

Title	移動照射の基礎線量分布について 其の2 コンバージョン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. 1027-1030
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20527">https://hdl.handle.net/11094/20527</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# 移動照射の基礎線量分布について

## 其の2 コンバージェント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

コンバージェント照射には、種々の型式が考えられるが、此處では、實用化されている二つの型式、螺線型走査集中型式(Spiral Convergent)と振り型走査集中型式(Pendulum Convergent)とについて、基礎線量分布を計算する。

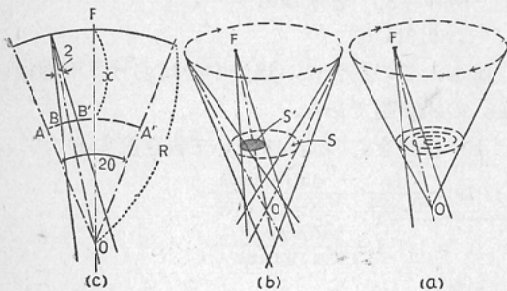
計算の過程にも示されるように、螺線型とか振り型とかいうのは、管球の運動にもとずいての名命であつて、線量分布に関して本質的な意味を持つものではない。兎に角、管球焦点が、常に或點をねらいながら、きめられた曲面上を一様に走査するような運動であれば差支えない。このような意味で、コンバージェント照射を一應「走査集中照射」と書いた。

### 2. 螺線型走査集中照射の基礎分布曲線 (Fig. 1)

螺線型走査集中照射とは、第1圖(a)に示す如く、管球は、走査集中點を中心とする球面上で等角速度螺線運動を行うものである。

管球焦点と集中點Oとを結ぶ線上で、焦点からXの距離にある點Pの時間因子Fを求める。

Fig. 1 螺旋型走査集中照射の説明圖



管球は螺線運動を行うが、一定の角速度で運動するから圓錐内の球面S上を一様に照射すると考えてよい。従つて、P點の時間因子は、面積Sに對する、X線束のP點における照射野S'の比で與えられる。(照射野はこゝでは圓型のもの考える。)

管球焦点と集中點Oとを含む斷面を第1圖(c)に示す。この場合中心に張る角を $2\theta$ とし、X線束の開きの角を $2\alpha$ とすれば、

$$S = 2\pi(R-x)^2(1-\cos\theta)$$

$$S' = 2\pi x^2(1-\cos\alpha)$$

であるから

$$F = \frac{S'}{S} = \frac{x^2}{(R-x)^2} \frac{(1-\cos\alpha)}{(1-\cos\theta)}$$

となる。

従つて、集光中心の線量率  $L_0$ 、1週期の照射時間を  $T$  とすれば、P點における1週期照射中における積算線量  $I_x$  は、

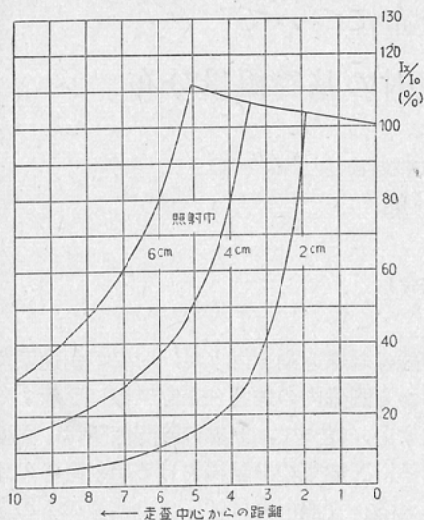
$$\begin{aligned} I_x &= \frac{R_2}{x^2} L_0 F T = \frac{R^2 L_0 T}{x^2} \frac{x^2}{(R-x)^2} \frac{(1-\cos\alpha)}{(1-\cos\theta)} \\ &= \frac{R^2 I_0}{(R-x)^2} \frac{(1-\cos\alpha)}{(1-\cos\theta)} \\ (\because I_0 &= L_0 T) \end{aligned}$$

