



Title	60Co 原体照射装置の試作（原体照射法の研究 第16報）（超高圧照射法の研究 第1報）
Author(s)	北畠, 隆; 山本, 千秋; 牧野, 純夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1966, 26(2), p. 192-200
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15347
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

⁶⁰Co原体照射装置の試作
 (原体照射法の研究 第16報)
 (超高圧照射法の研究 第1報)

愛知がんセンター病院放射線科第2部 (部長: 北畠 隆)

北 畠 隆

愛知がんセンター研究所放射線部 (部長: 北畠 隆)

山 本 千 秋

東京芝浦電気玉川工場技術部

牧 野 純 夫 永 井 勝 美

名古屋大学医学部放射線医学教室 (主任: 高橋信次教授)

高 橋 信 次

(昭和40年10月1日受付)

Development of telecobalttherapy unit with a new collimation device for conformation
 radiotherapy (A study on conformation radiotherapy, 16th report)

by

Takashi Kitabatake, Chiaki Yamamoto,

(From the Dept. of Radiother., Aichi Cancer Center Hosp.,

Director: Dr. T. Kitabatake)

Sumio Makino and Katsumi Nagai

(From the Tamagawa Works, Toshiba Electric Co. Ltd.)

Shinji Takahashi

(From the Dept. of Radiol., Nagoya Univ. Med. Sch., Director: Prof. S. Takahashi)

A new collimation device in a telecobalttherapy unit has been developed for conformation radiotherapy being practical. Mechanism of this new collimation consisted of 18 blades of diaphragm, cam mechanism, synchronizing rotation system including synchro-oscillator, beam focus radiographic apparatus, and cam profiling machine. By using this unit, all kind of conformation therapy such as irregularly moving field technique, hollow-out irradiation method, partially shielding moving technique, etc. could be practiced. A treatment planning, procedure and isodose distribution were also discussed. Details written in English may be published elsewhere by the same authors.

Reference

Takahashi, S.: Conformation radiotherapy, Acta Radiol. Suppl. No. 242, 1965.

緒 言

癌の放射線治療における大切な問題の1つは、病巣の拡がりに合致した線量を造り、病巣部には十分な線量を均等に照射し、健康部にはできるだけ放射線を与えないことである。このような目的から、高橋は原体照射法を提唱し（高橋）¹⁾²⁾ ^{60}Co の γ 線を利用してすでに実用化しているが、現在使用中のものは、主に製作上の理由から、臨床上要求されるすべての条件を必ずしも満足すべきものではない。今回、これらの欠点をできるだけ克服し、かつ日常臨床に応用する際にも煩に過ぎないような照射装置を試作完成し愛知県がんセンターに設置されたので、この論文では、原体照射法発展の流れの中からみた、新装置の性能、特長、および照射の実際の手順などについて述べようと思う。

原体照射法研究の経過

原体照射法は上述の目的を達するために、放射口に取付けた絞りを可変にし、絞りの開口度を線源の廻転角度に連動させ、計画的な線量分布を得るものである。廻転軸または体軸方向の照射野の形も廻転角度に応じて変化させるために絞りを多分割とし、各分割片がそれぞれ他の分割片と無関係に運動させる機構や、凹形の線量を得るための打抜き照射機構も含まれている。

原体照射法の技術的な出発点となる可変絞りは、すでに1957年に梅垣が在来X線を用いてその原理を発表しているが（梅垣）³⁾、散乱線の影響が強く、そのため実用面までに発展するに至らなかった。一方、高橋は1946年以来X線廻転撮影法の研究を行ない、廻転撮影法を完成させたが（高橋）⁴⁾、この原理を遠隔治療法に応用した。すなわち廻転横断撮影法では、同期廻転を行なう2つの廻転台において、第1の廻転台に被写体を置くと、第2の廻転台上にはそれと相似の立体的なX線像が形成されるのである（高橋）⁵⁾。いまこの考え方を遠隔照射法にあてはめると、治療の際は絞りの開口部から出てきた治療線束そのものの横断面のみが問題となるから、廻転横断の被写体に相当する所に、あらかじめ造ろうとする線量の横断面をのせ、この面上を通る放射線のみを第2廻

