解 説

原子放射線の影響に関する国連科学委員会第 31 回会議

市 川 龍 資^{*1}

(1983 年 2 月 2 日受理)

The 31st Session of United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

Ryushi ICHIKAWA^{*1}

KEY WORDS: UNSCEAR, natural radiation, fallout, nuclear power, medical exposure, occupational exposure

この委員会の活動や報告書についてのこれまでの情報は、「国連科学委員会 1972 年報告」¹⁾ (1972), 「放射線影響科学委員会の最近の動向」²⁾, 「放射線影響国連科学委員会第 26 回会議」³⁾, および「放射線影響国連科学委員会第 28 回会議」⁴⁾ に述べてあるので参照していただきたい。

さきに予定されていた 1981 年報告は種々の事情で遅れ、1982 年報告としてこの秋の国連総会に提出される運びとなった。第 31 回会議は昭和 57 年 3 月 15 日から 26 日までウィーンの Vienna International Center 会議場で開かれ、1982 年報告の内容について最終的なつめを行った。このセンターはニューヨークの国連ビル、ジュネーヴの国連欧州本部（昔の国際連盟の建物）につぐ第三の国連ビルといわれ、ドナウ河をはさんでウィーン市の向い側にそそり立っている。オーストリア政府が国際機関を誘致するため国費で建設し、国連に提供しているもので、IAEA その他の国際機関が入っている。原子力放射線の影響に関する国連科学委員会の事務局もこのビルに入っているため、この委員会の会議は現在いつもこのセンターで開催されるようになった。

今回用いた草案は、1982 年報告の内容構成になっており、総会への報告書主文と、多数の付属書 (annex) とから成っている。主文は総会に対する報告であるから平易にとりまとめた概説であり、付属書は技術的に高度のもので各分野の専門家に適した内容になっている。付属書の各題名は次のとおりである。

- A. 線量評価モデル
- B. 自然放射線源による被曝
- C. 人為的に変更された自然放射線被曝
- D. ラドン、トロンと娘核種による被曝
- E. 核実験による被曝
- F. 原子力発電による被曝
- G. 医療上の被曝
- H. 職業上の被曝
- I. 放射線の遺伝的影響
- J. 正常組織の照射による非確率的影響
- K. 放射線による寿命の短縮
- L. 放射線と他の物理的、化学的、生物学的諸因子の組合せによる生物学的影響

会議は物理グループと生物グループにわかれて行われ、前者が付属書 A から H まで、後者が I から L までを担当した。筆者は物理グループの会議に参加したので、主としてそこで取り扱った付属書と、これに関連する主文の一部について興味あるところを述べることにした。

^{*1} 放射線医学総合研究所環境衛生研究部；千葉市穴川 4-9-1 (〒260)

Division of Environmental Health, National Institute of Radiological Sciences; 9-1, Anagawa 4-chome, Chiba 260, Japan.

1. 線量評価モデル

この章を設けることはすでに 1977 年報告からはじまっており、被曝線量を計算する各章に共通した基本事項として線量計算モデル、環境モデルをとりまとめて概説したものである。また、1982 年報告ではこれまでとちがって新しく SI 単位を用いることとしたこともあって、報告書中で使われる quantity, unit, symbol の一覧表をつけることとしている。SI 単位に統一したので従来の報告書と比較しづらくなるが、それよりもっと本質的な変更は実効線量当量の導入にふみきったことである。従来、この委員会の報告書ではすべて臓器吸収線量を示すことを長らく続けてきており、線量当量も使わないというフィロソフィーを堅持してきた。しかし、ICRP 26 が実効線量当量の概念を設定し、線量限度やリスク評価にこれを使いはじめたことを考慮し、またこの委員会としても、different sources や different practices の間の集団線量の大小を比較することが可能となるという利点を重視し、いくつかの問題をかかえていることを承知しつつ実効線量当量を1982年報告では使用した。これについての議論は、第 28 回会議でくわしく行われ、その内容は拙文「放射線影響国連科学委員会第 28 回会議」⁴⁾ に紹介してある。途中いろいろの紆余曲折はあったが、最終的には各章の中で臓器吸収線量を計算して示すが、それらを取りまとめる際に実効線量当量を計算するという方式をとった。

