The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Co60遠隔治療用装置から出るγ線の線質変化について
Author(s)	木村, 幾生; 森川, 進; 平井, 昭一 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1959, 19(1), p. 1-6
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18080
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Co^{60} 遠隔治療用装置から出るγ線の線質変化について

京都大学医学部放射線医学教室（主任　福田正教授）
木村　幾生，　森川　進，　平井　昭一
レントゲン技術専修学校
山田　勝彦

（昭和33年12月19日受付）

「1」 緒　論

Co^{60} 遠隔治療用装置から出るγ線エネルギーは，理想的には Co^{60} 本来のγ線エネルギー1.33 MeV, 1.17MeV であるべきである．然し全く空間に置かれた Co^{60} の点線源は問題外として，ボンベ内に格納され厚い鉛で厳重に遮蔽された遠隔治療用装置の放射孔からは，上記 Co^{60} γ 線に加えて，ボンベからの散亂線が多量に附加され，Co^{60} 本来のγ線々質が contaminate されている事が期待される．これら散亂線の線質は，その多くは多重散亂の結果放射孔より射出されるのであるから，かなり軟化していると考えられる．従つて結果的には治療に使用する Co^{60} γ 線のエネルギーは，かなり低いと予期される．さらに Co^{60} 装置からは Co^{60} γ 線によつて反跳された Compton 電子も連続的なエネルギー分布を以つて附加され，線質軟化の一原因となるであろう．我々は以下これらの点について検討を加えた．

「2」 実験及び実験結果

γ線々質を表示するには，一般に減弱曲線を以つてするのが普通である．減弱曲線の傾斜から線質が推定される．即ち傾斜が大であれば軟く，小であれば硬い．然しこのように結論される為には，減弱曲線に散亂附加がないという事が前提になつている．散亂附加があると曲線の傾斜は小となり線質が硬いと誤つて判断される．従つて減弱曲線をとる場合，それが filter からの散亂附加に影響されないように注意しなければならない．この為には原理的に2つの方法が考えられる．第1は filter のγ線照射面積を極小にすること，即ち narrow beam の条件で測定を行う事である．第2は filter と測定器（線量計）間距離を遠ざける事である．何れも散亂附加を軽減するに有効である．Co^{60} γ 線の如く高エネルギーγ線の場合は上記の注意は特に大切である．これらの事柄を考慮しつゝ，照射孔面積を小さくし，filter—線量計間距離を大にし，散亂附加を出来るだけ小さくし減弱曲線を取つた場合，この減弱曲線が Co^{60} γ 線の平均エネルギー 1.25MeV の示す減弱曲線より傾斜が大であれば，線質は軟化していると結論出来る．又その初期の filter 部分に於いて，急激な drop を示せば不均一性を断定する事ができる．しかし問題はかくして得た減弱曲線が真に散亂附加の影響を受けていないか，否かの点である．これらの点について検討するために次の方法をとつた．

（1） filter-線量計間距離を変化する．

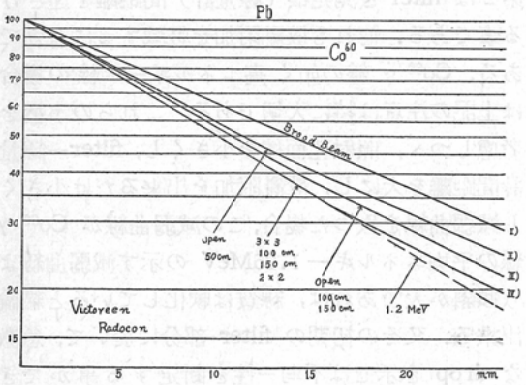
（2） 照射孔面積を変化する．

（1）（2）の方法により得られた多くの減弱曲線の漸近する或は極限の減弱曲線を探し，この減弱曲線と 1.2MeV エネルギーの減弱曲線の傾斜を比較する．

（3） 以上で得られた結果を再に確認する為，filter の種類（従つて原子番号，密度）を変化する．filter の種類を変化する事により，filter からの散亂線の影響の程度も異るであろう．従つて変化した filter について，（1）（2）の方法を繰り返し，先に得た結果を検討する．

