OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	散乱線に関する研究 第1報 半価層法による実効電圧の測定及び回転式半価層計
Author(s)	松岡, 順之介; 吉本, 清一
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1962, 22(1), p. 44-50
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15084
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

散乱線に関する研究 (第1報)
半価層法による実効電圧の測定及び回転式半価層計

九州大学医学部放射線医学教室 (主任 入江英雄教授)
松岡順之介 吉本清一

(昭和37年3月23日受付)

Study on Scattered Radiation (Part 1) measurement of effective voltage of scattered radiation by half value layer method and rotating half value layer meter

By

Junnosuke Matsuoka & Seiichi Yoshimoto

Department of Radiology, Faculty of medicine, Kyushu University
(Director: Prof. Hideo Irie)

For measurement of effective voltage of scattered radiation half value layer method was used. (Fig. 1)

To determine half value layer a number of aluminium sheets were used.

1. In common fluoroscopic condition for examination of upper gastrointestinal truct (70 KVp, 3mA, filter 1.0 mm al, F.S.D. 50 cm; 20 cm thickness acrylite phautom, 16 cm × 12 cm beamsize on the screen which is 70 cm distance from focus) effective voltage of scattered radiation is between 20 and 50 KV at the lateral edge of the fluoroscopic table and about 20 KV at the position 50 cm lateral from the edge. (Fig. 2,3)

In this calculation half value layer effective voltage chart described by M. Hashizume uas used.

This Result is like the value obtained by H. Yoshinaga with scintilation puls height analyser.

2. It was not seen in our experiment (focus chamber distance is 90 m) that chainging diaphragm chamber distance from 5 cm to 20 cm has something to do with indication of the chamber, when the thickness of diaphragm which is placed between focus and chamber is equivalent to half value layer. (Fig. 4,5)

However about this point it is may be to think that in more exact experiment the chamber indicate the maximum intensity when diaphragm chamber distance is $1/2$ focus chamber distance as it is said generaly.

3. More large thickness of acrylite phantom on the radiation path make the effective voltage of the throughout radiation more high. (Fig. 6)

4. Rotating half value layer meter was designed for easy determinating of effective

voltage.

When a diaphragm (thickness: d) which is placed to measure half value layer constructed with aluminum, cupper and another substances rotate α degree around the vertical axis to radiationbeam, radiationpath on diaphragm (x) is showed with next formula. (Fig. 7)

$$x=\frac{d}{\cos\alpha}$$

When the chamber indicate a without diaphragm and $1/2$ a with diaphragm which was rotate α'degree x is equivalent to half value layer

$$\text{H.V.L.}=x=\frac{d}{\cos\alpha'}$$

Futher on this apparat nextpoint is tested.

a) The case in which radiation obliquely indicate upon the surface of diaphragm: observal deviation is little and has not something to do with indication of chamber(Fig. 8)

b) The most suitable rotating angle: with more little rotation the measurement is more exact (Fig. 9)

c) Linit of rotation:

$$\alpha\max=\cos\theta^{-1}\frac{\omega}{l}$$

here α max: maximum rotating angle for l

2ω: radiation beam width

l: diameter of diaphragm

(Fig. 10, 11, 12)

第1章 緒 言

放射線の生物学的作用の線質による相違，放射線防護に於けるフイルムバツヂや，ポケツト線量計の波長依存性などの点より，X線，γ線の線量分布と共に，その線質にも検討が加えられるようになつて来た．我国に於ては放医研の橋詰博士，広島大学原基吉永教授など，シンチレーションスペクトロメーターにより分折されているが我々は半価層法により，簡易にその線質に見当をつけようと試みた．

第2章 実験方法

個々の実験については各項目で述べ，こゝでは使用機器について述べる．

第1項 X線照射装置

東芝製 KXO-15 形診断用X線発生装置

管球： DRX-90

フイルター：al 1㎜

第2項 放射線測定器

1) 神戸工業製 DR-2 形サーベイメーター：半価層測定時には電離槽の側面を鉛板にて遮蔽し，X線は前面よりのみ入射するようにした．前面直径7㎝,測定範囲1～250mr/min，目盛を読む時被曝を免れない．

2) 国洋電機製コロニアル線量計：大型電離層を使用した．測定範囲 0.1～2500mr/min 微小線量の測定が可能，遠隔製作の便がある．

3) Victoreen 線量計：コンデンサータイプ，X線用プローブ，測定範囲1～25㎜高精度コンデンサータイプであるため測定時の操作の頻雑性はあるが被曝はさけ得る．これらすべて，特に波長依存性の少い電離槽形のものを使用した．

