

EGS5 を用いたコリメータ散乱係数 S_c とファントム散乱係数 S_p の解析

良知寿哉、岩本康史、田村命、小幡康範¹⁾、下郷智弘²⁾、太田健児³⁾、小森雅孝

名古屋大学大学院医学系研究科、一宮市立市民病院放射線治療科¹⁾

磐田市立総合病院放射線治療科²⁾、岡崎市民病院医療技術局放射線室³⁾

【目的】

加速器からの X 線出力はコリメータ散乱係数 S_c とファントム散乱係数 S_p によって表される。 S_c は患者到達以前の出力変化を、 S_p は投影された照射野における出力変化を表している。これらは吸収線量を評価するための Monitor Unit (MU) 値に影響するため、その正確性が要求される。現在 S_c は PMMA を用いて測定される。水ファントムを用いて S_c を Monte Carlo simulation (MC) によって算出し、実測値と MC の計算値との比較検討を行った。同様に水ファントム中で S_p も直接計算した。

【方法】

MC にて水ファントム内から一次線量 D_p を計算する。AAPM TaskGroup74 の理論式において、この D_p は比例定数 β を用いることで衝突カーマと比例関係が成り立つ。その比例関係を用いて、水ファントム中より D_p を計算し、理論上の $S_{c_{sim}}$ を算出した。同様に MC 上で水ファントム中における全吸収線量 D と D_p を使ってファントム散乱係数 $S_{p_{sim}}$ を計算した。加速器は MC コード EGS5 を用いて Varian 社製 Clinac2100EX のヘッドを再現した。入射電子は 4 MeV である。照射野は一辺が 5,8,10,12,15,20,30cm の正方形で行った。そして MC 上で計算した S_{cp} は、実測の S_{cp} と統計誤差 $\pm 0.3\%$ 以内で一致した。ミニファントムは PMMA であり、直径 4 cm ϕ 、長径 20 cm のものを用いた。カットオフエネルギーは光子 0.01MeV、電子 0.7MeV とした。さらにターゲットからの距離 90cm のところで粒子のスペクトルを取得し、それを用いて水と PMMA の質量エネルギー吸収係数 μ_{en}/ρ と減弱係数 μ を算出した。

【結果】

計算した $S_{c_{sim}}$ はミニファントムと電離箱を使った実測の S_c より高い値を、計算した $S_{p_{sim}}$ は実測の全散乱係数 S_{cp} と S_c から算出した S_p より低い値を示した。さらに MC を使った $S_{c_{sim}}$ 、 $S_{p_{sim}}$ は特に照射野の大きいところで実測値との相対差が大きくなった。 S_c は水ファントムとミニファントムの材質の違いを補正するため、 μ_{en}/ρ と μ を考慮することで相対差が小さくなり、同様に S_p もそれら補正を考慮することで相対差が小さくなった。

【考察】

実測は電離箱とミニファントムを用いて行い、MC 上の計算は水ファントムを使って計算している。そのため材質の違いによる質量エネルギー係数や減弱係数の違いが生じたものと考えられる。特に照射野の大きいところで相対差が大きくなった理由として、直径 4 cm ϕ のミニファントムは散乱線による影響を完全に再現できていないと考えられる。

今後、ミニファントムで測定した S_c を μ_{en}/ρ や μ を加えて MC で評価することで、より使用価値が高いものになると考えられる。