

Title	X線遮蔽に関する基礎的研究 第4報 各種物質の遮蔽効果に就いて
Author(s)	橋詰, 雅
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 14(8), p. 529-533
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17283">https://hdl.handle.net/11094/17283</a>
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4報 各種物質の遮蔽効果に就いて

信州大学医学部放射線医学教室(主任 金田弘教授)

橋 詰 雅

Fundamental Studies of X-ray Protection.

Report 4. On the Protection of Various Substances.

T. Hashizume

Radiological Department, Faculty of Medicine, Shinshu University.

(Director; Prof. H. Kaneda)

(昭和29年7月21日受付)

## I 緒 言

前報迄に各種 X線の直接線及び散乱線に対する鉛の遮蔽効果を報告した。しかし X線室の遮蔽は必ずしも鉛を使用する必要はなく、遮蔽効果さえ充分であれば入手し易い物質を使用すべきであり、更に場合によつては二種以上の物質を重ね合わせて使用する事もある。これ等の場合の総合遮蔽効果を容易に算出、出来る様にする爲に、線質を異にした X線に対する種々の物質の遮蔽効果を測定して吸収係数を決定した。これにより簡単に鉛當量を算出、出来る様にすると共に、線質による合理的な遮蔽物質を分類した。

## II 研究目標

本報では次の各項について研究を行った。

1. 治療用各種 X線に対する各種物質の遮蔽効果の研究。
2. 各種物質の鉛當量の決定。
3. 線質による遮蔽物質の選定。

## III 実験用具

1. X線発生装置 島津製, 信愛200kv~20mA
2. 測定器 キュスター線量計

## IV 実験方法

1. X線管は床に水平に置いた。
2. 焦点より 17cm の所にシャッターを置き、

20cm の所に濾過板を置いた。

3. 焦点より 23cm の所に長さ 7cm, 径 6cm の鉛圓筒をつけた。

4. 上記圓筒の尖端より測定用遮蔽物質を置く爲に 25cm の空間をおき、その先に長さ 27cm 径 6cm の鉛圓筒をつけた。

5. 圓筒の前面に鉛當量 1.5mm 大きき 85×160 cm の衝立を立て、圓筒の当たる所に径 6cm の孔をあけた。

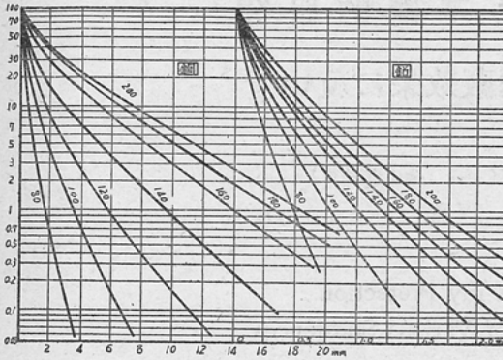
6. 衝立の孔の後方 3 cm に入射口が来る様にキュスターを線量計を置いた。

## V 遮蔽物質

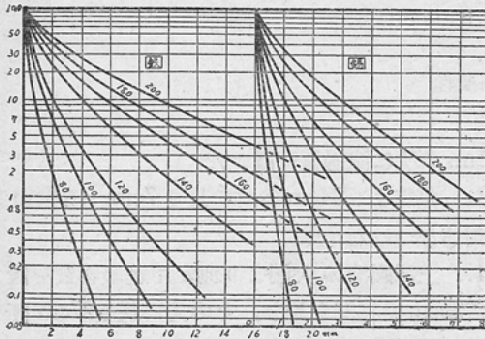
測定した物質は次の 14種であり、これ等を各々次の如き記號で示す。

- Pb…………鉛  
 PC…………防禦用コンクリート  
 Sn…………錫  
 BaC…………バリウム入コンクリート  
 Cu…………銅  
 NS…………粘板岩石(石スレート)  
 Fe…………鐵  
 Al…………アルミニウム  
 S…………スレート  
 C…………コンクリート

