



# 우리 나라 원자력산업과 방사선이용의 전망

- 방사선방호정책의 현황과 과제를 중심으로 -



김 창 우

과학기술부 방사선안전과장

## 1. 머 리 말

우리 나라는 비교적 일찍이 원자력을 평화적으로 이용하려는 정책을 추진하였다. 1958년 3월 원자력법이 공포되고 1959년 대통령 직속의 원자력원의 설립과 그 산하에 원자력연구소가 1959년 개소됨으로서 원자력에 대한 제도적인 기반이 갖추어 졌다.

특히 1962년 최초의 연구용 원자로인 TRIGA Mark-II 원자로의 가동으로 원자로를 이용한 방사성동위원소 및 방사선 관련연구 등 원자력에 관한 기초연구를 중점적으로 수행하였다. 그 후 원자력의 연구방향도 초기 방사성동위원소를 이용한 기초적인 연구에서 원자력의 산업적 이용분야에 역점을 두기 시작했고, 특히 우리 나라 최초의

원자력발전소인 고리 원전 1호기의 상업운전으로 본격적인 원자력산업 시대가 개시되었다. 2000. 3월 현재 우리 나라는 16기의 상업용 원자로를 운영하는 등 지난 30여년 간 눈부신 발전을 거듭하였으며 세계 10위권의 원자력발전국으로 도약하였다.

1999년 12월 확정된 제5차 『장기전력수급계획』 따르면 2015년까지 우리 나라의 최대전력수요는 1999년에 비해 1.8배까지 증가할 것으로 예상되어 정부는 총 발전설비계획 7,906만KW중 33%인 2,606만KW를 원자력발전으로 충당하기로 하고, 현재 건설중인 영광 5호기를 비롯한 4기의 원전 외에 추가로 8기의 원전을 건설하여 2015년에는 총 26기의 원전(계획기간 중 폐지되는 2기 제외)을 건설, 운영할 계획으로 있다.

국내 부존 에너지 자원이 없는 우리 나라가 국가 경제발전에 필요한 전력에너지를 안정적으로 확보, 공급하고 기후변화 협약 등 국제적인 환경에 적극적으로 대응하기 위해서는 앞으로도 원자력 발전설비의 확충이 불가피할 전망이다.

한편, 방사성동위원소 이용과 같은 비발전 분야에서 1963년 2개 기관에 대한 방사성동위원소 인허가를 시작으로 매년 그 이용분야와 기관이 급증하여 2000년 3월 말 현재 산업체, 의료기관 등 총 1,629개 기관에 이르며, 이 분야에 종사하는 인력도 약 23,000여명에 달하고 있다. 앞으로도 산업이 발전함에 따라 방사선이나 방사성동위원소의 활용도가 매우 다양하게 증대하는 현실을 감안할 때 이러한 추세는 매년 10~15% 이상 지속적으로 증가할 전망이다.

반면, 우리 나라의 원자력에 대한 국민인식이나 환경은 그리 밝지 않다. 1999년 9월 발생한 일본 JCO사 핵임계 사고, 지난해 월성3호기 중수누설 사건, 울진원전 미확인용접부 논란 등 원자력산업의 국내·외적 환경은 더욱 어려워지고 있으며, 또한 지방자치제의 실시, 민주화의 진전으로 각종 시민운동단체의 역할 증대, 환경, 안전, 복지 등에 대한 국민의 관심증대로 앞으로는 일반 국민의 이해와 협조 없이는 원자력사업의 추진이 불가능한 상황이다. 이에 따라 원자력의 안전성 확보를 위한 철저한 안전규제가 더욱 요구되고 있다.

정부는 1994년 9월 『원자력안전정책성명』을 공표하고 원자력안전을 위한 5대 원칙을 천명한 바 있다. 즉 『규제의 독립성, 공개성, 명확성, 효율성, 신뢰성』을 규제업무전반에 걸쳐 최대한 구현함으로써 원자력의 안전한 이용이라는 원자력법의 기본 목적을 달성하고 국민적 합의하에서 원자력이 추진

되도록 제반 제도 개선을 추진하고 있다.

