



국제방사선방호위원회와 방사선방호체계

조건우*

한국원자력안전기술원

The ICRP and Its System of Radiological Protection

Kun-Woo Cho*

Korea Institute of Nuclear Safety

ABSTRACT

International Commission on Radiological Protection (ICRP) is an independent international organization that advances the science of radiological protection for the public benefit, particularly by providing recommendations and guidance on all aspects of protection against ionizing radiation. The ICRP is a community of more than 380 globally-recognized experts in radiological protection science, policy, and practice from more than 50 countries. As of January 2024, the ICRP is comprised of a Main Commission, the Scientific Secretariat, four Standing Committees, and 30 Task Groups under the four committees. The ICRP has released well over one hundred publications on all aspects of radiological protection. Most address a particular area within radiological protection, but a handful of the publications, the so-called fundamental recommendations, describe the overall system of radiological protection. The system for radiological protection is based on the current understanding of the science of radiation exposure and its effects along with value judgements. The ICRP offers recommendations to regulatory and advisory agencies and provides advice to management and professional staff with responsibilities for radiological protection. Legislation in most countries adheres closely to ICRP recommendations. The International Atomic Energy Agency's (IAEA) International Basic Safety Standards are based heavily on ICRP recommendations. ICRP recommendations form the core of radiological protection standards, legislation, programs, and practice worldwide.

Key words: ICRP, recommendations, system of radiological protection, ionizing radiation

Received February 6, 2024

Revised February 19, 2024

Accepted February 19, 2024

Highlights:

- ICRP advances for the public benefit the science of radiological protection.
- ICRP has published fundamental recommendations, which describes the overall system of radiological protection.
- Legislation in most countries adheres closely to ICRP recommendations.

*Corresponding author:

Korea Institute of Nuclear Safety, 62 Gwahak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34142, Republic of Korea
 Tel: +82-42-868-0292
 Fax: +82-42-868-1700
 E-mail: kwcho2008@gmail.com

I. 서 론

국제방사선방호위원회(ICRP)는 1928년에 스톡홀름에서 열린 제2차 방사선학국제회의(International Congress of Radiology)에서 국제엑스선및라듐방호위원회(IXRPC)라는 이름으로 창립되었고, 1950년에 현재의 이름으로 개명하였다.¹⁾ 그 이후로 지금까지 ICRP는 공공의 이익을 위해 방사선방호에 관한 권고와 각종 상세 지침을 국제 사회에 독립적으로 제공하고 있다. 2024년 2월 현재 시점에서 최신 ICRP 방사선방호 권고는 2007년에 발간된 ICRP103 출간물이다.²⁾

ICRP는 이 권고 출간물을 통해 일반 대중의 이익을 위해 방사선을 평화적으로 이용하는 인간의 활동들을 부당하게 제한하지 않으면서 동시에 방사선이 인체 건강에 미칠 수 있는 해로운 영향을 적절한 수준으로 방호하는 데에 필요한 방사선방호의 원칙과 방법 그리고 정량적 기준 등으로 구성되는 방사선방호체계를 구축해서 제공하고 있다.

이 방사선방호체계는 지난 90여년 동안 방사선이 인체에 미칠 수 있는 건강 영향에 관한 방사선역학 또는 방사선생물학 연구 결과로 밝혀지는 새로운 과학적 사실들과 20세기 초부터 지금까지 산업과 의료 기술 등의 발전 속에 시대의 흐름에 따라



변해온 우리 인류 사회의 핵심 가치의 변화 그리고 ICRP 권고가 방사선피폭이 일어나는 현장에서 실제로 적용되었을 때 얻어지는 경험 등을 반영해서 지속적으로 발전해 왔다.

