



Title	移動照射の線量特性に関する実験的考察
Author(s)	諏訪, 信吾
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1958, 17(10), p. 1159-1180
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16104
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

移動照射の線量特性に関する実験的考察

大阪日生病院放射線科（指導 西岡教授）

諏訪 信吾

（昭和32年7月11日受付）

目次

I 緒言

II 供試装置及び線量測定器

1. 供試装置
2. 線量測定器

III 空中線量率特性

1. 濾過板を使用しない場合の空中線量率—管電圧特性
2. 濾過板として Al を使用する場合の空中線量率—管電圧特性
3. 濾過板として Cu と Al を併用する場合の空中線量率—管電圧特性
4. 濾過板として各種 Al の厚さとその空中線量率特性
5. 濾過板として各種 Cu+Al 1. mm の厚さとその空中線量率特性

IV 回転照射（振り照射）の空中線量特性

1. 330° 回転照射の空中線量
2. 180° 回転照射の空中線量
3. 回転照射間における回転中心部の空中線量率
4. 回転中心附近の空中線量分布（線量最大の点）
5. 空中線量分布の計算と実測値との比較
 - a) 振り照射の空中線量分布計算
 - b) 回転照射の空中線量分布計算
 - c) 計算値と実測値との比較

V 供試ファントームの構成とその線量特性の人体との比較

1. ファントームの構成
2. ファントーム及び人体間の線量特性比較

VI 回転照射（振り照射）のファントーム内深部線量特性

1. 回転照射（振り照射）の深部線量率
2. 回転照射（振り照射）の深部線量
3. 回転照射（振り照射）の表面線量率
4. 回転照射（振り照射）の表面線量

VII 走査集中照射のファントーム内深部線量特性

1. 直進運動経路上の各位置における回転運動による深部線量率
2. 直進運動経路上の各位置における回転運動による深部線量
3. 直進運動経路上の各位置における回転運動による表面線量率及び表面線量
4. 回転運動経路上の各位置における直進運動による深部線量率
5. 回転運動経路上の各位置における直進運動による深部線量
6. 回転運動経路上の各位置における直進運動による表面線量率
7. 走査集中照射の深部線量

VIII 移動照射の深部百分率

1. 回転照射の深部百分率
2. 走査集中照射の深部百分率
3. 各種移動照射の深部百分率比較

IX 總括

X 結語

文献

英文抄録

移動照射の線量特性に関する実験的考察

I 緒言

X線深部治療において、X線管を移動して照射を行い皮膚面上においては、X線束を分散して皮膚線量を軽減すると共に、病巣部に對して大きいX線量を集中しようとする構想は1906年 Kohl の提唱以來幾多の先覺者によつて研究が進められ、振り照射、回転照射、走査集中照射（コンベルゲンツ照射）（註）コンベルゲンツ照射に對しては、未だ邦譯された語句がないので、X線束が皮フ面上を走査し、病巣部に大きいX線量を集中する意味合で、本論文では走査集中照射と呼ぶ

こととした)の各種術式に發展して、莫大な病巣線量が得られることとなり、X線治療界に大きな進歩發展を示しつつある。

この論文は移動照射の各種術式について、X線量を實測した結果を檢討し、移動照射の線量特性を鮮明せんとするものである。

II 供試装置及び線量測定器

1. 供試装置

本實驗に使用した装置は、余等の製作せる大日本レントゲン製作所製「コンバージョン」號深部治療X線装置で次の様な性能を有するものである。(参考文献日本醫放會誌 第17巻7號)

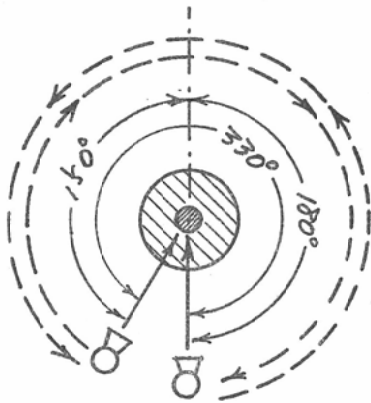
- a. 定格出力 250KV 15mA.
150KV 25mA.

X線管は、フィリップス會社製深部治療用X線管(型式番號 23405)使用

b. 照射術式

回轉照射, 振子照射, 走査集中照射を行うことが出来る。回轉照射(第1圖)は病巣を中心としてX線管が回轉しつつ、X線を照射するもので、回轉可能角度は 330° (-150°から+180°に亘る)。

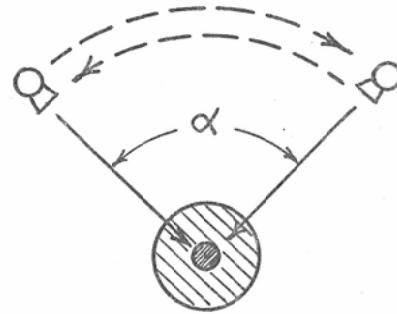
第1圖 回轉照射



(註) 回轉-振子照射の字義については日医放誌 第17巻7号9頁餘の論文中的回轉照射と振子照射の限界の項を参照され度い。

1 回轉所要時間は約1分間である。X線管回轉半径は50cm(回轉直徑1米)である。振子照射(第2圖)は病巣を中心としてX線管が振子状に

第2圖 振子照射



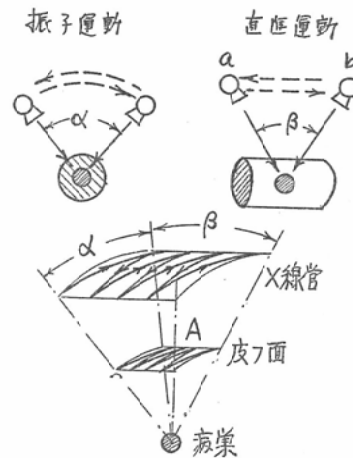
左右に振子運動を行いつつ、X線を照射するもので、本装置に於ては、回轉照射の回轉角度を制限すれば、振子照射となる。

振子運動角度は 0°より 330°に亘り自由に撰定し得る。振子運動所要時間は、X線管移動速度が前述の回轉照射の場合(330°が約1分間の割合)と同一で、大体の所要時間は次の通りである。

- 振子角度 60° の場合 約10秒
- 振子角度 90° の場合 約15秒

X線管焦点-振子運動中心間距離は50cmである。

第3圖 走査集中照射



走査集中照射は(第3圖)X線管に前述の振子運動を行わずと共に直進運動を行わずの、X線束は、皮膚面上では、Aの面積内をジクザク状に走査移動し、皮フ線量を軽減すると共に病巣に

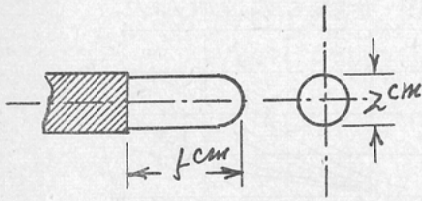
大きいX線量を集中するものである。振り運動の振り可能角度、振り運動所要時間は前述の振り照射の場合と全く同一である。

直進運動のX線管運動可能範囲は $\beta=60^\circ$ で、之を移動距離abに換算すれば58cmとなり、その運動所要時間は約9分間である。

2. 線量測定器

本実験に使用した線量測定器は、フィリップス

第4図 線量測定器電離槽

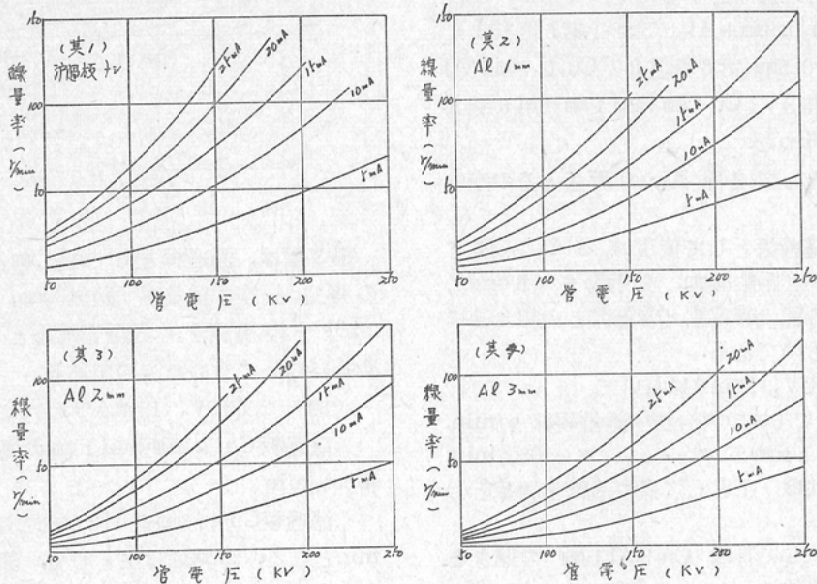


會社製電離槽型線量計（線量率並に線量直讀式）で電離槽の大きさは、徑約2cm、長さ約5cmの圓筒型のものである。（第4圖）

III 空中線量率特性

X線管を固定静止の状態におき、それぞれ下記條件の下に、管電圧、50KV~250KVに亘り、各種の管電流について、空中線量率を測定した。

第5図 空中線量率特性（照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ 、距離50cm）



距離	照射野	濾過板	図番号
50cm	$6 \times 6 \text{ cm}^2$	無し	第5図其1
〃	〃	Al 1mm	〃 其2
〃	〃	Al 2mm	〃 其3
〃	〃	Al 3mm	〃 其4
〃	〃	Cu 0.3mm + Al 0.5mm	第6図其1
〃	〃	Cu 0.5mm + Al 0.5mm	〃 其2
〃	〃	Cu 0.7mm + Al 1mm	〃 其3
〃	〃	Cu 1mm + Al 1mm	〃 其4

