The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	打ち抜き照射法における放射線吸収体の材質 60Co遠隔照射法の研究 第33報 原体照射法の研究 第20報
Author(s)	森田, 皓三; 池田, 洋
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1970, 30(4), p. 356-361
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18531
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

打ち抜き照射法における放射線吸収体の材質

^{60}Co 遠隔照射法の研究　第33報
原体照射法の研究　第20報

名古屋大学医学部放射線医学教室（主任：高橋信次教授）
森田皓三　池田洋

（昭和45年1月27日受付）

Effect of Absorber on the Production of Hollow-out as well as Concave Beam Focus in Conformation Radiotherapy

By

Kozo Morita and Hiroshi Ikeda
From the Department of Radiology, Nagoya University School of Medicine
(Director: Prof. Shinji Takahashi)

The conformation radiotherapy is a new type of the moving field radiotherapy, of which feature is to get not only the cylindrical- but also the deformed beam focus at will. The beam focus is termed by us the focusing high dosage area of the radiation beam. In conformation radiotherapy three kinds of technique, the rotation body technique, column-focus technique and hollow-out technique are available.

In conformation radiotherapy conducted by means of the combined technique with the hollow-out and the concave focus technique (Fig. 1), it is essential to select the suitable material for the absorber, as the material of the absorber influences on the dose distribution. The distortion of dose distribution caused by the absorption of lead, zinc and aluminium were measured and discussed (Fig. 3–5 and Table 1). In order to shield the region of interest completely, it would be suitable to use the absorber of metal as heavy as possible, while the distortion of the dose distribution can not be ignored. On the other hand the aluminium absorber has little influence on the distortion of the dose distribution, but its shielding effect is poor.

Iron-rods and aluminium-tubes of which crosssection was 2mm in diameter respectively, were arranged their axes parallel to the body axis and mixed to be homogeneous (Fig. 6). This mixture, of which specific gravity was 4.0, was used for this experiment as the absorber of the conformation radiotherapy of the uterine cervix (Fig. 2). By using this absorber the distortion of the dose distribution deviated from the expected beam focus was neglisible, while the shielding to the urinary bladder and the small intestine was excellent (Fig. 7). In case of using zinc-absorber the distortion of the dose-distribution is not ignored. In case of the aluminium-absorber alone the shielding effect is poor (Fig. 8). And the merit of the mixing-method of two kinds of the material is to get the variable size, figure and specific gravity of the absorber, resulting the deformed beam focus with adequete dose distribution at will.

研究目的

原体照射法の1つである打ち抜き照射法及び凹体照射法では望む形の線巣を得るためにいろいろの形大きさの放射線吸収体を用いる．この時慢然と吸収体を用いたのでは線巣のひずみが生じて来易い．即ち遮閉すべき領域の線量が低くなつても，照射すべき領域がそのために一部線量不足に照射されるようでは放射線治療の意味がなくなるからである．そこで健常組織の遮閉を正確にし，しかも線巣の形を意図する如くにするために放射線吸収体の材質による線量分布の変化について検討した．

研究方法と結果

使用した放射線治療装置は島津 RTGS-I型の原体照射機構つき ^{60}Co 回転治療装置である．線源から打ち抜き照射用アダプター軸中心迄の距離44cm，線源から回転中心迄の距離70cmで放射線吸収体の影の大きさは被照射体の位置で吸収体の1.6倍となる．その実況は Feg. 1 に示す如くである．

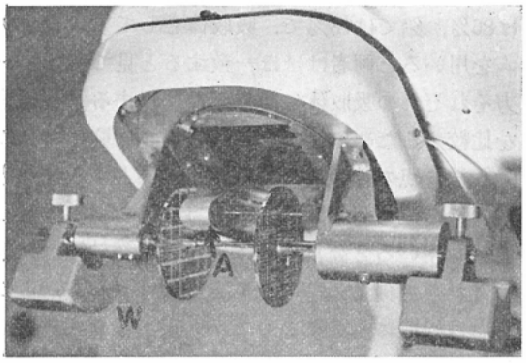

Fig. 1. Eccentric absorber attached to the radiation mouth.
A: absorber, W: counterweight.

線量の測定はフィルム法で行ない，サクラグラビアフィルム，ノーマル10Eを用いた．現像されたフイルムより東芝製フィルムプロッターを用いて，最大線量点の線量を 100%として線量分布を得た．

（実験1）子宮頚癌の放射線治療においては，骨盤閣部あるいは大腿骨頭部附近の横断面では

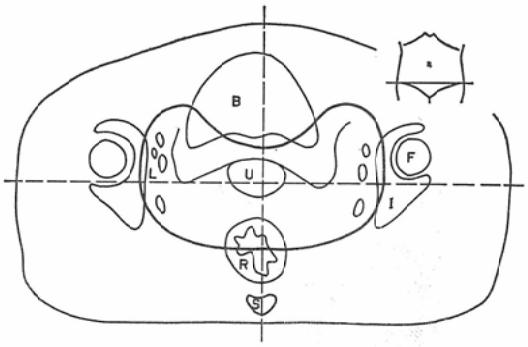

Fig. 2. Expected beam-focus areas (thick solid line) at the midlevel between pubis and fifth lumbar spine.
B: urinary bladder, L: external iliacal lymph nodes, R: rectum, I: ilium, S: sacrum, F: femur and U: uterus.

