資 料

1962年国際放射線防護委員会(ICRP)勧告とその後の動向

伊 沢 正 実*

Review of the New ICRP Recommendations (1962)

By Masami IZAWA

The new Recommendations of the International Commission on Radiological Protection adopted in 1962 are reviewed. The basic principles are the same as those of the 1958 recommendations, but a number of amendments and clarifications are made in the new publication. Adoption of the new recommendations to regulations of radiation protection in Japan are discussed.

はじめに

わが国の現行法規がよりどころとした国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告は、1958年に発表されたものに1959年の追加と修正を含めた、いわゆる1958年勧告である。ICRP ではたえずその勧告を検討して最新の知見をとり入れるように努力をつづけているが、1962年のストックホルムで決定をみた大綱に従った“1962年勧告”が、1964年の春にいたってようやくPergamon Press から刊行された**。ついで、その邦訳が日本放射線同位元素協会、仁科記念財団から発行され**、また総理府に設けられた放射線審議会ではこの新勧告をわが国の法令にどのようにとり入れるべきかを審議して、原則としてこれを採用すべきである旨の意見を1965年6月8日付で内閣総理大臣宛具申しした**。関係各省庁では目下具体的に法令の改正案を練っているところである。

ここに新勧告について紹介するのは、もう時期おくれの感があるが、わが国での受入れを含めてその後の進展を併わせ報告することとしたい。筆者はICRPの専門委員会2(体内被曝に関する専門委員会)に属して、1961年以来毎年開かれてきたこの専門委員会の会合に加わったが、ICRP 勧告自体は主委員会で討議されるため、全般の情勢には通じえない立場にある。したがって、ここで報告する内容のうち、公刊された“1962年勧告”以外に関しては、断片的な記述にならざるをえないことを予めお断りしておきたい。

1962年勧告の概要

従来ICRP がとって来た基本的な考え方は、1962年の新勧告においても変わっていない。新勧告の第3部には「1958年勧告とその1959年増補とに対する1962年の注釈および修正」として、後述するような15項目にわたる記述があって、これが今回の勧告の最も大切な部分となっている。第4部には従前の勧告にこれらの修正を挿入した「注釈・修正付勧告」の全文が記され、その中では1958年勧告における項番号がそのまま使われているので、読者は最新の勧告を通覧できると同時に改正点を容易に知ることができる。

なお、第1部は「序文」、第2部は「組織」となっており、また第5部、第6部はそれぞれ、既刊の専門委員会Ⅰの報告書(体内放射線の許容線量)と専門委員会Ⅱの報告書(エネルギー3 MeVまでのX線ならびに密封線源からのβ線およびγ線に対する防護)とに対する補遺である。

* 放射線医学総合研究所(National Inst. of Radiological Sciences).

** “Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (as amended 1959 and revised 1962)”, ICRP Publication 6.

** “国際放射線防護委員会勧告(1959年修正, 1962年改訂)”, ICRP Publication 6, (昭40.1月)

** 1962年国際放射線防護委員会勧告について(具申), 昭和40年6月8日付放射線審議会長より内閣総理大臣宛。

第3部に記されている15項目は、つぎのとおりである。

- 1. RBE と QF
- 2. 決定器官としての水晶体
 - 3. 有意面積および有意体積
 - 4. 許容線量当量および最大許容線量当量
 - 5. 線量率効果
 - 6. 被曝のカテゴリー
- 7. 生殖可能年齢の婦人の被曝
- 8. 1958年勧告に対する1959年増補中の、短期間被曝と緊急被曝に関する52e項および52g項の字句の変更と拡張
- 9. 職業上被曝するのではない人々についての最大許容被曝に関する勧告
 - 10. 総遺伝線量当量の割当と医療上の被曝
 - 11. 集団の緊急被曝
- 12. 体外被曝からの線量当量と体内被曝からの線量当量との加算に関する新しい86a項
- 13. ^{137}Cs の組織内分布
- 14. ^{90}Sr のMPC値に関する勧告
- 15. ^{222}Rn の(MPC)_aに関する意見