となる。茲に  $I_0$  は、集中點Oにおける積算線量である。この曲線は、回轉照射、振動照射の分布曲線におけるような極小點をもたず、集光中心に向つて單調に増大する。

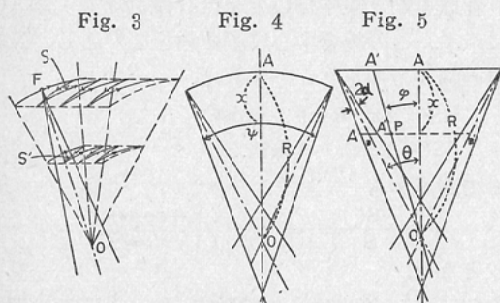
中心部、即ち  $F = 1$  の部分内の線量分布は全く振り照射の場合と同じように取扱つた。

次に示す圖は、中心にはる角  $2\theta = 60^\circ$ 、 $R = 45$  cm、中心における照射野幅、2 cm、3 cm、4 cm についてのものである。(Siemensの装置の数値を入れた。)(第2圖)

Fig. 2 螺旋型走査集中照射の基礎線量分布曲線



振子型走査集中照射の説明圖



2. 振子型走査集中方式の基礎線量分布.

振子型走査集中方式とは、振子照射の組合せである。第3圖に示す如く、管球は、集光中心を振動中心として、振子運動をくりかえして、水平方向に移動する。走査面は一つの圓筒側面である。

第4圖及び第5圖は、集中點Oを含む。互に垂直な平面による断面を示す。

この方式では、管球焦點と集光中心との距離が一定ではないから、螺旋型の場合や、回轉、振動照射の場合のように、集光中心における線量率から出發する計算は出来ない。

第5圖において、中心軸AOとφだけの傾きをもつA'O上で、管球の運動面からxの距離にある圓筒上の點Pにおける一走査週期間の總線量を求める。

この場合の時間因子は全く、前の場合と同様に、二つの面積、SとS'(X線束のP點に於る照射野)の比で與えられる。

$$S = 2(R-x)^2 \psi \tan \theta$$

$$S' = 4 \alpha^2 x^2 \sec^2 \phi$$

茲に圖に示す如くφは振動角、2θは平行移動方向の角、Rは、AOの距離である。

従つて

$$F = \frac{S'}{S} = \frac{2 \alpha^2 x^2 \sec^2 \phi}{(R-x)^2 \psi \tan \theta}$$

管球焦點から1cmの距離にある點の線量率をLTとすれば、P點における一走査中の總線量IPは

$$\begin{aligned} IP &= \frac{LT T}{(x \sec \phi)^2} \cdot F \\ &= \frac{LT T}{R^2} \cdot \frac{2 R^2 \alpha^2 \sec \phi}{(R-x)^2 \psi \tan \theta} \\ &= \frac{2 R^2 \alpha^2 \sec \phi}{(R-x)^2 \psi \tan \theta} I_0' \quad (\text{茲に、} I_0' = \frac{LT}{R^2} \text{とおく}) \end{aligned}$$

I\_0'は、管球がAに一走査時間中静止しているとした場合の、集光中心Oがうける總線量である。

集光中心Oにおける總線量

管球が移動して、焦點、集光中心間の距離が変わるから、集光中心における線量率は、次の平均値をとる。

$$\begin{aligned} L_0 &= \int_0^{2\theta} \frac{LT}{R^2 \sec^2 \phi} d\phi / \int_0^{2\theta} d\phi \\ &= \frac{1}{2} \frac{LT}{R^2} \left( 1 + \frac{\sin 2\theta}{2\theta} \right) \end{aligned}$$

従つて、一走査中のOにおける實際の總線量I\_0は

$$\begin{aligned} I_0 &= L_0 T \\ &= \frac{1}{2} \frac{LT T}{R^2} \left( 1 + \frac{\sin 2\theta}{2\theta} \right) \\ &= \frac{1}{2} I_0' \left( 1 + \frac{\sin 2\theta}{2\theta} \right) \end{aligned}$$

