

1999년도 방사선 안전 관리 실적

박 연 선

한전 원자력안전처 방사선안전팀장



1999년은 국내외로 원자력 관련 사건이 잇따라 일어나, 원자력산업의 안전성에 대한 우려의 목소리가 높았던 한해였다. 그러나 일본의 원전 연료 제조 공장의 임계 사고가 국내에서 일어날 가능성은 없다. 국내의 경우 원전 연료 제조 방식이 일본과는 달리 저농축 자동 건식 제조 방식이기 때문에 임계에 도달하지 않는다.

또한 월성 3호기의 원자로 건물내 중수 누수 사건은 그 조치 과정에서 22명의 작업자가 투입되었으

나 작업자의 최대 방사선량 법적 제한치의 10분의 1 수준이고, 외부로의 방사성 물질의 누출도 없었다. 그러나 이러한 사건을 저울삼아 원전 사고·고장 공개 지침을 철저히 준수하고 감속재 계통 작업 절차를 보완하는 등 가능한 모든 수단을 통해 개선하고 있다.

특히 방사선 안전 관련 분야에서는 호기당 종사자 피폭량과 중저준위 방사성 폐기물 발생량은 세계적으로 우수한 실적을 냈다.

원자력이 중요한 국가 에너지원인 우리나라에서 원전의 안전성에 대한 우려와 관심은 어쩌면 당연하다. 지난해의 사건들을 우리 나라 원자력 안전성을 다시 한번 점검해 보는 계기로 겸허히 받아들여야 할 것이다.

방사선 관리 분야

1. 방사선 방호 신개념 도입에 따른 대응 방안 수립

1990년 국제방사선방호위원회(ICRP)는 방사선 피폭으로 인해 발

생할 수 있는 방사선의 신체적 및 유전적 영향으로부터 인체를 보호하기 위한 방사선 방호의 개념과 원칙, 방법 및 선량 한도 등과 같은 기준 등에 관해 기존의 ICRP-26을 개정한 방사선 방호 신권고를 ICRP-60으로 출간하였다.

국제원자력기구(IAEA)도 이를 적극 수용하여 방사선 방호 요건의 모체인 기본 안전 기준(Basic Safety Standards for Radiation Protection : BBS) 개정판을 출간하였고 전 세계 회원국들에게 동 개정안을 자국의 방사선 방호 안전 규제에 활용하도록 적극 권장하고 있다.

우리 나라는 1998년 8월 ICRP-60 신권고를 반영하여 과학기술부 고시 제98-12호 「방사선량 등을 정하는 기준」으로 공포하였다.

그 주요 내용은 첫째, 일반인 및 직업상 피폭에 대한 선량 한도의 하향 조정(표 1)참조)이고, 둘째, 선량 한도에 내부 피폭 선량을 합산하여 적용한다는 것이다(이전까지는 선량 한도에 외부 피폭 선량만을 적

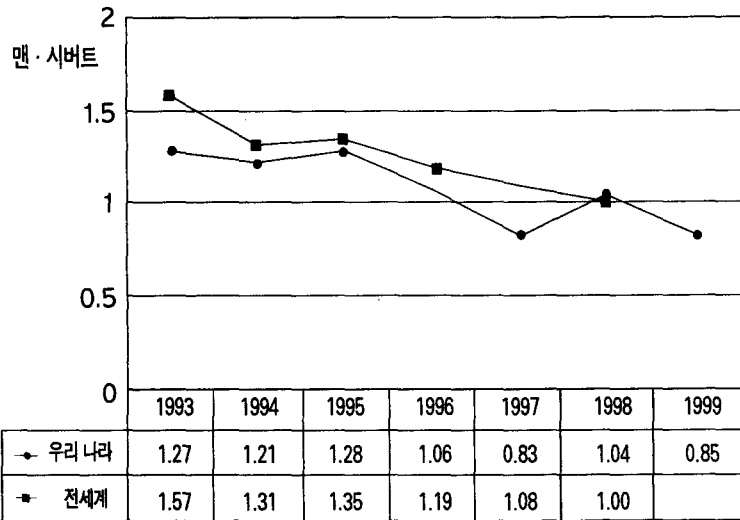


〈표 1〉 과기부 고시 개정 전후 법적 선량 한도 비교

구분	개정 전	개정 후
종사자	연간 5렘	연평균 2렘*
수시 출입자	연간 1.5렘	연간 1.2렘
일반인	연간 0.5렘	연간 0.1렘
간접 작업시	10렘	50렘
인명 구조시	25렘	제한하지 않음

주: * 2002년까지는 연간 4렘

* 연간 5렘을 넘지않는 한도 내에서 5년간 10렘



〈그림 1〉 연도별 호기당 평균 선량 변화 추이 비교

용하였음).

다만 산업계의 이행 준비 기간을 고려하여 종사자의 선량 한도에 대하여는 2002년까지 연간 5렘을 넘지않는 한도 내에서 5년간 20렘으로 하고, 내부 피폭 선량 합산은 2003년부터 적용한다고 부칙에 명시하였다

이에 따라 한전은 2003년 방사선 방호 신개념의 전면 시행에 대비하여 한전 전력연구원과 학계 공동으로 「방사선 방호 신개념 도입에

따른 대응 방안 수립」에 관한 연구를 수행중에 있으며, 2000년 11월에 연구 결과가 나올 예정이다. 동 연구 결과에 따라 방사선 방호 신개념의 법제화 내용 이행에 필요한 사항들을 단계적으로 점검해가며 2002년까지 모든 준비를 완료할 예정이다.

2. 종사자 방사선량

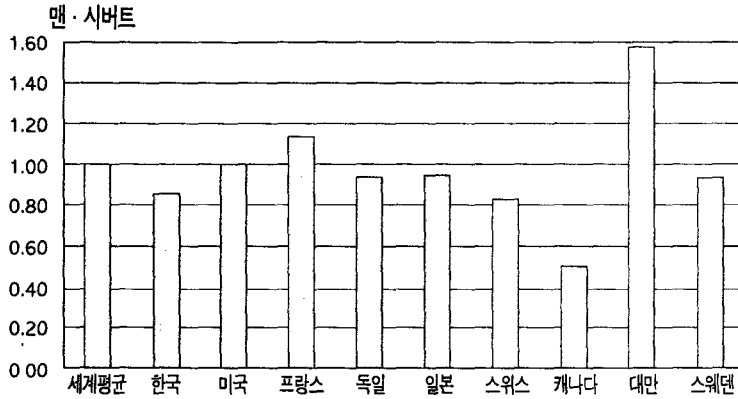
1999년 한 해 동안 15기 원전의

운전 및 계획 예방 정비를 포함한 각종 방사선 작업으로 인한 종사자의 총방사선 피폭량은 12,68만 · 시버트(1,268만 · 렘)이다.

