



Title	レントゲン治療に於ける含鉛ゴム被覆の効果に就て
Author(s)	鬼塚, 恵一郎
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1957, 17(9), p. 1026-1037
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16712
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

レントゲン治療に於ける含鉛ゴム被覆の効果に就て

九州大学医学部放射線医学教室 (主任 入江英雄教授)

鬼塚 恵 一郎

(昭和32年4月30日受付)

緒 言

悪性腫瘍のレントゲン (以下「レ」と略) 治療は管電圧が高いほど効果的であるとされている。

我々は現在、日常 200KV ~ 250KV の管電圧を使っている。しかしてかゝる場合我々は照射する患部以外の不必要部に「レ」線がかゝらないように Tubus を使用するが、それだけでは目的を達しないため別に何かで皮膚を被覆しなければならぬことが多い。その被覆には使用簡便、入手容易な含鉛ゴム布が一般に使われている。この含鉛ゴム布は一應「レ」線の防禦に役立つとされ、一般にも市販されているのである。

しかるに、この市販の含鉛ゴム布は純鉛板とくらべれば當然含有の鉛量が少くて、厚さも比較的薄い。斯様なものでは管電圧が高くなつて來ると防禦の効果がうすれて來ることが考えられる。

本實驗は、我々が日常に用いている市販の鉛ゴムカバーを用いて、高い電圧でどの位の防禦的價值があるものか。若し「レ」線が鉛ゴムカバーを透過して來るならば、大量に照射をする場合では透過して來た「レ」線量は等閑に出来ない。こゝに「レ」線が大量に透過して來るならば鉛ゴムカバーはどの程度の厚さに、どの様なものを用いればよいか。即ち、その鉛ゴムカバーが實際にどれだけの厚さを必要としているか。又附屬している Tubus の防禦的價值がどのようなものであるかについて實驗を試みた。

實驗方法

本實驗はフィルム黒化法及び直接線量測定法によつた。フィルムの黒化は後述するようにイオン

化測定との比較曲線によりレントゲン量に換算した。

實驗に用いた條件及び裝置は次のごとくである。

「レ」線發生裝置は島津製深部治療器、友愛號 (以下友愛號と略) 管電流は 2 mA, フィルターは別表のごとくで、各電圧に予めそれぞれ定めて作製してあるものを用いた。

フィルム黒化法により含鉛ゴム布の「レ」線透過を調べた。

本實驗をなすに當り、まず黒化度と「レ」線量の關係を求める實驗を (同裝置を用いて) 行つた。管電圧及びフィルターは次の通りである。

160KV	Cu 0.5mm + Al 0.5mm
200KV	Cu 0.9mm + Al 0.5mm
250KV	Cu 1.5mm + Al 0.5mm

管電流はすべて 2 mA, フィルム焦點間距離は 300cm, フィルムは増感紙を用いず、サクラ「レ」線用四切フィルムを細斷し、黒紙に包み遮光して用いた。キュストネル線量計 (以下キ線量計と略) にて測定した線量より、10 ~ 500mr にわたつて階段狀に曝射を與え、規定現像液にて攝氏 20 度、5 分間、一括同時現像。黒化度は山邊式黒化度計にて測定した (以下黒化度測定はすべて山邊式黒化度計を用う)。

使用した含鉛ゴム布は現在市販されている東海護謨工業株式會社 (レントゲン手袋 J.I.S 指定工場) 製のもので鉛當量は 0.7mm 以上と稱するものである。その厚さは 2mm である。

焦點フィルム間距離 130cm, フィルムは増感紙

を用いず、サクラ「レ」線用四切フィルムを細断し、黒紙に包んで用いた。

焦点下垂直にフィルム置き、フィルム上に含鉛ゴム布を3段の階段状に並べ、4段目には10mm厚さの鉛板をおいて、フィルムのカブリを調べた。使用した管電圧及びフィルターは次のごとくである。

140KV	Cu 0.3mm + Al 0.5mm 濾過
160KV	Cu 0.5mm + Al 0.5mm 濾過
180KV	Cu 0.7mm + Al 0.5mm 濾過
200KV	Cu 0.9mm + Al 0.5mm 濾過
240KV	Cu 1.2mm + Al 0.5mm 濾過
250KV	Cu 1.5mm + Al 0.5mm 濾過

照射時間は130cmのところで空中線量2rにないように夫々曝射を與えた。現像は規定現像液にて攝氏20度、5分間、前実験のフィルムと共に一括同時現像をなした。

次に、含鉛ゴム布1枚の透過率を出すためにフィルム黒化法にて実験を行つた。表面量2rを曝射すると直接フィルムに當る部の黒化度がすぎて黒化度計で測定が出来なかつた。そのために曝射線量を減少させて実験した。

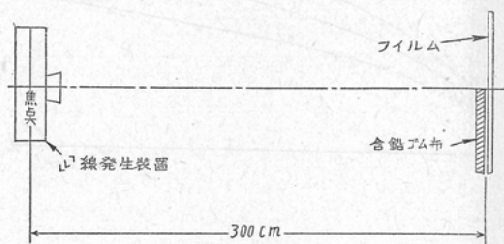
実験に用いた装置は島津製深部治療器、信愛號（以下信愛號と略）定電壓式（最高200KV）管電圧は140KVより200KVまでを用い、フィルターは前実験と同様に前述のごとく用いた。管電流は10mA。フィルムは増感紙を用いず、フジ「レ」線用フィルムを細断し黒紙につんで用いた。フィルム焦点間距離、300cm。フィルムは「レ」線方向に垂直におき、第1圖のごとくにフィルムの上、一部に含鉛ゴム布1枚を密着しておき、含鉛ゴム布を置かない部分と共に同時に曝射を與えた。「キ」線量計で測定した線量より10~500mrにわたり階段状に夫々第1圖のごとく曝射を與えた。現像は規定現像液にて攝氏19度、5分間、一括同時現像をした。

