

Title	エックス線の作用量及びその分布の求め方について (其の一)
Author(s)	江藤, 秀雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1949, 8(3), p. 11-14
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18067
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

エックス線の作用量及びその分布の求め方について (其の一)

東京大学医学部放射線学教室(主任 中泉教授)

助教授 江 藤 秀 雄

On the method of obtaining the action dose of x-rays
and its distribution. (Part I.)

Assist. Prof. Hideo Eto

(Radio-logical department, faculty of medicine, Tokyo University.
Director. Prof. Masanori Nakaidzumi)

(内容梗概)

作用とは一般に被照射體のある場處に於ける直接及び間接のエックス線の總線量の意に用いられ

ている。従つて被照射體の皮膚表面(又はフロントーム)の表面に於ける作用量が皮膚線量或いは表面量であり、組織乃至被照射體(又はフロントー

ム)のある深さに於ける作用量が病巣量或は深部量である。本文では作用量を更に廣義のものとしてエックス線照射に際し被照射者の身體に局所的乃至全身的に現れる影響に關係があるとみられる一切の諸量例えば容積線量の如きものも、この中に含むものとする。(1)に於ては深部率曲線を表わす一つの式を考案し、同曲線を求むるに多數の測定を要せず三點の測定値にて充分なることを示した。(2)に於ては等量曲線の作製に際し線量測定に伴う多くの困難を考慮し單に二方向に於ける線量分布を求めることにより有效な簡易等量曲線の作製法を示した。(3)に於ては容積線量と照射野線質等の如き照射因子との關係につき検討した。(本文の内容は第7回日本醫學放射線學會總會(昭和23年4月)の席上に於いて講演したものである)。

(1) 深部率曲線に就いて (ON THE CURVE OF PERCENTAGE DEPTH DOSE)

(内容梗概)

(i) 研究目標: 深部率曲線を表わすなるべく簡単な形で、しかも一般的な形式を持つ式について考察した。これは深部率の測定にも、容積線量は計算する場合にも役立つからである。

(ii) 研究方法: 一次エックス線の減弱に關する距離逆自乗法則ならびに吸収法則を基礎としてこれに深部線量と散亂線量の比に關する實驗的事實を附加し兩者を融合する方法をとつた。

(iii) 研究結果: 深部率は $\left(\frac{f}{f+d}\right)^2 - ad + b\sqrt{d}$ $\times 100$ なる式によりよく表わしうることを知つた。ただし、 f = 焦點・表面間距離、 d = 「ファントーム」表面よりの深さ、 a 、 b = 常數。

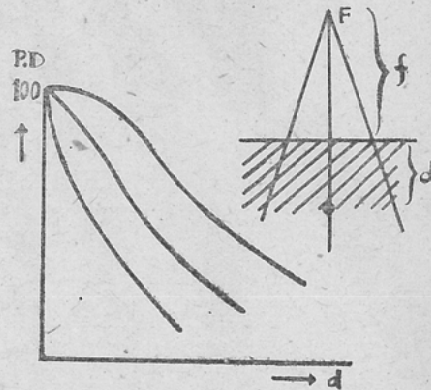
(iv) 考按: 上式においては f 、 d 既知數であるから a 、 b を定めるには表面および適當な深さの二點において線量測定を行えば充分である。従つて深部率曲線を求めるには必ずしも多くの點において測定を行う必要はない。

(1) 深部率曲線

深部率曲線(以下 P-D 曲線と記す)は各種照射法ならびに照射條件における線量の空間的分布を知るうえに極めて重要である。この深部率曲線を求めるのに可及的測定を簡略にするにはこれを一

つの簡単な式により表示することが望ましい。これはまた容積線量を近似的に算出する場合に必要なことである。例えば Mayneord¹⁾氏は容積線量の算出に當り深部率曲線を表わす式として便宜上ファントーム表面の深さ d の一次の項を含む指數函形 $e^{-\mu d}$ (μ は平均減弱係數)をもつてしたが P-D 曲線は第1圖に示す如く照射條件により種々

