総	説
---	---

国連科学委員会 1972 年報告

市川 龍 資^{*1}

(1972 年 9 月 22 日受理)

The Report of UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1972

Ryushi ICHIKAWA^{*1}

The UNSCEAR published recently its 1972 report. It reviews the levels of radiation received from all sources to which man is exposed. Despite the widening use of radiation-producing devices, the widespread radioactive contamination from nuclear weapons tests and the increasing applications of nuclear energy and radioisotopes, natural sources are the main contributors to the radiation exposure of most of the human population and are likely to remain so in the foreseeable future.

With current technology and operational practice, if the nuclear power production were to stabilize at the estimated level reached by the year 2000, annual global radiation doses from the power production cycle might be as high as approximately 0.2% of those received annually from natural sources.

I はじめに

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 (通称を国連科学委員会という)は、1955 年 12 月の第 10 回国連総会においてその設置を決議され、1956 年 3 月ニューヨークの国連本部において第 1 回会議を開いて以来、現在まで 22 回の会議が行なわれた。この委員会の任務は、環境放射線に関すること、電離放射線の人体への影響に関することなどにつき、情報の蒐集とりまとめと、その評価を行なうことで、委員国はアルゼンチン、オーストラリア、ベルギー、ブラジル、カナダ、チェコスロバキア、エジプト、フランス、インド、日本、メキシコ、スウェーデン、ソ連、英国および米国の 15 か国からなり、その他に、WHO, IAEA, FAO,

ICRP, ICRU などがオブザーバーとして出席することが多い。科学委員会発足の頃は、日本はまだ国連に加盟していなかったにもかかわらず、特に参加が要請されたのは、広島長崎被曝の調査研究、ビキニ被災とそれに続く放射能研究、および極東地域で情報の得られる唯一の国という事情によっていると考えられる。その頃の様子や初期の科学委員会の内容については、初代政府代表であった都築正男博士による“国連科学委員会の経過を顧みて”(放射線の影響：国際連合科学委員会報告書、日本学術振興会 1958 年)や、1956 年 3 月から 1 年間科学委員会事務局にて科学担当官をつとめた田島英三原子力委員の“国連科学委員会に参加して”(科学朝日 1958 年 9 月号)と、“国連科学委員会”(放射線影響研究の十年、文部省総合科研費放射線影響研究班 1965)に詳しい紹介がある。また、その頃この委員会に提出するためのわが国における ^{90}Sr や ^{137}Cs の data づくりが、どのようにして行なわれたかは、拙文“環境問題研究の歩んだ道”(原子力工業 1972 年 8 月号)に述べられている。

委員会は、1958 年、62 年、64 年、66 年、69 年にそれ

^{*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 (〒280)

Div. of Environmental Health, National Institute of Radiological Sciences; 9-1, Anagawa 4-chome, Chiba-shi, Chiba-ken.

第1表 国連科学委員会各セッションの記録と報告書

セッション	年	期 間	開催地*	代 表 と 代 表 代 理	とりまとめた報告書
1	1956	3・14～3・23	N	都築正男, 中泉正徳	1958 年報告 自然放射線 医療・職業被曝 核実験 放射線生物学 身体的影響 遺伝的影響
2	1956	10・22～11・2	N	都築正男, 檜山義夫, 斉藤信房, 太田正次	
3	1957	4・8～4・18	G	都築正男, 檜山義夫, 村地孝一	
4	1958	1・27～2・28	N	都築正男, 檜山義夫, 田島英三, 森脇大五郎	
5	1958	6・9～6・16	N	都築正男, 田島英三	
6	1959	3・23～4・6	N	都築正男, 田島英三	1962 年報告 放射線生物学 遺伝的影響 身体的影響 自然放射線 環境放射能 核実験 廃棄物 医療・職業被曝
7	1960	1・11～1・22	N	塚本憲甫, 檜山義夫, 三宅泰雄, 田島英三	
8	1960	9・19～9・30	G	塚本憲甫, 田島英三, 檜山義夫, 木村資生	
9	1961	3・13～3・24	G	塚本憲甫, 田島英三, 市川龍資	
10	1961	8・28～9・15	N	塚本憲甫, 檜山義夫, 田島英三, 田島弥太郎	
11	1962	3・5～3・23	N	塚本憲甫, 三宅泰雄, 田島英三, 木村資生, 市川龍資	
12	1963	1・21～1・30	G	塚本憲甫, 田島英三, 川畑幸夫	1964 年報告 核実験 発がん
13	1964	2・24～3・4	G	塚本憲甫, 田島英三, 佐伯誠道	
14	1964	6・29・7・10	N	塚本憲甫, 田島英三, 菅原 努, 佐伯誠道	
15	1965	11・15～11・23	G	塚本憲甫, 田島英三	1966 年報告 環境放射能 遺伝的危険 自然 核実験
16	1966	6・6～6・17	N	塚本憲甫, 田島英三, 田島弥太郎, 山県 登	
17	1967	8・26～9・12	G	塚本憲甫, 田島英三	1969 年報告 核実験 神経系影響 染色体異常
18	1968	4・8～4・17	N	塚本憲甫, 御園生圭輔, 檜山義夫	
19	1969	5・5～5・16	N	御園生圭輔, 市川龍資, 石原隆昭	
20	1970	9・21～9・25	G	御園生圭輔, 田島弥太郎, 市川龍資	1972 年報告 自然 環境放射能 医療・職業 遺伝的危険 免疫反応 発がん 核実験 平和利用
21	1971	6・14～6・25	N	御園生圭輔, 田島弥太郎, 市川龍資	
22	1972	3・13～3・24	N	御園生圭輔, 田島弥太郎, 市川龍資	