이는 1인당 평균 선량이 약 1.18 밀리시버트(118밀리렘)로 원자력법에 의한 종사자 연간 선량 한도인 50밀리시버트(5렘)의 약 2.4%에 해당하는 매우 낮은 값이며, 호기당 평균 피폭 선량은 0.85만 · 시버트(85만 · 렘)로 해외의 선진 원전 운영 국가와 비교할 때 우리나라의 방사선 안전 관리 능력이 국제적으로 경쟁력을 확보하고 있음을 알 수 있다.

이러한 결과를 얻기까지 한전은 1991년도에 중장기 피폭 저감화 프로그램인 「원전 방사선량 저감화 종합 개선 추진 계획」을 수립하여 원전 운전 방법 및 설비 개선, 신형 자동 보수 장비 확보, 운영 및 제도 개선 등의 분야에서 ALARA 활동을 지속적으로 전개하여 왔다.

이외에도 1995년부터 매년 ALARA Workshop을 개최하여 방사선 작업시 경험했던 ALARA 기법을 소개하고 문제점 및 개선 방안에 대한 토론 등 발전소간 정보 교환의 장으로 활용하였으며, 1999년에는 원전 부지별로 방사선 관리 분야 실무 담당자간 상호 점검을 통해 방사선 관리 우수 사례를 발굴하여 전원전에 확대 시행하고 문제점을 도출하여 시정 조치하는 등 방사선량 저감을 위한



(그림 2) 주요 국가별 호기당 평균 피폭 선량(한국은 1999년 실적)

ALARA 활동 활성화에 많은 노력을 기울여왔다.

그러나 ICRP-60 권고 내용이 법제화되어 종사자의 연간 선량 한도가 대폭 강화됨에 따라 ALARA 활동의 중요성이 더욱 강조되고 있는 실정이다.

3. 역학 조사

1989년 영광 원자력발전소 주변 주민의 '무뇌아 유산이 원전의 방사선 누출로 기인되었다'는 주장이 계기가 돼 1990년도에 전라남도 영광 주민들을 대상으로 역학 조사와 건강 진단을 실시했다.

당시 조사 결과에서도 원전 가동으로 인해 주변 지역 주민의 건강에 미치는 영향은 없는 것으로 밝혀졌다.

위 역학 조사에 이어 원전 종사자 및 주변 주민의 방사선에 의한 건강장애 유무를 보다 과학적이며 논리적으로 규명하여 주변 주민은 물론 일반 국민의 올바른 이해를 구하기

위해 1992년부터 4년간에 걸쳐 전국의 원전이 속해있는 모든 지역 주민과 원자력발전소 종사자를 대상으로 역학 조사를 실시하여, 1996년 5월 1단계 역학 조사 최종 발표회를 가진 바 있다.

조사 결과 '원전 운영의 영향으로 인해 원전 지역 주변 주민과 종사자에 대한 암 발생 등 건강상의 문제가 없음'으로 밝혀졌으며, 이 결과는 그 동안 원전에 대해 막연한 불안감을 지니고 생활하던 원전 주변 주민은 물론 온 국민의 궁금증 해소에 큰 기여를 했다.

그러나 역학 조사는 그 특성상 지속적이고 장기적인 계획 아래 추적 조사가 필요하기 때문에, 1단계 조사에 만족하지 않고 1998년 9월부터 2003년 9월까지 약 5년간에 걸쳐 원전 종사자와 주변 주민을 위한 2단계 역학 조사를 착수하게 되었다.

2단계 역학 조사 연구는 서울대학교 의학연구원이 주관하고 전국

의 6개 의과대학(전남의대·경북의대·동아의대, 인제의대·한양의대·건국의대)과 한일병원이 공동으로 참여하여 실시하고, 연구 결과의 신뢰성을 강화하기 위하여 세계보건기구(WHO) 산하의 국제암연구기구(IARC)와 국제 공동 연구도 추진, 1999년 9월 연구 참여자로 등록되었다.

조사 대상은 크게 원전 종사자와 대조군 약 11,000명, 원전 주변 주민과 대조 지역 주민 약 32,000명 등 총 43,000명을 대상으로 하고 있으며, 조사 대상 대조 지역으로는 근거리에 영광군·울산시·김해시·영일군과 원거리에 양평군·충주시·함안군이 선정되었다.

조사 내용은 일반 신체 검사·일반 임상 검사·특수 임상 검사 등으로 구성된 건강 실태 조사와 사회경제적 특성 조사·과거 질병력 조사 등으로 구성된 역학 조사 및 추적 조사 등 크게 2가지로 구분할 수 있으며, 조사 방법은 역학적 설문 조사와 일반 신체 검사·일반 임상 검사·특수 임상 검사·개인 방사선량 검사·암추적 조사 등으로 세분화하여 각반별로 실시한다.

특히 2단계 역학 조사 연구는 조사의 객관성·신뢰성을 증대하기 위하여 2000년 9월 이후 실시 예정인 2차 조사는 정부 주도로 추진키로 하고 세부 추진 방안을 정부 및 관련 기관에서 협의중에 있으며,



이에 따라 향후 원전 역학 조사의 새로운 방향이 정립될 것으로 예상된다.

본 조사 연구는 원전 안전성에 대한 대국민 신뢰성이 배가되는 좋은 계기가 될 것으로 예상되며, 특히 국제 암연구기구(IARC)와 공동 연구를 추진하여 국제적으로 인정될 수 있는 연구 결과를 도출함과 아울러 방사선의 생물학적 영향에 관한 기초적 연구 및 방사선 장해 방어에 대한 기술을 개발함으로써 원전 방사선에 대한 일반 국민의 막연한 불안감을 해소하고, 원전 주변 주민 및 종사자가 받는 방사선과 건강상 영향과의 인과 관계를 보다 과학적으로 규명함으로써 원자력 발전에 대한 국민 이해의 폭을 넓히고자 한다.