上記実験方法に従い，先づ我々は Co^{60} 治療装置から出るγ線について Pb filter の減弱曲線をとつた．Co^{60}装置は東芝製装置ＲＩＴ－１型 Co^{60} の Curie 数は75Curie.測定用線量計はVictoreen Radocon (Probe No. 605　No. 606). 実験結果を Fig. 1に示す，横軸には Pb filter の厚さ(mm)，縦軸に透過率の対数をとつてある．図中1)は broad beam の条件（完全に free）で得らるべき減弱曲線で，半価層は Pb.14mmに相当する．この図に示した曲線は後で述べる模型実験の結果を，そのまゝ画いたのであるが，Pb 半価層14mmの価は成書に出ている値とよく一致する．

Fig. 1.



同じ図に示したエネルギー1.25MeV の減弱曲線（点線）より傾斜は明らかに小で，filter からの散亂附加の影響を大きく受けていることが示されている．

次に照射孔を full open の状態（10×10cm²）で，filter-Chamber 間の距離を50cmにして測定した結果が同図 ii）に示す減弱曲線である．照射孔は full open の儘で，filter-Chamber 間距離を 100cm，150cmにした結果が同図iii）である．ii), iii）の結果から filter と Chamber 間距離はこの場合 100cm以上離す必要のない事がわかる．再に filter-Chamber 間距離を 100cm，照射孔面積を３×３cm²，又 filter-Chamber 間距離を 150 cm，照射孔面積を２×２cm²にした結果が同図 iv）であるが，これらは全く一致し，照射孔面積に関しては，（３×３）cm²～（２×２）cm²で narrow beam の条件に近似する事が理解される．裾の方で若干分離するのは厚い filter の散亂がきいて来るからと思われる．Fig. 1 は煩雑の為記入を避けたが，実験にあたつては照射孔面積を full open の状態から１×１cm²迄変化さした．実験結果は照射孔面積が減ずるに従い減弱曲線はFig. 1 iv)に漸近する事を示した，よつて極限の減弱曲線は照射孔面積が（２×２）cm²，filter-Chamber 間距離が 150cmの条件で得られる事が判明した．Fig. 1 に示す減弱曲線ii), iii), iv）を検討してみると次の事が理解される．即ち減弱曲線は何れも直線状で我々が緒言で予期した如き線質の混合，特に多量の軟線の含有は認められない．若し軟線を多量に含んだ混合γ線であれば，減弱曲線は薄いフィルター部分で急激に減弱し，厚いフィルター部分で Co^{60} γ線エネルギー（1.25MeV）の減弱曲線の傾斜に漸近する曲線となろう．再に Co^{60} γ線の平均エネルギー1.25MeV に対する減弱曲線（点線）と比較すると，Fig. 1 の曲線Ⅳ)，即ち極限の減弱曲線は前者と完全に一致する．従つて本実験からは線質の変化は検出出来ないという事になる．

Fig. 1 は Pb. filter による減弱曲線である．同様の実験を Cu filter 及び wood phantom filter について行つた結果を Fig. 2, Fig. 3 に示す．filter の種類を変化した理由は既に述べた如く filter からの散亂線の減弱曲線に対する影響を検討する為である．

Fig. 2.

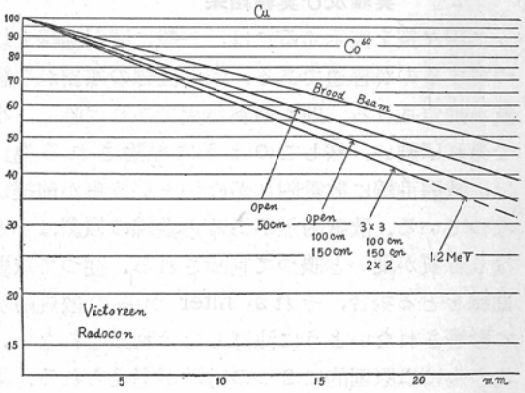


Fig. 3.

