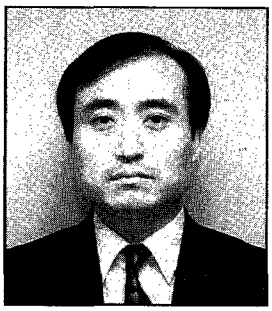
방사능방재대책 기술지원전산망의 설치 운영

과학기술처 방사선 비상 대책실

유 정 일
과학기술처 원자력검사과 과장



원전의 방사능 누출은 물론, 전국의 환경 방사선이나 기상 등을 수시로 종합 감시하여 즉각적으로 대응하는 방사능 방재 전산망이 본격 가동되었다.
과학기술처는 7월 31일 과천 청사 방사선 비상대책실에서 원전 사고 등 비상시에 방사능 누출 현황 등을 컴퓨터 화면으로 한눈에 보고 대응책을 마련할 수 있는 방사능 방재대책 기술지원전산망 가동식을 가졌다. 이 전산망은 「방사선 영향 평가 및 예측 전산화 시스템(CARE)」을 중심으로 서울 등 전국 20개 지역의 환경방사선량을 표시해주는 환경방사능 감시망과 기상자료 수집망이 하나로 연결된 컴퓨터 통신망이다. 이의 운영 현황을 들어본다.

방사능 방재 업무는 원자력발전소의 방사능 방재 대책과 전 국토 환경 방사능 감시 계획으로 구분되어 있다.

전자는 사고 발생시 대응하는 계획이며, 후자는 사고가 발생하였는지를 감시하는 기능과 사고시 실제 국민들에게 미치는 영향이 어느 정도인지를 예측·평가하는 것이다.

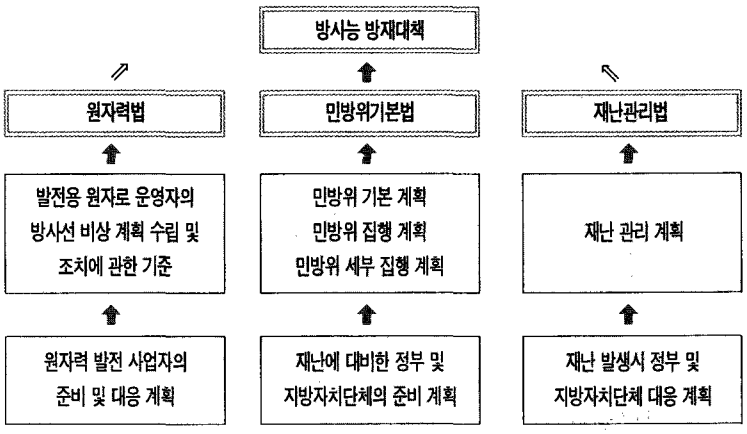
이러한 방사능 방재 업무의 기본 골격은 원자력법, 민방위기본법 및 재난관리법에 명시되어 있다.

원자력법에서는 원자력 발전 사업자가 원자력 시설을 운영하면서 갖추어야 할 사항, 민방위기본법 및 재난관리법에서는 재난을 최종적으로 관리할 중앙 정부 및 지방 자치 단체가 수행하여야 할 사항들을 기술하고 있다.

방사능 재난 발생시 신속한 대처 및 체계적인 사고 관리를 위하여 과학기술처에서는 95년 과학기술처 방사선 비상 운영 규정(과학기술처 훈령 제413호, 1995년 7월29일)을 제정·운영하고 있다.

방사선 비상대책실 설치 배경

방사선 비상 운영 규정에는 사고의 단계별(백색 비상·청색 비상·적색 비상)로 대응하는 인원 규모 및 대응 방법 등을 규정하고 있으며, 비상 대응 요원들의 근무 장소를 서로 다르게 운영하는 것이 특색이다.



〈그림 1〉 방사능 방재대책의 법령 체계

비상 대응 임무에 따라 요원들의 근무 장소를 서로 다르게 정한 이유는, 지난 86년 옛 소련 체르노빌 원전 사고시 동일한 장소에서 각종 비상 업무를 수행하면서 느낀 경험을 반영한 결과이다.

체르노빌 사고 기간 동안 비상 대응 업무 수행중 각종 언론 매체 및 국민들의 질의 전화로 인하여 정상적인 비상 업무를 수행할 수 없는 상황이 도출되었다.

