

# 1. 強度変調放射線治療 (IMRT) の特徴と適応

古平 毅 愛知県がんセンター放射線治療部

強度変調放射線治療 (intensity modulated radiation therapy : IMRT) は、物理学やIT技術の画期的な進歩によって発展し、臨床に普及してきた高精度放射線治療技術である<sup>1)</sup>。1990年代早期より欧米で臨床研究や適応が始まったが、本邦においては2000年頃に7施設で臨床応用が開始された。2006年からの先進医療の過程を経て、2008年からは前立腺がん、頭頸部がん、中枢神経腫瘍の3疾患で、2010年からは限局性固形がんに対して保険適用された。日本放射線腫瘍学会のQA委員会が主導した他学会との連携の活動によって、IMRTの臨床的な標準化、品質評価・品質管理が実践され、日常臨床に普及してきた(図1)。この約20年の間に本邦での多くの施設で蓄積された臨床経験や、いくつかの本邦で実施された臨床試験が、治療計画や治療技術の標準化に寄与し、エビデンス創出にも貢献してきた。現在では、がん診療連携拠点病院の施設の要件にも設定されており、がん診療において必要不可欠な治療技術として位置づけられている。このように、IMRTは臨床的に定着した感のある治療技術であるが、現状で一般に使用されている治療技術を概説し、また、現状の問題点と課題について本稿で述べたい。現在の代表的な治療技術である強度変調回転放射線治療 (volumetric modulated arc therapy : VMAT) とトモセラピーについては、本特集集中の岡本論文(22~25ページ)、唐澤論文(26~29ページ)を参照されたい。

## IMRTの特徴と治療手技

IMRTは保険収載された治療技術であるが、以下のように定義・記載されている。

IMRTは、リスク臓器などに近接する標的への限局的な照射において、空間的・時間的に強度変調を施した線束を利用し、逆方向治療計画にてリスク臓器などを避けながら、標的の形状と一致した最適な三次元線量分布を作成し治療する照射療法であり、保険診療の診療報酬の算定は下記の条件を満たすものとされている。すなわち、下記のように分類される。

- ① 3種以上の強度変調を施した線束を利用し、3方向以上の照射角度から照射する方法
- ② 強度変調を施した線束を利用し、運動しながら照射する方法
- ③ 照射中心を持たない多数のナロービームを利用し強度変調を行い、集光的に照射する方法

開発当初は、リニアックによる固定多門照射ビームを用いたマルチリーフコリメータ(以下、MLC)の動作制御の方法からstep and shoot (S&S)法、sliding window (SW)法でビーム強度変調を行う方法が主流であった。これは分類①に該当する。その後、ガントリが回転しながら治療を行うVMATの開発・普及が急速に進み<sup>2)</sup>、現在、リニアック

によるIMRTはVMATが主流である(分類②に相当)。この手法は、固定多門IMRTに比較して大幅な治療時間短縮と線量分布改善が可能で臨床的には有用だったが、当初は治療計画時間が長く三次元的検証法も確立していなかったため、作業過程負担が増す欠点があった。近年、治療計画装置の大幅な性能向上、物理検証手技の確立と機器進歩でこれらの負担は大幅に改善し、現在の臨床的普及につながっている。

トモセラピーは、VMAT方式のIMRT専用装置として開発された<sup>3)</sup>。ヘリカル走査照射でバイナリーマルチリーフコリメータと呼ばれる専用MLCで強度変調を行うため、分類②に該当する。固有の装置の特徴により急峻な線量勾配が達成でき、線量分布の優位性が報告されてきた。また、頭尾方向に大きな計画標的体積(以下、PTV)設定ができ、全脳全脊髄照射などの複雑な照射を一連に実施可能である。物理検証手順は専用ソフトウェアで標準化され簡便である。

分類③については、サイバーナイフ(CK)による照射が該当するが、IMRT手技としての使用頻度は少ないため詳細は割愛する。また、補償フィルタを用いた固定多門IMRTも利用可能だが(分類①に相当)、実施施設は限定され、子細は省略する。図2に、これらのIMRTの分類の概要をまとめた。

IMRTを含む高精度治療実施時の治療時位置登録のための必須技術である