The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 人体胸部レ線撮影における散乱線含有率及び細部示現について |
| Author(s) | 谷井, 東助 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1959, 19(9), p. 1945-1955 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/18808 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 人体胸部レ線撮影における散乱線含有率及び細部示現について

新潟大学医学部放射線医学教室（主任　野崎秀英教授）
谷　井　東　助

（昭和34年9月7日受付）

目　次

Ⅰ　緒　言
Ⅱ　人体胸部レ線撮影における散乱線含有率
1）　測定方法
2）　測定成績とその考察
Ⅲ　散乱線除去の実験
1）　除去の方法
2）　除去効果の考察
Ⅳ　細部示視の問題
1）　実験方法
2）　実験成績の考察
i）　アルミニウム線試験体の示視
ii）　アクリル樹脂棒試験体の示視
iii）　うどん粉粒試験体の示視
Ⅴ　総括並結論
Ⅵ　主要文献
英文抄録

## Ⅰ　緒　言

診断に役立つレ線写真は鮮鋭でぼけのない写真であると共に，適当な黒化度及びコントラストを必要とする．この様なレ線写真を得るためにはレ線装置，増感紙，フィルムその他の特性を知らずに論ずる事は出来ないが，胸部撮影に当つて特にレ線写真に重要な影響を及ぼすものゝ一つに散亂線によるカブリがある．即ち散亂線によるレ線写真の阻害を最小限にして，適当なコントラストを保ち，広い診断域と細部示現を有する効果的なレ線写真を如何にして得るかゞ胸部疾患のレ線診断に於ける一つの重要な課題である．

従来この目的のための研究は多く，水，パラフィン等のファントームを用いての散亂線含有率や細部示現に関する実験であつた．然し散乳線含有率，特に細部示現に関しては，単にレ線の吸収，散亂等の関係が人体胸部と略々同様なファントームを使用するだけで充分とは考えられない．肺紋理同様の複雑な背景を持つたものが必要である[4]．然し，実際にこの様なファントームを得る事は不可能に近いし，ファントームは如何に精巧に製作されてもあくまでファントームに過ぎない．かゝる見地から著者は成人胸部を用いての実験を試みた．この様に実際に人体胸部を被写体としてその散亂線を測定した研究は，僅かに昭和19年江藤他[4]による簡単な実験があるのみで，吾々の調査では胸部レ線撮影の多数例に於いて肺野各部の散亂線含有率を測定し，之等を数値的に表現した報告を見ない．

著者は種々の胸厚及び管電圧について人体胸部レ線撮影を行い，フィルム黒化法によりその散亂線含有率を求め，又立位高圧用ブッキーブレンデによる散亂線除去効果を測定し，更に同時にアルミニウム，アクリル樹脂，うどん粉粒等を人体背部に附着せしめて撮影し，肺紋理の問題と共に細部示現についても考察を加えてみた成績を此処に報告する．

## Ⅱ　人体胸部レ線撮影における散乱線含有率[1)2)4)5)6)8)10)13)15)16)17)20)21)23)25)29)31)]

### 1）　測定方法

散亂線はレ線写真に悪影響を及ぼす事が多いので，その除去の研究と同時に含有率についても多くの報告がある[4)5)13)17)20)21)31)]．著者は日常慣用の胸部撮影と同様カセッテ及び増感紙を使用し，被写体には直接人体胸部を用い，フィルム黒化法によつて散亂線含有率の測定を行うことが真に近い

ものがあると考え次の如く実験を行つた．

実験装置及び器具：レ線発生装置：東芝KXO-5型診断用単相全波整流装置（管球：東芝M5025F，焦点 2.5× 2.5㎜），東芝KXO-8 型診断用単相全波整流装置（管球：東芝SDR10，焦点 5.0× 5.0㎜）．

濾過板：50～70kV は 0.5mm Al,90～ 140kV は 2.0mm Al.

増感紙：極光SF．

フィルム：サクラ，タイプY．

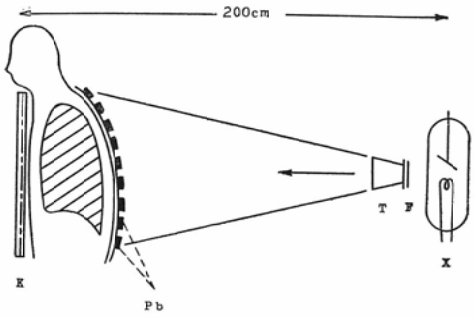
現像液：規定処方 SDX-1.

濃度測定：山部式島津濃度計．

焦点フィルム間距離2m，全実験を通じカセッテ及び増感紙は同一のものを使用した．

フィルム黒化法については幾多の報告があり[1)2)4)6)10)16)23)]，周知の方法でもあるので詳細は省略するが，次に著者が取上げた方法の要点を述べると，先づレ線フィルムに階段的に既知の曝射

第1図　胸部撮影術式

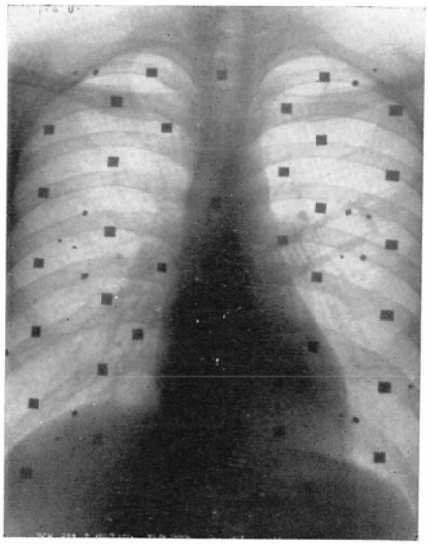



K……カセッテ　　F……フイルター
Pb……鉛　片　　X……管　球
T……ツーブス

を行い，之を以て線量と黒化との関係を現わす所謂フィルムの特性曲線を作り，一方後記の如く撮影されたレ線胸部写真の一定部の未知の線量をフィルムの黒化として求め，之を前記の特性曲線により線量に換算する．この際注意すべき事は，何れも同一フィルムを用い，両者を同時に指定現像する事である[4)6)13)22)]．

