

# 放射線防禦 實務를 위한 情報媒體로서의 ICRP - 諸刊行物の 概念的인 理解(I)

- ICRP 基本勸告를 基準으로 -

漢陽大學校 理科大學

李 秀 容\*

(1991년 2월 20일 접수)

## 요 지

현재 세계 각국에서는 자국법(自國法)에 의한 방사선규제에 관계된 제반규정의 설정에 국제 방사선방어위원회(ICRP)의 기본권고를 직간접으로 반영하고 있다.

이런 견지에서, 국내의 방사선장해방어 관련규정도 역시 적절한 행정절차를 통하여 이를 보완하는데 일로매진 해야할 것이다.

本稿에서는 ICRP-제간행물을 이 목적의 실행을 위한 실무현장과의 연결을 위해 주로 그 기본권고를 중심으로, 몇가지 사항에 관해 논의하였다.

이 논의의 주된 골격은 ICRP의 기원(起源)은 물론 1990 ICRP-신 초안 권고의 내용들로서 이를 요약하여 기술하므로써 이의 개념적인 이해를 돕고자 하였다.

\* 漢陽大學校 理科大學 物理學科 教授  
大韓 放射線防禦學會 總務理事  
國際 電氣技術委員會 放射線計測(IEC TC-45) 專門委員  
國際放射線防禦學會(IRPA)會員, 美國 “保健物理學會”會員

# A Brief Conceptive Comprehensions of the ICRP—Publications as an Information Media for the Radiological Protection Practice (Part I)

— Based on the Basic Recommendation of ICRP —

Soo Yong Lee

Dept. of Physics, College of Science, Hanyang University

(Received : February 20, 1991)

## Abstract

In the present, many nations in the world are reflected by the basic recommendations of International Commission on Radiological Protection (ICRP) by all means to establish the regulations concerned with the restriction of radiation by using the laws of their own countries.

In this viewpoint, eventually it is considered that the regulations related to the radiological protection of our country should be pushing to complement through the procedures of the pertinent administrations. Thus, in this paper, some of the surrounding circumstances to the ICRP basic recommendations are briefly described in order to interconnect to the practical fields for the practice in the fields of radiological protections.

Therefore, as a main point, the origin of the ICRP and evolution of its basic recommendations as well as a summary of the new draft recommendation ICRP, 1990 are described in this compilation for the purpose to assist the conceptive comprehensions of the ICRP—Publications as an information media for the fields of radiological protection practice.

\* Professor, Dept. of Physics, College of Science, Hanyang University.

General Secretary of the Korean Association for Radiation Protection (KARP),

Expert Advisor in Nuclear Instrumentation the International Electrotechnical Committee (IEC TC-45),

Member of International Radiological Protection Association (IRPA),

Health Physics Society (Plenary).

## 1. 머리말

國際放射線防禦委員會(International Commission on Radiological Protection, ICRP)는 방사선과학분야의 세계적인 석학들로 구성되어 있으며, 이들은 제반 방사선으로부터의 장해방지를 위해 그 기준을 범세계적으로 제시할 사명을 갖고, 기본적인 기준을 이 위원회의 간행물들을 통해 권고하고 있다.

그 중, 특히 ICRP 권고는 방사선의 안전과 방어에 관한 기본개념과 원칙을 나타내는 것을 본래의 목적으로 하고 있다.

또한, 이 ICRP 위원회의 지침은 적절한 방사선방어수단에 기초할 수 있는 기본원칙을 순수한 학문적인 관점에서 검토하여 수립한 것이다.

그럼에도 불구하고 방사선방어업무분야에 종사하는 많은 사람들의 경우 관심의 대상은 주로 그 곳에 제시된 수치에 있고, 그 배경이 된 기본개념에 관심을 갖고 이해하고 있는 경우는 의외로 적은 실정이다. 그러므로, 방사선방어실무에서 적용하는 조건이 각나라마다 다른점이 있을 수 있을지라도 권고와 간행물에서의 기본적인 사고는 적시에 관련된 여러 분야에서 검토되고 이해되어야 할 필요가 있다.

그렇게 하므로써 어떤 형태로든 이에 대응하여 관련법령에서는 물론 방사선업무의 실무면등에서 ICRP 권고의 준수를 더욱 심도 있게 권장내지는 보완하는 방향으로 나아가 할 것이다.

이에 본고에서는 방사선방어실무분야에 대한 정보매체로서의 ICRP의 제간행물의 개념적인 이해를 돕기 위해 우선 ICRP의 그 기원과 기본권고 및 1990 ICRP신 초안 권고의 요지등에 관해서 언급하고자 한다.

## 2. ICRP의 기원

뢴트겐이 X-선을 발견한지 몇주 내에 골절상의 진단을 위한 X-선의 잠재력이 현저해졌다. 그러나, 치명적인 부작용, 즉, 탈모현

상, 빈혈증, 홍반, 피부염과 피부화상등은 곧 의료진(medical staff)으로 하여금 방사선의 과다노출을 피해야 할 필요성을 인식하게 하였다.

유사한 부작용은 라듐의 발견과 이를 의학분야에 이용한 직후에도 보고되었다. 이러한 발견에도 불구하고 X선과 감마선에 대한 의료진의 방어는 수년간 중요하게 여겨지지 않았다.

