The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	写真フィルムによるLinac線量分布（Linac治療に関する研究 第5報）
Author(s)	野田, 博治; 小野, 庸; 梅崎, 典良
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1971, 30(10), p. 1-5
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17254
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

昭和46年1月25日

写真フイルムによる Linac 線量分布

(Linac 治療に関する研究　第5報)

久留米大学医学部附属病院放射線治療センター（所長　尾関巳一郎教授）
野田　博治　　小野　庸　　梅崎　典良

(昭和45年8月3日受付)

Dose distribution of Linac radiation by photographic film

By

Hiroji Noda, Yo Ono and Noriyoshi Umesaki
Radiation Therapy Center, Kurume University School of Medicine
(Director: Prof. M. Ozeki)

The method to obtain Linac dose distribution by photographic film are examined. Exposed film of Kodak industrial type M is selected for the linear responses between film density and exposure. In this experiments, the good result was obtained when the film face was placed about parallel to direction of radiation beam. Isodose curves are plotted by autmatic isodensity recorder of our own making. Therefor, the sevelal problems are in the plotting time and the difference of each plots, the purpose to obtain the dose distribution was attained with sufficient practical use. Using film method in Linac installation, the difference between light and radiation beams was able to checked.

1. 緒　言

放射線治療のため線量分布を求める方法は電子計算機を使用するものが最も良いとされている．しかしまだその設備が整つていないところでは，実際に求めることができるのは写真フィルムの黒化度によつて線量分布を測定する方法であろう．この方法はその黒化度が放射線のエネルギーに依存して，また現像条件によつて変化する欠点があるが，高エネルギー放射線（300KeV～20MeV）に対してはエネルギー依存性が少なくなるので[1]，現像条件にだけ注意を払えばよい．

すでに ^{60}Co γ 線，ベータトロン電子線について写真フィルムにより線量分布を求める方法が報告されているが[2)3)4)5)]，ここではリニアー・アクセラレーター（Toshiba LMR-13）により発生される6～12MeV の電子線，X線によつて照射される Mix D ファントーム中の線量分布を写真フィルムによつて求める方法を検討した．またそのために簡単な等黒化度自記装置を組立てた．

2. 写真フイルム

使用する写真フィルムを選ぶために，いくつかの工業用X線フィルム，グラビアフィルムをエネルギー10MeV の電子線，X線で照射し，その照射線量（R）とフィルムの黒化度との関係を調べた．フィルムは黒紙に包み，最大線量を与える厚さの Mix D ファントームにはさみ，SSD90cm，照射野10×10cmで照射した．照射線量の制御は Radocon 線量計（Probe 607）によつて校正された装置附属のモニター線量計によつて行なつた．

フィルムの現像は通常の現像装置により富士ハイレンドール現像液を使用し，20℃，4分間行な

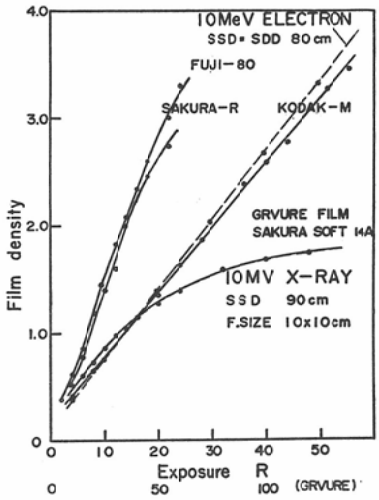


Fig. 1. Relation between density of photographic film and exposure dose of Linac

つた．それぞれの写真フィルムは現像条件を一定にするために同時に現像した．

この結果を図1に示す．点線は工業用X線フィルム（Kodak M）に対する電子線照射で，その他はすべてX線照射で実線で示す．これによると国産の工業用X線フィルムに比べて Kodak type Mが黒化度の大きいところ（～ 3.5）まで照射線量との直線性がよい．このことは百分率で線量分布を求めようとするとき，最大黒化度を最大線量とすれば，フィルムの現像条件を常に一定にする必要がないことを示す．また感度も工業用X線フィルムの中ではかなり低く，照射線量として50～60R程度まで測定可能であるので，この Kodak Mを測定に使用することにした．もつと感度が低いと実際の治療に近いLinac装置の出力で多門または廻転照射の線量分布が測定できるが，この場合は出力（線量率）が自由に制御できるので，照射時間が短くなつて測定誤差が大きくなること，或いは測定不可能の事態がさけられる．