フィルム直接曝射部の黒化度及び含鉛ゴム布を

透過したフィルムの黒化度を得た。

次に、「キ」線量計を用いて、焦点より130cmの距離にて、その直前に含鉛ゴム布を置き、その透過「レ」線量を實測し、それを我教室が普通に行っている焦点皮膚間距離30cmの状態に換算し、1分間の「レ」量を出した。

第 1 圖



實驗成績

實驗 (I)

最初に黒化度と「レ」線量の關係を求める實驗を行い、黒化度曲線を得、これを第2圖に示す。縦軸に黒化度、横軸に「レ」量をとつた。

これによると同一「レ」線量に對しては、160KVの黒化度が200KV、250KVの黒化度に比して最も高く次いで200KV、250KVの順になっている。即ち、管電圧が高くなるほど、同一「レ」線量では黒化度が減少して波長依存性がみられる。

140KVより250KVまで（第1表）に示すような方法で曝射を與え、それぞれの黒化度を得た。前述標準曲線で「レ」量を算出した。

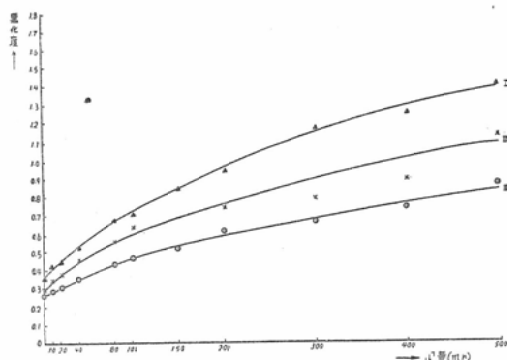
140KVの場合黒化度よりの「レ」線算出は160KVの標準曲線を用いた。180KVは200KV、240KVは250KVの標準曲線を夫々用いて行つた。

透過前の「レ」量はすべて2rを曝射したが、之では黒化が過ぎて前述標準曲線にて實證出来る範圍外にあり、實測出来なかつた。

成績は第1表に示すごとくである。

第 2 図

- I : 160KV 2mA Cu 0.5mm+Al 0.5mm
 II : 200KV 2mA Cu 0.9mm+Al 0.5mm
 III : 250KV 2mA Cu 1.5mm+Al 0.5mm



第1表 フィルム黒化度法による測定
 (表面量 2r 曝射)

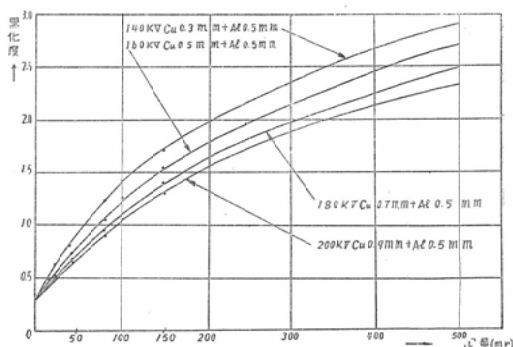
管電圧	フィルタ (mm)	鉛ゴムカ バー枚数	黒化度	「レ」量 (mr)
140 KV	Cu 0.3	1 枚	0.70	95
		2 枚	0.28	0
	Al 0.5	3 枚	0.20	0
		鉛板厚さ 1 cm	0.18	0
160 KV	Cu 0.5	1 枚	0.83	145
		2 枚	0.33	0
	Al 0.5	3 枚	0.22	0
		鉛板厚さ 1 cm	0.17	0
180 KV	Cu 0.7	1 枚	0.69	160
		2 枚	0.35	10
	Al 0.5	3 枚	0.21	0
		鉛板厚さ 1 cm	0.16	0
200 KV	Cu 0.9	1 枚	0.62	120
		2 枚	0.38	20
	Al 0.5	3 枚	0.31	0
		鉛板厚さ 1 cm	0.16	0
240 KV	Cu 1.2	1 枚	0.63	250
		2 枚	0.41	70
	Al 0.5	3 枚	0.28	10
		鉛板厚さ 1 cm	0.16	0
250 KV	Cu 1.5	1 枚	0.69	320
		2 枚	0.49	120
	Al 0.5	3 枚	0.28	10
		鉛板厚さ 1 cm	0.14	0

それらの値より、140KVでは含鉛ゴム布1枚では透過前2rの「レ」線量が95mr透過した。然し2枚になると透過「レ」量は0となる。160KVの場合も1枚の含鉛ゴム布では透過「レ」量は145mrであるが、2枚では透過しない。180KVでは含鉛ゴム布1枚では160mrであるが、2枚では透過「レ」量は10mrである。3枚では認めない。200KVでは含鉛ゴム布1枚を透過して120mr、2枚で20mr認めるが、3枚では認めない。240KVでは2枚で70mr、3枚で10mrをみる。250KVでは含鉛ゴム1枚を透過して、320mr、2枚を透過すると120mr、3枚では10mrを認める。

実験(Ⅱ)

次にフィルム黒化法にて含鉛ゴム布の透過率を求める実験を行った。第1図のようにし、10～500mrにわたって曝射を與え、フィルム直接曝射部より曝射「レ」量と黒化度との関係を得た。これは第3圖に示すごとくである。縦軸に黒化度、横軸に「レ」線量をとった。