4. 방사선 비상 대책

1999년도 민방위 집행 계획(방사능 재난 대책)과 과기부 고시 제 98-13호 「발전용 원자로 운영자의 방사선 비상 계획 수립 및 조치에 관한 기준」에 따라 월성 원전에서 중앙 정부·지방 자치 단체·한전 등이 모두 참여하는 합동 훈련을 실시하였고 고리, 영광 및 울진 원전에서는 한전이 자체적으로 실시하는 전체 훈련을 하였으며, 이외에도 발전소별로 총 25회의 방사능 방재 분기 훈련을 실시하였다.

1999년 7월 8일 실시한 월성 4호기의 합동 훈련은 상업 운전을 앞



사용후 연료 저장조, 한전은 2003년 방사선 방호 신개념의 전면 시행에 대비하여 한전 전력연구원과 학계 공동으로 「방사선 방호 신개념 도입에 따른 대응 방안 수립」에 관한 연구를 수행중에 있으며, 2000년 11월에 연구 결과가 나올 예정이다. 동 연구 결과에 따라 방사선 방호 신개념의 법제화 내용 이행에 필요한 사항들을 단계적으로 점검해가며 2002년까지 모든 준비를 완료할 예정이다.

두고 방사선 비상 사고시 원전 안전성 확보를 시험하는 최초의 훈련으로 유관 기관간의 원활한 협조하여 가장 성공적으로 치루어진 훈련이라는 평가를 받았다.

특히 이번 훈련에서는 방재 관련 인터넷 홈페이지를 처음으로 개설하여 훈련 실시 및 진행 과정을 실시간으로 일반인들에게 제공하였고, 동훈련과 병행하여 총207명이 참여한 각종 시범 훈련(제한 구역 내 미이주 주민 대피 훈련, 교통 통제훈련, 거주성 탐사 훈련 등18개 항목)을 별도로 시연하여 보다 더 내실있는 훈련을 지향하였다.

또한 지방 자치 단체와 원전간 화상 회의 설비를 구축, 주민 보호 조치 및 사고 상황 등을 직접전파하여

비상 훈련 홍보 및 대응 능력 향상에도 크게 기여하였다.

1999년 12월에는 원전 표준 「환경실험실 거주성 상실시 대응 절차」를 과학기술부로부터 승인받아 과기부 고시 제98-13호의 환경실험실 관련 사항도 만족하게 되었다.

또한 주민 보호 조치에도 역점을 두어 갑상선 방호 약품(KI정제) 20만정을 구입하여 보유량 부족 사업소에 배분(1999. 11)하였으며, 2000년에도 약 38만정의 갑상선 방호 약품을 추가 구입하여 배분할 예정이다. 이외에도 원전 비상시의 주민 행동 요령 등을 기술한 방재 달력 46,700부를 제작(1999. 12), 비상 계획 구역 내의 전세대에 배포하여 원전 비상에 대한 주민들의 이

해를 높였으며, 2000년에도 지속적으로 원전 방재 달력을 제작하여 배포할 계획이다.

아울러 민방위 교육 등을 통하여 방재 교육을 적극 지원하고 주민 노래 자랑·영화 상영 등을 통해 주민 참여를 적극적으로 유도하여 교육을 실시함은 물론, 방사선 비상 훈련 홍보용 비디오도 제작하여 지역 주민에게 방사선 비상에 대한 관심 제고와 비상 대응 능력 강화에도 노력할 계획이다.

특히 1999년 9월 일본 JCO 핵연료 공장 임계 사고 및 1999년 10월 월성 중수 누설 사건 등으로 원전 안전에 대한 국민의 관심이 더 높아지고 방사선 비상 의료 체계의 중요성이 대두됨에 따라 방사선보건연구센터의 활성화 및 지역 협약 병원에 대한 비상 의료 교육 실시등을 통하여 전반적인 원전의 비상 의료 체계를 재정립하고, 항공소방대와의 비상 연락 체계를 정기적으로 점검하여 환자 후송 체계에도 만전을 기할 예정이다.

방사성 폐기물 관리 분야

1. 기체 방사성 폐기물

기체 방사성 폐기물 방출은 다음 두 가지 방법으로 규제한다.

첫째, 발전소 부지 경계에서 과학기술부 고시 제98-12호에 정하는 최대 허용 공기 중 농도를 초과

하지 않도록 방출을 제한한다.

기체 폐기물은 정밀한 여과 장치 및 감쇄 장치로 깨끗이 처리한 후 외부로 방출하기 전에 방사성 물질의 종류 및 농도를 측정하여 인근 주민이 거주하는 지역에서 법이 정한 허용 농도를 초과하지 않도록 확인한다.

이와 같은 방출 기준을 적용하여 관리한 결과 1999년도 가동중인 원전으로부터 방출된 기체 폐기물의 전베타-감마선(β - γ)은 모두 115 테라베크렐이며 발전소별 방출 내역은 <표 2>와 같다.

둘째, 발전소 인근에 거주하는 주민이 1년간 받아도 무방한 방사선 영향 기준치를 넘지 않도록 방출을 제한한다.

발전소 인근 주민에게 얼마나 영향을 주었는지의 여부는 방출되는 방사성 물질의 종류별 방사능의 양, 기상 상태, 사람의 생체 신진 대사, 반경 80km 이내 지역 사회의 산업 활동 등 사회 생활 자료를 활용하여 국내 사회 환경에 적합하게 국제적인 기준으로 개발된 발전소 인근 주민 방사선 영향 평가 컴퓨터프로그램(ODCM)을 사용한다.

1999년도의 발전소 인근 주민에 대한 기체 및 액체 방사선 영향을 평가한 결과는 <표 3>과 같으며 발전소 울타리 바로 바깥에 거주하는 주민이 지난해에 받은 최대 전신 선량은 1년에 0.0049밀리시버트로

<표 2> 기체·액체 폐기물 방출량(1999년)

구분	기체(TBq)	액체(TBq)
rhfl	3.51	0.01미만
영광	6.75	0.01 미만
울진	0.50	0.01 미만
월성	104	0.01 미만

<표 3> 기체 및 액체 방출 방사능이 주변 주민에 미친 방사선 영향 평가(1999년)

원전	선량(mSv)
고리	0.0049
월성	0.0023
영광	0.0011
울진	0.0011

계산되었다.