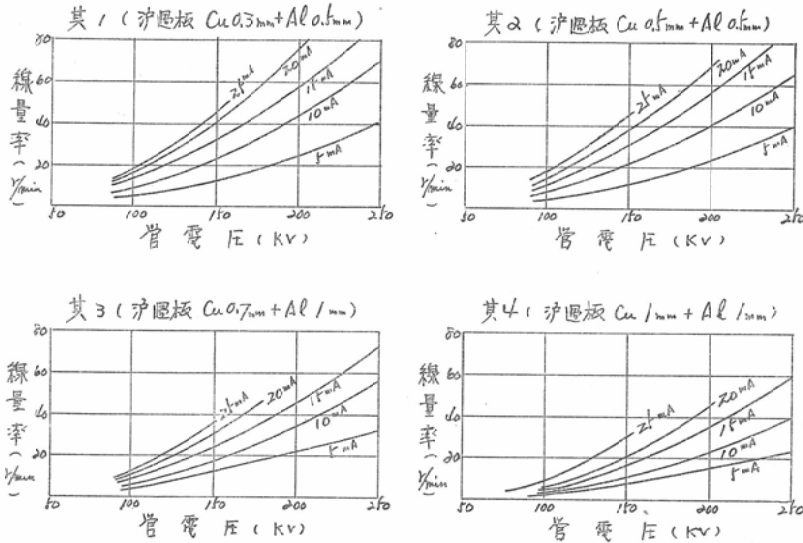
1) 濾過板を使用しない場合の空中線量率—管電壓特性

第5圖其1は濾過板を使用しない場合の空中線量率（距離50cm、照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ ）と管電壓との關係を各種の管電流について測定した結果を示したものである。

2) 濾過板としてAlを使用する場合の空中線量率—管電壓特性

第5圖（其2—其3）は、濾過板としてAlを使用した場合、空中線量率（距離50cm、照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ ）と管電壓との關係を各種の管電流について測定した結果を示したものである。本測定は、濾過板Al 1mm（第5圖其2）、Al 2mm（第5圖

第6図 空中線量率特性 (照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$, 距離50cm)



其3), Al 3mm (第5圖其4) について行つた。

3) 濾過板としてCu と Al を併用する場合の空中線量率—管電圧特性

第6圖(其1—其4)は濾過板としてCuとAlを併用した場合、空中線量率(距離50cm照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$)と管電圧との関係を各種の管電流について測定した結果を示したものである。本測定は濾過板 Cu 0.3mm + Al 0.5mm (第6圖其1), Cu 0.5mm Al 0.5mm (第6圖其2), Cu 0.7mm + Al 1mm (第6圖其3), Cu 1mm + Al 1mm (第6圖其4) について行つた。

4) 濾過板として各種 Al の厚さとその空中線量率特性

第7圖は、濾過板として使用するAlの厚さと、空中線量率(距離50cm, 照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$)との関係を、各種の管電圧と管電流との組合せについて求めたものである。

(例) 150KV, 25mAにおいて

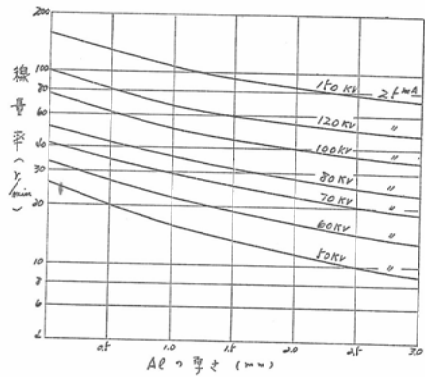
濾過板 Al 2.0mmの場合空中線量率85 γ/min .

” Al 1.0mm ” ” 105 γ/min .

となる。本特性は、主として表在治療を対象としたものである。

5) 濾過板として各種 Cu + Al 1mm の厚さとその空中線量率特性

第7図 空中線量率特性 (照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$)
距離 50cm)



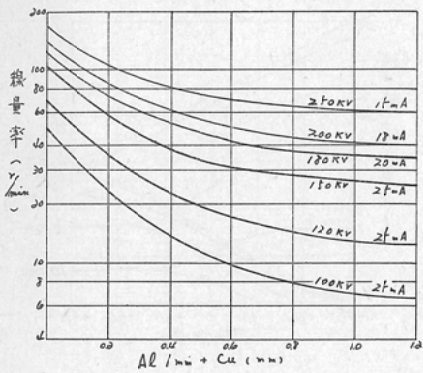
第8圖は、濾過板としてAl 1mmと併用するCuの厚さと空中線量率(距離50cm, 照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$)との関係を、各種管電圧と管電流との組合せについて求めたものである。

(例) 250KV, 15mA において

濾過板 Cu 1.2mm + Al 1mm の場合 空中線量率60 γ/min

濾過板 Cu 0.6mm + Al 1mm の場合 空中線70 γ/min となる。本特性は主として、深部治療を対照としたものである。

第8図 空中線量率特性(照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ / 距離 50cm)

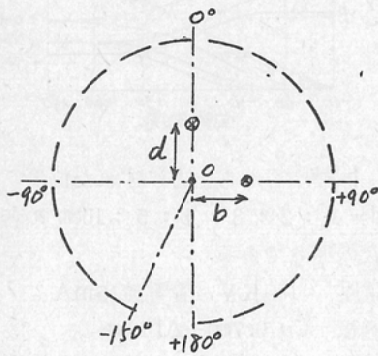


IV 回轉照射(振子照射)の空中線量特性

1. 330° 回轉照射の空中線量

X線管を -150° から $+180^\circ$ に亘る 330° の間を一往復移動させ、各時期(回轉角度)における積算線量を測定した(第9圖)。

第9圖 測定点



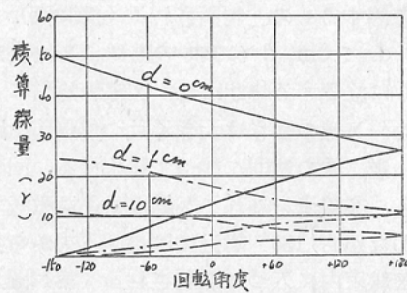
實驗は次の各點について行つた。

- イ. 回轉中心即ち $b=0, d=0$ の點
- ロ. 回轉中心から上方にずれた位置
即ち $b=0, d=5 \text{ cm} : 10 \text{ cm}$ の2點
- ハ. 回轉中心から側方にずれた位置
即ち $b=5 \text{ cm}, d=0$ の點

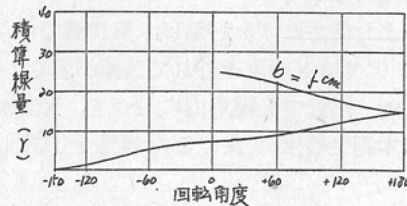
照射條件は次の通りである。

管電壓 180KV, 管電流 15mA.
濾過板 Cu 0.7mm + Al 1mm, 照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$, 管球回轉半径50cm.

第10圖 回轉照射空中線量特性
($6 \times 6 \text{ cm}^2$, Cu 0.7 + Al 1, 15 mA) $b=0 \text{ cm}$



第11圖 回轉照射空中線量特性
($6 \times 6 \text{ cm}^2$, Cu 0.7 + Al 1, 15mA) $d=0 \text{ cm}$



330° 回轉所要時間 55秒~57秒

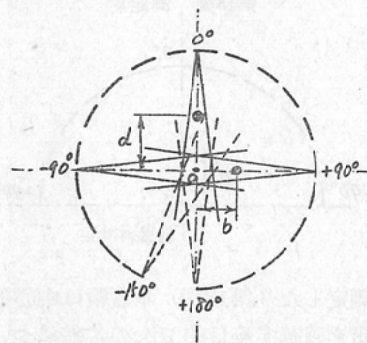
第10圖及び第11圖は測定結果を示す。

(測定結果に對する考察)

第10圖について

イ) $d=0$ の點即ち回轉中心は常にX線束の中心が指向されているから(第12圖), 積算線量は $+150^\circ$ から -180° に亘り直線的に増加する筈であるが, 實測の結果は -150° 及び $+180^\circ$ 附近で線量

第12圖 X線束指向圖



の増加が稍と緩かになることが認められる。本實驗では、實驗の便宜上線量計を寢台上に置いて測

定したため、X線管が回轉して寢台の下方に来ると、X線束は寢台に遮られる。之によるX線の減弱に基因するものと判断される(第12圖)。

ロ) $d=5\text{ cm}$, $d=10\text{ cm}$ の點は、X線管が直上(0°)に位置する時期には、X線管焦點に正對するため、X線の強さは大きく且つ焦點迄の距離に従い、逆二乗の法則に従つて變化する。回轉角が増すと、X線束を外れてX線の強さは激減する。しかしながら 180° 附近では再び下方から指向されるX線束内に入って照射される(第12圖)。本測定結果の曲線傾斜の變化は明かにこの事を示している。

第11圖について

中心より側方にずれた點は、第12圖で見られるように 0° ではX線束を外れてX線が弱く、 $+90^\circ$ 及び -90° 附近でX線束内に入って、X線が強くなる。本測定結果は良くこの事實を立證している。