이는 국민들의 알 권리 충족 측면에서는 타당한 이유가 될 수 있으나, 비상대응 조직에서는 비상 대책 업무가 원활히 수행되지 못함으로 인하여 더 큰 피해를 초래할 수 있다는 것을 경험하였다.

이러한 경험을 바탕으로 방사능 재난 발생시 과학기술처에서는 3개의 각기 다른 장소에서 비상 업무를 수행하도록 과기처 훈령에 반영하였다.

중앙사고대책본부가 위치하는 곳, 대국민 발표 · 홍보 · 사고 수습 · 해외 협력 · 의료 · 구난 등의 업무를 취급하는 곳, 사고 상황을 분석 · 평가하는 장소 등 3군데에서 비상 업무를 수행하도록 하였다.

비상시에 수행하는 업무의 중요도에 따라 순번을 정할 수 없지만, 사고 상황의 분석 및 평가는 다른 업무에 비하여 더 중요하므로 별도의 상황실을 설치하도록 한 것이다.

사고 상황의 분석 및 평가반은 소수의 전문가들로 구성되어 있는데, 사고 추이를 분석하고 국민 보호 조치에 필요한 사항을 판단하여, 재난관리법에 따라 국민 보호에 관한 책임을 가지고 있는 지방 자치 단체장에게 주민 보호 조치 내용을 권고하는 것이 주임무이다.

이러한 업무를 취급하기 위한 곳이 이번에 구축된 방사선 비상대책실이다.

방사선 비상대책실은 방사선 비상 내용을 신속 정확하게 파악하고 예측할 수 있는 능력을 가지고 있는 요원을 확보하고, 필요한 각종 장비 및 장구를 갖추고 있다.

방사선 비상대책실의 구성

방사선 비상대책실에는 원자력발전소 및 내무부 재난통제본부와의 전용 통신망, 팩시밀리, 한국전력공사 사선 전화, 일반 상용 전화, 전국 환경 방사능 감시 결과를 실시간으로 표시하는 판넬, 원자력발전소의 운전 데이터, 원자력 시설 주변 40km내의 기상 현황, 원자력발전소 주변의 각종 환경 인자(지형 지물, 도로, 대피소 및 소개 장소, 인구 분포 등) 및 방사선 피폭량을 예측할 수 있는 컴퓨터 프로그램 등을 갖추고 있다.

이중 원자력발전소의 운전 데이터, 원자력 시설 주변 40km내의 기상 현황, 원자력 발전소 주변의 각종 환경 인자(지형 지물, 도로, 대피소 및 소개 장소, 인구 분포 등), 방사선 피폭량을 예측할 수 있는 컴퓨터 프로그램 등은 전산 처리되어 방사선 비상시 가장 중요한 주민 예상 피폭 선량을 예측할 수 있으며, 또한 피해 규모를 컴퓨터 화면으로 표시할 수 있어 만일의 사태 발생시 신속히 주민 보호 조치를 결정하는 데 획기적으로 기여할 수 있는 시스템들이다.

또한 아무리 우수한 기기를 가지고 있다 하여도 이를 운영하는 사람이 없으면 무용지물이듯이 이를 취급하면서 사고에 능동적으로 대처할 수 있는 인력을 확보하고 있다.

