

表題：ラドン吸入による内部被ばく問題（5）

副題：世界の機関によるラドンの取り扱い_UNSCEAR

筆者：SCE-Net 環境研究会 郷 茂夫

（化学工学会 会員， 放射線影響学会 会員）

2021年 9 月 25 日作成

今回は、日本におけるラドンの実測データと被ばくに関わる線量評価について述べましたので、今回以降は、世界、特に西欧諸国の動向について見ます。

今回から3回にまとめて、世界の指導的地位にある UNSCEAR, ICRP 及び IAEA のラドン問題の取り扱いについて、時間経過を追いながら、いくつかの重要項目についての現状の結論を概括します。

私どもの関心は、実際の実効線量 mSv はいくつかということと思いますが、ラドン被ばく問題については過去の歴史があるにも関わらず、まだまだ未解決部分が少なくないと言われます。

機関名：UNSCEAR: 国連科学委員会 (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)

ICRP: 国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection)

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

これまでの UNSCEAR と ICRP の役割として、前者は科学的な知見の収集及び評価に対して、後者はそれに基づいた対策レベルや参考レベルの基準の策定と認識されています。

IAEA の役どころは、他の国際機関等と共同で策定している国際基本安全基準（BSS）発行するものです。加盟各国は、BSS を基準に自国の政策を作ります。

1. 主たるデータ発生源の UNSCEAR と ICRP の従来の食い違いの経過

ラドンの線量の推定のやり方を見ると、UNSCEAR は以前の見解として独自の線量換算係数を用いて来ました。その理由としては、ICRP が 1993 年に Publication 65 におい

て勧告したラドンの線量換算規約 (dose conversion convention, 文献 2 参照) が地下鉱山作業員に対する疫学調査結果から導かれたものであり、UNSCEAR が基づいていた呼吸気道モデルを用いた線量推定から導かれた値と大きく異なっていた (3 倍程度異なっていた) ためでした。また、ICRP は Publication 66 (2000 年) として吸入摂取による内部被ばく評価のための呼吸気道モデルを刊行したものの、このモデルはラドンに適用しないという言及もしていました。

(※) 線量換算規約の方法は Publication 65 で定義されたもので、等量の損害に基づいてラドン子孫核種の累積ばく露量 (WLM または $J\text{h}\text{m}^{-3}$ (単位のアルフベット文字が引っ付いているのでわかりにくい、 $J\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ ということ) を実効線量に関連づけるために用いられるものである。

しかしながら、近年の研究成果によりラドンの線量換算係数は疫学的手法によって導かれた値と線量モデルによって推定された値がよく一致することが最新の ICRP Publication 137 (2017 年) において示されることになりました。

その後、ラドンの線量換算係数 (mSv に換算する上で必須の係数値) について言うならば、2006 年以降の UNSCEAR 報告書ではほとんど記載されておらず、今は ICRP が先に検討を進めて、この度の新しいラドンの線量換算係数を提案している状況です。

2. UNSCEAR におけるラドンの線量評価の方法

原子放射線の影響に関する UNSCEAR によるラドン線量評価の方法は以下のようなやり方を示していました。要するに、今につながる線量評価の手法です。

評価手順は以下ですが、前の連載 (3) と同様なものです。

(言い方が逆です；この UNSCEAR の手法を今の線量評価の標準的考え方として採用しているということです。)

<評価手順>

- ① ある場所、空間の、年間ラドン濃度 (平均値) を測定する；単位：Bq/m³,
- ② 上記の値に、適切な「**平衡係数**」を用いる、例えば、代表値：0.4 とかをかける；
単位：Bq/m³,
- ③ 上記の値に、対象人間 (群) の、ある場所における所在時間をかける。
例えば、屋内なら、7,000 時間/年間とか。
- ④ 上記の結果を「時間積算平衡等価ラドン濃度」とする；単位：Bq/m³*hr。
- ⑤ 上記に、別途推定する「**線量換算係数**」を掛け合わせる。これには、粒子サイズや生体パラメータなどいろいろな因子を考慮して決める。

最終的なデータ単位：年間実効線量 mSv となります。

3. UNSCEAR におけるラドンの線量換算係数の経過データ（2006 年まで）

UNSCEAR は 1977 年以来、定期的に刊行している報告書において公衆による自然放射線源からの年間実効線量の世界平均値を提示してきました。それらの被ばくのうち、約半分はラドン（及びトロン）子孫核種の吸入摂取による線量であった。UNSCEAR が与えるラドン濃度から実効線量までの線量評価の手順と計算式は既述のとおりです。

結局、**平衡係数と線量換算係数**を、どういう数値を用いるかで、結果の実効線量 mSv は如何様にも変わります。

以下に、UNSCEAR の歴史的経過を見てみましょう。

表 1 に UNSCEAR 報告書における代表的な平衡ファクタ及びラドンの線量換算係数の変遷を示します。

下の 2006 年数値（UNSCEAR の最終報告値）を、連載 (3) の 3. 実効線量の計算式にあてはめれば mSv 値は求まります。

表 1. UNSCEAR 報告書における、上記 2 つの係数の変遷

	年	1977	1982	1988	1993	2000	2006
平衡係数 1)	屋内	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
	屋外	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.6
線量換算係数 2) nSv/Bq*h*m ³	屋内		8.7	10	9	9	9
	屋外		17	10	9	9	9

補足とコメント；

1) 平衡係数（平衡ファクターとも言う）

ラドン濃度実際値を直接の被ばくの原因となる平衡等価ラドン濃度に変換するために平衡ファクタを乗じます。この平衡ファクタの代表的な値として屋内では 0.4 が用いられることが多いです。その平衡等価ラドン濃度に年間滞在時間（例えば屋内 7,000 時間、屋外 1,760 時間）を乗じて平衡等価ラドン濃度の時間積分値を求めます。この値に線量換算係数を乗じれば年間実効線量が算出されます。

平衡ファクタの変遷を見ると、屋内の平衡ファクタが屋外よりも小さいこと（屋外より、屋内の方が放射平衡状態よりずれているということ）がわかります。また 1988 年以降は現在まで 0.4 が代表値として示されています。

ただし、この値は気候、家屋構造や屋内空気の性質によって異なることから国によってはさまざまな値を示す可能性があることに留意ください。

表1. の最右ランの数字が朱記されていますが、UNSCEARの現状よく使う係数値となっています。ただ、これは世界平均値であり、実際の適用には、その場所の条件を勘案することが必要です。

2) 線量換算係数

線量換算係数についてはこれまでICRPが提示してきた値とは独立した値を示しています。なぜならば、1.でも触れたように、疫学調査から導かれたものと線量モデルから計算されたものとは3倍程度違っていたためです。UNSCEARが与えた係数はそれらの中間にありました。ただ、UNSCEARによる線量モデルによる結果はICRP Publication 65にある値と2倍以内で一致しています。UNSCEARでは屋内と屋外についてそれぞれ線量換算係数を与えていますが、異なる係数を与えたのは1982年の報告のみであり、それ以降は屋内外で同じ係数「9」を提示しています。

因みに mSv 値を試算してみますと、屋内、**100 Bq/m³ あたり**としますと、
 $AED = 100 * 0.4 * 7,000 * 9 * (1/1,000,000) = 2.5 \text{ mSv /年}$ となります。
西欧では、ラドン濃度 100 Bq/m³ などほざらにあるようです。

今回は、ICRPの扱いと公表データを紹介します。

(連載 021 おわり)