

胸部 X 線拡大撮影法及び近接撮影法に関する 実験的並びに臨床的研究

〔第 1 篇〕 胸部 X 線拡大撮影法に関する実験的研究

京都大学結核研究所外科療法部（主任 教授 長石忠三）

有 馬 弘 毅

（昭和34年 6 月23日受付）

目 次

緒言	
第 1 章 模型による各種 X 線撮影実験	
第 1 節 針金及び網の場合	
第 2 節 パラフィン模型の場合	
第 3 節 肺区域模型の場合	
第 4 節 本章小括	
第 2 章 人の切除結核肺による各種 X 線撮影実験	
第 1 節 個々の肺病巣の撮影像	
第 2 節 種々の病巣を有する肺葉の撮影像。	
第 3 節 本章小括	
第 3 章 非結核屍の肺血管造影実験	
第 1 節 実験材料及び実験方法	
第 2 節 実験成績	
第 3 節 本章小括	
第 4 章 胸部 X 線拡大撮影法による正常人肺紋理像 と胸部 X 線普通撮影法によるそれとの比較	
第 1 節 検査方法	
第 2 節 検査成績	
第 3 節 本章小括	
第 5 章 胸部 X 線拡大撮影法の実施法に関する諸問 題	
第 1 節 撮影条件及び患者の体位	
第 2 節 胸部 X 線拡大撮影法と他の特殊撮影法と の組合せ	
第 3 節 胸部 X 線近接大撮影法	
結論	

緒 言

胸部 X 線撮影法としては所謂普通撮影法の外に各種の特殊撮影法が行われている。近年、微小焦点 X 線管球が実用化されてから、その応用

による直接拡大撮影法が各種疾患の場合に行われるようになった。X 線直接拡大撮影法はレンズ系による光学的拡大の場合と異なり、円錐状直進透過線による拡大であつて被写体は厚みを持つものである為に、拡大に伴つて生ずる種々の効果がある。これについては高橋¹⁾ Allen²⁾ R. Seyss³⁾ Vallebona⁴⁾ 等の研究発表があるが、著者は針金網模型切除肺人体を使用して拡大撮影実験を行い、必要に応じては同時に普通撮影及び断層撮影をも併せ行い、胸部 X 線拡大撮影に関する諸事項について検討した。

第 1 章 模型による各種 X 線撮影実験

第 1 節 針金及び網の場合

第 1 項 針金の場合

X 線撮影に際して理論的には半陰影の形成は避け難いが、その大きさが 0.2~0.3mm 以下ならば人間の眼に認められないといわれている¹⁾。しかし足立²⁾によると肋骨陰影の半陰影についての実測値は 0.65~0.8 mm 以下では主観的に鮮鋭であつたという。著者は直径 0.4~4 mm の針金 6 本を並べ焦点 0.3 mm² 及び 2 mm² の各管球による 2 倍 3 倍 4 倍の各拡大撮影および密着撮影を行つて、拡大により生ずる半陰影はどの程度読影の妨げになるかについて検討した。写真 1 はその実写図である。2 mm² 焦点の 2 倍拡大像ではその半陰影の計算値は 2 mm で実写図ではどの太さでも「ボケ」が甚しい。0.3 mm² 焦点の 2 倍拡大像では半陰影の計算値は 0.3 mm であるが、実写

図では殆んど「ボケ」は認められない。3倍拡大像での半陰影の計算値は0.6 mmで実写図では細い針金の方は可成りの「ボケ」があるように見えるが、太い方では「ボケ」が目立たない。4倍拡大像での半陰影の計算値は0.9 mmとなり「ボケ」は相当目立ち半陰影の層が本陰影の外側に認められるようになってはいるが、太い方はそれ程目立たない。従つて半陰影を「ボケ」として感じさせない為には、これが小さい事が先づ第一の要件であるが、本陰影の大きさや濃度もまた関係するものと考えられる。

第2項 網の場合

細いビニール網の1枚及び2枚、5枚、10枚重ねたものの密着撮影と、0.3 mm² 焦点管球による2倍拡大撮影を行つてX線吸収度の低い線状物体が重なつた場合の陰影の出来方と両撮影法間の像の差違について検討した。写真2はその実写図である。これにみられるように1本ではうすい陰影しか出来ない物体でも重なると濃度が増しはつきりと認められる。また拡大像では密着像に比べ個々の線即ち網の構造が認め易くなつてはいる。