今θ=30°とすると

$$I_0 = 0.914 I_0'$$

即ち、この場合は、集光中心における總線量はI\_0'の約9割である。

IPの式をこのI\_0について書き直すと

$$\begin{aligned} IP &= \frac{I_0}{0.914} \frac{2 R^2 \alpha^2 \sec \phi}{(R-x)^2 \psi \tan \theta} \\ &= 1.1 I_0 \frac{2 R^2 \alpha^2 \sec \phi}{(R-x)^2 \psi \tan \theta} \end{aligned}$$

となる。

振子型走査集中照射の基礎線量分布曲線  
Fig. 6 振動角120° Fig. 7 振動角60°

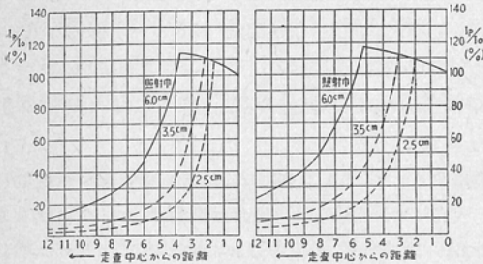
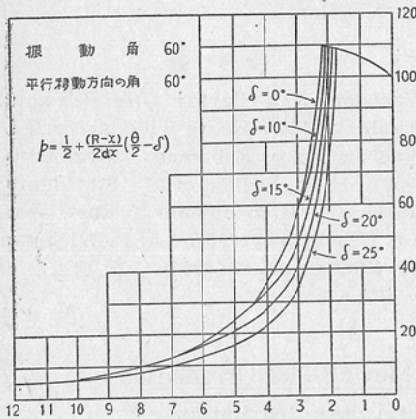


Fig. 8 振子型走査集中照射の振動方向の断面 (Fig. 4) における線量分布曲線 (振動対称軸をそれた位置における分布も考慮した)



中心部における線量分布は、振上照射の場合と同様に扱った。

次にR=50cm, 振動角120°及び60°, 照射幅2.5cm, 3.5cm, 6.0cmの場合の基礎線量分布曲線を示す。但しこれは、第4図, 第5図に示す断面のAO上の分布, 即ちφ=0の場合の分布曲線である。

又第8図は、振動角60°の場合、同じく、φ=0の断面における分布を示すが、同時にこの平面内で、振動の対称軸をずれた場合の分布も示した。圖中δは、対称軸AOからの角を表わす。尚第6, 7, 8図共に水平方向の移動角ψは60°の場合である。

### 3. 線量最大点の位置

螺旋型の走査集中照射では、集中点Oを含む断面は常に等しいから、線量最大点の位置は、振子照射の場合と全く同様、照射幅が決まれば確定す

る。(2θが一定の場合)

振子型の場合、事状が異なり、集中点Oを含む、互に垂直な二つの断面 (即ちFig. 4, 5に示すもの) 内で線量最大点の位置は、一般に異なってくる。何故なら振動角φが任意に變化するからである。水平方向の移動角2θがきまれば、二つの断面で線量最大点が一致するような振動角φは唯一つしかない。

### 4. 考 按

走査集中照射, 回轉照射, 振動照射の基礎分布曲線の比較

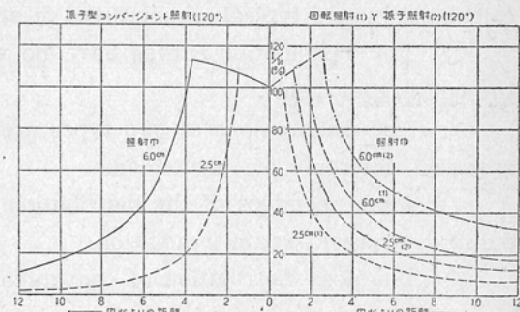
第9圖に、振子型走査集中照射と、回轉並びに振子照射の基礎分布曲線を比較して示した。いづれもR=50cmの場合である。

