



| | |
|--------------|---|
| Title | 移動照射の基礎線量分布について 其の1 回轉照射, 振子照射の基礎線量分布 |
| Author(s) | 宮永, 一郎 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1957, 16(10), p. 1021-1026 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/14978 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

移動照射の基礎線量分布について

其の1 回轉照射, 振子照射の基礎線量分布

大阪大學醫學部附屬診療エックス線技師學校(校長 西岡時雄)

宮 永 一 郎

(昭和31年9月15日受付)

1. 緒 言

皮膚面上に於て, X線束を移動させて, 皮膚線量を軽減し, X線集中點の深部線量を高めようという試みは, 1906年の Kohl の着想以来, 種々の方式が發表され, 我邦に於ても中泉教授により早くから臨床に應用された。

最近では, 機械の進歩により, 回轉照射, 振動照射から, 走査集中照射まで行われるようになった。

著者は, これら一連の移動照射法に就ての基礎線量分布に關する考案を行い, 各方式の線量分布の特徴を明らかにすることを目的とした。

基礎線量分布曲線とは, 吸収と散亂とを除いた場合の分布曲線を意味する。従つて, Mev オーダーのX線, γ 線の空中線量分布はこの基礎分布曲線に近づくであろう。

250KV程度普通の治療用X線に對しては, 空中線量分布でも, こゝに求める分布曲線とは, 一致しない。然し, 同じ線質のX線による治療の術式の線量分布特性や, それらの優劣の比較などは, この假想的な基礎分布曲線を考えることによつて或る程度まで行いうる筈である。

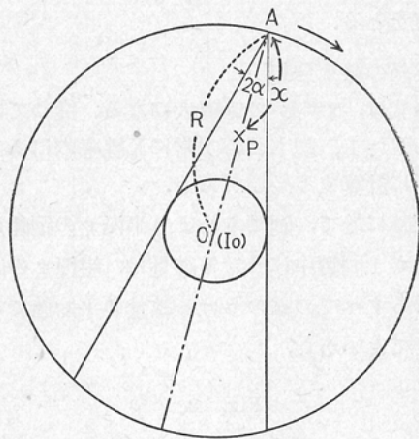
このような考えのもとに, 本報告では, 回轉照射, 振子照射の基礎線量分布を求めた。

本文中では線量分布とのみ書く場合も, すべて上の基礎分布曲線の意味である。

2. 回轉照射の基礎線量分布

回轉照射は, 回轉軸のまわりに, 管球を360°回轉させる照射法, 或いは, 固定したX線束に對して, 患者を360°回轉させて行う照射法をいう。

Fig. 1



この場合は, 線量分布は, 回轉中心 O に關して對稱であるから, 第1圖の \overline{AO} 上の分布がわかればよい。

管球焦點 A より \overline{OA} 上で x の距離にある點 P における1回轉中の積算線量を計算する。P 點における積算線量は, この點の線量率に, P 點が1回轉の時間 T の間に, X線束内にある時間 t を乗じたものである。

$$I_x = F \cdot T$$

とおき, この F を時間因子と呼ぶ¹⁾。

中心 O における線量率を L_0 , X線束のひろがりの角度を 2α とすると, P 點における積算線量 I_x は

$$I_x = \frac{R^2 L_0}{x^2} t_1 + \frac{R^2 L_0}{(2R-x)^2} t_2$$

第一項は P 點が管球に近い場合, 第二項は反対側から照射された場合の線量である。

茲に, $t_1 = F_1 T$, $t_2 = F_2 T$,

$$F_1 = \frac{2\alpha x}{2\pi(R-x)} \quad F_2 = \frac{2\alpha(2R-x)}{2\pi(R-x)}$$

$$= \frac{\alpha x}{\pi(R-x)}, \quad = \frac{\alpha(2R-x)}{\pi(R-x)}$$

従つて, $I_x = \frac{R^2 I_0}{x^2} \cdot \frac{\alpha x}{\pi(R-x)}$
 $+ \frac{R^2 I_0}{(2R-x)^2} \cdot \frac{\alpha(2R-x)}{\pi(R-x)} \dots (1)$

I_0 は $I_0 = L_0 T$, 即ち回轉中心における積算線量を表わす。

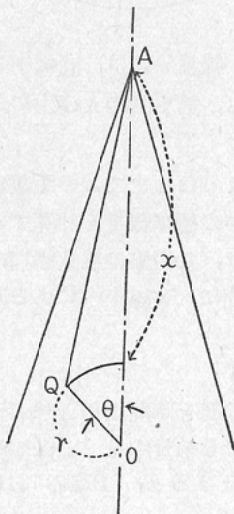
この曲線は, $x = (1 - \frac{1}{\sqrt{3}}) R = 0.42R$ で極小値をとる。

