

환경 방사능 조사 결과 설명회 장면

## 93年度 環境放射能管理 現況 및 實績



양 창 국  
한국전력공사 방사선안전실장

**우**리가 살고 있는 지구에는 어느 곳이나 방사선이 존재하고 있으며, 이러한 방사선을 환경방사선이라 한다. 환경방사선은 크게 자연방사선과 인공방사선으로 구분이 된다.

자연방사선에는 우주로부터 오는 우주선, 땅 속 광물질로부터 나오는 것 등이 있으며, 인공방사선은 농산물 품질개량을 위해 사용되는 동위원소, 진단이나 치료를 위해 사용되는 동위원소, 건강진단을 위해 사용되는 엑스선, 핵실험과정에서 나오는 방사선 등이 있는데, 이런 것들을 인공방사선이라 한다. 그리고, 환경방사선의 세기 또는 방사선량을 환경방사능이라 한다.

원자력발전소에서는 발전과정

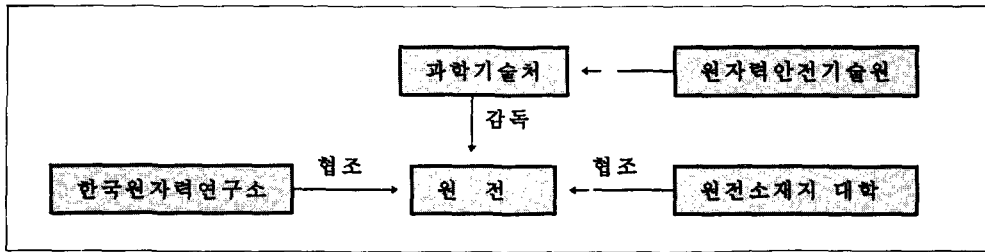


그림 1. 환경방사능 감시체계

에서 발생하는 극소량의 방사성 기체나 액체가 외부로 방출되고 있는데, 이로 인해 원전주변 주민이나 환경이 얼마나 영향을 받고 있는지를 평가하기 위해 원전 가동전부터 현재까지 환경방사능 관리를 해 오고 있다.

### 환경방사능 관리 체계

원전의 환경방사능 관리는 전문인력, 장비, 시설 등을 갖추고 원전이 주도적으로 해오고 있으며, 과학기술처와 한국원자력 안전기술원 등이 이를 감시 감독하고 있다[그림 1 참조]. 또 원전은 환경시료에 대한 분석치의 신뢰성 확보를 위해 일부 시료를 한국원자력연구소나 원전 소재 지방대학에 분석을 의뢰하고 있으며, 또 분석결과에 대한 객관성과 신뢰도를 높이기 위해 지역주민과 지역대학이 환경방사능 조사에 참여하도록 하고 있다. 최종적으로 환경 관련 각종 조사 결과는 과학기술처에 종합보고되며 과학기술처에서는 이를 토대로 원전주변 환경이 영향을 받고 있는지

표 1. 환경방사능 감시 계획

대상 및 시료		조사항목	주 기	지 점 수
공기중		공간 선량률	연 속	10~11개소
		공간집적선량	분기 1회	40개소 이상
공기중	미립자	전베타, 감마 *Sr-90	주 1회 분기 1회 분기 1회	10개소
	방사성옥소	방사성옥소	주 1회	10개소
육상	토 양	전베타, 감마 *Sr-90	연 2회	15개소
	술 잎	전베타, 감마 *Sr-90	연 2회	5개소 이상
물	해 수	전베타, 감마 삼중수소 *Sr-90	월 1회 분기 1회 분기 1회	3개소 이상
	지 하 수	전베타, 감마, 삼중수소	분기 1회	2개소 이상
	빗 물	전베타, 감마, 삼중수소	월 1회	2개소 이상
해저	해저침식물 및 저생지표 동·식물	전베타, 감마 *Sr-90	년 2회	2개소 이상
식품	우 유	감마, 방사성옥소 *Sr-90	월 1회	2개소
	어·패류	전베타, 감마	연 2회	각 3개소
류	곡 류	전베타, 감마	연 1회	3개소
	채소류	전베타, 감마, 방사성옥소	연 1회	3개소
	가금류의 알	감마	연 2회	2개소
	해조류	전베타, 감마	연 2회	3개소

주 1. Cs-137이 존재할 경우에만 Sr-90을 분석

표 2. 연간평균 공간선량을 분포 범위(최소 및 최대값)

(단위 : nGy/ hr)