これら15項目のすべてについてここに述べることはできないので、項目に○印をつけたものについて、以下に解説することにする。

RBE と QF

Relative Biological Effectiveness(RBE, 生物効果比)という用語は、従来放射線生物学上にも放射線防護上にも使われていたために、いろいろ不都合があった。ICRP と ICRU(International Commission on Radiological Units and Measurements, 国際放射線単位・測定委員会)との間で討議が重ねられた結果、さきに本誌に紹介された、「ICRU の1962年報告*」中に記されているように、放射線防護上は従来の RBE に代わって Quality Factor(QF , 線質係数)という用語を、また RBE 線量の代わりに Dose Equivalent(DE , 線量当量)という用語を使うことをきめた。本項は ICRP 勧告で今後これらの新用語を用いることを明らかにしたものである。ただし、今まで“Dose”とよんでいたところをすべて“Dose Equivalent”とすることは非常に複雑なので、今回は、“Dose と使ったときには Dose Equivalent の意味であると理解されたい”という注がついているだけである。

わが国への受入れについて、放射線審議会では、新用語を採用するのは時期尚早という判断で、結局見送ることにした。従来の慣用とちがった使い方を法令の中ですることの困難さ、計量法や JIS の用語との関連、

などを考慮した結果である。ICRU の本来の意図は、Dose という語は rad で表わされる、今までの吸収線量(absorbed dose)に限って使うことにして、X, γ 線を表わす量には exposure(照射)を、rem で表わされる量には Dose Equivalent を使うという点にある。わが国において“線量”という語がいろいろに使われて混乱をひきおこしていることも事実なので、この線にそった用語の改訂が関連学会によって早い機会に行なわれることを望みたい**。

決定器官としての水晶体

水晶体はいままで、身体の組織、器官のなかで、造血器官および生殖腺とともに最も放射線感受性の高い器官とみなされ、 $D=5(N-18)$ という蓄積線量の公式に従うべき区分に入っていた。しかし、水晶体は高 LET 放射線に対してのみ放射線感受性が特に高く、また蓄積線量を制限する必要はないと考えられるので、今回、「他の器官」の区分に入れ、4 rem/13週および15 rem/年を適用することとなった。ただし、高 LET の粒子放射線には修正係数を30ととり、いまままでどおり5 rem/年を限度とすることにした。

わが国の法令では、 QF その他の修正係数にはふれずに rem という単位を使っているため、上述の内容をいかに表現するかという問題は残るが、放射線審議会では原則としてこの修正をとりいれるべきであると結論した。

生殖可能年齢の婦人の被曝

胎児の放射線感受性が高いと考えられることから、生殖可能年齢の婦人の被曝には特に注意すべきことは、1958年勧告に対する1959年増補の中で指摘されていた。新勧告では、その後の研究成果にもとづいて詳細に規定されている。その要旨は、妊娠と認められるに至らない最初の約2ヵ月間の胎児の被曝が1 rem 以内におさめ、かつ、残りの妊娠期間中に胎児の被曝が1 rem をこえないようにするために、結婚の事実の有無にかかわらず、子供をつくる能力のある年齢の婦人の被曝を男子よりも低いレベルに制限しようとするものである。改正された最も重要な項目と考えられ、また、放射線管理上影響するところが大きいと思われるので、職業上の被曝に関する部分の原文をそのまま引用することにする。

“委員会は1958年勧告への1959年増補中で言及さ

* 飯田博美：1962年ICRU勧告の放射線単位、本誌5, [5], 412~419 (1963)のうち414頁参照。

** なお、大山彰：JIS「原子力単位記号」原案について、本誌, 7, [5], 253~256 (1965)も参照。

れた、妊娠中の婦人の職業上の被曝に含まれる問題点と、被曝に伴って胎児組織の身体的損傷がおこる可能性を検討した。これに関しては、妊娠と認知されるに至るまでの2ヵ月間の被曝と、その後の妊娠期間中の被曝とを考えなければならない。

このうち、前の期間には胚発生と器官発生の過程のうち数多くのものが起こりつつある。そしてこれは胚の放射線感受性が特に高い段階である。この期間に関するいかなる勧告も、実施にあたっては生殖可能年齢の婦人すべてに適用しなければならないこともまた明らかである。……(中略)

“委員会は現在、ICRP Publication 1 の49項に与えられている4半年当り3 rem 以内の率での線量の蓄積に関する勧告は、生殖可能年齢の婦人の腹部被曝をもたす状況には適用すべきではないという意見である。そこで委員会はここに、生殖可能年齢の婦人は、腹部の被曝を13週間に1.3 rem に制限するような条件の下にのみ、放射線作業に雇用されるべきである(should be occupationally employed)ことを勧告する。これは年当り5 rem が一律の率で与えられることに相当する。この条件の下では、妊娠の最初の2ヵ月間に胚の受ける線量は通例、委員会が許容しうると考える線量、すなわち1 rem 未満に保たれるであろう。