転台上に到達させ、それ以外の放射線をすべて遮つてやれば、第2廻転台上には予定された線量が造られる。治療時には第1廻転台には廻転角度に応じて開閉する絞りをのせ第2廻転台に患者をおけばよい。この考え方は1960年（4月）に発表され（高橋）⁶⁾、同年引き続き臨床応用が発表された。以後名大放射線科では現在まで各種の症例に原体照射法が適用されている（北畠、森田ら）⁷⁾⁻¹²⁾。

名大において考案されかつ実用しているものは、島津製 ^{60}Co 廻転照射装置 RT-2000 を基とし、これを僅かに改造して廻転槽円体の線量を得る装置を取りつけたものである。その詳細は岡島が述べているが（岡島）¹³⁾¹⁴⁾、1個の槽円模型を ^{60}Co 線源と同期廻転させ、槽円模型の廻転による径の変化を可変抵抗に伝える。この可変抵抗はブリッジ回路をなし、ブリッジの平衡が破れた時には駆動モーターが働いて絞りの開口距離を調整する。この装置と、放射口に別に取付けた鉛ブロックとの組合せにより、私どもがこれまでに発表してきた各種の悪性腫瘍に対する合理的な照射法が可能である（北畠、森田）⁷⁾⁻¹²⁾。この装置を実地に応用し始めたのは1960年であるから、現在のところ、原体照射法の実用としては最も永い。しかしこの装置は初期の実験的試作品であるため、絞りの開閉が両側別個に行い得ないことや、多段分割でないため体軸方向の自由な形の照射野をとることに制限があるなどの欠点もあった。

そこで渡辺らは高橋の指導により1963年にこれらの欠点のない装置を試作し（渡辺ら）¹⁵⁾、その基本は東芝 ^{60}Co 廻転照射装置 RI-120 型で放射口に原体照射用可変絞り機構を付けたものである。絞りは左右9段に分割され、おのおのの分割片は独立に開閉する。これらの絞りはカム機構に接続し、絞りはバネに抗して閉じられている。すなわち、絞りを開こうとする方向にバネを働かせてある。従つて大きい径のカムの使用により絞りの開口は小さくなり、反対にカムの径が小さいと絞りの開口が大きくなる。カムの廻転は、シンクロ制御系を介して線源の廻転に同調させている。この装置は、 ^{60}Co 照射器製作の当初から原体照

射機構組み入れを考えて作った本格的装置の第1号である(牧野ら)¹⁶⁾。

原体照射を行なった場合、計画された線集が患者の体内で果して造られているかどうかを調べるために線集横断撮影が考案され、1962年に報告した(佐久間)¹⁷⁾。名大および名古屋鉄道病院双方の装置に、これが付属している。

原体照射法の原理、照射法、線量分布などの詳細は、高橋が1965年に別に総合的かつ体系的に述べてある(高橋)¹⁸⁾。

装置の概要

今回試作した装置の型を RI-156 形という。この本体は ^{60}Co 線源を3000 Ci 収容し、 360° 連続廻転の他に、左右 90° までの首振のできるものである。廻転半径は90cmとした。この本体は2, 3の改良点はあるが、廻転や照準の機構は原体照射機構を除けば従来の市販品と類似の方式である。その技術的面は別に報告したが(牧野)¹⁹⁾ 大要は次のごとくである。

照射口の外観は図2に示す通りである。照射口の周囲に原体照射機構を組み入れたため、この部分は在来品に較べ幾分大型となった。線源から照

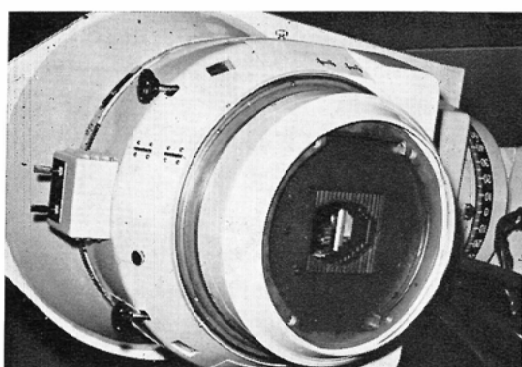


図2. 照射口の外観

射口外縁までの距離は52cmである。絞りは左右とも18枚に分割され、各分割片はそれぞれ独立に開閉できる。18枚を揃えて同時に開閉すると従来の単純な非分割の絞りと同じになる。これらは厚さ5.4cm、幅0.6cmのタングステン製のブロックで、それぞれがスプリングによつて、閉ぢる方向に常にひつばられている。一方あらかじめ設定された線集断面のカムを製作し(後述)、このカムと分割ブロックの一端をレバーで連結する。レバーはS字状の金属で、中央部は廻転軸で固定され、カム端はカムの廻転に伴ないカムの縁に接してこれをなすつて、その運動を分割ブロックに伝え、ブロックの開閉を行なう。左右のカムを同形にし