방사선에 관하여 세계 최고 권위 기관인 국제방사선방호위원회(ICRP)가 일반인에 대해 권고한 선량이나, 원자력법에 정한 일반인의 선량 한도가 1년에 1밀리시버트이고, 원자력발전소가 없어도 우리 인간이 자연적으로 받는 개인 선량이 1년에 2.4밀리시버트 혹은 그 이상인 점을 생각해 본다면 원자력발전소에서 나오는 기체 때문에 주민이 받는 방사선 영향은 없다고 보는 것이 옳다.

2. 액체 방사성 폐기물

액체 방사성 폐기물 방출 역시 기체와 같이 다음 두 가지 방법으로 규제한다.

첫째, 발전소 외부의 물 속 방사성 물질의 농도가 과학기술부 고시 제98-12호에 정하는 최대 허용 수



중 농도(MPCw)를 초과하지 않도록 한다.

액체 폐기물은 정밀한 각종 여과 장치로 깨끗이 처리한 후 방출하기 전에 시료를 채취하여 방사성 물질의 종류 및 방사능 농도를 측정하여 방출 여부를 결정한다.

또한 배수구에서는 허용 기준치 이상이 되면 방사능 연속 감시기가 자동적으로 방출을 중단시킨다.

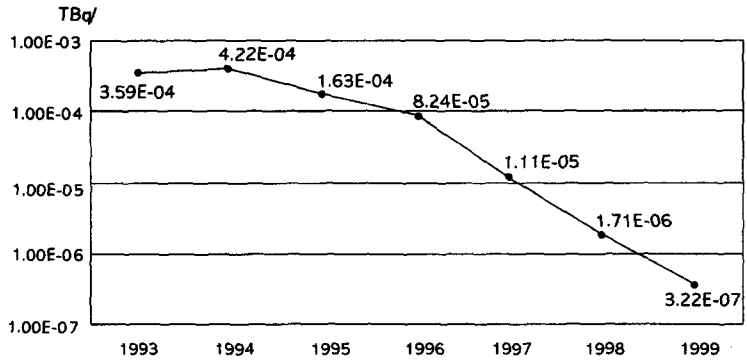
원전의 액체 폐기물은 증발·농축·여과 등을 거쳐 법정 허용치 이내로 방출하고 있으나, 기존 처리 설비의 성능 향상, 절차서 보완, 종사자 교육 훈련 등을 통해 방사능 방출을 최소화 하고자 'Zero-Release' 개념을 도입하여 액체 폐기물 관리 개선 계획을 수립·시행 중에 있다.

그 결과 액체 방사능 방출량은 1992년에 연간 호기당 $7.25 \times 10E-04$ 테라베크렐 수준에서 연차적으로 낮추어 1999년도에 가동 중인 원전으로부터 방출된 액체 폐기물의 전베타-감마선($\beta-\gamma$)은 연간 호기당 $3.22 \times 10E-07$ 테라베크렐로 거의 Zero라고 볼 수 있다.

발전소별 방출 실적은 <표 2>와 같다(삼중수소 제외).

둘째, 발전소 인근 주민에 대한 연간 방사선 영향 기준치를 넘지 않도록 한다.

발전소 인근 주민이 기준치를 초과하는 영향을 받았는지의 여부는



<그림 3> 연도별 호기당 액체 폐기물 방출량

기체 폐기물과 같이 발전소 인근 주민 방사선 영향 평가 컴퓨터 프로그램(ODCM)에 해당 자료를 입력하여 평가한다.

1999년도의 발전소 인근 주민에 대한 기체 및 액체 방사선 영향을 평가한 결과는 <표 3>과 같으며, 발전소 울타리 바로 바깥에 거주하는 주민이 전신에 받은 방사선의 양은 1년에 0.0049밀리시버트 이하로 계산되었다.

3. 중·저준위 고체 방사성폐기물

고체 폐기물은 기체 및 액체 폐기물 처리에 사용했던 여과재, 이온교환 수지, 폐액 증발기의 농축 찌꺼기, 그리고 방사선 작업자들이 사용했던 작업복·공구·휴지 등 잡고체로 구분할 수 있다.

이들은 폐기물 종류별로 적절한 처리 방법을 사용하고 있어 원전 부지 내 저장 시설의 이용 효율을 극대화하고 영구 처분 비용을 절감함

과 동시에 방사성 폐기물 처리 작업의 품질 고도화를 도모하여 작업 종사자의 방사선 피폭을 줄이고 있다.

1999년도에 가동 중인 원전에서 발생한 고체 폐기물 드럼은 총 3,604드럼이나, 고압 압축으로 681드럼이 감소되어 전년 대비 고체 폐기물 드럼 순증가량은 2,923드럼이며, 1999년 말까지 발생한 고체 폐기물 누계량은 모두 55,323드럼이다.

이 중에서 상당 부분이 고압 압축설비로 압축이 가능한 잡고체 폐기물이므로 이들도 고압 압축 설비를 이용하여 연차적으로 처리할 예정이다.

농축 폐액 건조 설비, 가열 압축 장비 등 최신 폐기물 처리 설비를 운영한 결과 폐기물 발생량이 1990년대 초 연간 호기당 500드럼에서 150드럼 수준으로 대폭 감소되어 1999년도에는 146드럼으로 최고의 수준을 달성하였으며, 앞으로도 지속적인 설비 투자와 관리 철저로 더욱 낮출 계획이다. 1999년

도 발생량은 <표 4>와 같다.

또한 한전은 2005년 실용화를 목표로 방사성 폐기물을 유리로 만드는 기술을 개발중에 있고, 이 기술이 실용화된다면 발생량은 현재의 약 1/5 수준으로 감소될 전망이다.

지난 1999년도에 원전에서 발생한 고체 폐기물은 국민 1인당 대략 10그램에 해당한다.

우리 나라에서 발생한 산업 폐기물 및 일반 쓰레기의 양이 국민 1인당 약 2,000킬로그램이 넘는다는 점을 감안한다면 양적 측면에서 볼 때 방사성 폐기물은 비교가 안될 정도로 극히 적은 것이다.

