The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Co60 原体照射法における線量分布の歪み（超高圧照射法の研究 第16報）
Author(s)	植田, 俊男; 北畠, 隆
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1968, 28(1), p. 58-63
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19293
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Co^{60} 原体照射法における線量分布の歪み

（超高圧照射法の研究　第16報）

愛知県がんセンター放射線科第2部（部長：北畠隆）
植田俊男，北畠　隆

（昭和42年8月19日受付）

Irregularity of Isodose Distribution in Telecobalt Conformation Radiotherapy

By

Toshio Ueda and Takashi Kitabatake
(From the Department of Radiotherapy, Aichi Cancer Center Hospital, Chief. Dr. Kitabatake)

The shape of expected target volume and measured isodose contours of 90% area were compared and discussed in conformation radiotherapy unit RI-156.

The beam shaper system was attached to this machine. The parameters considered were minor axis of oval cams. The ratio of major axis and minor axis of oval cams were 5/4, 5/3, 5/2, and 5/1. Those oval expected target volumes were geometrically analyzed, and iso-time curves were drawn. The larger the ratio of major axis/minor axis of expected target volume the larger the magnitude in strain of dose distribution.

I　緒　言

原体照射法は廻転撮影法の原理と可変絞りの組合せにより病巣の形に応じた線巣を作りうる放射線治療技術であり，既に臨床的に応用されている[1)2),4)~6)]．原体照射法において放射線の線束の巾を調整する方法は大別して，接面方式と接点方式とがある（Fig. 12参照）．カムの運動を介するレバーの接点が面であるか点であるかの差であつて，RI- 156型 ^{60}Co 回転照射装置は，後者の接点方式を採用している．両方式にはそれぞれ優劣が考えられるが，この論文では接点方式の原体照射法では，どの程度線量分布に歪みを生ずるかを検討した結果をのべる．

II　原体照射装置の機構

^{60}Co 原体照射装置 RI- 156型によつて照射を行なうには，まず病巣または照射領域の横断面に等しいカムを切削装置によつて製作し，照射装置の絞り制御機構に装置する．照射口の絞りは左右18対の多分割となつており，それぞれがスプリングによつて閉る機構である．これにカムを装置すると各々のカムの大さに応じて独立して絞りが動く機構となつている．その詳細はすでに述べた如くであるが[1)3)]，機構の概要を図1に示す．すなわち線源の回転に連動してカムが回転し，その大さに応じて絞りの開度が決り，定められた病巣の形を照射する．図2は絞り機構にカムを装置した実況を示す．

III　方法および結果

1）楕円形カムに対する線量分布：楕円体のカムについてその実際の線量分布を求めてみた．この形は長径の長さ5に対し，短径の長さの比が4，3，2，1という割合の楕円で，長径が3㎝，5㎝，6㎝，7.5㎝のものである．ファントームは30×20㎝の楕円柱を使用した．

Fig. 1. Schematic diagram of beam shaper system (conformation mechanism). According to signals from cams, each collimators change their width of appeature continuously during the rotation. The cam rotates with source rotation.

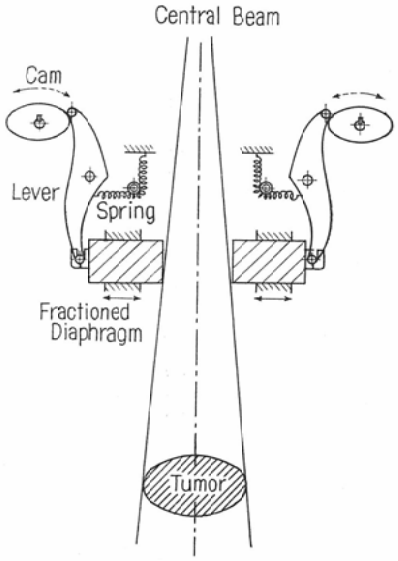
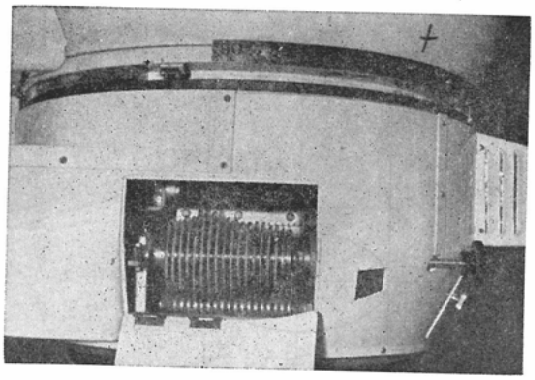


Fig. 2. Cams attached to the beam shaper in rotational suppor tunit. (Type RI-156)



このようなそれぞれの楕円形の線巣に応じたカムを製作して装置に装着し原体照射を行い，ファントーム中での線量分布を求めた．この結果楕円形の線巣の長径に対して短径の長さの割合が小さい程，線量分布の歪みは大きく，しかも90％領域の分布曲線は長径方向に短縮し，短径方向ではややのびる傾向のあることが判つた．この結果を，長径 7.5cmの幾何学的線巣について表はしたもの

Fig. 3. The shapes of expected ellipsoid target volume. The numbers in fiure are ratio of minor axis against major axis 5.

