

Title	X線遮蔽に関する基礎的研究 第1報 直接線に関する研究
Author(s)	橋詰, 雅
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 14(7), p. 435-439
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18101
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

X線遮蔽に関する基礎的研究

第1報 直接線に関する研究

信州大學醫學部放射線醫學教室(主任 金田弘教授)

橋 詰 雅

Fundamental Studies of X-ray Protection.

Report I. On the Studies of the Direct Beam.

Tadashi Hashizume

Radiological Department. Faculty of Medicine. Shinshu University.

(Director: Prof. H. Kaneda)

(昭和29年4月21日受付)

I 緒言

放射線防禦の問題は古くから取り上げられているが、現在でも尙多くの問題を残している。特に最近のレ線工學技術の進歩は治療装置に於ては深部、表在とも往時の十數倍の線量を放射し、診断面では高壓撮影が行われ、又放射性同位元素も大量に輸入せられつゝある現状である。それにも拘らず、その防禦に對しては基礎的研究に見るべきものが極めて少ない。これは遮蔽の問題が非常に難しく、特に散亂線の把握は遮蔽物質の大きさ、厚さ、位置及びその測定法により非常に差異を生じ、ある研究室での測定値は必ずしも他の場所にては適用出来ない事が多い。その爲私がこの研究の一部を發表した時にも、その普遍性に疑問をもたれた方があつた。しかし各所の研究機關にて異つた測定値が出て、その測定値はその時の條件測定法に依りそれぞれ意義があるのであつて、その相違する理由を究明し、相互に關係づける事によつてこそ、遮蔽に對する基礎的な問題の解決の糸口があると思う。この實驗に於ては最も問題となる測定法も、独自の立場で私の許される範圍において出来るだけ適正と思われる方法にて行い、データの更正、補正も在來のデータを使用せず、全て新しく實測し計算したものを使用した。従つてある一部のものは先輩諸氏¹⁾⁷⁾のものと同様の點があると共に、測定値にも相異があるかもし

れないが御諒承願いたい。尙この論文は曾て日本醫學放射線學會物理委員會にて報告したものを、まとめたものであつて、諸賢の御叱正を得ば幸甚である。

II 研究目標

第1報として、先づ直接線遮蔽に関するものを次の各項に就いて行つた實驗結果を報告する。

- (1) 線質の異なるX線による鉛透過度の測定。
- (2) 透過X線の半價層(銅)の測定。
- (3) 透過X線の鉛による減弱度の測定。
- (4) 以上の實驗結果より直接線遮蔽に對する考察。

III 實驗用具

(1) 發生裝置

島津製信愛 200KV-20mA 2台結線方式……
グライナツヘル型
最近接距離……23cm
最大空中線量……350r/m (30cm)
線量安定度……±3% (180KV-20mA)
焦點……6×6mm

(2) 測定器

島津製キユストナー線量計

IV 電離槽の更正

電氣試驗所の更正表を使用した。半價層は1.8mm銅までしか更正されていないので、それ以上のものは曲線から外した。

實驗誤差に比し線質依存性は殆んど問題にならない。

V 實驗方法

- (1) X線管球は陽極を上にして垂直に立てた
- (2) 管球焦點より20cmの所に濾過板を、又17cmの所にシャッターをおいた。
- (3) 管球より23cmの所より内徑 4.5cm, 長さ27cmの鉛圓筒をつけた。
- (4) 圓筒の前面に鉛當量 1.5mm, 大きさ85×160cmの衝立を立て、圓筒のあたる所に徑6cmの孔をあけた。
- (5) 衝立の孔の直後に線量計の窓が来る様にした。
- (6) 測定は前後3回とり3回の値がほぼ等しい時はその平均をとつた。偏差が餘り大きい時は必要に応じて測定回数を増した。
- (7) X線装置の線量を安定させる爲に高壓を入れてから一定時間後に測定した。

VI 實驗結果

(1) 管球容器等を透過するX線の遮蔽に充分なる鉛當量を検討する。濾過板を使用せずして、80KVより200KVに至る線質を異にするX線の入射線量に対する鉛透過線量の比を求めた。これは第1表に示す如くなる。

第1表 入射線間に対する鉛透過線量の比 (濾過板なし)

KV	Pb	無	0.36	0.54	0.99	1.50	2.04	2.50	3.03
200	100	14.0	9.2	3.1	1.07	0.39	0.14	0.07	
180	100	12.0	7.8	2.1	0.65	0.25	0.075	0.03	
160	100	10.5	5.9	1.7	0.40	0.10	0.03		
140	100	8.8	5.0	0.98	0.21	0.05			
120	100	7.2	3.8	0.66	0.10				
100	100	4.9	1.8	0.21					
80	100	1.1	0.3						