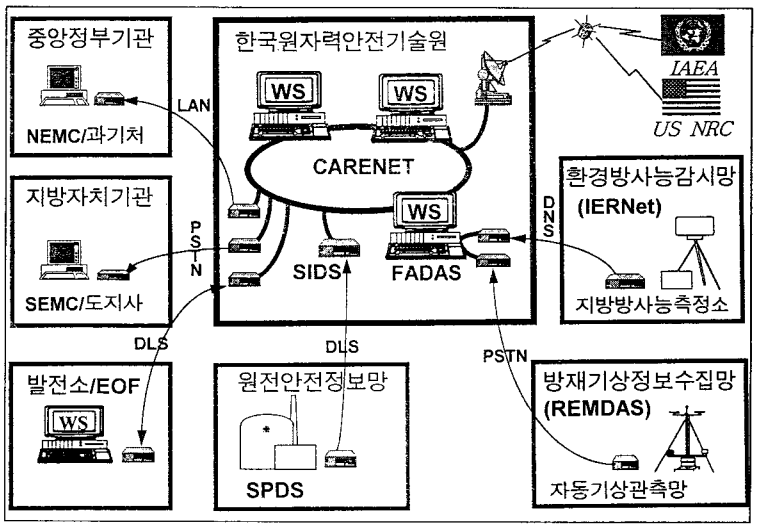
기술지원 전산망의 운영

86년 옛 소련 체르노빌 원전 사고 이후 우리 나라는 원자력 시설의 방사능 누출 사고 발생시 인접국과의 협력을 통한 방재 대책을 마련하고자 90년 12월 「원자력 안전성 확보를 위한 국제 네트웍 구성 · 운영」 사업에 착수했다.

91년~92년까지 원자력 시설의 사고 · 고장 정보의 데이터 베이스를 구축하고, 93년~95년까지는 원자력 시설의 방사선 비상 사고시 방사선 방호 기술 지원을 위한 대기 확산, 방사선 영향 평가 및 예측 전산화 시스템(CARE : Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency)을 자체 개발하여 먼저 고리 원자력 4호기를 시범 대상으로 설치하였다.

CARE 시스템은 ① 방사선 비상시 방재 대책 수립에 필요한 관련 안전 정보의 수집 ② 수집된 정보의 관리 · 분석 · 평가 ③ 평가 결과 필요한 방재 대응 조치 사항들을 관련 기관에 제공 ④ 시스템을 종합 관리하는 통제 기능 등으로 구분된다.

또한 CARE는 원자력발전소 안전



〈그림 2〉 방사능 방재 대책 기술 지원 전산 체계도

정보망, 기상 정보 수집망, 방사선 영향 평가, 환경 방사능 감시망, 사고 분석, 방재 대책 종합 지원 및 국제원자력기구와의 정보 통신망 등으로 구성되어 있다.

이러한 기술 지원 전산망의 운영을 위한 시스템의 개발에는 정부의 예산으로 한국원자력안전기술원이 주관이 되어 방사선 영향 평가 프로그램인 FADAS(Follow Accident Data Acquisition System)는 한국원자력연구소, 기상정보 수집망인 REMDAS(Radiological Emergency Meteorological Data Acquisition System)는 기상청, 간이 피폭선량 코드인 RADCON은 한국과학기술원, 정보통신망 및 관리 프로그램은 미원정보기술기술(주)가 각각 개발하였다.

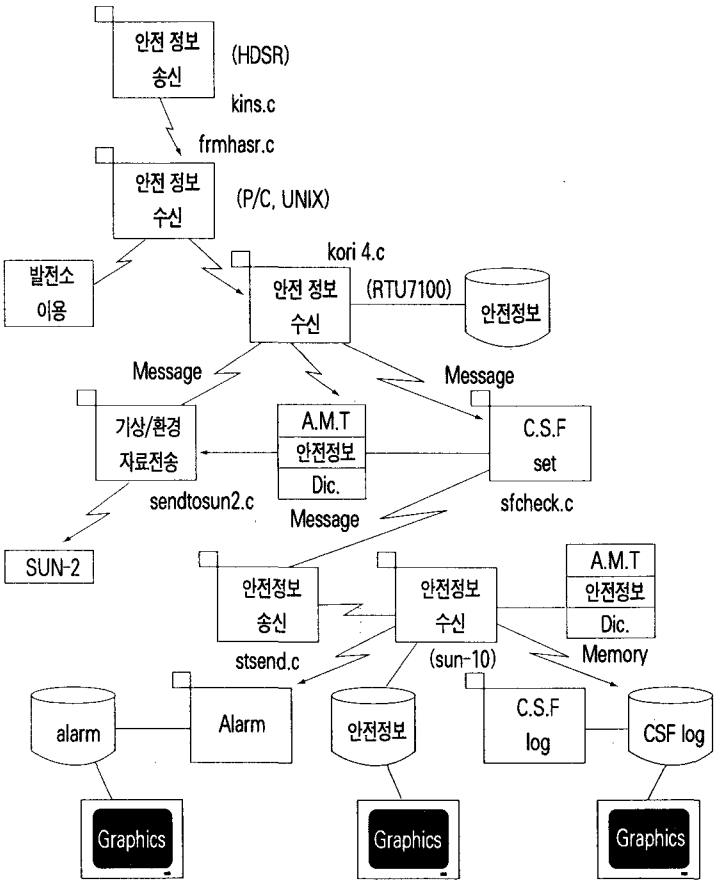
사업비는 1단계(93~95)에 8억원이 투입되었고, 2단계(96~98)에 14억원이 투입될 예정이다.