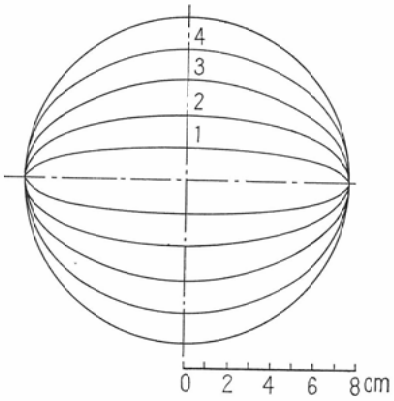
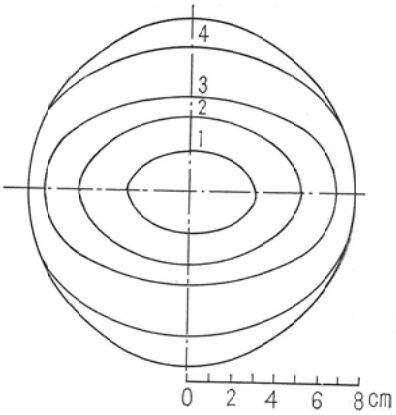


Fig. 4. The contours of each 90% dose distribution against the expected target volume of ellipses shown in figure 3.



が図3および図4である．図3は計画した幾何学的線巣の大さで，図中の番号は長径の長さを5としたときの短径の長さの割合を示すものである．図4はそれぞれの幾何学的線巣に対応する90％領域の線量分布曲線である．

このような歪をその形だけで比較せず，幾何学的線巣の半径とそれによつて得られた線量分布曲線の90％領域の半径との相対する角度における比を求めてみると，長径と短径の比が5：1のものでは長径方向で分布の径が40％であり，5：2のものでは70％になる．図5はこの結果を示すもので，横軸に短径から長径方向への半径の傾きの角

Fig. 5. Ratio of radius r' and r in relation to beam ratation angle.
r': radius of 90% isodose curve
r: radius of expected target volume.

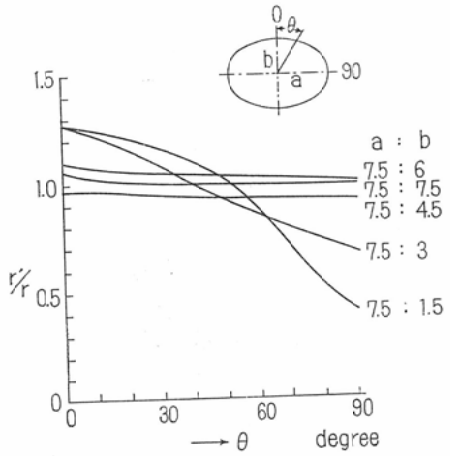
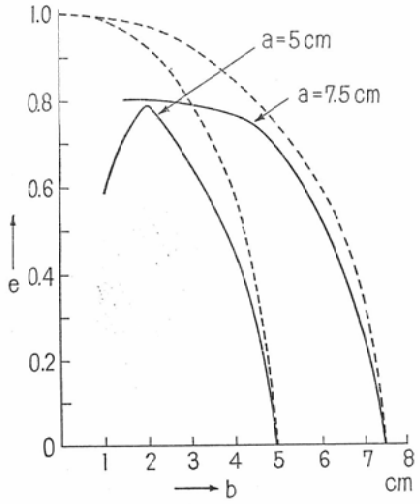


Fig. 6. A comparison between eccentricities of expected target volume and 90% isodose curve. The dashed lines are expected one. Minor axis is plotted in abscissa.