第3項 半価層測定板

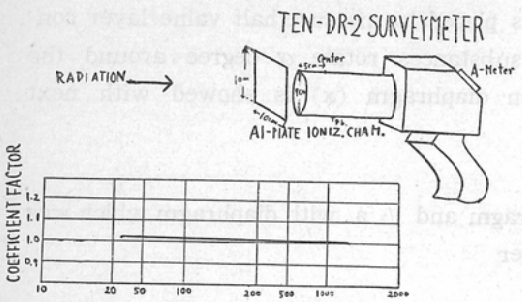
al 製，10㎝×10㎝，厚さ0.53，0.98，1.98，2.0，2.04㎜のもの，及び10㎝×20㎝，厚さ 0.5㎜，1.0㎜のもの（廻転式半価層計用）

第3章 実 験 1

透視台周辺に於ける実効電圧の測定

KXO-15，DR-2を使用，透視条件70KVp 3 mA

Fig.　1

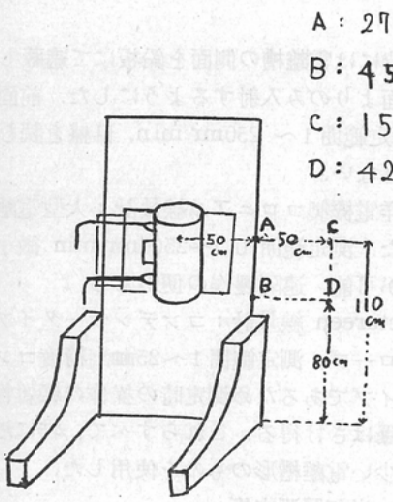


フイルター　1.0al F.S.D. 50cm 厚さ 20cmのアクリライトフアントーム，絞り蛍光板（線源より70cm）にて16cm×21cmにて立位及び臥位透視台の周囲数カ所を測定した．

第1項　立位

立位にてアクリライトフアントーム（30×40×0.5cm^3 40枚）を患者におき，フアントームの横（管球前方50cm＋透視位置より左側）にて測定した結果は Fig. 2 及び Table 1 である．

Fig.　2



この線量については電離槽の側面を鉛板（厚さ2mm）で遮蔽した条件で正しい値ではない．

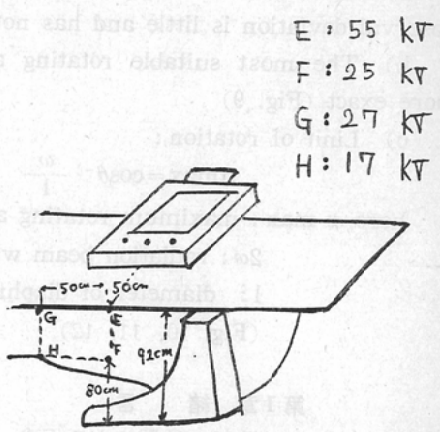
実効電圧の算定は橋詰博士の図表（文献1)を使用した．線量計の補正係数は1に非常に近いので1として使用した（以下同じ）．

第2項　臥位

Table I

Point	Height from Floor	Distance from Median-Vertical plane of Table	Thichness of Allayer 0 mm	Thichness of Allayer 2 mm	H.V.L. (Al)	Effective Voltage
A	110cm	50cm	47 mr/hr	24 mr/hr	2.05mm	27 KVeff
B	80〃	50〃	15〃	11〃	4.5 〃	45〃
C	110〃	100〃	120〃	80〃	3.4 〃	15〃
D	80〃	100〃	66〃	48〃	4.2 〃	42〃

Fig.　3



臥位にて立位の場合と同条件にて台の透視者より向つて左の端を含む垂直面（管球を含む垂直面より50cm）上に各点にて測定した結果は Fig. 3, Table 2 の如くであつた．

第4章　実　　験　2

半価層測定板一線量計間距離による検討

KXO-15 に長さ 50cm，射出孔の直径10.3cmのコーンをつけ管球中心より 170 cm の所に電離槽の放射線中心（前面より5cmの点）が来るようにコロニアル線量計を配置，その前方30cm の点に直径2 cmの鉛製スリットを置き 70KVp にて照射した．