第2節 パラフィン模型の場合

第1項 X線上結像する最小限介

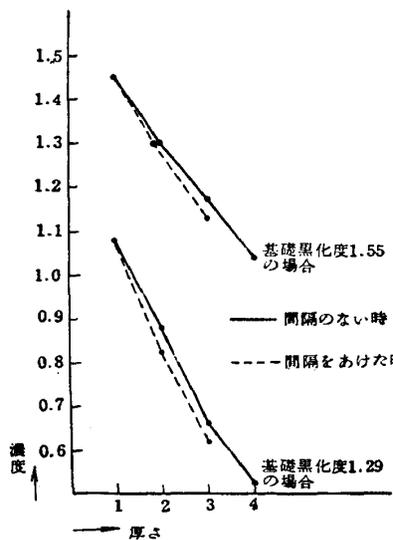
人間が肉眼で認め得る最小の大きさは0.08 m mであるといされる⁹⁾。しかし一方現在使用さ

れている増感紙では0.1~0.2 mm以下の解像は困難であるといわれる¹⁾。従つてこれ以上の大きさがあればX線的に結像する可能性があると考えられるが、肺結核病巣の最小単位として考えられるのは粟粒結節の大きさ1~3 mmなので、著者は1%, 10%, 30%, 50%に炭酸カルシウム粉末を混ぜたパラフィン球の直径2~15 mmのものを作製し、その普通撮影(管球焦点2mm², 距離200 cm, 55 K.V., 30~40 mAs) 拡大撮影(管球焦点0.3 mm², 距離120 cm, 70 K.V., 2~3mAs) 断層撮影(管球焦点5 mm², 距離110 cm 被写体フィルム間距離10 cm以上, 55 K.V., 80 mAs) …以下の模型撮影および切除肺撮影における撮影条件は大体これと同じである…を行つた。写真3はその実写図の一部である。これにみられるように小さなものでも単独に撮影すれば、普通撮影, 拡大撮影に於いてはつきりした像が形成されるのに対し、断層撮影による像は半陰影が加わるため像に「ボケ」が出来且つ5 mm離れた断層面では2mmのものは何等の陰影も認められない。

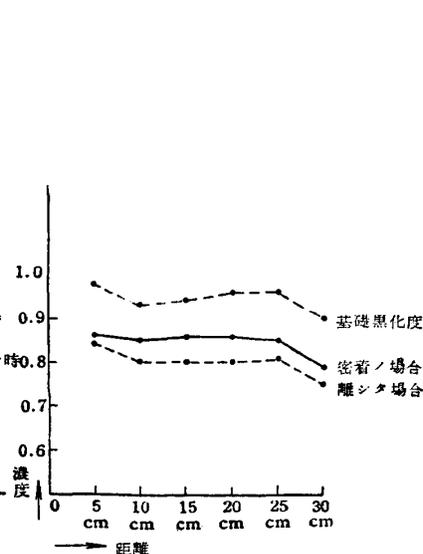
第2項 X線投射方向に数個の同一の厚さのパラフィン柱を密着して重ねた場合と離して重ねた場合のX線像濃度の比較

物質を透過するX線の減弱は透過される物質の厚さに比例するが、今全く同一の厚さをもつ

第1図 パラフィン柱の厚さと濃度との関係



第2図 パラフィン柱フィルム間距離と濃度との関係



同一物質 2 ~ 3 個が相互にある間隔を置いて X 線の透過をうけた場合と、これ等が密着して一体となつて X 線の透過をうけた場合との X 線像の濃淡を比較する為、1 cm の厚さのパラフィン柱状体を使用して上述のように一方は 1 cm づつの間隔を置き他は密着させて X 線投射方向に重ね同時に同一フィルム上に X 線撮影を行い、各像につき濃度計（山辺式）で測定を行った。…以下の濃度測定には山辺式濃度計のみを使用した…その結果は第 1 図のように両者間に著明な差は無いが間隔をあけた方がやや濃い陰影を形成する。

