

エネルギー分析型甲状腺放射性ヨウ素モニタの開発

(3) 頸部ファントム及び定量法の開発

Development of thyroid dose monitoring system using gamma-ray spectrometers

(3) A method to quantify radioiodine in thyroid for a newly developed thyroid monitoring system

*吉富 寛¹, 西野 翔¹, 高橋 聖¹, 谷村 嘉彦¹

¹ 日本原子力研究開発機構

甲状腺内放射性ヨウ素を定量するためには、使用する甲状腺モニタを被検者の体格を考慮して適切に校正しておくことが必要である。そこで、新たに開発した簡易頸部ファントムを用いた測定とボクセルファントムによる数値計算とを組み合わせ、甲状腺モニタを校正する手法を検討した。

キーワード：甲状腺、放射性ヨウ素、内部被ばく、数値ファントム

1. 緒言

開発を行っている甲状腺モニタは、作業者はもとより乳幼児等を含む多数の公衆構成員に対して甲状腺内放射性ヨウ素を定量することを目的としている。そこで、被検者の年齢による甲状腺の大きさ等の体格による計数効率への影響を評価して検出器配置等の測定条件を検討し、それに基づいた適切な校正条件を決定し、本モニタの計数効率を求める手法を確立しておく必要がある。

2. 甲状腺放射性ヨウ素モニタの測定・校正条件の検討

2-1. ボクセルファントムを用いた測定条件の評価

甲状腺内放射性ヨウ素 ^{131}I の定量に必要な検出感度を確保でき、かつ、被検者の年齢による体格の違いが検出感度に与える影響が小さくなるように検出器の配置を検討した。詳細な甲状腺及び周囲組織を反映した成人、小児及び乳幼児のボクセルファントムを用い、頸部表面から 2.5 cm 離れた検出器位置における甲状腺内 ^{131}I からの 364 keV 光子について、単位放射能当たりのフルエンスをモンテカルロコード (PHITS 2.8.8) により計算評価した。その結果、1 台の検出器を頸部中央に配置するよりも、2 台の検出器を配置した方が位置ずれによる測定の不確かさを軽減でき、十分な検出感度を得られることが分かった。検出器の間隔は、成人及び小児に対しては 4 cm、乳幼児に関しては 6 cm とすることで、小児及び乳幼児で同程度の計数効率を得られることが分かった。

2-2. 簡易頸部ファントムを用いた校正方法

本甲状腺モニタの校正のため、甲状腺を模擬した体積線源ではなく、より取り扱いが簡便な点線源と頸部ファントムを用いて校正する方法を検討した。製作した頸部ファントムはアクリル製で成人、小児及び乳幼児の頸部の平均的なサイズを模擬し、 ^{133}Ba 密封点線源を内蔵することが可能である (図 1)。甲状腺内に均一分布する ^{131}I 放射能と等価な計数効率を与える代表点を計算により求め、その位置に点線源を配置することによって、簡便かつ正確に校正が可能であることが分かった。

3. 結言

ボクセルファントムを用いた計算により、最適な検出器配置を見出すとともに、検討した測定条件を基に、点線源を内蔵した簡易物理ファントムを用いて妥当な計数効率を決定する校正手法を開発した。

本件は、原子力規制委員会「平成 29 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費 (事故等緊急時における内部被ばく線量迅速評価法の開発に関する研究) 事業」により得られた成果の一部である。

表 1 検出器領域でのフルエンス

	フルエンス ($\text{cm}^{-2}/\text{photons}$)	計数効率*3 (cpm/Bq)
成人*1	4.3×10^{-3}	0.082
小児*1	8.0×10^{-3}	0.15
乳幼児*2	7.6×10^{-3}	0.15

*1 検出器領域間隔は 4 cm

*2 検出器領域間隔は 6 cm

*3 364 keV 光子の応答が $0.39 \text{ counts}/\text{cm}^2$ の CZT 検出器を用いた場合の例

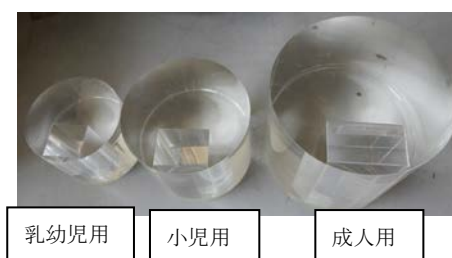


図 1 頸部ファントム

*Hiroshi Yoshitomi¹, Sho Nishino¹, Masa Takahashi¹ and Yoshihiko Tanimura¹

¹Japan Atomic Energy Agency