현재는 고리 4호기만 시범적으로 운영되고 있으나 2단계 사업이 완료되는 98년 말까지는 국내에서 운영중인 전 원자력발전소에 이러한 시스템을 구축할 예정이다.

이러한 전산 시스템은 원자력발전소에서 대형 사고가 발생하여 피해가 확산될 시, 원자력발전소 주변의 주민 보호를 위한 것이므로, 주민 보호에 책임을 가지고 있는 원전 소재지 및 인근 지방 자치 단체에까지 연결하여 사용하도록 할 예정이다.

1. 원전 안전 정보망

방사선 사고의 발생 원인과 정도를 알 수 있는 원자력발전소의 안전성 관



A.M.T : Address Mapping Table, C.S.F : Critical Safety Function

〈그림 3〉 원전 안전 정보망 구성도

련 정보는 원자력발전소에 설치되어 있는 원자력 안전표시장치(SPDS : Safety Parameter Display System)에 표시되는 안전 변수들을 통하여 인지할 수 있다.

CARE 시스템에서는 사업자가 사용하고 있는 SPDS에서 일부 안전 변수들을 인출하여 전용선을 통해 CARE 시스템으로 전송 · 수집된 후, 적절한 처리 과정을 거쳐 그래픽으로 컴퓨터 화면에 나타나도록 하고 있다.

고리 4호기의 경우 발전소 운전과 관련된 안전 인자는 약 400개가 있으나 그중 약 200개의 안전 인자를 선택하여 원전 안전 정보망을 구성하였다.

안전 인자는 크게 7개 그룹으로 구분하며, 그 내용은 다음과 같다.

- 미임계
- 노심 냉각 상태
- 노심 열제거원
- 원자로 냉각재 계통 건전성
- 원자로 냉각재 계통 재고량
- 격납 용기 건전성
- 방사능 제어 상태

이러한 안전 인자들은 발전소에서 CARE망까지 실시간으로 전송되도록 되어 있으며, CARE에서는 각종 인자들이 수치로 표시되기도 하고 그래픽으로도 표시된다.

이렇게 표시되는 각종 안전 인자들을 통하여 발전소에서 멀리 떨어져 있는 규제 기관에서도 실시간으로 발전소 상황을 신속 정확하게 파악하여 발전소 사고 수습, 사고 예측 및 주민 보호 조치에 관한 기술 지원 및 자문이 가능하도록 하였다.

2. 기상자료수집망 구성

원자력발전소의 방사성 물질 누출 사고 발생시 사고 당시의 기상 상황은 방사성 물질의 확산 및 도달 거리 등 주민 보호 조치를 취하는 데 있어서 고려하여야 할 가장 중요한 요소이다.

원자력발전소 운영자는 기상 자료를 입수하기 위하여 원자력발전소 부지 내에 기상탑을 설치하여 실시간으로 온도 · 풍향 · 풍속 등을 관측하고 있다.

이를 토대로 만일의 방사성 물질

누출 사고 발생시 예상 지점의 예상 피폭 선량을 예측하여 주민 보호 조치 방안을 수립, 지방 자치 단체에 제공하도록 하고 있다.

원자력발전소 운영자의 이러한 활동과 병행하여 국가에서도 원자력발전소 주위 반경 40~50km에 설치한 기상청의 자동기상관측망(AWS, Automatic Weather Station)과 기상관서에서 실측한 자료를 자동 수집하여 전송하는 방사능 방재 기상자료 수집 시스템(REMDAS)을 구축하였다.

우리 나라에 설치한 자동 기상 관측망은 사방 18.5km 간격으로 전국 400개소에 설치되어 있다.

그중 REMDAS에 입력되는 자동기상관측소 및 기상관서의 현황은 〈표 1〉과 같다.