実効線量当量を計算するには各臓器線量に対する荷重係数が必要となるが、その値には ICRP が防護基準設定のために与えた数値をそのまま利用することとした。ICRP の実効線量当量の概念には遺伝的影響の二世代分が入っており、また、non-fatal な身体的影響は含まれていない。委員会は別に荷重係数をつくることも考えたが、ICRP のそれと区別できるほどの精度の高いものは設定することが困難であり、放射線源間の相対的比較には ICRP の値を転用してもそれほど大きな誤りとはならないであろうという判断によって近似的に用いることとした。

体内被曝線量の算定には ICRP 30 の線量係数を用いた。この線量係数は 50 年間の預託線量を計算するようにつくられてある。委員会の目的は ICRP と異なり集団線量預託の計算にあるが、集団中の個人の平均寿命はほぼ 50 年くらいであるから ICRP の線量係数をそのまま利用できるという。

2. 自然放射線源による被曝

大地からのガンマ線による屋外線量率の各国における測定調査データは 1977 年報告にみられるよりかなり充

第 1 表 大地からのガンマ線による地上 1 m での空気吸収線量率

国 名	(10^{-8} Gy/時)	測定数	調査期間
オーストリア	4.3 (0.2-15)	>1000	1970-1974
デンマーク	3.8 (1.7-5.2)	14 サイト	1978
フランス	8.1 (0.9-29)	865	1978
東ドイツ	9.4 (2.4-27)	1005	1965-1966
西ドイツ	5.3 (0.4-35)	24739	1973-1974
インド	4.2	35 サイト	1965-1972
アイルランド	4.2 (0-18)	264	1978
イタリー	5.7 (0.7-50)	1365	記載なし
日本	4.9 (0.5-10)	1127	1967-1977
ノルウェー	7.3 (2-110)	234	1976
ポーランド	3.7 (1.5-9)	352 サイト	1975-1978
ルーマニア	8.1 (3.2-21)	2372	記載なし
スイス	8.7	記載なし	1962
米国	4.6 (1.3-10)	25 地域	1958-1963

実した (第 1 表)。

5,000 万以上の人口の国で広く各行政区域にわたって測定値のある西ドイツ、イタリー、日本および米国の空間線量率を合わせてヒストグラムを作った 1977 年報告の図を新しいデータを用いて書き直したのが第 1 図であるが、1977 年報告のものとその分布形状は変化していなかった。平均は 5×10^{-8} Gy/時くらいである。第 1 表にみられるように日本は平均レベルに非常に近い。東ド

第 1 図 大地放射線による空気吸収線量率の人口頻度分布 (%)

イツ、フランス、ルーマニアなどが高く、デンマーク、ポーランドなどが低いようである。

体外被曝源としての宇宙線、体内被曝源としての ^{40}K などあまり問題はないが、注目されるのはラドン、トロニおよびその娘核種である。肺線量寄与が大きいこと、国によってはとくに高くなる場所もあり、くわしいデータが得られつつあるので、後述するように別章にまとめている。ここでは自然放射線による人体の被曝線量を総まとめしたとき、ラドン、トロンの寄与分の大きさは自然放射線被曝全体の約半分に達することが示されている（第 2 表）。

こうして総合計は世界全体での平均レベルとして年間 2 mSv ということができる。これまで自然放射線被曝線量は年間 100 mrem といいならわされているので、数字だけみるとあたかも 2 倍に大きくなったかのように誤まって解釈されると思われるが、本当のところはそうではなく、実効線量当量という新しい quantity を用いたために数字が異なっていることに注意が必要である。