영국 X선 및 라듐위원회(X-ray and Radium Committee)와 영국 방사선협회(Roentgen Ray Society)는 급성영향을 피하기 위한 기초로 1920년대 초에 일반적인 방사선방어 권고를 제안하였다.

그리고, 제일차 국제방사선학회의 경우는 1925년에 피폭을 정량화 할 필요성을 인식케 되었다.

그 결과로 1928년에는 X선 및 라듐방어에 관한 국제위원회(International Commission on X-ray Radium Protection)가 발족되었다.

1950년에는 이온화방사선과 방사성물질의 더욱 보편적인 응용에 일치하여 이 위원회는 국제방사선방어위원회(ICRP)라 개정하였다.

그럼에도 불구하고 ICRP와 이의 자매 그룹인 방사선단위에 관한 국제위원회(International Commission on Radiological Units)는 국제방사선학대회(International Congress of Radiology)와 연결되어 그들의 오랜 정착 관계를 지속하고 있다.

ICRP는 설립당시부터 의학이용에 대한 종사자를 대상으로한 방사선방어 대상영역을 확대시켜 금일에 이르고 있다.

이 ICRP는 ① 방사선영향 ② 보조한도(補助限度) ③ 의학용 방사선방어 및, ④ 위원회 권고의 적용등으로 하는 4전문위원회로 구성되었다.

각 위원회는 연간 1회의 비율로 회합을 가지며, 주위원회(主委員會)와 전문위원회의 합동회합은 2년에 1회 정도 개최한다.

또한, 위원회는 위원회의 업무수행에 차질이 없게 모든 재정적 지원과 자체의 임원을

본 업무수행에 시간을 할애케 하고 있다.

서문에서 언급한 대로, 이 ICRP 위원은 특정 국가를 대표하는 것은 아니지만 방사선의학, 방사선방어, 물리학, 생물학 및 유전학 등의 여러 영역으로부터 적절한 균형을 고려한 모든 분야의 현저한 업적에 의한 개인적인 자격으로 선출된 세계적인 석학들로 이루어져 있다.

### 3. 방사선방어에 관련된 국제기구

#### - 다른 기구들과의 상호관계 -

ICRP는 방사선방어 및 안전에 관한 기본적인 정보의 확립을 위해 관련분야에서의 다른 국제기관, 이를 테면, 국제원자력기구(IAEA), 세계보건기구(WHO)와도 공식적인 관계를 갖고 있다.

밀접한 업무관계는 또한, 유엔 방사선 영향에 관한 과학위원회(UNSCEAR), 국제 방사선단위 및 측정위원회(ICRU), 국제노동기구(ILO), 핵에너지기구(NEA) 및 그의 주요 선진제국의 관할 국내기관들과도 유대관계를 갖고 있다.

ICRP는 이들 기구가 주관하는 대부분의 회의에 옵서버로써 파견되고 있으며, 상기한 모든 기구는 또한, ICRP의 정례회의에 그 전문위원회의 대표를 파견하도록 초청된다.

ICRP의 기본적인 정보는 UNSCEAR에서의 관심으로부터 정리된 정보와 ICRP 그 자체의 정보로 크게 구별할 수 있다. 환언하면, ICRP 권고의 기본적인 사고는 UNSCEAR로부터의 여러 가지 정보를 ICRP로서의 시각에서 재검토하여 고친정보를 기초로 해서 구축된 것도 최근의 여러 정보등에서도 알 수 있다.

### 4. 방사선방어에 대한 ICRP의 기본권고1

이 위원회의 기본적인 권고는 1951년에 출판되었고 신판과 수정판들이 1955, 1958, 1959, 1964 및 1966년에 각각 출판되었다.

위원회에 의해 위임된 위원회의 전문위원

들로부터의 팔목할 분량의 보고서는 방사선방어의 과학적 기초와 구체화한 방사선정책 및 권고의 적용과 관련하여 1959년과 1977년 사이에 출판되었었다.

현재 적용할 수 있는 기본권고는 1977년에 출판되었으며 이것은 초창기의 보고서에서 표현된 사고의 발전을 반영하고 있다.

1977년의 보고서에서는 방사선으로 인해 유발된 치명적인 암의 발생은 사회가 받아들일 수 없는 수준으로, 즉 방사선업무 종사자의 경우 높은 수준의 안전성을 갖는 산업체들에서 관찰되는 치사율을 한정하고, 방사선에 쫓인 사람들의 자손에 심한 유전적인 질병은 물론, 수용할 수 있는 수준까지 한정해야 하고 다른 유해한 영향도 방지해야 할 필요성이 고려되었다.

위원회에 따르면 이러한 목적들은 다음과 같은 경우에 성취할 수 있다.

즉, 그 시행에 알짜이득을 가져오지 못하는 여하한 행위도 용납되지 않는다. 피폭은 경제적, 사회적인 요소를 고려, 합리적으로 성취할 수 있을 정도로 낮게 유지된다.

개인에 대한 선량당량(線量當量)은 적절한 상황에 대하여 위원회가 권고한 한도를 초과하지 않는다.

유엔 방사선영향에 관한 과학위원회(UNSCEAR)와 국립과학아카데미(National Academy of Science)에 의한 검토로부터 유도된 암과 유전적(확률적)인 리스크에 대한 평가에 도달하는데 조사된 개개의 장기나 조직이 전체적인 리스크에 어느정도 기인한다고 추측되고 있다.

