

保健物理・環境科学部会セッション
原子力の新しい領域と保健物理・環境科学研究

Recent development of atomic energy, with relation to health physics and environmental science

(4)原子力・放射線の医学利用
(4) Medical use of nuclear energy and radiation

*小野公二¹

¹大阪医科大学・関西 BNCT 共同医療センター

1. はじめに

原子力・放射線の医学利用は、診断から治療まで広範囲にわたっている。レントゲンによる X 線の発見からわずか 130 余年で X 線 CT は医療の現場で欠くことのできない診断技術になっている。原子炉や加速器で作られた放射性物質を用いる核医学は診断・治療の有力なツールである。放射線による悪性腫瘍の治療は、高い QOL と治療効果を両立するものであり、その利用はますます増えている。ここでは、特に原子力（原子炉）と関連の深いホウ素中性子捕捉療法、および加速器工学と医学の連携ともいえる陽子線・重粒子線治療について紹介する。

2. ホウ素中性子捕捉療法

ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) は、腫瘍細胞に取り込まれたホウ素 ^{10}B と熱。熱外中性子との核反応により発生する粒子線 (アルファ線、 ^7Li 粒子) によって、選択的に腫瘍を殺傷する治療法である。原子炉で発生する高速中性子のエネルギーを重水や金属フィルターにより弱め、熱中性子から熱外中性子にした後、あらかじめホウ素薬剤を投与してホウ素を集積させた腫瘍細胞に照射する治療法である。現在、BNCT の臨床研究で主に使用している薬剤はボロノフェニルアラニン (BPA) という化合物で、アミノ酸であるフェニルアラニンにホウ素を付加したものである。癌細胞では正常細胞より増殖分裂に必要なアミノ酸の取り込み能力が亢進していることを利用している。BNCT の照射当日は、中性子照射直前までに約 2 時間かけて BPA を点滴し、癌細胞に正常組織よりも多く選択的に BPA が取り込まれた状態をつくり、腫瘍の部位に熱・熱外中性子を 30 分から 90 分照射することで治療を行っている。

BNCT を放射線防護の観点からみると、第一に、中性子線を利用することが特徴である。線量の測定や遮蔽など、様々な場面で X 線などの光子放射線と異なる技術・手法が必要となっている。また、BNCT では担当医師や看護婦以外に、診療放射線技師や医学物理士、炉の運転要員や放射線管理要員など、多様な作業者が、複雑な放射線作業を実施するという特徴を有している。さらに、中性子の減速に用いる重水中には核反応によりトリチウムが生じ、この高濃度にトリチウムを含有した重水の安全取扱いも求められる。

3. 陽子線・重粒子線治療

粒子線を悪性腫瘍に治療に用いることには、いくつかのメリットがある。粒子線、特に、現在使用されている炭素線は、生物学的効果比 (RBE) が高く、同じ線量でも細胞を殺傷する能力が高い。このため放射線抵抗性で放射線治療の適用でなかったような腫瘍にも効果がある。また、粒子線は飛程の終端で大きな線量を与えるという特徴を有している。このブラッグピークといわれる高線量位置がうまく腫瘍細胞に一致するようにすることにより、正常組織の照射線量を低く、標的である腫瘍の線量を高くすることができる。このいわゆる線量集中性の高いことが、粒子線治療の特徴である。

現在、粒子線治療は加速器 (特にシンクロトロンやサイクロトロン) を使って行われている。したがって、放射線防護という観点からは、高エネルギー加速器の放射線管理が求められている。加速器室や治療室の放射化と残留放射能は、作業員の放射線防護の観点で重要である。また、患者の保定に使用するプラスチック装具の放射化とその後の管理、廃棄は粒子線治療に付随する問題点である。

*Koji Ono¹,

¹Kansai BNCT Medical Center