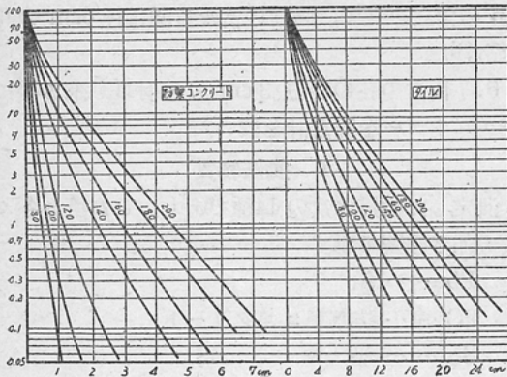
第 1 圖



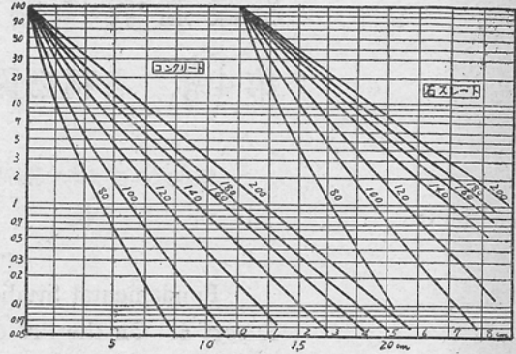
第 2 圖



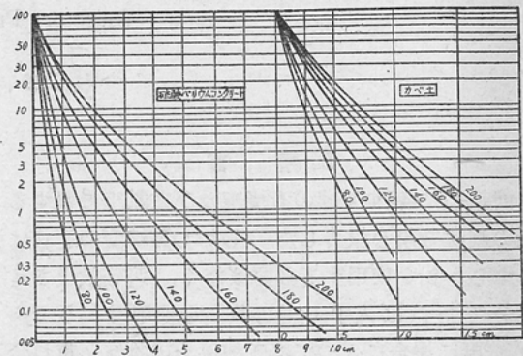
第 3 圖



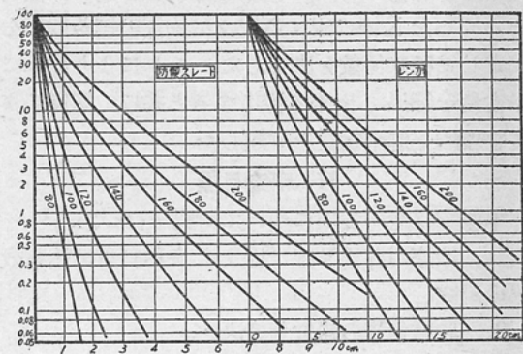
第 4 圖



第 5 圖



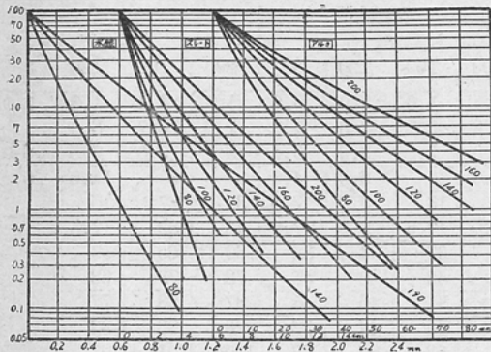
第 6 圖



W.....壁土  
 BR.....煉瓦  
 T.....タイル  
 PS.....防禦用スレート  
 Hg.....水銀  
 但しコンクリート系物質の組成は次の如し。

C.....セメント 1, 砂 3,  
 BC.....セメント 1, 砂 1, BaSo<sub>4</sub> 2  
 PC.....セメント 1, 砂 0.9, 防禦劑 3.8  
 PS.....防禦劑を含むスレート  
 防禦劑は水銀モリブデン 其の他の重元素である。

第 7 圖



第 1 表

電 壓		200	180	160	140	120	100	80
濾過板	Cu	0.9	0.7	0.5	0.3			
	Al	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0	1.0	1.0
半價層(銅)		1.35	1.14	0.92	0.59	0.30	0.19	

IV 實驗結果

80kv(Al 1mm)より200kv(Cu 0.9Al 0.5mm)に至る第1表の如きX線に對する上記15種の物質の透過率<sup>※</sup>を測定した結果を第1~7圖に示す。

VII 考 按

1) 200kv (Cu 0.9 Al 0.5mm), 140kv (Cu 0.5 Al 0.5mm) 及び 80kv (Al 1.0mm) のX線による透過率1%の各種物質の厚さを實驗結果より算出し、透過率の低い物質から順に示したのが第