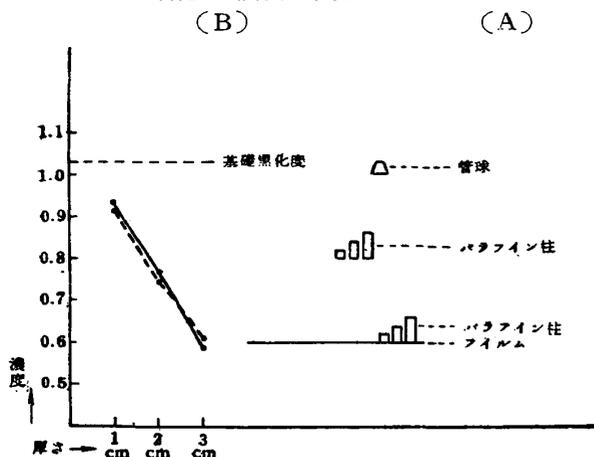
第 3 項 パラフィン柱フィルム間距離と X 線像濃度との相関関係

同一の厚さの同一物質がフィルム面に密着している場合とやや離れている場合との X 線陰影の濃さを、フィルム面から 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, の距離を離れたパラフィン柱状体について、フィルム面に密着させた同一の厚さのパラフィン柱状体を対照として X 線撮影を行いその濃度を測定してみると、第 2 図のようにフィルム面から離れた方がやや濃い陰影を作っているが、その数値は大体相似しており距離に比例はしない。

第 4 項 パラフィン柱の密着撮影像と拡大撮影像の濃度の比較

同一の厚さを持つたパラフィン柱各 2 個づつ 3 組を、第 3 図 (A) の様に一方はフィルムに密着させ他方は焦点フィルム間の中央部に置

第 3 図 パラフィン柱による普通撮影と拡大撮影の濃度差実験



き、一方は密着撮影となり他方は 2 倍拡大撮影となるようにして、同時に同一フィルム上に撮影を行った実写図が写真 4 であり、濃度測定図が第 3 図 (B) である。

これにみられるように両者の間に大差は無いが拡大像の方がやや濃い。

第 5 項 パラフィン球を重ねた場合

パラフィン球が数個重なつて存在する場合普通撮影と拡大撮影とどちらがその 1 個づつを識別し易いかを知る為、異なる大きさのパラフィン球 3 個を中心が一直線上にあるように並べ、その中心線と X 線中心線とを合致さすようにして普通撮影及び拡大撮影を行った実写図が写真 5 である。これにみられるように普通撮影では 3 個として識別する事は困難であるが、撮影では容易に 3 個として識別出来る。

第 3 節 肺区域模型の場合

普通撮影における肺区域投影図と拡大撮影における肺区域投影図との相違をしらべるため、ポリビニールホルマールスポンジで作製した肺区域模型の一区域だけの表面にバリウム液を塗りつけその普通撮影及び 2 倍拡大撮影を施行して両者を比較してみた。写真 6 (A) (B) はそのうち右 S₁ の実写図である。これに見られるように両者は大体相似しており拡大撮影像は普通撮影像の光学的拡大像と大差はない。

これはいづれも区域中心部と X 線中心線とが合致するようにして撮影を行ったものであるが、それを 5 cm ずらして撮影した写真 6 (C) でも著明な差は無い。即ち 2 倍拡大程度であれば著しく中心部からずれない限り拡大撮影に際しての肺区域投影像は普通撮影時の区域投影像の光学的拡大像と大差は無い。