## II. 방사선방호 신제도의 도입

원자력발전소 등 원자력시설의 안전성은 크게 시설의 안전성과 운영상의 안전성으로 대별할 수 있다. 이에 따라 원자력관계시설에 대한 안전규제는 크게 건설, 운영전의 사전 안전성검토, 사용중 안전성 검사, 사용후의 안전조치 등으로 구분할 수 있다. 이는 시설자체의 안전성을 확보함으로써 일차적으로 방사선작업자를 보호하고 주변 환경과 일반국민을 방사선재해로부터 보호하는데 그 목적이 있는 것이다.

한편, 시설안전과 함께 이를 운영하는 인원과 시스템에 대한 안전규제는 결국 “방사선방호”라는 명제를 기본으로 하고 있으며 이는 작업종사자나 일반인이 원자력시설로부터 받거나 받을 우려가 있는 방사선량을 합리적으로 낮게 유지할 수 있도록 하는 데 목적이 있다.

주지하다시피 방사선방호는 선원의 밀폐, 차폐, 집중화로 구분되는 방사선원관리, 방사선원관리가 제대로 이루어지는지의 여부를 판단하는 환경관리, 개인의 피폭선량이 법정 한도치 내에서 적절히 관리되도록 하는 개인관리로 대별되며, 결국 이는 방사선피폭의 저감화가 실제로 이루어 지거나 이루어 질 수 있는지의 여부를 규제하는 것이라 할 수 있다.

국제방사선방호위원회(ICRP)는 일본 히로시마, 나가사키 원폭피해자에 대한 역학조사 결과에 따라 방사선피폭과 그 영향의 상관관계를 추론하여 암 발생과 같은 방사선피폭의 영향에 대한 위험도 계수를 설정하고 이에 따라 방사선작업종사자

와 일반인에 대한 선량한도를 제시하고 있으며, 각국의 규제기관은 이에 근거하여 원자력관계시설의 설치, 운영의 안전성 여부를 규제하고 있다.

1990년 국제방사선방호위원회는 지금까지의 역학조사로 발견된 새로운 정보와 생물학, 의학분야의 발전을 기초로 ICRP-60 신권고를 제안한 바 있으며, 우리 나라를 비롯한 원자력선진국에서는 이를 자국의 규제지침으로 도입하고 있다. 이 신권고의 핵심내용은 방사선작업종사자 선량한도의 하향조정과 방사선피폭의 합리적 최소화(ALARA(As Low As Reasonably Achievable)) 개념이라고 할 수 있다.

정부는 그 동안 ICRP-60의 신권고 내용에 대해 많은 검토를 하였으며, 특히 1992년부터 5년간 수행한 신권고 도입의 타당성연구 수행결과와 원자력산업계 및 관련 전문가의 의견 수렴을 거쳐 1998년 8월 과학기술부장관고시를 개정하여 선량한도를 하향 조정하였다. 그러나 ICRP-60의 국내수용은 우리 나라 방사선방호체계 전반에 상당한 변화를 수반하는 것이므로 원자력산업계의 준비기간을 고려하여 선량한도, 내부피폭선량 평가 등은 2003년부터 이를 시행하도록 경과규정을 두어 그 때까지는 종사자 연간선량한도를 50mSv 내에서 5년간 200mSv로 제한하는 유예기간을 두었다.

선량한도의 하향조정은 원전의 경우, 실제 피폭선량의 추이를 보면 기기 보수·정비업무에 종사하는 작업자의 방사선피폭관리가 적절히 이루어진다면 당장 이를 도입·시행하여도 특별한 문제점이 없다고 판단되나 위와 같이 일정한 유예기간을 둬으로써 사업자가 선량한도의 하향조정이 원전 운영에 미치는 영향을 종합적으로 평

가하고 이에 대한 체계적인 대응책을 마련하도록 한 것이다.