図1. 試作 ^{60}Co 原体照射装置全景

廻転の結果、線源が下方に見える。廻転面の床は廻転と連動し線源が下方にきた時は下方に折れ曲る。対向板についている六角形のものは線集横断装置。

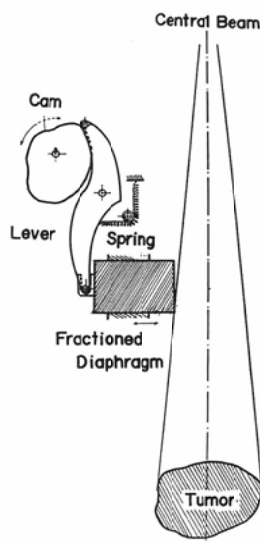


図3. 原体照射用可変多分割絞りの動作機構

ておくとき絞りの開閉は対称となるが、形や大きさの異なるカムを使用するとそれに応じて絞りは左右別々に開閉する。

そこでこのカムの廻転を線源の廻転と同期させると共に、左右18枚の分割ブロックのすべてにそれぞれ対応するカムを造れば、線源の廻転角に応じて絞りの開口度を変化させる原体照射がなされる訳である。この廻転同期機構は渡辺の報告したものと同一である(渡辺)¹⁵⁾。すなわち線源廻転軸にはシンクロ発振器、カム廻転軸にはシンクロ制御変圧器をそれぞれ連結し、両廻転軸の廻転角間の誤差によつて生じた電圧を増幅し、これが零になるようにカム軸の廻転が行なわれる。2つのカム軸は照射口の近くに絞りの両側に平行しておかれ、容易にカムの着脱交換ができるようにしてある。

在来の単純な形の廻転照射すなわち円柱状の線集を得るような照射を行なう場合には、切換えにより、絞りの連動をはずし、絞りを廻転中に開閉させず固定したままで、線源を廻転させればよい。この場合も、あらかじめ設定した照射野の大きさに対応したカムを製作しておき、それをセットして絞りの開口度を定め、しかる後に連動機構から切り換える必要がある。

固定照射の際はカム機構を使わない。すなわち、図4に示すとき絞り開口固定装置を使用する。これは左右それぞれ18枚のアルミ製の羽根か

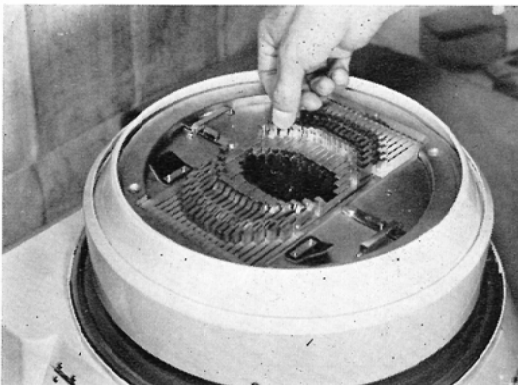


図4. 絞り開口固定装置を装着したところ指先がアルミ羽根のストッパーにかかっている。線源側の中心側にはアルミ羽根と重なつて分割絞りが見える。

らなつてをり、1枚づつ手で開閉し、ストッパーにより任意の位置に固定する。これをあらかじめ照射野の大きさや形に合せて開口部の形と大きさを作り、照射口に装着する。アルミのそれぞれの羽根は分割ブロックの各片に相對する。アルミ羽根の中心側の線源側には高さ7mmのかぎが出ている。分割ブロックには閉ぢる方向に動くバネがついているのでバネを働かせると18枚の分割ブロックは一齐に閉ぢ始めるが、アルミ羽根尖端のかぎにブロックの尖端がつかえて、それ以上は閉ぢない。すなわち、分割ブロックの開口の状態はあらかじめアルミ羽根で作つたものと同一となる。