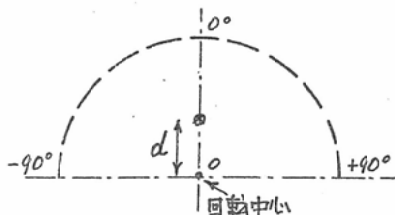
(註) 1. 回轉照射の回轉角度を制限すれば振子照射となる。依つて以上の諸測定結果は之を振子照射に適用することが出来る。例えば 60° 振子照射の場合には -30° から $+30^\circ$ の部分を適用すればよい。

(註) 2. X線管の各位置における測定點の線量率は曲線の傾斜から求めることが出来る。

2. 180° 回轉照射の空中線量

X線管を -90° から $+90^\circ$ に亘る 180° の間を一往復移動させ、各時期(回轉角度)における積算

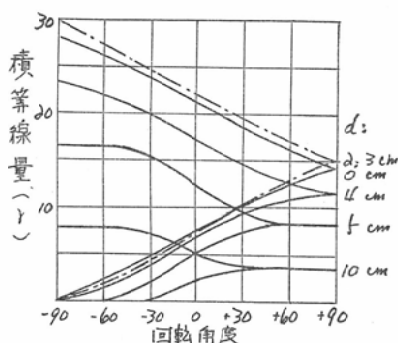
第13圖 測定點



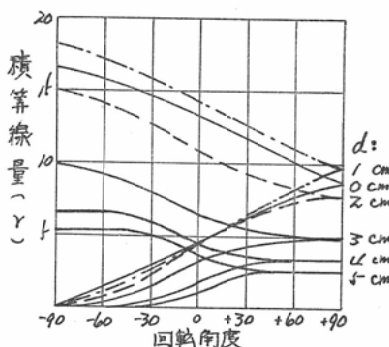
線量を測定した(第13圖)。本實驗は中心部附近の線量分布を確認する目的で次の各點について行った。

イ. 回轉中心即ち $d=0$ の點

第14圖 回轉照射空中線量特性
($6 \times 6\text{ cm}^2$, Cu 0.7+A11)



第15圖 回轉照射空中線量特性
($2.5 \times 2.5\text{ cm}^2$, Cu 0.7+A11)



ロ. 回轉中心から上方にずれた位置

即ち $d=1:2:3:4:5:10\text{ cm}$ の各點照射條件は次の通りである。

管電壓 180KV, 管電流15mA

濾過板 Cu 0.7mm+A11 mm

照射野 $6 \times 6\text{ cm}^2$, $2.5 \times 2.5\text{ cm}^2$

管球回轉半径 50cm

180° 回轉所要時間 31秒~33秒

第14圖及び第15圖は測定結果を示す。

(測定結果に對する考察)

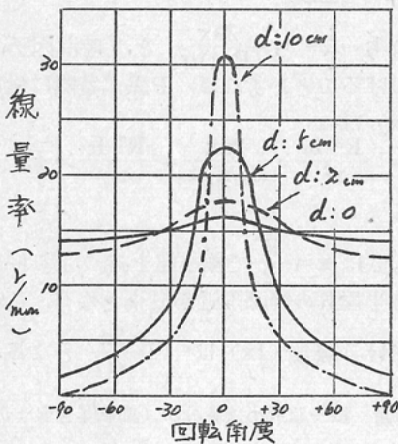
イ) $d=0$ の點即ち(回轉中心)は、線量が概ね直線的に増加しているが、 0° 附近でその増加率が稍く大きくなる傾向が見られる。本實驗では、前述の如く測定の便宜上線量計電離槽を直接寢台面に置いたため、寢台からの Back-Scattering の影響によるものであろう。

ロ) d が大となると -90° 及び $+90^\circ$ 附近では X 線束から外れ、X 線の強さが減少するため、線量の増加は全く認められない。この現象は、照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の場合より照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ の場合が顕著であることが見られる。之は照射野が小さいと、X 線管が 0° (直上) より僅か移動しても X 線束から外れてしまうが、照射野が大きいと、僅かの移動では、X 線束から外れないことに因るものと推断される。

3) 回轉照射間における回轉中心部の空中線量率

第16圖は、X 線管各位置について、中心 0 から上方にずれた各點の線量率を示したもので、第14圖の各點について、線量曲線の傾斜をその點における照射野の移動角度等から概算したものであ

第16圖 回轉照射間における各點の空中線量率



る。各點の空中線量率が變化する大体の傾向を之によつて窺う事が出来る。

イ) $d=0$ (即ち回轉中心) なる點の線量率は、X 線管の各位置 (回轉角度) について相等しい筈であるが、本圖において、 0° (直上位置) 附近で増加する傾向が認められるのは、前に述べたように寝台からの Back Scattering の影響によるものであろう。

ロ) 0° (直上位置) における各點の線量率は、逆二乗の法則に従い増減する。即ち焦點に至る距離 $(50-d)$ の二乗に反比例する。

ハ) d (即ち中心から上方へのズレ) が大きくなると、 -90° 及び $+90^\circ$ に近づけば照射野から外れるので線量率は急減する (第12及第16圖参照)。

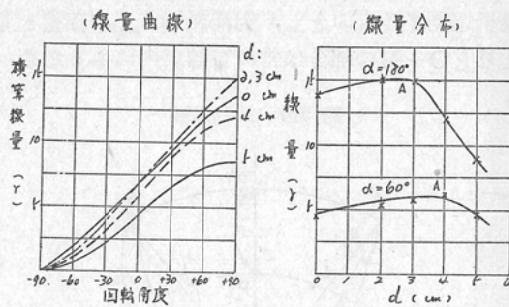
4. 回轉中心附近の空中線量分布 (線量最大の點)

回轉照射において、線量最大の點は、回轉中心を中心とする圓周状を呈し、その徑は照射野の大きさに關係すること、並びに振子照射においては、振子中心から上方にずれて線量最大の點があり、その中心からの距離は照射野の大きさと振子角度とに關係することは、理論的に考察されるところである。本實驗の結果からこの事實を究明して見よう。

第14圖 (照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の場合) 及び第15圖 (照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ の場合) から d を横軸とし、線量を縦軸として曲線を畫けば、中心附近の線量分布が得られる。第17圖 (照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の場合) 及び第18圖 (照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ の場合) は之を示す。本圖には比較對照を便ならしめるため、第14圖、第15圖の必要部分を書き換えた線量曲線を附記した。

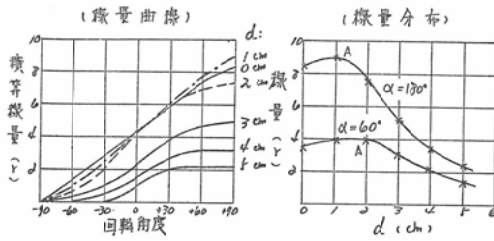
(註) 線量曲線の -90° から $+90^\circ$ の部分を探れば、 180° 回轉の場合、 -30° から $+30^\circ$ の部分を探れば、 60° 回轉の場合の線量分布曲線が求められる。

第17圖 中心附近の線量分布 (照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$)



イ) $d=0$ (即ち回轉中心) は第二線量極小點で中心から遠ざかるに従い線量は徐々に増加して線量最大點 A に達し爾後急激に減少し第一極小點に達す。中心から線量最大點までの距離は、回轉角度 α が小さきほど、又照射野が大きいほど大なることが分る。

第18図 中心附近の線量分布 (照射野 2.5×2.5cm²)



ロ) 本測定結果から求めた中心から線量最大点までの距離を計算によつて求めたもの(第21圖参照)と比較すれば、次表の如く殆んど相符合していることが認められる。

照射野 cm ²	回転角 (α)	中心—線量最大点 間 距離	
		実測値	計算値
2.5×2.5	180°	約 1cm	1.25cm
	60°	〃 2cm	2.5cm
6.0×6.0	180°	〃 2.5cm	3.0cm
	60°	〃 4.0cm	5.0cm

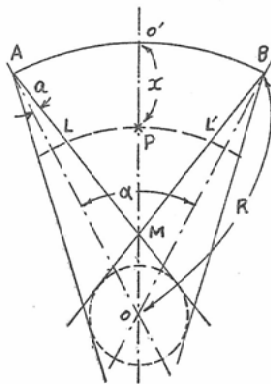
ハ) 線量曲線の横軸(回転角度)を撰擇し、その範囲内の線量曲線を適用すれば、任意の振り角度における線量分布を求めることができる。

5. 空中線量分布の計算値と實測値との比較

a) 振り照射の空中線量分布計算(第19圖).