국제원자력기구(IAEA)는 세계보건기구(WHO) 등 8개 국제기구와 공동으로 ICRP가 제공하는 방사선방호 권고의 내용을 방사선 안전을 확보하기 위한 목적에 필요한 형태인 국제 기본 안전기준(International Basic Safety Standards)으로³⁾ 발간해 오고 있으며, 우리나라를 포함한 IAEA 회원국들은 이 국제 기본 안전기준을 자국의 원자력 및 방사선 안전 법령에 반영해서 이행하고 있다. 우리나라의 경우에도 ICRP 권고는 원자력안전법과 생활주변방사선안전관리법에 잘 반영되어 있다.

이와 같이 ICRP는 IAEA, WHO, 유엔방사선영향위원회(UNSCEAR), 국제방사선측정및단위위원회(ICRU), 국제노동기구(ILO), 원자력에너지기구(OECD/NEA) 등 35개 다른 국제기구들과 긴밀한 업무 협력 관계를 유지하면서 이들 국제기구들과 충분한 사전 의견 수렴 과정을 거치면서 방사선방호 권고에 담기는 방사선방호체계를 개발하고 있다.

II. ICRP 조직

ICRP는 2024년 2월 현재 전 세계 50개국 이상의 나라에서 380명 이상의 방사선방호 전문가들이 모여 활동하고 있으며, 그 조직은 Fig. 1에 제시된 바와 같이 본위원회(Main Commission)와 그 산하에 네 개의 분과위원회(Committee), 그리고 30개의 직무그룹(Task Group)으로 구성되어 있다. 또한 캐나다 오타와에 위치하고 있는 사무국(Scientific Secretariat)에

는 사무국장을 포함한 총 7명의 직원이 ICRP 위원들의 활동을 돕고 있다.

ICRP 본위원회와 분과위원회 위원 약 80명은 4년의 임기(현재 임기는 2021년 7월부터 2025년 6월까지)로 각 전문가들의 전문성과 실무 경험에 기반해서 선임하고 있으며, 매 임기마다 현재 위원들의 최소 25% 이상을 새로운 위원으로 교체하고 있다. 2025년 7월에 새롭게 시작하는 임기의 위원들을 선임하는 절차는 2024년말 경에 ICRP 홈페이지(<http://www.icrp.org/>)를 통해 공개적이고 투명하게 착수될 예정이다.

우리나라에서는 현재 본위원회에 필자가 그리고 제2분과위원회는 한양대 김찬형 교수와 연세대 염연수 교수, 제3분과위원회는 서울대의대 팽진철 교수 그리고 제4분과위원회는 포항공대 백 민 교수가 위원으로 활동하고 있다. 이 외에 10명의 우리나라 방사선방호 전문가들이 각종 직무그룹의 위원으로 그리고 5명의 대학원생들이 멘토로 활동하고 있다. 또한 사무국에는 한국원자력안전기술원 소속인 유형준 박사가 2년의 임기로 현재 파견 근무를 하고 있다.

여기에서 한 가지 소개하고 싶은 것은 ICRP의 멘토-멘티 제도이다. ICRP는 대학생과 대학원생 그리고 초기 경력 전문가 및 과학자들이 ICRP 직무그룹의 위원을 멘토로 삼고 그들의 전문 경력 초기단계에서부터 ICRP 직무그룹 활동에 보다 적극적으로 참여함으로써 궁극적으로 유능한 방사선방호 전문가로 성장할 수 있도록 돕기 위해 약 3년 전부터 이 제도를 도입해서 시행하고 있다.