잘 아시다시피 ICRP-60이 제시하는 또 하나의 핵심적 사항은 ALARA 원칙으로서 이는 어떠한 피폭源으로부터 초래되는 종사자의 개인 피폭선량, 피폭자수, 피폭이 불확실한 경우 피폭가능성을 경제적 및 사회적 인자를 고려하여 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게 유지하여야 한다는 것이다.

이는 선량한도개념의 제약을 보완하는 것으로서 방사선의 확률적 영향은 적어도 0.2Sv이상의 선량을 단기간에 받은 일본의 원폭피해생존자에 대한 역학조사 결과 얻어진 것이므로 실제 방사선작업자가 低선량의 방사선에 피폭될 때 암 등이 발생할 가능성을 객관적으로 평가하는 것은 과학적으로 매우 어렵다는 점을 반영한 것이다. 즉 방사선의 결정론적 영향이 적용되는 高선량과는 달리 低선량의 방사선피폭이 인체에 미치는 영향에 대해 일정한 정도(문턱선량) 이하까지는 영향이 있는지 없는지의 여부에 대한 객관적인 증거가 없기 때문에 보수적인 입장에서 가능한 한 개인선량과 집단선량을 낮게 하라는 것이다.

정부는 이러한 ALARA 개념을 지난 1994년 12월 원자력법 개정시 반영하였다. 원자력법 제97조(방사선장해방지조치) 제1항 제4호에 원자력관계사업자는 “방사성물질의 방출량 및 피폭방사선량을 가능한 한 합리적으로 낮게 유지하기 위하여 필요한 조치”를 할 것을 규정하였다. 이 규정은 기본적으로 원자력관계사업자의 제반 활동중 방사선방호조치가 “합리적”으로 이루어졌는가의 여부에 대해 반드시 평가가 이루어져야 한다는 점이다. 원자력관계사업자의 주관적인 판단이나 규

제기관의 독단에 의해 합리성여부가 결정되어서는 안될 것이나, ALARA 개념이 실제로 이행되고 있다는 것을 사업자는 논리적으로 설명할 수 있어야 한다. 또한 규제기관은 가능한 한 세부 시행지침을 제시하고 그에 따라 사업자의 조치사항을 평가하여야 할 것이다.

즉, 정부는 ALARA 실현을 위한 조치사항이 과대한 비용을 수반하지 않는 합리적인 비용-편익 기준을 제시하고, 원자력관계사업자는 원자력법 제97조가 모든 방사선작업과정에서 철저히 이행되어야 한다는 점을 분명히 인식하여야 할 것이다. 이러한 측면에서 볼 때 ALARA원칙은 선량한도에 앞선 것으로서 방사선방호의 기본전제가 되는 것이다.

ICRP-60 권고 도입에 있어 2003년까지 유예기간을 둔 또 다른 이유는 사업자의 측면에서는 이와 같은 ALARA개념이 모든 방사선방호활동의 중심이 되어 선량저감을 실현할 수 있도록 관련 기

술 개발 및 제도와 절차의 개선 등이 이루어지도록 하기 위한 것이며, 규제기관 측면에서는 앞서 말한 시행지침의 제시, ALARA 정보제공, “합리성” 판단의 절차 수립 등 실현 가능한 규제방향을 도출하기 위한 시간을 갖고자 하는 데 있다.

### III. 방사선방호의 현황과 정책 과제

#### 1. 원자력발전소

현재 원전의 경우 사업자가 방사선작업허가서(RWP)를 발급할 때에는 ALARA 실현을 위해 예상피폭선량을 평가하고 이를 실제 피폭선량과 비교, 분석함으로써 문제점이 있는 경우 이를 개선하도록 하고 있다. 이를 위해 각 발전소별로 ALARA 위원회를 구성하여 운영하고 있으며, 또한 신형장비도입, 운전방법 및 설비개선 등 하드웨어의 개선을 통해 피폭선량 저감화를 도모하고 있다.

