

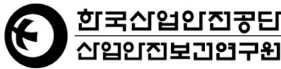
## 제 출 문

### 한국산업안전공단 산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 「방사선 및 방사성 동위원소 취급 사업장의  
보건관리 실태조사」에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2007년 12월 31일

### 방사선 및 방사성 동위원소 취급사업장의 보건관리 실태조사



## 요 약 문

#### 1. 과제명: 방사선 및 방사성 동위원소 취급 사업장의 보건관리 실태조사

#### 2. 연구기간: 2007년 6 월 18 일 ~ 2007년 1 월 17 일

#### 3. 연구자: 연구책임자 김 광 중 (한국산업환경보건연구소)

#### 4. 연구목적 및 필요성

방사선 및 방사성동위원소 신고사업장의 보건관리 실태를 파악하기 위하여 국내 현행 각 부처의 안전보건 관련 법령과 제도 등을 비교 검토하였고, 국외의 현행 제도를 조사하였다. 또한 국내 산업체 신고사업장의 안전보건담당자를 대상으로 안전보건관리실태 파악을 위한 설문조사를 실시하였다. 또한 방사선 및 방사성 동위원소 취급 근로자의 노출실태를 직접 측정하여 효율적인 보건관리방안을 수립하고자 하였다.

#### 5. 연구방법 및 내용

국내 방사선 및 방사성 동위원소 산업체 1,551개 신고사업장의 안전보건관리 실태를 파악하기 위하여 안전보건담당자를 대상으로 구조화된 설문지를 이용하여 설문조사를 실시하였다. 설문조사 내용은 주요 내용은 사업장개요, 방사선 등의 이용실태, 안전보건관리현황, 개인선량계관리 및 안전보건교육실시현황, 근로자 건강진단 현황, 기타 사업장 안전보건관리준수 여부 등이며 조사방법은

연구기관: 한국산업환경보건연구소

연구책임자: 김광중 (한국산업환경보건연구소 소장, 보건학박사)

연구자: 진영우 (방사선보건연구원 팀장, 의학박사)

박희찬 (한국산업환경보건연구소 수석연구원, 의학박사)

장동혁 (이대목동병원 방사선과, 보건학석사)

정미선 (방사선보건연구원 선임연구원, 의학박사)

이병일 (방사선보건연구원 선임연구원, 공학석사)

배문선 (관동대학교 의과대학 교수, 의학박사)

연구보조원: 김승철 (이대 목동병원 핵의학과 팀장, 의학석사)

안현선 (한국산업환경보건연구소 연구원, 이학사)

장은진 (한국산업환경보건연구소 연구원, 이학사)

이동현 (한국산업환경보건연구소 팀장, 보건학석사)

이상운 (한국산업환경보건연구소 팀장, 이학사)

박정준 (한국산업환경보건연구소 팀장, 이학사)

설창현 (한국산업환경보건연구소 연구원, 이학사)

심수호 (고려대 보건대학원 조교, 이학사)

안문섭 (고려대 보건대학원 조교, 이학사)

우편 또는 팩스를 이용하였다. 또한 방사선 및 방사성 동위원소 취급근로자의 노출선량 실태를 파악하기 위하여 접근성이 용이한 서울, 경기 및 수도권에 위치한 153개 사업장을 대상으로 surveymeter를 이용하여 측정하였으며, 측정과 동시에 근로자를 대상으로 심층조사를 실시하였다. 또한 surveymeter 측정 결과에서 상대적으로 높은 결과로 나타난, 약 30개 사업장 근로자의 개인피폭선량 측정은 열형광선량계 (Thermal Luminescence Dosimeter: TLD)를 이용하여 dir 한달간 평가하였으며, 업종별, 측정도구별, 안전보건관리의 제반요인과 방사선량간의 관련성을 분석하였다.

#### 6. 연구결과

1) 국내 방사선 및 방사성 동위원소 신고산업체 전수인 1,551개 사업장의 총 근로자수는 분포는 40,993명 (남자 69.8%, 여자 30.2%)이었으며, 이 가운데 방사선 및 방사성 동위원소 취급 근로자수 분포는 2,534명 (남자 83.9%, 여자 16.1%)으로 남자가 여자보다 상대적으로 높은 분포로 나타났다. 1,551개 사업장의 안전보건관리자에게 구조화된 설문지를 우편으로 발송하고, 우편 또는 팩스로 설문지를 회수한 결과 253부가 회수되어 분석에 사용하였으며, 설문지 회수율은 16.31% 이었다.

2) 회수된 설문지 253부를 분석한 결과, 방사선발생장치 사업장은 125개소 (49.4%), 방사성동위원소 취급 사업장은 82개소 (32.4%), 무응답 46개소 (18.8%) 순으로 나타났다.

3) 안전보건관리 현황 가운데 “전담부서나 전담 안전관리자”가 있다는 응답은 32명 (12.7%)으로 매우 낮은 분포이었음에도 불구하고, “타 업무와 겸직”을 한다는 응답은 100명 (78.4%)으로 조사되어 안전관리실태에서 문제점이 있는 것으로 나타났다. 반면에 “안전관리 수칙을 준수”의 응답은 195명 (77.0%)으로

방사선 및 방사성 동위원소 인식상태는 비교적 좋은 것으로 나타났다.

3) “개인선량계를 지급 한다”라는 응답은 38명 (15.0%)로 대부분이 개인선량계를 착용하지 않은 상태에서 작업을 하는 것으로 나타났으며, “안전보건교육”을 실시한다는 응답은 100명 (39.5%)로 매우 낮았으며 안전보건 교육의 경우도 전문가에 의한 교육이 아닌 “자체교육”을 실시한다는 응답이 73명 (73.0%)이 나타나 안전보건교육 분야에서도 문제가 있는 것으로 나타났다.

5) “배치 전 건강진단 실시”는 59명 (23.4%)으로 매우 낮았으며, 매년 정기적으로 “검진 실시 (특수검진)”을 실시한다는 응답은 52명 (20.5%)으로 방사선 취급 근로자의 건강진단 관리가 거의 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다.

6) 안전관리준수 현황 가운데 “관계자 이외 출입금지 게시”와 “방사선 업무상 주의사항 게시”가 각각 114명 (45.1%)과 105명 (41.5%)으로 절반 수준에도 못 미쳤으며, “방사선 장치실”, “방사선 작업실”, “방사선 저장시설” 및 “방사선 폐기시설”의 차폐물 설치여부에서는 48명 (19.0%), 39명 (15.4%), 22명 (8.7%) 및 4명 (1.6%)이었으며 보호구 지급은 24명 (9.5%)으로 안전관리준수가 전혀 이루어지지 않고 있어 문제점이 많은 것으로 나타났다.

7) 153개소를 대상으로 surveymeter를 이용하여 방사선량을 측정한 결과, 원자력법상 신고사업장의 외부방출선량 기준인 10  $\mu\text{Sv/hr}$ 를 초과하는 곳은 12개소 (7.8%)인 것으로 조사되었는데 업종에 있어서 소방방재업 (9개소)과 금융보험업 (2개소)이 차지하였고 두 종류 업종의 주 작업내용은 방화소화기통의 가스 농도를 측정하는 작업이었다. 방사선원 별 작업자 위치 기하평균 방사선량률 비교에서는 방사성 동위원소가 0.703  $\mu\text{Sv/hr}$ 로 방사성발생장치의 0.172  $\mu\text{Sv/hr}$ 보다 약 4배가 높은 것으로 나타났다. 방사선원 용도별에서 소화기가스 농도 측정작업이 기하평균 24.9  $\mu\text{Sv/hr}$ 로 원자력법상 허가사업장에 해당되는 것으로 나타났다. 하지만 이는 일시적 양을 측정한 것으로 인체 영향을 평가하기위한

누적 피폭 선량을 파악하기 위해서는 정밀 현장실사가 이루어져야한다.

7) 153개소를 대상으로 surveymeter를 이용하여 방사선량을 측정한 결과, 법적 외부방출선량이 시간당 10  $\mu\text{Sv}$ 를 초과하는 곳은 12개소 (7.8%)이었고, 이 중 소방방재업 (9개소)과 금융보험업 (2개소)이 모두 포함되었다. 이 둘 업종은 소화시설 점검을 위하여 소화기통의 액화가스잔량 측정에 방사성동위원소 level meter를 이용하였다. 방사선원 별 작업자 위치의 기하평균 방사선량률 비교에서 방사성동위원소는 0.703  $\mu\text{Sv/h}$ 로 방사선발생장치의 0.172  $\mu\text{Sv/h}$ 보다 약 4배가 높은 것으로 나타났다. 방사선원 용도별에서 소화기가스 농도 측정 작업은 기하평균 24.9  $\mu\text{Sv/h}$ 로 외부방출선량한도인 10  $\mu\text{Sv/h}$ 를 초과하였고 타 용도작업의 평균치에 비하여 약 100~250배 이상 높았다. 한편 방사선량률과 TLD 측정시간의 상관관계를 파악하고자 통계분석한 결과 작업자위치의 방사선량률과 심부선량간( $r=0.553$ ,  $p<0.01$ ), 작업자위치의 방사선량률과 표층선량간( $r=0.453$ ,  $p<0.01$ )에 각각 비교적 높은 상관관계를 보였다.

8) Surveymeter측정 결과 방사선량률이 10.0  $\mu\text{Sv/h}$ 이상인 12개소와 그 이하인 타 업종 18개소를 비교군으로 선정하여 TLD를 이용하여 개인노출선량을 1개월 이상 측정한 결과에서 법적 유효선량 연간 50  $\mu\text{Sv}$  이상 초과한 사업장은 없었다. 안전보건의 제반요인 중 소방방재업, 금속취수 24개월 이상군, 방사선 측정, 건강진단실시, 안전보건교육실시 등의 경험이 없는 군의 평균 표층선량 및 평균 심부선량은 경험이 있는 군 보다 높은 경향이 있었다.

7. 고찰 및 제언

방사선 및 방사성동위원소 신고사업장의 안전보건관리실태를 살펴보기 위하여 현장조사를 실시한 결과, 일부 사업장에서는 신고사업장 기준을 넘는 방사선량이 검출되었으며, 여기에 대해서는 관련전문기관의 제검토 및 현장 실사가 필요할 것으로 생각된다. 일부 선량초과 사업장을 제외한 사업장의 경우 현행

산업안전보건법에서 규정하고 있는 법은 방사선의 위해 가능성이 거의 없으므로 보건교육, 위험표지 정도로 규정하는 것이 원자력법 등 타 법과의 일관성 취지에서도 합리적인 것이다. 현재 방사선작업종사자 관련법은 산업안전보건법, 원자력법, 의료법 등에서 규정되어 있는데, 그 적용범위 및 내용이 제각각이어서 관련사업장등의 혼선과 그로 인한 실행상의 어려움이 있는 바, 전문적 역량 등을 고려해볼 때 방사선량 측정은 원자력법과 의료법, 종사자 건강관리는 산업안전보건법으로 통일하고 타 법에서는 이를 준용하는 것으로 하는 것이 법의 일관성 차원에서 합리적인 것으로 판단된다. 본 연구결과는 방사선 신고사업장을 대상으로 방사선 보건관리 실태를 조사하고자 설문조사, 피폭실태를 측정하였으나, 결과분석에 사용한 설문지는 전체 1,551개의 신고사업장 가운데 253개 사업장의 결과이며, surveymeter에 의한 방사선량률은 153개 사업장, 개인피폭 실태조사에 사용한 TLD는 30개 사업장의 제한된 결과이므로 모든 신고사업장의 보건관리 실태나 방사선 노출실태를 반영하였다고 보기에는 연구결과의 제한점이 있다.

8. 활용계획

이 연구는 방사선 및 방사성동위원소 신고사업장의 안전보건관리실태에 관한 결과자료를 근거로 국내 신고사업장의 방사선 안전보건관리의 현황과 문제점을 제시하고, 이를 근거로 방사선 취급자의 효율적인 보건관리개선을 수립의 기초자료 제공하는데 활용될 수 있다. 또한 국내 각 부처간의 현행 관련 법령 및 제도개선에 대한 바람직한 역할분담 및 공조체계 구축에 필요한 참고자료로 활용될 수 있다.

9. 중심어: 신고사업장, 방사선, 방사성동위원소, 안전보건관리, 방사선량률, 표층선량, 심부선량, 건강진단

차 례

I. 서론 ..... 1

1. 연구배경 ..... 1

2. 연구의 목적 ..... 3

3. 연구동향 ..... 3

II. 연구내용 및 방법 ..... 6

1. 연구내용 ..... 6

2. 연구방법 ..... 7

III. 연구결과 ..... 29

1. 방사선 안전보건 관련 국내의 법령 및 제도 현황 ..... 29

2. 방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장 현황 ..... 49

3. 사업장 안전보건실태 설문조사 결과 ..... 55

4. 방사선 취급 근로자의 방사선량 측정 결과 ..... 108

IV 고찰 ..... 120

V 제 언 ..... 127

참고문헌 ..... 129

부록: 설문지 ..... 132

## 표 차 례

<표 1> 과기부고시 2002-23호 (제2조 용어의정의) .....	4
<표 2> ICRP 60에서 권고한 방사선가중치 $W_R$ .....	15
<표 3> ICRP 60에서 권고한 조직가중치 $W_T$ .....	16
<표 4> Survey meter를 이용한 방사선량을 예비조사 측정결과 .....	2
<표 5> 예비조사 대상 신고사업장의 본 조사 협조 과정 .....	28
<표 6> 산업안전보건법 상 방사선 등 취급근로자의 안전보건규정 .....	31
<표 7> 법의 일부적용대상 사업 및 일부적용 규정의 구분표 .....	32
<표 8> 방사선 동위원소의 규제 기준 .....	48
<표 9> 방사선 발생장치의 규제 기준 .....	48
<표10> 원자력 법상 허가기관과 신고기관의 안전보건 관리특성 .....	51
<표11> 방사선 관련법령에 의한 안전보건 관리 특성 .....	67
<표12> 부처별 방사선 측정제도의 비교 .....	68
<표13> 부처별 방사선 취급근로자의 건강진단 제도비교 .....	68
<표14> 업종별 안허가 사업장 수 현황 .....	90
<표15> 지역별 안허가 사업장수 현황 .....	90
<표16> 산업체의 방사선원 종류별 신고사업장 수 .....	91
<표17> 용도별 방사성 동위원소 이용 사업장 수 .....	92
<표18> 용도별 방사성 발생장치 이용 사업장 수 .....	93
<표19> 방사선 및 방사성 동위원소 이용 선원형태별 사업장 수 .....	94
<표20> 업종별 방사선 안전보건 관리자 선임현황 .....	94
<표21> 지역별 안전보건 담당자의 분포 .....	95
<표22> 안전보건 담당자의 성별, 연령별 분포 .....	96

<표23> 안전보건담당자의 학력 및 근무년수 분포 .....	97
<표24> 연구대상 방사선 신고사업장의 근로자 수 및 방사선 취급자 수 분포 .....	98
<표25> 연구대상 방사선신고사업장의 방사선원 종류 분포 .....	99
<표26> 일시적이라도 방사선 작업 수행근로자 여부 .....	99
<표27> 야간 방사선 업무관련사항 분포 .....	100
<표28> 비파괴 검사목적의 이동사용(RT) 관련 분포 .....	101
<표29> 방사선 안전관리 전담 부서 및 인력관련 사항분포 .....	102
<표30> 방사선 안전보건 관리자의 타 업무 겸직여부 분포 .....	102
<표31> 방사선 안전관리 수칙 준수여부 분포 .....	103
<표32> 방사선 취급 작업자 개인선량계 지급여부 분포 .....	103
<표33> 신규채용, 작업내용 변경 시 방사선 안전보건 교육여부 분포 .....	104
<표34> 매년 방사선 작업안전보건교육(특별안전보건교육) 실시여부 분포 .....	104
<표35> 배치 전(최초 방사선 작업전) 건강진단 실시여부 분포 .....	105
<표36> 매년 정기적인 방사선 취급근로자의 건강진단 실시여부 분포 .....	105
<표37> 매년 정기적인 방사선 취급근로자 건강진단 실시항목 분포 .....	106
<표38> 안전관리 개시 및 차폐물 설치여부 분포 .....	107
<표39> 작업자 위치의 방사선량 물 별 근로자 수 분포 .....	108
<표40> 업종별 방사선량률 1.0 $\mu$ Sv/hr 이상 군과 근로자수 분포 .....	109
<표41> 방사선원별 방사선량 1.0 $\mu$ Sv/hr 이상 근로자수 분포 .....	110
<표42> 업종별 평균 방사선량률 비교 .....	111
<표43> 방사선원별 평균 방사선량률 비교 .....	112
<표44> 방사선원 용도별 방사선량의 비교 .....	112
<표45> 조사대상 근로자의 인적 특성 .....	113
<표46> 조사대상 사업장 개요 .....	114

<표47> 근로자의 건강관리 실태 .....	115
<표48> 방사선 안전보건 교육실태 .....	115
<표49> 개인피복선량 수준별 근로자수 분포 .....	116
<표50> 안전보건 제반요인과 평균 표충선량간의 비교 .....	117
<표51> 안전보건의 제반요인과 평균 신부선량 .....	117
<표52> 공간선량률, 작업자 위치 선량률, 표충선량, 심부선량간의 관련성 .....	118
<표53> 업종에 따른 방사선 안전보건 제반요인간의 관련성 .....	119

## 그 림 목차

[그림 1] 방사선 탐사기(Survey Meter) .....	11
[그림 2] 열형광 공정의 에너지 준위 다이어그램 .....	2
[그림 3] Panasonic UD-716 AGL TLD system 및 선량계 .....	21
[그림 4] 방사선량 측정을 위한 실용량 정의 개념 .....	7
[그림 5] 단창형 G-M tube .....	9
[그림 6] TL선량 .....	0
[그림 7] TLD의 여기 및 발광모델 .....	2
[그림 8] LiF: Mg TLD의 전형적 글로우 .....	2
[그림 9] 선량계의 선형성 .....	2
[그림 10] 선량계의 에너지 의존성 .....	3
[그림 11] 가스소화설비 (CO2 호스텔) .....	2
[그림 12] 액화가스 잔량측정기 .....	2
[그림 13] 원자력 법령체계 .....	4
[그림 14] 국내 원자력 안전규제 체계 .....	5
[그림 15] 방사선 안전규제 업무 흐름도 .....	3
[그림 16] 관독업무 등록절차 .....	6
[그림 17] IAEA 조직도 .....	7
[그림 18] 다양한 국제기준 권고사항 원자력법 반영 .....	5
[그림 19] 일본의 안전규제 관련 행정조직 .....	8
[그림 20] 미국의 안전규제관련 행정조직 .....	8
[그림 21] 영국의 안전규제관련 행정조직 .....	8

## I 서론

### 1. 연구배경

방사선이란 전자파 또는 입자선중 직접 또는 간접으로 공기를 전리하는 능력을 가진 알파선, 중성자선, 감마선 및 엑스선, 5만 전자볼트 이상의 에너지를 가진 전자선을 말하며 방사성동위원소는 방사선을 방출하는 동위원소와 그 합물로 정의할 수 있다. 1978년 고리원자력 1호기의 상업운전을 시작으로 원자력은 우리가 사용하고 있는 전력의 40% 이상을 공급하는 국가 주력 에너지원으로 성장 하였다. 또한 의료, 연구, 교육, 각종 산업 등 비발전 분야의 원자력 산업이 지속적으로 발전하고 있다.

방사선 및 방사성동위원소는 이와 같이 의료분야 (진단 및 치료) 및 비파괴 검사, 원자력 등의 산업장에서 다양하게 활용되어 인간의 생활에 있어 편의와 편리를 제공하고 있어 유용한 것으로 인식되어 왔다. 그러나 방사선 등은 양면성을 가지고 있어 적절하게 관리될 때는 유용하게 사용되지만, 관리에 소홀하거나 방심하게 되면 방사선을 취급하는 사람뿐만 아니라 방사선을 이용하는 환자나 보호자들에게 방사선 피폭에 의한 건강에 영향을 미치며 그 정도에 따라 심각한 장애가 발생할 수 있다 (김낙상, 2000; 임재동, 2000).

방사선 및 방사성동위원소에 의한 인체의 만성효과는 방사선에 노출된 후 수 년 또는 수십 년이 경과한 뒤에 나타나는 대표적 신장장애는 악성종양의 발생이다. 악성종양의 발생에 영향을 미치는 인자는 방사선의 특성과 방사선노출 종사자의 연령, 인체조직의 방사선에 대한 감수성, 인종, 유전적 특성이 있으며, 환경인자 (environmental factor)로는 흡연, 식습관과 화학물질에 의한 노출정도가 있다. 대표적인 악성종양으로는 백혈병(leukemia)이 있으며 기타 갑상선암, 피부암, 유방암, 골육종, 다발성 골수종 등 거의 모든 종양이 발생한다. 또 다른

만성효과는 염색체 돌연변이와 유전자 돌연변이가 다음 세대까지 전달되는 유전적 이상이다.

국내 산업체의 방사성동위원소 등의 인허가 연도별 추이를 보면 1999년도에 776개소이었으나 매년 증가하여 2007년도 9월 현재에는 2,262개소로 1999년도를 기준으로 191.5% 증가한 추이를 보였다 (한국원자력안전기술원 방사선안전관리통합정보망, 2007). 한편 방사성동위원소를 취급하는 과정에서 예기치 않게 발생한 중대한 사건을 살펴보면 작업종사자가 방사능의 누출, 방사선 작업관리 구역 내의 화재 및 방사선원 분실 등의 사건 수 (한국원자력안전기술원 방사선 안전사고, 2006년)는 1990년부터 2006년도까지 16년 동안 30건이 발생하였다.

이와 같이 방사선 및 방사성동위원소를 취급하는 기관수와 종사자수는 매년 증가하는 추세이고, 방사선 노출로 인한 종사자의 인체 건강피해의 심각성을 감안하여 현재 과학기술부의 원자력법, 노동부의 산업안전보건법, 보건복지부의 의료법에 의해 방사선작업 종사자에 대한 안전보건관리가 실시되고 있다. 그러나 각 부처 간의 법규제의 중복성 또는 사후관리에 대한 실효성 있는 관리 대책에 대한 문제점이 있어 이에 대한 정확한 방사선 노출관리 실태파악과 효율적인 법적체도의 재정비가 필요한 상황이다.

2004년도 전리방사선에 대한 특수건강진단을 받은 근로자는 17,404명이었으나 이들 중 방사선량을 측정하지 않은 자는 13,422명이며 이들 중 의료법 종사자를 제외하면 제조업근로자가 93.8%로 대부분을 차지하여 (고동희, 2006), 이들에 대한 보건관리체계가 마련되어야 할 것이다. 2007년 9월 현재 허가사업장 약 1,080여개소의 방사선 및 방사성동위원소작업종사자는 원자력법에 의거 건강진단과 방사선량 측정이 법적으로 보장되어 안전보건 관련 자료 등이 정확히 파악되어 관리되고 있으나, 산업체 근로자를 포함한 신고기관의 방사선 관계 종사자에 관한 안전보건 관리실태 자료는 매우 미흡한 실정이다. 따라서 산업체의 신고사업장을 대상으로 방사선 및 방사성동위원소를 취급한 근로자의 건강보호를 위하여 현행 안전보건관리 실태를 정확히 파악할 필요가 있다.

### 2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 방사선 안전보건 관련 국내의 법령 및 제도 현황 파악, 국내 산업체 신고사업장을 대상으로 방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장 현황 파악, 사업장 안전보건관리 실태에 관한 설문조사, 방사선 취급 근로자의 방사선량률 및 개인피폭선량 측정 등을 조사한 결과를 근거로 신고사업장에서 방사선을 취급하는 근로자의 효율적인 보건관리 대책 수립을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

### 3. 연구동향

방사선 및 방사성동위원소 취급 관련 면허 연도별 발급현황을 보면 2000년도에 4,871명이었으나 2005년도에는 6,219명으로 2000년도에 비교하여 1,348명 (27.7%) 증가하였다 (과학기술부와 한국방사성동위원소협회, 2006). 또한 방사선작업종사자수는 2001년도에 16,857명이었으나 2006년도에는 31,250명으로 2001년도에 비교하여 무려 14,393명 (85.4%)이 증가한 것으로 나타났다 (한국원자력안전기술원, 2006).

이와 같이 증가 추세에 있는 방사선 관련 근로자들이 직업적으로 방사선에 노출되는 노출빈도는 증가될 것으로 전망되며 방사선 관련 근로자들의 방사선 피폭관리의 중요성이 대두되고 있다. 방사선 관련 근로자의 직업적 피폭상태를 개선하지 않으면 근로자들은 물론 전 국민의 잠재적인 방사선 피해가 누적되어 후손에게 좋지 않는 결과를 초래할 수도 있다 (김현수, 2001). 방사선을 이용할 때에는 인체가 적은 영향을 받도록 최소한의 방사선량을 조사하여 최대의 이익을 얻도록 하여야 하며 환자 및 방사선작업 종사자의 방사선 피폭으로 인한 위험을 방지하고 방사선 이용의 적정성을 기하기 위한 대책을 강구하여 안전관리를

철저히 수행할 필요가 있다 (김순자, 1992).

방사선 안전보건관리는 방사선을 취급하는 사람은 누구나 관심을 가지고 있으나, 지식부족 또는 방사선 취급에 대한 자기 과신 및 방사선 위해에 대한 과소평가로 주의를 소홀히 하여 필요 이상의 방사선을 피폭 받는 경우 등 체계적인 관리가 되지 못하는 경우도 있다 (김낙상, 2000). 또한 어떠한 제도나 법령 하에 방사선 안전보건관리 업무를 추진한다 하여도 각 분야에서 방사선의 이용 빈도는 급속히 증가하여 국민의 방사선 피폭준위는 높아져가고 있는 현실이다 (임재동, 2000).

최근에는 국민소득이 향상되고 건강과 환경에 대한 관심이 높아지면서 방사선 안전보건관리에 대한 국민의식이 변화되어가고 있으며, 현대의학에서 방사선 이용의 확대는 필수 불가결하므로 방사선 이용 및 안전보건관리에 관한 적절한 대책수립은 당면 과제로 대두되고 있다 (이선열, 1997). 그러므로 개인의 방사선 피폭뿐만 아니라 전 국민적 차원에서의 피폭선량을 감소시키기 위한 방사선 안전보건관리의 인식전환이 요구된다.

최근 들어 전 국민의 방사선 피폭선량의 관리가 정제화되고 안전보건관리에 대한 중요성이 대두되고 있는 현 추세에서 최적화된 방사선 방호를 위한 정확한 피폭량의 예측이 필요하며 이에 따른 방호 및 관리규정이 필요한 상황이다.

유럽에서는 1997년부터 시작된 ESOREX (European Study on Occupational Radiation Exposure) 프로젝트에 약 30여개국이 참가하여 방사선피폭관리를 체계적으로 수행하고 있다. 이 가운데 영국의 경우 Health and Safety at Work Act (HSWA)와 Radioactive Substance Act (RSA)의 두 법률에 의하여 건강진단, 개인방호용구, 방사선량률 및 오염도 측정 의무 등의 방사선 보건안전을 관리하고 있으며 사업주는 방사선작업종사자들에게 건강검진 및 교육, 훈련 등을 의무적으로 시키도록 규정하고 있다. 스웨덴에서는 작업의 특성 및 범위에 따라 방사선방호 조치를 구성하여 차별화된 업무의 활동과 교육사항 등을 문서화하여 관리하고 있다.

일본의 경우 의료법에 의한 엄격한 규제와 함께 방사성동위원소 취급자 및 방사선 이용자들의 보호를 위해 노동안전위생법 및 노동안전위생법 시행규칙에 의거 전리방사선 장해방지규칙이 시행되고 있으며, 후생성령에는 방사선도 약으로 취급되어 약사법의 지정품목으로 정하는 등 의료용 방사선에 대한 안전관리가 철저히 이행되고 있으며 종사자는 고용 시와 배치 변경 시 작업에 임하기 전에 건강진단을 실시하도록 규정하고 있다.

또한 미국에서는 에너지부와 핵규제위원회에서 종사자 피폭선량에 대한 연도별 백서를 관리하고 있으며, 캐나다는 방사선방어청 산하 국립피폭선량기록보관소(National Dose Registry: NDR)에서 의료계와 산업계 방사선작업종사자에 대한 피폭선량 모니터링을 수행하고 있다.

세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer: IARC)에서도 전리방사선을 Group 1의 인체 발암물질로 분류하고 있으며 백혈병, 폐암, 유방암, 갑상선암과 밀접한 관계가 있다고 보고하고 있으므로, 의료기관 및 제조업과 같은 저선량의 방사선에 장기간 노출되는 방사선작업종사자들에 대한 개인피폭선량의 측정과 관리는 매우 중요하다고 할 수 있다.

우리나라는 2002년부터 과학기술부와 한국원자력안전기술원에서 방사선작업종사자 안전관리시스템(Korea Information System on Occupational Exposure: KISOE)을 개발하여 한국방사성동위원소협회의 관리기록과 방사선안전규제 등의 정보를 종합 분석하여 방사선작업종사자의 피폭방사선량의 추이와 작업유형에 따른 피폭현황을 감시 분석하여 안전관리 및 규제활동에 필요한 정보를 제공하고 있으나 국내 원자력법에 의한 신고기관 종사자들의 관리는 체계적으로 이루어지지 않고 있는 상태이다. 따라서 신기술, 신개념의 피폭환경 변화로부터 근로자의 건강보호를 위해서는 이에 따른 효율적인 안전보건관리 기준안의 제도 개선안의 필요성이 요망된다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구내용

본 연구의 목적 달성을 위하여 첫째, 문헌조사를 통하여 국내 각 부처간에 방사선 및 방사성 동위원소와 관련된 법령현황을 조사하여 방사선 및 방사성 동위원소를 취급하는 근로자의 안전보건관리 측면에서 현행 법령 내용 등을 파악하고 문제점을 제시한다. 국내 법령현황에 대해서는 과학기술부의 원자력법을 참고하여 근로자의 안전보건과 관련된 규정 내용을 파악하고, 국가환경방사선 자동감시망(Intergrated Environmental Radiation Monitoring Network: IERNet), 한국원자력안전기술원의 방사선작업종사자 안전관리시스템(KISOE)에서 제시하고 있는 통계자료를 통하여 방사선 및 방사성동위원소 인허가 사업장의 일반적 특성 등을 파악한다. 또한 보건복지부에서 규정하고 있는 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙 내용 등을 검토하고, 노동부의 산업안전보건법에 명시되어 있는 방사선취급 근로자들을 보호하기 위한 관련 법령 등을 파악하여 각 부처간의 법령이나 제도에서 방사선 근로자들의 건강장해 예방을 위한 관리체계를 비교 검토하여 문제점을 파악한다. 둘째 산업계의 방사선 및 방사성동위원소 취급 신고사업장 근로자의 안전보건관리 실태를 조사하기 위하여 총 신고사업장중 업종, 지역별 등을 고려한 다단계층화추출법을 통하여 약 500여개 사업장을 선정하여 사업장의 규모, 작업실태 현황, 사업장내 안전보건관리체계, 개인선량계관리현황, 건강진단현황, 안전보건교육실시 현황, 기타 사업장 안전보건관리준수 여부 등을 설문조사 하였다. 또한 방사선 취급 근로자의 방사선량률과 개인의 피폭선량수준을 파악하고자 업종별 사업장 분포와 접근성을 고려하여 서울, 경기 및 인천지역에 소재한 신고사업장을 대상으로 surveymeter와 열형광선량계(Thermal Luminescence Dosimeter: TLD)를

이용하여 방사선 노출실태를 측정 평가한다. 마지막으로 방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장의 안전보건관리실태 결과와 방사선량 결과를 근거로 산업계 신고사업장 근로자의 효율적인 안전보건관리방안을 수립하고자 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 방사선 안전보건 관련 국내외 법령 및 제도현황 조사

방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장 근로자의 안전보건과 관련된 법령이 제정된 과학기술부의 원자력법, 보건복지부의 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙, 노동부의 산업안전보건법 등을 참고하여 각 법령 내용 중 현행 안전보건관리체계, 피폭관리, 건강관리, 안전보건관리 규정을 비교 검토하였다.

국외의 방사선에 관한 안전보건 관련 법령 및 제도 현황 조사는 먼저 방사선방호와 관련된 국제기구인 IAEA, ICRP 등의 국제기구에 관한 역사, 조직, 기능 등을 명시하였고 다음은 미국, 일본, 영국, 러시아 등의 선진국 등을 중심으로 문헌 자료를 이용하여 조사하였다.