第3図 フィルム直接曝射部の「レ」量と黒化度の関係

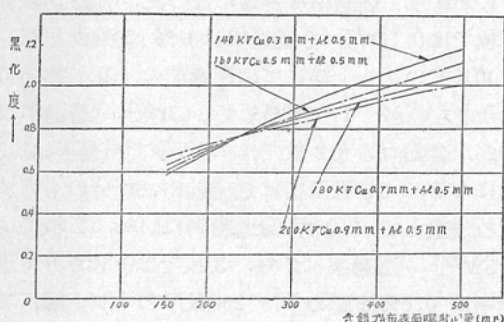


これによると同一「レ」線量に對して140KVの黒化度が最も高く、管電圧が高くなるにつれて黒化度は減少し波長依存性がみられる。

次にフィルム上に含鉛ゴム布を置いて曝射を與えたものより、曝射「レ」線量と曝射「レ」線が含

鉛ゴム布を透過して得たフィルムの黒化度の関係を得た。これは第4圖に示すごとくである。横軸は含鉛ゴム布表面の曝射「レ」線量を示し、縦軸は黒化度である。

第4圖 含鉛ゴム布を透過した時の黒化度と含鉛ゴム布表面の曝射「レ」量



透過「レ」量は含鉛ゴム布を透過した「レ」線による黒化度より前述のフィルム直接曝射部の「レ」線量と黒化度の関係(第3圖)より算出した。

含鉛ゴム布の透過前「レ」量と透過「レ」量を算出するに當つて、フィルムの示性曲線にて「レ」線量と黒化度の関係が直線部に相當する部分を用いるために「レ」線量と黒化度の関係曲線から黒化度 1.0~2.5の間を選んだ。

黒化度 1.0~2.5の範囲はフィルム直接曝射部にては曝射线量 300mr より 500mr の間では、黒化度は 2.5以内にあり、又この範囲ではその透過「レ」線による黒化度はほぼ 1.0以上にある。

そこで著者は曝射线量 400mr の「レ」量をとつて透過率を求めた。

この實驗成績は第2表に示すごとくである。

140KVの「レ」線にては透過前 400mr のものが含鉛ゴム布1枚を透過して64mr、透過率は16%である。160KVでは75mr となり透過率は18%である。180KVの「レ」線にては80mr、透過率は20%となり、200KVの「レ」線にては100mr となり、その透過率は25%である。

實驗(Ⅲ)

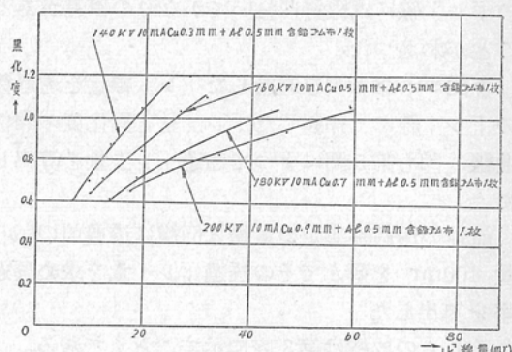
前述の實驗は透過後の線量を、あらかじめ透過

前の「レ」線にて作製した線量と黒化度の関係曲線(第3圖参照)より算出した。然しはたして、そのまゝ第3圖を用いて良いかどうか疑問に思つたので念のため調べたものである。

含鉛ゴム布1枚を透過した「レ」線量を「キ」線量計にて測定し、透過「レ」線とその黒化度との関係を求めた。

含鉛ゴム布は「キ」線量計の直前において測定した。實驗装置及び實驗材料は前の透過率測定に用いたものをそのまゝ用いた。

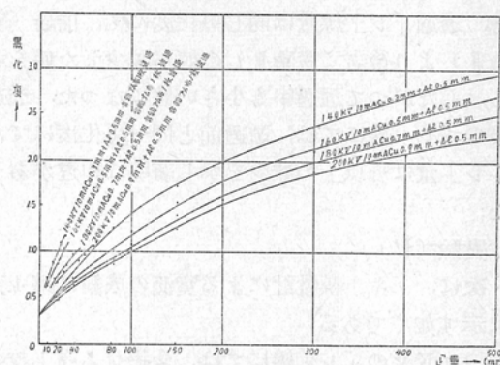
第5圖 含鉛ゴム布1枚透過した「レ」線による「レ」量と黒化度の関係



含鉛ゴム布透過後の「レ」線量と黒化度の関係は第5圖に示すごとくである。第5圖は縦軸に含鉛ゴム布を透して得たフィルムの黒化度を示し、横軸には含鉛ゴム布透過後の「レ」線量を示した。

透過前及び透過後の「レ」線のそれぞれの「レ」量と黒化度の関係は第6圖のごとくである。

第6圖 「レ」線量と黒化度の関係



これによると透過前 140KV の黒化度と「レ」量の関係はこれが含鉛ゴム布を透過した後の「レ」量と黒化度の関係と一致せず、両者の間にかなり相違がみられる。140KV の「レ」線にては同一「レ」量に對して透過後の「レ」線による黒化度が透過前の「レ」線によるものよりも高い。同様のことが、160KV、180KV、200KV の「レ」線についてもみられる。第6圖では、200KV の透過後の「レ」線による「レ」量と黒化度の関係は、透過前の 140KV の「レ」量と黒化度の関係よりも、同一「レ」量における黒化度は高かった。これにより、透過前の「レ」線と透過後の「レ」線には線質においてかなりの相違があることがわかった。

含鉛ゴム布1枚を透過した「レ」線量を透過後の「レ」線にて作製した「レ」量と黒化度の関係曲線、即ち第5圖によつて透過「レ」量を算出した。

前述の透過率測定の実験と同様に透過前の「レ」量 400mr を選んでその透過「レ」量を求め透過率を算出した。

それらの成績は第3表に示すごとくである。

140KV の「レ」線にては透過前 400mr のものが、含鉛ゴム布1枚を透過して20mr になり、透過率は5%である。160KV の「レ」線にては28mr になり、透過率は7%である。180KV の「レ」線にては34mr になり、透過率は8.5%になった。200KV の「レ」線にては46mr になり、その透過率は11%である。