원 전	91년 이전	92년	93년
고 리	68.7~84.4	72.2~80.0	74.8~80.0
월 성	74.0~90.5	82.7~89.6	82.4~90.7
영 광	70.5~123.5	73.1~124.4	78.4~118.8
울 진	84.4~114.8	82.7~119.2	85.3~117.5
서 울	108.8~134.9	113.1~123.5	113.0~151.0

- 주 1. 1nGy(나노그레이)=1/ 8.7μR(마이크로 렌트겐)  
 2. 서울의 공간선량률은 한양대학교의 측정치임

표 3. 1993년도 분기별 공간집적선량 측정치

(단위 : μSv)

원 전	장소(거리)	1/ 4 분기	2/ 4 분기	3/ 4 분기	4/ 4 분기	평 상 변동폭	연간
고 리	효암(1km)	223	230	193	193	118~286	839
	좌천(5km)	233	223	203	193	121~271	852
	경주(54km) (비교지점)	207	217	207	197	123~331	828
월 성	나산(1km)	187	255	254	220	153~331	916
	송전(8km)	216	279	287	220	173~322	1002
	울산(24km) (비교지점)	181	237	258	210	146~346	886
영 광	가마미(1km)	163	163	160	165	103~313	651
	홍농(3km)	177	160	190	189	115~310	716
	영광(17km) (비교지점)	213	217	240	243	195~303	913
울 진	부구(1km)	269	227	208	253	196~300	957
	고목(2km)	288	242	253	308	220~325	1091
	매화(21km) (비교지점)	204	200	211	228	139~264	843

- 주 1. 1μSv(마이크로 시버트)=0.1mrem(밀리렘)  
 2. 영광의 4/ 4분기는 92년 4/ 4분기값임  
 3. 비교지점은 발전소 영향이 없는 먼거리 지점임

여부를 최종 평가하게 된다.

### 환경방사능 감시 계획

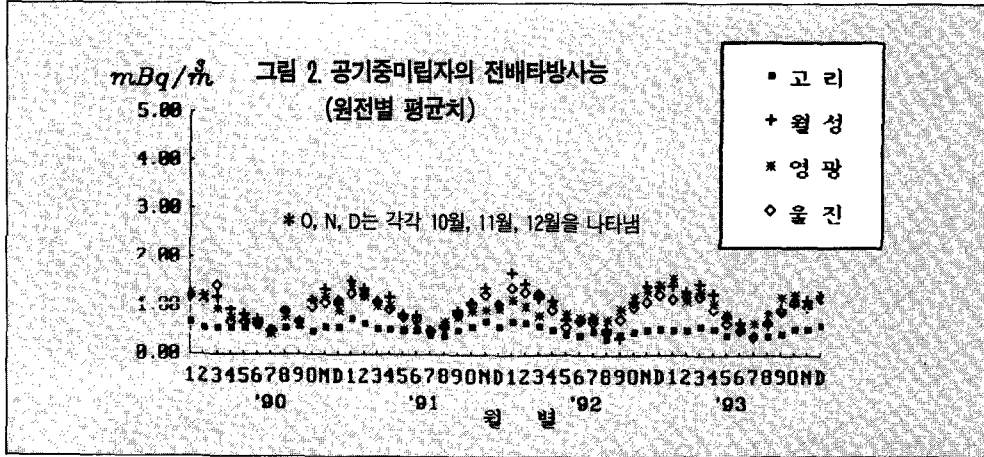
원전 환경방사능 관리는 과학 기술처 고시 제85-5호 「원자력 발전소 주변 환경 감시지침」에 따라 수행된다. 감시항목은 크게 환경방사선량 측정과 환경시료중의 방사능 분석으로 나누어 진다. 환경방사선량은 환경방사선감시기와 열형광선량계에 의해 측정되며, 그 조사지점은 대략 부지당 40여개소에 달한다. 또 방사능 분석 대상은 원전 가동으로 인한 환경오염 여부를 쉽게 알 수 있고, 또 주민들 생활과 관련이 많은 종류로 정한다. 공기미립자, 토양, 솔잎, 바닷물, 우물물, 쌀, 보리, 배추, 우유, 해조류(미역, 다시마, 김), 어·패류등이 분석 대상에 포함되며, 시료 갯수는 발전소별로 연간 1,500여개에 달한다. 주요 환경방사능감시계획은 [표 1]과 같다.

또, 환경으로 방출되는 방사성 물질에 의해 주변주민이 받는 방사선량도 매년 조사하여 그 영향 여부도 평가한다.