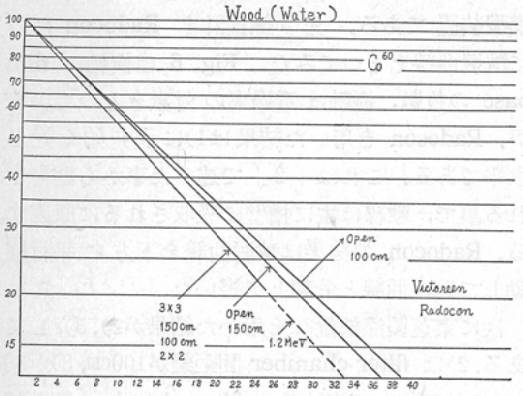


Fig. 2, Fig. 3 から明らかなように，極限の減弱曲線は Fig. 1 と同じく照射面積が大体 2×2 cm², filter-chamber 間距離 150cmの条件で得られる．然もこの極限の減弱曲線の傾向は Fig. 1のそれと全く同様で，その傾斜もやはり Co^{60} γ 線の平均エネルギー1.25MeV の減弱曲線の傾斜と完全に一致している．

以上述べた実験から我々は，Radocon を用いた実験からは実際の Co^{60} 装置から出るγ線の線質変化を検出出来ないと結論した．然しこの結果から直に治療用装置から出る Co^{60} γ 線の線質変化はないと結論するのは速断であろう．例えば極めて軟い軟線は線量計の槽壁や空気層（ 150cm）に吸収されて検出出来ないという事も考えられる．Radocon は Co^{60}γ線測定用の Probe No. 605, 606を用いたが，Chamber に 2次電子平衡条件を持たす必要上，槽壁はかなり厚いか，密度が大であろう．従つて上記軟線の吸収という事も充分考えられる．再に電子線に原因する線質軟化という点になれば，槽壁或は空気層による吸収は考慮する必要が充分ある．

実際の Co^{60} 装置について，これらの点を考慮して測定を実施するには， extrapolation chamber の如き特殊な線量計を用い，特別の注意を払う必要がある．この研究に関しては後日に譲るとし，我々は次に述べる模型実験を行い傾向を探究してみた．

「3」 模型実験

Co^{60} 線源として 10mC Co^{60} 針を使用した．又線量計は東芝製散亂X線測定用振動容量型線量計を使用した．（この線量計の使用測定範囲は mr/hr の order であるから，実験にあたり実際の Co^{60} 装置に使用出来ない）．この線量計の線質特性は殆ど linear で，高エネルギー領域に於いても linearlity は維持されると考えてよかろう．槽壁はかなり薄い（Carbon 約 1.5mm）．

先づ線源が全く free な場合（broad beem condition, Fig. 5 1)）の減弱曲線を取つてみた．Pb filter の場合の結果を Fig. 4 1) に示す．減弱曲線は直線状で，決定された Pb 半価層は14 mm．この価は成書に載つている値とよく一致する．又 Cu filter を用いた場合の減弱曲線は同図

Fig. 4. 模型装置による Pb. Cu. filter の減弱曲線

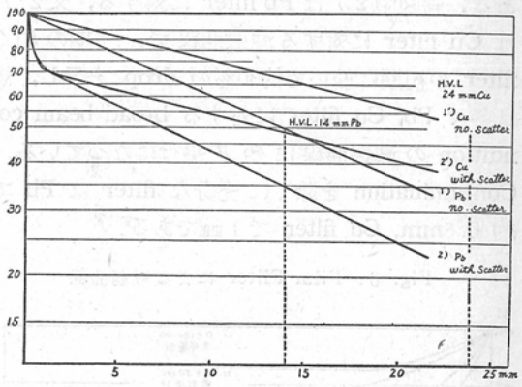
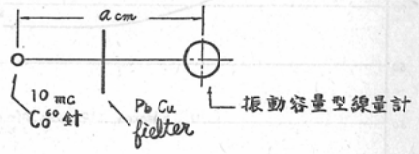
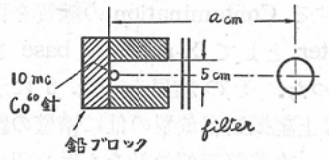