* N：ニューヨーク国連本部，G：ジュネーブ・パレデナシオン。

ぞれ報告書を作製しており、このたび 1972 年報告が発刊された。各報告書にまとめられている事項、検討したセッション、日本から各セッションへ出席した科学者を第1表に示してある。これにみられるように、核実験フォールアウトによる環境放射能と人体の被曝の推定は終始行なわれているが、原子力の平和利用にかかわる環境放射能については、1958 年報告にきわめてわずかの記述と、1962 年報告に放射性廃棄物の項目が入れられて、ある程度の評価が述べられたに過ぎない。そして 1970 年の第 20 回会議から、はじめて世界の原子力発電事業の伸展にかかわる環境放射能の蓄積と、それによる人類の被曝の可能性について、定量的考察を行なうことになり、1972 年報告に大きくその検討結果が採録されるにいたったのである。

ここでは 1972 年報告の内容のうち、環境放射線による被曝（自然放射能、核実験フォールアウト、原子力平

和利用）、医療上の被曝、職業上の被曝その他について、その概要を紹介する。

II 環境放射線

1. 自然放射線

宇宙線は高度によって変化するから、航空機を利用するとき、その被曝が大きくなる。在来ジェット旅客機は高度 12km であるから、旅客の被曝は 600 μ rem/時といわれ、SST（超音速機）になると、20km の高度で 1600 μ rem/時の被曝率になるが、速度が 3 倍になるから km 当りでは両機とも 0.7 μ rem くらいという。旅客は飛行時間が短いから、年間数 mrem ないし数 10mrem であろうが、乗務員は年間 600 時間の飛行勤務であれば、在来ジェットで年間 0.4rem の被曝になる。飛行統計によると、1970 年における世界（除中国）の旅客機利用は 4.6×10^{11} 人・km であり、それによる集団被曝

第2表 自然放射線による人体の被曝 (mrad/年)

被 曝 源	生殖腺	骨梁を とりま く細胞	骨 髄
体外被曝			
宇宙線 { 電 離 成 分	28	28	28
{ 中性子成分	0.35	0.35	0.35
大地放射線	44	44	44
体内被曝			
³ H	0.001	0.001	0.001
¹⁴ C	0.7	0.8	0.7
⁴⁰ K	19	15	15
⁸⁷ Rb	0.3	0.7	0.7
²¹⁰ Po	0.6	1.6	0.3
²²⁰ Rn	0.003	0.05	0.05
²²² Rn	0.06	0.09	0.09
²²⁶ Ra	0.02	0.4	0.07
²²⁸ Ra	0.01	0.3	0.05
²³⁸ U	0.03	0.3	0.04
合 計	93	92	89

は 2.5×10^6 man-rad で、これを世界の1人当りに平均すると、およそ 0.1mrad/年であるという。

一方、大地からの放射線は場所によって変動が大きい。うえ、測定値は各国の居住地域をカバーするには、ほど遠い例数しかない。今度の報告書では、比較的全国にわたってデータのあった3か国（東ドイツ、ポーランド、米国）の各平均値（それらの国の中でも大へんな幅があるが）をにらんで、大づかみに 60mrad/年（空間線量）とし、人体、建物による補正率を 0.73 にとって、臓器の線量を 44mrad/年にしたわけである。それゆえ、この値がいかにか大ざっぱなものであり、他の被曝源より、適用性をはるかに小さいものであることに注意する必要がある。