先づ測定用胸部レ線写真の撮影法は，第1図に示す如く多数の7×7×2㎜の小鉛板を乳剤を除

第2図　実験撮影像の1例

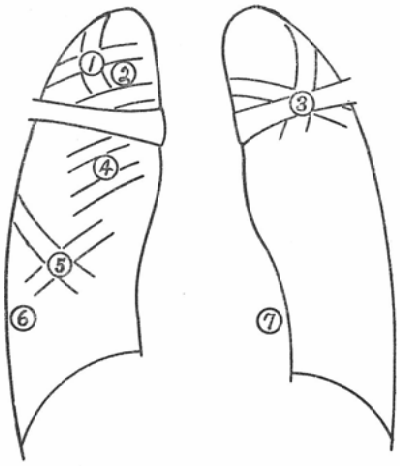


（姓名：W.K.，年令：28才，性：♂，
撮影条件：140kV，格子なし）

いた大陸判フィルム上に約3～4㎝間隔にセロテープで張りつけ，左右両肺野の各部になるべく均等に分布される様に並べた．之を被写体背部に貼付して撮影すると，第2図の如き胸部レ線写真（以後単に胸部写真と云う）が得られる．この胸部写真における小鉛板部の黒化は散亂線（S）に相当し，それ以外の部分の黒化は直接線（D）＋散亂線（S）に相当すると考えられる．従つて同時現像を行つたフィルム切片の基準黒化から得られたフィルム特性曲線により，各部における $\left(\frac{S}{D+S}\right)$ を求めれば散亂線含有率は算出される．この場合レ線写真の濃度を如何に選ぶかは議論のある所であろうが，本実験においては凡そ最低0.3から最高 1.6位の範囲に入るように撮影条件を選んだ．初め2，3の胸部写真につき，全肺野の黒化度を出来るだけ精細に測定し，夫々の附近にある小鉛板部の黒化との関係を検討しつゝ，省略して不都合のない部を省略し簡素化した結果，第3図に示す如き7つの部位のものを選定し[8)]，夫々について散亂線含有率を測定することゝした．

この場合小鉛板部の黒化度（S）は各部位であまり変化がないが，その周囲の黒化度（D＋S）は肺野の各部位で可成の差異を示すので，散亂線

第３図　散乱線含有率測定部位




① Ⅰ・Ⅲ肋骨交叉部
② Ⅱ・Ⅲ又はⅢ・Ⅳ肋間肺野
③ Ⅰ・Ⅳ肋骨及び鎖骨交叉部
④ Ⅳ・Ⅴ又はⅤ・Ⅵ肋間肺野
⑤ Ⅲ・Ⅶ肋骨交叉部
⑥ Ⅶ又はⅧ肋骨及びⅣ又はⅤ肋間交叉部（側胸部）
⑦ 心臓陰影部（左心室で肋骨と重ならぬ部）

含有率の値$\left(\frac{S}{D+S}\right)$は部位によつて大きな差があることは，ファントーム実験の場合と甚だ相異する所である．被写体は乳頭の高さで測定して胸厚18cm，22cm，25cmの３群に分け，管電圧は50，70，90，140kVp の４種類で検討した．然して各電圧，各胸厚について７～８例宛の男女無所見者の胸部写真から，それ等の各部位の散亂線含有率を測定し，それの平均値を第２表に示した．

2）測定成績とその考察

管電圧50～70kV の胸部写真で診断上適切と判断されるフィルムで，黒化の様相を測定してみると（第１表），最高黒化を示す部は，左上乃至左中肺野の中央の肋間で，その値は 1.4～ 1.6 を示し，最低黒化を示す部は心臓陰影部で，その値は 0.4～ 0.5を示した．従つて最高黒化と最低黒化の部の黒化差は 1.0前後が良いといえる．略々対称的な同部位における左右肺野の黒化度を比較すると，一般に左は右より 0.1～ 0.2高い（左右胸壁の発達の差？）．只管電圧90～ 140kV の胸部写真では殆んど差異を認めず，下肺野特に側胸部の

第１表　肺野黒化度測定成績の１例（60症例）

| 管電圧 KV | | 50 | 50 | 70 | 70 | 90 | 90 | 140 | 140 | 140 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 撮影時間 sec | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 管電流 mA | | 320 | 320 | 100 | 100 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 測定部位 ＼ 胸厚 cm | | 22 | 20 | 22 | 19 | 18 | 22 | 18 | 22 | 22 |
| ① | 右 | 0.32 | 0.42 | 0.26 | 0.33 | 1.12 | 1.08 | 0.13 | 1.23 | 1.12 |
| | 左 | 0.32 | 0.42 | 1.06 | 1.00 | 1.16 | 1.12 | 0.16 | 1.08 | 1.13 |
| ② | 右 | 0.78 | 0.83 | 1.16 | 0.75 | 1.37 | 1.32 | 1.07 | 1.32 | 1.27 |
| | 左 | 0.83 | 0.80 | 1.36 | 0.81 | 1.00 | 1.32 | 1.03 | 1.36 | 1.31 |
| ③ | 右 | 0.61 | 0.37 | 0.40 | 0.32 | 0.89 | 1.03 | 0.81 | 1.20 | 1.02 |
| | 左 | 0.67 | 0.38 | 0.71 | 0.58 | 0.96 | 1.05 | 0.98 | 1.38 | 1.16 |
| ④ | 右 | 1.33 | 1.23 | 1.56 | 1.10 | 1.93 | 1.56 | 1.16 | 1.73 | 1.88 |
| | 左 | 1.38 | 1.26 | 1.72 | 1.18 | 1.63 | 1.63 | 1.17 | 1.73 | 1.83 |
| ⑤ | 右 | 0.73 | 0.73 | 1.12 | 0.77 | 1.38 | 1.28 | 1.03 | 1.13 | 1.23 |
| | 左 | 0.81 | 0.73 | 1.32 | 0.88 | 1.38 | 1.32 | 0.97 | 1.10 | 1.21 |
| ⑥ | 右 | 0.38 | 0.67 | 0.73 | 0.70 | 1.03 | 0.83 | 0.79 | 1.23 | 0.93 |
| | 左 | 0.67 | 0.50 | 0.83 | 0.80 | 0.90 | 0.80 | 0.73 | 1.33 | 0.90 |
| ⑦ | 左 | 0.37 | 0.33 | 0.45 | 0.55 | 0.80 | 0.73 | 0.16 | 0.86 | 0.70 |

