

# 水平ビーム用水ファントムの入射窓の膨らみが陽子線線量測定に及ぼす影響

南東北がん陽子線治療センター ○坂上 久記 (Sakagami Hisanori)

原田 崇臣 下小牧 遼太

福島県立医科大学

加藤 貴弘

福井大学医学部附属病院

木下 尚紀

名古屋大学大学院

小口 宏

## 【背景・目的】

放射線治療の線量測定に用いられる基準媒質には水が推奨されている。この為、さまざまなタイプの水ファントムが各社から販売されており、ユーザーは使用用途、利便性などを考慮し、最適なものを選択している。その中でも水平ビーム用水ファントム(以下、水平式)は水面の揺れや水の蒸発を考慮する必要が低く、利便性が高いと言える。しかし、水平式では入射窓の膨らみにより線量計の設置深が変わる恐れがあり<sup>1-3)</sup>、とりわけ飛程を有する陽子線の線量測定において影響を与えることが懸念される。

そこで、本研究では当院で採用している水平式の入射窓の膨らみが陽子線線量測定に及ぼす影響を検討することを目的とした。

## 【方法】

当院の治療室3室(G1, G2, HC)で使用している同一仕様の水平式水ファントム3台(以下、それぞれG1, G2, HCとする)を対象とした。本ファントムは、入射窓厚が5 mmの一般的な市販品(3~4 mm)よりも厚い、特注のものを採用している。経時的变化を調査するため、入射窓中心にダイヤルインジケータを設置し、空の状態から水を満たして30分ごとに12時間連続で膨らみの計測を行なった(Fig.1, 2)。次に入射窓全体の状態を調査するため、入射窓中心から上下左右に7 cm離れた箇所に4点測定点を設定し、水注入前後の膨らみの変化を計測した。最後に経年変化の影響について調査するため、定期QAで行なっているPDD測定の結果を過去5年分解析した。

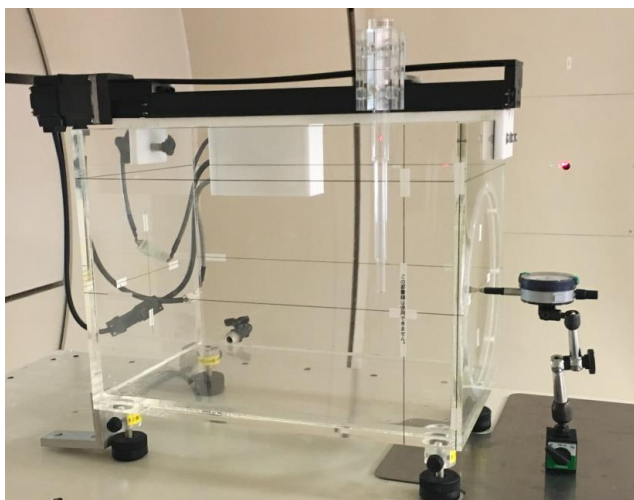


Fig.1 測定風景



Fig.2 入射窓中心の測定

## 【結果】

入射窓中心の経時的变化の測定結果をFig.3に示す。G1, G2の入射窓の膨らみは0.3~0.35 mm程度、HCは0.2 mm程度となっていた。僅かではあるがそれぞれ時間が経過するにしたがい膨らみ方が小さくなっていった。

次に中心軸外の測定結果をFig.4に示す。Fig.4左に入射窓中心軸外の各測定点を表す模式図を示す。3つのファントムそれぞれ変形の偏りはなく、ばらついた結果となっていた。

最後に定期QAのトレンド解析結果をFig.5に示す。横軸は測定時期、縦軸は基準データとのズレ量を表している。どの時期においても、ズレ量の系統的変位は見られずばらつきのあるランダムな結果となっていた。