これを前にのべた透過率測定値と比較すると、透過「レ」線量は同じ黒化度にて、前者(実験Ⅱ)より後者(実験Ⅲ)の値が減少した値を示し、したがつて透過率も小さい値になった。透過後の「レ」線にては、透過前と同一黒化度にて、「レ」量は $\frac{1}{2}$ 以上の減少を示し著明な相違があつた。

実験(Ⅳ)

次に、「キ」線量計による實測の成績は第4表に示す如くである。

140KV の「レ」線にては、含鉛ゴム布1枚の

透過前の「レ」線量11.1r/分のもものが、透過後0.52r/分で透過率は4.6%であるに對して、160KV の「レ」線にては透過前11.7r/分のもものが、含鉛ゴム布1枚を透過して0.76r/分となり、透過率は6%に増加し、180KV の「レ」線にては、透過前14.5r/分のもものが、含鉛ゴム布1枚を透過して1.06r/分、透過率は8%になった。含鉛ゴム布2枚では0.16r/分で透過率は1%に減少した。

200KV の「レ」線にては透過前の「レ」量16.0r/分のもものが、1枚透過して1.67r/分、透過率は10%、含鉛ゴム布2枚では0.2r/分で透過率は1.2%になる。240KV では透過前21.9r/分のもものが1枚透過して、2.95r/分、透過率は14%、2枚では0.32r/分、透過率は2%。3枚では0.13r/分で透過率は0.6%を認める。250KV の「レ」線にては透過前18.3r/分のもものが1枚透過して2.87r/分、透過率は15%。2枚では1.20r/分、透過率は7%。3枚では0.36r/分で透過率は2%を認める。

これらの値をフィルム黒化法の実験と比較してみると140KV の「レ」線にては、「キ」線量計の實測の透過率は4.6%であるが、フィルム黒化法の実験Ⅱ、即ち、含鉛ゴム布の透過「レ」量を、あらかじめ透過前の「レ」線によつて作製した「レ」量と黒化度の標準曲線(第3圖)より得た透過率は16%でかなり小さい。フィルム黒化法の実験Ⅲ、即ち、含鉛ゴム布の透過「レ」量を、あらかじめ含鉛ゴム布透過後の「レ」線に作製した「レ」量と黒化度の関係曲線(第5圖)より算出した透過率は5%で、ほとんど「キ」線量計による實測の値と一致した値を示した。

200KV ではキ線量計による實測の透過率は10%であるが、フィルム黒化法、実験Ⅱの値は25%で前者はかなり小さい値である。フィルム黒化法、実験Ⅲの値は11%で、これはほとんど一致した値を示した。160KV、180KV の「レ」線にても同様の関係がみられる。

実験(Ⅴ)

次に、本治療器に裝備されている規定のTubus(焦點より Tubus の端までの距離30cm、照射野 $10 \times 10 \text{cm}^2$)を用い、Tubus の外に「レ」線

が漏出するか否かを調べた。

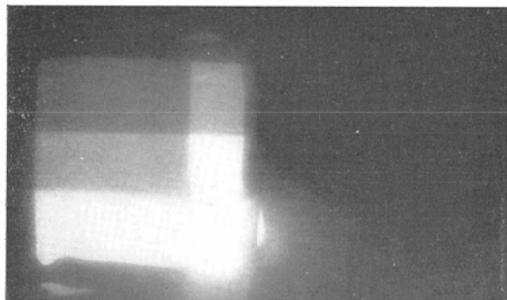
装置は友愛號，管電圧250KV，管電流2mA，フィルターはCu 1.5mm+Al 0.5mm，曝射時間は6.6秒(略々含鉛ゴム布表面量2.2r)，フィルムにTubusを密着して曝射した。フィルムは増感紙を用いずサクラ「レ」線用フィルムを黒紙につんで用いた。フィルム上に第8圖のごとく，Tubusを密着して出来る照射野の内に含鉛ゴム布を階段状に3段に並べ，一部に含鉛ゴム布を置かない部をもうけた。Tubusによって出来る照射野外の場所には含鉛ゴム布を階段状に2段にならべ一部に含鉛ゴム布をかけない部をもうけた。又一部に厚さ10mmの鉛板をおいて，フィルムのカブリをみた。

規定現像液にて攝氏20度，5分間現像をした。

又この時の透過「レ」量をフィルム黒化法にて算出した。本實驗は第2圖の實驗と同時にを行った。フィルムも同一フィルムの一部を用い，現像も第2圖のフィルムと一括同時現像を行ったので，「レ」量と黒化度の標準曲線は第2圖の250

第 7 圖

島津製深部治療器。友愛號 250KV，2mA，フィルター 1.5mm+Al 0.5mm，フィルム焦点間距離30cm焦点より30cm長さのツープス（照射野10×10cm²）に密着して曝射。曝射時間6.6秒（略々空中線量2.2r）サクラ「レ」用フィルム，増感紙を用いず第8圖のごとく含鉛ゴム布をフィルム上におく（第8圖参照）