#### 2) 방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장의 안전보건관리 실태조사

##### (1) 조사대상

방사선 및 방사성동위원소 신고사업장 명단은 한국원자력안전기술원(KINS)의 협조를 얻었다. 신고사업장의 업종은 공공기관, 교육기관, 연구기관, 의료기관, 군사기관, 산업체 등으로 구분 하였고, 본 조사대상 사업장은 전국 산업체의 신고사업장 전수인 1,551개소의 명단을 파악하였다. 구조화된 설문지를 작성하여 해당 사업장의 방사선 안전보건담당자에게 설문지를 우편으로 발송하여 방사선 안전보건관리에 관한 설문조사를 실시하였다. 또한 조사대상 사업장의 방사선 취급 근로자의 방사선량률을 측정하고자 업종별 분포와 접근성을 고려

하여 서울, 경기 및 인천지역에 소재한 153개소를 사업장을 선정하고 방사선 취급 근로자를 대상으로 조사할 심층조사 설문을 작성하여 측정과 동시에 설문조사를 실시하였다.

또한 개인피폭선량을 측정하고자 surveymeter 측정결과 방사선량률 1.0  $\mu$  Sv/hr 이상인 사업장 전체와 대조군으로 그 수치 이하인 사업장 등 30개소를 선정하여 2007년 11월17일부터 12월24일까지 1개월이상 측정하였다. 개인선량계는 전문 허가측정기관인(주) 서울방사선에서 구입하였고 동일회사에서 선량계 분석을 의뢰 하였다.

##### (2) 대상사업장의 일반적 특성 파악

전국적으로 방사선 및 방사성동위원소를 이용한 사업장에 대한 인허가별, 업종별, 지역별, 방사선원별 사업장수, 방사선 안전선임관리자 등의 분포는 과학기술부와 한국방사성동위원소협회(2006), 한국원자력안전기술원(2007)의 자료를 인용하여 파악 하였다.

##### (3) 안전보건관리실태 설문조사

본 조사에 이용한 설문지는 방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장의 안전보건관리 실태를 정확하게 파악하기 위하여 설문항목 구성을 3차에 걸쳐 노동부, 한국산업안전보건연구원, 관련분야 전문가, 본 연구진 등과 협의하여 구조화된 설문지를 작성하였다.

설문지 내용은 주요 내용은 사업장 개요(방사선 및 방사성 취급 근로자수, 작업현황, 방사선원의 종류, 사용 목적 등), 안전보건관리 현황, 개인선량계 관리 및 안전보건교육실시 현황, 근로자 건강진단, 기타 사업장 안전보건관리준수 사항 등의 총 70 문항으로 구성되었다(부록 설문지 참조). 설문조사는 조사대상 사업장의 안전보건담당자에게 설문지를 우편이나 Fax로 발송하였고 일정기간 미 응답한 사업장에 대해서는 수차에 걸쳐 전화와 방문을 통하여 응답률을 높이고자 노력하였다.

방사선 및 방사성동위원소 신고사업장중 산업체 사업장에 대한 안전보건관

리 실태를 조사하기 위하여 총 1,551개 사업장의 안전보건담당자를 대상으로 우편을 이용하여 구조화 된 설문지를 발송하였고, 발송 후 일정기간이 지난 후 수차례의 응답 협조를 요청하였다. 그 결과 253개 설문지가 회수되어 16.3%의 회수율을 보였다. 발송한 설문지중 미회수의 사유는 수취인 불명 103개소, 사업장 이사 34개소, 주소불명 31개소, 미 응답 업체 1,130개소이었다.

한편 본 연구에서는 surveymeter에 의한 방사선량 예비조사 결과에서 업종에 따라서 측정결과가 차이가 있어서 업종에 따른 관련성 분석을 실시하였다. 예를 들면, surveymeter에 의한 예비측정 결과가 높게 나온 업종 즉, 소방방재업, 지질탐사업, 금융보험업을 한 그룹으로 하고 나머지 업종을 기타 그룹으로 하여 방사선전담부서 및 안전관리관리자 여부, 안전관리자의 타 업무 겸직여부, 개인선량계 지급여부, 건강진단 여부, 방사선 안전보건교육 여부 등과의 관련성 분석을 실시하였다.

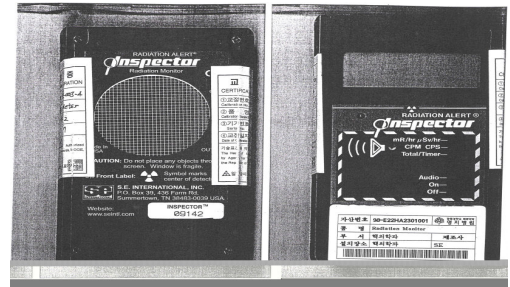
#### (4) 방사선 취급 사업장의 방사선량 측정

방사선량을 측정은 산업위생 및 방사선 전문가로 조사팀을 구성하였고, 방문 전에 대상 사업장에 사전 전화로 시간을 약속하고, 방문 시 방사선장치의 가동을 부탁하였다. 방문 시 작업현장에 대한 방사선량을 측정과 동시에 취급 근로자를 대상으로 안전보건관리 실태에 관한 심층설문조사를 실시하였다. 방사선량을 측정은 작업장내의 공간선량 (작업장환경의 배경선량), 작업자위치 선량 (장비가동시 작업자 위치에서의 선량) 등 작업위치별에 따라 측정하였다. 참고로 장치가동 시 외부방출선량, 작업자위치에서의 선량 등 작업위치별로 surveymeter를 이용하여 측정하였다. 참고로 방사선장치의 가동시간과 방사선 작업근로자수, 실제 사용자 파악, 개인 방호용구 및 개인선량계의 착용유무와 종류, 피폭에 따른 건강에 대한 심적 우려 등의 심층조사를 위한 설문조사를 실시하였다. 또한 독립된 작업(보관 및 관리)공간, 방사선구역표시 및 방호시설의 유무와 종류 파악, 방문업체에서의 방사선사용 용도를 구체적으로 파악하였고, 조사자들의 관점에서 문제점 파악과 애로사항 또는 개선점 등을 기술하

도록 하여, 향 후 분석에 참고할 수 있도록 하였다.

#### 가) surveymeter를 이용한 방사선량률 측정

방사선량을 측정에 이용한 surveymeter는 방사선피폭선량을 아날로그 또는 디지털 형태로 현장에서 즉시 읽을 수 있으며 작업자의 피폭선량을 즉각적으로 통제할 목적으로 사용된다. 즉 방사선량률에 노출시간을 곱하여 예상피폭선량을 알 수 있다. 그러나 이 방사선 탐사기로 측정된 방사선량률은 작업자의 피폭선량에 대한 대표성이 없기 때문에 법적으로 인정하지 않은 단점이 있다. 아래의 그림 1은 본 조사에 방사선량측정을 위해 사용한 surveymeter이다



[그림 1] 방사선 탐사기 (surveymeter)

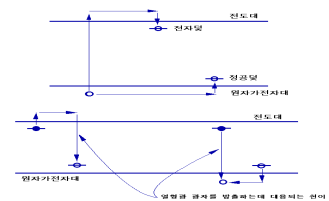
#### 나) 열형광선량계 (TLD)를 이용한 개인피폭선량 측정

개인선량계인 열형광선량계는 작업자의 피폭선량에 대한 대표성을 가장 잘 표현한 것이며 현재 법적으로 인정하는 선량계는 열형광선량계, 필름벤티 등이 다. 본 연구에서는 방사선 취급사업장에 대해 방사선량률을 측정한 153개 사업

장 가운데 방사선량률이 높은 소방시설방재업 12개소와 대조군으로서 낮은 사업장 16개소 등에서 근무한 30명 방사선 취급자를 대상으로 방사선에 대한 개인피폭선량을 파악하고자 열형광선량계 (TLD)를 이용하여 측정하였다. 측정은 제한된 연구기간 내에 과학기술부고시 제2003-6호의 제4조 열형광선량계의 선량관독기간이 3개월을 초과하지 않아야한다는 규정과, 최소 착용일에 관한 규정은 없으나 원전 등 방사선동위원소 취급기관에서의 관독주기를 1개월로 함을 고려하여 1개월 이상을 착용하도록 하였다. 그러나 방사선량측정 결과에 대한 불이의를 우려한 작업자들의 우려와 이에 따른 불성실착용이 정확한 피폭선량을 측정하는데 제한점으로 작용한 것으로 생각된다. 또한 열형광선량계 측정과 동시에 근로자들을 대상으로 안전보건관리에 관한 설문조사를 산업위생 및 방사선 전문가를 통하여 직접면접조사를 실시하였다. 면접조사 내용은 해당 사업장의 일반적 개요, 근로자의 직종, 주요 업무, 근무년수, 학력, 등 인적특성과 근로자가 인식하는 현재의 방사선 관련 안전보건관리 실태 등을 조사하였으며 방사선원, 개인보호구, 방호시설 등, 그리고 방사선량 측정 사항, 건강관리, 안전보건교육실시 현황, 기타 건의사항 등이었다. TLD 개인피폭선량 측정은 본 연구의 취지와 목적을 취급근로자에게 설명 후, 한 달 간 측정을 실시하였으며, 한 달 후 회수하여 주) 서울방사선에 분석을 의뢰하였다.

#### ○ 동작원리

단체결정 (LiF, CaF<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>) + 불순물(Mg, Mn) 등에 방사선을 조사시키면 자유화된 전자중에서 바로 형광을 방출하여 안정상태로 돌아가지 않고, 결정내의 결합 때문에 생긴 Trap에 포획된 경우가 있다. 이 포획된 전자는 빛을 방출하면서 안정상태로 돌아가는데, 이 과정에서 빛의 양을 광전자증배관으로 측정하면 방사선량을 측정할 수 있다. 이것이 TLD이다.



[그림 2] 열형광 공정의 에너지준위 다이어그램

#### ○ TLD의 특성

감도가 좋고 (100 μR ~ 10 R까지 측정가능) 반복사용이 가능하며 소자가 소형이다. 또한 LiF, BeO 등은 실외원자번호가 생체조직과 가까워서 보전물리적인에서 유용하다. 방향의존성이 있으나 에너지 의존성은 크지 않으며 온도, 빛, 습도조건에 대한 상대적 복합성이 작용하지만 관독시간이 짧다. 단, 관독장치가 고가이며, 관독 종료 시 정보 소멸된다는 단점이 있다.



[그림 3] Panasonic UD-716 AGL TLD system 및 선량계

○ System 일반사항

- Dimension: 965(W)×490(D)×310(H)
- 가열방식: 적외선 가열 (소형팅스텐 램프)
- 적용 TLD: UD-802AT (UD-800시리즈)
- 측정시간: 90 ~ 70개/시간 (Stand Alone ~ Basic Mode)
- 측정범위: Li2B4O7 소자(10mR ~ 1000R), CaSO4 소자 (1mR ~ 50R)
- 판독범주: 원자력법 성능검사범주 모든 범주(I ~ VIII) 판독 가능

○ TLD의 장단점

TLD의 장점으로는 소자의 재사용이 가능하며 에너지 및 선량 의존성이 양호하고, 대량의 선량계를 연속적인 측정이 가능하다. 미소선량의 측정이 가능하며 측정범위가 넓고 감상되행이 적으며 측정방법이 간단하다. 또한 인위적 오차가 적어 판독선량의 신뢰성이 높다는 것이다. 반면에 TLD의 단점으로는 재측정이 불가능하며 가격이 비싸다는 점이다.

라) 방사선 측정

○ 방사선 측정 개요

방사선이 인체에 미치는 영향은 방사선의 종류, 방사선의 에너지, 인체조직이나 장기별로 다르다. 따라서 방사선은 그 발생원으로부터 시작해서 발생원을 정량적으로 분석하는 단위, 방사선이 물질을 통과하면서 일으키는 현상을 측정하는 단위, 방사선을 흡수하는 인체에서 물리적·생물학적으로 일어나는 현상을 측정하는 단위 등 아래 표와 같은 여러 가지 단위가 있다.

를 측정하는데 도움이 되지 않는다. 인체가 방사선에 의해 받은 영향을 평가하기 위해서는 인체가 방사선으로부터 얼마나 많은 에너지를 흡수하였는가를 알아보는 일이 가장 중요하다. 인체의 방사선 에너지 흡수정도는 인체를 이루고 있는 물질의 구성 및 분포상태, 방사선의 종류나 에너지에 따라 크게 변화한다. 따라서 “어떤 물질의 단위 무게당 방사선으로부터 흡수한 에너지의 양”으로 정의되는 흡수선량(Absorbed Dose)은 알파선, 베타선, 감마선 또는 중성자 등 모든 종류의 방사선에 사용할 수 있다.

- 등가선량 (Equivalent Dose: H)

방사선이 인체에 미치는 영향은 인체의 어느 기관이 얼마만큼의 에너지를 흡수하였는가(흡수선량)에 따라 달라진다. 그러나 방사선의 흡수선량이 직접적으로 방사선에 대한 인체의 영향의 정도를 나타내 주는 것은 아니다. 동일한 흡수선량을 받았다 하더라도 방사선의 종류별 및 에너지별로 인체의 영향은 다르게 나타난다. 이를 반영한 계수를 방사선가중치(radiation weighting factor)라 하며, “흡수선량에 방사선가중치를 곱하여 얻어지는 선량”을 등가선량이라 부른다.

$$H_T = \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$$

<표 2> ICRP 60에서 권고한 방사선가중치  $W_R$

방사선의 종류 및 에너지 ( $W_R$ )	방사선가중치
광자 (모든 에너지)	1
전자, $\mu$ 중간자 (모든 에너지)	1
중성자: $E < 10$ keV	5
10 keV < $E < 2$ MeV	10
100 keV < $E < 20$ MeV	20
2 MeV < $E < 20$ MeV	10
20 MeV < $E$	5
양성자 (되됨 양성자 제외, $E > 2$ eV)	5
$\alpha$ 입자, 핵분열원, 중 원자핵	20

<표 1> 과기부고시 2002-23호 (제 2조 용어의 정의)

선량단위	정의	단위
조사선량	엑스선 또는 감마 방사선에 의하여 공기 단위 질량당 생성된 전하량을 말함	SI 단위: 쿨롱/킬로그램(C/kg) 병행단위: 렌트겐(R) $1R=2.58 \times 10^{-4} C/kg$ SI 단위: 그레이(Gy)
흡수선량	물질의 단위 질량당 흡수된 방사선의 에너지를 말함	SI 단위: 라드(Rad) $1 Gy=1$ 줄/킬로그램(J/kg) $1 Gy= 100$ Rad
등가선량	인체의 피폭선량을 나타낼 때 흡수선량에 SI 단위 : 시버트(Sv) 당해 방사선의 방사선가중치를 곱한 양을 말함.	SI 단위 : 시버트(Sv) 병행단위 : 렘(Rem) $1 Sv = 100$ Rem
유효선량	인체 내 조직간 선량분포에 따른 위험 정도를 하나의 양으로 나타내기 위하여 각 조직의 등가선량에 해당 조직의 조직가중치를 곱하여 이를 모든 조직에 대해 합산한 양을 말함.	SI 단위 : 시버트(Sv) 병행단위 : 렘(Rem) $1 Sv = 100$ Rem

- 조사선량 (Exposure Dose: R)

조사선량을 나타내는 단위를 사용하는 데는 몇 가지 제약이 따른다. 그 중 첫 번째가 조사선량은 엑스선, 감마선과 같은 광자(photon)에 국한해서 사용된다는 것이다. 즉 알파선이나 베타선 또는 중성자에 대해서는 조사선량 단위를 사용할 수 없다. 두 번째는 광자가 통과하는 매질은 반드시 공기가어야 한다는 것이다. 따라서 조사선량이라는 단위는 광자가 물속 또는 인체 등을 투과할 때는 사용되지 않는다는 점이다.

- 흡수선량 (Absorbed Dose: D)

방사선 조사선량은 엑스선이나 감마선 같은 광자에 한해서만 사용할 수 있다는 제약이외에도 여러 가지 에너지를 가진 방사선에 의한 인체의 영향 정도

- 유효선량 (Effective Dose: E)

인체에 대한 방사선방호 목적을 달성하기 위해서는 인체의 장기나 조직에 관계없이 등가선량을 합산할 수 있어야 한다. 동일한 등가선량이라 하더라도 인체의 장기나 조직의 방사선영향은 다르게 나타나게 되는데, 이를 반영한 계수를 조직가중치(tissue weighting factor)라 한다. 장기·조직에 대한 방사선감수성의 상대값으로 가중한 등가선량( $H_T$ )을 피폭된 모든 장기·조직으로 합산한 것을 유효선량(effective dose : E)이라고 부르며 다음 식으로 구한다.

$$E = \sum_T W_T \cdot \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$$

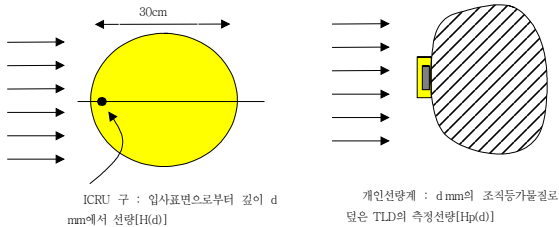
<표 3> ICRP 60에서 권고한 조직가중치  $W_T$

신체 부위	1990년 권고
생식선	0.20
적색 골수	0.12
결장	0.12
폐	0.12
위	0.12
방광	0.05
유방	0.05
간장	0.05
식도	0.05
갑상선	0.05
피부	0.01
골표면	0.01
나머지 조직	0.05

○ 방사선 측정 실용량

실제 상황에서는 인체의 흡수선량이나 유효선량을 측정하기가 곤란하기 때문에 국제방사선단위측정위원회 (ICRU)는 ICRU구(球)를 표준 피사체로 설정하

있다. ICRU구는 직경이 30 cm인 구로서, 원소의 중량조성이 O: 76.2%, C: 1.2%, H: 10.1%, N: 2.6%의 인체조직 등가물질 (밀도  $1\text{g/cm}^3$ )을 말한다. 측정하고자 하는 방사선장에 ICRU구를 놓았을 때 ICRU구내의 지정된 위치에서의 선량으로 실제 인체가 받는 선량을 대표하는 것으로 간주한다. 여기서 지정된 위치란 표면으로부터 10 mm 깊이, 3 mm 깊이 및 0.07 mm 깊이에서의 선량을 말하는 데 이들 각각은 신체의 내부에 있는 중요장기의 선량[Hp(10), 심부선량], 수정체 선량[Hp(3)] 및 피부의 기저세포층 선량[Hp(0.07), 표층선량]을 대체로 보수적으로 나타내는 것으로 본다. 그림 4에서와 같이 개인선량을 측정할 때는 Hp(d)를 목표량으로 한다.



[그림 4] 방사선량 측정을 위한 실용량 정의의 개념

그런데 방사선관리 실무에서 H(d)를 측정하기 위해 직경 30 cm나 되는 검출기를 사용한다는 것을 불합리하며 ICRU구내의 지정된 위치에서 선량값을 정교하게 계측할 수 있는 검출기술도 간단하지 않으므로 실제의 개인선량은 TLD나 필름뱃지를 사용하여 Hp(d)를 측정한다. 과거부고시 제2003-6호 “개인 피폭방사선량의 평가 및 관리에 관한 규정” 제3조 “선량계의 구분”에 따르면 방사선작업종사자의 경우 반드시 TLD나 필름뱃지를 착용하도록 하고 있다.

현장에서 사용되는 휴대형 선량률 측정기(서베이미터)들은 여러 모델이 있고 사용 에너지 영역도 여러 가지이며, 에너지가 낮은 광자 방사선장에서는 측정기의 에너지 의존성이 현저하다. 이상적인 선량률 측정기는 모든 방향에서 입사하는 방사선을 동일한 감도로 측정해야 하지만 실제 측정기들은 검출기의 비등방성, 측정기 본체에 의한 차폐효과 등으로 방향에 따라 감도에 차이가 있다. 대개는 검출기의 형태가 등방성(이상적으로는 구형)이면 그 방향성은 큰 문제가 되지 않으나 GM 계수관의 예에서처럼 기다란 모양을 하고 있는 경우에는 방향에 따라 상당한 측정치의 차이가 난다. 전형적인 전리함은 계기부 방향 그리고 섬광검출기는 광전증배관(PMT)이 부착된 방향의 감도가 현저하게 낮다. 아울러, 선량률 측정기는 일반적으로 작업공간의 공기 중 선량인 조사선량을 측정하므로 정교하게 개인의 유효선량[Hp(10), 심부선량]을 측정하는 TLD 시스템과 같이 개인선량을 대표할 수는 없지만, 선량률 측정기는 방사선 방호 목적을 위해서 반드시 필요하다. 방사선장의 방사선량률은 개인선량과 비례관계에 있으므로 작업 전에 현장의 방사선량률을 측정하여 합리적으로 달성 가능한 한 낮은 개인선량을 피폭할 수 있도록 철저한 계획을 수립하는데 사용되며, 작업 중에는 수시로 방사선량률을 확인함으로써 방사선안전에 만전을 기할 수 있게 하는 중요한 역할을 수행하기 때문이다.

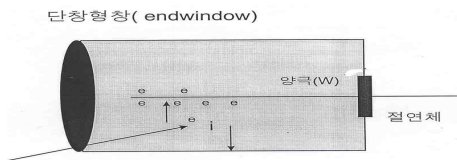
#### ○ 공간 및 개인 방사선 측정 원리

##### - 선량률 측정기

일반적으로 선량률 측정기로 사용되는 검출기 형태는 Ion-Chamber, G-M tube, 섬광검출기, 반도체 검출기 등 매우 다양하므로 모든 형태의 선량률 측정기를 기술하는 것은 방대한 작업이 될 것이다. 따라서 본 연구에서 사용되었던 선량률 측정기인 Inspector+(제작사: SE international)에 내장된 G-M (Geiger-Muller) tube에 대해서만 간단히 기술하고자 한다.

1928년 가이거와 킬러에 의해 개발된 G-M tube는 구조가 간단하고 가격이

저렴하며, 조작도 쉽기 때문에 현재까지도 많이 사용되고 있다. 이 검출기는 입사하는 방사선의 종류나 에너지와 상관없이 감응용적 내에서 입사방사선이 상호작용을 일으키기만 하면 동일한 크기의 출력펄스가 얻어지므로 높은 측정효율을 보여준다. 그림 5는 가장 일반적인 형태의 단창형 G-M tube를 보여준다. 중심의 양극도선은 한쪽만 지지되어 있으며, 방사선은 운모 등으로 만든 입사창을 통해서 검출기 속으로 들어오게 된다. 측정하고자 하는 방사선의 종류나 에너지에 따라 두께를 조절하기도 한다.



[그림 5] 단창형 G-M tube

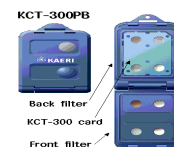
G-M tube의 형태는 목적에 따라 다양하게 제작할 수 있다. 예를 들어 음식으로 둘러싸인 계수용 기체 내에 바늘 모양의 양극을 삽입하여 양극선 근방에서 전기장의 세기를 극대화시킨 침상형 계수기가 그 예이다. G-M tube를 이용한 방사선 계측장치에서는 일반적으로 전치증폭기가 필요하지 않기 때문에 계수회로가 아주 단순하다. G-M tube의 계수용 기체로는 헬륨이나 아르곤 같은 불활성 기체가 주로 사용되며, 소멸(Quenching) 목적으로 에틸 알콜이나 염소 같은 제2의 성분을 첨가시킨다. G-M tube는 펄스의 진폭과 상관없이 출력펄스의 숫자만을 헤아리는 단순한 계수장치에 불과하다. 즉 펄스의 높이가 방사선원의 에너지와 관련된 어떤 정보도 가지고 있지 않다.

##### - 열형광선량계(TLD)

방사선을 취급하는 방사선작업 종사자는 방사선장 내에서 이동하므로 특정

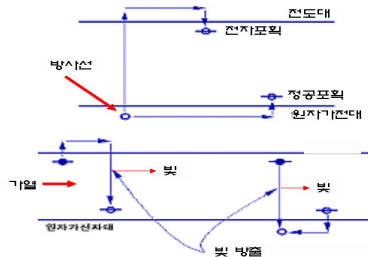
개인이 피폭한 선량을 평가하기 위해서는 각 개인에게 개인선량계를 착용하게 한다. 개인선량계는 많은 개인 종사자에게 지급되어야 하므로 측정의 정확성이 충분한 외에도 착용이 간편하고 소형이며 가격이 낮아야 하고 안정성이 높아야 한다는 요건이 적용된다. 따라서 수동형(passive) 측정 장치가 되며 개인용이 식별될 수 있도록 매지 형식을 취하게 된다. 또 개인선량계는 일정 기간 누적된 피폭량을 평가하는 것이 목적이므로 적산형이 된다. 실용되는 수동형 개인선량계로는 필름뱃지, TLD (Thermo-Luminescence Dosimeter) 등이 있다. 이러한 두 가지 형태의 수동형 개인선량계들은 안정성이나 신뢰성 등을 이유로 법적인 주선량계(공식 선량계)로 인정하고 있다. 즉, 법규에 의해 개인선량을 측정하도록 규정된 사람에게 지급되는 개인선량계에는 TLD와 같은 주 선량계가 포함되어야 한다.

TL 물질은 LiF, CaSO<sub>4</sub>, CaF<sub>2</sub>와 같은 고체물질이 방사선 에너지를 흡수하면 전자들이 여기되고 그 중 일부가 전자트랩에 포획되어 누적되는데 물질을 가열할 때 포획된 전자가 기저준위로 천이하면서 가시광선을 방출하는 특성을 이용하며, 이러한 물질을 열형광물질이라고 부른다(그림 7 참조). 가시광선은 광전증배관으로 수집된다. 가열 온도에 따라 방출되는 가시광선의 방출되는 양은 트랩의 깊이 분포에 의해 특성화되는데 온도를 올리면서 나오는 빛의 출력을 그림으로 표현한 것을 글로우 곡선이라 부른다. 그림 8이 LiF:Mg의 전형적 글로우 곡선의 예이다. 글로우 곡선은 해당 TLD가 정상적으로 임의되었는가를 지시하는 지표로 이용된다.

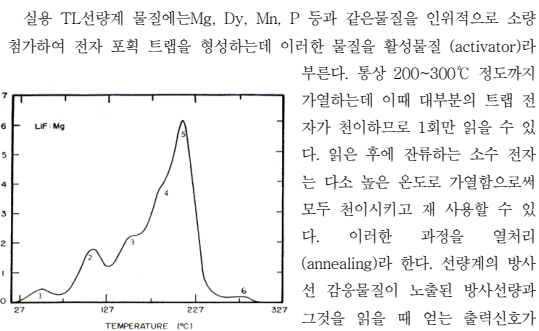


[그림 6] TL 선량





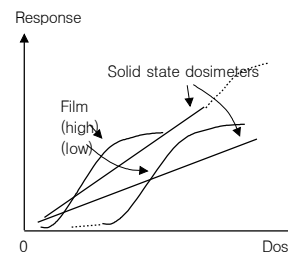
[그림 7] TLD의 여기 및 발광모델



[그림 8] LiF: Mg TLD의 전형적 글로우

실용 TL선량계 물질에는 Mg, Dy, Mn, P 등과 같은 물질을 인위적으로 소량 첨가하여 전자 포획 트랩을 형성하는데 이러한 물질을 활성물질 (activator)라 부른다. 통상 200~300°C 정도까지 가열하는데 이때 대부분의 트랩 전자가 천이하므로 1회만 읽을 수 있다. 읽은 후에 잔류하는 소수 전자는 다소 높은 온도로 가열함으로써 모두 천이시키고 재 사용할 수 있다. 이러한 과정을 열처리 (annealing)라 한다. 선량계의 방사선 감응물질이 노출된 방사선량과 그것을 읽을 때 얻는 출력신호가 비례한다는 가정이 선량측정의 기본 원리이다. 그림 9에 예시한 것

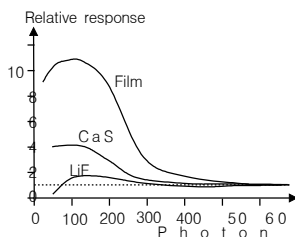
처럼 선량과 감응출력이 얼마나 잘 비례하는가를 나타내는 지표는 “선형성”이다. 일반적으로 TLD와 같은 고체검출기는 비교적 넓은 선량영역에서 선형성이 양호하나 필름은 선형관계가 유지되는 폭이 상대적으로 좁다. 선량과 감응의 선형비례 영역을 이용하여 감응도를 읽어 선량으로 환산하는데 먼저 교정에 의해 교정곡선 (calibration curve)을 결정해 두어야 한다. 교정은 에너지에 따라 반응도가 다를 것을 고려하여 몇 종류의 지정된 표준 방사선장 (ISO 또는 미국 NIST가 제시한 방사선장을 사용)에 대해 수행한다. 필름, TLD 등의 방사선 검출물질은 그 주성 성분이 인체조직과 차이가 있기 때문에 방사선에 대한 상대 감도가 인체조직과 다르다는 문제를 내포한다. 인체 조직이 H, C, N, O의 낮은 원자번호 원소가 주성분인데 반해 Ag, Br, Ca, S, Al 등 상기 선량계 물질들의 성분 원소는 원자번호가 다소 높다. 광자의 반응 단면적은 원자번호에 민감한데 특히 0.2 MeV 이하의 낮은 에너지 광자에 대해서는 더욱 감도차가 크다. 그



[그림 9] 선량계의 선형성

림 8에서 LiF TLD의 경우 에너지에 따른 감응도가 좋다. LiF가 조직등가성 (평균 원자번호가 인체조직에 유사함)이 우수하기 때문이다. 이 상적인 선량계는 완전히 조직 등가이어야 하지만 현실 선량계는 그러하지 못하므로 방사선의 에너지에 따라 동일한 선량에서도 감도가 달라지는 에너지 의존성은 선량평가의 과정에서 보정되고 있다. 낮은 에너지 영역에서 높은 상대감도는 개인선량계에 필터를 배치함으로써 개선할 수 있다.

은 에너지 영역에서 높은 상대감도는 개인선량계에 필터를 배치함으로써 개선할 수 있다.



[그림 10] 선량계의 에너지 의존성

#### 마) Surveymeter 방사선량을 측정방법

- 측정지점의 정확한 위치를 파악하고 방사선량률준위 (고, 중, 저준위)를 고려하여 방사선량률 측정장비를 선택한다.
- 측정장비의 교정 유효기간을 확인하고 전원을 켜 정상동작 여부를 확인하고 측정하고자 하는 구역입구로 접근한다. 단 고방사선량률이 예상되는 구역으로 이동할 때는 높은 피폭을 방지하기 위해 이용 가능한 차폐물을 이용하여 이동한다.
- 입구 근처의 선량률을 측정 한 후 중앙부분 또는 요구되는 작업지역으로 측정하면서 이동하며, 대상물측정이 높은 선량률에서 낮은 선량률로 범위를 변환해가면서 측정한다.
- \* 측정은 측정대상물로부터 30cm (공간선량률), 10cm (표면선량률) 떨어진 위치에서 각각 측정한다.
- \* 측정결과 최대 방사선량률이 1  $\mu\text{Sv/hr}$  (100 mrem/h) 이상인 지역은 방사선 준위 표지판 및 로프를 설치하고 10  $\mu\text{Sv/hr}$  (1,000 mrem) 이상인 지역은 출입

통제장치를 설치하여 출입을 통제한다.

#### 사) Surveymeter를 이용한 예비측정

방사선량의 정확한 측정을 위하여 경력 10년 이상의 방사선전문가로 구성된 측정팀을 구성하고, 연구자가 직접 4인의 측정자들과 함께 예비측정을 실시한 후, 회의를 통하여 측정계획을 수립하였다.

예비측정은 2007년 9월 10일부터 13일까지 4일간 예비설문조사가 실시되었던 7개 사업장에 전화접의를 하여 방문이 허락된 4개 업체를 대상으로 하였으며, 방문 시 장치의 가동을 부작하고 방사선량의 측정과 함께 현황을 파악하였다.

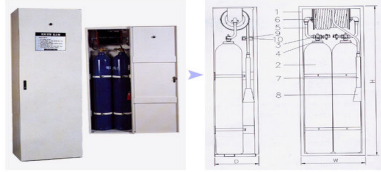
예비측정 대상은 각각 환경서비스업(RI) 2개소, 소방방재업 (RI) 1개소, 항공운송업 (RG) 1개소의 사업장이었으며, 측정결과 소방방재업의 방사선량이 작업자위치선량 30  $\mu\text{Sv/hr}$ 과 작업장의 공간선량 2.5  $\mu\text{Sv/hr}$ 로 기타사업장과 비교하여 상대적으로 높음을 알 수 있었다 (표 4).