멘티는 대학 등의 교육 기관, 정부 기관, 공공 또는 민간 기관 등에 소속된 자이면 될 수 있다. 이는 멘티가 대부분의 시간 등

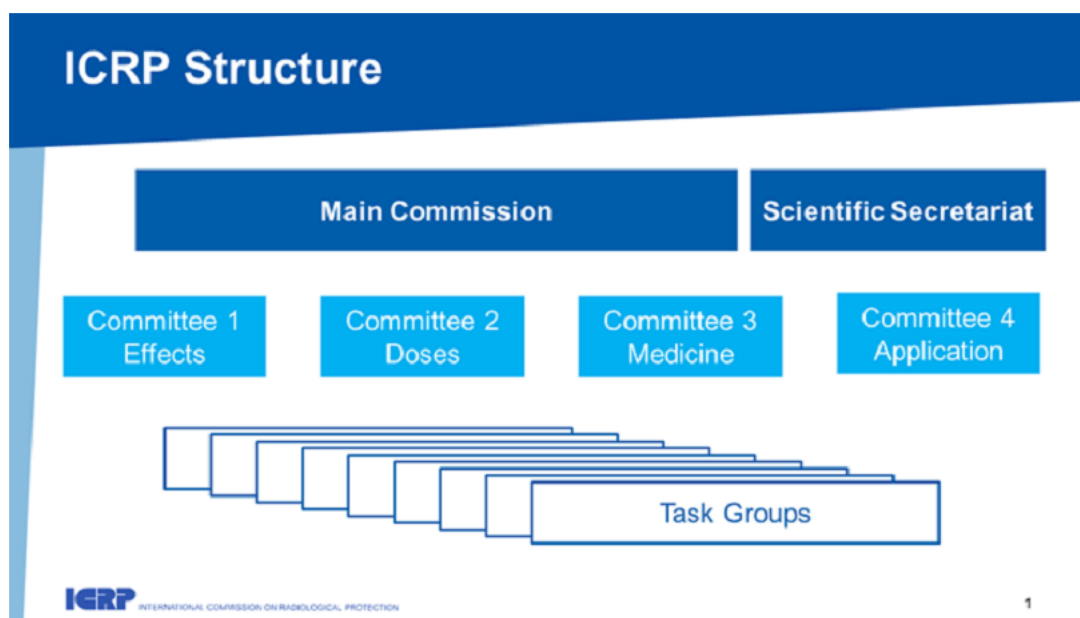


Fig. 1. Organization of ICRP

안 자신이 소속한 기관에서 계속 일하면서 ICRP를 위해서는 시간제로 자원봉사하는 방식이다. 멘티는 직무그룹의 모든 활동에 참여가 가능하지만 맺어진 멘토와 사전에 협의된 문헌조사 등의 특정한 역할이나 작업이 배정된다. 멘티는 직무그룹 회의에 직접 참여할 수도 있고 또는 멘토와 같은 기관에서 함께 일할 수 있는 기회도 가질 수 있다. 통상적으로 멘티는 1년의 기간동안 직무그룹의 구성원으로 임명되며, 필요한 경우 연장이 가능하다. 지금 현재 ICRP에는 11개 직무그룹 산하에 총 54명이 멘티로 지정되어 활동하고 있다. 멘티를 선발하는 절차도 홈페이지를 통해 공개적으로 투명하게 진행된다(<https://www.icrp.org/page.asp?id=465>).

ICRP가 이러한 멘토-멘티 제도를 도입하게 된 배경은 최근 다수의 선진국에서 원자력 및 방사선 분야 학문을 전공하는 학생들과 젊은 과학자들의 수와 정부, 공공 및 민간 연구기관의 방사선방호 분야 연구비 규모가 뚜렷하게 감소하고 있는 추세를 반전시키기 위한 정부, 연구계 및 학계의 공동 노력이 필요하다는 'ICRP Vancouver Call for Action'의⁴⁾ 취지와 맥락을 같이 하고 있다.

한편, ICRP 사무국 운영에 필요한 재원의 약 79%는 자발적 기여금으로 그리고 21% 정도는 ICRP 출간물의 판매 대금으로 구성되어 있으며, 동 자발적 기여금의 74% 정도는 전 세계 각국의 정부 기관에서, 12% 정도는 정부간(inter-governmental) 기관에서, 그리고 약 7% 정도는 학술단체에서 기여하고 있다. 자세한 내용은 홈페이지에서 확인해 볼 수 있다(<https://www.icrp.org/page.asp?id=172>).