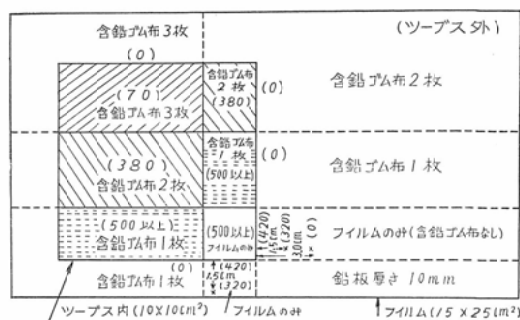


KVの「レ」線にて作製したものをを用いた。

含鉛ゴム布を透過して得た黒化度より，それに相當する「レ」量を算出し透過「レ」量とした。

得た寫眞は第7圖のごとくである。これを圖解したものが第8圖である。第8圖の括弧内の數字

第8圖 第7圖の圖解。括弧内の數字は透過「レ」量(mr)を表わす。



は透過「レ」量(mr)を示した。

これによると「レ」線はTubusの外には余り出ていなかった。しかも1枚の含鉛ゴム布で漏洩「レ」線は除去されていた。

實驗(VI)

次に，本實驗に使用した含鉛ゴム布の鉛當量を，フィルム黒化法及び「キ」線量計の實測による純鉛板の透過率の比較により實驗をした。

フィルム黒化法による實驗に用いた装置及び條件は次のごとくである。「レ」線發生装置は島津製深部治療器，信愛號，管電圧は140KV，160KV，180KV及び200KVである。フィルターは第5表のごとくそれぞれ用いた。管電流はすべて5mA。フィルム焦点間距離は90cm。フィルムは「レ」線用サクラYタイプを用い，増感紙を用いず黒紙につんで用いた。曝射は表面量3rになるように曝射した。曝射時間は

140KV：1分46秒

160KV：1分25秒

180KV：1分16秒

200KV：1分3秒

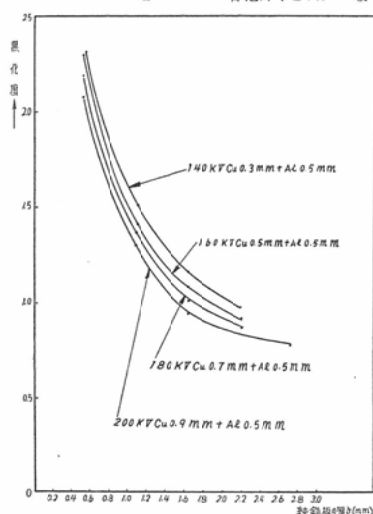
である。

焦点下垂直にフィルムを置き，フィルム上に0.53～2.76mmにわたって階段状に厚さ既知の純鉛板を並べ，又同じフィルム上の一部に含鉛ゴム布1枚を置いて同時に曝射を與えた。

現像は規定現像液にて攝氏19度，5分間一括同時現像をした。

之で純鉛板を透過した黒化度及び含鉛ゴム布1

第9図 純鉛板を通過した黒化度と純鉛板の厚さとの関係。信愛号、表面量3r照射、サクラYタイプ増感紙を用いない。



枚を透過した黒化度を得た。

純鉛板を透過した黒化度と純鉛板の厚さとの関係は第9図に示すごとくである。縦軸に黒化度、横軸に純鉛度の厚さ(mm)をとつた。

含鉛ゴム布1枚を透過して得た黒化度は第5表に示すごとくである。第9図より含鉛ゴム布の黒化度に相当する純鉛板の厚さを求めた。

これらの値は第5表に示すごとくである。

これによると 140KV, Cu 0.3mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線にては含鉛ゴム布1枚の鉛当量は0.73mmに相当することを知つた。160KV, Cu 0.5mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線では鉛当量は0.74mmであつた。180KV, Cu 0.7mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線では含鉛ゴム布の鉛当量は0.73mmに相当する。200KV, Cu 0.9mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線では鉛当量は0.75mmであることを知つた。

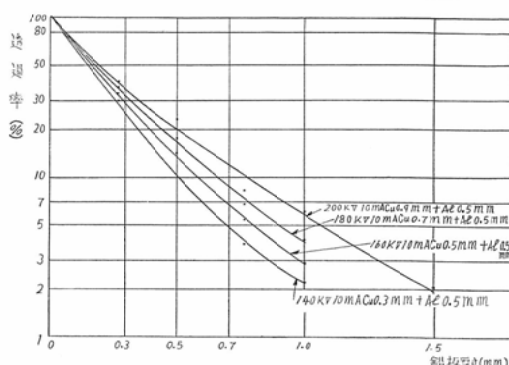
更に、「キ」線量計を用いて、純鉛板の透過率との比較により実験を行った。

使用した「レ」線発生装置は信愛号、管電圧は140KV, 160KV, 180KV及び200KV。管電流はすべて10mA、フィルターは第6表のごとくそれぞれ用いた。焦点より130cmの距離にて「キ」線量計にて測定した。

「キ」線量計の直前に厚さ0.27mmより1.5mmまでの純鉛板をおいて、透過「レ」量を測定し、又その時の入射「レ」量を測定して透過率を算出した。「レ」線量は焦点より30cmの距離における「レ」量に換算した。

これらの成績は第6表のごとくである。純鉛板の厚さと透過率の関係は第10図に示すごとくで、縦軸に透過率、横軸に純鉛板の厚さを示した。

第10図 純鉛板の厚さと透過率との関係 (キユストネル線量計にて測定)



含鉛ゴム布の透過率は信愛号による測定値と信愛号のそれとはほとんど變りがなかつたので前記「キ」線量計による實測の値第4表を用いた。

第10図より含鉛ゴム布1枚の透過率に相当する純鉛板の厚さを求めた。

これらの成績は第7表に示すごとくである。

140KV, Cu 0.3mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線にては含鉛ゴム布1枚は0.72mmの鉛の厚さに相當する。

160KV, Cu 0.5mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線にては0.73mm, 180KV, Cu 0.7mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線にては0.74mmの鉛の厚さに相當する。200KV, Cu 0.9mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線にては0.78mmに相當する。