(2) 次に濾過板を使用し、各種治療條件のX線の入射線量に対する鉛透過線量の比を求め、これを第2表に示した。

(3) 第3表は線質を異にするX線の鉛透過後の半價層を銅の厚さで示したものである。

第2表 入射線量に対する鉛透過線量の比 (濾過板使用)

KV	Pb		無	0.36	0.54	1.0	1.5	2.04	2.50	3.03
	なし	あり								
200	0.9	0.5	100	24.0	14.9	5.0	1.8	0.51	0.20	0.08
180	0.7	0.5	100	19.0	12.5	3.3	0.9	0.27	0.12	0.045
160	0.5	0.5	100	15.5	9.0	2.8	0.6	0.18	0.07	
140	0.3	0.5	100	13.5	7.1	2.0	0.46	0.12		
120	2.0		100	11.0	5.2	1.0	0.23			
100	1.0		100	6.4	2.7	0.4				
80	1.0		100	2.0	0.6					

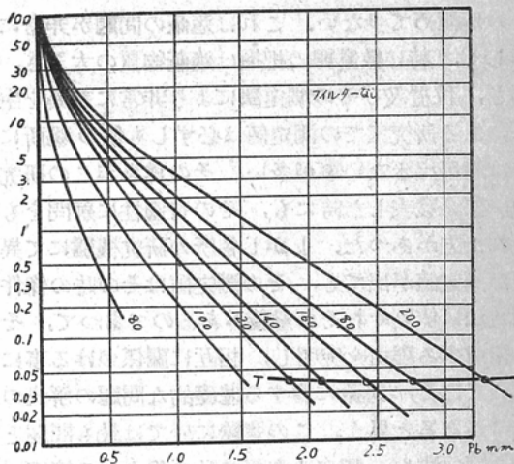
第3表 鉛透過後のX線の線質(銅半價層)

KV	なし					Filterあり				
	0.3	1.0	2.0	3.0	3.0	0.3	1.0	2.0	3.0	
200	0.48	2.02	2.8	3.95	5.1	0.905	1.35	2.31	3.2	4.5
180	0.42	1.45	1.9	2.95	3.92	0.705	1.14	1.54	2.2	3.1
160	0.31	1.05	1.3	1.65		0.505	0.92	1.10	1.5	1.82
140	0.29	0.38	1.25	1.40		0.305	0.59	0.92	1.28	1.45
120	0.19	0.78	1.4			2.0	0.3	0.89	1.15	
100	0.95	0.72				1.00	1.0	1.9		

VII 考察

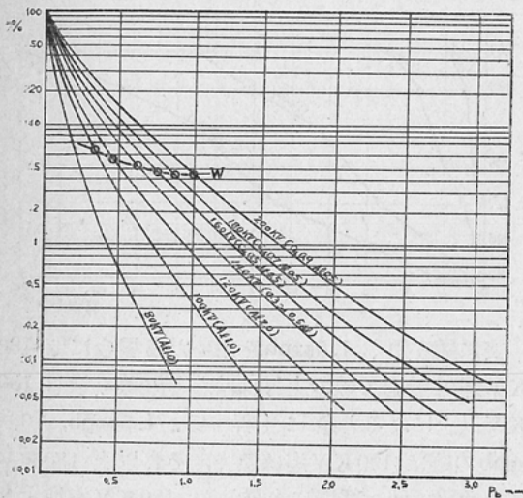
(1) 先づ治療室内に於いてX線の放射口を閉じ管球容器より透過するX線につき考察することにする。尙透過X線の測定は1mの距離に於いて行つた。實驗(1),(2)のデータを圖に示せば、第1, 2圖の如くなる。

第1圖 濾過板無しの鉛透過X線量



今診療用X線装置取締規則第2條に規定された利用線錐以外のX線遮蔽鉛當量をこの表に書き入れると、治療の場合はT曲線となる。この曲線に示す如く電壓の高い程透過線量はやゝ少くなつてゐるが、これは電壓が高い程透過率が高くなると

第2圖 實用濾過板を使用した鉛透過線量



共に、単位時間の放射線量が多くなるから、電圧の上昇に従つて鉛當量を更らに増加したものと思われる。私はこの点を考慮して単位時間の各電圧の線量に取締規則に準據した鉛板を用いた時の透過率を掛けて、これを透過線量として求めて見た。第4表がこれである。

