

Title	強度減弱曲線によるX線強度分布の算定（混合X線の線質線量の研究 其の一）
Author(s)	松澤, 秀夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1953, 13(8), p. 492-495
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16378
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

強度減弱曲線によるX線強度分布の算定 (混合X線の線質線量の研究 其の一)

群馬大學醫學部放射線科(主任 戸部龍夫)

松澤秀夫

(昭和28年5月12日受付)

I. 緒言及び目標

我々が通常使用する連続混合X線の様相に就いては、主として線質線量と言う概念が用いられている。現在一般に、線量は電離電流により、又線質はX線強度減弱曲線から求めた半價層又はKV-peak によつて表現されている。然しながら、X線の物理化學的作用(特にX線撮影の場合)の機構並びに生物學的作用の機轉等を更に精細に考究しようとする場合には、如上の如き線質線量なる概念だけでは不満足の様に見える。即ち、我々は波長と関連して問題を取扱わなければならない。

所で、普通の結晶によるスペクトル分析法は、精密ではあるが繁雜過ぎて我々の實驗目標に對して實際的でない。私は波長に對するX線強度分布を簡易に算定すべく、先づ次の如く、X線強度減弱曲線を利用して見た。

II. 方法

Küstner の線量計を使用し、入射X線と線量計との間に種々なる厚さのアルミニウム板を置き、アルミニウム階段による減弱曲線を、先ず求めて見た。被寫體としてはパラフィンの層を用い、管球・アルミ板間のアルミ板直前に置いた。斯くして測定した減弱曲線は、良く知られている如く彎曲した曲線である(第1圖)。第1圖に於て、横軸はアルミニウムの厚さ、縦軸は強度(電離電流)の對數である。

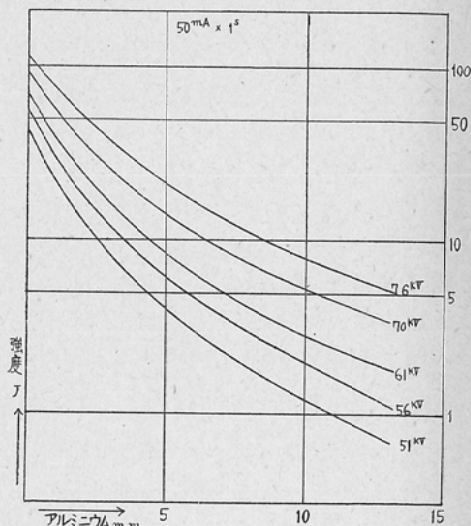
扱て、單色X線であるならば第2圖の如く直線となる筈である。此の際アルミニウム板に入射する強度を J_0 、アルミの減弱係数を μ 、その厚さを x とすれば、

$$J = J_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

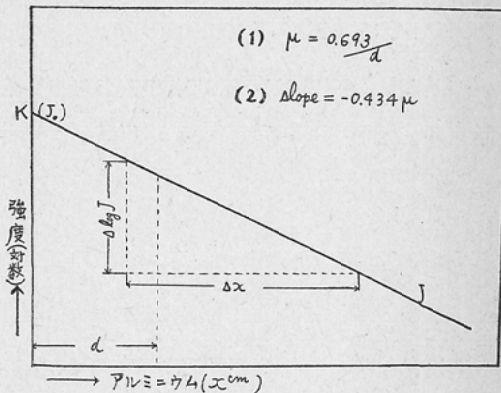
となる。Jは勿論透過後の強度、即ち線量計によつて測定される強度である。之より波長を求むるに、次の2方法がある。

1) 半價層dより波長を求める方法

第1圖 Al 段階による減弱曲線



第2圖 減弱曲線(單色の場合)



第 1 表 (1)

	$J_0(\lambda)$	d	$\mu/\rho (= \frac{0.253}{d})$	$\lambda(\text{\AA})$
K_1	19	0.66	0.38	0.25
K_2	36	0.20	1.29	0.43
K_3	33	0.14	1.84	0.49
K_4	12	0.11	2.34	0.54
K_5	4.8	0.095	2.72	0.57

(2)

	$J_0(\lambda)$	$\Delta \log J$	ΔX	$\frac{\Delta \log J}{\Delta X}$	μ/ρ	$\lambda(\text{\AA})$
K_1	5	0.699	0.81	0.86	0.74	0.34
K_2	11	1.06	0.53	2.01	1.7	0.47
K_3	8.8	0.945	0.3	3.14	2.7	0.57
K_4	6.3	0.799	0.17	4.85	4.2	0.66

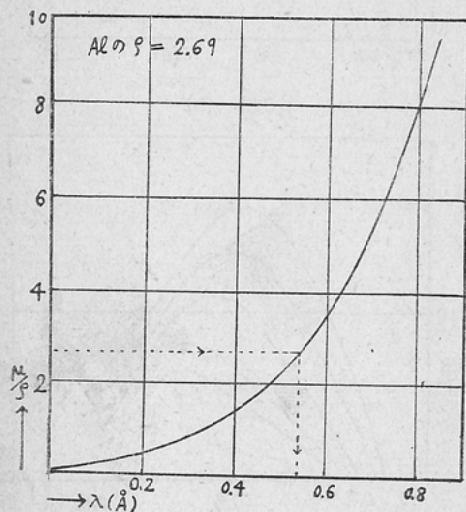
(1) 式に $J_0/J = 2$, $x=d$ として代入すれば
 $\log_e 2 = \mu d$

