ^{238}U , ^{232}Th 및 $^{238,240}\text{Pu}$ 분석	HR-ICP-MS	1996
고분해능 ICP-MS를 이용한 ^{226}Ra 의 신속 측정법	지하수와 토양 중 ^{226}Ra 의 신속 측정	HR-ICP-MS	1997
토양 중 Pu 동위원소 분석법	토양 중 Pu 동위원소의 분포 및 존재비 측정	HR-ICP-MS	1997
물시료 중 ^{222}Rn 분석법	물시료 중 ^{222}Rn 정량	LSC	1997
대기중 ^3H 및 ^{14}C 동시 포집법	환경 시료 중 ^3H 및 ^{14}C 분석	대기 포집 장치, LSC	1997

〈표 5〉 개발 계획중인 방사능 분석법

방사능 분석법	용도	사용 장비 및 계측기	개발 연도
PreLab 및 ICP-MS를 이용한 장반감기 인공 핵종(Pu, Tc, Np) on-line 측정법	양·음이온 교환 수지를 이용한 빗물중 인공 방사성 핵종의 자동 농축법 개발 및 신속 측정	PreLab, HR-ICP-MS	1998
PreLab 및 ICP-MS를 이용한 장반감기 천연 방사성 핵종(U, Th, Ra) on-line 측정법	양·음이온 교환 수지를 이용한 빗물 중 천연 방사성 핵종의 자동 농축법 개발 및 신속 측정	PreLab, HR-ICP-MS	1998
ICP-MS를 이용한 ^{129}I 정량법	환경 시료 중 ^{129}I 분석	HR-ICP-MS	1999
LEPS를 이용한 α 핵종 분석법	α 핵종(^{241}Am , ^{210}Pb 등)의 분석	LEPS, α -spectrometry	1999
γ -spectrometry를 이용한 환경 시료 중 U, Th, 및 Ra의 분석법	천연 방사성 핵종 분석	γ -spectrometry	2000

들 방사능 분석법을 답습하여 분석 능력을 기르고 국제 교차 분석을 통하여 방사능 분석 수준을 가름하여 왔었다.

이렇게 선진 외국의 기술을 통하여 자체적으로 확립된 방사능 분석법을

「방사성핵종 표준분석법(Manual of Standard Procedures for Environmental Sampling and Radioactivity Analysis, Vol I & II)」으로 정리하였으며, 매년 꾸준히 개정·보완하고 있다.

원자력안전기술원은 신청사에 최신의 실험 시설을 갖추고 독자적인 분석법의 개발에도 노력을 기울여 그동안 많은 성과가 있었다.

특히 최신 장비인 고분해능 유도 결합 플라즈마 질량 분석기(HR-ICP-MS)를 이용하여 보다 간편하고 단시간 내 극미량의 방사능을 검출하는 방법들의 개발에 노력하여, 화학적 전처리 후 방사능을 계측하는 복잡하고 시간이 많이 걸리는 기존의 방법을 대체하고 있다.

또한 계측 장비의 발달에 따라 검출 한계를 더욱 낮추어 보다 정밀한 방사능 분석과 방사능 분석 업무의 자동화에도 힘쓰고 있다.

〈표 4〉는 최근 몇 년간 원자력안전기술원에서 개발한 대표적인 분석법이며, 〈표 5〉는 2000년까지 개발을 계획하고 있는 주요 분석법이다.

방사능 분석의 품질 관리

방사능에 의한 환경 영향 평가를 수행함에 있어서 반드시 요구되는 환경 방사능 분석 자료의 신뢰성을 제고하기 위하여, 원자력안전기술원에서는 환경 방사능 측정에 대한 국내의 교차 분석을 매년 정기적으로 수행하여, 분석 능력의 질적 향상과 국제적인 수준의 환경 감시 체제 수립에 최선의 노력을 함으로써 국민 건강 보호 및 환경 보전에 기여함은 물론, 원자력 이용에 대한 국민의 이해

증진에도 노력하고 있다.

1. 국제 방사능 교차 분석

한국원자력안전기술원은 89년부터 매년 한 일 양국간의 환경 방사능 분석 기술의 질적 향상 및 분석 결과의 신뢰성 확보를 위하여 일본분석센터(JCAC)와 지금까지 9년간에 걸쳐 교차 분석 및 전문가 상호 방문 등 방사능 분석에 대한 기술 협력을 수행하여 왔다.

초기에는 JCAC로부터의 일방적인 기술 전수 형태로 출발하였으나 지금은 대등한 입장에서 서로의 분석 결과를 상호 비교함으로써 자국의 분석 능력을 가름할 정도로까지 발전하였다.

97년 5월에 원자력안전기술원에서 개최된 제9차 KINS-JCAC간 기술 협력 운영위원회에서 평가한 양국간 교차 분석 결과도 허용 오차 범위 내에서 상호 잘 일치하는 결과를 나타내었다.