世界には、特別に高い大地放射線をもつ地域が、いくつか知られている。インドのケララ地域で住民に TLD を着用させた調査では、7万人の居住者のうち 16,600 人が 0.5rad/年以上、そのうち 4500 人が 1rad/年以上、470 人が 2rad/年以上と推定された。ブラジルでの TLD 調査でも、0.1~2.8rad/年（平均 0.55rad/年）の実測値が得られている。体内被曝源としては ⁴⁰K が最も大きく、他に多種類の自然放射性核種が、少量ながら被曝寄与を有し、それらの詳細をまとめて第2表に示す。

2. 核実験放射能

核実験フォールアウトによる被曝の推定については、過去の報告書に常にその評価内容が示されており、時間の経過による環境放射能の変化、評価方法の進歩などに

よって少しずつ内容が異なっているが、大筋は変わらないので、今回の報告書では最近の状況に重点をおいてまとめている。また、核実験に由来する人体の被曝レベルは年とともに変化するから、年線量率でなく、今までに行なわれたすべての核実験により、人体がうける過去から将来もふくめての総積算線量で評価することは、過去の報告書と同様であり、被曝源ごとの dose commitment を推算した。

体外被曝は ⁹⁵Zr⁹⁵Nb など、短半減期核種の混合によるものと、長半減期の ¹³⁷Cs によるものであり、中国とフランスの核実験は、あまり大型ではないから、短半減期核種による dose commitment は、大部分すでにあびてしまっており、現在および将来における体外被曝は、ほとんど ¹³⁷Cs の寄与によるものである。北半球中緯度地帯（フォールアウト降下量が大きく、かつ人口が多い）にて、1971 年までの全核実験に由来する各臓器への dose commitment は、短半減期核種 65mrad、¹³⁷Cs 59mrad である。⁸⁵Kr も、核実験にて 3MCi ほど生成されたと推定できるが、その被曝寄与は小さい。

体内被曝源として、その線量寄与が推算されたのは、³H、¹⁴C、⁵⁵Fe、⁹⁰Sr、¹³⁷Cs、²³⁹Pu である。³H は自然放射性核種としても年間 1.6MCi 生成され、地球上に 28MCi 存在していたが、1962 年末までの原水爆から、合計 1900MCi の ³H が人工的に環境に放出された。半減期が12年であるから、現在はその 1/2 くらいに減っているが、自然 ³H 量よりはるかに多量である。

¹⁴C は 1950 年代の前半から核実験由来の ¹⁴C のため、自然レベルを徐々に上昇しはじめ、1963 年頃には、自然レベルの約 2 倍の水準に達した。その後、大型核実験の停止と大気圏 ¹⁴C の海水への溶け込みによって、大気や地表生物のレベルが下りはじめ、最近では自然レベルのほぼ 60% 増くらいになっている。自然の ¹⁴C による人体軟組織の年線量率が 0.7mrad だから、人工 ¹⁴C によるそれも 0.4mrad/年に過ぎないが、この核種の半減期が長いので、遠い将来までも含めた dose commitment は大きくなる（第4表参照）。

1961~62 年の核実験シリーズでは、⁵⁵Fe が多量に生成放出されたと考えられる証拠がいくつもみつかっており、その全量は 50MCi と推定されている。そのため、その後数年にわたって海産魚、とくにその内臓部分に ⁵⁵Fe がよく検知された。⁵⁵Fe は地表大気でも、1964 年に 500 fCi/m³ が定量されており、血液測定による人体の ⁵⁵Fe 負荷量は、1966 年に、20~30nCi、1969 年に 1~10nCi くらいが得られている。また海産生物への濃縮の高いことから、魚食国民に ⁵⁵Fe が入りやすいため、

第3表 成人脊椎骨の ^{90}Sr 濃度数か国平均値*

年度	平均値 s. u.
1962	1. 10
1963	1. 56
1964	2. 36
1965	2. 41
1966	2. 37
1967	2. 10
1968	1. 85
1969	1. 62
1970	1. 50