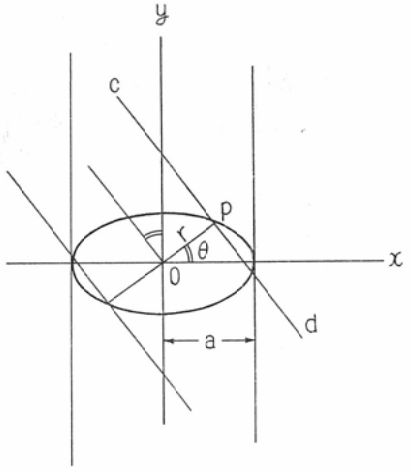
度をとり，縦軸に各々の角度における幾何学的線巣の半径 r と，それに対応した線量分布曲線の90%領域の半径 r'の比 r'/r をとつたものである．図は長径が 7.5cmの楕円の線巣によるものである．

次に計画した幾何学的線巣と線量分布曲線の相似性について検討するため，得られた結果からそれぞれの離心率を求めて比較してみると，長径と短径の比がほぼ5：3の割合であれば，幾何学的線巣と線量分布曲線の90%領域の形は相似性があり，その大さもそれ程変らないことが判つた．この結果を図6に示す．図は横軸に幾何学的線巣の短径をとり，縦軸はその短径の長さの楕円を幾何学的線巣とする線束によつて得た線量分布曲線の90%領域の形の離心率を表わす．図中破線で示したものは幾何学的線巣の離心率である．

2) Iso-time curve：運動照射を行う際に，ある点の線量を便宜上，線源が運動している間，その点が線束の中に存在している時間を求め，同じ時間照射される点を求めて曲線としたものが Iso-time curve である．この方法は Proimos 等[9] が胸部の切線振子照射に応用している．そこで本装置によつて原体照射を行つた場合の Iso-time Curve を先にのべた楕円形の線巣について求めてみた．

Fig. 7. The diagram of geometrical analysis. When beam incidence is θ degree, the beam edge c-d intersects the major axis of expected target volume. The line c-d is nearly formulated by the equation:

$$r = x\cos\theta + y\sin\theta$$



今，線源が水平面に対して回転中心の直上，すなわち90°の位置にあるとすると，図7の如く回転中心における線束の巾は2a である．次に線源が θ だけ回転したとすると，線束の巾は2r となり，この場合長径の一部は線束から外れる．そこ

でこのように線源が回転したときの線束の端とx軸上の交点を各々の回転角度において求めれば，長軸上に於て常に線束内に含まれる部分と，そうでない点が求められる．すなわち，図でp点を通る線束端 $\overline{cd}$ の方程式は，θ を線源の回転角度，rを線束端と交る楕円の半径とすると，近似的に

$$r = x \cos\theta + y \sin\theta$$

長軸上での線束端の交点は $y = 0$ としてx切片を求めればよい．

このようにして回転角度と線束端のx切片の長さを求めると，長径/短径の比が大きい程，x軸（この場合長軸）上では常に照射されている範囲がせまく，長径/短径の比が5/3でほぼ全域が照射されることが判つた．

Fig. 8. Relation of beam rotation angle with intersecting point of beam edge and x-axis.

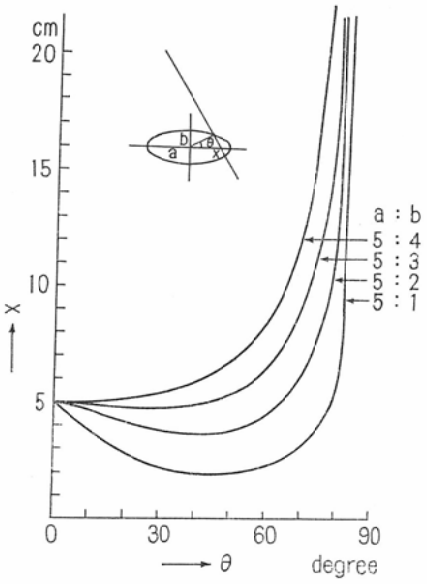
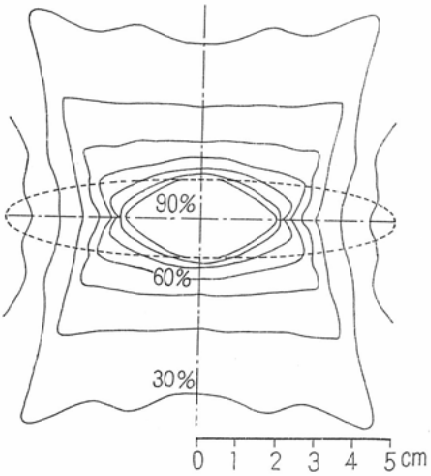