X線管はoを中心としてABの間(角度α)を振り運動するものとし、對稱軸oo'上の線量を考えるとO—Mの部分は常にX線束内にあるため、

第19圖 振り照射



線量が最大となる。特にM點はX線管焦點に最も近いから線量は最大である。M點の位置即ちOMの長さは振り角(α)と照射野の大きさに關係することは圖から予解される。

第19圖において

- 照射野の開き 2 a
- 中心O點の受ける線量 I₀
- X線管がAからBへ移動する時間 T
- 焦點—振り中心間距離 R

とする。

P點がt時間X線束内にある場合には、その間にうける線量(I)は $I = \frac{R^2}{x^2} I_0 \dots\dots (1)$ である。この式はOM間の各點に適用される。

M—O'の範圍では、P點が實際にX線束内にある時間(t)は

$$t = \frac{2ax}{LL'} \quad T = \frac{2ax}{(R-x)\alpha} \quad T \dots\dots (2)$$

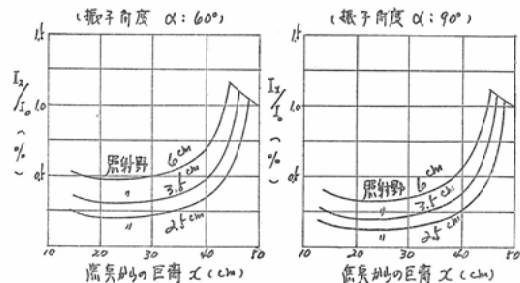
となり $\frac{t}{T} = \frac{2ax}{(R-x)\alpha}$ を、時間因子(Ft)と名づけることとすれば、P點が實際に受ける線量(Ix)は

$$Ix = \frac{R^2}{x^2} I_0 \times \frac{2ax}{(R-x)\alpha} = \frac{R^2}{x^2} I_0 \times Ft \dots (3)$$

である。

(3)式は $x = \frac{R}{2}$ で極小値を持つ。即ち線量の分布は半径Rの半ば附近が最小となり、この最小點における線量(Ix)は $4 I_0 \frac{2a}{\alpha}$ となる。(1)

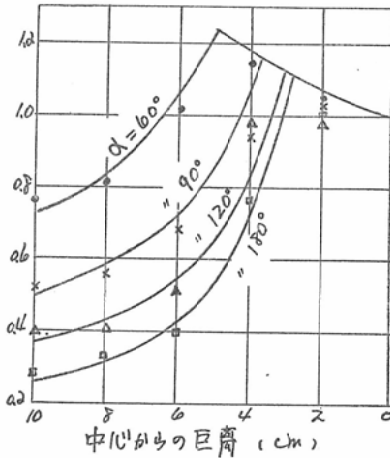
第20圖 振り照射の線量分布(回転半径R: 50cm)



及(3)式から、回転半径(R) = 50cmの場合について線量分布を計算すると、第20圖のようになる。

① 第20圖を検討するに當つては、縦軸がIx/I₀の百分率となつてに注意を要する。即ち

第23図 実測値と計算値との比較



(註) 実線は計算値
 ●は $\alpha : 60^\circ$, ×は $\alpha : 90^\circ$
 △は $\alpha : 120^\circ$, □は $\alpha : 180^\circ$ } 実測値

ように良く一致する結果が得られたのであろう。

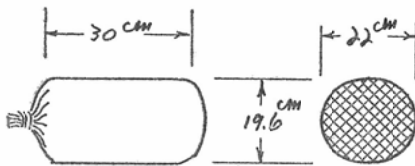
V 供試ファントームの構成とその線量特性の人体との比較

本実験では、深部線量特性を究明するため、ファントームとして白米と小麦粉とを混じたものを用いた。このファントームは取扱が便利で、殆んど人体に近い線量特性を持つことを実測によって確認した。

1) ファントームの構成

ファントームは白米と小麦粉を相混じり、ビニール製の袋の中に入れてあるので、白米の空隙に、小麦粉を填實した態をなし、寸法、重量は次の通りである(第24図)。

第24図 ファントーム寸法



長さ 30cm
 長径 22cm
 短径 19.6cm
 体積 10000cm³

重量 12.8kg

密度 1.28g

次表は白米と小麦粉の配合を示す。

	白米	小麦粉	白米 : 小麦粉	小麦粉 : 白米
体積(cm ³)	11600	12000	—	—
重量(kg)	10	2.8	—	—
密度(g)	0.86	0.23	—	—
体積比	—	—	100 : 1.03	96.6 : 100
重量比	—	—	100 : 38	385 : 100

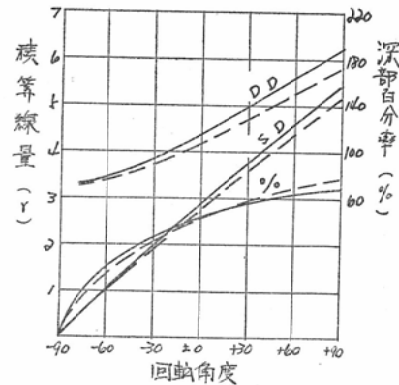
2) ファントームと人体との線量特性の比較

ファントームの中心に線量計電離層を置いた場合と、人体の子宮口に線量計電離層を置いた場合とについて、X線管を電離層の位置を中心として移動照射を行い、深部線量を測定比較した。又同一条件の下に、電離層直上の表面線量を測定し、深部百分率を求め、之を比較した。照射条件は次の通りである。

管電圧 180KV
 管電流 15mA
 照射野 6 × 6 cm²
 濾過板 Cu 0.7mm + Al/mm
 X線管回転半径 50cm (FSD = 40cm)。

第25図は回轉照射、第26図は90°回轉の走査集中照射、第27図は180°回轉の走査集中照射の場合の測定結果を比較対照したのもので、実線はファントームによる測定値、点線は人体による測定値を示す。

第25図 人体とファントームとの比較線量特性 (180°回轉照射)



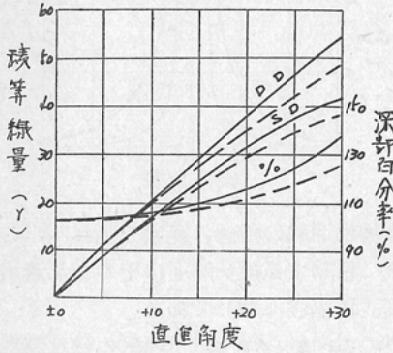
D.D. : 深部線量 (γ)

S.D. : 表面線量 (γ)

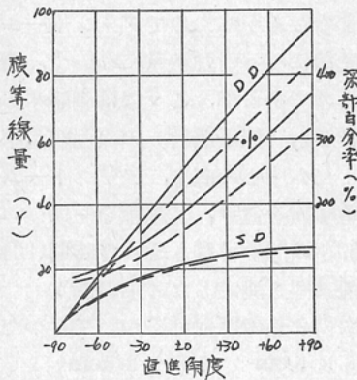
% : 深部百分率

本測定結果からファントームは人体と殆んど似た線量特性を持つことが認められる。回轉角が

第26図 人体とファントームとの比較線量特性
(走査集中照射, 90° 回轉)



第27図 人体とファントームとの比較線量特性
(走査集中照射, 180° 回轉)



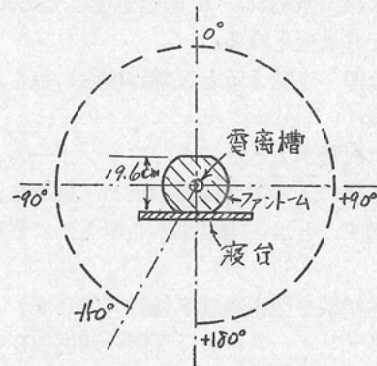
大きくなると、両者の間にズレが現れて来るのは、人体に於ては、骨盤による吸収が影響して線量の減少を來すことに因るものと推定される。

VI 回轉照射 (振り照射) のファントーム内深部線量特性

1. 回轉照射 (振り照射) の深部線量率

ファントーム中心に線量計用電離槽を置き、X線管を-150°から+180°に亘る330°の間を移動させ、各時期 (回轉角度) における線量率を測定

第28図 360°回轉照射



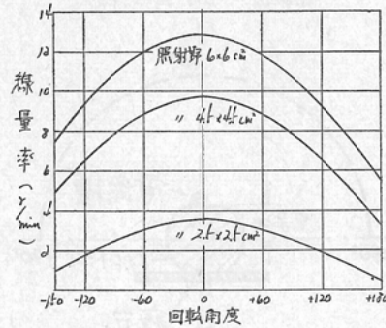
した (第28圖). 實驗は次の3種の照射野について行つた。

6 × 6 cm², 4.5 × 4.5 cm², 2.5 × 2.5 cm².
照射條件は前述の諸實驗と同様で次の通りである。

管電壓	180KV
管電流	15mA
濾過板	Cu 0.7mm + Al 1 mm
X線管回轉半径	50cm

第29圖は測定結果を示す。

第29圖 (回轉照射) 深部線量率特性



(測定結果に對する考察)

イ) 線量率がX線管回轉角度 0° (即ち直上位置) において最大であり、回轉角度が増すに従い減少するのは、次の原因によるものであろう。

1) ファントームの寸法が高さ (19.6cm) に比し、巾 (22cm) が大である爲、ファントーム内でX線が通過する距離は、0°附近が最小で、±90°

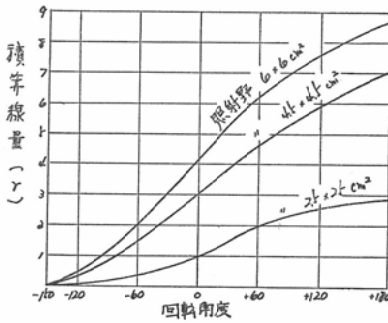
附近がそれぞれ最大となる。従つてファントームによるX線の減弱は、 0° 附近が最小で $\pm 90^\circ$ 附近がそれぞれ最大となる。