유효선량당량(有效線量當量)은 1978년 이후에 기술됨으로써 정의된 암 또는 유전상의 손상을 전개하는데 상이한 조직의 감수성에 대해 가중시킨 선량당량, 장기나 조직선량이 전신의 선량당량의 기여를 평가하는데 사용되었다.

방사선업무종사자에 대해서는 유효선량에 대한 권고된 연간한도(年間限度)는 ICRU에 의해서 채택된 SI 단위로 50 mSv (5 rem)이었다.

개개의 장기와 조직에 대해서는 다른 유해한(非確率的) 영향을 방지하는데 기초를 둔 오버라이딩(over-riding) 한도가 정의되었다.

공중(公衆)의 개개의 구성원에 대해서는 평생동안에 매년 1 mSv (0.1 rem)를 초과하지 않는 유효선량당량(有效線量當量)의 한도(限度, limit)가 권고되었다.

위원회는 이 한도가 임계집단(臨界集團, critical group)에 대한 5 mSv (0.5 rem)인 연간한도를 적용함으로써 이를 수 있다고 공감하고 있다.

이 권고는 수년동안은 5 mSv (0.5 rem)에 달하는 쥘임(exposure)이 허용되었음에도 불구하고 1985년에는 주된한도(principal limit)가 연간 1 mSv (0.1 rem)이어야 한다고 분명히 밝히고 있다.

가장 최근의 경우, 국제방사선방어위원회(ICRP)는 1990년 11월 12일 원자력발전소나 의료시설 등에서 근무하고 있는 종사자들의 피폭 선량한도를 현행의 연간 50 mSv에서 5년 평균치로 연간 20 mSv로 낮추고 최대로 연간 50 mSv를 넘지 않도록 하는 새로운 권고안을 채택했다.

이 새로운 권고안은 1977년에 채택된 「Publication 26」을 대체하는 것인데 이 「Publication 26」은 1989년 4월부터 적용돼 온 것이다.

이번의 이 새로운 권고안은 ICRP에서 히로시마와 나가사키의 피폭자 조사자료를 재검토해 본 결과 이온화방사선 중의 어떤 종류의 것이 「연간 50 mSv 이하」로 규정돼있는 '77년도의 권고안의 수치 보다 약 3배나 높은 것으로 나타났기 때문이다.

이 새로운 권고안에서는 종사자들의 피폭 선량 한도를 ① 5년간 평균으로는 연간 20 mSv, ② 단일연도로는 50 mSv 이하, ③ 일반 대중에 대해서는 종전 대로 연간 1 mSv로 규정해 놓았지만 이 선량한도는 자연방사선원이나 환자의 의료피폭에는 적용되지 않는다.

방사선물질에 대한 구체화된 선량한도(線量限度)는 외부(체외) 방사선에 대한 것들과

일치해서 상세히 지적되었다.

그러나, 혼합형(incorporated) 방사성 물질은 오랜 기간을 통하여 조직이나 장기들에 대해 선량(線量)을 전달하기 때문에 선량당량의 관념은 예탁선량(預託線量)에 의해 일반화 되었다.

즉, 한 개별적인 장기(臟器)나 조직선량당량은 결국은 다음의 섭취량을 받아들일 것이다.

실제적으로는 방사성물질의 섭취는 2차표준 즉, 개개의 방사성핵종에 대한 유도공기농도(誘導空氣濃度, DAC) 및 연간섭취한도(年間攝取限度, ALI)를 사용함으로써 관리된다.

이것은 선량한도에 기초를 두며 핵종(核種)의 방사성붕괴 특성, 섭취에 관한 물리적 및 화학적 형태 및 한번 반영된 대사(代謝)에 의해서 결정된다.

선량한도에 관해서는 두 기본적인 오해가 있다. 하나는 선량당량의 리스크에 의의의 변화를 나타낸다는 것이고, 다른 하나는 선량한도가 방사선방어체계에서 대단히 중요한 요구에 따른다는 것이다.

반대로, 합리적으로 성취할 수 있는 가능한 낮은 선량(ALARA)을 유지하는 요구는 더욱더 중요하며 또, 권고의 유효성을 결정하는 것을 허용된 실무에서의 총선량제한 체계의 영향이다.

1977년 이래로 경험은 실제적으로 명백하게 된 권고들의 암시에 따라 기본권고를 보완하는데 보다 나은 충고를 해야할 필요가 있음을 인식하게 하였다.

이 충고는 최근의 보고서에서 뿐만 아니라 개정판과 많은 성명에서 제시되어 왔다.

이 기본적인 권고의 수정에 대한 결정을 하는데, 위원회는 가장 최신 데이터의 반영과 안정된 선량제한 체계의 유지를 위해 요구되는 방사선방어에 대한 사고(思考)와 욕구간에 균형을 맞춰야 할 필요성이 있어왔다.

이런 이유로 약 10년 간격으로 기본적인 권고의 새로운 추세가 이루어졌다.

그러므로, 1991년 초반경에 출판될 것으로 기대되는 새로운 권고는 21세기초까지 적용될 것이다.

### 5. ICRP 권고 및 보고

ICRP에서 검토된 성과는 권고(recommendations), 또는 보고(reports)라는 형태로 정리되어 공표되는데, 이들은 1990년말까지 60권의 간행물이 발간되었다.

또한, 이 간행물들을 다음과 같이 크게 구별할 수 있다.