* 英, 米 (ニューヨーク), 仏, 露 (モスコ), 加, チェコ, デンマーク, ポーランド。

アラスカ人と日本人の測定値は, 1966 年において 10^3nCi の負荷量であった。身体負荷量 30nCi の ^{55}Fe は, 赤血球に 1mrad/年 , 生殖腺や骨髄で 0.1mrad/年 前後の線量率に相当するから, 日本人の 10^3nCi の場合は, その 30 倍の水準である。ただし, これは短期間のことで現在では, はるかに低くなっていると考えられる。dose commitment は, 北半球中緯度地域で 1mrad と推算されている (第4表) が, 日本人の場合はこの 30 倍くらいになる可能性がある。

^{90}Sr は 10 数 MCi 生成されたが, 現在その大部分がすでに地表に降下しており, 成層圏には 0.3MCi ほどと考えられる。地上蓄積量は, 北半球に大きく南半球に小さい。農作物や牛乳その他食品の ^{90}Sr は, その作物や乳牛餌料植物が生育中に降下したフォールアウトから直接にとり入れられたものと, 土壌中から経根吸収により

とり入れたものとはなっている。したがって, 前者は降下率に依存し, 後者は蓄積量に依存する。両者の大小関係は, その時期の降下率の大小に左右されるから, 1959 年や 1963~64 年の ^{90}Sr 降下率の高い時期に, 食物中 ^{90}Sr 濃度のピークが観察されてきた。そして, 大気圏内大型核実験が停止されて以後, 徐々に食物中 ^{90}Sr は低下してきたが, 現在もなおある程度の水準を維持しているのは, 土壌中に蓄積した ^{90}Sr の寄与によるものである。人体の ^{90}Sr は食物に由来するが, 骨に沈着するから食物中 ^{90}Sr のようには, 降下率の大小にしたがって大きく変動しない。しかし徐々にではあるが, 近年低下の傾向があらわれてきている。第3表に, 北半球中緯度地域の数か国における成人脊椎骨の ^{90}Sr 濃度平均値を年次別に示す。骨梁をとりまく細胞および骨髄に対して, 最も大きい体内被曝 dose commitment の寄与者である。

^{137}Cs は体外被曝の寄与も大きい, 食物から人体に吸収されやすい核種なので, 体内被曝源としても重要である。ただし, ^{90}Sr より土壌に固着される度合がずっと大きい, ため, 経根吸収が小さくフォールアウト降下率に依存度が高い。それゆえ, 人体中 ^{137}Cs 濃度は 1964 年 (10^2pCi/gK のオーダー) から 1970 年 (10pCi/gK のオーダー) にかけて, $1/10$ に低下した。ただし世界のところどころには, ^{137}Cs の人体負荷量の高い地域が報告されており, このような場所は, 土壌中 ^{137}Cs が植物に吸収されやすいような土質であることによっている。その他に極地方, たとえばスカンジナビヤ高地 (ラプランド) にはトナカイ, カモシカの肉を常食する人達が住

第4表 1971 年までの核実験による dose commitment (mrad)

被 曝 源	北 半 球 中 緯 度 地 域			南 半 球 中 緯 度 地 域		
	生 殖 腺	骨梁をとりまく細胞	骨 髄	生 殖 腺	骨梁をとりまく細胞	骨 髄
体外被曝						
短寿命核種	65	65	65	19	19	19
^{137}Cs	59	59	59	16	16	16
^{85}Kr	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
体内被曝						
^3H	4	4	4	1	1	1
$^{14}\text{C}^*$	12	15	12	12	15	12
^{55}Fe	1	1	0.6	0.3	0.3	0.2
^{90}Sr		85	62		23	17
^{137}Cs	26	26	26	7	7	7
^{239}Pu		0.2			0.05	
合 計	170	260	230	55	81	72

* 西歴 2000 年までの値。

んでおり、これら動物はフォールアウトをよく保持する地衣類を餌にしているので、肉中 ^{137}Cs 濃度が高く、したがってラブランド人の体内 ^{137}Cs 濃度は西欧人の 100 倍高い。

長半減期の α 核種として、呼吸により大気中から人体に入るものとして注目される ^{239}Pu は、過去の核実験にて 0.3 MCi 生成されたと推定されている。1962～1970 年にかけて、イスプラ（イタリー）で測定された地表大気中 ^{239}Pu 濃度の年変化をみると、1962～1965 年が $10^2 \sim 10^3 \text{ aCi/m}^3$ ($\text{aCi}=10^{-6}\text{pCi}$)、その後は $10 \sim 10^2 \text{ aCi/m}^3$ の水準であった。1970 年までの時間積分濃度は、 $4 \times 10^3 \text{ aCi} \cdot \text{年}/\text{m}^3$ と推算され、これを呼吸したことによる 50 年間積算線量は、肺胞に 1.8、リンパ節に 400、肝臓に 0.8、骨に 0.2 mrad と推算された。ただし、人体での ^{239}Pu の分布や各臓器での滞留時間については、情報がきわめて乏しいので、推定線量は正確でない。