<표 4> Surveymeter를 이용한 방사선량률 예비조사 측정 결과

단위: $\mu\text{Sv/hr}$			
업체구분	업종구분	측정선량	
		작업장공간선량	작업자거리 선량
A (RI 신고)	환경서비스업	0.22	0.17
B (RI 신고)	환경서비스업	0.14	0.14
C (RG 신고)	항공운송업	0.17	0.30
D (RI 신고)	소방방재업	2.5	30

○ 예비측정 결과 평가

예비측정 후 본 측정계획 수립을 위한 측정팀의 토론결과, 환경서비스업 사업장은 비교적 안전하게 밀봉된 선원을 사용하고 있었으며, 항공운송업 사업장은 장치 자체에 차폐체가 설치되어 있으나 완전한 차폐가 이루어지지 않음을 알 수 있었다. 한편 소방방재업 사업장의 경우 작업 시 밀봉선원인 코발트 60의 차폐체 (납) 분해와 조립 등 수작업으로 상당한 방사선에 노출되고 있었고, 선원을 사무실 한쪽에 보관하는 등 관리를 소홀히 하고 있었다. 한편 작업자는 방사선에 관한 전문지식이 없어 아무런 위기의식을 느끼지 못하고 있었으며, 이와 같은 작업을 10년 이상 하였으나 아무런 문제가 없었다고 측정자에게 표현하였다. 소방방재업 사업장은 그림 11과 같은 화재진압을 위한 소방설비 장치 가운데 액화가스인 하론 및 CO2 가스 등의 잔량을 측정하는 사업장으로 주로 그림 12와 같은 액화가스 잔량측정기를 사용하여 측정이 이루어지고 있으며, 금융보험업 사업장 역시 화재보험가입 업체의 소방시설의 점검을 위하여 소방방재업과 같은 장치를 이용하고 있다.



[그림 11] 가스소화설비( CO2호스릴)

- 제품 특성

\* 하론 및 CO2 가스를 사용하여 초기 화재 진압을 위한 소화장치이며, 방호 지역에 설치하여 화재 시 호스를 소화 대상물까지 끌어당겨 직접 방사한다.

\* 소화약제가 가스이므로 소화력이 우수하며, 소화 후 잔여물이 남지 않는다.

아래의 그림 12 액화가스 잔량측정기는 외부의 크기가 380mm × 220mm × 120mm인 이동형 측정기로 방사능이 3.7MBq인 Co-60 밀봉선원 조사하여 액화가스의 액면을 측정하게 된다. 이와 같은 액화가스 잔량측정기의 밀봉선원은 평상시 납으로 둘러싸인 차폐체 내에 보관되어 있으나 작업 준비 시 수동조립으로 측정기에 장착시킨 후 측정을 수행하고 있었으며, 이러한 작업과정은 주로 작업자들이 방사선 방호의 개념이 없이 이루어져서 작업 시 30.0μSv/h 이상의 방사선에 노출되고 있는 것으로 조사되었다. 2006년 12월 현재 소방안전협회 가입업체가 전국 283개 (자료출처; 소방안전협회)이고 이들 중 상당수가 액화가스 잔량측정기를 보유하고 있거나 보유할 수 있음을 고려할 때 유사업체 근로자의 방사선피폭대책은 전무한 상태임을 알 수 있었다. 그러므로 현재 방사성동위원소신고 사업장 중 이와 같은 작업이 이루어지는 사업장에 대하여 이들 사업장이 영세사업장임을 고려한 체계적이고 합리적인 대응방안이 지속적으로 연구되어 실행되어야 할 것으로 생각되며, 추후에는 허가사업장으로의 전환과 그에 맞는 관계법령의 적용으로 방사선으로부터 근로자를 보호하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.



[그림 12] 액화가스 잔량측정기

○ 본 측정 계획의 수립과 수행

사업장의 사용용도별 방사선량의 차이가 있음을 고려하여 이들 사업장에 대한 업종분류 후, 150개 이상 사업장의 방사선량 측정을 위하여 2배수이상 사업체에 노동부의 협조를 얻어 측정에 관한 협조공문을 발송한 후, 측정에 대한 허가를 얻은 후 정식 측정이 이루어질 수 있도록 하였다.

예비조사 자료를 참고로 업종별 분류를 한 후, 연구기간과 측정 팀의 활동반경을 고려하여 서울과 수도권의 325개 사업장에 공문을 발송하여 149개 사업장의 방사선량들을 측정하였고, 예비측정 된 4개사업장의 측정결과를 포함하여 153개 사업장의 측정값을 분석에 활용하였다.

측정은 공문이 발송된 325개 사업장 가운데 업종별분류를 고려한 288개 사업장의 담당 작업자 및 관리자와 전화통화를 시도한 후 협조를 요청하였다. 허락이 된 149개 사업장을 방문하여 작업장의 공간선량을 Survey Meter 이용하여 측정한 후, 장비를 가동 하도록 하고 작업자 위치에서의 방사선량을 측정하였다. 또한 동시에 진행되는 설문지를 전달하여 작성 후 발송하도록 하였다.

측정과정에서 나타난 신고사업장 방사선량 측정의 협조현황 및 관리실태 설의를 시도한 288개 사업장 중 149개사업장(51.7%) 만이 측정이 가능하였으며, 측정설비가 부족한 이유로는 담당자 부재 및 퇴사 33개사업장 (11.4%), 무조건 측정거부 16개사업장(5.55%) 등 사업체의 불이익을 우려하여 측정을 거부하는 경우가 대부분 이었다. 또한 신고사업장으로 등록되었던 사업장 전파의 결번이 63개사업장 (21.8%) 이었으며, 주소 불명인 5개사업장(1.7%), 사용 중지 8개사업장 (2.7%), 장비폐기 3개사업장 (1.0%), 지방이전 7개사업장 (2.4%) 등으로 나타나서 측정이 불가능하였다 (표 5).

<표 5> 예비조사 대상 신고사업장의 본 조사 협조 과정

항목	사업장수	%
측정협조	149	51.7
전화결번	63	21.8
장비고장	3	1.0
측정거부	16	5.6
장비사용 중지	8	2.7
장비폐기	3	1.0
지방이전	7	2.4
담당자 없음	33	11.4
주소불명	5	1.7
회사명 바뀜	1	0.3
설의시도(합 계)	288	100.0

### III 연구결과

#### 1. 방사선 안전보건 관련 국내의 법령 및 제도현황

우리나라에서 방사선 및 방사성동위원소 이용은 1913년도에 의료목적의 진단용 X-선 발생장치로부터 시작되었으나, 본격적인 이용이 시작된 것은 방사성동위원소 및 방사선발생장치의 사용에 대한 인.허가 제도가 제정된 1963년 이후 부터이다. 1963년 당시에는 국내의 방사선 및 방사성동위원소 이용기관이 2개 기관에 불과했으나 질병진단, 암 치료 등의 의료용 이용, 비파괴검사, 신재료 개발, 정밀계측 등의 산업기술로서의 응용, 품종개량과 신품종의 개발, 식품위생처리 등 농업, 생명과학의 응용, 그리고 하천 수질관리 및 지하수 감시 등의 환경관리 등 이용분야가 다양하고 이용기관이 지속적으로 증가하고 있다.

방사선 및 방사성동위원소의 이용의 증가에 따른 국민과 이를 취급하는 근로자의 안전과보건에 관련된 각 부처에 있어서의 관련 현행 관련 법령은 다음과 같다.

##### 1) 국내 법령 및 제도 현황

###### (1) 산업안전보건법 (노동부)

산업안전보건법 (산업법)상 방사선 및 방사성동위원소의 안전보건 관련 규정을 요약한 결과는 표 6과 같으며 구체적인 법령 원문을 인용한 내용은 아래와 같다.

###### 가) 산업안전보건법령 체계

###### ○ 산업법 제24조 (보건상의 조치)

① 사업주는 사업을 행함에 있어서 발생하는 다음 각 호의 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다 [개정 2002.12.30.].

29

1. 원재료·가스·증기·분진·흙(fume)·미스트(mist)·산소결핍공기·병원체 등에 의한 건강장해

2. 방사선·유해광선·고온·저온·조음파·소음·진동·이상기압 등에 의한 건강장해

3. 사업장에서 배출되는 기체·액체 또는 잔재물 등에 의한 건강장해

4. 계측감시·컴퓨터단말기 조작·정밀공작 등의 작업에 의한 건강장해

5. 단순 반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업에 의한 건강장해

6. 환기·채광·조명·보온·방습 및 청결 등에 대한 적정기준을 유지하지 아니함으로써 인하여 발생하는 건강장해

② 제1항의 규정에 의하여 사업주가 하여야 할 보건상의 조치사항은 노동부령으로 정한다.

30

<표 6> 산업안전보건법 상 방사선 등 취급근로자의 안전보건규정

산업법	시행령	시행규칙
제 24조 【보건상의 조치】 2. 방사선, 유해광선 등에 의한 건강장해		제8장 방사선에 의한 건강장해의 예방 (산업보건기준에관한 규칙) *작업환경측정 의무 부제  【규칙 별표 8의2】 라.특별안전보건교육대상작업별 교육내용 -대상작업: 방사선업무관계 작업(의료 및 실험용은 제외) -교육내용 *방사선의 유해위험 및 인체영향 *방사선의 측정기기 기능의 점검 *방호거리, 방호벽 및 방사선물질의 취급 요령 *비상시 응급처치 및 보호구 착용 *기타 안전보건관리에 필요한 사항 -교육시간: 16시간 이상 -안전보건교육면제 신규채용 또는 작업내용 변경 시 의무교육 면제
제 31조 【안전보건교육】 ③ 사업주는 유해위험작업 근로자에 대한 특별안전 보건교육 실시	제26조의7 지정교육기관의 지정요건]	
제43조 【건강진단】	제32조의7[건강진단기관의 지정취소 등의 사유]	제 100조 【별표 13】 가. 필수검사항목 -직업력 및 폭로력 조사 -과거 병력조사 -자각증상조사 -임상진찰(눈, 피부, 신경계, 조혈기) -임상검사 *혈학적검사(RBC, WBC, Hb, Ht, 혈소판수, 백혈구 백분율) *요검사 *간기능검사 나. 선택 검사항목 -혈액도말검사 -백내장 검사 -흉부 방사선검사

\* 산업안전보건법에는 방사선 등의 신고사업장에 대한 정의나 법적 근거가 없음

31

<표 7> 법의 일부적용대상 사업 및 일부적용 규정의 구분표

대상사업	적용규정
1. 기계장비 및 소비용품대업, 정보처리 및 기타 컴퓨터 운용 관련업, 전문·과학 및 기술서비스업(사전처리업 제외), 사업지원서비스업에 해당하는 사업(제3호·제6호 또는 제7호에 해당하는 사업을 제외한다)	법 제1장, 법 제23조 내지 법 제28조, 법 제33조 내지 법 제35조, 법 제37조 내지 법 제 41조, 법 제5장 내지 법 제9장
2. 농업, 어업, 봉제의복 제조업, 가발 및 유사장신품 제조업에 해당하는 사업(제6호 또는 제7호에 해당하는 사업을 제외한다)	법 제1장, 법 제14조, 법 제 23조 내지 법 제28조, 법 제31조(관리감독자의 지위에 있는 자에 한한다), 법 제33조 내지 법 제35조, 법 제37조 내지 법 제41조, 법 제5장 내지 법 제9장
3. 다음 각목의 1에 해당하는 사업 가. 「광산보안법」 적용사업(광업 중 광물의 채광·채굴·선광 또는 제련 등의 공정에 한하며, 제조공정을 제외한다) 나. 「원자력법」 적용사업(발전업 중 원자력발전설비를 이용하여 전기를 생산하는 사업장에 한한다) 다. 「항공법」 적용사업(항공기, 우주선 및 부품제조업과 여객알선, 창고 및 운송관련서비스업종 중 항공관련 사업을 제외한다) 라. 「선박안전법」 적용사업(선박 및 보트 건조업을 제외한다)	법 제1장, 법 제16조, 법 제 17조, 법 제24조, 법 제25조, 법 제26조 및 법 제31조 중 보건에 관한 사항, 법 제27조, 법 제32조 내지 법 제35조, 법 제37조, 법 제38조, 법 제40조, 법 제41조, 법 제5장 내지 법 제9장

###### ○ 산업법 제31조 (안전·보건교육)

① 사업주는 당해 사업장의 근로자에 대하여 노동부령이 정하는 바에 의하여 정기적으로 안전·보건에 관한 교육을 실시하여야 한다.

② 사업주는 근로자를 채용할 때와 작업내용을 변경할 때에는 당해 근로자에

32

대하여 노동부령이 정하는 바에 의하여 당해 업무와 관계되는 안전·보건에 관한 교육을 실시하여야 한다.

③ 사업주는 유해 또는 위험한 작업에 근로자를 사용할 때에는 노동부령이 정하는 바에 의하여 당해 업무와 관계되는 안전·보건에 관한 특별교육을 실시하여야 한다.

○ 산안법 제43조 (건강진단)

① 사업주는 근로자의 건강보호·유지를 위하여 노동부장관이 지정하는 기관 또는 「국민건강보험법」에 따른 건강진단을 실시하는 기관(이하 "건강진단기관"이라 한다)에서 근로자에 대한 건강진단을 실시하여야 한다. 이 경우 근로자 대표의 요구가 있을 때에는 건강진단에 근로자대표를 임회시켜야 한다.

⑧ 제1항의 규정에 의한 건강진단의 종류·시기·주기·항목·비용 및 건강진단기관의 지정·관리, 제2항의 규정에 의한 임시건강진단의 실시, 제4항의 규정에 의한 건강진단 실시결과와 통보 및 보고, 제5항의 규정에 의한 적절한 조치 그 밖에 건강진단의 실시에 필요한 사항은 노동부령으로 정한다.

나) 방사선에 의한 건강장해의 예방 (노동부령 제266호 법제명변경 및 일부개정 2007.2. 5."산업보건기준에관한규칙"에서 변경)

○ 제123조 (정의) 이 장에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.

1. "방사선"이라 함은 전자파 또는 입자선 중 직접 또는 간접으로 공기를 전리하는 능력을 가진 것으로서 알파선, 중양자선, 양자선, 베타선 그 밖의 중하전 입자선, 중성자선, 감마선, 엑스선 및 5만 전자볼트 이상(엑스선발생장치의 경우 5천 전자볼트 이상)의 에너지를 가진 전자선을 말한다.

2. "방사성물질"이라 함은 핵연료물질·사용 후 핵연료·방사성동위원소 및 원자핵분열 생성물을 말한다.

3. "방사선관리구역"이라 함은 방사선에 노출될 우려가 있는 업무를 행하는 장소를 말한다.

○ 제124조 (방사성물질의 밀폐 등) 사업주는 다음 각 호에 해당하는 방사선

업무에 근로자를 종사하게 하는 때에는 방사성물질의 밀폐, 차폐물의 설치, 국소배기장치의 설치, 경보시설의 설치 등 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

1. 엑스선 장치의 제조, 사용 또는 엑스선이 발생하는 장치의 검사업무

2. 선형가속기·사이크로트론 및 싱크로트론 등 하전입자를 가속하는 장치(이하 "입자가속장치"라 한다)의 제조, 사용 또는 방사선이 발생하는 장치의 검사업무

3. 엑스선관 및 케노트론의 가스제거 또는 엑스선이 발생하는 장비의 검사업무

4. 방사성물질이 장치되어 있는 기기의 취급업무

5. 방사성물질 취급 및 방사성물질에 오염된 물질의 취급업무

6. 원자로를 이용한 발전업무

7. 정내에서의 핵연료물질의 취급업무

8. 그밖에 방사선 노출이 우려되는 기기 등의 취급업무

○ 제125조 (방사선관리구역의 지정 등)

① 사업주는 방사선업무에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 건강장해를 예방하기 위하여 방사선 관리구역을 지정하고 다음 각 호의 사항을 게시하여야 한다.

1. 방사선량 측정용구의 작용에 관한 주의사항

2. 방사선 업무상의 주의사항

3. 방사선 피폭 등 사고발생시의 응급조치에 관한 사항

4. 그밖에 방사선 건강장해 방지에 필요한 사항

② 사업주는 방사선업무를 수행하는데 필요한 관계근로자외의 자가 관리구역에 출입하는 것을 금지시켜야 한다.

○ 제126조 (방사선 장치실) 사업주는 다음 각 호의 장치 또는 기기(이하 "방사선장치"라 한다)를 설치하는 때에는 전용의 작업실(이하 "방사선장치실"이라 한다)에 설치하여야 한다. 다만, 적절한 차단 또는 밀폐된 구조의 방사선장치를 설치한 때 또는 방사선장치를 수시로 이동하여 사용하여야 하는 때 및 사용목

적이나 작업의 성질상 방사선장치를 방사선장치실내에 설치하기가 곤란한 때에는 그러하지 아니하다.

1. 엑스선 장치

2. 입자가속장치

3. 엑스선관 또는 케노트론의 가스추출 및 엑스선 이용 검사장치

4. 방사성물질을 내장하고 있는 기기

○ 제127조 (방사성물질 취급작업실) 사업주는 밀폐되어 있지 아니한 방사성물질을 근로자로 하여금 취급하도록 하는 때에는 방사성물질 취급작업실에서 작업하도록 하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 경우에는 그러하지 아니하다.

1. 누수의 조사

2. 곤충을 이용한 역학적 조사

3. 원료물질 생산 공정에서의 이동상황 조사

4. 핵 원료 물질을 채굴하는 경우

5. 그밖에 방사성물질을 널리 분산하여 사용하거나 그 사용이 일시적인 경우

○ 제128조 (방사성물질 취급작업실의 구조) 사업주는 방사성물질 취급작업실의 내벽, 책상 등 오염의 우려가 있는 부분에 대하여는 다음 각 호의 구조로 하여야 한다.

1. 기체 또는 액체가 침투하거나 부식되기 어려운 재질로 할 것

2. 표면이 평평하게 다듬어져 있을 것

3. 돌기가 없고 패이거나 틈이 적은 구조로 할 것

○ 제129조 (게시 등) 사업주는 방사선 발생장치 또는 기기에 대하여 다음 각 호의 구분에 따른 내용을 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.

1. 입자 가속장치

가. 장치의 종류

나. 방사선의 종류 및 에너지

2. 방사성물질을 내장하고 있는 기기

가. 기기의 종류

나. 내장하고 있는 방사성물질에 함유된 방사성 동위원소의 종류 및 양(단위 : Becquerel)

다. 당해 방사성물질을 내장한 연월일

라. 소유자의 성명 또는 명칭

○ 제130조 (차폐물설치 등) 사업주는 방사선장치실, 방사성물질 취급작업실, 방사성물질 저장시설 또는 방사성물질 보관·폐기시설에 근로자가 상시 출입하는 때에는 차폐벽·방호물 그 밖의 차폐물을 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.

○ 제131조 (국소배기장치 등) 사업주는 방사성물질이 가스·증기 또는 분진으로 발생할 우려가 있을 때에는 발산원을 밀폐하거나 국소배기장치 등을 설치·가동하여야 한다.

○ 제132조 (방지설비) 사업주는 신체 또는 의복·신발·보호장구 등에 방사성물질이 부착될 우려가 있는 작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 판 또는 막 등의 방지설비를 설치하여야 한다. 다만, 작업의 성질상 방지설비의 설치가 곤란한 경우로서 적절한 보호조치를 한 때에는 그러하지 아니하다.

○ 제133조 (방사성물질 취급용구)

① 사업주는 방사성물질 취급에 사용되는 국자, 집게 등의 용구에는 그 뜻을 표시하고 다른 용도로 사용하여서는 아니된다.

② 사업주는 제1항의 용구를 사용한 후에는 오염을 제거하고 전용의 용구걸이와 설치대 등을 사용하여 보관하여야 한다.

○ 제134조 (용기 등) 사업주는 방사성물질을 보관·저장 또는 운반하는 때에는 녹슬거나 새지 아니하는 용기를 사용하고, 겹면에는 방사성물질을 넣은 용기라는 뜻을 표시하여야 한다.

○ 제135조 (오염된 장소에서의 조치) 사업주는 분말 또는 액체상태의 방사성물질에 오염된 장소에는 즉시 그 오염이 퍼지지 아니하도록

조치하고 오염된 지역을 표시하고 그 오염을 제거하여야 한다.

○ 제136조 (방사성물질의 폐기물 처리) 사업주는 방사성물질의 폐기물은 방사선이 새지 아니하는 용기에 넣어 밀봉하고 용기 겉면에 그 뜻을 표시한 후 적절하게 처리하여야 한다.

○ 제137조 (보호구의 지급 등)

① 사업주는 분말 또는 액체상태의 방사성물질에 오염된 지역 내에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 적절한 개인전용의 호흡용보호구를 지급하고 착용하도록 하여야 한다.

② 사업주는 방사성물질을 취급함에 있어 방사성물질의 흡입 등으로 근로자의 신체가 오염될 우려가 있는 때에는 보호의·보호장갑·신발덮개·보호모 등의 보호구를 지급하고 착용하도록 하여야 한다.

○ 제138조 (오염된 보호구 등의 폐기) 사업주는 방사성물질에 오염된 보호의·보호장갑·호흡용보호구 등은 즉시 적절하게 폐기하여야 한다.

○ 제139조 (세척시설 등) 사업주는 방사성물질 취급작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 세면·목욕·세탁 및 건조를 위한 시설을 설치하고 필요한 용품 및 용구를 비치하여야 한다.

○ 제140조 (흡연 등의 금지) 사업주는 방사성물질 취급작업실 그밖에 방사성물질을 들어 마시거나 섭취할 우려가 있는 작업장에 대하여는 근로자가 담배를 피우거나 음식물을 먹지 아니하도록 그 뜻을 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.

○ 제141조 (유해성 등의 주의) 사업주는 방사선업무에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 방사선이 인체에 미치는 영향, 안전한 작업방법, 건강관리요령 등에 관한 내용을 근로자에게 널리 알려야 한다.

(2) 원자력법(과학기술부)

우리나라의 원자력법은 1958년 3월 11일 법률 제483호로 제정, 공포되어

2006년까지 20여 차례의 개정 절차를 걸쳤으며, 원자력법은 원자력 및 방사선의 이용개발과 안전규제의 근거, 인허가 기본사항에 관한 내용을 담고 있다.

그 체계는 [원자력법], [원자력법 시행령], [원자력법 시행규칙], [원자로 시설 등의 기술기준에 관한 규칙], [방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙], [과학기술부 고시] 등의 4단계로 구성되어 있다.

가) 원자력법령 체계

○ 원자력 이용 및 규제 관련 법령 (그림 13)

\* 【원자력법】, 【방사선 및 방사성동위원소이용진흥법】, 【원자력시설 등의 방호 및 방사능방재대책법】, 【비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률】

- 원자력 손해배상 관련 법령

\* 【원자력손해배상법】, 【원자력손해배상보상계약에 관한 법률】 등,

- 원자력 관련 기관설립 근거 법령

\* 【한국원자력안전기술원법】, 【한국원자력연구소법】 등

- 그 외 국제적으로 우리나라가 비준하여 국내법과 동일한 효력을 갖고있는 법령

\* 【핵확산방지법】, 【원자력안전협약】, 【방사성폐기물안전협약】, 【원자력사 고조기 통보 및 지원협약】, 【한미 원자력협정】 등이 있다.

현행 원자력법상 주요 편제내용은 다음과 같다.

- 제1장 총칙

- 제2장 원자력위원회 및 원자력안전위원회

- 제3장 원자력진흥종합계획의 수립,시행 및 원자력의 연구개발 등

- 제4장 원자로 및 관계시설의 건설, 운영

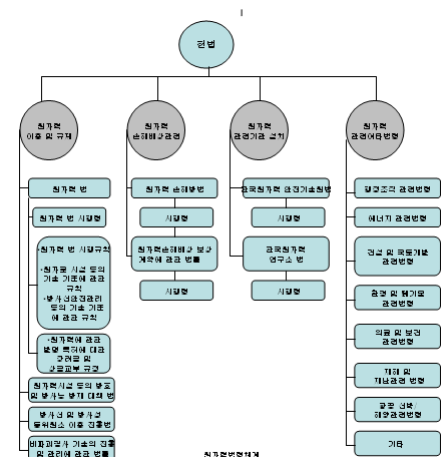
- 제5장 삭제

- 제6장 핵연료주기사업 및 핵물질 사용 등

- 제7장 방사성동위원소 및 방사선발생장치

- 제8장 폐기 및 운반

- 제9장 방사선피폭선량의 관독 등
- 제10장 면허 및 시험
- 제11장 규제감독



[그림 13] 원자력 법령체계

나) 안전보건 관련 법령

○ 원자력법 제65조 (방사성동위원소·방사선발생장치 사용 등의 허가 등)

① 방사성동위원소 또는 방사선발생장치(이하 "방사성 동위원소등"이라 한다)를 생산·판매·사용(소지·취급을 포함한다. 이하 같다) 또는 이동사용 하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 과학기술부장관의 허가를 받아야 한다.

허가받은 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다. 다만, 과학기술부령이 정하는 일시적인 사용장소의 변경 기타 경미한 사항을 변경하고자 할 때에는 이를 신고하여야 한다.

② 제1항의 규정에 불구하고 과학기술부령이 정하는 용도 또는 수량 이하의 밀봉된 방사성을 이동사용 하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 과학기술부장관에게 신고하여야 한다. 신고한 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다.

⑤ 제2항의 규정에 의한 신고를 하고자 하는 자는 신고서에 과학기술부령이 정하는 서류를 첨부하여 과학기술부장관에게 제출하여야 한다. 다만, 안전성분석보고서 및 품질보증계획서의 제출은 생산허가를 받고자 하는 자에 한한다.

○ 원자력법 제97조 (방사선장해방지조치)

① 원자력관계 사업자는 방사선장해를 방지하기 위하여 대통령이 정하는 바에 따라 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.

1. 방사선량 및 방사성오염의 측정
2. 건강진단
3. 피폭관리
4. 방사성물질의 방출량 및 피폭 방사선량을 가능한 한 합리적으로 낮게 유지하기 위하여 필요한 조치

② 원자력관계 사업자는 방사선작업 종사자 및 대통령이 정하는 수시 출입자의 피폭 방사선량이 대통령이 정하는 선량한도를 초과하지 아니하도록 필요한 조치를 하여야 한다.

③ 원자력관계 사업자는 방사선장해를 받은 자 또는 방사선장해를 받은 것으로 보이는 자에 대하여 원자력이용 시설의 출입제한 기타 보건 상 필요한 조치를 하여야 한다.

○ 원자력법 제105조 (교육훈련)

① 원자력관계 사업자는 방사선작업종사자와 방사선 관리구역에 출입하는 자

에 대하여 대통령이 정하는 바에 따라 원자력이용에 따르는 안전성 확보 및 방사선장해방지에 필요한 교육 및 훈련을 실시하여야 한다.

② 제91조의 규정에 의하여 면허를 받은 자는 대통령이 정하는 바에 의하여 과학기술부장관이 실시하는 보수교육을 받아야 한다.

③ 원자력관계 사업자 및 원자력관련 연구를 수행하는 자 중 대통령이 정하는 자는 과학기술부령이 정하는 바에 따라 원자력통제에 관한 교육을 받아야 한다.

○ 원자력법 시행령 제194조 (사용신고)

- 법 제65조제2항의 규정에 의하여 밀봉된 방사성동위원소 또는 방사선발생 장치의 사용 또는 이동사용 신고를 하고자 하는 자는 과학기술부령이 정하는 바에 따라 사업소마다 사용 또는 이동사용 신고서를 작성하여 과학기술부장관에게 제출하여야 한다.

○ 원자력법 시행령 제295조 (방사선작업종사자들의 교육·훈련)

① 원자력관계사업자는 법 제105조제1항의 규정에 의한 교육·훈련을 실시함에 있어 방사선작업종사자에 대하여는 작업종사 전 교육·훈련과 정기적 교육·훈련으로 구분하여 실시하고, 방사선관리구역에 출입하는 자에 대하여는 출입 전 교육·훈련과 과학기술부령이 정하는 바에 따라 정기적 교육·훈련을 실시하여야 한다.

② 제1항의 규정에 의한 교육·훈련의 방법 및 내용 등에 관하여 필요한 사항은 과학기술부령으로 정한다.

○ 원자력법 시행령 제298조 (측정)

① 원자력관계사업자(신고사용자를 제외한다. 이하 이 조 및 제299조에서 같다)는 법 제97조제1항의 규정에 의하여 과학기술부령이 정하는 방사선장해의 우려가 있는 장소에 대한 방사선량 및 방사선물질 등에 의한 오염상황을 측정하여야 한다.

② 원자력관계사업자는 법 제97조제1항의 규정에 의하여 과학기술부령이 정

하는 바에 의하여 원자력이용시설에 출입하는 자의 피폭방사선량 및 방사성물질에 의한 오염상황을 측정하여야 한다.

③ 원자력관계사업자는 제1항 및 제2항의 측정결과에 관하여 기록의 작성·보존 기타 과학기술부령이 정하는 조치를 하여야 한다.

○ 원자력법 시행령 제299조 (건강진단)

① 원자력관계사업자는 법 제97조의 규정에 의하여 과학기술부령이 정하는 바에 의하여 원자력이용시설의 방사선작업종사자에 대하여 건강진단을 실시하여야 한다.

② 원자력관계사업자는 제1항의 건강진단의 결과에 관하여 기록의 작성·보존 기타 과학기술부령이 정하는 조치를 하여야 한다.

○ 원자력법 시행규칙 제62조 (사용 등의 신고대상 방사성동위원소)

법 제65조제2항에서 "과학기술부령이 정하는 용도 또는 수량이하의 밀봉된 방사성동위원소"라 함은 다음 각 호의 기준에 적합한 밀봉된 방사성동위원소로서 사용 또는 이동사용 중 파손의 우려가 없고 방사능표지가 용기 또는 장치의 부에 부착되어 있는 것을 말한다.

1. 용도

가. 엑스선 형광분석용

나. 엑스선 회절분석용

다. 가스크래프트 그래피 중 전자포획용

라. 그 밖에 과학기술부장관이 정하여 고시하는 것

2. 수량

가. 교정용 장치에 방사성동위원소가 내장된 경우에는 방사성동위원소의 수량이 40메가 베크렐 이하이고, 사용 중인 경우에는 표면방사선량률이 시간당 500마이크로시버트 이하이며, 사용하지 아니하는 경우에는 표면방사선량률이 시간당 1마이크로시버트 이하일 것

나. 가목외의 용기 또는 장치에 내장된 경우에는 방사성동위원소의 수량은

과학기술부장관이 정하는 값 이하이고, 표면방사선량률은 시간당 10마이크로시버트 이하로서 방사성물질의 접촉을 방지하는 일체형 장치일 것 [전문개정 2001.7.25.]

○ 제63조(사용 등의 신고대상 방사선발생장치)법 제65조제2항에서 "과학기술부령이 정하는 용도 또는 용량이하의 방사선발생장치"라 함은 다음 각 호의 기준에 적합한 방사선발생장치를 말한다.

1. 용도

가. 엑스선 형광분석용

나. 엑스선 회절분석용

다. 가속이온주입용

라. 수화물 검색용

마. 그 밖에 과학기술부장관이 정하여 고시하는 것

2. 용량

자체 차폐된 방사선발생장치로서 가속관의 최대전압이 170킬로볼트 이하이고, 표면방사선량률이 시간당 10마이크로시버트 이하일 것

○ 원자력법 시행규칙 제64조(방사성동위원소 등의 사용신고)

① 영 제194조의 규정에 의한 방사성동위원소 등의 사용 또는 이동사용신고서는 각각 별지 제54호 서식 또는 별지 제55호 서식에 의한다.