- (가) 위원회 권고
- (나) 개인 및 장(場)의 모니터링에 관한 것.
- (다) 외부(체외) 방사선의 방어에 관한 것.
- (라) 내부(체내) 방사선의 방어에 관한 것.
- (마) 방사선영향 리스크에 관한 것.
- (바) 의학적인 이용에 관한 방사선의 방어에 관한 것.
- (사) 그 외 긴급피폭, 사고피폭에 관한 것 등이다.

이 간행물(publications)들은 일련번호를 붙여 발간되는데 최근에 발간된 순서로 작성한 간행물(1989년까지)의 목록은 부록과 같다. 위의 모든 간행물들의 내용별 소개는 본협회지 다음 호(제6권 제2호)에 실릴 예정이다.

### 6. 신권고초안의 제시<sup>2</sup>

- 1990년 ICRP 권고의 요약 -

#### (1) 신권고 작성의 배경

이 논고는 1990년 ICRP 권고의 초안(이하 신권고라 한다)에 대해서 주요현상에 대한 견해이다.

ICRP는 방사선방어에 대한 그 자체의 권고의 초안개정을 발간하였으며, 또, ICRP의 제반개념, 생물학적 기초 및 실제적인 응용을 제시하고자 두 국제관련 세미나도 개최한 바 있다.

이를 테면 영국 같은 나라에서는 국가방사선방어위원회(National Radiological Protection Board, NRPB)가 이 초안의 제시에 관하여 광범위한 의견을 규합하여 ICRP에 제출하였다.

ICRP는 NRPB가 접수한 코멘트를 작년 6월에 있었던 주위원회(main commission)회의에서 논의한 바 있다.

역시, 과제그룹(task group)에서도 작년 9월에 권고초안을 제시하였고, 또한 필요성과 중대성에 비추어 주위원회는 작년 12월에 심의를 위한 회합을 갖게 되었다.

이러한 과정을 거친 최종 보고서가 금년(1991년) 1/4분기 내에 발표될 것이 기대된다.

이 주원문은 양과 단위, 이온화방사선의 생물학적인 효과, 방사선영향에 관한 유의성을 판단하기 위한 기준을 포함한 주요한 세가지 부록을 포함하게 될 것인바 그 장(章)별 상세한 개요는 다음과 같다.

#### (2) 신권고의 내용의 개요<sup>4</sup>

위원회는 그 기본권고를 ICRP Publication -26으로 발간한 때인 1977년 이래 이들 권고를 해마다 검토하였고, 또한, 「The Annals of the ICRP」에 수시로 공표하였다.

알려진 바로는 곧 발간될 신권고의 내용의 주류는 다음의 일반적인 형태가 갖춰질 것이라고 알려졌다.

이것에 관한 장별 내용은 다음과 같다.

제1장은 전문위원회의 역사와 그 권고의 발전에 관한 것을 주제로 하고 있다.

이 장은 보고서의 목적과 형식(scope)을 말해주고 있다. 또, 전문위원회 그 자체가 왜, 단지 인간의 방사선방어(radiological protection of man)와 그리고, 이온화방사선에 대해서만 관련되는가를 지적하고 있다.

전문위원회의 현재의 간행물의 목록을 이 책의 부록 D에 제시하고 있다.

제2장에서는 방사선방어에서 사용되는 물리량(physical quantities used in radiological protection)들의 간단한 용어를 기본 방사선계측량(basic dosimetric quantities)과 보조

적인 방사선계측량(subsidiary dosimetric quantities) 및 기타 양들로 설명하고 있다.

량과 單位들에 관한 공식적인 정의는 부록 A에 주어져 있다. 이들중 단위와 양의 향에서 새로 보이는 양으로서는 “이펙턴스”(effectance)라는 용어가 있다. 이것에 대해서는 많은 논의가 있으나<sup>3,4</sup> 이전에 유효선량당량(effective dose equivalent)으로 사용되어온 것 대신에 도입되는 이 용어에 대한 개념은 같은 의미를 내포하고 있다. 그러나 더 많은 기관들로 인해서  $W_T$  값이 있으며 새롭게 특성되는 리스크인자에 대한 조직들 때문에 이전의 7개보다 여기서는 13개의 값이 주어져 있다.

이 개념은 신체의 모든 조직 및 기관에서의 등가선량의 가중합(加重合)을 의미하는데, 이전의 것으로는 유효선량당량(有效線量當量)으로 알려져 있다. 이 이펙턴스를 식으로 표시하면,

$$E = \sum_T \sum_R W_T \cdot H_T, R$$

와 같이 된다.

여기서,  $H_T, R$ 는 방사선 R에 의해서 전달되는 조직이나, 기관 T에서의 평균선량당량이다. 방사선은 신체내부에서의 선원에 의해서 방출되거나 신체상에 입사하는 것이다.

또한, 선질계수(quality factor)와 선형에너지전달(LET)간의 새로운 관계도 제시되었고, ICRP는 중성자 피폭에 대한 가중인자(加重因子)( $W_R$ )를 유도하는데 주변(ambient) 선량당량[ICRU구(球 : sphere)<sup>주1</sup>에서 1 cm 깊이에서의 등가선량]을 사용하고 있다.

각 방사선에 대해서 모든 기관과 조직에 관계되는 방사선 가중인자(radiation weighting factor,  $W_R$ )는 다음의 표 1과 같다.

제3장은 이온화의 확률론적이고 결정론적인 생물학적 영향(deterministic biological

표 1. 방사선 가중인자<sup>2</sup>의 값<sup>1</sup>.