2表である。但し最下欄は80kvと200kvのX線の1%透過に必要な物質の厚さの比である。

これによりX線透過率は比重には餘り關係なく主に原子量に關係する事が判る。又線質による差は最下欄に示す様に鉛の様な重元素を標準に取れば、Sn, Fe, PC等の如き中位の重さの元素並びにこれを多く含む物質(之をA群とする)は硬いX線に對しては鉛に比べ遮蔽効果は悪くなるが、軟線に對しては相當の遮蔽力を持つ事が判る。又C, Al, BR等の如き比較的輕元素を多く含む物質(之をB群とする)は軟線に對しては遮蔽力は少いが、硬線に對しては比較的遮蔽力が大きい。

2) 種々の線質のX線に對する各物質の鉛當量を實驗價から算出すれば第3, 第4表の如くなる。

今鉛當量0.5mmの時の鉛の厚さに對する各物質の厚さの比を線質別に取れば第8圖の如くなる。

此の圖からもA群に屬する中位の元素は軟線に有利であり、B群に屬する輕い元素を多く含む物質は硬線に有利な事が判る。

3) 鉛0.3~2.0mmとそれに相當する各種物質(1例としてA群からFe, Pc, B群からBR, C)の厚さの比を線質別に示したのが第5表である。

これによりA群の物質は線質に依つて厚さの比は異なるが、吸收度を大きくしても(鉛當量を大きくする)鉛に對する厚さの比は變らない。此れに反し、B群は線質によつて變らないが吸收度を

第 2 表 線質を異にした3種のX線を99%吸收する。各種物質の厚さ(單位cm)と線質に依る吸收層の厚さの比。

物 質	Pb	Hg	Sn	Cu	Fe	Pc	Bc	Ps	Ns	Al	C	S	W	T	BR	
原子番號	82	80	50	29	26					13						
比 重	11.2	13.6	7.5	8.9	7.9	2.8	2.8	2.1	2.9	2.7	2.2	2.1		2.2	2.5	
電 壓	80	0.45	0.55	0.6	1.8	2.8	5.0	6.5	7.0	28.0	40.0	40.0	38.0	58.0	60.0	70.0
	140	1.2	1.25	3.1	9.5	12.3	22.0	25.0	30.0	66.0	87.0	92.0	105	120	120	137
	200	1.65	1.8	7.6	18.0	25.0	44.0	55.0	70.0	85.0	120	130	145	165	170	175
比	3.6	3.3	12.6	10.0	9.0	8.8	8.45	10.0	3.02	3.0	3.25	3.8	2.84	2.83	2.5	

※ 尙透過率とは入射線量に對する透過線量の比である。

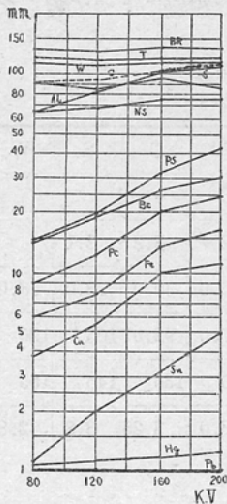
第 3 表 各物質の鉛當量 (1)

鉛當量		0.3				0.5				1.0			
電 壓 (KV)		200	160	120	80	200	160	120	80	200	160	120	80
物	Sn	1.3	0.9	0.5	0.3	2.5	1.6	1.0	0.6	5.0	3.4	1.8	1.0
	Cu	3.1	2.9	1.7	1.1	5.2	5.1	2.8	1.9	11.6	10.7	6.0	
	Fe	4.5	3.9	2.4	1.8	8.0	7.0	3.8	3.0	15.0	13.0	7.5	6.0
	Pc	7.0	6.0	3.3	2.7	12.0	10	6.0	4.5	27	20	11.0	9.0
	Bc	8.0	8.0	6.0	5.0	15	13	9.0	7.5	30	27	16	
質	Ps	12.0	9.0	5.0	4.3	21.0	17.5	9.0	7.5	42	32	17.5	
	Ns	25	25	23	19	37	37	34	32	60	60	53	
	Al	25	28	28	26	42	48	42	45	72	73	68	
	C	33	32	38	26	52	51	46	45	87	83	77	
	S	32	30	23	17	52	50	42	32	98	93	82	
	W	34	36	33	32	57	58	56	58	100	101	97	
	T	38	38	39	40	60	60	59	61	110	109	107	103
	BR	40	41	40	35	65	67	63	65	110	110	109	

