

ログファイル解析による MLC 最大速度測定の基本検討

新潟大学大学院 保健学研究科 ○藤沢 真人 (Masato Fujisawa)

早川 岳英 大久保 真樹 笹本 龍太

【背景・目的】

放射線治療の照射法の1つに、マルチリーフコリメータ(MLC)を動かしながら照射を行うダイナミックMLC(DMLC)照射がある。MLCの使用を続けていくと、部品の摩耗や疲労によってMLCの性能は低下していき、MLCが照射計画通りに動作しない恐れがある。現在、そのような性能が低下したMLCを検出するためのMLC QA法は確立されていない。

DMLC照射においてMLC速度を加速させたとき、機械的にそれ以上の速度には加速できない最大のMLC速度(V_{max})があるはずである。 V_{max} は、MLC QAのための1つの性能評価指標になる可能性があると考えられる。そこで本研究では、DMLC照射によって得られるログファイルを解析することにより V_{max} を求める手法を考案した。

【方法】

Varian社製の直線加速器Novalis-TxおよびHD 120 MLCを用いた。MLCは内側の2.5 mm幅のリーフ(64枚)のみを使用した。進行方向に向かって引く側のMLCと押す側のMLCの間隙幅を5 mmに保ったまま、距離12 cmを等加速度で移動させる(MLC速度を0 cm/sから約4.4 cm/sまで加速させる)DMLC照射を行った。DMLC照射中、0.05 秒毎にMLC位置がログファイルに記録される。得られたログファイルからMLC速度を算出し時間軸のグラフにすると、照射開始後は直線的に増加するが、 V_{max} に達するとその後は照射終了まで V_{max} 一定の平坦な領域が現れると予想される。そこで直線的にMLC速度が増加している部分に回帰直線を描き、回帰直線から外れる部分を平坦な領域として、目視で判断した。その判断基準は、回帰直線とMLC速度の差が(1)0 cm/s以上、かつ(2)増加し続ける領域とした。その領域におけるMLC速度データの平均値を求め V_{max} とした。

【結果】

全てのリーフのMLC速度-時間グラフで平坦な領域が認められた(Fig.1)。平坦と判断された領域におけるMLC速度のデータ数は平均11.4個であった。また、回帰直線とMLC速度の差をFig.2に示す。MLC速度-時間グラフの平坦な領域に対応する時間帯では、差が増加した。また、一部のリーフで、平坦な領域に外れ値が生じるグラフがみられた(Fig.3)。そのようなグラフでは、外れ値以降のデータを除外して平坦な領域を決定した。進行方向に向かって引く側のMLCの V_{max} の平均は3.84 cm/s、押す側のMLCの V_{max} の平均は3.82 cm/sとなった(Fig.4, Fig.5)。また、全てのMLCの V_{max} の平均は3.83 cm/sとなった(Fig.6)。