### 환경방사능 관리 실적

#### 환경방사선량 조사

환경방사능 감시 대상의 하나인 환경방사선량 조사 결과 중 중요한 두가지 항목에 대하여 살



퍼본다.

### 공간선량률

공간선량률은 발전소 주변의 10~11개소에 환경방사선감시기를 설치하여 연속으로 측정하며 그 결과는 [표 2]와 같다.

[표 2]에서 보듯이 93년도 측정결과는 92, 91년도 측정치와 유사하고, 한양대학교가 측정한 서울의 측정치와도 큰 차이가 없으므로 발전소 가동으로 인한 영향은 없는 것으로 평가된다. 여기서 원전주변이 서울보다 다소 낮게 나타나는 것은 원전이 해안에 위치해 있기 때문이며 해안은 보통 내륙보다 방사선량이 낮다.

### 공간집적선량

공간집적선량은 발전소 반경 약 30km 이내 40여개 지점에 설치된 열형광선량계(TLD)를 매 분기별로 회수, 판독하여 분석한다. 이때 열형광선량계의 분실율

표 4. 공간집적선량의 연도별 비교

(단위 :  $\mu\text{Sv}$ )

연도	89	90	91	92	93
원전					
고 리	892~1200	792~1112	740~970	693~993	763~947
월 성	952~1100	932~1240	884~1128	843~1109	816~1100
영 광	1020~1240	950~1470	760~1510	770~1630	652~1650
울 진	812~1368	752~1488	732~1420	732~1260	694~1228

주 1. 원전으로부터 32km이내의 최소 및 최대값을 표시

대비하고 자료의 신뢰성을 향상시키기 위해 한 지점에 3개의 열형광선량계를 3중으로 설치 운영하며 이 3개의 평균값을 측정치로 한다. 주요지점에 대한 공간집적선량 측정결과를 보면 [표 3]과 같다.

[표 3]에서 보는 바와 같이 93년도에 측정된 공간집적선량은 분기 최대가  $308\mu\text{Sv}$ 로서 평상변동폭(최근 3년간 측정치의 평균에 표준편차를 보정한 값)중 제일 높은  $220\sim325\mu\text{Sv}$  이내로 들어

발전소 가동으로 인한 영향은 발견되지 않았다.

또, 89년부터 93년까지 연도별 분석치를 비교해 보면 [표 4]와 같이 모두 예년과 유사하며 증가경향도 없다.

### 환경시료의 방사능

원전별로 20여 종류 약 1,500개 시료를 분석하고 있으나 그 중에서 중요한 몇가지 항목에 대해서만 분석결과를 살펴보기로

**표 5. 공기중미립자의 전베타방사능**

(단위 : mBq/ m<sup>3</sup>)

원전별	90년	91년	92년	93년
고리원전	0.20~1.86	0.13~2.38	0.28~1.74	0.23~1.81
월성원전	0.29~1.51	0.35~1.58	0.41~1.76	0.18~1.65
영광원전	0.26~1.79	0.25~1.84	0.29~1.81	0.23~1.75
울진원전	0.37~1.77	0.41~1.81	0.39~1.45	0.14~1.71

- 주 1. 상기 수치는 월별 평균치의 최소치와 최대치를 나타낸 것임
- 2. mBq/ m<sup>3</sup> ≈ 0.000000027 $\mu$ Ci/ m<sup>3</sup>
- 3. 측정은 지침에 따라 시료채취 후 72시간 이후에 실시

**표 6. 토양중의 Cs-137농도**

(단위 : Bq/ kg-dry)

원 전	91년	92년	93년	일본의 분석치
고 리	N.D	N.D	N.D-23.1	하마오카원전:3.6~18.1 (87년 4월~88년 4월)
월 성	N.D-15.0	N.D-32.9	N.D-23.3	
영 광	N.D	N.D	N.D-3.7	젠카이 원전:3.8~29.0 (1990년)
울 진	N.D-17.0	N.D-20.0	N.D-12.3	

**표 7. 93년도 해양시료의 인공감마핵종 분석 결과**

핵 종	원 전	시 료	검출내용
Cs-137	울 진	어 류	원전주변:N.D~0.15 비교지점:N.D~0.12
		해 저 토	원전주변:N.D~0.76 비교지점:N.D~0.75
	고 리	해 저 토	원전주변:N.D~2.80 비교지점:N.D~2.74
	영 광	해 저 토	원전주변:N.D 비교지점:N.D~2.00
Ag-110m	울 진	어 류	원전주변:N.D~0.14 비교지점:N.D~0.12
		불가사리	원전주변:N.D~83.0 비교지점:N.D
기 타	전 원전 주변 불검출		

- 주 1. 단위는 어류와 불가사리는 Bq/ kg-wet, 해저토는 Bq/ kg-dry임
- 2. 비교지점은 원전의 영향이 전혀 없는 먼거리 지역임

한다.

