速報

Radiochromic Film におけるモアレアーチファクト除去法
—透過型への応用—辰巳大作¹ 小澤修一²¹ 大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部² 順天堂大学医学部放射線医学講座

論文受付

2011 年 11 月 14 日

論文受理

2011 年 12 月 1 日

Code Nos. 814 850

緒言

Intensity modulated radiation therapy (IMRT) などの線量分布検証において、現在、現像処理を必要としない radiochromic film (RC-film) の使用が広く普及している。RC-film を用いて精度良く測定を行うには、いくつか取り扱いに注意する点がある。例として、フィルムの保管方法、経時的濃度変化、スキャン方向、および濃度不均一性などが挙げられ、フラットベッドスキャナ (スキャナ) のガラス天板とフィルム面の干渉によるモアレアーチファクト (モアレ) の発生の問題もその一つである¹⁻⁴⁾。モアレ除去の対策については、辰巳らが反射モードでスキャンする RC-film (反射型 RC-film) について検討しているが⁴⁾、現在、IMRT の線量分布検証の主流は透過モードでスキャンする RC-film (透過型 RC-film) であり⁵⁾、モアレ除去の考え方にも違いが出る可能性がある。今回、透過型 RC-film に対するモアレ除去対策について検討を行ったので報告する。

1. 方法

透過型 RC-film として、Gafchromic EBT2 (EBT2 フィルム, Lot#: A04181102B, ISP, USA) を使用した。EBT2 フィルムに 10 MV の X 線で、100 cGy, 125 cGy, 145 cGy, 165 cGy の 4 種類の異なる線量を照射し、空調の完備された暗室にて 47 日間保管後、スキャンを行った。スキャンは汎用のフラットベッドスキャナ (ES-8500, EPSON, Japan) とフィルム読み取りソフト (Film-scan-New ver.4.0, R-Tech, Japan) を用いて行った。スキャン設定は、透過原稿タイプ、イメージタイプ: カラー 48 bit, 解像度: 150 dpi, およびフィルタ: 3×3 メディアンフィルタを選択し、赤, 緑, 青 (red, green, blue; RGB) の波長域に分けてデータ収集した。

モアレ除去対策の効果を確認するため、3 種類の測定配置にてスキャンを行った。モアレ除去法は、辰巳らが報告した無反射ガラスを用いる方法を採用した⁴⁾。各測定配置は、1) スキャナガラス天板の上に EBT2 フィルムを置き、その上から 2 mm 厚の透明ガラスを配置 (以

A Method for Removing Moiré Artifacts from Scanned Images of Radiochromic Films: Application to Transmissive Scanning

Daisaku Tatsumi^{1*} and Shuichi Ozawa²¹Department of Radiology, Osaka City University Hospital²Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine

Received November 14, 2011; Revision accepted December 1, 2011

Code Nos. 814 850

Summary

Dose verification using radiochromic films may bring about moiré artifacts during the film scanning process using a flatbed scanner. A method for removing the moiré artifacts was already reported for reflective scanning. Recently, transmissive scanning using EBT2 films has played a major role for dose verification in intensity-modulated radiation therapy. It was found that placing a nonreflecting glass plate on the detector side could eliminate all the moiré artifacts for transmissive scanning.

Key words: radiochromic film, gafchromic film, EBT2, moiré artifact, flatbed scanner

* Proceeding author

Fig. 1 Moiré patterns for each color channel before placing a nonreflecting glass plate. Delivered doses were 100, 125, 145, and 165 cGy from left to right respectively.
(a) red channel
(b) green channel
(c) blue channel

a
b
c

下, normal). 2) スキャナガラス天板の上に EBT2 フィルムを置き, その上から 2 mm 厚の無反射ガラス(六切サイズ, ジャプル・コーポレーション, Japan)を配置(以下, glass-light side), この配置は上流の光源側にモアレ対策を行っている. 3) スキャナガラス天板の上に 2 mm 厚の無反射ガラス, その上に EBT2 フィルムを置き, さらに 2 mm 厚の透明ガラスを配置(以下, glass-detector side), この配置は下流の受光部側にモアレ対策を行っている. 各測定において EBT2 フィルムのスキャン方向および表裏は同一とした.

まず, 収集波長域の違いによるモアレの発生状況を確認するため, normal の測定配置にて RGB のスキャンデータを収集した. 次に, EBT2 フィルムのスキャンに用いられる red チャンネルと green チャンネルの波長域について, 3 種類の測定配置でスキャンを行い, モアレの発生状況を定性的に評価した.

