

# 呼吸性移動を伴う標的に対する陽子線パッチ照射の精度検証

南東北がん陽子線治療センター ○加藤 雅人 (Masato Kato)

加藤 貴弘 原田 崇臣 大内 久夫 新井 一弘

成田 優輝 小山 翔 松本 拓也 齋藤 二央

## 【目的】

陽子線治療装置は、一般的に照射野サイズに制限があることから、大きい標的に対しては照射野をつなぎ合わせる、いわゆるパッチ照射が採用されることがある。パッチ照射は、リスク臓器を避ける目的で利用されることも多く、粒子線治療においては比較的一般的な技術とされている。当院では、食道癌など呼吸性移動を伴う体幹部領域に対して呼吸同期パッチ照射を用いることがあるが、intrafractional errorの影響については十分に検討されていないというのが実情である。そこで、本研究では呼吸同期陽子線パッチ照射において、intrafractional errorが接合面の精度に及ぼす影響について実験的に検証した。

## 【使用機器】

陽子線治療装置: 陽子タイプ(三菱電機)/動体ファントム: QUASARプラットフォーム(MODUS)/呼吸同期システム: AZ-733V(安西メディカル)/水等価ファントム: TMファントム(タイセイメディカル)/2次元検出器: OCTAVIUS Detector 729XDR (PTW)

## 【方法】

### A) 安定条件下での評価

- ①頭側及び尾側照射野の接合面におけるプロファイルが、静止状態で平坦となるような寝台移動量をあらかじめ算出した。
- ②動体ファントムの振幅(20/30/40mm)及び周期(2.0/3.0sec)、同期システムのゲートレベル(10/30%)を各々変化させた場合における接合面のプロファイルを解析した。

### B) 不安定条件下での評価 (⇒intrafractional error を想定)

- ①振幅を頭側照射時20mmで固定し、尾側照射時を22、24mmに変化させた場合における接合面のプロファイルを解析した。
- ②実臨床ではshift junction(接合面の2面化など)を実施していることから、①の条件における影響を同様に評価した。

## 【結果】

安定した条件下において、周期、ゲートレベルを変化させても接合面の精度には大きな影響は認められなかった(Fig.1, Fig.2)。しかし、両照射野間で振幅の差が大きくなると顕著に接合面での線量低下が見られた(Fig.3)。接合面を2面化することで線量低下は2か所に分散されるようになり、接合面での線量低下はやや改善されていることがわかる(Fig.4)。

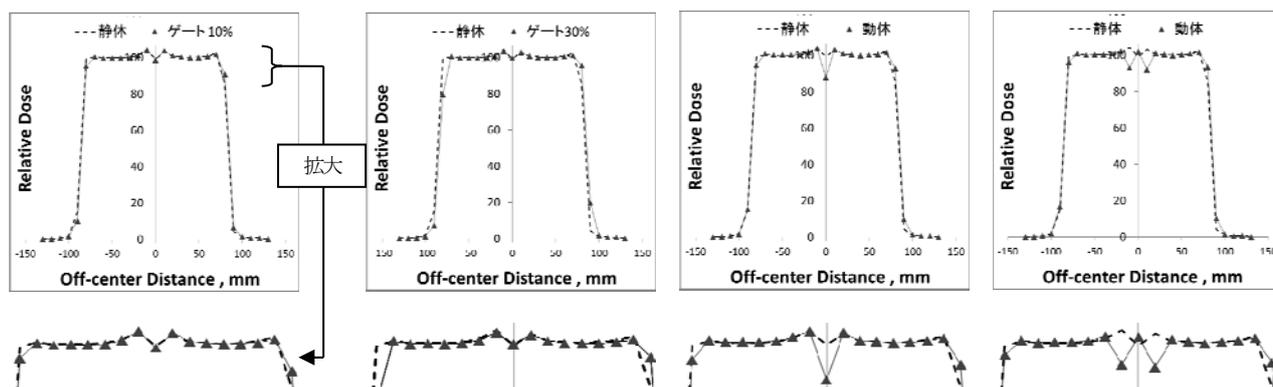


Fig.1 ゲートレベル10%

Fig.2 ゲートレベル30%

Fig.3 尾側振幅24mm  
(接合面1面)

Fig.4 尾側振幅24mm  
(接合面2面)

## 【考察・まとめ】

安定した条件下においては振幅等を変化させても接合面に臨床的に許容できないような線量の過不足は生じにくいことが分かった。実臨床ではintrafractional errorは日常的に生じているものと推測されるが、接合面の精度への影響は少なくないと考えられる。実際にはセットアップエラーや計画装置の計算精度など誤差要因は複数あるため、接合面の2面化は有効な手段になると考えられる。しかし、接合面の2面化により治療時間が増大し、intrafractional errorが惹起される恐れもあるため、両者のバランスを図っていくことが重要と考えられる。今回は呼吸性移動の影響に着目するため、最も単純な実験系において検証を行ったが、今後、実臨床を想定した条件下での検討を行うことでパッチ照射の精度限界を明らかにしていきたいと考えている。