② 제1항에 따른 신고서에는 각각 다음 각 호의 서류를 첨부하여야 한다. [개정 2001.7.25, 2005.5.17, 2005.9.23, 2006.7.14 제90호(행정정보의 공동이용 및 문서감축을 위한 과학관육성법 시행규칙 등)]

1. 다음 각목의 사항이 포함된 방사성동위원소 등의 명세서

가. 방사성동위원소의 종류 및 수량(방사선발생장치의 경우에는 방사선의 종류 및 최대에너지)

나. 표면방사선량률

다. 사용의 목적 및 방법

- 라. 장치의 명칭·모델번호·고유번호 및 제조회사의 명칭
2. 사용이 종료된 방사성동위원소의 조치계획서(방사성동위원소 사용신고의 경우에 한한다)
3. 사용시설 등 및 주변환경의 현황에 관한 설명서
4. 법 제91조 제2항제5호·제7호의 면허를 받은 자 또는 국가기술자격법에 의한 방사선관리기술사가 재직하는 경우 이를 입증하는 서류나 법 제65조의2 제1항제5호의 규정에 의한 방사선안전관리자의 업무대행자가 있는 경우 이를 입증하는 서류
5. 삭제 [2006.7.14 제90호(행정정보의 공동이용 및 문서감축을 위한 과학관 육성법 시행규칙 등)]
6. 영 제334조제1호의 규정에 의한 보상기준
- 원자력법 시행규칙 제104조(교육 및 훈련의 실시)
- ① 영 제295조제2항의 규정에 의하여 원자력관계사업자는 방사선안전관리에 필요한 교육내용을 다음 각 호와 같이 정하여 교육·훈련을 실시하여야 한다.
1. 원자력시설 이용에 따른 안전관리
  2. 방사성물질등의 취급
  3. 방사선장해방어
  4. 방사선안전관리규정 및 관계법령
  5. 기타 필요한 경우에는 이용업체의 특성에 따른 교육
- ② 제1항의 규정에 의하여 방사선작업종사자에 대한 교육·훈련을 자체적으로 실시하고자 하는 자는 과학기술부장관이 정하여 고시하는 바에 따라 당해 연도의 교육계획을 수립하여 시행하여야 한다. 다만, 자체교육을 실시할 수 없는 원자력관계사업자는 과학기술부장관의 지정을 받은 기관에 위탁하여 교육 및 훈련을 실시할 수 있다. [개정 2001.7.25.]
- ③ 제1항의 규정에 의한 교육·훈련을 실시하기 위한 세부적인 사항은 과학기술부장관이 정하여 고시한다.

방사선량률이 10  $\mu\text{Sv/hr}$  이하일 때에 신고대상이다. 이는 주로 엑스선 형광분석용, 엑스선 회절분석용, 가스이용주입용, 수화물 검색용 장치 등에 해당된다.

방사성동위원소는 기기 내 내장된 밀봉선원의 경우 BSS 면제기준의 10,000 배 초과 또는 BSS 면제기준 이상으로 표면방사선량률이 10  $\mu\text{Sv/hr}$ 를 초과할 때, 기기에 내장되지 않은 밀봉선원은 BSS 면제기준을 초과하고 표면방사선량률이 10  $\mu\text{Sv/hr}$ 를 초과할 때이며, 개방선원은 BSS 면제기준을 초과할 때 허가대상이다.

방사성동위원소 등을 사용하고자 하는자는 원자력법 제65조 규정에 의거 과학기술부장관의 허가를 받아야 한다.

한국원자력안전기술원 (KINS)에 허가를 신청하고 KINS에서는 신청서류를 접수하고 심사결과를 과학기술부로 보고한다.

면제, 신고, 허가 대상의 방사성동위원소 및 방사선발생장치에 대한 규제 구분은 표 8과 표 9에 표시 하였다.

- 원자력법 시행규칙 제105조(교육·훈련 시간 등)
- ① 영 제295조제2항의 규정에 의하여 원자력관계사업자는 방사선관리구역에 출입하고자 하는 방사선작업종사자에 대하여 다음 각 호의 구분에 따른 교육·훈련을 실시하여야 한다. [개정 2001.7.25.]
1. 작업종사 전 교육·훈련: 20시간 이상
  2. 정기적 교육·훈련: 매년 6시간 이상
- 다) 방사선 및 방사성동위원소 규제 구분
- 방사성동위원소 등에 대한 인허가 체계는 면제, 신고, 허가의 3가지로 구분할 수 있다.면제는 해당 방사성동위원소의 수량 또는 농도가 낮거나 방사선발생장치의 용량이 적어서 방사선에 의한 위험도가 낮아 규제 대상에서 면제시킨 것을 말한다.
- 신고는 면제보다는 큰 위험도를 가지나 이 또한 안정성이 이미 확보된 사항으로서 안전규제의 필요성이 크지 않은 것을 말한다.
- 방사성동위원소의 경우 규제에서 면제되는 것은 BSS (IAEA Basic Safety Standard ) 면제기준 이하의 방사성동위원소를 취급하는 모든 경우, BSS 면제기준의 10배 이하로써 전기 및 가스기기에 내장된 방사성동위원소를 사용하는 경우, BSS 면제기준의 50배 이하의 발광물질로서 기기에 내장된 방사성동위원소를 사용하는 경우에 규제면제에 해당한다.
- 방사선발생장치의 경우 가속되는 방사선 하전입자의 최대에너지가 5keV 이하의 방사선발생장치를 취급하는 경우, 방사선발생장치를 의료진단용으로 사용하는 경우(보건복지부 산하 식품의약품안전청에서 안전규제 수행), 방사선기기의 설계 승인 및 검사를 득한 장비로서 완전방호형인 방사선발생장치를 사용하는 경우에 규제면제에 해당한다.
- 신고대상인 방사성동위원소의 경우 우선 기기에 내장된 밀봉선원은 BSS 면제기준의 10,000배 이하로써 표면 방사선량률이 10  $\mu\text{Sv/hr}$  미만일 때에 신고대상이다. 방사선발생장치의 경우 가속관의 최대전압이 170 kVp 이하이고 표면

〈표 8〉 방사선 동위원소의 규제 기준

규제면제	구분	규제 대상 신고대상	허가대상
1. 과거부장관이 방사성핵종별로 고시 (일반면제)		○ 일체형 장치 - 규제면제 수량의 1만배 이하이며	
* 연간 피폭선량이 10 $\mu\text{Sv}$ 이하에 해당하는 것		- 표면선량률이 10 $\mu\text{Sv/hr}$ 이하인 것	
예) - 수량 (단위: Bq) H-3: 1x10 <sup>9</sup> , C-14: 1x10 <sup>7</sup> Ni-63: 1x10 <sup>8</sup>	밀봉	○ 교정용 선원 - 40 MBq 이하	신고대상 이상의 모든 밀봉선원
- 농도 (단위: Bq/g) H-3: 1x10 <sup>6</sup> , C-14: 1x10 <sup>4</sup> Ni-63: 1x10 <sup>5</sup>	사용	- 표면선량률, 사용시 500 $\mu\text{Sv/hr}$ 이하	
2. 방사선 장비의 우려가 없음을 과거 부장관이 정하여 고시한 것 (특별면제)		하 사용중지시 1 $\mu\text{Sv/hr}$ 이하	
예) - 삼중수소 발광선원 - 연기감지기 - 검교정용 선원 (3.7 MBq 이하) 등	비밀봉  이 동 사 용	해당사항 없음  방사성동위원소 및 방사선발생장치 기준과 동일 (비파괴검사 전문업체가 주요 대상임)	면제대상 이 상의 모든 비밀봉선원

〈표 9〉 방사선 발생장치의 규제 기준

구 분	규제면제	신고대상	허가대상
	○ 최대에너지: 5 keV이하 ○ 관전압 50 kV 이하, 표면 방사선량률 : 10 $\mu\text{Sv/hr}$ 이하 (설계승인 및 제작검사 기준에 의해 완전방호형)	○ 전압 : 170 kV 이하 ○ 방사선량률 : 10 $\mu\text{Sv/hr}$ 이하 (장비표면) 이하	신고대상 이상의 모든 방사선발생장치
방사선 발생장치	폐기 방법		
	방사선발생장치 선관 파기 등 자체 폐기		



라) 원자력법상 허가신고기관의 안전보건관리 특성

허가기관은 원자력법 제65조 제5항에 의거한 동 법 시행규칙 제58조에 안전 관리규정에 관한 사항을 기재하도록 되어있으며 기재할 내용 중에

- 방사선량률, 피폭방사선량 및 방사선물질 또는 그에 의하여 오염된 물질에 의한 오염상황의 측정 및 그 측정결과의 기록과 보존에 관한 사항
- 방사선작업종사자의 피폭방사선량의 평가 및 개인선량계의 관리에 관한 사항
- 방사선작업종사자 또는 수시출입자의 방사선 장해발생을 방지하기 위하여 필요한 교육훈련에 관한 사항
- 방사선장해발생 여부를 발견하기 위하여 필요한 조치에 관한 사항
- 방사선장해를 받은 자 또는 그 우려가 있는 자에 대하여 취하여야 할 보건상 필요한 조치에 관한 사항
- 법 제69조의 규정에 의한 기록과 이의 비치에 관한 사항
- 위험시의 조치에 관한 사항
- 방사선안전관리자의 권한, 책임 및 직무수행에 관한 사항 등이 있다.

그러나 산업체의 제3업 근로자들은 신고기관에 근무하는 경우가 많은 것으로 추정되나 이러한 신고기관에 근무한 자는 건강진단이나 방사선량 측정을 법적으로 받지 않으며 이 기관들은 안전보건관리에 대한 보고의 의무가 없다. 또한 허가기관은 방사선이용 업체의 특성에 따른 교육 등을 정기적으로 받지만 신고기관 근로자의 경우에는 이러한 교육을 받지 못한다 (표 10).

<표 10> 원자력 법 상 허가기관 및 신고기관의 안전보건 관리 특성

구분	허가기관	신고기관
안전관리규정	원자력법 제65조 제5항의 안전관리 규정이 있음	규정이 없음
방사선량 측정 실시 유무	측정 실시	측정 미 실시
정기적 교육 실시 유무	교육 실시	교육 미 실시
건강진단 실시 유무	건강진단 실시	건강진단 미 실시
보건관리의 주체	없음 (원자력발전소에서는 방사선 보건연구원이 보건관리의 주체)	없음

마) 피폭대상별 선량한도

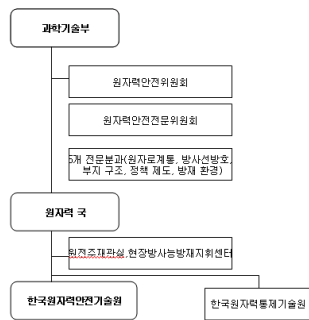
원자력법 시행령 제2조 제5호 별표1에 의거 일반인, 방사선작업 수시출입자, 방사선작업종사자에 대한 피폭 선량한도는 아래와 같다.

- 선량한도

구분	기준값	근거
일반인	연간 1 밀리시버트	시행령 제2조 제5호 별표1 ('99.8.31)
수시출입자	연간 12 밀리시버트	상동
작업종사자	연간 50 밀리시버트를 넘지 아니하는 범위에서 5년간 100 밀리시버트	시행령 제2조 제5호 별표1 및 부칙 제2항 ('99.8.31)

- 주1) 위 표에서 "5년간"이라고 함은 1998년~2002년, 2003년~2007년, 2008년~2012년, ... 등 매 5년씩의 기간을 말하며, 회계연도를 기준으로 한다.
- 주2) 방사선작업종사자중 임신이 확인된 자에 대해서는 임신이 확인된 시점부터 출산시까지 하복부 표면에서의 등가선량한도를 2 μSv로 하고 같은 기간 동안 섭취하는 방사성핵종의 한도는 연간섭취한도(ALI)의 1/20로 한다. 외부피폭과 내부피폭이 병존한다면 2 μSv 및 ALI/20에 대한 각각의 분율의 합이 1을 초과하지 아니 하여야 한다.
- 주3) 방사성동위원소 등을 제한적 또는 일시적으로 사용하는 경우 일반인에 대한 선량은 연간 선량한도를 초과하지 아니하는 범위 내에서 주당 0.1 μSv 및 시간당 20 μSv까지 허용할 수 있다.

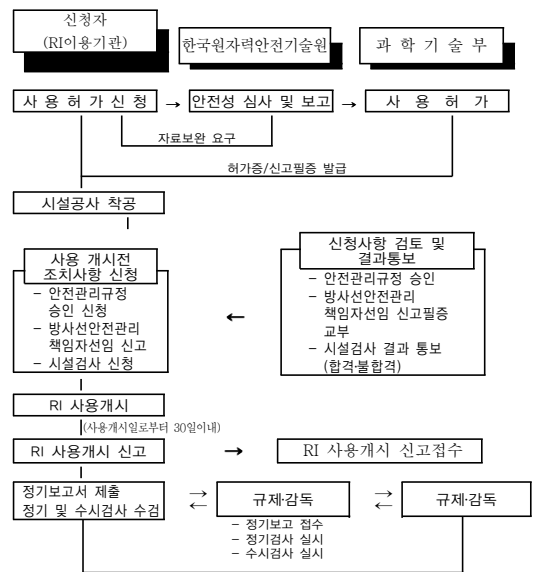
바) 국내 원자력안전규제 체계 및 주요기능



[그림 14] 국내 원자력안전규제 체계

- 안전규제 기관별 담당업무

대상기관	주요 기능
과학기술부	·RI/RG 인·허가에 따른 허가관리 및 수시검사 ·위탁기관에 대한 행정지도 및 감독 ·원자력법 개정 및 제도개선 ·원칙금자 면허관리
한국원자력 안전기술원	·RI/RG 사용·판매·이용·동사용 안전성 심사 및 검사 ·방사성물질 등의 운반 또는 포장검사 안전성 심사 및 검사 ·허가/신고사용자 및 판매업자의 정기보고 접수 및 관리 ·기타 신고서 검토
한국방사성 동위원소협회	·RI/RG 수입승인 ·판매업자의 월별 수입현황 보고 ·방사선작업종사자 피폭기록 관리
한국비파괴 검사진흥협회	·RI/RG 일시적 사용장소 변경신고 접수 및 관리



[그림 15] 방사선 안전규제 업무 흐름도



(3) 의료법(보건복지부)

가) 의료법령체계

○ 의료법 제37조 (진단용 방사선 발생장치)

① 진단용 방사선 발생장치를 설치·운영하려는 의료기관은 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 시장·군수·구청장에게 신고하여야 하며, 보건복지부령으로 정하는 안전관리기준에 맞도록 설치·운영하여야 한다.

② 의료기관 개설자나 관리자는 진단용 방사선 발생장치를 설치한 경우에는 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 안전관리책임자를 선임하고, 정기적으로 검사와 측정을 받아야 하며, 방사선 관계 종사자에 대한 피폭관리(被曝管理)를 하여야 한다.

③ 제1항과 제2항에 따른 진단용 방사선 발생장치의 범위·신고·검사·설치 및 측정기준 등에 필요한 사항은 보건복지부령으로 정한다.

나) 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙

보건복지부령 제349호 법제 명 변경 및 일부개정 2006. 02. 10.("진단용방사선발생장치의 안전관리에관한규칙"에서 변경)

○ 제1조 (목적) 이 규칙은 「의료법」 제32조의2의 규정에 의하여 의료기관에서 설치·운영하는 진단용 방사선발생장치를 안전하게 관리함으로써 환자 및 방사선 관계종사자에 대한 방사선으로 인한 위해를 방지하고 진료의 적정을 기하기 위하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다. [개정 2006.2.10]

⑤ 의료기관의 개설자 또는 관리자는 법 제32조의2제2항의 규정에 의하여 방사선관계종사자로 하여금 디·엘배지를 사용하게 하는 경우에는 3월마다 1회 이상 방사선피폭선량측정을 받도록 하여야 하며, 필름배지를 사용하게 하는 경우에는 1월마다 1회 이상 방사선피폭선량측정을 받도록 하여야 한다.

⑥ 제5항의 규정에 의한 방사선 관계 종사자의 방사선피폭선량측정에 있어 선량한도는 별표 3과 같다.

⑦ 식품의약품안전청장은 식품의약품안전청에 피폭선량관리센터를 설치하여

방사선 관계 종사자 개인피폭선량의 관리업무를 수행하여야 하고, 동 센터의 운영에 관하여필요한 세부사항을 정하여 고시하여야 한다.

○ 제13조 (방사선 관계 종사자에 대한 건강진단)

① 법 제32조의2제2항의 규정에 의하여 의료기관의 개설자 또는 관리자는 방사선 관계 종사자에 대하여 2년마다 건강진단을 실시하여야 한다. 다만, 방사선 관련 업무에 처음 종사하는 방사선 관계 종사자에 대하여는 업무 종사 전에 건강진단을 실시하여야 한다.

② 제1항의 규정에 의한 건강진단의 문진사항 및 검사항목은 다음 각 호와 같다.

1. 문진사항

가. 방사선피폭증상의 유무

나. 방사선피폭증상이 있는 자는 그의 작업장소·작업내용·작업기간·피폭선량 및 방사선 장해유무

다. 그밖의 방사선에 의한 피폭증상

2. 검사항목

가. 말초혈액중의 혈액소방·적혈구수 및 백혈구 수

나. 그밖에 의사가 필요하다고 인정하는 검사

(4) 국내의 피폭관리제도 현황

가) 국내의 피폭관리법령 및 제도 현황

○ 일반적 원칙 (원자력법 제97조 및 동법 시행령 299조의2)

- 원자력관계사업자가 방사선장해를 방지하게 위하여 조치를 취하여야 함

- 방사선작업종사자 및 수시출입자의 개인피폭선량이 선량한도를 초과하지 아니하도록 피폭방사선량 평가 및 관리를 하여야 함

나) 세부절차

○ 피폭관리

- 원자력관계시설에 출입하는 자의 방사선량을 측정(영 제298조 ②)

① 방사선작업종사자: 법정선량계 및 보조선량계 착용

② 수시출입자: 법정선량계 또는 보조선량계 착용

③ 법정선량계는 정기적으로 교체하여 착용

④ 개인선량계가 분실 또는 훼손되었거나 관독이 불가능한 때에는 필요한 조치를 취할 것 (관독특이자)

⑤ 과학기술부장관은 ④의 규정에 의한 필요한 조치 및 결과를 심의

○ 방사선작업종사자 및 수시출입자가 선량한도 이상의 피폭을 받은 때에는 안전조치를 취하고 과학기술부장관에게 보고

○ 피폭선량 평가

- 선량관독 업무를 등록한자("관독업무자")가 수행(법90조의4)

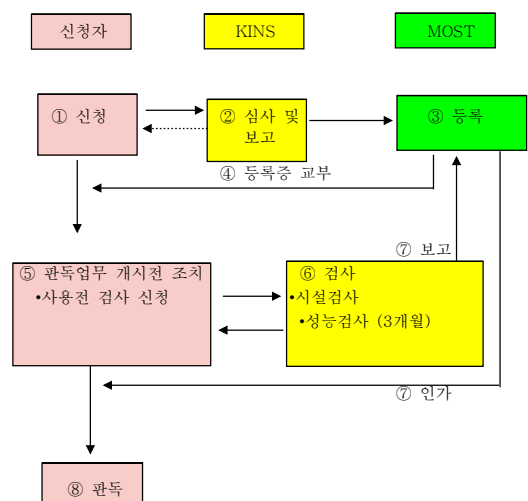
- 관독업무자 등록기준

① 관독의 설치운영에 필요한 기술적 능력을 가지고 있을 것

② 품질보증계획서의 내용이 기준(과기부 고시01-11)에 적합할 것

○ 관독업무 등의 검사, 관독업무 개시 전 및 매년 정기적으로 검사

다) 선량관독기관



[그림 16] 관독업무 등록절차

- 관독기관 등록기준

관독기관 형태	시설기준
필름선량계 관독업무자	<ul style="list-style-type: none"> <li>선량계 기준조사시설</li> <li>현상, 정지, 정착과정의 재현성이 보장된 자동필름현상시설</li> <li>실내온도가 20±5℃, 상대습도는 65%이하를 유지할 수 있으며 측정결과 의 재현성이 보장된 자동필름농도 측정시설</li> <li>필름 제조회사에서 권고하는 조건으로 건조할 수 있는 필름 건조기</li> <li>화학약품이나 자연방사선에 의한 영향이 적고 필름 제조회사가 권고하 는 습도 및 온도를 유지할 수 있는 필름보관시설</li> <li>먼지 등이 제거될 수 있는 공기정화장치가 되어 있고, 실내온도가 20± 2℃, 암실등 또는 기타 조명등에 의한 필름농도의 영향이 0.02 이하로 유지될 수 있는 암실</li> </ul>
열형광선량계 관독업무자	<ul style="list-style-type: none"> <li>선량계 기준조사시설</li> <li>열형광선량계 관독기</li> <li>열처리(annealing) 장비</li> <li>상대습도 65%이하, 온도 20±5℃를 유지할 수 있는 관독시설</li> <li>화학약품이나 자연방사선에 의한 영향이 적고 선량계 제조회사가 권고 한 습도 및 온도를 유지할 수 있는 선량계 보관시설</li> </ul>

라) 국가방사선작업종사자안전관리센터 (KISOE)

○ 목 적

중앙정부차원의 방사선작업종사자의 피폭관리 및 종사자안전관리

- 방사선영향평가 기법을 도입하여 방사선작업종사자의 피폭저감화 및 합리  
적인 안전규제의 정착하고 국제수준의 방사선안전관리제도를 확립

○ 기 능

- 방사선작업종사자에 대한 방사선 장해예방 및 방사선위험에 기반한 안전규  
제의 효과성 검증

57

- 방사선 장해 및 위해도 관점에서 종합된 개인기록을 분석·평가관리

- 피폭선량 및 방사선영향 평가를 위한 전문자료의 분석

- 방사선이용 형태별 안전규제/선량저감 정보 생산

- 방호선량의 리스크 정보 도출 및 서비스

- 국제 D/B와 연계하여 분석 및 평가기법의 공유 체계 유지

- 개인 방사선안전 정보에 대한 품질보증

- 피폭관리 관련 정보의 투명한 공개

○ 추진경위

- 시험 운영시스템 구축(2002년 11월)

- 국내 방사선작업종사자의 피폭추이 분석을 통하여 안전규제의 효과성 예비  
평가(2002년 12월)

- 원전 및 비파괴검사 분야에 대한 피폭경향 분석(2002년 12월)

- 종사자안전관리센터 ISP (Information Strategic Plan: 정보화전략계획) 작  
업 수행( ~ 2003년 4월)

- 종사자안전관리센터 설립 운영에 대한 법적 근거 마련 (고시 2001-35호 개  
정, ~ 2003년 4월)

- 1단계 구축사업 완료 및 2단계 구축(2003년 ~ 2004년)

58

- 주요 수행 내용 및 계획

단 계	추진목표	세부 내용
기반구축 단계 (2002)	시험운영 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>RI 협회 운영시스템 운영현황 분석</li> <li>Pilot 시스템 구축</li> </ul>
선량평가업무처리 시스템 구축 단계 (2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>피폭선량평가관리 시스템</li> <li>피폭선량 분석 시스템 구 축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>관독업무자 업무시스템 개발</li> <li>관독특이사항 조사시스템 개발</li> <li>방사선안전규제정보 관리시스템 구축</li> <li>피폭경향에 따른 예상 피폭선량 분석</li> </ul>
선량평가업무 시스템 구축단계 (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>피폭선량평가관리 시스템</li> <li>피폭선량분석 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>관독업무자 업무 안전규제시스템 개발</li> <li>개인선량 평가 유지 포털 구축</li> <li>종사자 승정정보 DB 구축</li> <li>선원별 표준작업 관리시스템 개발</li> </ul>
영 향 평 가 시 스템 구축단계 (2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>피폭선량평가관리 시스템</li> <li>피폭선량 분석 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>성능검사 및 정기검사관리시스템 개발</li> <li>종사자 승정 정보 관리 시스템 구축</li> <li>종사자안전관리 이력분석 시스템 구축</li> <li>분야별 방사선위해도 예측 시스템 개발</li> </ul>
영 향 평 가 시 스템 구축단계 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>피폭선량 분석 시스템</li> <li>방사선 영향평가 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인선량 추적 예측 마이닝 기법 시험</li> <li>위해도 지표 정보 추출, 예측시스템 개 발</li> <li>종사자 의학 정보 관리시스템 개발</li> <li>안전규제 정책 정보 추출시스템 개발</li> </ul>
정상운영단계 (2007)	안전관리센터 정상 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>전담 운영팀 구성 및 운영 정상화</li> <li>국내 피폭 통합분석시스템 개발</li> </ul>

○ 기대효과

- 국민들이 가지는 막연한 방사선위험으로부터 방사선에 대한 신뢰성 회복  
- 정부 차원의 종사자 안전관리 체계 도입을 통하여 신뢰할 수 있는 정보 서  
비스 구현

- 종사자에 대한 평생 방사선 안전관리를 통하여 방사선으로부터의 막연한  
불안 심리 해소

마) 방사선안전관리통합정보망 (RASIS)

○ 목 적

- 비발전 분야 방사선안전관리 강화

59

- 국내 방사성동위원소등의 안전규제 및 안전관리를 종합적으로 관리하여 RI  
안전성확보 지원 및 규제업무 효율화

○ 기 능

- RI 안전규제업무 정보화

- 방사선원 추적관리

- RI 이용기관 안전관리업무 지원 및 민원서비스

○ 추진 경위

- '96.2 : 과학기술부 주관 방사성물질규제 관련기관(5개기관) 회의

- 규제업무 효율화 및 방사성물질 추적관리 방안 협의

- '98.4 : 안전기술원 주도로 방사선안전관리통합정보망 구축결정

- '98.5 : 정보통신부 정보화 지원사업 자금 활용하기로 결정

- '01.3 : 국무총리실 주관 “국민의 정부 국정 과제”로 선정

- '98.7 ~ '01. 5: 방사선안전관리통합정보망 개발

- '01. 8 ~ 현재: 방사선안전관리통합정보망 운영

- 개발 기간 및 비용

개발 기간	개발 시스템	개발비용
1차 개발 (1998. 7 - 1999. 7)	방사선안전규제시스템	6.5억원 (정동부 지원)
2차 개발 (1999. 10 - 2000. 4)	사이버정보센터 시스템 면허관리시스템	2억원 (과기부 지원)
3차 개발 (2000. 5 - 2001. 5)	선원추적관리 및 사용자 안전관리 시스템	11.8억원 (정동부 지원)
계	총 2,081본 개발	20.4억원

60

○ 향후 추진계획  
- 법제도 변경 및 주변환경 변화에 따른 시스템 확대, 수정 등을 통한 이  
용효율 증대

○ 주요 구성 내용  
- 방사선안전규제시스템: 규제업무 효율화를 위한 업무처리  
- 이용자안전관리시스템: RI 이용기관의 안전관리업무 지원  
- 사이버방사선안전정보센터: 민원서비스 및 기술정보 제공  
- 선원추적관리시스템: 방사선원의 생애관리  
- 유관기관관리시스템: 방사성폐기물관리, 종사자교육관리 및 수입추천 업무  
처리

(4) 외국의 피폭관리 법령 및 제도 현황  
가) 미국  
○ ANSI N13.11 및 DOELAP 기준  
○ ANSI N13.11-1983 공포  
○ ANSI N13.11-1993 : ANSI의 개정의 목적은 NRC와 DOE가 공통으로 사  
용할 수 있는 기술기준 제시이었으나 이루지 못함.

○ HPS N13.11-1999 : 공통 기술기준의 마련 및 시험 선량계량의 축소를 통  
한 기준의 간소화

나) 유럽연합 기술기준  
○ 개인피폭선량평가에 대한 기술기준 요건: Council Directive  
96/29/EURATOM-"Laying Down Basic Safety Standards for the Protection  
of the Health of Workers and the General Public against Dangers arising  
from Ionizing Radiation" (1996년 5월 공포)

○ 방사선작업종사자의 피폭선량은 선량관리 및 선량한도를 위한 것으로, "의  
부 방사선피폭에 대한 실용량은 방사선방호 목적의 개인감시를 위하여 사용되  
어진다"라고 선언하고 있다.

61

량을 조사시켜 평가하도록 하는 방법

"Surprise test": 성능감사 일정을 통보하지 않음.

"Announced test": 성능감증 일정을 알고 있을 뿐만 아니라 정해진 선량계를  
사용. 영국의 규제기관(HSE)과 대부분의 국제 비교 평가 방법

다) 각 국의 피폭관독 현황

○ 미국

- NVLAP 또는 DOELAP에서 성능감증 수행  
- 약 250,000명 작업종사자 (군 제외) 관리  
- 피폭선량 관리는 NRC, DOE 및 국방부가 독립적 수행

○ 일본

- 성능감증에 대한 법적요건은 없음 (관독시스템의 기술사항 및 운영절차 심  
사)

- 재단법인 방사선영향협회는 기초자료를 수집/관리  
- 방사선작업종사자는 약 200,000 명  
- 개인피폭선량관리를 위한 「방사선종사자 종합등록센터」 운영, 방사선관리  
수첩 발행

○ 영국

- 43개 관독업무자에 대해 HSE가 승인 (작업종사자는 44,000명(1997년 현재)  
- 모든 관독업무자는 HSE로부터 승인을 득해야 하며 피폭방사선량의 측정  
및 기록관리를 수행

- 매 18개월 이내에 성능감증  
- 최초의 승인은 외부피폭방사선량 평가의 경우 5년, 피폭선량 관리의 경우  
7년까지 유지되며 이후에 다시 승인

○ 독일

- 작업자는 288,000명이며 관독 업무자는 6개 기관 (작업자 중 약 25%는 년  
간 1개월만 착용)

63

○ 관독업무를 분명히 하기 위하여 승인된 관독업무자를 의, "교정, 관독 및  
개인 감시 장비의 평가, 인체 내 방사능의 측정 및 선량평가에 책임있는 기관  
으로서 제3자에 의하여 그 기술적 능력을 인정받은 조직을 말한다." 로 정의한  
다.

○ 피폭방사선량 실용량 및 방호량 정의  
- 방호량: 방사선피폭의 확률론적 영향 (유효선량)  
- 실용량: 실험실에서 방사선환경을 모사한 양  
- 모든 개인선량계는 Hp(10)에 대하여 교정되며, 유효선량으로 표현되는 규  
제선량도 Hp(10)로 관리(Hp(10)은 ICRU가 인체등이 물질로 권고하고 있는 팬  
텀의 10 mm 깊이에서의 선량당량)

- ISO와 IAEA는 교정용 팬텀으로 30 x 30 x 15 cm water-filled PMMA  
Slab 팬텀 사용을 권고, 이는 동일한 크기의 ICRU 4-element tissue와 유사한  
산란선 분포, 따라서 개인선량계는 Hp(10)값을 구하기 위하여 ICRU 팬텀에 대  
하여 계산된 Hp,slab(10)값에 교정

○ 개인피폭선량평가업무에 대한 기술적 요건: Council Directive  
80/836/EURATOM에서 제시되어 Council Directive 84/467/EURATOM으로  
선포

○ 유럽 내 작업종사자의 자유로운 이동 및 다국적 기업의 활성화를 위하여  
가능한 일지된 기술기준요건 및 절차를 개발하여 권고

○ EURADOS (European Radiation Dosimetry Group,1981설립)

○ 기술기준안 권고 및 협약을 통해 유럽연합 내 개인선량계의 운영에 관한  
성능의 통합

○ 성능감증 방법

- 성능감증은 3가지 방법 수행 (blind test, surprise test, announce test)

"Blind test": 관독업무자에 통보하지 않고 성능감증, 일반적으로 "가상의 작  
업종사자"를 설정하여 관독 업무자에게 이 사실을 통보하지 않은 채로 기준선

62

- 6개의 관독 업무자 승인. 95%의 개인선량계는 필름이며, 나머지는 열형광  
선량계와 광형광선량계 (PLD)를 사용

- 모든 선량계는 매년 PTB 성능감증 프로그램에 참여

- 성능감증은 'suprise test'로 수행

○ 프랑스

- 8개 관독 업무자가 승인되어 있으며 자체적인 관독업무 수행자와 전문관독  
업무자로 구분하여 승인 (작업자: 230,000명)

- 관독 업무자에 대한 승인은 Ministry of Health 및 OPRI(Office de  
Protection contre les Rayonnements Ionisants)에서 관장

- 관독 업무자는 매년 'announced test' 의 비교평가가 프로그램에 참여

- OPRI는 관독업무자의 승인을 관장하며 국가 선량관리체제를 운영. IPSN은  
형식승인을 담당

- 관독업무 승인은 자체적인 관독업무의 경우 5년간 유효하며 전문 관독업무  
를 수행하는 자는 3년간 유효

- 매년 Mandatory test가 OPRI에서 주관하여 수행

○ 오스트리아

- 4개의 관독 업무자, 모두 열형광선량계를 사용

- 관독 업무량: 방사선작업종사자는 약 35,000명, 약 250명이 중성선장에 의  
한 피폭방사선량 평가, 약 1300명이 말단선량을 평가

○ 벨지움

- 총 43,500명의 방사선작업종사, 13개 관독 업무자 (전문관독업: 4, 자체관독  
: 9)

- 필름과 열형광선량계를 사용

- 성능감증은 수행하지 않으나 실험성적서에 따라 승인

○ 스위스

- 관독업무자: 10 (필름 1), (자체관독: 6, 주정부: 2, 공공기관: 2)

64

- 중성자 선량은 NTA 필름과 CR-39을 사용
- 판독 업무자는 매년 상호비교평가 프로그램에 참여
- 판독 업무자는 매년 상호비교 프로그램에 참여하여야 하며, 승인인 매 5년마다 갱신

#### ○ 덴마크

- 3개의 기관이 판독업무를 수행
- 작업자는 약1000명이며, 80%가 필름을 사용
- 판독업무자의 허가는 NBH (Danish National Board of Health)에서 수행하고 있으며 NBH는 국가 선량관리 시스템을 구축하고 있다.
- 성능검증 책임 기관은 NIRH (Danish National Institute of Radiation Hygiene)임.
- 판독 업무자는 국제적인 상호비교 프로그램에 참여하여야 하며 NIHR에서 주기적으로 성능검증 프로그램 주관.