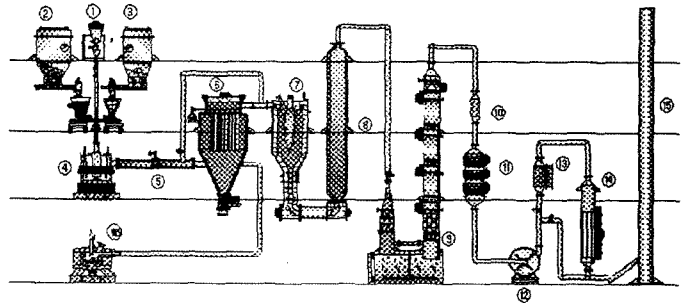
이처럼 방사성 폐기물은 발생량이 적을뿐더러 발생되는 장소가 몇 군데로 제한되어 있기 때문에 안전한 관리가 가능한 것이다.

4. 사용후 연료

사용후 연료는 그 속에 포함된 핵분열 생성물 때문에 원자로에서 꺼낸 이후에도 오랜 기간 동안 방사선과 열을 낸다.

그래서 발전소에서 근무하는 작업자와 인근에 거주하는 주민을 방사선으로부터 보호하고 열을 제거하기 위하여 사용후 연료는 발전소의 연료 건물 안에 있는 수영장 처럼 물이 가득차 있는 곳(이를 사용후 연료 저장조라고 부른다)에 저장한다.

기존 사용후 연료 저장조 내에 저



- ① Glass Frit Feeder
- ② DAW Feeder
- ③ Resin Feeder
- ④ Cold Crucible Melter
- ⑤ Pipe Cooler
- ⑥ High Temperature Filter
- ⑦ Post Combustion Chamber
- ⑧ Off-gas Cooler
- ⑨ Scrubber
- ⑩ Reheater
- ⑪ Activated Carbon / HEPA Filter
- ⑫ Extraction Fan
- ⑬ Reheater
- ⑭ DeNOx System
- ⑮ Slack
- ⑯ Plasma Torch Melter

<그림 4> 유리화 실증 시험 시설 개략도

<표 4> 중·저준위 고체 폐기물 발생량(1999년)

단위 : 드럼

구분	고리	영광	울진	월성	계
농축 폐액	76	74	114	0	264
폐수지	45	191	162	127	525
폐 필터	11	17	37	15	80
잡고체	996	691	610	438	2,735
계	1,128	973	923	580	3,604
감소	-573	-108	-	-	-681
누 계	29,343	12,073	9,691	4,216	55,323

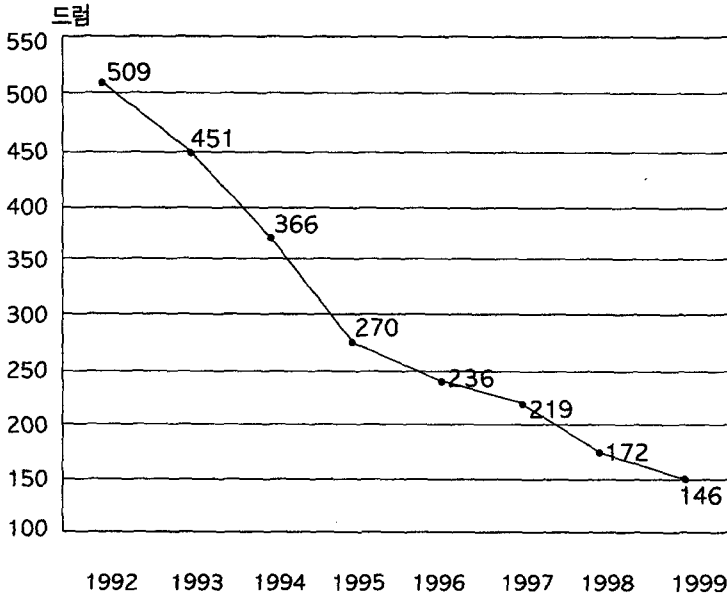
장 효율의 극대화를 위해 이미 울진 1·2호기, 고리 3·4호기, 영광 1·2호기에 조밀 저장대를 교체 및 추가 설치하였으며, 2001년에는 고리 3호기에 조밀 저장대를 추가로 설치할 예정이다.

근래에는 물 속에 저장하는 기술 외에도 콘크리트로 방사선을 막고 공기로 열을 제거하는 기술을 이용한 건식 저장 방법이 발달하여 해외

의 여러 원전에서 사용되고 있다.

우리나라에서도 월성 원자력발전소에 이러한 공기 냉각식 콘크리트 구조물 형태의 건식 저장 시설을 1992년 및 1998년 2회에 걸쳐 건설하였으며 2001년에 추가로 건설할 예정이다.

현재 원전 부지별로 2006~2008년까지의 저장 능력을 확보하고 있으며, 이후 사용후 연료 중간



(그림 5) 호기당 중·저준위 폐기물 발생량 추이

(표 5) 사용후 연료 저장 관리 현황(1999년)

구분	저장 능력 ¹⁾		연간 예상 발생량 ²⁾		저장량		예상 포화 연도
	톤	다발	톤	다발	톤	다발	
고리(4기)	1,737	4,225	65	162	1,703	2,675	2008
영광(6기)	1,696	4,038	75	178	667	1,604	2008
울진(6기)	1,563	3,723	75	178	425	992	2007
월성(4기)	4,807	254,352	381	20,164	1,019	101,408	2006
계	9,803	-	596	-	4,804	-	-

주 : 1. 추진중인 저장 용량 확장 사업 포함(고리)

2. 가동중 원전 대상

저장 시설이 건설되는 2016년까지 원전 부지 내에 저장할 수 있도록 조밀 저장대 설치 및 건식 저장소 건설 등 저장 능력 확장을 위한 예비 계획이 수립되어 있고, 2003년 경에 구체적인 확장 규모와 방식을 결정하여 저장 능력 확장 사업을 추진해 나갈 것이다. 1999년말 현재

사용후 연료의 저장 관리 현황이 (표 5)에 정리되어 있다.

5. 방사성 폐기물 관리 사업

1997년 원자력 사업 추진 체제 조정에 따라 방사성 폐기물 관리 사업이 한국전력공사로 이관된 후 한전은 동 사업 분야를 재검토, 1997

년 말 정부에 「방사성 폐기물 관리 대책(안)」을 제출하였고, 정부는 1998년 9월 원자력위원회의 의결을 거쳐 동 대책(안)을 국가 「방사성 폐기물 관리 대책」으로 확정하였다.