（○の中の数字は第３図に於ける測定部位に相当する）

第２表　人体胸部レ線撮影に於ける散乱線含有率測定成績（％）（60症例）

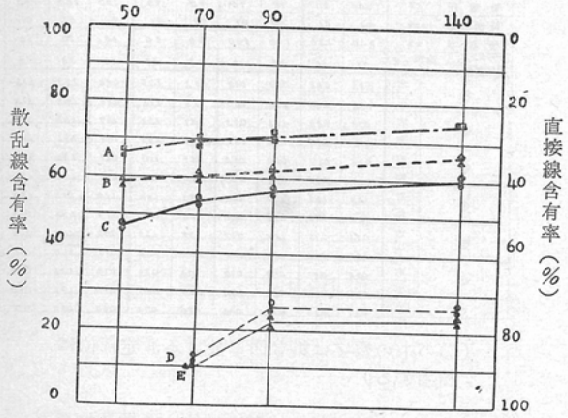
| 管電圧 KV | | 50 | | | 70 | | | 90 | | | 140 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 撮影時間 sec | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 管電流 mA | | 300 | 350 | 400 | 100 | 130 | 300 | 30 | 70 | 90 | 80 | 30 | 40 |
| 測定部位 ＼ 胸厚 cm | | 18 | 22 | 25 | 18 | 22 | 25 | 18 | 22 | 25 | 18 | 22 | 25 |
| ① | 右 | 48 | 57 | 68 | 55 | 61 | 71 | 58 | 63 | 73 | 61 | 67 | 73 |
| | 左 | 47 | 53 | 66 | 56 | 60 | 69 | 57 | 61 | 71 | 60 | 66 | 73 |
| ② | 右 | 31 | 29 | 48 | 33 | 39 | 50 | 46 | 49 | 53 | 47 | 53 | 62 |
| | 左 | 19 | 30 | 46 | 33 | 36 | 47 | 43 | 48 | 53 | 47 | 52 | 58 |
| ③ | 右 | 63 | 73 | 78 | 66 | 73 | 76 | 67 | 73 | 75 | 68 | 70 | 76 |
| | 左 | 63 | 71 | 77 | 66 | 73 | 75 | 66 | 71 | 73 | 67 | 67 | 70 |
| ④ | 右 | 19 | 33 | 37 | 29 | 33 | 43 | 37 | 43 | 46 | 46 | 51 | 56 |
| | 左 | 19 | 33 | 34 | 27 | 31 | 38 | 36 | 40 | 45 | 46 | 47 | 53 |
| ⑤ | 右 | 47 | 53 | 56 | 50 | 57 | 60 | 59 | 58 | 63 | 58 | 62 | 67 |
| | 左 | 43 | 51 | 53 | 49 | 53 | 57 | 53 | 53 | 61 | 57 | 60 | 70 |
| ⑥ | 右 | 33 | 38 | 47 | 43 | 47 | 78 | 66 | 73 | 77 | 66 | 68 | 72 |
| | 左 | 31 | 36 | 47 | 43 | 47 | 73 | 63 | 73 | 78 | 63 | 67 | 72 |
| ⑦ | 左 | 32 | 38 | 47 | 38 | 48 | 70 | 62 | 69 | 71 | 66 | 67 | 71 |

（○の中の数字は第３図に於ける測定部位に相当する）

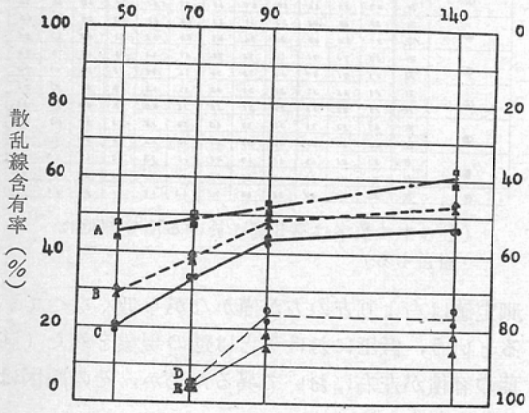
測定値は右より左の方が僅かながら低くなつているという，低圧におけるとは逆の現象をみた（肺葉の容積が左右において異るためか，その原因は明らかでない）．

さて肺野に於ける散亂線含有率の面から検討を加えてみると，各測定部位によつて多少とも異るが，１，２の例外を除いて右肺野では同部位の左肺野よりも約１～４％含有率が多い．第２表に示した如く，管電圧50kV，胸厚18cm の人体胸部撮影時の散亂線含有率は肺野により最低19％，最高65％で，管電圧の上昇並びに胸厚の増大につれ散亂線含有率は明かに増加し，管電圧 140kV，胸厚25cmの胸部では最低55％，最高75％を示した．更に各部位によつて必ずしも一様ではないが，各管電圧に於いて胸厚を３～４cm増す毎に約５～15％含有率は増加する．然して管電圧90～ 140kV

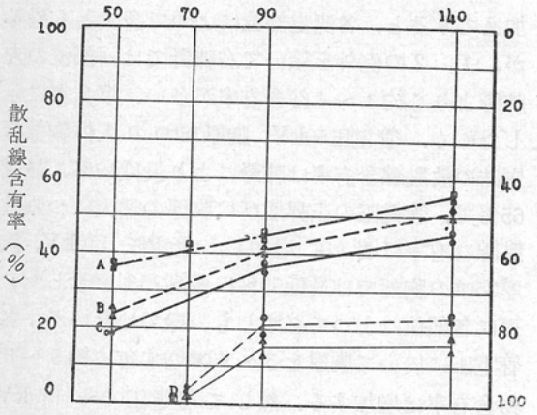
第4図　Ⅰ・Ⅲ肋骨交叉部の成績
管電圧（kV）




第5図　Ⅱ・Ⅲ又はⅢ・Ⅳ肋間肺野の成績
管電圧（kV）



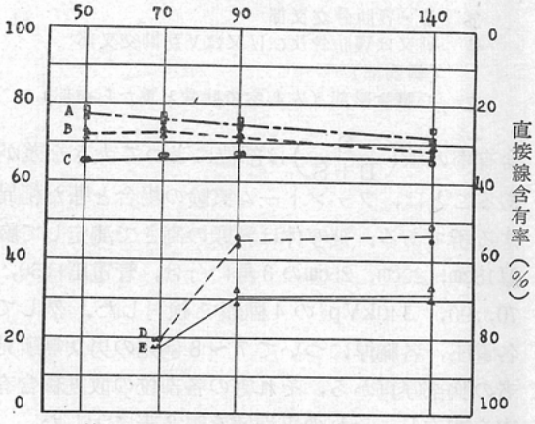

第7図　Ⅳ・Ⅴ又はⅤ・Ⅵ肋間肺野の成績
管電圧（kV）



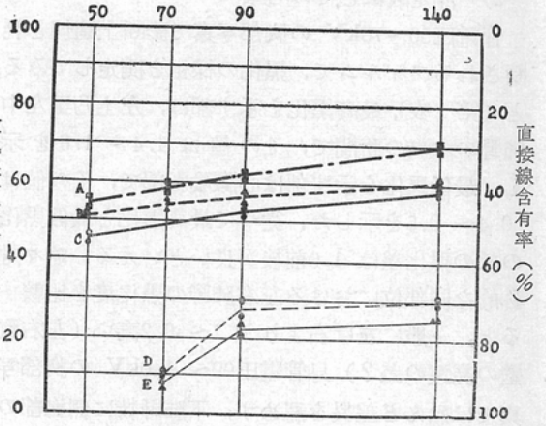

では低管電圧の場合程その増加率は著しくない．之等の関係を第4，5，6，7，8，9 10図に示した．之等の曲線はファントームにおけると略々同様の傾向を示している様である．例えばファントームの実験においては，線質が硬くなればアルミニウムのレ線減弱は少くなるので，その陰の散亂線含有率は少くなるが[15]，本実験においても，最も骨交叉の多いⅠ・Ⅳ肋骨及び鎖骨の三者の交叉部における曲線は之と同様の傾向を示している．又50kV から90kV への電圧上昇と共にみる比較的急な散亂線含有率の増加，及び90kV から140kV に亘つての極めて緩やかな，水平に近い含有率の増加様相は，やはりファントームにおけるこの種の実験結果と類似している．