図8はこの結果を示すもので，横軸に線源の回転角度をとり，縦軸に線束端のx切片の長さをとつたものである．パラメーターは楕円の形（長径：短径）をとつた．図から $a/b = {}^5/_1$ のものは回転中，常に照射されている部分は長径5cmに対し，2cmにすぎないことがわかる．この結果は実験の結果とほぼ一致している．このような方法によつてそれぞれ長軸から任意の傾きをもつ線上に

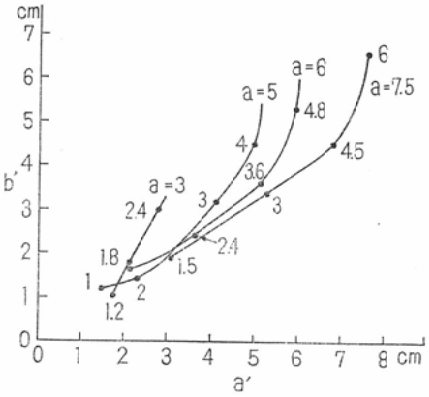
Fig. 9. Iso-time curve for expected target volume of ellipse (dasned line) (major axis/minor axis= 5/1)



おいても線束端との切片を各回転角度において求め，同じ時間照射される点を結べば Iso-time Curve が求められる．図9はこのようにして求めた $a/b = {}^5/_1$ の Iso-time Curve である．この結果は実際にフイルムでとつた分布の形ともよく一致する．

3） 照射に必要な線量分布への当はめ：以上の結果から本装置に使用している原体照射の絞り機構では，線巣が楕円形のものを得たい場合，幾何

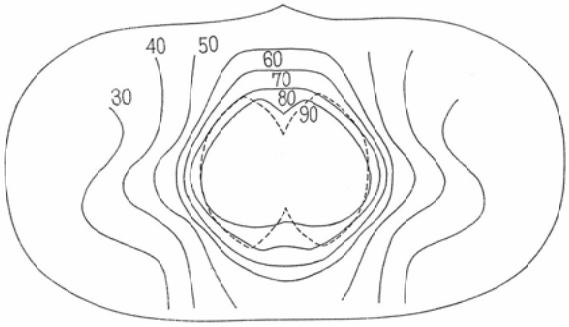
Fig. 10. Relation of desired major axis a', minor axis b' of 90% isodose curve against the major axis a, minor axis b of preconformed target volume. The minor axis b is represented by the dots on each curves.



学的線巣の長径と短径の比がほぼ5：3の割合以内であれば線量分布はそれに追随することが判つた．しかし照射の対象となる病巣の形はこのように限定されたものではないので，病巣の形にあてはめ得る理想的な線量分布曲線の形を得るために，幾何学的線巣はどのようにすればよいかを知る必要がある．そこで実験の結果からこれを求める図表を作成した．すなわち先にのべた楕円形の幾何学的線巣の大さに対し，それぞれの線量分布曲線の90％領域の長径と，短径の関係を求めた．図10はこの結果を示すもので，横軸に必要とする線量分布曲線の長径の長さをとり，縦軸に短径の長さをとつた．パラメーターに幾何学的線巣の長径をとり，その曲線上に短径の長さをプロットした．曲線中の点の傍に示した数字がそれぞれの長径についての短径の長さである．図から任意の楕円形に近い線量分布を得るためにどのような幾何学的線巣を計画すればよいかを求めることができる．例えば90％領域が4cm，長径が6cmの楕円形の線量分布が得たい場合には，計画すべき線巣の大さは長径が7.5cmで短径は3.75cmという幾何学的線巣にすればよいことになる．

4）凹体の場合：次に病巣が楕円状でなく，凹体をなすものについて幾何学的に線巣を計画し，本装置によつて原体照射を行つた場合，線量分布がどのようになるかを調べた．病巣のモデルの一例として，直径が10cmの円を中心から2cm離れた点より，上下及び左右が対称となるよう60°のらせん状に切り落したものを仮定し，これに合せてカムを製作し，人体骨盤部横断面に相当するMix Dpファントーム中での原体照射による線量分布を求めた．測定の方法はフイルム法によつて行い，フイルムはグラビア，ノーマルを用いた．この結果，計画した幾何学的線巣の大さに対し，線量分布曲線は陥んだ部分への追随が少く，やや広い範囲まで90％領域が広がり，陥んだ形に近い周辺の部分はやや狭くなつた．図11にこの結果を示す．破線で示したものは幾何学的線巣の範囲である．

Fig. 11. Isodose curve in concave forcus technique (partial shielding irradiation). The dashed line indicates expected target volume.