일본 JCAC와의 다년간의 교차 분석으로 방사능 분석 능력을 쌓은 원자력안전기술원은 다수 기관이 참여하는 본격적인 국제 방사능 교차 분석에 참여하였다.

다수 기관간의 교차 분석에는 세계 100여개 이상의 방사능 전문 분석 기관이 비실명제(분석 결과에 참여 기관을 명시하지 않음)으로써 타기관의 분석 능력은 알 수 없고 각 참여 기관 별로 자신들의 능력만을 알 수 있음)

〈표 6〉 EML 교차 분석 결과

대상 시료	핵 종	단 위	KINS 분석값	신뢰 구간	판 정
공기 부유진 필터	⁵⁴ Mn	Bq/filter	5.98	5.58 ~ 7.46	A
	⁵⁷ Co		11.21	8.72 ~ 13.90	A
	⁶⁰ Co		9.33	8.80 ~ 11.80	A
	¹²⁵ Sb		16.29	13.06 ~ 18.38	A
	¹³⁴ Cs		26.87	22.82 ~ 31.27	A
	¹³⁷ Cs		6.44	5.99 ~ 8.11	A
토 양	¹⁴⁴ Ce	Bq/kg	16.08	12.62 ~ 21.03	A
	⁴⁰ K		299.5	267.8 ~ 400.1	A
	⁶⁰ Co		1.25	1.35 ~ 1.95	W
채소(건체)	¹³⁷ Cs	Bq/kg	802.4	729.0 ~ 996.3	A
	⁴⁰ K		1136	1017 ~ 1401	A
	⁶⁰ Co		31.96	26.24 ~ 38.88	A
	¹³⁷ Cs		687.0	561.6 ~ 780.0	A

〈표 7〉 주요 참여 기관별 교차 분석 평가 결과

등급별 분포율 (%)	A	W	N
한국 원자력안전기술원(KINS)	93	7	0
미국 원자력규제위원회(US NRC)	94	6	0
캐나다 원자력통제국(AECB)	72	22	6
중국 방사선방호연구소(CIRP)	60	13	27
대만 원자력위원회 방사선감시센터	81	16	3
프랑스 원자력청(CEA/DIRCEN)	69	13	18
미국 국립 Brookhaven연구소	45	29	26

주) A : Acceptable, W : Acceptable with Warning, N : Not Acceptable

로 수행되는 국제 원자력기구(IAEA), 세계보건기구(WHO) 등에서 주관하는 교차 분석이 있다.

원자력안전기술원은 92년부터는 IAEA에서 주관하는 교차 분석에, 95년부터는 WHO에서 주관하는 교차 분석에 참여하기 시작하여 매년 좋은 결과를 얻었다.

이에 자신감을 얻은 원자력안전기술원은 97년부터는 미국 EML에서

주관하는 실명제(각 참여 기관의 분석 능력을 EML에서 인정하는 허용 오차 범위로서, A : Acceptable, W : acceptable with Warning, N : Not acceptable의 세 등급으로 구분하고 그 결과를 참여 기관을 명시한 가운데 보고서로 발표) 교차 분석에 참여하였다.

이 교차 분석은 미국 에너지부(DOE) 산하의 환경 방사능 감시 업무



환경 분석용 시료 채취(해수). 한국원자력안전기술원은 최근 미국 EML의 환경 방사능 교차 분석 평가에서 93%의 A등급 평가 결과를 얻었다.

에 참여하는 미국 내 130여개 연구기관의 분석 능력을 년 2회 평가하는 프로그램(QAP : Quality Assessment Program)으로서 세계 여러 전문 방사능 분석 기관이 참여하고 있다.

원자력안전기술원은 EML로부터 대기 부유진, 공기 필터, 토양, 건조 채소 등 3개 표본 시료를 받아 15개 방사성 핵종을 분석하였다.

원자력안전기술원의 분석 결과는 토양의 1개 핵종(Co-60)에서만 조건부 일치 판정(W)을 받았을 뿐, 나머지 모든 핵종에 대한 분석 결과는 EML의 기준과 일치하여 전체의 93%가 A등급이었다.

이번 EML의 평가에는 우리 나라를 비롯하여 미국·러시아·프랑스·영국·캐나다·중국 등 15개국의 121개 분석 전문 기관이 참여하였다.

주요 기관의 A등급 비율을 보면 미국 원자력규제위원회(US NRC)는 94%, 캐나다 원자력규제위원회(AECB) 72%, 프랑스 원자력청(CEA/DIRCEN) 69%, 대만 원자력위원회(Taiwan AEC) 81% 등이었다(표 7).

이 결과로 미루어 보아 우리나라의 방사능 분석 기술 수준은 어느 선진국에도 뒤지지 않는 우수한 수준임을 알 수 있다.

원자력안전기술원은 이러한 꾸준한 노력으로 세계환경방사능감시망(GERMON : Global Environmental Radiation Monitoring Network)으로부터 우리나라를 대표하는 기관으로서 인정되어 공기 부유진·빗물·우유에서의 방사능 준위, 공간 감마선량률 등의 자료를 교

환하고 있다.