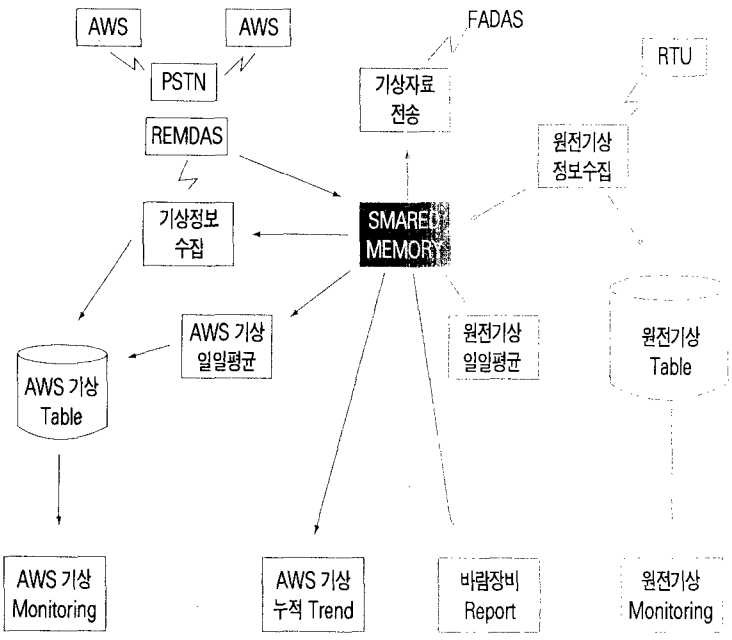
〈표 1〉 기상 관측망 현황

구 분	자동기상관측소	기상관서	계
고리지역	11	2	13
영광지역	13	2	15
울진지역	9	4	13
월성지역	12	3	15
대전지역	10	3	13
계	55	14	69

이러한 자료의 전송은 평시와 비상시로 구분 운영하고 있다.

평시에는 1시간 또는 3시간 간격으로 기상청의 기상 자료 수집 체계에 따라 기상 자료를 전송 받게 되어 있으며, 비상시는 10분 간격으로 자료를 전송 받을 수 있도록 시스템을 구축하고 있다.

현재는 시범적으로 운영중인 고리 지역을 중심으로 자동 기상관측망 11개소 및 기상관서(울산 · 부산) 2개소 등 총 13개소에서 기상 자료를 입수하고 있으며 금년 내로 전 원전 지역의 기상 자료 입수를 위한 전산망이 완료될 계획이다.



〈그림 3〉 원전 안전 정보망 구성도

3. 방사선 영향 평가 체제

원자력발전소로부터 방사성 물질이 다량으로 누출되는 사고가 발생시 정부에서 가장 긴급하게 하여야 하는 일은 시설 주변에 있는 주민들을 보호하는 일이다.

주민 보호 방법에는 다양한 방법들이 있을 수 있으며, 그 중 방사선의 영향 정도에 따라 옥내 대피(shelter) 및 소개(evacuation)가 있다.

옥내 대피는 방사선의 영향이 심각하지 않은 경우에 실시하고, 소개는 방사선의 영향이 심각하다고 판단될 때 안전한 장소로 긴급 대피시키는 것이다.

옥내 대피 또는 소개 등 다양한 주민 보호 조치 방법을 결정하기 위해서는 피해의 정도를 신속 정확하게 예측할 수 있는 도구가 필요하다.

이러한 도구로 개발한 것이 피폭해석 전산 프로그램(FADAS)이다.

여기에는 원자력발전소가 위치한 지역의 지형 및 사회 환경 인자(도로망 · 인구 분포 · 각종 지형 지물 등)의 반영, 기상 상황에 따른 최적 비상

대응 방안을 도출할 수 있도록 자동 기상관측망(AWS)과의 연결 등이 포함되어 있다.

방사선 피폭 해석 시스템인 FADAS는 기상 상태의 변화 시간을 고려하여 5분 이내에 주어진 기상 조건에 따라 주민의 예상 피폭 선량을 평가할 수 있도록 설계되었다.

FADAS는 실시간 예상 피폭 선량, 향후 예상되는 일정 기간의 예상 피폭 선량, 누적 예상 피폭 선량 등을 사고 지점으로부터 일정 지역을 화면으로 나타내 주므로, 원자력을 잘 모르는 사람일지라도 주민 보호 조치를 위한 기준치와 사고가 발생한 지역의 정서 및 환경을 이해하고 있는 사람이라면 주민 보호 조치를 결정하는 데 특별한 장해 요인이 없이 사용할 수 있다.