フィルム黒化法によつて出した前述の含鉛ゴム布の鉛当量を「キ」線量計によつて實測して得た含鉛ゴム布の鉛当量と比較してみた。140KV, Cu 0.3mm + Al 0.5mm 濾過の「レ」線にてはフィルム黒化法による測定の鉛当量は0.73mmであり、「キ」線量計による測定の鉛当量は0.72mmで兩者

第2表 フィルム黒化法による含鉛ゴム布の透過率測定(実験Ⅱ)
 (透過前の「レ」線にてあらかじめ作製した「レ」量と黒化度の標準曲線
 (第3図)より透過「レ」量を算出す)

管電圧 (KV)	管電流	フィルター (mm)	透過前「レ」線量		透過「レ」線量		透過率 (%)
			黒化度	「レ」量 (mr)	黒化度	「レ」量 (mr)	
140	10mA	Cu 0.3 Al 0.5	2.68	400	1.05	64	16
160	"	Cu 0.5 Al 0.5	2.42	400	1.02	75	18
180	"	Cu 0.7 Al 0.5	2.23	400	0.95	80	20
200	"	Cu 0.9 Al 0.5	2.08	400	0.94	100	25

第3表 フィルム黒化法による含鉛ゴム布の透過率測定(実験Ⅲ)
 (透過後の「レ」線にてあらかじめ作製した「レ」量と黒化度の
 標準曲線(第5図)より透過「レ」量を算出す)

管電圧 (KV)	管電流	フィルター (mm)	透過前「レ」量		透過「レ」量		透過率 (%)
			黒化度	「レ」量 (mr)	黒化度	「レ」量 (mr)	
140	10mA	Cu 0.3 Al 0.5	2.68	400	1.05	20	5
160	"	Cu 0.5 Al 0.5	2.42	400	1.02	28	7
180	"	Cu 0.7 Al 0.5	2.23	400	0.95	34	8.5
200	"	Cu 0.9 Al 0.5	2.08	400	0.94	46	11

第4表 キューストネル線量計による測定

管電圧 (KV)	フィルター (mm)	透過前「レ」量 r/分 (30cm)	透過「レ」線量		透過率 (%)
			含鉛ゴム 布枚数	「レ」量 r/分 (30cm)	
140	Cu 0.3 Al 0.5	11.1	1枚	0.52	4.6
160	Cu 0.5 Al 0.5	11.7	1枚	0.76	6
180	Cu 0.7 Al 0.5	14.5	1枚	1.06	8
			2枚	0.16	1
200	Cu 0.9 Al 0.5	16.0	1枚	1.67	10
			2枚	0.2	1.2
240	Cu 1.2 Al 0.5	21.9	1枚	2.95	14
			2枚	0.32	2
			3枚	0.13	0.6
250	Cu 1.5 Al 0.5	18.3	1枚	2.87	15
			2枚	1.20	7
			3枚	0.36	2

の實驗の値はほとんど一致している。

200KV, Cu 0.9mm+Al 0.5mm 透過の「レ」

線にては、フィルム黒化法により測定した鉛當量は0.75mmであり、「キ」線量計により測定した鉛

第5表 フィルム黒化法による
含鉛ゴム布の鉛当量測定

管電圧 (K V)	フィル タ (mm)	含鉛ゴム 布1枚を 透過した 黒化度	含鉛ゴム布の黒 化度と等しい黒 鉛板の厚さ (mm)
140	Cu 0.3 Al 0.5	1.95	0.73
160	Cu 0.5 Al 0.5	1.78	0.74
180	Cu 0.7 Al 0.5	1.76	0.73
200	Cu 0.9 Al 0.5	1.66	0.75

第6表 純鉛板の透過率

管電圧 (K V)	フィルタ (mm)	鉛板厚さ (mm)	透過「レ」 量 r/分 (30cm)	透過率 (%)
140	Cu 0.3	無し	51.8	100
		0.27	14.81	28
		0.50	4.98	9.6
		0.77	1.97	3.8
160	Al 0.5	1.0	1.15	2.2
		無し	59.8	100
		0.27	17.50	29
		0.50	8.08	14
180	Al 0.5	0.77	3.01	5.3
		1.0	1.65	3
	Cu 0.7	無し	68.5	100
		0.27	22.55	33
200	Al 0.5	0.50	11.57	17
		0.77	4.65	6.7
		1.0	2.84	4
		1.5	1.69	2

当量は0.78mmで両者の値はほとんど相違がみられなかった。

160KV, Cu 0.5mm+Al 0.5mm濾過の「レ」線及び180KV, Cu 0.7mm+Al 0.5mm濾過の「レ」線にても同様で、フィルム黒化法による測定と「キ」線量計による測定の鉛当量の値は略々一致した。

次に、ここに求められた鉛当量を用いて今迄行つた実験に對して、矛盾の有無を調べてみた。即

第7表 含鉛ゴム布の鉛当量
(キュストネル線量計にて測定)

管電圧 (K V)	フィル タ (mm)	含鉛ゴム 布1枚の 透過率 (%)	含鉛ゴム布1枚の 透過率と等しい透 過率を示す純鉛板 の厚さ (mm)
140	Cu 0.3 Al 0.5	4.6	0.72
160	Cu 0.5 Al 0.5	6	0.73
180	Cu 0.7 Al 0.5	8	0.74
200	Cu 0.9 Al 0.5	10	0.78