Fig. 2の如き形の線巣が要求される．この実験では，この形の線巣をつくることを目標として見た．この線量分布が臨床的に現在最も使用されることが多いということ，及びこの実験で得られた結果から他の部位の凹体照射の場合が類推できると考えたからである．ファントームとして断面が30×20cmの楕円形のMix-D製の楕円柱を使用した．このファントームの中心を回転中心として長径16cm短径8cm，高さ10cmの楕円形の照射野で回転角 330° の原体照射を行なつた．（回転角が 360° でないのは主として機械的制約によるもので実際上 360° 回転とほとんど差がないことが確かめてある．）この場合楕円形をしているファントームの短軸と，同じく楕円形をしている照射野の短軸とはその方向を一致させた．更に照射野の短軸上で回転中心より4cm上にその中心があつて，断面が長軸6cm短軸3cmの楕円形の鉛，亜鉛及びアルミニウムの吸収体を矢張り短軸を一致させておいた．これは比重がそれぞれ11.4，7.1及び2.7で ^{60}Co 程度の放射線では比重が，ほぼその線吸収係数に比例する．それぞれの材質による線量分布をFig. 3—5に示す．これらより初めに予定した線巣と実際に生じた90%線量域との一致の程度を，

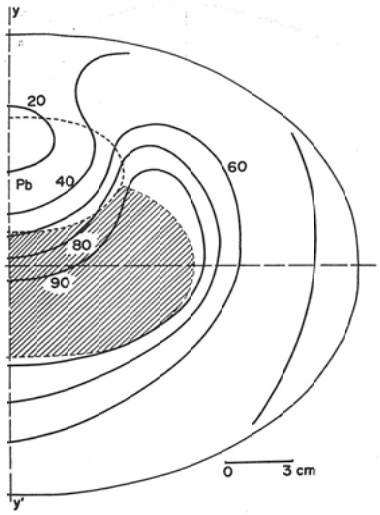

Fig. 3. Dose distribution in the oval phantom of which cross section is oval in long axis of 30cm and in short axis of 20cm. Radiation field of 16× 8×16 cm is located at the center of phantom. Rotation angle is 330°. The expected beam focus is stained by oblique lines, while the area to be hollowed out is indicated by the ellipse in dash line. The material of absorber is lead.

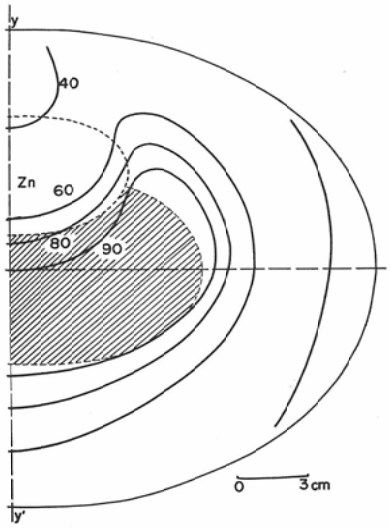

Fig. 4. The material of absorber is zinc. Other conditions are the same as Fig. 3.

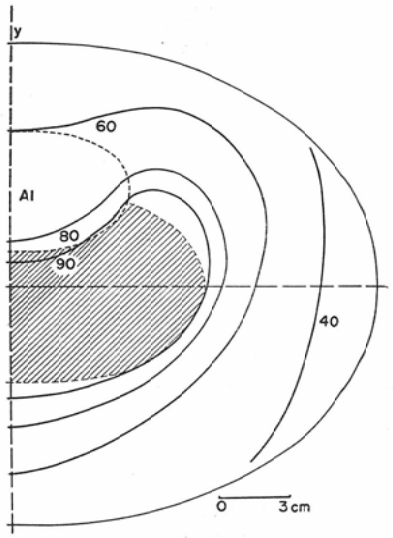

Fig. 5. The material of absorber is aluminium. Other conditions are the same as Fig. 3.

$$\frac{\text{予定線巣の内で90\%線量域に入つている面積(Sc)}}{\text{予定線巣の面積 (Se)}} \times 100\ (\%)$$

