

# トモセラピーシステムにおける投与線量の標準化に関する 多施設共同試験

愛知県がんセンター中央病院

放射線治療部 放射線技術科 主任 清水秀年

群馬県立県民健康科学大学大学院

診療放射線学研究科 教授 佐々木浩二

愛知県がんセンター中央病院

放射線治療部 放射線技術科 主任専門員 久保田隆士

## 1. 研究の背景・目的

がんの三大治療法の一つである放射線治療は、近年の急速な技術進歩による高精度化が進んでいる。その一端を担う高精度放射線治療装置であるトモセラピーは、国内では2005年に導入された。トモセラピーは、腫瘍に対して限局的に放射線を投与し、その周辺に存在する正常組織への放射線量の低減を可能にする強度変調放射線療法と呼ばれる照射技術を採用している。この照射方法により、腫瘍への総線量の増加が可能となり治療成績の向上が報告されている。一方で、トモセラピーは従来の放射線治療装置と幾何学的な機構が異なることから、国内で使用されていた「外部放射線治療における吸収線量の標準測定法（標準測定法 01<sup>1)</sup>」に準拠した、投与線量の計算ができなかった。2012年に日本医学物理学会から出版された「外部放射線治療における水吸収線量の標準計測法（標準計測法 12<sup>2)</sup>」は、トモセラピーの投与線量の計算に対応したが、2012年末にトモセラピーを有する全施設を対象に実施したアンケート調査では、標準計測法 12を採用している施設はわずか9%（アンケート回収率 82%）であった<sup>3)</sup>。線量の標準化が十分でないトモセラピーシステムを使用することで、施設間に生じる腫瘍への投与線量の差異は、日常臨床における線量対効果および本邦における放射線治療多施設臨床試験の精度を低下させる原因となりうる。本研究では、国内におけるトモセラピーの投与線量の偏差の実態と投与線量を計算す

るために施設で採用している標準計測（測定）法を調査した。

## 2. 研究の対象ならびに方法

トモセラピーを導入している施設において、照射野  $10 \times 5 \text{ cm}^2$ 、線源表面間距離 85 cm の条件下で、各施設で使用している水ファントム中の深さ 10 cm の投与線量を、各施設が所有する電離箱で計測して頂き、データをご提供頂いた。照射時間は 32 秒（うち、最初の 20 秒はビームの立ち上がりを考慮して、マルチリーフコリメータを閉じたまま）とした。また、これらの施設に対し施設で採用している計測（測定）法を調査した。なお、施設名を伏せて情報を公開することについて、全施設からの承認を得た。

## 3. 研究結果

国内でトモセラピーを導入している全 42 施設のうち、25 施設から投与線量の計測値が得られた。結果を図 1 に示す。図中の 4 施設において、線量の低値が確認された（0.938 Gy, 0.940 Gy, 0.951 Gy, 0.937 Gy）。これらの施設を除く 21 施設の平均値（±標準偏差）は 0.993 Gy（±0.012 Gy）であった。また、平均値からの最大偏差は 2.4%であった。