III. ICRP 각 조직의 임무

본위원회는 위원장을 포함 총 13명의 위원으로 구성되는 ICRP의 최고 의사 결정 기구이다. ICRP의 활동 정책과 전반적인 방향을 설정하며, 발간되는 모든 ICRP 출간물은 출판에 앞서 본위원회의 최종 검토 후 승인을 받는다.

제1분과위원회는 방사선영향을 다룬다. 생물체가 방사선에 노출되는 경우 발생할 수 있는 암, 유전성 및 기타 질병의 유발, 조직/장기 기능 손상 및 발달 결함을 포함하여 세포 이하에서부터 인구 및 생태계 수준까지 방사선이 일으킬 수 있는 영향을 분석하고 사람과 환경 방사선방호에 대한 영향을 평가한다. 제1분과위원회의 임무는 전리방사선의 인체 영향과 우리 지구에 존재하는 모든 전리방사선원의 크기에 대한 보고서를 발간하고 있는 UNSCEAR의 임무와 어느 정도 중첩된다고 볼 수 있다. 제1분과위원회의 위원은 보통 방사선역학, 방사선생물학, 유전학, 통계학 등을 전공한 자들이다.

제2분과위원회는 방사선량을 다룬다. 사람과 환경 방사선방호에 활용하기 위한 목적으로 참조 생체역학 및 선량계측 모델, 참조 데이터 및 선량 계수를 포함하여 내부 및 외부 방사선피

폭 선량을 평가하기 위한 선량계측 방법론을 개발한다. 제2분과위원회 위원은 보통 생체역학, 생리학, 원자력공학, 보건물리 등을 전공한 자들이다.

제3분과위원회는 의학 분야를 다룬다. 전리방사선이 의학 진단, 치료, 생물 의학 연구뿐만 아니라 수의학 분야에서 사용될 때 사람과 태아 그리고 동물의 방사선방호를 다룬다. 제3분과위원회는 보통 방사선종양학, 영상의학, 핵의학 등을 전공한 의사와 의학물리 등을 전공한 자들이다.

제4분과위원회는 권고의 이행을 다룬다. 방사선피폭이 일어나는 모든 피폭상황에서 통합된 방식으로 사람과 환경 방사선방호를 위한 ICRP 권고를 개발하고 현장에서 적용하는 데에 필요한 조언을 제공한다. 제4분과위원회는 원자력공학과 보건물리 등을 전공한 각국의 안전규제기관 종사자 또는 대학교수 등이다.

각 분과위원회 산하에는 직무그룹이 구성되어 있다. 현재는 총 30개 직무그룹이 활동하고 있다. ICRP 본위원회는 새로운 과학적 사실들을 반영해서 방사선방호체계를 개선할 필요성이 발생할 때마다, 즉 방사선방호 분야 내의 특정 주제에 대해 새로운 출간물을 발간할 필요성이 생길 때마다 하나의 새로운 직무그룹을 분과위원회 산하에 구성한다. 현재 30개 직무그룹이 활동하고 있다는 것은 조만간에 ICRP가 30개의 새로운 출간물을 발간할 계획임을 의미한다.

직무그룹은 최초 결성된 이후 통상적으로 4년 내지 6년 이내에 출간물을 발간하고 있다. 하지만, 새로운 기술의 지속적인 출현으로 ICRP 출간물을 지속적으로 업데이트해야 할 필요성이 있는 Table 1의 TG36과 TG95와 같은 특정 직무그룹들은 위원 일부를 교체해 가면서 십수년 이상 계속 활동하는 경우도 있다.

직무그룹은 보통 하나의 분과위원회 산하에 구성되지만, 그 직무의 범위와 특성에 따라 다수의 분과위원회에 속하는 직무그룹으로 구성될 수도 있다. 직무그룹의 그룹장은 보통 분과위원회 위원들 중의 한 명이 담당하고, 직무그룹의 위원은 반드시 ICRP 홈페이지를 통한 투명하고 자발적인 공개 모집 절차를 거쳐 후보자를 모집한 후 본위원회 회의에서 위원들의 전원 합의에 의해 보통 10명 이내로 선출한다.