以上のように、核実験によって環境に導入された人工放射性核種が、人類に与える dose commitment について主要なものをとりまとめたのが第 4 表である。ここでは、北半球中緯度地帯と南半球中緯度地帯とについて示した。中緯度地帯は最も人口の多い地域であり、また北半球と南半球では、フォールアウト降下量に格段の差がある。世界平均は両者の中間より北半球中緯度地帯の値に近い。

3. 原子力発電に由来する放射能

(1) 局地的な被曝

原子力発電事業に関する各施設周辺の人間集団に対して、種々の被曝経路が考えられるが、大別して採鉱・精錬や濃縮・加工といった前段階と、発電炉運転や燃料再処理といった中後期の段階があり、それぞれ大気放出、廃液放出が被曝源となる可能性がある。

U 鉱石の採鉱過程では ^{226}Ra 、 ^{222}Rn 、 ^{210}Pb などに関与するが、主として採鉱従事者の職業被曝源であり、一般住民の被曝には影響がない。精錬工程で、廃液が河川に放出されていて、水中の ^{226}Ra が高まることがある。U 鉱残渣の廃棄場所から ^{222}Rn の発生があるが、居住区域ではない。濃縮・加工の段階での一般環境への放射能影響は、ほとんどないと考えられている。将来 Pu 燃料の取扱いが増加するとき、その加工工程で Pu は、主に職業人の吸入被曝の問題に限られるであろう。

発電炉で生成される放射性物質の大部分は、再処理工場に移されるから、発電所から直接に環境に放出されるのは、その一部分に過ぎず、排水による水域放出と、大気への放出にわけられる。放出水域は、河川または沿岸海域が主で、ふつう水生生物の食用利用が被曝経路とな

第 5 表 原子力発電所排水による集団線量の推定例

発電所	被曝経路と対象人数	核種	1MWe・年の操業に対する dose comm. (rad)	1MWe・年の集団 dose comm. (man-rad)
Bradwell	カキ 75g/日 漁業者 50 人	^{65}Zn ^{137}Cs $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ^{32}P	1.1×10^{-6}	5.5×10^{-5}
Trawsfynydd	マス、パーチ 100g/日 釣人 100 人	^{137}Cs ^{134}Cs	5×10^{-5}	5.2×10^{-3}

第 6 表 1969 年における米国原子力発電所周辺の集団被曝水準

発電所	敷地境界線量率 mrad/年	80km までの集団の被曝	
		集団線量 man-rad/年	平均線量 mrad/年
BWR			
Dresden-I	18	360	6.3×10^{-2}
Oyster Creek	0.37	0.6	5.2×10^{-4}
PWR			
San Onofre	0.23	1	3.8×10^{-4}
Conn. Yankee	5	15.6	5.8×10^{-3}

る。汽水域放出の Bradwell、湖水放出の Trawsfynydd の両発電所（英国）の周辺住民の集団被曝の dose commitment を推算した例を第 5 表に示す。

大気中への希ガスの放出による集団の体外被曝については、1969 年米国で調査された例がある。各サイトにおける実際の気象状況、放出率、人口分布などから、敷地境界での線量率と 80 km までの範囲の集団線量とを推算している。その結果から、いくつかをひろって示したのが第 6 表である。サイトにより、この値は著しく異なっており、平均レベルを出すことができなかったが、概して古い発電所で高い被曝水準を示している。特に高いものを除くと、 $10^{-2} \sim 10 \text{ man-rad/年}$ の間に入り、たいていのサイトでは 1 man-rad/年 以下であった。また、これは空間線量であって、実際の人の被曝線量ではない。希ガス以外の大気放出には、 ^{131}I と ^3H 蒸気があるが、 ^{131}I は被曝寄与がきわめて小さい。 ^3H 蒸気は重水炉にて放出が大きい、カナダの Douglas point (PHWR-220 MWe) の放出は年間数 1000 Ci であり、敷地境界にて 1 MWe・年当り $0.7 \times 10^{-3} \text{ mrad}$ の体内被曝と推算された。