3. 人為的に変更された自然放射線被曝

この章は 1977 年報告からとりあげられた項目であり、

第 2 表 通常レベルの自然線源による 1 人当りの年間実効線量当量（世界平均）

線 源	年間実効線量当量 (μSv)		
	体外照射	体内照射	合 計
宇 宙 線			
電 離 成 分	280		280
中性子成分	21		21
宇宙線生成核種		15	15
地球起源核種			
^{40}K	120	180	300
^{87}Rb		6	6
^{238}U 系列			
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{U}$	90	10	1,044
^{230}Th		7	
^{226}Ra		7	
$^{222}\text{Rn} \rightarrow ^{214}\text{Po}$		800	
$^{210}\text{Pb} \rightarrow ^{210}\text{Po}$		130	
^{232}Th 系列			
^{232}Th	140	3	326
$^{228}\text{Ra} \rightarrow ^{224}\text{Ra}$		13	
$^{220}\text{Rn} \rightarrow ^{208}\text{Tl}$		170	
合 計	650	1,340	2,000

石炭火力発電、燐酸工業、建材、航空機利用、および雑線源（夜光塗料など）が対象となっているが、今回の報告書でははじめて地熱発電も含められた。

石炭火力発電による集団線量は U, Th, Ra, Rn などの吸入、沈着後の体外被曝、食物連鎖による体内被曝を含めて 2 man Sv/GW 年と見積もられ、1979 年における世界全体での集団線量は、2,000 man Sv になるという。興味ある点は、石炭火力発電の場合、大気中の ^{14}C の specific activity を低下させる作用があるから、マイナスの線量預託が生じることになることである。

なお、石炭火力発電所（1 GWe）近傍のクリティカルグループの個人被曝線量は、吸入により 1 年間に 5 μSv であり、食物連鎖と外部被曝もそれと同程度という。

さらに、石炭はヨーロッパなどでは暖房用にも使用されており、発電所とちがってその灰の 50% も一般環境に放出されるから、1977 年の世界全体での暖房利用による集団線量は 10^5 man Sv と計算され、発電利用より大きくなるが、この値は、きわめて大ざっぱな計算であるという。

地熱発電はアイスランド、イタリア、日本、ニュージーランド、米国、ソ連にあり、 ^{222}Rn の放出がとくに重要であるという。イタリアの経験では 1 GW 年の発電量当り 4×10^{14} Bq (10^4 Ci) のラドンの放出があり、集団線量として 6 man Sv/GW 年になるという。ただし、場所によって放出量は異なるであろうから、どこでもこうなるとは限らないと考えられる。また、個人線量としては、100 m の高さのスタックから 1 km の地点にいる人に対し、1 GW 年の地熱発電所の場合 3×10^{-5} Sv (3 mrem) と計算される。

4. ラドン、トロニと娘核種による被曝

ラドン、トロニとその娘核種は屋内における濃度が重要で、それらの吸入による肺の線量がかかなり大きいことが特徴である。いくつかの国で住居内のラドン濃度（娘核種が平衡に達している状態に換算してある）の測定値が得られており、第 3 表にまとめたように、特別に高いスウェーデンは別として、おおかたの住居内濃度測定値は $5 \sim 25$ Bq/m³ (0.1~0.7 pCi/l) くらいの範囲にあり、これは年間実効線量当量にして 0.3~1.5 mSv (30~150 mrem) に相当している。中緯度地域の集団に対しては平均して 15 Bq/m³ が妥当なレベルであり、戸外の 1.8 Bq/m³ (0.05 pCi/l) の 8 倍の水準にあたる。それゆえ、年間実効線量当量は屋内（生活時間の 80% をここで過ごすとする）について 0.92 mSv、屋外（生活時間の 20%）について 0.06 mSv であり、合わせて 1 mSv がラドンと娘核種による線量寄与と計算される。中緯度

