

国際放射線防護委員会勧告

(1977年1月17日採択)

付

1978年ストックホルム会議の声明

1980年ブライトン会議の声明と勧告

1983年ワシントン会議の声明

1984年ストックホルム会議の声明

1985年パリ会議の声明

1987年ワシントン会議の声明

1987年コモ会議の声明

社団法人 日本アイソトープ協会

財団法人 仁科記念財団

国際放射線防護委員会勧告

(1977年1月17日採択)

ICRP Publication 26

社団法人 日本アイソトープ協会

財団法人 仁科記念財団

本書は

Recommendations of the International Commission
on Radiological Protection (adopted January 17,
1977), ICRP Publication 26

を、ICRP の承認のもとに翻訳したものである。

ICRP は本書の刊行後、1978年から1987年まで7回にわたって「声明」を発表し、本書の内容に関する修正、削除および追加説明等を行った。また、この勧告が発表されてから現在までに、Publication 54 までの報告書が刊行されている。訳書にはこれら「声明」の全文を収載するとともに、声明と報告書に記された重要事項については本文の関係箇所です注を加え、また本文の変更は該当項に↑を付したうえ訂正を施した。

1965年の勧告 (ICRP Publication 9) の刊行以来12年ぶりに改訂されたこの新勧告は、“全身均等被曝”に対し適用される年線量当量限度5 rem という数字こそ変わらないが、その意味は大きく変わり、また、線量当量の単位には「レム」でなく「シーベルト、(sievert)」, 吸収線量の単位には「ラド」でなく「グレイ、(gray)」を使っている。それに伴い新しい用語が数多く用いられている。たとえば、

stochastic effect (確率的影響), non-stochastic effect (非確率的影響), risk factor (リスク係数), justification (正当化), optimization (最適化), a system of dose limitation (線量制限体系), basic limit (基本限度), secondary limit (補助限度), authorized limit (認定限度), reference level (参考レベル), intervention (介入措置), effective dose equivalent (実効線量当量), dose-equivalent commitment (線量当量預託), committed dose-equivalent (預託線量当量), など、

これらは文中で明確に定義づけたうえ使われているので、読者はその意味を十分理解されることを希望する。

また、従前の standard man は、reference man と呼ばれるようになったが、訳語としては同じ「標準人」を用いることにした。

以前の ICRP 刊行物の翻訳で用いたその他の用語は原則として変更することなくそのまま用いている。

昭和63年11月

Nishina | Japan
Memorial | Radioisotope
Foundation | Association

Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 26

This translation was undertaken with the support of
many scientists from relevant fields of radiological protection.

Translated by

The Committee for Japanese Translation of ICRP Publications,
Japan Radioisotope Association

.....
Fumio YAMAZAKI (Chair) Hidehiko TAMAKI (Vice-chair)
Masami IZAWA * Tatsuji HAMADA Eizo TAJIMA
.....

Presumed the founding committee members.

* Former ICRP member.

目 次

	項	頁
A. 緒 論	1	(1)
B. 放射線防護の目標	6	(2)
C. 基本的な概念	15	(5)
損 害	15	(5)
線量当量	17	(6)
集団線量当量	22	(8)
線量当量預託	25	(9)
預託線量当量	26	(10)
D. 放射線生物学上の考察	27	(10)
線量-効果関係	27	(10)
線量-効果関係についての諸仮定の意味合い	31	(13)
有意体積と有意面積	32	(13)
線量蓄積の率	35	(14)
リスクを考えるべき組織	36	(14)
生殖腺	40	(16)
赤色骨髄	44	(17)
骨	47	(17)
肺	49	(18)
肺リンパ組織	52	(19)
甲状腺	55	(19)
乳房	57	(20)

(i)

他のすべての組織におけるがんのリスク	58	(20)
全身均等照射による全確率的リスク	60	(21)
水晶体	61	(21)
皮膚	63	(22)
子供および胎児	65	(22)
低感受性の組織	66	(22)
その他の影響	67	(23)

E. 線量制限の体系 68 (23)

線量低減において何が合理的に達成できるかを決定するため の基礎	72	(24)
線量当量限度——一般論	77	(26)
自然放射線と線量当量限度	87	(30)
患者の医療上の被曝と線量当量限度	91	(32)
非確率的影響のもつ意味	94	(33)
作業者に関する線量当量限度	96	(33)
線量当量限度の勧告値	103	(36)
計画特別被曝	113	(40)
生殖能力のある女性の職業上の被曝	115	(40)
妊娠中の女性の職業上の被曝	116	(41)
公衆の個々の構成員に対する線量当量限度	117	(41)
集団の被曝	129	(45)
事故と緊急事態	133	(46)

F. 放射線防護実施の一般原則 136 (48)

緒論	136	(48)
防護の諸基準	144	(49)

限度	145	(50)
参考レベル	149	(51)
最適化の実施	153	(52)
G. 異なる種類の被曝への適用	160	(54)
職業上の被曝	160	(54)
作業の条件	161	(54)
被曝を制限する方策	167	(56)
被曝のモニタリング	173	(57)
モニタリングの結果の解釈への防護基準の使用	175	(58)
医学的監視	184	(60)
異常事態における介入措置	188	(61)
医療上の被曝	195	(63)
病気に直接関連をもつ検査または治療	197	(64)
系統的検査	200	(64)
職業上、法医学上または保険のための検査	202	(65)
医学上の研究	203	(65)
被曝の最適化	205	(66)
職業上の訓練	208	(67)
その他の被曝	210	(67)
被曝の算定	212	(68)
被曝の制限	220	(70)
放射性物質の環境中への放出	220	(70)
産業、医学、または科学上の目的に使用される源からの		
直接の体外被曝	228	(72)
公衆に広くいきわたった製品の使用	229	(72)

(iv)

自然バックグラウンドによる被曝レベルを上げる行為…	235	(73)
授業における放射線源の使用…	237	(74)
被曝のモニタリング…	238	(74)
平常状態におけるモニタリング…	238	(74)
異常事態におけるモニタリング…	241	(75)
介入措置…	242	(76)

付 録 (78)

国際放射線防護委員会の選出および業務に関する規則 (78)

委員構成 (79)

仕事の進め方 (81)

他団体との関係 (81)

財政援助 (81)

委員会の刊行物 (83)

索 引 (91)

付

1. 国際放射線防護委員会の1978年ストックホルム会議の声明
2. 国際放射線防護委員会の1980年ブライトン会議の声明と勧告
3. 国際放射線防護委員会の1983年ワシントン会議の声明
4. 国際放射線防護委員会の1984年ストックホルム会議の声明
5. 国際放射線防護委員会の1985年パリ会議の声明
6. 国際放射線防護委員会の1987年ワシントン会議の声明
7. 国際放射線防護委員会の1987年コモ会議の声明

A. 緒 論

(1) 国際放射線防護委員会(ICRP)は1928年に第2回国際放射線医学会議によって創立されて以来活動を続けてきた。委員会は、急速に拡大しつつある放射線防護の分野をいっそう効果的に網羅するため、1950年に現在の組織形態をとった。国際放射線医学会議によって創立された委員会の一つとしてICRPは、以降のその会議と密接な関係を取り続けており、また原子力の分野の急速な発展によってもたらされた放射線源のより広汎な使用に関し、一般的な指針を提供するのに適当な機関として信頼されてきている。委員会は放射線医学と医業一般に伝統的な接触を維持し続けるが、放射線防護の分野全体において他の職業グループにも責任をもつこと、および指針を用意する義務のあることも認識している。委員会規則、委員名および他の団体との関係の詳細はこの報告書の付録に与えられている。

(2) ICRPの最初の勧告は1928年に発刊され、さらに1931年、1934年および1937年に報告書が刊行された。1950年の委員会の組織改正以降は、基本的な勧告が1951年、1955年および1959年に刊行された。ICRPのこれらの勧告およびその他の勧告の一覧表はこの報告書の付録に掲載されている。

(3) 1965年に採択された勧告を委員会は1966年に刊行し(ICRP Publication 9)、それは1969年と1971年に修正された。最近10年間に、委員会の基本的な勧告の再吟味を必要とする新しい情報が得られた。この報告書は、委員会および委員会の専門委員会と課題グループがそのような新しい情報の検討を行った結果生まれたものである。この報告書で行われる勧告は、委員会が公表した以前の基本的な勧告に取って代わるものであるが、必ずしも専門委員会の勧告すべてに代わるものではない*。この報告書は委員会勧告の包括的な検討結

* 専門委員会の種々の刊行書の発刊状況はこの報告書の付録に示されている。

(2)

果から構成されているが、ICRPの専門委員会や課題グループの他の報告書を引用しており、それらの中に種々の点についてのいっそう詳細な議論を見出すことができる。

(4) 委員会は、以前の勧告でもそうであったが、この報告書でも電離放射線のみを取り扱っている。電離作用のない多くの放射線の源についても適当な管理が確立されるべきであることを委員会は認識しているが、これは委員会の仕事の範囲外にある主題であると引き続き考えることにする。

(5) 委員会の方針は、適切な放射線防護方策の基礎となる基本原則を考慮することであると繰り返し言明したい。国によってあてはまる条件がそれぞれ異なるために、委員会勧告を規則あるいは実施規定に適用するための詳細な指針は、それぞれの必要を満たすには何が最良であるかを熟知しているいろいろな国際団体および国内団体が練り上げるべきである。放射線防護を実施する責任をもつ個々の専門家が、国による違い、地域的な違い、あるいはその他の違いを斟酌することができるように、十分柔軟な指針を必要としていることを委員会は認識している。この理由により、委員会勧告は適切に柔軟性をもたせるように意図されている。このため、勧告の文章の形式は、規則または実施規定にそのままの形で取り入れるには必ずしも適しておらず、また、それは時には不適當かもしれない。委員会勧告を適用するにあたっての一般的な指針はF章およびG章に掲げられている。

B. 放射線防護の目標

(6) 放射線防護は個人、その子孫および人類全体の防護に関するものであるが、同時に、放射線被曝を結果として生ずるかもしれない必要な諸活動も許されている。防護を必要とする有害な影響には、身体的影響と遺伝的影響と

がある。放射線の影響は、もしそれが被曝した個人本人に現れるならば“身体的”といい、その子孫に影響をおよぼすならば“遺伝的”という。

(7) “確率的”(stochastic)影響とは、その重篤度ではなくその影響の起こる確率がしきい値のない線量の関数とみなされる影響である。“非確率的”(non-stochastic)影響とは、その影響の重篤度が線量の大きさとともに変わるもので、そのためしきい値がありうるような影響である。放射線防護に関係のある線量の範囲では、遺伝的影響は確率的であるとみなされる。いくつかの身体的影響は確率的であって、これらのうち発がんは低線量の照射による主たる身体的リスクであり、したがって放射線防護における主要問題であると考えられる。

(8) たとえば、水晶体の白内障、皮膚の受ける悪性でない損傷、血液失調症を起こす骨髄細胞の枯渇および受胎能力の減退となる生殖腺細胞の損傷の場合のように、いくつかの非確率的な身体的影響は特定の組織に特有である。他の非確率的影響が、身体の大部分の器官に共通に存する血管あるいは結合組織の部分に発生するかもしれないので、予防手段として、一つの線量当量限度をすべての身体組織に適用して、非確率的影響が確実にそのような組織のどれにおいても起こらないようにする必要が生ずる。これらすべての変化について、その影響の重篤度は受けた線量の大きさに依存し、それ以下では何ら有害な影響が見られないはっきりしたしきい線量が存在するようである。

(9) 放射線防護の目的は、非確率的な有害な影響を防止し、また確率的影響の確率を容認できると思われるレベルにまで制限することにおくべきである。もう一つの目的は、放射線被曝を伴う行為が確実に正当とされるようにすることである(12項、およびE、F章参照)。

(10) 非確率的影響の防止は、線量当量限度を十分低い値に設定して、生涯の全期間にわたる被曝あるいは全就労期間の被曝の後でさえも、しきい値に達しないようにすることによって達成されるであろう。確率的影響の制限は、適

(4)

切な線量当量限度（103—108項参照）を決して超えてはならないという条件を常に守りつつ、すべての正当化できる被曝を、経済的および社会的要因を考慮に入れながら合理的に達成できるかぎり低く保つことによって達成できる。

(11) 人間の諸活動に関するたいいの決断の基礎をなしているのは、費用と利益とを暗々裏にはかりにかけた結果、ある選ばれた行為は行う“価値がある”と結論される、という形式である。それほど一般的ではないが、選ばれた行為の遂行は個人あるいは社会に対する利益を最大にするように調整されるべきであるということも認識されている。放射線の防護において、このようなおおまかな意志決定の諸手続きは、定量化することは必ずしもできないとしても、式で表すことができるようになりつつある。これらの手続きはE章でもっと詳細に議論される。しかし、これらの手続きを適用しても個人を十分に防護することには必ずしもならない。それゆえ、この理由もあって、利益と損害とを集団の同じ人々が受けるのではないような状況下における線量当量限度を確立する必要がある。

(12) 上述の理由により、委員会は1つの線量制限体系を勧告する。その主な特徴は次のとおりである：

- (a) いかなる行為も、その導入が正味でプラスの利益を生むのでなければ、採用してはならない；
- (b) すべての被曝は、経済的および社会的な要因を考慮に入れながら、合理的に達成できるかぎり低く保たなければならない；
および
- (c) 個人に対する線量当量は、委員会がそれぞれの状況に応じて勧告する限度を超えてはならない。

(13) これらの勧告を適用するにあたって認識しなければならないことは、現在の数々の行為は将来受けることになる線量当量のもとになるということである。これら線量当量預託（25項参照）を考慮に加えて、現在あるいは将来の

行為の必然的展開によって公衆のいかなる構成員にも不当な被曝を与える結果とはならないようにすべきである。

(14) 放射線防護の主目標は、人間の被曝を伴う諸活動に対し、適切に安全な諸条件を作り上げ維持することであるけれども、すべての個々の人間の防護に必要とされる安全のレベルは、ヒト以外の他の種の個々の生物体は必ずしも防護しないとしても、それらの種を防護するには十分妥当であろうと考えられる。委員会は、それゆえ、もし人間が適切に防護されれば、他の生物もまた十分に防護されるであろうと信ずる。

C. 基本的な概念

損 害

(15) 放射線による被曝の有害な影響には数多くの種類があるであろう。健康に対する影響の中には、被曝した個人における確率的影響および非確率的影響の両者と、後の世代における確率的影響とがあるであろう。さらに、たとえばある地域あるいは生産物の使用を制限する必要といったような、健康と結びつかない有害な影響もあるかもしれない。

(16) 委員会はこれらすべての有害な影響を同定し、可能な場合には定量化するために、損害という概念を導入した。一般にある集団における損害とは、放射線被曝によってこうむる害の数学的な“期待値”であると定義される。その場合、有害な影響の各々の種類について、その確率ばかりでなく、その重篤度も考慮に入れる。これら有害な影響には、健康におよぼす影響と他の影響との両者が含まれる。ある場合には、健康におよぼす影響またはその可能性を分離して扱った方が便利である。この場合、これらは健康に対する損害という概念で表される。健康におよぼす影響に関し、もし影響 i をこうむる確率 p_i が

(6)

小さく、影響の重篤度を荷重係数 g_i によって表すならば、 P 人のグループにおける健康に対する損害 G は

$$G = P \sum_i p_i g_i$$

によって与えられる。

線量当量

(17) 吸収線量* D は、それだけでは、特定されない条件での照射の結果生ずる健康におよぼす有害な影響の重篤度またはその確率を予想するのに不十分である。放射線の防護においては、放射線の被曝のより重要な有害な影響、とくに晩発性の確率的影響とよりよく結びつくもう一つの量を導入すると便利であることが見出されてきている。この量は線量当量と呼ばれ、吸収線量を、18—20項に与えられている修正係数 Q および N で荷重したものである。

(18) 組織の一点における線量当量 H は、式

$$H = DQN$$

によって与えられる。ここで D は吸収線量、 Q は線質係数、 N は委員会が規定するその他すべての修正係数の積である。このような係数によって、たとえば吸収線量率や分割照射が考慮されるであろう。現在のところ、委員会は N に1という値をあてている。線量当量の単位の特別の名称はシーベルト (Sv) である。

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1} (= 100 \text{ rem})$$

(19) 線質係数 Q は、吸収エネルギーの微視的な分布が損害におよぼす効果を斟酌するためのものである。線質係数は、問題とする点における水中の衝突阻止能(L_∞)の関数として定義される。 L_∞ の関数としての Q の補間値は、次表に与えられている値に基づいて作られた図から得ることができる。

* International Commission on Radiation Units and Measurements, Radiation Quantities and Units, *ICRU Report 19*, International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington, 1971.

L_{∞} と Q の関係

水中の L_{∞} (keV/ μ m)	Q
3.5 以下	1
7	2
23	5
53	10
175 以上	20

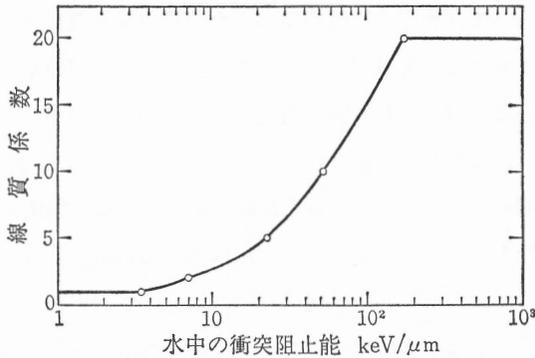


図1 水中の衝突阻止能と線質係数との関係

スペクトルをもった放射線に対しては、問題とする点における Q の実効的な値である \bar{Q} を計算することができる*。

(20) 放射線の L_{∞} 分布が問題とする体積中のすべての点ではわかっていない場合、種々の種類の一次放射線に関係づけられている \bar{Q} の近似値を使用することが許される。この目的のため委員会は、体外放射線および体内放射線の両者に対し、次の \bar{Q} の値を使用することを勧告する。

X線, γ 線および電子 1

エネルギー不明の中性子, 陽子, および静止質量が1

原子質量単位より大きい電荷1の粒子 10

* International Commission on Radiation Units and Measurements, Dose Equivalent, *Supplement to ICRU Report 19*, International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington, 1973.

(8)

エネルギー不明の α 粒子と多重電荷の粒子(および電荷不明の粒子)

20

熱中性子の場合には、 L_0 は一つの値に定められており、熱中性子の \bar{Q} は中性子エネルギーの関数として \bar{Q} を掲載している表と図から求められる(すなわち、ICRP Publication 21の図15は、熱中性子に対し $\bar{Q}=2.3$ を与えている)。

(21) 勧告された Q と \bar{Q} の値は放射線防護においてのみ使用されることを意図したものであって、実際の被曝のレベルを線量当量の限度と比較したり、あるいは、そのような限度を設定するさいに考慮される損害の諸成分を算定するためのものである。 Q と \bar{Q} の値は関連した生物効果比の値に基づいて選ばれた。しかし、これらの値をきめるにあたって、線量当量限度(103—104項参照)が、人間における有害な影響を直接に算定できる比較的大吸収線量からの補外に基づいている、という事実も勘定に入れている。それゆえこれら Q の値は、たとえば動物の低レベル吸収線量における確率的影響あるいは人間の大吸収線量における非確率的影響のような、ほかの観察された影響に対する生物効果比の代表値では必ずしもない。とくに重要なことは、人間の重大な事故被曝によって早期に起こると思われる結果の大きさを算定するためには線量当量を使うべきでないということである。

集団線量当量

(22) ある一つの被曝集団における損害と線量当量の分布との関係は単純ではなく、損害を算定する目的のために線量当量の分布をただ一つの量で十分に表すことはできない。しかしながら、集団線量当量と呼ばれる量を使って役に立つ状況が数多くある。ある集団の集団線量当量(S)は式

$$S = \sum_i H_i P_i$$

によって定義される。ここで H_i は、被曝した集団内の小グループ i の構成員 P_i 人の、全身あるいは特定の器官または組織の、1人あたりの線量当量である。

この概念の応用は 219項, 221項および231 項で議論されている。

(23) ある行為あるいは線源(k)による集団線量当量(S_k)は式

$$S_k = \int_0^{\infty} HP(H) dH$$

によって定義される。ここで $P(H)dH$ は全身あるいは特定の器官または組織に H と $H+dH$ の間の線量当量を受けた個人の数である。よくあることであるが、小さい値の H からの寄与分を大きく見積ったとき、その値が全積分値を有意に増加させないことがわかればその寄与分を正確に算定する必要はない。通常、積分範囲の上限としては該当する線量当量限度がとられる。大線量からの寄与を含む集団線量当量は、24項に述べられている種類の算定には適していない。

(24) 健康に対する損害の定義(16項)の中で、もし線量当量 H と p_i との間に比例関係があり(27—30項参照)、またもし g_i が線量当量 H に無関係であるならば、健康に対する損害 G は集団線量当量 S_k に比例する。損害と集団線量当量との間のこの関係の妥当性は、リスクと線量当量との間に仮定されたしきい値なしの直線性の妥当性にかかっている。この関係は、まだその信頼性が確立されてはいない慎重な仮定であることを委員会は強調してきており、また比例係数すなわちリスク係数(単位線量当量あたりのリスク)は、以前に蓄積した線量当量によって変化しうるものであると考えられる。しかし、自然バックグラウンドに相当する線量当量よりわずかに線量当量が増加するような結果を生ずる行為の場合には、行為(k)による健康に対する損害の増加分 ΔG は、比例定数がたとえ不明であるとしても、 S_k によく比例するにちがいない。さらに、個人の線量当量が全部、線量-効果関係のほぼ直線の範囲に入る場合には、近似的に比例関係が成立するであろう。

線量当量預託

(25) 被曝が長期間にわたる場合には、さらにいくつかの量が必要となる。

(10)

ある決定あるいは行為による線量当量預託 H_c とは、ある特定の集団に対する与えられた器官または組織における1人あたりの線量当量率 $\bar{H}(t)$ の無限大時間にわたる積分値である。

$$H_c = \int_0^{\infty} \bar{H}(t) dt$$

被曝する集団は人数が必ずしも一定である必要はない。集団線量当量率の積分によって得られる集団線量当量預託を定義することも可能である。

預託線量当量

(26) この勧告の中で使用されるもう一つの量は、放射性物質の身体内への1回摂取により、ある器官または組織に与えられる“預託線量当量” H_{50} である。この量は、線量当量預託の特殊な場合と考えてよく、摂取後、就労期間を表す50年間にわたって蓄積される線量当量である。

$$H_{50} = \int_{t_0}^{t_0+50y} \dot{H}(t) dt$$

ここで、 $\dot{H}(t)$ は該当する線量当量率、 t_0 は摂取の時刻である。

D. 放射線生物学上の考察*

線量-効果関係

(27) 個人が受けた線量と、照射により誘発されるある特定の生物効果との間の関係は複雑な問題であって、今後多くの研究が必要である。放射線防護の目的には、ある種の単純化した仮定を設ける必要がある。委員会勧告の基礎と

* 訳注 リスクの推定値 (36~60項) および全損害の算定 (60項) に関する ICRP の最近の見解が、ストックホルム声明(1978年)、プライトン声明(1980年)、ストックホルム声明(1984年)、およびコモ声明 (1987年) 中に表明されている。

なっているこのような基本的な一つの仮定は、確率的影響に関しては、放射線作業で通常起こる被曝条件の範囲内では、線量とある影響の確率との間にしきい値のない直線関係が存在するということである。全リスクの一つの尺度として、ある組織あるいは器官が受ける線量を単純に加算すること、およびある集団の全損害の一つの指標として集団線量当量（22項および23項参照）を計算することは、この仮定の基礎の上に立ち、さらに各々の種類の影響の重篤度は線量に無関係であると仮定した場合にのみ妥当なのである。

(28) ある線量の増加分によって加わるリスクは線量-効果関係の傾斜に依存する。もし、確率的な過程に対する線量-効果関係の形が実際は立ち上がりの急なシグモイドであるならば、大線量で得られたデータから直線的な補外を行うことによって、小線量からのリスクは過大に評価される。低 LET 放射線に対する線量-効果曲線は、数グレイ*までの吸収線量の範囲において、線量と線量率との増加とともに傾斜が一般に増大するであろうという仮定には、放射線生物学的な根拠が存在する。実験的に研究された多くの効果に対して、この線量範囲における効果の大きさは、

$$E = aD + bD^2$$

という形の式によって表される**。ここで、 E は効果の大きさを示し、 D は線量、“ a ”と“ b ”は定数である。この式の二次の項(bD^2)は大線量（一般に1 Gy以上）、高線量率（1分あたり1 Gyの桁）のところで支配的である。しかし、一次の項(aD)とそれが表す傾斜は線量と線量率が小さくなるにつれて支配的となる。この形の関係は種々の効果について報告されているが、パラメータ“ a ”と“ b ”の比は観察ごとに異なっている。この関係がほかの状況でどの程度変わるかはまだ決定されていない。とくに人間の集団に対しては、線量-効果

* 1 グレイ (Gy) = 1 J kg⁻¹ (= 100 rad)

** 大線量では、この式は細胞の死によって起こる腫瘍のリスクの減少を勘定に入れ修正しなければならないであろう。この効果は通常の被曝条件下に遭遇する線量では大きくはない（しかしながら、33項参照）。

関係の知識はあまりにも限られており、小線量、低線量率での曲線の形と傾斜を確信をもって予言することはできない。しかし、二、三の例では、0.5Gy 程度以下の1回吸収線量を伴ったか、あるいはその程度の線量を数日あるいはそれ以上の間隔で繰り返した、人間集団の被曝の結果に基づいて、リスクの推定値を出すことができる。このような場合には、かかる被曝に由来する特定の有害な効果の単位吸収線量あたりの頻度を用いて放射線防護において問題となる線量範囲におけるそのような効果の頻度を評価すると、防護上はずっと低い線量率であろうが、それでも大幅な過大評価にはおそくならないと、合理的に仮定することができる。

(29) しかし、多くの例では、リスクの推定値は、高線量率で与えられたもっと大線量の照射から導き出されたデータによっている。これらの例においては、小線量あるいは低線量率で与えられた線量での被曝における単位線量あたりの効果の頻度のほうがより低くなりそうである。それゆえ、リスクの相違がおそらくあるということを斟酌するための係数をこれらの推定値にかけて、その値を減らすのが適切であろう。後に議論するリスク係数は、したがって、できるかぎり実際に放射線防護の目的に適用できるように選定されている。

(30) 大線量において観察された効果の頻度から直線的な補外を行うことで、ある行為の利益、あるいは放射線被曝を伴わないある代わりの行為の危険性と比較するさいのリスクの上限値の算定には十分であろう。しかし、そのような直線性の仮定が慎重であればあるほど、それが放射線のリスクの過大評価をまねき、その過大評価がこんどは、放射線被曝を伴う行為よりももっと危険な代わりの行為を結果的に選択させることになってしまうかもしれないということを認識することがますます重要になる。このようなわけであるから、代わりの行為の選択にあたっては、放射線のリスク推定値は十分な注意のもとでのみ用いるべきであり、また小線量における実際のリスクは、ことさらに慎重に行われた比例性の仮定が意味しているよりも低いかもしれないという可能性を

明白に認識してのみ使用すべきである。

線量-効果関係についての諸仮定の意味合い

(31) 実用に供する放射線防護の体系は、もしそれを効果的に用いるつもりであれば、ある簡略化の仮定に基づく必要がある。放射線防護において問題となる線量の範囲内で線量と効果は比例するというすでに行った仮定は、たとえば有意体積、有意面積および線量の蓄積の率に関係する問題のような重要な実用上の諸問題に適用できるあるいくつかの原則を含んでいる。これらを以下の諸項で議論する。

有意体積と有意面積

(32) 確率的影響については、特定の組織または器官の中の感受性が一律なすべての細胞にわたっての平均線量*を考へることは正当であることが、線量-効果関係の比例性に関する仮定(27-30項参照)から帰結されるであろう。平均線量をこのように用いることにより、通常、有意体積は考慮している器官または組織の体積とすることができるという実用上の利点がある。

(33) 組織の照射が不均等な場合、もし、個々の細胞への線量はその組織に対する線量-効果関係を直線と見なすことのできる線量の範囲以上に広範囲に異なるならば、組織全体にわたる平均線量の使用は厳密には妥当でなくなる。放射性粒子による肺の照射はこの一例であろう。しかし、理論的な考察と利用できる疫学的な証拠に基づき、委員会は次のように信じている。すなわち、晩発性の確率的影響に対しては、一定量の放射線エネルギーの吸収は、これが均等に分布しているときよりも一連の“ホット・スポット”によるときの方が普通は効果が小さいようである。なぜなら、大線量は細胞の再生能力の喪失あるいは細胞の死を引き起こす効果があるからである。したがって、ある組織中の

* とくに明記しないかぎり、線量当量という用語はある器官全体またはある組織全体にわたる平均線量当量をさす。

(14)

粒子状の放射線源について、均等線量分布を仮定してリスクを算定すると、おそらく実際のリスクを過大に評価するであろう。さらに、非確率的影響に対しては、中程度の線量レベルで起こるかもしれない細胞喪失の量ぐらいいは器官の機能低下を起こすことはほとんどありそうにない。

(34) 体外線源あるいは皮膚汚染の結果として起こる皮膚の被曝については、全身の皮膚で線量当量を平均することは、一般には適当でない。平均の方法は状況によって左右されるであろう。これは182項および183項においてもっと詳細に議論する。

線量蓄積の率

(35) 委員会は以前、職業上の被曝について、1回被曝の線量当量の大きさは前の勧告の年線量当量限度の1/2に制限すべきであると勧告した。このやり方は、短い期間内に年線量当量限度を超える線量の蓄積を防止する意図をもったものであったが、今や不必要であるように思われる。それゆえ委員会は、年線量当量限度を設けることで十分であると信じ、生殖能力のある女性および妊娠女性の職業上の被曝(115項および116項参照)を除いて、瞬間的な率についても線量当量を蓄積する率についても、年線量当量限度以外の制限を勧告することはしない。したがって、委員会は年齢と関連した以前の式の使用をやはり勧告しない。

リスクを考えるべき組織

(36) 以前の勧告の中で委員会は、2つ以上の身体器官が被曝するとき、ある一つの特定期官、または組織が受ける線量、放射線に対する感受性、または放射線がもたらす損傷の健康に対する重要性の点から、その被曝が最も重大な意味をもつであろうと述べた。この組織あるいは器官を、そのような状況のもとでの決定組織(器官)と呼んで、個人に関する線量制限はこの組織または器官に対する線量当量限度によってきめられた。このように用いられた決定器官

の概念では、照射された組織の相対的放射線感受性を考えて損害を合算することはできなかった。今回、委員会は、照射されたすべての組織の被曝に起因する総リスクを考慮に入れるような一つの方法を勧告する(104項、105項および125項参照)。

(37) 放射線防護の目的には、放射線損傷の受けやすさ、その損傷の重篤度および治癒の可能性の程度からみて考慮の対象としなければならない多くの器官および組織をきめる必要がある。この章で委員会は、放射線防護の目的でこれらの点に関して行った仮定の輪郭を述べる。

(38)† 以下の諸項で論ずる定量的リスク係数のいくつかは、たとえば乳がんの発生や遺伝的欠陥の誘発などのように、明らかに年齢あるいは性に依存する。これに加えて、悪性腫瘍発現のリスク係数は、これら影響が発現するまでの潜伏期が長いために年長の人ほど小さい。これらの理由で、個人の被曝による総リスクは年齢と性によっていくらか変動するであろうが、実際には、年齢および男女についての平均値からの変動幅ははなはだしくはないであろう*。それゆえ、防護の目的には、年齢または性によらずすべての作業員について単一の実効線量当量限度を用いて十分な正確さが得られる。この限度は、種々の器官または組織についての、以下に述べるような平均のリスクレベルに基づいている。同じ原則が一般公衆の個々の構成員についてもあてはまる。

(39) 種々の組織に関するリスク係数は、致死悪性腫瘍性疾患の誘発、非確率的变化の誘発あるいは出生する子孫に現れる重大な遺伝的欠陥の誘発の推定見込数に基づいている。損害を定量化するための適切な根拠は、被曝の結果起こるであろうその他すべての型の傷害と苦痛の評価も含めるべきであるということが認識されている。この問題は、委員会のために作成中の課題グループ報