第3図において50～70kV の所謂低圧に属する

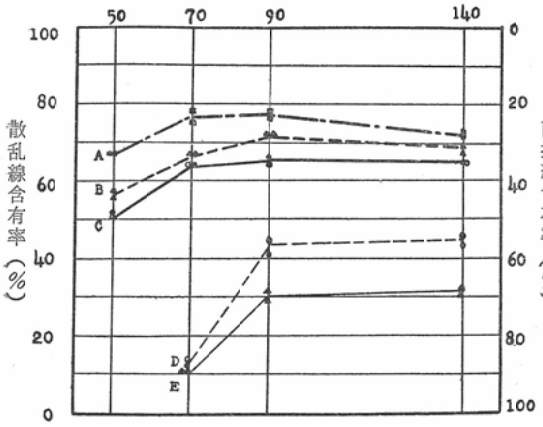
第6図　Ⅰ・Ⅳ肋骨及び鎖骨交叉部の成績
管電圧（kV）



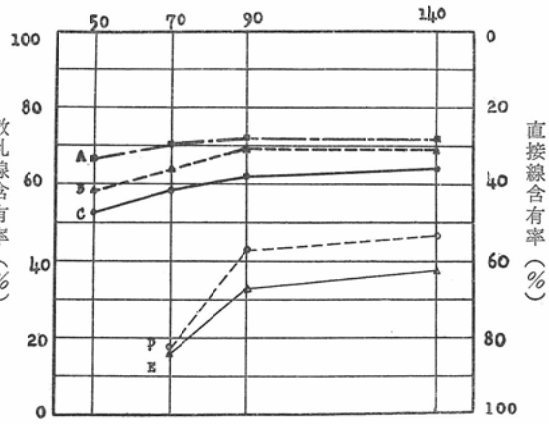

第8図　Ⅱ・Ⅶ肋骨交叉部の成績
管電圧（kV）



第9図　Ⅶ又はⅧ肋骨及びⅣ又はⅤ肋間交叉部（側胸部）の成績




第10図　心臓陰影部（左心室で肋骨と重ならぬ部）の成績




ものでは，④部位が最も散亂線合有率が少く，③部位に於いて最も多い．又90～ 140kV では③，①，⑥，⑦等の部位の散亂線含有率が極めて相接近し，亦低管電圧では約40%前後の差を示した③と②，④，⑤との間の関係も，高圧ではその差約10～20%と少い．即ち肺野各部における散亂線含有率は，低圧から高圧になるにつれて次第にその差が少くなる．何れにせよ図で明かな様な管電圧の上昇につれて増加する散亂線含有率や肺野各部での散亂線含有率の差の少い点等，写真像のコントラストを著しく低下せしめる．低圧撮影においてのコントラストは，物質の原子番号に関係したレ線吸収作用が主要な役割を演じているが，高圧撮影での短波レ線では散亂が大きな役割を演ずることとなり，特に之によるカブリの増加とその影響は写真像のコントラストを著しく低下せしめる[13]．従つて必然的に散亂線除去の問題が生ずるわけであるが，之に関しては種々の実験及び考察が重ねられてきた．著者も此の問題について次の如き実験を行つてみた．

## III　散乱線除去の実験[3)7)9)11)13)14)15)17)18)19)26)27)28)30)34)]

### 1）除去の方法

前項の成績からも明かな様に胸部高圧撮影において，露出線量を少くし，且つ骨等との重畳のない部分での肺野各部間の濃度差を少しくして，写真全般に適正濃度を与える為には，適切な方法による散亂線除去が不可欠である[15]．その除去については従来共種々考案されてきたが，その最も代表的なものはリスホルムブレンデを用いる方法とグレーデル氏法である．此処では最も一般的な撮影法としてリスホルムブレンデ（遮光格子）による実験を試みる事とした．

良いリスホルムブレンデの条件としては，散亂線除去の性能・露出倍数等の他に，格子目が小さく細かく，且むらのないこと等が挙げられる．更に亦リスホルムの使用により生ずる縞目を完全に消すことが出来れば一層理想的である[15)18)19)]．著者もグリッド移動方式で実験を行つた．

即ち，実験用具としては前記の他に，大林製作所製高速度立位（高圧用）ブッキーブレンデを使用した．このブッキーブレンデは二枚の格子よりなり夫々の鉛格子は水平線に対し60度，相互にも60度の角度をもつて交叉移動する様に仕組まれてあり，一枚の格子の格子比は5対1，運動は0.03～ 0.2秒で移動する．この様な構造の為装置自体に約7cmの厚みがある．この為フィルムと被写体との間には約 7.5cmの距離があるわけで，本実験においては必然的にグレーデル氏法も多少加味された形となるわけである．尚グリッドなしの場合の測定に当つては，カセッテ被写体間距離は零となつている．又グリット1枚移動の場合には，被写体側のグリッド1枚を取除き，それに相当する重量の重錘を撮影の障碍にならぬ様に装備せしめ

て，1枚のグリッドがグリッド2枚移動の場合と同様の速さで移動する様に考慮した．

近年日本人の体位も次第に向上し，20cm前後の胸厚を有する者を撮影する場合が少くない．この散亂線除去の実験には，各電圧共胸厚20cmの同一人無所見者胸部を被写体とする事にした．管電圧・測定部位と測定値の関連を第3表に示した．又グリッドなしの場合の値と比較する為にそれ等の相関様相を第4～10図に示した．