이러한 시스템은 원자력 선진 국가에서는 이미 개발하여 운영하고 있다.

대표적인 예로 미국은 ARAC, 일본은 SPEEDI, 독일은 PARK, 유럽 공동체는 RODOS이며 프랑스는 ECRAN이다.

미국의 ARAC는 Lawrence Livermore National Laboratory(국립연구소)에서 개발한 것으로 연방 정부 및 지방 정부에서 사용할 수 있도록 개발하였다.

미국의 주 정부에서는 연방 정부에서 개발한 것을 바탕으로 하여 주 정부에서는 주 정부 실정에 적합하게 수정하여 사용하고 있다.

과학기술처 방사능 방재 대책 상황실

일본의 SPEEDI는 일본원자력연구소(JAERI)에서 일본 기상연구소와 공동으로 개발한 것으로, 미국의 ARAC를 기본으로 개발하였으나 현재는 자국의 실정에 맞게 개조하여 사용하고 있다.

독일의 PARK는 정부의 계획에 의하여 개발된 종합 관측 및 정보 시스템(IMIS : Intergrated Measuring and Information System)의 한 부분으로 방사선 피폭 평가 및 피폭 예측을 위한 시스템이다.

다른 나라의 비상 대응 시스템과는 달리 방사성 물질에 의한 대형 오염 사태를 관리하기 위해 관련 매개 변수들을 신속히 측정하고 체계적으로 관리하는 기능들을 포함하고 있다.

유럽공동체의 RODOS는 독일의 비상 대응 시스템을 기본으로 하여 유럽의 18개 관련 연구 기관들이 공동으로 참여하여 개발한 것으로, 사고시 실시간 비상대응 시스템이다.

RODOS 역시 비상 대응 결정을 위하여 기상 및 방사선 자료가 실시간으로 입력되어 평가된다.

프랑스의 ECRAN는 국지 영역에서 빠른 계산을 위한 국지 비상 시스템과 기상 예측을 통해 광역 범위를 평가할 수 있는 광역 비상 대응 시스템으로 구성되어 있다.

국지 규모의 경우 간단한 방사성 물질의 이동 및 확산 모델은 소형 컴퓨터를 사용하나 광역 규모일 경우에는 대형 컴퓨터가 사용된다.

방사능 방재 합동훈련중인 원자력발전소의 비상대책본부(95. 11, 영광원자력본부)

4. RADCON

RADCON은 FADAS를 사용할 수 없는 경우(FADAS의 온 라인 시스템이 정상적으로 운용되지 못할 경우)에 대비, 예비성을 갖도록 하기 위하여 개발한 시스템이다.

만약 FADAS의 운영이 불가능할 때 RADCON을 CARE에 연결하여 사용할 수 있도록 한 것이 가장 큰 효과이며, 486급 이상의 PC만 있으면 아무 곳에서나 사용할 수 있도록 하였다.

RADCON에는 방사선원항, 대기안정도, 혼합층 두께, 방사능 누출 지점의 높이 등 5가지 중요한 입력 변수들에 대해서 가상적으로 5가지 시나리오를 가정하여 민감도 분석을 실시하였다.

RADCON의 장점은 다음과 같다.

- CARE 시스템에 간편하게 사용할 수 있는 RADCON을 접속하여 사용할 경우 원자력 발전소의 중대사고시 비교적 정확한 선량 및 농도를 예측할 수 있다.
- 실시간으로 제공되는 기상 자료를 활용할 수 있으므로 실질적인 예측을 할 수 있다.
- 대형전산 장비의 사용이 불가하거나 주전산 시스템과 통신이 불가시 PC급 전산기를 활용하여 사용할 수 있으므로 지방 자치 단체의 비상 대응 능력을 제고시키는 데 활용할 수 있다.

5. 환경방사능 감시망 구성

환경 방사능 감시는 국토의 자연방사선량의 기본 자료를 조사하고 방사선 비상 사태나 이상 상태를 조기에 감시하기 위한 것이다.

우리 나라에서는 전 국토의 환경방사능을 감시하기 위하여 한국원자력안전기술원에 중앙측정소, 지방 대학에 설치한 9개 지방측정소, 2개 간이측정소, 원자력발전소 주변에 설치한 간이측정소 4개소를 설치·운영하고 있으며, 원자력발전소 운영자들은 자체적으로 원자력 시설 주변에 환경방사능 감시망을 설치·운영하고 있다.