그 주요 내용을 보면, 국가 책임 하에 안전성을 최우선하여 관리하며, 발생량을 최소화하고 관리에 소요되는 비용은 발생 시점에서 발생자가 부담하는 것을 원칙으로 국민 신뢰하에 추진함을 기본 정책으로 하여, 2008년까지 중·저준위 폐기물 처분 시설을 2016년까지 사용후 연료 중간 저장 시설을 건설하는 것을 목표로 하고 있다

따라서 한전은 방사성 폐기물 관리 사업의 차질없는 수행을 위해서는 부지 확보가 우선 되어야함을 인식하고 지자체를 대상으로 공개적으로 유치 공모를 추진하여 2000대 초에 예비 후보지를 선정할 계획이다.

환경 방사능 관리 분야

1. 환경 방사능 조사

원전 주변 환경 방사능 조사는 환경 관리의 객관성과 신뢰성 확보를 위해 각 원전이 소재한 지역의 대학교에 위탁하여 수행하고 있으며, 이 조사에는 부산대학교·부경대학교·경북대학교·대구대학교·광주과학기술원·조선대학교 등이 참

여하고 있다.

한편 최근에는 각 원전 지역별로 지역 주민에 의한 독자적인 환경 감시를 수행하기 위한 민간환경감시기구의 발족을 추진중에 있으며, 기 발족한 고리원전 민간환경감시기구 외에 작년에는 영광원전 민간환경·안전감시기구가 발족되었으며, 월성 및 울진 원전 지역에도 관할 지방 자치 단체가 중심이 되어 발족을 추진중에 있다.

환경 방사능 조사는 원자력 발전소 주변의 방사선의 양과 공기·토양·물·농산물·수산물 등 연간 1,500개 이상의 환경 매체종의 방사능의 농도를 측정하는 것으로 방사선량은 환경 방사선 감시기와 열량계로, 방사능 농도는 감마선 다중 파고 분석기, 액체 섬광 계수기 등으로 측정한다.

이러한 환경 방사선 조사를 통하여 원자력 발전소 가동으로 인한 환경의 방사능 오염 여부를 파악하고 안전 여부를 확인하고 있다.

1999년도 조사 결과는 다음과 같다.

먼저, 1999년도 원전 주변 방사선량은 모든 원전을 통틀어 80.0~124.0 nGy/h로 1998년도의 71.0~146.0와 같은 수준이며, 한국원자력안전기술원이 측정한 우리나라 전국 방사선량률(한국원자력안전기술원 보고서 KINS/AR-40P(1998)) 범위 21~497 nGy/h와도 거의 같은 수준이었다.

〈표 6〉 환경 방사능 조사 내용

대상 및 시료	조사 항목	주 기	지점수(원전별)
자상 1m 공간	방사선량률	연 속	10~11개소
	방사선 집적 선량	분기 1회	40개소 이상
공기	전베타·감마 핵종·I-131	주 1회~분기 1회	10개소
토양·솔잎	전베타·감마 핵종	년 2회	5~15개소
물 시료	감마 핵종·삼중수소	월 1회~분기 1회	2~3개소 이상
해양 시료	전베타·감마 핵종	년 2회	2개소 이상
우유	감마 핵종·I-131	월 1회	2개소 이상
농수산물	감마 핵종	년 1~2회	2~3개소 이상

〈표 7〉 기형 가축 발생 현황

구 분	출생 수	바이러스성 질병	영양 결핍	뇌수종증	합계
대조 지역	1,018	32	1		33
고리 지역	709	7			7
영광 지역	472	1		1	2
월성 지역	446	0			0
울진 지역	565	7			7
계	3,210	47	1	1	49

주 : 10km 내 조사 지역 외 발생 기형 가축(고리:7두, 월성:19두, 울진:14두)

또한 방사선 집적 선량도 발전소 인근 지역이나 멀리 떨어진 지역간에 차이가 없었다. 따라서 발전소가 동이 주변 지역의 방사선 수준에 영향을 미치지 않았음을 알 수 있다.

원전 주변 각종 시료 중의 방사능을 분석한 결과를 살펴보면, 먼저 공기 중의 전베타 방사능은 0.99~1.36mBq/m³로, 1998년도 0.55~1.37 mBq/m³와 비슷하며, 공기 중에서 인공 감마 방사성 핵종은 전혀 검출 되지 않았다.

공기 이외의 토양·물·농축산물·해수·해저토 등 20여종의 환경 시료를 채취하여 방사능을 조사한 결과를 종합적으로 보면, 인공

방사성 핵종은 육상 토양 시료에서 Cs-137이 최고 14.0 Bq/kg-dry, 해저상에서 최고 2.24 Bq/kg-dry으로 나타났으나 이는 과거 외국에서의 대기권 핵실험 및 체르노빌 원전 사고에 의한 방사성 낙진 등에 의한 영향으로 나타나는 수준이며 발전소 가동으로 인한 영향은 아니다.

또한 원전 주변 주거 지역의 삼중수소에 대한 조사 결과, 연간 평균치로서 최고는 월성 원전 청경 사택의 4.18 Bq/m³이었지만, 이는 과거 부 고시상의 공기 중 최대 허용농도인 14,800 Bq/m³의 0.028% 정도에 불과하다.

또한 물 시료 중 음용수인 식수



〈표 8〉 원전별 환경 방사능 조사 결과 발표자

구분	고리 원전	영광 원전	월성 원전	울진 원전
담당 대학	부산대학교	광주과학기술원	경북대학교	경북대학교
담당 교수	이대원 교수	이재석 교수	강희동 교수	강희동 교수

〈표 9〉 지역대학의 환경 방사능 조사 결과 발표 내용

구분	부산대학교	광주과학기술원	경북대학교
발표 내용	고리 원전 주변의 모든 시료의 방사능이 자연 수준이며 원전에 의한 영향은 발견되지 않음	영광 원전 가동으로 인한 주변 환경의 방사능 오염은 없음	월성 원전과 울진 원전 주변의 감마선 방출 핵종은 원전 지역과 비교 지역간 차이가 없으며, 월성 원전의 삼중수소도 허용치의 0.23% 이하

중의 삼중수소 농도 최고치는 21.6 Bq/l 로 검출되었으나, 이는 수중 최대 허용 농도인 222,000 Bq/l 의 0.009%이하로서 삼중수소의 영향은 무시할 수 있는 수준이다.