$\therefore \mu = 0.693/d$ (2)

従つて、圖形上より d が定まり、 μ を算定し得る。第3圖は、Landolt-Börnstein¹⁾ の data による μ/ρ 對波長 λ の曲線であるが、之を用いて μ より波長 λ を求めることが出来る。勿論入射線の強度 J_0 は、第2圖に於いて減弱曲線(この場合は直線)と縦軸との交點Kである。

(註) μ/ρ は λ^3 に比例すると云われるが、之を用いれば、兩對數方眼紙上に容易に、 μ と λ を直線的に關係付けることが出来る筈である。然し

第3圖 波長比 μ/ρ の關係



この關係は正確でないので使用しなかつた。

2) 直線の勾配より波長を求むる方法

(1) 式の兩邊の對數を取ると

$\log J = \log J_0 - 0.434 \mu x$ (3)

(3) 式より明らかな通り $\log J$ と x とは直線的な關係にあるから兩邊を x につき微分すれば、

$\Delta \log J / \Delta x = -0.434 \mu$ (4)

となる。 $\Delta \log J / \Delta x$ はこの直線の勾配であり、第2圖より算定することが出来る。従つて、(4)式を用いて、 μ を求めることが出来、(1)の場合に倣つて、第3圖より夫に對する波長 λ が決定される。入射強度 J_0 は(1)の場合と同じである。斯くの如くして、單色X線に對する波長對強度の關係が圖形的に決められる。

然し、實際使用するX線は、連続混合X線であるから、その強度減弱曲線は第1圖の如く曲つてゐる。數式でこの曲線を表わせば、

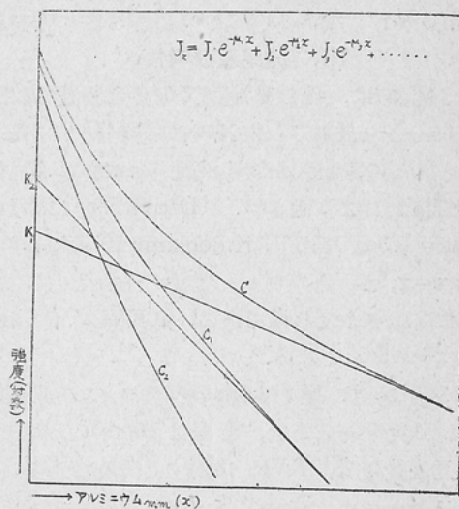
$J = \int J_0(\lambda) \cdot e^{-\mu(\lambda) X} \cdot d\lambda$ (5)

但し $J_0(\lambda)$ ……波長 λ に對する入射強度
 J …… $A1x$ cm を透過後の強度
 $\mu(\lambda)$ ……波長 λ に對する減弱係數

となる。之は各波長に對する強度の積分であるが和の形に近似すると、

$J = J_1 e^{-\mu_1 X} + J_2 e^{-\mu_2 X} + J_3 e^{-\mu_3 X} + \dots$ (6)

第4圖 強度減弱曲線の分解



但し J_1, J_2, J_3, \dots 波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$ に對する入射強度

$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots$ 波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$ に對する減弱係數

となる。この各項は第2圖の如く、半對數方眼紙上では直線となり、之等が重なつて彎曲した減弱曲線となると考えられる。而して、之等の直線の勾配は波長が長くなるに従つて大きくなる。

以上の事から逆に、減弱曲線を各波長に對する直線に近似的に分解することが出来る(第4圖參照)。即ち、この曲線の最も小さい勾配の部分に接線を引き縦軸と交る點を K_1 とすると、この直線は鐳の單色X線の場合(第2圖)と同じである。即ちこの接線の勾配より、第3圖を用いて波長 λ_1 が決定し、又 K_1 の値がその波長に對するX線強度となる。次にこの接線に相當する値を元の曲線Cから差引くと C_1 なる曲線が得られるが、之は鐳の K_1 による影響を含まない曲線である。之に對して前と同様最小勾配の接線を引き縦軸との交點を K_2 とする。順次この方法を繰返して K_3, K_4 等を求めることが出来る。此等の接線の勾配より波長 $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \dots$ 等が定まり、それに相應する強度 J_2, J_3, J_4, \dots 等が K_2, K_3, K_4, \dots 等から決定される。その計算の1例は第1表の如くである。之を波長 λ に對するX線強度 $J(\lambda)$ の曲線として畫くと第5圖の如くなる。強度目盛については、その10目盛は約 0.03 "r" である(管球・線量計間 150cm)。