このままで線源を廻すと廻転体照射法(高橋)¹⁾が行なわれることになる。

一方打抜き照射法(高橋)¹⁾は、運動照射法において、線集の内部または外部の一定の領域の線量を減少、保護するもので、その原理はやはり廻転撮影法に基づいており(高橋)²⁰⁾、原体照射法の重要な技術の1つである。本試作機では分割ブロックに接してその線源側に打抜き用ブロックを押し入れて行なうようにした。打抜き照射装置の廻転は、カム軸廻転を介して線源廻転と同調する。その製作方法はこれまで発表してきたものと同一である(高橋)⁸⁾²⁰⁾。

カム製作機

上述のごとく、本機のようなカム交換方式による原体照射では、どんな形と大きさのカムをどれ程用意しておくかによつて、どんな線集の照射が

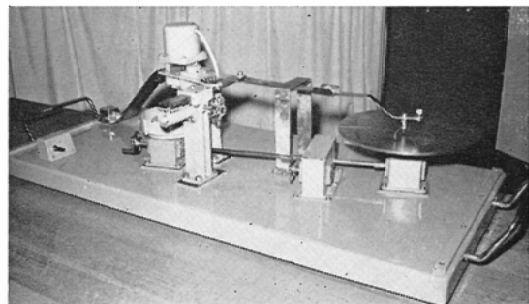


図5. カム製作機

中央部の小型廻転台が廻転台Bで、この上にカム材料をのせドリルで切断する。廻転台Aは向つて右端にあり大型である。

できるかが決定される。しかし実際の臨床例ではあらかじめ線量を予見することが無理である場合が暫々ある。そこでもし臨床の各例についてその都度適当なるカムが製作できれば誠に実用的である。そのような目的で、カム製作機を試作した。

その詳細は別に述べたごとくであるが(牧野)¹⁹⁾、図5がその全景である。本機の原理は原体照射装置と同一である。すなわち図のほぼ中央にある廻転台Bと、図の向つて右端近くにある廻転台Aとは同期廻転を行なう。Bは分割絞りを作動するカムに相当し、Aは患者の横断面に相当する。別に、図の左端で固定され、廻転台B上にはカム切断用ドリルを、廻転台A上には横断面図形をトレースする追跡針を有する装作手が組合わされている。この装作手の装作方法は図の拡大に利用されるパントグラフと同じであるが、カムと照射野が相似でなく近似的に $y=ax+b$ の関係にあるので、丁度それを満足するようにドリルの固定位置をずらしている(北畠ら)²⁵⁾。廻転台Aには横断撮影から求めた照射範囲の横断面の図形をおき、廻転台Bにはカム製作材料である厚さ2mmの、塩化ビニールプラスチック板を2枚重ねて固定する。2つの廻転台を廻転し、廻転台Aの図形を追跡しつつ、廻転台Bのドリルでプラスチック板を切断する。プラスチック板には廻転台A上の図形と $y=ax+b$ の関係にある図形がくり抜かれる。

これを18面の横断面について行ない36枚のカムを得る。左右相対するカムを同じ面にして左右各18枚からなるカム群を1対作る。1つのカム群は中心を合せて同一の心棒に固定する。この2つのカム群を照射口附近のカム軸に合せてセットすればよい。

照射計画の立案と線量分布

この装置による照射の実際について述べる。便宜上、子宮頸癌第Ⅱ期の患者を想定しよう。子宮頸癌における照射範囲は、患者の体格、病期などにより若干の差はあるが(平松ら)²¹⁾、照射すべき(または高率で転移の可能性ある)リンパ節は決っている(高橋ら、北畠ら)^{21,22)}。そこでこれらをすべて含む範囲を定めるに、下縁は恥骨結合部の下 $1/3$ の高さ、上縁は第5腰椎体上縁の高さ、外側は腸骨稜の外側1cmの点を通る矢状面で、その正側面図は図6に示すごとくである(高橋)²⁾。実際にこの図のごとく正しく照射野が設定されているかどうかはX線透視、撮影、およびコバルトグラフィーなどで確かめねばならない。普通の体格の本邦婦人では、この照射野は上下16cm、左右の最大巾15cm、最少巾上辺5cm、下辺10cm程度である。絞りを全開にした場合は廻転中心の位置で(90cm)、上下19cm、左右17cmの照射野となるので、最上段各1枚と下端各1枚の分割ブロックには、連動させるカムは挿入せずにおけば、廻転