第3表　胸部レ線撮影に於ける散乱線含有率と遮光格子による散乱線除去効果（%）（45症例）

| 管電圧 KV | | 70 | | | 90 | | | 140 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 撮影時間 sec | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.15 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 管電流 mA秒 | | 12—16 | 20—25 | 28—40 | 8—10 | 12—15 | 24—30 | 3—6 | 7—8 | 10—12 |
| グリッド（移動方式） | | no | single | crossed | no | single | crossed | no | single | crossed |
| ① | 右 | 33 | 12 | 16 | 36 | 27 | 26 | 40 | 27 | 26 |
| | 左 | 38 | 13 | 10 | 33 | 23 | 21 | 31 | 26 | 21 |
| ② | 右 | 36 | 5 | 4 | 61 | 23 | 18 | 67 | 25 | 19 |
| | 左 | 36 | 5 | 6 | 60 | 23 | 18 | 61 | 22 | 14 |
| ③ | 右 | 44 | 19 | 17 | 68 | 64 | 32 | 61 | 67 | 33 |
| | 左 | 43 | 19 | 17 | 68 | 66 | 28 | 67 | 66 | 30 |
| ④ | 右 | 29 | 6 | 3 | 36 | 23 | 18 | 66 | 26 | 19 |
| | 左 | 27 | 5 | 3 | 38 | 19 | 16 | 60 | 22 | 13 |
| ⑤ | 右 | 49 | 11 | 9 | 35 | 30 | 28 | 37 | 31 | 25 |
| | 左 | 48 | 11 | 8 | 33 | 36 | 22 | 33 | 30 | 23 |
| ⑥ | 右 | 44 | 18 | 12 | 44 | 64 | 22 | 44 | 67 | 22 |
| | 左 | 44 | 13 | 11 | 43 | 62 | 20 | 43 | 66 | 31 |
| ⑦ | 左 | 38 | 17 | 16 | 42 | 63 | 23 | 46 | 67 | 28 |

（○の中の数字は第3図に於ける測定部位に相当する）

2）除去効果の考察

ファントームが一様の厚さでない場合の実験でも，レ線吸収の多い物体の陰の部分では，遮光格子を用いても散亂線含有率はやはり多かつたが[15]，人体に於ける本実験においても（第3表）レ線吸収の多い物質の陰，即ち骨交叉の多い部分とか心臓陰影部等は遮光格子を使用してもやはり散亂線含有率はその他の部に比較して多い．即ち人体胸部肺野の部位によつて散亂線含有率は可成の差異を来す事が明かである．

管電圧50kV では，装置の関係で時間は 0.2秒以上に延ばす事が出来ず，管電流は 400mA までしか出し得ないので，適度の露出を得る事が出来ず遮光格子使用の実験は行わなかつた．

管電圧70kV においても遮光格子の使用は，同様装置の関係で種々の観察に適した濃度は得られなかつたが，散亂線含有率の測定は凡そ行う事が出来た（第3表）．即ち骨交叉のない部分では，遮光格子を使用すると，使用せぬ場合より散亂線量は約1/7～1/9に減少し，3～5%を示した．レ線吸収の比較的多い骨交叉部や心臓陰影部等では，遮光格子の使用によつて，散亂線含有率は格子なしの場合の約1/4前後に減少し，9～19%を示した．尚70kV の実験では単格子移動法，複格子移動法共に格子なしの場合に比して露出不足，対照度は劣り且被写体とフィルム間の距離が増すための鮮鋭度の低下が認められた．従つて管電圧50～70kV の胸部レ線撮影には，餘程特殊な場合の外遮光格子の必要性はないと思われる．

管電圧90kV においては（第3表），単格子移動法の場合，散亂線含有率は格子なしの場合の約3/5に減少し，交叉格子移動法では格子なしの場合の約1/2となつた．単格子移動法及び交叉格子移動法両者の像を比較すると，交叉格子使用の方がコントラストが多少良好であつたがその差は僅かである．

神田[12]は，微細陰影の示現には散亂線含有率を出来るだけ少くした方が良いが，18%以下に下げてもそれ程の効果がないと述べている．本実験ににおいて90kV で交叉格子移動法を併用して撮影した胸部写真の散亂線含有率は，最も黒化度の高い左側Ⅳ・Ⅴ又はⅤ・Ⅵ肋間肺野で14%，右側同部位肋間肺野では18%を示し，最も黒化度の低い心臓陰影部で33%，良好な診断価値をもつものであつた．尚単格子使用の場合は，夫々22%，25%，43%で，交叉格子使用の場合と大差なく，実用上同価値とも云える像であつた．

管電圧 140kV においては（第3表），単格子移動法及び交叉格子移動法共に90kV の場合より極く僅かに散亂線含有率が増加している．その値は第3表の如く，140kV で交叉格子移動方式併用では最低14%，最高38%であり，単格子使用のものでは夫々22%，47%で，両者の散亂線含有率を比べると90kV の場合と殆んど差をみないが，撮影像質の差は，一部散亂線の質の問題にも関連するものがあろう．単格子移動法，交叉格子移動法の両像を比較してみると，交叉格子使用の方が明かにコントラストが良く，その差は90kV の場合よりも顕著であつた．

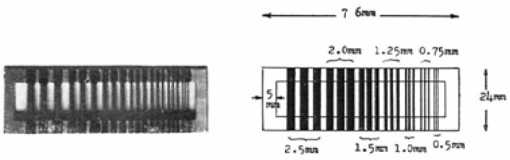
要之，管電圧90～ 140kV の間では，交叉遮光格子移動法では，格子を使用せぬ場合に比し散亂線含有率は 約4/10となり， 単格子移動法を用いた場合は 約6/10となる． 然して交叉格子移動法が単格子移動法より特に明かに散亂線除去効果を現わす部分は，鎖骨と肋骨の交叉部，側胸部及び心臓陰影部であつた．

## IV　細部示現の問題[4)10)12)15)22)24)32)]

1)　実験方法

実験装置，撮影方法等は前記同様であるが只アルミニウム線，アクリル樹脂棒及び含食塩うどん粉粒等を身体適宜の部に添付してその示現を検討した．アルミニウム線試験体（第11図）は径夫々 0.5，0.75， 1.0，1.25， 1.5， 2.0， 2.5mmのものを各々３本等間隔平行に並べたものを用い，アクリル樹脂棒試験体は径夫々0.65，1.3，1.6， 2.0， 3.0， 4.0， 5.0mmのものを24×68mmセルロイド枠上に同様に接着したものを用いた．これ等２つの試験体を第２図に示した様にアルミニウム試験体は左上肺野の中肺野寄りに，アクリル樹脂試験体は右上肺野の中肺野寄りに，試験体が血管影と略々直角に交叉する様に両試験体を逆ハの字型に人体背部に貼付して撮影を行つた（第12図）．

第11図　アルミニウム線試験体の構造




含食塩うどん粉粒（以下単にうどん粉粒と略称する）は，うどん粉に２～３％の食塩を混ぜ，水で適当な硬さに練り，之を蒸して直径約２mmと３mmの球形粒にしたもので，之は同大の珪肺結節と同一のレ線吸収率を示すという見地から，実験被写体の一つとして採用していたものである．このうどん粉粒の８粒を右上肺野中央部に，７粒を右下肺野中央部に，10粒を右下肺野外側に，７粒を左上肺野外側に，８粒を左下肺野中央部に夫々縦に