#### ○ 스페인

- 20개 판독기관이 약 87,000 작업종사자 (열형광선량계)
- 판독 업무자는 CSN(Consejo de Seguridad Nuclear)로부터 승인을 받아야 하며 CSN은 국가 선량기록체제를 운영한다.
- 성능검증은 CSN에서 수행하며 강제조항은 아니다. CSN은 1987년 1995년 두 차례 성능검사를 수행, 성능기술기준은 ANSI 13.11을 준용.

#### ○ 그리스

- 판독업무는 GAEC(Greek Atomic Energy Commission)에서 수행 (약 7,000명, 의료계 80%)
- 광자선량 선량평가는 필름, 중성자선 평가는 TLD
- 작업종사자의 관리는 NDRIS (National Dose Registry Information System)을 구축 운영
- 매년 'blind test'를 수행하고 있으며 상호비교 프로그램에 참여를 권장

#### ○ 핀란드

- 3개의 판독 업무자가 승인 (모두 열형광선량계 사용, 작업종사자는 약 13,000명)
- STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority) 승인하며 전문판독 업무도 수행.
- 정기검사와 blind test를 통해 판독 업무자를 규제.

#### ○ 이탈리아

- 약 80개 기관이 판독업무 수행
- 전문판독: 30, 지방 보건기관 : 40, 기타 연구기관 10 (연간 2,000,000개의 선량계를 판독)
- 개인선량계 및 판독 업무자에 대한 승인제도는 없음
- 판독결과를 ANPA와 ISPESL (Institute for Labour Prevention and Safety)에서 관리

#### ○ 스웨덴

- 13개 판독 업무자가 월간 약 20,000개 선량계 평가
- 판독 업무자에 대한 국가 승인제도는 없다.
- 판독 업무자는 매 2년마다 성능검증 프로그램에 참여

#### (5) 각 부처의 법령간 안전보건관리의 특성 비교

국내 방사선의 안전보건관리 관련 규정에서 노동부는 허가, 신고기관에 관계 없이 산업안전보건법에 준하여 방사선 취급 근로자를 대상으로 하고 있으며 과학기술부에서는 원자력법에 준하여 원자력발전소 및 허가기관의 방사선작업종사자를 그 대상으로 관리하고 있다. 보건복지부는 의료법상 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙에 준하여 신고기관 (방사성동위원소 사용 시 허가기관이 됨)의 방사선 관계 종사자를 대상으로 관리하고 있다 (표 11).

<표 11> 방사선 관련 법령에 의한 안전보건 관리 특성

구분	산업안전보건법	원자력법	의료법 (진단용방사선 발생장치의 안전관리에 관한규칙)
관련 부처	노동부	과학기술부	보건복지부
대 상	방사선 취급근로자	원자력발전소, 허가기관종사자	진단용방사선발생장치 사용자
명 칭	-	방사선작업종사자	방사선 관계 종사자
허가/신고 여부	허가, 신고기관 구분 없음	허가기관	신고기관 (동위원소 사용 시 허가기관이 됨)
선량관리기관	방사성동위원소협회	방사성동위원소협회	식약청, 방사성동위원소협회
교육	-	방사선작업종사자 방사선안전관리자	진단용안전관리 책임자 교육 (선입후 1년 이내)
건강진단형태	특수건강진단, 방사선취급근로자 건강진단	방사선작업종사자검진, 특수건강진단	방사선관계종사자 건강진단 (1회/2년), 특수건강진단

각 부처별 방사선량 측정제도 비교와 방사선 취급 근로자의 건강진단제도의 비교는 아래의 표 12와 표 13과 같다.

<표 12> 부처별 방사선 측정제도의 비교

노동부	과학기술부	보건복지부
*산업법 시행규칙 제93조1항 -> 작업환경측정 대상작업 등 구체 내용 부재	*원자력법 시행규칙 제114조 1항(측정장소) ->방사선량의 경우 ->방사성물질 등에 의한 오염상황의 경우	*의료법 제32조의2 제2항 ->방사선관계 종사자(TLD 사용 하는 경우 3개월 1회이상 측정, 필름팩트 사용자 1개월마다 1회 측정)
*방사선에 의한 건강장해의 예방(보건기준에 관한 규칙) -> 측정 의무 부재	2항(측정대상) ->방사선작업 종사자 ->수시 출입자 ->방사선시설 일시출입자	

<표 13> 부처별 방사선 취급 근로자의 건강진단 제도 비교

노동부	과학기술부	보건복지부
*시행규칙 제100조, 별표 13가, 필수검사항목 - 직업력 및 폭로력 조사 - 과거 병력 조사 - 자각증상조사(문진표) - 임상진찰(눈,피부,신경계,조혈기) - 임상검사 #혈액학적 검사(RBC, WBC, Hb, Ht, 혈소판 수, 백혈구백분율) #요 검사, #간 기능 검사 나. 선택 검사항목 - 혈액도말검사, 방사선혈구 - 백내장 검사 - 흉부 방사선 검사	*원자력 시행규칙제115조 1항( 검사내용 ) - 백혈구, 적혈구, 혈액소 - 담당의사가 필요 시 검사 2항 (건강진단 실시시기) - 최초 방사선작업 종사 전 - 방사선작업 종사자는 매년 실시(단, 일반인에 대한 선량한도 미 초과 시 생략) - 선량한도를 초과한 종사자	*의료법 제32조의2 제2항가, 2년마다 건강진단 실시 (단, 방사선 최초 종사자는 업무종사 전에 건강진단 실시) 나. 건강진단 문진항목 - 방사선피폭증상 유무 - 유증상자는 작업장소, 작업 내용, 작업기간, 피폭선량, 방사선장해 유무 - 그 외 방사선에 의한 증상 다. 검사항목 - Hb, RBC, WBC - 그 밖에 의사가 필요하다고 인정 한 검사

각 부처별 작업환경측정제도의 비교에서 노동부는 산업안전보건법 시행규칙 제93조 1항에 의한 방사선 취급 근로자에 대한 측정 대상작업 등 구체적인 내용이 명시되어있지 않은 반면, 과학기술부는 원자력법 시행규칙 제114조 1항과 2항에 측정 장소와 측정대상이 명시되어있다. 또한 보건복지부는 의료법 제32조의2 제2항에 방사선 관계 종사자에게 TLD (열형광선량계)를 사용한 경우에는 3개월에 1회 이상 측정하며, 필름팩트 사용시에는 1개월 마다 1회 이상 측정하도록 명시하고 있다.

부처별 방사선 취급 근로자의 건강진단제도의 비교에서 노동부는 산업안전보건법 시행규칙 제100조, 별표 13에 의거 특수건강진단의 검사항목이 상세히 명시되어있고, 과학기술부는 원자력법 시행규칙 제115조 1항과 2항에 건강진단의 검사내용과 건강진단 실시시기를 피폭선량의 정도에 따라 구분하고 있다. 보건복지부는 의료법 제32조 제2항에 의거 건강진단 실시주기, 건강진단의 문진항목 및 검사항목을 비교적 상세히 명시하고 있다.

## 2) 국외의 법령 및 제도 현황

### (1) 방사선방호 관련 국제기구

#### 가) IAEA (International Atomic Energy Agency)

##### ○ 역사

1953년 12월 8일에 미국의 아이젠하워 (Dwight David Eisenhower) 대통령은 국제연합 총회에서 “평화를 위한 원자 Atom's for Peace”이라는 연설 제목으로 유엔 회원 하에 핵 물질의 저장과 보호 및 핵 물질의 평화적 사용을 목적으로 하는 국제기구의 창설을 제안함으로써, 파괴력 강한 무기인 원자력의 평화적 이용을 주장했다. 이러한 생각이 설립현장에 조인했고 IAEA Statute 형성 하는데 기초하여 81개국이 1956년 10월 합의를 하였다. 1957년 7월 29일 현장 발효로 IAEA가 발족했다.

1961년에는 IAEA는 국제적 핵 협력적인 연구 채널이 된 오스트리아

(Seibersdorf, Austria)에 연구소를 설립하여 바다에서의 방사능 영향에 대한 연구를 위하여 Monaco, Oceanographic Institute 와 같이 협약을 체결한다. 이 시기부터 원자력과 관련하여 IAEA 여러가지 연구의 허브(Hub)로 변화한다.

핵 에너지 기술이 급진적으로 발전하여 기술이 성숙되어 상업적으로 구입이 가능하게 되었다. 1973년 오일 쇼크를 거치면서 이 핵 기술은 에너지 문제의 대안으로 떠오르게 된 면서 IAEA 중요성이 증대 되었다. 하지만 이러한 국가들의 핵에너지에 대한 욕구는 1986년 체르노빌 사고에 의해서 20년 채 가지 못했다.

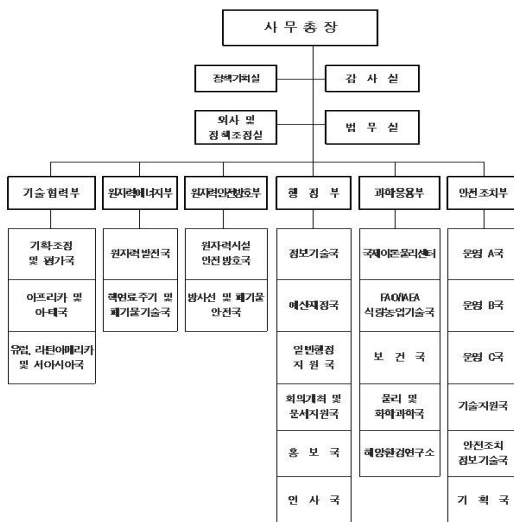
1988년 IAEA와 UN 식량 농업 기구는 목축 동물들에게 질병을 전염시키는 Screwworm를 퇴치하기 위해서 비엔나 연구소에서 개발된 방사능 기술에 기초한 퇴치 기술을 사용하였다.

IAEA는 그림 17에서와 같이 산하에 6개 부서로 구성되어 있으며, 기술협력부, 원자력부, 원자력 안전부, 행정부, 연구동위원소부 및 안전조치부이며, 사무차장이 각 부서를 관장하고 있다. 그 외에 운영위원회를 비롯하여 방사성 폐기물관리 위원회, 원자력 시설 안전 위원회, 방사선방호 및 공중보건위원회, 원자력규제위원회, 원자력 개발위원회, 원자력과학위원회, 원자력 손해배상에 관한 전문가 그룹 등 8개의 위원회가 있다. 또 국제 원자력 관계 정보유통시스템으로서 INIS (International Nuclear Information System: 국제 원자력 정보 시스템)을 운영한다.

##### ○ 총회와 이사회

총회는 최고 의사 결정 기관으로써 모든 회원국들의 대표자로 구성이 되는 조직이라는 정치적 권위를 가지고 있다. 정기 총회는 매년 9월 비엔나에서 개최되고 있다. 이사회의 요청이나 회원국의 과반수의 요청이 있을 경우 특별 총회가 열린다.

### - 조직 구성



[그림 17] IAEA 조직도

이사회는 기구의 임무를 수행하는 권위를 가지는 의사 결정체다. 매년 3.6.9 (총회 전과 직후) 12월 매년 5번 개최가 된다. 총 35개국으로 구성되어 있으며, 이사회 지명 이사국 13개국은 이사회에서 지명하는 이사국으로, 세계 및 지역

원자력 선진국이다. 임기는 지명후의 정기 총회 폐막으로부터 그 다음 정기 총회까지 1년이다.

##### ○ 회원국가

IAEA에 가입되어 있는 나라는 130개국으로서 구조적 측면에서 다른 UN의 기관과 비교하여 차이가 있다면 UN과 느슨하게 연결되어 있다는 것이다. 이는 곧 IAEA의 조직이 보다 더 자율적인 영역을 많이 가진다는 것을 말한다. IAEA현장은 본문 23개조와 부속서로 구성되어 있으며 목적, 기능, 회원국, 조직 및 사업수행 등에 관한 사항을 규정하고 있다. 그리고 “그의 활동은 평화와 국제적인 협력을 증진시키는 UN의 목적과 원칙에 일치하여야 한다”(헌장 III B1)는 것을 언급하고 있다. 보다 구체적으로 말하면 기구는 “해마다 UN의 총회에 그의 활동에 관한 보고서를 제출하고(헌장 III B4) : 안전조치에 불만을 가지는 모든 경우를 총회와 안전보장회의에 보고하는 것 (헌장 C)이다.

##### ○ 활동

IAEA의 활동은 크게 세 가지로 분류를 할 수 있다. 첫번째는, 핵 보호조치와 검사이다. 이것은 핵무기의 확산을 막기 위해서 노력에 중점을 둔다. IAEA는 세계 핵 검사 40년이 넘는 경험에 있으며, 보호 조치된 핵 물질이 군사적 목적으로 쓰이지 않게 검사관들은 파악하는데 주력한다. 또한 기관은 UN 안보리 관리하게 있는 이라크 핵을 관리하고 있다. 보호조치 (safeguard)으로써 IAEA는 140개 국이 넘는 핵 관련 시설을 사찰 (검사)한다. NPT 조약이 제대로 지켜지고 있는지 확인하는 활동을 한다. 직접적으로 관리하는 핵 시설로서는 IAEA는 UN 안보리 결의안에 의해서 이라크 핵 관련해서 검사와 모니터링을 담당한다. 이것은 Iraq Nuclear Verification office (INVO)에 의해서 담당된다.

IAEA의 사찰 활동에서는 첫째, 당사국이 제출한 최초 보고서에 포함된 정보를 확인하며 핵 물질의 국내반입, 국외 반출시 핵 물질량 등이 보고한 내용과 동일할가를 확인하는 임시사찰제도이다. 둘째, 당사국이 IAEA에 보고한 내

용과 현재의 핵 물질이 일치하는가를 조사하며, 최초보고이후의 모든 변동사항을 확인하는 것이 정기사찰제도이다. 북한은 IAEA의 임시 사찰 후에 보조약정을 맺고 1992년 9.10월에 최초의 정기사찰을 받을 것으로 예상되었으나 실제로 실시되지는 않았고 북한은 계속해서 임시사찰만 받았다. 셋째, IAEA사찰에도 특별사찰제도가 있는데 이것은 당사국이 특별보고서를 제출한 경우이거나 IAEA가 기존의 사찰로서는 사찰이 불충분하다고 판단하는 경우 실시할 수 있다. 이때 후자의 경우는 당사국이 반드시 합의해야 하므로 실시가능성이 거의 없다고 보아야 할 것이다.

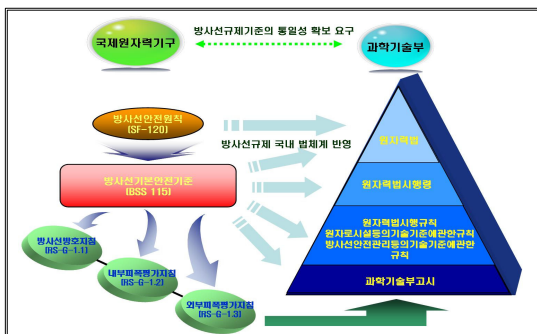
두번째, 핵 안보와 안전이다. 방사능의 영향으로부터 사람과 환경을 보호하는데 주력한다. IAEA는 국가들이 핵 안전을 업그레이드 할 수 있게 도움을 주며, 비상사태에 반응하고 준비하도록 돕는다. IAEA Department of Nuclear Safety and Security가 담당을 한다. 안전 영역(Safety)에서는 핵 시설, 방사능 물질, 핵폐기물 운송에 대해서 담당 한다. 핵심적 요소는 핵 물질의 국제적 안정 표준을 확립하는 것이다. 안보영역(security)에서는 핵 물질, 핵 시설을 담당한다. 국가들이 테러, 불법적 소유, 사용 거래 방지와 핵 시설 보호를 위해서 행동으로부터 방지, 탐지, 대응 할 수 있도록 주력한다.

세번째, 핵 과학과 기술이다. IAEA는 개발도상국에게 질실한 핵 과학 기술의 안전한 사용이 이루어지도록 주력을 한다. 기술적 협력으로써 개발도상국들이 협력적 프로젝트로 사회적, 경제적 혜택을 누리도록 돕는다. 다양한 채널과 협력으로 전문 서비스 제공, 특수 장비, 훈련(교육)등 다양한 지원을 한다. 연구개발로써는 국제적으로 연구소와 학회와 같이 개발도상국이 안고 있는 문제를 돕는다. 방사능 핵 기술로써 도울 수 있는 식량, 보건, 수자원, 환경 영역에 변화를 위해서 돕는다.

핵에너지와 전력과 관련해서 IAEA는 에너지 수요에 맞출 수 있도록 국가들이 계획을 하는데 도움을 준다. 국제적인 에너지 수요의 증가에 따른 진보된 기술로써 대응하도록 돕는다.

나, 전문가 그룹, 방사선방호 업무를 담당하는 전문가들에게 도움이 되기를 바라고 있다.

우리나라의 방사선방호에 관련된 법령 체계는 국제기구 및 국가간 조화체계가 이루어지는 법령 체계를 수립하고 있다. 그림 18과 같은 다양한 국제기준 및 권고사항이 원자력법에 반영되고 있다.



[그림 18] 다양한 국제기준 권고사항 원자력법 반영

이것들을 담당하는 과는 Department of Technical Cooperation; Department of Nuclear Science and Applications; Department of Nuclear Energy이다 (한국국제원자력협력재단, 2004년).

나) ICRP (International Commission on Radiological Protection)

○ 역사

국제방사선방호위원회 (ICRP)는 국제 X-선 라듐방어위원회라는 명칭으로 1928년도에 설립하였고 1950년도에 재편성 되면서 현재의 이름으로 개정되었다. ICRP는 그 자매기구인 국제방사선단위측정위원회 (ICRU)와 긴밀하게 일하고 있고 세계보건기구 및 국제원자력기구 (IAEA)와도 공식적인 관계를 유지하고 있다. ICRP는 또한 국제노동기구, UN 산하의 방사선영향에 관한 과학위원회 및 환경프로그램 (UNEP), 유럽공동위원회, 경제협력개발기구 (OECD)내 원자력기구 (OECD/NEA), 국제표준기구, 국제전기기술위원회 및 국제방사선방어학회 (IRPA) 등과도 밀접한 관계를 가지고 있다. 현행 연속 간행물의 최초의 보고서는 Publication 1 (1959) 인데 이 보고서는 1958년 9월에 승인된 권고사항이 포함되어있다. 이어서 발간된 Publication 6 (1964), Publication 9 (1966) 및 Publication 26 (1977)에는 일반권고 사항이 수록 되어있다.

○ ICRP 신권고의 목적

ICRP는 ICRP의 권고가 국가, 지방 및 국제적인 수준에서 규제 및 자문기관에 도움이 되기를 의도하고 있다. ICRP는 이 들 권고가 적절한 방사선방호의 기초가 되는 기본적인 원리에 관한 지침으로 사용되기를 의도하고 있으나, 국가들마다 적용되는 조건들이 서로 다르기 때문에 방사선방호 규제를 위한 교과서가 되기를 의도하지는 않고 있다. ICRP는 각 국가의 규제당국이 평소의 경험과 정책에 알맞은 그들 자체의 법령, 규정, 인가, 허가, 관습법 및 지침 등을 개발할 필요가 있다고 권고하고 있다. 그러나 ICRP는 어떠한 규제의 체계라도 ICRP가 안내하는 방향과 넓은 의미에서 일관되도록 설계되어야 한다고 믿고 있다. 또한, ICRP는 각각의 상황에서 방사선방호에 책임이 있는 경영진이

○ ICRP 1990년 신권고

○ 배경

- '90년 국제방사선방호위원회(ICRP)는 ICRP 26 권고를 대체하는 방사선방호에 대한 신 권고 사항을 공포

- '96년 국제원자력기구(IAEA)는 ICRP 60 권고를 대부분 수용하여 세계 각국의 방사선방호 규제요건에 활용하도록 방사선방호 및 방사선원 안전에 관한 국제 기본 안전기준(BSS-115)을 개정출간

○ ICRP 60의 주요내용

- 방사선피폭에 의한 위험도 재평가  
- 방사선피폭에 의한 발암위험도 (risk)가 ICRP 26의 평가결과인 1.65%/Sv보다 약 3~4배 증가한 5.6%/Sv로 재평가  
- 직업상 피폭에 대한 선량한도의 하향조정  
- 선량한도를 「연간 50 μSv」에서 「연간 50 μSv를 넘지 않는 범위에서 5년간 100 μSv」로 하향 조정

○ 규제면제 개념의 확장

- ICRP 60 권고에서는 규제면제(exemption)의 개념을 구체화하였으며, IAEA의 BSS-115에서는 이에 대한 정량적 기준을 제시하였음

○ 방사선작업구역의 재분류

- 방사선작업구역을 방사선 관리구역과 감시구역으로 구분

○ 국내 제도와 추진실적

- ICRP 60의 국내 제도를 위하여 '92-'97년까지 중장기연구를 수행하고, 동 결과에 대하여 유관기관 및 전문가의 의견을 수렴

- 원자력안전전선위원회에서 ICRP 60 제도와 방안을 확정 ('98.5)

- 직업상 피폭에 대한 선량한도를 “연간 50μSv를 넘지 않는 범위에서 5년간 100μSv”로 하향 조정

- 단, 2002년 말까지 “연간 50μSv를 넘지 않는 범위에서 5년간 200μSv”를

- 방사선작업종사자중 임신이 확인된 자와 방사선동위원소를 제한적 또는 일시적으로 사용하는 경우의 선량한도를 규정
- 긴급조치 개념의 도입
- ICRP 60 제도에화에 필요한 구체적 수치 값을 확정하여 반영 (방사선헤중별 연간섭취한도, 유도공기중농도, 배출관리기준, 허용표면오염도 등)
- 동 고시의 제정·공포로 ICRP 60 권고의 국내 제도는하는 완결
- 2003년부터 ICRP 60의 선량한도를 전면 도입이행 중
  - ICRP 60 권고의 개정 동향
  - 최근 ICRP에서는 ICRP 60 권고 이후에 발간된 권고들을 집대성하여 2005년에 다시 새로운 권고를 발간할 예정이며 그 주요동향은 다음과 같음
  - 개인에 대한 방사선보호를 최우선시 (방호철학의 변화)

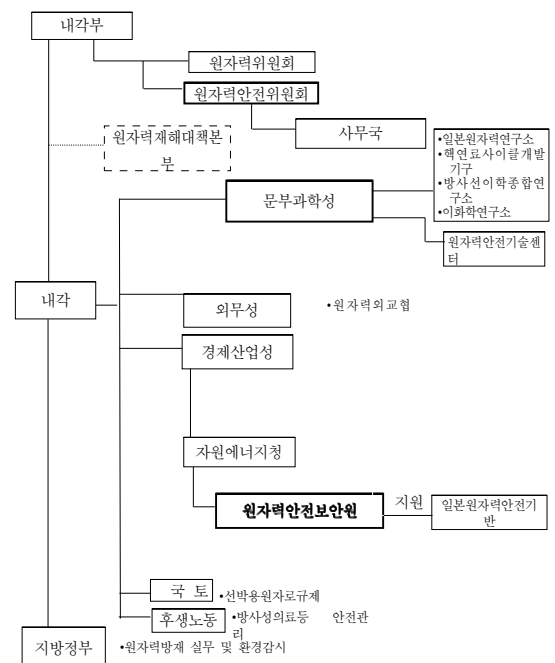
가) 일본

○ 법령체계

일본에서는 원자력의 개발, 이용 등에 관한 법령을 체계함에 있어서 개발, 이용의 촉진과 안전규제의 조화라는 것이 가장 중요한 과제로 되어왔다. 그리하여 일본에서는 원자력의 평화적 이용을 목적으로 한 연구, 개발, 이용에 관한 법령체계를 일본의 원자력 이용의 기본원칙을 나타낸 법규로 말할 수 있는 「원자력기본법」(1955. 12.19. 법률 제186)을 중심으로 하여 정부 조직법, 연구개발촉진법, 규제법, 손해배상법 등 분야별로 각각 개별화하여 편성함으로써 합리적인 법체계를 운영하고 있다. 즉, 일본의 원자력 관련 법령체계상 입법의 기초는 원자력 기본법이다. 이 기본법에서는 미래에 있어서 에너지 자원의 획득, 연구개발의 촉진, 원자력의 평화적 이용 등을 기본법의 목표로서 설정하고 있다. 또한 기본법에서는 원자력위원회와 원자로, 핵연료개발사업단의 설치근거를 규정하였으며, 핵연료물질, 원자로, 방사선방호, 원자력손해배상 등에 관한 규제를 선연적으로만 언급하고 그에 관련된 후속 개별 법령을 통하여 국가

○ 정부 조직체계

일본의 안전규제 행정조직은 그림 19에서 보는마와 같이 방사선 취급 근로자의 안전규제는 후생노동성에서 방사성동위원소 등 안전관리와 방사선작업종사자에 대한 안전규제관리 업무를 수행하고 있다.



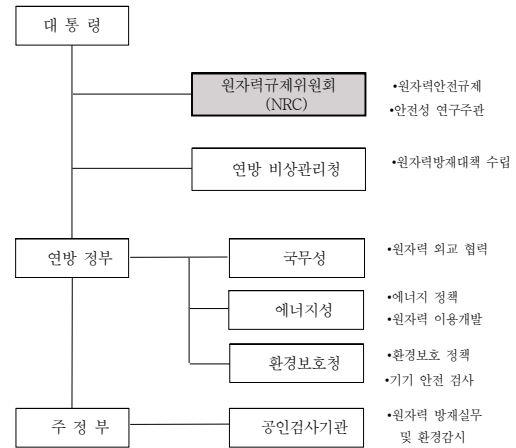
80

나) 미국

○ 법령체계

미국의 원자력 입법체계의 중심은 1954년 원자력법 (Atomic Energy Acts)이며 이 법은 원자력사업에 대한 포괄적인 규정으로서 일반적인 기본 구조사항을 규정하고 있다. 그리고 미국 의회는 핵물질의 안전을 확보하기 위한 연방통제 기관으로서 원자력위원회 (Atomic Energy Commission: AEC)를 설치하도록 하였으나, 그 후에 특히 일반시민들이 핵물질의 군사적 사용과 공공적 사용을 모두 규제하는 AEC의 역할을 혼동함에 따라 미국의회는 AEC를 폐지하고 에너지재편법 (Energy Reorganization Acts of 1974)을 제정하여 모든 핵물질의 공공사용을 규제하는 권한을 가진 원자력규제위원회 (Nuclear Regulation Commission: NRC)를 설치할 수 있도록 하였다. 그 후 NRC의 기능은 그대로 유지시키면서 1984년 원자력법 (Atomic Energy Acts of 1984)과 안전규정 (Safety Regulations)들이 공포되었다. 1984년의 원자력법은 NRC가 규제해야 할 핵물질 및 원자력시설 등과 NRC의 조직과 임무에 관하여도 부분적으로 규정하고 있다. 이와 같이 미국에 있어서의 원자력법령 체계는 원자력법을 기본법으로 삼고서 원자력규제위원회 (NRC)를 중심으로 원자력 관련 각 현안사업에 따른 개별적, 구체적 규제를 행할 수 있도록 입법조치를 취하는 법 운영체제라 할 수 있겠다. NRC의 사업과 관련된 다음과 같은 입법법들이 그에 해당 하는 것이라 하겠다.

- 원자력 기본법: 원자력법 (1954, 1984)
- 기본규제 기관법: 원자력 재편법 (1974)
- 에너지정책법 (1992)
- 저준위방사성폐기물정책법 (1985)
- 핵폐기물정책법 (1982)
- 연방환경정책법 (1969)
- 정부조직 체계



[그림 20] 미국의 안전규제 관련 행정조직

미국의 원자력 관련 행정조직은 그림 20에서와 같이 대통령 직속의 원자력 규제위원회가 원자력 안전규제를 담당하고 있다. 즉 원자력규제위원회 본부에서는 검사사항과 검사지침서를 작성하고 지역 정부는 이에 따라 검사를 수행하고 있다. 또한 지역 주정부의 핵물질안전국에서는 방사성동위원소 규제를 수행하고 있으며 주정부의 규제 권한은 몇 가지 방사성동위원소에 국한된다.

미국 전역에 약 21,000여개의 방사성동위원소 사용 허가기관 중에 약 5,000여개에 대해서는 원자력규제위원회가 인허가와 검사를 수행하고 나머지는 원

자력규제위원회와 계약된 32개 주정부에서 수행하고 있다.

다) 영국

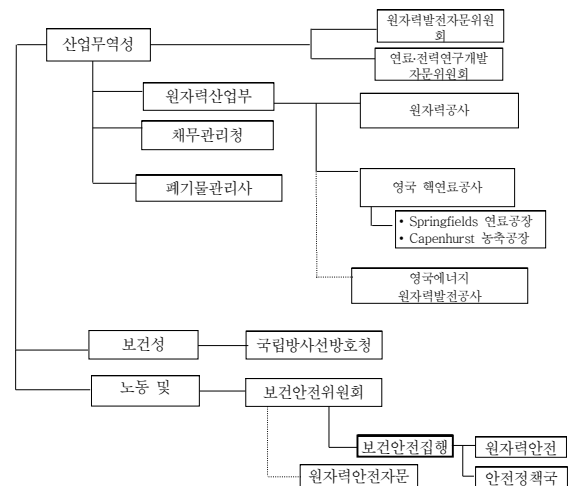
○ 법령체계

영국의 원자력 관련 행정조직은 그림 21에서 보는 바와 같이 노동 및 연금 성 산하 보건안전위원회/보건안전집행부의 원자력안전국에서 현장 규제를 수행하고 있으며 보건안전집행부의 원자력안전국에는 총 170여명의 검사원을 보유하고 있다.

보건안전집행부는 일관된 안전성 요건을 적용하기 위하여 36개 조항의 인허가조건 (Licensing Condition)을 규정하였으며, 사업자로부터 하역금 인허가조건 규정에 따라 안전규제를 받도록 하고 있다.

원자력시설 내의 방사성동위원소 규제는 보건안전집행부의 원자력안전국에서 수행하고 있으나 그 외 시설에 대한 인허가는 보건안전집행부의 보건부에서 담당하고 등록, 관리와 관련된 규제는 지방정부에서 담당하고 있다.

- 정부 조직체계



[그림 21] 영국의 안전규제 관련 행정조직

라) 러시아

○ 원자력 기본정책

러시아 정부가 추진해 나가고 있는 원자력분야의 기본정책은 크게 4가지로 대별할 수 있다. 첫째, 핵무기의 생산·양도 및 이용에 관한 국방부령에 따라 군



수관련 연구개발을 추진하고, 핵무기의 균형유지와 함께 국제핵무기 감축의무를 성실히 이행해 나가며

둘째, 원자력활동에 필요한 지질·채광·가공·야금·화학·기계 및 건설분야 등 다분야 기업과 연구기관이 상호 기술공정적으로 연결된 원자력복합체의 산업잠재력을 효과적으로 활용하여 산업의 고부가가치를 창출해 나가고

세째, 원자력 이용기술의 지속적인 개발과 함께 원자력안전성 확보노력을 병행 추진해 나가며

네째, 원자력 산업구조를 합리적으로 전환시켜 나가면서 투자효율을 제고시켜나가기 위해 고도의 원자력기술을 마이크로 전자·특수자동차·신소재·광섬유·통신산업 분야 등으로 이전·응용토록 하며, 한편으로는 이를 현대 의료기기와 전기장비의 생산 및 차세대 원자로개발에 적극 활용토록 지원해 나가고 있다.