IV. ICRP 활동 내용과 방사선방호 권고의 개정 노력

출간물을 발간하는 것이 ICRP의 가장 주된 활동 내용이다. ICRP는 1950년에 현재의 이름을 갖게 된 이후 오늘 현재까지 총 153권의 출간물을 발간했다. ICRP는 출간된 지 2년이 되지 않은 출간물들은 ICRP 홈페이지에서 유료로 판매하고 있지만, 2년이 경과한 출간물들은 누구나 pdf 파일을 무료로 다운로드해서 그 내용을 살펴볼 수 있도록 허용하고 있다.

Table 1. 30 Active ICRP Task Groups

TG36 Radiopharmaceutical Doses	TG114 Reasonableness and Tolerability
TG91 Low-dose and Low-dose Rate Exposure	TG115 Risk and Dose for Astronauts
TG95 Internal Dose Coefficients	TG116 Imaging for Radiotherapy
TG96 Computational Phantoms and Radiation Transport	TG117 PET and PET/CT
TG97 Surface and Near Surface Disposal	TG118 RBE, Q, and wR
TG98 Contaminated Sites	TG119 Diseases of the Circulatory System
TG99 Reference Animals and Plants Monographs	TG120 Radiation Emergencies and Malicious Events
TG103 Mesh-type Computational Phantoms	TG121 Offspring and Next Generations
TG105 The Environment in the System of RP	TG122 Detriment Calculation for Cancer
TG106 Mobile High Activity Sources	TG123 Classification Radiation-induced Effects
TG108 Optimisation in Medical Imaging	TG124 The Principle of Justification
TG109 Ethics in RP in Medicine	TG125 Ecosystem Services
TG111 Individual Response to Radiation	TG126 Human Biomedical Research
TG112 Emergency Dosimetry	TG127 Exposure Situations and Categories
TG113 Dose Coefficients for X-ray Imaging	TG128 Individualisation & Stratification

**Fig. 2.** Evolution of ICRP general recommendations which illustrates the system of radiological protection

ICRP 출간물들은 우선 2007년에 발간된 ICRP103 출간물과 같이 방사선방호체계를 설명하는 방호 권고(General Recommendations)와 그리고 방사성폐기물의 심지층처분 시의 방사선방호 또는 수의학 현장에서의 방사선방호 등과 같은 방사선방호의 특정 측면에 관한 출간물, 선량계수 또는 선량환산계수와 같은 방사선방호 이행에 필요한 도구를 제공하는 출간물, 그리고 플루토늄과 우라늄 피폭으로 인한 암 위험 등과 같은 새로운 과학적 발견의 영향을 평가하는 출간물 등으로 크게 구분해 볼 수 있다.

현재 전 세계가 공통적으로 적용하고 있는 방사선방호체계는 1959년에 발간된 ICRP1 방사선방호 권고 출간물에 담겨 있었고, 그 내용은 백내장 또는 불임과 같은 결정론적 영향의 발생을 방지하고 암 또는 유전적 질환과 같은 확률론적 영향의 발생 가능성을 합리적으로 달성가능한 낮게 유지한다는 방사선방호 대목표를 유지하면서도 방사선피폭으로 발생할 수 있는 암 이외의 질환, 현대 사회에서 부각된 기존피폭상황과 비상피폭상황의 상대적 중요성, 방사선 의료 분야의 다양한 혁신적인 신기술 발전과 사회 핵심 가치관의 변화 등을 반영하면서 Fig.

2에서 보는 바와 같이 보통 10년 내외의 주기로 지속적으로 업데이트되어 왔다.