* 訳注 男女両性の異なる年齢での被曝によるリスクの変動は、ICRP Publication 27 "Problems involved in developing an index of harm"の中で論じられている。(ストックホルム声明、1978年)

(16)

告書の主題である。上記の種類の損害は、放射線が引き起こすであろう害のうち
の主要な成分であって、リスク係数の基礎とするのに最も適切なものとみな
してよいようである。

生殖腺

(40) 生殖腺照射で起こる有害な影響には、3つの異なる種類があろう。そ
れは照射を受けた個人における腫瘍の誘発および受胎能力の低下、ならびに子
孫における遺伝的影響である。

(41) 人の生殖器官での発がん効果を明確に示した報告はまだないことから
みて、生殖腺は照射によるがん誘発に対し感受性が比較的低いようである。

(42) 女性では受胎能力の低下は年齢に依存する。受胎能力の永久的な停止
を伴う月経閉止の誘発は、40歳の女性では3Gy（低LET放射線）の吸収線量
で起こるが、20歳の女性では同じ吸収線量でも一時的な無月経を起こすだけか
もしれない。このちがいは、新しい卵母細胞の生産は通常小児期で停止し、排
卵その他の原因で卵巣から失われた卵母細胞に取って代わるものがないので、
その細胞数は月経の開始以降年齢の増加とともに減少するという事実と関連し
ている。これに反し、精巣では、精子の供給は精原細胞およびその他の精子先
駆細胞の増殖によって、成人期を通じ連続的に行われる。照射によるそのよう
な細胞の減少は、もし十分な数の精原細胞が無傷で生き残れば、修復されうる
ものであり、損傷を受けた精巣は旧に復する。0.25Gy（低LET放射線）の吸収
線量を高線量率で与えると、精子の数は一時的に減少するであろうが、永久的
不妊の原因となるのに必要な吸収線量は、少なくともこれより1桁は大きい。

(43) 生殖腺は、遺伝的欠陥をもたらす放射線誘発の遺伝子突然変異および
染色体異常を生ずることに関係する組織である。主に小哺乳動物と下等生物に
ついての観察から、照射の結果起こる遺伝的変化の頻度に関するデータが得ら
れ、人での観察から、人がおかされるかもしれない種々の自然発生の遺伝的疾
病および部分的に遺伝的な疾病の頻度が示されている。突然変異率が増加した

ときこれら疾病がどの程度増加するかは、一般にどの生物についても直接的には示されていない。優性、伴性、およびある種の染色体異常疾病の頻度は線量に正比例して増加するであろうと信じられている。もっと一般的である“不規則に遺伝する”疾病の増加はそれらよりも小さく、とくに最初の2世代では小さいであろう。全身が均等に被曝した場合に、ここでの目的には、遺伝的損害は照射を受けた個人の身体的傷害による損害よりも少ないであろうと推定される。両親のどちらかの被曝後最初の2世代以内に現れる重篤な遺伝的不健康のリスクはおよそ 10^{-2} Sv^{-1} 、また、それより後代に現れる追加損傷も同じ値とする。放射線防護のために用いるリスク係数は60項に与えられている。

赤色骨髄

(44) 赤色骨髄は放射線誘発白血病の原因となることにかかわりをもつ主な組織であるとされ、他の造血組織は白血病誘発において小さな役割しかもっていないと考えられる。治療目的で照射を受けた人あるいは日本の原爆被曝生存者の観察では、放射線誘発白血病の発生は照射後数年内に頂点に達し、約25年後には照射前のレベルにもどることが示されている。放射線防護の目的には、白血病に関するリスク係数は $2 \times 10^{-8} \text{ Sv}^{-1}$ とする。

(45) 成人の造血細胞は梁骨中の造血骨髄全体に無秩序に分布しているとみなされる (ICRP Publication 11参照)。それゆえ、これら細胞に対する線量当量は、梁骨の内腔を完全に充たしている組織全体の平均値として計算する。

(46) 動物実験の結果によると、20 Gy (7線)の吸収線量を生涯にわたって引きのばして与えたとき、赤色骨髄の造血機能は損われなことが示されている。人では、職業上の非確率的影響に対する線量当量限度が103項に勧告するレベルに設定されていれば、赤色骨髄の機能低下が線量制限の理由にならうとは考えられない。

骨

(47) 骨の放射線感受性の高い細胞は内骨細胞および骨表面の上皮細胞であ

(18)

ることがわかっている (ICRP Publication 11参照)。委員会は、可能な場合には、骨における線量当量は内骨細胞および骨表面にある細胞にあてはめるべきであり、問題としている骨の表面から10 μm までの深さの組織についての平均値として計算すべきであると勧告する。

(48) 放射線誘発がんの発生に関する骨の放射線感受性についての委員会の調査によると、単位線量当量あたり、骨の感受性は、乳房、赤色骨髄、肺および甲状腺よりもはるかに低いことが示されている。放射線防護の目的には、骨がんのリスク係数は $5 \times 10^{-4} \text{Sv}^{-1}$ とする。

肺

(49) 肺がんは高濃度のラドンとその崩壊生成物にさらされた鉱山労働者に観察されている。今までに報告されている単位空気中放射能濃度あたりの線量推定値には大きな幅があるために、鉱山労働者のデータから線量あたりのリスクの定量的推定値を導くことは困難である。しかし、疫学的証拠から、空気中のラドン崩壊生成物の濃度とそのような空気中で過ごす時間の長さを結びつけた限度を設定して、十分な防護が確実にできるようにすることが可能になった。この問題に関するもっと詳細な議論は、近く刊行されるラドン、トロンおよびその娘核種に関する専門委員会2の課題グループ報告書の中で行われている。

(50) プルトニウムのような粒子状放射性物質を取り扱った人々の幾人かは現在の限度以上に被曝したにもかかわらず、その人々の間には、明らかに放射線被曝に帰することのできる肺のがんは報告されていない。33項にすでに記したように、委員会は、肺の中の粒子状物質の危険性はその同じ物質が肺全体に均一に分布したときよりも少ないらしいと信じている。

(51) 体外照射もまた人に肺がんを誘発するという証拠がある。現在わかっていることは、肺がんのリスクは白血病発生のリスクとほぼ同じであるということであるが、照射後の肺がん発生の経時変化に関するデータがもっと利用

できるようになると、この推定値は修正が必要となるかもしれない。放射線防護の目的には、肺がんのリスク係数は $2 \times 10^{-8} \text{ Sv}^{-1}$ とする。

肺リンパ組織

(52) 重要な特別な例は、不溶性化合物を含む粒子が体内に吸入されると全リンパ組織の約1%にあたる気管支肺リンパ節中に留まることである。気管支肺リンパ節の選択的照射は、リンパ組織全体からみて極端に不均一な照射に相当するとみなすことができ、したがって、含まれている放射性物質がリンパ組織の全質量中に均一に分布していると仮定した場合よりも、危険性はたぶん少ないであろう。しかしながら、リンパ球の照射に関しては、身体のリンパ節を通過するリンパ球の正常な循環があるため、不均一性はそれほど極端ではない。

(53) 以前にプルトニウムの粒子を吸入したことのある人の剖検データは、すべてのリンパ組織の全質量で平均したプルトニウムの平均濃度は肺組織中の平均濃度よりもずっと小さいらしいことを示している。肺はリンパ組織よりも感受性が高いとみなされるから、そのような吸入された不溶性放射性粒子に関する線量制限の決定にさいして、肺の照射の方がリンパ節の照射よりも制限的であろうと仮定してよい。

(54) したがって、放射線防護の目的には、成人では、肺に関する線量制限をあてはめる対象組織として、気管、気管支、呼吸領域および肺リンパ節をあわせた、質量1kgの1つの複合器官と考えればよいと委員会は考える。

甲状腺

(55) 甲状腺においてリスクを考えるべき細胞は甲状腺ろ胞の上皮細胞であると思われ、それに関して線量計算を行うべきである。多くの場合、甲状腺全体に対する平均線量はこれらの細胞に対する線量とだいたい同じであろう。

(56) 放射線によるがん誘発に関する甲状腺の感受性は白血病発生に関する赤色骨髄のそれよりも高いらしい。しかし、これら甲状腺がんによる死亡率

(20)

は、主に甲状腺がんの治療が成功すること、およびこの種の腫瘍の進行はゆるやかであることから、白血病の死亡率よりもずっと低い。総合的に考えた死のリスク係数は赤色骨髄についての値の約 $\frac{1}{4}$ であると考えられる。放射線防護の目的には、リスク係数を $5 \times 10^{-4} \text{ Sv}^{-1}$ とする。

乳 房

(57) 女性の照射による乳がんの発生に関するデータは、女性の乳房は生殖可能期間中は放射線感受性の高い方の人体組織の一つであるらしいことを示唆している。そのような状況下では、乳がんのリスク係数は白血病のそれより数倍高いであろうことを示す証拠がある。放射線防護の目的には、このリスク係数は $2.5 \times 10^{-3} \text{ Sv}^{-1}$ とする (38項も参照)。

他のすべての組織におけるがんのリスク

(58) 中程度の放射線の線量によって誘発される悪性腫瘍の頻度に関しておよその推定がなされている前項までに議論した組織に加えて、中程度の線量で放射線が発がん性であると明らかに示されている組織 (たとえば胃、大腸下部、唾液腺およびたぶん、肝臓) がある。しかしながら、これらの組織に関するリスク係数は低いらしいが、その推定値はまだ得られていない。このほかに、中程度の線量ではどのような腫瘍誘発の証拠もほとんど得られていない筋肉と脂肪組織のような組織がある。

(59) しかしながら、同じ条件の照射のもとで誘発される白血病のリスクに対する相対値として、全悪性腫瘍の総数に関するある推定値を得ることができる。その証拠によれば、誘発悪性腫瘍全体のうちの大部分は、リスクのおおよその推定値が得られている今までに記した組織中で生じるらしいと思われる。このことに基づけば、これら残った不特定のすべての組織の悪性腫瘍のリスク係数は $5 \times 10^{-3} \text{ Sv}^{-1}$ を超えることはないであろうと推定され、さらに、どの単一組織のリスク係数も、この値の $\frac{1}{5}$ 以上の寄与をしないと仮定することとする。

全身均等照射による全確率的リスク

(60)† 個人にかかわる放射線防護の目的には、放射線誘発がんに関する死亡のリスク係数は男女およびすべての年齢の平均値として約 10^{-2} Sv⁻¹であると委員会は結論する*。最初の2世代に現れる遺伝的影響の平均リスク係数は、遺伝学的に有意であろう被曝の割合を考慮すれば、この値よりもずっと低く、約 4×10^{-3} Sv⁻¹とすることができる**。作業者と一般公衆の構成員との間には年齢構成に相違があることから、身体的リスク係数、遺伝的リスク係数ともに、この両集団についての推定値には若干の相違があろう。しかしながら、全リスクでのこの相違は、放射線防護の目的でこの2つの場合に別々の値を用いることを正当化するほど十分に大きなものではない。しかし、ある与えられた被曝からの放射線による全集団損害の算定には、その後の全世代に現れるであろう遺伝的損傷の全リスクも計算に入れるべきである。このリスクは、単位線量あたり、最初の2世代だけに現れるものの約2倍と考えられる。

水晶体

(61) 水晶体が全就労期間にわたって高 LET 放射線あるいは低 LET 放射線の遷延照射を受けたとき、15 Sv という総線量当量は、視力障害を起こす水晶体混濁を生ずるためのしきい値以下であろうと結論できる。それゆえ委員会は、放射線作業者に関して、水晶体の年線量当量限度は、全就労期間にわたって受けるこの線量当量から導くべきであると勧告する*** (103項参照)。

(62) 成人では、水晶体赤道部の前極が、水晶体混濁の誘発に関して最も敏感な部分であると一般に考えられる解剖学的な部位である。放射線防護の目的には、水晶体の赤道部は眼の表面から3 mm後方に位置していると考えること

* 訳注 この値の根拠は ICRP Publication 27 "Problems involved in developing an index of harm" の中で検討されている。(ストックホルム声明, 1978年)

** 訳注 この値の根拠は ICRP Publication 27 "Problems involved in developing an index of harm" の中で検討されている。(ストックホルム声明, 1978年)

*** 訳注 しかしながら、ブライトン声明 (1980年) 参照のこと。

(22)

ができる。

皮 膚

(63) これまでに検討した組織と比較して、皮膚は照射の後で致命的ながんを発生することが非常に少ないであろうと考えられる。しかし、皮膚のかざられた部分に数週あるいは数か月にわたって20 Gy 以上の吸収線量をもたらす照射の後では、美容上受け入れがたい皮膚の変化が起こるのである。したがって、この値を全就労期間にわたる被曝の限度として用いれば、そのような非確率的变化の発現は防止されるはずである* (103項参照)。

(64) 皮膚の厚さは身体の部分部分によってかなり異なる。表皮の基底細胞層は皮膚組織のなかで最もリスクが大きいとされる。基底細胞層に起伏があり、またその細胞は有限の厚さがあるので、実際上衣類で防護されておらず、したがって放射線に直接にさらされる大部分の皮膚では感受性層の深さを50—100 μm (すなわち5—10 mg cm^{-2}) の範囲と規定するのが適切である。実際の線量算定には、委員会は合理的平均値として深さ70 μm を使用することを勧告する。

子供および胎児

(65) 出生前あるいは子供の時期の被曝は、線量および照射時年齢のような諸要因に依存しながら、その後の成長と発達をさまたげる。ある種の悪性腫瘍の誘発されやすさも、大人になってからより出生前および子供の時期の方が高いようである。

低感受性の組織

(66) 照射後の悪性腫瘍発現がきわめてまれであると思われる種々の組織があることが今日でははっきりしている。これは、そのような組織での悪性腫瘍

* 訳注 なお、ストックホルム声明(1978年)で次のように述べている：集団グループの被曝による損害を算定するさいには、皮膚被曝による致死的がんのリスクを考慮に加える必要があろう。この場合のリスク係数は、皮膚の全表面にわたる平均線量当量に対し 10^{-4}Sv^{-1} 程度としてよく、これは w_T を大体0.01 とすることに相当する。

の過剰発生が、現在までのところ疫学調査によって認められていないという事実によって証明されている。これらの組織に関しては、線量制限は血管その他の有害な変化の可能性のあることに基づいて行われる。放射線防護の目的には、その照射は無視してよい、たとえば無核細胞を含む組織のようないくつかの組織もある。

その他の影響

(67) すでに述べた特定の影響のほかに、放射線作業において通常経験するレベルの線量では、器官および組織の機能を損うことを示す十分な証拠はない。腫瘍誘発以外の影響による寿命短縮の証拠は決定的でなく、定量的には使用できない。そのうえ、強度に照射を受けた集団に関して30年におよぶ期間にわたって観察された証拠から判断して、勧告レベルでの照射による主要な障害のどれかが見落とされているとは考えにくい。

E. 線量制限の体系

(68) 12項に掲げた目標を達成するために、委員会は以下の事柄を保証することを主目的とする線量制限の体系を勧告する。すなわち、どのような被曝をもたらす活動も、その利益あるいは可能な代替手段による利益との関連によって正当化できないものではないこと、避けえない被曝はどれも合理的に達成できるかぎり低く保つこと、受ける線量当量はある特定の限度を超えないこと、ならびに将来の発展について考慮が払われていることを保証することが主目的である。これらの諸点については以下の各項で詳しく述べる。

(69) 理想的には、提案された放射線被曝をもたらす操業あるいは行為を受け入れることができるかどうかは費用-利益解析によって決定すべきであり、この解析の目的は、提案された活動の導入により得られる利益との関連におい

(24)

てその総損害が適切に小さいことを保証することである。種々の行為間の比較は最適化の手法を適用した後に行うべきである(72—76項参照)。種々の行為間の選択は多くの因子に依存し、それらのうちのいくつかだけが放射線防護と関連するであろう。この理由で、行為間の比較に関してはこの報告ではこれ以上議論しない。これに対して、最適化は実際の放射線防護の主要部分であるべきなので、以後の諸項でさらに詳細に論ずる。

(70) 費用-利益解析において、利益とは、特定のグループまたは個人が受けるであろうものだけでなく、社会にとっての利益のすべてを含むものとする。ある状況下では利益は定量化しうるが、利益が人間の願望を満たすのに寄与する場合には、そのような定量化は困難であろう。費用とは、金銭的費用および人間の健康または環境に対するいかなる損傷も含んだ、ある操業のすべてのマイナス面の総合計であると考ええる。しかしながら、これら利益と費用との集団内での分布が同一でないこともあるので、大まかに両者のバランスをとるという方法は、各個人に対する損害がある容認できるレベルを超えないときのみ正当であるといえる。この方法を電離放射線との関連で行うとき、個人の損害の制限は委員会の線量当量限度にしたがうことによって達成されるであろう。

(71) このように考えると、放射線被曝によって人間の健康に課せられた費用の相対的重要性を他の経済的および社会的要因との関連で比較するためには、主観的価値判断を行う必要がある。これは放射線にかぎったことではなく、人類がさらされている他の多くの要因に関しても同様のことがいえるであろう。

線量低減において何が合理的に達成できるかを決定するための基礎

(72) 線量を勧告限度以下に低減するにあたって、合理的に達成できるとはどういうことかを決定するためには、前項までに記した要因の多くは必要でない。この目的からすると、考えるべきことは、線量のこれ以上の低減がその低

減を達成するのに必要な費用の増加分を正当化しないであろうほど十分に低いレベルの集団線量当量（および通常はそれゆえ低いレベルの損害）でこの活動が行われているかどうかという点である。この決定を行うときには、費用-利益解析は、その活動の全利益を考察することから、この活動のある一つの線量レベルで行うときの正味の利益ともう一つの線量レベルで行うときの正味の利益との間の変化分を考察するということへと移行する。

(73) 照射が関与する一つの製品または一つの操業の正味の利益 B は、その粗利益 V と次の3成分：基礎的生産費用 P 、あるきまった防護レベルを達成するための費用 X 、および操業あるいは製品の生産、使用および処分に関する損害の費用 Y 、の合計との差である。すなわち

$$B = V - (P + X + Y)$$

であるとみなしうる。ここに用いる費用とは、純経済的費用だけでなく社会的費用も含む。

(74) 被曝の低減が“合理的に達成できる”か否かを決定するためには、一方においてそのような低減からの利益の増加を、他方ではその達成に必要な費用の増加を考慮する必要がある。正味の利益を最大にしようと意図した微分費用-利益解析においては、独立変数はその行為がもたらす集団線量当量 S である。もし

$$\frac{dV}{dS} - \left(\frac{dP}{dS} + \frac{dX}{dS} + \frac{dY}{dS} \right) = 0$$

であるならば、最適正味利益が得られる。ある与えられた行為に対して、 V と P とは S によらず一定であると考えることができるから、単位線量当量あたりの防護費用の増加分が単位線量当量あたりの損害の減少分とバランスする点、すなわち

$$\left(\frac{dX}{dS} \right)_{S^*} = - \left(\frac{dY}{dS} \right)_{S^*}$$

(26)

となる S^* 値において最適化の条件は満たされることになる。しかし、ある区域への立入り制限または区域の使用の制限のような、上記以外の放射線の損害の成分は、通常は集団線量当量と関連づけられないであろうし、ある場合には被曝グループ内の最大の線量当量によって影響されるであろう。

(75) 単位集団線量当量を金額で表すことによって、上記の方程式に基づいた算定は容易なものとなるであろう。実際には、損害の構成成分のうちのいくつかさえ定量化することは非常に困難であるが、1人・シーベルトと等価な費用のいくつかの推定値が公表されており、それらは多くの制約をもちながらも、意思決定の過程に役立つ可能な定量的データとなっている(ICRP Publication 22参照)。

(76) 前項で述べた方法の適用は、個人に対しては必ずしも常に十分な防護をもたらすものではなく、とくに利益と費用との集団内での分布が等しくないときにはそうである。ある与えられた行為については、微分費用-利益解析の結果に関係なく、個人の線量当量限度が守られなければならない。もし最適化した集団線量当量の使用によって1人でも該当する限度を超えることになるならば、個人の線量当量限度が守られる点に集団線量当量を設定する必要がある。

線量当量限度——一般論

(77) 委員会が以前に勧告した線量当量限度は20年以上にわたって使われてきた。それは国際的に広く使われ、多くの国および地域において法律の中に組み入れられてきた。さらに、委員会が勧告した線量制限体系が、十分なレベルの安全を保つことに失敗したことを示す証拠は何もない。しかし委員会は、線量当量限度のレベルをいくらかでも変える必要があるかどうかを決定するために、委員会の線量当量限度を現在の知識に照らして見直すことが適切と考える。委員会の勧告する線量当量限度は103—128項で論ずる。

(78) 身体の被曝はほとんどすべて2つ以上の組織の照射をもたらし、した

がって、36項で述べた理由から、委員会は確率的影響に関しては、照射を受けたすべての組織の総リスクに基づいた線量当量限度を勧告するのが適切であるとする。この線量制限体系は、全身の均等照射について一つの線量当量限度を設定すること（104項および119項参照）と、身体の部分の照射による総リスクは全身の均等照射によるリスクを上回らないことを保証するように考えられたシステム（104項、105項および125項参照）とを組み込んでいる。この体系はさらに、非確率的な損傷の発生を防ぐために、どの単一組織もあるきめられた線量当量限度を超えるべきでないという拘束を受ける（103項および126項参照）。理想的には、委員会の勧告は、どの1年間の行為に基づく損害も線量当量の体内分布に関係しないある値に限定されることを保証するように計画されるべきである。

(79)† 作業者に関する委員会の線量当量限度は、1年の間の体外被曝による線量当量と、放射性核種のその年内の摂取からの預託線量当量との和に適用することを意図している。ほとんどの体外照射および体内に取り込まれた短寿命放射性核種では、一つの行為からの預託線量は即時にあるいは短期間のうちに与えられるであろうから、その年の限度にしたがうべきである。しかし、長寿命放射性核種の1年間の摂取からの預託線量当量は、問題とする年以後多年にさえおよび長期間にわたって与え続けられる線量当量をさす。原理的には、線量当量預託の概念を使用すると、ある1年間に受ける線量当量が年限度を超えることが起こりうる（たとえば、実効半減期の長い物質を1年間摂取し、次の年にALI*に等しい実効半減期の短い物質を摂取した場合）。実際にはそのような場合はまれであろうし、ある1年間の線量当量値が年限度を超える分は通常小さいであろう。公衆の構成員に関する線量当量限度にも同様の原則を適用する。

(80) 委員会は、個人に関する線量当量限度を設定することを目的としたリ

* ALI: 年摂取限度 (annual limit of intake)

スクの算定において、個人の直系の子と孫（すなわち照射後の最初の2世代）に現れる遺伝的損害を放射線が誘発するすべての身体的損害の総計に加えるべきであると考えられる。現在わかっていることによれば、遺伝的害全体のかかなりの部分が個人の子孫のこれら最初の2世代に現れるであろうといえる。全遺伝的影響を算定する場合にはいつも、それ以後の全世代が受ける害を考慮する必要があるであろう。放射線に被曝する作業員の生殖可能期間は、彼らの就労期間の約 $\frac{1}{2}$ と考えられ、それゆえ委員会は、105項に示す荷重係数を導くにあたって生殖可能期間というこの要因を考慮に入れた。

(81) 委員会の勧告は、次の2つの別個な被曝条件をまったく異なったやり方で扱っている：

- (i) 被曝が起こることが予想され、満足のいく作業方法の作成を含めた線源の制御と委員会の線量制限体系の適用とによって被曝を制限することができる場合；
- (ii) 被曝をもたらす線源が制御されておらず、そのため、それによる被曝が量的に制限できるとしても、救済処置によってのみできる場合。

被曝をもたらす線源が制御されている場合には、委員会の線量制限の体系の適用は実施可能であろう（12項参照）。一度そのような体系が確立されれば、通常の行為においてこの体系に違反しないような仕方で放射線源の利用を計画することを目標とすべきである。線量当量限度は、そのほかに、被曝をもたらす線源での作業のやり方が適切かつ十分であるかどうかをチェックする批判的役割をもっている。線量当量限度は安全と危険を分ける境界線とみなすべきではない。限度をわずかに超える被曝があった場合、1人あるいは複数の個人がある約束された線量当量をわずかに超えたという事実よりも、線源の制御の失敗があったということの方が一般にはもっと重大である。

(82) 多くの実際の状況下では、一つのモデルの助けをかりて計算された誘導限度を使用することが便利であろう。この誘導限度は、ある特定の測定量と

勧告された線量当量限度あるいは摂取限度との間の定量的な橋渡しをするものである(144項以後の項も参照)。そのような限度を導くに当たって、それを守れば委員会の勧告する線量当量限度に事実上確実にしたがうことになるような数値をきめることを意図すべきである。しかし、誘導限度を守ることには失敗したからといって必ずしも委員会の勧告値にしたがうことに失敗したことを意味するものではなく、その状況をいっそう注意深く調べることだけが必要とされるであろう。この事柄についてはF章においてさらに詳細に論ずる。

(83) 委員会の勧告は、個人における身体的影響、照射を受けた個人の直接の子孫にあらわれる遺伝的影響、および集団全体としての遺伝的影響と身体的影響を制限することを意図している。それゆえ、個人および集団の両方の被曝を考察する必要がある。委員会の勧告する線量当量限度は2つのカテゴリーの被曝、すなわち職業上の被曝と一般の被曝に適用される(137項参照)。どの器官または組織においても、その線量当量の制限は、体外線源に起因する年線量当量と任意の1年間の行為により体内に取り込まれた放射性物質による預託線量当量との和に関するものとする。線量当量限度との関連において、線量当量とはどのような医療行為からの寄与も“通常の”自然放射線からの寄与も含むとは考えないこととする(87—93項も参照)。

(84) 職業上の被曝に関して定められた線量当量限度は上限値であるとみなされる。そしてこの線量当量は、この限度を超えないことを確実にするために、個人個人に関してモニターされ制御されなければならないであろう。これに対して公衆の構成員に関する線量当量の制限はより概念的なものであり、公衆の個人個人の被曝が定められた線量当量を超えることがありそうもないように放射線源の設計と操作が行われるようにすることを意図している。このことが有効に行われているかどうかは、サンプリングすることと統計的計算を通じての算定により、また被曝が起こるであろうと予想される源を制御することによってチェックされ、個人の被曝のスポットチェックによることはまれである。

(85) 個人の被曝の制限のための基礎は、放射線作業者にしろ公衆の構成員にしる、荷重平均全身線量当量に関しての限度であり(104項参照)、それによって線量当量が制御される誘導限度やレベルではない。個人個人が受ける実際の線量当量は、その人の年齢、体格、代謝および習慣の差だけでなく、環境の違いによっても変化するであろう。職業上被曝する個人ではその人の被曝状態を算定するのに多くの場合誘導限度またはレベルを用いることで十分であろう。公衆の構成員の被曝では、集団の中に適当な決定グループを選び、その決定グループの大きさが、年齢、食習慣および受ける線量に影響を与えるような生活行動面に関してかなり均一であるように十分に小さいものであれば、上記の変動の原因を考慮に入れることは通常実施可能である。そのような決定グループは、集団中の最も高い線量当量を受けることが予想される個人を代表するものであるべきで、委員会は、公衆の個々の構成員に関する適切な線量当量限度をこのグループの荷重平均線量当量にあてはめるのが合理的であろうと信ずる。見かけ上均一なグループ内に生まれつきの個人差があるので、決定グループの若干の構成員は実際には平均値よりもいくらか高い線量当量を受けるであろう。しかし、線量当量を最大にするような仮定を用いているため、一般には、実際に受ける線量当量は推定した線量当量よりも低いであろう(G章も参照)。

(86) 異なった被曝条件における線量の制限を議論する前に、委員会が勧告する線量当量限度と自然放射線からの被曝および医療行為で患者が受ける被曝との関連をまず検討する必要がある。

自然放射線と線量当量限度

(87) 人間はたえず自然環境からの放射線を受けており、自然放射線被曝の基本的な源は宇宙線、岩石と土壌の放射能、および人体組織に取り込まれた放射性核種である。人が受ける自然放射線の線量は、その人が住む場所の海面からの高さ、その人の近傍の土壌中の放射性核種の量と種類、空気、水、食品を

通してその人が体内に取り込む放射性核種の量、というような多くの因子に左右される。大部分の人体の組織が自然放射線から受ける全吸収線量率は、1年につき約1/1000 Gy であるが、地球上のあるかぎられた地域では1年につき約1/100 Gy におよぶ、あるいはこの値を超える吸収線量率となることが知られている。

(88) 人間が環境を変化させたり、また人間活動が行われると、自然放射線からの被曝が“通常”よりも増加することがある。この例には採鉱、高高度飛行、自然界に存在する放射性核種を含んでいる建築材料の使用などがある。換気が十分でないと、家の中に放射性ガスとその崩壊生成物がたまりやすいために、家の中で生活することだけでしばしば放射線被曝がふえることさえある。

(89)† 放射線防護では、委員会の勧告する線量当量限度は“通常”レベルの自然放射線には適用もせず、またはこれを含まず、人為的な活動の結果生じた自然放射線の成分または特殊な環境における自然放射線の成分だけに関するものであるとみなされてきた。この約束は、直線性の仮定(27~30項参照)のもとに有効であるが、委員会の勧告する限度が主として人為的な行為に適用するものであるという意味で正当である。しかしながら“通常”と考えることのできる自然放射線のレベルと人間の活動または環境の選択のために高くなったレベルとの間に、はっきりとした区分線はないということは明らかである。したがって、ふえた分の自然放射線を委員会が勧告する線量制限体系に含めるべきかどうかに関して判断をしなければならない例が起りうる。

(90) そのうえに、放射線の影響の発生頻度が受けた線量に正比例するという前提のもとでは、自然放射線によって起こるような害は、委員会の勧告する限度があてはまる放射線被曝を伴う人為的な行為により引き起こされるであろう害の大きさは無関係で、かつ単純に加え合わせることができると考えてよい、ということは強調しておくべきである。この意味で、たとえば気象条件とか火山活動の地域的な違いが異なる地域における害のリスクに差をもたらすの

とちょうど同様に、自然放射線の地域的な違いは、それに対応する損害の変動をもたらすと考えてよい。このような根拠から、自然放射線の差が人の作り出した被曝の容認できるレベルに影響をもたらすべきであるという理由はない。これは、他の自然のリスクにおける差がそうであるのと同様である。

患者の医療上の被曝と線量当量限度

(91) 委員会の勧告で“医療上の被曝”とは、診断および治療のための意図的な患者の被曝、および、体内器官もしくは機能を人工的に代替すること（たとえば心臓ポンプおよび心臓ペースメーカー）から生ずる被曝をいう。これは、医師および医師以外の医療職員によって与えられる被曝にあてはまるもので、患者に医療上の被曝を与えることに関与する職員の照射および1人の患者の他の患者からの照射をいうのではない。

(92) 一般的にあって、医療上の被曝は、委員会の線量制限体系の大部分にしたがうものである。すなわち、不必要な被曝は避けるべきであり、必要な被曝は、さもなければ受けることにはならないであろう利益からみて正当とされるべきであり、そして、実際に与えられる線量は個々の患者に対する医療上の利益と合致する最低量に制限すべきである。医療上の被曝をする個人は、その医療行為の直接の利益を受けるその本人である。この理由で、委員会が勧告する線量当量限度の値を医療上の被曝にあてはめることは適切ではない。ある種の医療上の被曝では、委員会が職業上の被曝あるいは公衆の構成員の被曝に関して適切であると判断したレベルよりもはるかに高いレベルのリスクでも、もたらされる利益からみて実際に正当とみなされることがある。

(93)† すでに89項で、委員会が勧告する線量当量限度は、放射線防護があてはまる特定の行為に由来するリスクの成分に関するものであることを記した。直線性の仮定のもとでは、そのような行為からのリスクはその他の源からのリスクによって影響されない。したがって、そのような行為から受ける線量を医療上の被曝からの線量とは別に考察することは正当である。92項で詳述した考