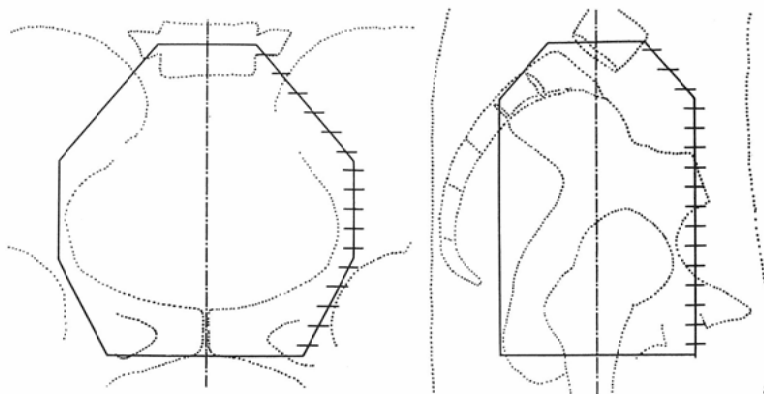


図6. 子宮癌の線量(照射範囲)

向つて左が正面、右が側面図。短線は絞りの分割片の各中央を示し、次図の線量分布はこの横断面布で測定した。

照射中にこれら左右各二枚のブロックは閉ぢたまとなつて、結局照射野（線巢）の上下巾は16cm（正確には16.8cm）に保たれる。

次に、照射中開閉運動を行なう残りの左右各15枚のブロックに連動するカム30枚を作る。これには、正確には1.05cm間隔で15枚の廻転横断撮影を行ない、各横断面について適正な照射範囲を設定することが望ましい。しかし実用的には子宮頸癌の場合には3枚で充分であろうと考えている。すなわち第5腰椎体上部、恥骨結合中央部、およびそれらの中央の高さの3枚である。大腿骨頭上縁の高さから仙腸関節下縁の高さに到る部分は、横断面上10×15cm程度の楕円、それより上方は次第に径を小さくし最上面は直径5cmの円となり、下方も同様に次第に径を小さくし最下面は直径10cmの円とする。横断撮影を行なわなかつた面の線巢断面は図6から作図的に求め得る。かくして求めた線巢断面図を、カム製作機の廻転台Aにのせ、廻転台Bには2枚のプラスチック板を重ねカムを作成し、2箇のカム群となし、原体装置に装着する。この際、廻転台A上の線巢断面図の廻転中心を、廻転台の廻転中心に合せておくと、カム

の廻転中心が定まり、カム群を作る場合に中心を合せ易い。

照射に当つては、あらかじめ廻転横断撮影時に患者皮膚面に印したマークにより照射ができる（高橋¹⁸⁾。線巢断面の大きい部分と小さい部分とでは Tumor-air ratio がかなり異つてくるおそれがあるが、これは別に議論を行なう（北畠²³⁾。

このような照射を行なつた場合の体内の線量分布を図7に示す。これは等身人体ファントムにシーメンスミゼットチエンバーを挿入して測定した値である。廻転中心における線量を100%とした。同時に行なつた線巢横断写真を並べた。

考 按

1. 原体照射法の價值

原体照射法を推進してゆく上にいくつかの問題はたしかにあると思われるが、それにも抱わらず原体照射法は臨床的に價值があると私どもは考えている。まずそれについて論じよう。

第1に、原体照射法は芸の細かい照射法であるが、それ程の細部に亘つて癌の進展程度を知ることが出来るだろうかという論がある。私どもが照射範囲を定める基本は、あくまでX線のおよびそ