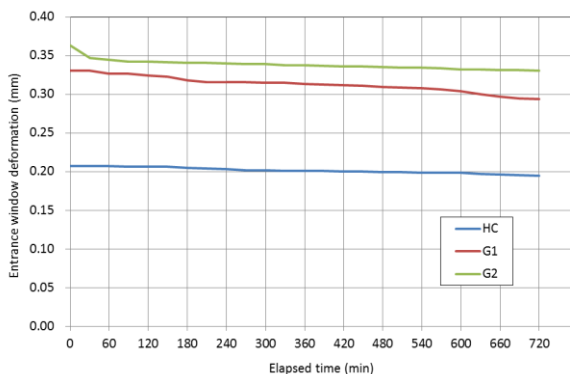


Fig.3 入射窓中心の測定結果

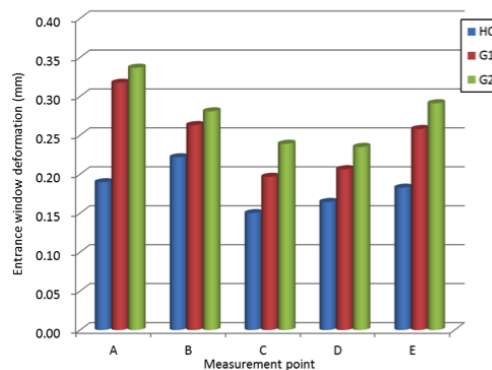
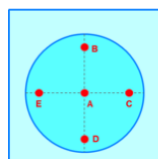


Fig.4 中心軸外の結果

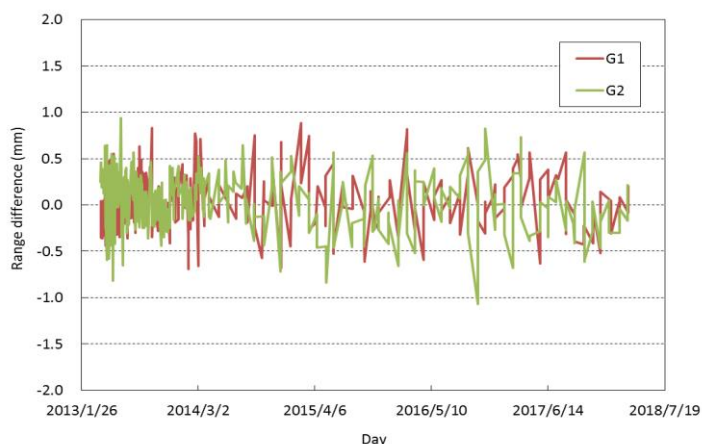


Fig.5 定期 QA のトレンドグラフ

**【考察】**

入射窓の膨らみは最大でも0.4 mm未満となっており、線量計設置の不確かさの範囲内であると考えられた。経時的に膨らみ方が小さくなっていた原因は今回の検討では特定できなかったため、室温を変化させるなど異なる環境下での追加実験を行うことを検討している。注水直後と12時間後の膨らみの変化量は0.1 mm未満と非常に小さい値となっていたので、長時間に及ぶ測定においてもファントム材質の吸水の影響は無視できるものと考えられた。

中心軸外の膨らみ方には一定の傾向は見られず、それぞれの水ファントムでばらついた結果となっていたことから、膨らみ方は入射窓の取り付け方法や強度によって左右される可能性があり個体差があると推測される。

過去のPDD測定のトレンド解析において系統的な変位が見られなかったことから、入射窓の放射線損傷による経年劣化の影響は無視できるものと考えられた。

**【まとめ】**

水平式の入射窓の膨らみが陽子線線量測定に及ぼす影響について検討した。入射窓の変形量は最大で0.4 mm未満、水注入後の変化量も最大で0.1 mm未満であり非常に小さいことが確認できた。入射窓の膨らみは陽子線線量測定時の誤差要因となり得るが、適正な利用状況下であれば問題になることはないと考えられた。

**【参考文献】**

- 1) 外部放射線治療における水吸収線量の標準計測法 医学物理学会編 通商産業研究社 2012.
- 2) AAPM TG-24 : Physical aspects of quality assurance in radiation therapy. AAPM Report No.13, 1994.
- 3) IAEA-TRS398 : Absorbed dose determination in external beam radiotherapy. 2006.