第　4　表

第4表 a：　胸厚200mmの人体背部に貼付したアルミニウムの示現

| 管電圧 kV | 30 | | | | 70 | | | | 90 | | | | 140 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| アルミニウム線直径 mm ／ Grid（移動方式） | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.25以上 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.25以上 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.25以上 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 1.25以上 |
| なし | + | 甘 | 甘 | 甘 | 土 | + | 甘 | 甘 | − | + | 甘 | 甘 | − | 土 | 甘 | 甘 |
| 単格子 | | | | | 土 | + | 甘 | 甘 | − | 甘 | 甘 | 甘 | − | 土 | 甘 | 甘 |
| 交叉格子 | | | | | − | 土 | + | 甘 | − | 甘 | 甘 | 甘 | − | 土 | 甘 | 甘 |

第4表 b：　胸厚200mmの人体背部に貼付したアクリルの示現

| 管電圧 kV | 30 | | | | 70 | | | | 90 | | | | 140 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| アクリル棒直径 mm ／ Grid（移動方式） | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| なし | − | − | − | 土 | − | − | 土 | + | − | − | + | 甘 | − | 土 | 甘 | 甘 |
| 単格子 | | | | | − | − | − | − | − | − | + | 甘 | − | + | 甘 | 甘 |
| 交叉格子 | | | | | − | − | − | − | − | + | 甘 | 甘 | − | + | 甘 | 甘 |

（註）−は全くわからない　土は辛うじて認める　+は辛うじて認めうる　甘は認めえない

並べ人体背部に附着せしめた．（夫々のうどん粉粒の両端には略々同大の小鉛球を配置した）．

撮影は散亂線の実験と同時に行い，胸厚20cmの男女無所見者を選び，各管電圧，散亂線除去条件毎に３～４例宛観察に適した写真を選定し検討した．識別の判定は３名の検者によつて行つた．その成績は第４・５表の如くである．

2)　実験成績の考察

i)　アルミニウム線試験体の示現（第４表a）．

先づアルミニウム線試験体の示現について考察するに，管電圧50kV，遮光格子無使用の場合が最も良く示現され，径 0.5mmのものも識別し得た．70kV，無格子では50kV の場合より稍ゝ示現が劣つた．格子移動法では却つて示現が悪い成績を得たが，これは撮影装置に関連する露出の不足も一つの原因と考えられた．管電圧90～ 140kV では遮光格子の有無に係わらず，径 0.5mmのものは全く認め得なかつた．然して径0.75mmのアルミニウム線の識別は， 140kV よりも90kV の方が優れ，特に格子使用の場合にこの差が明瞭となつた．径 1.0mm以上のものは90kV，140kV共に格子使用の有無に係わらず同様によく認知された．以上の結果から，アルミニウム線試験体の示現に就いては，一応ファントームの実験結果と同様，管電圧の上昇と共に示現能は低下し（第12図），90～ 140kV では格子使用で示現能を多少共上昇せしめうる事が分つた．然して単格子移動と交叉格子移動法との間に明かな成績差は認めえなかつた．

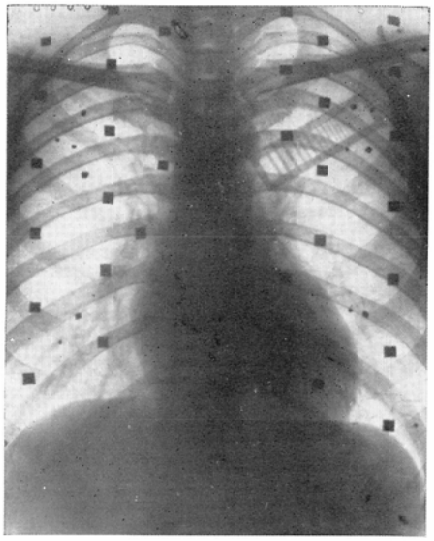
ii)　アクリル樹脂棒試験体の示現（第４表b）．

アクリル樹脂棒試験体の示現の様子はアルミニウム試験体の場合と多少異つている．管電圧50 kV の像では径 3.0mm以下は全く認められず，径 4.0mmのものが辛うじて認めうる程度であつた．管電圧70kV においてはアルミニウム試験体の場合とことなり，径 4.0mmのものが比較的よく識別された．然し格子使用の場合は反つて全く認め得なかつた．この原因の一つは撮影装置に関連する露出不足が考えられた．管電圧90kV の像では更に径 3.0mmのものも容易に識別し得る様になつた．この際交叉格子移動を併用すると更に径 2.0 mmまでのものが認め得る様になつた．管電圧 140 kV の成績をみると，アクリル樹脂試験体の示現の様子は90kV の場合より僅かながら良くなつている．

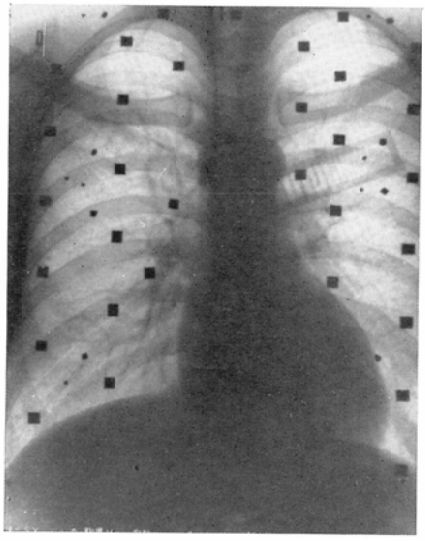
以上の成績からアクリル樹脂試験体の示現については，ファントーム実験成績と逆に，一応管電圧 140kV 迄は管電圧の上昇と共に示現が良くなると云える（第12図）．もつとも管電圧90kV，交叉格子移動法併用の場合と，140kV，単格子移動並交叉格子移動を用いた場合で，アクリル樹脂試験体の示現の様子には殆んど差を認めえなかつた．径 1.6mm以下のアクリル棒は管電圧50，70，90，140kV 共に且格子使用の有無に係わらず全く識別しうる示現を示さなかつた．

以上の如く人体での実験ではアクリル樹脂試験体が高い管電圧による撮影程遮光格子の使用の際は勿論，格子を使用しない場合でも低圧像よりも良く且細いもの迄も示現された．このことはあながち単に管電圧の差のみによる理論的，根本的の差というよりも，例えば低管電圧像（50kV）では明らかに識別し得ない様な空洞壁が，管電圧90～140kV の撮影像では明瞭に示現識別しうるに至る場合の一つの理由の如く，高圧撮影像においては線状乃至輪状に連続した状態の影像は，附近骨陰影等の消褪やコントラストの低下等によつて相対的識別能が向上され，肉眼的識別が容易となるものと考えられる．断続したものは一つの形として判続し難いが，連続した陰影を示すとはつきり存在が認められる様になる可能性があろう．

