Title	エツ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	

エツクス線の作用量及びその分布の求め方について（其の一）

東京大學醫學部放射線學教室（主任　中泉教授）
助教授　江　藤　秀　雄

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

Assisf. Prot. Hideo Eto
(Radio-logical department, faculity 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ツクス線の總線量の意に用いられている．從つて被照射體の皮膚表面（又はフアントーム）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（又はフアントー

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エツ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）に於い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）に於い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檢討した．（本文の內容は第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）

（內容梗概）

（i）研究目標： 深部率曲線を表わすなるべく簡單な形で，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： 一次エツクス線の減弱に關する距離逆自乘法則ならびに吸收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．

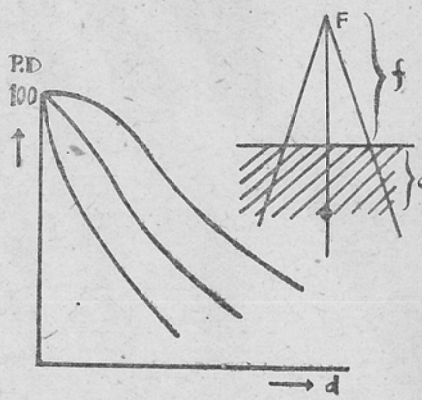
（iii）研究結果： 深部率は$\left(\frac{f}{f+d}\right)^2 e^{-ad+b\sqrt{d}} \times 100$なる式によりよく表わしうることを知つた．たゞし，f＝焦點•表面間距離，d＝「フアントーム」表面よりの深さ，a, b＝常數．

（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．從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單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 Mayneord[1] 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ア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檢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）Clark[2] 氏等の方法

中央エツクス線軸に沿うてフアントーム表面（d＝o）に入射する一次エツクス線量を I_0 とする．深さ dcm に達するまでにエツクス線はフアントームによる吸收（眞吸收及び散亂）ならびに焦點よりの距離の自乘に逆比例する減弱を受ける．從つて深さ dcm における一次エツクス線量 Id に對しては次式が適用されることは明かである．

$Id = I_0 e^{-\mu d}\left(\frac{f}{f+d}\right)^2$ たゞしμは該エツクス線の線質及び使用するフアントームの種類により定まる平均吸收係數，f は焦點•フアントーム表面間距離である．しかるに dcm における實際のエツクス線量 Dd は四圍よりこの點に達する散亂エツクス線量 Sd の附加により Id より大である．Clark 氏等は簡單な假定の下に

$Dd = Id(I+B+Ad)$ 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

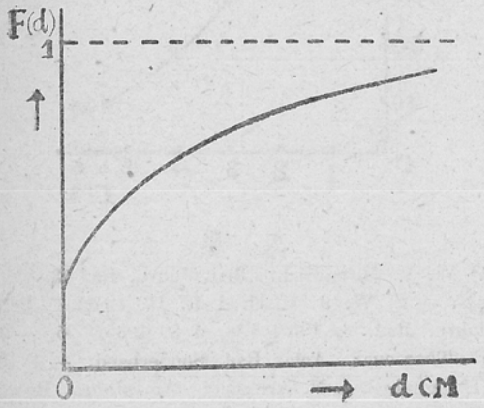
$D_0=I_0(I+B)$である．従つて

$$P.D=Qd\times100=\frac{Dd}{D_0}\times100=e^{-\mu d}\left(\frac{f}{f+d}\right)^2\left(1+\frac{Ad}{1+B}\right)\times100$$

（３）著者の方法

前述の如く $Dd=Id+Sd$ であるがThoreaus[3]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．たゞしこゝに A, B, β 等はある常數である．しかるに同様な方法により Quimby[4] 氏の求めた數値に對してはむしろ $F(d)=A+B(1+e^{-\alpha d})$ の形式が適用される 從つて著者は一般に $F(d)=A+B(1-e^{-\alpha d-\beta\sqrt{d}})$ なる式を採用することにした．たゞしこの式中には A, B, α, β の４箇の常數が含まれている．さて d→∞ 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從い深部線量は主として周圍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(∞)=1 とおくことが出來る．從つて $F(\infty)=1=A+B$…………(１)