再処理工場からの水域放出にかかわる住民の被曝については、NFS の淡水域放出と Windscale の沿岸放出と

第7表 ウィンズケール再処理工場の沿岸放出による集団の被曝

被 曝 源	被曝経路人数	核 種 と 臓 器	1MWe 年当りの dose comm. (rad)	1MWe 年当りの 集団dose comm. (man-rad)
<i>Porphyra</i>	ラバブレード16g/日	^{106}Ru {消化管 生殖腺}	3.4×10^{-6}	8.8×10^{-2}
(体 内)	26,000 人		3.4×10^{-9}	8.8×10^{-5}
微 細 砂	漁業 350 時/年	^{95}Zr ^{95}Nb }全身 ^{106}Ru }	1×10^{-5}	1×10^{-4}
(体 外)	10 人			
魚 類	食用 25g/日	^{106}Ru 消化管	4×10^{-7}	4×10^{-5}
(体 内)	100 人	^{137}Cs 全 身	1×10^{-7}	$1 \times 10^{-5\oplus}$
漁 具	操作 500 時/年	^{106}Ru }手 ^{144}Ce }	4×10^{-6}	4×10^{-4}
(体 外)	100 人			

⊕ 北アイルランド海漁獲物については 3×10^{-2} 。

の場合が、よく調べられている。NFS からでる主要核種は ^3H , ^{90}Sr , ^{106}Ru , $^{134,137}\text{Cs}$ で、被曝経路は淡水魚である。住民の被曝水準は、 ^{137}Cs から 0.2mrad/年 、 ^{106}Ru から 1.6mrad/年 (消化管) と推算されている。Windscale では、種々の被曝経路が明らかにされており、それぞれの集団被曝推定値を第7表にまとめて示す。

再処理施設からの大気放出については、次のような試算がある。1MWe・年の発電に用いた燃料から、510Ci の ^{85}Kr と 0.2Ci の ^3H (生成量の1%) が大気放出されるとし、100 人/ km^2 の人口分布で、放出源から250km までの集団 dose commitment を計算すると、 ^{85}Kr から $5.4 \times 10^{-3}\text{man-rad/MWe} \cdot \text{年}$ (生殖腺)、 ^3H から $10^{-4}\text{man-rad/MWe} \cdot \text{年}$ (吸入) の寄与があるとされた。

(2) 世界規模の被曝

世界全体の原子力発電規模の将来予想については種々あるが、最も大きい推測値は1970年 20GWe、1980年 350GWe、1990年 1600GWe、2000年 4300GWe というものである。 ^{85}Kr , ^3H および ^{129}I の生成状況は、第8表のように計算される。ただし、 ^{129}I の量は生成全量であって、環境放出量ではない。放射性 I の除去率は、現在の設備にて 10^3 くらいあるが、高速炉の開発とともに、I 除去効率向上の技術開発が進められているから、

第8表 ^{85}Kr , ^3H , ^{129}I の将来の蓄積

	^{85}Kr	^3H	^{129}I
生成率 (Ci/MWe 年) { ^{235}U ^{239}Pu }	510 270	21 40	1×10^{-3} 3.4×10^{-3}
蓄積量 (MCi) { 1970 年 2000 年* }	19 5.5×10^3	0.81 420	4.6×10^{-5} 3.8×10^{-2}

* 70% 高速炉。

$10^6 \sim 10^8$ の除去率が期待されるという。そうなれば、実際に環境に放出される ^{129}I は、ずっと小さいものとなる。 ^{85}Kr の生殖腺 dose commitment は、在来炉で510Ci、すなわち1MWe・年当り $3.1 \times 10^{-8}\text{mrad}$ と計算されるが、高速炉では270Ci なので、西暦2000年 (4300GWe、このうち70%が高速炉) の1年間操業に対する生殖腺 dose commitment は、 $4.5 \times 10^{-2}\text{mrad}$ と推算された。ただし、これは生成された ^{85}Kr が全部大気放出されたとした場合であり、将来 ^{85}Kr 除去装置が普及すれば、この値は低下する。 ^3H の dose commitment は21Ci、すなわち1MWe・年当り $4.4 \times 10^{-8}\text{mrad}$ と計算され、高速炉では40Ci/MWe・年であるとする、西暦2000年の1年間操業に対する dose commitment は、 $1.6 \times 10^{-1}\text{mrad}$ と推算された。 ^{85}Kr , ^3H 両者合せて、ほぼ $2 \times 10^{-1}\text{mrad}$ ということができる。