표 1. 1999년 발전소별 종사자 피폭방사선량 분포

(단위: 명, mSv)

발 전 소 별	0.1mSv 미만	0.1~1 mSv미만	1~5 mSv미만	5~10 mSv미만	10~20 mSv미만	20~50 mSv미만	50mSv 이상	종 사 자 수	집 적 선 량	평 균 선 량
고리1	703	295	378	131	45	0	0	1,552	2619.30	1.69
고리2	615	427	402	124	32	0	0	1,600	2420.23	1.51
영광1	597	304	301	95	34	0	0	1,331	2049.19	1.54
영광2	766	283	262	39	4	0	0	1,354	1008.49	0.74
울진1	536	226	192	35	1	0	0	990	814.66	0.82
울진2	922	276	110	4	0	0	0	1,312	361.03	0.28
월성1	563	219	289	148	68	0	0	1,287	2768.96	2.15
월성2	862	240	191	18	0	0	0	1,311	642.68	0.49

이와 같은 노력의 결과로 표1에서 볼 수 있는 것과 같이 1999년도 원전 종사자중 20mSv를 초과하여 방사선에 피폭된 경우가 없으므로 ICRP-60 선권고의 선량한도를 도입하는 데에는 큰 무리가 없는 것으로 보여진다. 다만 발전소별 연간 개인 평균피폭선량과 집단선량의 추이를 볼 때 2002년까지 사업자는 특히 계획예방정비기간 동안의 방사선피폭이 합리적인 수준에서 최소화될 수 있도록 만반의 준비를 하여야 한다. 이를 위해서는 방사선피폭 저감기술 개발, 지속적인 설비의 개선, 원전 유지·보수·검사장비의 현대화 등을 통해 방사선피폭 저감화를 실현하고 ALARA 이행 및 평가절차를 마련함과 아울러 방사선안전전문가의 양성 등 저변확대에도 주력해야 할 것이다. 정부는 2002년까지 원자력연구개발사업을 통해 사업자가 보다 쉽게 이해하고 시행할 수 있도록 ALARA 세부지침을 마련하고, 2003년 이후에는 이를 본격적으로 시행할 수 있도록 준비중에 있다.

## 2. 방사성동위원소 이용 분야

방사성동위원소 이용분야는 사용기관이 많고 영세하며, 전국에 산재해 있고 그 이용특성이 매우 다양하기 때문에 방사선피폭을 체계적으로 관리하는 데 어려움이 있다. 또한 원전과는 달리 사용기관에서 수행하는 각종 방사선방호관련 업무가 정형화되어 있지 못하고 그 담당 인력이나 조직도 양과 질의 측면에서 모두 원전에 비해 부족한 점이 많은 것이 현실이다. 정부는 원자력법 개정을 통해 비파괴검사업체, 의료기관, RI판매업체 등 이용기관의 특성에 따라 기술기준을 세분화하였으며, 방사선기기 설계승인 및 제작검사 제도, 업무대행자 제도 등을 신설하는 등 제도개선을 모색하고 있으며, 이용기관의 방사선 방호체계의 개선을 위한 다각적인 대책을 강구하고 있다.

표2에서 보는 바와 같이 1999년도에는 작업종사자 중 연간선량한도 초과피폭자가 3명 발생하였으며, 특히 비파괴검사업체의 경우에는 개인연간평균피폭선량이 3.58mSv이며, 연간 20mSv이상 피폭된 작업자 수도 38명으로 집계되었다. 정

표 2. 1999년 업종별 종사자 피폭방사선량 분포

(단위: 명, mSv)