第12図　試験体による細部示現検討写真の１例



a:　T.Y.，23才，♂，胸厚20cm，70kV，無格子



b:　S.Y.，27才，♂，胸厚20cm，140kV，交叉格子
両側共右鎖骨下にはアクリル試験体，左鎖骨下にはアルミニウム試験体が添付してある．アクリル試験体は 140kV 像で判読しうるが，70kV像では殆んど認め難い．アルミニウム試験体は140kV像で陰影が薄い．全般的肺野細部示現も140kVが優れている．

iii）　うどん粉粒試験体の示現（第５表）．

以上線状陰影の示現やアルミニウム試験体とアクリル試験体の示現差等についての成績と考察を述べたが，此処では弧立性の粒状陰影の示現につ

第5表　うどん粉粒の示視，識別成績

| 管電圧 | KV | 50 | | | 70 | | | 70 | | | 100 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 撮影時間 | sec | 0.1 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 管電流 | mA秒 | 24—80 | | | 12—48 | 20—25 | 32—80 | 8—40 | 12—48 | 24—80 | 2—8 | 2—8 | 10—48 |
| Grid（移動方式） | | no | | | no | simple | crossed | no | simple | crossed | no | simple | crossed |
| 右上肺野中央部に重列した7粒中示現された個数 | 肋骨上 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| | | ± | 2 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 肋間部 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | | ± | 3 | | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 右下肺野中央部に重列した7粒中示現された個数 | 肋骨上 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | ± | 0 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 肋間部 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | ± | 1 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| 右下肺野外側に重列した7粒中示現された個数 | 肋骨上 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | | ± | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 肋間部 | + | 0 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| | | ± | 1 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 右上肺野外側に重列した7粒中示現された個数 | 肋骨上 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | | ± | 1 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| | 肋間部 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | ± | 1 | | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 左下肺野中央部に重列した7粒中示現された個数 | 肋骨上 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | ± | 0 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| | 肋間部 | + | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | ± | 1 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 総現された陰影条件別の個数合計 | | 11 | | | 8 | 3 | 3 | 3 | 8 | 26 | 3 | 7 | 13 |

いての実験成績を述べる．さて第5表にみる様に，一般に骨陰影に重なつた場合と然らざる場合との間にうどん粉粒の示現には著明な差は認められない．左右肺野別に検討してみると，上肺野では左，右，中央部，外側を問わず下肺野よりは良く示現される．下肺野中央部は左右共に最も示現され難い部位である．之は一つは肺葉の厚いという事に関連をもつものと考えられる．右下肺野外側部は上肺野程良く示現されないが，然し下肺野中央部よりは稍ゝ優れている点等それを首肯させる．肺組織の厚さ，フィルム間距離の大となる事，散亂線が多い部といつた関連から，これに対比的な上肺野より下肺野での示現が悪いものと思考する．

管電圧の方から検討してみると，90kV，交叉格子移動法における示現が最も良く，うどん粉粒総数40個中の約6割が識別しえた．管電圧 140kV，交叉格子移動法併用，50kV，無格子の像が之に次いで示現が良い．然しこの場合示現識別しえた箇数は，上述90kV の場合の約半数であつたし，その他の組合せの成績は更に悪い．結局本実験の範囲では，管電圧90kV，交叉格子移動法を併用した像が，うどん粉試験体の示現に最も優れた成績を示した．この成績は珪肺のレ線撮影に現在より高い管電圧90kV で移動遮光格子使用の場合がより診断に適切な像をうる可能性を暗示するものがある．

江藤等[4]は人工気胸例胸部レ線写真について微細陰影の現出に関する実験を行い，人工気胸における肺紋理のない部分では粟粒迄明かに現出されたと述べている．本実験においても肺野外の軟部組織上のうどん粉粒は，径3mmのもののみならず径2mmのものまで明らかに識別されたが，径2mmのうどん粉粒は，本実験内では如何なる撮影条件のものにも肺野内への示現を認め得なかつた．

さて散亂線含有率について，神田[12]はファントームを用いての実験で，ベース濃度 1.3～ 1.6において散亂線含有率24%のレ線像は18%含有のレ線像より陰影出現能は低下すると述べ，散亂線が21%以上含まれるレ線写真は微細陰影の追求に不適当であり，更に又散亂線18%以下のレ線像でも出現能の格別の向上はみられないとも述べた[11]．著者の実験では，細部示現には散亂線含有率は少ない程有利ではあるが，肋間肺野においては管電圧50～ 140KVの範囲ではその高低に係わらず，20%程度の散亂線含有は妨げとはならない．又骨交叉部，側胸部，心臓陰影部等においては，ベース濃度が低いから，管電圧50～70KVで60～70%，90～ 140kV で30～40%程度の散亂線が含まれている方が，黒化度の低下を来さず細部の示現には寧ろ有利と思われた．

## V　総括並びに結論

従来，ファントームを用いて散亂線含有率を数値的に表わした報告は少くないが，実際に人体を被写体として胸部レ線撮影時に於ける各肺野の散亂線含有率を測定し，之を数値的に表わし，更に細部示現との関連を検討した論文は寡聞にして知らない．

著者はフィルム黒化法により，色々の胸厚及び管電圧について人体胸部レ線撮影時における散亂線含有率を測定し，更に高圧用交叉格子移動型の散亂線除去装置を用いてその散亂線除去効果を測定し，之等と細部示現との関係について考察を加えてみた．その結果凡そ次の様に要約出来た．

1)　レ線胸部撮影時に於けるフィルムに達する散亂レ線含有率は，胸厚18cm，管電圧50kV においては各肺野で異なり，最低④部の19%，最高③部の65%，全肺野の平均42%で，この含有率は管電圧の上昇且胸厚の増大と共に増加し，管電圧 140kV，胸厚25cmの人では最低④部で55%，最高

①部で75%，全肺野平均68%を示した．

2）肺野左右の略々同部位における散亂線含有率を比較するに，各測定部位によつて多少異るが，管電圧の如何に係わらず一般に右側は左側より1～4%程度多い．

3）胸厚20cmの同一人胸部を70・90・140kVの三管電圧で撮影する場合，単格子移動法（格子比5：1）を併用すると，無格子の場合に比べて散亂線含有率を管電圧70kVの場合11/50，90kVで32/53，140kVで33/57減少せしめうる．更に亦交叉格子移動法（10：1）を用いると，無格子の場合に比べて散亂線含有率は管電圧70kVで9/50，90kVで25/53，140kVでは25/57と減少した．90～140kVでは格子の効果に大差を示さなかつた．

4）交叉格子移動法の方が単格子移動法より顕著に散亂線除去効果を現わしたと思われる部分は，鎖骨・肋骨交叉部，側胸部及び心臓陰影部等散亂線の多い部であつた．

5）細部示現の様子を，肺紋理と略々直角に交叉する様上肺野の鎖骨下に添付した径0.5～2.5mmのアルミニウム線試験体の示現にみるに，管電圧50～140kVにおいては，管電圧の上昇と共に低下する．然して管電圧90kV及び140kVにおいては，遮光格子の使用はアルミニウムの示現を多少良好とする．この場合交叉格子移動法と単格子移動法との像を比較しても，その示現に有意の差を認め難い．