4. 核爆発の利用からの放射能

核爆発は軍事目的以外にも利用でき、次の2方法が検討されてきた。1つは cratering explosion といい、運河、港などの建設に用いる爆発であり、他は contained explosion といって、天然ガスや石油などの地下資源をとり出すための爆発である。

Cratering explosion としては、第2パナマ運河やアラスカの港づくりが検討されたことがあり、いくつかの実験爆発が行なわれている。環境にかなりの放射性核種が放出されるので、実際に運河建設などの事業が行なわれると、被曝寄与が大きく、現段階では難点がある。これに対し、contained explosion は放射能の大部分が閉じ込められるが、Kr, Xe の混合核種のもれがあるという。また、採取ガス中に ^3H , ^{14}C , ^{85}Kr が出現するから、これを都市ガスに用いたとき利用者の被曝が問題になる。

Ⅲ その他の放射線源

1. 医療上の被曝

1962 年報告にて、医療上の被曝をとりまとめて以来、いくつかの国で新しい調査結果が得られ、わが国も1971年の調査データを提出した。線量は、遺伝有意線量と平均骨髓線量とを算出しているが、わが国からはとくに白血病有意線量 (leukemia significant dose) をも併せて提示した。これは平均骨髓線量を修正したもので、被曝後の白血病発生の確率 (年齢、余命の長短で異なる) の重みをつけて平均した値である。

診断用 X 線は最も寄与の大きい被曝源で、各国で調査された遺伝有意線量は、5~75mrad/年の間にあり、日本は 26.5mrad/年である。日本の平均骨髓線量は 189mrad/年、白血病有意線量は 169mrad/年で、英国の 32mrad/年、ライデン (オランダ) の 30mrad/年に比して、かなり大きい。近年、放射性医薬品投与による診断が盛んになり、その頻度は3年で倍増する傾向にある。しかし、これによる遺伝有意線量は 0.05 (日本)、0.015 (ニュージーランド)、0.4mrad/年 (スウェーデン) といった程度である。

治療への X 線、 γ 線の利用は、主として悪性腫瘍の場合であり、個人の被曝線量はきわめて大きい、対象人口が診断利用よりはるかに少なく、かつ高齢者が多いので、遺伝有意線量は小さい。いくつかの国の調査例は、いずれも数 mrad/年程度であり、1971 年におけるわが国の調査結果も、約 1mrad/年であった。平均骨髓線量は、わが国の場合 206mrad/年と求められたが、被曝後余命が短いので、白血病有意線量は 36.6mrad/年となり、前者と大差がある。治療用の RI としては ^{131}I 、 ^{32}P 、 ^{198}Au が主要なもので、遺伝有意線量は 0.047 (ニュージーランド)、0.014 (西ベルリン ^{131}I 治療)、0.047mrad/年 (日本 ^{131}I) という値が得られている。

2. 職業上の被曝

放射線作業従事者数は、多くの国で人口 1000 人当たり 1~2 人あるいはそれ以下である。これらの人達の被曝については、事業所の個人モニタリングの記録から情報を得るわけであるが、このようなデータには種々の弱点があって、おおよその状況しかわからないのが実情である。すなわち、フィルムバッジ等の線量計の検出限界以下の線量はよくわからないし、計器は大体において、身体の一部に装着するのみであり、また身体臓器の吸収線量をあらわしていない。得られているデータは、ほとんどが外部照射によるものであって、体内被曝のデータはあまり得られていない。多くの欠点を承知のうえで、報

第 9 表 日本での職業被曝の線量別分布 (%)

線 量 区 分	医 療	工 業	研究・教育	原子力
0~0.5	84.3	92.8	98.2	96.1
0.5~1	9.4	3.4	1.1	2.5
1~5	5.9	3.3	0.6	1.4
>5	0.3	0.4	0.1	0

告書ではこれらを “recorded dose” と称してとりまとめた。

Recorded dose は 0~0.5, 0.5~1.5, 1.5~5, >5rad/年の 4 段階に分類しているが、大部分は 0~0.5 に入り、>5rad/年はきわめて少ない。職業別のこれら線量区分について各国の例を集めたが、米国の例にて、waste disposal の項に、高線量区分の割合の大きいことが注目される。わが国の例を第 9 表に示す。それらの職業別平均は、医療 0.38, 工業 0.29, 研究・教育 0.09, 原子力 0.13rad/年であった。もちろん、これらは年とともに変化していくものである。

