

4-10 体格の違いが内部被ばく線量に及ぼす影響 —コーカソイドと日本人の人体モデルを使った比較—

表 4-1 体格及び組織・臓器質量の成人日本人男性の平均値と ICRP が採用するコーカソイドの標準値

コーカソイドに比べ日本人の方が小柄です。臓器の質量は、臓器により日本人とコーカソイド間で大小関係が異なります。

体格	成人日本人男性 平均値	成人コーカソイド男性 ICRP 標準値
身長 (cm)	170	176
体重 (kg)	64	73
組織・臓器 質量 (kg)	成人日本人男性 平均値	成人コーカソイド男性 ICRP 標準値
肝臓	1.600	1.800
結腸	0.330	0.370
脂肪組織	13.900	18.200
肺	1.200	1.200
甲状腺	0.019	0.020
脳	1.470	1.450
腎臓	0.320	0.310

放射性同位元素 (RI) の体内への取込みによる内部被ばく線量を評価するためには、RI が分布する組織や臓器(線源領域)から放出された放射線のエネルギーのうち、被ばく線量評価の対象となる組織や臓器(標的領域)に付与されたエネルギーの割合に関するデータが必要となります。このデータは比吸収割合 (SAF) と呼ばれ、臓器や人体の形状を再現した人体モデルを用いて計算されます。国際放射線防護委員会 (ICRP) は、線量評価用の人体モデルとして、コーカソイドの標準的な身長、体重、臓器質量を持つ人体モデル (ICRP モデル) を定めており、今後、SAF や RI を 1 Bq 摂取した場合の実効線量 (線量係数) 等のデータが、ICRP モデルによる計算結果に基づき提供される予定です。

一方、表 4-1 に示すように、日本人は一般的にコーカソイドに比べて体格が小柄であり、臓器の質量等にも差があります。ICRP の線量係数は日本国内の防護基準の策定等にも利用されるため、日本人とコーカソイドの平均的な身体的特徴の違いにより、SAF や線量係数がどの程度異なるかを解析しました。

私たちは、成人日本人男性の平均的な身長、体重を有し、臓器質量が成人日本人男性の平均値に近い人体

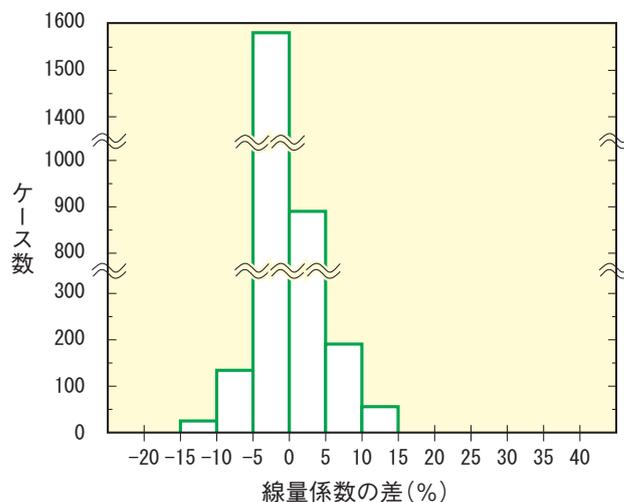


図 4-23 ICRP モデルに基づく線量係数に対する JM-103 に基づく線量係数の差の度数分布
横軸の線量係数の差 (%) は、以下の式で算出しています。
(JM-103 線量係数 / ICRP モデル線量係数 - 1) × 100

モデル JM-103 をこれまでに開発しました。本研究では、JM-103 を用いて SAF を解析する計算シミュレーション技術を開発し、10 keV から 5 MeV までの 15 種類のエネルギーの光子及び電子について、41 の線源領域と 33 の標的領域の組合せに対する SAF を算出しました。この結果を ICRP モデルによる SAF と比較し、臓器質量や体重の差などに起因して、各モデルで計算した SAF 間の差異の大きさを明らかにしました。続いて、JM-103 及び ICRP モデルの SAF に基づき、923 核種、摂取経路や化学形の違いなどを考慮した 2894 のケースで線量係数を評価しました。

ICRP モデルに対する日本人モデルの線量係数の差の度数分布を図 4-23 に示します。各モデルに基づく線量係数間の差は、SAF の差に起因して、最大で 40% 程度となるケースがありました。しかしながら、全体の 97% のケースで両モデルに基づく線量係数の差が ±10% 以内となっており、両人種間の平均的な身体的特徴の違いが線量評価に及ぼす影響は限定的で、ICRP の線量係数を放射線防護の目的で日本人に適用できることが明らかとなりました。

●参考文献

Manabe, K. et al., Comparison of Internal Doses Calculated using the Specific Absorbed Fractions of the Average Adult Japanese Male Phantom with Those of the Reference Computational Phantom-Adult Male of ICRP Publication 110, Physics in Medicine and Biology, vol.59, no.5, 2014, p.1255-1270.