ち、任意に、今迄測定した含鉛ゴム布の透過率を選んで鉛板の透過率と比較した。含鉛ゴム布の透過率に相當する純鉛板の厚さにてあらわした。

用いた値はフィルム黒化法による透過率測定の値(第2表, 第3表)及び「キ」線量計による實測の値(第4表)を用い、純鉛板の実験(第10圖)より算出した。

これらの値は第8表に示すごとくである。

フィルム黒化法による実験Ⅲの測定値、即、透過「レ」量を、あらかじめ透過後の「レ」線にて作製した黒化度と「レ」量の標準曲線(第5圖参照)より算出した透過率及び「キ」線量計にて實測した透過率に相當するそれぞれの純鉛板の厚さはほぼ0.70mm前後の値にあつて、両者はほとんど同一であつた。

フィルム黒化法による実験Ⅱの測定値、即ち、含鉛ゴム布の透過「レ」量を、透過前の「レ」線によつて、あらかじめ作製した「レ」量と黒化度との標準曲線(第3圖)より算出した透過率は、それと等しい透過率を示す純鉛板の厚さに換算するとほぼ純鉛板の0.4mmの厚さに相當し、他の實驗と比較すると含鉛ゴム布の透過率に相當する純鉛板の厚さは小さい値を示した。

實際に測定した含鉛ゴム布の鉛当量とくらべて、フィルム黒化法にて行つた實驗Ⅱ、フィルム黒化法の實驗Ⅲの方法で行つた實驗値、及び「キ」線量計にて實測した實驗値と差がないかどうかを吟味してみる。

140KV, Cu 0.3mm+Al 0.5mm濾過の「レ」線にてはフィルム黒化法の實驗Ⅲの方法にて算出

第8表 含鉛ゴム布1枚の透過率に相当する純鉛板の厚さ

管 電 圧 (K V)	フイルター (mm)	測 定 法	含 鉛 ゴ ム 1 枚 の 透 過 率 (%)	含鉛ゴム布の透過 率に相当する純鉛 板の厚さ (mm)
140	Cu 0.3	フイルム黒化法 (実験Ⅱ)	16	0.39
		フイルム黒化法 (実験Ⅲ)	5	0.70
	Al 0.5	キュストネル線量計実測	4.6	0.72
160	Cu 0.5	フイルム黒化法 (実験Ⅱ)	18	0.42
		フイルム黒化法 (実験Ⅲ)	7	0.68
	Al 0.5	キュストネル線量計実測	6	0.73
180	Cu 0.7	フイルム黒化法 (実験Ⅱ)	20	0.44
		フイルム黒化法 (実験Ⅲ)	8.5	0.72
	Al 0.5	キュストネル線量計実測	8	0.74
200	Cu 0.9	フイルム黒化法 (実験Ⅱ)	25	0.41
		フイルム黒化法 (実験Ⅲ)	11	0.74
	Al 0.5	キュストネル線量計実測	10	0.78

した含鉛ゴム布の透過率及び「キ」線量計にて實測した含鉛ゴム布の透過率は純鉛板の0.70mmの厚さに相當する透過率を示すことになる。實際に測定した含鉛ゴム布の鉛當量は0.73mmであつたので、フイルム黒化法の實驗Ⅲ及び「キ」線量計により測定した値は、含鉛ゴム布の鉛當量とくらべて著しい差がみられない。

フイルム黒化法の實驗Ⅱの方法では、含鉛ゴム布の透過率を算出してみると、純鉛板の0.39mm厚さに相當し、實際の含鉛ゴム布の鉛當量が0.73mmであるのに較べるとかなり小さな値を示していると思われる。

200KV, Cu 0.9mm+Al 0.5mm 濾過の「レ」線にてはフイルム黒化法による透過率測定の実験Ⅲの方法及び「キ」線量計によつて測定した含鉛ゴム布の透過率は、これと等しい透過率を示す純鉛板の厚さに換算すると0.75mm附近の純鉛板の透過率と等しくなる。實際に測定した鉛當量は0.75mmで差はみられない。

然し、フイルム黒化法の實驗Ⅱの方法で行つた實驗では、含鉛ゴム布の透過率をこの方法で測定してみると、純鉛板の0.41mm厚さのものの透過率に相當することになる。實際に測定した含鉛ゴム布の鉛當量0.75mmと比較するとかなり値が小さく出ている。

160KV, Cu 0.5mm+Al 0.5mm濾過の「レ」線

及び 180KV, Cu 0.7mm+Al 0.5mm 濾過の「レ」線にて行つた實驗にても同様の關係がみられ、フイルム黒化法の實驗Ⅱ及び「キ」線量計による測定は、含鉛ゴム布の鉛當量と比較して矛盾がみられなかつた。

フイルム黒化法の實驗Ⅱの方法は、實際の鉛當量と比較すると相違することがみられた。

これは、即ち、フイルム黒化法による實驗Ⅲの場合のように、透過「レ」量を透過する前の「レ」線によつて、あらかじめ作製した「レ」量と黒化度の標準曲線を用いて算出すると、本實驗のように含鉛ゴム布をフイルムに密着して曝射した場合には實際の透過「レ」量よりもかなり大きな透過「レ」量を示していると考えられる。

フイルム黒化法にて本實驗のように 140KV までの 250KV までの「レ」線にては黒化度にかなり波長依存性がみられ、又含鉛ゴム布の透過前の「レ」線と透過後の「レ」線にかなり線質の相違がみられるので、それぞれの線質の「レ」線によつて「レ」量と黒化度の標準曲線が得られない限り正確な「レ」量を知ることは困難だと考えられる。

總 括

以上の實驗成績を總括してみると、管電圧が高くなるにつれて市販の含鉛ゴム布1枚では「レ」線遮蔽の能力が少くなる。

本実験では 140KV ですでに普通市販の含鉛ゴム布 1 枚では不充分であり充分な透過の防禦が期待出来ない。

我々が日常行っている癌治療等は距離 30~50cm で、しかも 1 回 200~300r の照射がなされている。140KV, 3mA, 30cm にて 1 回 200r, 総量 3000r をかけるとき、1 枚の含鉛ゴム布を透過して来る「レ」線は概算 150r になる。