**공기시료의 방사능**

공기시료는 원전주변 10~11개소에 설치된 대기시료채집기로 연속채취하며, 이를 주 1회 단위로 전베타방사능과 방사성옥소를 분석하고, 또 감마동위원소는 분기 1회 분석 한다. 그 결과 공기중 전베타방사능은 0.14~1.81 mBq/m<sup>2</sup>로 자연방사능 수준이며, 예년과 비교 뚜렷하게 증가한 경향은 없다. 또 공기중 방사성옥소와 감마동위원소를 분석한 결과 방사성옥소나 인공방사성핵종은 검출되지 않고 있다. [표 5] 와 [그림 2]에 공기중 미립자에 대한 전베타 방사능 분석결과를 나타냈다.

[그림 2]에서는 공기중의 전베타방사능이 겨울에 높고 여름에 낮은 경향을 볼 수 있는데 이는 대기혼합고, 계절풍 등 자연현상에 의하여 대기중 천연방사성물질(라돈가스) 농도가 주기적으로 변함에 기인한다.

**토양시료중의 감마핵종**

발전소별로 연 2회에 걸쳐 15개 지점의 토양시료를 채취하여 그 방사능을 분석한 결과 일부 시료에서 인공방사성핵종인 Cs-137이 [표 6]과 같이 검출되고 있다. Cs-137은 전세계적으로 검출되고 있는 인공핵종으로 과거 핵실험이나 옛 소련의 체르노빌 원전사고에 의해 나타난 것으로

로 판단된다. 그 이유는 1987년 까지 총 423건의 대기권 핵실험에 의해 약 960PBq(1PBq=10<sup>15</sup>Bq) [=25백만 Ci]이, 1986년 4월 체르노빌 원전사고로 인해 약 70PBq [=1.9 백만 Ci]이 낙진으로 전세계 지상에 떨어진 바 있기 때문이다. 일본의 경우도 우리와 비슷한 수준을 나타내고 있는데, 그 양은 하마오카 원전 주변이 3.6-18.1Bq/kg-dry('87. 4-'88. 4), 겐카이 원전 주변이 8-29Bq/kg-dry('90년)으로 우리의 최대 32.9Bq/kg-dry와 유사하다.

### 해양시료의 감마핵종

해수, 어·패류, 해조류, 해저토, 저생동물 등 해양시료에 대한 방사능을 조사한결과, 일부 시료중에서 Cs-137이, 울진원전의 저생동물시료인 불가사리에서 Ag-110m이 검출된 것을 제외하면 다른 시료에서는 인공감마핵종이 검출되지 않았다.

해양시료중의 Cs-137은 토양에서와 마찬가지로 해저토에서 최고 2.80 Bq/kg-dry를 나타내고 있는 바 이는 역시 과거 대기권 핵실험 및 러시아 체르노빌 원전 사고에 의해 지상 및 해상에 떨어진 낙진의 영향인 것으로 판단되며 이런 현상은 일본에서도 비슷하게 0.958~3.287Bq/kg-dry로 나타나고 있다.

또, 러시아 동해 핵폐기물 불법 투기에 대해 과학기술처, KINS

표 8. 러시아 동해 핵폐기물 투기관련 동해 해양조사 결과(Cs-137농도)

시료 종류	한 전	일 본	KINS
어 류	0.06~0.25	0.01~0.29	0.03~0.36
해 저 토	-	0.958~3.287	N.D~0.009

주 1. 단위는 [표 7]에서와 같음

표 9. 월성원전 주변 공기중 삼중수소 추이

(단위 Bq/ m<sup>3</sup>)

지 점	89	90	91	92	93
청경사택	3.61	2.86	2.35	2.23	1.82
직원사택	2.18	0.97	0.80	0.27	0.74
상 불	2.35	1.71	1.33	1.15	1.07
경 주	1.99	0.52	0.39	0.26	0.08

주 1. 법적제한치: 14,800Bq/ m<sup>3</sup>

표 10. 빗물중 삼중수소 연간평균농도

(단위: Bq/ ℓ)

지 점	90	91	92	93
고 리(관측소)	63.9	6.1	7.7	6.2
월 성(폐기물고)	161.9	112.0	203.2	170.2
영 광(관측소)	63.5	23.9	16.3	9.8
울 진(관측소)	20.4	9.3	10.1	N.D.

