

サブマージョン核種による被ばくの内部照射の線量寄与

Dose contribution of internal irradiation with submersion nuclides

*真辺 健太郎¹, 室田 修平¹, 村上 優子², 高橋 史明¹

¹JAEA, ²NAIS

サブマージョン核種による被ばく評価では、人体を取り囲む空気中の核種による外部照射と呼吸気道内の空気中の核種による内部照射を考慮する必要がある。原子力機構で開発中の内部被ばく線量評価コードを用いて内部照射による線量を評価し、外部照射による線量との合算値に対する寄与割合を解析した。

キーワード：サブマージョン, 実効線量率係数, 内部照射

1. 緒言 放射性希ガス等のサブマージョン核種は、吸入しても全身循環にほとんど移行せず、臓器や組織への集積による被ばくの寄与はごく小さいことから、人体を取り囲む空気中の核種による外部照射と呼吸気道等にある体内空気中の核種による内部照射が重要な被ばく源となる。国内の放射線防護基準値において、サブマージョン核種に対する作業場の空気中濃度限度と施設からの排気中濃度限度が定められている。そのため、現在検討中の国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告の国内法令への取入れにおいても、サブマージョン核種は検討対象になると想定される。ICRPは、Publ. 151で2007年勧告準拠のサブマージョン核種に対する実効線量率係数（単位時間・放射能濃度あたりの実効線量）を公開したが、内部照射による線量寄与が考慮されていない。そこで、Publ. 151に掲載された36核種について、ICRP 2007年勧告に準拠した線量評価用モデル・データに基づく内部照射線量を評価し、外部照射線量との合算値に対する寄与割合を解析した。

2. 方法 原子力機構が開発している内部被ばく線量評価コード IDCC^[1]の線量係数計算機能を用いて、標準人体モデル^[2]の体内空気中でサブマージョン核種が1回壊変した時の各組織の等価線量 (S_w 値) を評価した。続いて、同モデルの体内空気量に基づいて核種濃度が1 Bq/m³の場合の体内の放射能を計算し、これに S_w 値を乗じることで内部照射による実効線量を求めた。外部照射による実効線量は Publ. 151 の値を用いた。

3. 結果と考察 内部照射の寄与割合は、7.7% (⁷⁶Kr) から 100% (³⁷Ar) までの幅広い分布を示した。図1に示すように、核種1回壊変あたりの放出エネルギーで電子が占める割合と内部照射の寄与割合に強い正の相関 ($R=0.93$) が確認された。Publ. 151の評価では、皮膚については表面から一定の深さに標的層があるモデルが使用されたため、電子の外部照射による皮膚の線量が小さい。一方、標準人体モデルの体内空気は肺胞中に分布しており^[2]、飛程が短い電子でも肺胞組織に線量を与えるため、内部照射による寄与が無視できなくなった。

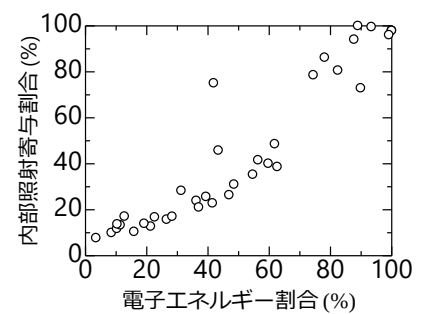


図1 放出エネルギーの電子の割合と内部照射の寄与割合の関係

4. 結論 サブマージョン核種に対する線量評価において、内部照射による線量寄与を考慮する必要性が示された。一方で、1回換気量の標準値は成人男女それぞれ 625 cm³、444 cm³である^[3]のに対し、標準人体モデルの体内空気量は男女それぞれ 154 cm³、37.2 cm³^[2]と少なく、体内空気の適正量を今後検討する必要がある。

参考文献

[1] JAEA, 令和5年度放射線対策委託費（被ばく線量評価コードの開発）事業成果報告書, 2024年3月。

[2] ICRP, Adult Reference Computational Phantoms. ICRP Publication 110, Ann. ICRP, 2009; **39** (2).

[3] ICRP, Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. ICRP Publication 66, Ann. ICRP, 1994; **24** (1–3).

本件は、原子力規制庁令和6年度放射線対策委託費（被ばく線量評価コードの開発）事業により得られた成果を含む。

*Kentaro Manabe¹, Shuhei Murota¹, Yuko Murakami² and Fumiaki Takahashi¹

¹JAEA, ²NAIS.