第4表 各電圧に於ける實放射線量に對する規定鉛透過後のX線量

KV	120	140	160	180	200
線量	114	166	210	265	344
透過率	0.04	0.039	0.038	0.037	0.036
透過線量	0.45	0.65	0.80	0.99	1.24

表に示す如く 200KVと 120KVの間の透過線量を比較すると、相當の差がある。従つて、この結果より管球容器に取締規則に準據した厚さの鉛板を張つたと假定すれば治療室内に於ける透過線量は電圧が高くなると急激に多くなり、放射線防禦の見地より取締規則に規定された鉛當量そのものに再考の餘地があると思われる。

(2) 實驗1よりX線發生装置が毎分1rの線量を1mの距離で放射する場合に、管球容器に種々の厚さの鉛を用いたる時に於ける1mの距離に於ける線量を50mr/dayの許容線量により許容時間として表わすと第5表の如くなる。

即ち、180KVで管球容器が3mmの鉛當量を持つて居る時には1mの距離にて250分以下が許容

第5表 管球より1mの距離に於ける許容時間

KV	Fb	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	$T_{(m)}$
200	21s	30s	97s	4.7m	12.8m	26m	71m	1.72	
180	25s	38s	2.6m	7.8m	24m	108m	250m	1.32	
160	29s	51s	3.3m	12.5m	50m	166m		1.05	
140	34s	64s	5.1m	24m	125m			0.83	
120	42s	1.3m	7.6m	45m				0.60	
100	1m	2.8m	24m					0.42	
80	5m	16m						0.21	

される事になる。(放射口を閉じて直接線を放射せぬ場合)但しこれは最も條件の悪い場所であつて、實際には更らに油の吸収とX線に對する鉛の角度等から線量は相當差異がある。最右欄にグライナツヘル型のX線發生装置の1m, 1分, 1mAの線量を参考に記入した。これから各装置の許容時間が容易に計算される。例えば、180KVにて5mAで治療している装置に3mmの鉛が張つてあれば次式の如く

$$\frac{\text{許容時間}}{Vm \times mA} = \frac{250}{1.32 \times 5} = 48(\text{分})$$

許容時間は48分と算出される。

(3) 大電流装置に對して容器の鉛當量の増加が必要であるか否かの検討は第2報において詳細に報告するが、治療患者から發生する散亂線の量は1mで照射線量の約0.1%である。これは管球容器を通して出る側方線量の少なくとも10倍である。従つて、この兩者の比は電圧によつてのみ定まるものである。従つて、線量には關係しないから患者自身も照射部と非照射部の線量比には變化がない。又操作室に於ける遮蔽も透過線全體としては考慮を要するが、管球容器自體の鉛當量の増加は大電流になつた爲に特に増加する必要は認められない。

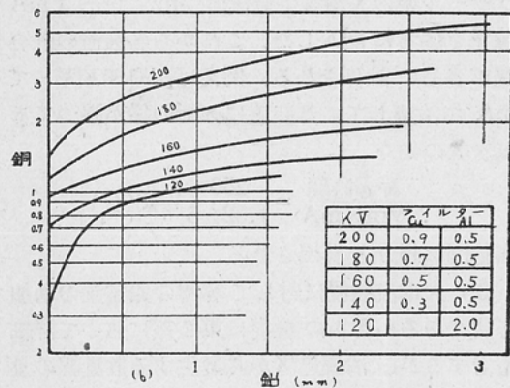
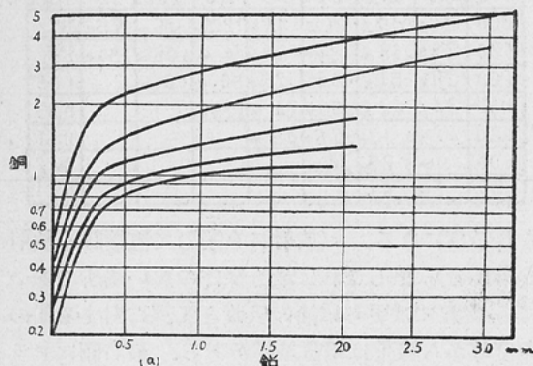
(4) 實驗3の第3表を圖に示すと第3圖の如くなる。これは鉛透過後の線質の變化を示すものである。これによつて管球容器から出る線質や操作室に入る散亂線の線質を知る事が出来る。