업종	0.1mSv 미만	0.1~1 mSv미만	1~5 mSv미만	5~10 mSv미만	10~20 mSv미만	20~50 mSv미만	50mSv 이상	종사자 수	집적선량	평균선량
의료기관	225	1,326	521	45	13	2	1	2,133	2173.88	1.02
산업체	669	1,642	2,559	21	8	1	2	4,902	4255.87	0.87
비파괴업체	0	573	1,743	359	217	38	0	2,930	10400.08	3.58
판매업체	29	136	76	6	2	0	0	249	219.97	0.88
연구기관	928	708	267	3	1	0	0	1,907	674.17	0.35
교육기관	316	1,451	583	0	0	0	0	2,350	1365.63	0.58
공고기관	32	42	86	0	0	0	0	160	120.85	0.75
공고기관	4,479	1,593	1,419	565	340	0	0	8,396	12689.43	1.51

부는 방사성동위원소 이용분야가 원전 보다 방사선방호측면에서 더 많은 문제점이 있을 수 있다는 점을 인식하여 인허가 심사와 검사시 안전성 확인에 보다 많은 노력을 투입할 계획이다. 특히 비파괴검사기관, 의료기관, 판매기관 등 선원의 사용량이 많고 방사선작업이 빈발하게 이루어지는 기관에 대해서는 불시점검 등 관리감독을 강화하고, 반복되는 위법업체에 대해서는 강력한 행정조치를 취하며 그 개선여부를 지속적으로 감시할 계획이다.

아울러 ICRP-60신권고가 방사성동위원소 이용분야에도 적용되는 만큼 유예기간동안 비파괴검사업체 등 신권고의 선량한도를 초과할 우려가 있는 분야와 일반인 피폭이 문제가 되는 의료기관 등은 작업방법개선, 장비의 자동화, 절차서 준수 등 획기적인 피폭 저감화 노력을 경주해야 할 것이다. 이와 함께 정부는 진단용 방사선발생장치와 치료용 고선량 방사선기기의 사용에 따른 안전문제를 개선하기 위해 관련 규제제도도 개선해 나갈 계획이다.

### 3. 방사선피폭선량 관독 분야

각 원자력관계시설에서의 방사선방호활동이 인허가 단계 및 검사과정에서 검토된 방사선방호 프로그램대로 이루어지고 있는지는 방사선작업종사자 피폭선량평가를 통하여 확인할 수 있다. 그러나 이러한 평가가 바르게 이루어지려면 방사선피폭선량 관독에 대한 기술수준이 신뢰할 수 있는 수준이어야 하며, 또한 실제 작업현장에서 작업종사자들이 선량계를 성실히 착용하는 등 기본적인 사항이 준수되어야 한다.

첫째, 관독능력 측면에 대해서 정부는 관독업무

등록제도를 운영하고 있다. 관독업무 등록을 한 선량관독기관의 품질보증검사, 성능검사 등을 통해 관독능력을 점검하고 적절한 수준을 유지토록 관리하고 있다. 앞으로는 보다 정확하고 신뢰성이 높은 관독을 위해 성능검사를 강화하여 일정 수준 이하의 기관에 대해서는 적절한 제재조치와 함께, 전문가 단체의 workshop등을 지원함으로써 기술적 능력을 확보토록 지속적으로 유도하여 나갈 계획이다.

둘째, 선량한도 초과피폭자나 선량계 분실 등 관독불능자가 발생하는 경우에는 이는 사업자의 방사선방호프로그램이 실패하였다는 것을 의미하므로 사고가 아닌 단순한 초과피폭이나 선량계취급 부주의로 인한 것이라 하더라도 적극적인 원인 규명을 통해 방사선안전관리 관행을 시정해 나갈 계획이다. 그리고 선량한도 초과피폭이나 관독불능이 발생한 경우에는 객관적인 피폭선량평가를 위해 “방사선피폭 특이자 선량평가 지침”을 제정·운영하고, 이를 토대로 관독자료, 작업상황, 작업량, 유사 작업종사자의 피폭량 등을 종합적으로 고려한 합리적인 피폭선량을 평가할 계획이며, 아울러 정기 및 불시검사를 통해 선량계 착용 등 방사선방호조치의 이행여부를 지속적으로 점검할 계획이다.