#### ○ 원자력 안전규제 관련 조직

러시아에서의 원자력 안전규제기관은 크게 정상적인 일반상황과 비정상적인 사고 상황으로 구분하여 상황별 특성에 맞는 안전관리위원회를 별도로 설치하여 운영하고 있다.

- 정상적인 일반상황 하에서는 원자력에너지부 (Ministry of Atomic Energy) : 원자력의 이용차원에서 계획·관리하는 원자력시설에 대해 원자력안전감독위원회 (Gosatomnadzor, State Committee for the Inspection of Nuclear & Radiation Safety)가 안전문제 전반을 규제하고 있다.

- 주민의 피폭관리에 대해서는 보건부 (Ministry of Public Health)와 위생 전염병감독위원회 (Goscomsanepidnadzor, State Committee of Sanitary & Epidemiological Supervision)가 전담하고 있다.

- 환경방사선 문제에 대해서는 환경보호 및 천연자원부 (Ministry of Environment Protection and Natural Resources)에서 담당하고 있다.

- 농산물 안전문제에 대해서는 농업 및 식품생산부 (Ministry of Agriculture and Food Production)가 관장하고 있다.

원전에서 발생하는 액체폐기물은 증기화 시킨 후 응축된 물질을 모아 시멘트 고화나 유리 고화법으로 처리하여 보관하고 있으며, 사용 후 핵연료는 저장소에 임시보관하고, 기타 고체 폐기물은 연소·용해를 거쳐 압축처리 한 다음 특수 콘크리트 시설 내에 보관하고 있다.

핵물질의 계량관리측면에서 핵물질은 우리나라의 채광에서부터 농축·핵연료 가공, 장입 및 저장의 각 단계에 걸쳐 계량관리 전달요원과 보안요원에 의해 엄격히 점검·관리되고 있다고 한다.

원자력발전소 사고 시 지역주민과 재산에 미치는 방사선위험의 저감화 측면에서 러시아는 미국의 제한구역 (Exclusion Zone)과 유사한 개념의 건강보호구역 (Health Protection Zone)을 설정·적용하고 있다. 일반인의 거주가 금지된 이 건강보호구역은 방사선방호법에서 규정한 최대허용피폭선량 (산정법: 노심 재고량의 0.1%이상이 환경에 방출)을 초과하지 않는 구역으로 원자력발전소의 경우에는 최대 반경이 3km이고, 방사화시설의 경우에는 5km이나 연구용 원자로의 경우에는 1/3km를 적용하고 있다. 러시아의 건강보호구역은 서방의 제한구역에 비해 그 관리거리가 평장히 적은데 이는 러시아의 정부기관이 건강보호구역 경계에서 허용기준치를 초과할 가능성이 있다고 판단할 경우에는 관리거리를 확대할 수 있기 때문으로 분석된다.

한편 러시아의 원자력 자격제도는 우리나라의 과학기술처 안전심사관실과 같은 원자력안전감독위원회 (Gosatomnadzor)가 핵연료의 장입에서 원자로의 운전정지에 이르는 단계까지 관리하고 있으며, 별도의 원자력위원회는 초기 안전성분석자료를 근거로 하여 원전의 기술 감사를 수행하고 있다. 원자력위원회는 원자력안전감독위원회, 원전대표, 설계조직, 과학조직 및 소방조직의 감독자로 구성되며 원자로 가동 등 운전절차를 결정하고 VVER과 RBMK형 원자로의 물리적 운전상황을 수시로 감시하고 있다. 이처럼 러시아는 과거 사회주의 계획경제의 운용을 통해 국가 목표를 달성해 나가는데 필요한 전략분야에는 인적·물적 가용자원을 집중 투입할 수 있었고, 한 분야에 몸을 담으면 거의 평생

- 비정상적인 사고 상황 하에서는 사고의 진전도에 따라 별도의 관리위원회를 독립적으로 운영하고 있다.

사고발생 초기단계에서는 시민보호 및 비상상황과 재난구조위원회 (State Committee for Civil Defense, Extra Ordinary Situation & Disaster Relief)가 주관하는 가운데 정상적인 상황 하에서 관리해 왔던 안전규제 기관 등과 상호협력해 나가고, 사고 상태가 완화되는 제2단계에서는 수리 기상 및 환경감시위원회 (Russian Federation Service for Hydrometeorology & Environmental Monitoring)가 관장하며, 그 이후 회복과 정상상태에 도달하는 제3, 제4단계에서는 체르노빌 및 방사선 재해지역 회복과 주민보호위원회 (Goscomchernoby, State Committee for Social Protection of Citizens & Rehabilitation of territory affected by Chernobyl and other Radiation Catastrophes)가 관리하고 있다.

#### ○ 부문별 원자력 안전관리현황

방사선피폭의 저감화 측면에서의 방사선안전은 지역관리 개념과 기술 관리 개념을 도입한 방사선안전기준 (Norms of Radiation Safety)에 따라 안전성을 확인·관리하고 있다. 따라서 지역관리 차원에서는 원자력시설 내외부의 방사선량 측정, 개인의 방사능 제염 및 내외부 피폭관리, 수송수단 관리 및 시설 주변지역을 감시하고 있으며, 기술관리 차원에서는 수질·용수 및 가스정화설비의 관리, 2차 계통과 배수계통의 관리, 고체폐기물의 매립관리를 추진하고 있다.

이와 함께 방사성동위원소는 방사성원소 및 이온화된 방사선원의 취급 및 위생규정(Main Sanitary Rules of Treatment the Radioactive Element and other Sources of Ionizing Radiation)에 따라 저장·관리하고 있다.

아울러, 방사성폐기물은 위생 및 전염병감독위원회 (Goscomsanepidnadzor)의 허가를 받아 추출하고 있으며, 추출된 방사성폐기물은 특수 수송 수단과 특수 훈련요원에 의해 수송되며, 수송 시에는 방사성폐기요소 수송규정에 따라 포장된 상태로 수송토록 하고 있다.

을 동일한 연구에 몰두할 수 있었기 때문에 첨단기술과 이를 뒷받침하는 기초 과학이 세계적 수준을 유지할 수 있는 토양을 갖추게 된 것 같다. 특히 러시아는 지난날 군사적 힘의 논리에 비중을 두고 군수원자력개발에 역점을 두고 민수원자력을 병행 추진해 온 관계로 원자력 안전부문이 서방에 비해 뒤진다고 지적되기도 하나 자기 나름대로의 안전 목표와 안전철학 하에서 원자력 안전문제를 다루고 있는 것으로 보인다.

#### 마) 방사선호 관련 국내의 전문기관 현황

##### - 국외 기관

기관명	대표자 (설립일)	설립목적	비고
유엔방사선영향과학위원회(UNSCEAR)	미.영.불.중 등 21개 회원국(1955)	전리 방사선의 영향 현황 조사	유엔산하전문위원회 (한국:비회원)
국제원자력기구(IAEA)	Mr. Mohamed Elbaradei(1957)	원자력의 평화적 이용증진 원자력 및 방사선 안전 확보 핵무기정확보선진국-후진국간 기술협력	회원 134개국 (한국:1957년 가입)
유럽경제협력개발기구 / 원자력기구(OECD/NEA)	Mr. Luis Echávarri(1961)	방사선방호 전문위원회(CRPPH) 및 직업성피폭국제시스템(SOE) 등 운영	회원 28개국 (한국:1996년 가입)
국제방사선방호위원회(ICRP)	Mr. Roger H. Clarke(1928)	방사선방호에 관한 권고 발간	비정부간 기구 (정부 후원)
국제방사선방호학회(IRPA)	Mr. Geoff Webb(1964)	방사선방호에 관한 학술 진흥	회원기관 : 49개 국가의 방호학회(한국은 방위학회가 회원)

- 국내기관 및 단체 현황

기관명	대표자 (설립일)	설립목적	비고
한국원자력산업회의 (www.kaif.or.kr)	한 준 호 (72. 10)	원자력산업이용에 관한 정보 교 류, 학술회의, 국제협력	단체회원 74개사 개인회원 210명
한국비과검사학회 (www.ksnt.or.kr)	이 세 경 (81. 6)	비과검점사 기술수준 향상	단체회원 127개사 개인회원 1453명
한국원자력학회 (www.nuclear.or.kr)	이 은 철 (69. 3)	원자력에 관한 학술진흥	회원 2,300명
한국방사성동위원소협회 (www.ri.or.kr)	채 화 목 (85. 9)	방사성동위원소 이용증진 활동	단체회원 555개사 개인회원 793명 특별회원 73개사
대한방사선방어학회 (www.karp.or.kr)	권 석 근 (89. 7)	방사선방어에 관한 학술 진흥	단체회원 30개사 개인회원 506명
한국원자력문화재단 (www.knef.or.kr)	박 금 옥 (92. 3)	원자력에 대한 국민이해홍보	4실, 1팀, 1개 사업소
한국비과검점사진흥협회 (www.kpndt.or.kr)	한 지 현 (96. 9)	비과검점사용역의 육성 발전	회원 39개사

2. 방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장 현황

방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장의 업종별, 지역별 인허가 사업장수 현황은 아래의 표 14, 표 15와 같다. 전국의 총 신고사업장수는 2007년 9월 현재 2,299개소이며 이 가운데 산업체는 1,551개소로 총 신고사업장중 67.4%로 가장 높은 분포를 보였으며 다음은 공공기관 368개소 (16.1%), 연구기관 226개소 (9.8%)이었고 의료기관은 8개소 (0.3%)로 가장 낮았다. 허가기관도 역시 산업체에서 711개소 (65.9%)로 가장 높았다. 신고사업장의 지역별 분포에서는 경기지역이 713개소 (31.1%)로 가장 높았고 서울지역 249개소 (10.8%), 대전과 충남지역 231개소 (10.0%)로 이 들 3개 지역이 총 신고사업장수의 과반수 이상의 분포를 보였다. 허가기관에서도 경기지역 22.2%, 서울지역 20.1%, 대전, 충남지역 13.3%로 역시 이 들 3개 지역에서 총 허가사업장의 55.6%로 과반수 이

상을 차지하는 것으로 나타났다.

한편, 산업체의 방사선원별 신고사업장수 현황은 표 16에서와 같이 방사성동위원소이용 사업장 총 1,037개소 가운데 신고사업장수는 547개소 (52.7%)이었고, 방사선발생장치이용 사업장 1,447개소 가운데 신고사업장수는 1,111 (76.7%)로 대부분을 차지하였다.

<표 14> 업종별 인허가 사업장수 현황

업종	신고사업장수(개소)	허가사업장수(개소)	계(%)
의료기관	8(0.3)	145(13.4)	153(4.5)
산업체	1,551(67.4)	711(65.9)	2,262(67.0)
연구기관	226(9.8)	60(5.6)	286(8.5)
교육기관	117(5.1)	101(9.4)	218(6.5)
공공기관	368(16.1)	37(3.4)	405(12.0)
군사기관	29(1.3)	25(2.3)	54(1.5)
계	2,299(100.0)	1,079(100.0)	3,378(100.0)

자료출처: 한국원자력안전기술원 자료(2007)

<표 15> 지역별 인허가 사업장수 현황

지역	신고사업장수(개소)	허가사업장수(개소)	계(%)
서울	249(10.8)	217(20.1)	466(13.8)
부산, 울산, 경남	338(14.7)	171(15.8)	509(15.0)
인천	151(6.6)	48(4.4)	199(5.9)
대구, 경북	221(9.6)	86(8.0)	307(9.1)
광주, 전남, 제주	115(5.1)	72(6.7)	187(5.5)
대전, 충남	231(10.0)	144(13.3)	375(11.1)
경기	713(31.0)	237(22.0)	950(28.1)
강원	56(2.4)	24(2.2)	80(2.4)
전북	73(3.2)	34(3.2)	107(3.2)
충북	152(6.6)	46(4.3)	198(5.9)
계	2,299(100.0)	1,079(100.0)	3,378(100.0)

자료출처: 한국원자력안전기술원 (2007)

방사성동위원소와 방사선발생장치를 동시에 이용한 총 사업장수는 222개소였으며 인허가별로 구분이 되지 않았다 (표 16).

<표 16> 산업체의 방사선원 종류별 신고사업장수

인허가 구분	방사성 동위원소	방사선 발생장치	방사성동위원소+방사선발생장치
신고 사업장수	547(52.7)	1,111(76.7)	-
허가 사업장수	490(47.3)	336(23.3)	-
계	1,037(100.0)	1,447(100.0)	222

자료출처: 한국원자력안전기술원(2007).

<표 17> 용도별 방사성 동위원소 이용 사업장 수

용도	사업장수(개소)	빈도(%)
성분분석	197	10.8
관류동약	118	6.5
수질오염분석	23	1.3
물질분석	43	2.4
비과검점사	109	6.0
식품조사	2	0.1
준위측정	708	38.7
두께측정	181	9.9
평량측정	151	8.3
밀도측정	93	5.1
수분측정	42	2.3
회분측정	18	1.0
무게측정	12	0.7
농도측정	12	0.7
유전공학연구 및 실험	2	0.1
개발 및 연구	56	3.1
추적자 기술	5	0.3
각종 신약제 개발 연구	1	0.1
보정용	23	1.3
연기 감지	8	0.4
제품홍보, 사용시범	2	0.1
정전기 제거	8	0.4
기타	15	0.8
계	1,829	100.0

자료출처: 방사선이용실태조사 (과학기술부, 한국방사성동위원소협회, 2006.6)

방사성동위원소 및 방사선발생장치 이용 용도별 사업장수의 분포를 나타낸 결과는 아래의 표 18과 같다. 방사성동위원소 이용 총사업장 1,829개소 가운데 준위측정 (Level Measurement)이용 사업장수는 708개소 (38.7%)로 가장 높게 사용되고 있었으며 다음은 성분분석 이용 사업장은 197개소 (10.8%), 두께측정 181개소 (9.9%), 평량측정 151개소 (8.3%) 순이었으며 연구개발 등에 이용되는 방사성동위

원소는 미흡하였다. 방사선발생장치 이용 총 사업장 1,167개소 가운데 기타의 용도로 이용한 사업장수는 876개소 (75.1%)로 대부분을 차지하였으나 세부적인 이용구분이 난해 하였다. 엑스선 형광 및 회절분석에 이용한 사업장수는 154개소 (13.2%), 방사선투과검사 이용 사업장수는 94개소 (8.1%)이었으며 그 외의 이용 사업장수는 매우 미흡하였다.

〈표 18〉 용도별 방사성 발생장치 이용 사업장 수

용도	사업장수(개소)	비도(%)
두께 게이지	4	0.34
레벨 게이지	6	0.51
밀도측정	4	0.34
방사선 치료	2	0.17
방사선투과 검사(이동)	50	4.3
방사선투과 검사(고정)	44	3.8
베타선후방산란계	1	0.09
엑스선허광분석	81	6.9
엑스선회절분석	73	6.3
연구용	2	0.17
정전기 제거	8	0.7
중이의 성분분석	2	0.17
중성자 포획	1	0.09
투과계	3	0.26
평량측정	10	0.9
기타	876	75.1
계	1,167	100.0

자료출처: 방사선이용 실태조사(과학기술부, 한국방사성동위원소협회, 2006.6)

방사선 및 방사성 동위원소 이용 선원형태별 사업장수 분포에서는, 방사성동위원소의 취급사업장 총 3,215개소 가운데 밀봉 (핵종별 인허가) 선원이 2,322개소 (72.2%)로 개봉 (핵종별 인허가)보다 상대적으로 높은 분포로 나타났다. 한편, 방사선발생장치의 경우, 엑스선 발생장치 2,513개소로 전체의 91.0%를 차지하고 있는 것으로 나타났다 (표 19).

〈표 19〉 방사선 및 방사성 동위원소 이용 선원형태별 사업장수

선원형태	사업장 수(%)
방사성동위원소	
개봉(핵종별 인허가)	893(27.8)
밀봉(핵종별 인허가)	2,322(72.2)
계	3,215(100.0)
방사선발생장치	
가속이온 주입기	57(2.1)
변압기형 가속장치	41(1.5)
사이크로트론	15(0.5)
선형 가속장치	98(3.5)
엑스선발생장치	2,513(91.0)
코크로프트왈튼가속장치	39(1.4)
계	2,763(100.0)

자료출처: 방사선이용 실태조사(과학기술부, 한국방사성동위원소협회, 2006. 6)

산업체에 있어서 면허종류별 선임된 방사성 안전보건관리자의 분포는 일반 면허자가 347명 (43.8%)으로 가장 많았고 감독면허자는 168명 (21.2%), 업무대행자에게 의뢰한 기관수는 278개소 (49.8%) 이었다 (표 20).

〈표 20〉 업종별 방사선안전보건관리자 선임 현황

		2005. 12.31 현재 (단위: 명)					
면 허 종 류		방사선안전 선임관리자 수					계
		산업체	의료기관	연구기관	교육기관	공공기관	
감독면허		168(64.3)	24(9.2)	22(8.4)	32(12.2)	15(5.8)	261(17.3)
일반면허		347(62.4)	121(21.8)	28(4.3)	49(8.8)	11(2.0)	556(36.9)
특수면허		-	119(91.5)	1(0.8)	9(6.9)	1(0.8)	130( 8.7)
업무대행의뢰*		278(49.8)	264(47.3)	7(1.3)	7(1.3)	2(2.6)	558(37.1)
계		793(52.7)	528(35.1)	58(3.9)	97(6.4)	29(1.9)	1,505(100.0)

\*업무대행자에게 방사성안전관리를 의뢰한 기관수 임.

자료출처: 방사선이용 실태조사(과학기술부, 한국방사성동위원소협회, 2006. 6).

### 3. 사업장 안전보건실태의 설문조사 결과

#### 1) 안전보건담당자의 인적 특성

회수된 설문내용 가운데 조사대상자의 인적 특성, 방사선 등의 사용실태, 안전관리 현황, 개인선량계 관리 및 안전보건교육 현황, 방사선 취급 근로자의 건강진단, 기타 사업장의 안전보건관리 준수 사항 등을 조사하였다.

회수된 설문지 253개소의 방사선 안전보건담당자의 일반적 특성 가운데, 안전보건담당자의 지역별 분포를 조사한 결과, 인천, 경기지역이 40.4%로 가장 높고 서울 16.1%, 부산, 울산, 경남이 10.3% 순이었으며, 서울, 인천, 경기지역이 전체의 56.5%로 과반수 이상 이었다 (표 21).

〈표 21〉 지역별 안전보건담당자의 분포

지역	응답자수(명)	비도(%)
서울	41	16.2
인천, 경기	102	40.3
강원	4	1.58
대전, 충남	12	4.8
충북	11	4.35
부산, 경남, 울산	26	10.3
대구, 경북	20	7.9
광주, 전남, 제주	8	3.2
전북	7	2.8
모름/무응답	22	8.7
합계	253	100.0

회수된 253개소 안전보건담당자의 성별 및 연령별 분포를 조사한 결과, 성별 분포에서는 남자가 202명 (79.8%)으로 대부분을 차지하였다. 또한 연령 분포에서는 30~39세에서 118명 (46.6%)으로 가장 많은 분포를 차지하였고, 40~49세, 50~59세, 20~29세, 50세 이상 순이었으며, 30세 이상자가 전체 응답자의 약 80%의 이상을 차지하였다 (표 22).

〈표 22〉 안전보건담당자의 성별, 연령별 분포

구분	응답자수(명)	비도(%)
성별 분포	남성	202
	여성	22
	무응답	29
연령 분포	20~29세 미만	24
	30~39세 미만	118
	40~49세 미만	67
	50~59세 미만	15
	60세 이상	2
	무응답	27

회수된 263개소 안전보건담당자의 학력 및 근속년수 분포를 조사한 결과, 학력분포에서는 대졸이 104명 (41.1%)로 가장 많은 분포를 차지하였고, 전문대졸 이상자가 약 193명 (76.3%)으로 나타났다. 한편, 근속년수 분포의 경우, 1~5년 미만이 93명 (39.7%)으로 가장 높은 분포를 차지하였으며 응답자의 평균근속년수는 6.9년 이었다 (표 23).

<표 23> 안전보건담당자의 학력 및 근속년수 분포

구분	항목	응답자수(명)	빈도(%)
학력 분포	고졸이하	27	10.7
	전문대졸	56	22.1
	대졸	104	41.1
	대학원이상	33	13.1
	무응답	33	13.0
근속년수 분포	1년 미만	21	9.1
	1~5년 미만	93	39.7
	5~10년 미만	60	25.6
	10년 이상	60	25.6

## 2) 근로자수 및 방사선 취급자 분포

연구대상 방사선 신고사업장의 근로자 수 및 방사선 취급근로자 수를 조사한 결과, 방사선 및 방사성동위원소를 신고 사업장의 총 근로자수는 40,993명으로 남자 근로자는 28,602명 (69.8%)으로 여자 근로자보다 상대적으로 많은 분포로 나타났다. 한편 연구대상 방사선 및 방사성 동위원소 취급근로자 수 분포에서는 총 2,534명으로 남자 취급자는 2,125명 (83.9%)으로 여자와 비교하여 높은 분포로 나타났다. 한편, 방사선 취급률을 파악한 결과 전체 방사선 취급률은 6.2%이었고 남자 근로자의 취급률은 7.4%로 여자의 취급률보다 높은 것으로 나타났다 (표 24).

<표 24> 연구대상 방사선 신고 사업장의 근로자 수 및 방사선 취급자 수 분포

성별	근로자수(%)	방사선취급자(%)	방사선 취급률
남자	28,602(69.8)	2,125(83.9)	7.4%
여자	12,391(30.2)	409(16.1)	3.3%
계	40,993(100.0)	2,534(100.0)	6.2%

## 3) 연구대상 신고사업장 개요

회수된 설문지 253개소의 방사선 신고 사업장의 방사선원 종류 분포를 조사한 결과, 단일 응답일 경우 방사선발생장치 (RG)가 125명 (49.4%)로 가장 높은 분포로 나타났으며, 밀봉 방사성 동위원소 (RI), 개봉 방사성 동위원소 (RI) 순으로 나타났다. 반면에 다중응답을 고려하였을 경우, 밀봉 방사성 동위원소 (RI)+방사선 발생장치 (RG), 밀봉 방사성 동위원소 (RI)+개봉 방사성 동위원소 (RI)가 각각 7명, 1명인 것으로 나타났다 (표 25).

<표 25> 연구대상 방사선 신고 사업장의 방사선원 종류 분포

방사선원 종류	응답자수(명)	빈도(%)
밀봉 방사성동위원소(RI)	79	31.2
개봉 방사성 동위원소(RI)	3	1.2
방사선발생장치(RG)	125	49.4
밀봉 방사성동위원소(RI)+ 방사선발생장치(RG)	7	2.8
밀봉 방사성동위원소(RI)+ 개봉 방사성 동위원소(RI)	1	0.4
무응답	46	18.2

253개소 안전보건담당자의 설문 항목 가운데, 일시적으로 방사선 작업을 한다는 응답은 42명 (17.4%)으로 나타났다 (표 26).

<표 26> 일시적이라도 방사선 작업 수행 근로자 여부

항목	응답자수(명)	빈도(%)
있다	42	17.36
없다	200	82.64
합계	242	100.0

야간 방사선 작업 여부를 조사한 결과, “한다”라는 응답이 58명 (24.5%)이었으며, “야간작업을 한다”라고 응답한 사람을 대상으로 일주일 평균 작업횟수에 대한 질문에서는 “5번 이상”이 36명 (62.1%)이나 되는 것으로 조사되었으며, “일일 3시간 이상”이 50.0% 정도나 되는 것으로 나타났다 (표 27).

<표 27> 야간 방사선 업무 관련 사항 분포

구분	항목	응답자수(명)	빈도(%)
야간 방사선작업 여부	예	58	24.47
	아니오	179	75.53
일주일 평균 야간 방사선 작업 횟수	1	8	13.8
	2	2	3.5
	3	6	10.3
	4	3	5.2
	5	9	15.5
	6	13	22.4
	7	14	24.1
일일 평균 야간 방사선 작업시간	무응답	3	5.2
	3시간 미만	29	50.0
	3~5 시간	7	12.1
	6~10 시간	14	24.1
	11시간 이상	6	10.3
	무응답	2	3.5

비파괴검사 목적의 RT를 하고 있는 사업장은 16개소 (6.3%)이었고, 그 중 9개 사업장 (56.2%)이 RT작업 업무절차를 보유하고 있는 것으로 나타났다 (표 28).

〈표 28〉 비파괴검사 목적의 이동 사용(RT) 관련 분포

구분	항목	응답자수(명)	빈도(%)
이동사용 (RT) 여부	있다	16	6.3
	없다	209	82.6
	무응답	28	11.1
RT작업 업무 절차 보유 여부	있다	9	56.2
	없다	7	43.8

방사선안전관리 수칙 준수 여부 분포를 조사한 결과, 대체로 잘 준수하고 있는 것으로 조사되었다 (표 31).

〈표 31〉 방사선안전관리 수칙 준수여부 분포

항 목	응답자수(명)	빈도(%)
전혀 준수하지 않는다	7	2.77
별로 준수하지 않는다	22	8.70
대체로 준수하고 있다	111	43.87
매우 잘 준수하고 있다	84	33.20
무응답	29	11.46

5) 개인선량계 관리

“개인선량계를 방사선 취급 근로자에게 지급하지 않는다”라는 응답이 190명 (75.1%)으로 신고사업장의 경우 대부분 개인선량계를 지급하지 않고 있는 것으로 나타났다 (표 32).

〈표 32〉 방사선 취급 작업자 개인선량계 지급 여부 분포

항목	응답자수(명)	빈도(%)
그렇다	38	15.02
아니다	190	75.10
모름/무응답	25	9.88

4) 안전보건관리 현황

연구대상 신고사업장의 안전보건관리 현황을 조사한 결과, “전담부서나 전담 안전보건관리자가 없다”라는 응답이 87명 (34.4%)으로 가장 높은 분포로 나타났으며, “방사선 전담부서 및 전담 안전보건관리자가 있다”라는 응답은 32명 (12.7%)에 불과하였고, “안전관리만을 전담하지는 않지만 자체 안전관리자가 있다”, “전담부서는 없으나 전담 안전보건관리자가 있다”, “업무대행 업체에 맡긴다”라는 순으로 나타났다 (표 29).

〈표 29〉 방사선안전관리 전담부서 및 인력관련 사항 분포

항목	응답자수(명)	빈도(%)
전담부서와 전담안전관리자가 있다	32	12.7
전담부서는 없지만 전담안전관리자가 있다	33	13.0
안전관리만을 전담하지는 않으나 자체 안전관리자가 있다	62	24.5
업무대행업체에 맡긴다	25	9.9
안전관리부서나 안전관리자를 따로 정해놓지 않고있다	87	34.4
무응답	47	5.5

방사선 안전보건관리자의 타 업무 겸직여부 분포를 조사한 결과, 위의 표 28에서 “방사선전담부서와 안전관리자가 있다”라는 응답이 매우 낮았음에도 불구하고 대부분이 타 업무를 겸직하고 있는 것으로 나타났다 (표 30).

〈표 30〉 방사선 안전보건관리자의 타 업무 겸직여부 분포

항 목	응답자수(명)	빈도(%)
겸하고있다	100	78.7
겸하고있지 않다	12	9.5
무응답	15	11.8

6) 안전보건교육

“신규채용 및 작업내용 변경 시 방사선작업과 관련된 안전보건교육” 설문에서는 “아니다”라는 응답이 126명 (49.8%)으로, “그렇다”와 비교하여 상대적으로 높은 것으로 나타났다 (표 33).

〈표 33〉 신규채용, 작업내용 변경 시 방사선 안전보건 교육 여부 분포

항목	응답자수(명)	빈도(%)
그렇다	100	39.5
아니다	126	49.8
무응답	27	10.7

매년 방사선에 관한 특별안전보건교육 실시여부 분포를 조사한 결과, “실시하지 않는다”라는 응답이 174명 (68.8%)로 “실시한다”와 비교하여 상대적으로 높은 분포로 나타났다 (표 34).

〈표 34〉 매년 방사선 작업안전보건교육 (특별안전보건교육) 실시 여부 분포

항목	응답자수(명)	빈도(%)
그렇다	51	20.2
아니다	174	68.8
무응답	28	11.0

7) 건강진단

최초 방사선 작업 종사 전에 건강진단 실시 여부를 조사한 결과, “전혀 실시하지 않는다”라는 응답이 117명 (46.2%)이나 되는 것으로 나타났다 (표 35).

〈표 35〉 배치 전 (최초방사선 작업 전) 건강진단 실시 여부 분포

항목	응답자수(명)	빈도(%)
전혀 실시하지 않는다	117	46.2
잘 실시하지 않는 편이다	39	15.4
잘 실시하는 편이다	30	11.9
매우 잘 실시한다	29	11.5
모름/무응답	38	15.0

정기적으로 매년 방사선 취급자에 대한 특수건강진단 관련 사항 분포를 조사한 결과, “전혀 실시하지 않는다”라는 응답이 110명 (43.5%), 반면에 “실시한다”라는 응답도 52명 (20.5%)이나 되는 것으로 나타났다 (표 36).

〈표 36〉 매년 정기적인 방사선 취급근로자 건강진단 실시 여부 분포

항목	응답자수(명)	빈도(%)
전혀 실시하지 않는다	110	43.5
잘 실시하지 않는 편이다	34	13.4
잘 실시하는 편이다	19	7.5
매우 잘 실시한다	33	13.0
모름/무응답	57	22.5

105

8) 기타 사업장 안전보건관리 준수 현황

대상 신고사업장의 기타 안전 및 보건에 관한 표지판 게시여부를 “방사선량 측정용구 착용 주의사항”, “방사선 관련 업무상 주의사항”, “사고발생시 응급조치 사항”, “건강장해 방지사항”, “관계자 이외 출입 금지”, “보관 표시”, “저장 표시”, “금연 표시”, “운반 표시”, “분말오염물질”, “금식 표시”로 구분하여 설문조사를 실시한 결과, 총 응답자 253명 중 “관계자 이외 출입금지”, “방사선 관련 업무상 주의사항”의 게시가 되어 있다고 응답한율이 각각 40% 이상이었고 다음은 “보관”, “금연”의 경우 응답율은 각각 28.8, 26.9%이었다. “분말 오염물질”, “금연표시”의 게시는 각각 3.6%, 4.0%로 매우 낮았다. 한편 연구대상 253명 가운데 방사선 장치실, 방사선 작업실에 차폐물이 설치 되어 있다고 응답은 48명 (19.0), 39명 (15.4) 폐기시설은 4명 (1.6%)뿐이었다 (표 38).

〈표 38〉 안전관리 게시 및 차폐물 설치 여부 분포

구분	항목	응답자수(있다)(명)	빈도(%)
안전관리 게시 여부	방사선량 측정용구착용 주의사항	26	10.3
	방사선 관련 업무상 주의사항	105	41.5
	사고발생시 응급조치사항	50	19.8
	건강장해 방지사항	33	13.0
	관계자 이외 출입금지	114	45.1
	보관표시	72	28.5
	저장표시	47	18.6
	금연표시	68	26.9
	운반표시	21	8.3
	분말오염물질	9	3.6
차폐물 설치 여부	금식표시	10	4.0
	방사선 장치실	48	19.0
	방사선 작업실	39	15.4
	방사선 저장시설	22	8.7
	폐기시설	4	1.6

107

“매년 정기적으로 검진을 실시하는 대상자 중 어떤 종류의 검진을 실시하는가”라는 질문에서는 특수검진실시 (산업안전보건법에 의거)의 응답률은 29명 (55.8%), 방사선작업종사자 검진실시(원자력법에 의거) 응답이 13명 (25.0%), 두 종류의 검진을 병행하는 경우도 5명 (9.6%)이나 되는 것으로 나타났다 (표 37).

〈표 37〉 매년 정기적인 방사선 취급근로자 건강진단 실시 항목 분포

항목	응답자수(명)	빈도(%)
방사선작업종사자 건강진단	13	25.0
특수건강진단	29	55.8
방사선작업종사자 건강진단과 특수건강진단을 병행함	5	9.6
무응답	5	9.6

106

4. 방사선 취급자의 방사선량측정 결과

1) 방사선탐색기(Survey Meter)를 이용한 방사선량률 측정 결과

방사선 및 방사성동위원소를 취급하는 신고사업장 153개소를 대상으로 작업현장의 방사선 작업공간, 작업자의 위치에서 방사선량률을 측정하였다.