これを 200KV, 3mA, 30cm にて、同量照射するときは総量 3000r をかけるとき、1 枚の含鉛ゴム布を透過して来る「レ」線量は概算 300r になる。

而して、こゝに 140KV で含鉛ゴム布を 2 枚にした時は、透過「レ」線量は認められなく、又 160KV でも同じであり、180KV になつてかうじて少量みられるが、240KV になると明らかにかなり大きな量に達する。

又 Tubus を使用すれば、Tubus 外に洩漏する「レ」線が除去された。Tubus の照射野の周囲の皮膚に含鉛ゴム布を置くと同層効果的であり、1 枚で充分であつた。

考按並びに結論

我々は従来「レ」治療の際、市販の含鉛ゴム布を無批判に何等の懸念なく用いて来た。それが 140KV 程度以下ならば市販の鉛ゴムカバーで被照射部を被覆しても「レ」線はさほど透過せず、何等の懸念なく用い得るが、本実験のように 160KV 以上 250KV の高い管電圧になると 1 枚の含鉛ゴム布では被覆不完全であることがわかつた。少くとも著者の実験では 140KV でさえも 1 枚の含鉛ゴム布では不充分であり、更に 2 枚の含鉛ゴム布の使用が理想的と考えられる。

更に高い管電圧では當然鉛ゴムカバーの枚数を増さねばならない。本実験から考えれば 2 枚の含鉛ゴム布で被覆完全と思われる範囲は 180KV までであり、180KV 以上より 250KV までは 3 枚は必要と思われる。それ以上は更に増加されねばならないと思う。

又、照射野のその廣さの Tubus を利用して「レ」照射を行えば含鉛ゴム布がなくてもかなり保

護出来るから出来るだけ Tubus を利用し、Tubus を患部に密着して利用すべきである。

而して Tubus のみをもつて完全というわけではないので、同時に含鉛ゴム布を利用するのが理想的である。

こゝに含鉛ゴム布が今後もこのまゝの厚さ、或は性状であるならば、2 枚ないし数枚を重ねて用いねばならぬ。

かゝることは極めて煩雜のことである。更に市販の鉛ゴムカバーは改良されて、充分な防禦作用を持たねばならぬ。それには厚さを厚く、鉛當量を増加させねばならぬ。著者は本実験をとおして現在の鉛ゴムカバーの「レ」線防禦効果の不満足なることを認識した。

本実験はメーター、器具のいくらかの誤差はあるとしても、本結果は今後の「レ」治療に際して、不注意な鉛ゴムカバー使用に警告をするに足るものと思う。

(欄筆に当り、終始御懇篤なる御指導と鞭撻を賜り且つ御校閲の勞を忝うせる恩師入江英雄教授に深甚なる謝意を表し、又種々御指導御援助を戴いた大竹、神田、村上諸先輩に対し厚く御礼を申し上げます)。

参考文献

- 1) 蔵本一郎：ポケット線量計並にフィルムバツチに依る被曝量測定について。日本医放会誌，15巻，182~190，1955。— 2) 橋詰雅：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。日医放会誌，14巻，435~439，1954。— 3) 高橋喜久雄：X線物理学実験法，1941。— 4) 志賀達雄：間接撮影における散乱線量の概測及び其の災害防禦について。日本医放会誌，第2巻，723~734，1941。— 5) 江藤秀雄，御園生圭輔：フィルム黒化による「レ」線防禦測定。日本医放会誌，2巻，1~10，1941。— 6) 入江英雄，川波浩：「レ」線量測定値の誤差について。日医放会誌，1巻，700~704，1941。— 7) 足立忠，鎌田力三郎：散乱線に関する基礎的研究(Ⅲ)散乱線の線質について。日医放会誌，14巻，244~245，1954。— 8) 橋詰雅：X線遮蔽に関する基礎的研究。第6報。背後二次X線の線質について。日医放会誌，15巻，780~783，1955。— 9) 松沢秀夫：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)日医放会誌，492~495，1954。— 10) 橋詰雅：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ついて。日医放会誌，14巻，529~533，

1954. — 11) 橋詰雅：X線遮蔽に関する基礎的研究. 第12報. 二次線に関する遮蔽について. 日医放会誌, 15巻, 803~807, 1955. — 12) 桜井孝, 吉永春馬：ポケット電離槽に関する2, 3の試験. 日医放会誌, 14巻, 669~675, 1954. — 13) 尾関巳一郎：胸部レントゲン診断に関する基礎的研究. 医学研究, 23巻, 8号, 1953. — 14) 足立忠,

氣賀正巳：黒化法による空間的線量分布測定. 日医放会誌, 4巻, 334~338, 1943. — 15) E. Dale Trout and R.M. Gager: Protective materials for field definition in radiation therapy. Amer. J. Roentgenol. Vol. 63, No. 3, 1950, 396~408.

The Effectiveness of Lead Rubber as Field Defining Material in the Radiation Therapy

By

Keiichiro Onizuka

Department of Radiology, Kyushu University Medical College
Fukuoka, Japan (Director: Prof. Dr. Hideo Irie)

When we perform radiation therapy of the patients, the adjacent healthy part of the irradiated area must be protected with some suitable methods. It is a common procedure to cover this part with lead rubber in daily practice.

I have measured the absorption of x-rays generated in the 140 kVp to 250 kVp region by the lead rubber on the market.

The shielding effect of this lead rubber was not sufficient to fulfill our requirement. I recognized a considerable amount of x-rays passing this lead rubber.

The author have examined the enough thickness of lead rubber to fulfill our requirement.