グラビアフィルム(SAKURA SOFT, HARD)は線量の大きいところ（ 100R～ 300R）まで照射できるが，黒化度と線量との直線性がわるく，また黒化度もあまり大きくならないので，この測定方法には不適当である．

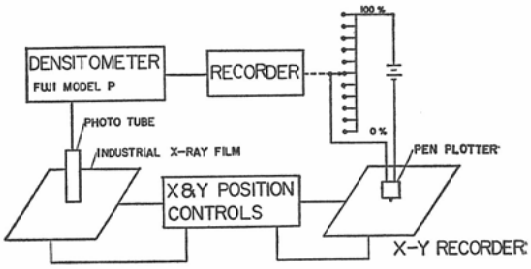


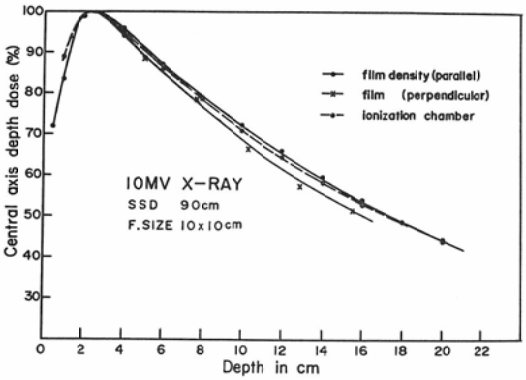
Fig. 2. Block diagram of autmatic isodensity recorder

3. 黒化度自記装置

写真フィルムの黒化度は図2に示す自記装置により測定された．フィルムの走査は X-Y 軸モータ駆動装置（電離箱用で東芝製）によつて行われ，これと同時に記録用の X-Y レコーダーも動作する．フィルムの黒化度は富士P型濃度計によつて電気信号に変えられ，これは通常の自動平衡形のレコーダーに接続されて，指針の動きに変えられる．この指針には X-Y レコーダーのペン打点のための電気接点の1つがつけられ，これに接するものとして0～ 100%のそれぞれの百分率濃度に対応する接点がつけられている．濃度計の出力の変化とともに指針の位置が動き，それぞれの%の接点に接触すると X-Y レコーダーのペンが打点することになる．使用するフィルムの特性により接点の位置は等間隔でよく，また深部黒化度分布が電離箱による線量分布と一致すればエネルギー依存性がなくなり，自記装置で測定した結果はそのまま線量分布となる．

4. 深部線量分布

エネルギー10MVのX線によつて照射されたMix Dファントーム中のビームの中心軸における深部線量百分率の分布を写真フイルムにより測定した結果は図3の実線で示される．これによるとフィルムをビームの方向と平行（実際はビームの中心軸に対して2～3°の角度をもつている）においた場合が，垂直においた場合よりも，点線で示す水中の電離箱による測定結果とよい一致を示している．いずれにしても深部線量分布を測定す



Fig, 3. Percentage depth dose (density) curve of X-ray

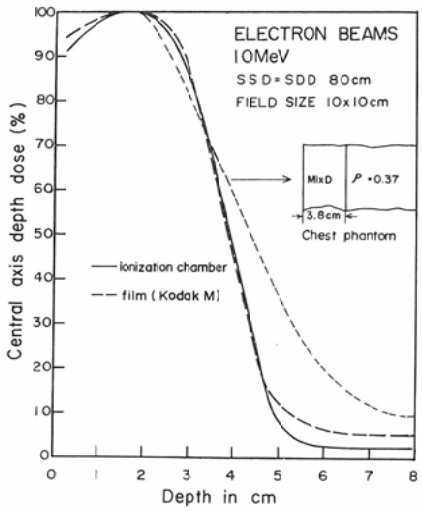


Fig. 4. Percentage depth dose curves of electron beams

るためには，フィルムをビームの方向と平行におくのが便利であるので，当然この場合が多く使用されることになる．

電子線のファントーム中の深部線量分布をフィルムによつて測定した結果は図4の点線で示される．実線で示す電離箱による測定とほとんど一致しているが，表面（入射面）に近いところと，飛程の終りのところで5％程度の相違がみられる．これはフィルムをファントームによつて圧着するときの力の違いと，飛程の終りでは電子線のエネルギーが低くなつているのでフィルムのエネルギー依存性の結果と考えられるが，治療の実用性からはあまり問題とならないだろう[7]．図4の細い点線は胸部ファントーム中の分布で，均一なファントーム中に比べて異なつた密度の物質の境界面では密度に逆比例した線量分布を示している．