유형 및 에너지	방사선 가중인자, $W_R$
X선 및 감마선 (모든 에너지에 대해서)	1
전자 및 중간자(mesons),(모든 에너지에 대해서)	1
양성자 (30 MeV 이상)	1
중성자,	
에너지 < 10 keV	5
> 10 keV~100 keV	10
> 100 keV~2 MeV	20
> 2 MeV	10
알파입자, 핵분열 조각, 중핵자,	20
DAN에 결속된 원자로부터의 오제(Auger)전자	5

- \* 1. 모든 값은 신체상의 방사선입사 또는, 대부분선원 이거나 선원으로부터 방출되는 값에 관계된다.
- \* 2. 이들  $W_R$ 의 값은 이펙턴스 및 선량당량의 특성을 위해서 권고된다.

effects of ionization)에 대한 개요를 마련해 주고 또, 이온화방사선에 대한 피폭에 관련된 손해(損害, detriment)<sup>주2</sup>의 정의는 물론 정량적인 측정을 설정하는 문제들에 관한 논의를 하고 있다.

방사선리스크를 포함해서 더욱 상세한 생물학적인 정보는 이 장의 부록 B에 마련되었다.

### 리스크 산정(risk estimation)

방사선조사로 인한 생물학적인 영향은 결정론적인 영향(deterministic effects, 비확률적 효과, non-stochastic effects, 라고 불리우곤 하는)에 대한 것과 이전에 사용된 데이터에 유사한 것에 대해서 우선 어느 기간동안

주1 ICRU球(ICRU, 1980)는 밀도가 1 gcm<sup>-3</sup>, 이고, 산소 76.2%, 탄소 11.1%, 수소 10.1% 및 질소 2.6%의 성분으로 구성된 조직등가의 직경이 30 cm인 球이다.

주2 손해(損害)는 피폭된 무리(group)와 그 자손들에 의해서 결국은 경험될 수 있는 전체 해(harm)의 척도(尺度)를 말한다.

안에 취급된다.

확률적인 영향(stochastic effects)인 암 및 유전적 결함에 대해서 ICRP는 UNSCEAR가 단지 고선량을 인하여 고선량에 조사된 후에 생기는 리스크에 대한 것만 한정하였기 때문에 이 UNSCEAR의 값을 단순히 적용할 수만은 없었다.

ICRP는 리스크가 미래에 계획되는 일정한 상대리스크에 대한 UNSCEAR 권고와 그 결과가 상당히 일본 원폭생존자의 데이터에 근거된 것만 취하고 있다.

이들 리스크는 두 상이한 방법과 채택된 평균적인 결과를 사용하여 보기를 들면, 영국이나 미국등에서는 주민의 암 발생율의 기준으로 이전되었다.

고선량과 고선량률에서의 치명적인 암의 리스크는 모든 연령의 주민에 대해서 Sv당 8%가 되게 계산되어졌고, 이것은 1977 UNSCEAR 리스크 등과 Sv당 25%인 것과 비교된다.

그래서, ICRP는 방사선방어 목적에 사용할 리스크인자 즉, 저선량/저선량률에 관해 결정하였다. 이 보정(補正, reduction)은 선량 및 선량률 영향인자 DDREF(dose and dose rate effective factor)를 사용하므로써 영향을 미치게 된다.

DDREF의 경우, 그 값은 일본 원폭 생존자에 영향을 준 백혈병으로부터 유발될 수 있는 것에 기초한 것과 선형구적 선량반응(linear quadrature dose response)함수( $F(D) = \alpha D + \beta D^2$ )의 이론적인 고려에 관계되는 것에 관해서 채택된다.

여기서, F는 영향이고, D는 선량이다. 이것은 ICRP Publication-26의 경우 Sv 당 11.25% 인데 비해서 노동인구(workforce)에 대해서는 Sv당 4% 이고 모든 연령에 대해서는 Sv당 5% 이다. 이 정보의 사용에 관한 것은

부록 C에 논의되어 있다.

제4장은 방사선방어의 개념의 틀(the conceptual framework radiological protection)에 관한 일반적인 방침을 주제로 하고 있다.

이 장에서는 선원에 관련된(source-related) 것과 또한, 개인에 관련된(individual-related) 산정의 개념을 소개하고 있다.

또한, 이장에서는 행위를 도입하는 정당화의 개념과 어떤 행위 범위내에서 방어의 최적화, 및 정확한 최적화의 결과로서도 생길 수 있는 불공정성을 제한하는데 컨스트레인트<sup>주3</sup>(constraints)를 사용하는 등의 문제는 물론 어떤 행위 이상의 결과로 인해 피폭될 수 있는 개인을 방어하는 선량한도(線量限度, dose limits)의 필요성도 함께 전개하고 있다.

직업적(occupational), 의료적(medical) 및 공중(public)의 방어체계는 다음과 같다.

ICRP 신간행물은 과거와 마찬가지로 계획된 상황에서의 선량한도 뿐만 아니라 잠재적 상황(개연성은 물론 발생확률이 불확실한 사고) 및 사전존재(pre-existing), 이를 테면 사고후 가정이나 환경등에서와 같은 선원을 통제할 수 없는 상황에도 잘 알려진 원리(정당화, 최적화, 및 한도화)가 일반화 되고 있다.