走査集中照射は、振動照射の擴張である。回轉照射の特徴である反対側からの照射の影響のない点、線量最大点が重要な意味をもつ点、従つて、実用的には回轉照射の如く、ファントム中心にある病巣に對してよりも偏心的な病巣に對して適當である点等を考えると明らかである。

同じ振動角の場合振動照射と走査集中照射では、圖の如く、曲線の立ち上り方に於て、走査集中照射の方が明らかに利得は多い。

回轉照射は先に述べた如く、適用の範囲の制限はあるが、中心における線量集中度はむしろ走査集中照射よりもよい。利得に於ては振動角120°の走査集中照射よりも悪い。併し吸収, 散亂を考慮に入れると、必ずしも、そう言えるかどうかは疑問である。

Fig. 9 コンバージェント照射, 回轉照射, 振子照射の比較



螺線型走査集中照射の線量分布は、Oを含むあらゆる断面で對稱であり、線量最大點もはつきりときまる。振り型走査集中照射の線量分布は、振動角の撰擇性があり、振動角と照射幅の二つの因子で利得を變化させ得るのが特徴である。又同時に、取扱いの難しい點でもある。更に、線量最大點の位置の變化も複雑である。

#### 總括並びに結論

1. 走査集中走査の二つの代表的な型、螺線型走査集中照射と振り型走査集中照射について、基礎線量分布を計算した。兩者の形式上の相違に拘らず、原理的に、共に二次元的に管球を走査する方式であるから、線量分布の函數型は兩者共同である。そして回轉照射、振動照射の場合と違つて極小點をもたない。併し、曲線の立ち上り方や、回轉、振動照射を同じ機械で行わせる必要等から、焦點集光中心距離は40~50cmが適當であろう。

2. 螺線型、振り型兩型式の基礎線量分布曲線に照射野幅、振動角を二三變化させた分布曲線を

示した。同時にそれぞれの特徴を論じた。

3. 振り型走査集中走査(振動角 $120^\circ$ )と回轉照射、振り照射(振動角 $120^\circ$ )の線量分布曲線と比較した。利得の上では走査集中照射が一番すぐれているが、線量の集中率はむしろ回轉照射の方がよい。

擧筆するにあたり、御指導、御校閲を賜つた西岡教授、並びに日生病院諏訪先生に感謝する。又面倒な數値計算、圖表作成に協力された大日本レントゲン製作所研究部、丹羽勇氏並びに島倭文郎氏に感謝の意を表す。

(本論文の要旨は、第46回、47回日本醫學放射線學會關西部會で發表した)。

#### 文 獻

- 1) Wachsmann u. Barth: Die Bewegungsstrahlung, 1953, Georg Thieme Verlag. —
- 2) Wachsmann u. Roßmann: Strahlenther, 87(1952). —
- 3) J. Becker et al: Strahlenther, 96 (1954). —
- 4) H. Wichmann: Rönt, Geschichte u. Gegenwart(1955). —
- 5) H. Wichmann: Fsch. Röntgenstr. 83 (1955). —
- 6) 宮永: 日醫放誌, 本號.

### Fundamental Dose Distribution in the Moving Field Irradiation Part 2. Calculation of the fundamental dose distribution in the convergent beam irradiation

By

Ichiro, Miyanaga

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

#### Summary

- 1) The fundamental dose distribution of the convergent beam irradiation was calculated in two typical mechanisms of spiral and pendulum convergent.
- 2) The distribution curves have no minimum point, and increase monotonously to the convergent point.
- 3) The distributions of two types are expressed in the same formula in spite of the apparent difference of mechanisms.
- 4) Some examples of the distribution curve are offered both about spiral and pendulum convergent beam irradiation.
- 5) The dose distribution of convergent beam irradiation was compared with those of rotation and pendulum irradiation.