2) $\pm 90^\circ$ を越えるとX線は寝台に遮られて減弱される。

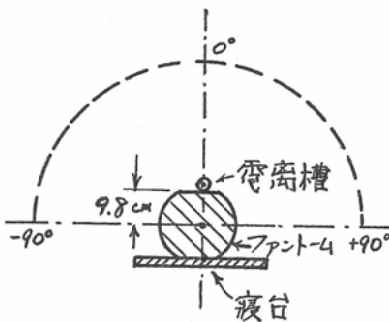
ロ) 照射野が大となると、ファントームよりの二次散乱線による附加線量のため、顯著に深部線量率が増すことは、本結果から明らかに看取される。

ハ) 本結果を空中線量率特性(第16圖)と對比するとファントームによるX線の減弱並びに二次散乱線による附加線量の様子が分る。

第30圖 (回転照射) 深部線量特性



第31圖 180°回転照射

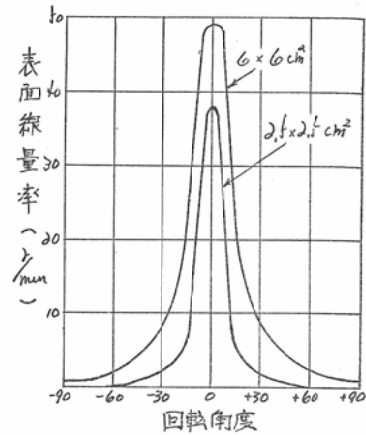


2. 回転照射(振り照射)の深部線量

前項の實驗で得られたX線管の回転間各位置における線量率とX線管の移動速度、照射野の大きさ等から回転照射の積算深部線量が求められる。第30圖はこれを示すものである。

イ) 深部線量は照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の場合は、照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ の場合の約3倍となる。

第32圖 (回転照射) 表面線量率特性



ロ) 本特性曲線の任意の範圍をとれば、これをその角度に相當する振り照射にそのまま適用されることは既に述べた通りである。

ハ) 斜の方向から行く振り照射の線量特性については、後述の走査集中照射の深部線量特性測定において詳細に實測する。

ニ) 本結果は空中線量特性(第10圖)に對應する深部線量特性を示すものでファントームによる減弱、散乱線による附加線量について、考察して興味深いものであるが、こゝでは省略する。

3) 回転照射(振り照射)の表面線量率

ファントーム中心の直上、ファントームの表面に線量計電離槽を置き、X線管を -90° から $+90^\circ$ に亘る 180° の間を移動させ、各時期(回転角度)における線量率を測定した(第31圖)。

實驗は次の2種の照射野について行つた。

$$6 \times 6 \text{ cm}^2, \quad 2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$$

照射條件は前の實驗と同様である。

第32圖は測定結果を示す。

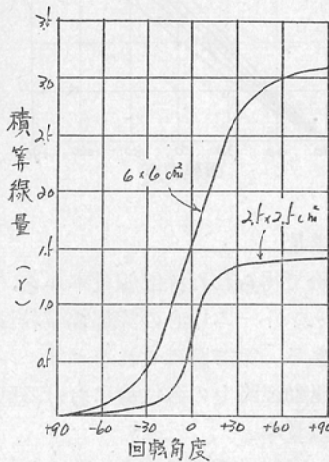
(測定結果に對する考察)

イ) 測定點は回転中心から上方 9.8 cm の位置(ファントームの高さ 19.6 cm)にあり(第31圖)、従つてX線管が 0° (即ち直上位置)にあるときは、線量率は最大であるが、回転角度が増すと、照射野から外れて線量率は急激に減少する(第32圖参照)。その減少の度合が照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ の場合が照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の場合に比して急であ

ることは、照射野の大きさから当然うなづかれるところである。

ロ) X線管 0° (即ち直上位置) における表面線量率が、照射野 2.5 × 2.5 cm² の場合が照射野 6 × 6 cm² の場合より遙かに小であることは、

第33図 (回転照射) 表面線量特性



ファントームよりの二次散乱線の影響によるものであろう。

ハ) 本結果を空中線量率特性 (第16図) と対比するとファントームによる散乱附加線量の様子を知らることができる (第38圖に對する考察参照)。

4) 回転照射 (振り照射) の表面線量

前項の實驗で得られた表面線量率からX線管を回転させた場合の表面積算量を求めることができる。第33圖はこれを示す。

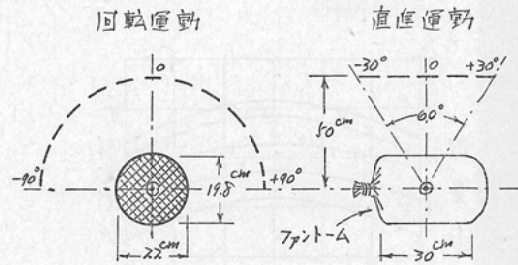
VII 走査集中照射のファントーム内深部線量特性

走査集中照射においては、X線管の移動は、回転運動と直進運動とが同時に行われる (第3圖参照)。本實驗に於ては、回転運動と直進運動との両面からそれぞれについて線量を測定し兩者を綜合して走査集中照射の線量特性を説明した。本實驗における測定記録は第34圖の要領である。

回転運動

ファントーム中心直上位置を 0° とし、X線管は -90° より +90° に亘る 180° の圆周上を移動する

第34圖 走査集中照射

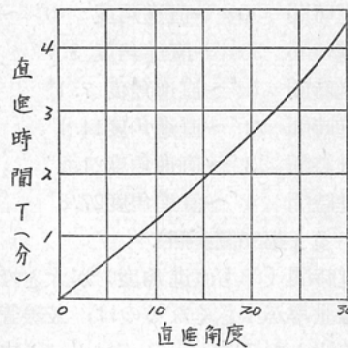


ものとする。180° を移動するに要する時間は實測値31秒~33秒である。

直進運動

ファントーム中心直上位置を 0° とし、X線管は -30° より +30° に亘る 60° の直線上を移動するものとする。又本實驗では、直進運動経路上の各位置における、直進角度を正確に測ることが困難であるため、測定の便宜上、これを直進運動所要時間に置き換えて記録を採つた。即ち 0° から +30° (或は -30°) に到るX線管移動に要する時間は實測値約 4分30秒であるから移動角度を移動時間に換算することが出来る。第35圖はその換算圖表である。

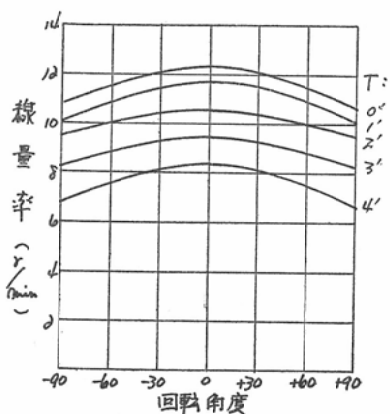
第35圖 直進時間—直進角度換算圖表



1. 直進運動経路上の各位置における回転運動による深部線量率

直進角度を固定しその位置で回転運動のみを行い、各時期 (回転角度) におけるファントーム中心の線量率を測定した。直進角度は、これを直進時間 (T) に置き換え、次の各直進時間について

第36図 走査集中照射（回転運動）深部線量率特性



実験を行つた。

0分, 30秒, 1分, 2分, 3分, 4分。

照射条件は前の実験と同様で次の通りである。

管電圧 180KV
 管電流 15mA
 照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$
 濾過板 Cu 0.7mm + Al 1mm

第36圖は測定結果を示す。

(測定結果に対する考察)

- イ) 本測定の前直進時間を直進角度に換算すれば
 直進時間 0〃 ~ 直進角度 $0^\circ \sim (\text{直上})$
 直進時間 30〃 ~ 直進角度 3.7°
 直進時間 1' ~ 直進角度 7.4°
 直進時間 2' ~ 直進角度 14.4°
 直進時間 3' ~ 直進角度 21.2°
 直進時間 4' ~ 直進角度 27.8°

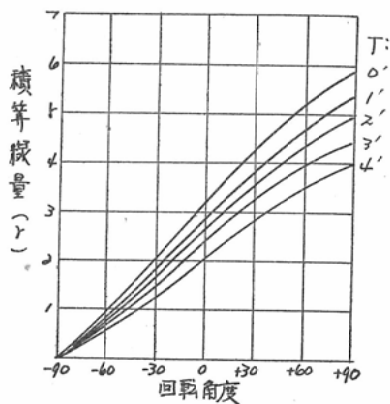
に相應する(第35圖参照)。

ロ) 直進時間(即ち直進角度)が大となるに従い、深部線量率が小さくなるのは、X線管焦点までの距離が大となること、ファントム内X線通過距離が大となることに基因するものであろう。

ハ) 直進時間 0° の特性曲線は、一般振り照射の場合に相當し、直進時間30〃 - 4'の各特性曲線は、斜方向よりする振り照射に適用することができる。

2. 直進運動経路上の各位置における回転運動

第37図 走査集中照射（回転運動）深部線量率特性



による深部線量

前項の実験で得られた深部線量率から、回転運動によるファントム中心の深部線量率特性を求めることができる。第37圖はこれを示す。

3. 直進運動経路上の各位置における回転運動による表面線量率

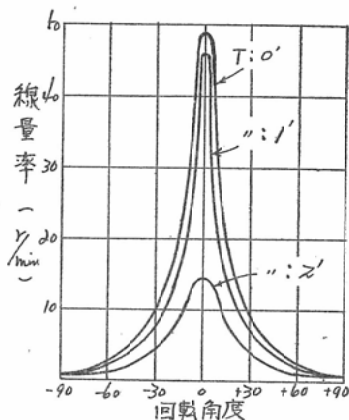
前の実験と同様に直進角度を一定とし、その位置で回転運動のみを行い、各時期(回転角度)におけるファントム表面(中心直上の位置)の線量率を測定した。