권고의 대다수는 행위가 정당화 되어야만 하는 실제로 최적화된 방어 및 선량한도에 부합된 경우의 계획된 상황에 적용되고 있다.

잠정적 상황의 경우, ICRP 원리는 대단히 유사하다. 즉, 행위는 다시금 정당화 되고, 방어는 최적화 되어야만 한다.

그러나, 최적화의 컨스트레인트는 이 경우에는 리스크한도는 필지언정 선량한도는 되지 못한다.

사전존재인 경우는 치료상 표준(remedical

주3 실제로 선량 컨스트레인트(dose constraint)는 특정한 선원의 결과로 인해서 생기는 개별선량(individual dose)에 편승되어 제한 받게되며, 최적화에 대한 상한 속박(上限束縛, upper bound)으로써 사용된다. 선량한도가 개인에 관련된 양(individual related quantity)인데 반해서 컨스트레인트는 선원에 관련된 양(source related quantity)이나 개인에 적용된다.



measure)의 도입이나 개재가 정당화 되지 않으면 안되는 대책에서는 최적화는 형식, 척도(scale) 및 개재기간, 즉 한도화가 결정론적 효과를 기피할 수 있는 때에만 적용한다.

피폭의 이들 세유형을 적용할 수 있는 방어체계(system of protection)는 직업적, 의료적 및 공중의 피폭등 이다.

의료상의 치료 또는 진단을 위한 조사의 경우는 어떠한 한도도 정해져 있지 않다. 그렇지만, 의료상 피폭의 정당화에 대해서는 언급되어 있다.

제5장은 전문위원회가 직업상의 피폭 작업 시 사람의 피폭, 의료상의 피폭(의료상 진단과 처치의 일부로서 사람의 피폭) 및 일반적 피폭(이온화 방사선에 대한 임의의 모든 피폭)을 취급하는 방법을 소개한다.

이 장은 권고된 관리절차(control procedure)의 기본구조를 말해주고 있으며, 또 관련된 곳에서는 콘스트레인트에 대한 필요성과 선량한도의 권고치를 적소에서 설명해주고 있다.

그 한보기는 표 2에 나타낸 권고된 선량한도 이다.

표 2. 권고된 선량한도<sup>(1)</sup>

적 용	선 량 한 도	
	직업적	공 중
이펙턴스 (effectance)	5년에 100 mSv 임의의 1년에 에 50 mSv	임의의 5년 을 평균한 년간 1 mSv
연간선량당량 :		
눈의 수정체	150 mSv	15 mSv
피부(100 cm <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	500 mSv	50 mSv
손	500 mSv	50 mSv
태아에 대한 평균선량당량 <sup>3</sup>		진단후 5 mSv

(1) 특정한 기간에 외부피폭으로부터의 선량의 합과 같은 기간에 섭취한 것으로부터의 50년 예탁선량(공중에 대해서는 70년)에 적용되는 한도.

(2) 더욱 상세하게는 173절을 참조

(3) 이 값은 533절에 논의된, 임신부의 직업적인 피폭에 관계된다.

또한, 이 장은 주거에서의 라돈과 같은 선원을 취급하는 문제의 윤곽도 말해주고 있는데, 실제로는 주거에서는 선원에 대한 관리가 직접적으로 적용될 수 없고, 때문에 환경에서는 개재(intervention)가 개입된다.

이 장은 역시 발생할 가능성은 있으나 빈도가 높지 않은 피폭을 취급하는 문제도 소개하고 있다.

이와 같은 발생의 개연성은 선량의 예측되는 크기와 마찬가지로 중요하다.

제6장은 사고에 따르는 개재와 또 조치를 취해야 할 곳에서의 다른 순간적인 상황도 취급하고 있다.

제7장은 계획수립과 일상수준에서의 실제적인 지침에 대한 필요로부터 시작하여 이것이 국제당국의 필요조건과 전문위원회의 권고와 어떻게 연계되어야 하는지를 보여주고 있다.

모니터링에 관한 것과 또한, 규제상 필요조건으로부터 면제받을 가능한 근거를 충고해 주고 있다.

제8장은 사고로부터 야기되는 선량을 제한하는 실제적인 문제와 기타 조치의 필요성이 있는 순간적인 상황도 취급하고 있다. 또한, 긴급 계획수립에 관한 주제도 소개하고 있다.

제9장은 보고서의 주된 권고와 정책성명을 상세한 설명을 가하지 않고 포함시켰다. 이 장은 또한 이전의 모든 장들에 대한 전후참조(cross-references)를 마련해주고 있다.

또한, 권고의 마지막 장들에서는 권고에 따르는 규정상 내지는 관리상 요구되는 점을 특히 강조하고 있다.

충고가 일상 모니터링으로부터의 선량을 평가하는 것과 작업조건의 특성에 관한 것과 또, 규정하는 관리로부터의 배제 및 면제, 그리고 사전존재 상황을 취급하는 것등에 관해 제시하였다.

몇가지 중요한 결말이 아직도 결정되어져야 할 일로 남아 있다.

이들중 일부가 여기서 지적되었다.

Publication-26에서 손해(損害, deteri-

ment)는 피폭된 공중(公衆)과 그 자손에게서 예측되는 해(害)의 측정으로써 사용되었다.

이러한 개념의 복잡성은 Publication-45 “해(害)의 통일(統一)된 지표(指標)의 개발을 위한 정량적 기초(定量的 基礎)”에서 탐구되었다.