Fig. 5. 模型実験

1). 散乱附加線が無い場合



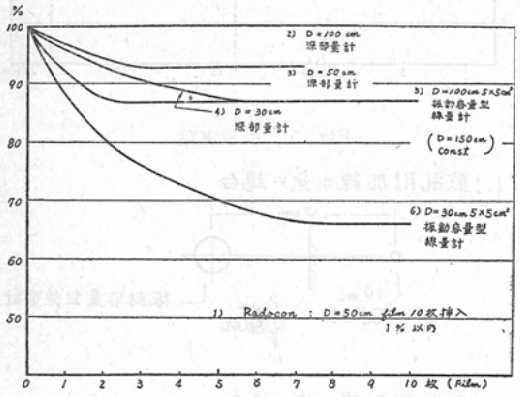
2). 散乱附加線が有る場合



1′）である．Cu 半価層は約24mm．

次に我々は遠隔治療用 Co^{60} 装置に模すべく，Co^{60} 針を Fig. 5. 2) に示す如く鉛ブロックで囲つた．鉛ブロックは厚さ50mm．開孔部（5×5）cm^2を除き上下，左右を2枚づゝで蓋つた．これら鉛遮蔽から出る散亂附加が減弱曲線にどの様な影響を与えるか検討した．放射孔面積は（5×5）cm^2, filter-chamber 間距離30cmであるから，まだ narrow beam の条件は満足されていないと考えられる．従つて若し鉛遮蔽に原因する軟γ線或は反跳電子線の如き Co^{60} 本来のγ線に対する contamination があれば，その減弱曲線は filter の極く薄い部分に於て急激な drop を示して後，先に得た broad beam の条件の減弱曲線の傾斜に殆ど等しい傾斜をもつ直線となる事が期待される．実験結果は Fig. 4 の2）2′）に示す通りである．同図中2）は Pb filter に対する，又2′）は Cu filter に対する減弱曲線で，予期の如く filter の初期に於いて約30%の drop を示し，後は各々 Pb, Cu filter に対する broad beam condition の減弱曲線に殆ど平行になつている．Contamination を除くに充分な filter は Pb で約 0.5mm, Cu filter で1mmである．

Fig. 6．Film Filter による減弱曲線



Co^{60} γ 線に対する Contamination の線質を再に検討する為 filter として X-ray film base を用いる実験を行つた．その結果を Fig. 6 に示す．使用線量計は上記振動容量型の他に槽壁の影響をも考慮する為，東芝製深部量計をも併せ用いた．Co^{60} γ 線発生装置は上記 Fig. 5, 2) に示す模型装置である．先づ線量計を Radocon にして減弱曲線をとつてみた．Fig. 6 は横軸に film base の枚数，縦軸は透過率の対数をとつているが，Radocon を用いた結果は1)に示す如く殆ど水平である．これは「2」で述べた事から期待される事で，軟線は主に槽壁に吸収されるに原因する．Radocon の結果は減弱曲線を下方に平行移動して他の曲線と分離して書いた．

次に東芝製深部量計を用いた結果が2), 3), 4)である．2)は filter-chamber 間距離が100cm, 3)が50cm, 4)が30cmに相当する．filter-chamber 間距離が100cmの場合，減弱曲線は Radocon を使用したときと同じく水平である．この結果は空気層 100cm＋深部量計の槽壁の厚さに相当する吸収層によつて軟線が殆ど吸収されることを意味する．filter-chamber 間距離が50cm, 30cmと source に接近するにつれ，軟線の影響が現れ，50cm では film base 3枚で，又30cmでは約6枚で減弱曲線は水平となる．

