The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	60Co 遠隔照射法におけるロイコ化合物溶液による容積線量の測定
Author(s)	岡島, 俊三; 計屋, 慧實
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1968, 28(1), p. 64-67
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18212
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

^{60}Co 遠隔照射法におけるロイコ化合物溶液による容積線量の測定

長崎大学医学部原爆後障害医療研究施設
放射線生物物理学部門
岡　島　俊　三
長崎大学医学部放射線医学教室（前主任　玉木　正男／主　任　本保善一郎）
計　屋　慧　實

（昭和42年8月21日受付）

Measurements of Integral Dose in the Co−60 Teletherapy Using Leuco Triarylmethane Dosimeter Solution

By

Shunzo Okajima
Department of Radiation Biophysics, Atomic Disease Institute,
Nagasaki University School of Medicine, Nagasaki
and
Satomi Hakariya
Department of Radiology, Nagasaki University School of Medicine, Nagasaki
(Former director: Prof. M. Tamaki, director: Prof. Z. Hombo)

Leuco triarymethane compound dosimeter solution was used to the measurement of the integral dose in the Co−60 teletherapy. Experiments were made with water phantoms. Results obtained are as follows:

(1) The integral dose is found to be in direct proportion to the entrance field area.

(2) The source-surface distance has practically no effect on the integral dose.

(3) In the case of small-diameter cylindrical phantoms, the integral dose is small, because a large amount of scattered radiation escapes from the side surface. However, if the diameter of the phantom is larger than that of the direct beam by several centimeters, the integral dose becomes saturated.

(4) The relationship between the specific integral dose and the depth of the body from the surface was obtained by measurement. By multiplying the dose irradiated to a field by the area of that field and by the specigic integral dose obtained from the curve, a correct integral dose can be obtained easily.

I　緒　言

^{60}Co 遠隔照射法における容積線量の測定は，小型の電離槽等の線量計による，線量の空間的分布を測定してえられる等量曲線から計算によつて求める方法，プラスチック・シンチレーターファントームによる測定法[1]等があるが，化学線量計による測定法は最も直接的な方法と考えられる．しかし，従来よく用いられている Fricke 線量計（硫酸鉄線量計）は線量の測定可能な範囲が 5,000～50,000 rad と感度が低く，^{60}Co 遠隔照射法に

用いることは困難である．著者の一人が先に発表した[2]，Leuco Triarylmethane 化合物の一誘導体である

4, 4′-(5-chloro-2-thenylidene) bis〔N,N-dimethyl-aniline〕(以後 Leuco 化合物と呼ぶ）は放射線に対する感度が高く，2,000 rad 迄は吸収線量と吸光度はよい直線性を示し，放射線治療を対象とした ^{60}Co 遠隔照射時の容積線量の測定に適している．今回は各種フアントームを用いて，容積線量測定に関する基礎的実験を行つた結果について報告する．

II 実験方法及び結果

装置：東芝 RI- 107—2型 ^{60}Co 回転治療装置

線源：^{60}Co 2,000 Ci ペレット型（1.5cmφ)

Leuco 化合物化学線量計 組成：Leuco 化合物 10^{-4}mol, Mohr 塩（硫酸第1鉄アンモン）10^{-4}mol, NaCl 10^{-4}mol, HCl 7×10^{-3}mol, (pH 2.2)

フアントーム：プラスチツク製15cmφ, 20cmφ, 25cmφ, 30cmφ 円筒形フアントーム

吸光度測定：日立製 ベツクマン型分光光度計（セルの大きさ $1\times1\times4$ cm^3)

(1) 線量と吸光度との関係

Leuco 化合物溶液をポリエチレン製試験管にとり，前面に5㎜厚さのアクリル板をおき，線量を変えて照射した時の照射量と吸光度との関係を

Fig. 1. Relationship between exposure (R) and optical density of irradiated aqueous solution of the leuco compound.

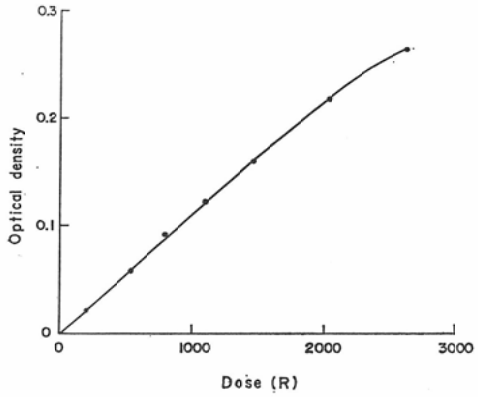
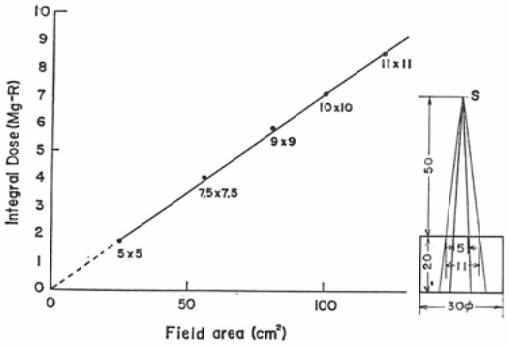