ICRP는 2007년에 발간된 ICRP103 출간물에 담겨 있는 방사선방호체계를 업데이트하기 위한 작업을 지난 2018년에 착수했고, ICRP103의 개정 출간물을 오는 2031년 또는 2032년에 발간할 계획을 현재 꾸준히 진행하고 있다.

21세기 현대 사회에서의 다양한 방사선피폭상황에서 과학적, 윤리적, 실질적인 현안들을 고려하면서 복잡한 방사선방호 문제들을 다루어야 하는 방사선방호체계의 기본 기반은 반드시 견고해야 하지만, ICRP103의 개정본은 그 내용이 '일반인 또는 방호 실무자들 사이에서 보다 원활하게 의사소통될 수 있는 방식으로 기술되어야 하며 또한 방사선피폭이 일어나는 실무 현장에서 보다 용이하게 적용될 수 있도록 개선된 방사선방호체계가 되어야 한다'라는 대전제 하에 진행되고 있다. 이러한 그간의 ICRP의 방사선방호체계 개선 노력은 지난 3년동안 ICRP 위원들이 발표한 네 편의 논문⁵⁻⁸⁾ 상세하게 잘 담겨 있다.

ICRP는 매 2년마다 주최하고 있는 국제방사선방호 심포지엄을 통해서 이와 같은 ICRP의 방사선방호체계 개선 활동에 대해 국제기구들과 일반인을 포함한 모든 이해당사자들을 대상으로 의견 수렴 절차를 공개적이고 투명하게 진행해 나갈 계획이다. 최근 심포지엄은 작년 11월에 일본 도쿄에서 제7차 심포지엄이 개최되었으며, 차기 제8차 심포지엄은 2025년 11월에 UAE 아부다비에서 개최될 예정이다.

V. 맺음말

국제방사선방호위원회(ICRP)가 발간하는 출간물에 담긴 방사선방호체계가 우리나라를 포함하는 전 세계 모든 나라에서 채택해서 산업, 의료, 교육 등 방사선피폭이 일어나는 모든 현장에서 이행되고 있다. 원자력과 방사선 기술을 우리 인류의 복지 증진을 위해 활용함에 있어 불가피하게 수반되어 나타날 수 있는 해로운 건강 영향을 합리적으로 달성가능한 최소한으로 유지하고자 하는 목표를 이루어가고 있는 것이다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Clarke RH, Valentin J. The history of ICRP and the evolution of its policies: invited by the commission in October 2008. *Ann ICRP*. 2009; 39(1): 75-110.
2. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP*. 2007; 37(2-4): 1-332.
3. International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation protection and safety of radiation sources: international basic safety standards. General safety requirements part 3. Vienna: IAEA; 2014.
4. Rühm W, Cho K, Larsson CM, Wojcik A, Clement C, Applegate K, et al. Vancouver call for action to strengthen expertise in radiological protection worldwide. *Radiat Environ Biophys*. 2023; 62(2): 175-180.
5. Clement C, Rühm W, Harrison J, Applegate K, Cool D, Larsson CM, et al. Keeping the ICRP recommendations fit for purpose. *J Radiol Prot*. 2021; 41(4): 1390.
6. Laurier D, Rühm W, Paquet F, Applegate K, Cool D, Clement C; International Commission on Radiological Protection (ICRP). Areas of research to support the system of radiological protection. *Radiat Environ Biophys*. 2021; 60(4): 519-530.
7. Rühm W, Clement C, Cool D, Laurier D, Bochud F, Applegate K, et al. Summary of the 2021 ICRP workshop on the future of radiological protection. *J Radiol Prot*. 2022; 42(2): 023002.
8. Rühm W, Yu H, Clement C, Ainsbury EA, Andresz S, Bryant P, et al. ICRP workshop on the review and revision of the system of radiological protection: a focus on research priorities-feedback from the international community. *J Radiol Prot*. 2023; 43(4): 043001.

〈저자정보〉

조건우(책임연구원)