第1圖 深部率曲線の走行



なる走行を示す故適當でない。著者はこの點に關し検討し一つの形式を得たので Clark 氏等の方法と比較し紹介する。

(2) Clark²⁾氏等の方法

中央エックス線軸に沿うてファントーム表面 ($d=0$) に入射する一次エックス線量を I_0 とする。深さ d cm に達するまでにエックス線はファントームによる吸収(眞吸収及び散亂)ならびに焦點よりの距離の自乗に逆比例する減弱を受ける。従つて深さ d cm における一次エックス線量 I_d に對しては次式が適用されることは明かである。

$$I_d = I_0 e^{-\mu d} \left(\frac{f}{f+d}\right)^2$$
 ただし μ は該エックス線の線質及び使用するファントームの種類により定まる平均吸収係數、 f は焦點・ファントーム表面間距離である。しかるに d cm における實際のエックス線量 D_d は四圍よりこの點に達する散亂エックス線量 S_d の附加により I_d より大である。Clark 氏等は簡単な假定の下に

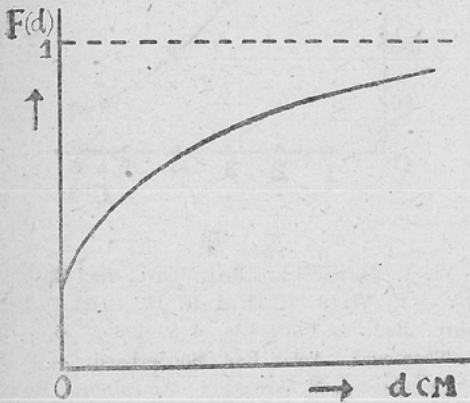
$$D_d = I_d (1 + A_d)$$
 なる式を導入し、これが實際深部照射の場合によく適用しうることを示した。これによれば表面量は

$D_0 = I_0(I+B)$ である。従つて
 $P.D = Qd \times 100 = \frac{Dd}{D_0} \times 100 = e^{-\mu d} \left(\frac{f}{f+d} \right)^2$
 $(1 + \frac{Ad}{1+B}) \times 100$

(3) 著者の方法

前述の如く $Dd = Id + Sd$ であるが Thoreaus³⁾ 氏は $F(d) = Sd/Dd$ の値を 實測値 Dd より算出する方法を示し各 d に對する $F(d)$ の値を幾多の例につき求めたが $F(d)$ と d の關係は大體第2圖に示す如くである。著者は Thoreaus の例についてはこの曲線が $F(d) = A + B(1 - e^{-\beta\sqrt{d}})$ なる式に

第2圖 $F(d)$ と d の關係



より表示しうることを知つた。たゞしここに A, B, β 等はある常數である。しかるに同様な方法により Quimby⁴⁾ 氏の求めた數値に對してはむしろ $F(d) = A + B(1 + e^{-ad})$ の形式が適用される。従つて著者は一般に $F(d) = A + B(1 - e^{-ad - \beta\sqrt{d}})$ なる式を採用することにした。たゞしこの式中には A, B, a, β の4箇の常數が含まれている。さて $d \rightarrow \infty$ すなわちフアントームの厚みが非常に大きい場合深部に進むに従ひ、深部線量は主として周囲よりその點に達する散亂線量により支配されるという假定のもとに $F(\infty) = 1$ とおくことが出来る。従つて $F(\infty) = 1 = A + B \dots \dots \dots (1)$

なお $d=0$ すなわちフアントーム表面においては $F(0) = A$ で計算によれば B/A (又は $\frac{1-A}{A} \times 100$) は背後散亂量率 (Percentage backscatter) で表わす。以上より

$F(d) = A + B(1 - e^{-ad - \beta\sqrt{d}}) = 1 - Be^{-ad - \beta\sqrt{d}} \dots \dots \dots (2)$

著者はこの形式が Thoreaus, Quimby, Parker⁵⁾ 氏等の求めた $F(d)$ と d の關係にきりめてよく適用しうることを確めた。さて $Dd = Id + Sd$ および

$F(d) = \frac{Sd}{Dd}$ の2式より $Dd = \frac{Id}{1 - F(d)} \dots \dots \dots (3)$

これに $F(d) = 1 - Be^{-ad - \beta\sqrt{d}}$ を代入して
 $Dd = \frac{I}{B} + Id e^{ad + \beta\sqrt{d}} = \frac{I}{B} \times I_0 e^{-\mu d}$
 $(\frac{f}{f+d})^2 \times e^{ad + \beta\sqrt{d}}$

$D_0 = \frac{I}{B} \times I_0$

これより $P.D = Qd \times 100$ とすれば

$Qd = (\frac{f}{f+d})^2 e^{-(\mu-a)d + \beta\sqrt{d}} = (\frac{f}{f+d})^2 e^{-ad + b\sqrt{d}} \dots \dots \dots (4)$