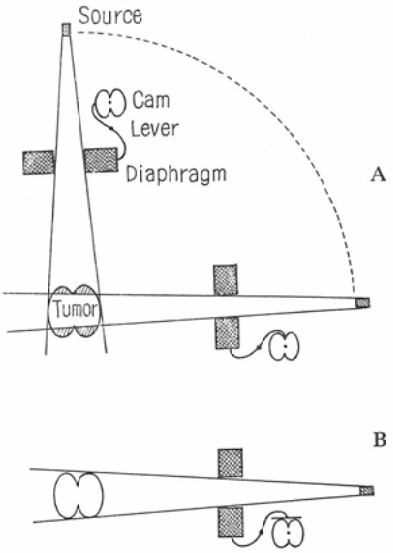
IV 考　按

原体照射を接点方式の装置で行う場合には，カムの外面に接して絞りを動かすためのレバーの先端が点接点であるため，ある回転角度においては線巣となるべき一部が線束に含まれない場合があり，線量分布はそのために計画した線巣よりせまくなることが考えられる．すなわちこの模様を図

Fig. 12.

A: Schematic diagram of beam shaper system with a point contact method. The etched parts of tumor are not irradiated in the some ratation angle range.

B: Schematic diagram of beam shaper system with a flat contact method. The outer part concaved is always irradiated during ratation of the source.



12Aに示す．

接面方式の場合には線源が回転してどのような位置にあつても，線束の巾は病巣よりせまくなることはなく，返つてある角度においては広く照射されることも考えられる．しかもこの方式では凹体の線巣を得るようにカムを製作しても，凹んだ部分も照射されて，実際には凹体の照射は不可能である．この模様を図12Bに示す．

接点方式による原体照射法では極端な形の楕円を幾何学的線巣とした場合，線量分布との形にかなりの差がみとめられるが回転角度に応じた半径の変化が著しくないものであればその実用性は充分あり，しかも接面方式に比べて凹体照射もある程度可能性がある．

本装置の機構では，特にカムが直接絞り機構に連なつているため，線源の回転に対する線束変化の追随の後れは殆んどない[3]．

V 要 約

離心率と大さの異なつた種々の楕円形の幾何学的線巣を計画し，接点方式を採用した絞り機構をもつ ^{60}Co 装置 RI- 156型で原体照射を行い，それぞれの線量分布を測定した．計画した線巣と線量分布曲線の90％領域の形について比較しその歪みの程度をしらべた．

これらの楕円形の線巣について，線束内に存在する時間を幾何学的に解析し，Iso-time Curve を求め，検討を行つた．

接点方式による原体照射では，楕円形の幾何学的線巣については 長径/短径の比が大きい程，線量分布の歪みは大きい．従つて実験の結果から必要な線量分布の形に対して，計画すべき幾何学的線巣の形を求めるようにした．線巣の形が楕円のとき，その長径/短径の比が $^5/_3$ 以下であれば線量分布の形は殆んど一致する．

（要旨は日医放会第29回中部地方会，40．11．28にて演説した．本研究は厚生省がん研究助成金の援助によった．）

文 献

1）北畠隆，山本千秋，牧野純夫，永井勝美，高橋信次 ： 原体照射装置の試作，日医放誌，26：192～200，(1966).

2）北畠隆，母里知之，奥村寛，高橋信次，中野伸平，大谷四郎：リニアクセラレーターによる原体照射法，日医放誌，26 (1967) 1448—1454

3）北畠隆，植田俊男：原体照射法における機械的誤差源，日医放誌). 26 (1966) 899—902.

4）高橋信次，北畠隆，森田皓三，大沼勲，岡島俊三：子宮癌の原体照射，日医放誌，20 (1961) 2746—2753.

5）高橋信次，飯田博美 ： 打抜照射法，凹体照射法，日医放誌，21 (1961) 126—131.

6）高橋信次 ： 回転照射における新しい工夫，臨床放射線， 5 (1960) 653—658.

7）岡島俊三：原体照射法の技術的研究，日医放誌，22 (1962) 731—738.

8）Takahashi, S.: Conformation radiotherapy. Acta radiol. Suppl. 242 (1965), Stockholm.

9）Proimos, B.S.: Beam-shapers oriented by gravity in rotational therapy. Radiology. 87 (1966), 928—937.

10）Proimos, B.S.: Synchronous field shaping in rotational megavolt therapy. Radiology. 74 (1960), 753—757.

11）Wright, K.A.. Proimos, B.S., Trump, J.G., Smedal, M.I., Johnston, D.O. and Salzman, F.: Field shaping and selective protection in megavolt radiation therapy. Radiology 72 (1959), 101 only