현재 우리나라에는 한국원자력연구소, 한국전력공사의 각 원전 사업소, 대학 등 많은 방사능 분석 기관이 있으나 이러한 국제 교차 분석에 참여하는 기관은 거의 없다.

앞으로는 우리나라에서도 많은 기관이 국제적인 교차 분석에 참여하여 기관 스스로의 능력을 향상하고 보다 신뢰성 있는 환경 방사능 감시 자료를 생산함으로써 궁극적으로는 방사능 오염으로부터 국민의 건강을 보호하고 환경을 보전하는 데 기여하여야 할 것이다.

2. 국내 방사능 교차 분석

국내 분석 기관 간의 방사능 교차 분석은 한전이 자체 분석 능력의 향상을 위하여 각 원전 사업소간 내부 교차 분석을 실시한 것이 시초였으나, 각 사업소의 분석 능력을 객관적으로 판정할 수 있는 기준이 되는 기관이 없어 한계가 있을 수밖에 없었다.

한편 원자력안전기술원은 지방 방사능측정소의 분석 능력 제고를 위하여 중앙 측정소와 지방 측정소간의 교차 분석을 96년부터 매년 주기적으로 실시하고 있으며, 97년에는 원자력연구소, 한전, 대학 등 국내 대부분의 분석 기관들이 참여하는(19개소의 방사능분석실험실 참여) 명실 상부한 교차 분석을 실시한 바 있다.

이 교차 분석은 원자력안전기술원



이 주관하고 EML 등에서 제공하는 표준 시료, 표준 선원으로 제조한 시료 등을 사용함으로써 분석 능력의 판정에 공정성을 기하였으며, 그 결과는 보고서로 작성하여 참여 기관에 배포함으로써 스스로의 문제점을 분석하여 방사능 분석 능력 제고의 기회로 삼도록 하였다.

처음 실시한 전국적인 교차 분석이었으나 많은 기관이 참여하여 호응도가 좋았으며, 한전, 원자력연구소, 일부 대학 등은 상당한 수준의 방사능 분석 능력을 보유하고 있음을 알 수 있었다.

그러나 아직 화학적인 전처리가 따르는 일부 핵종에 대하여는 거의 대부분 기관들이 미숙하여 차후 보완해 나가야 할 과제로 대두되기도 했다.

원자력안전기술원에서는 앞으로 이 국내 교차 분석의 참여 범위를 확대하고, 보다 다양한 시료 및 다수의 핵종에 대한 교차 분석으로 발전시켜 매년 주기적으로 개최할 예정으로서, 우리 나라 방사능 분석 기관들의 능력을 한 단계 높이는 기회로 활용할 수 있도록 노력할 것이다.

결 언

이상에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 환경 방사능 감시는 원자력 사업자를 중심으로 한 원자력 시설 주변 환경 감시, 한국원자력안전기술원의 중앙 방사능측정소 및 지방 방



환경 분석용 시료 채취(하천). 한국원자력안전기술원은 환경 방사능 감시 강화의 일환으로 국가 환경 방사능 자동 감시망(ERNET)을 구축하고 전국의 공간 감시선량률을 실시간으로 감시하고 있다.

사능측정소에 의한 전국도 환경 감시로 대별할 수 있으며, 국내의 방사능 비상시를 대비하여 우리 나라 전역의 방사능 오염에 대한 감시를 철저히 하고 있다.

또한 많은 대학에서도 방사능 감시에 대한 관심을 가지고 연구하고 있고 지역에 대한 환경 감시 활동에 활발히 참여하고 있다.

방사선 환경에 대한 국민의 관심이 날로 고조되고 있는 가운데 이 같이 많은 방사능 분석 기관이 활동하고 있는 것은 매우 고무적이라 할 수 있겠다.

불모지에서 시작한 우리나라의 환경 방사능 감시가 오늘날에 이르러 세계적 수준을 도달할 수 있었던 것은 많은 연구 기관, 대학 또는 원자력 사업자의 노력과 정부의 활발한 지원

의 결과로 볼 수 있겠으나, 환경 오염에 대한 성숙한 국민 의식과 보다 쾌적한 환경권을 요구하는 시대적 요청에 힘입은 바도 크다.

환경 문제는 앞으로 더욱 더 국민의 관심사로 부각될 것이고 그 중요성이 한층 강조될 것임에 틀림없다.

원자력 안전의 최종 목표는 방사선 재해로부터의 국민의 안전과 환경 보전이라 할 수 있다.

따라서 환경 방사능 감시·평가 업무에 종사하는 이들은 사명감을 가지고 모든 국민들이 안심할 수 있는 환경 감시가 이루어질 수 있도록 보다 노력하여야 할 것이다.

그리하여 원자력 안전에 대한 대국민의 신뢰를 제고하고 원자력 산업의 건전한 발전에 기여할 수 있을 것이다. ☻