($a = \mu - a, b = \beta$)

すなわち形式上よりは散亂線の附加により d の平方根を含む項がこれに加つたことになる。實測値より a, b を求めるには次式に適當な d の2つの値に對する深部率 $Qd \times 100$ の各値を代入すればよい。

$-ad + b\sqrt{d} = \log_e Qd + 2\{\log_e(f+d) - \log_e f\} \dots \dots \dots (5)$

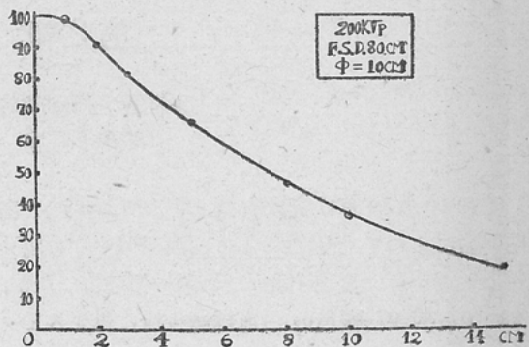
(4) 計算例

著者は多數の例につき上記の形式がよく實際の P. D 曲線を表わし得ることを確かめたが簡單のために3例^{6), 7), 8)} を圖示する。「グラフ」の中丸印は常數 a, d の値を求める際採用せる d 及び Qd を示し實線は實測値を黒丸印は計算値である。

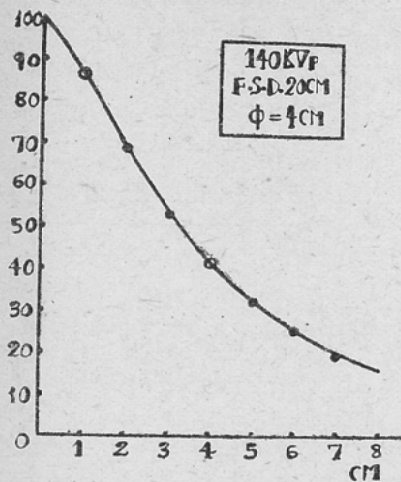
(ϕ は照射野の直徑)

(5) 考 按

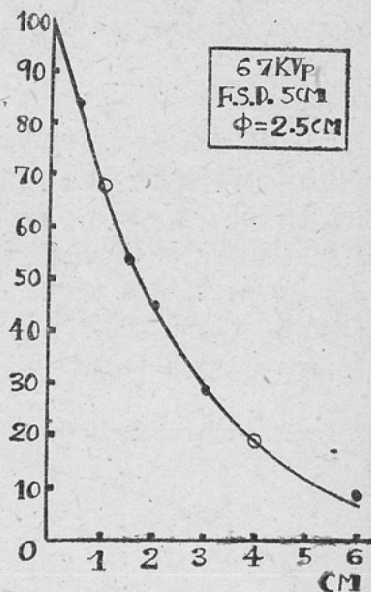
第3圖 深部率曲線(其の一)



第 4 圖 深部率曲線(其の二)



第 5 圖 深部率曲線(其の三)



以上の結果よりみるに P. D 曲線を作製するにはフアントーム表面より種々の深さ d における測定値は必ずしも必要なく表面及び適当な深さの点における測定値さへ求めれば 實用上の目的には充分である。如何なる深さの 2 点を選ぶのが最も適しているかは P. D 曲線の大体の形状を豫想して行うべきであるが、その選擇は一般に容易である。なお特別な條件を満す場合には指數函數の一部を展開して Clark 氏等の式と近似的に一致せしめることが出来る。従つて著者の形式の方がより一般的なものと考えられる。

文 獻

- 1) W. V. Mayneord: Brit. Journ. Rad 13, 1940, 235. — 2) W. J. Clark d L. H. Clark: Brit. Journ. Rad. 6, 1933, 588, d 8, 1935, 625. — 3) R. Thoraeus: Acta. Rad. Sonderband. — 4) E. H. Quimby d A. N. Arneson: Am. Journ. Roent. 37, 1937, 93. — 5) H. M. Parker: Acta. Rad. 16, 1935, 705. — 6) L. F. Lamerton: Brit. Journ. Rad. 14, 1941, 199. — 7) Parker d Honeyburne: Brit. Journ. Rad. 8, 1935, 684. — 8) 持田, 足立: 日本レ雜誌. 14, 4, 365.