Fig. 1に示す．2,000Rまではよい直線性を示している．尚吸光度の測定は4個のサンプルの測定の平均値である．又線量は同じ場所に Siemens Universal Dosimeter を置いた時の読みの値を基準にして決められた．以下の実験もすべてこのような標準曝射による感度曲線を作つて線量は求められた．

(2) 照射野の大きさと容積線量との関係

線源—表面間距離（SSD）50㎝，30cmφフアントームで深さ20㎝とした場合，照射野の面積（幾何学的照射野）を 5×5 cm^2, 7.5×7.5cm^2, 9×9 cm^2, 10×10cm^2, 11×11cm^2 に変化し，表面における空中線量を 4,300Rとした場合の容積線量の変化を Fig. 2に示す．容積線量は照射野面積に正確に比例していることが示されている．

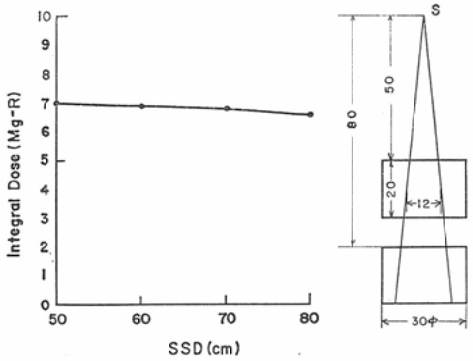
Fig. 2. Relationship between field size and integral dose. SSD: 50㎝, exposure: 4,300R, phantom: 30㎝φ×20㎝.



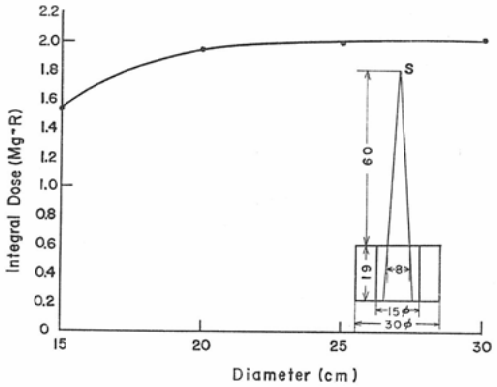
(3) SSDと容積線量との関係

30cmφ フアントームを用い，深さ20㎝とし，SSD60㎝での照射野を 12×12cm^2 としてコリメーターを固定し，線源から60㎝での空中線量を2,830Rとした時，SSDを50㎝から80㎝まで変化した場合の容積線量との関係を Fig. 3に示す．SSDの増加と共に容積線量が僅かに減少するのが認められるが，これはSSDの増加と共に照射野が拡大されるので，側方散乱線がフアントーム内で充分吸収されずに逃げ去る割合が大きくなるためと考えられる．

Fig. 3. Relationship between SSD and integral dose. Field area: 12×12cm² at SSD 60cm, exposure: 2,830R, phantom:30cmφ×20cm.



Eig. 4. Relationship between phantom size and integral dose. SSD: 60cm, field area: 8×8 cm², exposure: 2,000R, phantom: 15cmφ, 20 cmφ, 25cmφ, 30cmφ, (height: 19cm).

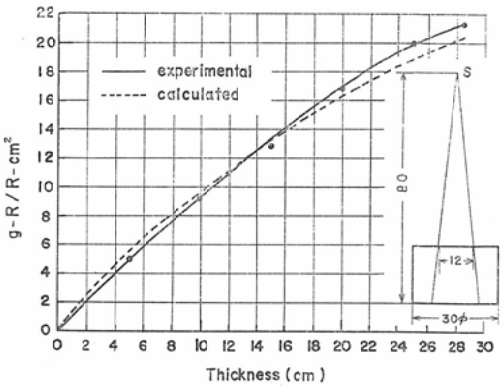


(4)　ファントームの直径と容積線量との関係

SSD60cm，照射野8×8cm²とし，ファントームは次の4種類の大きさのものを用いた．15cmφ，20cmφ，25cmφ，30cmφ．尚いずれも深さは19cmとし，表面での空中線量 2,000Rとして容積線量を求めた．その結果は Fig. 4に示す．直径の増加と共に容積線量は増大するが，照射面積に対し，ある程度ファントームの直径が大きくなれば飽和の現象を示している．これはある程度以上の大さのファントームの場合は，側方散乱線の大部分がファントームの中で吸収されていることを示している．

(5)　ファントームの厚さと容積線量との関係

Fig. 5. Relationship between thickness and specific integral dose. Field area: 12×12cm² at SSD 60cm, exposure: 2,830R, Source-base distance: 80cm, phantom: 30cmφ.