“2ヵ月後には、妊娠はその婦人自身または医師によって認知されるであろう。胚発生の最も感受性の高い数多くの決定的な段階はすでにすぎさっているが、ごく最近の研究によると、この段階でも胎児の放射線感受性はなお著しく高いことがわかっていいる。たとえば、数rad程度のX線線量に胎児が被曝すると、pigment mosaicism という状態を生ずるような、検知しうる体細胞突然変異を生ずることがある。ただし、この状態は有害ではないようである。さらに、白血病やその他の悪性腫瘍が誘発される可能性も考えなければならない。子供におけるこのような状態についての調査結果から、過去においては矛盾する結論が導かれていた。しかし近年の研究によると、子宮内の胎児の数radのX線被曝は、その後10年以内での悪性腫瘍の発生をいく分増加させるであろうと指摘されている。

“したがって、職業上の被曝に関しては、妊娠と診断されたら、残りの妊娠期間中に胎児の受ける平均の線量が1 rem をこえないように、母体の被曝を制限するような方策を確実に講ずべきことをここに勧告する。たとえば、腹部が透過性放射線に被曝する場合のように、胎児の線量が母体の受ける線量と大体等しいとおきうるような状況下では、この婦人が、直接には放射線作業に雇用されているのではない成人従業員(adult workers not directly engaged

in radiation work)に対して適用される率よりも大きい率で被曝しないならば、これらの従業員は1.5 rem/年をこえる率で被曝することはないから、一般にはこの勧告に合致する。

“たとえば150 kV 以下の診断用X線装置を使う作業に従事する場合、あるいは腹部が放射線から防護されているか、または放射線に被曝しない場合のように、胎児の線量が母体の受ける線量よりもずっと低いであろうような状況の下では、1.3 rem/13週をこえない率でその婦人の被曝を続けていけば、この勧告は満たされるであろう”。

放射線審議会では、これを全面的にわが国の法令にとり入れるべきであると結論した。

これと同一の趣旨で、生殖可能年齢の婦人の放射線診断に関する勧告も記されている。医療行為について直接に勧告したのはこれが初めてであるという点で、極めて注目すべきことと考える。その要旨は、生殖可能年齢の婦人の下腹部と骨盤がふくまれるすべての放射線検査で、その患者の当面の病状に関連して重要でないものは妊娠している可能性のない、月経開始後10日以内にのみ行なうべきである、というものである。

1958年勧告に対する1959年増補中の、短期間被曝と緊急被曝に関する52 e 項および52 g 項の字句の変更と拡張

従来やや誤解されやすかった表現が訂正されて明確になったこと、および、可溶性ウランの単一摂取の限度はウランの化学毒性によってきまるとしてその限度を

可溶性ウランの吸入 1日に2.5 mg

可溶性ウランの経口摂取 2日につき150 mg

ときめ、また、これによって MPC 値も改訂された。他の長寿命核種についても、放射能以外の因子によって摂取限度がきまる場合があることを注意している。

この項目もわが国で採用すべきであると、放射線審議会できめられた。ICRP 専門委員会2では、ウランその他のように、放射能以外の因子で最大許容摂取量がきまるような核種をとりあげるべきかどうかの問題となったが、放射線の分野に関係が深い核種は、その旨を明記した上、表示することとなった。

職業上被曝するのではない人々についての最大許容被曝に関する勧告

従来勧告中には“職業上の被曝以外の被曝に適用する MPC は職業上の被曝に関する MPC の1/10とする”というような表現があったが、被曝を制限する基礎となるものは線量であって、MPC などの、これから導かれるものではないということをはっきりさせる

とともに、今まで必ずしも明確でなかった、身体の上の被曝も含めて、平常時に適用される最大許容線量部位についての被曝限度を明記している。ここで職業当量の値を表のかたちで載せておく。

表 最大許容線量当量(ICRP, 1962)

被曝する個人の カテゴリー	生殖腺および 造血器官†	皮膚, 甲状腺および骨	その他の器官††	手と前腕, 足と くるぶし
1. 職業上被曝する 個人	$D=5(N-18)$ rem および 3 rem/13週 (平均 5 rem/年) ○生殖可能年齢の婦人の腹部被曝: 1.3 rem/13週(胎児に対し, 妊娠 2 ヶ月までに 1 rem) ○妊婦: 妊娠とわかったのち, 胎児に対し 1 rem	8 rem/13週および 30 rem/年	4 rem/13週および 15 rem/年	20 rem/13週および 75 rem/年
2. 直接には放射線 作業に従事しない, 成人従業者	1.5 rem/年	3 rem/年	1.5 rem/年	7.5 rem/年
3. 集団全般の構成 メンバー	0.5 rem/年	3 rem/年†††	1.5 rem/年	7.5 rem/年