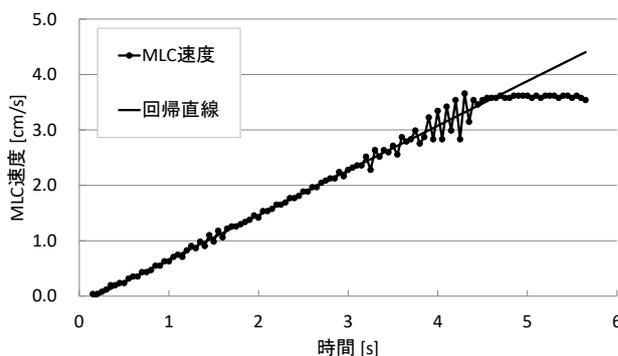


Fig.1 MLC速度-時間グラフ

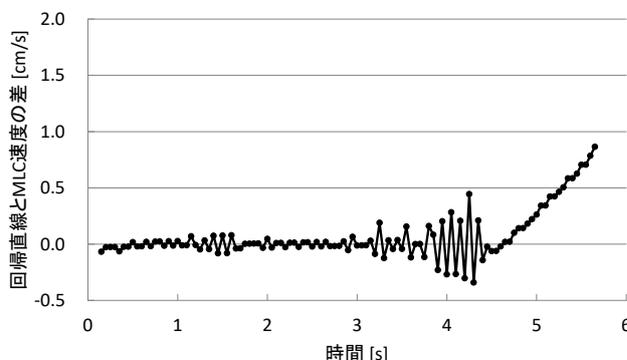


Fig.2 回帰直線とMLC速度の差

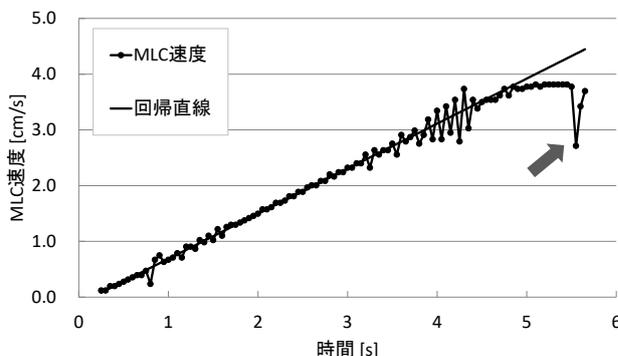


Fig.3 MLC速度-時間グラフの平坦な領域に、外れ値が生じた例

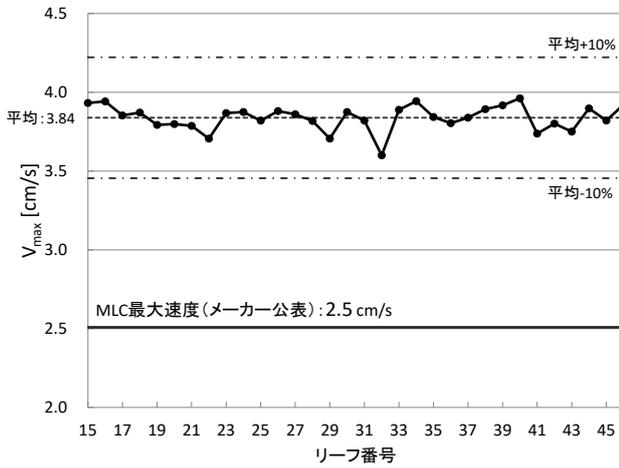


Fig.4 引く側のMLCの V_{max}

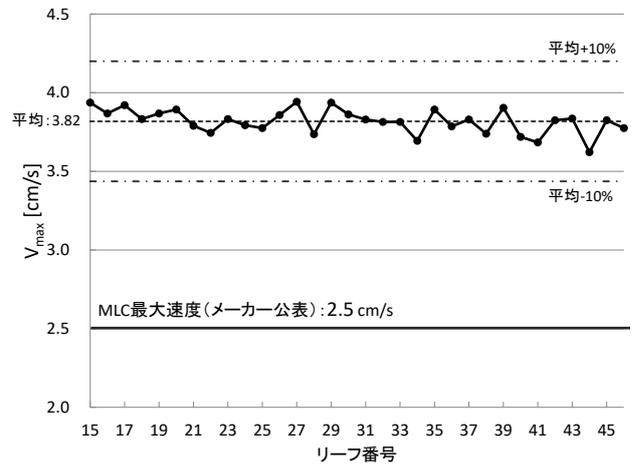


Fig.5 押す側のMLCの V_{max}

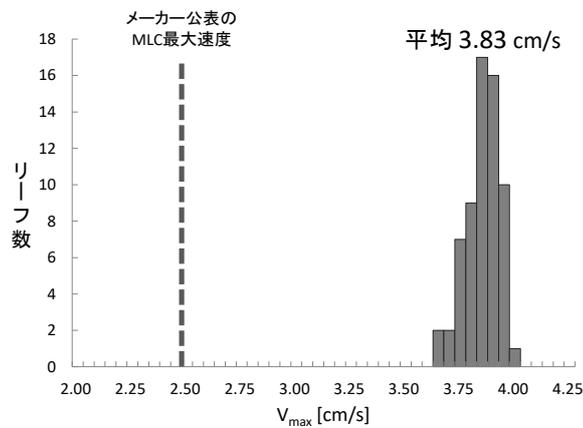


Fig.6 全MLCの V_{max} のヒストグラム

【考察】

今回、MLC速度が照射終了時に約4.4 cm/sに到達するDMLC照射を行ったが、得られたグラフに平坦な領域が見られたことから、予想した通り V_{max} を測定できたと考える。また、各リーフの V_{max} にはばらつきがみられたが、引く側(平均3.84 cm/s)、押す側(平均3.82 cm/s)のどちらのMLCも、 V_{max} の平均±10%以内にすべての V_{max} が含まれた。メーカーが公表しているMLC最大速度は2.5 cm/sであるため、今回使用したMLCの V_{max} はメーカーが公表しているMLC最大速度の1.5倍程度の値で概ね安定していると考えられる。さらに、ヒストグラムの形状から、今回使用したMLCにおいて極端に V_{max} が低下したリーフはないと考えられる。

【結論】

本研究では、DMLC照射におけるMLC最大速度 V_{max} をログファイル解析により求める手法を考案した。全てのMLC速度-時間グラフで平坦な領域が認められ、今回考案した手法で V_{max} を求めることができた。性能が低下したリーフを検出するために V_{max} の測定が有用であると考えられる。

【参考文献】

- 1) Dale W. Litzenberg, Jean M. Moran and Benedick A. Fraass: Incorporation of realistic delivery limitations into dynamic MLC treatment delivery, Med. Phys., 29(5), 810-820, 2002.
- 2) M Okumura, Y Obata, K Shimomura, et al.: The effect of gantry and collimator angles on leaf limited velocity and position in dynamic multileaf collimator intensity-modulated radiation therapy, Phys. Med. Biol., 55, 3101-3113, 2010.