전문위원회는 이제 손해의 추가적인 양상 특히 피폭과 개인에게서의 영향의 중요성을 나타내는 것과의 사이에 장기간의 지체를 고려해야 할 필요를 인식하여야 한다.

이 점의 중요성은 전문위원회가 증가하는 리스크의 객관화 모델(projection model)의 여러 형식을 사용한다면 더욱 고조시킬 수 있을 것이다.

전문위원회는 방어의 최적화에서 고려해야 할 개연성, 심중도 및 시간지연을 허용하는 손해에 대한 것과 또 선량한도의 선택 및 컨스트레인트 하는데 손해를 사용할 때에 한 근사를 채택하는 것을 고려하고 있다.

통제된 선원과 개방된 선원간의 이전의 구분은 어떤 혼란을 야기시키고 있다. 이것은 방사선방어체계에서의 변화에 의해서 완전히 피할 수 있음직 하지 않으나, 전문위원회는 이 점에 근거한 상황이나 관리가 시행될 수 있는 점들 간의 구분될 수 있는 어떤 체계를 도입하는 계획을 시도하고 있다.

이 접근은 방어체계에서 선량한도가 역할을 하는 경우 한도에 대한 더 논리적인 기초를 마련해 줄 것이라는 점이 바람직스럽게 여겨진다.

## 8. 맺음말

이상에서 살펴본 바와 같이 ICRP의 제간행물의 내용 및 방사선방어의 개념은 방사선의 영향에 대한 우리의 지식이 발전함에 따라 변천해 나가기 때문에 방사선장해방어에 대한 새로운 정보를 실무에 반영하기 위해서는 동위원회의 권고내용을 적시에 이해하고, 또 적절하게 도입내지는 보완해야 할 필요가 있다.

이를 위한 작업은 국내의 특정기관이나 특정인력으로 하는 한정된 영역에서가 아닌 실로 국가적인 차원에서, 이를 태면, 과학기술처와 같은 관련기관이 전문학회나 대학의 전문인력등과의 유대관계를 갖고 정보를 꾸준히 지속적으로 교환하므로써 성취할 수 있을 것이다.

이렇게 하므로써 적어도 핵에 관련된 사고<sup>5</sup> 내지는 사건이 발생할 때 마다 논란되는 방사선장해 방어를 언급한 마스크<sup>6</sup> 등에서의 부적절한 표현등으로 야기되는 혼란을 방지하여야 하겠다. 국민 모두가 적어도 오해는 물론 고통이 없는 신뢰를 구축하여 원자력이 용분야의 전문업무에 크게 기여할 수 있어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. ICRP Publication - 26, Recommendation of the ICRP, 2nd ed., (1987).
2. International Commission on Radiological Protection, Recommendation of the Commission - 1990, Draft Feb. 1990.
3. EURADOS - CENDOS Discusses ICRP Draft Recommendations, J. Health Physics, 59 : 6, 936(1990).
4. R. H. Clarke, A Summary of the Draft Recommendations of ICRP, 1990, The Health Physics Society's Newsletter 18 : 9 (1990).
5. 李秀容, 核恐怖의 實像과 「에너토피아」의 虛像. 漢大新聞, 제748호 2면(1987. 4. 23)
6. 李秀容, 緊急核事故時 「마스크」의 報道傾向과 放射能災害防止 弘報對策에 관한 小考, 대한방사선방어학회, 第11次 學術會議 論文抄錄, pp. 23~26, (1987).

부록 1989년까지 발간된 순으로 열거한 ICRP-刊行物(Publications)의 일람표

간행물번호	발간연도	제 목
55	1989. 9	방사선방어에서의 최적화 및 의사결정
54	1988. 8	방사선업무종사자에 의한 방사성핵종의 취급에 대한 모니터링 [10], [10A]
53	1988. 3	방사성 의약품으로부터의 환자에 대한 방사선량
52	1988. 2	핵의학에서의 환자의 방어 [17], [21]
51	1988. 4	외부방사선에 대비하여 방어에 사용키 위한 데이터
50	1987. 8	라돈 딸 핵종에 대한 옥내에서의 피폭에 의한 폐암의 리스크
49	1987. 1	배(胚) 및 태아의 뇌에 대한 조사의 발육상의 영향
48	1986. 11	플루토늄 및 관련된 원소의 대사 [19]
47	1986. 1	광산에서의 작업자의 방사선방어 [47]
46	1986. 1	고체 방사성 폐기물처리에 대한 방사선방어의 제원리
45	1986. 1	해(害)의 통일된 지표의 개발을 위한 정량적인 기초
44	1985. 3	방사선 치료에서의 환자의 방어
43	1984. 12	공중의 방사선방어를 위한 모니터링의 제원칙 [7]
42	1984. 12	ICRP에 사용되는 주요개념과 양의 용어해설
41	1984. 12	이온화 방사선의 비확률적 영향
40	1984. 12	대규모 방사선사고시의 공중의 방어 계획수립의 원칙
39	1984. 8	자연방사선원에 대한 공중의 피폭을 제한하기 위한 제원칙
38	1983. 12	방사성핵종의 변환 : 방출방사선의 에너지 및 세기
37	1983. 5	방사선방어의 최적화 과정에서의 비용-이익의 원칙
36	1983. 2	과학교육에서의 이온화방사선에 대한 방어 [13]
35	1983. 1	방사선업무종사자의 방사선방어를 위한 모니터링의 일반원칙 [12]
34	1983. 1	전단방사선 (X선)에 대한 환자의 방어
33	1982. 8	의학에서 사용되는 외부선원으로부터의 이온화방사선에 대한 방업 [15], [21]
32	1981. 12	방사선작업종사자에 의한 라돈 딸 핵종의 흡입한도
31	1980. 1	흡입된 방사성핵종의 생물학적인 영향
30	1979. 8	방사선업무종사자에 의한 방사성핵종의 섭취한도 (1) [2]
30	1979	제1부에 대한 부록

