

Title	60Co遠隔照射法の研究 : 60Co線量分布の測定
Author(s)	岡島, 俊三
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1964, 24(2), p. 174-179
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17857">https://hdl.handle.net/11094/17857</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# $^{60}\text{Co}$ 遠隔照射法の研究

## $^{60}\text{Co}$ 線量分布の測定

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

(昭和39年4月6日受付)

Studies on Telecobalt Therapy  
Measurements of Dose  
Distribution in Cobalt-60 Teletherapy

By

Shonzo Okajima

(Department of Radiation Biophysics, Atomic Disease Institute,  
Nagasaki University School of Medicine, Nagasaki)

(1) iDose distribution in fixed radiation therapy is measured with a scintiscanner mechanism.

(2) In rotation therapy, many kinds of phantoms are used. Materials of phantoms: (a) paraffin, 81% mixed with silicon dioxide, 19%, (b) water, (c) mix D and (d) paraffin. Shape and size of Phantoms: Cylinder 12 cm $\phi$ , 18 cm $\phi$ , 24 cm $\phi$ , 30 cm $\phi$ , ellipsoidal cross section phantom, 30 $\times$ 24 cm and 30 $\times$ 20 cm. When the center of rotation coincides with the center of phantom, no practical difference of shape in depth dose curves is seen regardless of materials, size and shape of phantoms. When the center of radiation shifted from the center to the periphery of the phantom, homogeneity of the beam focus is lost. When field size is 10 $\times$ 10 cm and the size of cross section of the phantom is 30 cm in diameter, loss of homogeneity of dose distribution in beam focus occurs in about  $\pm 10\%$  per 5 cm shift from the center to the periphery of the phantom.

### 1. 緒 言

放射線治療を行う際に体内での線量分布を知ることの必要なことは勿論であり、既に多数の深部線量率表<sup>1)</sup>等量曲線<sup>2)</sup>が発表されている。コバルト60遠隔照射装置においては比較的線源の直径が大きいため(10mm $\phi$ ~20mm $\phi$ )、線源直径及びコリメーターの位置により、半影がかなり変動する。従つて装置の型式が異ると線束の中心線上での線量はともかくとして、線束の周辺部の線量分布にはかなりの相異がみられ、このことによつて回転照射時の線量分布にも相当の影響があらわれる。このためどの装置にも共通な線量分布はありえない。

線源の直径10mm $\phi$  半影除去にも特別の考慮をした、現在の装置の中では最も半影の少ない装置を

使用し、固定照射の等量曲線及び回転照射における線量分布の基礎的な測定を行い検討を加えたので報告する。

### 2. 実験方法及び結果

装置は島津二重回転式コバルト60治療装置(RT-2000型)で線源はペレット型、直径10mm $\phi$  高さ14.5mm、比放射能 171c/g で1000c 收容されている。絞りは多段絞りで、その先端は線源から39.5cm及び38.2cmで、その構造はFig. 1に示す。照射野の大きさは固定照射の場合は表面の、又運動照射の場合には回転中心の位置における幾何学的な本影の大きさをもつて照射野の大きさと定義する。又等量曲線の100%の決め方は固定照射の場合は外挿によつて求めた表面線量を、運動照射の場合には回転中心における線量を100%とする。

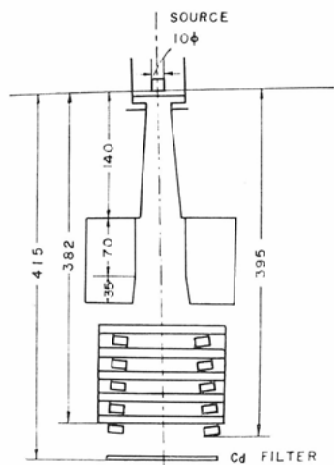


Fig. 1. Section view of source head of Model RT 2000 cobalt 60 unit.