III. 結果及び考按

第5圖 a) は、全波整流型X線發生裝置(東芝製 KX 0-8)より放射されたX線の強度分布である。之より見るに、最大強度の波長 λ_{max} は $1.3\lambda_0$ (λ_0 は最短波長)より大きい。(Dauvillier によれば $\lambda_{max} = 1.3\lambda_0$ であり、Kulenkampff²⁾等によれば $\lambda_{max} = 1.5\lambda_0$ となるが、電壓の上昇と共に、比例常數は大きくなる様である。40KVP以下では、 $\lambda_{max} \rightarrow 1.5\lambda_0$ となる。)

第5圖 b) は、厚さ 4 cm のパラフィン透過後のX線強度分布であり、點線は 10cm のパラフィン透過後の 51 KVP に對する分布である。圖より検討するに、透過X線は短波長側に可成り縮

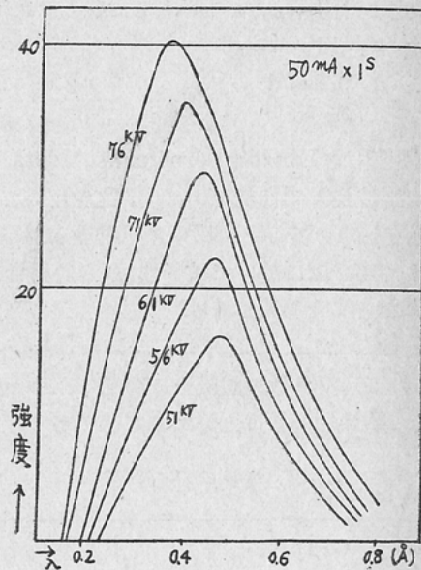
小し而も分布曲線は偏平になつている。従つて、實際人體を透過して寫眞効果を呈するX線は、 0.5\AA 以下の小區域に偏平に分布していると考えられる。

第5圖 c) は、蓄電器放電式装置による分布曲線であるが、分布が極大値の兩側に左右同様の割合で減少している。この減弱曲線は、第6圖の如く中央で大きく彎曲している。

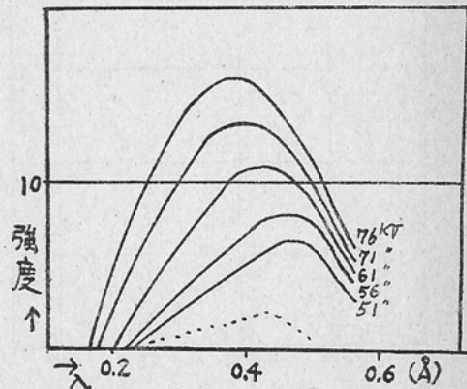
扱て、この方法を結晶によるスペクトル分析法と比較すると

- 1) 結晶による方法が繁雜で時間を要するに比

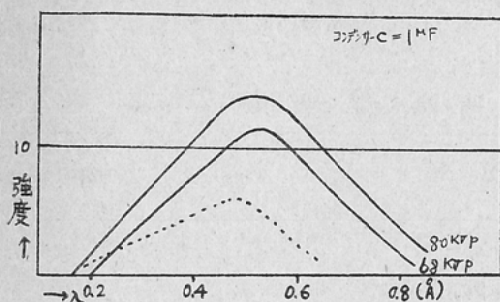
第5圖(a) 強度分布(KXO-8型)



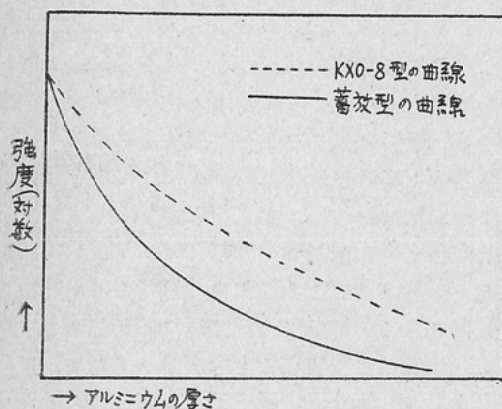
第5圖 (b)



第5圖 (c) 強度分布(蓄放型)
フィラメント點火式



第6圖 減弱曲線の比較



し近似的ではあるが操作が簡単である。

2) 強度減弱曲線と關連して分布曲線を求め得るので都合がよい。

3) X線撮影を検討するに當り、被寫體よりの散亂線を、この場合には、附加して考察出来るので實際の條件に近い。

等の利點が考えられる。

IV. 結 語

以上の如く、混合X線の強度分布を簡易に求め得た。分光學上から言えば、粗雑たるの難をまぬがれないが、我々の研究範圍内に於いては、以上の方法の方がより實際的であり、單なる線質の概念に幾分なりとも益する所があれば幸いである。猶混合X線の線質線量の問題に就いては、放射線醫學の分野に於て役立つよう今後共、實驗を進めて行く豫定であるが、今回は強度減弱曲線の検討のみを報告する次第である。

(本文は昭和28年4月、第12回醫學放射線學會に於て報告したものを骨子とせるものである。)

文 獻

- 1) Landolt-Börnstein: Physikalische-Chemische Tabellen. Abschnitt. Absorption und Streuung der Röntgenstrahlen" 5 Auf. —2) March: Ann. der Phys, 75, 711 (1924). Kulenkamyff; Ann. der Phys. 69, 548 (1922).