

様々な体格を持つ成人日本人ファントムを用いた臓器線量評価

Evaluation of organ doses by using adult Japanese phantoms with various body sizes

*佐藤 薫¹、高橋 史明¹

¹ 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

日本人の体格に関する統計データに基づき、様々な体格を有する成人日本人男性及び女性ファントムを構築し、これを用いて体格の違いによる光子外部被ばく線量の変動を解析した。

キーワード：成人日本人、臓器線量、体格依存、ボクセルファントム

1. はじめに 国際放射線防護委員会 (ICRP) の2007年基本勧告では、放射線防護における線量評価で基礎となる臓器吸収線量 (以下、臓器線量) は、標準コーカサス人の体格を持つ ICRP レファレンスファントム (男性: RCP-AM、女性: RCP-AF) を用いて導出すると規定されている。成人では、一般的に日本人はコーカサス人よりも小柄であるため、発表者らは成人日本人の平均的体格特性を有するファントム JM-103 (男性) 及び JF-103 (女性) を構築し、これを用いた線量解析により、ICRP のレファレンスファントムで導出した臓器線量を成人日本人の線量評価に適用した場合の体格の影響を解析してきた[1]。一方、同じ成人日本人でも体格は幅広い分布を持つ。そこで、成人日本人の体格に関する統計データを参照して、JM-103 及び JF-103 に基づき、様々な体格を持つ男女のファントムを新たに構築し、光子による外部被ばくに対する臓器線量を解析した。

2. 方法 外部被ばくによる臓器線量に対しては、人体の組織厚の違いが大きな決定因子となる。そこで、成人日本人平均値とほぼ等しい体格を持たせた JM-103 と JF-103 について、身長は一定として、胸囲、腹囲、臀囲等の胴体の周囲長を成人日本人平均値から標準偏差 (σ) のステップで変化させ、平均値より -3σ 短い値から平均値より $+5\sigma$ 長い値の周囲長を持つ8種類の体格のファントムを新たに構築した。本発表では、これらの体格を持つファントムを DJM 及び DJF と呼び、胴体の周囲長に応じて各ファントムを DJM $n\sigma$ 及び DJF $n\sigma$ ($n=-3\sim+5$) と表現する。これらのファントムを粒子重イオン計算コード PHITS の version 2.76 に組み込み、臓器線量を計算した。ここでは、エネルギーが 0.1、0.3、0.6、1.0MeV の光子を発生させて、ICRP が定義する理想的な照射ジオメトリのうち、拡がりを持つ面線源からの照射の近似とされる回転 (ROT) 照射条件及び放射性ガスの大きな雲中に浮遊している状態の近似とされている等方 (ISO) 照射条件下の各臓器の線量を計算した。計算では、ヒストリー数を臓器への沈着エネルギーにおける統計誤差が5%以下となるように設定し、各臓器線量は空気カーマによって規格化した。

3. 結果及び考察 図1に(a)0.3MeV光子のISO照射及び(b)0.6MeV光子のROT照射条件について、腹部に広範囲に分布している結腸の線量を体格の異なる各成人日本人ファントムで計算した値とICRPレファレンスファントムによる値[2]の差を示す。0.3MeV光子をISO照射した条件で、成人日本人ファントムの結腸線量は、体格(組織厚)の違いに起因して大柄な体格で減少する傾向が見られた(図1(a))。減少が最も大きかったDJM $+5\sigma$ 及びDJF $+5\sigma$ の結腸線量とRCP-AM及びRCP-AFの値との差はそれぞれ約13%、12%であった。多くの日本人は、胴体の周囲長について平均値 -2σ から平均値 $+2\sigma$ の範囲にある体格を持つと想定されるが、この範囲の体格を模擬したDJM $+2\sigma$ 及びDJF $+2\sigma$ による結腸線量の評価値は、RCP-AM及びRCP-AFの値と $\pm 10\%$ の範囲で一致した。また、0.6MeV光子のROT照射条件の計算でも、成人日本人ファントムの体格に依存した臓器線量の変動が確認されたが、その傾向は0.3MeVのISO照射とほぼ同様であった(図1(b))。

参考文献

[1] 佐藤他 JAEA-Data/Code 2011-013 (2011), [2] ICRP Publication 116 (2010).

*Kaoru Sato and Fumiaki Takahashi.

JAEA.

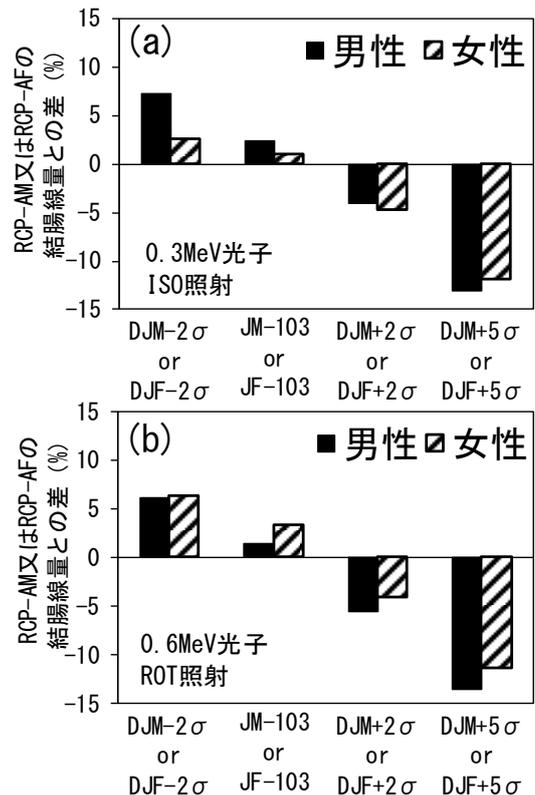


図1 成人日本人ファントムの結腸線量