(a) 固定照射

島津製シンチスキャナーの機構を利用し、走査速度を10cm/min 走査間隔1cmで走査するよう一部を改造し、東芝深部線量計（外径10mmφ 内径5.5mmφ）をこれに取付け、アクリル製水ファントーム中で測定した。そのふれをXYレコーダーに記録し（Fig. 2），この記録をもとにして等量曲線を作製した。その中の1例として線源、表面間の距離（SSD）75cmの場合、照射野5cm×5

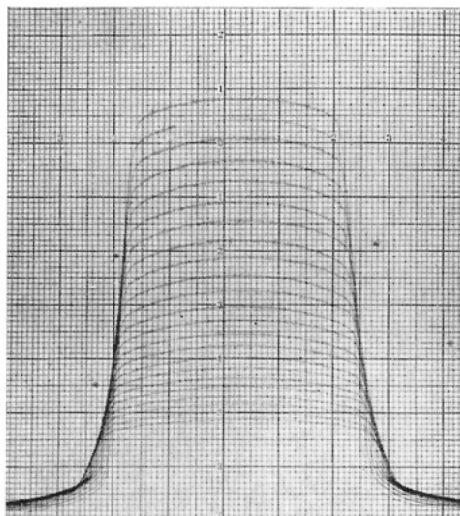
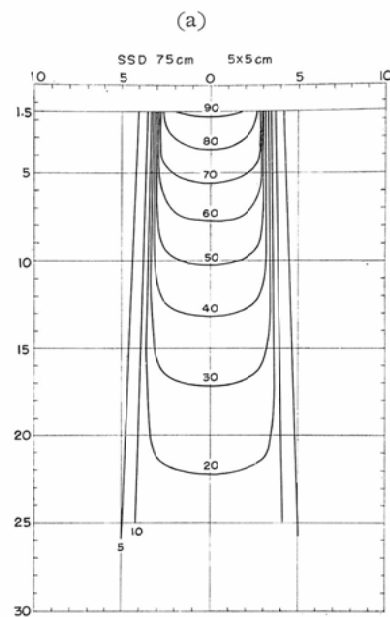


Fig. 2. Record of dose distribution on the XY-recorder.

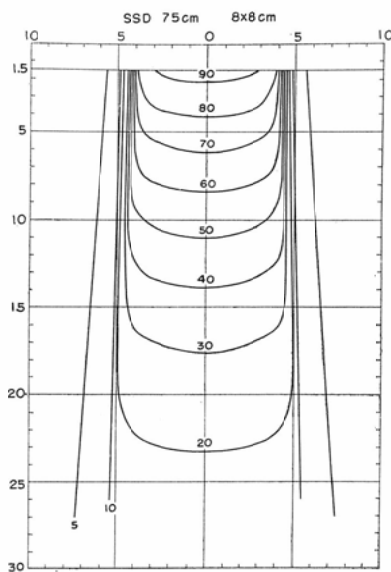
cm, 8cm×8cm, 12cm×12cm, 16cm×16cmの等量曲線を Fig. 3a,b,c,d に示す。

(b) 回転照射

Siemens Universal Dosimeter の midget condenser chamber（外径7.5mmφ 内径6mmφ）13本のうち特性の揃ったものを10本を選び、ファントーム中に同時挿入して測定を行つ



(b)



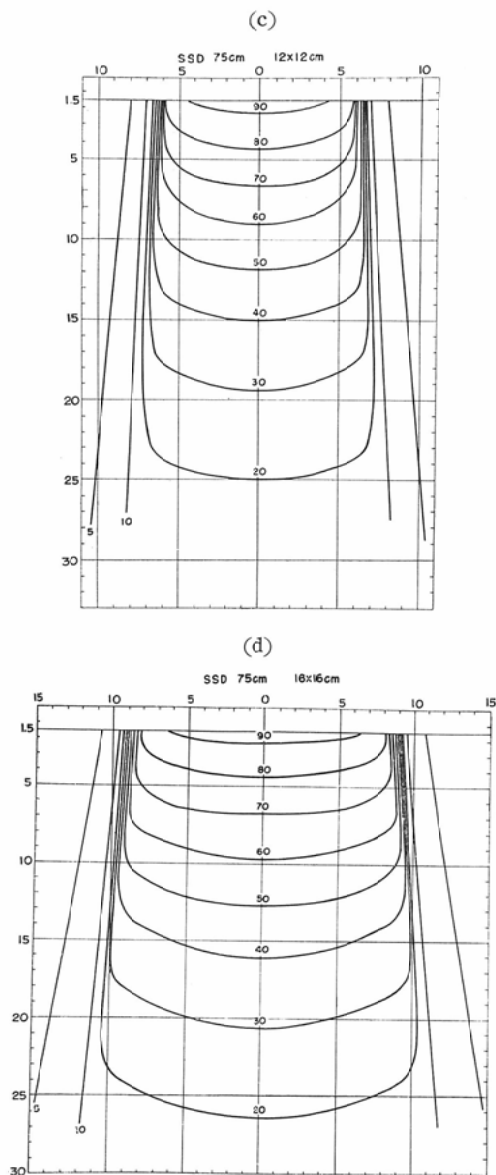


Fig. 3. Isodose charts.  $^{60}\text{Co}$ , SSD 75 cm, source 1 cm $\phi$ , diaphragm to skin distance 36.5 cm, penumbra at skin 0.9 cm (a): 5x5 cm, (b): 8x8 cm, (c) 12x12 cm and (d) 16x16 cm

