

改訂ヒト呼吸気道モデルに対応した吸入エアロゾルの沈着割合計算機能の開発

Development of a function calculating deposition probabilities of inhaled aerosols compatible with the revised Human Respiratory Tract Model

*真辺 健太郎¹, 高橋 史明¹

¹原子力機構

国際放射線防護委員会の呼吸気道沈着モデルを用いて、任意の粒径分布を持つエアロゾルに対し、改訂ヒト呼吸気道モデルにおける沈着領域区分に対応した沈着割合を計算する機能を開発した。

キーワード：内部被ばく線量評価、吸入摂取、エアロゾル、粒径分布、沈着割合、ヒト呼吸気道モデル

1. 緒言 環境に放出された放射性核種に対する公衆の放射線防護に資するため、外部被ばくと内部被ばくを統合した線量評価システムの開発を進めている。内部被ばくで考慮すべき被ばく形態のひとつとして、大気中に浮遊する放射性エアロゾルの吸入摂取がある。吸入摂取による被ばく線量は、エアロゾルの粒径、密度、形状等により変化するが、国際放射線防護委員会(ICRP)の線量係数(単位放射能当たりの預託実効線量)は粒径が一定の対数正規分布であると仮定して評価されている。また、IMBA、LUDEP等の既存コードでは粒径について単一値又は対数正規分布しか考慮できず、沈着領域区分が最新のヒト呼吸気道モデル(改訂 HRTM) [1]にも対応していない。そこで、本研究では、線量評価システムの一部として、任意の粒径分布、密度、形状係数のエアロゾルに対し、改訂 HRTM の領域区分に対応した沈着割合計算機能を開発した。

2. 計算フロー 図1に、沈着割合計算機能の計算フローを示す。

粒径分布は、任意の確率密度関数で、または対数正規分布であるとして熱力学的放射能中央径(AMTD) (μm)もしくは空気力学的放射能中央径(AMAD) (μm)と幾何標準偏差(σ_g)で設定可能とした。後者の場合は、設定値に従って確率密度関数を計算することとした。パラメータは、エアロゾルについては密度と形状係数を、評価対象者については性別、年齢群、呼吸習慣、運動状態とその時間割合を設定可能とした。単一粒径粒子に対する呼吸気道の各領域(胸郭外領域(ET)、気管支(BB)、細気管支(bb)及び肺胞(ALV))への沈着割合の計算は、呼吸気道沈着モデル[2]を用いた。ET沈着割合の前鼻道(ET1)及び後鼻道・咽頭・喉頭(ET2)への分配比はET1:ET2 = 65:35、ET2、BB及びbb沈着における隔離成分の割合は0.2%とした[1]。最後に、粒径の確率密度関数と単一粒径に対する沈着割合の関数を組み合わせ、任意の粒径分布を考慮した沈着割合を計算できるフローとした。

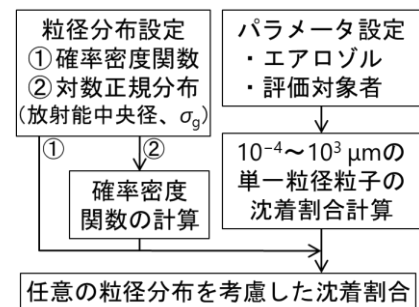


図1 沈着割合計算フロー

3. 機能の検証 開発した機能を用い、軽作業時の成人男性がAMAD領域(0.3 μm 以上)のエアロゾルを吸入した時のALVへの沈着割合を計算した結果を図2に示す。ICRP Publ. 130の数値をよく再現しており、本機能は正しく沈着割合を計算していることを確認した。

謝辞 本研究はJSPS 科研費17K07017の助成を受けたものです。

参考文献 [1] ICRP Publ. 130. [2] ICRP Publ. 66.

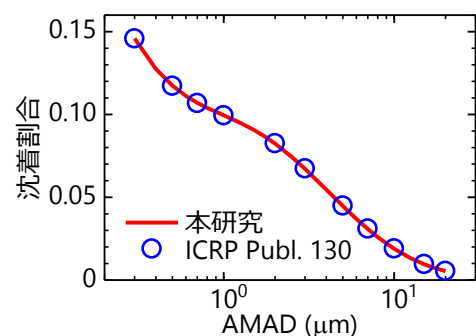


図2 ALV沈着割合

*Kentaro Manabe¹ and Fumiaki Takahashi¹

¹JAEA