第 4 節 本章小括

針金、ビニール網、パラフィン、ポリビニールホルマールスポンジ等を使つて模型 X 線撮影実験を行い以下の事実を明らかに出来た。

(1) X 線像で「ボケ」を感じさせない為には半

陰影が小さい事が先づ必要であるが本陰影の大きさや濃さも関与するものである。

(2) X線拡大撮影像では細小物体は普通撮影像におけるよりもはつきりと認められる。断層撮影像は鮮鋭さを欠き断層面がはずれると結像しない。

(3) X線拡大撮影像の方が普通撮影像より重っている物体の個々の分離像を認め易い。

(4) X線拡大操作によつてはX線像の濃度は減弱しない。

(5) X線像濃度は同一物質については透過X線上のその物質の厚さの総和に比例し空隙の有無は関係しない。

(6) 物体フィルム間距離の変動はX線像濃度に級数的影響をおよぼさない。

(7) 2倍拡大の程度では拡大撮影の肺区域投影像は普通撮影像の光学的拡大像に近似している。

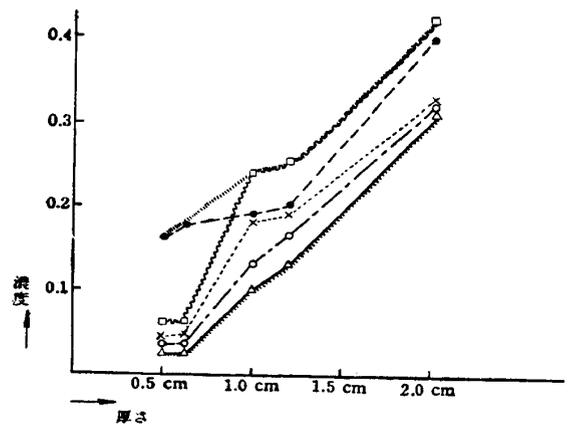
第2章 人の切除結核肺による各種X線撮影実験

第1節 個々の肺病巣の撮影像

切除肺から得た厚さ 1.5 mm~20 mm の種々の大きさおよび厚さの石灰化巣、乾酪巣、瘢痕、乾酪性粟粒結節、非乾酪化結節性病変等について、普通撮影、2倍拡大撮影、断層撮影を施行し病巣個々ではどの程度の陰影を形成し得るかを観察した。写真7 (A)(B)(C) はその実写図の一部である。これにみられるように普通撮影像および拡大撮影像に於いては小さい結節でも殆んどすべて結像しているが、断層撮影像に於いては丁度断層面に適合した所では小さいものでも結像しているものがあるが少しずれると小さいものは結像していない。拡大撮影像に於いては小さな病巣の内部構造が普通撮影像、断層撮影像に比較してはつきり観察出来る。これらの濃度測定値を基礎黒化度との差としてあらわしたのが第4図である。

これでは大体厚さに比例して濃度は濃くなつており石灰化巣を除くと構成物質による差は少ない。1 cm の厚さで0.1~0.2の濃度差が出来て

第4図 各種病巣撮影の濃度差比較表



病巣の厚さ	基礎黒化度
○普通撮影 (密着撮影)	1.27
●被害体をフィルムから10cm離れた時	1.43
△2倍拡大撮影	1.29
□断層撮影 I	1.10
×同上 II	1.27

いる。人間の眼にとらえ得る濃度差の最低値は0.01~0.02であると言はれ¹³⁾、足立¹⁴⁾はこの程度の濃度差を形成する結核病巣の大きさは2~3 mm であると述べているが、著者の上述測定値から計算すると0.02の濃度差は1 mm でも出来ることになる。著者がパラフィン球で行った成績によると直径2 mm の球体によつてかなりはつきりした像が形成されたが、この切除肺の撮影では2 mm でもそれ程はつきりした像の出来ているものは少ない。これは病巣を構成する物質の分子が必ずしも均等に分布されておらず、かつ病巣の形がはつきりした球形では無いことが多いと考えられる。X線吸収度はX線透過方向についての病巣の厚さによるので、小さい病巣でもいくつか重なれば像としてはつきりしてくるわけである。この実写図の成績から推定すれば、4~5 mm の厚さがあれば0.1~0.04の濃度差が得られる事になる。この値は常に大体識別出来る濃度差なので、普通撮影法や拡大撮影法等による集積像では、直径1 mm のものなら4~6個2 mm のものなら2~3個重なれば、大体認め得る陰影を形成するものと考えてよいと思われる。断層撮影ではこのような集積像の出来る機会は少いので、小さな病巣の結像する機会は一層少くなるものと考えられる。同じ濃度のものでは巾の広い方

が認め易い、従つて拡大撮影像の方が普通撮影像より認め易く特に小病巣像は拡大撮影像の方が認め易くなつている。

第2節 種々の病巣を有する肺葉の撮影像

切除肺に術後直ちに気管支から空気を注入し原形に近い状態にしてホルマリン固定を行い、各種X線撮影を行いどの程度病変を認め得るものか病理解剖学的所見と対比して観察検討した。写真8(A), (B), (C), (D), は右上葉の実物写真, 普通撮影像, 2倍拡大撮影像, 断層撮影像である。この標本では一旦萎縮した形で肺葉切除が行われ肺血管内の血液量が少なくなつてゐる為、血管陰影は現れていないが、病巣の状態は大體切除前の状態に近いと考えられる。各実写図において、大きな空洞はいずれもはつきりした像が認められるが、小空洞はどの撮影方法によつても明確な像は認められないが、拡大撮影像ではうすい透亮が認められる。乾酪巣の一個離れて存在するものは各撮影像共はつきり認められるが、混在しているものは陰影は認められるものの個々の識別は各撮影法共容易ではない。しかし拡大撮影像ではある程度分析出来る。特に小病巣は普通撮影像に比べ2倍拡大で4倍の面積になる為より認められ易くなつてゐる。