原子力発電所の職業被曝については、英国中央発電庁の 7 発電所にて、1969 年の平均 recorded dose は最古発電所で 0.84rad, 最新のそれで 0.17rad であった。また、同年の米国の 3 発電所での値は、0.6~1.3rad であった。これらのデータから、発電量当りの集団職業被曝 man-rad/MWe・年を計算することができるが、英国の場合、再処理 (廃棄物処分を含む) での職業被曝の推算値が得られているので、これらを総合して発電量当りの集団被曝全体を見当づけることができた。すなわち、次のようになる。

再処理	1.6man-rad/MWe・年
発電所	0.7man-rad/MWe・年
計	2.3man-rad/MWe・年

この値は将来の技術改良、発電所の設備容量の大型化により、ずっと小さくなるであろうと考えている。

3. 雑 線 源

一般人が、放射線被曝をうける雑多な線源は意外に多いが、歴史的によく知られているのは、夜光時計と TV である。

1960 年頃、時計の調査がよく行なわれたが、この頃のものには ^{226}Ra を用いていたので、0.1 μCi ^{226}Ra を含む腕時計を 16 時間着用する人の生殖腺被曝は、1.5~3mrad/年と推算されている。しかし 1960 年代から、漸次 Ra を ^3H や ^{147}Pm に転換するようになった。一時 ^{90}Sr も使用されたことがあるが、これも β 線量がかかなりあり、メーカー側にも危険があるので中止された。 ^3H を用いると、体外被曝はほとんどないが、 ^3H のもれがあ

るので、その吸入による被曝があるが、線量は ^{226}Ra の場合より、ずっと小さいと推定されている。

Uを含有する陶器うわぐすりが、皿やコップに使われたことがあり、米国では風呂場のタイルに用いられているものもあるという。

いくつかの国で、U含量の高い建築材が使用されている例があり、居住者にかなり高い体外照射を与えていることが、近年調査されている。米国コロラドでは、U精練の残渣が1952～1966年にかけて道路、プール、土管、建物などの充てん材に利用されたことがある。最近、それらの建物の測定が行なわれたが、670の住居のうち80%が自然バックグラウンド(9 $\mu\text{R}/\text{時}$)を上回ること10 $\mu\text{R}/\text{時}$ 以下、18%が10～50 $\mu\text{R}/\text{時}$ 、0.3%が100 $\mu\text{R}/\text{時}$ 以上であったという。もし、屋内時間17時間とすると、10 $\mu\text{R}/\text{時}$ は年間50mradに相当する。

カラー TV 受像機から出るX線による被曝が問題になったことがあり、米国での1967年における遺伝有意線量は、0.5mrad/年と推測されたが、それ以後国の基準が施行されるようになって、この値はずっと小さくなってきていると考えられている。

Ⅳ お わ り に

核実験フォールアウトに由来する主要放射性核種の環境や、フードチェーンにおける動き、人体被曝の推定に関しては、現在までに数回報告書を取りまとめ、そのための資料蒐集、調査研究が長年にわたって行なわれたことにより、かなりよい解析ができるようになった。そして、この研究から得られた多くの情報は、原子力平和利用に伴う放射性物質の環境放出に関する評価に、有力な基礎的手段になったことも事実である。しかしながら、平和利用由来の被曝評価を世界全体としてとりまとめる

試みは、今回がはじめてであったから、未だ情報がかなり不足している感があった。ただし、そのような不十分な点はどこにあるかを、明確に認識することに大きく役立ったことの意義は深い。局地的な被曝の項にみられるように、種々の被曝様式について実例をあげて線量推算がなされているから、一見きれいにまとまっているように見えるが、実際はこのような少数の例しか、定量的に取り扱えなかったというのが実情であった。

職業被曝は、その原子力部門の集団線量が将来増大するであろうことは、十分考えられる。しかし、現在得られている線量推定値は不正確であるし、また技術や施設が現状のままではないから、将来の発電規模の予想から、そのまま将来の被曝の規模を推定することは困難である。

医療上の被曝については、医療従事者の放射線知識の啓発、放射線照射手技や装置の改良などによる被曝軽減が重要であることが、委員会でもたびたび話題となっており、事務局にて軽減勧告の草案を用意したこともあったが、このことに関してはICRPにまかせることにし、今回の報告書に採録することはしなかった。

会員異動等についてお願い

転職、転勤などによる異動、あるいは住所表示などの変更があった場合には、できるだけ早く本会事務局にご連絡をお願いします。連絡がない場合には郵便物が届かず、会誌が発送できませんので、よろしくお願いします。