

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	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

^{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 triarylmethane 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 specific 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 ⁶⁰Co 遠隔照射時の容積線量の測定に適している。今回は各種ファントームを用いて、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 ⁶⁰Co 回転治療装置
 線源：⁶⁰Co 2,000 Ci ペレット型 (1.5cm ϕ)
 Leuco 化合物化学線量計 組成：Leuco 化合物 10⁻⁴mol, Mohr 塩 (硫酸第1鉄アンモン) 10⁻⁴mol, NaCl 10⁻⁴mol, HCl 7 \times 10⁻³mol, (pH 2.2)

ファントーム：プラスチック製15cm ϕ , 20cm ϕ , 25cm ϕ , 30cm ϕ 円筒形ファントーム

吸光度測定：日立製 ベックマン型 分光光度計 (セルの大きさ 1 \times 1 \times 4 cm³)

(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5mm厚さの亚克力板をおき、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.

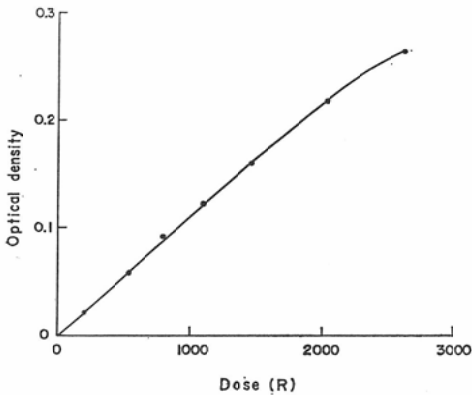
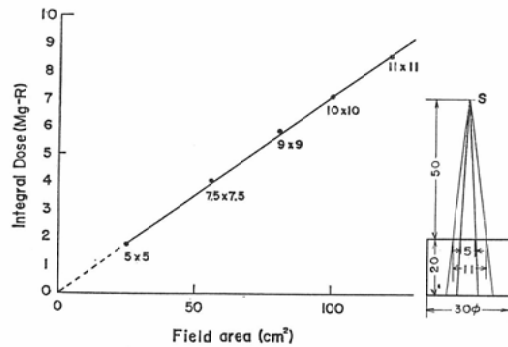


Fig. 1 に示す。2,000R まではよい直線性を示している。尚吸光度の測定は4個のサンプルの測定 の平均値である。又線量は同じ場所に Siemens Universal Dosimeter を置いた時の読みの値を基準にして決められた。以下の実験もすべてこのような標準曝射による感度曲線を作つて線量は求められた。

(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) 50cm, 30cm ϕ ファントームで深さ20cmとした場合、照射野の面積 (幾何学的照射野) を 5 \times 5 cm², 7.5 \times 7.5 cm², 9 \times 9 cm², 10 \times 10 cm², 11 \times 11 cm² 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: 50cm, exposure: 4,300R, phantom: 30cm ϕ \times 20cm.



(3) SSDと容積線量との関係

30cm ϕ ファントームを用い、深さ20cmとし、SSD 60cmでの照射野を12 \times 12 cm² としてコリメーターを固定し、線源から60cmでの空中線量を2,830 Rとした時、SSDを50cmから80cm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、側方散乱線がファ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: $12 \times 12 \text{ cm}^2$ at SSD 60cm, exposure: 2,830R, phantom: $30 \text{ cm} \phi \times 20 \text{ cm}$.

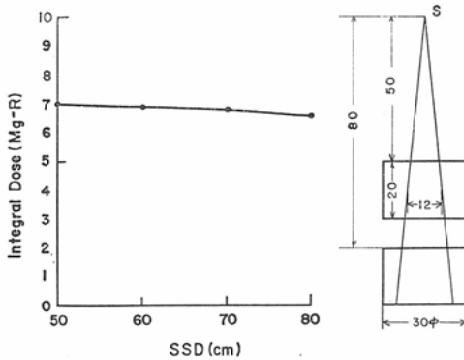
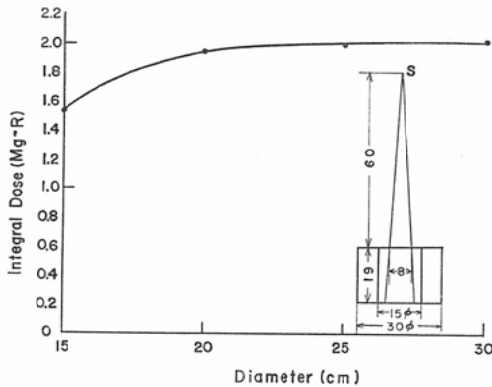


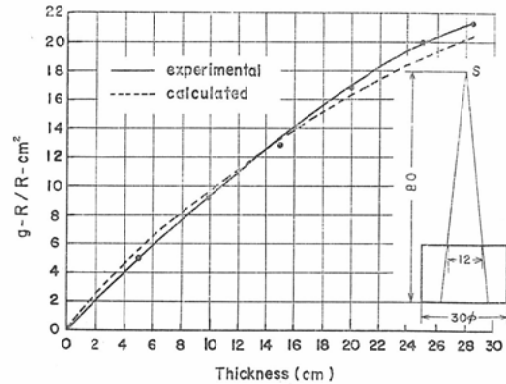
Fig. 4. Relationship between phantom size and integral dose. SSD: 60cm, field area: $8 \times 8 \text{ cm}^2$, exposure: 2,000R, phantom: $15 \text{ cm} \phi$, $20 \text{ cm} \phi$, $25 \text{ cm} \phi$, $30 \text{ cm} \phi$, (height: 19cm).



(4) ファントームの直径と容積線量との関係
SSD 60cm, 照射野 $8 \times 8 \text{ cm}^2$ 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. $15 \text{ cm} \phi$, $20 \text{ cm} \phi$, $25 \text{ cm} \phi$, $30 \text{ cm} \phi$. 高いずれも深さは 19 cm とし, 表面での空中線量 $2,000 \text{ R}$ とし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き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: $12 \times 12 \text{ cm}^2$ at SSD 60cm, exposure: 2,830R, Source-base distance: 80cm, phantom: $30 \text{ cm} \phi$.



SSD 60cmにおける照射野を $12 \times 12 \text{ cm}^2$ とし, $30 \text{ cm} \phi$ のファントームを使用し, 底面までの距離を 80 cm とし, 厚さを $0 \sim 30 \text{ cm}$ 変化させた時の容積線量の変化を求めた. ただし 60 cm における空中線量を $2,830 \text{ R}$ 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 ($12 \times 12 \times 2,830$) で除したもので表示してある (Fig. 5 の実線). すなわち 1 cm^2 当り 1 R 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 $A \text{ (cm}^2\text{)}$ その場所での空中線量を $D_a \text{ (R)}$ 人体の厚さに対する比容積線量を $I_s \text{ (g-R/R-cm}^2\text{)}$ 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.

$$I = I_s \times D_a \times A \text{ (g-R)}$$

III 考 察

Leuco 化合物を用いた化学線量計は $2,000 \text{ rad}$ までの線量に対しては, 線量と吸光度との間により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 100 rad 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、その様な場合は攪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さされている。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つつあることが確かめられた。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。

フア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ア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な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

致をみる事が出来た。

この比容積線量法による容積線量の計算は通常の⁶⁰Co 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⁶⁰Co 遠隔照射法における容積線量の測定に応用し、フア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) 容積線量はフア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⁶⁰Co 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 Integral 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: ⁶⁰Co 遠隔照射法の研究 (第5報), 容積線量の算出法について, 日医放誌, 19, 2509, (1960.)