第3節 本章小括

人の切除肺結核病巣の各種X線撮影を行い以下の事実を明らかに出来た。

- 1) 普通撮影, 拡大撮影では切除肺病巣1個1個は1~2mm程度の小病巣でも陰影を形成しうるが断層撮影ではこのように小さいものは陰影の形成されないことがしばしばある。
- 2) 病巣は1mmの厚さで0.01~0.02の濃度差が出来るので、4mm位の厚さがあれば各撮影法共かなりはつきりした像が形成される。
- 3) 小病巣は拡大撮影法による方が普通撮影法, 断層撮影法によるよりも認知し易い。
- 4) 病巣の内部構造の分析的観察には拡大撮影像が普通撮影像, 断層撮影像よりも有用であ

る。

第3章 非結核屍の肺血管造影実験

第1節 実験材料および実験方法

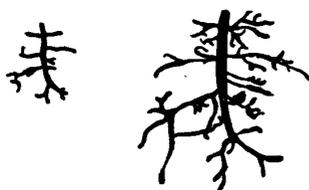
非結核屍から摘出した健常な右肺に気管支から空気を注入し原形に復してホルマリン固定を行い、各肺動静脈にこれを十分に満たす程度にゾルバリウムを注入し、その普通撮影および2倍拡大撮影を行い、更にその一葉を切状方向に3つに分割して、それぞれの拡大撮影を施行して観察した。

第2節 実験成績

写真9(A)は普通撮影の実写図で写真9(B)は2倍拡大撮影の実写図である。吉田¹²⁾は抹梢肺紋理の認められる限界は0.5mmでこれは細区域間或いは小葉間の血管に相当すると述べているが、この造影実験像では、更に細い血管像が現われ肺紋理を形成しているのが認められる。

2倍拡大では焦点の1/2以下の大きさのものは本陰影が形成されず、焦点より大きくなければ拡大されないで、0.3mm焦点では0.3mm以上なければ拡大される可能は無いわけであり、0.15mm以上なければ本陰影の出来る可能性は無いわけである。このような細い血管陰影はそれ個々は実際の胸部撮影に際して陰影として現われなないが、小さくうすい陰影でもこれが多数重なれば太い血管同様の濃さが出来、陰影として現われる事は第2章で述べた通りであるので、抹梢肺紋理の形成に関与しているものと考えられる。拡大撮影像においては普通撮影に比較して、各血管陰影が太くうつりその間の間隙も広くなり全般に粗になつた感じを与えるが、その間には普通撮影の際に最小の血管影陰として現われていたと同等の太さの血管陰影が現われて来て肺紋理構成の最小単位となり、普通撮影像では認められない細部構造が認められるようになり、複雑豊富な肺紋理像が認められる。吉田¹²⁾は拡大撮影像では抹梢肺紋理細間隙像は普通撮影像に比べ、中央部で4~5倍外側で3~4倍となり、顆粒状陰影の数は中央部

第5図 相対する血管陰影の模式図
普通撮影像 2倍拡大撮影像



普通撮影像でわ1本にみえる血管が拡大撮影像でわ数本に分れてみえる。

で2~3倍になると述べている。第5図は普通撮影像と拡大撮影像上の相対する小血管像の模式図である。

これにみられるように拡大像では血管像が大きくなり、普通撮影像ではみられない複雑な分枝迄認められる。各分岐から分岐迄を1としてその各々の血管数を計算してみると、大体90~60対30~20となり約3倍になる。即ち普通撮影では陰影となり得なかつたものがそれだけ余計に陰影となつて現われてくるわけである。これ等が重なり合つて複雑な像を呈するようになってもこの比率は同じはずである。今肺野を中心部中間部外側部の3群にわけて、それぞれにおいての単位面積の肺紋理を構成する肺血管の数をかぞえてみると、普通撮影像に対する拡大撮影像の血管数は第1表のように中心部は0.71倍中間部は0.66倍外側部は0.9倍となり、

第1表 血管数の比較

部位	血管数		比率	単位面積について	
	普通像	拡大像		その数	その比率
週辺部	50	45	0.9	180	3.6
中間部	60	40	.66	160	2.66
中心部	49	35	0.71	140	2.84

これを元来の単位面積に直すと中心部2.84倍、中間部2.66倍、週辺部3.6倍となる。中心部に近くなれば肺は厚くなり陰影の重なりが多くなるが、中心部は太い血管陰影の占める部分が多くなりその中に細い血管陰影が含まれてしまうため血管陰影の数が少なくなつたものであり、末梢部の方はこれに反しこまかい血管像が多くなつたものと考えられる。肺紋理は肺動静脈によつて形成されるものであろうが、写真10