察から、委員会は、医療上の被曝による放射線の線量は、他の源からの被曝に適用されるいかなる線量制限のやり方にも影響を与えるべきでないとする。しかしながら、身体の一部が大量照射される放射線診断または放射線治療を受け、かつ同じ部位がかなり被曝する作業に従事する作業者のような例外的な場合には、非確率的影響が生ずる可能性があるため、作業状況は専門の医師によって検討されるべきである。

非確率的影響のもつ意味

(94) すでに記したように、委員会が勧告する確率的影響を制限するための線量当量限度は自然放射線源または医療上の被曝からの寄与には適用されない。しかしながら、非確率的影響の問題は考察に値する。

(95) 被曝が確率的影響の考察によって制限されていれば、職業上の被曝と通常の医療上の被曝、あるいは通常の自然放射線被曝とを加えても、何らかの有害な非確率的影響のしきい線量にちかひ全線量当量となることはありそうにない。非確率的な損傷の起こる可能性を算定するためには、原則的にはすべての源から（すなわち、医療上の源からと通常の自然バックグラウンドからも）の線量当量への寄与を加算すべきであるが、実際上はこのようにする必要はないと委員会は考える。自然放射線の源から高線量が予想されるのは88項で言及した特殊な条件のもとでのみであり、したがって、どの場合でも、この高い被曝が人間の制御下におかれるかぎりにおいて、この高線量は線量当量限度に含まれるべきである。医療上の被曝が大きい場合には（たとえば放射線治療では）、支配的なのはこれら医療上の被曝からの線量の方であり、非確率的影響（たとえば眼の水晶体に対する影響）の起こりうるリスクを考察するのは患者治療のさいの医学的考察の一部としてであって、放射線防護一般に責任をもつ者の任務ではないであろう。

作業者に関する線量当量限度

(96) 77項で記したように、職業上の被曝に関して委員会が勧告する線量当

量限度は20年以上にわたり用いられてきた。委員会はリスクの推定を重要と考えているので、線量当量限度の被曝に伴うリスクのレベルを算定することは適切であると信ずる。放射線作業におけるリスクのレベルが容認できるかどうかを判断する有効な方法は、予見しうる将来にわたって、放射線のリスクを高い安全水準であると認められている他の職業のリスクと比較するという方法であると、委員会は信ずる。高い安全水準の職業とは、職業上の危険による平均年死亡率が 10^{-4} を超えない職業と、一般に考えられている*。大部分の職業では、事故によるものであれ病気によるものであれ、死亡のほかにも、それほど重くはない症例がもっとずっとたくさんある。これに反して放射線被曝は、勧告される線量当量限度を遵守して受けるレベルでは、放射線により誘発されるかもしれない何らかの悪性疾患以外の傷害または病気を、被曝した作業者に引き起こすことはきわめてまれと予想される。したがって、線量当量限度の意味合いを数量化するにあたっては、委員会は、職業上の放射線被曝により誘発されるかもしれない致死悪性腫瘍の発生率の計算値は、高い安全水準にあると認められている産業の職業上の死亡率をどんな場合でも超えるべきではないと信ずる。

(97) 勧告される線量当量限度によって被曝が制御されているとき、放射線被曝が他の安全な産業より大きな危険性をはらんでいないことを確実にするために、死亡率以外の判断規準を使うことができよう。理想的には、種々の職業にかかわる害、つまり15項でいう損害のすべての成分を考えに入れるべきである。このすべての成分には、いろいろの産業におけるすべての事故、病気、遺伝的欠陥および死の総和だけでなく、作業の危険性または作業条件についての作業員またはその家族の不安も含まれる。死にいたらないような照射の影響は、他の安全な産業で生じている死にいたらない影響に比べ、その発生頻度ははるかに低いことが経験でわかっているから、第一近似として、死亡率という

* Problems Involved in Developing an Index of Harm という標題の委員会報告(準備中) 参照。(訳注 これは ICRP Publication 27 (1977) として刊行された。)

判断規準だけに基づく算定はひかえ目とみなすことができるといえる。しかしながら、全損害への多様な寄与分を合計し比較することを客観的な観点から行うのは難しいことである。

(98) 事故や産業病によるものであれ、または極端な場合、職業上の原因からの死によるものであれ、労働不能のうちのある成分は完全労働からの損失時間の平均量（たとえば作業員-年あたり）を推定することによって勘定に入れることができる。これを基礎に、なんらかの“害の指標 (Index of Harm)”を導くことに関する問題は、委員会のために作成中のこの主題に関する報告書に記されているが、このような判断規準はどれも、リスクの大まかな差を示唆する以上のものとはみなされない。しかしながら、多くの産業において1人の事故死はおそらく平均約30年の寿命の損失になるようであり、そして1人の事故死には産業事故によるほぼこれと等しい全作業時間損失が付随することを指摘しておくべきである。職業上の放射線被曝により誘発される致死悪性腫瘍は、そのような症状が発現するまでに長い潜伏期間があるために、約10年の寿命損失になり、この場合、付随する事故からの時間損失は著しくないと予想されるであろう。

(99) 他の安全な職業と比較するときには、一つの安全な職業の安全性を示すリスクのレベルはその職業についているすべての作業員に対する平均のリスクに関係するものであって、個々の作業員のリスクは作業員の仕事内容でかわり、この平均値のまわりに分布していることを認識すべきである。放射線作業でも個人のリスクは同様な分布をする。委員会の線量制限体系が適用されている職業上の被曝の多くの場合、その結果の平均の年線量当量は年限度の1/10より大きくはならない*。したがって、線量当量限度の適用によってグループ内の平均的作業員は、この限度に相当するよりもずっとよく防護される。

* Annex E of the 1977 Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 参照。

(100) 全身の均等被曝の場合で、50 mSv という年線量当量限度を含めた委員会の勧告が適用されてきた状況では、大きい職業グループ内の年線量当量の分布は約5 mSv の算術平均をもつ対数正規関数によく合い、限度に近い値は非常に少ない場合がほとんどであることがわかっている。40—60項に与えられているリスク係数を上記の平均線量にあてはめると、これら放射線を扱う職業における平均リスクは他の安全な職業における平均リスクと同程度であることがわかる（ただし29項も参照）。

(101) 委員会の線量当量限度は最も大きい被曝をする個人についてさえも十分な防護が確実にできることを主に意図している。多くの職業で、線量当量限度に近い被曝をする作業者が、その人の職業についている期間の毎年このような線量を受けることはありそうもなく、作業者個人の全リスクを示すものは作業者がその生涯に受ける線量当量と考えてよい。この意味で、これらの作業者は、“安全な”職業においてたまたまより大きいリスクにさらされる個人と比較される。いつもきまって限度に近く被曝することは、放射線が関係しない産業において、ある人々が平均より大きいリスクをこうむるという状況と比較されよう。

(102) しかしながら、もしある特定の職業における作業者の被曝を、作業者の大部分が年限度に近い線量当量を受けることになるように計画したとすれば、平均被曝は限度の1/10よりかなり大きくなりうる。そうすると、どの作業者個人も年線量当量限度を超えていないとしても、平均のリスクはこれに応じて上昇するであろう。作業者のかなりの部分が線量当量限度またはこれに近いレベルで長く続いて被曝することは、注意深い費用-利益解析によってそれによるより大きいリスクが正当であるとされた場合にのみ容認できるであろう。

線量当量限度の勧告値

(103) 委員会の勧告は、非確率的影響を防止し、確率的影響の発生を容認できるレベルに制限することを意図するものである。委員会は、非確率的影響の

防止は水晶体を除くすべての組織に対して1年につき0.5 Sv (50 rem) という線量当量限度を適用することによって達成できると信ずる。水晶体については、委員会は1年につき0.15 Sv (15 rem) という限度を勧告する*。これらの限度は、これらの組織が単独で照射されるか他の器官とともに照射されるかに関係なくあてはまり、またこれらの限度は確率的影響の制限 (104-110項参照) を満たすどんな被曝も拘束することを意図している。

(104)† 確率的影響に関しては、委員会が勧告する線量の限度は、全身が均等に照射されても不均等な照射の場合であっても、そのリスクは同じであるべきであるという原則に基づいている。この条件は、次の式が成り立つならば満たされる：

$$\sum_T w_T H_T \leq H_{wb,L}$$

ここで w_T は、全身が均等に照射されたとき、組織(T)の照射による確率的影響のリスクの、リスク全体に対する割合を表す荷重係数、 H_T は、組織(T)の年線量当量、 $H_{wb,L}$ は、全身の均等照射について勧告された年線量当量限度、すなわち50 mSv (5 rem) である**。

(105)† 委員会が勧告する w_T の値は次のとおりである：

組 織	w_T	組 織	w_T
生 殖 腺	0.25	甲 状 腺	0.03
乳 房	0.15	骨 表 面	0.03
赤 色 骨 髄	0.12	残 り の 組 織***	0.30
肺	0.12		

* 訳注 1980年に1年につき0.3 Sv(30 rem)から0.15 Sv(15 rem)にひきざげられた。(プライトン声明, 1980年)

** 訳注 $\sum_T w_T H_T$ で計算される和を実効線量当量 (H_E で表す) と呼ぶ。(ストックホルム声明, 1978年)

*** 訳注 手と前腕、足とくるぶし、皮膚、および眼の水晶体は“残りの組織”に含めない。これらの組織には、非確率的影響の発生を防ぐために、103項で与えられている該当する線量当量限度をあてはめるべきことが勧告されている。(ストックホルム声明, 1978年)

残りの組織についての w_T 値はさらに説明が必要である。58項と59項に記した理由によって、残りの組織のうちの最高の線量当量となる5つの器官または組織の各々に $w_T=0.06$ という値が適用できること、および、この5つ以外のすべての残りの組織の被曝は無視できることを、委員会は勧告する。(胃腸管が照射される場合には、胃、小腸、大腸上部および大腸下部を4つの別の器官とみなして扱うこととする。)

(106) ある与えられた被曝に伴うリスクは被曝した個人の年齢と性で変わると認められている。しかしながら、105項に与えられた w_T の値は、これらの変動の原因がどうであっても、どの作業者の防護にも適切なものとして勧告される(38項も参照)。

(107)† 105項に示した w_T の値は、補助限度および誘導限度の計算に関係する人々に対する指針となることを意図したものである(F章参照)。とくにこれらの値は、ICRP 専門委員会2によって、各組織の線量当量を考慮して定められる放射性核種の年摂取限度(ALI)の値を計算するために使われる。しかしながら、実際の状況では、体外被曝と体内被曝とに適用される2つの補助限度、つまり深部線量当量指標 $H_{I,d}$ 、表層部線量当量指標 $H_{I,s}$ 、(108項参照)* に対する限度、および ALI (109項参照)を用いることで通常は十分である。

(108)† 透過性放射線に対する体外被曝については、体内における線量当量の実際の分布に関する情報がない場合には、直径30cmの球内の1cm以上の深さで起こる線量当量の最大値(深部線量当量指標、 $H_{I,d}$)を算定することが可能である。線量当量指標を年50mSvに制限すると、104項で勧告した方法によって行った場合と少なくとも同等の防護レベルが達成されるであろう。これに加えて、表層部線量当量指標(直径30cmの球内の、深さ0.07mmから10mm

* International Commission on Radiation Units and Measurements, The Conceptual Basis for the Determination of Dose Equivalent, *ICRU Report 25*, International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington, 1976.

までの殻の中での最大線量当量)は皮膚の防護のため年あたり500 mSv に制限すべきである。実際上は、深部線量当量指標と表層部線量当量指標とのこれらの限度がまもられれば、眼の水晶体における年線量当量は300 mSv 未満に制限されることになる。

(109) 放射性核種の摂取の結果である体内被曝では、防護は年摂取限度(ALI)に基づいて行うことができる。ALIの値は、単位摂取量あたりの各種器官の預託線量当量の知識から、104項および105項で論じた原則を用いて、ICRP 専門委員会2によって計算されている。このような被曝は、103項に与えられた非確率的影響についての限度にも支配される。

(110)† 体外被曝と体内被曝とが同時にある場合には、次の条件の両方を満たせば、委員会の勧告する線量当量限度を超えることにはならない：

$$\frac{H_{I,d}}{H_{E,L}} + \sum_j \frac{I_j}{I_{j,L}} \leq 1$$

および

$$\frac{H_{I,s}}{H_{sk,L}} \leq 1$$

ここで、 $H_{I,d}$ は年深部線量当量指標、 $H_{I,s}$ は年表層部線量当量指標、 $H_{E,L}$ は実効線量当量の年限度 (50 mSv)、 $H_{sk,L}$ は皮膚における線量当量の年限度 (500 mSv)、 I_j は放射性核種 j の年摂取量、 $I_{j,L}$ は放射性核種 j の年摂取限度である。

(111) 委員会は、もはや個々の組織および器官が1つだけ照射されるときの組織または器官別の年線量当量限度を提案することはしないけれども、そのような限度に相当する値は、もし必要ならば線量当量限度 $H_{wb,L}$ (1年につき50 mSv) を対応する w_T で割れば得ることができる。そのような値は、103項に記した非確率的影響に基づく限度に支配されることになる。

(112) これらの限度は、成人のすべての年齢と両性に対して、またリスクを

(40)

高めるかもしれない個人的状況を顧慮せずに、平均的状況に適用するために導かれたものであることを認識すべきである。被曝がある特殊グループにかぎられるのでなければ、たとえば年齢によるリスクのどんな違いも、一生涯の被曝からの全リスクに影響をおよぼさないと委員会は信ずる。しかしながら、妊娠中の女性の職業上の被曝の場合（115項および116項参照）には、胚または胎児への照射を制限するために追加の予防策と線量制限とが必要となる。

計画特別被曝

(113)† 勧告された限度を超えて線量当量を受けることを少数の作業者に許す必要のある事態が、まれにはあるが、通常の作業の間に生ずるかもしれない。このような状況のもとでは、体外被曝と放射性物質の摂取とは、体外被曝による線量当量と放射性核種の摂取による預託線量当量との和が、任意の一事象において該当する年限度の2倍を超えず、また生涯においてこの限度の5倍を超えないならば、許されてよい。委員会は、この大きさの体外被曝または摂取量は、このような被曝を作業者にもたらさないような代替の方法がないかまたは実際のでない場合にのみ、正当化されるということを強調したい（171項も参照）。

(114) 計画特別被曝は、作業者が過去に該当する年限度の5倍を超える線量当量となるような異常被曝をしたときには、許されるべきではない。計画特別被曝は生殖能力のある女性には許されるべきではない。計画特別被曝に基づく線量当量は、通常の被曝からの線量当量とともに記録すべきである。しかし、103項以降で勧告されている限度を超過しても、そのことだけで作業者をその人の通常の職務からははずす理由とすべきではない。（事故時被曝と緊急時被曝とはG章で論ずる。）

生殖能力のある女性の職業上の被曝

(115) 生殖能力のある女性が108項で勧告された限度以下で職業上被曝をする場合で、しかも被曝がほぼ規則的な率であるときには、妊娠の最初の2か月

の間に胚が5 mSv を超えて被曝することはおそらくありそうにない。このような被曝が起こりうる諸状況を考慮すると、この方法により器官発生の最も重要な期間の防護が適切に行えると委員会は信ずる。

妊娠中の女性の職業上の被曝

(116) 2か月以上たてば、妊娠していることはその女性自身または医師によりおそらく認知されるであろう。65項に記された理由から、委員会は、妊娠と診断されたときには、その女性が161項に規定されている「作業条件B」のもとでのみ仕事を続けうることを確実にする方策を講ずるべきことを勧告する。

公衆の個々の構成員に対する線量当量限度

(117) 放射線のリスクは、公衆の構成員がさらされているあらゆる環境の危険要因のうちのごくわずかな部分にすぎない。したがって、一般公衆に対する放射線のリスクの大きさを、日常生活での他のリスクを公衆がどう容認しているかに照らして考察することは合理的と思われる。この容認の動機となるものは、リスクを減らすことも完全に避けることもできない場合、他の方法では受けることができない利益であり、リスクが減らしうる場合、その達成にかかる社会的費用の算定であり、あるいはまた、そのリスクは無視できるという暗黙の判断である。

(118) 一般公衆の構成員に関する確率的現象についてのリスクの容認できるレベルは、各個人がほんのわずかな程度しか修正できず、かつ放射線安全と同様、国の法令によって規制されているであろうようなリスクの考察から推論しうるであろう。そのようなリスクの一例は公共輸送機関の利用に伴うリスクである。日常生活で通常受け入れられているリスクに関して知られている情報の検討から、一般公衆に対する死のリスクの容認できるレベルは、職業上のリスクより1桁低いと結論づけることができる。この根拠から、年あたり 10^{-6} ～ 10^{-5} の範囲のリスクは、公衆の個々の構成員のだれにとっても多分容認できるであろう。

(42)

(119) 10^{-2} Sv⁻¹ のオーダーの全リスクという仮定 (60項参照) は、公衆の個々の構成員の生涯線量当量を、一生涯を通して年あたり 1 mSv の全身被曝に相当する値に制限することを意味する。以後の諸項に記す理由で、委員会が勧告した 1 年につき 5 mSv (0.5 rem) という全身線量当量限度は、これを決定グループに適用したとき、これと同程度の安全を確保するものであることがわかっているため、委員会は、120—128項で規定する条件のもとに、これを引き続き用いることを勧告する*。

(120) 公衆の個々の構成員に対して 5 mSv という年線量当量限度を適用するとき、公衆の被曝をもたらすような行為は少ししかなく、決定グループ外の個人の被曝はほとんどないならば (85項参照)、平均線量当量は 1 年につき 0.5 mSv より低くなると思われる。この線量当量限度を公衆の構成員に適用するさいには、ある数の個人が 2 つ以上の決定グループに属するかもしれないという可能性を考慮しなければならない。実際は、決定グループを選ぶ場合に線量当量が最大になるような仮定を普通はしているため、最も大きい被曝をする個人が実際に受ける線量は、ほとんどの場合、この決定グループについて想定された線量よりもかなり低くなると思われる。

(121) この平均線量の実際の値は、放射線被曝の原因となる多数の正当化された行為の最適化過程の結果と、個人の線量を制限するために選ばれた数値との両方に依存する。もし、将来ある時点で、最適化されたいくつかの被曝からの複合被曝が 1 年につき 1 mSv を超える平均線量当量となったとすれば、公衆の構成員についての平均リスクは年あたり 10^{-6} ~ 10^{-5} の範囲を超えることになるけれども、それでもなおそのような状況が正当とされることもあり得る。

(122) 最適化は防護の判断の規準としてきめ手となりうるものであるが、あ

* 訳注 パリ声明 (1985年) で、主限度は 1 年につき 1 mSv、ただし、生涯にわたる平均の年実効線量当量が主限度を超えることのないかぎり、1 年につき 5 mSv という補助限度を数年にわたって用いることが許されると改められた。

る場合には、最適化を行った結果、もっと現実的に決定グループを選ぶことが必要となるであろう。というのは、リスクを過大に推定すると最適化を役に立たなくするような偏りが入ることになるであろうからである。このような場合に、120項に記した公衆の個々の構成員に対する線量当量限度は、なお平均線量当量を妥当に制限することにはなるが、線量当量限度の被曝をしたわずかな数の個人は年あたり 10^{-5} ~ 10^{-4} の範囲のリスクとなりうる。そのときには、この年リスクは118項で記したリスク範囲より1桁高い。しかしながら線量当量限度の被曝が長年の間くりかえされることはありそうにないから、生涯線量はこれでもなお適切に制限されることになると思われる。少数の個人が長期間にわたって高線量率で被曝することが実際に見つかったというまれな場合にはいつでも、その人々の生涯線量を119項で示したように制限するための方策をたてるのが賢明であろう。

(123) 最適化がきめ手となる防護の判断規準であり、そして、決定グループが現実的な仮定に基づいて選ばれるような場合には、任意の一つの最適化過程の限定条件として122項で示したような個人の線量制限を使うことが適切であろう。この大きさの線量を長期間にわたって実際に受けたわずかな数の個人でも、容認できると一般的に考えられるレベルをかなり上まわるリスクをこうむることにはならないであろう(118項参照)。

(124) しかしながら、最適化を適用するほとんどの場合に、防護方策の非常に大ざっぱな費用-利益の考察と決定グループの線量の非常に大きめの推定値とから導かれた運用上の限度に基づいて管理上の計画が行われる。そのような計画の立案に対しては、決定グループにおける線量の算定を1年につき5 mSvという線量当量限度に関係させて行うことは、通常はきわめて適切であり、委員会は、このやり方の変更を勧告すべき何の理由も見出していない。この決定の主な理由は、1年につき5 mSvという線量当量限度を含む委員会の線量制限体系は、120~123項で述べた限定条件のもとに必要な安全度を与えることが

(44)

わかっていること、および、この上限値の変更は、放射線防護の観点からみると、“すべての線量を合理的に達成できるとき限り低く保つ”という原則を厳密に適用することに比べ、同じ重要性をもつものではないであろう、ということである。

(125) 器官線量を H_T としたときの不均等被曝については、制限条件は $\sum_T w_T H_T \leq H'_{wb,L}$ であり、ここで $H'_{wb,L}$ は、全身の均等被曝に関する公衆の構成員に対する線量当量限度である。公衆の構成員の年齢構成は作業者の年齢構成とは違うので、公衆の構成員が照射される場合の各組織のリスクは職業上の被曝のリスクとまったく同一とはいえない。しかしながら、相対的なリスクは少ししか違わないであろう。そして、委員会は、105項で与えた w_T の値と違う別の一組の荷重係数を勧告するに値するほどの差を見出さなかった（60項も参照）。

(126) どれか一つの器官または組織が非確率的影響の誘発に有意な寄与をすることになるような全線量を受けることのないようにするため、50 mSv という年線量当量限度を同時にあてはめるべきである。この限度は、職業上の被曝による非確率的影響の防止のために勧告された、これに対応する限度よりもかなり低い。こうする意味は、職業上の被曝よりも被曝時間が長く、すべての源からの全被曝を制御することが實際上困難であることの結果、非確率的影響についてのしきい線量に達することになるおそれをなくするためである。125項で勧告した荷重の手順にしたがえば、一般的には非確率的影響についても必要とされる制限をしたことになろうが、皮膚と眼の水晶体についてはこの特殊な制限が必要となる。

(127) 放射性核種の摂取により公衆の構成員に与えられる線量当量の計算においては、子供の器官の大きさの違いまたは代謝特性の違いを考慮に加えなければならない。このような違いのデータは、標準人に関する作業グループ報告 (ICRP Publication 23) 中に見出されるであろう。

(128) 作業者の場合(102項参照)と同様に、被曝の源の数が大きく増加すれば、その各々は正当化と最適化という2つの判断規準(68—76項参照)を十分に満たして勧告限度を超える被曝は引き起こさなくても、公衆の構成員の平均被曝は増大する結果をきたすことがありうる。したがって、国当局と地域当局とは全集団の平均被曝に対するすべての行為のそれぞれの寄与を監視下において、どの個々の源または行為も全被曝に対して正当でない量の寄与をしないよう、またどの個人も多数の決定グループそれぞれの構成員であるために不当な被曝をしないよう、確実にすべきである。

集団の被曝

(129) 委員会は以前の勧告で、集団に関する一般的に適用できる線量限度を勧告することについては保留を表明しながらも、一つの遺伝線量限度を示唆した。以前に示唆したこの限度に達することはありそうにないことがますますはっきりしてきており、集団の平均線量当量が30年に5 rem という以前の遺伝線量限度の小部分を超える値になることを責任当局が許すことはほとんどありえないことである。したがって、もし以前の線量限度を引き続き採用すれば、必要でもなく可能性もないほどの高い集団被曝を容認し、そして現在あるいは近い将来の発展によって正当化されるよりも大きいリスクを、容認できると示唆するものと受けとられるであろう。そのうえ、過去約20年に得られた知識から、遺伝的影響は重要であるけれども、優越する重要性をもつものではないらしく、他のすべての影響の合計に含める必要があることが示されている。

(130) したがって、この勧告で委員会は集団についての線量限度を提案しない。その代わりに、集団被曝に対する人工の源の各々の寄与分は、それぞれの利益によって正当とされなければならないこと、および、公衆の個々の構成員についての限度はすべての源(ただし既述の例外あり)から受ける線量当量の合計に関連するものであることを強調したい。そこで、全集団の照射に関する限度は、必要最低限の寄与分を合計して得られる総線量であって、割り当ての

ため見かけ上利用できる、許容される総線量ではないと考えられることは明らかである。117～125項で発表した原則を委員会の線量制限体系と一緒に考察すれば集団の平均線量当量が年当たり0.5 mSvを超えないことがおそらく保証されるであろう。

(131) 与えられた行為の費用-利益解析(60項, 68—76項参照)を行う場合にはいつも、その線量当量はその源に由来する利益を受ける集団に限られているならば、集団線量当量をきめることは比較的簡単明快な手法である。もし、被曝が他の集団(またはグループ等)にもおよぶならば、全集団線量当量は、費用-利益解析をその利益を受ける集団にかぎって行った場合に適用される値よりも低く保つべきである。

(132) 128項で考察した目的のために、いろいろな被曝の源からの全集団線量当量へのいろいろな寄与分の長期間にわたる傾向の予測法を開発すると有用である。これによって集団の被曝への特定の寄与分に関する正当化について適切な国内および国際的取り決めに関する討議が容易になるであろう。一国だけ、あるいはある地域協定だけでは制御できないような寄与分があれば、いろいろな源からの被曝のレベルあるいは集団線量当量に関して国際的取り決めをする必要が生ずる。これらの目標達成のため、それらの当局は、いろいろな行為あるいは被曝の源に対する集団線量当量の限度をきめてあてはめることが適切と考えることがあろう。

事故と緊急事態

(133) 事故時被曝が起こる状況下では、その後の線量を制限するために、どんな救済措置が使えるかに関する問題が生ずる。そのような場合には、何らかの救済方策に伴う危険性または社会的費用は、その結果としてのリスクの低減分によって正当化されることが必要である。救済処置を考えることになるかもしれないような状況は多岐にわたるので、委員会がすべての場合に適応するであろうような“介入レベル”を勧告することは可能でない。しかしながら、あ

る程度予想可能なある種の事故については、この事故の費用と救済処置の費用とを解析して、これ以下であれば処置をとるのは適切でないというレベルをきめることはできよう。

(134) 救済処置をはじめるといふ決定には、その場の卓越する特定の状況を考慮に加えなければならない。一般的には、とられる対策の社会的費用とリスクが、このうえ被曝することの社会的費用とリスクよりも少ない場合にのみ、その対策をとることとするのが適切であろう。しかしながら、現場においては(たとえば原子炉施設では)、作業者および施設外の人々の健康と安全に関して責任をもつ者は、そのレベルに達したらいろいろな対策を考えなければならないような線量レベルを含む緊急時計画をもっている必要があろう。特定の諸状況のもとでのこの種のレベル設定は国の当局の責任であると考えられる(G章も参照)。

(135) 委員会の線量当量限度は合意された値であって、予想される、しかし容認できる放射線被曝をもたらす作業を立案し計画することを可能にするために定められたものであることを81項ですでに示した。これらの限度は、被曝の源が制御されているという条件のもとでのみ適用されること、および、作業者の年齢や子供期待数について何ら考慮しない平均的な作業者に関係したものであることを意図している。委員会の勧告した限度は、リスクの程度が低いと考えられるレベルにきめられている。それゆえ、限度をかなりな量超えることにならないかぎり、多少超えたとしてもそのリスクはなお十分に低くて、著しいリスクあるいは不当な費用を伴うと思われるような対策をとらねばならぬことにはならないであろう。したがって、線量当量限度を超えたか、あるいは超えるおそれがあるとしても、救済処置を必ずしもとらなくてもよいことは明らかである(G章参照)。

F. 放射線防護実施の一般原則

緒 論

(136) 本報告書のこの部分の勧告は、放射線防護実施上の一般原則に関するものであって、電離放射線の被曝を伴う一つの企画の立案段階にはじまり、平常作業における被曝の制限をへて、事故または緊急時に必要とされる処置にいたるまでを取り扱う。

(137) 83項に述べられているように、この勧告があてはまる被曝の3つの型を定義することが便利である。すなわち、

作業中の作業者個人の被曝；

医学上の検査または治療を受ける個人の被曝；および

上記以外の個人の被曝。

これらの点についてはG章でさらに論じられている。

(138) いくつかの面に関するもっと詳細な勧告が、ICRPの専門委員会の諸報告書中にある（「委員会の刊行物」参照）。これらすべての勧告を適用するさいには、専門的な判断が必要である。

(139) 適切な放射線防護を達成する責任は、事業者、法的な監督官庁、放射線被曝を引き起こす製品の製造業者と利用者および、場合によっては被曝する人々にかかっている。施設の管理者は、その管理下にある作業を安全に行うために必要なすべての設備を備えなければならない。とくに、防護のための特別な任務をもつ人々、たとえば放射線防護班のメンバーを指名すべきである。

(140) 企画中の施設と新しい作業のすべて、現在の施設と作業のあらゆる変更、および、放射性物質を含むまたは電離放射線を放出するすべての新製品または改良製品は、それらに由来する職業上および一般の被曝を制限するとい

う観点から、計画の段階で検査されるべきである。このような検査は、多くの場合、委員会の勧告を考慮して作成された詳細な技術基準との比較によって行うことができる。

(141) 施設の稼働開始、作業の開始、または製品の頒布に先立ち、その施設、作業または製品が、検査により承認された企画と合致していること、および適切な放射線防護のための必要条件が満たされていることを確認すべきである。施設と作業の場合には、防護を達成するために作られた組織が有効に働いていることと、適切な作業指導書が作られていて使われていることについて、たえずチェックを行うべきである。

(142) 計算または測定によって行われる個人あるいはグループの被曝の算定は、被曝制限および介入措置(143項参照)のための手順のうちで必須のものである。計画および作業初期の段階での重点は予測的算定にあり、必要があればその後の作業期間中にモニタリングによってそれが確認される。予測的算定は介入措置の手順の立案にも必要であるが、それに加えて、平常作業中に実施されるモニタリングが、しばしば介入を決断する根拠を提供するであろう。

(143) 介入措置とは、事故を含む異常な事態において平常の作業手順から離れるために手段が講じられなければならない場合に対して用いられる用語である。その目的は、個人の被曝を制限し、避けられない被曝の影響を最小にすることである。介入措置には、通常、異常な事態を制御のもとにもどすための処置と、個人またはその環境に適用される対策とが含まれる。介入措置の手順の大筋の構成は、介入措置を必要とするかもしれないいろいろな事態の起こる確率とその引き起こす結果を考慮した高度の立案の主題とすべきであって、その詳細については、その場の事態に応じてきめる必要があろう。

防 護 の 諸 基 準

(144) 異なる型の防護基準、すなわち、基本限度(線量当量限度および補助

(50)

限度)、誘導限度、認定限度および参考レベルをはっきり区別することが重要である。

限 度

(145) 線量当量限度 (103項, 104項, 119項および126項参照) は、個人の身体器官または組織の線量当量あるいは、該当する場合には、預託線量当量に適用し、また集団の被曝の場合にはこれらの量の一つを個人のグループについて平均した値に適用する。

(146) 補助限度は体外照射と体内照射について与えられる。全身の体外照射の場合には、補助限度は身体の1 cm以上の深さにおける最大の線量当量に適用する(108項参照)。体内被曝についての補助限度は、吸入または経口摂取による摂取量の年限度である(109項参照)。これらの摂取量の限度は成人の「標準人」に関するものである。しかし、一般公衆の決定グループが生物学的な特性において「標準人」と大幅に異なっている場合には、その相違を考慮に入れるのが適切であろう(127項も参照)。

(147) 実際の放射線防護においては、線量当量、預託線量当量、または摂取量以外の量と結びつく、たとえば環境条件などに関係した限度の設定がしばしば必要になる。これらの限度が、その状況に対するきまったモデルによって基本限度と関連づけられ、基本限度を反映するように意図されているときには、それらは誘導限度と呼ばれる。誘導限度は作業場所の線量当量率、空気汚染、表面汚染および環境物質の汚染といった量について設定されよう。誘導限度と基本限度との間のつながりの正確さは、誘導に用いられたモデルがどのくらい現実と合っているかに依存する。