第3表 家屋内ラドン濃度と実効線量当量率

国 名	濃 度* (Bq/m ³)	実効線量 当量率 (mSv/年)
オーストリア	12	0.73
カナダ	17	1.0
デンマーク	4.8	0.3
フィンランド	17	1.0
西ドイツ	8.1	0.5
ハンガリー	{ 20	1.2
	{ 120	7.3
ノルウェー	{ 11	0.7
	{ 26	1.6
ポーランド	6-17	0.4-1.0
スウェーデン	60	3.7
英 国	{ 15	0.9
	{ 13	0.8
米 国	15	0.9
ソ 連	{ 4.8	0.3
	{ 16	1.0
数 か 国	18	1.1

* 平衡等価濃度

地域とちがって赤道地域はデータがないが、気候から推定して屋内のラドン濃度は屋外とかわらないくらい低いと考えられ、年間 0.2 mSv くらいと推定された。緯度別人口分布の重みをつけると、全世界平均のラドンによる線量は、約 0.8 mSv/年としてよいであろう。

トロン濃度はラドンの 1/20 くらいなので、中緯度地域で屋内濃度が 0.7 Bq/m³ くらいであり、線量にして 0.2 mSv にあたるといふ。全世界平均にして 0.17 mSv とした。

省エネルギーは多くの国で重要な課題となっているが、その一環として屋内空気の換気率をある程度抑制することにより暖房用電力の消費をかなり低減することができる。スウェーデンはエネルギー資源に乏しく、冬季の寒さもきびしい国であるから、集合住宅の屋内換気率の規制値を引き下げることによる省エネルギー政策を考えている。この場合、屋内ラドン濃度が当然のことながら上昇するから、居住者の被曝線量も増加する結果となる。スウェーデンにおける試算では、節約電力 1 MW 年当り 5.6 man Sv の線量増加となるといふ。ただし、これは地域条件でちがうから他の国にはあてはまらない。

5. 核実験による被曝

大気圏内核実験がほとんど行われなくなったので成層圏に滞留している人工放射性物質は少量となり、生成された量の大部分はすでに地球上に降下してしまっているのが現状である。それゆえ、環境中放射性核種濃度や人体の被曝線量に大きな変化はなく、徐々に長期的に減少している傾向がみられる。この章は従来どおり、過去の核実験による将来までも含めた人類の線量預託を推定するのが目的であるから、その構成と内容は 1977 年報告のそれと大きく変わっていない。おもな相違点は ⁵⁴Mn と ⁹⁰Sr の吸入被曝の項を加えたこと、¹³¹I による集団線量の推算を試みたことが挙げられる。

そのほか改訂した点として、1977 年報告における核実験由来の ³H による線量預託の計算がまちがっており、これを訂正したのでその値は以前より 2 倍に大きくなった。これは自然の ³H 生成量を北半球分と地球全体

第4表 核実験による世界平均の実効線量当量預託

核 種	実効線量当量預託 (μ Sv)	寄与の割合 (%)
¹⁴ C*	2,600	69
¹³⁷ Cs	540	14
⁹⁵ Zr	200	5.3
⁹⁰ Sr	120	3.2
¹⁰⁶ Ru	83	2.2
¹⁴⁴ Ce	54	1.4
³ H	47	1.2
¹³¹ I	33	0.9
²³⁹ Pu	27	0.7
¹⁴⁰ Ba	25	0.7
¹⁰³ Ru	17	0.4
²⁴⁰ Pu	17	0.4
²⁴¹ Pu	9	0.2
⁵⁵ Fe	9	0.2
²⁴¹ Am	4	0.1
⁸⁹ Sr	3	0.08
¹⁴¹ Ce	1	0.03
²³⁸ Pu	1	0.03
¹³⁶ Cs	0.06	0.002
⁵⁴ Mn	0.04	0.001
⁸⁶ Kr	0.005	0.0001
合 計	3,800	100

* 西暦 2000 年まではこの 7.7%

分ととり違えたことによる誤りである。また、 ^{90}Sr による骨表面の線量は、従来 1 strontium unit 当り 1.95 mrad という線量係数を用いて計算してきたが、ICRP 30 においてこの線量係数を 1 strontium unit 当り 2.8 mrad と改訂したので、この委員会もこの線量係数を用いることとした。