た。測定は3~6回の測定値の平均値を取った。線源の回転半径は75cmで、寝台の吸収による等量曲線の乱れを防ぐため、ファントームは空間に固定して実験を行った。

(1) 種々の材質のファントーム中での線量分布

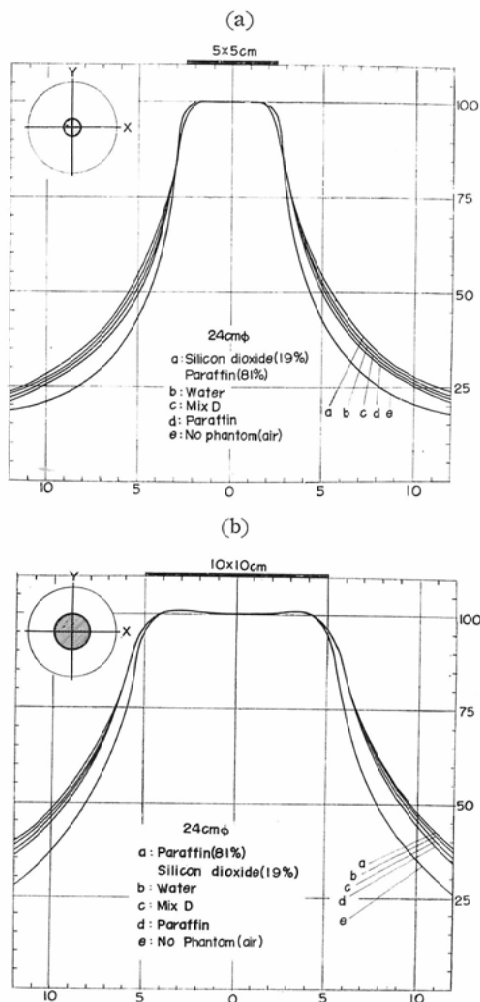


Fig. 4. Depth dose curves of  $^{60}\text{Co}$  rotation therapy. Phantom in cylinder of 24 cm in diameter and 20 cm in height, made of (a) paraffin 81% mixed with silicon dioxide 19% (b) water, (c) mix D, (d) paraffin and (e) air.

Top: Thick solid line showing radiation field size at center of rotation.

Top left: Phantom (outer contour) and radiation field (inner contour).

(a): Field size 5x5 cm (b): Field size 10x10cm

円筒形 (24cm $\phi$ ) のファントームでパラフィン、パラフィン (81%) + 無水珪酸 (19%), Mix D (松脂入), 水の4種類のファントーム及びファントームは置かず、空中に線量計のみを置いて、照射野 5 cm x 5 cm, 10 cm x 10 cm でファントー

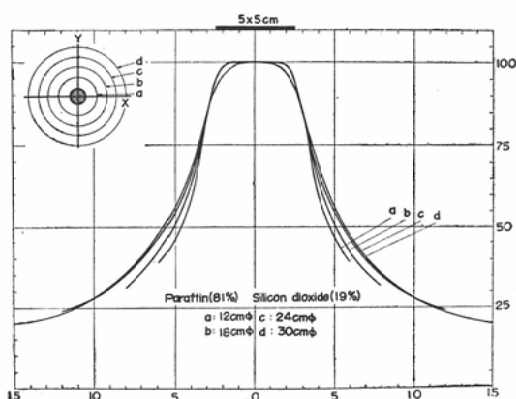


Fig. 5. Depth dose curves of  $^{60}\text{Co}$  rotation therapy. A radiation field of definite size ( $5 \times 5\text{cm}$ ) in the center of various sized cylindrical phantoms of 12cm, 18cm, 24cm and 30cm in diameter.