주 1. 법적제한치는 222,000 Bq/ ℓ임

(한국원자력안전기술원) 및 한전에서 조사를 실시한 결과 [표 8]에서 보는 바와 같이 Cs-137이 검출되었는 바 그 양상도 일본과 우리나라가 유사하다.

한편, 일부 불가사리에서 검출된 Ag-110m은 그 법적인 허용치가 규정되어 있지 않지만 이는 수중 허용농도인 1,100Bq/ℓ와 비해 상대적으로 적은 양이고, 사람이 먹지 않기 때문에 이로 인해 인체에 미치는 영향은 없는

것으로 판단된다.

Ag-110m이 불가사리에서만 극미량으로 나타난 것은 Ag-110m이 불가사리에서의 농축 계수가 다른 생물체에 비하여 비교적 높기 때문이다.

### 공기중 삼중수소

월성원전은 중수로형 원자로로서 그 특성상 삼중수소 발생 및 대기권 방출이 경수로 보다 다소 많아 공기시료에 대한 삼중수소

**표 11. 93년도 연간 방사성폐기물 방출현황**

(단위 : TBq( = 10<sup>12</sup>Bq))

구분	원전	고리	월성	영광	울진
기체	희유기체	206.4	218.9	3.3	0.1
	삼중수소	8.8	368.3	1.8	1.1
	기타	0.0014	0.0	0.000006	0.000004
액체	삼중수소	66.1	46.3	46.7	29.9
	기타	0.001	0.00054	0.000131	0.000905

주 1. 방사성옥소, 방사성미립자의 방출은 거의 없음(0.01TBq이하)

**표 12. 원전 부지별 주민선량의 연도별 추이(전신선량)**

(단위 :  $\mu$ Sv/년.인)

구분	87	88	89	90	91	92	93
고리	0.8	0.8	2.1	3.7	3.0	5.5	7.9
월성	3.1	1.4	0.9	1.7	1.5	2.0	1.9
영광	0.6	2.3	0.2	0.2	0.7	0.5	0.2
울진	-	0.02	0.3	0.8	0.9	0.9	1.3

**표 13. 93년도 주민 참여내용 및 환경방사선감시기 점검 결과**

원전	회수	주민수(명)	조사장소(개소)	측정결과(nGy/hr)
고리	3	연 22	연 17	57~121
월성	4	연 14	연 20	61~128
영광	4	연 20	연 40	65~124
울진	3	연 12	연 18	62~122
계	14	연 68	연 95	57~128

분석을 별도로 실시한다. 즉, 월성 원전 주변 8개 지점과 비교지점으로 경주와 울산을 선정하여 월 2회 삼중수소 농도를 측정한다.

공기중 삼중수소 조사 결과 중 부지외부에 있는 4개 지점에 대하여 [표 9]에 보인다.

[표 9]에서 보는 바와 같이 발

전소 외부지역 중 최대치는 청경사택의 1.82Bq/m<sup>3</sup>이나 이는 공기중 삼중수소 최대허용농도인 14,800Bq/m<sup>3</sup>의 0.01% 정도에 불과하여 그 영향은 없는 것으로 판단된다. 또 이 최대농도지점에서 의 공기 호흡에 의한 방사선량을 계산하여 본 결과 0.27 $\mu$ Sv/년

으로서 일반인에 대한 허용선량인 1mSv/년에 비해 0.03%수준으로 극히 적은 양이었다.

**빛물중 삼중수소**

빛물중 삼중수소 농도는 [표 10]과 같으며 그 농도는 월성원전부지를 제외하고는 모두 일반지역과 유사한 수준이다. 월성의 빛물중 삼중수소 농도는 공기중 삼중수소농도와 마찬가지로 기체방출물에 의한 영향으로서 이의 연간 평균치는 170Bq/ℓ이다.

이는 수중의 최대허용농도인 222,000Bq/ℓ의 0.08%에 불과하며 그 영향은 극히 미미한 것으로 판단된다.

또한 삼중수소는 베타선 방출체로서 에너지가 약 12Kev로 매우 낮아 인체에 영향을 별로 끼치지 않아 선진외국에서도 큰 관심을 갖고 관리하고 있는 것은 아니다.