이번에 구축한 환경 방사능 감시망은 각 측정소에서 측정한 실시간 공간선량률 및 환경 시료 분석 결과를 CARE 시스템에 접속시켜 데이터 베이스를 구축함으로서 전국적인 환경방사능 감시망을 구축하게 된 것이며 이러한 데이터들은 실시간으로 표시될 수 있다.

이러한 환경방사능 감시망은 방사능 누출 사고가 발생한 지점을 신속하게 인지할 수 있으며, 주민이 받을 예상 피폭선량 정도를 예측할 수도 있어 주민 보호 조치를 결정하는 데 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

현재 CARE에서 운영하는 환경 방사능 감시망에는 원자력발전소 운영자가 운영하고 있는 감시망과의 연계는 고리 원전 뿐이지만, 98년까지는 전 원전을 대상으로 네트웍을 구성하여, 만일 원자력 시설에서 방사성 물질의 누출 사고가 발생시 신속 정확하게 대처하여 국민 및 환경 보호에

만전을 기하도록 할 예정이다.

맺는말

원자력발전소는 설계 · 시공 및 건설 과정에서는 타산업에 비하여 안전 여유도를 더 많이 설정하고 있으며, 운영 과정에서는 더 엄격한 안전 여유를 갖으면서 운전하고 있으나 원자력발전소에서 방사능 누출 사고가 발생할 확률이 '제로'라고 이야기 할 수는 없다.

그 동안 우리는 연구 개발하여 사용하고 있는 각종 설비 및 기계의 고장률을 제로화 하기 위하여 꾸준한 노력을 경주하여 왔으나 이러한 노력에도 불구하고 고장률 제로에는 도달하지 못하고 있다.

세계 각국은 원자력발전소의 방사능 누출 사고를 예방하기 위하여 꾸준한 노력을 하고 있다.

그러나 이러한 노력에도 불구하고 방사능 대량 누출 사고 발생시 엄청난 피해를 초래할 수 있기 때문에 이에 대비한 노력 또한 매우 중요하다고 생각한다.

방사능 누출 사고에 대비한 각종 시설 및 설비 등은 이익을 추구하는 사업의 논리에서 보면 불필요한 투자가 될 수 있다.

그러나 원자력발전소 운영 기간중 발생하는 단 1회의 방사능 다량 누출 사고는 그 피해 규모가 엄청나며 그 손실은 자손 대대로 이어지는 것을

원전 주변 군청에 설치되어 가동되고 있는 환경 방사능 감시 단말기

사전에 제거하기 위하여 재난에 대비한 각종 투자를 하게 되는 것이다.

이러한 재난에 대비하기 위하여 구축한 것이 CARE이다.

그러나 CARE가 구축되었다고 하여 모든 것이 완료된 것은 아니다.

CARE는 단지 대형 사고가 발생시 운영되는 것이므로 사고가 발생하는 것보다는 사고의 발생 요인을 사전에 제거하는 것이 더욱 더 중요하다.

따라서 원자력 분야에 종사하는 모든 사람들은 사고를 미연에 방지할 수 있도록 노력하여야 하며 이를 위하여 원자력 안전 문화를 확산시키는 것이 필요하다고 본다.

원자력 안전 문화의 조기 정착을 위해서는 원자력 분야에 종사하는 사람 개개인이 서로 자신의 입장만을 주장하는 것보다는 열린 마음을 갖고서 모든 것을 진실하게 기록하고 표현하는 것이 중요하다고 본다.

거짓이 없는 사회가 이룩되면 정확한 진단과 연구를 통하여 발생할 수 있는 사고 요인들을 사전에 충분히 제거할 수 있으리라고 본다.

정부에서 개발한 CARE 시스템이 완벽하게 구축되는 2000년부터는 방사선 비상대책의 실행 완숙기에 접어드리라고 믿으면서 그 동안 CARE 개발에 온힘을 기울여 주신 관계자 여러분께 진심으로 감사를 드린다.

다시 한 번 강조하지만 우리 나라에서는 CARE를 실질적으로 사용하는 시기가 절대 발생하지 않기를 바라는 마음으로 이 글을 맺고자 한다.