ムの中心と回転中心とを一致せしめ、ファントームの直径に沿つての線量分布を Fig. 4, a,b に示す。この図から明かなようにファントームの材質の違いはそれ程線量分布に影響を与えていない。以下の実験は比較的製作容易で水と吸収率の類似したパラフィン+無水珪酸ファントームを使用することにする。

(2) 大ききの異なるファントーム中での線量分布

4種類の直径12cmφ 18cmφ 24cmφ 30cmφ の円筒形ファントームにつき回転中心を円筒の中心

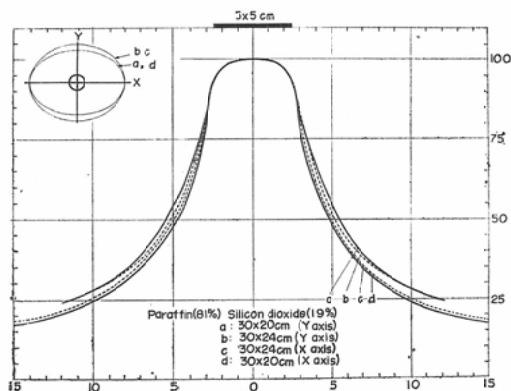


Fig. 6. Depth dose curves of  $^{60}\text{Co}$  rotation therapy. A definite size ( $5 \times 5\text{cm}$ ) radiation field in the center of phantoms with ellipsoidal cross section ( $30 \times 24\text{cm}$ ,  $30 \times 20\text{cm}$ ).

におき  $5\text{cm} \times 5\text{cm}$  の照射野で  $360^\circ$  回転した時の線量分布を比較した (Fig. 5).

(3) 形の異なるファントーム中での線量分布

$30\text{cm} \times 24\text{cm}$  及び  $30\text{cm} \times 20\text{cm}$  の楕円形ファントームで  $5\text{cm} \times 5\text{cm}$  の照射野で  $360^\circ$  回転をした時の楕円の長軸 (X軸) 及び短軸 (Y軸) に沿つての線量分布を Fig. 6 に示す。又  $30\text{cm} \times 24\text{cm}$  の楕円筒ファントームで  $10\text{cm} \times 10\text{cm}$  及び  $15\text{cm} \times 15\text{cm}$  の照射野で  $360^\circ$  回転した時の楕円の長短軸方向の線量分布を  $24\text{cm}\phi$   $30\text{cm}\phi$  の円筒ファントームの場合と比較してそれぞれ Fig. 7, Fig. 8 に示す。

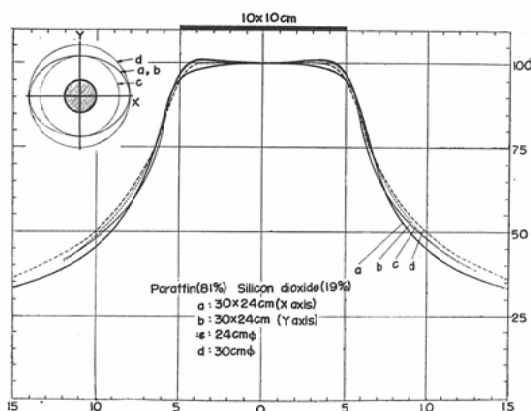


Fig. 7. Depth dose curves of  $^{60}\text{Co}$  rotation therapy. A definite size ( $10 \times 10\text{cm}$ ) radiation field in the center of various sized phantoms with circular ( $30\text{cm}\phi$  and  $24\text{cm}\phi$ ) or ellipsoidal ( $30 \times 24\text{cm}$ ) cross section.

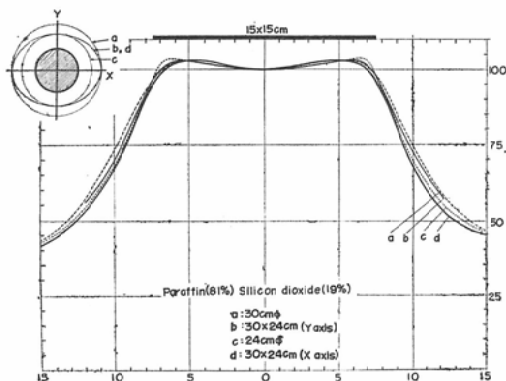


Fig. 8. Depth dose curves of  $^{60}\text{Co}$  rotation therapy. A definite size ( $15 \times 15\text{cm}$ ) radiation field in the center of various sized phantoms with circular ( $30\text{cm}\phi$  and  $24\text{cm}\phi$ ) or ellipsoidal ( $30 \times 24\text{cm}$ ) cross section.