(148) 監督官庁または施設管理者によって定められる限度は認定限度と呼ばれる。これらは、例外的には誘導限度に等しいこともあるが、一般には誘導限度よりも低くすべきである。認定限度の決定には最適化の方法が用いられよう。そして、その認定限度は限られた状況にのみ適用される。このような制限

はいずれもはっきりと規定することが大切である。認定限度が存在するときには、それはつねに誘導限度に優先する。

参考レベル

(149) 参考レベルは、放射線防護プログラムの中できめられるどんな量についても、それらの量に限度があるかないかにかかわらず、定めることができよう。参考レベルは限度ではなく、ある量の値が参考レベルを超えるかまたは超えると予想されるときにとるべき一連の処置の方針をきめるのに用いられる。その処置は、単なる情報の記録から原因とその結果の調査、さらに介入措置までにわたるであろう。参考レベルをきめるさい、この処置の一般的な適用範囲を定めることが重要である。参考レベルの最もふつうの型は、記録レベル、調査レベルおよび介入レベルである。

(150) モニタリングプログラムの中で行われる多くの測定は、あまり低すぎに関心を引かないような結果を示し、そのような測定結果は記録されずに捨てられることが多い。それで、線量当量または摂取量について記録レベルを正式に定め、それを超えたならば測定結果は記録と保管に値する重要性をもつとすることが、多くの場合役に立つ。そうすれば、その他の測定結果はすべて、規定された記録レベル以下であると述べるだけで足りるであろう。記録されなかったこれらの結果は、放射線防護の目的には、年間の線量当量または摂取量を算定する上でゼロとして取り扱うべきである。このやり方によって、モニタリング結果の記録はかなり簡易化されることになる。

(151) 調査レベルは、これを超えた場合、これ以上の調査を正当化するほど重要と考えられる結果をまねくような線量当量または摂取量の値としてきめることができる。任意のきまった種類の測定量について、誘導調査レベルをきめて、それを下回る測定結果が、合理的な確実さで線量当量または摂取量の該当する調査レベル以下の値に対応するようにすることが可能である (178—181項参照)。

(152) 介入措置の詳細はそのときの状況によって左右されるであろうが、経験上、ある量の値が介入レベルを超えないかまたは超えると予想されないならば介入措置が必要になることはほとんどないように、介入レベルをあらかじめ設定しておくとしばしば役に立つことがわかっている。介入措置は平常作業を妨げやすく、また、場合によっては、平常時の責任系統を乱すことがあるから、軽々しく行われるべきではない。

最適化の実施

(153) 最適化の方法を被曝の制限および、とくに防護レベルの選定に適用するには、そのときどきに応じて状況を検討することが必要である。実際には、放射線防護の方策がいくとおりか定められる。次に、1つの方策から別の方策へ移るときの放射線被曝の差と費用の差が評価される。被曝の差と費用の差は、たがいに比較できるような表し方で表現する必要がある、最も大きな困難を生ずるのはまさにこの段階である（72—76項も参照）。

(154) 24項に述べたように、健康上の損害は被曝グループの集団線量当量に比例すると仮定するのがふつうであるが、ほかの損害の成分はむしろ最大の線量当量によって、また、とくにこの値と該当する限度との間の関係によって、もっと影響を受けることがあるかもしれない。考察に値する2つの極端な状況がある。第1は、被曝グループの健康上の損害が全損害の主要成分であり、防護方策の相違による費用の差と、それに対応する集団線量当量の差とを比較する必要のある場合である。第2の極端な状況は、健康上の損害がきわめて小さいと思われる場合、たとえば人数がきわめてかぎられている場合である。あとの場合の最適化には、集団線量当量ではなく最大の個人線量当量に関係し、問題にしている行為以外の行為の被曝寄与を勘定に入れる必要がある。

(155) ある種の被曝は小さな故障等に起因する。その場合には、被曝のレベ

ルだけでなくその確率も考慮するか、もっと簡単には、連続的な被曝と間欠的な被曝の両方に由来する個人の被曝の長期間の平均に注目する必要がある。このやり方は、日常的被曝の低減のためにとられる方策と、小故障を回避するためにとられる方策との選択を許すものである。

(156) 最適化された被曝レベルが守られていることを証明する必要最小限の方策に加えて、モニタリング方策をとることにより生じうる追加の利益をはっきりさせることも好都合であろう。しかし、この種の利益の定量化はふつう非常に困難であり、したがって、決定は多分に判断に基づく。

(157) たいていの型の介入措置にはいくらかの損害を伴うので、介入措置の最適な方法は、介入措置によって生ずる損害と、介入措置によって達成される線量の低減から期待される利益とのバランスに依存する。そのようなバランスは必然的に、介入措置を必要とする状況が生じたときの局所的な事態に左右されるが、予備的な案を、不慮の場合にも対応できるようなしかたで、前もって立てておくべきである。

(158) 技術的な基準と仕様を活用することは放射線防護にかなり役立つ。広く使用される装置をいちいちの場合に応じて最適化することは、そのために基準化することの長所が失われ、正味としては社会的な損失を生むことがあるので適切ではない。最適化は、むしろ、そのような基準と仕様をきめるときと、続いてそれらを適用するときとに、役割を果たすべきものである。

(159) 真の最適化のために必要なデータがない場合には、ずっと粗い方法が採用されることになろう。この方法は、一つの限度にかなり任意的な低減率をかけて用いるか、または工場設計において同じように任意的な安全率を採用することである。この場合、その結果生ずる被曝は最適値より高いことも低いこともあろう。

G. 異なる種類の被曝への適用

職業上の被曝

(160) 作業者の防護に関する主な責任は、作業者に被曝をもたらす放射線源を所有する施設における通常の管理系統にかかっている。施設内外での放射線防護と関連するすべての面において助言し、また、放射線防護のための適切な勧告を適用するのに必要な技術的なサービスを行うために、技術的能力のある人をきめておく必要がある。

作業の条件

(161) この報告書のためには、職業上の被曝とは、作業者がその作業期間中に受けるすべての線量当量およびすべての摂取量から成るものとする（ただし、医療放射線および自然放射線に由来するものを除く）。作業者の放射線防護に関する諸問題の規模と種類は非常に広い範囲にわたっているので、作業条件の分類システムを導入するのが実際上有用である。作業条件は次の2段階に分けることができる：

「作業条件A」：これは、年被曝が線量当量限度の3/10を超えるおそれのあるような条件である；

「作業条件B」：これは、年被曝が線量当量限度の3/10を超えることにはほとんどなりそうもないような条件である。

職業上の被曝に対する基本限度の3/10という値は、このように、防護の組織化の中で用いられる参考レベルである。それは限度ではない。被曝に結びつかない作業の場合、および被曝を引き起こす放射線源を含まない建屋内での作業の場合には、作業条件は一般公衆に適用される限度が守られるような条件である

べきである。

(162) 「作業条件A」を定める主な目的は、さもなければ線量当量限度に達し、あるいはそれを超えるかもしれないような作業者の被曝を、必要なさい制限できるように、確実に個人モニタリングの対象とすることである。「作業条件B」では、作業条件が満足であることを確認する一つの方法として個人モニタリングが行われることもときにはあろうが、個人モニタリングは必要ではない。

(163) 作業条件のこの分類システムを実際に適用することは、作業場所について同じような分類システムを導入することによって、いちじるしく簡単になる。この場合最小限必要なのは、継続して作業をすると「作業条件A」になることがあり、そこへの立入りが制限されるような場所を管理区域と定めることである。管理区域の境界の決定は、作業状況によって左右されるであろうが、既存建造物等の構造上の境界を利用するとしばしば便利であろう。いかなる場合においても、管理区域は、区域外の作業者の年線量当量が限度の3/10を超えることがほとんどないように、十分広くとるべきである。

(164) 作業場所についても一つの種類の区域を規定することが、ときには便利である。これは“監視区域”と呼ばれ、この区域外の年線量当量が限度の1/10を超えることがほとんどないように境界が選定される。

(165) 作業区域の分類と作業条件の分類との間には、単純な並行関係はない。なぜならば、区域の分類では1年のうち作業者がその区域内で費やす時間が考慮されておらず、またその作業条件が区域全体にわたって一様であることはまれだからである。

(166) 医学的管理のやり方と個人モニタリングのやり方とを簡単にするため、個々の作業者を区分するのがふつうである。原理的には、この区分は作業者の働く作業条件にしたがって行うことができる。しかし実際には、たいていの場合、作業する区域、作業の種類、および、もし十分な信頼度で予想できる

ならば、その区域で費やす時間に基づいて区分を行わなければならないことになる。

被曝を制限する方策

(167) 職業上の被曝を制限するためには、合理的に達成しうるかぎり、放射線の源と作業場所の諸要素とに対して方策を講ずるべきである。個人防護用具の使用は一般に、より基本的なこれらのやり方に対する補足的なものとするべきである。このように作業場所に本来備わっている安全性を重要視すべきであって、作業者自身の行動に依存する防護は単に補助的なものと考えらるべきである。

(168) 管理区域への立入りの制限は、少なくとも警告標示の使用によって行うべきである。居在時間の制限または特別な防護用具の使用によってのみ該当する限度を守れるような場所が管理区域内にあるときは、その場所を確定しておくことがときには必要であろう。管理区域への作業者の立入りは、その区域で作業することを指定された作業者および立入りを許可されたその他の作業者にかぎられるべきである。監視区域への作業者の立入りは、その場所の作業指導書の対象とするべきである。部外者は、作業者および公衆のいずれにしても、その作業場所に責任をもつ適切なレベルの管理者の同意のもとでのみ、その作業場所への立入りを許されるべきである。

(169) 体外被曝は、遮蔽の使用、距離をおくこと、および被曝時間の制限によって抑えられよう。作業場所に本来備わっている安全条件は遮蔽によって作り出されるものである。距離をおくことと被曝時間の制限には、作業者の周回な訓練と監督とが必要である。完全な防護は、放射線の源を事実上完全に遮蔽しかつ立入りを効果的に防ぐような“閉じた”施設の使用によって得られる。しかし、インターロックシステムのような装置の故障は過剰被曝の原因となることもある。それゆえ、このようなシステムの日常的なチェックを作業手順に含めるべきである。

(170) 放射性物質による汚染は、閉じ込めと清浄化によって抑えられよう。本来の安全性を提供する閉じ込めは多重の障壁から成り、障壁の数は潜在的危険性の大きさと関連している。完全な閉じ込めはつねに正当化されるとはかぎらず、高い水準の清浄化によって補うならば、部分的な閉じ込めで十分であろう。換気は閉じ込めと清浄化の両方に重要な役割を果たす。作業場所の汚染が避けられない場合には、個人防護用具が作業者の防護に部分的に役立つ。

(171) 委員会は体内汚染に関する計画特別被曝についての勧告を与えているが(113項参照)、防護用具の使用によってこのような被曝は不必要となるはずである。

(172) 監視区域または管理区域へ立ち入ることのあるすべての作業者は、しかるべく訓練され、自分の作業の危険性と自身を守るためにとるべき予防手段について適切な知識を与えられているべきである。また、作業者は、作業指導書にしたがうことの重要性を知らされているべきである。

被曝のモニタリング

(173) 「作業条件A」で作業するよう指名された作業者は、それぞれの場合に応じて、線量当量、預託線量当量または摂取量の個人算定の対象とされるべきである。これは、体外被曝および体内被曝の個人モニタリングの適切なものによって行われる。ある場合には、間接的な方法を用いることが必要となろう。「作業条件B」で作業するよう指名された作業者には、個人の被曝算定は必要でない。ICRP Publication 12に示された原則と勧告にしたがい、作業環境の諸条件の算定だけで十分である。

(174) モニタリングプログラムは、次に示す明確に定められた目的に合うように立案されるべきである：継続作業に関連した日常モニタリング、ある特定の作業にあてはまる作業モニタリング、および、実際の異常事態または異常と疑われるような事態における特殊モニタリング。たいいていのモニタリングプログラムはその主目的に加えて補足的な諸機能をもっている。これらのプログラ

ムは、それまでの経験に照らして定期的に、また施設または作業に何らかの大きな変更があった場合に再検討し、そのプログラムが目的に引き続き確実に合っているようにすべきである。

モニタリングの結果の解釈への防護基準の使用

(175) 個人モニタリングプログラムを適用するさい、誘導限度または認定限度を用いることができる。作業モニタリングにとっては、一般に、線量当量限度または補助限度のわずかな部分だけがその作業に使われるにすぎないので、誘導限度または認定限度は必須のものである。

(176) 作業場所のモニタリングプログラムの結果を個々の作業者の線量当量または摂取量の推定に用いることができるのは、ほんのわずかな場合しかない。誘導限度または認定限度を用いることは、環境モニタリングプログラムを解釈する上で必須のことである。

(177) すべてのモニタリングプログラムのかかなりの部分は確認的な性格のものであり、満足な結果が得られたら、それ以上の処置をとる必要はない。このような状況においては、もし調査レベルおよび誘導調査レベルを用いないと、ときどき出る有意の結果を見逃す可能性がある。ある結果が調査レベルを超えた場合にとるべき最初の処置を前もって定めておくべきである。

(178) 個人モニタリングの調査レベルについては、多くの状況にあてはまるような一般的な指針を与えることができる。「作業条件B」(すなわち、該当する線量当量限度、補助限度または誘導限度の3/10を超えることにはほとんどなりそうにない場合)における個人モニタリングに関する委員会勧告はないので、個人モニタリングの調査レベルを設定するさい、3/10というこの数字を用いることがしばしば適切である。しかしながら、調査レベルが役に立つためには、1年間集積した線量当量または集積した摂取量ではなく、1回の測定に関連してそれを設定しなければならないので、調査レベルの基礎としては、限度の3/10にその個人モニタリングの測定期間の1年に対する割合をかけた値をと

ることが最も適切である。次に、対応する誘導調査レベルは直接に測定される量に対して導くことができる。

(179) 特殊モニタリングプログラムに対する調査レベルの設定には、いくらか異なった考慮が払われる。ここでは、モニタリングは、ある単発の事象（これは必ずしもまれな事象とはかぎらないが）に関係している。調査レベルの選択は、原理的にはその1年間に起こる同様な事象の期待数に依存する。委員会は ICRP Publication 10に、調査レベルは年線量当量限度の1/20に対応させるべきであると勧告している。もし、特殊モニタリングプログラムを必要とする事象がある一個人について1年におよそ6回起こると仮定した場合、この調査レベルと線量当量限度との関係は、日常モニタリングにおける調査レベルの場合と同じものになる。

(180) 他の型のモニタリングに対する調査レベルは、モニタリングプログラムの目的と形式および実施される調査の種類によってきまる。いろいろな作業場所のモニタリングに対する調査レベルの一つの共通な形式は、通常条件のもとでは結果の一貫性が期待されることに基づくものである。

(181) 調査レベルは特定の状況について調査を開始するために適当なレベルであるが、それよりも多少低いレベルから線量当量を記録すると便利であろう。記録レベルは年線量当量限度または年摂取限度のそれぞれ1/10の年線量当量または年摂取量に基づくべきことを委員会は勧告する。

(182) 皮膚のモニタリングという特別な場合については、日常2つの状況が起こる。体外照射の場合、一つの線量当量は1個か2個の線量計で測定され、その結果は、皮膚の全面積またはかなりの面積の代表値として扱われる。この場合には、平均化の問題は発生せず、その結果は該当する線量当量限度に直接関連づけられる。第2は、皮膚の表面汚染から照射が起こる場合である。これは決して均一ではなく、身体のある部分とくに手に選択的に起こる。しかし、汚染は何週間にもわたって残ることはなく、また、まったく同じ部分にいつも

(60)

繰り返し起こるとはかぎらない。日常の目的には、汚染が約 100 cm^2 の面積にわたって平均して分布するとみなして十分である。それゆえ、皮膚汚染の日常モニタリングは、この根拠に基づいて解釈されるべきであり、限度を 100 cm^2 にわたる平均線量当量にあてはめるべきである。

(183) 事故または事故と疑われる場合には、吸収線量、線量当量または汚染の分布についてもっと詳細な情報を求めるべきである。線量当量の最も高い部位における 1 cm^2 にわたる平均線量当量を推定すべきであり、ついでこの線量当量を線量当量限度と比較すべきである。微小な粒子が皮膚と接触している場合のように、もし線量分布が極度に不均一ならば、吸収線量の局所分布を算定し、起こりうる局所皮膚反応の予測に用いるべきである。しかしながら、このような限局された吸収線量を、線量当量限度に対応する吸収線量と関連づけることは適切でない。

医学的監視

(184) 放射線にさらされる作業員の医学的監視は職業医学の一般原則に基づいており、次の目的をもっている：

作業員の健康を評価すること；

作業員の健康が、当初および引き続き作業条件に適合していることを保証するのに役立つこと；

事故時の被曝または職業病が起こった場合に役立つ、基礎となる情報を与えること。

有害な影響と線量当量限度の範囲内での被曝との明確な関連づけは不可能であり、放射線防護プログラムの有効性を確かめる上で医学的監視は何の役割も果たさない。医学的監視には就業前検査と日常検査の両方が含まれよう。後者の内容は主に作業員の一般的健康状態と作業条件とによって決定される。

(185) 「作業条件A」で作業を行うよう指名された作業員は、必ずしも雇用前の必要はないが、この種の作業を開始する前に就業前の医学検査を受けるべ

きである。この検査の一つの目的は、その個人が受けることになる被曝の型を限定するその人の状態または特性を見出すことである。これらの目的には、医師は仕事の内容の詳細を含む作業条件についての情報を必要とする。

(186) 就業前検査に引き続き、作業者の健康についての継続的監視が必要かどうかを考慮すべきである。もし必要があれば、作業条件（たとえば仕事の内容および作業環境）と作業者の健康状態（たとえば病欠）について事業者のもつ情報を医師が入手できるようにすべきである。いずれの日常検査の頻度もその決定は、主としてこの情報に基づいて行われる。

(187)† 現在の線量制限の体系では、放射線のリスクに関するかぎり、作業者のために特別な管理上の取り決めをすることは適切でない委員会考える。とくに、労働時間と休暇の長さに関する特別な取り決めは不必要である。

異常事態における介入措置

(188) 異常事態に対処するため、その事態の発見および線量または摂取量の算定に関する方策ばかりでなく、適用しなければならないであろう介入措置の種類についても方策を講じておくべきである。被曝制限のための介入レベルと適切な処置は、作業指導書の対象とすべきである。線量当量限度を大幅に超えた被曝に対する特別な医学的監視と、もし必要ならば治療について、用意しておくべきである。

(189) 緊急時計画（これは前もって、実行可能なかぎり文書にしておくべきである）は3つのはっきり区別された目的をもつべきである。第1は、合理的に達成しうるかぎり被曝を制限することであり、とくに線量当量限度を超える被曝を避けるよう努めることである。第2は、その状況を制御のもとに引きもどすことである。第3は、その事象の原因と結果を算定するための情報を入手することである。

(190) 事故時の被曝は本来制御されないものであるが、その大きさは、介入措置によってある程度抑えることができる。とくに、施設と装置の設計および

作業指導書の作成のさいに、このことの可能性について十分注意が払われてい
ればなおさらである。

(191) 重大な事故の初期のうちに、生命を救い、傷害を防ぎ、あるいは事故
の規模のいちじるしい拡大を防ぐための緊急処置において、何人かの作業者は
計画特別被曝にあてはまる限度以上に被曝することが必要となることがあろ
う。そのような作業者は志願者であるべきであり、そのような志願者を提供す
ることがありそうな作業者グループは、その通常訓練の一部として、限度を超
える被曝に伴うリスクについて知らされているべきことが望まれる。このよう
な被曝の制御を細かく行うことは通常できないであろうが、起こりうる被曝の
上限値を与えるため多大の努力を払うべきである。

(192) 当初の事象が制御のもとにおかれるようになったならば、救済作業の
問題が残る。委員会の勧告する限度を守りながらこの作業を行うことが通常は
適切であろうが、例外的に、勧告限度を適用すると、過大な費用または過大な
人力および時間を必要とするような場合もあろう。そのようなときには、大部
分の人々には限度を守らせながら種々の重要な作業を行うかぎられた数の人々
に計画特別被曝を許すことが適切かどうかについて考察すべきである。

(193) 異常事態の結果、個々の作業者がいちじるしく被曝したり汚染したり
することがあろう。体外被曝について必要とされる応急処置は、事故の状況に
関する情報を収集することと、限度を大幅に超えて被曝したと思われる個人に
ついて、その後の診断を考えて医学的検査を開始することである。皮膚または
創傷部の汚染、あるいは放射性物質の吸入または経口摂取の場合は、ただちに
治療処置を行うことが必要とされることがある。その処置の有効性は、処置を
とりうる速さによっておおかた決定される。しかし、汚染の除去が必要だから
といって、それが他の理由で手当を必要とする個人の救急措置と引き続く治療
の妨げになることを許すべきではない。注意深く実施されかつ解釈されたモニ
タリング測定結果に基づくよりも、むしろ定性的な根拠で決断を下さなければ

ならないことがしばしばあろう。この点においては、施設管理者、放射線防護に特別の責任をもつ人々および医療職員の間にも緊密な作業連携のあることがとくに重要である。医療職員は、その施設またはその地域の病院のいずれに属していてもよい。そのような作業連携が前もって作られていることが必須である。

(194) 一つの異常事象の後に講ずべき主要な管理上の方策は、その事象の原因と経過の調査を開始すること、およびその事象にかかわった人々の将来の就業に何らかの制限が必要かどうかについて結論を出すことに関するものである。もし、線量または放射性物質摂取量が年限度の2倍を超えたならば、その事例は適切な医学的検討の対象とすべきである。もし医学的立場からの反対がなければ、それまでの被曝、健康、年齢および特殊技能に加えて、社会的、経済的責任について十分に考慮した上で、その作業者にやはり日常作業の継続を許すことがあろう。しかしながら、ある個人が同じような仕事に引き続き就くには不適当な性格の持主であることを、その事象が証明したということもあろう。

医療上の被曝

(195) 医療上の被曝という用語は放射線を含む医学的検査または治療を受ける個人の被曝を指す。ほとんどの医療上の被曝は診断または治療の目的に放射線を使用することと関連しているが、たとえばアイソトープ電池を用いる心臓ペースメーカーの場合のように、その放射線が何ら有用な役割を果たさず、被曝は付随的なものにすぎないこともときにはある。

(196) 医療行為の目的は次のとおりである：

病気に直接関連をもつ検査または治療；

集団スクリーニングの目的または定期健康診断のために行われる系統的検査；

作業者の医学的監視の一部をなす検査、または法医学もしくは保険の目

(64)

的で行われる検査；

医学的研究プログラムの一部をなす検査または治療。

病気に直接関連をもつ検査または治療

(197) 患者にある線量をもたらず検査が正当化されるかどうかの決定は、ときには担当医の責任であり、またときには、その検査を実施する者*の責任である。しかしいずれの場合にも、その決定は検査の必要性、その検査から得られると期待されるもの、および検査結果がその患者の診断とその後の治療にどう影響しそうかについての正しい評価に基づいて行われることが絶対必要である。この評価が電離放射線のもつ物理的性質ならびに生物学的影響の十分な知識を背景として行われることも、同じように重要である。

(198) 治療上の被曝の場合は、器官の吸収線量は検査の場合よりも一般にきわめて高く、その被曝の危険と、治療から受ける利益との両方をより定量的に算定することができる。それで、これら危険と利益のバランスに基づいて決定を下すことが可能である。代替りの治療行為を考え、その効果と危険とを放射線治療のそれと比較することも必要である。

(199) 放射線被曝を伴う検査または治療の開始を決定するのに、このような被曝の危険を考慮すべきであるということは重要ではあるが、これらの危険を過大評価すべきでないということも同様に重要である。なぜならば、正当な検査または治療が、そのためにしりぞけられるかもしれないからである。

系統的検査

(200) 現在ある病気に関してではなく行われる定期的の健康のチェックにはある放射線検査が含まれることがあろう。その放射線検査の正当性は、個人の健康について有用な情報の得られる確率と、その情報の重要性に依存している。

(201) 集団スクリーニングで用いられる系統的検査については、スクリーニ

* 訳注 原文は practitioner。

ングの損害を含む損失と、集団全体および検査を受ける個人にもたらされると考えられる利益とのバランスに基づいて、その正当性が判断されるべきである。一般に、その利益はスクリーニングによる病気の発見率、発見された症例について有効な治療を行う可能性ならびに、ある病気については、その病気を制御することで生ずる社会的利益に依存するであろう。スクリーニングの利益は、その集団を構成する種々のグループについて常に同じとはかぎらないので、ある特定のグループに限定する場合にのみ、スクリーニングが正当化されることもしばしばあろう。重大な病気の発見率がスクリーニングプログラムの継続を是認するほど十分高いかどうかを決定するため、プログラムをしばしば点検すべきである。

職業上、法医学上または保険のための検査

(202) ある個人の仕事に対する適性の評価、法医学上の目的の情報の提供、または保険加入者もしくは受取人の健康の評価のために行われる検査は、検査を受ける個人に直接または間接に利益をもたらすであろうが、雇用主、第三者および保険業者にも利益をもたらす。このような検査の正当性を算定するさいに、これらのすべての面を考慮すべきである。

医学上の研究

(203) 医学上の研究プログラムの一部となっている検査または治療は、被曝する個人にとって直接の利益をもたらす場合もあり、もたらさない場合もある。診断または治療の新しい実験的な方法が、被験者である患者の利益になりうる場合、その行為の正当性は、他の医療上の被曝に対するのと同様な方法で判定することができる。それにもかかわらず、その行為は、実験的な性格であるという理由から、徹底的に検討されるべきである。

(204) その人の直接の利益を目的としないような研究およびその他の調査のための意図的な照射は、被曝が照射される人のもっているかもしれないどんな病気とも何ら関係のない状況のもとでは、正しい資格がありかつ訓練され

た人々によってのみ行われるべきである。このような照射は、適切な専門家団体の助言を受け、地方および国の規制にしたがったうえ、それを行うことになっている施設の責任をもつ者の同意のもとでのみ行われるべきである。推定されるリスクは当事者に説明されるべきであり、その当事者は自由意志を十分に行使できる志願者であるべきである。線量が高くなるほど、真の志願者であることを保証する条件と、リスクを理解するその人の能力についての要求とを、ますます厳しくすべきである。したがって、子供や真の同意を与えることが不可能とみなされる人々をこの種の研究の目的で照射することは、予期される線量が低く（たとえば、公衆の構成員に適用される線量当量限度の1/10程度）、かつ、このような人々に対し法的な責任を有する人々によって有効な承認が与えられた場合にのみ、行われるべきである。このような条件のもとで被曝した個人は、その被曝からは直接的な利益を何も得ないので、その損害がなお容認できることを保証することと、したがって、認定限度を設定することが必要である。しかしながら、被曝に伴う損害の大きさは、被曝した個人の年齢と健康状態に依存し、一般的に適用できる限度を設定することはできない。それゆえ、各研究プログラムごとに適切な限度を認定すべきである。

被曝の最適化

(205) 技術に慎重な注意を払うことによって、多くの場合、医療行為の価値を損うことなく、それに基づく線量をいちじるしく軽減することができることを、委員会は再び強調したい。使用する技術と設備は一般に次のことができるようにすべきである：

身体の検査部位にある組織の受ける線量を、その特定の患者について必要な情報を得ることと両立し得る最小限にまで減らすこと；

必要な反応がほとんど確実に得られるような大きさの治療線量を身体の治療部位に与えること；

身体の他の部位の被曝を実行可能なかぎり制限すること。

(206) 胚または胎児への放射線傷害のリスクがあるため、生殖能力のある女性の下腹部を含む放射線検査をするかどうかを決定する場合に、妊娠している可能性は考慮すべき要因の一つである。このような検査が月経開始後の10日間のうちに行われるならば、発育中の胚に何らかの危険性をもたらすことはほとんどありそうにないが、その女性が妊娠しているとわかっていると否とにかかわらず、存在するかもしれない胚または胎児に対する被曝が確実に最小となるように、放射線技術の詳細に常に注意を払うべきである。

(207) 検査または調査を指示する前に、その責任をもつ実施者は、必要な情報が他の以前の検査および調査からまだ得られていないことを確かめるべきである。

職業上の訓練

(208) 医業ならびに関連する職業に就く人はすべて電離放射線による被曝を含む行為を指示することにかかわるかもしれないので、これらの職業に就く個人の一般的な教育と訓練に、放射線防護に関する十分な訓練を含めることの重要性を、委員会は強調したい。放射線学の分野に入ることを志す人々および放射線の医学利用において助力する科学者と技術者には、もっと徹底した放射線防護の訓練が必要である。

(209) 医学上の検査または治療を受ける個人の防護および医業の訓練に関する勧告と、さらに詳細な知識は ICRP Publication 15, 16および17に記されている。

その他の被曝

(210) 人類活動の結果として、集団内の個人は職業上の被曝ならびに医療上の被曝以外に、多くの放射線源から被曝することがあろう。この広範囲の放射線源による被曝について、以下の諸項で考察する。

(211) “その他の被曝”に対する数多くの寄与はいくつかの大まかなカテゴリー

りに分類できよう。それらには一般的な防護の原則を適用できるが、しかし異なった技術上の取り上げ方が必要である。それらのカテゴリーは以下のとおりである：

環境中の放射性物質の拡散による被曝；

産業、医学および研究に使用される放射線源による直接の被曝；

広くいきわたった電離放射線源を含む製品を、日常生活で使用することから生ずる被曝；

自然バックグラウンド放射線の線量レベルの増加をきたすような自然放射線源による被曝および日常生活上の行為による被曝；および

授業で放射線源を使用することによる被曝。

被曝の算定

(212) このような被曝をもたらすあらゆる行為に線量制限の体系を適用するために、個人の線量当量と集団線量当量の両方を算定する必要がある。個人の線量当量を該当する限度と比較する目的には、平常の自然放射線バックグラウンドからの線量は含まれない（89項および90項参照）。

(213) 個人の線量当量の算定の目的は、各個人の被曝が適切な限度内にあることを保証することである。それゆえこの算定では、いま考慮している行為からの放射線のみでなく、一般の被曝に寄与するすべての行為に由来する被曝の合計も勘定に入れなければならない。集団線量当量の算定の主目的は被曝の正当化と最適化の評価にある。それゆえ、この算定は提案された行為だけに関し行うことができる。

(214) 個人の被曝は多数の因子に依存している。そのあるものは個人の生活様式および環境の使用にかかわる因子であり、他は、その人々の生物学的諸特性に関する因子である。これらの変数を被曝した個人の各々について評価することは不可能であるが、被曝を決定する特性がおおむね同じ程度であるような人々から成る小グループをある被曝集団の中にきめることは、一般に可能であ

る。

(215) 集団の中のある与えられたグループにおける特定の器官または組織の線量当量は、通常、代表サンプルに基づいて決定されるであろう。観測値の広がり、サンプルの均一性、したがってまたグループの均一性を示すものであって、そのグループが適切にきめられたかどうかを判定する統計的根拠となるであろう。

(216) ある与えられた行為から被曝する集団の中に、残りのグループより高いレベルの被曝の原因となるような特性をもつグループをきめることがしばしば可能である。これらのグループは決定グループとして知られているが、その被曝を、提案されている行為から生ずる個人の線量の上限の目安として使うことができる。いくつかの行為が、同時にまたは連続して同じ被曝集団の被曝に有意に寄与する可能性がある場合には、これらの別々の寄与を考慮に入れて決定グループをきめなければならない。

(217) 行為が長時間にわたる場合または被曝が環境の汚染に起因している場合には、個人および集団の年線量当量はその行為が一定のレベルで続いたとしても、何年もかかって最大値に到達する場合があろう。それらの最大値は、平衡状態に到達したときのレベル、またはその行為の実施期間に由来するレベルに対応する。決定グループの平均線量当量のこの最大値が、対応する線量当量限度と比較すべきものである。