(A)(B)(C)の3枚の分割像にみられるように、うすい末梢部では元来の血管の像が樹枝状に現われているが、厚い中心部では網の目状になつており、3枚が一体となつて形成された全像ではほとんど間隙が無くなつていて、重なつて太く濃くなりほかとコントラストのつく部分が一本の小血管陰影として現われ、そのように一本になり得ない血管陰影によつて顆粒状の濃淡のついた部分が出来ると考えられる。

第3節 本章小括

健常肺の肺血管造影実験を行い、肺血管像が拡大撮影法において普通撮影法の場合に比べどのような相違を示すかを観察し、又肺紋理の形成に関する考察を行つた結果、以下の事実を明らかに出来た。

1) 2倍拡大撮影法では普通撮影法にくらべ肺紋理を構成する肺血管数は、フィルムの単位面積では0.6~0.9倍でやや粗な感を与えるが、元来の単位面積では24~3.6倍となり肺紋理像は豊富複雑となる。

2) 細小肺紋理像はいくつかの小血管の集積像であつて、個々の血管をあらわすものではない。

第4章 胸部X線拡大撮影法による正常人肺紋理像と胸部X線普通撮影法によるそれとの比較

第1節 検査方法

ツ反応陰性の健康人につき普通撮影と2倍拡大撮影とを行い、普通撮影像の光学的2倍拡大像を作製して、そのふたつの2倍に拡大された肋骨心縦隔および肺血管像等を、それぞれセロファン紙に写し両者を重ねてみて比較を行つた。

第2節 検査成績

両者間に多少の「づれ」はあつても肋骨、心臓、大血管等の各臓器の基本的な陰影には著明な差は認められず主要部分は大体一致している。写真11(A)(B)は直接拡大撮影像と普通撮影像を光学的に拡大した像の実写図である

が、光学的拡大像では拡大されて太くなつた大きな肺血管像だけが目立ち、拡大撮影像では各像が鮮鋭でこまかい肺紋理像が多数現われているが目立つ。

第3節 本章小括

以上の実験により以下の事実を明らかにできた。

2倍拡大程度の拡大撮影では、肺紋理は普通撮影像の光学的拡大像の間に拡大間隙重複擬影等の諸効果¹⁾により形成された小陰影が複雑な形で入ってきたものと考えてよく、肺紋理は増加し豊富複雑となるが、普通撮影像の肺紋理読影に際しての基本的な智識はそのまま2倍拡大撮影像の肺紋理読影にもあてはめて差支えない。

第5章 胸部X線拡大撮影法の実施法に関する諸問題

第1節 撮影条件及び患者の体位

近来一般的に胸部X線撮影に際して高圧を使用した方がよいという説が多く、拡大撮影にお

いてもなるべく高圧にする方がよい像が得られるといわれている^{14,15)}。今諸家の撮影条件を一覧表にすると第2表のようになるが、撮影に当つては撮影装置および管球の性能耐久力からの制約をうける。著者の使用したのは島津製桂号と0.3 mm²の廻転陽極管球である。これでは2次電圧を80 K.V.以上にはなし得ない。

このような制約の下で各種の拡大率距離患者の体位等について検討を行つた。

第1項 黒化度

X線量不足で黒化度の低い場合は読影に耐えない写真しか得られない。胸壁の厚い場合等は特にこの点に配慮が必要であつて、黒化度の高い方に常に読影し易い像がみられた。

第2項 撮影距離

上述のX線量の点から現在の装置管球ではフィルム焦点間距離をあまり大きく出来ず、実際には第2表のように150 cm位で撮影が行われていることが多い。

第2表 胸部撮形条件の比較

	管 球	距 離	2 次 電 圧	mA	Sec	増 感 紙	拡 大 率
湯 田	自己バイアス管球	150 cm	55K.V.P.	20.	0.2~0.4		2
安 井	0.3 mmバイアス管球	150〃	70〃	40.	0.1~0.066		2
松 本	0.3 mm ² 廻転陽極						2
高 橋	廻転陽極バイアス管球	100〃	125〃		0.3	ES	4
〃	〃	150〃	70〃	30.	0.1	MS	
〃	〃	150〃	125〃	40.	0.05	MS	
著者の方法	0.3 mm ² 廻転陽極	120~150〃	70~75〃	10~20	0.1~0.15	HS. ES.	2.~2.5.