정부는 1999년 8월부터 방사선피폭기록을 체계적으로 관리하기 위해 전산체제를 구축, 운영하고 있으며, 이를 통해 모든 방사선이용기관의 종사자 피폭기록을 업종간, 업체간 등 다차원적으로 분석하여 취약분야와 문제점을 사전 도출하고 그 개선책을 강구할 수 있을 것으로 생각된다. 아울러 이 전산망을 통해 선량한도초과자 발생기관이나 그 우려가 있는 기관을 신속히 파악하여 해당기관이나 종사자에 통보함으로써 비방

사선 업무전환 등 적절한 조치를 취할 수 있도록 “선량한도 초과우려자 사전예고제”를 실시하고 있다.

#### 4. 방사선방호의 책임 문제

원자력안전에 대한 1차적 책임은 당해 사업자에게 있다. 이는 방사선방호에 대한 책임에 대해서도 전적으로 적용된다. 정부는 1999년 2월 원자력법 개정시 규제완화 차원에서 안전관리책임자 선임제도를 폐지하였다. 그 동안 “안전관리책임자제도”는 사업자의 원자력법 위반시 안전관리책임자를 해임하는 것으로 자칫 사업자의 책임을 선임된 안전관리책임자에게 전가하는 방편으로 악용될 소지를 안고 있었다. 한국적 풍토에서는 방사선안전관리 조직과 그 활동이 원자력이용기관의 부가적인 업무영역으로 생각되는 것이 통상적이라는 점과 안전 불감증이 만연한 의식구조로 볼 때 작업현장에서의 방사선방호조치가 제대로 이루어지기 위해서는 경영층의 방사선방호 책임에 대한 인식전환이 무엇보다도 중요하다. 그러나 방사선피폭 문제는 무엇보다도 작업종사자 자신이 안전규칙을 준수하고 스스로의 안전을 지키려는 노력이 필요하다.

이러한 점을 개선하기 위해 정부는 위에서 언급한 바와 같이 법적인 책임소재를 명확히 하면서 앞으로는 각종 안전성 심사나 검사시 시설이나 취급상의 안전성 뿐 아니라 방사선방호조직의 위상과 역할의 적정성 여부도 면밀히 검토하여 문제점

이 있는 경우 이를 적극적으로 시정해 나갈 계획이며, 위법사항이 발견되는 경우에는 법인뿐만 아니라 작업종사자 개인에 대해서도 법적 책임을 물을 계획이다.

#### Ⅳ. 맺음말

지금까지 방사선방호정책의 현황과 추진방향을 간략히 살펴보았다. 원자력산업을 둘러싼 국내·외적 환경은 매우 어려운 상황에 처해있다. 특히, 원자력안전에 대한 국민의 신뢰와 이해 없이는 더 이상 원자력사업을 추진할 수 없는 상황에 있다. 원자력에 종사하는 우리 모두는 국민의 몰이해와 무지를 타하기 전에 먼저 겸허한 마음으로 스스로를 반성하는 자세를 견지해야 할 것이다.

이러한 관점에서 정부는 지금까지의 규제제도와 관행상의 문제점을 끊임없이 개선하고자 노력하고 있으며, 어떠한 문제점이나 비판도 겸허하게 수용할 예정이다. 또한 원자력관계사업자는 타율이 아니라 국민이 이해할 수 있는 자율적인 안전문화를 정착시키기 위해 노력하여야 할 것이다.

그리고 대한방사선방어학회와 같은 원자력 관련 전문단체에서 방사선안전이나 방사선방호에 대한 연구를 통해 각종 기술기준과 지침을 제시해야 할 의무가 있다고 생각하며, 정부는 관련단체가 이러한 역할과 기능을 발휘할 수 있도록 정책적 지원을 아끼지 않을 예정이다. **KRIA**