

測定値（空气中放射線量）と実効線量

1. 実効線量

ICRP が線量評価に用いている「実効線量」は、外部被ばくの場合は、各臓器の等価線量に組織加重係数を掛けたものの総和として定義されています。

等価線量は、放射線により各臓器の吸収された単位質量当たりエネルギー(吸収線量：1 J/kg=1 グレイ(Gy))に放射線の種類による影響の効果(放射線加重係数)を掛けたもので、単位はシーベルト(Sv)です。ガンマ線の場合、放射線加重係数は1なので、臓器の吸収線量が1グレイの場合は、1シーベルトとなります。

外部被ばくによる各臓器の吸収線量は、人体を模擬した人体ファントム全体に放射線が入射したとして計算しています。照射形状により同じ種類、同じエネルギーの放射線であっても、各臓器の吸収エネルギーは異なります。以下では、AP照射形状(ICRPが設定した照射形状の内、人体前方からの入射で、同じ放射線に対して最も大きな実効線量となることから、放射線障害防止法における線量評価に使用されている照射形状)、放射性同位元素が広い領域の拡がっている福島等の現在の被ばくに近いと思われるISO照射形状及びROT照射形状を対象として説明します。また、各臓器の吸収線量の値は、体格が大きく異なるために、年齢により同じ放射線でも異なる値となります。ICRPのレポートでも、年齢(体格)依存があることはグラフで紹介されていますが、具体的な数値は示されていないので、年齢依存については、参考文献¹⁾に公開されている実効線量を使用することとします。

組織加重係数は、確率的影響のリスクに対する各臓器の影響を表す係数です。現在は、1990年勧告の放射線荷重係数が使用されています。ICRPの最近の勧告では、原爆被爆者の疫学調査の結果に基づいて値が若干変更されています。

2. 空間線量として測定される線量

ICRPは、定義通りの実効線量は測定できないということから、空气中放射線量(以下、空間線量と言います。)の測定は、ICRUが定義した周辺線量当量を用いることにしています。周辺線量当量は、直径が30cmの球形状の人体等価ファントム(人体の軟組織〔骨、肺を除く組織〕に近い元素組成を持つ物質)に放射線が平行に一様に入射したときの特定深さの線量当量で、全身の被ばくに対応する場合には1cmの深さの値が使われます。そのため、1センチメートル線量当量と表現される場合もあります。

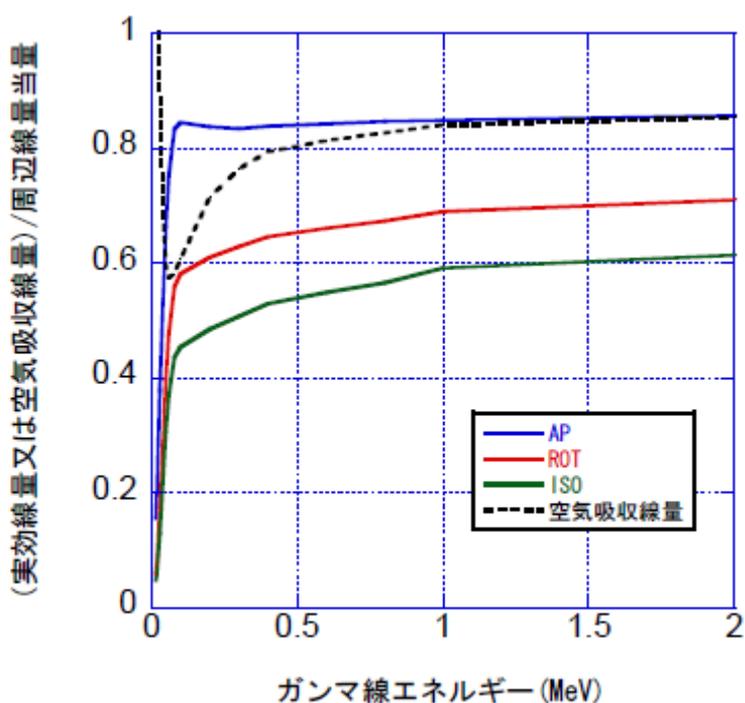
周辺線量当量の定義通りの測定ができる測定器を作ることは、原理的に不可能に近いので、周辺線量当量測定用の線量計(シーベルト表示の線量計)は、様々な工夫をして(ガンマ線の場合であれば、エネルギー情報を取り入れた「エネルギー補償型」や、各種のフィルターを使用するタイプ等)周辺線量当量のエネルギー応答に近い応答となるようにしたものです。