† “造血器官”は“赤色骨髄”のみを指すものとし、脾臓とリンパ組織とは“他の器官”に入れる(1964, ICRP)。

†† 水晶体をふくむ。ただし、高 LET の粒子放射線に対する QF を 30 とする。

††† 幼児と 15 歳までの子供の甲状腺については 1.5 rem/年とする(1964, ICRP)。

表の脚注の†と††とは、専門委員会 2 からの問題提起にこたえて主委員会が 1964 年初めに決定した事項である。15 歳以下の子供の甲状腺の被曝限度を今までの半分の 1.5 rem/年としたことは極めて注目すべきことと思う。これは、職業人以外の多数の人々の被曝、たとえば原子炉の事故や核燃料再処理廃棄物の影響による被曝を考えると、いままでの 1/2 の値を基礎に考えなければならないことを意味するからである。ソビエトおよび欧州各国ではすでに、甲状腺の放射線感受性が他の器官よりも低いと考える根拠に乏しいとして、職業上の被曝に対しても 15 rem/年という、ICRP の現在の値の半分を採用し、したがって、MPC も約 1/2 としていることも考え合わせると、わが国においても甲状腺の被曝、したがって ^{131}I の摂取問題を考えなおしてみる必要がありそうである。この ICRP 決定はつぎの ICRP 勧告(“1965 年勧告”)中に含めて公けにされることと思われる。

体外被曝からの線量当量と体内被曝からの 線量当量との加算に関する新しい 86 a 項

これは、骨に集まる長寿命核種による被曝と体外被曝との加算の方法に関する新しい勧告である。従来、86 項の中に、“体内線量当量を考慮して、体外放射線に対して許される線量当量を調整すべきである”という一般的記述があったが、体内量を推定することの困難さと、骨に対する体内被曝による線量当量の計算に係数“ n ”を用いているために起こる困難さを考慮し、適切な余裕をもたせるために骨に集まる長寿命核種に限り、つぎのような規則をあてはめることにした。

- (1) 身体負荷量の推定値が最大許容身体負荷量 (q_m) の半分に満たないとき——体外被曝はこのために制限する必要はない。
- (2) 身体負荷量が q_m の半分より多いが q_m より少ないとき——透過性放射線による体外被曝は年に 1.5 rem 以下とする。このような将来の体外被曝からの最大許容集積 DE を D で表わすと、 D は $1.5(N-A)$ rem (A はこの事実がわかったときのその人の年齢)を超えてはならない。また、年齢 B で身体負荷量が q_m の半分以上にさがったならば、それ以降の D は $D=5(N-B)$ rem で律せられる。
- (3) 身体負荷量が q_m 以上のとき——透過性放射線による体外被曝は許されない。

わが国の法令中には、身体負荷量なる概念は用いられていない点、および現状ではこのような例外則を適用しなければならないような事情にはないことから、わが国の法体系にこれを取り入れることは今回は見送るべきであるという放射線審議会の意見であった。

^{90}Sr の MPC 値に関する勧告

最近に得られたカルシウムとストロンチウムの代謝に関する多くのデータを検討した結果、MPC 値をいままでの 4 倍とすることとした。すなわち、新しい値は、168 時間の週、職業上の被曝に関して、

$$(\text{MPC})_a = 4 \times 10^{-10} \mu\text{Ci/cc}$$

$$(\text{MPC})_w = 4 \times 10^{-6} \mu\text{Ci/cc}$$

となった。

放射線審議会では日本人についての現在入手しうるデータを使って再検討を行ない、同様の数値を得たので、わが国でもこれを採用すべきであると決定した。

²²²Rnの(MPC)_aに関する意見

専門委員会Ⅱの報告の MPC 表に載っている ²²²Rn の(MPC)_a 値(168時間・週(1週)の値)は $10^{-8} \mu\text{Ci/cc}$ であるが、これは、脚注と報告の本文中に記されているように、²²²Rn の崩壊生成物のうち“RaA の自由イオン”が平衡時の全RaA原子数の10%だけ空気中に存在すると仮定したときの値である。より一般には、この“RaA の自由イオン”の存在する割合を f としたとき、²²²Rn の(MPC)_a は次式で表わされるものとされている。