中心部の線量分布

(1)式は, $x = R$ で無限大になる。従つて中心部即ち $F = 1$, 即ち回轉中常にX線束内にある部分は別に計算する必要がある。

第2圖に於て, 回轉中心より半径 r の距離にある点 Q が1回轉中にうける線量は, 半径 r の圓周上にあるすべての点のうける線量の平均値であると考えてよいから,

Fig. 2



$$I_Q = \int_0^{2\pi} \frac{R^2 I_0}{AQ^2} d\theta / \int_0^{2\pi} d\theta$$

$$= 2 \int_0^\pi \frac{R^2 I_0}{R^2 + r^2 - 2Rr \cos\theta} d\theta / 2\pi$$

$$= \frac{R^2 I_0}{R^2 - r^2}$$

そこで $r = R - x$ とおくと

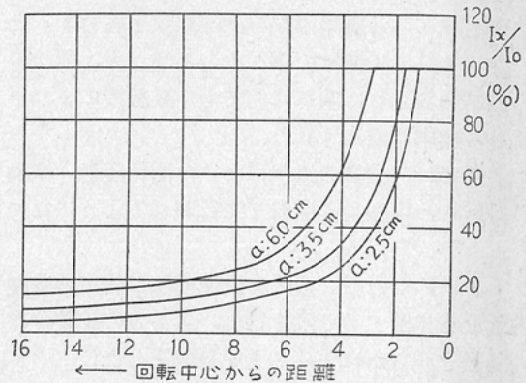
$$I_Q = \frac{R^2 I_0}{x(2R-x)} \dots (2)$$

I_Q は殆んど一定の値をとる。

(1) 及び (2) を回轉半径 $R = 50\text{cm}$ とし, 回轉中心における總線量 I_0 に対する百分率で表した圖を示す。(Fig. 3)

圖中 a は中心部における照射幅をあらわし, X線束のひろがり $a = 100\alpha$ の關係がある。

Fig. 3 回轉照射における線量分布曲線



3. 振子照射の基礎線量分布

振子照射は, 振動軸を中心として, 或角度の間を, 管球が往復圓弧運動をするものである。

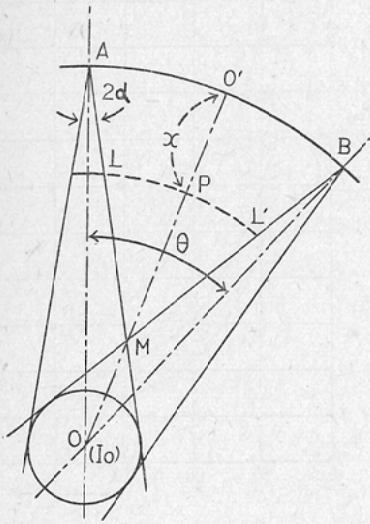
振動角が 180° をこえると, 回轉照射の場合の(1)式における第2項を考慮する必要があるが, こゝでは特に, 第2項を考慮する必要のない場合を振子照射の特徴と考え, 振動角を 180° 以内に限定する。

振子照射における線量分布は第4圖における O O' に関して對稱である。そして, 管球が O' 点よりずれた位置にある場合, 例えば, $O''O$ 上の分布は OO' 上の分布とは異つてくる。

對稱軸 OO' 上の基礎線量分布

振動角を θ , 振子運動の半週期を T とし, その他は回轉照射の場合と同じ記號を使うと, OO' 上で O' より x の距離にある点 P の半週期中にうける線量は

Fig. 4



$$I_x = \frac{R^2 I_0}{x^2} FT$$

茲に

$$F = \frac{2\alpha x}{LL'} = \frac{2\alpha x}{(R-x)\theta}$$

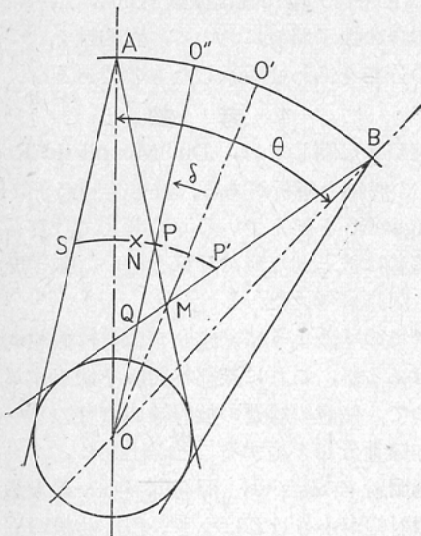
従つて

$$I_x = \frac{R^2 I_0}{x^2} \cdot \frac{2\alpha x}{(R-x)\theta} \dots \dots \dots (3)$$