(218) ある場合には、線量当量預託または集団線量当量預託を算定することも役に立つ。これらは、被曝集団についての平均線量当量率およびその集団の集団線量当量率を、全期間にわたって積分することによって得られる。ここで、これらの率のそれぞれは、特定された行為を特定された時間、しばしば1年間、実施することに起因する率である。該当する条件がすべて一定であると仮定すると、年平均線量当量と年集団線量当量は、そのとき、1年間の行為あたりの線量当量預託および集団線量当量預託に等しい平衡値に到達するのであ

(70)

う。一定でなければならない要因には、その行為の実施率、環境の諸条件、被曝集団の大きさ、および人々がその環境を使用する仕方が含まれる。ある例では、年集団線量当量が平衡に到達できるほど十分な時間、その行為が継続すると仮定することができない。この場合には、その行為の実施期間にわたって集団線量当量率を積分することで十分である。それは、この積分値が、その行為により将来経験される最大の年集団線量当量に等しいからである。

(219) 集団線量当量の算定は複雑であるため、簡略化と近似が使用される。とくに大集団が低線量レベルで照射される場合には、そうである。このため、その算定にはかなりの不確実性が含まれることがあり、ある行為に伴う損害を評価するためこのような算定が用いられるときには、このことに留意しなければならない。

被曝の制限

放射性物質の環境中への放出

(220) 放射性物質の環境中への放出に起因する被曝の制限は、以下の事項に依存している：

気体状および液体状排出物の放出の制御；

固体廃棄物の環境中への処分の制御；

放射性物質の環境中への放出を生ずるような事故の確率を低減するため、および、もし放出が起こったとき放射性物質の放出量を制限するための適切な方策。

(221) ささいな量の放射能は別として、放射性物質の環境中への放出はすべて（固体廃棄物の処分を含めて）国の監督官庁の認可を受けるべきである。その認可は操業前の考察に基づいて行われるべきであり、その考察は、必要ならば集団の種々のグループ、とくに決定グループに対する線量当量預託の算定と集団線量当量および集団線量当量預託の算定とを含むべきである。これらの考察は、その計画の修正がまだ可能な初期の段階に行われるべきである。

(222) このような算定には、源から人間にいたる環境中での放射性物質の移動を表す、いろいろな程度の複雑さをもつモデルを使用することが必要である。これらのモデルでは、放射性物質の放出方法とともに、その種類と物理的、化学的形態が考慮されなければならない。モデルは、さらに、放出の結果生ずる個人およびグループの被曝に影響する環境と人の特性を反映するものでなければならない。このようなモデルを詳細かつ現実的なものにするには、かなりの努力を要するきわめて複雑な考察が必要であり、実際には、この努力の大きさを個々の問題の重要性に合わせて加減するのが、合理的である*。

(223) 実際には、第一段階で行われるのは、現在ある知識に基づき、かつこの段階では常に存在する知識のギャップを埋めるために合理的な慎重さをもって立てられた仮説を用いた、単純化された予備的考察である。ほとんどすべての場合、この予備的考察によって提案された放出から起こるかもしれない被曝はきわめて低いこと、および決定を下すために十分な知識はすでに存在していることが示されるであろう。しかし、ある場合には、予備的考察の結果、通常は限られた規模であるが、さらに研究が必要であることが示されるであろう。

(224) 被曝が有意であろうと思われるときには、被曝をより高い正確さで算定することと、予備的考察で示された不確かさを減らすことに主として向けられた、もっと詳細な考察を行うことが通常は必要となろう。

(225) 放出率と決定グループの被曝との関係から、各事例における放出の誘導限度を算定することができる。

(226) 放出の認定限度の値は、国の監督官庁により、一般に誘導限度の値より低く設定される。そのような限度を設定するさい、監督官庁は適切な詳しさで最適化の方法を適用すべきであり、またその他の現存のあるいは提案されている被曝の源を考慮に入れるべきである。

* この問題は ICRP 専門委員会 4 により作成中の報告書の中で詳細に論議されている。(訳注 これは ICRP Publication 29 (1979) として刊行された。)

(72)

(227) 最適化の方法で考慮される要因がそれぞれ異なるために、いくつかの施設が放射性物質を放出する環境の一つの部分への総放出量に対する認定限度は、施設の各々について考えられた最適化された限度の和とは異なることがあろう。いくつかの施設が環境の同一部分、たとえば同一河川流域に放出を行うときには、関連する部分全体についての放出の誘導限度を算定することが必要である。

産業、医学、または科学上の目的に使用される源からの直接の体外被曝

(228) これらの場合における被曝の制限は、その源に関する技術的基準の助けをかりて通常は達せられる。しかし、ある場合には、被曝の制限が個々の計画の立案の一部をなすこともあろう。被曝の必要な低減はふつう遮蔽の使用によって達せられるが、例外的には源の周辺に立入制限区域または使用制限区域を定めることが必要であろう。

公衆に広くいきわたった製品の使用

(229) このような製品を2つのカテゴリーに区分するのが便利である：

付随的にX線を放出する電子装置を内蔵する製品；

放射性物質を含む製品。

(230) 製品に関するこの2つのカテゴリーは、被曝の制限について異なる問題を提起する。第1のカテゴリーは体外照射だけを、しかも作動中にのみ生じる。第2のカテゴリーについては、正常な使用、異常事態および処分により生ずる汚染の可能性を考慮することもまた必要である。

(231) これらのカテゴリーの製品から生ずる被曝は、個々の製品に起因する被曝が正当化され、適切な方法で制限されることの保証を目的とした国家レベルの管理体系に基づいて制限されるべきである。これらの製品を使用した結果の評価は、引き起こされた集団線量当量の大きさに基づいて一般になされるが、ある使用においては、個人の線量当量を考慮に入れることも必要となる。ある使用から生ずる被曝を、設計上の要素（たとえば使用する放射性核種

の選択またはX線に対する遮蔽の導入)によってしばしば低減することができよう。

(232) ある特定の使用の利益が、存在はするがきわめて小さく、一方、それによる被曝もわずかであるという場合がしばしばある。その場合、状況の定量的評価は非常に困難であり、多くの場合定性的な判断に基づいて最終決定が下されるであろう。

(233) これらの広くいきわたった各々の種類の製品に由来する被曝は、通常は低いけれども、国の監督官庁は、それらの製品の使用全体から生ずる被曝を合計しても確実に容認できると判断される限度内にあるようにすべきである。

(234) その使用が正当化されかつ認可されている製品からの被曝については、その製品の特性と、ある場合には使用条件に関する技術的基準にしたがうこと、および、ときにはその最終的な処分に関する取り決めを設けることによって、実際的な制限が行われる。

自然バックグラウンドによる被曝レベルを上げる行為

(235) 自然バックグラウンド放射線からの被曝レベルを上げる可能性がある行為の例には次のものが含まれる：

建築物や道路の建設におけるある種の材料の使用；

高高度飛行；

天然放射性元素の濃度がもともと異常に高いか、または、たとえば肥料の使用によってその濃度が高められた水と食品の消費。

(236) 被曝制限の体系を適用する場合、査定された行為で生ずる被曝の変化だけを考慮して、前から存在する被曝レベルを考慮に入れられないことが適切である。もともとなる行為* (建物の建設のような) はほとんどすべて正当化されることが自明であるから、被曝の制限で重点のおかれるのは、最適化である。最適化の方法を通じて、通常、重要な状況の各々に対する認定限度が設定される

* 訳注 235項に掲げた行為であって、被曝レベルは増加しないような行為。

(74)

ことになる。

授業における放射線源の使用

(237) 授業における放射線源の2種類の使用法を区別することが重要である：

科学の科目の一般授業；

放射線とその利用に関する科目の特殊授業。

第1の型の使用においては、講義実験または生徒実験で生ずる被曝は非常に多数の人々におよぶと思われ、したがって一般の被曝に有意に寄与するかもしれない。この理由で、委員会は、その課程を通じて個々の生徒の受ける年線量当量は公衆の個々の構成員に対して勧告された限度の1/10を超えるべきではないことを勧告する。第2の型の使用はずっと少ない人数に限られるので、職業上の被曝に類似している。この種の授業における放射線源の使用で作業の条件を「作業条件A」(161項参照)に分類することを要するのは、例外にすぎないであろう。「作業条件A」は学生が18歳以上である場合にかぎり許可されるべきである。被曝制限の一般的なやり方は、「作業条件A」の作業がなければ大幅に簡単になるが、おおまかにいって職業上の被曝に対するやり方とはほぼ同様であるべきである。さらに詳細な勧告はICRP Publication 13に与えられている。

被曝のモニタリング

平常状態におけるモニタリング

(238)† 放射性物質の環境中への放出が放出の認定限度に合っていることを証明するための適切なモニタリングは、他の算定方式によってこのモニタリングが不必要であることが示されないかぎり、行われるべきである。大きい施設に対しては、放出のモニタリングは異常な状況の検出にも寄与することがあろう。他のほとんどの場合には、線源のモニタリングは、技術上の基準と、国の監督官庁によって要請された取り決めとが確実に守られているようにすること

を目指すべきである。特殊な要求として、たとえば線源周囲の遮蔽の有効性、消費財の特性、消費財普及のモニタリングまたは制御、あるいは建築材料に対する放射能限度の設定に関するものがある。

(239) 被曝が放射性物質の環境中への放出から生ずる状況に本来限られた二、三の事例では、環境中の該当する部分をモニタリングすることによって、線源のモニタリングを補う必要がある。このようなモニタリングは、被曝の予測に使用したモデルの妥当性を証明するのにも有用であろう。作業前の考察によって、その施設が公衆の構成員にかなりの被曝を生ずるかもしれないことが示された少数の事例においてのみ、環境モニタリングを導入する必要がある。いくつかの施設が環境の同一部分に放射性物質を放出するような状況もまた起こることがあり、その各々は個別には有意でないにしても、総合すると、環境モニタリングプログラムの通常はかぎられた規模のものの導入が必要になる。

(240) 授業における放射線源の使用のいくつかの場合を除いて、個人モニタリングが公衆の一般の被曝のモニタリングの一部となることは、通常はないであろう。放射線源の特性または使用に関連した特殊授業では、起こりそうな被曝レベルからみて、あるいはその後の業務における良い習慣をつけるための有益な入門の意味で、個人モニタリングが正当化されることがある。

異常事態におけるモニタリング

(241) たとえば施設内または輸送中における事故などに続く異常事態において、公衆の構成員にかなりの被曝を起こしうる量の放射性物質が環境中に放出された可能性があるならば、モニタリングの実施が必要であろう。このモニタリングの主な目標は、その状況を査定し、介入措置の必要性を決定するために必要な情報を得ることである。このモニタリングはまた、実施された事後処置を考慮にいれて、公衆の構成員の被曝評価のためのデータも得られるようにすべきである。さらに、このような状況の経過をより良く予測する目的をもった

科学的な情報も集められるべきである。モニタリングプログラムは、施設が操業を開始するとき、または一連の輸送作業が最初に考えられたときに、少なくとも一般的な表わし方で立案されるべきである。

介入措置

(242) 公衆の構成員に対する異常時の被曝を制限するのに適切な介入措置の形態は、その事態に依存するであろう。放射性物質の事故時放出の後、公衆の構成員の被曝を低減するためにとられる事後処置はすべて、健康に対するリスクあるいはある種の社会的な混乱のいずれにせよ、関与する人々にいくらかの損害をもたらす。事後処置の導入の決定は、それがもたらす損害と達成可能な被曝の低減との間のバランスに基づくべきである。事後処置のもたらす損害の大きさは、処置の種類および処置が行われる状況、たとえば含まれる集団の大きさによって変わるであろう。他方、事後処置の有効性は、処置の導入される速さに依存するであろう。これらの理由で、それ以上になったら介入措置が常に必要となる一般に適用しうる介入レベルを設定することはできない。しかし、それ以下では介入措置が正当化されるとは一般に考えられないレベルを設定することは可能かもしれない。介入レベルは個々の事例の特定の事態に依存するので、一般的な指針を与えることができるだけである。事後処置の導入は、そのときに得られるすべての情報に照らした上で決定されるべきである。介入レベルは個人線量当量または摂取量で表される。特殊モニタリングプログラムの一部をなす測定の結果にあてはまる誘導介入レベルを設けることは、実際上しばしば役に立つであろう。

(243) 介入措置が有効であるためには、それを事前に計画しておかなければならない。それゆえ、公衆の構成員がかなりの事故時被曝を受ける可能性があるどんな状況についても緊急時計画を作っておくべきである。緊急時計画は次の事項を含むべきである：

その状況を算定するために必要なモニタリング (241項参照)；

公衆の構成員の被曝を低減するために必要な事後処置とそれを実施するために必要な手段；

種々の事後処置に指針を与える介入レベルと誘導介入レベル。

緊急時計画は、基準にとった事故に続く放出の放射線的な結果の考察に基づいて立てられるべきである。これらの結果は、平常作業時の放出について222項から234項に記したと同様の方法を用いて算定されるべきである。現実の状況は予測と異なるであろうから、この計画は現実の状況に適応できるように十分に柔軟なものであるべきである。とくに、介入レベルと誘導介入レベルを機械的に適用すべきではない。これらのレベルは、決定を下すさいの指針であることを意図した参考レベルとして扱われるべきであり、得られるすべての情報に照らして、介入措置を実施するときにもう一度算定されるべきものである。

付 録

国際放射線防護委員会の選出および業務に関する規則

国際放射線医学会議により承認された委員会の規則は次のとおりである。

1. (a) 国際放射線防護委員会(ICRP)は委員長1名と他に12名以内の委員で構成されるものとする。委員は、国際放射線医学会議への各国の代表団およびICRP自身によってICRPに提出された被指名者の中から、ICRPが選出するものとする。選出は会議の国際執行委員会(IEC)の承認をうけるものとする。ICRPの委員は、国籍によってではなく、専門分野の適切な均衡を考え、放射線医学、放射線防護、物理学、保健物理学、生物学、遺伝学、生物化学および生物物理学の諸領域における著名な業績にもとづいて選出されるものとする。

(b) ICRPの委員の資格は、各々の国際会議の会期中に、次回の会議の終了あるいは新委員の任命されるまでの任期で承認されるものとする。1つの会議毎に3人以上5人以内の委員が改選されるものとする。途中の期間において、欠員はICRPによって補充されることができる。

(c) ICRPの委員がICRPの会議に出席することができない場合には、ICRPが臨時的補充として代理者をえらぶことができる。そのような代理者は特にICRPによって認められない限り投票権はない。

(d) ICRPは、特別な専門的助言を求めるために、会合に個人を招へいすることを許されるものとする。そのような人は投票権をもたないが、その意見は議事録に記録されることができる。

2. 委員長はICRPによって委員の中から選出され、その任期は次の会議の終了あるいは後任者の選出されるまでとする。委員長は次の会議開催予定国か

らえらばれるとはかぎらないものとする。委員長は次の会議に ICRP の会議報告と勧告を報告する責任を有するものとする。

3. ICRP は委員の中から副委員長を選出するものとする。副委員長は、委員長が万一その業務を履行できない場合に、委員長の役をつとめる。

4. ICRP の議事録および記録は、ICRP の委員長が委員の承認を得てえらんだ科学幹事が作成するものとする。この科学幹事は ICRP の委員である必要はない。ICRP の記録は後任の科学幹事に引きわたされるものとする。

5. 委員長は、副委員長および科学幹事と協議の上、委員会の会合における討議のために委員会に提出すべきプログラムを作成するものとする。議題にのせるべき提案は、ICRP のすべての委員および他の特に資格を与えられた個人に配布するため、委員長あてに、ICRP の会合の少なくとも2か月前までに提出するものとする。

6. ICRP の決定は委員の投票する多数決をもって行うものとする。少数意見は、もし委員のだれかが希望し、その意見を書面で科学幹事に提出するならば、会合の議事録に付記されることができる。

7. ICRP は、その機能を果たすために必要と考えられるような専門委員会をおくことができる。

委員構成

委員会の規則によるとその委員は4年ごとに改選される。委員会と専門委員会との1973年～1977年の委員構成は次の通りであった：

C.G. STEWART, 委員長	Y.I. MOSKALEV
B. LINDELL, 副委員長	H.B. NEWCOMBE
D.J. BENINSON	E.E. POCHIN
H. JAMMET	S. TAKAHASHI
J. LINIECKI	A.C. UPTON
A.S. McLEAN	J. VENNART

B. WINDEYER	L.S. TAYLOR, 名誉委員
K.Z. MORGAN, 名誉委員	F.D. SOWBY, <i>Scientific Secretary</i>

Committee 1 on Radiation Effects

A.C. UPTON, 委員長	B. MODAN
S. ABRAHAMSON	R.H. MOLE
G.W. BARENSEN	G. MORLAT
J.M. BROWN	P. OFTEDAL
A.M. BRUES	A.G. SEARLE
O. HUG	V. ZELENY

Committee 2 on Internal Exposure

J. VENNART, 委員長	J. LAFUMA
W.J. BAIR	C. MAYS
G.C. BUTLER	P.E. MORROW
G.W. DOLPHIN	P.V. RAMZAEV
L.E. FEINENDEGEN	W.S. SNYDER
W. JACOBI	R.C. THOMPSON

Committee 3 on External Exposure

B. LINDELL, 委員長	R. OLIVER, 1976年死去
A. KELLERER	P. PELLERIN
E.E. KOVALEV	R.A. ROWLEY
L.-E. LARSSON	K.A. STEVENS
C. MEINHOLD	S. TAKAHASHI

Committee 4 on Application of the Commission's Recommendations

H. JAMMET, 委員長	K. KOREN
D.J. BENINSON	E. KUNZ
H.J. DUNSTER	D. MÉCHALI

A.A. MOISEEV

D.J. STEVENS

H. MUTH

E.G. STRUXNESS

C. POLVANI

K. SUNDARAM

L. ROGERS

仕事の進め方

国際放射線防護委員会の仕事のうちの多くは臨時の作業グループによって行われており、このやり方で委員会は、専門委員会の委員ではない多数の人々の協力をうることができた。このようにして委員会は、適切な専門家をすみやかにそして効率的にあつめることができ、短時間のうちに仕事を完了し報告書を刊行することができるのである。これは委員会の勧告が最近の知識にもとづいて新技術の安全でかつ急速な進展を確保しようとするれば、必須のことである。今までに刊行された報告書は、この付録の最後に示してある。

他団体との関係

委員会は世界保健機関および国際原子力機関と公的な関係を有する。国連原子放射線の影響に関する科学委員会、国連環境プログラム、国際労働事務局、国際電気標準会議、経済協力開発機構原子力機関および欧州経済機構とも密接な仕事上の協力関係を保っている。委員会はこれら団体によって組織された多くの会合にオブザーバーを送り、これらすべての団体は委員会と専門委員会との合同会議に代表を送るよう招へいされている。

財政援助

委員会と専門委員会との合同会議はほぼ2年ごとに開催され、委員会自体はほぼ1年に1回会合している。そのほかに、専門委員会と作業グループとは、報告書について討議し報告書を作成するため、それぞれの会合をもつ。委員会はこれらの会合に出席するある数の人々の旅費の援助をすることができたが、これは次の団体等から委員会に対して寛大にも与えられた補助金のおかげである。それらは世界保健機関、国際原子力機関、国連環境プログラム、国際放射

線医学会，国際放射線防護学会，経済協力開発機構原子力機関，欧州経済共同体およびカナダ，日本および英国国内の諸団体である。しかしながら，委員会にとって可能な旅費の援助は極めて限られており，近年は全旅費の1/2ないし1/3を ICRP 委員の所属する機関に負っている。委員会は，委員の所属する機関が，委員会の仕事のために使うことを許された時間の量と，すべての経済的援助とに感謝する。これなくしては委員会はその仕事を遂行することは可能ではなかったであろう。

委員会 の 刊 行 物

1. *X-ray and Radium Protection*. Recommendations of the 2nd International Congress of Radiology, 1928. Circular No. 374 of the Bureau of Standards, U.S. Government Printing Office (January 23, 1929). *Br. J. Radiol.*, **1**, 359 (1928).
2. Recommendations of the International X-ray and Radium Protection Commission. Alterations to the 1928 Recommendations of the 2nd International Congress of Radiology. 3rd International Congress of Radiology, 1931. *Br. J. Radiol.*, **4**, 485 (1931).
3. International Recommendations for X-ray and Radium Protection. Revised by the International X-ray and Radium Protection Commission and adopted by the 3rd International Congress of Radiology, Paris, July 1931. *Br. J. Radiol.*, **5**, 82 (1932).
4. International Recommendations for X-ray and Radium Protection. Revised by the International X-ray and Radium Protection Commission and adopted by the 4th International Congress of Radiology, Zurich, July 1934. *Radiology*, **23**, 682-5 (1934). *Br. J. Radiol.*, **7**, 695 (1934).
5. International Recommendations for X-ray and Radium Protection. Revised by the International X-ray and Radium Protection Commission and adopted by the 5th International Congress of Radiology, Chicago, September 1937. British Institute of Radiology (1938).
6. International Recommendations on Radiological Protection. Revised by the International Commission on Radiological Protection at the 6th International Congress of Radiology, London, 1950. *Radiology*, **56**, 431-9 (1951). *Br. J. Radiol.*, **24**, 46-53 (1951).
7. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Revised December 1, 1954). *Br. J. Radiol.*, Suppl. 6 (1955).
8. Report on Amendments during 1956 to the Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Radiat. Res.*, **8**, 539-542 (1958). *Acta Radiol.*, **48**, 493-495 (1957). *Radiology*, **70**, 261-262 (1958). *Fortschritte a.d. Gebiete d. Röntgenstrahlen u.d. Nuclearmedizin*, **88**, 500-502 (1958).
9. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Adopted September 9, 1958). *ICRP Publication 1*, Pergamon Press, London (1959).

10. Report on Decisions at the 1959 Meeting of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Radiology*, **74**, 116-119 (1960). *Am. J. Roentg.*, **83**, 372-375 (1960). *Strahlentherapie*, **112**, 3 (1960). *Acta Radiol.*, **53**, 2 (1960). *Br. J. Radiol.*, **33**, 189-192 (1960).
11. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (as amended 1959 and revised 1962). *ICRP Publication 6*, Pergamon Press, Oxford (1964).
12. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation (1959). *ICRP Publication 2*, Pergamon Press, Oxford (1960). *Health Phys.*, **3**, (1960).
13. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection Report of Committee III on Protection against X-rays up to Energies of 3 MeV and Beta- and Gamma-rays from Sealed Sources (1960). *ICRP Publication 3*, Pergamon Press, Oxford (1960).
14. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection 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*, Pergamon Press, Oxford (1964).
15. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection Report of Committee V on the Handling and Disposal of Radioactive Materials in Hospitals and Medical Research Establishments. *ICRP Publication 5*, Pergamon Press, Oxford (1965).
16. Principles of Environmental Monitoring related to the Handling of Radioactive Materials. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 4, *ICRP Publication 7*, Pergamon Press, Oxford (1966).*
17. The Evaluation of Risks from Radiation. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 1, *ICRP Publication 8*, Pergamon Press, Oxford (1966). *Health Phys.*, **12**, 239-302 (1966).
18. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. (Adopted September 17, 1965). *ICRP Publication 9*, Pergamon Press, Oxford (1966).
19. Report on amendments to *ICRP Publication 9*. *Health Phys.*, **17**, 389-390 (1969). *Acta Radiol.*, **8**, 258 (1969).
20. Report on the 1971 meeting of ICRP. *Health Phys.*, **21**, 615-616 (1971). *Phys. Med. Biol.*, **16**, 693-695 (1971).

21. Report on the 1972 meeting of ICRP. *Health Phys.*, **24**, 360 (1973). *Am. J. Roentg.*, **117**, 211 (1973).
22. Report of Committee 4 on evaluation of radiation doses to body tissues from internal contamination due to occupational exposure. *ICRP Publication 10*, Pergamon Press, Oxford (1968).*
23. The assessment of internal contamination resulting from recurrent or prolonged uptakes. A report of ICRP Committee 4. *ICRP Publication 10A*, Pergamon Press, Oxford (1971).*
24. A review of the radiosensitivity of the tissue in bone. A report prepared by a Task Group for ICRP Committees 1 and 2. *ICRP Publication 11*, Pergamon Press, Oxford (1968).
25. General principles of monitoring for radiation protection of workers. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 4. *ICRP Publication 12*, Pergamon Press, Oxford (1969).*
26. Radiation protection in schools for pupils up to the age of 18 years. A report by Committee 3 ICRP. *ICRP Publication 13*, Pergamon Press, Oxford (1970).*
27. Radiosensitivity and spatial distribution of dose. Reports prepared by two Task Groups of ICRP Committee 1. *ICRP Publication 14*, Pergamon Press, Oxford (1969).
28. Protection against ionizing radiation from external sources. A report of ICRP Committee 3. *ICRP Publication 15*, Pergamon Press, Oxford (1970).*
29. Protection of the patient in X-ray diagnosis. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 3. *ICRP Publication 16*, Pergamon Press, Oxford (1970).
30. Patient exposures in diagnostic radiology: Protection problems of current concern. A statement issued by the International Commission on Radiological Protection (ICRP). July 1973. *Br. J. Radiol.*, **46**, 1086-1088 (1973).
31. Protection of the patient in radionuclide investigations. A report prepared for ICRP and adopted by the Commission in September 1969. *ICRP Publication 17*, Pergamon Press, Oxford (1971).
32. The RBE for high-LET radiations with respect to mutagenesis. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 1. *ICRP Publication 18*, Pergamon Press, Oxford (1972).
33. The metabolism of compounds of plutonium and other actinides. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 2. *ICRP Publication 19*, Pergamon Press, Oxford (1972).

34. Alkaline earth metabolism in adult man. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 2. *ICRP Publication 20*, Pergamon Press, Oxford (1973).
35. Data for protection against ionizing radiation from external sources: supplement to *ICRP Publication 15*. A report of ICRP Committee 3, *ICRP Publication 21*, Pergamon Press, Oxford (1973).*
36. Implications of Commission recommendations that doses be kept as low as readily achievable. A report of ICRP Committee 4, *ICRP Publication 22*, Pergamon Press, Oxford (1973).*
37. Report of the Task Group on Reference Man. A report prepared by a Task Group of Committee 2 of ICRP. *ICRP Publication 23*, Pergamon Press, Oxford (1975).
38. Radiation protection in uranium and other mines. A report of ICRP Committee 4. *ICRP Publication 24*, Pergamon Press, Oxford (1977).
39. The handling, storage, use and disposal of unsealed radionuclides in hospitals and medical research establishments. A report of a Task Group of ICRP Committees 3 and 4. *ICRP Publication 25*, Pergamon Press, Oxford (1977).*
40. Planned and unplanned releases of radioactive materials into the environment. A report of ICRP Committee 4. (In preparation.) 訳注: *ICRP Publication 29*, Radionuclide Release into the Environment: Assessment of Doses to Man, Pergamon Press, Oxford (1979).
41. Principles concerning emergency and accidental exposures of workers. A report of ICRP Committee 4. (In preparation.) 訳注: *ICRP Publication 28*, Pergamon Press, Oxford (1978).
42. Radon, thoron and their daughter products. A report of a Task Group of ICRP Committee 2. (In preparation.) 訳注: *ICRP Publication 32*, Limits for Inhalation of Radon Daughters by Workers, Pergamon Press, Oxford (1981).
43. Radionuclide Decay Schemes. A report of ICRP Committee 2 (in preparation). 訳注: *ICRP Publication 38*, Radionuclide Transformations: Energy & Intensity of Emissions, Pergamon Press, Oxford (1983).
44. Problems involved in developing an index of harm. A report of a Task Group of the International Commission on Radiological Protection. (In preparation.) 訳注: *ICRP Publication 27*, Pergamon Press, Oxford (1977).
45. Limits for intakes of radionuclides by workers. A report of ICRP Committee 2. (In preparation.) 訳注: *ICRP Publication 30*, Part 1 and Supplement (1979), Part 2 and Supplement (1980), Part 3 and Supplement A, B (1982), Index

- (1982), Pergamon Press, Oxford.
46. Exposure of man to ionizing radiation arising from medical procedures. An enquiry into methods of evaluation. A report of the International Commissions on Radiological Protection and on Radiological Units and Measurements. *Phys. Med. Biol.*, **2**, 107-151 (1957).
 47. Exposure of man to ionizing radiation arising from medical procedures with special reference to radiation induced diseases: An enquiry into methods of evaluation. A report of the International Commissions on Radiological Protection and on Radiological Units and Measurements. *Phys. Med. Biol.*, **6**, 199-258 (1961).
 48. Report of the RBE committee to the International Commissions on Radiological Protection and on Radiological Units and Measurements. *Health Phys.*, **9**, 357-384 (1963).
 49. A review of the physiology of the gastrointestinal tract in relation to radiation doses from radioactive materials. A report prepared by a consultant to ICRP Committee 2. *Health Phys.*, **12**, 131-161 (1966).
 50. Dosimetry of the gastrointestinal tract. A report prepared by consultants to ICRP Committee 2. *Health Phys.*, **12**, 163-172 (1966).
 51. Deposition and retention models for internal dosimetry of the human respiratory tract. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 2. *Health Phys.*, **12**, 173-207 (1966). Errata and revisions to report, *Health Phys.*, **13**, 1251 (1967).
 52. Radiobiological aspects of the supersonic transport. A report by a Task Group of ICRP Committee 1. *Health Phys.*, **12**, 209-226 (1966).
 53. Calculation of radiation dose from protons and neutrons to 400 MeV. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 3. *Health Phys.*, **12**, 227-237 (1966).
 54. Radiation dose from neutrons and protons in the energy range from 400 MeV to 2 GeV. A report prepared by a Task Group of ICRP Committee 3. *Health Phys.*, **17**, 449-457 (1969).

* この報告書が刊行された時に適用できる ICRP 勧告

訳補 その後の ICRP 刊行物

- Statement from the 1978 Stockholm Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, **2**, No. 1 (1978).

- Statement and Recommendations of the 1980 Brighton Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 4, No. 3/4 (1980).
 - Statement from the 1983 Washington Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 14, No. 1 (1984).
 - Statement from the 1984 Stockholm Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 14, No. 2 (1984).
 - Statement from the 1985 Paris Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 15, No. 3 (1985).
 - Statement from the 1987 Washington Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 17, No. 2/3 (1987).
 - Statement from the 1987 Como Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 17, No. 4 (1987).
1. ICRP Publication 31, 1980. Biological Effects of Inhaled Radionuclides. A report of a Task Group of the ICRP Committee 1. *Annals of the ICRP*, 4, No. 1/2.
 2. ICRP Publication 33, 1982. Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine. A report of the ICRP Committee 3. *Annals of the ICRP*, 9, No. 1.
 3. ICRP Publication 34, 1982. Protection of the Patient in Diagnostic Radiology. A report of ICRP Committee 3. *Annals of the ICRP*, 9, No. 2/3.
 4. ICRP Publication 35, 1982. General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 9, No. 4.
 5. ICRP Publication 36, 1983. Protection Against Ionizing Radiation in the Teaching of Science. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 10, No. 1.
 6. ICRP Publication 37, 1983. Cost-benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 10, No. 2/3.
 7. ICRP Publication 39, 1984. Principles of Limiting Exposure of the Public to Natural Sources of Radiation. A report of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 14, No. 1.
 8. ICRP Publication 40, 1984. Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 14, No. 2.

9. ICRP Publication 41, 1984. Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation. A report of a Task Group of the ICRP Committee 1. *Annals of the ICRP*, **14**, No. 3.
10. ICRP Publication 42, 1984. A Compilation of the Major Concepts and Quantities in Use by ICRP. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, **14**, No. 4.
11. ICRP Publication 43, 1985. Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, **15**, No. 1.
12. ICRP Publication 44, 1985. Protection of the Patient in Radiation Therapy. A report of the ICRP Committee 3. *Annals of the ICRP*, **15**, No. 2.
13. ICRP Publication 46, 1985. Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, **15**, No. 4.
14. ICRP Publication 47, 1986. Radiation Protection of Workers in Mines. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, **16**, No. 1.
15. ICRP Publication 48, 1986. The Metabolism of Plutonium and Related Elements. A report of a task group of the ICRP Committee 2. *Annals of the ICRP*, **16**, No. 2/3.
16. ICRP Publication 49, 1986. Developmental Effects of Irradiation on the Brain of the Embryo and Fetus. A report of a Task Group of the ICRP Committee 1. *Annals of the ICRP*, **16**, No. 4.
17. ICRP Publication 50, 1987. Lung Cancer Risk from Indoor Exposures to Radon Daughters. A report of a Task Group of the ICRP. *Annals of the ICRP*, **17**, No. 1.
18. ICRP Publication 51, 1987. Data for Use in Protection Against External Radiation. A report of a Task Group of the ICRP Committee 3. *Annals of the ICRP*, **17**, No. 2/3.
19. ICRP Publication 52, 1987. Protection of the Patient in Nuclear Medicine. A report of a Task Group of the ICRP Committee 3. *Annals of the ICRP*, **17**, No. 4.
20. ICRP Publication 53, 1987. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. A report of a Task Group of the ICRP Committee 2. *Annals of the ICRP*, **18**, No. 1~4.
21. ICRP Publication 54, 1988. Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides

by Workers : Design and Interpretation. A report of a Task Group of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 19, No. 1~3.