核実験により生成された各放射性核種による線量の総まとめを第 4 表に示す。値は、実効線量当量であらわされている。全世界平均の線量預託として合計 3.8 mSv となる。表にみられるように ^{14}C による寄与が全体の 70% を占めているが、この線量は数千年に及ぶ長い期間にわたって与えられるもので、他の核種による線量と性格が異なることに注意が必要である。西暦 2000 年までに与えられる線量はそのうちの 7.7% にすぎない。

6. 原子力発電による被曝

原子力発電所その他の施設からの単位発電量当りの放射性核種放出量は、各国から集められた 1975～1979 年間の放出実績を平均して求めた値を標準値として使用した。

1977 年報告における評価と異なる点は、線量預託がきわめて長期間にわたる場合、いくつかの期間に区切って、それぞれの時期までの線量預託を示したこと、これまでの報告書は集団線量のみ計算していたのに対し、施設近傍の個人線量についてもある一定の条件下でその値の見積りを示したこと、事故に関して TMI、ウィンズケールの場合の放出と集団線量の評価を行ったこと、放射性廃棄物の処分、貯蔵についての集団線量についても少しふれたことなどが挙げられる。

なお、局地的・地域的の集団線量の計算に際して 1977 年報告では人口密度を $100\text{人}/\text{km}^2$ とし、100 km まで加算していたが、今回は EC の調査にもとづき、施設からの距離ごとの人口密度を実際に近いように設定し、2,000 km まで含めるようにしている。

トリチウムの大気放出による局地的、地域的集団線量預託が 1977 年報告における値よりかなり大きくなったのは、人口密度や計算範囲の距離をこのように変えたことのほかに、1977 年報告が吸入経路のみとりあげて線量算定をしていたのに対し、今回は specific activity 法を採用してすべての経路を含めたことによっている。

各燃料サイクル段階ごとに主要核種の局地的、地域的集団線量預託を計算して表示したのが第 5 表である。また世界人口全体への寄与と、廃棄物処分による集団線量預託を第 6 表に示した。

このような線量預託を考えると、いつも問題となるのは超長寿命核種の寄与をどうとり扱えばよいかという

第 5 表 原子力発電による単位発電量当りの集団実効線量当量預託—(1) 局地、地域的寄与

	集団実効線量当量預託 (manSv/GWe 年)
採 鉱	
ラドン	0.5
製 錬	
ウラン, トリウム, ラジウム	0.015
ラドン	0.02
燃料加工	
ウラン	0.002
原子炉運転	
大気放出	
希ガス	0.6
トリチウム	0.5
炭素 14	2.8
ヨウ素	0.06
微粒子	0.1
水域放出	
トリチウム	0.04
その他	0.02
核燃料再処理	
大気放出	
トリチウム	0.1
クリプトン 85	0.03
炭素 14	0.2
α 核種	0.002
水域放出	
セシウム 134, 137	0.4
ルテニウム 106	0.3
ストロンチウム 90	0.02
α 核種	0.0006
ヨウ素 129	0.008
輸 送	0.003
合 計	5.7

点である。たとえば、 ^{129}I (半減期 1.6×10^7 年) や ^{230}Th (8×10^4 年), ^{238}U (4.5×10^9 年) を含む製錬残渣からでてくるラドンの線量寄与がそれである。ラドンそのものは半減期が短い、それを発生させるものとのウランが長く残存するからである。超長寿命の核種からの線量預託をこのようにきわめて長期間にわたって計算し加算することにどのような意義があるかという問題である。