第1項　半価層の測定

上記条件にて線量計前方20cmに於いてアルミ半価層を測定した．

これにより第1半価層を 2.6mmとした．

第2項　線量計　アルミ板間距離の検討

Table 2

Point	Height from Floor	Distance from Median Vertical Plane of Table	Thickness of Diaphragm				A. V. L. (Al)	Effective Voltage
			0 mm	1 Almm	2 Almm	3 Almm		
E	90cm	0cm	150 mr/hr	102 mr/hr	92 mr/hr	72 mr/hr	5.5 mm	55 KVeff
F	80 〃	0 〃	104 〃	61 〃	48 〃	42 〃	1.65 〃	25 〃
G	90 〃	50 〃	40 〃	37 〃	19 〃	14 〃	2.07 〃	27 〃
H	80 〃	50 〃	35 〃	19 〃	21 〃	— 〃	0.05 〃	17 〃

Fig. 4

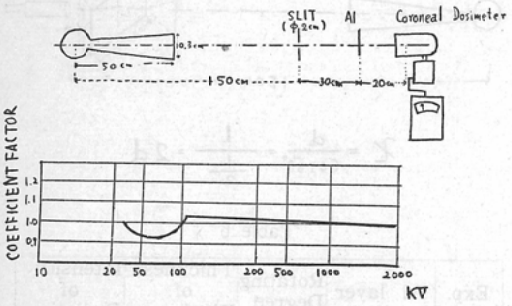


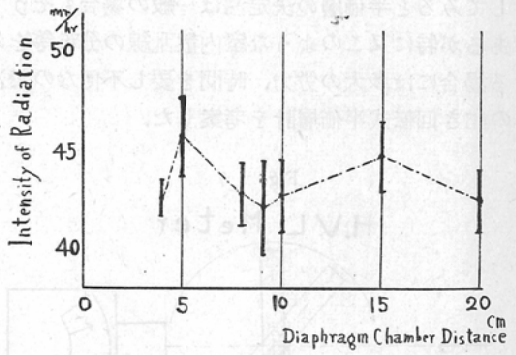
Table. 4

Diaphragm Chamber Distance	Intensity of Radiation
4cm	42.4±0.8 mr/hr
5 〃	45.6±1.9 〃
8 〃	42.6±1.6 〃
9 〃	42.0±2.8 〃
10 〃	43.4±0.8 〃
15 〃	44.5±1.7 〃
20 〃	42.1±1.5 〃

Table. 3

Thickness of Allayer	Intensity of Radiation
0 mm	84.8 〃 mr/hr
0.53 〃	73.4 〃
0.98 〃	68.6 〃
1.51 〃	53.8 〃
2.0 〃	48.6 〃
3.03 〃	39.2 〃
4.01 〃	32.2 〃
5.07 〃	25.8 〃
6.055 〃	21.8 〃
7.035 〃	20.9 〃
8.055 〃	16.0 〃
8.965 〃	14.8 〃
9.965 〃	12.0 〃

Fig. 5



線量計の直前（電離槽の測定中心より4cm管球側）より電離槽の測定中心より管球方向20cmに至る線上の各点上で第1項の半価層 2.6mmアルミ板を用いて線量計の読みを検討した．

更に精密な実験に於ては半価層測定板が，線源，線量計より等距離にあるとき最大となり，これを正しい半価層とするとの事であるがこの程度の測定ではアルミ板と並びに線量計間距離による影響は特に有意としては認められなかつた．

第5章　実験　3

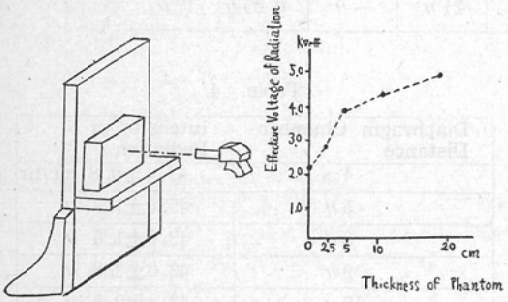
直接線のフアントームによる線質の変化

KXO-15 (70 KVp)，DR-2 を使用し透視台の正面前方1mの点で（この場合蛍光板は外して使用）各厚さのアクリライトフアントームを配して夫々のアルミ板による減弱状態を観察し夫々の半価層及び実効電圧を検討した．

Table 5

Thickness of Phantom	H.V.L.	Effective Voltage
0cm	1.27mmAl	23KVeff.
2.5 〃	1.98	27
5 〃	2.03	28
10 〃	3.85	38
20 〃	4.60	42