標準計測法 12 を採用している施設は 96%であり、多くの施設で標準計測法 12 に移行していることがわかった。

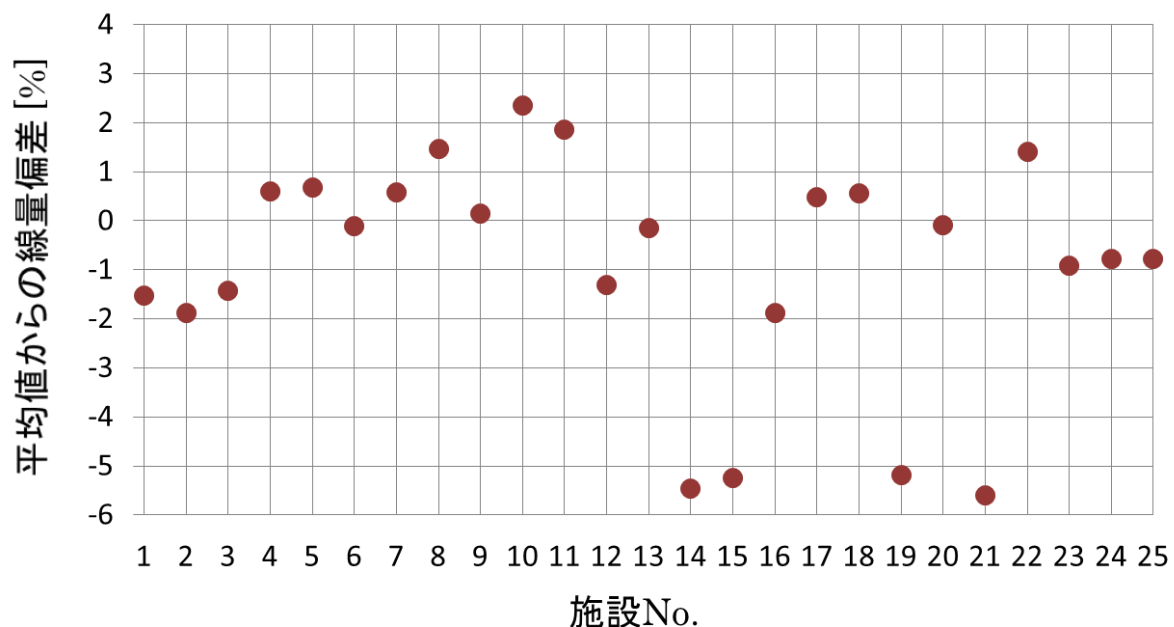


図 1 施設間の線量偏差

#### 4. 考察

国内において、トモセラピーの施設間における投与線量の差異は報告されていない。

今回の調査は、測定方法が統一できる訪問測定等ではなく各施設の治療担当者が自施設の測定器具を用いて測定している。そのため、測定方法の順守、および線量計算に使用した電離箱に対する各種補正係数の妥当性については十分に検討されていない。

図1において、4施設は、他施設よりも明らかな線量の低値が確認された。これらの施設は、導入当時の薬事法の規制により、フルエンスに関わるモデリングパラメータ（一般的な治療装置における校正深の組織ファントム線量比に相当）を意図的に下げたため、それに合わせて装置の出力も下げている施設であった。標準測定法01を採用している施設は、施設No.24のみであったが、他施設の計測値と不確かさの範囲内で一致した。

本研究において、トモセラピー保有施設の96%が標準計測法12に移行していること、およびモデリングパラメータの修正をしていなければ、同一時間の照射による投与線量は平均値から2.4%以内の偏差に収まることがわかり、装置間の出力偏差は小さいことが確認された。今後は、治療計画装置の計算値と投与線量との関係について検討する。

#### 5. 参考文献

- 1) 日本医学物理学会編. 外部放射線治療における吸収線量の標準測定法(標準測定法01). 通商産業研究社 第2版第1刷, 2003
- 2) 日本医学物理学会編. 外部放射線治療における水吸収線量の標準計測法(標準計測法12). 通商産業研究社 第1版第1刷, 2012 ; 248-251
- 3) 小川佐智男, 清水秀年, 福間宙志. 2012年度Hi-ArtシステムおよびTomoHDシステムに関するQAQCの実態調査. TomoTherapyセミナー2013秋抄録集, 2013 ; 24-34

#### < 謝辞 >

多施設調査にご協力頂いた御施設の皆様に深く感謝申し上げます。

#### < 学会発表 >

清水秀年「近年の放射線治療装置における標準線量の確保を考える 持続回転ガントリ型リニアック」第43回日本放射線技術学会秋季学術大会 金沢市文化ホール 2015.10.10  
放射線治療部会誌 : 29(2) 21-22, 30(1) 34-38

#### < 論文 >

研究実績報告書

H. Shimizu, K. Sasaki, T. Kubota, K. Sugi, H. Fukuma, T. Nakabayashi, T. Isomura,  
K. Nakashima, H. Tachibana, T. Kodaira.

The variation in beam outputs of tomotherapy: Multicenter investigation

(submit 準備中)