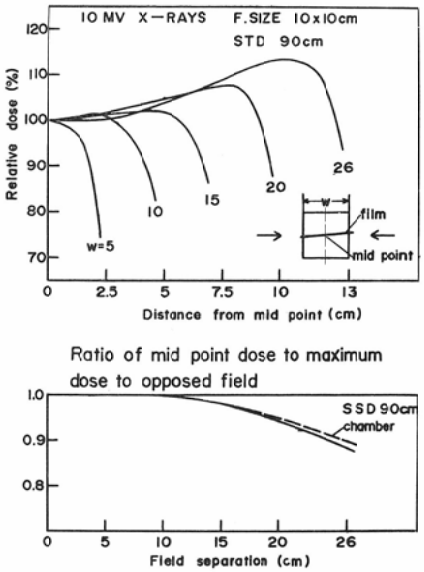


Fig. 5. Two opposed fields

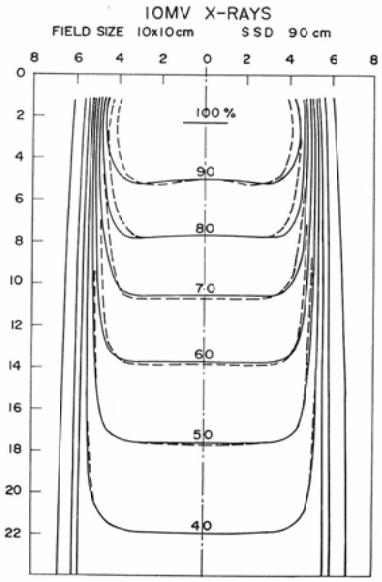


Fig. 6. Isodose curve of X-ray

図5は10MVX線による対向二門照射の中心軸の深部線量分布を示す．ファントームの厚さによつて分布の形は変るが，電離箱による測定を重ね合わせて求めたものと比べて，厚さが大きいところで少し差がある以外はほとんど一致している．

5．等線量分布

等線量分布の測定結果の一部はすでに報告されているが[6]，10MVX線による一門照射のファントーム中の等線量分布を図6に示す．点線のフィルムによる分布は実線の電離箱によるものと比較して70%以上が照射野の端の部分ですこし差がみられるが（これはフイルムの圧着の違いによるものであろう），その他はほとんどよい一致を示している．

ここで注意しなければならないのは，照射野内の線量分布の均一性である．図7のLinac装置のビーム偏向方向（G-T）で線量分布が測定時間内で変動することがあるので，特に多門照射などでこの方向にフィルム面をおいて測定する場合は装置の平坦度の調整が必要である．また照射野の端である半影の部分は，図7で示すように左右方向（R-L）に比べて偏向方向（G-T）が大きくなつている．