として求めると，アルミニウムでは98%，亜鉛では86%，鉛では78%で，吸収体としてアルミニウムを用いると両者はほぼ一致すると見てよい．一方それぞれの吸収体の健常組織に対する保護効果を比較するために吸収体の中心部の線量（Ec）の最大線量点の線量に対する比を指標とすると，今度は鉛が最も著しい．（Table 1）即ち吸収体として鉛を用いると健常組織に対する保護効果は大きいけれども線量分布に対する影響も著しく，この影響は吸収体を亜鉛としてもまだかなり大きい．アルミニウムでは逆に歪みは小さいが健常組織に対する保護効果はほとんどない．その上これらの

Table 1. Relationship between the material of absorber and its effect

Material of Absorber	Pb	Zn	Al	60% Fe-rods 40% Al-tubes
Sc/Se (%)	78	86	98	96
Dose in center of absorber(%)	20	45	65	55

Sc=Area of expected beam focus in 90% dose-region
Se=Area of expected beam focus

金属は何れもその形を人体内の保護部位の形，大きさに応じて成形することはそう簡単ではない．

（実験2）放射線吸収体の材質として直径2㎜比重 7.8の鉄の針金と同じく直径2㎜比重 1.9のアルミニウム管とを適当な割合に混合してのぞむ比重の物体をつくろうとした．計算では60％に鉄を用い40％にアルミニウムを用いると全体としては比重が4.0になる．そこでこの2種の棒をその長軸を照射野の縦の方向（これは原体絞りに平行な方向で我々はこれをz軸と呼んでいる．一般には人体の体軸に平行である．）に一致させて，保護する部位の形，大きさ通りに作つた厚紙の容器の中に一定の順番に並べて全体としてできる限り均等になるようにした．実測した比重は全体として4.0となつた（Fig. 6）．この吸収体について実験1と同様の条件で得られた線量分布が Fig.7 である．Fig.3,4,5,7 においてその Y.Y′ 軸上の線量勾配を Fig. 8 に示した．これで明らかな如く，アルミニウムと亜鉛の場合の丁度中間の結果が得られた．即ち膀胱部の被爆がかなり少なく，しかも線巣の歪みも許容される程度にとどまつている．

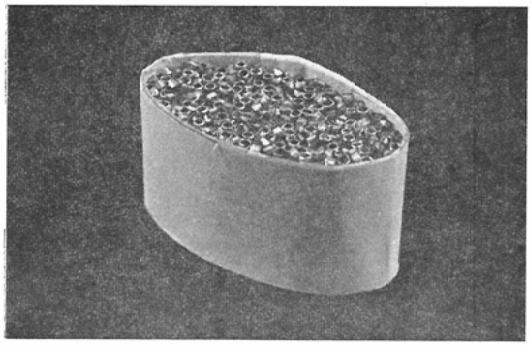

Fig. 6. The absorber with iron-rods and aluminium-tubes mixed as homogeneously as possible. The cover of the box of absorber is removed.

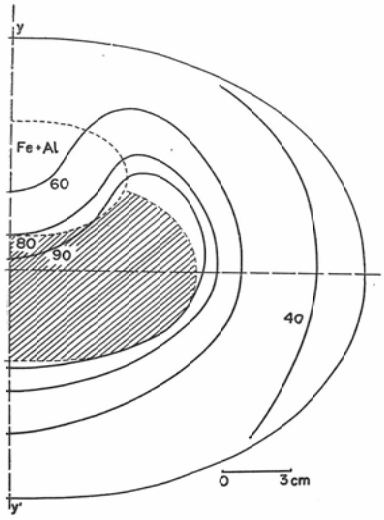

Fig. 7. The absorber is mixed homogeneously with iron-rods (60%) and aluminium-tubes (40%). Other conditions are the same as Fig. 3.

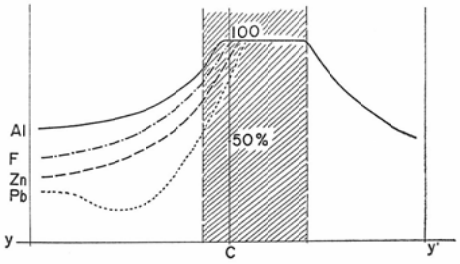

Fig. 8. Dose distribution of arc therapy along the line yy′ of Fig. 3 (dotted line), Fig. 4 (broken line), Fig. 5 (solid line) and Fig. 7 (chain line). The expected beam focus is stained by oblique lines.