또한 쌀 중의 C-14은 0.23 Bq/g-C 로 검출되었으며, 이를 기준으로 한 연간 피폭 선량은 8.96E-03mSv/년으로 이는 연간 허용치 1mSv/년 대비 0.9%에 불과하다.

일부 해양 생물 시료 중에서는 Ag-110미이 검출되었는데, 최대 4.90 Bq/kg 이내였으며, 검출된 양은 과기부 고시상의 선량 한도인 연간 1mSv 대비 만분의 일(0.01%) 수준이었다.

미량의 방사성 기체 및 액체 폐기물 방출에 의해 원전 부지 경계 지역에 거주하는 주민이 받게 되는 방사 선량을 전산기를 이용하여 평가한 결과, 4개 원전 중 고리 원전의 부지 경계 선상 주민 선량이 0.005 mSv/년·인으로 최대치를 나타내

고 있으나 이 값은 일반 주민 선량 한도인 연간 1 mSv 대비 극히 미미한 수준에 불과하다

이상과 같은 조사 결과를 통하여 국내 모든 원자력발전소 주변의 방사선량이나 방사능은 1999년도에도 안전한 수준으로 관리·유지되었음이 확인되었다.

2. 가축 데이터 베이스 구축

기형은 질병·환경·선천적인 결합 등에 의해 세계 어디서나 모든 동식물에 걸쳐 나타나지만, 원전 주변에서 나타나는 기형 가축에 대해 일부 사람들은 원전의 방사선 영향이 아닌가의 의심한다. 1980년대 중반부터 여러 차례의 원전 주변 기형 가축 출산에 대한 의혹이 주민이나 언론에 의해 제기되었으나 그때마다 전문 기관의 조사 결과는 기형을 유발하는 바이러스성 질병 감염 등에 의한 것으로 밝혀진바 있다.

앞으로도 어디서든 기형 가축의

출현은 계속될 것이나 기형 출산을 이나 원인에 대한 통계 자료가 국내에는 아직 없어 한전에서는 4개 원전 지역과 1개 대조 지역에 대해 해당 지역 공수 의사, 지방 가축 위생 시험소와 국립수의과학검역원의 협조를 통해 기형 가축에 대한 각종 데이터를 수집하고 있다.

이와 같은 방법으로 1997년 10월부터 1999년 9월까지 얻어진 기형 가축 통계를 분석하면 기형 발생률은 대조 지역이 조사 대상 출산수 1,018두 중 기형 33두, 원전 지역이 2,192두 중 기형 16두로 나타났다. 기형 가축 발생 현황은 다음과 같다.

기형 가축 발생률에 대한 전국적인 통계는 없으나 수의학계에서는 기형 발생률을 3~4%로 보고 있으며, 조사 중간 결과 대조 지역은 3.24%, 원전 지역은 이보다 높지 않게 나타났다.

기형의 원인은 거의 바이러스성 질병 감염에 의한 것으로 나타났고, 특히 아까바네병에 의한 경우가 지배적(80%)이며, 기형 형태는 고관절·실명 등으로 나타났다. 따라서 현실적으로 기형 발생 방지는 질병의 예방 백신 접종이 주효하며, 특히 기형 원인의 대부분을 차지하는 아까바네병은 모기 발생 이전인 4, 5월경 백신 접종으로 예방이 가능하다고 한다.

따라서 한전에서는 원전 주변의 기형 가축 발생 최소화를 위하여 농

림부와 원전 관할지 자체의 협조를 얻어 원전 지역에서 사육중인 가입소에 대해 1999년도에는 약 3,200두에 대해 아까바네 백신 예방 접종을 집중 실시하였고, 2000년도에도 백신 예방 접종을 강화할 예정이다.

기형 가축은 매년 가을부터 익년도 봄 사이에 주로 발생하는데 1999년도 백신 예방 접종 이후부터 현재까지 원전 주변 지역에서 기형 가축 발생 소식을 접할 수 없는 것으로도 보아 기형 가축 발생 원인이 원전의 방사선이 아닌 바이러스성 질병으로 추정한다.

한전에서는 원전 주변의 기형 가축 발생으로 인한 환경 안전성 논란을 불식하고 지역 민원의 원천적 차단을 위해 자체적으로 추진해왔던 가축 데이터 베이스 구축을 종결하고 보다 체계적이고 과학적인 원전 주변의 기형 가축 발생 원인 조사와 예방 대책 제시를 위해 전문 기관에 조사를 추진중이다.

3. 환경 방사능 조사 결과의 공개

원전 주변 환경 방사능 조사 결과는 전체 원전 종합 발표회와 원전별 발표회를 통하여 투명하게 공개하고 있다.

1999년도에는 8월 11일 경주에 있는 코오롱호텔에서 각 대학교가 원전 지역에 대해 조사한 결과를 종합 발표하였다. 이 발표회에는 원전 주변 주민 대표, 원전 소재 지방 의

〈표 10〉 원전 민간환경감시기구의 구성 및 기능

구 성	· 환경감시위원회와 환경감시센터로 구성 - 위원회 : 주민 대표, 의회 의원, 학계, 지자체 등 20명 이내 - 센터 : 환경 조사 및 감시 전문 요원 등 6명 이내
기 능	· 원전 주변의 환경 안전에 관한 독자적인 감시 및 평가 - 감시 범위 : 원전 부지의 바깥 지역으로 제한 · 원전의 환경 안전에 관한 협의 및 대정부·사업자 건의 등

회 의원, 환경 단체, 대학의 교수 등 300여명이 참석하였다.

또한 각 원전 지역에서도 환경 방사능 조사를 담당한 대학교별로 환경 방사능 조사 결과를 발표하여 주민들로부터 공감을 받았으며, 각종 언론에서 보도하기도 하였다. 각 대학에서 발표한 내용 중 결론 부분을 간추려 〈표 9〉에 실었는데 모든 원전 주변의 환경은 방사선 안전이 충분히 확보되어 있음을 알 수 있다.