第6表 原子力発電による単位発電量当りの集団実効線量当量預託—(2) 世界人口への寄与と廃棄物処分

	実効線量当量預託 (manSv/GWe 年)				
	積 算 期 間 (年)				
	10	10 ²	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁸
世界人口への寄与					
トリチウム	0.015	0.02	0.02	0.02	0.02
クリプトン 85	0.9	1.9	1.9	1.9	1.9
炭素 14	3	10	70	110	110
ヨウ素 129	—	0.02	0.21	28	560
合 計	3.9	12	72	140	670
廃棄物処分 (再処理実施, Pu 利用)					
製錬残渣 (ラドン)	0.25	0.25	250	2,800	2,800
(ウラン)			460	460	460
高レベル廃棄物	—	—	—	30	30

すなわち、数 10 万年さきに対して現在の評価モデルがあてはまるとは考えられないし、また数 10 万年かかる線量を一括してとりあつかうこと自体に疑問が生ずる。

それゆえ、将来における年間線量率の最高値を知る目的に重点をおいて線量預託を評価するのであれば、放出をもたらす practice (ここでは原子力発電事業) が継続するかもしれないと考えられる期間で積分するという方式をとることができる。この目的のためにはこの報告書では原子力発電の継続する期間を長くみて 500 年として線量預託を求めることを試みた。

核燃料サイクルの作業段階 (つまり、廃棄物処分を別に) から放出される核種による局地的、地域的な集団線量預託は発電量/GWe 年当り 5.7 man Sv と計算され、その大部分が数年のうちに与えられるという。これは対しグローバルに拡散する核種 (トリチウム、クリプトン 85、炭素 14、ヨウ素 129) による 500 年間の部分集団線量預託は、1 GWe 年当り 18 man Sv と計算された。

これに対し、製錬残渣から放出されるラドンについては、将来増殖炉が開発使用されることになり採鉱が減ることを考慮して積分期間を 100 年にとって部分集団線量預託を計算すると 0.25 man Sv/GWe 年となり、悲観的に 500 年間の積分を行うと、約 2.5 man Sv/GWe 年になるという。

高レベル廃棄物についての評価は INFCE のものを引用し、10⁵~10⁶ 年の閉じ込め能力を期待し、その後、淡水に漏洩し、ついで海に入る経路についての集団線量が

第6表に計算してある。

個人線量の評価としては、仮定された原子力発電所モデルサイトにて、critical group の個人に対し、希ガスから年間数 10 μ Sv、トリチウムから 10⁻⁶ Sv (重水炉は、10⁻⁴ Sv)、ヨウ素から BWR は 10⁻⁵ Sv、PWR はそれ以下、液体放出から 5 μ Sv 以下というおおよその水準を示しているが、これは個々の施設の性格やサイト周辺環境の条件によって異なるはずである。再処理施設についても critical group の個人に対し、大気放出から年間 25 μ Sv、海域放出について 200 μ Sv という数字を例として示したが、もちろんサイトにより異なるのは当然である。

7. 医療上の被曝

診断用 X 線、診断用核医学、放射線治療による被曝に關し、これまでに遺伝有意線量なる概念を導入し、ついで平均骨髓線量を用いた。また 1977 年報告では甲状腺、肺、乳房など他の器官の線量もできるだけ評価することとなった。1977 年報告を出して以後今回まで身体的有意線量 (somatically significant dose) の設定の可能性について種々検討が行われた。日本がこれまで計算し発表してきた白血病有意線量はその一種であり、がん有意線量の推定の試みもその途中にある。しかし、まだ情報が不十分なので一般的な身体的有意線量の設定はできなかった。また ICRP の設定した実効線量当量は、各器官の線量に荷重係数を適用して合計したものであり、遺伝的リスクも二世代分が含まれているものであって、委員会の目的とは異なる立場からつくられたものであるから

遺伝的リスクの分を削除したり、致死的でないがんのリスクを含めたりして荷重係数の訂正を行う試みもなされたことがある。しかし、荷重係数の異なる実効線量当量を別に設定することは混乱を招きやすいし、委員会が患者の不均一な照射による全リスクを評価する立場から必要とする荷重係数を設定するのに十分な精度が得られるほどの情報は存在しないことを考慮すると ICRP の荷重係数を準用しても大きな違いは生じないであろうと考えた。それゆえ、その欠点を認識しつつも、遺伝有意線量と器官線量とのみ示すよりも、実効線量当量を使用するほうがより実りあるものと考えた。ただしこの場合、患者の被曝なので、ほんとうのリスクを必ずしも示さないことがあるのに注意ををらう必要がある。