空間線量の測定値として使用されているもう一つの線量は、空気の吸収線量です。空気吸収線量は、以前レントゲンという単位で使用されていた照射線量に対応する線量です。使用する検出器によるが、定義に近い測定が可能な線量で、多くのモニタリングポストで測定されている線量です。

3. 周辺線量当量と実効線量の比較

測定される線量である周辺線量当量当たりの AP, ROT 及び ISO 照射形状の実効線量及び空気吸収線量（[実効線量又は空気吸収線量] / 周辺線量当量）は、下図の様になります。



周辺線量当量当たりの実効線量及び空気吸収線量

どの照射形状（AP, ROT, ISO）の実効線量も、周辺線量当量より値が小さいこと、照射形状により値が異なることが判ります。

環境に放出された主要な放射性同元素である I-131, Cs-134 及び Cs-137 に対する周辺線量当量当たりの年齢毎の実効線量を下記に示します。表の値は、文献 1 の値を使用して計算したもので、ICRP の実効線量についても併せて示してあります。全ての値が 1 以下になっており、周辺線量当量は実効線量のより保守的な評価値となる線量を与えることが判ります。



周辺線量当量当たりの
年齢別実効線量

I-131

	0 歳児	1 歳児	5 歳児	10 歳児	15 歳児	成人	ICRP
AP 実効線量	0.87	0.87	0.87	0.87	0.85	0.85	0.83
ROT 実効線量	0.80	0.77	0.74	0.71	0.70	0.66	0.64
ISO 実効線量	0.71	0.66	0.63	0.60	0.56	0.54	0.52

Cs-134

	0 歳児	1 歳児	5 歳児	10 歳児	15 歳児	成人	ICRP
AP 実効線量	0.90	0.89	0.89	0.88	0.87	0.87	0.85
ROT 実効線量	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.71	0.68
ISO 実効線量	0.77	0.72	0.68	0.65	0.61	0.59	0.58

Cs-137

	0 歳児	1 歳児	5 歳児	10 歳児	15 歳児	成人	ICRP
AP 実効線量	0.89	0.89	0.88	0.88	0.86	0.85	0.84
ROT 実効線量	0.84	0.80	0.77	0.74	0.71	0.70	0.67
ISO 実効線量	0.75	0.70	0.67	0.64	0.60	0.58	0.57

4. 線量の測定値を使用する場合に留意すべき点

4-1 被ばく線量を評価する場合

これまでの説明で判るように、実効線量は、どのような照射形状を適用するか、どのような年齢を対象にするかによって、無視できない違いが生じます。

地表に分布した線源からの被ばくに近い自然放射線等からの被ばくについて、原子放射線による影響に関する国連科学委員会報告では、空気吸収線量(グレイ)から実効線量への変換係数として 0.7 を、放射線医学研究所から出されている「大地(大気を含む)の自然放射性核種からの空気吸収線量率と実効線量率(全国および都道府県別)」では、0.748 が使用されています。また、文部科学省はホームページで毎日公開している全国の「環境放射能水準調査結果」では、1.0 が使用されています。同じ空気吸収線量の測定に基づいて評価されていますが、実効線量への換算係数が違うので、空気吸収線量が同じでも、実効線量としては異なった値になるので、注意が必要です。

どのような年齢のどのような照射形状の実効線量よりも高めの値となる周辺線量当量を実効線量としてリスク評価に使用することは、一つの合理的な考え方であると思われませんが、そうでない考え方をするばあいには、その根拠を含めて、丁寧な説明が行われることが必



要です。

4-2 放出量の推定に空間線量率の測定値を使用する場合

今回の事故では、環境に放出された放射能の総量が明確になっていないことから、広い領域で多くのデータがある空間線量率と大気中の拡散モデルから求めた「線量」との比較により放出量が推定される場合があります。この場合、拡散モデルで評価している「線量」が実測値（周辺線量当量）と対応しているかどうかを確認してから行う必要があります。拡散モデルで使用されている「線量」が、ISO 照射形状や ROT 照射形状の実効線量の場合、周辺線量当量の測定値と対応しているとして評価すると、図から判る様に、放出量を 2 倍近く過大評価する可能性があるため、注意することが必要です。

参考文献

1. Y. Yamaguchi, “AGE-DEPENDENT EFFECTIVE DOSES FOR EXTERNAL PHOTONS”, Radiation Protection Dosimetry, Vol. 55(1994)123-129.

（より詳しい解説は、放射線工学部会ホームページ（<http://www.aesj.or.jp/~rst/>）に、「放射線工学部会における福島第一原発事故への対応」線量概念検討WGの成果物として掲載されています。）