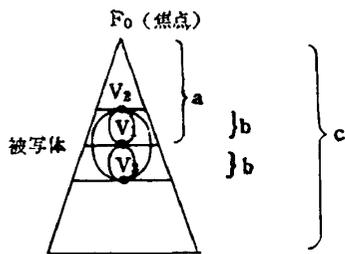
著者は120~150 cmで2倍拡大撮影を行つてみたが、胸壁の厚い人の場合等は黒化度不足で対照度の小さい写真しか得られず、120 cmにせざるを得ない場合がしばしばある。

第3項 拡大率

拡大撮影法は距離が比較的近く胸部はかなりの厚さをもつている為、2倍拡大撮影において基準点をフィルム側にもつていくか管球側にも

つていくかによつて被写体各部の拡大率は相当ちがつてくる。高橋⁹⁾は被写体の管球側に拡大率の基準を定めると述べている。今、被写体の一断面を円形と考え、その中心部と管球側端フィルム側端の拡大率をそれぞれ $V_1V_2V_3$ とすると第6図のような関係が生れる。

第6図 各部の拡大率の相関々係



Fi (フィルム)

$$V_1 = \frac{c}{a}$$

$$V_2 = \frac{CV_1}{C - bV_1}$$

$$V_3 = \frac{CV_1}{C + bV_1}$$

但し a……FoV₁間距離
 b……V₁V₂間距離及びV₁V₃間距離
 c……FoFi間距離

即ち2倍拡大と表現する場合でも、実際は胸壁の厚さによつてその拡大率は $\alpha \sim \beta$ 倍の間にあり、多少とも歪をもつことになる。今、 V_1 を2としてフィルム焦点間距離と被写体の厚さが種々に変化した場合の V_2V_3 の値を計算すると第3表のようになる。

胸部X線撮影において問題となるのは前胸部肋骨と背部肋骨との間であるが、その厚さは大体10~20cmの者が多い。拡大率が2倍以上の部分があつては鮮鋭度が悪くなるので読影に不適當であるということが絶対的なものであれば、管球側に2倍点を置きそれ以下の拡大率におさえねばならないが、一方拡大撮影ではなるべく拡大率を大きくすることが望ましく、又第1章で述べたように半陰影を「ボケ」として感じさせるためには本陰影との相関的な一面があるので、計算上はともかく、実際上どの程度迄は一応読影に支障のない像が得られるかについて、1.6~4倍の各種倍率の胸部拡大撮影を行つて検討した。写真12(A)(B)(C)(D)はその1

第3表 2倍拡大に於ける各部の拡大率

部位 及差	150 cm				120 cm					90 cm					60 cm				
	5cm	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20
V ₂	2.14	2.33	2.5	2.72	3	2.18	2.4	1.66	3	3.42	2.57	2.57	3	3.6	4.5	2.4	3	4	6
V ₁	2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
V ₃	1.87	1.76	1.66	1.57	1.5	1.84	1.71	1.6	1.5	1.41	1.8	1.63	1.5	1.38	1.28	1.71	1.5	1.33	1.2
V ₂ -V ₃	0.27	0.5	0.84	1.15	1.5	0.34	0.69	1.06	1.5	2.01	0.45	0.94	1.5	2.22	3.22	0.69	1.5	2.69	4.8
V ₂ -V ₁	0.14	0.33	0.5	0.72	1.0	0.18	0.4	0.66	1.0	2.42	0.25	0.57	1.0	1.6	2.5	0.4	1	2.	4.
V ₁ -V ₃	0.13	0.24	0.34	0.43	0.5	0.16	0.29	0.4	0.5	0.59	0.2	0.37	0.5	0.62	0.72	0.29	0.5	0.67	0.8

例の普通撮影、断層撮影、2倍拡大撮影、3倍拡大撮影、4倍拡大撮影、の実写図である。これにみられるようにはつきりした空洞なぞでは3倍拡大でも読影に耐える像がみられる。しかし一般的には3倍拡大撮影像に於いては「ボケが目立ち歪が強く鮮鋭度のよくない場合が多く、胸廓の厚い場合は特にその感が強いが、2倍以上の拡大率の部分があつても2.5倍程度の拡大率迄は読影に支障のあることは無い。従

