

## 2. 子宮頸がんに対する粒子線治療

安藤 謙 群馬大学医学部附属病院放射線治療科

本稿では、子宮頸がんに対する粒子線治療（重粒子線治療）について、標準的なX線を用いた放射線治療と対比しながらその特徴と現状、今後の展望について概説する。

### 子宮頸がんに対する標準的放射線治療

子宮頸がんは、早期から進行期まで根治的放射線治療の適応となりうる疾患である。早期の小腫瘍では放射線単独療法が、進行期ではプラチナ系抗がん剤を併用した化学放射線療法が標準治療である<sup>1)</sup>。

子宮頸がんに対する標準的な根治的放射線治療は、原発巣と骨盤リンパ節領域を含んだ領域への外部照射と、子宮局所腫瘍への小線源治療（腔内照射）から構成される（図1）。

小線源治療では、従来はアプリケータ挿入下で撮影された正側面2方向のX線画像を基にした画一的な二次元での治療計画が行われており、良好な治療成績が蓄積されてきたが、近年、ヨーロッパを中心に、小線源治療時にアプリケータを挿入した状態でMRI、CTなどの三次元画像を撮影し、それらの画像に基づいて治療計画を行う三次元画像誘導小線源治療（3D image-guided brachytherapy：IGBT）が提唱された<sup>2)</sup>（図2）。IGBTでは、腫瘍および正常臓器との位置関係を三次元画像で把握することができ、線量を最適化することができるため、従来制御困難であったサイ

ズの大きな腫瘍や不整形な腫瘍の治療成績の向上が報告されている<sup>3)</sup>。一方、扁平上皮癌でも極端に巨大な腫瘍や、子宮頸がんの組織型の中でも1/4程度を占める腺癌はX線抵抗性であり、これらの治療成績はいまだ不良である<sup>4)</sup>。

### 粒子線治療の特性

粒子線治療では、電子よりも重い粒子を加速器で加速し治療に用いる。広く臨床応用されているのは陽子線と炭素イオン線（重粒子線）であるが、子宮頸がんの治療では重粒子線を主に用いるため、以後は重粒子線治療について解説する。

重粒子線はX線と比べ、物理学的・生物学的の両面でがん治療に優れた特徴を持つ。X線は物質を通過する際にエネルギーを連続的に失い、組織の深さにかかわらずエネルギーを分散して与えるのに対し、粒子線はブラッグピークと呼ばれる特定の深さでエネルギーを急激に

付与し停止するため、特定の深さに高線量を集中させることが可能となる。また、重粒子線は、ピーク付近ではX線に比べがん細胞のDNAに対して密に損傷を与えるため、細胞致死作用がX線に比し2～3倍程度大きいという性質を持つ<sup>5)</sup>（図3）。このため、重粒子線治療では、正常臓器へ有害事象を低減しつつX線抵抗性の腫瘍に対しても高い治療効果が期待できる。

### 子宮頸がんに対する重粒子線治療

子宮頸がんに対する重粒子線治療は、1994年に放射線医学総合研究所（現・QST病院）で開始された。当初は重粒子線治療単独での安全性・有効性が検証されていたが、2010年からはX線同様シスプラチン併用の臨床試験が開始され、2012年より群馬大学では重粒子線治療とIGBTを併用したプロトコルで

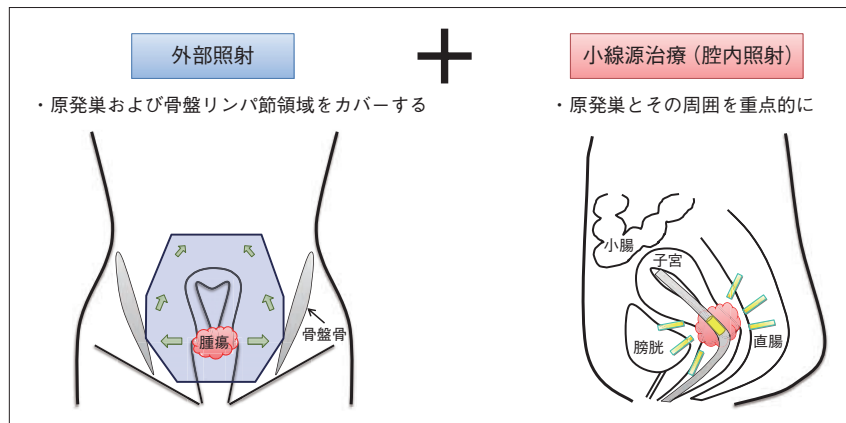


図1 子宮頸がんに対する放射線治療の基本方針