- 10. ICRP Publication 42, 1984. A Comparison of the Major Concepts and Guidelines in Use by ICRP. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 14, No. 4.
- 11. ICRP Publication 43, 1985. Principles & Methods for the Radiation Protection of the Population. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 15, No. 1.
- 12. ICRP Publication 44, 1985. Protection of the Public in Radiation Therapy. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 15, No. 2.
- 13. ICRP Publication 45, 1985. Radiation Protection Principles for the Design of Nuclear Reactors. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 15, No. 3.
- 14. ICRP Publication 46, 1985. Radiation Protection of Workers in Mines. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 15, No. 4.
- 15. ICRP Publication 47, 1985. The Management of Plutonium and Related Elements. A report of a task group of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 15, No. 5.
- 16. ICRP Publication 48, 1985. Developmental Effects of Radiation on the Human Embryo and Fetus. A report of a Task Group of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 15, No. 6.
- 17. ICRP Publication 49, 1987. Long-Term Health Risk from radon exposure in homes. A report of a Task Group of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 17, No. 1.
- 18. ICRP Publication 50, 1987. Law for Limiting Radon in Homes. A report of a Task Group of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 17, No. 2.
- 19. ICRP Publication 51, 1987. Protection of the Public in Nuclear Medicine. A report of a Task Group of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 17, No. 3.
- 20. ICRP Publication 52, 1987. Radiation Dose to Radon from Radon progeny. A report of a Task Group of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, 17, No. 4.
- 21. ICRP Publication 53, 1988. Individual Monitoring for Levels of Radionuclides

索引

い	項
医学的監視	
異常事態における——	188
作業者の——	184—186
胃腸管	
——の放射線感受性	58
——に対する荷重係数	105
遺伝線量の限度	
以前に勧告された——	129
遺伝的影響	
——と以前の遺伝線量限度	129
——と作業者の生殖可能期間	80
定義	6
直接の子孫における——	80
確率的な——	7
医療上の被曝	
——と線量当量限度	83, 91—93
——と非確率的影响	93, 95
——と妊娠	206
——と放射線診断	197
——と放射線治療	198
——と研究	203, 204
——と訓練	208
——の最適化	205
法医学と保険のための——	202
系統的検査	200, 201
か	
介入措置	
——と異常事態	143, 188—194, 242, 243
——と最適化	157
介入レベル	133, 152, 188

確率的影响	
——と線量当量限度	104—112
定義	7
遺伝上の——	7
——の制限	10
身体上の——	7
荷重係数	
線量制限に対する——	104, 105, 125
環境	
——への放射性物質の放出	220—227
監視区域	
——への立入り	168
——と作業条件	163
患者	
——の防護	197—209
監督責任者	
専門の医師	93
法的の監督官庁	139
技術的に能力のある人	160
管理区域	
——への立入り	168
——と作業条件	163

き

基本限度	144
休暇	
——と職業上の被曝	187
救済処置	
——と介入措置	143, 242
——と制御されていない線源	81
事故における——	133—135, 192
記録レベル	
——の使用	150
緊急事態	

事故時被曝を見よ

く

訓練

- と医療上の被曝…………… 208, 209
- と職業上の被曝…………… 172

け

計画特別被曝

- 許される線量当量…………… 113
- の処理…………… 114, 192

決定器官

- リスクとの関連における——……………36

決定グループ

- と線量制限……………85, 216
- と放出限度…………… 225
- に対する線量当量限度……………119—125, 217

- 被曝の最適化……………121—123
- の変動しうる特性……………85, 214

限度

- 認定——… 148, 175, 176, 226, 227, 236
- 基本——…………… 144
- 誘導——…………… 147, 175, 176
- 補助——…………… 146

こ

公衆の構成員

- と容認できるリスク…………… 118
- と決定グループ……………119—124
- と線量制限……………84
- と非確率的影響…………… 126
- と授業…………… 237
- に対する線量当量限度…119—126
- に対するリスク…………… 117
- に対する荷重係数…………… 125

甲状腺

- リスクを考えるべき細胞……………55

- に対するリスク係数……………56
- に対する荷重係数…………… 105

骨髄 (赤色)

- と白血病……………44
- と造血細胞…………… 45, 46
- に対するリスク係数……………44
- に対する荷重係数…………… 105

さ

最適化

- と費用-利益解析…………… 70—76
- と線量当量限度……………76
- と自然放射線の増加…………… 236
- と安全係数…………… 159
- と技術的基準…………… 158, 228
- の実施……………153—159

作業条件

- 作業条件A……………161—166
- 作業条件B……………161—166
- 作業条件Bと妊娠…………… 116

参考レベル

- と作業条件…………… 161
- の使用…………… 149

し

シーベルト

- 線量当量の単位……………18

しきい線量

- と線量当量限度……………10
- と非確率的影響…………… 7

事故時被曝

- と線質係数……………21
- と救済処置…………… 133
- の処理……………188—194
- 公衆の——…………… 243

事後処置

救済処置を見よ

自然放射線

——と線量当量限度	83, 87—90
——と人為的な増加	88, 89, 235
実効線量当量	104
修正係数	
——と線量当量	18
集団	
——と線量制限	130
——と以前の遺伝線量限度	129
——の被曝	129—132, 218, 219, 229
集団線量当量	
——と損害	24
——と集団の被曝	131, 132, 218, 219
定義	22
行為からの	23
授業	
——に対する線量当量限度	237
受胎能力	
——の減退	8, 42
小児	
——と放射線障害	65
職業上の被曝	
異常事態	188
作業条件	161
——の分布	100—102
——に対する線量当量限度	96—116
医学的監視	184
被曝のモニタリング	173
安全な産業におけるリスク	96—102
——からの全損害	97—98
身体的影響	
定義	6
深部線量当量指標	107, 108
す	
水晶体	
——と白内障	8
——に対する線量当量限度	61
——混濁	61

——における放射線感受性細胞	62
----------------	----

せ

制御しうる線源	
——と線量制限	81
生殖腺	
——とがん	41
——と受胎能力	42
——と遺伝的影響	43
——に対するリスク係数	43
——に対する荷重係数	105
生殖能力のある女性	
——と職業被曝	115
——と計画特別被曝	114
正当化	
被曝の	10, 12, 68, 69
線質係数	
——と線量当量	18
——とRBE	21
——の近似的な値	20
定義	19
適用上の制限	21
全身被曝	
——に対する線量当量限度	104—112, 119
全リスク	
がん	58, 59
身体的プラス遺伝的	60
線量-効果関係	
——に関する仮定	27
——の種々の型	28
線量制限体系	68
線量当量	
——と修正係数	18
定義	17, 18
適用上の制限	21
線量当量限度	
——と線量制限体系	11, 12

——と確率的リスク……………78	適用上の制限……………30
——と非確率的損傷……………78	
——と医療上の被曝…………… 83, 91—95	に
——と自然バックグラウンド	乳房
…………… 83, 87—90	リスク係数におよぼす年齢と性の影響
作業者に対する——…………… 96—116	……………38
公衆の構成員に対する——……………117—128	——に対するリスク係数……………57
非確率的影響を防ぐための——…………… 8	——に対する荷重係数…………… 105
線量当量指標	妊娠
深部——…………… 107, 108	——と職業上の被曝…………… 116
表層部——…………… 107, 108	——と放射線検査…………… 206
線量当量預託	認定限度… 148, 175, 176, 226, 227, 236
——と将来の被曝……………13	
定義……………25	ね
——の使用…………… 218	年摂取限度
線量の集積速度	——における荷重係数の使用…………… 107
——と年齢に関係づけた式……………35	——の計算…………… 109
——と線量当量限度……………35	
	は
そ	肺
損害	——と粒子状物質…………… 33, 50
——と集団線量……………24	——におけるがん……………49
——と最適化の実施…………… 154	——におけるリンパ組織……………52—54
定義……………16	——に対するリスク係数……………51
	——に対する荷重係数…………… 105
た	胚
胎児	胎児を見よ
——と医療上の被曝…………… 206	肺リンパ組織
——と職業上の被曝…………… 115, 116	——の分布……………52—54
——の照射……………65	白内障
	非確率的影響としての——…………… 8
ち	発がん
調査レベル	主要な身体的影響…………… 7
——の使用……………151, 177—181	——に対するリスク係数……………44—60
直線性	
線量-効果関係も見よ	ひ
——に関する仮定……………27	非確率的影響
低線量における——……………28	——と線量制限……………95

定義	7
——に対する線量当量限度	103, 126
身体的な	8
非特定のな影響	
——と低線量	67
皮膚	
仮定された深さ	64
線量当量限度	63
——のモニタリング	182, 183
——の良性損傷	8, 63
標準人	
——と補助限度	146
——の特性	127
表層部線量当量指標	107, 108
ふ	
不均等照射	
——と線量制限	104, 110
付随的放射線	
電子装置からの	229
ほ	
防護用具	
——と職業上の被曝	167
——と計画特別被曝	171
法令	
——ICRP 勧告との関連	5
補助限度	107, 146
骨	
——の放射線感受性細胞	47
——に対するリスク係数	48
——に対する荷重係数	105
も	
モニタリング	
——と職業上の被曝	173—183
——と作業条件	162
環境	238

異常事態における	241
——の最適化	156

ゆ

有意体積および有意面積	
——と平均線量	32
——と皮膚	34, 182, 183
誘導限度	
——の使用	82, 147, 175, 176

よ

預託線量当量	
——と年摂取限度	109
定義	26

り

リスク係数	
——と放射線防護	29
定義	24
年齢および性との関連	38
傷および苦痛との関連	39
粒子状物質	
——と肺の照射	33, 50

れ

レベル	
介入	133, 152, 188
調査	151, 177—181
参考	149, 161
記録	150

ろ

労働時間	
——と職業上の被曝	187
——と授業	237

国際放射線防護委員会の声明と勧告

1. 1978年ストックホルム会議の声明
2. 1980年ブライトン会議の声明と勧告
3. 1983年ワシントン会議の声明
4. 1984年ストックホルム会議の声明
5. 1985年パリ会議の声明
6. 1987年ワシントン会議の声明
7. 1987年コモ会議の声明



国際放射線防護委員会の 1978年ストックホルム会議の声明

国際放射線防護委員会(ICRP)は1978年5月にストックホルムにおいて、4つの専門委員会と一緒に年会を開催した。委員会が現在行っている仕事を検討し、次の4か年間に行うべき仕事のプログラムを決定するため、17か国から65名が出席した。また、次の諸団体からの代表者あるいはオブザーバーも出席した：欧州協同体委員会、国際原子力機関、国際放射線単位・測定委員会、国際電気標準会議、国際放射線防護学会、国際放射線医学会、経済協力開発機構原子力機関、国際連合環境プログラム、国際連合原子放射線の影響に関する科学委員会、世界保健機関。

ICRP Publication 26

委員会は、委員会の1977年勧告(ICRP Publication 26)の検討も行い、次の諸点を明確にすることが必要と認めた：

放射線リスクの推定値

ICRP Publication 26(36～60項)の中で委員会が与えたリスク係数は、放射線の影響専門委員会から受けとった提言に基づいたものである。これらリスク係数は、科学的文献から得られるデータおよび国際連合原子放射線の影響に関する科学委員会の1977年報告書に含まれている知見と矛盾しない。

ICRPは引き続き、ヒトに対する放射線リスクの疫学的および放射線生物学的証拠に関する既発表知見を検討しているが、それによると、1978年5月までに入手できた知見からは、ICRP Publication 26の中で与えられているリスク係数を変える必要はないと委員会は結論した。これらリスク係数は、低い年線

(2)

量当量（委員会が勧告した線量当量限度までの）での照射の影響の現実に合った推定値であることを意図したものである。

電離放射線の確率的影響を扱うにあたり委員会は、(ICRP Publication 26の105項で) 種々の器官と組織における線量当量に乗すべき荷重係数を勧告した。委員会は、手と前腕、足とくるぶし、皮膚、および眼の水晶体を“残りの組織”に含めることを意図していなかったことを指摘したい。したがって、これら組織は $\sum_T w_T H_T$ を計算するとき除外すべきである。これら組織には、非確率的影響の発生を防ぐために、103項で与えられている該当する線量当量限度をあてはめるべきことを委員会は勧告する。

集団グループの被曝による損害を算定するさいには、たとえば皮膚全体が軟ベータ線に被曝する場合のように、皮膚被曝に由来する致死的がんの小さいリスクを考慮に加える必要がある。この場合、皮膚の全表面にわたっての平均線量当量*に対して 10^{-4}Sv^{-1} 程度のリスク係数をあてはめてよく、このことは w_T を大体0.01とすることに相当する。

委員会の職業上の線量当量限度* はすべての作業員に対して使うことを意図したものであり、成人男性と成人女性についてのリスク係数の平均値をもとにしている。ICRP Publication 26の38項に記した男女両性の異なる年齢での被曝によるリスクの変動は、“害の指標をつくる時の諸問題”と題する委員会への報告書、ICRP Publication 27の中で論じられている。この報告書では、ICRP Publication 26(60項)で職業上の被曝のうち遺伝的に有意な平均割合(0.4)と両性およびすべての年齢についての平均死亡のリスク係数(10^{-2}Sv^{-1})を選んだ根拠についても検討している。

実効線量当量

委員会は $\sum_T w_T H_T$ で計算される和 (ICRP Publication 26の104項参照) を、実効線量当量 (H_E で表す) と呼ぶことを勧告する。

* 翻訳にあたり原文を修正した箇所。

ICRP Publication 26 の本文の修正

委員会は、ICRP Publication 26 中のいくつかの項を次のように改訂すると、それらの意味をはっきりさせることができると考える。

- (38) 項 第4, 第5の文を次のように訂正する：それゆえ、防護の目的には、年齢または性によらずすべての作業者について単一の実効線量当量限度を用いて十分な正確さが得られる。この限度は、種々の器官または組織についての、以下に述べるような平均のリスクレベルに基づいている。
- (79) 項 第1の文を次のように訂正する：作業者に関する委員会の線量当量限度は、1年の間の体外被曝による線量当量と、放射性核種のその年内の摂取からの預託線量との和に適用することを意図している。
- (79) 項 項の終わりに次の文を加える：公衆の構成員に関する線量当量限度にも同様の原則を適用する。
- (89) 項 第2の文の次の句を削除する：……計画のための指針たることを目ざして、したがって……
- (93) 項 第1の文の次の句を削除する：……計画のためのものであることを意図して……
- (107) 項 最後の文の終わりを次のように訂正する：……つまり、深部線量当量指標 ($H_{I,d}$)、表層部線量当量指標 ($H_{I,s}$) (108項参照) に対する限度、および ALI (109項参照) を用いることで通常は十分である。
- (108) 項 第1の文の終わりの部分を次のように訂正する：直径30 cm の球内の1 cm 以上の深さで起こる線量当量の最大値 (深部線量当量指標, $H_{I,d}$) を算定することが可能である。
- (108) 項 項の終わりに次の2つの文を加える：これに加えて、表層部線量当量指標 (直径30cm の球内の、深さ0.07mm から10mm までの殻の中での最大線量当量) は皮膚の防護のため年あたり500 mSv に制限すべきである。実際上は、深部線量当量指標と表層部線量当量指標とのこれらの限度

(4)

がまもられれば、眼の水晶体における年線量当量は300 mSv 未満に制限されることになる。

(110) 項 この項全部を次のように訂正する：体外被曝と体内被曝とが同時にある場合には、次の条件の両方を満たせば、委員会の勧告する線量当量限度を超えることにはならない：

$$\frac{H_{I,d}}{H_{E,L}} + \sum_j \frac{I_j}{I_{j,L}} \leq 1$$

および

$$\frac{H_{I,s}}{H_{sk,L}} \leq 1$$

ここで、 $H_{I,d}$ は年深部線量当量指標、 $H_{I,s}$ は年表層部線量当量指標、 $H_{E,L}$ は実効線量当量の年限度 (50 mSv)、 $H_{sk,L}$ は皮膚における線量当量の年限度 (500 mSv)、 I_j は放射性核種 j の年摂取量、 $I_{j,L}$ は放射性核種 j の年摂取限度、である。

(113) 項 第2の文を次のように訂正する：このような状況のもとでは、体外被曝と放射性物質の摂取とは、体外被曝による線量当量と放射性核種の摂取による預託線量当量との和が、任意の一事象において該当する年限度の2倍を超えず、また生涯においてこの限度の5倍を超えないならば、許されてよい。

(187) 項 第1の文中の“線量当量限度”を“線量制限の体系”と改める。

(238) 項 終わりの文中の“制御のモニタリング”を“モニタリングまたは制御”と改める。

体内被曝に関する補助限度

放射線作業者のための年摂取限度(ALI)のうちまず計算された一群の値は、その計算方法と22元素についての代謝データを含む報告書本文とともに、委員

会のストックホルム会議のさいでき上がっており，“作業者による放射性核種の摂取に関する限度”という表題となる予定の報告書として現在出版準備中である。その他の元素についての同様な知見は、入手でき次第刊行の予定である。

公衆の構成員に関する器官線量当量推定値は、代謝、器官の大きさおよび被曝期間がちがうために、作業者について与えられたデータから直接に導くことはできない。したがって委員会は、公衆の構成員の体内被曝の算定に関する特別の手引書を作ることを計画中である。

現在の ICRP の仕事

4つの報告書が完成しつつあり、Annals of the ICRP に刊行すべく準備中である。それらの表題は次の通りである。

吸入放射性核種の生物影響

作業者による放射性核種の摂取に関する限度 (ICRP Publication 2 にかわるもの)

放射性核種の環境への放出：ヒトに対する線量の算定

職業上の被曝による体内汚染に関する モニタリング (ICRP Publication 10 と10 a にかわるもの)

委員会、専門委員会および作業グループが最近のうちにを行うべき仕事の全プログラムが計画されている。緊急に検討する主題には次のものがある：

照射の非確率的影響

がん発生に関する高 LET 放射線のリスクと RBE

低線量での照射の身体的リスクと遺伝的リスク

ヒトの胚と胎児に対するリスク——とくに女性の職業上の被曝に関連して

放射性医薬品による患者に対する線量

電離放射線を医療に用いるすべての分野における防護

委員会勧告の実務上の適用

(6)

自然のバックグラウンド放射線に対するヒトの被曝を変えるような行為への、ICRP の線量制限体系の適用
委員会の任期の間に委員会は、ICRP Publication のうち、7, 10, 10 a, 12, 13, 15/21, 16, 17, 24の改訂版の作成を計画している。

1978年6月

F.D. Sowby
Scientific Secretary,
ICRP,
Clifton Avenue,
Sutton, Surrey, SM2 5PU,
England

国際放射線防護委員会の 1980年ブライトン会議の声明と勧告

国際放射線防護委員会(ICRP)は1980年3月17日から26日まで、イングランドのブライトンにおいて、4つの専門委員会のすべてと一緒に年会を開催した。この会合には、次の諸機関からの代表も出席した：欧州協同体委員会、国際原子力機関、国際放射線単位・測定委員会、環境変異原・がん原の防護に関する国際委員会、国際電気標準会議、国際標準化機構、国際放射線防護学会、経済協力開発機構原子力機関、国際連合環境プログラム、国際連合原子放射線の影響に関する科学委員会、世界保健機関。

委員会と専門委員会はICRP内で行われつつある仕事の広範なプログラムを検討した。その中には、ラドンに関する職業上の被曝の限度についての報告、眼の水晶体に関する線量当量限度についての報告、および現在得られる放射線のリスクの推定値に関する知見、が含まれていた。これら3つの点の結論はこの声明に含まれている(該当項参照)。

委員会は、非確率的影響を定義づけ、ICRP勧告における非確率的影響の意義について進言するための新作業グループを専門委員会1が設けることを承認した。委員会は、この専門委員会が進めている他の問題、たとえば、高LET放射線の影響、照射による胚および胎児に対するリスク、電離放射線と化学物質との複合発がん効果、などについて検討した。

専門委員会2は、「作業員による放射性核種の摂取の限度」という報告書を完成しつつある(ICRP Publication 30)。報告書のPart 1は21元素の放射性同位体に関する年摂取限度(ALI)を含むもので、すでに刊行された。それぞれ31元素および43元素に関するALIを含むPart 2とPart 3は、各Partに対する補遺とともに、1981年に刊行の予定である。この専門委員会は、放射性医

(8)

薬品による患者に対する線量に関する報告も準備中であり、また、放射性物質に対する公衆の構成員の被曝に関する声明を作成することを考えている。

専門委員会3は現在、ICRP Publication 15と21——「体外線源からの電離放射線に対する防護」——の医学的側面と、ICRP Publication 16——「X線診断における患者の防護」——との改訂版を準備中であり、これらは1981年に完成されるであろう。

専門委員会4の作業グループの1つは、放射線防護の最適化の必要性に関する委員会勧告の適用についての報告書案を提出した。これは1981年に完成されるであろう。専門委員会4はまた、次の報告書の改訂版を準備中である：ICRP Publication 7——「放射性物質の取扱いに関連する環境モニタリングの諸原則」；Publication 10——「職業被曝による体内汚染からの身体組織への線量の評価」；Publication 10 a ——「反覆取込みまたは長期の取込みに由来する体内汚染の算定」；Publication 12——「作業者の放射線防護のためのモニタリングの一般原則」；Publication 13——「学校における放射線防護」；Publication 24——「ウラン鉱山およびその他の鉱山における放射線防護」。改訂によってこれら報告書は、ICRP Publication 26にある委員会勧告中で表明されている諸方針を満たすものとなるであろう。この専門委員会で考察中のその他の問題には、自然放射線に対する人間の被曝を変更する行為、および、放射線事故のさいの公衆の防護に関する一般諸原則、がある。

ブライトンにおける会議での委員会の討議の結果、委員会は、次の諸点について声明を発表することを決めた。

眼の水晶体

ICRP Publication 26で委員会は、就労期間*の間に蓄積される眼の水晶体の線量当量が15 Svであれば、視力をさまたげることになるような混濁は生じないであろうと結論した。委員会の放射線の影響に関する専門委員会（専門委員

* 訳注 ICRP では50年としている。

会1)は、人間について得られた知見を調査検討して、蓄積線量当量がこのレベルであると、それ自体では視力のさまたげとはならないけれども、このうえ被曝しないで視力の低下をもたらすまで症状が進むことも考えられる、ある程度の混濁が生ずるかもしれないと結論した。

皮膚についての現行の線量当量限度と実効線量当量限度とが合わせて適用されるから、水晶体の線量当量が就労期間の間に15 Sv に達することはほとんどあり得ないけれども、委員会は、眼の水晶体について委員会が勧告する線量当量限度を、1年につき0.3 Sv から0.15 Sv にひきさげることを選定した。

実際に起こるほとんどの状況では、深部線量当量指標の限度と表層部線量当量指標の限度とを守れば、水晶体に関するこの改訂限度は守られることになる。したがって委員会は今までどおり、対応する深さにおける線量当量の推定値として深部指標と表層部指標とを用いることを勧告する。

放射線のリスクの最近の推定値

委員会は、委員会の1978年声明*の中で、1978年5月まで得られた知見について述べた。委員会は、1980年3月までに利用できるようになった非常に広範な疫学的知見と放射線生物学的知見とを調査検討した。眼の水晶体に関して勧告された変更のほかは、ICRP Publication 26で勧告した線量当量限度のよりどころとなっている確率的影響についてのリスク係数と非確率的影響についての線量-効果関係とを、この新しい知見によって変える必要はないと、委員会は結論づけた。

放射性核種の摂取に関する年限度

委員会は現在ICRP Publication 30で、ICRP Publication 2 (1960)で行った以前の勧告におきかわる、「作業者による放射性核種の摂取の年限度(ALI)」を勧告しつつある。現在委員会が用いている線量制限体系は、以前は決定器官

* 原注 1978年声明, *Annals of ICRP*, Vol. 2, No. 1 (1978).

(10)

のみを考えに入れたのに対して、放射性物質を摂取した後に照射されるすべての体内組織を考えに入れている。この体系は、器官がどんな組合せで照射されても、その結果の全リスクは勧告された線量当量限度で全身が照射されたときの全リスクを上まわることのないようになっている。個々の器官からのリスクをこのように加算することができるのは、20年前に得られていた知識よりもずっとよい、放射線損害に対する各々の器官の感受性についての知識に基づくことができるようになったからである。これらの改善それ自体は、個々の放射性核種についての ALI 値に小さい変化をもたらすにすぎないが、放射性核種の混合物のあるものについての限度を低めることが必要となるかもしれない。

しかしながら、放射性核種の体内組織への取込みと残留との知識、および、いくつかの放射性核種の放射性崩壊図式の知識が改善された結果、これよりずっと大きな変化もたらされた。この新しい知見のために、今回 Publication 30の Part 1 (1979) の中で勧告された ALI 値のあるものは、ICRP Publication 2から計算で出すことのできる値よりもはるかに大きく、またあるものははるかに小さい。

²²²Rn とその娘核種に対する職業上の被曝

委員会は、ラドンとその娘核種に対する職業上の被曝に関する適切な限度について1つの結論に達した。この結論は、1年につき50 mSv という実効線量当量についての現行の限度に相当するリスクのレベルを、この限度を決めるための基礎とした。ラドンおよびその娘核種の吸入量とリスクのレベルとの関係を算定する方法はいくつかある。ICRP Publication 30で大部分の放射性物質について用いた線量算定法と、ラドンに短寿命の娘核種があることから生ずる特殊な諸問題のためいくぶん修正した同様の方法との、両方が用いられた。第3の方法は疫学的調査であった。これら3つの方法の結果の間にはかなりよい一致がみられるので、委員会は、線量算定法による結果の最低値であり、疫学的結論とも合っている値を限度として勧告する。これらの結論は、潜在的に

危険なある種の非放射性因子を含む、鉱山の全環境にさらされることの結果と関係があるから、ラドンだけに関係するものではない。この問題についての委員会の報告書は刊行の準備中である。

吸入によるラドンの娘核種の摂取量についての年限度 ALI の勧告値は、吸入されたポテンシャル α エネルギー*で表して、1年につき0.02Jである**。これに対する誘導空気中濃度(ICRP Publication 30参照)は、今までひろく用いられてきた実用的単位で表すと、したがって、0.4作業レベル***である。

委員会の線量制限体系は、体外放射線被曝と放射性物質の摂取とを加算することを要求している。ウラン鉱山の中での被曝という特殊な場合には、このため、ラドンとその娘核種の吸入を、体外放射線被曝と鉱石ダストに対する曝露の程度に応じた量だけ、勧告された限度よりも低く保つことが要求される。20%の低減が普通である。

これらの勧告は、一般的に適用するための、責任当局に対する勧告を意図しており、特定の場合に適用するには必ずしも適切でないことがある。委員会は、ある採鉱条件のもとでは、委員会が勧告する複合の限度内で作業することは、1年1年で考えると可能でないこともある、ということを知っている。各国の当局はこのため、これらあまり起こらない、しかし困難な状況に最善に対処する方策について決定をしなければならないであろう。

* 訳注 作業レベルの訳注参照。

** 訳注 JはエネルギーのSI単位、ジュールの記号で、1Jは約 7×10^{12} MeVである。

*** 訳注 作業レベル(working level, WLと記す)は、ラドンとその娘核種の作業環境における濃度を表す特殊な単位である。1WLとは、1lの空気中に含まれる ^{222}Rn の任意の短寿命娘核種が完全に崩壊して ^{210}Pb になるまでに放出される α 粒子のエネルギーの総和(これをポテンシャル α エネルギーという)が、 1.3×10^5 MeVであるときの濃度をいう(ICRP Publication 24参照)。年摂取限度の0.02JをMeV単位になおし、さらに、作業者が1年間に呼吸する空気量としてICRPが仮定している 2.4×10^9 m³(ただし軽作業の場合)で割れば0.4WLが得られる。

(12)

総損害の算定

ICRP Publication 26 で委員会は、個々の器官の線量当量 H_T をそれぞれの器官の荷重係数 w_T で重みづけしたものの合計と定義された、実効線量当量 H_E を導入した。

$$H_E = \sum_T w_T H_T$$

器官の荷重係数は、全身均等被曝のあとで起こるがんによる死亡または最初の2世代*に現れる重篤な遺伝的影響の発現の相対的なリスクを反映するように、委員会を選んだものである。個人についてのリスクの算定にあたっては、集団全体についてのリスクの算定とちがって、本質的に重要な遺伝的影響とは、被曝した個人の子または孫に発現するかもしれない影響であると委員会は考えた。全身均等被曝の場合の単位線量当量当たりのリスクを r とし、もしただ1つの器官 (T) だけが被曝したとすると、そのリスクは $w_T H_T r$ となるであろう。ICRP Publication 27 で報告されたように、 r の値は $1.65 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ (致死性がんについて $1.25 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ 、上述の遺伝的影響について $0.4 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$) と仮定された。

この実効線量当量は、個人としての作業員または公衆の構成員の防護において、委員会の基本的な線量の限度と比較すべき量として導入されたものである。与えられた実効線量当量でのリスクは性別と年齢によって変わることを委員会は認め、これはさらに ICRP Publication 27 で例示、説明されたけれども、委員会は、これらによる変化は小さくて、ほとんどの状況に適用するには平均値を使用することで十分足りると考えた (ICRP Publication 26, 39 項および106項)。

年齢による遺伝リスクの変化はとくに委員会の注意をひいた。最初の2世代における重篤な遺伝的障害の平均リスクは、遺伝有意線量をベースにすると、

* 訳注 被曝した個人の子と孫の世代。

集団中で 10^{-2} Sv^{-1} であると仮定された。通常の年齢分布をもつ一般集団では、このリスクはこの値の40%になると予想される（平均生殖可能年齢と平均寿命との比*）。このことから、生殖腺について $0.4/1.65=0.25$ という荷重係数が勧告されたのである。

もし作業者の集団の年齢分布が一樣であれば、遺伝リスク（最初の2世代における）は、生殖可能年齢の範囲内のリスクの期間が一般集団よりも短いため、単位遺伝有意線量当たりのリスクの $25\%((30-18)/(65-18))^{**}$ と仮定してよいであろう。この違いは、厳密に言えば、作業者に対する全リスクは $1.45 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{***}$ であり、生殖腺の荷重係数は $0.25/1.45=0.17^{****}$ であることを意味するが、作業者と公衆の構成員とに異なる荷重係数と異なる単位線量当量当たりのリスク値とを使わなければならないほど違いは大きくないと考えたのである。委員会はこの方針を変更すべき理由を見出さなかった。つまり、リスクと線量との推定値の正確さからみて、線量限度の適用にあたってもっと正確な手法をとることの正当性はないであろう。

これら荷重係数とリスク推定値は、個人がこうむるリスクの制限にとっては子と孫の世代の障害にくらべ重要性が少ないと考えられたため、3世代以降の遺伝障害を含まなかった。また、致死的でないがんも含まなかった。致死的でないがんを含めないこと——意図的にこうしたのであるが——は、線量限度との関係において損害を容認するかどうかの判断が、安全な諸産業における致死的影響のリスクとの比較に基づいて行われたことから、正当としてよい。ICRP Publication 26の97項で委員会は、放射線の致死的でない影響は、他の安全な職業においてみられる致死的でない影響とくらべてその頻度がずっと小さいことが経験的に知られているから、致死的影響だけを比較するこのやり方は