考　按

原体照射法では放射線吸収体を用いるのは2つの目的からである．その1つは照射線巣内あるいはその周辺にあつて臨床的に特に放射線感受性の高い健常組織を保護する目的で使用するもので，下垂体腫瘍に対する照射の時の眼球保護とか，喉頭腫瘍の放射線治療の際の頚髄保護がこれにあたる．もう1つはその一部にくぼみのある線巣を作ろうとする凹体照射の時に，所謂“接面方式の原体照射装置”を用いるならば，その機構上の問題のためにくぼみを作るには必ず放射線吸収体を用いる必要が生じて来る．この場合には放射線吸収体によつて健常組織を保護しようとする狙いよりは，あらかじめ計画された形の線巣を作るためにその吸収体を用いたということが云える．従つてこの場合にはその吸収体を用いた部位は必ずしも

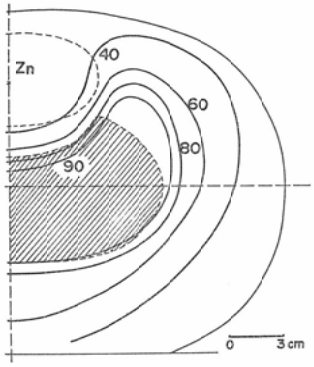

Fig. 9. The absorber made of zinc is located 1.5cm far from the position of absorber in Fig. 4. Other conditions are the same as Fig. 3.

そこだけ特に線量をずつと低下させる必要があるわけではない．臨床的には，この2つの理由にそれぞれどの程度の重点をおくかを考慮する必要がある．実験において想定した子宮頸癌の原体照射では，若しくぼみを作るだけであればその位置にその大きさ，形の一致するアルミニウムの吸収体をおいてやれば目的を達することができる．しかしこのくぼみの中には Fig. 2 で明らかな如く膀胱がある．この膀胱に対する被爆をすくなくしようと思えばもつと比重の大きい亜鉛などを用いることになる．ところがこの場合，亜鉛の吸収体による線巣への影響が大であるためにアルミニウムの吸収体と同じ位置におくことはできない．亜鉛の吸収体を回転中心に対してアルミニウムの場合よりも更に 1.5cmはなしておくと(Fig. 9) Fig. 5 とほぼ一致した90%線巣が得られ且つ膀胱の線量はすくない．しかしこの時吸収体をどこにおくかはあらかじめ実測するか計算で求める必要があり，アルミニウムを用いた場合に比べて一段と複雑になる．即ち吸収体として亜鉛を用いてもアルミニウムを用いても共に一長一短がある．これに対して実験2で用いた方法によれば望む比重の吸収体をしかもその形も保護すべき領域の形に応じて簡単に作ることができる．更に3次元的にも全体として均等な放射線吸収性をもたせるには棒ではなくて比重の異なる2種の材質から成る小球を混合する．この時は球が相互に動くことを防ぐには中空のビニール管に順序よくつめてそのビニール管を集めて吸収体の形をつくることにすると良い．何れにしてもこの方法によつて吸収体の比重即ち放射線の吸収の程度を線巣あるいは保護する部位の大きさ，その相互の位置的関係健常組織の放射線感受性などに応じて自由にえらぶことができ且つその形も簡単につくることができて実用的である．

結　論

1．原体照射法の一つである打ち抜き照射と凹体照射では，放射線吸収体のおかれる位置，その形，あるいは大きさと共にその材質が線量分布に大きい影響を与えることを論じた．即ち吸収体の材質として先づ鉛，亜鉛及びアルミニウムを用いてその打ち抜き効果及び線量分布の変化について検討した．

2．健常組織の保護には，鉛，タングステンの如く比重の大きい材質が適当であるが線量分布に対する影響も無視できない．それに比べてアルミニウムを用いると望む形の凹体照射は簡単に行なうことができるが健常組織に対する保護効果はほとんどない．その上どの金属にしてもその形を望む通りに加工することは容易ではない．

3．これに対して鉄とアルミニウムの小さい棒をいろいろの比に混合し，厚紙で作つた容器の中に入れて用いると，簡単に吸収体の形，大きさをかえることができ，且つ臨床的にも健常組織に対する保護効果と線巣に対するひずみとの両方を考慮に入れながら吸収体の比重即ち放射線吸収度を変えることができる．

文　献

1) 平松啓：子宮頸癌放射線治療における照射範囲 日医放会誌27，1430，1968.
2) 北畠隆，高橋信次，木戸長一郎，飯田博美：眼球を保護する脳下垂体の ^{60}Co 遠隔照射法，日医放会誌21，132，1961.
3) 森田皓三：喉頭癌の原体照射　日医放会誌 21. 13，1961.
4) 高橋信次，飯田博美：打抜照射法凹体照射法

日医放会誌21, 126, 1961.
5) Takahashi, S.: Conformation radiotherapy. Rotation techniques as applied to radiography and radiotherapy of cancer. Acta radiol. Suppl. 242, 1965.
9) 植田俊男, 北畠隆：^{60}Co 原体照射法における線量分布の歪み, 日医放会誌28, 58, 1968.
7) 植田俊男, 北畠隆：眼球を保護する脳下垂体のリニアアクセラレーターによる運動照射法 日医放会誌28, 1002, 1968.