**방사성폐기물 방출에 의한 주민방사선량 평가**

원전에서 미량이나마 방출되는 방사성기체 및 액체폐기물에 의해 원전부지 경계지역에 거주하는 주민이 받게되는 방사선량을 전산기를 사용하여 평가한다. 1993년도 주민방사선량 계산에 적용한 방사성물질의 방출량은 [표 11]과 같으며, 여기에서 보듯이 액체의 경우는 모든 원전이 삼중수소가 주를 이루고 있고, 기

**표 14. 주민 채취 시료 종류**

원 전	종류 수	시 료 명
고 리	10종 53개	토양, 솔잎, 해수, 지하수, 지표수, 해저토, 홍합, 어류, 전복, 미역, 우유, 개란, 빗물
월 성	22종 112개	토양, 솔잎, 해수, 지하수, 지표수, 우유, 해조류, 쌀, 시금치, 무우, 양파, 배추, 감, 고구마, 호박 등
영 광	7종 78개	토양, 솔잎, 해수, 지하수, 지표수, 쌀, 배추
울 진	9종 39개	토양, 솔잎, 해수, 지하수, 하천수, 식수, 쌀, 고추, 무우

체의 경우에는 불활성기체와 삼중수소가 주를 이루고 있다.

상기 방출량에 대한 발전소 부지 경계지역에서의 주민방사선량을 계산하면 [표 12]와 같다. 그 내용을 보면 일반주민에 대한 선량 제한치인 1,000 $\mu$ Sv/년·인에 비해 최대 7.9 $\mu$ Sv/년·인으로 제한치 대비 0.8%로 극히 작은 수준에 불과하다.

**주민 및 지역대학의  
환경방사능 공동조사**

원전 주변 환경방사능 조사의 객관성을 위해 원전주변 주민(연 68 명)과 3개 지역대학(부산대, 경북대, 조선대)이 공동으로 일부 환경조사에 참여하였으며, 그 조사결과에서도 원전 주변의 방사능 오염현상은 나타나지 않고 있다.

[표 13]에서 보는 바와 같이 원전주변이 57~128nGy/시간으로 이는 평소 자연방사능 수준으로 이상치를 나타낸 것은 없다.

한편 93년도에 지역주민이 원전 주변에서 시료를 채취, 지역대학에 감마핵종분석을 의뢰한 내역은 총 24종 282건이었으며 그 내용은 [표 14]와 같다.

**조사결과 종합 평가**

1993년도에 한전에서 수행한 각 원전의 환경방사능 조사결과 원전가동으로 인해 원전주변 환경에서 방사능 오염현상은 나타나지 않았다.

즉, 공간방사선량 및 전베타방사능은 예년치와 유사하였으며 인공방사성핵종은 토양시료에서 Cs-137이 최대 23.3Bq/kg-dry으로 미량 검출되었으나 이는 과거 핵실험 및 체르노빌 원전사고에 의한 방사성낙진 영향이며 발전소가동으로 인한 영향은 아닌 것으로 판단된다.

월성원전 주변의 공기중 삼중수소 농도는 일반지역에 비하여 다소 높은 수준이나 허용치 대비 0.03%이내로 안전한 것으로 평

가된다.

폐기물 방출에 의한 원전 주변 주민의 최대선량을 계산한 결과, 가장 높은 고리원전의 경우 주민방사선량이 7.9 $\mu$ Sv/년으로 이 값도 주민선량제한치의 0.8%내로 미미한 값을 나타내고 있다.

따라서, 1993년도 원전주변 환경방사능을 종합평가하여 보면 원전 가동에 의한 환경의 방사능 영향은 없다고 말할 수 있다.

**앞으로의 대책**

한전에서는 방사능조사의 객관성과 공정성을 확보하기 위해 지역주민 및 지역대학이 원전 환경방사능 감시에 참여하도록 하여 이를 시행해 오고 있다.

그러나, 이러한 노력에도 불구하고 아직도 지방자치단체 및 일부 주민들이 환경방사능관리에 대해 완전한 신뢰를 갖고 있지 못함에 따라 주민 참여 환경감시 제도외에 지방자치단체와 여러기관, 전문가 및 주민대표들이 환경방사능에 대해 공동으로 평가하도록하는 협의체를 구성하여 운영하는 방안을 추진하고 있다. 이러한 협의체가 구성되면 이를 통해 각종 환경방사능관련 현안들이 충분히 논의되고 확인되므로써 환경방사능관리에 대한 상호 이해와 신뢰가 한층 더 높아질 것으로 기대된다.