なお d=o すなわちフアントーム表面においては F(o)=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

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

著者はこの形式が Thoraeus, Quimby, Parker[5] 氏等の求めたF(d)とdの關係にきわめてよく適用しうることを確めた．さて $Dd=Id+Sd$ および

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

これに $F(d)=1-Be^{-\alpha d-\beta\sqrt{d}}$ を代入して

$$Dd=\frac{I}{B}+Ide^{\alpha d+\beta\sqrt{d}}=\frac{1}{B}\times I_0e^{-\mu d}\left(\frac{f}{f+d}\right)^2\times e^{\alpha d+\beta\sqrt{d}}$$

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

これより P.D=Qd×100とすれば

$$Qd=\left(\frac{f}{f+d}\right)^2e^{-(\mu-\alpha)d+\beta\sqrt{d}}=\left(\frac{f}{f+d}\right)^2e^{-ad+b\sqrt{d}}$$ …………(４)

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

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Qp×100 の各値を代入すればよい．

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

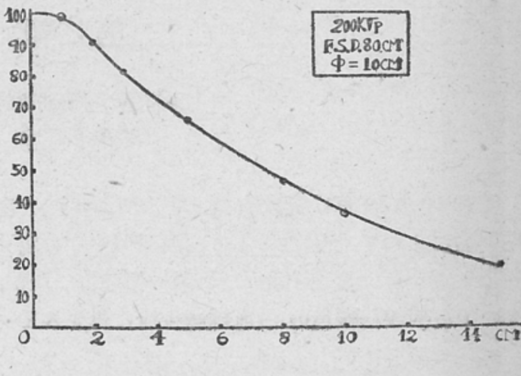
（４）計算例

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黑丸印は計算値である．

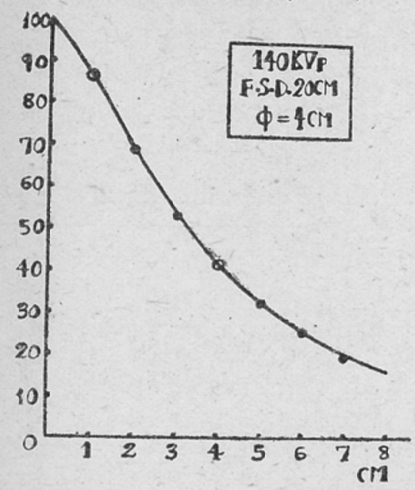
（φは照射野の直徑）

（５）考　按

第３圖 深部率曲線（其の一）

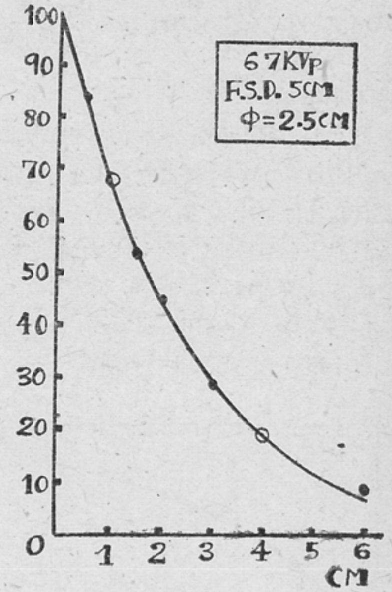


第 4 圖 深部率曲線(其の二)



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當な深さの點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 點を選ぶのが最も適しているかは P. D 曲線の大體の形狀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. なお特別な條件を滿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來る. 從つて著者の形式の方がより一般的なものと考えられる.

第 5 圖 深部率曲線(其の三)



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. Quimbyd 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. Jonrn. Rad. 8, 1935, 684. →8) 持田, 足立: 日本レ雜誌. 14, 4, 365.