본 결과에서 방사선량률수준의 구분 근거는 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙(과학기술부령 제93호) 제3조 1항에 외부방사선량률을 1주당 400  $\mu\text{Sv/hr}$ 로 정하고 있어, 일일 작업시간 기준으로 순간적인 외부방출선량이 시간당 10  $\mu\text{Sv/hr}$ 가 초과하면 법적인 관리구역이 되며, 이런 사업장은 허가사업장이 됨을 참고로 하였다. 일반적으로 방사선에 의한 인체영향을 평가하기 위해서는 전체피폭량이 산출되어야 하는데, 이런 현장조사의 경우 일시적 방문에 의한 방사선탐색기를 이용하였으므로 이를 이용하여서는 방사선의 시간당 피폭수준이 현행 원자력법상의 신고사업장의 요건을 갖추었는지 정도를 판단할 수 있을 것이며, 이 또한 관련현장에 대한 제실사의 필요가 있을 것으로 생각된다.

작업자위치의 방사선량률별 근로자수 분포를 보면, 1.0  $\mu\text{Sv/hr}$  미만에 피폭된 근로자수는 총 153명 중 137명 (89.5%)으로 거의 대부분이었으며, 1.0 ~ 10.0  $\mu\text{Sv/hr}$ 군은 4명 (2.7%), 10.0  $\mu\text{Sv/hr}$ 이상군은 12명 (7.8%)이었다 (표 39).

〈표 39〉 작업자 위치의 방사선량률별 근로자수 분포

방사선량률 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	근로자수(명)	빈도(%)
1.0 미만	137	89.5
1.0 - 10.0	4	2.7
10.0 이상	12	7.8
계	153	100.0

108

방사선 관리구역 설정기준인 10.0  $\mu\text{Sv/hr}$  이상군의 근로자 수는 총 근로자 153명 12명 (7.0%) 이었고, 업종별에서 소방방재업은 10명중 9명 (90.0%), 금융보험업은 3명중 2명 (66.7%)으로 두 업종은 방화소화기내 가스농도를 측정을 위해 방사성동위원소를 동일하게 취급하는 작업내용이었다. 지질탐사업에서도 측정한 1명의 취급자에서 10.0  $\mu\text{Sv/hr}$  이상 측정 되었다 (표 40).

<표 40> 업종별 방사선량률 1.0  $\mu\text{Sv/hr}$  이상군과 근로자수 분포

업종	대상 근로자수	1.0 $\mu\text{Sv/hr}$ 이상		10.0 $\mu\text{Sv/hr}$ 이상	
		근로자수	%	근로자수	%
금속제품제조	40	1	2.5	-	-
금융보험업	3	3	100.0	2	66.7
기계기구제조	4	1	25.0	-	-
소방방재업	10	10	100.0	9	90.0
지질탐사업	1	1	100.0	1	100.0
계	153	16	10.5	12	7.8

전 업종의 작업자위치에서 방사선량률의 기하평균은 0.281  $\mu\text{Sv/hr}$  (GSD 0.691), 작업공간에서는 평균 0.22 $\pm$ 0.47  $\mu\text{Sv/hr}$  (0.02 ~ 4.76  $\mu\text{Sv/hr}$ )이었고, 업종별 작업자위치에서 금융보험업은 기하평균 34.36  $\mu\text{Sv/hr}$  (GSD 0.589)로 가장 높았으며, 다음은 소방방재업 30.12  $\mu\text{Sv/hr}$  (GSD 0.294)이었으며 이 결과는 타 업종보다 80배 ~ 220배 이상 높았고, 작업공간에서는 타 업종보다 2배 ~ 19배 이상 높은 결과를 보였다 (표 42).

<표 42> 업종별 평균 방사선량률 비교

단위:  $\mu\text{Sv/hr}$

업종	사업장수	평균 ± 표준편차 (범위)		
		작업공간	작업자위치	작업자위치 기하평균(기하표준편차)
금속제품	40	0.12 $\pm$ 0.055(0.02-0.25)	0.20 $\pm$ 0.17(0.09-1.18)	0.168(0.196)
금융보험업	3	1.71 $\pm$ 2.16(0.12-4.76)	63.7 $\pm$ 48.4(5.27-123.8)	34.36(0.589)
기계기구제품	4	0.16 $\pm$ 0.053(0.09-0.23)	0.81 $\pm$ 1.12(0.13-2.74)	0.321(0.549)
소방방재업	10	0.77 $\pm$ 0.876(0.17-2.50)	37.16 $\pm$ 24.96(8-102.6)	30.12(0.294)
음.식료품제조	14	0.16 $\pm$ 0.089(0.07-0.41)	0.18 $\pm$ 0.045(0.12-0.28)	0.174(0.107)
전기.전자제조	48	0.19 $\pm$ 0.152(0.06-1.14)	0.25 $\pm$ 0.045(0.07-3.25)	0.173(0.268)
제약업	4	0.15 $\pm$ 0.046(0.07-0.19)	0.15 $\pm$ 0.04(0.11-0.21)	0.132(0.117)
통신장비제조	8	0.16 $\pm$ 0.06(0.07-0.24)	0.16 $\pm$ 0.045(0.12-0.24)	0.151(0.122)
항공운송업	4	0.18 $\pm$ 0.034(0.14-0.23)	0.23 $\pm$ 0.029(0.24-0.26)	0.231(0.051)
화학제품제조	3	0.10 $\pm$ 0.029(0.07-0.14)	0.61 $\pm$ 0.58(0.15-1.42)	0.376(0.417)
환경서비스업	13	0.06 $\pm$ 0.048(0.07-0.22)	0.11 $\pm$ 0.037(0.11-0.26)	0.163(0.105)
지질탐사업	1	4.76	123.8	123.77
섬유제품제조	1	0.08	0.21	0.21
계	153	0.22 $\pm$ 0.47(0.02-4.76)	3.99 $\pm$ 5.57(0.07-123.8)	0.281(0.691)

\*방사선 취급자 1명의 측정결과

방사선원별 방사선량률 10.0  $\mu\text{Sv/hr}$  이상군의 근로자수는 방사성동위원소 취급자 53명중 12명 (22.6%)이었으나 기준치 미만 이었다 (표 41).

<표 41> 방사선원별 방사선량 1.0  $\mu\text{Sv/hr}$  이상 근로자수 분포

방사선원	대상근로자수	1.0 $\mu\text{Sv/hr}$ 이상		10.0 $\mu\text{Sv/hr}$ 이상	
		근로자수	%	근로자수	%
방사선발생장치(RG)	100	3	3.0	-	-
방사성동위원소(RD)	53	13	24.5	12	22.6
계	153	16	10.5	12	7.8

방사선원별 작업자위치의 평균방사선량 비교에서 방사성동위원소 취급자는 기하평균 0.703(GSD 1.01)  $\mu\text{Sv/hr}$ 로 방사선발생장치의 취급자의 기하평균 0.172  $\mu\text{Sv/hr}$  보다 약 4배 이상 높았다.

방사선원 용도별 작업자위치의 평균방사선량률 비교에서 소방용 소화기 가스농도측정에 이용되는 작업에서는 기하평균 24.91 (GSD 0.505)  $\mu\text{Sv/hr}$  로 가장 높은 측정치이었으며 타 업종의 용도 보다 약 101.3 ~ 259.5배 높게 측정되었다 (표 43, 표 44).

<표 43> 방사선원별 평균 방사선량률 비교

단위:  $\mu\text{Sv/hr}$

사용 방사선원	사업장수	평균 ± 표준편차(범위)		
		작업공간	작업자위치	작업자위치 기하평균(기하표준편차)
방사선발생장치	100	0.163 $\pm$ 0.119(0.06-1.14)	0.239 $\pm$ 0.418(0.07-3.25)	0.172(0.251)
방사성동위원소	53	0.341 $\pm$ 0.764(0.02-4.76)	11.07 $\pm$ 24.95(0.09-123.8)	0.703(1.01)
계	153	0.225 $\pm$ 0.47(0.02-4.76)	3.99 $\pm$ 15.57(0.07-123.8)	0.281(0.691)

<표 44> 방사선원 용도별 방사선량 비교

단위:  $\mu\text{Sv/hr}$

용도별	사업장수	평균 ± 표준편차(범위)		
		작업공간	작업자위치	작업자위치 기하평균(기하표준편차)
가스농도측정	14	0.917 $\pm$ 1.322(0.07-4.76)	40.3 $\pm$ 34.35(1.42-123.8)	24.91(0.505)
금속성분분석	27	0.122 $\pm$ 0.056(0.02-0.25)	0.225 $\pm$ 0.216(0.09-1.18)	0.182(0.240)
반도체기판검사	30	0.199 $\pm$ 0.186(0.06-1.14)	0.383 $\pm$ 0.717(0.09-3.25)	0.140(0.381)
도금두께측정	4	0.128 $\pm$ 0.051(0.06-0.19)	0.165 $\pm$ 0.021(0.16-0.19)	0.163(0.055)
시료물질분석	33	0.156 $\pm$ 0.052(0.06-0.26)	0.181 $\pm$ 0.037(0.11-0.26)	0.176(0.105)
이온가속주입	3	0.117 $\pm$ 0.059(0.07-0.21)	0.10 $\pm$ 0.029(0.07-0.14)	0.096(0.124)
제품검사	39	0.151 $\pm$ 0.074(0.06-0.41)	0.159 $\pm$ 0.038(0.11-0.28)	0.155(0.097)
화물검색	3	0.163 $\pm$ 0.020(0.14-0.19)	0.245 $\pm$ 0.009(0.24-0.26)	0.246(0.016)
계	153	0.225 $\pm$ 0.47(0.02-4.76)	3.99 $\pm$ 15.57(0.07-123.8)	0.281(0.691)



## 2) 방사선 취급자의 개인피폭선량 (TLD)측정 결과

방사선 취급사업장에 대해 방사선량률을 측정한 153개 사업장 중 방사선량률이 높았던 소방방재업 12개소와 대조군으로서 낮은 사업장 16개소 등에서 근무한 30명 방사선 취급자를 대상으로 방사선에 대한 개인피폭선량을 파악하고자 열형광선량계 (TLD)를 이용하여 1개월 이상 측정하였다. 또한 동시에 측정대상 근로자에게 안전보건관리에 관한 설문조사를 산업위생과 방사선 전문가와 통하여 직접 면접조사를 실시하였다. 설문조사 내용은 해당 사업장의 일반적 개요, 근로자의 직종, 주요 업무, 근무년수, 학력, 등 인적특성과 근로자가 인식하는 현재의 방사선 관련 안전보건관리 실태, 방사선원, 개인보호구, 방호시설 등, 그리고 방사선량 측정 사항, 건강관리, 안전보건교육 실시 현황, 기타 건의 사항 등을 조사하였다. 소방방재업은 12개소를 모두 측정하였으나, 대조군은 1개소가 측정 오류 (서랍에 방치)하여 17개를 회수하여 분석하였다.

### (1) 조사대상 근로자의 인적특성

개인피폭선량측정 대상 근로자 30명에 대한 인적 특정한가운데 성별의 경우 남자가 26명 (86.7%)으로 대부분이며, 근무월수는 24개월 미만인 17명 (56.7%), 학력의 경우 전문대졸 이상이 25명 (83.3%)이었다 (표 45).

〈표 45〉 조사대상 근로자의 인적특성

구분	항목	응답자수(명)	빈도(%)
성별	남자	26	86.7
	여자	4	13.3
근무월수	24개월 미만	17	56.7
	24개월 이상	13	43.3
학력	고졸	5	16.7
	전문대졸	12	40.0
	대학졸 이상	13	43.3

### (2) 건강관리 실태

개인피폭선량측정 대상자 30명 중 건강진단을 받은 경험 자가 21명 (70.0%)이었고, 건강진단 항목으로는 일반검진이 16명 (76.2%)인 것으로 나타났다 (표 47).

〈표 47〉 근로자의 건강관리 실태

구분	항목	응답자수(명)	빈도(%)
건강진단 실시여부	예	21	70.0
	아니오	9	30.0
검진종류	일반검진	16	76.2
	특수검진(산업안전보건법)	1	4.8
	정기검진(원자력법)	4	19.0

### (3) 안전보건교육 실시 실태

방사선 안전보건교육을 받은 경험자는 5명 (16.7%)에 불과 하였으며, 앞으로 매년 안전보건교육을 받기를 원하는 자는 13명 (43.3%) 인 것으로 나타났다 (표 48).

〈표 48〉 방사선 안전보건 교육 실태

구분	항목	응답자수(명)	빈도(%)
방사선 안전보건교육 여부	예	5	16.7
	아니오	25	83.3
매년 안전보건교육 희망 여부	예	13	43.3
	아니오	17	56.7

### (4) 개인피폭선량측정 결과

#### 가) 피폭선량수준별 근로자수 분포

방사선 취급 근로자에 대한 방사선량률을 측정한 153명 중 29명을 대상으로 열형광선량계 (TLD)를 이용하여 개인피폭선량을 측정한 결과는 다음과 같다.

조사대상자의 업종의 분포에서는 소방방재업에 12명 (40.0%), 전가전자제품제조업이 9명 (30.0%)이었으며, 방사선동위원소를 취급한 자는 16명 (53.4%), 방사선발생장치 취급자는 14명 (46.7%)이었다.

방사선방호시설 중 독립된 작업공간 보유가 50.0%, 방호선 방호시설 보유가 20%, 개인보호구 구비가 13.8%이었다 (표 46).

〈표 46〉 조사대상 사업장 개요

구분	항목	응답자수(명)	빈도(%)
업종	환경분석	2	6.7
	통신장비제조	2	6.7
	소방방재업	12	40.0
	전기,전자제품제조	9	30.0
	항공운송업	2	6.7
	품질관리	3	10.0
방사선원 종류	방사선동위원소	16	53.4
	방사선발생장치	14	46.7
독립된 작업공간	있다	15	50.0
방사선방호시설	있다	6	20.0
개인보호보호구	있다	4	13.8

선량결과는 표충선량 분포를 고려하여 0.01미만, 0.01-0.05미만, 0.05이상으로 나누어 빈도를 조사하였다. 표충선량 수준별 근로자수 분포에서 표충선량 0.05  $\mu$  Sv 미만군은 총 29명 중 21명 (72.3%)으로 대부분을 차지하고 있었고, 심부선량 역시 0.05  $\mu$ Sv 미만이 25명 (86.2%)으로 나타났다 (표 49).

〈표 49〉 개인피폭선량 수준별 근로자수 분포

선량( $\mu$ Sv)	표충선량		심부선량	
	근로자수(명)	빈도(%)	근로자수(명)	빈도(%)
0.01 미만	12	41.4	12	41.4
0.01 ~ 0.05	9	30.9	13	44.8
0.05 이상	8	27.5	4	13.8
계	29	100.0	29	100.0

\*인체의 피부 표면아래 0.07 mm 깊이에서의 선량.

\*\*인체의 윗몸통 표면아래 10mm 깊이에서의 선량.

\*\*\*유효선량은 연간 50  $\mu$ Sv 이하이어야 하며 5년간 누적선량은 100  $\mu$ Sv 이하이어야 한다.

#### 나) 방사선 안전보건의 제반 요인간의 평균 피폭선량 비교

업종별로 구분하여 소방 방재업과 기타 업종간의 표충선량간의 차이를 분석한 결과, 소방방재업의 기하평균 0.036 (0.426)으로 기타 업종보다 약 1.6배 높았으나 두 군 간에는 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 또한 근무월수를 24개월 미만과 이상의 두 그룹으로, 방사선 측정경험 여부, 건강진단 실시 경험여부, 안전보건 교육 실시 경험여부의 두 군으로 구분하여 표충선량간의 차이를 분석한 결과에서도 두 군 간에는 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (표 50).

또한 안전보건의 제반요인과 평균 심부선량간의 비교에서는, 소방방재업의 평균심부선량은 0.036 (0.426)  $\mu$ Sv로 기타업종 0.016 (0.375)  $\mu$ Sv보다 약 2.3배 차이가 있었으며 두 군 간에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ( $p < 0.01$ ). 반면에 근무월수, 방사선측정 경험여부, 건강진단 실시여부, 안전보건교육 실시여부 항목에서는 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (표 51).



<표 50> 안전보건의 제반요인과 평균 표층선량간의 비교

구분	항목	표층선량( $\mu$ Sv)		
		근로자수	기하평균(표준편차)	p-value
업종별	소방방제업	12	0.036(0.010-0.290)	0.097
	기타 업종	17	0.022(0.010-0.070)	
근속월수	24개월 미만	13	0.023(0.366)	0.516
	24개월 이상	16	0.028(0.404)	
방사선측정경험여부	예	10	0.017(0.499)	0.098
	아니오	18	0.031(0.314)	
건강진단 실시 경험여부	예	20	0.021(0.430)	0.080
	아니오	9	0.040(0.263)	
안전보건교육 실시 경험여부	예	5	0.013(0.269)	0.063
	아니오	23	0.031(0.401)	

<표 51> 안전보건의 제반요인과 평균 심부선량간의 비교

구분	항목	표층선량( $\mu$ Sv)		
		근로자수	기하평균(표준편차)	p-value
업종별	소방방제업	12	0.036(0.010-0.290)	0.010
	기타 업종	17	0.016(0.010-0.060)	
근속월수	24개월 미만	13	0.017(0.276)	0.167
	24개월 이상	16	0.027(0.428)	
방사선측정경험여부	예	10	0.015(0.461)	0.085
	아니오	18	0.027(0.300)	
건강진단 실시 경험여부	예	20	0.021(0.429)	0.527
	아니오	9	0.040(0.263)	
안전보건교육 실시 경험여부	예	5	0.016(0.269)	0.112
	아니오	23	0.026(0.379)	

다) 방사선량률과 표층선량, 심부선량간의 상관관계 분석

방사선 취급 근로자 29명을 대상으로 surveymeter로 측정한 방사선량률과 열형광성량계 (TLD)로 측정한 표층선량, 심부선량간의 상관성을 분석한 결과, 표층선량과 심부선량간의 상관계수는 0.927 ( $p<0.001$ )로 매우 높은 상관관계가 있었으며, 작업자위치 선량률과 심부선량 ( $r=0.553$ ,  $p<0.01$ ), 작업자 위치 방사

선량률과 표층선량 ( $r=0.553$ ,  $p<0.01$ )간에도 각각 관련성이 있는 것으로 나타났으며, 작업자위치 선량률과 공간선량률에도 관련성 ( $r=0.406$ ,  $p<0.01$ )이 있는 것으로 나타났다 (표 52).

<표 52> 공간선량률, 작업자위치 선량률, 표층선량, 심부선량간의 관련성

	상관계수			
	공간선량률	작업자위치선량률	표층선량	심부선량
공간선량률	1			
작업자위치선량률	0.406*	1		
표층선량	0.147	0.453*	1	
심부선량	0.215	0.553*	0.927**	1

\* $p<0.01$ .

\*\* $p<0.01$ .

라) 업종별 안전보건 제반요인과의 관련성

Surveymeter결과에서 비교적 높은 결과로 나타난 소방방제업, 금융보험업, 지질탐사업을 한군으로 하고 나머지 업종을 기타군으로 하여 253명의 설문분석 결과에 이용하여 방사선 안전보건 제반요인 (방사선 전담부서나 전담 안전관리자 여부, 전담안전관리자의 타 업무 겸직 여부, 보건교육 여부, 건강진단 실시 여부, 개인선량계 지급 여부)과의 관련성을 분석한 결과, 업종에 따른 모든 방사선 안전보건 제반요인 간에는 통계적으로 유의한 관련성이 없는 것으로 나타났다 (표 52).

<표 52> 업종에 따른 방사선 안전보건 제반요인간의 관련성

방사선 안전보건 제반요인		업종		$\chi^2$	p-value
		소방방제업, 금융보험업, 지질탐사업	기타 업종		
방사선전담부서 및 전담안전관리자 여부	있음	1(3.1%)	31(96.9%)	0.704	0.312
	없음	12(5.8%)	195(94.2%)		
방사선안전관리자 타 업무 겸직여부	겸직	6(5.2%)	110(94.8%)	0.769	0.213
	전담	1(4.5%)	21(95.5%)		
신규채용 및 작업내용 변경 시 교육여부	실시	6(6.0%)	94(94%)	0.769	0.213
	미실시	6(4.8%)	120(95.2%)		
매년 정기적 방사선 안전보건교육 여부	실시	4(7.8%)	47(92.2%)	0.498	0.191
	미실시	9(5.2%)	165(94.8%)		
개인선량계 지급 여부	지급	1(2.6%)	37(97.4%)	0.481	0.242
	미지급	12(6.3%)	178(93.7%)		
배치 전 건강진단 실시 여부	있음	1(1.7%)	58(98.3%)	0.187	0.092
	없음	11(7.1%)	145(92.9%)		
정기적인 건강진단 실시 여부	실시	0(0.0%)	52(100.0%)	0.113	0.080
	미실시	8(5.6%)	138(94.4%)		

## IV 고찰

### 1. 방사선 관련 국내 법규간의 문제

국내의 방사선 종사자의 안전보건과 관련된 법규들은 노동부의 산업안전보건법, 과학기술부의 원자력법, 보건복지부의 의료법에 명시되어져 있다.

노동부의 산업안전보건법에서는 동법 제24조에서 보건상의 조치, 동법 제31조에서 안전보건교육, 동법 제43조에서 건강진단에 관한 사항의 크게 3가지 사항에 대하여 명시되어 있다. 위 3가지 사항 이외에 동법 제123조에서 방사선의 정의, 제124조에서 방사성물질의 밀폐, 제125조에서 방사선관리구역의 지정 등, 제126조에서 방사선 장치설, 제127조에서 방사성물질 취급작업설, 제128조에서 방사성물질 취급작업설의 구조, 제129조에서는 방사선 발생장치의 게시, 제130조에서는 차폐물 설치 등, 제131조에서는 국소배기장치 등, 132조에서는 방지설비, 제133조에서는 방사성물질 취급용구, 제136조에서는 방사성물질의 폐기물처리, 제137조에서는 보호구의 지급, 제138조에서는 오염된 보호구의 폐기, 제139조에서는 세척시설 등, 제140조에서는 흡연 등의 금지, 제141조에서는 유해성의 주지 등 주로 취급근로자의 건강보호와 관련된 사항들을 명시하고 있었다. 산업안전보건법에서는 근로자의 건강에 악 영향을 일으킬 수 있는 다양한 인자들, 즉 물리적, 화학적, 생물학적, 스트레스나 인간공학적 인자 등이 존재하므로 방사선 작업종사자들의 안전보건과 관련지어서는 주로 관리적인 방법들만이 명시되어 있는 것을 알 수 있다.

한편 과학기술부의 원자력법은 모법인 원자력법을 포함하여 원자력법 시행령, 원자력법 시행규칙, 원자로 시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙, 과학기술부 고시 등의 체계로 구성되어 있었으며, 원자력 및 방사선의 이용개발과 안전규제에 근거, 인허가의 기본사항 등 방사선

안전보건에 관한 통합적이고 체계적인 사항들이 명시되어 있었다. 방사선량 및 방사성 오염의 측정, 건강진단, 피폭 관리, 안전교육, 신고, 허가 등 방사선 안전 보건 전반에 관하여 언급되어져 있었다. 또한 의료법에서는 주로 병원에서 사용되는 진단용 방사선 발생장치와 관련된 종사자의 피폭관리, 피폭선량 평가 등에 관하여 명시되어져 있었다.

본 연구에서는 방사선 취급종사자들의 안전보건을 위하여 이와 관련된 국내 법규들의 현황을 파악하여 문제점이나 개선점을 제안하고, 또한 방사선이나 방사성물질 취급 종사자들의 안전과 보건을 위한 접근방법 가운데 우선 방사선 측정 및 평가제도에 개선점에 대하여 언급하고자 한다.

첫째, 어떤 유해요인의 노출실태나 문제점, 개선사항 등을 찾아내기 위하여 가장 효율적인 접근방법으로는 측정을 통한 노출이나 피폭실태의 평가 방법일 것이다. 현행 노동부의 산업안전보건법 시행규칙이나 방사선에 의한 건강장해의 예방(보건기준에 관한 규칙)에는 종사자들의 측정 의무에 관한 사항이 명시되어져 있지 않다. 그러나 원자력법 시행규칙 제114조와 의료법 제 32조의 2의 제2항에는 측정에 관한 의무사항 등이 명시되어 있으므로 방사선 종사자들의 측정 및 평가에 있어서 노동부의 산업안전보건법에 방사선 종사자들의 안전과 보건관리를 위하여 별도로 측정의무 사항을 명시할 필요는 없을 것으로 사료된다. 방사선 측정과 관련된 부분은 방사선에 관한 이해와 포괄적인 기술지식이 필요하므로 측정에 대한 부분은 과학기술부의 원자력법이나 의료법에 명시되어 있는 것을 따르면 될 것으로 판단된다.

둘째, 건강진단 제도의 문제점 및 개선안에 대하여 언급하고자 한다. 방사선 취급 종사자들의 건강진단에 대해서는 노동부 산업안전보건법 시행규칙 제100조의 별표 13, 과학기술부 원자력법 시행규칙 제115조 1항, 보건복지부 의료법 제32조의 2 제2항에 명시되어 있다. 그러나 근로자들의 유해인자 노출에 따른 건강보호가 노동부의 주된 업무의 하나라는 점을 고려하여 볼 때, 방사선 종사자들의 건강진단 제도는 노동부가 주무 행정부서가 되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구에

서 253개 방사선 신고 사업장의 안전보건담당자를 대상으로 실시한 설문조사에 따르면 방사선 신고사업장의 경우 대부분 건강진단을 실시하지 않고 있는 것으로 나타났으며, 일부 건강진단을 실시한 42개 사업장의 경우, 산업안전보건법에 의한 특수검진을 실시하였다는 응답이 29명 (55.8%)이었고, 원자력법에 의한 방사선작업 종사자 건강진단을 실시하였다는 응답이 13명 (25.0%)으로 나타났다. 게다가 이 결과에서는 노동부의 산업안전보건법에 의한 특수건강진단과 과학기술부의 원자력법에 의한 방사선작업자 검진을 병행한 경우도 5명 (9.6%)이나 되는 것으로 나타났다. 따라서 유해인자로부터 근로자들의 건강보호를 위하여 실시되고 있는 특수건강진단 제도의 주무부서인 노동부가 3개부처간 협의를 통하여 방사선 취급 종사자들의 건강진단제도 업무를 노동부로 통합하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 현행, 국내 법규 상 방사선종사자들의 건강진단제도에 대하여 3개 부처에서 건강진단항목을 명시하고 있으나, 선행연구에서 방사선종사자들의 건강진단 실시에 대한 불신(장동혁 등, 2007)을 언급하고 있는바, 방사선종사자들의 정확한 건강진단을 위한 건강진단항목 개발에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## 2. 방사선 신고대상 253개 사업장 안전보건 실태 설문조사결과

방사선신고사업장의 경우 방사선 안전관리 전담부서 및 전담 안전관리자가 있다고 응답한 경우는 32명 (12.7%)으로 매우 낮은 분포로 나타났음에도 불구하고 방사선 안전관리자의 경우 타 업무와 겸직을 하고 있다는 응답이 78.7%로 나타나 방사선 안전보건관리에 문제가 있다는 것을 보여주고 있다. 신규채용 및 작업내용 변경 시 방사선 안전보건 교육여부에서는 39.5%가 실시하고 있다고 응답한 반면에 49.8%는 실시하고 있지 않다고 응답하였다. 게다가 매년 정기적으로 방사선 안전보건교육을 실시하지 않는다는 비율이 68.8%나 되는 것으로 나타나 안전보건관리의 심각성을 잘 보여주고 있다. 방사선 안전보건과 관련된 계시물(방사

선량 측정용구 착용 주의사항, 사고 발생 시 응급조치사항, 건강장해 방지사항, 보관, 저장, 금연 등)여부에서 각각 20%전후로 나타났으며, 차폐물설치여부(방사선 장치설, 방사선작업설, 방사선지장시설, 폐기시설)에서 차폐물이 설치된 비율이 20%도 안되어 방사선신고사업장의 안전관리 계시 및 차폐물 설치에 대한 문제의 심각성을 잘 나타내고 있다.

## 3. Surveymeter 를 이용한 방사선량을 측정결과

방사선 및 방사성동위원소 신고사업장의 방사선량을 측정을 위하여 연구자 1인과 방사선전문가로 구성된 4인의 측정자가 팀을 구성하여 예비측정과정을 거쳐 총 153개 사업장의 방사선량을 측정하였다.

노동부의 협조공문과 함께 측정자들로부터 연구조사의 필요성에 관한 충분한 설명을 하였으나 측정에 협조한 사업장은 51.7%에 불과하였다. 이와 같은 결과는 방사선량측정으로 인한 사업장의 피해를 우려함이 가장 큰 것으로 생각되었다. 또한 측정사업장의 섭외과정에서 상당수의 사업장이 신고당시의 주소 및 전화번호가 바뀌어 발생장치 및 선원의 행방을 찾을 수 없었고, 담당 관리자가 없어 별도의 관리가 이루어지지 않고 있음을 알 수 있었다. 방사선 및 방사성동위원소의 사용신고 후 장비를 폐기하거나 사용을 중지하고, 또는 타 사업장에 양도를 한 후에도 신고기관에 변경신고를 하지 않고 있는 것으로 파악되었으며, 해당사업장의 관리자들도 방사선관리의 필요성을 바르게 인식하지 못하고 있음을 알 수 있었다. 그러므로 방사선량들이 높은 소방방재업 및 금융보험업 사업장 등은 보다 철저하고 체계적인 관리체계가 이루어져야 될 것으로 생각되었다.

153개 사업장 가운데 방사선량률 1.0  $\mu\text{Sv/h}$  이상인 근로자는 소방방재업 이 90.0%, 금융보험업이 66.7%로 측정되어 이들 사업장에 대한 법적관리구역의 설정 및 관리체계의 변화가 시급함을 알 수 있었다.

소방방재업 사업장은 그림 11과 화재진압을 위한 소방설비 장치 가운데 액화가스인 하론 및 CO<sub>2</sub> 가스 등의 잔량을 측정하는 사업장으로 액화가스 잔량측정기를 사용하여 측정이 이루어지고 있으며, 금융보험업 사업장 역시 화재보험가입 업체의 소방시설의 점검을 위하여 소방방재업과 같은 장치를 이용하고 있었다.

253개 연구대상 사업장가운데 153개 사업장을 대상으로 surveymeter를 이용하여 방사선량률을 측정한 결과, 업종별분포에 있어서는 지질탐사업 1개사업장을 측정한 결과로 제한점은 있으나 123.77  $\mu\text{Sv/hr}$ 로 가장 높게 조사되었으며, 금융보험업 (3개 사업장)의 경우 34.36  $\mu\text{Sv/hr}$ , 소방방재업 (10개 사업장)은 30.12  $\mu\text{Sv/hr}$ 로 금속제품, 음식료 등의 기타업종과 비교하여 높은 결과로 나타났다. 이 들 업종에서 높은 방사선량을 보인 이유는 대부분 방사성동위원소 선원을 별도 보관장소가 없었고 방호복없이 선원 차폐체(납)을 매 작업시마다 분해하여 직접 작업한 결과라 생각되며 향후 정밀한 원인조사가 요구된다. 기타업종의 경우 평균 방사선량률은 0.376  $\mu\text{Sv/hr}$  미만으로 조사되었다. 기타업종의 경우 방사선 발생장치가 비교적 차폐가 잘되어 있는 제조업체가 많았다. 따라서 지질탐사업, 금융보험업, 소방방재업이 방사선신고사업장의 해당되거나 향후 이들 사업장에 대하여 추가적인 피폭노출 실태평가에 대한 후속연구가 이루어져야 하겠으며 채용 및 작업내용 변경 시 교육, 매년 정기적인 방사선 안전보건교육, 매치 전 건강진단실시, 정기적인 건강진단실시, 차폐물 설치여부 보호구 착용 등에 관한 중점적인 관리가 필요하다고 볼 수 있다.

한편, 방사선원별(방사선발생장치, 방사성동위원소) 평균 방사선량을 비교에서는 작업자위치의 평균선량이 방사성동위원소가 0.703  $\mu\text{Sv/hr}$ 으로 방사선발생장치보다 약 4배 정도가 높은 것으로 나타났다. 이 결과에서 가장 높은 결과로 나타난 곳은 소방방재업의 소방용소화기 가스농도측정에서 24.91  $\mu\text{Sv/hr}$  (기하평균)으로 지질탐사업 금융보험업을 제외한 기타업종과 비교하여 볼 때 약 100~260배 높은 것으로 향후 추가평가의 의미를 보여주는 결과라 할 수 있다.