第 4 表 各物質の鉛當量 (2)

鉛當量		1.5				2.0				2.5			
電 壓 (KV)		200	160	120	80	200	160	120	80	200	160	120	80
物	Sn	7.3	5.3	2.8	1.5	9.5	7.0	3.8					
	Cu	15.0	13.8	9.2		19.0	18.4	12.7					
	Fe	22.8	19.5	12.0		64	55						
	Pc	45	34	19		53	45	24		75	64		
	Bc	50	45	26		7.0	58	36		88	72		
質	Ps	65	48	27		86	67	38		103	82		
	Ns	83	83	77									
	Al												
	C	125	120	114		150	149	142		180	180		
	S	130	129	128		172	171						
	W	150	154	150		205	205	195					
	T	155	158	150		200	203	195		247	250		
	BR	160	163	158		205	202						

第8圖 各物質の鉛當量(0.5mm)比



大きくすると比は急激に減少する。即ち軟線でしかも吸収度をあまり要求されない(診断等)場合はA群の物質を使用するのが良く、硬線でしかも吸収度の高い事が要求される(超高圧X線等)場合はB群の物質を使用するのが良い。

4) 遮蔽の様に90~99%以上の減弱を必要とする場合は、実験結果から判る様に透過率は指数曲線と見て良い。従つて吸収物質が薄くて透過率曲線が彎曲している部分の補正を加えれば、各線質によつて適当な吸収係数を與える事が出来る。1例として200kv(フィルター Cu 0.9mm, Al 0.6mm)の各種物質に対する吸収係数及び補正值を示すと第6表の如くなる。

この表を使つて200kv(Cu 0.9 Al 0.5)のX線

第5表 4物質の種々の鉛當量比

物質 KV	Fe				Pc				BR				Co			
	0.3	0.5	1.0	1.5	0.3	0.5	1.0	2.0	0.3	0.5	1.0	2.0	0.3	0.5	1.0	2.0
80	6.0	6.0	6.0		9.0	9.0	9.0		12.0	13.0			87	90		
120	8.0	7.7	7.5	8.0	11.0	12.0	11.0	12.0	13.3	12.6	109	102	93	91	77	71
160	13.0	14.0	13.0	13.0	20.0	20.0	20.0	21.0	13.6	13.4	111	104	107	109	83	75
200	15.0	16.0	15.0	15.0	24.0	27.0	27.0	26.0	13.3	13.0	110	103	110	110	81	75

第6表 200KV (Cu 0.9 Al 0.5) の吸収係数及び補正值

物質	Pb	Sn	Cu	Fe	Pc	Bc	Ps	Ns	Al	C	S	W	T	BR
吸収係数	3.9	0.82	0.376	0.27	0.137	0.091	0.082	0.084	0.062	0.056	0.047	0.038	0.037	0.038
補正值	-0.025	-0.13	-0.15	-0.25	-1	-2.5	-2	0	-1	0	-1	-3	-3	-2

を99%吸収させる銅の厚さを求めてみると

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

( $\mu$ : 吸収係数)  
(x: 銅の厚さ)  
( $I_0$ : 入射線量)  
(I: 透過線量)

なる吸収式から銅の厚さ  $x$  は1.97cm となり、之れから補正值0.15cm を引けば求める厚さ1.82cm を得る。これは実験値とよく一致する。

### VIII 結 語

上記の実験及び考察より次の事が判る。

- 1) 鉛の様な重元素は医療用 X線の範囲では軟鉛にも硬線にも能率の良い遮蔽物質である。
- 2) 鉄, 銅, 錫, 等の中位の重さの元素を含む

物質は、軟線でしかも吸収度の少ない場合に有効である。特に 80kv 以下では鉄は種々の點から考慮すべき遮蔽物質と思われる。

3) コンクリート, タイル, 煉瓦等の軽い元素を含む物質は硬線で、しかも吸収度の大きい事が要求される場合に有効である。特に高エネルギーの  $\gamma$  線に對して考慮すべき物質と思われる。

4) X線深部治療室の遮蔽は上記 2) と 3) の中間になるので、中位の重さの元素で遮蔽する事は能率が悪く、バリウム又はそれ以上の重元素で遮蔽するのが良い。尙、室がコンクリート, 土壁煉瓦等で作られている場合は、厚ければ相當有効な遮蔽となる。