直進角度はこれを直進時間に置き換え、次の各直進時間について、実験を行つた。

0', 1分, 2分

照射条件は前実験と同様である。

第38図 走査集中照射（回転運動）表面線量率特性



第38圖は測定結果を示す。

(測定結果に対する考察)

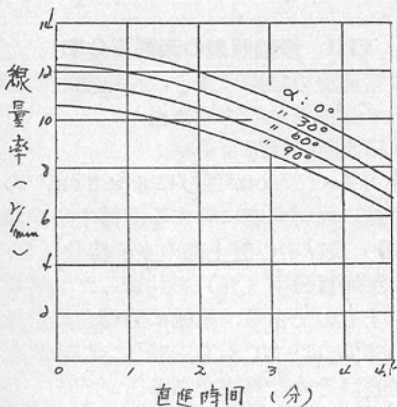
イ) 本実験における測定點は、ファントーム表面で、X線管の回轉中心から約10cm上方にあり、X線管が 0° (即ち直上位置) に位置するときは、最も焦點に近く、強いX線を受けるが、回轉角度が増すと照射野を外れて、X線の強さは急激に減少する。又直進時間(直進角度)が増すに従い、焦點から遠ざかり、且つ照射野を外れて、X線の強さが急激に減少することが見られる。

ロ) 本結果を空中線量率特性(第16圖)と對比するとファントームによる Back Scatter の影響を窺うことができる。

第16圖で $d=10\text{cm}$ の曲線はファントームのない場合で、ファントームを置いた場合は、本結果(第38圖)の T : O の曲線となる。即ち前者は 0° において $31\gamma/\text{min}$ であるが、後者は $48\gamma/\text{min}$ で前者に比し約60%の増加を見る。その差があまりにも大きすぎる様に思えるが、將來追試することとし、ここでは一應記録としてとづめる。

但し前者は、線量曲線から計算によつて求めたもので、正確度は稍と落ちるが、後者は直接實測によつて求めたもので正確度の高いものであることを附記しておく。

第39圖 走査集中照射(直進運動)深部線量率特性



ハ) 本結果から表面線量率特性を計算により求めることが出来る(圖面省略)。

4) 回轉運動徑路上の各位置における直進運動

による深部線量率

回轉角度を固定し、その位置で直進運動のみを行い、各時期(直進時間)におけるファントーム中心の線量率を測定した実験は、次の各回轉角度位置(α)について行つた。

$0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$.

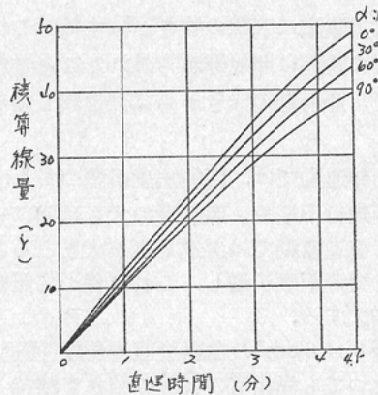
照射条件はすべて前述の実験と同様である。

第39圖は測定結果を示す。

5) 回轉運動徑路上の各位置における直進運動による深部線量

前項の実験で得られた深部線量率から、直進運

第40圖 走査集中照射(直進運動)深部線量特性



動によるファントーム中心の深部線量特性を求めることが出来る。

(第40圖はこれを示す)

6) 回轉運動徑路上の 0° 位置における直進運動による表面線量率

回轉運動の 0° 位置において直進運動のみを行い、各時期(直進時間)におけるファントーム表面(中心直上位置)の線量率を測定した。本実験は、回轉照射の表面線量率(第32圖)と関連を持たす意味において次の各照射野について行つた。

$6 \times 6 \text{ cm}^2, 2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$

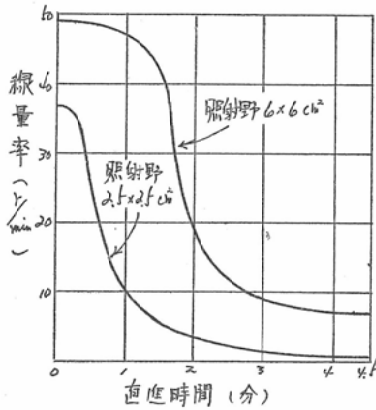
照射条件は前の実験と同様である。

第41圖は測定結果を示す。

(測定結果に対する考察)

イ) 照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の場合は直進時間約1分40秒即ち直進角度 12° 附近で、又照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ の場合は直進時間約40秒即ち直進角度

第41図 走査集中照射（直進運動）表面線量率特性



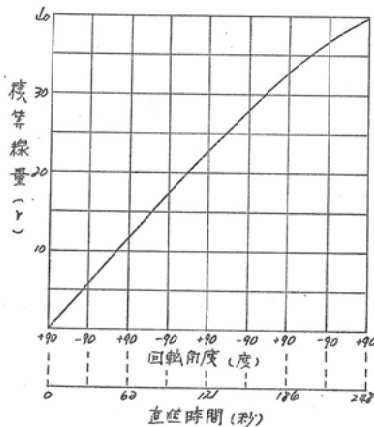
5° 附近で急激にX線の強さが減ずる。これは測定点がこの時期に照射野から外れたことを意味するもので、照射野の大きさから當然推察し得る事柄である。

ロ) 回転運動では、回転角度が變つても、焦点までの距離は不變で、照射野の大きさは常に一定であるが、直進運動では直進角度が大となると急激に焦点までの距離が増し、これに伴つて照射野の大きさも増大する。

照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の曲線で直進角度(直進時間)が大となつても尚相當のX線の強さを維持しているのは、この影響のあることを示唆するものであろう。

7) 走査集中照射の深部線量

第42図 走査集中照射深部線量



以上の回転運動並びに直進運動に関する線量特

性の基本的な諸測定から各種条件下における走査集中照射の線量特性は總て求められる譯であるが、一應實際の走査集中照射の1例について實測を行いこれを確めた。

X線管を -90° から $+90^\circ$ に亘る 180° の間を連續往復回轉させ、これに直進角度 0° から $+30^\circ$ に向つて直進運動を與え、各時期におけるファントム中心の線量を測定した。

照射野は $6 \times 6 \text{ cm}^2$ で測定條件は前述の諸實驗と同一である。第42圖は測定結果を示す。

圖中横軸には、回轉運動の角度位置と共に、直進時間實測値を附記した。

(測定結果に對する考察)

イ) 第37圖(計算値)によれば、直進時間T:Oにおいて 180° 回轉(-90° より $+90^\circ$ に亘る)した場合、ファントム中心の深部線量は約 5.9γ であり、本實測結果によれば、約 5.5γ で兩者殆んど一致していることが窺われる。

ロ) 第40圖(計算値)によれば、ファントム中心の深部線量は、回轉角度位置 $\alpha:0$ において直進時間4分(240秒)間に約 45γ 又回轉角度位置 $\alpha=90^\circ$ におい直進時間4分(240秒)に約 35γ である。

本實測では回轉角度位置は -90° か 0° を経て $+90^\circ$ に亘り、直進時間約4分(248秒)間に約 40γ を示し、上述の値と全く相符號していることが確認される。

VIII 移動照射の深部百分率

上記の諸實驗の結果に基づき、移動照射の各種術式について深部百分率を求めた。

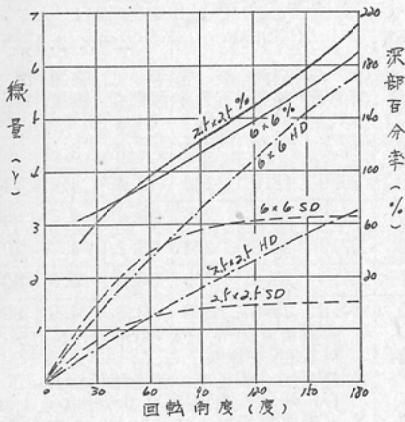
1. 回轉照射の深部百分率

照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ 並びに $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の場合につき各種の回轉角度に對する回轉中心の深部線量(H. D)及び中心直上部の表面線量(S. D)を求め、深部百分率(%)を計算した。第43圖はこれを示すものである。横軸に回轉角度を採つてあるが、 60° とは -30° から $+30^\circ$ に亘る 60° を意味する。別表はその計算表である。

イ) 回轉中心の深部線量(H. D)について。

回轉中心の深部線量(H. D)は回轉角の増加に比例し殆んど直線的に増大する。これは回轉角に比例して回轉中心に對する照射時間が延長され

第43図 回転照射深部百分率



別表 回転照射の深部百分率計算表

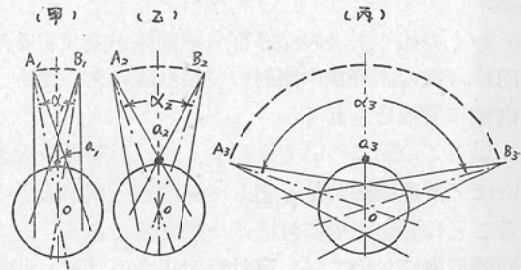
照射野	6 × 6 cm ²			2.5 × 2.5 cm ²		
	中心深部量 (γ)	表面線量 (γ)	深部百分率 %	中心深部量 (γ)	表面線量 (γ)	深部百分率 %
30	1.06	1.48	71.7	0.65	1.3	50
60	2.10	2.43	86.5	1.25	1.5	96.5
90	3.15	2.75	114.5	1.72	1.53	112.5
120	4.08	2.95	138.2	2.25	1.54	146.0
150	5.02	3.05	164.5	2.78	1.55	179.5
180	5.88	3.10	189.5	3.25	1.55	210.0

