

## 4. “HyperArc” による 脳腫瘍治療の現状と展望

手島 昭樹\*<sup>1</sup>/平田 岳郎\*<sup>2</sup>/大平 新吾\*<sup>1</sup>/上田 悦弘\*<sup>1</sup>  
正岡 祥\*<sup>1</sup>/宮崎 正義\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> 大阪国際がんセンター放射線腫瘍科 \*<sup>2</sup> 大阪国際がんセンター放射線腫瘍科 (現・大阪大学医学部放射線腫瘍学)

### 転移性脳腫瘍

転移性脳腫瘍はがん患者の8~10%に発生すると報告されてきたが<sup>1), 2)</sup>, 遅発性の罹患率は増大している<sup>3)</sup>。これは、最近のがんに対する分子標的、免疫療法の飛躍的進歩により長期生存の可能性が高まっていることを反映している。「日本放射線腫瘍学会定期構造調査」によれば、2015年で2万1526例が治療され、全体の放射線治療例数の9.1%を占めている<sup>4)</sup>。年間のがん罹患数100万人から推定すると、日本全体で約10万人に脳転移が発症していると予想される<sup>5)</sup>。ここから放射線治療は約20%の治療に貢献していることになるが、潜在需要は相当大きいと想定される。大阪国際がんセンターでの転移性脳腫瘍の原発部位は肺55%、乳房17%、食道7.3%、皮膚5.5%、頭頸部3.6%、その他(胃、直腸・肛門、肝、胆管、睪、軟部、腎、腎盂、原発不明)12%となっている。一方、「脳腫瘍全国統計第12版」では肺がん51.9%、乳がん9.3%、直腸がん5.7%、腎/膀胱がん5.3%、胃がん4.8%などとなっている<sup>6)</sup>。現状では原発巣に対する放射線治療の貢献度を反映して、脳転移例への放射線治療適応も決定されているように見える。多発性転移性脳腫瘍(以下、多発脳転移)は、かつて、予防的目的も含め全脳照射の適応であったが、晩期障害として2年超で認知機能低下が顕在化することが問

題視されている<sup>7)</sup>。白質脳症による認知能とパフォーマンスステータス(PS)の低下が起こるとされ、複数個の腫瘍をそれぞれピンポイントで照射する定位照射が、より積極的に取り組まれるようになってきた。「脳腫瘍診療ガイドライン2019年版」でも、5個以上の脳転移について腫瘍の個数、体積の合計、照射回数を十分に考慮して、嚴重なフォローアップを前提に定位放射線治療を行っても良い(推奨グレードC)としている。具体的には10個以下、合計体積15mL以下としている<sup>8)</sup>。

### 原発性脳腫瘍

化学療法や分子標的療法に加えて放射線治療を施行する機会は多い。特に、頻度の高い膠芽腫に対しては、強度変調放射線治療/強度変調回転放射線治療(以下、IMRT/VMAT)の普及によって、照射範囲や線量配分を意図したとおりに設定可能となってきた。しかし現状では、これらの難治腫瘍の治癒可能性は低い。“HyperArc”(バリアン社)を用いた線量増加の試みが報告されているが、十分な支持と広がりはまだ見せていない<sup>9)</sup>。

### HyperArc

リニアックベースの定位放射線治療が、HyperArcにより大きく進化した。多発脳転移の定位手術的照射/定位放射線治療(以下、SRS/SRT)に必要な、

治療台を横方向に動かして照射する角度を変えるノンコプラナー照射を、治療計画のワークフローの簡素化などによって、短時間で効率的に計画ができるように設計されている。また、治療計画ソフトウェアにSRS専用の新しい最適化ツールが開発されたことで、多発脳転移のSRS/SRTで課題となっていた、標的腫瘍間の線量や正常組織への線量を低減できる。さらに、専用アルゴリズムが効率的なワークフローと自動化を実現している。事前にガントリ(ビーム照射口)と治療台の軌道を確認するバーチャル・ドライラン機能により、安全性に配慮した設計となっている(図1)。SRS/SRTは、治療全体にかかる時間が課題と言われていたが、HyperArcでは治療台移動、ガントリ設定の自動化、flattening filter free beam (FFF beam)による高線量率化などでかなり高速化され、通常治療とほぼ同等の時間枠で可能となった。以下に、当施設での経験を提示する。

### 大阪国際がんセンターでの臨床経験

大阪国際がんセンターでは、2019年5月にHyperArcを導入して、同年8月末までの4か月間で56例に治療を行った。2018年同時期の35例に比べて56%増加していた(図2)。内訳はほとんどが転移性脳腫瘍であったが、それぞれの時期で原発性脳腫瘍が1例、頭蓋底(斜台)転移1例が含まれていた(表1)。原