図8，図9に三門照射，回転照射の場合の等線

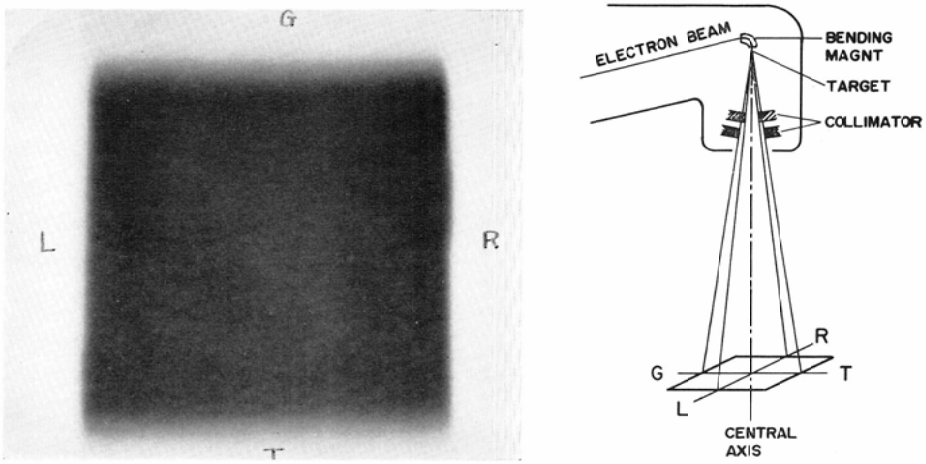


Fig. 7. Bending beam from accelerating tube

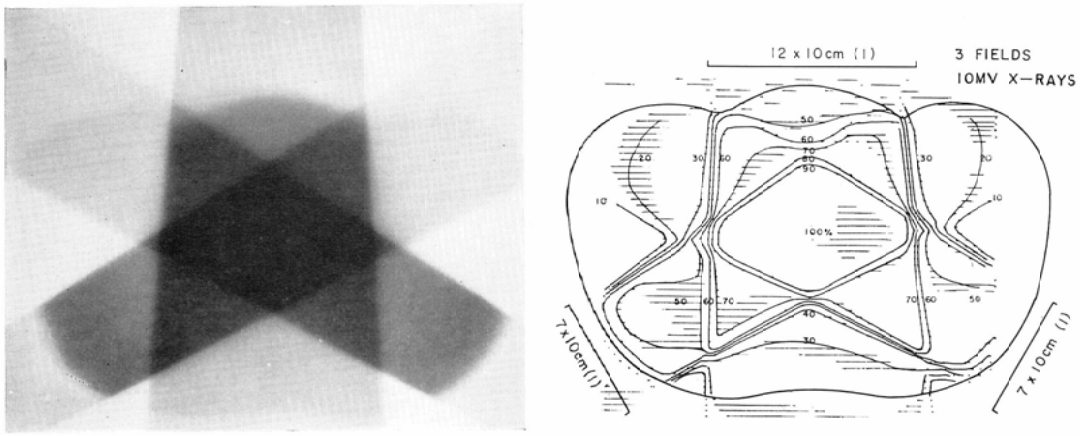
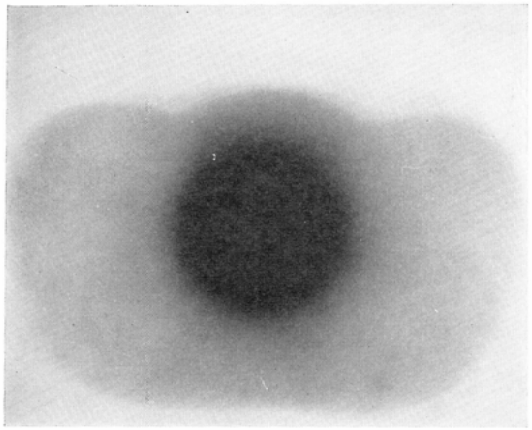


Fig. 8. 3 fields



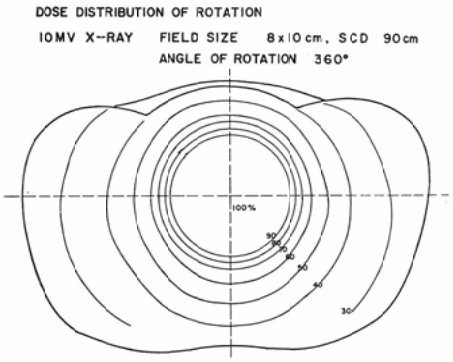


Fig. 9. Rotation

量分布の例を示す．フィルムの現像処理が終り，黒化度自記装置によつて等線量分布を得るまでに要する時間はおよそ30分前後である．フィルムの走査は一方向は連続であるが，もう一方向は等間隔（4㎜）であるので場合によつては方向を変えて二度記録させることもある．また打点の区別がないので複雑な分布では或る程度の慣れを必要とする．

6. 結　語

13MeV Linac 電子線，X線の線量分布を写真フィルムによつて求める方法を検討した．フィルムのビームに対する面は，X線についてこの実験では，平行の方が垂直より結果がよかつた．自記装置は既製商品の黒化度自記装置でなく，自作のものを使用したが，記線時間と打点の区別に或る程度の問題はあつても，線量分布を求めるための実用上の目的は十分に達せられた．またフィルム法を使用することにより装置の回転中心のずれ，光ビームと放射線ビームの照射野のずれなどを調べることができる．

（本論文を御校閲下さつた尾関己一郎教授，ならびに実験に協力された行隆利技師に感謝します．この論文の要旨は第27回日本医学放射線学会で発表した．）

文　献

1) Hine, G.J.: Am. J. Roentgenol. 72 (1954), 293—301.
2) Hettinger, G. and Svensson, H.: Acta Radiol. Ther. Phys. Biol. 6 (1967), 74—80.
3) Stanton, L.: Radiology 78 (1962), 445—460.
4) 恒元博他：日本医放会誌26（1966），876—881
5) 重松康他：日本医放会誌28（1968），125—133
6) 尾関己一郎他：日本医放会誌28（1969），1465—1478
7) 尾内能夫他：日本医放会誌29（1970），1474—1483