SSD60cmにおける照射野を12×12cm² とし，30cmφのファントームを使用し，底面までの距離を80cmとして，厚さを0～30cm変化させた時の容積線量の変化を求めた．ただし60cmにおける空中線量を 2,830Rとした．Fig. 5にこの関係が示されている．ここに縦軸の目盛は，上の条件で求められた容積線量の値を照射野と入射線量の積（12×12× 2,830)で除したもので表示してある（Fig. 5の実線)．すなわち1cm² 当り1Rの照射が行われた時の各厚さに対する容積線量（以下これを比容積線量とよぶ）が示されている．この曲線を利用すれば，容易に治療時の容積線量を計算することが出来る．例えば照射野をA (cm²)その場所での空中線量を Da (R)人体の厚さに対する比容積線量を Is (g-R/R-cm²) とすれば，その場合の容積線量Iは次のようにして計算することが出来る．

$$I = Is \times Da \times A \ (g\text{-}R)$$

III　考　　察

Leuco 化合物を用いた化学線量計は 2,000 rad までの線量に対しては，線量と吸光度との間によい直線性を示すことが確認されている[2]．化学線量計で容積線量を測定する場合には，一般には不均等に照射された溶液をよく混合して平均吸光度を測定することになるので，直線性を示すことが必要条件になる．又 100rad 以下では測定精度

が悪くなるので，実験は平均線量として 100～2,000 rad になるような照射条件で行われた．勿論直接線錐の領域で 2,000 rad 以上の照射になる部分が生じるので，その様な場合は撹拌し乍ら照射を行つた．

容積線量を求めるのに，厚みに対する比容積線量の値に，照射野面積とその位置での空中線量の値を乗じて求める方法は簡単な方法として推しようされている．その場合次のことが前提条件として仮定されている．すなわち，容積線量は照射野面積に比例し，ＳＳＤにはよらないということである．前者は本実験により治療に使われるような照射野の範囲で正確になりたつていることが確められた．又ＳＳＤに関しても実用範囲50～80cmの領域ではほぼ一定とみなしてよいことが確認された．

ファントームの直径が小さくなると，側方散乱線のうち充分ファントームの中で吸収されずに側面から逃げ去ると考えられるので，比容積線量から容積線量を計算した場合には過大評価することになる．しかしFig. 4からも判るように直接線錐から数cm以上組織が存在すればその誤差は数%以内と考えられる．しかも人体は横方向には幅が狭くても，体軸方向には充分組織の存在する場合が普通であるから，上記の理由による誤差は更に少いものと考えてよい．

著者はさきに比容積線量と厚さとの関係を図式計算法，Myneord 法，エネルギー束法等を考慮して最も確からしい値を推定したが[3]（Fig. 5の点線の曲線），今回 Leuco 化合物による化学線量計による方法で直接測定することが出来て（Fig. 5の実線の曲線），両者を比較したがかなりよい一致をみることが出来た．

この比容積線量法による容積線量の計算は通常の ^{60}Co 遠隔照射法の条件の範囲では相当に正確な値がえられることが明らかになつた．勿論人体中の骨，肺等水と異つた吸収物質のある場合の補正は別に考慮すべきである．

IV 結　論

Leuco 化合物による化学線量計を ^{60}Co 遠隔照射法における容積線量の測定に応用し，ファントーム実験から次のような基礎的データをえた．

(1) 容積線量は照射野面積に正確に比例する．

(2) 容積線量はＳＳＤに殆んど依存せず一定である．

(3) 容積線量はファントームの直径が小さい時は側方散乱線の側面よりの逸散のため小さい値を示すが，直接線錐の端から数cm以上の体積になれば飽和値に達する．

(4) 厚さに対する比容積線量の曲線を実測により求めた．この曲線を用いることにより通常の ^{60}Co 遠隔照射法における容積線量を容易にかつ正確に求められることを明かにした．

文　献

1) T. Murai, T. Nakamura and A. Yamamoto: A New Method of Intgral Dose Measurement with a Plastic Scintillator Phantom, J. Rad. Res., 5: 23, 1964.

2) 計屋慧實，竹井力：化学線量計に関する研究第1報，Leuco triarylmethane 化合物，日医放誌，27: 1093, (1967.)

3) 岡島俊三：^{60}Co 遠隔照射法の研究（第5報），容積積線量の算出法について，日医放誌，19, 2509, (1960.)