ることによる當然の結果である。即ち回転所要時間は60°回転では10秒、120°回転では20秒、180°回転では30秒である。又照射野6×6cm²の深部線量が、照射野2.5×2.5cm²のそれに比し遙かに大(約1.6倍)なることは、照射野の大なるに従つて、ファントム二次散乱線による附加線量が増加することを示すものである。

ロ) 中心直上の表面線量 (S.D) について

中心直上の表面線量 (S.D) は零から出発し(回転角0°では回転時間即ち照射時間が零であることによる)、回転角度の増加に伴い増加するが、或る回転角以上では、増加率がだんだん減少し遂には飽和の傾向を採る。飽和に達する回転角度は照射野6×6cm²より、照射野2.5×2.5cm²の方が小である。又表面線量の大きさについて見ると、照射野6×6cm²の場合は照射野2.5×2.5cm²の場合より遙かに大きく、約2

第44図 回転照射の表面線量



倍に達する。以下これ等の諸点について、その依つて来るところを検討して見ることとする。中心直上の表面線量は第44圖のa₁ a₂ a₃等の点の線量である。

回転角の小さい場合(甲圖)は、回転角(α₁)の大きくなるに従い、a₁ 点に對する照射時間が増し、表面線量が増加するが、回転角の大きい場合(丙圖)は、回転角(α₃)が變化しても、a₃ 点に對する表面線量には影響がない、兩者の限界は、X線束の内側線の交叉點が、ファントム表面(a₂)に一致する回転角(α₂)に相當する(乙圖)。この限界回転角度(α₂)は、照射野の大なるに伴い大となる。

第43圖において、回転角が大きくなつても尙回転角の増大に伴い表面線量に些少の増加を見てゐるのは、ファントム内の二次散乱線の影響によるものであろう。次に表面線量の大きさが照射野6×6cm²の場合が、照射野2.5×2.5に比し遙かに大で、約2倍にも達することは、一部として散乱線の影響と考えられるが主として、ファントム表面上の1點に對する照射時間が、照射野の大きさに比例することによるものであろう。

ハ) 深部百分率 (%) について

深部百分率は60°回転において約100%、90°回転において、約120%、180°回転において約200%で概ね、回転角の大きさに比例して増加する。

第43圖において、2.5×2.5cm²の深部百分率曲線と6×6cm²の深部百分率曲線とは、回転角度約45°附近で交叉している。このことは回転角45°以上では照射野2.5×2.5cm²の方が又回転角45°以下では照射野6×6cm²の方が深部百

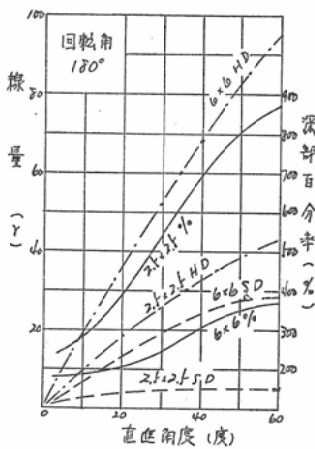
分率において優つていることを意味するものである。

かくの如く両者の深部百分率曲線が交叉する傾向は、次の走査集中照射の特性曲線においても、同様に看取せられる。

以下この点について検討するに、照射野の大きいほど散乱線附加量を増して深部百分率が大きくなることは固定照射における一般常識である。一方回轉照射においては、照射野が小さいほど、利得を増し、中心部の深部線量の集中率が大きくなって、深部百分率が向上され、回轉角度の大きいほど一層顯著であることは自明の理である。即ち深部百分率については、回轉角大なる場合、回轉照射の特性が顯著に現れて、小照射野（ $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ ）の方が優るが、回轉角が小となると固定照射に近ずき、大照射野（ $6 \times 6 \text{ cm}^2$ ）の方が優る結果となるからであろう。

2. 走査集中照射の深部百分率

第45図 走査集中照射深部百分率



照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ 並びに $6 \times 6 \text{ cm}^2$ の場合につき、各種の直進角度に對する回轉中心の深部線量（H D）及び中心直上部の表面線量（S D）を求め深部百分率を計算した。第45圖は、

180°回轉の場合、第46圖は90°回轉の場合を示すものである。横軸に直進角度を採つてあるが、40°とは-20°から+20°に亘る40°を意味する。第45圖、第46圖にはそれぞれ別表として計算表を添

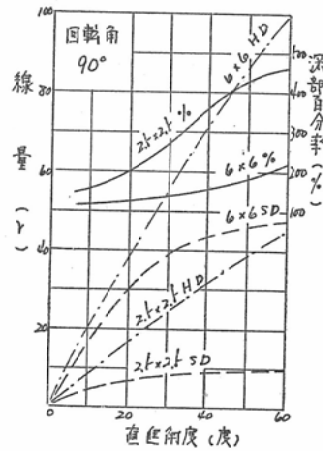
別表 走査集中照射の深部百分率計算表（回轉角 180° の場合）

照射野	$6 \times 6 \text{ cm}^2$			$2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$		
	中心深部量 (γ)	表面線量 (γ)	深部百分率 %	中心深部量 (γ)	表面線量 (γ)	深部百分率 %
10	17.7	9.3	192	9.6	3.3	286
20	35.0	18.0	194	18.4	4.5	413
30	51.6	22.8	226	26.4	4.7	658
40	67.2	24.6	274	33.2	4.7	700
50	81.4	25.4	320	38.8	4.8	807
60	94.8	25.8	368	43.3	4.9	890

摘要

1. 直進角度30°とは、+15° から -15° に亘る30°を意味する。
2. 管電圧 180 K V, 管電流 15 m A, F S D, 40 cm 濾過板 Cu 0.7 + A ϕ 1 mm
3. 表面線量は、ファントム中心直上の表面上における値である。

第46図 走査集中照射深部百分率



附した。

イ) 深部百分率は直進角度60°で回轉角90°の場合、照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ を使用すれば、210%照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ を使用すれば、480%、又回轉角 180° の場合、照射野 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ を使用すれば 368%、照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ を使用すれば、890%に達し、大きな深部線量が得られる。且つ表面線量は全く顧慮する必要がない。

ロ) 深部線量、表面線量、深部百分率の各曲線の特性に對する考察は、前項回轉照射の場合に検討したところと同じ。

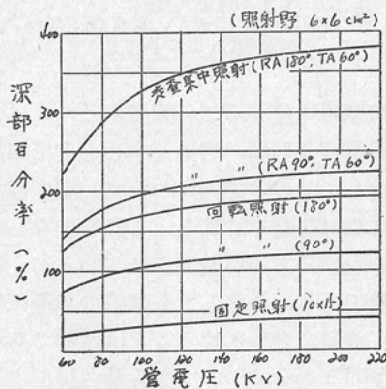
3. 各種移動照射の深部百分率比較

別表 走査集中照射の深部百分率計算表
(回転角90°の場合)

照射野	6 × 6 cm ²			2.5 × 2.5 cm ²		
	直進 角度 (度)	中心 深部量 (γ)	表面 線量 (γ)	深部 百分率 (%)	中心 深部量 (γ)	表面 線量 (γ)
10	18.7	16.9	111	10.9	6.5	152
20	36.9	32.8	113	20.0	9.0	223
30	54.5	41.6	131	28.5	9.4	360
40	71.0	45.0	158	34.0	9.5	359
50	86.3	46.7	184	42.0	9.7	435
60	100.0	47.6	210	46.9	9.8	480

摘要
 1. 直進角度60°とは、+30°から-30°に亘る60°を意味する。
 2. 管電圧 180KV, 管電流15mA, FSD40cm 漏過板 0.7mm+Al 1mm
 3. 表面線量はファントーム中心直上の表面上における値である。

第47図 各種移動照射の深部百分率



本実験によつて得られた結果に基づき、照射野 6 × 6 cm²の場合について、管電圧50KV - 200KVに亘り深部百分率の概略値を計算した。固定照射に對しては、照射野 6 × 6 cm²の適当な文獻がなかつたので、照射野 10 × 15 cm²の場合を採用した。

第47圖により各種移動照射に對する深部百分率の様子を窺うことが出来る。

IX 總括

A) 空中線量特性に關して

- 1) 移動照射に於て計算値と實測値とは略と一致する。
- 2) 回転中心部總線量は他の部に比し照射野の

小なる程、又振子及び走査角度の大なる程著しく大となる。之に反し照射野が大であり振子及走査角度の小なる場合は固定照射に近づき移動照射の意義がなくなる。

a) 回転中心部總線量は回転角度の増加につれてほぼ直線的に著しく増加する (IV-1及2)

b) 之に反し回転中心より比較的離れた位置に於てはその距離が増加する程X線束よりはずれの度が強く總線量は著しく減弱する。

尚照射野が小なる程顯著である。

c) 但し中心部附近に於ては中心より少し離れたところに總線量最大點を生ずる。その中心からの距離は回転角度の大なる程又照射野の小なる程小となる。(IV-3及4)

d) 管球焦點と回転中心とのほぼ中間に第2の總線量最小點がある。X=0.423R (IV-56第20圖)