この曲線は $x = \frac{R}{2}$ で極小値を持つ。

對稱軸をそれた位置にある半径上の空中線量分

Fig. 5



布

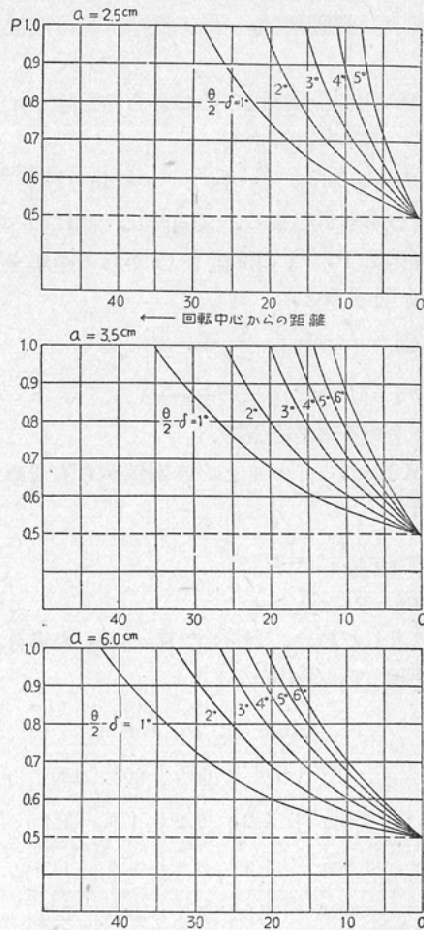
對稱軸から角 δ だけそれた位置における半径 $O''O$ 上の線量分布を考える。

第5圖に於て、 SPP という圆弧を考えると、(3) 式の成立するのは、照射野全體が通過する PP' の間のみである。振動の端に管球が来た場合に、X線束中にあるN點では、時間因子は $p = \frac{SN}{SP}$ 倍に短縮される。即ちN點に関する時間因子 F' は

$$F' = pF$$

$$\frac{1}{2} \leq p = \frac{SN}{SP} \leq 1$$

Fig. 6 振動照射における對稱軸をそれた半径上における線量分布を求める場合の因子 p の關係



茲に p は近似的に

$$p = \frac{1}{2} + \frac{R-x}{2ax} \left(-\frac{\theta}{2} - \delta \right)$$

と書ける。

第5圖中のP點は、時間因子 F, F' 適用の境界點である。又Q點は、これより中心に近い點は、振子運動中常にX線束内にあるから、 F' と $F = 1$ 適用の境界點である。

線量最大點M、及びP、Qの位置

振子照射に於ては、振動中心と共に、線量最大點が重要な意味をもつ。治療の場合には、この點が病巣の位置にくるように振動中心を決めなければならない。

管球が振動の兩端に來た場合のX線束の交點Mは常に線束内にあり、又最も焦點に近いから、振子照射中の線量最大點となる。(第5圖) この點の位置は、振動角 θ 、及び照射幅 a の函數である。

この點の位置を振動中心Oからの距離 ρ_M で表わすと、簡単な計算から

$$\rho_M = a/2 \sin \left(\frac{\theta}{2} + \varphi \right), \quad \varphi = \tan^{-1} \frac{a \cos \alpha}{2R}$$

と表わす事が出来る。又同時に、前にのべた二つの境界點 P、Q の位置も O からの距離を夫々 ρ_P, ρ_Q とすると、

$$\rho_P = a/2 \sin \left(\frac{\theta}{2} + \varphi - \delta \right)$$

$$\rho_Q = a/2 \sin \left(\frac{\theta}{2} + \varphi - \delta \right)$$

より求める事が出来る。

尚 M 點は、 $F = 1$ という關係からも求められる。即ち

$$\frac{2 \times x}{(R-x)\theta} = 1$$

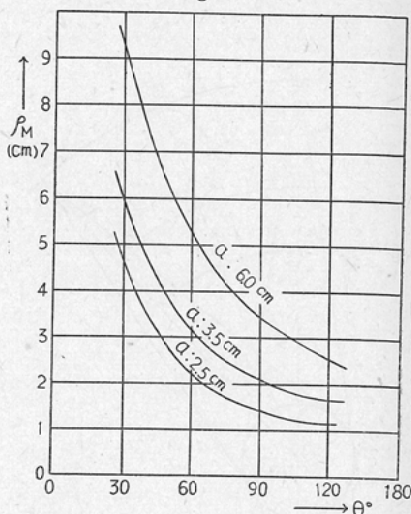
$$\rho_M = R - x$$

圖に示したのは、すべて $R = 50\text{cm}$ の場合である。(Fig. 7, Table. 1)