Fig. 6

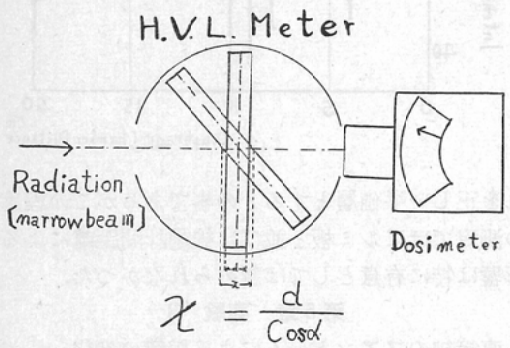


第6章 回転式半価層計

第1項 製作目的及び原理

上記の実験に於て色々な厚さの板を次々に挿入してみると半価層の決定法は一般の場合もそうであるが特に又このような室内散乱線の分布等をみる場合には多大の労力，時間を要し不便なので次の如き回転式半価層計を考案した．

Fig. 7

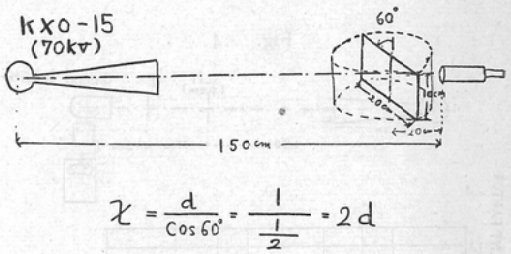


Narrow beam を使用して放射線に直角方向に厚さaの板を置いた時の線量が$\alpha°$．回転によって$^1/_2$になつたとすれば，その時の板の厚さxは$d/\cos\alpha$となる．これが即ち半価層である．

第2項 斜方向入射時の検討

板に斜方向から入射した線が正しく $x=d/\cos\alpha$ の価を示すか否かをみるため $1/\cos\alpha$ が2となる60°方向に板をおいて上記 narrowbeam を照射した．KXO-15 (70 KVp)，Victoreen 線量計75，0.25γ用を使用，管球中心よりの距離，50cm線量計の前方約25cmの所に縦10横20cmのアルミ板(厚さ0.5mmおよび1.0mmのもの)をおき図の如く回転させた． 半価層計の周囲は鉛板で遮蔽した．

Fig. 8



$$\chi = \frac{d}{\cos 60°} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2d$$

Table 6

Exp.	Al layer	Rotating Degree	Thickness of Diaphragm	Intensity of Radiation
A	0.5mm×1	60°	1.0mm	24 mr
	1.0mm×1	0°	1.0mm	25 mr
	0.5mm×2	60°	2.0mm	52.7mr
B	1.0mm×1	60°	2.0mm	53.3mr
	0.5mm×2 +1.0mm×1	0°	2.0mm	53.7mr

結果よりみてこの程度の測定には差支えないと思考される．

第3項 適当回転角についての検討

各回転角$\alpha°$に対する $1/\cos\alpha$ は次の如くなる．

即ち αの小さい程正確な測定が可能であり実際の半価層より少し薄い測定板を使用して測定する事が適当である．

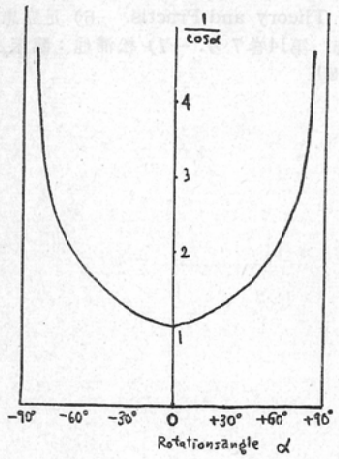
第4項 測定板及び線束の幅に対する検討

$\alpha°$ 回転の時，線束に直角方向の測定板の幅は測定板の長さを $2l$ とすれば $2l\cos\alpha$ となる．Narrow beam を平行線と仮定してその幅を 2ω とすれば $l\cos\alpha=\omega$ となる角度以上の定は不可能である．換言すれば l の長い程大きい半価層即ち高実効電圧の線の測定が可能である．また角度の読みも l が長い程，容易である．またこの点よ

Table. 7

α	$\frac{1}{\cos}$
± 0°	1.00
±10°	1.02
±15°	1.04
±20°	1.06
±30°	1.13
±40°	1.30
±45°	1.41
±50°	1.55
±60°	2.00
±70°	2.81
±75°	3.86
±80°	5.74
±90°	∞