放射線防禦 實務를 위한 情報媒體로서의 ICRP-諸刊行物の 概念的인 理解 (I)

간행물번호	발간연도	제 목
30	1980	제2부
30	1981	제2부에 대한 부록
30	1981	제3부 (제1부 및 제2부에 대한 부록)
30	1982	제3부에 대한 부록 A
30	1982	제3부에 대한 부록 B (제1부 및 제2부에 대한 부록을 포함)
30	1982	색인, 주제별 색인과 ICRP Pub. 30의 모든 부분과 부록에서 고려된 방사성핵종의 이해를 위한 색인.
30	1982	방사선업무종사자에 대한 방사성핵종의 섭취한도 (7권 전집)
30	1988	제4부 방사선업무종사자의 방사성핵종의 섭취한도 : 부록
29	1979. 5	방사성핵종의 환경에로의 방출 : 사람에게 대한 선량의 산정
28	1978. 12	방사선작업종사자의 긴급피폭 및 사고피폭에 대처하기 위한 제원칙과 일반절차
27	1978. 4	「害의 指標」를 작성할 때의 제원칙
26	1977. 8 1987. 3재판	국제방사선방어위원회(ICRP)의 제권고 [1], [6] [9]
25	1977. 7	병원에서의 방사성물질의 취급 및 폐기 [5]
24	1977	우라늄 및 기타 광산에서의 방사선방어(ICRP-Pub. 47로 대체됨)
23	1975. 4	표준인 : 해부학적, 생리학적 및 대사적인 제특성
22*	1973.	가능한한 합리적으로 낮게 유지할 수 있는(ALARA) 선량에 관한 위원회 권고의 함축성
21*	1973.	외부선원으로부터 이온화방사선에 대한 방어용 데이터(ICRP Pub. 15에 대한 부록, ICRP Pub. 33 및 51로 대체됨).
20	1973. 2	성인에 대한 알카리토족 대사
19	1972. 12	플루토늄 및 기타 악티늄계열 원소의 대사(또한, ICRP Pub. 48을 참조).
18	1972. 12	돌연변이 유발성(mutagenesis) 관점에서의 고-LET 방사선에 대한 RBE
17*	1971.	방사성핵종 조사(調査)에서의 환자의 방어(ICRP Pub. 52로 대체됨)
16*	1970.	X선진단에서의 환자의 방어(ICRP Pub. 34로 대체됨)

간행물번호	발간연도	제 목
15*	1970.	외부방사선으로부터의 이온화방사선에 대한 방어 (ICRP Pub. 33으로 대체됨).
14	1969. 4	방사성 감수성 및 선량의 공간분포
13*	1970.	18세까지의 생도에 대한 학교에서의 방사선방어 (ICRP, Pub. 36으로 대체됨).
12*	1969.	방사선작업종사자의 방사선방어에 대한 모니터링에 일반원칙 (ICRP Pub. 35로 대체됨).
11*	1971.	뼈조직의 방사성 감수성의 검토
10A*	1971.	정기적 또는 연장적인 이해의 결과로부터의 내부오염의 산정 (ICRP Pub. 54로 대체됨).
10*	1968.	직업상 피폭에 따른 내부오염으로부터의 신체조직에 대한 방사선량의 평가 (ICRP Pub. 54로 대체됨).
9*	1966.	ICRP의 제권고 (ICRP Pub. 6의 수정판, ICRP Pub. 26으로 대체됨).
8*	1966.	방사선으로부터의 리스크의 평가
7*	1966. 1	방사성물질의 취급에 관련된 환경 모니터링의 원칙 (ICRP Pub. 43으로 대체됨).
6*	1964.	ICRP의 제권고 (ICRP Pub. 1의 수정판, ICRP Pub. 26으로 대체됨).
5*	1965.	병원 및 의학연구 시설에서의 방사성물질의 취급 및 폐기에 관한 위원회 V의 보고서 (ICRP Pub. 25로 대체됨).
4*	1964.	3 MeV 이상인 전자기복사와 전자·중성자 및 양성자에 대한 방어에 관한 위원회 IV의 보고서
3*	1960.	에너지가 3 MeV까지의 X선 및 밀봉선원으로부터의 β선과 γ선에 대한 방어에 관한 위원회 III의 보고서
2*	1960.	내부방사선에 대한 허용선량에 관한 위원회 II의 보고서 (ICRP Pub. 30으로 대체됨).
1*	1959.	국제방사선방어위원회의 제권고 (ICRP Pub. 26으로 대체됨).

\* 의 간행물은 대체되었거나 품질된 것임.

△ 는 과학기술처에 의해 번역 발간 되었음.

+ 는 필자의 번역으로 간행되었거나 교정중에 있는 것들 이다.

[ ]안의 숫자는 대체되기 전의 간행물(Publication)의 번호임.