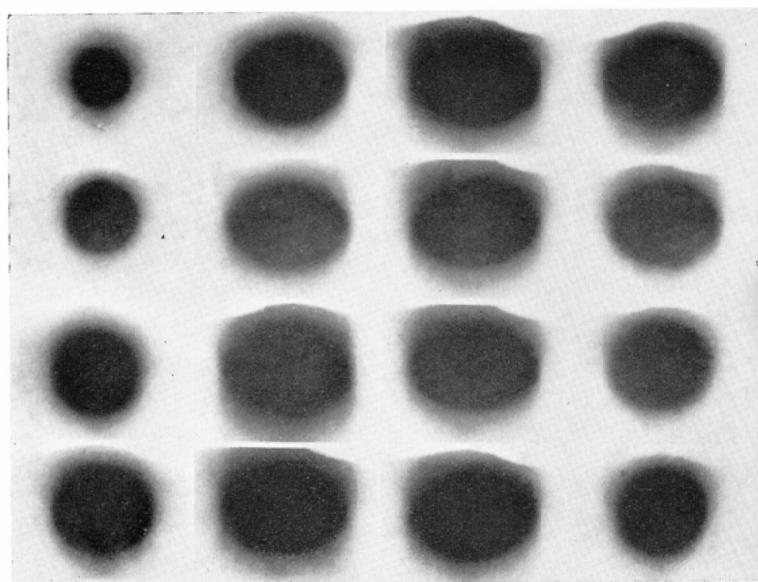


図7. (A), フィルム法による線巢領域

左上から順次下方に右下に、図6の16の横断面を示す。ファントムにフィルムを狭んで撮影した。

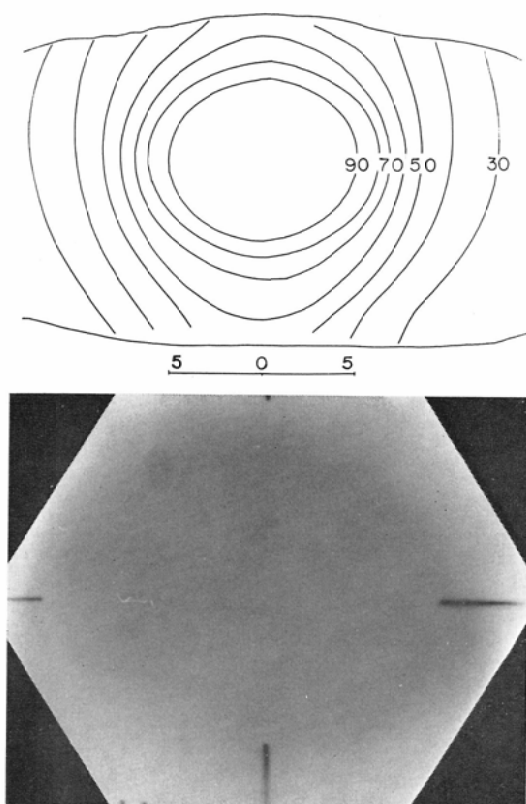


図7 (B), 線量分布 (上方から6番目の分割面)
写真上がシーメンスミゼットチエンパーにより,
下は線量横断フィルムである。

他の臨床的検査の結果と、癌についての病理学的な知見である。原体照射法に限らず遠隔照射法は病巣を直視せずに行なう治療法である以上、ある特定のリンパ節を照射すべきか否かは、そのリンパ節に転移の可能性がどの位あるだろうかという確率的な判断に依存する。手術においては原病巣とともに、転移の可能性の高い一次リンパ節の全部と、二次リンパ節の一部を除去するのが常法である。放射線療法もこれと全く同じである。放射線医家が日常の治療において、多方向照射や廻転照射の治療計画に苦心する点は、いかにして病巣に大線量を集中させるかということであつて、同時に健常組織にはできるだけ放射線を与えないということである。しかし固定照射や廻転照射では、しばしば意に反して明らかに不必要な組織をも大線量で照射することが稀でない。原体照射法