次に深部量計よりさらに槽壁の厚さの薄いと考えられる振動容量型線量計を用いて得た結果を同図5)6)に示す．この場合 film-chamber 間距離が100cmの時でも明らかに軟線の影響がみられる．30cmにすると，この影響は益々顕著になる．100cmでは film base 2枚半で，又30cmでは約7枚半で減弱曲線は水平となる．

以上の実験結果から Co^{60} γ 線の Contamination の線質を定量的に導き出す事は困難であるが，次の事は言える．

Co^{60} γ 線の散亂に原因する Contamination は確に存在する．この Contamination の線質は source から空気層30cmを隔てゝ 0.5mm Pb, 又は1mm Cu, 或は filmbase 約7～8枚の filter＋線量計槽壁物質でほゞ除去出来る程度であろう．定量的な問題については後日報告する．

「4」 結　論

遠隔治療用 Co^{60} 装置から出る Co^{60} γ 線の Contamination について実験を行つた．実際の治療装置について，Radocon を使用した実験から

は，この Contamination は検出出来なかつた．然し模型実験に於て槽壁の薄い電離槽を使用した場合は明らかに，これが検出される．模型実験結果を直に実際の装置に適用する事は危険であるが，実際の装置からも，かなりの量の Contamination が放出されている事は確であろう．この Contamination の平均の線質に関しては，定量的に確実な事は言えないが，Co^{60} 本来のγ線に比しかなり軟い事は言える．極めて大雑把で危険な推定であるが，減弱曲線の初期 filter による急激な drop 部分が，Co^{60} γ線＋散亂線（Contamination）による減弱と考え，この内 Co^{60} γ線は透過力が強いから一定と見做すと，初期 filter の減弱曲線の傾斜が Contamination の線質を示す事になる．この傾斜から推定した実効波長は約 0.1MeV.これが Co^{60} source から30cmの点に於ける Contamination の線質と推定される．Contamination が主に散亂γ線と考えると，上記エネルギーのγ線では film base の7～8枚で stop されるとは考えられないから，Contamination の主体は恐らく反跳電子線であろう．再に我々は別に行つた実験から電子線放射を多量に認めた．従つて線質変化の主な原因の一つはこの電子線によるものと判断してよかろう．

終りにあたり，本実験に御指導賜つた福田教授に深謝の意を表する．

文　献

Gerald J. Hine and Gordon L. Brownell Radiation Dosimetry, 1956, Acedemic Press inc. N.Y.

On the Qualitative Change of the Gamma-rays emitted from the Telecobalt Apparatus

By

Ikuo Kimura, Susumu Morikawa & Shyoichi Hirai
(Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kyoto University)
Katsuhiko Yamada
(X-ray technical college, Kyoto) (Director: Professor Masashi Fukuda, M.D.)

The gamma rays emitted from the telecobalt apparatus are probably contaminated by the scattered radiations in the Co-60 container and the Compton electrons recoiled by the Co-60 gamma rays.

The object of our experimenfs was to find the degree of these contaminations. Generally a quality of gamma ray is shown by the attenuation curve which is obtained in the condition of a narrow beam.

To confirm this condition we utilized the following methods.

1) To change the filter-chamber distance.

2) To change the irradiated field size of the filter.

3) To change the kind of filter and to examine its influence to the contaminations.

Thus we obtained the extreme attenuation curve by which we could determine the quality of gamma ray.

By the use of the Victoreen Radocon and its probes, however, we could not detect the qualitative change of the gamma ray energy. We thought that this was caused due to the thickness of the wall of these chambers and the absorption of the thick air layer between the source and the chamber.

Then we performed the model experiments by using the thin wall chamber. The model apparatus was imitated to the real Co-60 container. In the model experiments we found the qualitative change of the Co-60 gamma rays. The energy of the contaminated radiations was estimated to approximately to be 0.1 MeV. These contaminations were cut by several sheets of x-ray film base. Thus we concluded that these contaminations were chiefly caused by recoil electrons.