(5) 鉛透過後の線量の減弱は第1, 2表から算出される。これを圖に示せば第4圖の如くなる。

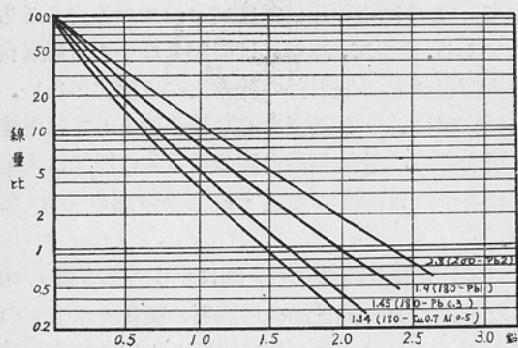
これは管球容器から出た直接線が遮蔽された壁を透過して操作室に入る線量を示している。

(6) 利用線錐(直接線)の方向が壁等に向つ

第3圖 鉛當過後のX線の線質(銅半價層)



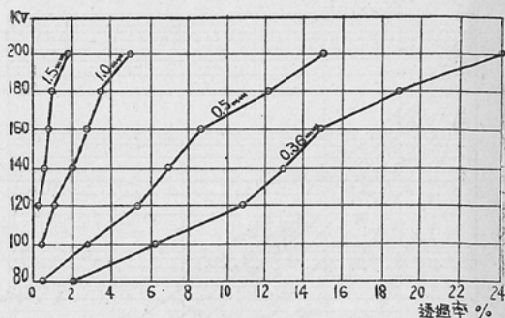
第4圖 鉛透過後の線量の減弱



ている場合、その壁が取締規則に従った鉛當量しか入っていない時は、第2圖のW曲線に示す如く5%となり、線量はその場所に毎分0.5r出ているれば0.025r/mの多きに達し非常に危険である。従つて管球の使用方向は特に注意せねばならぬ。

(7) 實驗2の第2表より、電圧による透過量の變化を鉛の厚さ別に示すと第5圖の如くなる。

第5圖 電圧による鉛透過X線の變化



表に見る如く1.0mmpbを用いたる場合には、180KV迄は透過X線の上昇は殆んど直線を示し、180KV以上になると急に上昇する。1.5mmpb、0.3mmpbの時は120KV迄は急で、それ以上180KV迄は曲線は稍と緩慢に上昇し、180KVを越すと急激に上昇することが判る。即ち180KV以上の電圧になると、そのX線の遮蔽に必要な鉛當量が急激に増加する。又 Grebe-Mitzge の表よりみて電圧の上昇に比して、深部線量の増加は180KV以上になると、それ程増加しない事が知られている。従つて遮蔽の面よりみても、又電圧と深部線量の割合から考えても、深部治療装置は、その遮蔽と絶縁に製作上の困難を伴う200KV以上の高電圧X線治療装置よりも、180KV前後の装置が却つて能率的であり、合理的であると思われる。

VIII 結語

本研究は學會及び専門委員會に於いて種々の規準を作る参考に供する爲に行つたものであつて、結論はそれ等關係者に出していただくべきものと思ひ愚論を避け、實驗結果のみを2, 3記載するに止める。

(1) 管球容器の鉛がある程度厚くなれば透過線量の減弱は指數曲線を示す。鉛透過後のX線の半價層も次第に厚くなる。例えば鉛3mm透過後の200KVのX線の半價層は銅5mm程度である。

(2) 大電流装置では管球容器からの透過線量が多いから、高電圧が入っている時は、放射口を閉鎖して直接線を照射してはなくても治療室への入室、特に患者の位置決定には注意せねばならぬ。

(3) 二次電圧の増加に對しては管球容器の鉛當量は増加せねばならぬが、二次電流の増加に對

してはその必要は認めない。

(4) 私の実験結果より観れば昭和12年の内務省令第32號の診療用X線装置取締規則に記されてある利用線錐以外の遮蔽規準には再検討の必要がある。

(5) 深部治療では遮蔽及び絶縁の困難さから考えて、深部量が電壓に比して、それ程増加しない。200KV以上の治療装置よりも、180KV前後の大線量治療装置が、遮蔽の面より考えても能

率的であり合理的と思われる。

文 献

1) Glocker u. Reuss: Fort. Röntgenstr. 40 1929. 503. —2) Glocker: Fort. Röntgenstr. 41 1930. 967. —3) Hermann u. Jaeger: Strahlenther. 41 1931. 426. —4) Ott Glasra: Physical Foundations of Radiology (1952). —5) N.B.S. Hand-Book No. 41 and No50 (1952). —6) Glocker, Rentz Fort. Rönt. 501 40 (1929). —7) Scott Planning Guide for Radiologic installations (1953).