$$(\text{MPC})_a = \frac{10^{-8}}{(1+1000f)} (\mu\text{Ci/cc})$$

近年 IAEA はその“Basic Safety Standard”中で、この f 値に言及することなく“ICRP 専門委員会Ⅱの報告中にある $10^{-8} \mu\text{Ci/cc}$ という (MPC)_a は実行不可能な場合がある”として $10^{-7} \mu\text{Ci/cc}$ を採用し、わが国でも「鉱山保安法」にもとづく告示「核原料物質鉱山の管理区域にかかわる生体実効線量の限度等を定める件」の中で同じく $10^{-7} \mu\text{Ci/cc}$ が採用された。“RaA の自由イオン”とは何かが明確でないことと、(MPC)_a 値のよりどころが、主に実験物理学的な証拠であって生物学的な根拠に乏しいことから、批判があるのは当然といえるが、また、上述の f についての ICRP の記載を参照せずに表の値のみをとって議論される場合も多い。

このような実情から、ICRP は今回 ²²²Rn の(MPC)_a に関するデータを見直したが、現在のところ、これを改訂しなければならないという根拠を見出しえなかった。そこで誤解を防ぐために、 f の値を考慮に入れるべきことを再び注意喚起したものである。なお、ICRP 専門委員会2では、この問題の重要性にかんがみ、Working group をつくって検討することにした。

“1965年勧告”について

以上、1962年勧告で新たにとりあげられた主な事項について記したが、実はICRPでは、すでにその“1965年勧告”の検討を久しく以前から行っており、本年4月にストックホルムで開催された総会でも、主委員会の主な議題はこれの草案の検討であった。“1965年勧告”は全面的に書き替えられたものとなるはずであり、多くの重要な追加や修正、たとえば許容線量当量や危険性(risk)などという基礎概念の再検討結果、事故被曝や環境汚染の問題などがふくまれるようであるが、その詳細は知りえない。可能なかぎり1965年のうちに公刊する予定で作業がつづけられている。数多くの Working group の成果は、ICRP の新勧告や専門委員会の報告にとりいれられていくであろうが、同時

に単独に学会誌に発表することも奨励されている。

おわりに

よく知られているように、ICRP は国際放射線学会に所属する学術団体であり、その勧告や報告はなんら強制力をもつものではない。しかし現実には、ICRP の活動は高く評価されて、国際団体や各国の放射線防護に関する勧告や規則にほとんどそのまま引用されている。わが国も例外ではないが、受入れにあたっては、将来ともその内容を自主的によく検討した上、ICRP の精神にそった考え方で放射線防護の体制をかためるべきであると考ええる。同時に、ICRP に属する1人として、わが国におけるこの方面のすぐれた研究、調査の成果をできるだけ ICRP の討議に反映させたいと願っている。この点、本会会員諸氏のご協力、ご援助をお願いする次第である。

(1965年 7月10日 受理)

◇ICRP 刊行物一覧◇

- (1) “*Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (As amended 1959 and revised 1962)*”, ICRP Publication 6, (1964), Pergamon Press; 訳: 日本放射性同位元素協会, 仁科記念財団.
- (2) “*Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation (1959)*”, ICRP Publication 2, (1960), *idem.*; 訳: 同上.
- (3) “*Report of Committee III on Protection against X-Rays up to Energies of 3 MeV and β - and γ -Rays from Sealed Sources (1960)*”, ICRP Publication 3, (1960), *idem.*; 訳: 同上.
- (4) “*Report of Committee IV (1953~1959) on Protection against Electromagnetic Radiation above 3 MeV and Electrons, Neutrons and Protons (Adopted 1962; with revisions adopted 1963)*”, ICRP Publication 4, (1964), *idem.*; 訳: 同上.
- (5) *Report of Committee V on the Handling and Disposal of Radioactive Materials in Hospitals and Medical Research Establishments* (1964), ICRP Publication 5, (1965), *idem.*; 訳: 同上準備中.
- (6) *Report of Committee on RBE to ICRP and ICRU, Health Physics*, 9, [4], (1963); 訳: 同上.
- (7) *Exposure of Man to Ionizing Radiation Arising from Medical Procedures, An Enquiry into Methods of Evaluation, A Report of ICRP and ICRU, Physics in Med. Biol.*, 2, [2], (1957).
- (8) *Exposure of Man to Ionizing Radiation Arising from Medical Procedures, with Special Reference to Radiation Induced Diseases, A Report of ICRP and ICRU, ibid.*, 6, [2], (1961).