2. 結果

Normal 配置における収集波長域の違いとモアレの発生状況を Fig. 1 に示す. (a) red チャンネルと (b) green チャンネルでモアレが認められ, (c) blue チャンネルではモアレは認められない. また, red チャンネルと green チャンネルでは, green チャンネルの方がモアレが強調される傾向にあった. ISP 社によると, EBT2 の収集波長

域は, 0.01~10 Gy は red チャンネルを使用し, 10~40 Gy は green チャンネルを使用することが推奨されている. Blue チャンネルは, モアレは発生しないものの十分なコントラストを得ることができないため, スキャンには使用できない.

次に, 3 種類の測定配置でスキャンを行ったときのモアレの発生状況を, Fig. 2, 3 に示す. Fig. 2 は red チャンネル, Fig. 3 は green チャンネルの結果である. 両者とも同様の傾向を示し, normal および glass-light side の配置ではモアレの発生を認めた. また, glass-detector side ではモアレの発生を認めず, すべてのモアレを除去することができた.

3. 考察

本報告では, 透過型 RC-film におけるモアレ除去の測定配置について検討を行った. 収集波長域の選択によってモアレの発生状況は変化するが, スキャナの受光部側にモアレ除去対策を行うことで, モアレをすべて除去することができた. モアレ除去法およびモアレ除去法が測定結果に与える影響については, 辰巳らの報告に詳細が述べられている⁴⁾. 特に注意すべき点は, 無反射ガラス等を挿入することによって, 得られる濃度が変化するため, 特性曲線取得を含むすべての条件で, 同じ測定配置としなければならない点と考えられる.

Fig. 2 Moiré patterns for the red channel under three different conditions.

Delivered doses were 100, 125, 145, and 165 cGy from left to right respectively.

- (a) before placing a nonreflecting glass plate
- (b) after placing a nonreflecting glass plate on the light emitting side
- (c) after placing a nonreflecting glass plate on the detector side

Fig. 3 Moiré patterns for the green channel under three different conditions.

Delivered doses were 100, 125, 145, and 165 cGy from left to right respectively.

- (a) before placing a nonreflecting glass plate
- (b) after placing a nonreflecting glass plate on the light emitting side
- (c) after placing a nonreflecting glass plate on the detector side

4. 結 語

透過型 RC-film におけるモアレ除去の測定配置について検討を行った。スキャナの受光部側にモアレ除去対策を行うことで、モアレをすべて除去することができた。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、多大なご助言を賜りました藤田保健衛生大学の林 直樹氏に深く感謝致します。

なお、本研究は日本放射線腫瘍学会平成 21・22 年度研究課題「ラジオクロミックフィルムを用いた IMRT の線量分布検証に関する指針作成」の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 宮沢正則. ガフクロミックフィルムを用いた線量分布測定法. 日放技学誌 2006; 62(10): 1428-1436.
- 2) 隅田伊織. Gafchromic film type EBT2 の取扱い—使用経験からみて—. 日放技学誌 2010; 66(10): 1367-1375.
- 3) International Specialty Products. Gafchromic® EBT2 Self-developing film for radiotherapy dosimetry, 2010.
- 4) 辰己大作, 中田良成, 正井範尚, 他. 反射型 Radiochromic film におけるモアレアーチファクト除去法の検討. 日放技学誌 2010; 66(12): 1569-1576.
- 5) Low DA, Moran JM, Dempsey JF, et al. Dosimetry tools and techniques for IMRT. Med Phys 2011; 38(3): 1313-1338.

図表の説明

- Fig. 1 モアレ対策なしのときの各波長域のモアレ発生状況
左から, 100 cGy, 125 cGy, 145 cGy, 165 cGy を照射したデータ
(a) red channel, (b) green channel, (c) blue channel
- Fig. 2 Red channel におけるスキャン配置の違いとモアレの発生状況
左から, 100 cGy, 125 cGy, 145 cGy, 165 cGy を照射したデータ
(a) normal, (b) glass-light side, (c) glass-detector side
- Fig. 3 Green channel におけるスキャン配置の違いとモアレの発生状況
左から, 100 cGy, 125 cGy, 145 cGy, 165 cGy を照射したデータ
(a) normal, (b) glass-light side, (c) glass-detector side

問合せ先

〒545-8586 大阪市阿倍野区旭町 1-5-7
大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部 辰己大作