

皮膚悪性黒色腫に対するホウ素中性子捕捉療法 (BMCT) における 中性子エネルギーの最適化

Optimization of neutron energy in Boron Neutron Capture Therapy (BMCT) for Skin Malignant Melanoma

阪大院医保健¹、阪大医保健²、阪大 RCNP³ ○松本政雄¹、成木治美²、高階正彰¹、関 亮一³

Grad. Sch. Med. Osaka Univ.¹, Med. Osaka Univ.², RCNP Osaka Univ.³

○M. Matsumoto¹, H. Narumoto², M. Takashina¹, R. Seki³

E-mail: matsumot@sahs.med.osaka-u.ac.jp 最適

本研究は、皮膚悪性黒色腫の治療において BMCT を行ったときの最適な中性子エネルギーを、モンテカルロシミュレーションを用いて検討した。また、ボーラスを使用しない場合とボーラスを使用した場合とを比較して、ボーラスの効果も検討した。シミュレーションコードとして PHITS ver. 2.76 を用いて、モンテカルロ計算を行った。皮膚と筋肉の組成の円柱ファントムの表面に H₂O のボーラスを置き、悪性黒色腫は皮膚中央にある場合を考えた。ファントムに対して、0.1 eV から 1 keV までの単一エネルギーと、36.5 °C の熱中性子のエネルギー分布をもつ中性子を照射した。ホウ素薬剤は、PA (*p*-boronophenylalanine) を使用し、ホウ素濃度は、(腫瘍組織、正常組織)=(40、10) ppm を用いた。

その結果、ボーラスを使用しない場合、最も低エネルギーの熱中性子のとき、正常組織に対する腫瘍組織への線量の比が大きくなった。また、ボーラスを使用した場合と比較すると、ボーラスを使用した場合の方が広いエネルギー領域で表面線量が増加し、腫瘍組織に対して線量が均一になり、正常組織に対する腫瘍組織への線量の比が大きくなった。エネルギーが高くなるにつれて、ボーラスの効果が大きくなった。ボーラスを使用しない場合、エネルギーが低いほど、正常組織の最大線量に対する腫瘍組織の線量が大きくなった理由は、中性子エネルギーが低いほど、ホウ素中性子捕捉反応の反応断面積が大きいためと考えられる。また、ボーラスを使用した場合に表面線量が増加し、線量が均一になった理由は、熱中性子では表面から数 mm の深さで、熱外中性子では表面から数 cm の深さでフラックスが最大となり、ボーラスを使用することで最大線量の深さが皮膚表面側にシフトし、皮膚線量が増加し、平坦になったためと考えられる。また、ボーラスを使用することで、中性子エネルギーが低下するため、線量が増加したとも考えられる。

まとめると、皮膚悪性黒色腫における中性子エネルギーは熱中性子が最適であるが、厚さ 1.5 cm くらいの水分の多いボーラスを使用した場合は、1 keV 程度以下の熱外中性子も、更に適切になる。