* 訳注 平均生殖可能年齢を30歳、平均寿命を75歳とすると $30/75=0.4$ となる。

** 訳注 30は平均生殖可能年齢。18歳から65歳まで職業につくと考える。

*** 訳注 $1.5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ のあやまり $(1.65-0.4+0.25) \times 10^{-2}=1.5 \cdot 10^{-2}$ 。

**** 訳注 $0.25/1.5=0.17$ とすべきである。

(14)

多分ひかえ目な比較であろうということを注意した。

ICRP Publication 26 の刊行以来、線量限度と比較するためだけでなく、最適化の過程での集団線量の算定のためにも、実効線量当量を用いる場合が増えている。その場合に、全遺伝障害と致死的でないがんとに考慮を払わないで実効線量当量を用いてよいかどうか、という疑問が生じた。

委員会はこの問題を検討して、最適化のさいの算定に実効線量当量を用いることに関して次に述べる結論に達した。将来にわたる遺伝障害を加えることは、全身均等被曝の場合、公衆の場合には $0.4 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ のリスクを、平均的作業者の場合にはこれより低いリスクを、さきに仮定された全リスクの $1.65 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ に加えることになろう。つまり全損害がただか 24% 増すことになろう。全身均等被曝でなく生殖腺がおもに照射されるという、より起こりにくい場合には、遺伝障害は実効線量当量のみが意味する値の 2 倍となろう。

致死的でないがんによる追加の損害の重みは、致死のがんにより死亡したための寿命損失の期間とくらべての、致死的でないがんが全快するまでの間正常な健康から失われる、これと同じ長さの期間に与えられる比重に依存するであろう。この比重 (K) を 0.1 とすれば (ICRP Publication 27)、致死的でないがんと良性腫瘍の誘発による損害は、全身均等被曝の場合に遺伝以外の全損害を 2% 増加させることになる。甲状腺と皮膚のようにがんによる致死率が低い器官が単独で照射されるならば、そして K に 0.5 という大きな値をあてはめると、全損害は実効線量当量のみが意味する値の約 2 倍に近くなろう。しかし体外被曝または放射性核種の混合物への被曝の多くの場合には、実効線量当量だけを使うことが全損害をかなり過小にみつめることにはならないであろう。

線量当量を作業者の防護のために使うというもとの使い方では、非確率的限度の方が、確率的影響のリスクに基づいて誘導された器官の荷重係数が示しているよりも、単一器官の被曝による最大リスクをより低く制限することがある、ということをつけ加えておこう。

甲状腺が選択的に照射を受ける場合には、 0.5 Sv y^{-1} という非確率的限度の方が、致死的な甲状腺がんの誘発に基づいた確率的限度 (1.7 Sv y^{-1}) よりもきびしい。致死的なものと致死的でないものとのすべての甲状腺がんの誘発に基づく確率的限度であれ、これに良性腫瘍の誘発も加えて推定した限度であれ、 0.5 Sv y^{-1} という非確率的限度の方がきびしいのである。すべての腫瘍をこのように考えに入れたとすれば、それが意味する確率的限度は、上に述べたように、 K を 0.1 とすれば 1.3 Sv y^{-1} 、 K を 0.5 とすれば 0.7 Sv y^{-1} となる。

今後の会合

委員会の専門委員会は、それぞれ1980年末までに会合してその仕事の進展状況を検討し、1981年3月に委員会が東京で会合するさい考察することになる諸報告を完成する予定である。

1980年3月

F.D. Sowby
Scientific Secretary,
ICRP,
Clifton Avenue,
Sutton, Surrey, SM2 5PU,
England

国際放射線防護委員会の 1983年ワシントン会議の声明

国際放射線防護委員会は1983年10月に米国ワシントンにおいて会議を開催した。委員会は、この会議の間に次の各点を明らかにする必要があることを認めた。

公衆の構成員に関する年摂取限度 (ALI) および誘導空气中濃度 (DAC)

緒 論

放射性物質に対する被曝は、確率的影響を容認できるレベルにまで減らし、身体の器官および組織における非確率的影響の発生を防止するために、ICRP Publication 26 (1977)で勧告された該当する線量当量限度によって制限されなければならない。放射性核種の ALI, あるいは化学的に不活性な放射性ガスによって汚染された大気中のサブマージョンに関する DAC は、そのような被曝の結果として身体の器官および組織に与えられる預託線量当量によって決定される。ICRP Publication 30 で勧告された ALI と DAC の値は、標準人に基づいた作業者のためのものである。作業者に対するこれらの値と、公衆の構成員に適切であろう値との違いの因子は、以下に論ずるように数多く、多様である。

線量当量限度

委員会は、公衆の構成員の確率的影響について、放射性物質に対する被曝からの預託実効線量当量は、いかなる1年間においても5 mSvに制限されるべき

こと、また、長期間にわたって繰り返される被曝に関してはさらに、終生にわたる被曝の各1年につきこれを1mSvに限定するのが賢明であろうと勧告している。

全生涯にわたって被曝する個人に関しては、預託実効線量当量は、一部は年摂取量と預託線量当量の間の年齢依存の關係に、一部は年摂取量に影響を与える年齢依存の諸因子によって変わる。実際には、公衆の被曝は、預託実効線量当量が最大になるであろう年齢グループの線量を、適切に制限することが確実に達成できるような、環境上の制限条件を適用することによって制限されるであろう。このグループに5 mSvという年預託実効線量当量の限度を適用することによって、大半の核種については、生涯の平均被曝が5 mSvよりも低くなるが、1 mSvという値よりは必ずしも低くならないという結果となるであろう。1年間に5 mSvという限度に対する生涯平均線量の比は、核種にも、環境に関する考慮や問題とする個人の生活様式によって決まるさまざまな因子にも依存するであろう。

委員会は、作業者に対しては種々のパラメータの平均値または代表値を勧告することができたが、公衆に対しては得られた結果の変動が大きすぎて、同様の勧告を行うには適当でなく、それゆえ各状況は独立に取り扱われなければならない。しかしながら、委員会は、1年間の摂取量とそれによって生じる預託実効線量当量の間の年齢依存の關係を示すような代謝モデルおよび線量算定モデルについて指針を与えることはできる。

預託実効線量当量の使用には二つの注意事項がある。ICRP Publication 30において委員会は、作業者の一つの器官における預託線量当量を計算するのに50年という積分時間を使用している。委員会は、修正係数が70/50を超えないであろうという理由で、この期間は公衆の構成員に対しても適切であると信ずる。例外的に、摂取したときの年齢からたとえば70歳まで積分するという、より複雑で、しかしより厳密な方法を使うこともできよう。

(18)

第二の注意事項は非確率的影響に関するものである。作業者に関する ALI の多くは、単一器官における蓄積線量を有意な非確率的影響を避けるのに十分なほど小さい値に限定するという要求によって制限されている。これらの場合には、預託実効線量当量だけに基づいた摂取限度では不適切であろう。公衆の構成員については、生涯にわたる平均年実効線量当量は 1 mSv を超えることはなく、最大生涯実効線量当量は 70 mSv 未満になるであろう。実効線量当量を導き出すために使われる最小の器官荷重係数は 0.03 であるから、起こりうる最大の器官線量当量は、生涯において 2 Sv をわずかに超えるだけであろう。公衆の構成員の単一器官に対する委員会の線量限度は、非確率的影響の発生を避けるために選ばれたものであり、約 3.5 Sv の生涯総線量当量に相当する。それゆえ、預託実効線量当量を制限すれば、生涯にわたって単一器官に関する限度を遵守していることになり、したがって非確率的影響を避けることができる。

身体の大きさ

たとえ放射性核種の取り込みと残留には年齢による相違がないとしても、その放射性核種の単位摂取量あたりの特定の組織の預託線量当量は、小児の方が器官および組織の重量が小さいので、成人より大きい値になるであろう（そして ALI はそれに対応して小さい値になる）。6 か月のときの体重が約 7 kg (ICRP, 1975) の、出生して 1 年以内の小児という極端な例では、透過力の小さい放射線を放出する短寿命放射性核種の単位摂取量あたりの一つの器官あるいは組織の預託線量当量は、70 kg の成人の約 10 倍であろう。Adams (1981) が述べているように、体組織に長く保持される長寿命の放射性核種（たとえば、 ^{239}Pu ）の摂取の場合には、長期間照射されている間に小児が成長するので、この係数は約 2 になるであろう。透過力の大きい光子を放出する放射性核種では、身体の大きさによる修正係数はもっと小さく、放射性核種の単位摂取

量あたりの預託線量当量は、体重には比例せずその2/3乗にほぼ逆比例する(Adams, 1981)。一つの器官の重量は体重に対してつねに一定の割合ではなく、また器官の形と相対的位置は年齢によって変化するけれども、これらの相違は通常は上で論じた係数には小さい影響しか与えないであろう。それゆえ、身体のみを考慮に入れるにしても、公衆の若い構成員に関する単位摂取量あたりの預託線量当量は、作業者の値の2倍未満から10倍までの範囲(そしてALIはそれに対応して小さい)であろう。そして任意の年齢における実際の数値は個人の体重によるだけでなく、放射性核種から放出される放射線の型および体組織中における残留にも依存するであろう。

化学的に不活性な放射性ガス中のサブマージョンに関し ICRP Publication 30で作業者に対して与えられているDACの値も、いろいろな大きさと体重をもつ公衆の構成員の値を与えるためには修正が必要であろう。多くの場合、サブマージョンに関するDACへのこの影響は小さいが、1年間の照射時間は作業者について仮定されている2,000時間よりも長いであろう。

代 謝

小児は成人とは非常に異なった代謝をもちうる。すなわち、血液中から器官および組織に化学物質を取り込む割合は異なり(しばしば多い)、排出速度も異なる(しばしば、より速い)。物質中の元素の放射性核種に関しては、身体の器官および組織への取り込みと残留は、代謝のほか放射性半減期にも依存するであろう。

生物学的取り込み速度と喪失速度との複雑な交錯を考慮すると、またALIを決めることになるかもしれない多くの器官および組織中での放射能の減衰も考慮すると、異なった年齢の人々に関するALIの相対値について代謝もっているかもしれない影響を一般化することは間違いのもとであろう。そして、個々の場合を注意深く考察することが賢明なやり方であろう。実際、該当する

データは少ないが、次に示すいくつかの例はこの問題の本質を説明するのに役立つであろう。

水収支の考察から、体内の水の平均寿命は成人で約14日、6か月の幼児では6日である(ICRP, 1975)。そしてトリチウム水の形の長寿命核種トリチウムの場合も同様の値をもつであろう。したがって、トリチウム水としてのトリチウムの単位摂取量からの体組織への預託線量当量は、体重差だけを考えると幼児では成人の10倍であることが予想されるのに、実際は約4倍にすぎないであろう。同様に、体重の軽い人々では長寿命の ^{137}Cs の物質交代がもっと速いために(Cryer および Baverstock, 1972)、この放射性核種の単位摂取量あたりの体組織のうける預託線量当量は、6か月の幼児では成人の約1.5倍にすぎない(Medical Research Council, 1975)。

甲状腺におけるヨウ素の平均寿命も年齢とともに増加するが、これは血液から甲状腺への取り込みがわずかに減少することに伴うものらしい(Medical Research Council, 1975; UNSCEAR, 1977; Dunning および Schwarz, 1981; Stather および Greenhalgh, 1983)。比較的半減期の短い放射性核種である ^{131}I では、甲状腺からの喪失速度には放射能減衰で支配されるためこの器官の中の平均寿命は全年齢にわたって大体同じであるので、生物学的物質交代の差はあまり重要でない。その結果、 ^{131}I の単位摂取量あたりの甲状腺に対する預託線量当量は、甲状腺の重量が約1/10であることを反映して6か月の幼児では成人の約10倍である(Medical Research Council, 1975)。しかしながら、非常に長寿命の ^{129}I では、若年者におけるより速い物質交代は彼らのより小さな甲状腺重量と相殺する傾向にあり、6か月の幼児の ^{129}I の単位摂取量あたりの甲状腺への預託線量当量は成人の約2倍にすぎない(UNSCEAR 1977)。

Papworth と Vennart (1973) および Leggett ら (1982) は、ストロンチウムの骨への取り込みと骨中での残留が年齢でどのように変化するかについて述べている。前の著者たちは、食べ物の形で摂取した ^{90}Sr および ^{89}Sr の単位

摂取量からの赤色骨髄と骨表面に対する預託線量当量の値を示している。長寿命の ^{90}Sr については、6か月の幼児についての値は成人の約5倍であるが、もっとずっと短寿命の ^{89}Sr ではその比は20—40の範囲にあり、実際の値は骨中にあるこの放射性核種の線量算定に使用したモデルに依存する。それに加えて、諸係数が異なる他の器官および組織からの預託実効線量当量への寄与もある。

化 学 形

ICRP Publication 30 で与えられた ALI の値は、作業場所においてもっとも多く遭遇しそうな放射性核種の化合物に通常は適切なものである。同じ放射性核種の化合物でも、環境や食物の中に見出されるものの代謝は異なることがある。その結果としての預託実効線量当量の値の変化は、非常に注意深く考慮されなければならない。たとえば、胃腸管から血液中への放射性核種の吸収が増加すると、消化管下部の預託線量当量は減少するであろうが、身体他の組織の線量は増加するであろう。このような増加は、胃腸系から他の器官および組織への移動に要する時間内の放射能の減衰が小さいときに非常に著しい。

いくつかの種の動物の新生児におけるある種の元素の胃腸系からの吸収が、Sullivan (1980 a, b) が述べているように、たとえばアクチニド元素など成体では非常に吸収されにくい化合物で100倍にも達することが知られている。この吸収の増加は生後ごく初期のみ起こり、離乳の頃には成体の値にまで減少する。これに伴って、しばしば胃腸管の管壁内残留が増加する。これが人の子供に起こると、この吸収と残留の増加は、生後ごく初期にある種の放射性核種を摂取したことによる体組織の預託線量当量を著しく増加させることになり、責任ある機関によるよりきびしい規制が必要になるかもしれない。

いくつかのアクチニドの胃腸系からの吸収に関する情報が Harrison (1982) によって検討された。彼は食物中のプルトニウムの吸収割合 f_1 が、生後3か

(22)

月までは1%であり、離乳期の間に減少し、約9か月目には0.05%の値になり、その後は年齢によって変化しないということを示唆している。また、その代わりとしてHarrisonは、生後1年間は0.5%、そしてその後は0.05%という一定の値を示唆している。これらの値はそれぞれ、ICRP Publication 30の中で非常に難溶性の酸化物および水酸化物を除いたすべてのプルトニウム化合物の作業による経口摂取についてのALIを決定するのに使用した値の50倍および5倍である。経口摂取された ^{239}Pu に関するALIは f_1 の値に逆比例し、異なった年齢における組織の重量に比例するであろう。いかなる反証もないときには、体組織内のこの放射性核種の長期間の残留は年齢によって変化しないと仮定される。それゆえ、Harrisonによって示唆された f_1 の値と、体組織に長期間保持される放射性核種に関して上に論じた重量の係数2を使うと、6か月の幼児の食物中 ^{239}Pu の単位摂取量あたりの預託線量当量は、成人の公衆の構成員に用いられる値の20倍であり、 ^{239}Pu 化合物の作業中の経口摂取に関するALIの最小値を計算するためにICRP Publication 30で使われた値の100倍である。吸入された ^{239}Pu に関するALIの推定値は肺から直接血液中に移動する放射性核種の大きな割合によっておもに決定されるので、ここで示唆された f_1 の値の大きさの変化にはほとんど影響されないであろう。

その他の因子

さらに研究を続ける価値があると思われる他の多くの因子がある。たとえば、ICRP Publication 30において開発された呼吸器系、胃腸管系および骨格のための線量算定モデルなどは、成人に関するものである。もっと情報が得られるまでは、小児に対しては呼吸率および食物摂取に関して適切な斟酌を行った上でこれらのモデルを使わざるを得ないであろう。

妊婦および慢性疾患の人に対して考慮する必要がある。胚および胎児における放射性核種の代謝およびそれらの放射線感受性についてもっとよく知る必要

がある。委員会は、いろいろな年齢における組織間にありうる放射線感受性の相違について検討を続けるであろうが、今のところ、これらの相違が、作業者についての荷重係数とは異なる一組の荷重係数を公衆の構成員について勧告するほど有意であるとは信じていない (ICRP Publication 26, 1977の125項)。

結 論

公衆の構成員に関する預託実効線量当量の制限は、生涯を通して単一器官の線量制限の要求に従い、したがって、非確率的影響を避けるのに十分なものである。二、三の放射性核種のおのおのについて、単位摂取量あたりのいろいろな組織に対する預託線量当量の幼児と成人との相対値が上記のごとく与えられている。幼児に関する数値は、成人の作業者に関する数値に比べて1倍から100倍までの間である。これらのそれぞれの例で、公衆の構成員について委員会が勧告した該当する年線量当量限度は、作業者の対応する値の10分の1である。その結果6か月の幼児のALIは、ICRP Publication 30で作業者における確率的影響を制限するために与えられた値の1/10よりわずかに小さい値 (^{137}Cs) から1/1,000 (経口摂取した ^{239}Pu) の範囲の値となるであろう。もっと年齢の高い公衆の構成員には中間の係数が適用されるであろう。この範囲の大きさは、それぞれの状況を注意深く考察する必要があることを強調している。

すべての状況について単一の係数を選ぶことは、多くの場合明らかに不必要に制限のし過ぎであり、そのような勧告は行わない。一方、個々の例にあてはまる係数すべてを網羅したリストを与えることは気力を失わせ、おそらくは報われない仕事である。委員会は、情報が増え、他の核種がとくに関心をひくものと認められたときに、例のリストを拡大するつもりである。この種の情報は、環境面の情報および公衆の構成員の行動様式についての情報とあわせて環境への放出を国家機関が制限することを可能にし、このような放出から生じる

かもしれない線量の算定を可能にするであろう。

文 献

- Adams, N. (1981) Dependence on age at intake of committed dose equivalents from radionuclides. *Phys. Med. Biol.*, **26**, No. 6, 1019-1034.
- Cryer, M.A. and Baverstock, K.F. (1972) Biological half-life of caesium-137 in Man. *Health Phys.*, **23**, 394-395.
- Dunning, D.E. and Schwarz, G. (1981) Variability of human thyroid characteristics and estimates of dose from ingested ¹³¹I. *Health Phys.*, **40**, 661-675.
- Harrison, J.D. (1982) Gut uptake factors for plutonium, americium and curium. National Radiological Protection Board. NRPB R-129, HMSO, London.
- International Commission on Radiological Protection (1975) Report of the Task Group on Reference Man. ICRP Publication 23, Pergamon Press, Oxford.
- International Commission on Radiological Protection (1977) Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26. *Annals of the ICRP*, **2**, No. 3.
- International Commission on Radiological Protection.
ICRP Publication 30, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers:
Part 1 (1979) *Annals of the ICRP*, **2**, No. 3/4.
Supplement to Part 1 (1979) *Annals of the ICRP*, **3**.
Part 2 (1980) *Annals of the ICRP*, **4**, No. 3/4.
Supplement to Part 2 (1981) *Annals of the ICRP*, **5**.
Part 3 (1981) *Annals of the ICRP*, **6**, No. 2/3.
Supplement A to Part 3 (1982) *Annals of the ICRP*, **7**.
Supplement B to Part 3 (1982) *Annals of the ICRP*, **8**.
- Leggett, R.W., Eckerman, K.F. and Williams, L.R. (1982) A case study in age-dependent dosimetric modelling. *Health Phys.*, **43**, 307-322.
- Medical Research Council (1975) Criteria for controlling radiation doses to the public after accidental escape of radioactive material. HMSO, London.
- Papworth, D.G. and Vennart, J. (1973) Retention of Sr-90 in human bone at different ages and the resulting radiation doses. *Phys. Med. Biol.*, **18**, No. 2, 169-186.
- Stather, J.W. and Greenhalgh, J.R. (1983) The metabolism of iodine in children and adults. National Radiological Protection Board. NRPB-R 140, HMSO, London.
- Sullivan, M.F. (1980a) Absorption of actinide elements from the gastrointestinal tract

- of rats. guinea pigs and dogs. *Health Phys.*, **38**, 173-185.
- Sullivan, M.F. (1980b) Absorption of actinide elements from the gastro-intestinal tract of neonatal animals. *Health Phys.*, **38**, 159-171.
- UNSCEAR (1977) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations, New York.

誘導空气中濃度 (DAC)

ICRP Publication 30 において、短寿命核種（希ガスの同位体以外の）に対する職業被曝に関する DAC の値は、吸入の結果器官および組織に与えられる線量当量に基づいている。委員会はこの線量当量に対して、体外被曝による追加の寄与もあるという事実に注目することを希望する。短寿命の物質が作業場に広く分布しているような状況では、この追加の寄与は、放射性核種の半減期が1日から10分に減少するにしたがって、吸入によるものの約1倍から100倍に増加するであろう。このような寄与は体外被曝の一部として算定すべきである。

作業集団における平均年線量

ICRP Publication 26で作業者に関する線量当量限度を論じている中で、委員会は作業者の平均リスクをいろいろな産業における平均リスクと比較した。委員会の意図は、平均線量当量に特定の限度があるべきであるということではなかった。むしろ、集団線量当量、したがって平均線量当量は、経済的および社会的な要因を考慮に入れて合理的に達成できるかぎり低く保つべきであるという、防護の最適化の手法によって制限されるべきものである。

電離放射線への女性の被曝

最近の文献¹⁾によると、M. Otake と W.J. Schull は、子宮内で電離放射線に被曝した小児に重篤な知恵遅れが生じるリスクがあることに注目している。

(26)

このリスクは、受胎後8週から15週までのかぎられた期間、すなわち2回の月経周期を失った後における照射が原因であると認められている。上記の文献が刊行されるまでの間に、委員会は電離放射線被曝を伴う作業に妊婦を雇用することに関する勧告および、妊婦のX線検査に関する勧告との関連でこの情報のもつ意味を検討した。

妊婦の職業被曝

ICRP Publication 26 の116項において、妊娠と診断された女性の職業被曝は、年間の被曝が線量当量限度の3/10を超えることがほとんどあり得ないという条件に限定されるべきことを勧告している（作業条件B）。

委員会は、この新しい情報は、これらの条件のもとで妊婦（彼女の胎児を含んで）の職業被曝から生ずると委員会が以前に判定した総合リスクを大きく増加させることはないという結論に達した。しかしながら、知恵遅れをひき起こすリスクは限定された期間にかぎられていることを示すこの新しい情報により、いくらかの追加的な勧告を行うことが適切である。

作業に従事する妊婦を防護する方法には、一般公衆の構成員の防護のために作られているものと広い意味で匹敵するような、胎児のための防護基準を設けるべきである。もし、作業条件Bのもとで、期待されるように線量率の大きな不均等が起こらなければ、2か月という問題となる期間に胎児のうける線量が約1mSvを超えることは考えられないであろう。委員会は、妊婦が線量をうけるさいの線量率の不均等を避けるために、特定の作業上の調整が行われるべきであること、そして胎児の線量を合理的に達成できるかぎり低く保つべきであることを勧告する。

生殖可能年齢の女性の職業被曝

Otake と Schull によって述べられたものに匹敵するようなリスクは、月経

周期を1回目に失う以前の期間における照射では起こらない。生殖可能年齢の女性の職業被曝に関する委員会の勧告は、妊娠しているかもしれないが、それとわかっていない女性に関するものである。これらの勧告は、被曝がほぼ規則的な率で起こっているのであれば、1年につき50 mSvという実効線量当量に加えて特別な線量限度を課するものではない。これらの勧告は引き続き有効である。

診断による女性の被曝

Otake と Schull によって発表された情報は、最後の月経開始後3か月および4か月の間の女性の診断検査にも関連をもっている。委員会は、妊娠している患者の防護の実際的な指針を含む ICRP Publication 34「X線診断における患者の防護」を作ったさいにこの情報を考慮に入れた。ICRP Publication 34では、妊娠しているかどうか認識されない妊娠の始めの2か月間における検査についても取り扱っている。

月経開始後の最初の10日間は、受胎は起こっていないので受精卵に対するリスクはない。月経開始後の4週間のうちの残りの期間において子宮内で照射された子供に対するリスクは、これらの4週間内に照射に関する特別の制限をする必要がないほど小さいようである。

- 1) M. Otake and W.J. Schull: *Br. J. Radiol.* (in press)

訳注：57, 409-414 (1985).

国際放射線防護委員会の 1984年ストックホルム会議の声明

国際放射線防護委員会(ICRP)は1984年5月にストックホルムにおいて、4つの専門委員会と一緒に年会を開催した。17か国から70名が出席し、委員会の現在の仕事を検討した。次の諸団体からも代表者あるいはオブザーバーが出席した：欧州協同体委員会(the Commission of the European Communities), 国際原子力機関(the International Atomic Energy Agency), 国際放射線単位・測定委員会(the International Commission on Radiation Units and Measurements), 国際電気標準会議(the International Electrotechnical Commission), 国際放射線防護学会(the International Radiation Protection Association), 経済協力開発機構原子力機関(the OECD Nuclear Energy Agency), 国際環境変異原・がん原物質防衛委員会(the International Commission for Protection against Environmental Mutagens and Carcinogens), 国際連合原子放射線の影響に関する科学委員会(the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)。

委員会は次の5つの報告書を今年中に Annals of the ICRP に発表することを承認した。それらは、

電離放射線の非確率的影響,

放射線治療における患者の防護,

ICRP が用いている重要概念および諸量,

重大な放射線事故時における公衆の防護,

公衆の放射線防護のためのモニタリングの諸原則,

である。

委員会はその専門委員会と作業グループの仕事を検討して、次の題目に関するいくつかの報告書が、来年頃に完成するものと期待されることを認めた：

胚と胎児の照射の発生・発育に及ぼす影響、
プルトニウムおよび関連元素の代謝、
放射性医薬品からの患者に対する線量、
作業者の体外放射線被曝を評価するためのデータ、
ICRP Publication 10, 10A, 24 および27の改訂*
ラドンに対する公衆の被曝。

これらに加えて、次の目的をもった作業グループが設けられた：

ICRP の肺モデルをみなおすこと、
ICRP の標準人をみなおし、改善すること、
放射性物質の廃棄に放射線防護の基本原則を適用することについて報告すること、
放射線防護最適化に費用・利益解析以外の手法を適用する方策を開発すること。

預託実効線量当量について

ストックホルム会議で委員会は、委員会の基本方針のうち預託線量当量を使用する基礎となっている方針について検討した。

委員会の基本方針は、操業の1年ごとに預託されるリスクを制限することであって、そのさい、それ以前の年々にもっと低いリスクが預託されていても過去の年を考慮せず、また、将来の年々に被曝状況の改善が見込まれても、将来も考慮に入れない、ということであることを再確認する。

* ICRP Publ. 10「職業被曝による体内汚染からの身体組織への線量の評価」、Publ. 10A「反覆取り込みまたは長期の取り込みによる体内汚染の算定」、Publ. 24「ウラン鉱山およびその他の鉱山における放射線防護」、Publ. 27「『害の指標』をつくらざるべき諸問題」。Publ. 24 以外は邦訳がある。

(30)

この目標は、50年という積算期間を使って預託線量当量から計算された年摂取限度を用いることで達成される。

委員会は、モニタリング結果を使って、ある種の物質とくにプルトニウムの年摂取量を推定することには実際上の困難があることを認識しているが、これら困難は克服することができ、また困難があるからといって上の結論が無効となるものではないと、委員会は信ずる。

密封線源によるビーム治療について

ICRP Publication 33「医学において使用される体外線源からの電離放射線に対する防護」の157項で、委員会は次の勧告を行った：

“(157) ビーム治療に使用するすべての密封 γ 線源は、線錐制御機構がOFFの位置にあるとき、線源から1mのところまで測った漏洩線の空気カーマ率が、 $10\mu\text{Gy h}^{-1}$ を超えることのないような収納容器に納めなければならない。容器の表面から5cmの容易に近付きうるいかなる場所においても、漏洩線の空気カーマ率は $200\mu\text{Gy h}^{-1}$ を超えてはならない。”

この勧告は、ICRP Publication 15「体外放射線源からの電離放射線に対する防護」で与えた、線錐制御機構がOFFの位置にあるとき、線源から1mの場所における照射線量率は2mR/hに制限するという勧告にかわったものである。委員会が照射線量率を1/2にへらすことを勧告したのは、従前の限度が、線量限度を超えないことを確実にするように装置を設計するためのもので、最適化の手法によって得たものではなかったためである。

委員会が得ている資料によれば、現在ある遠隔治療装置(ICRP Publication 15で行った勧告に沿って設計されたもの)からの集団線量は1ユニットにつき、1年当たり 10^{-2} 人・シーベルトを超えることはありそうにない。この理由で、現在ある装置のバックフィットは必要ないが、ICRP Publication 37で記した現実的な費用・利益解析により、増加する費用によってこの低減が正当化され

ないとはっきり示されないかぎり、新装置の設計は ICRP Publication 33 で与えた勧告に基づくべきである。

委員会のリスク推定値の根拠のみなおしについて

委員会と放射線影響に関するその専門委員会は、放射線に対する人の被曝の影響に関する疫学的報告とその他関連する報告の綿密な検討をつづけている。この検討には、低線量での単位線量当たりのがん誘発のリスクが、放射線防護の目的で ICRP が使ったものよりも高いことを示唆する多くの論文が含まれていた。これら論文はおもに、米国における核爆発実験の結果被曝した集団の調査に基づくものであった。リスク推定値に関係あるその他の論文は、広島と長崎における原爆被曝生存者の調査、および、放射線治療中に受けた被曝の調査に基づくものであった。有害な影響のリスクは、低線量被曝では減少することを記したいいくつかの報告も吟味した。

これら報告からは、委員会勧告の根拠となっている単位線量当たりのがん誘発の全リスクの現在の推定値と特定器官についての推定値を変更する必要性を示すような信頼すべき証拠を得ることはできなかった。

広島と長崎における生存者が受けた線量の再評価の進展に関する報告を受け取っている。この再評価、および、生存者の中での発がん率と死亡率に関する諸報告の継続サーベイの内容は、さらに情報が得られた段階で検討することとする。

1982年に国際連合原子放射線の影響に関する科学委員会（UNSCEAR）は、その1977年報告書当時に得られていた証拠に基づき ICRP が導いた放射線の遺伝的リスク推定値よりも低い推定値を報告した。このひきさげの根拠、および、放射線により誘発される遺伝性異常と先天性異常との種類と頻度から得られる損害の大きさの推定値について、検討中である。委員会が今後行う放射線リスクの見積りに、これら推定値がとり入れられることになる。

UNSCEAR は、中線量および低線量での放射線リスクの線量・効果関係の調査、および、中線量でいろいろな器官と組織に観察される影響の頻度の調査も行っている。委員会はこの作業と密接な接触を保っている。

委員会はまた、発生段階の子供の放射線被曝によって引き起こされたと思われる知恵遅れが、妊娠のどの期間の被曝で起こるかを決めた、最近発表された情報¹⁾、およびこれの発生の単位線量当たりのリスクを検討してきた。このことの発見が胚または胎児の防護に与える影響に対し、委員会はすでに注意を喚起した²⁾。委員会は、これら異常の誘発に関してその後研究が進行中であると知らされている。

文 献

- 1) M. Otake and W.J. Schull: In utero exposure to A-bomb radiation and mental retardation: a reassessment. *Br. J. Radiol.* 57, 409-414 (1984).
- 2) ICRP. Exposure of women to ionizing radiation—Statement from the 1983 Washington meeting of ICRP. *Annals of the ICRP*, 14, No. 1, vi-vii (1984).