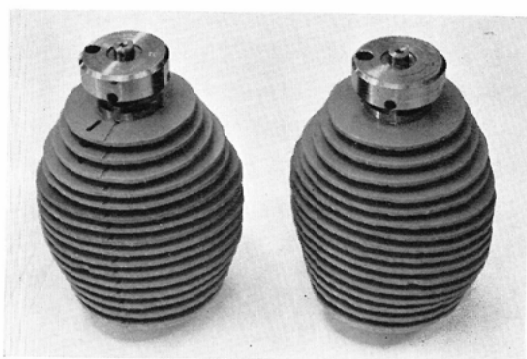


図8. 作成したカム群

作成したカム群は本例では左右同型である (線巣が左右対称である)。これと図9の線量模型とよく似ているが相似ではなく近似的に $y=ax+b$ の関係にある。

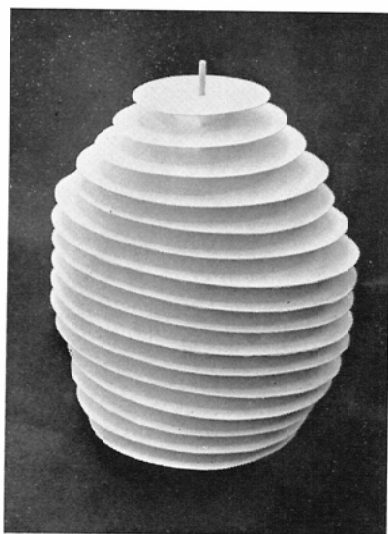


図9. 線巣の模型

図7, 8のごとき照射を行なった場合、放射線の高濃度の領域はこのようになる。

ではこのような場合をできるだけなくしようとする方法で、決して1mmや2mmのオーダーで照射野を限定しようとするものではない。癌病巣の局在診断法が進歩するにつれて原体照射法の合理性が高まるものと考えている。

第2に原体照射は比較的大きい照射野での運動照射であるので容積線量が大変大きくなるのではないかと懸念がある。しかし岡島の計算によると (岡島)¹³⁾、普通体格の婦人で、15×15cmの

固定2門対向照射で6000Rを骨盤腔に照射すると、容積線量は43 Mg-R であるのに対し、上述のごとき原体照射では36 Mg-R である。また線量分布をみても図7から判る通り、病巣を離れるにつれて線量は減り、在来X線のごとき病巣部も表面に近い所も線量に余り差がないということにはならないのである(高橋)¹²⁾。

第3に、将来、リニアアクセラレーターのような⁶⁰Co γ線より高いエネルギーのX線を使用する場合、なおかつ運動照射が必要であろうか、という疑問である。これについては、原体照射が単に周囲組織の線量を薄めるというだけでなく、計画された線量を積極的に形成するという機構を有している以上、やはりリニアでも原体照射は有意義であろうという見通しを現在のところ私どもは持っている。この問題はあらためて報告の予定である(北畠)²⁴⁾。

第4に、原体照射法は照射計画や照準が甚だ面倒なのではないか、という懸念である。これは私どもの経験によると、廻転照射の場合と同様で、振子照射よりもはるかに容易である。また計画通りの線量が作られているかまたは線量が病巣に一致しているかどうかのチェックは線量横断撮影を行なうことによつて容易である。

2. 本試作装置の優劣

従来の⁶⁰Co 廻転装置に較べて本機の特長は、

a) 偏体照射ができること、すなわち左右の絞りが別々に動くこと、b) ポジティブカムを使用すること、c) カム製作機を附属すること、d) 線源廻転半径が90cmであること、などである。廻転半径が90cmであることは、半面において、同じCurie数なら線量を損するということが起こるが、SSDをできるだけ大きくして深部線量率を高めることは運動照射の効果を大きくするものであるし、また本機のごとく、照射口に原体照射機構を付属させる場合には、決して贅沢なことではない。因みに本機では線源に3000 Ci 収容してある。

いま、名大および名古屋鉄道病院の装置と優劣を比較してみると表1のごとくとなる。すなわち、あらゆる点で今回の試作品が有利であること

表1. 原体照射装置性能の比較

設置場所 性 能	名古屋 大 学	名 古 屋 鉄道病院	愛知がん センター (試作)
線源廻転半径	75cm	75cm	90cm
原体照射駆動機構	電氣的	機械的	機械的
カムの陰陽方式	ポジティブ	ネガティブ	ポジティブ
絞りの分割程度	分割なし	左右各9 分割	左右各18 分割
カムの交換性	不 能	容 易	容 易
廻転体照射	可 能	可 能	可 能
偏体照射	不 能	可 能	可 能
打抜き、凹体照射	可 能	可 能	可 能
線量横断	可 能	可 能	可 能
自由な形の固定照射	不 能	可 能 (カムによる)	容 易

が判る。カムを製作するのに多少時間がかかり過ぎるということがあるが、これはしかし従来のようにカムが数種に固定されており、その中の最も適するものを選択して用いる、という方式を踏襲するなら、これは欠点とはならない。あらかじめ何種かのカムを作っておけばよいからである。また新しい形のカムの必要な時は1~2時間の中には私どもの手で作りうるのである。これはむしろ、もつと切断の容易なしかも変形しないカム材料を開発すべきであると考ええる。そうなれば、全症例についてそれぞれ適当したカムを短時間に容易に作りうることになるであろう。