方式としてはこのように医療被曝も実効線量当量を用いてあらわすことになったが、それに必要なデータつまり診断や治療時の各器官の線量が十分得られていないのが実情であることが判明した。最もよく各器官の線量を報告している例があるのは日本とポーランドであり、報告書にはこの2カ国の例について計算し、その結果を示すこととした。

委員会としては、今後、各国で医療上の照射のデータを取りまとめる場合、できるだけ遺伝有意線量と実効線量当量の値を示して欲しいこと、あるいは、少なくともそれらが推算可能になるデータを含めて欲しいことを表明した。

医療用放射線照射による個人当りの実効線量当量は発達した国でおおよそ 1 mSv/人・年くらいのオーダーであり、国によって 0.5~2.0 mSv の開きがあろう。低開発国ではそれより一桁くらい低いであろうという。

8. 職業上の被曝

1977 年報告で用いた職業被曝線量の頻度分布の標準型 (reference distribution) は対数-正規分布、平均 5 mGy、50 mGy を超える人は 0.1% というものであるが、前報告の計算に誤りがあり訂正された。日本から提出してあった原研熊沢氏の対数-正規分布と正規分布の組合せによる職業被曝線量のあてはめについては、実際の被曝線量に適用するにはたんなる対数-正規分布よりよく合うであろうと考えられ、これについて記述することにした。

核燃料サイクル各段階での職業被曝は、第7表のようになっており、合計で 1 GWe 年の発電量当り約 30 man Sv 弱ということができる。現在の世界の原子力発電量が 70~100 GWe 年とすると、これに伴う職業被曝集団線量は 2,000~3,000 man Sv/年くらいと見積もられる。

第7表 核燃料サイクル各段階における職業人の単位発電量当りの集団実効線量当量

事業	単位発電量当りの 集団実効線量当量 (manSv/GWe 年)
採鉱、製錬	1
燃料加工	1
原子炉運転	10
燃料再処理	10
原子力研究	5
合計	~30

医療職業被曝は、国によって大きく異なるが、医療の発達した国では人口 100 万人当り 1 man Sv/年くらいという。

工業利用の職業被曝は発達した国にて人口 100 万人当り 0.5 man Sv/年くらいである。

特殊な職業被曝としては航空機乗務員の 1~2 mGy/年、空港の荷物検査員の年間 1 mGy 以下、金属鉱山鉱内夫の年間 1 WLM のラドン被曝、ラドン泉従業者の 20 WLM (これは、ウラン鉱山の鉱夫より高いという)、磷酸肥料取扱作業員の年間 0.2 mGy などの例が挙げられている。

事故被曝については 1977 年報告にはふれられていないが、今回の報告では原子力産業、工業ラジオグラフィー、研究開発における主要な事故例を取りまとめて表にしている。日本からは、1971 年のイリジウム事故の例が入っている。

9. 主文 (総会への報告書)

全体の構成は、付属書各章を平易に概説したものと、その総括文からできている。

1977 年報告では、種々の線源からの線量預託を自然放射線被曝の日数で表現して比較した。今回の報告書においても類似の方式で各線源による実効線量当量の相対比較を二通りの図にあらわすことを試みている。

第2図では集団実効線量預託を次の線源についてその発生した各年毎に棒グラフにして示した。ただし、自然線源と診断用放射線は各年とも一定として横線であらわしてある。

- (a) 自然放射線への1年間の被曝
- (b) 診断用放射線の1年間の使用
- (c) 1年間の核爆発
- (d) 原子力発電の1年分

単位は自然放射線1年分の被曝を 365 日とした。大気圏内核実験による1年分の集団実効線量当量預託は1962

第2図 1年間の行為当りの集団実効線量当量預託の変動（自然線源の日数で表示）

年にピークがあり、自然放射線被曝の約1年分に近かった。原子力発電による集団実効線量当量は、年ごとに増加しているもののまだ自然放射線によるもののわずかなフラクションでしかない。