国際放射線防護委員会の 1985年パリ会議の声明

国際放射線防護委員会 (ICRP) は1985年3月にパリにおいて会議を開催した。委員会はその専門委員会と作業グループの仕事を検討し、害の統一的な指標を展開するための定量的基礎に関する報告書を近く刊行することを承認した。

委員会は解説を必要とする次の四つの問題があることを認めた。

公衆の構成員に関する線量限度

委員会が1977年勧告 (ICRP Publication 26¹⁾) 中で行った、公衆の構成員に関する実効線量当量限度についての勧告*には、二つの数値が示された。1年につき 5 mSv という限度の使用が認められたが、これを用いることができるのは ICRP Publ. 26の120項から128項に記された条件下においてのみであるとされた。他の状況については、生涯の平均年線量が 1 mSvということに基づいて被曝を制限することが賢明であろうと、委員会は勧告した。

委員会の現在の見解は、主たる限度は1年につき 1 mSvであるということである。しかし、生涯にわたる平均の年実効線量当量がこの主たる限度、1年につき 1 mSv を超えることのないかぎり、1年につき 5 mSv という補助的線量限度を数年にわたって用いることが許される。

実効線量当量をこのように制限すれば、1年につき 50 mSv という非確率的影響を考えた器官線量限度は大部分の器官について不要となる²⁾。しかしなが

* 委員会の線量当量限度は、1年間の体外被曝に由来する実効線量当量と、同じ1年間の放射性核種の摂取による預託実効線量当量との和に適用する。

ら、皮膚と眼の水晶体の線量当量は個人に関する実効線量当量の計算に含まれない⁸⁾ので、これら二組織については器官線量限度が今なお必要である。勧告される線量当量限度は、公衆の構成員に関し皮膚、水晶体ともに1年につき50 mSvで、前と変わらない。

中性子の場合の線質係数の値

インビトロでの細胞に対するいろいろな影響とマウスの寿命短縮とに関わる中性子の生物効果比 (RBE) について現在得られる情報を、委員会は検討しつつある。この情報の意味合いは、委員会が今後4年ほどの間に行うことになっているもっと広範な勧告の検討の一部として考察されるであろう。その間、委員会は、中性子の場合 Q 値を2倍とすることを勧告する。したがって、速中性子の \bar{Q} に用いてよい近似値は10から20に変わる。

この変更は中性子に対してだけで、そのほかの Q の変更は今回は勧告しない。

潜在的に危険な放射線医療行為

委員会は、医学における防護の専門委員会から、透視装置の使用のさい、危険の可能性のある行為について知らされた。委員会勧告と委員会の報告書「医学において使用される体外線源からの電離放射線に対する防護」⁴⁾に与えられた指針を順守すれば、このような状況は生じないようにできるはずである。撮影台の上方にX線管のある透視装置は、操作者が遮蔽体で防護されていないならば、操作者にかなりのX線被曝を及ぼす可能性があり、委員会はとくにその導入に関心をもっている。防護エプロンをつけ、患者の横に立つ操作者では、撮影台の上方にX線管のあるスクリーニング装置からの線量は、X線管が撮影台の下にある装置と比較すると、手に対して250倍、眼に対して100倍、そして全身に対して35倍にもなることがある。作業負荷の大きい操作者では、眼の

水晶体に対する線量は、委員会が勧告した1年につき150 mSv(15 rem)という職業上の限度を大きく超え、これが続けば永久的損傷が生ずることにもなりうる。

委員会に今までに報告された、関心をひいた行為の他の例には、放射線医学と放射線防護の訓練を受けていない内科医または外科医によって行われる、複雑なX線検査がある。操作者は、患者にとって明らかな必要性が操作者自身に対する放射線傷害の将来のリスクよりも優先すると感ずるかもしれない。ときには、このことが、高線量レベルの被曝があってもわからないようにするために、個人モニタリング用具をはずしてしまうような事態を招いた。

これらの問題は、不必要に大きい透視用電流と不必要に長い透視時間を日常的に使用することにより増幅されている。委員会はビデオ記憶装置の使用を含めて、適切な防護用遮蔽の使用と技法に対する十分な注意とが、操作者に対する放射線の線量を大きく減らすことにつながり得る、と信ずる。放射線の危険性についての十分な訓練の必修と、眼と四肢に対する線量の詳しいモニタリングとが、操作者に対し危険をもたらす可能性のあるこれらの線量を大きく減らすのにとくに役立つであろう。

患者に対する線量低減について

委員会の報告書「X線診断における患者の防護」⁹⁾において委員会は、患者に対する線量をちょうど適度な費用で低減することになるであろうような、装置と技法とのいくつかの変更を勧告した。今日、これらの変更は、委員会が考えていたような速さでは導入されてきていないように思われる。そこで委員会は、製造業者と放射線臨床医に対して、これらの変更は効果があり、変更によって達成される損害の低減の価値によって相殺されるよりもはるかに安い費用で導入できるものであることを強調したい。

とくに委員会は、希土類増感紙をもっと使用することと、カセット前面、天

(36)

板およびグリッドスペーサーに、減衰の非常に小さい物質（たとえば炭素繊維の製品）を選択することを勧告する。

文 献

- 1) ICRP Publication 26. *Annals of the ICRP*, Vol.1, No. 3, 1977.
- 2) Statement from the 1983 Washington meeting of the Commission. *Annals of the ICRP*, Vol.14, No. 1, 1984.
- 3) Statement from the 1978 Stockholm meeting of the Commission. *Annals of the ICRP*, Vol. 2, No. 1, 1978.
- 4) ICRP Publication 33. *Annals of the ICRP*, Vol. 9, No. 1, 1982.
- 5) ICRP Publication 34. *Annals of the ICRP*, Vol. 9, Nos. 2/3, 1982.

国際放射線防護委員会の 1987年ワシントン会議の声明

委員会は、ICRP Publication 48 “プルトニウムとその関連元素の代謝” (ICRP 1986) から抜粋したつぎの部分 (7.4~7.12 項, 7.15 項) に注意を払うことを希望する。

(ICRP Publ. 48 からの引用)

胃腸管からの吸収

大幅に増大した胃腸管からのプルトニウムの吸収に関するデータ群の示すところによると、プルトニウムの吸収は、経口摂取した質量、絶食、食品中へのとりこまれかた、クエン酸塩や DTPA のような錯形成陰イオン、そしてその他の多様な要因によって影響を受ける。同一と考えてよいと思われる化合物の吸収についての動物データはしばしば広範なばらつきを示すが、このことは、吸収が吸収部位における化学的な微小環境に決定的に依存しているであろうことを示唆している。

ICRP Publ. 48 の第 4 章に述べられ検討されている広範なデータに基づいて、表に掲げた吸収割合 (f_1) の値は放射線防護のための最良の推定値とみなされる。プルトニウムその他のアクチニドの不明の化合物または混合化合物に対し提案された $f_1=10^{-3}$ という値は、放射線防護の目的には適切な安全余裕を含んでいると考えられることを、ここで強調しなければならない。比較のために、ICRP Publ. 30 (ICRP 1979) に与えられている作業者に対する年摂取限度 (ALI) の算定に用いられた f_1 の値を表の右欄に掲げてある。

10^{-3} という慎重な値を用いることは、決定グループに対する場合または集団

表 ICRP Publ. 48 で提案された f_1 の値と ICRP Publ. 30 で
 勧告された値との比較

元素	被曝の種類 化合物	$f_1 \times 10^4$	
		ICRP Publ. 48	ICRP Publ. 30
Pu	職業上の被曝		
	“多分散の” 酸化物以外の酸化物	0.1	0.1
	硝酸塩	1	1
	その他の化合物あるいは不明の混合物	10	1
	公衆の被曝（食物連鎖経路の）		
	すべての化合物	10	—
Np	職業上および公衆の被曝		
	すべての化合物	10	100
Am	職業上および公衆の被曝	10	5
Cm			
Cf			

線量を推定する場合のように、吸収の最良の推定値が要求されるすべての状況に適切とは限らないかもしれない。そのような場合には、その特定の状況に対する、より適切な別な値が正当化できれば、それを使用すべきである。

胃腸管からのプルトニウムの吸収は、ヒトの新生児では少なくとも1桁は大きいであろうことを示唆する強力な証拠が存在する。この増大した吸収は、生後の数日あるいは数週間間に非常に急速に減少するように思われるが、プルトニウムの胃腸管吸収が成人のレベルにまで減少する年齢はまだわかっていない。生後最初の1年に対しては、 10^{-2} という f_1 値が示唆され、それ以後のすべての年においては成人の値である 10^{-3} が適用される。生涯リスクの算定のためには、一般公衆に適用する場合全年齢について 10^{-3} という f_1 値が、防護の観点から適切であるように思われる。動物およびヒトの新生児の胃腸管からのアクチニドおよびその他の重金属の吸収に関してはさらに多くの情報が必要である。

肝臓、骨および生殖腺における残留

プルトニウムについてのヒトの組織の分析から得られたさらに新しいデータは、肝臓と骨が主要な沈着部位であり、血流中に達したプルトニウムの約80%に相当するという従来の仮定を確証している。理由は不明であるが、プルトニウムの肝臓と骨格間の分配は、個々の場合で広範囲に変動する。しかし、最もありそうな平均的な沈着は骨格に50%、肝臓に30%と考えられる。得られたデータによると、この分布はアメリカウムとキュリウムにも適用できることが示唆される。しかしながら、プルトニウム、アメリカウムおよびキュリウムの沈着の個体間の変動は非常に大きいので、放射線防護の目的には、肝臓と骨格の間で分布は等しい（各々に45%）とする ICRP Publ. 30 のモデルが依然として適切な仮定である。動物データの示すところによると、高原子番号のアクチニド、すなわちカリホルニウム、パークリウム、およびアインスタイニウムについては、初期分布として骨格に65%、肝臓に25%とするのがより適切であると思われる。ネプツニウムについては、これらに対応する値は75%と15%であろう。

小児および新生児におけるアクチニドの骨格と肝臓との間の分配は、代謝の違いのため成人で観察されたものとは異なっているようである。

生殖腺については、精巣に0.035%、卵巣に0.011%という現在仮定されている値は、そのように精密な数値が正確に得られているかのような誤った印象を与えるが、その点を除けば適切と思われる。しかしながら、より高感度な分析法が人体の解剖試料の分析に使えるようになりつつあるので、これらの数値は今後絶えず見直していくべきである。

残留のパラメータに関しては、ICRP Publ. 19 (ICRP 1972) で勧告され、ICRP Publ. 30 で採用されたプルトニウムの肝臓における40年の半減期と骨格における100年という半減期の両方とも、長すぎることを示唆するかなりの

証拠が存在する。肝臓と骨格でそれぞれ20年および50年という残留の半減期の値が、現在ではもっと合理的であると思われる。

肝臓におけるアメリシウムの残留の半減期がプルトニウムより短いというデータがあるが、ヒトのデータは限られており、動物のデータから外挿するための確信できる根拠も欠けている。現在のところ、ネプツニウム、アメリシウム、あるいはもっと高原子番号のアクチニドの残留時間がプルトニウムの値と大きく異なるという仮定を強いるような論議はできない。

ICRP Publ. 30 において、すべてのアクチニドの精巣および卵巣における残留半減期を無限大と仮定していることは慎重な仮定であって、これは、ヒト以外の霊長類の研究では比較的短い半減期が示唆されているけれども、大部分の実験動物のデータと矛盾しない。

f_1 および肝臓と骨格における残留半減期に関する 提案された変更が ALI に及ぼす影響

示唆された代謝パラメータの変更は、ICRP Publ. 30 に与えられている ALI の値に関し、いくつかの問題を生ずる。長い物理的半減期のプルトニウムの同位体については、不明の化合物または混合化合物の経口摂取の ALI は、ほとんど10分の1にまで引き下げられる必要が生ずるのであろう。しかしながら、硝酸塩または酸化物の形のプルトニウムの長寿命同位体の経口摂取の ALI は、消化管粘膜に対する線量が最大の重要性をもつ物理的半減期の短い同位体の経口摂取の ALI とともに、変更の必要性はほとんどないであろう。同じように、吸入されたプルトニウム同位体についても、この状況では胃腸管から血液への移行が肺から血液への移行にくらべて非常に少ないから、ALI に対する影響は少ないであろう。経口摂取されたアメリシウム、キュリウムおよびカリホルニウムに対する ALI の値は、提案された f_1 値が従前の値の 1/2 になるにすぎないから、もっとずっと影響が少ないであろう。²³⁷Np については、経

口摂取による ALI は約1桁大きくする必要があろう。

(以上, ICRP Publ. 48 からの引用文)

委員会はここに, ICRP Publ. 48 で提案された数値と手法の採用を勧告する。

参 考 文 献

- ICRP 72. The Metabolism of Compounds of Plutonium and Other Actinides. ICRP Publication 19 (1972). A report prepared by a Task Group of Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford, England.
- ICRP 79. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 Part 1. *Annals of the ICRP*, Vol. 2, No. 3/4 (1979). Pergamon Press, Oxford, England.
- ICRP 86. The Metabolism of Plutonium and Related Elements. ICRP Publication 48. *Annals of the ICRP*, Vol. 16, No. 2/3 (1986). Pergamon Press, Oxford, England.

国際放射線防護委員会の 1987年コモ会議の声明

国際放射線防護委員会は1987年9月7日～17日に、4つの専門委員会とともに会合した。会合の構成メンバーは、多くの異なる分野を専門とする、20か国からの合計75名の科学者であった。CEC, COMECON, IAEA, ICPEMC, ICRU, IEC, IRPA, OECD/NEA, UNEP, UNSCEAR, および WHO からのオブザーバーも参加した*。

ICRP の基本的勧告

委員会は現在、1977年の ICRP Publication 26¹⁾ およびその後の数回の声明と修正^{2, 3, 4, 5, 6, 7)}の中に記されたその基本的勧告を、その他の ICRP 報告書(た

* 訳注

CEC: Commission of the European Communities 欧州協共同体委員会

COMECON: Council for Mutual Economic Assistance 共産圏経済相互援助協議会;
コモコン

IAEA: International Atomic Energy Agency 国際原子力機関

ICPEMC: International Commission for Protection against Environmental Mutagens and Carcinogens 国際環境変異原・がん原物質防禦委員会

ICRU: International Commission on Radiation Units and Measurements
国際放射線単位・測定委員会

IEC: International Electrotechnical Commission 国際電気標準会議

IRPA: International Radiation Protection Association 国際放射線防護学会

OECD/NEA: Organization for European Economic Cooperation and Development/
Nuclear Energy Agency 経済協力開発機構原子力機関

UNEP: United Nations Environmental Programme 国際連合環境プログラム

UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation
国際連合原子放射線の影響に関する科学委員会

WHO: World Health Organization 世界保健機関

たとえば Publication 33⁸⁾, 37⁹⁾, 39¹⁰⁾, 40¹¹⁾, 41¹²⁾, および 46¹³⁾) にあるものも含めて、改訂しつつある。

この改訂の目標は、これら表明された基本方針を、一貫性を持つよう再検討して最新のものとすること、および、可能なかぎり明確、かつあいまいでないように表現され、解説と現在の科学的知見の引用によって補強された、一組の基本的勧告を作成することである。この改訂勧告は、委員会の4つの専門委員会および数多くの臨時の作業グループによる準備作業ののち、1990年までに完成することが期待されている。この仕事には、線量限度の数値を含む線量制限体系全体の再検討と再評価とが含まれる。

がんのリスクの算定

これに関連して、単位実効線量当量当たりのがんリスクの算定につき現在行われている研究が非常に重要である。リスクの広範な再検討が、たとえば UNSCEAR およびアメリカの BEIR-5 委員会*1により、また ICRP 自身の生物影響に関する専門委員会1でも、行われつつある。いくつかの研究の結果が、2年以内に得られるものと期待される。

委員会はリスクに関係する論文をつねに調査しており、その関係で、ごく最近発表された放射線影響研究所(RERF)の業績報告書、D.L. Preston と D.A. Pierce による“原爆被爆者の線量推定方式の改訂による癌死亡リスク推定値への影響”¹⁴⁾が委員会およびその専門委員会1によって検討された。

この報告書は、広島と長崎における原子爆弾被爆による臓器線量推定値の平均的な変化、および、その結果もたらされるがん誘発リスクの推定値の増加にとり、非常に重要なものであると認められた。新しい“DS86”^{*2}線量算定方式によると、リスクのこの増加は、広島、長崎両市で起こったと考えられるような

*1 訳注: Biological Effects of Ionizing Radiation に関する第5次委員会

*2 訳注: Dosimetry System 1986

中性子被曝に対して合理的な生物効果比の値を仮定すると、従来の“T65D”^{*}線量算定方式により推定した場合のリスクに比べ約1.4倍になると報告されている。

これに加えて、厳密には新線量算定方式の効果ではないが、今までに“DS86”線量が得られている集団サンプルの追跡期間がより長くなった(1985年まで)ことから、被曝当時若年(10歳未満)であったグループについて以前よりも信頼できる推定値が得られるようになった。これを含め、かつ論文に述べられている他の因子も考慮すると、広島、長崎の被爆集団についてのリスク推定値は全体として2倍程度に大きくなる。この変化は全年齢層を含む集団に関するものであり、18~65歳の作業員集団では変化はもっと小さいであろう。したがって、この知見だけでは、職業上の被曝に関する線量限度を変えるべき理由として十分であるとは考えられない。

一般集団についても、この新データが示すリスクの増加により、医療放射線と自然バックグラウンド放射線とを除く線源からの被曝について、主限度を1年につき5 mSv から1 mSv に下げた⁶⁾(1985年に)のに引き続いてまた線量限度の勧告値の変更が必要とは考えない。

しかしながら、がん誘発に関する委員会の現在のリスク推定値にこれらよりもかなり大きい変化を及ぼしそうなものは、そのほかの2つの要因である。第一に、いかなる線量でもその効果は(5ないし10年の初期潜伏期が過ぎてから)被曝後にすべての年齢の自然発がん率を一定比率で増加させることである、と決まると仮定しよう。がん誘発の予測についてこのような“相対リスク”モデルは、乳がんおよびおそらく他の2種類のがん(肺がんと腸がん)について今までに得られたデータに合うようにみえる。他の2種類のがん(白血病と骨がん)については、被曝後25年のうちに完全に(骨の場合)、あるいはほとんど(白血病の場合)新しい症例がみられなくなったので、相対リスクモデルは

* 訳注: Tentative 1965 Dose

棄却することができる。その他のどのがんにも“相対リスク”モデルが適用できるか、また、このモデルが、被曝後の全生涯にわたり一定の増加率で適用されるかどうかは、まだ不確かである。重要と思われるこの問題は研究課題として残されている。第二に、線量反応曲線の形も、高線量における観察から低線量におけるリスクを算定するさいの重要な要因の一つである。Preston と Pierce の論文では、ある低減係数が使われている。この関係はさらに研究を要する。

これらリスクデータは、決定的というにはほど遠いので、委員会は、線量制限体系の改訂への影響を判断する前に、委員会がもつ疫学的情報について現在行われつつある広範な評価の結果を待つこととする。

それまでの間、線量制限に関する現在の勧告を ICRP の意図に従って解釈し、それに従うのが慎重な態度であろう。これが実行されれば、線量限度の数値は、ほとんどの場合、線量の制限における支配的因子とはならないであろう。したがって、線量限度の選択に関する最終判断は、何ら重大な結果を生ずることなく、十分な科学的再検討を待つことができる。

それは、すべての線量を“合理的に達成できるかぎり低く”保つ（最適化）という要件によって、ほとんどの状況下で線量は線量限度よりもはるかに低く保たれるはずだからである。委員会は、Publication 26¹⁾ で示された委員会の見解、すなわち、線量限度に近い被曝が容認されるのは、線量低減が合理的に達成可能ではなく、かつこの行為が正当であると認められている場合に限り、ということを再び強調したい。限度は計画のために意図したものではなく、むしろ容認不可能と考えなければならないリスクレベルの境界値を示すものである。線量限度を下まわる被曝であっても、それらは“合理的に達成できるかぎり低い”場合にのみ容認できるものなのである。

精神発達遅滞のリスク

この新線量算定方式が子宮内での発生の過程で放射線に被曝した子供達に起

こっている重篤な精神発達遅滞のリスクの推定値に及ぼす影響に関する検討論文も、現在準備中である。3年ほど前に、この効果は受胎後8～15週の期間に引き起こされるらしく、また、それほどひどくはないものが受胎後16～25週にも起こるが、そのほかの妊娠期にはこの効果の誘発についての感受性は検知できないと思われることが示された¹⁵⁾。ICRPは、推定値の信頼区間はかなり広いとしながらも、初期つまり8～15週の期間において、これらの効果を引き起こす線量にはしきい値はないと推定した、重要な報告書¹⁶⁾を刊行した。

新線量算定方式によっても、重要な妊娠時期には変わりはない。しかし、予報的情報によれば、新線量算定方式によると、リスク推定値は感受性の高い期間で平均して Gy 当たり約40%から45%へと、いくぶん大きくなるかもしれない。

生物影響に関する専門委員会1に提出されたいくつかの予報的解析が、はっきりとしたしきい値が存在するかもしれないことを示していることは、放射線防護上重要かもしれない。

温泉中のラドン

近年、ICRPは、温泉あるいは療養所の中のラドンに人々を意識的にさらすという行為が広く行われていることを知らされた。最近の刊行物である ICRP Publication 50¹⁷⁾ “屋内におけるラドン娘核種への被曝による肺がんリスク”で、委員会はラドン被曝に伴う肺がんのリスクの推定値を示した。この放射線被曝は明らかに制御可能なものであるから、ICRPは、その線量制限体系をあてはめるべきであると勧告している。医学的処置の一部分と認められるような行為については、線量制限体系のうちの、放射線の医学利用に適用される部分に関係する。それはその行為が正当化され、かつ防護が最適化されるべきであるということである。すなわち、そのような被曝は、そのやり方が患者にとって正味の便益をもたらすこと、および、その被曝が有効であると判断される最

低レベルにまで減らされていることに、国の当局と個々の担当医が満足しているならば、そしてそのような場合にのみ、与えられるべきである。これら便益バランスは、ICRP Publication 44 “放射線治療における患者の防護”¹⁸⁾で概説したエフィカシー分析 (efficacy analysis) の手法を使って決めるべきである。

この種の施設で働いているときに被曝する人々に関しては、線量制限体系全体があてはまるであろう。この場合には、正当化と最適化とに加えて、線量限度の適用および、ICRP Publication 26¹⁾ および 32¹⁹⁾ に作業者について与えられているその他すべての関連諸勧告の適用が必要とされるであろう。

また、ラドン被曝をもっぱらリクリエーションの目的で利用するという報告もある。委員会は、このような慣行は肺がんのリスクを増大させる危険をもつということを、関係者に対し注意喚起したい。

X線乳房撮影における放射線量推定のための標準条件

X線乳房撮影はますます盛んに用いられており、いろいろな年齢層グループに適用されるX線乳房撮影のためのリスク便益分析および費用便益分析を行う努力が多く、国で払われている。現在のところ、放射線量の表し方はかなりさまざまである。放射線量の的確な算定が行われるよう標準化して、そのような推定値を国々の間で比較できるようにする必要がある。

女性の乳房は脂肪組織と腺組織との複合体である。腺状上皮と管状上皮、および付随する間質を含め、腺組織は、皮膚、脂肪組織あるいは乳輪よりも発がんの放射線感受性が高い。したがって、皮膚層を除いた腺組織に対する平均吸収線量が、X線乳房撮影による放射線リスクの算定のための望ましい量である。腺組織の平均吸収線量に関する特定データがなかったために、乳房全体、皮膚、あるいは乳房の中心面にある組織の小体積などにおける平均吸収線量のような他の量が過去に便宜的に用いられてきた。今や、腺組織の平均吸収線量の計算ができるような広範なデータ^{20, 21)}が利用可能であり、したがって、この

望ましい量の使用を容易に実行にうつすことができる。

無症状で定形的X線乳房撮影を受ける女性の大部分は40歳以上である。したがって、標準乳房は、このことを考慮に入れるため、かなりな量の脂肪を含む組成の組織とすべきである。50%脂肪組織、50%腺組織が乳房中に均一に分布するという組成が、この分野の研究者によって用いられている^{20, 22, 23, 24}。

X線乳房撮影における乳房の吸収線量に影響する大切な寸法は、乳房の厚さである。X線乳房撮影では、よりよい像を得るため、乳房をほとんど均一の厚さになるように強く圧迫するか、または、円錐形になるようにより弱く圧迫する。強圧迫による均一乳房厚が、標準寸法として採用されている^{20, 22, 23, 24}。

委員会はしたがって、X線乳房撮影による放射線の線量推定のための通常の標準条件は、50%脂肪および50%腺組織から成る、均一に圧迫された乳房中の腺組織（皮膚を除く）内の平均吸収線量とすべきことを勧告する。標準乳房厚が示されるべきである。

ICRP Publication 30 への追補

委員会は、ネプツニウム(Np)、プルトニウム(Pu)、アメリシウム(Am)、キュリウム(Cm)、バークリウム(Bk)、カリホルニウム(Cf)、アインスタイニウム(Es)、フェルミウム(Fm)、およびメンデレビウム(Md)についてのALIおよびDACの改訂値が示されているICRP Publication 30への追補を採択した。そのほかにこの追補には、ICRP Publication 38²⁵に核変換データが与えられていたいくつかの放射性核種 (⁸²Sr, ^{95m}Tc, ⁹⁵Tc, ¹¹⁶Sb*, ¹³⁴La) についてのALIとDACとが、はじめて与えられている。この追補はAnnals of the ICRPに発表される予定である。

訳注 *¹¹⁶SbのALIとDACは、すでにPubl. 30に記載されている。

ICRP の刊行物

ICRP Publication 50¹⁷⁾ が最近刊行された。この報告書はもっぱら、吸入されたラドン娘核種に対する屋内での被曝に伴うリスクに関するものである。その結果によれば、肺がんの主要な原因は多くの国で今なお喫煙であるとみなされるけれども、集団中に観察される肺がん頻度のうちのかなりな割合は ^{222}Rn 娘核種に対する屋内での被曝が原因のようである。

近く刊行が予定されている報告書は次の通りである：

Publ. 51 体外放射線に対する防護に用いられるデータ

Publ. 52 核医学における患者の防護

Publ. 53 患者に対する放射性医薬品からの放射線量

Publ. 54 作業者による放射性核種の摂取に関する個人モニタリング：計画と解釈

これらの報告書は6か月以内に Pergamon Journals Ltd., Oxford England から入手できるようになるはずである。

参 考 文 献

1. ICRP Publication 26, 1977. Recommendations of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 1, (3). Pergamon Press, Oxford.
2. Statement from the 1978 Stockholm Meeting of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*, 2, (1), pp.4. Pergamon Press, Oxford.
3. Statement and Recommendations of the 1980 Brighton Meeting of the ICRP. *Annals of the ICRP*, 4, (3/4), pp. 5. Pergamon Press, Oxford.
4. Statement from the 1983 Washington Meeting of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*, 14, (1), i-vii. Pergamon Press, Oxford.
5. Statement from the 1984 Stockholm Meeting of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*, 14, (2), i-iii. Pergamon Press,

Oxford.

6. Statement from the 1985 Paris Meeting of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*, **15**, (3), i-ii. Pergamon Press, Oxford.
7. Statement from the 1987 Washington Meeting of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*. Pergamon Press, Oxford (in press). 訳注: **17** (2/3), i-iii.
8. ICRP Publication 33, 1982. Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine. A report of the ICRP Committee 3. *Annals of the ICRP*, **9**, (1). Pergamon Press, Oxford.
9. ICRP Publication 37, 1983. Cost-benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, **10**, (2/3). Pergamon Press, Oxford.
10. ICRP Publication 39, 1984. Principles for Limiting Exposure of the Public to Natural Sources of Radiation. A report of the ICRP. *Annals of the ICRP*, **14**, (1). Pergamon Press, Oxford.
11. ICRP Publication 40, 1984. Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, **14**, (2). Pergamon Press, Oxford.
12. ICRP Publication 41, 1984. Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation. A report of a Task Group of the ICRP Committee 1. *Annals of the ICRP*, **14**, (3). Pergamon Press, Oxford.
13. ICRP Publication 46, 1985. Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste. A report of the ICRP Committee 4. *Annals of the ICRP*, **15**, (4). Pergamon Press, Oxford.
14. Preston, D.L. & Pierce, D.A. 1987. The effect of changes in dosimetry on cancer mortality risk estimates in the atomic bomb survivors. Technical Report RERF TR-9-87. Radiation Effects Research Foundation, Hiroshima, Japan.
15. Otake, M. & Schull, W.J. 1984. *In utero* exposure to A-bomb radiation and mental retardation: a reassessment. *Brit. J. Radiol.*, **57**, 409-414.
16. ICRP Publication 49, 1986. Developmental Effects of Irradiation on the Brain of the Embryo and Fetus. A report of a Task Group of the ICRP Committee 1. *Annals of the ICRP*, **16**, (4). Pergamon Press, Oxford.
17. ICRP Publication 50, 1987. Lung Cancer Risk from Indoor Exposures to Radon Daughters. A report of a Task Group of the ICRP. *Annals of the ICRP*, **17**,

- (1). Pergamon Press, Oxford.
18. ICRP Publication 44, 1985. Protection of the Patient in Radiation Therapy. A report of the ICRP Committee 3. *Annals of the ICRP*, **15**, (2). Pergamon Press, Oxford.
 19. ICRP Publication 32, 1981. Limits for Inhalation of Radon Daughters by Workers. A report of the ICRP. *Annals of the ICRP*, **6**, (1). Pergamon Press, Oxford.
 20. Stanton, L.S., Villifana, T., Day, J.L. & Lightfoot, D.A. 1984. Dosage evaluation in mammography. *Radiology*, **150**, 577.
 21. Rosenstein, M., Andersen, L.W. & Warner, G.G. 1985. Handbook of Glandular Tissue Doses in Mammography. HHS Publication (FDA) 85-8239. National Technical Information Service, Springfield, Virginia, U.S.A.
 22. NCRP Report No. 66, 1980. Mammography. Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements. Washington, D.C., U.S.A.
 23. Hammerstein, G.R., Miller, D.W., White, D R., Masterson, M.E., Woodward, H.Q. & Laughlin, J.S. 1978. Absorbed radiation dose in mammography, *Radiology*, **130**, 485.
 24. NCRP Report No. 85, 1986. Mammography—A user's guide. Recommendations of the National Council on Radiation Protection & Measurements. Washington, D.C., U.S.A.
 25. ICRP Publication 38, 1983. Radionuclide Transformation: Energy & Intensity of Emissions. A report of a Task Group of the ICRP Committee 2. *Annals of the ICRP*, **11-13**. Pergamon Press, Oxford.

(1) Pergamon Press, Oxford.

18. ICRP Publication 11, 1985. Protection of the Patient in Radiation Therapy. A report of the ICRP Committee on Health of the ICRP, 12 (2). Pergamon Press, Oxford.

19. ICRP Publication 22, 1981. Limits for Intake of Radon Daughters by Workers. A report of the ICRP, Health of the ICRP, 6 (1). Pergamon Press, Oxford.

20. Samuel, J. G., Villiam, T., Lee, J. L. & Lightfoot, D. A., 1981. Dose-rate effects in mammography. *Radiology*, 158, 717.

21. Rosenfeld, M., Anderson, L. W. & Warner, G. L., 1982. Handbook of Clinical Film Plates in Mammography. ICRP Publication (ICRP) 23-2338. National Technical Information Service, Springfield, Virginia, U.S.A.

22. ICRP Report No. 6, 1982. Mammography: Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements. Washington, D.C., U.S.A.

23. Cummings, G. R., Miller, D. W., White, R. H., Marston, M. E., Woodward, H. G. & Langford, J. E., 1978. Absorbed radiation dose in mammography. *Br J Radiol*, 51, 69.

24. ICRP Report No. 27, 1981. Mammography—A new guide for practitioners. The National Council on Radiation Protection & Measurements, Washington, D.C., U.S.A.

25. ICRP Publication 36, 1983. Radiological Protection of Patients in Mammography. A report of a task force of the ICRP Committee on Health of the ICRP, 14-15. Pergamon Press, Oxford.

国際放射線防護委員会勧告

(1977年1月17日採択)

定価 1,000 円

昭和52年11月15日 第1刷発行

昭和63年12月15日 第6刷発行

編 集
および
発 行

社団法人 日本アイソトープ協会

財団法人 仁科記念財団

113 東京都文京区本駒込二丁目28番45号

電 話 (03) 946-7111

振 替 東京 8-143345

発売所

丸 善 株 式 会 社

印刷・製本 富士美術印刷株式会社