Fig. 9



りも beamの幅は小さい程よい．実際にはまた線量計に入る線量を大きくして測定を容易ならしめるため，円形，正方形の断面をもつ beam より測定板の図転軸方向に長い，線束に直角方向に短い形のものが好ましいと思われる l =10cmのとき，線束の幅の大きさに対する回転可能の αの大きさは次のようになる．

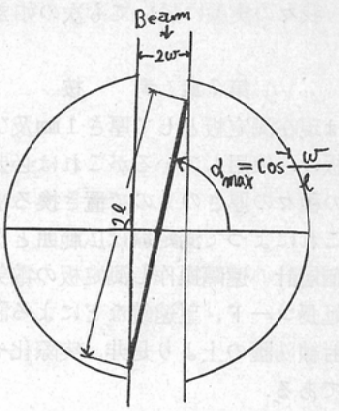
l =10cmとき線束の幅（ωcm）の各大きさに対する回転可能の $\alpha=\alpha$ max$=\cos^{-1}\omega/l$ の大きさは次のようになる．

ω=0.25（cm）のとき　α max=89.8°
〃　0.5　〃　〃　87.3°
〃　1.0　〃　〃　84.2°
〃　1.5　〃　〃　80.5°
〃　2.0　〃　〃　78.5°
〃　2.5　〃　〃　75.5°

これらを越える時は線量計の読みは急激に増加する．

実際には線源の大きさ，線量計との距離，紋の

Fig. 10



Beam width = 2ω
Diaphragm length = 2ℓ

Fig. 11

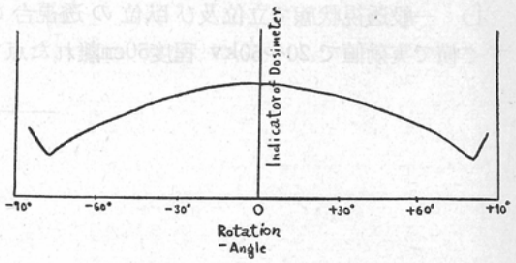
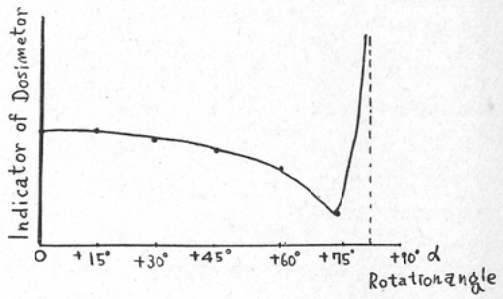


Fig. 12



位置，回折現象などによつてこの値より幾分制限される．我々の実験に於いても次の如き結果を得た．

第7章 考 按

我々は現在測定板として厚さ1㎜及び 0.5㎜のアルミ板のみ使用しているがこれは必要に応じ銅その他の種々の厚さのもので置き換る事は容易である．これによつて測定域は広範囲となる．尚，この半価層計の遠隔操作し測定板の電気的回転，目盛の延長コード，望遠鏡などによる読みとり等は，放射線防護の上より是非，実際化せねばならない事である．

第8章 総 括

放射線の生物学的効果，防護に重大な意味をもつ散乱線の線質を電離槽型線量計を使用してその半価層を測定することにより簡易に見当づけた．

1) 一般透視状態で立位及び臥位の透視台のすぐ横で実効値で 20～50kv 程度50㎝離れた点では，実効値で数kvの低下がみられた．

これは吉永教授のシンチレーションスペクトロメーターによる値と大体同様であつた．

2) 半価層測定板と線量計の距離はこの程度の測定では大して問題にならなかつた．

3) 半価層測定に回転式半価層計を考案しそれについて種々検討した．

終りに当つて御校閲を賜つた入江教授，御助言下さつた教室員各位，御助力を頂いた伊勢田静夫診療X線技師長に深く感謝の意を表します．

尚本論文の要旨は第二回日本放射線影響学会研究発表会（於京都大学基礎物理学研究所）に於て発表した．

文 献

1) 橋詰雅：放射線医学，231頁．—2) 日医放会誌，第20巻7号．—3) 放射線小辞典（金芳堂）附7．—4) Klarkr Applied Xray. — 5) Compton: Xray in Theory and Practis. —6) 足立忠他：日医放会誌，第14巻7号．—7) 松浦他：臨床と研究，3/4，1960.