尚本機のもう1つの特長は、横断面上左右非対称な、また凹面のある線量も容易にできるのであるが、これは適当な症例を得た際に別に報告しようと思う。

要 約

私どもが試作し、愛知がんセンターに設置された⁶⁰Co 原体照射装置について報告した。本装置は容易に原体照射を遂行しうるように廻転半径を90cmとなした。原体機構はカム方式し、左右18枚の分割コリメーターにそれぞれ連結される。分割コリメーターは左右別々に駆動しうるので偏体照射が可能で、廻転体照射、打抜き照射、凹体照射などのあらゆる原体照射技術が駆使できる。照射計画および線量分布の実際についても述べ、併せて原体照射法の価値についても論及した。

(本論文の要旨は第24回日医放会総会(40. 4. 5)で展示発表した。)

文 献

- 1) 高橋信次： ^{60}Co 廻転照射に於ける新しい工夫，臨床放射線 5 (昭35)，653—658.
- 2) 高橋信次，北島隆，森田皓三他：子宮癌の原体照射，日医放会誌，20 (昭36)，2746—2753.
- 3) 梅垣洋一郎，有水昇，伊場昭三他：運動照射法の基礎的研究，日医放会誌第17回総会演説，(昭33).
- 4) 高橋信次：断層撮影と廻転横断撮影，医学書院，東京，(昭29).
- 5) 高橋信次，今岡陸麿，篠崎達世：廻転横断撮影法，日医放誌，10(1) (昭25)，1—9.
- 6) 高橋信次：廻転体照射法，打抜き照射法，偏体照射法，凹体照射法，Bolusを附加する廻転照射法，日医放会第20回北日本部会演説，(昭35).
- 7) 北島隆，森田皓三，大沼勲：直腸癌の原体照射，日医放会誌，20 (昭36)，2754—2758.
- 8) 北島隆，高橋信次，木戸長一郎他：眼球を保護する脳下垂体の遠隔照射法，日医放会誌，21 (昭36)，132—136.
- 9) 森田皓三，北島隆：舌根部或いは口蓋扁桃部悪性腫瘍に対する打抜き照射法の応用，日医放会誌，21 (昭36)，107—113.
- 10) 北島隆，大沼勲：胸部食道癌のコバルト遠隔照射，日医放会誌，21 (昭36)，178—183.
- 11) 北島隆，森田皓三，高橋信次：肺癌に対する原体照射の試み，日医放会誌，21 (昭36)，189—196.
- 12) 高橋信次，岡島俊三，北島隆： ^{60}Co 遠隔照射による原体照射法の研究，第4回日本アイソトープ会議報文集 (1962)，881—883.
- 13) 岡島俊三：原体照射法の技術的研究，日医放会誌，22 (昭37)，731—738.
- 14) 岡島俊三，青木吉和：新しい可変絞り照射法の工夫，日医放会誌，24 (昭39)，180—182.
- 15) 渡辺令，小野伸雄，永井勝美：廻転横断撮影装置と ^{60}Co 原体照射器との組合せるによる遠隔照射法，日医放会誌，23 (昭38)，841—848.
- 16) 牧野純夫，永井勝美，補津文春他：最近のR I遠隔治療装置，東芝レビュー
- 17) 佐久間貞行，高橋信次：線巢横断撮影法と線巢原体撮影法，日医放会誌，22 (昭37)，871—876.
- 18) Takahashi, S.: Conformation Radiotherapy, Acta Radiol. Suppl. No. 242, (1965).
- 19) 牧野純夫，永井勝美，他：東芝レビュー印刷中
- 20) 高橋信次，飯田博美：打抜照射法，凹体照射法，日医放会誌21 (昭36)，126—131.
- 21) 平松啓，森田皓三，佐藤信泰：子宮頸癌に対する原体照射法の反省，日医放会第25回東海北陸部会 (昭39).
- 22) 北島隆，北川俊夫，母里知之他：子宮癌の原体照射法，第24回日本癌学会発表 (昭40).
- 23) 北島隆，山本千秋：原体照射法における Tumor-air ratio の補正，日医放会誌投稿予定.
- 24) 北島隆：リニアアクセラレーターによる原体照射法発表予定.
- 25) 北島隆他：原体照射法における照射計画の誤差源について，日医放会誌投稿予定.