6）上記同様に排列した径1.6～4.0mmのアクリル樹脂棒試験体での実験では，管電圧の上昇に従つて，写真像に於けるその示現がよくなつた．且管電圧90～140kVで交叉格子移動法を併用すると最も良く示現された．

7）珪肺結節と同一のレ線吸収率の径3mmの含食塩うどん粉粒を約40個肺野内に撮影される様背部5カ所に縦列添付し，管電圧夫々50・70・90・140kVの撮影像での示現の様相をみると，90kV，交叉格子移動法でのものが最も良く示現され，略々全数の6/10に相当する個数のうどん粉粒を，略々同大の結節様陰影として認め得た．然し略々同様に添付した径約2mmのうどん粉粒は，どの管電圧でも又遮光格子を用いても，全く判読識別が出来なかつた．

8）微細陰影の示現には散亂線含有率の少ない程有利ではあるが，肋間肺野においては管電圧の如何に係わらず，直接線の20%程度の散亂レ線がフィルムに達してもさして妨げとはならない．又鎖骨・肋骨交叉部，側胸部，心臓陰影部等の部においては，50～70kVで60～70%，90～140kVで30～40%程度の散亂線が含まれている方が適当の黒化度を得，反つて細部示現には有利と思われる．

以上の成績から考察，敢えて結論を云えば，肺を主目的とした胸部撮影に当つては，細部示現の問題を含めて，50～70kV程度の管電圧の撮影では，遮光格子を使用しない方が良いと云えるし，90～140kV程度の管電圧の撮影に当つては，単格子乃至交叉格子の移動方式を併用する事が望ましいと考える（遮光格子使用に当つての固定と移動の両方法の写真像に及ぼす差については教室の小柳が発表した所である）．徒らに高格子比の遮光格子を用いて，写真像のコントラストを上げても，特に陰影部の細部示現が悪くなる点は充分考慮を要する．日本人では管電圧140kVの撮影時でも，先づ10：1の格子で充分であろうし，管電圧70kV位では遮光格子の使用は，特に陰影部の細部示現を悪化させる．ある程度の散亂線の存在が写真像の診断的価値を高めるという事は重要なことである．

稿を終るにあたり，御懇篤なる御指導，御校閲を賜つた新潟大学医学部野崎秀英教授，御教示，御協力を賜つた小柳孝巳講師，沢田豊医局長，教室員諸子並びに技師各位に心から感謝の意を表すると共に，種々御便宜を計つて戴いた福島県立会津若松総合病院長小島元吉博士に深く感謝致します．

**主要文献**

1）足立他：日医放会誌，14/3（昭29，6），14/4（昭29，7）．—2）足立，気賀：日医放会誌，4/4（昭18，7）．—3）朝山，大出：第15回日医放総会，（昭31，4）．第18回日医放総会，（昭34，4）．—4）江藤他：日医放会誌，3/1（昭17），5/1（昭19），5/3（昭19），6/1（昭21），7/1（昭23），7/2（昭23）．—5）江藤他：日医放会誌，8/1（昭23），9/1（昭24），

—6) 江藤，御園生：日医放会誌，2/1（昭16，4）．—7) 江藤，吉村：結核研究の進歩，第15冊（昭31，7）．—8) 泉，川上：日放線技会誌，14/3（昭33，11）．—9) 大呂：X線特診法班の報告，32—2—17，33—3—21，33—4—11．—10) 神田：日医放会誌，14/10（昭30，1）．—11) 神田：第15回日医放総会（昭31，4）．—12) 神田X線特診法班の報告，33—2—2，33—3—15，34—1—I—2．—13) 蔵原：日医放会誌，17/9（昭32，12）．—14) 草谷：日立評論，38，50（昭31）．—15) 小柳：日医放会誌，18/11（昭34，2）．—16) 駒井他：東芝レビュー，62，238（昭30）．—17) 田中：日医放会誌，18/11（昭34，2）．—18) 野崎：新潟医学会誌，70/7（昭31，7），結核研究の進歩，第15冊（昭31，7），最新医学，12/8（昭32，8），診断と治療，47/6（昭34，6）．—19) 野崎，小柳：X線特診法班の報告，32—3—22．—20) 橋詰：日医放会誌，16/10（昭32，1）．—21) 藤本，岡西：日医放会誌 16/1（昭31，4），17/1（32，4）．—22) 村上：日医放会誌，17/2（昭33，3）．—23) 吉村他：日医放会誌，16/6（昭31，9）．—24) 吉永：X線特診法班の報告，32—2—34．—25) 渡理：日放線技会誌，14/4（昭34）．—26) Chantraine: Fort. Röntgen. 47: 437 (1933). —27) Frik et al.: Fort. Röntgen. 83/3(1955). —28) Fuchs: Am. J. Roentgenol. 53: 587 (1945). —29) Gajewski: Fort. Röntgen. 80: 643 (1954). —30) Jurrs: Fort. Röntgen. 49/5 (1934). —31) Mattson: Acta Radiol. 46: 621 (1956). —32) Spiegler et al.: Brit. J. Radiol. 30: 357 (1957). —33) Wachsmann et al.: Fort. Röntgen. 76/2 (1952). —34) Wilsey: Am. J. Roentgenol. 30: 523 (1933).

## The relative amount of scattered radiation and visibility of details in chest radiography

By

Tōsuke Yatsui

(Department of Radiology, Niigata University School of Medicine.)

(Director: Prof. Dr. S. Nozaki.)

A number of investigations on the relative amount of scattered radiation in chest radiography with phantom have been reported, but there is no report on the results of measurement of this amount with actual human chest, and measurement in the various parts of the chest, and also discussion on the relationships between this and the visibility of details.

Author investigated the relative amount of scattered radiation by the method of screen test combined with human chest; the thickness of human chest is in the range of 18 to 25 cm, and the tube voltage is between 50 to 140 kVp, and also the effect of screening of the scattered radiation by moving grid.

To conclude, it is better not to use any grid for tube voltage of between 50 to 70 kVp, but application of moving grid, either single or crossed, is desirable for tube voltage of between 90 to 140 kVp for chest radiography.

It should also be considered that excessive high contrast of the film obtained by grid of high ratio decreases the visibility of details in the low density portions of the image, covered by the shadow of the heart or bones.

For the average Japanese chest radiography the crossed grid of ratio of 10 : 1 is enough at tube voltage of up to 140 kVp application of any type of grid at tube voltage of 70 kVp or less decreases the visibility of details in the shadow portion.

It is important that the certain amount of scattered radiation increases diagnostic value in the chest film.