Table. 1 ρ_M の表

| a \ θ | 30° | 60° | 90° | 120° |
|--------------|-----|-----|-----|------|
| 2.5cm | 4.7 | 2.2 | 1.5 | 1.2 |
| 3.5cm | 5.9 | 3.1 | 2.1 | 1.7 |
| 6.0cm | 9.3 | 5.1 | 3.5 | 2.5 |

Fig. 7



振動中心部における線量分布

回轉照射の場合と同様の考え方で、 $F = 1$ の點の線量分布を求める事が出来るが、振子照射の場合は、前者のように中心Oに關して對稱でないから、次のような近似的な方法をとつた。即ち一門照射と回轉照射を振子照射の兩極限と考え、任意の角度の振子照射の場合は、兩者の値から内挿して求めた。

次に、 $R = 50\text{cm}$ の場合、照射幅及び振動角を種々に選んだ場合の基礎線量分布の圖を示す。

(Fig. 8—14) 第15圖は振動角 60° 、照射幅 3.5cm の場合の振子照射において、對稱軸をはづれた場合の分布をあわせ圖示したものである。

4. 考 按

回轉照射に關しては、Du Mesnil de Rochemont の詳細な解析がある。彼も時間因子 (Belichtungszeit と呼んでいる) を考えて計算している。著者は彼と別な形で計算を行い、振子照射の場合も同時に考えた。

緒言でのべたように基礎分布曲線は假想的なものではあるが、これに深部率曲線を適用することによつて、任意の線質の放射線の實際のファントム内線量分布を論ずることが出来る。

回轉照射の場合、照射幅が唯一の變數となる。照射幅が小さければ小さい程、曲線の立ち上

Fig. 8~Fig. 11
振子照射の線量分布曲線 I
(振動角について分類したもの)

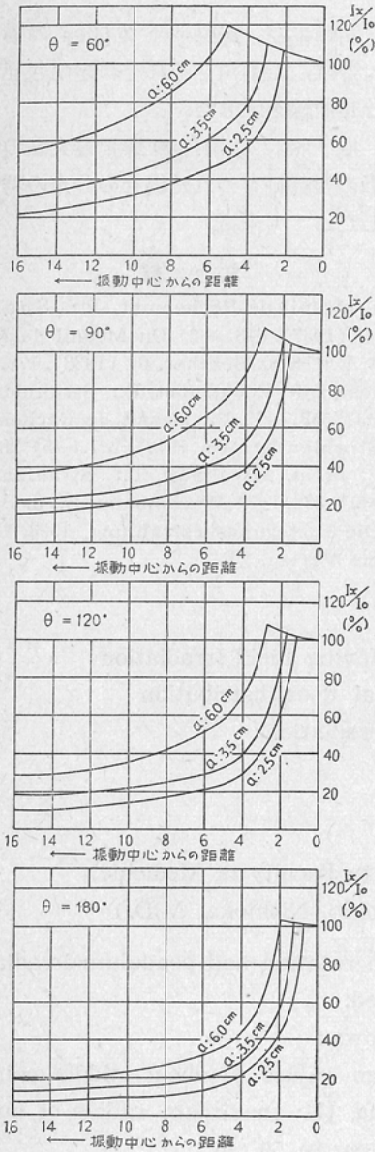


Fig. 12~Fig. 14
振子照射の線量分布曲線 II
(照射幅について分類したもの)