また、さらに各年における年間実効線量当量の変化を示したグラフが第3図である。自然放射線によるものに対するパーセントであらわしてある。核実験による年間実効線量当量は1963年をピークとして下降している。原子力発電によるものはしだいに増加する傾向を示して

第3図 年間実効線量当量の年変化（自然線源に対する%で表示）

いるが、まだそのレベルは他の三線源に比してはるかに低い。

人工放射線のうち最大の被曝寄与のあるのは医療とくに診断用放射線であり、それによる個人当りの年間実効線量当量は0.4 mSvであり、自然のその約20%である。委員会はまたこれを減少させる余地は十分あると考えている。

1980年までに行われた核実験による集団実効線量当量預託は将来の人口増加も計算に入ると現在の人口における自然放射線被曝集団線量の約4年分に相当する。このうち約0.4年分はすでに照射済みであり、あとの大部分は ^{14}C によるものであるという。

1980年における世界の原子力発電容量は140 GWeであり、これによる1年間の発電に伴う500年間の部分集団実効線量当量預託は自然放射線被曝の約5時間分に相当するという。これには職業被曝も含めてある。西暦2000年に1,000~1,600 GWeの発電容量に達するとすると、これによる線量預託は自然放射線のおおよそ2日分に匹敵することになるが、それまでに技術開発が進むであろうから、実際にはもっと小さくなると考えられる。

10. 生物グループでの検討

生物グループでは付属書I, J, K, Lを討議し書き改めたわけであるが、以前に予定されていた「放射線発がんにおける線量-反応関係」の章は、最近米国で実施されている広島、長崎の線量再評価の仕事がその結果をまとめるまで一時延期することとし、1982年報告には含めないことになっている。

遺伝的影響については1977年報告以降に得られた多くの情報を加え、これまでに行ってきた仮定、手法およびリスク推定値の確実さを増加させることができたという。

正常組織の照射による非確率的影響については、実験動物での臓器の非確率的影響とそのしきい値のデータを取りまとめて示し、人については一時的および永久的の不妊をおこす線量のデータをレビューした。人についての非確率的影響のデータがきわめて不足しているという。

放射線による寿命の短縮については、実験動物で得られた多数の証拠によると、低~中程度の線量(率)の照射でおこる寿命の短縮は実質上がんによることが示されており、広島、長崎の調査結果も同じ結論を支持しているという。

放射線と他の物理的、化学的、生物的諸因子との組合せによる生物学的影響については、そのデータがばらばらで一貫性がない。ある条件下でタバコの煙が、放射線

と相乗的に作用することがありうるが、それ以外には少なくとも有意な大きさの集団におけるリスク推定値を大きく変えそうな関係を示す実例はみあたらないという。

11. お わ り に

次回の第 32 回会議は 1983 年 6 月 20 日から 24 日までの予定でウィーンの Vienna International Center で開かれることになり、32, 33 回会議における議長に D. BENINSON アルゼンチン代表が、副議長に熊取敏之日本代表が、ラポーターに A. HIDAYATALLA スーダン代表が選出された。1982 年報告の発表のあと、どのようなテーマについて検討し、次の報告に何をもち込むかという点から論議がはじまることになるが、事務局で草案を用

意することになる。

参 考 文 献

- 1) 市川龍資；国連科学委員会 1972 年報告，保健物理，**7**，199 (1972)．
- 2) 市川龍資；放射線影響科学委員会の最近の動向，保健物理，**10**，54 (1975)．
- 3) 市川龍資；放射線影響国連科学委員会第 26 回会議，保健物理，**12**，139 (1977)．
- 4) 市川龍資；放射線影響国連科学委員会第 28 回会議，保健物理，**14**，203 (1979)．