以上コバルト60回転照射において、しかも回転中心がファントームの中心と一致する場合には、ファントームの材質が多少異ろうが、大きさ、形が変化しようが線巢（有効域）内の線量分布は勿論、周辺部の線量においても問題にする程の変化は認められない。

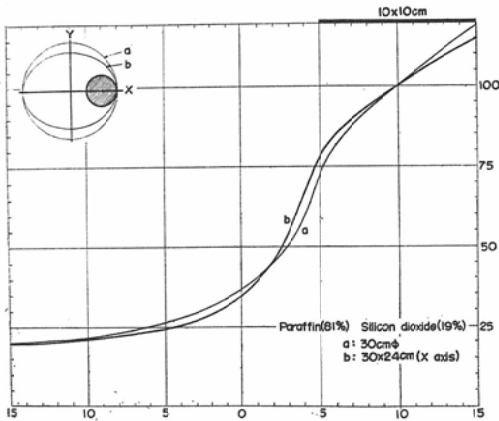


Fig. 9. Depth dose curves of <sup>60</sup>Co rotation therapy. Radiation field 10×10 cm)located eccentrically from the center of the phantoms with circular (30 cmφ) and ellipsoidal (30×24 cm) cross section. Axis x showing the direction of measurements.

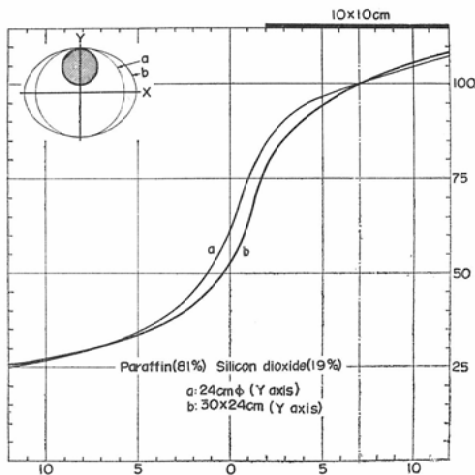


Fig. 10. Depth dose curves of <sup>60</sup>Co rotation therapy. Radiation field (10×10 cm) located eccentrically from the center of the phantoms with circular (24 cmφ) and ellipsoidal (30×24 cm) cross section. Axis Y showing the direction of measurements.

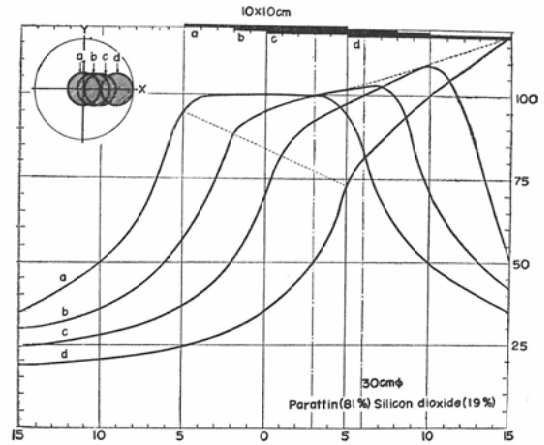


Fig. 11. Depth dose curves of <sup>60</sup>Co rotation therapy. Change of depth dose curves in accordance with shift of position of radiation field from the center to the periphery of the phantom.

Top: Thick solid lines showing radiation field size and positions.

Top left: Phantom contour and radiation fields.

#### (4) 回転中心をファントームの中心からずらしたときの線量分布

30cmφ 円筒ファントーム、30cm×24cm 楕円ファントームを用い、10cm×10cmの照射野の縁がファントームの縁に接する逆長軸方向に回転中心をずらして全回転した時の線量分布を Fig. 9 に示す。同様に30cm×24cm楕円ファントームと24cmφ 円筒ファントームを用い、短軸方向に回転中心をずらした時の線量分布を Fig. 10 に示す。この場合照射野内の線量分布の不均等度±22%と相当に悪くなるがファントームの形の変化による相異はそれ程でない。これは回転照射として最も極端な場合である。又30cmφ 円筒ファントームを使用し10cm×10cmの照射野で回転中心をファントーム中心から3cm、6cm、10cmずらした時の線量分布の移り変りの模様をFig. 11に示す。この図から例えば照射中心がファントーム中心から3cmずれると照射時内の不均等度は±7.5%、6cmずれると±13%となっている。