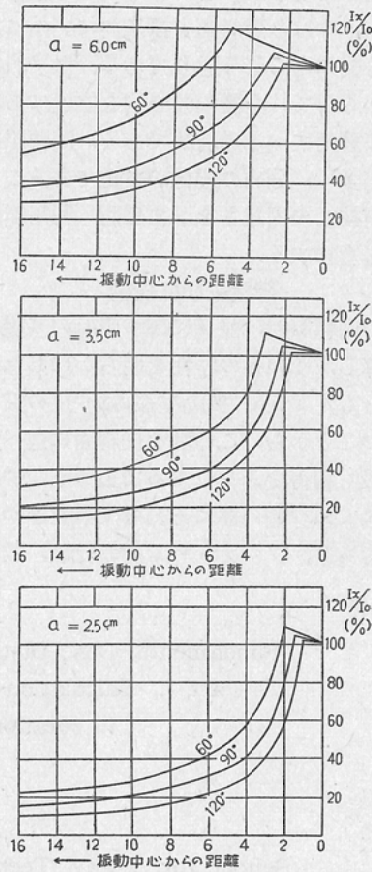
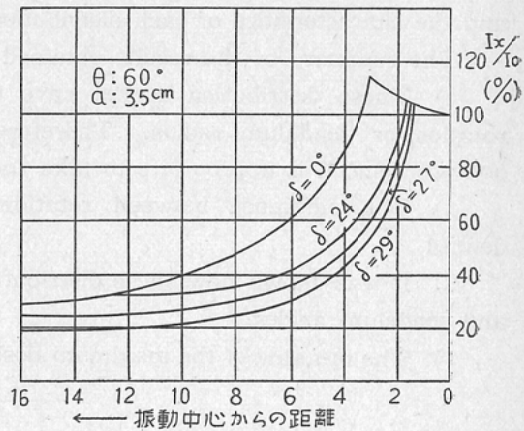


Fig. 15 振動角60° 照射幅3.5cm の振子照射の対称軸からそれた半径上の分布をも考慮に入れた. 線量分布曲線



りは大きく、中心集中度もよい。曲線は回轉中心に對して對稱であるから、身體の略と中心にある病巣に對して有効な照射法であると云える。

振動照射の場合には、照射幅と振動角の二つの因子によつて曲線は變化する。曲線の立ち上りをよくするのに、照射幅を小さくするか、振動角を大きくするかは、撮影の場合に、電壓を上げる

か、mAを増やすかの問題によく似ている。即ち、病巣の大きさや位置等、その時の治療条件によって始めて決まることである。更に線量最大点の位置が、やはり照射幅と振り角にいかにか左右されるかも圖に見られる通りである。振り照射は、この点からみて、身體の偏心的な位置にある病巣に對して適用すべき照射法である。回轉照射よりも變數が多く、分布の變化が複雑であることは、その照射技術の困難さを示す反面、利用範圍の多いことも意味する。

總括並びに結論

(1) 回轉照射、並びに振り照射の基礎線量分布を計算し、その各の特性を明らかにした。兩分布曲線とも、回轉、振動半徑の約 $\frac{1}{2}$ の點に極小點をもつことから、この點を皮膚面に選べば、理論的に最も利得をふやし得るであろう。併し實際には、各人の身體の徑にあわせて半徑をかえる事は困難であり、ファントム内の吸収、散亂を考

慮すると、人體の最大徑を約30cmとして、40~50cmの半徑を使用するのが適當であると考えられる。

(2) 回轉半徑、振動半徑が50cmの場合につき、照射野幅、振動角をそれぞれ變化させた場合の線量分布曲線を示した。

(3) 振り照射の場合の線量最大点の位置及び、振動の對稱軸をづれた場合の分布の特徴を明らかにした。(未完)

文 獻

- 1) Du Mesnil de Rochemont, R.: Strahlenther. 60 (1937), 648. —2) Du Mesnil de Rochemont, R.: Strahlenther. 63 (1938), 176. —3) Du Mesnil de Rochemont, R.: Strahlenther. 66 (1939), 593. —4) Du Mesnil de Rochemont, R.: Strahlenther. 68 (1940), 221. —5) Nakaidzumi, M. u. Miyakawa, T.: Strahlenther. 66 (1939), 583. —6) Wachsmann, E., u. Barth, G.: Die Bewegungsbestrahlung, 1953. Gerog Thieme Verlag.

Fundamental Dose Distribution in The Moving Field Irradiation Part 1. Calculation of the fundamental dose distribution in rotation and pendulum irradiation

By

Ichiro, Miyanaga.

School for X-Ray Technicians, attached to Faculty of Medicine,
Osaka University. (Director: Prof. Tokio, Nishioka, M.D.)

The fundamental dose distribution was calculated in rotation and pendulum irradiation and the characteristics of each distribution was studied.

The summary of the results obtained are as follows:

- 1) These distribution curves have the minimum values at about middle point of rotation or pendulum radius. Therefore, considering the maximum radius of human body contour, it is appropriate to take these radii 40 cm to 50 cm.
- 2) The difference between rotation and pendulum irradiation was theoretically defined.
- 3) It was shown how these distribution curves changed according to the field widths and pendulum angles.
- 4) The meaning of the maximum dose point in the pendulum irradiation was clarified.