以上を他の言葉で總括すれば、圖轉照射に於て各點の總線量は回転中心部に於て比較的最大點に達し、それより少しく(1~5cm)離れた所に極大點があり、更に急カーブをもつて減弱し管球焦點と回転中心のほぼ中間に於て最小點に達しそれより管球焦點に近づくとつれて弛やかなカーブを示しつゝ増加する。

B) ファントーム内線量特性に關して。

1) ファントーム内と体内との線量特性の比較に於て相似た深部線量特性を示すことが認められる。尚回転角度の増加により骨盤による吸収の爲線量減少を認める (V)

2) 回転中心部の線量率は照射野が大となると著しく増加し、被照射体を通過する距離が大となると著しく減弱する。之は固定照射の場合に似た現象でファントームによるX線の減弱並に二次散亂線による附加線量の爲である。従つて深部總線量は 6 × 6 cm² 照射野に於ては 2.5 × 2.5 cm² の場合の約3倍となる。

3) 回転照射に於てファントームの表面線量は照射野が小となると著しく減弱する。之は回転時の線束からはづれる期間が長くなり、又被照射体よりの二次線の量が減弱することによる (VI 3~4)

4) 走査集中照射に於て直進運動経路上の深部線量率は直進角度が大となるに従い深部線量率が小さくなる。之は回轉中心よりX線管焦點の距離が大となることに基因する (VII)

5) 走査集中照射に於て直進運動経路上の表面線量率は回轉角度を増すと照射野を外れて急激に減少する。之を空中(表面)線量率と比較するとファントムによる Back-Scatter の影響による可成りの相違を認める (VII)

6) ファントム内走査集中照射の深部線量は計算値と實測値とが略と一致することを認めた。

7) 回轉照射 (180°) に於て表面線量は90° ~ 120° 回轉に於て飽和状態に達するに反し, 深部線量は比較的直線的に増加する。この關係は照射野の大なる程著明に現われる。之は散亂線附加によるものである。従つて回轉照射は病巣外健康組織の保護に有用であり、之によつて病巣線量率を著しく増加することが出来る。この關係の深部百分率を示す曲線が照射野 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ と $6 \times 6 \text{ cm}^2$ との比較に於て回轉角度約45° 附近に於て増加曲線が交叉することは(第43圖)照射野, 附加散亂線, 回轉角度, 及び深部百分率の關係を如實に示すものであつて照射野の小なるときは回轉角度の大なることが有利であり必要な條件である。即 $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ 照射野に於て回轉角 180° 直進角度60° に於て實に 890%の深部百分率を示すに至る(第45圖)結論的に回轉照射に於ては病巣線量を比較的有意義に増加する爲には $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ ~ $6 \times 6 \text{ cm}^2$ 位にし且回轉角度は少なくとも60度以上にすることが望ましいが病巣が更に大となればそれに應じた條件が必要である。

X 結 語

本實驗により, 回轉照射, 振子照射, 振子型走査集中照射の各術式に對する空中線量特性並に特定のファントムにおける中心の深部線量, 深部百分率について, 夫々の特性を明かにすることができた。併しならが臨床の實際に當つては, 被照射体の形状, 大きさ, 病巣の位置等は多種であり, 被照射体内部の組織の状態も亦多様であつて, 深部線量の決定は簡單には行かないが, 基本的概念の

(別表) 各種移動照射の深部百分率比較表

照射式	一門照射	回轉照射		走査集中照射		
	照射野 cm^2	6 × 6		6 × 6		
照射	固定	RA : 180°	RA : 90°	RA : 180° TA : 60°	RA : 90° TA : 60°	
条件 (%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
管電圧 (KV)	50	18	118.0	71.2	230	130
	60	24	125.0	75.5	244	140
	70	27	156.0	94.0	304	173
	80	29	167.0	100.0	324	185
	90	31	182.5	110.0	355	202
	100	32	184.5	112.0	360	204
	120	32.5	187.0	113.5	364	207
	140	33	189.5	114.5	368	210
	180	33	196.0	117.5	378	216
	200	33	196.0	117.5	378	216
摘要	1. RA : 回轉角度 TA : 直進角度 2. 管電流 15 mA, FSD : 40 cm, 漏過板 Cu 0.7 + Al 1					

推理並に應用に資すること大である。

外國文獻によれば, 病巣を中心として四周を數個に等分し, その各方向について, 空中線量を基準として深部線量を計算し, これを合算して總深部線量を求める方法が發表されているが, その計算は複雑であり, これとても臨床の各種の場合について, 嚴密に合致させることは困難である。數種の典型的な場合について等線量曲線を求めておき, その値から線量を類推する方法もあるが, 總ての場合に對して正確を期することはむづかしい。

これ等の諸件については, 今後引つゞき, 研究をつゞけることとしたい。本結果に見る如く, 移動照射においては, 深部百分率は數百パーセントに達し, 大きな深部線量が得られ, 皮フ障害に對し, 表面線量は全く考慮する必要がなく, 宛る病巣周邊の健康部に對するX線障害防止が重大な問題となつてくる。これがためには, 第1に病巣の位置, 大きさ, 形状等を明かにすること, 第2に所望の病巣部のみX線が集中される如く, 照射條件, 照射術式を撰定すること, 第3にX線束を正

件、照射術式を撰定すること、第3にX線束を正しく所望の部位に指向すること等が重要な要件となってくる。

第1のためには、立体撮影（透視）、断面撮影（透視）、流動撮影等が應用されるであろう。

第2のためには、照射野の撰擇、遮蔽鉛板の利用、各種照射術式の運用の宜しきを得ることが希まれ、切線照射の術式も取り入れられるべきであろう。

第3のためには、X線束の所望部位に對する照準機構が必要となってくる。

之を要するに、移動照射術式の臨床的應用については、尚幾多の懸案未解決事項が残されているが本實驗によつて、その線量について一部の特性を明らかにすることが出来た。更に研究を進め懸案未解決事項を逐次解決して行き度いと思う次第である。

執筆するにあたり在学時代より御指導を賜つた恩師長橋正道名誉教授、西岡時雄教授、永井春三助教授を始め先輩の諸先生方に衷心感謝の意を表する。西岡教授には特に本論文の御懇篤なる御指導と御校閲を賜り深謝す。又常に親しく御助言を賜つた牧野利三郎博士、大阪通信病院島崎敏雄博士、大阪市大藤野守次教授、長崎大学立入弘教授、奈良医大高田博教授、大阪厚生年金病院山田真三博士等の諸先生の御友情に對し厚く御礼

を申し上げる。更に本實驗に當り常に日夜をおしまず御協力下さつた大日本レントゲン製作所研究部長丹羽勇先生並に島倭文氏及び阪大宮永一郎講師、日生病院平木元二主任技師他一同に對し厚く御礼申し上げる。

（本論文の要旨の一部は日本医学放射線学会第47回関西西部会（1956—6—10）にて新しい治療術式の基礎的考察第2報第3報として及び第8身中国、四国第49回関西合同部会（1956—11—6）に於て発表した。

参考文献

- 1) R. du Mesnil de Rochemont: Strahlen ther 60 (1939). — 2) Nakaizumi u. Miyakawa: Strahlen ther, 66 (1939). — 3) R. du Mesnil de Rochemont: Strahlen ther, 59 (1941). — 4) Worthley, W.J., and Neary, G.J.: Brit. J. Radiol. XXV (1944). — 5) Meredith, W., and Neary, G.J.: Brit. J. Radiol. XVII (1944) — 6) Wachsmann. u. Roßmann: Strahlenther, 87 (1952). — 7) Wachsmann u Barth. Die Bewegungsbestrahlung, Georg Thieme Verlag (1953). — 8) Glasser, O, et al.: Physical Foundation of Radiology, Hoeber (1953). — 9) Glasser, O, et al.: Physical Foundation of Radiology, Hoeber (1956). — 10) M.M. Kligermann et al.: Radiology, 62 (1954). — 11) J. Becker et al.: Strahlen ther. 96 (1954). — 12) Wheatley, B.M.: Brit. J. Radiol. XXVIII (1955). — 13) H. Wichmann: Rönt. Geschichte u. Gegenwart (1955) — 14) H. Wichmann: Fortschr. Röntgenstr. (1955). — 15) 宮永: 日本医放会誌, 第16巻第10号, (1957—1—25). — 16) 諏訪, 丹羽, 島日医放誌, 第17巻 第7号, (1957—10—25).

Experimental Studies of Characteristics of Dose Distribution In the Moving Field Therapy

By

Shingo Suwa

Nissei Hospital of Osaka. Dept of Radiology

Dose distributions were measured in several types of the moving field irradiation (pendulum, rotation or revolution and convergent irradiation) and surveyed their characteristics.

The machine used in this study was Deep Therapy Unit made by Dainippon Roentgen Mfg. Co., Ltd.

The summary of results obtained was as follows:

1. The air dose and dose distribution in the air in each type of irradiation were

measured and compared with the values calculated and was secured to be negligible.

2. The depth dose and dose distribution in a phantom in each type of irradiation were measured and the percentage depth dose was calculated. Their characteristics were compared one with another.

3. The phantom used was a mixture of rice and flour. The difference between this phantom and human tissue was secured to be negligible about the depth dose.