### 3. 考 察

コバルト60の線量分布を論ずる時、個々の装置の型式により半影の大きさが異り、従つて線量分

布も異なるので他の装置のデータが必ずしも参考にならない場合がある。このような場合はその装置での測定が必要となる。われわれの装置は現在の装置の中では最も半影の小さい部類に属するものである。

固定照射の線量分布は、広く使用されているシンチスキャナーの装置を一部改造して、これにチェンバーを取付けて測定した。空間的に線量の変化の大きい照射野の周辺部の測定には、チェンバーの大きさが問題になる。ICRUの勧告<sup>3)</sup>によれば3mmφ以下の直径のものが望しいとあるが、われわれは内径6mmφのチェンバーを使用した。Green<sup>4)</sup>によつて確かめられているように、空気中の線量分布測定にはともかく、水中の分布測定には6mmφ以下の場合には殆んど誤差はないと考える。

照射野の定義の問題は現在用いられているものとしては幾何学的照射野、空気中で中心軸線量の50%又は90%となる幅を照射野とするもの、幾何学的本影を照射野とするもの、ファントーム中で中心軸線量の50%又は80%、90%となる範囲を照射野とするもの等々があり、外国で最も用いられているものは幾何学的照射野で、わが国では殆んど大部分が幾何学的本影を照射野としている。われわれはこゝでは幾何学的本影を照射野と定義したが、これは次の100%の定義と共に最も合理的と考えられるものに、わが国においても統一されることを切望する。線量100%の点を何処に選ぶべきかも現在用いられているのは、表面における空中線量、5mmの深さの空中線量、表面線量(外挿値)、5mmの深さの線量等があり、便宜的に表面線量(外挿値)を選んだ。たゞコバルト60の場合はこの中のいずれを選ぶにしても、その違いは数%以内であるので、実際には問題は殆んど考えられないが、これも最も合理的なものが選ばれ、統一されることが望ましい。

回転照射の測定はSiemensのUniversal Dosimeterのmidjet condenser chamberを使用した。特性の揃つたものを選び出し5回の測定の平均をとれば3%程度の誤差以内での測定が可能である。

回転照射の照射条件は多種多様であり、今後個々の場合の線量測定を系統的に行う予定であるが、今回は回転照射の時の基本的な問題、すなわちファントームの材質、形、大きさ等の変化した時等量分布に如何なる影響を与えるかを調べてみた。

#### 4. 結 語

現在望みうる最も半影の小さいコバルト60遠隔治療装置を用いて、固定照射の線量測定装置の試作と、回転照射における基礎的な問題を検討した。

固定照射の測定にはシンチスキャナーの装置の一部すなわち走査速度と、走査間隔を変更することにより、固定照射の線量測定器として使用し、等量曲線を作製した。

回転照射ではファントームの材質の種類、形(円、楕円)、大きさを変えた場合、線源の回転中心をファントームの中心から次第にずらした場合の線量分布が如何に変化するかを測定した。

本研究には名古屋大学医学部放射線医学教室高橋信次教授の御指導と、実験に御協力頂いた同教室前越久、渡部洋一の両君の労に対し厚く感謝する。

#### 文 献

- 1) H.E. Johns, The Physics of Radiology (Charles C. Thomas, Springfield, (1961) : H.E. Johns, E.R. Epp, D.V. Cormak and S.O. Fedoruk, Depth dose data and diaphragm design for the Saskatchewan 1000 curie cobalt unit. Brit. J. Radiol. 25, 302(1952); Brit. J. Radiol. Supp. No. 10, 1961; F. Wachsmann und A. Dimotsis, Kurven und Tabellen für die Strahlentherapie (S. Hirzel Verlag Stuttgart, 1957).
- 2) H.E. Johns, The Physics of Radiology (Charles C. Thomas, Springfield, (1961) ; M. Brucer, Isodose Charts for the Co<sup>60</sup> Hectocurie Teletherapy Machine(Oak Ridge Institute of Nuclear Studies Inc., 1955) ; Hultberg, Kilocurie cobalt therapy at the Radiumhemmet. Equipment, technique and measurements, Acta Radiologica Supp. 179. —3) NBS Handbook 78, 15, 1959.
- 4) D. Green, Observations on the Effect of Chamber Size on Measurements at the Edge of an X-ray Beam, Brit. J. Radiol. 35, 856—860, 1962.