4. 원전 민간환경감시기구의 발족·운영

1993년 7월 영광 5·6호기 건설 추진에 대한 주민 설명회에서 주민들은 '학자·주민·한전으로 구성된 상설 감시 기구를 설치하여 줄 것'을 한전과 정부(당시 상공부)에 건의하였으며, 동년 9월 울진군 의회에서는 객관적인 환경 방사능 감시를 위해 「원자력안전협의회(가칭)」를 설치하여 줄 것을 요구하였다.

1995년도에는 고리 원전 부지 내의 방사능 오염 사건으로 원전의 방사능 안전 대책에 대한 사회적인 관심이 증가되어 당시 과학기술처와

국회에서는 「환경협의회」의 운영을 통하여 원전의 투명성과 객관성을 제고하여 줄 것을 요구하였다.

이에 따라 한전에서는 주민 대표, 기초 의회 의원, 대학 교수, 원전 대표로 구성되는 「원전방재환경협의회」를 1995년도부터 추진·운영하여 오던 중 1996년 9월 영광군에서 영광 5·6호기 건축 허가와 관련하여 '민간환경감시기구의 법제화'를 요구하였다.

당시는 우리나라에 지방 자치 제도가 시작되어 뿌리를 내려가고 있는 상황에서 한전이 주도하는 원전 방재환경협의회는 객관성에 있어 다소 회의적이라는 시각이 있었기 때문인 것으로 판단된다.

이에 따라 한전에서는 원전방재환경협의회의 추진을 전면 중지하고 정부와 협의를 거쳐 원전 민간환경감시기구의 법제화 가능성을 타진하게 되었으나 현실적으로 원전에 대한 규제는 원자력법령에 의해 관이 수행하는 업무로서 민간환경감시기구를 법제화하는 경우 2중 규제가 되고, 법제화된 민간 감시기구는 곧 '관'이 되어 '민간 기구'가

될 수 없으므로 법령으로 규정하기 곤란하다는 결론에 이르게 되었다.

이에 따라 지역 사회에서 민간인으로 구성되는 환경감시기구를 운영하는 경우 소요 예산의 지원을 법적으로 뒷받침 할 수 있도록 「발전소 주변지역 지원에 관한 법령」의 개정을 추진하여 1997년 1월에는 법률, 동년 6월에는 법령을 개정하였다.

일본의 경우에는 이른바 '원전 삼법'에 의해 중앙 정부가 전력 회사로부터 우리의 '지원금'과 비슷한 성격의 세금을 부과한 후 다시 지방 자치 단체에 교부하는 '교부금' 중에서 일부를 원전 주변의 환경 방사능 감시에 사용하고 있으며, 원전 주변 환경 감시는 중앙 정부와 사업자 및 지방 자치 단체가 독립적으로 수행한다.

1997년 7월부터 원전 민간환경감시기구 태동의 근간을 마련키 위하여 원전 관할 지자체, 통상 산업부(현 산업자원부), 한전의 담당자 등 실무 자간 수차례의 회의를 통하여 기구의 명칭과 지위 등 감시기구 구성의 기본 방향 정립, 감시기구의 기능 및 구성, 감시기구의 활동에 대한 한전의 협조 보장 방안 등 지역간 의견 조율을 하여 지자체에서의 감시기구 발족 추진을 위한 토대를 마련, 개정 지역지원법에 따라 원전이 소재하는 부산광역시 기장군(고리 원전), 전라남도 영광군(영광 원전), 경상북도 경주시(월성 원

전), 경상북도 울진군(울진 원전) 등 4개 자치 단체에서는 1998년도 초부터 「환경감시기구의 설치 및 운영에 관한 조례」의 제정을 추진하게 되었다.

한편 민간환경감시기구에 대한 운영 경험이 없는 지방 자치 단체에서는 감시기구의 구성이나 기능에 대하여 학계·환경 단체·산업자원부·한전 등 각계의 의견을 수렴하였으며, 동년 3월경 그 기본 골격을 마련하였다. 원전 민간환경감시기구의 구성 및 기능은 <표 10>과 같다.

고리 원자력발전소가 있는 부산광역시 기장군에서는 1998년 4월부터 9월까지 4차에 걸친 감시기구 설치 및 운영에 관한 조례안을 입법 예고와 수정안 재입법 예고를 거쳐 동년 9월 29일 조례안이 의회에서 가결되었고 동년 10월 20일 조례가 공포되었다.

이에 따라 고리원전 민간환경감시기구의 위원장은 기장군수가 맡고 있으며, 위원은 원전 주변 지역인 서생면을 포함한 주민 대표, 지자체 의회 의원, 원전 대표 및 기타 위원장이 위촉한 지역 인사 등 총 16명으로 환경감시위원회와 환경조사·분석 및 감시 요원 6명으로 환경감시센터를 구성, 동년 12월 10일 부산광역시 기장군 장안읍 월래리 6-3번지(월내농협 2층)에서 현판식을 갖고 지역 주민에 의한 원전 주변 환경 감시 업무의 첫발을 내딛었다.

그리고 영광군에서도 1998년 4월부터 감시기구 설치 및 운영에 관한 조례(안)에 대한 입법 예고와 수정안 재입법 예고 등을 거쳐 동년 12월 15일 조례가 공포되었다.

이에 따라 환경감시위원회의 위원장을 영광군수, 위원은 주민 대표, 군 의회 의원, 학계 대표 등 25명으로 구성하고, 환경 조사·분석 및 감시 요원 등 7명으로 환경감시센터를 구성, 1999년 3월 19일 영광 원전 민간 환경·안전감시기구가 전라남도 영광군 영광읍 백학리 127번지에서 발족, 환경 감시 업무를 시작하였다.

또한 경상북도 경주시와 울진군도 현재 조례 제정을 위하여 지역 사회 단체와 협의, 다양한 지역 여론 수렴 등을 통하여 원전 민간환경감시기구 발족을 위하여 노력을 경주하고 있다.

앞으로 한전에서는 이 기구가 본연의 역할을 다 할 수 있도록 조사·분석 기술의 지원, 장비와 시설의 확보, 감시 자료의 상호 교환 및 검토, 원전 운영 정보의 투명한 공개 및 제공 등 필요한 협조와 지원을 꾸준히 해 나갈 것이다.

원전 민간환경감시기구는 원전과 지역 사회간의 대화 창구로서 원전 안전에 대한 지역 주민의 불안감 해소와 원전과 지역 사회가 공존하는 분위기를 만들어 나갈 것으로 기대된다. ☞