#### 4. TLD를 이용한 개인피폭선량 평가 결과

Surveymeter 측정결과에서 높은 측정되었던 소방방재업 사업장을 포함하여 30개 사업장을 선정하여 1개월간 TLD를 이용하여 개인피폭선량을 측정하여 안전보건 제반요인 (업종별, 근무월수, 방사선측정경험여부, 안전보건실시 경험여부)과의 평균표준편차를 비교한 결과, 심부선량에 있어서 소방방재업과 기타 업종 간에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 이 결과가 시사하는 것은 앞서 언급하였던 바와 같이 소방방재업과 같은 사업장은 개인피폭선량비교에서 업종 간에 차이가 있는 것으로 나타났는데 소방방재업이 방사선 신고사업장에 해당된다더라도 방사선 취급 근로자에 대한 안전보건 문제에 대한 주의와 관리가 필요하다는 것을 의미한다. 이는 바꾸어 말하면 일부사업장의 경우 신고사업장에서 허가사업장으로 변경해야 할 가능성이 있다는 것이며, 이를 위해서는 관련 전문 기관들의 현장 실사 및 재평가가 반드시 필요하다.

#### 5. 연구 제한점

본 연구는 방사선 신고사업장의 안전보건관리 실태를 파악하기 위하여 방사선 신고사업장을 대상으로 방사선안전보건담당자를 대상으로 설문조사, 현장방문을 통한 surveymeter에 의한 방사선량률의 측정, TLD에 의한 개인피폭선량을 측정 등을 통하여 파악하고자 하였다. 설문조사의 경우, 연구대상 방사선 신고사업장 1,551 사업장에 설문지를 발송하여 회수가 안 된 사업장의 경우 전화를 하여 설문지 회수율을 높이려고 하였으나, 최종적으로 회수된 설문지가 253개이었고 회수율은 16.31%에 불과하였다.

설문지에 의한 방사선 안전보건실태에 관한 분석은 회수된 설문지 253개를 분석한 결과로서 전체 신고 사업장 1,551개 사업장의 안전보건 실태를 반영하였

다고 보기에는 제한점이 존재한다. 또한 회수된 설문지 가운데 153개 사업장을 대상으로 surveymeter에 의한 방사선량률을 측정하였으나, 방사선 전체 신고사업장 결과와 다른 서울, 경기도의 일부 사업장의 결과로서 신고사업장의 전체 결과를 반영하였다고 하기에는 제한점이 존재한다. 게다가 surveymeter로 방사선량률을 측정한 153개 사업장 가운데 30개 사업장을 대상으로 TLD로 개인피폭선량을 측정한 결과는 연구대상 모집단의 대표성, 근로자가 본 연구의 취지를 정확히 이해하고 측정에 협조를 하였는가의 순응도의 문제가 존재한다 할 수 있겠다. 따라서 향후 방사선 신고사업장의 안전보건 실태를 파악하기 위해서는 관련부처인 노동부와 과학기술부가 충분한 연구기간을 두고 체계적인 연구가 이루어져야 하겠다.

## V. 제언

국내 방사선 및 방사성동위원소 취급 사업장에 대한 안전보건관리 실태를 조사한 결과를 참고하여 법령 및 제도적 측면, 사업주 및 안전보건담당자의 측면, 기술적인 측면으로 나누어 제언하고자 한다.

#### 1. 방사선 종사자들에 관한 산업안전보건법의 제 검토

산업안전보건법(약칭: 산안법) 제24조 [보건상의 조치] 2항에 "방사선, 유해광선 등에 의한 건강장해에 대하여 사업주는 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다"라고 명시되어 있다. 또한 산업보건기준에 관한 규칙 제8장에 [방사선에 의한 건강장해의 예방] 내용이 명시 되어있다. 신고사업장에 대한 산안법상의 적용에 관한 내용의 제정됨이 필요하다. 현재 신고사업장의 경우 원자력법에서는 특별한 의무규정이 없으나 산업안전보건법상에서는 보건교육, 건강진단, 안전보건관리자 선임 등 전반적인 관리를 하도록 규정하고 있어서 관련법상의 일관성이 없다. 현재 신고사업장의 방사선량 (소방방재업, 금융보험업, 지질탐사업 제외) 등을 기준으로 볼 때 보건교육의 실시 정도만 하면 될 것으로 생각되며, 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 설문지조사 결과에 따르면 보건교육, 건강진단, 안전보건관리자 선임 등에서 많은 사업장들이 법령 위반으로 지적될 수 있으며, 이는 과도한 행정적 낭비 요인이 될 수 있을 것으로 생각된다. 방사선의 위해 가능성과 현장의 실행가능성을 살펴볼 때 이번 현장조사결과 나타난 일부사업장을 제외하고는 산업안전보건법상의 종사자 건강관리 조항은 제검토가 필요하다고 생각된다.

둘째, 방사선 측정부분은 별도로 산업안전보건법에 명시할 필요가 없으며 측정등의 기술적인 부분은 원자력법을 준용하도록 하면 될 것으로 판단된다.

셋째, 방사선 취급종사자의 건강진단, 보건교육 등의 건강관리 항목은 노동부나 한국산업안전공단 산업안전보건연구원을 중심으로 산안법 개정과 관련 검토가 필요할 것으로 판단된다.

즉 현재 방사선피폭자에 대한 법령이 원자력법, 산업안전보건법, 의료법 등에 각각 표현되어 있어 산업현장에 불필요한 규제가 될 가능성이 있으므로 측정은 원자력법과 의료법에서 규정하되 안전보건교육, 건강검진을 포함한 종사자 관리의 산업안전보건법을 기준으로 일원화하고 타 법에서는 이를 준용토록 하면 일관성 있는 관리가 될 수 있을 것으로 생각된다.

#### 2. 소방방재업 등 특수 업종에 대한 안전보건관리 강화

이번 조사의 목적 중의 하나는 원자력법상 신고사업장의 선량수준이 실제 법상의 내용과 일치하는지를 평가하는 것이었으며, 평가 결과 소방방재업, 금융보험업, 지질탐사업의 경우처럼 일부 신고기준을 넘어서는 측정치가 나온 경우가 있었다. 이런 사례에서 문제는 surveymeter와 TLD의 측정값이 일치하지 않았다는 것인데 이는 대상자의 순응도에 따른 차이일 가능성이 있으므로 노동부 (산업안전보건연구원)와 과학기술부 (원자력안전기술원)가 공동으로 사업장 실사 등을 포함한 정밀 제검토가 요망된다. 제검토 결과 측정값이 기준이상으로 나타난다면, 허가사업장으로의 변경은 물론 산업안전보건법상의 규정도 철저히 지켜질 수 있도록 해야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김낙상(2000). 치과의료기관 종사자의 방사선 방어에 대한 지식, 태도 및 행위 연구, 경산대학교 보건대학원 보건학석사학위논문.
- 김순자(1992). 병원근무 방사선사들의 방사선 안전관리에 대한 의식 및 행태조사, 서울대학교 보건대학원 보건학석사학위논문.
- 임재동(2000). 진단용 방사선 안전관리 규칙에 대한 안전관리 책임자의 인식도, 연세대학교 대학원 석사학위 논문
- 김태식(2002). IAEA 교육참석 보고서, 고리 제2발전소 방사선 관리부, 2002. 10.28-11.8
- 과학기술부(2006). 2007년도 원자력 백서
- 과학기술부(2002). 방사선 및 방사선 동위원소 이용 산업실태조사 보고서
- 과학기술부, 한국방사성동위원소(2006). 방사선 이용실태조사.
- 과학기술부(2007). 원자력법
- 노동부(2007). 산업안전보건법. 노동부
- 식품의약품안전청(2006). 중재적 방사선기술에 따른 방사선방어 가이드라인
- 사단법인 한국방사성동위원소협회(2006.11.30). 2005년도 방사선 및 방사성동위원소 이용실태조사. KRIA/RT-03-2006

129

박연선(2002/4). 2001년도 방사선 안전관리 현황과 실적(-방사선피폭, 방사성폐기물, 환경방사선관리), 원자력산업, P17-24

유일연(1998). 원자력 법령의 복수법체계화에 관한 연구.충남대 법학연구소, 법학연구, 제9권 제1호

이병수(2003). 방사선방호 국제동향( 제8차 피폭방사선량 평가에 관한 워크샵)

이창형(2001). 미국의 원자력법령 체계, 법학논문집 제25집 제2호 .pp107-135

조병선(2000). 원자력 안전규제 법규의 개정(-미국, 유럽,일본,한국의 경험을 근거로 한 비교법적 고찰), 청주대 법대교수, 2000년도 한국학술진흥재단 연구지원.

최수영( 2006) 방사선작업종사자에 대한 역학조사연구, 원자력연구원

최원석(2006). 원자력발전소 현장 안전규제 체계에 관한 연구, 삼척대 산업대학원 , 석사학위 논문

한국산업안전공단 산업안전보건연구원(2006). 방사선작업종사자 건강관리 실태조사

한국원자력안전기술원(2004). 방사선방호 편람

한국원자력안전기술원(1993). 원자력 안전규제 기술개발 방사선방호 신개념의 제도화를 위한 연구(KINS/GR-064)

Dong Hyuk Jang, Jae Wook Choi, Hae Joon Kim, Hee Chan Park. Recognition of Exposure to and Protection from Radiation of PET Radiation Workers, Journal of Occupational Health (in press)

130

KINS(1995). 러시아의 원자력 안전관리 체계, 원자력 안전, P23-30

KINS(1991). 방사선작업종사자에 대한 피폭선량 종합관리에 관한 연구, KINS/GR-030, 제1차년도 보고서

KINS(2004). 원전 현장규제 활성화방안 연구.

KINS(2006). 방사선안전사고

식품의약품안전청(Korea Food and Drug Administration) 홈페이지, <http://www.kfda.go.kr/>

원자력안전정보 공개센터 홈페이지, <http://nsic.kins.re.kr/>

한국원자력안전기술원(Korea Institute Nuclear Safety) 홈페이지, <http://www.kins.re.kr/>

IARC (International Agency for Research on Cancer) 홈페이지, [http://www.who.int/ionizing\\_radiation/research/iarc/en/](http://www.who.int/ionizing_radiation/research/iarc/en/)

## 부록 1. 설문지

### 한국산업환경보건연구소

136-791 서울특별시성북구 하월곡동 39-1 KIST 벤처타운 931C TEL:02-959-6191/FAX:02-959-6191

#### 방사선 및 방사성 동위원소 취급 사업장의 보건관리 실태조사 설문지

**안녕하십니까?**  
**한국산업환경보건연구소**는 **노동부와 한국산업안전공단 산업안전보건연구원**의 위탁을 받아 산업안전보건법상 방사선 취급 근로자의 안전보건관리를 위하여 방사선 및 방사성동위원소 취급사업장에 대한 보건관리 실태조사를 실시하고 있습니다.  
 본 설문내용은 노동부의 산업안전보건법 제24조(보건상의 조치 : 방사선 등에 의한 건강장해), 제31조(안전보건교육) 및 제43조(건강진단)에 근거하였으며, 본 실태조사의 결과는 방사선취급 근로자의 안전보건관리 개선방안을 마련하기 위한 귀중한 자료로 활용될 예정입니다.  
 본 조사의 모든 자료는 통계처리되어 개인 및 사업장 자료로는 활용되지 않을 것을 약속드리며 아울러 본 연구의 목적 이외의 용도로 절대 사용되지 않으니 잠시 시간을 내주시어 각 문항에 빠짐없이 응답 협조해 주시면 대단히 감사하겠습니다.  
 2007년 8월  
 한국산업환경보건연구소

<연 구 기 관> : 한국산업환경보건연구소  
 주소: 서울 성북구 하월곡동 KIST 벤처타운 931C  
 (전화: 02-959-6191-2/ FAX:02-959-6193)  
 연구책임자: 김 광 중(e-mail: [kkjo514@naver.com](mailto:kkjo514@naver.com), 017-286-8536)  
 수석연구원: 박 회 찬(e-mail: [zoayo@korea.ac.kr](mailto:zoayo@korea.ac.kr), 010-3032-2634)

131

## I. 사업장(기관) 개요

문 1-1) 귀 사업장에서 현재 사용하고 있는 방사선원의 종류를 모두 말씀해 주십시오.

( ) 1. 밀봉 방사성동위원소(RI) ( ) 2. 개방 방사성동위원소(RI)  
( ) 3. 방사선발생장치(RG) ( ) 4. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 1-2) 귀사에서 사용하신 방사선 선원의 용도는 무엇입니까?

가 \_\_\_\_\_ 나 \_\_\_\_\_ 다 \_\_\_\_\_ 라 \_\_\_\_\_

문 1-3) 귀 사업장에 근무하는 전체 근로자 수는 남자와 여자를 구분하여 각각 몇 명입니까?

( 남자 명 / 여자 명 / 총근로자수 명 )

문 1-4) 귀 사업장에 근무하는 방사선취급근로자의 수는 남자와 여자를 구분하여 각각 몇 명입니까?

직 무	구 분	근로자수	구 분	근로자수	구 분	근로자수
	남자	명	여자	명	합계	명
	남자	명	여자	명	합계	명
	남자	명	여자	명	합계	명

문 1-5) 귀 사업장의 근로자 중 방사선취급근로자 이외에 일시적이라도 방사선작업을 수행하는 근로자가 있습니까?

( ) 1. 있다 ( ) 2. 없다

문 1-5-1) (있다면)

남자와 여자를 구분하여 각각 몇 명입니까?

직 무	구 분	근로자수	구 분	근로자수	구 분	근로자수
	남자	명	여자	명	합계	명
	남자	명	여자	명	합계	명
	남자	명	여자	명	합계	명

133

문 1-6) 귀 사업장에서는 아간에 방사선을 취급하는 작업을 하고 계십니까?

( ) 1. 그렇다 ( ) 2. 아니다

문 1-6-1) (그렇다면)

그럼, 아간 방사선 취급 작업을 일주일에 평균 몇 일, 하루에 평균 몇 시간정도 작업합니까?  
(2006년 기준).

일주일에 평균( )일	하루당 약 평균( )시간
-------------	---------------

문 1-7) 귀 사업장에는 비파괴검사 목적의 이동 사용(RT)이 있습니까?

( ) 1. 있다 ( ) 2. 없다

문 1-7-1) (있다면)

그럼, RT 작업에 대한 업무절차서가 있습니까?

( ) 1. 있다 ( ) 2. 없다

문 1-7-2) (있다면)

그럼, RT 작업을 일주일에 평균 몇 일, 하루에 평균 몇 시간정도 작업합니까?  
(2006년 기준)

일주일에 평균( )일	하루당 약 평균( )시간
-------------	---------------

134

## II. 안전관리 현황

문 II-1) 귀 사업장에는 방사선안전관리 전담부서 또는 인력이 있습니까?

- ( ) 1. 전담부서와 전담안전관리자가 있다  
( ) 2. 전담부서는 없지만 전담안전관리자가 있다  
( ) 3. 안전관리만을 전담하지는 않으나 자체 안전관리자가 있다  
( ) 4. 자체 안전관리자가 없어 업무대행업체에 맡긴다  
( ) 5. 안전관리부서나 안전관리자를 따로 정해놓지 않고 있다.

문 II-1-1) 귀 사업장에 방사선안전관리자가 있다면 어떤 면허를 소지하고 계십니까?  
( ) 1. 일반면허 ( ) 2. 특수면허 ( ) 3. 감독면허 ( ) 4. 기타(\_\_\_\_\_)

문 II-2) 귀 사업장의 방사선안전 전담 관리자는 안전관리업무 외에 다른 업무를 겸하고 있습니까?

( ) 1. 겸하고 있다 ( ) 2. 겸하지 않고 있다 ( )

문 II-2-1) (겸하고 있다면)

그럼, 귀 사의 방사선안전관리자가 타 업무에 참여하는 비율은 근무시간을 기준으로 어느정도 됩니까?

- ( ) 1. 근무시간의 80% 이상  
( ) 2. 근무시간의 60% 이상 ~ 80% 미만  
( ) 3. 근무시간의 40% 이상 ~ 60% 미만  
( ) 4. 근무시간의 20% 이상 ~ 40% 미만  
( ) 5. 근무시간의 20% 미만

문 II-3) 귀 사업장에서 방사성동위원소 등의 점검, 보수를 다음 중 주로 누가 수행하고 있습니까? 해당되는 분들을 모두 말씀해 주십시오.

- ( ) 1. 방사선안전관리자 또는 방사선취급근로자  
( ) 2. 업무대행업체 직원  
( ) 3. 물품을 납품한 판매업체 직원  
( ) 4. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

135

문 II-4) 귀 사업장에서 발생되는 방사성 폐기물은 주로 어떤 방법으로 처리되고 있습니까? 해당되는 경우를 모두 말씀해 주십시오.

- ( ) 1. 직접 원자력환경기술원에 인도한다. ( ) 2. 업무대행업체에 의뢰한다.  
( ) 3. 자체처분 규정에 의해 자체 처분한다. ( ) 4. 처리방법을 몰라서 보관만 하고 있다.  
( ) 5. 제작사 혹은 판매사로 반송한다. ( ) 6. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)  
( ) 7. 폐기물이 아직 발생되지 않았다.

문 II-5) 귀하는 귀사의 근로자들이 방사선안전관리 수칙을 어느 정도 준수하고 있다고 생각하십니까?

- ( ) 1. 전혀 준수하지 않는다 ( ) 2. 별로 준수하지 않는다  
( ) 3. 대체로 준수하고 있다 ( ) 4. 매우 잘 준수하고 있다

문 II-5-1) (잘 준수하지 않는다면)

그럼, 잘 준수하지 못하는 가장 큰 이유는 다음 중 무엇이라고 생각하십니까?

- ( ) 1. 비현실적이므로(작업 특성상 지키기 어렵기 때문에)  
( ) 2. 근로자들의 안전의식이 낮기 때문에  
( ) 3. 경제적 이유 때문에(비용이 너무 많이 들기 때문에)  
( ) 4. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

136

### III. 개인선량계 관리 및 방사선작업 안전보건교육

문 III-1) 귀 사업장은 방사선취급근로자들에게 개인선량계를 지급하고 있습니까?  
(※ 사업장 자율적으로 지급·관리하고 있는지 알아보고자 함)  
( ) 1. 그렇다 ( ) 2. 아니다

문 III-1-1) (지급한다면)

그럼, 귀 사업장에서는 개인선량계 지급 대상자 범위를 어떻게 정하고 계십니까?

- ( ) 1. 방사선취급과 관계없이 방사선관리구역에 출입하는 모든 사람  
( ) 2. 방사선을 취급하는 모든 근로자  
( ) 3. 근로자가 요청할 때만  
( ) 4. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 III-1-2) (지급한다면)

그럼, 다음 중 귀 사업장에서 사용하는 개인선량계 및 보조선량계의 종류는 무엇입니까? 해당되는 것을 모두 표시해 주십시오.

- ( ) 1. TLD ( ) 2. 필름팩트 ( ) 3. 알람도시미터 ( )  
( ) 4. 포켓도시미터 ( ) 5. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 III-1-3) (지급한다면)

그럼, 귀 사업장에서는 개인선량계를 어떻게 관리하고 있습니까?

- ( ) 1. 개인적으로 관리한다  
( ) 2. 방사선작업시 마다 안전관리자가 지급 및 수거한다.  
( ) 3. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 III-1-4) (지급한다면)

그럼, 개인선량계 판독 결과를 근로자에게 통보하고 있습니까?

- ( ) 1. 그렇다 ( ) 2. 아니다  
( ) 3. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 III-1-5) (지급하지 않는다면)

그럼, 지급하지 않는 이유는 무엇입니까?

\_\_\_\_\_

137

문 III-2) 귀 사업장(기관)에서는 신규채용시나 작업내용변경시 근로자에게 방사선작업 안전보건교육을 실시하고 있습니까?  
( ) 1. 그렇다 ( ) 2. 아니다

문 III-2-1) (실시한다면)

그럼, 신규 방사선 작업 안전보건교육은 언제 실시하고 있습니까?

- ( ) 1. 정기적으로 ( ) 2. 채용시마다  
( ) 3. 필요시마다 ( ) 4. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 III-2-2) (실시한다면)

그럼, 신규 방사선 작업 안전보건교육을 어떠한 방법으로 실시하고 있습니까?

- ( ) 1. 자체교육을 실시한다  
( ) 2. 전문기관에 위탁교육을 실시한다  
( ) 3. 자체교육과 위탁교육을 병행한다

문 III-2-3) (실시한다면)

그럼, 신규 방사선 작업 안전 보건교육의 내용은 무엇입니까?  
해당되는 내용을 모두 응답해 주십시오.

- ( ) 1. 방사선 유해, 위험 및 인체에 미치는 영향  
( ) 2. 방사선의 측정기기 기능의 점검에 관한 사항  
( ) 3. 방호거리·방호벽 및 방사선물질의 취급요령에 관한 사항  
( ) 4. 비상시 응급처치 및 보호구 착용에 관한 사항  
( ) 5. 기타 안전보건관리에 필요한 사항

문 III-2-4) (실시한다면)

그럼, 신규 방사선 작업 안전보건교육 실시 빈도는 어느정도입니까?

- ( ) 1. 거의 실시되지 않음 ( ) 2. 가끔 실시  
( ) 3. 대부분 실시 ( ) 4. 항상 잘 실시

문 III-2-5) (실시하지 않는다면)

그럼, 신규 방사선 작업 안전보건교육을 실시하지 않는 이유는 무엇입니까?  
해당되는 사항을 모두 응답해 주십시오.

- ( ) 1. 시간이 없어서  
( ) 2. 필요성을 인식하지 못하여  
( ) 3. 교육시키는 방법을 몰라서 ( ) 4. 예산이 부족해서  
( ) 5. 기타 (적용 것:\_\_\_\_\_)

138

문 III-3) 귀 사업장에서는 매년 방사선 작업 안전보건교육(특별안전보건교육)을 실시하고 있습니까?  
( ) 1. 그렇다 ( ) 2. 아니다

문 III-3-1) (실시한다면)

그럼, 방사선 작업 안전보건교육을 언제 실시하고 있습니까?

- ( ) 1. 정기적으로 ( ) 2. 비정기적으로  
( ) 3. 필요시마다 ( ) 4. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 III-3-2) (실시한다면)

그럼, 방사선 작업 안전보건교육을 어떠한 방법으로 실시하고 있습니까?

- ( ) 1. 자체교육을 실시한다  
( ) 2. 전문기관에 위탁교육을 실시한다  
( ) 3. 자체교육과 위탁교육을 병행한다

문 III-3-3) (실시한다면)

그럼, 매년 시행하는 방사선 작업 안전보건교육의 내용은 무엇입니까?  
해당되는 내용을 모두 응답해 주십시오.

- ( ) 1. 방사선 유해, 위험 및 인체에 미치는 영향  
( ) 2. 방사선의 측정기기 기능의 점검에 관한 사항  
( ) 3. 방호거리·방호벽 및 방사선물질의 취급요령에 관한 사항  
( ) 4. 비상시 응급처치 및 보호구 착용에 관한 사항  
( ) 5. 기타 안전보건관리에 필요한 사항

문 III-3-4) (실시한다면)

그럼, 방사선 작업 안전보건교육은 얼마나 자주 실시되고 있습니까?

- ( ) 1. 거의 실시되지 않음  
( ) 2. 가끔 실시  
( ) 3. 대부분 실시  
( ) 4. 항상 잘 실시

문 III-3-5) (실시하지 않는다면)

그럼, 방사선 작업 안전보건교육(특별안전보건교육)을 실시하지 않는 이유는 무엇입니까? 해당되는 사항을 모두 응답해 주십시오.

- ( ) 1. 시간이 없어서 ( ) 2. 필요성을 인식하지 못하여  
( ) 3. 교육시키는 방법을 몰라서 ( ) 4. 예산이 부족해서

139

### IV. 방사선취급근로자 건강진단

문 IV-1) 귀 사업장에서는 방사선취급근로자의 “배치전(최초 방사선작업 전) 건강진단”을 실시하고 있습니까?

- ( ) 1. 전혀 실시하지 않는다 ( ) 2. 잘 실시하지 않는 편이다  
( ) 3. 잘 실시하는 편이다 ( ) 4. 매우 잘 실시한다

문 IV-1-1) (실시하고 있다면)

2006년도 1년동안 작업배치전 건강진단 대상자와 실시자의 수를 응답해 주십시오.

건강진단 대상자 수( )명 / 실시자 수( )명

문 IV-2) 귀 사업장은 “매년 정기적으로” 방사선취급근로자에 대한 건강진단(특수건강진단)을 실시하고 있습니까?

- ( ) 1. 전혀 실시하지 않는다 ( ) 2. 잘 실시하지 않는 편이다  
( ) 3. 잘 실시하는 편이다 ( ) 4. 매우 잘 실시한다

문 IV-2-1) (실시하고 있다면)

그럼, 귀사에서 실시하고 있는 방사선취급근로자에 대한 건강진단은 어떤 것입니까?

- ( ) 1. 방사선작업종사자 건강진단 (원자력법에 의한 건강진단)  
( ) 2. 특수건강진단 (산업안전보건법에 의한 유해작업종사자에 대한 건강진단)  
( ) 3. 방사선작업종사자 건강진단과 특수건강진단을 병행함

문 IV-2-2) (실시하고 있다면)

2006년 한 해(2006년 1월 1일 ~ 2006년 12월 31일) 동안 다음 각각의 정기 건강진단 대상자와 실시자의 수를 말씀해 주십시오.

구분	대상자	실시자
방사선작업종사자 정기 건강진단	명	명
특수건강진단	명	명

문 IV-2-3) (실시하고 있다면)

귀 사업장이 실시하고 있는 정기 건강진단은 대상자의 범위가 어떻게 정해져 있습니까?

- ( ) 1. 방사선취급과 관계없이 방사선관리구역에 출입하는 모든 사람

140

- ( ) 2. 방사선을 취급하는 방사선작업종사자  
( ) 3. 근로자가 요청할 때만  
( ) 4. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 IV-3) 귀 사업장의 근로자가 2000년 이후 선풍한도를 초과하여 방사선에 피폭된 사례가 있습니까?

- ( ) 1. 있다 ( ) 2. 없다

문 IV-3-1) (있다면)

그럼, 연도별 방사선 피폭 사례수를 아래 서식에 기재하여 주십시오.

	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년
연도별 방사선 피폭 사례수	명	명	명	명	명	명	명

문 IV-3-2) (있다면)

그럼, 사후 처리는 어떻게 하였습니까? 해당되는 경우를 모두 응답해 주십시오.

- ( ) 1. 근로자에 대한 작업 관리 조치 취함  
( ) 2. 근로자에 대한 의학적 조치 취함  
( ) 3. 규제기관에 보고 후 조사를 받음  
( ) 4. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)  
( ) 5. 특별한 조치를 취하지 않음

문 IV-4) 귀 사업장의 근로자가 2000년 이후 방사선 피폭으로 인해 산업재해로 보상받은 사례가 있습니까?

- ( ) 1. 있다 ( ) 2. 없다

문 IV-4-1) (있다면)

그럼, 연도별 산업재해 보상건수를 아래 서식에 기재하여 주십시오.

	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년
연도별 산업재해 보상건수	명	명	명	명	명	명	명

## V. 기타 사업장 안전보건관리

문 V-1) 귀사업장에 방사선 안전관련 게시 여부에 관한 질문입니다. 해당란에 표시(○)해 주십시오.

안전관련 게시	있음	없음
방사선량 측정용구 착용 주의 사항		
방사선 관련 업무상 주의사항		
사고발생시 응급조치 사항		
건강장에 방지 사항		
관계자 이외 출입금지		
보관표시		
자랑표시		
금연표시		
문반표시		
분말오염물질		
금식표시		

문 V-2) 다음 시설에 차폐물을 설치하고 계십니까?

차폐시설 여부	있음	없음
방사선 장치실		
방사선 작업실		
방사선저장시설		
폐기시설		

문 V-3) 방사선 취급 작업시 보호구를 지급하고 있습니까?

- ( ) 1. 그렇다 ( ) 2. 아니다  
( ) 3. 해당없다

(※ 보호구의 지급 등(산업보건기준에 관한 규칙 제137조): ①사업주는 분말 또는 액체상태의 방사성 물질에 오염된 지역내에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 적절한 개인전용의 호흡용보호구를 지급하고 착용하도록 할 때에 보호와보호장갑신발덮개보호모 등의 보호구를 지급하고 착용하도록 하여야 함)

문 IV-5) 귀 사업장은 2000년도 이후 방사선피폭으로 인해 근로자에게 발생한 질병이나 사고를 공상으로 처리한 사례가 있습니까?

- ( ) 1. 있다 ( ) 2. 없다

문 IV-5-1) (있다면)

연도별 공상처리 건수를 아래 서식에 기재하여 주십시오.

	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년
연도별 공상 건수	명	명	명	명	명	명	명

문 V-3-1) (지급하고 있다면)

그럼, 귀사업장에서 지급하는 보호구는 어떠한 것이 있습니까? 해당되는 것을 모두 표시해 주십시오.

- ( ) 1. 보호의 ( ) 2. 보호장갑  
( ) 3. 신발덮개 ( ) 4. 보호모  
( ) 5. 호흡용 보호구 ( ) 6. 기타(적용 것:\_\_\_\_\_)

문 V-3-2) (지급하고 있다면)

그럼, 근로자들이 작업 중에 보호구를 얼마나 잘 착용하고 계십니까?

- ( ) 1. 전혀 착용하지 않음  
( ) 2. 거의 착용하지 않음  
( ) 3. 잘 착용하는 편임  
( ) 4. 항상 잘 착용함

문 V-4) 해당 방사선 시설에 국소배기장치를 설치하고 계십니까?

- ( ) 1. 있다 ( ) 2. 없다  
( ) 3. 해당없다

(※ 국소배기장치 등(산업보건기준에 관한 규칙 제131조): 사업주는 방사성물질이 가스상태 또는 분진으로 발생할 우려가 있을 때에는 발산원을 밀폐하거나 국소배기장치 등을 설치하여야 함)

문 V-5) 기타 방사선취급 근로자의 안전보건관리에있어서 문제점 및 제안이 있으시면 적어 주십시오.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

【 자료 분류상 질문 】

- \* 지금까지 질문에 응답해 주셔서 대단히 감사합니다.  
마지막으로 자료 분류를 위하여 몇가지 여쭙겠습니다.

이 항목은 통계적인 자료 분류 목적 이외는 사용되지 않을 것을 약속드립니다.

회 사 명		회사 주소	
주요 생산품		업종코드	
지 역	① 서울 ② 인천 ③ 경기 ④ 강원 ⑤ 대전 ⑥ 충북 ⑦ 충남 ⑧ 부산 ⑨ 대구 ⑩ 울산 ⑪ 경북 ⑫ 경남 ⑬ 광주 ⑭ 전북 ⑮ 전남 ⑯ 제주		
노동조합	① 없음 ② 있다면 【 ( ) 민주노총, ( ) 한국노총, ( ) 상급단체 없음 】		
응답자 성명		작성자 성별	1. 남자 2. 여자
응답자 전화번호 FAX 번호		응답자 나이	_____ 세
응답자 부서		응답자 직위	
응답자 학력	1. 고졸 이하 2. 전문대 졸 3. 대졸 4. 대학원 이상	응답자 근무년수	_____년

<<연 구 진>>

연 구 기 관: 한국산업환경보건연구소(KIEOH)

연구책임자: 김 광 종(소장, 보건학박사, KIEOH)

연 구 원: 진 영 우(팀장, 의학박사, 방사선보건연구원)

박 회 찬(수석연구원, 의학박사, KIEOH)

장 동 혁(팀장, 보건학석사, 이대목동병원)

정 미 선(선임연구원, 통계학박사, 방사선보건연구원)

이 병 일(선임연구원, 공학석사, 방사선보건연구원)

배 문 선(교수, 의학박사, 관동대학교)

연구상대역: 고 동 회(연구위원, 산업안전보건연구원)

<<연 구 기 간>>

2007. 5. 7 ~ 2008. 1. 17

본 연구는 산업안전보건연구원의 2007년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서에 기재된 내용은 연구책임자의  
개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도  
있음을 알려드립니다.  
산업안전보건연구원장

방사선 및 방사성 동위원소 취급 사업장의  
보건관리 실태조사

발 행 일 : 2007년 12 월  
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 박 두 용  
연구책임자 : 한국산업환경보건연구소 소장 김 광 종  
발 행 처 : 한국산업안전공단 산업안전보건연구원  
주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4  
전 화 : (032) 5100-911  
F A X : (032) 518-6483  
Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>