つて2倍点をフィルム側に置いても支障の無い場合が多い。

第4項 患者の体位について

拡大撮影法では拡大しようとする部分の中心部にX線投射方向をあわせないと目的部分を撮影し得ない。そのためにあらかじめ普通撮影で見当をつけて置き、目的部分を正確にとらえるようにする必要がある。また病巣の部位によつ

て肺尖撮影斜位撮影等の体位をとらしめ投射方向を調節する必要のあることがしばしばある。

第2節 拡大撮影法と他の特殊撮影法との組合せ

近年高電圧の応用小焦点管球の使用等の撮影条件の改善によりX線像の診断的価値が向上しているといわれるが¹⁴⁾ 現在の日常施行されている胸部X線診断法には所謂普通撮影法の外に特殊撮影法として斜位撮影法、側面撮影法、肺尖撮影法、近接撮影法、拡大撮影法、高圧撮影法、立体撮影法、キモグラフィ、断層撮影法、気管支造影法、肺血管造影法等がある。これ等に共通してなるべく小さい焦点の管球を使用する方が鮮鋭な像がえられその診断的価値を高めることはいう迄もないことであるが、拡大撮影法には微小焦点の使用が不可欠の要件であつて、現況では微小焦点の使用は拡大撮影のみに限られているようである。前記の特殊撮影法はそれぞれ別種のもつているので、それぞれの特性を生かした各種の組合せを作つて撮影を行うことが出来る。拡大撮影法実施に際して特殊な体位をとる必要があることは前節に述べたが、拡大断層撮影、造影拡大撮影も行われている。写真12(B)は気管支造影拡大撮影法を施行した1例の実写図で(A)は同時に撮影した普通の気管支造影像である。これにみられるように普通の気管支造影像に比べ造影拡大撮影像においては所見がより明確豊富である。

第3節 胸部X線近接拡大撮影法

X線撮影距離を極端に小さくする特殊撮影法に近接撮影法がある。これは「同様な対象が一對或いは似たものが2個重なつている時等に行われる方法で、焦点から遠くフィルムに近い物体が実物大に近く投影される方法である」¹³⁾と述べられており、近接拡大撮影法は「病巣陰影の拡大を図ると共に、病巣形の実物に近い状態での観察を容易にしようとするものである¹⁶⁾」と述べられている。拡大撮影法において撮影距離を極端に短くすると第3表にみられるように2倍拡大でもフィルム側と管球側との拡大率に

大きな差が出来て、フィルム側の部分の陰影ははつきりした像が形成されるのに、管球側の部分の陰影は半陰影が大きくはつきりした像は形成され難くなるため、フィルム側病巣だけが実際の形に近い拡大像を現わすようになる。即ち拡大撮影法の利点と近接撮影法の利点とを併せ持つことが出来る。写真14(A)(B)はその1例の普通撮影像および近接拡大撮影像である。近接拡大撮影法では「ボケ」の混入を避けられないことおよび胸壁に近い部分しかよい像を得難いことが難点であるが、2次肺結核症の発生部位は背側に近い部分に多いので、この実写図のように観察し易い像の認められることが多くその応用機会も多い。

結 論

胸部X線拡大撮影法に関する実験的研究を行い以下の事実を明らかに出来た。

1) 模型および切除肺のX線撮影によると、X線拡大撮影法は小病巣の認知や病巣の内部構造の分析的観察には、普通撮影法や断層撮影法よりもすぐれている。

2) 摘出健常肺の肺血管造影実験によると2倍拡大撮影法では、普通撮影法に比べ血管陰影は約3倍に増加し肺紋理は2.4~3.6倍に増加する。

3) 2倍程度の拡大撮影像の読影には、普通撮影時の基本的な智識をそのまま応用して差支えがなく、普通撮影像の鮮鋭な光学的拡大像に複雑豊富となつた肺紋理像や細小陰影が加わつたものと考えてよい。

4) 0.3 mm² 焦点管球による胸部X線拡大撮影では大略2倍程度を一応の拡大基準とするのがよいが、実質的に2倍以上に拡大されている部分があつても大半は読影に支障がない。

5) 拡大撮影法実施に際しては個々の対象に応じて撮影条件や患者の体位を適切に調整する必要があり、ほかの特殊撮影法との組合せによつて応用範囲を拡げることが出来る。

(稿を終るに臨み御校閲を賜つた恩師長石教授に深く感謝の意を捧げるとともに、X線写真の撮影に終始御協力を戴いた前川、和田、両技師に厚く御礼申し上げる。)

参 考 文 献

- 1) 高橋信次：X線拡大撮影法，最新医学，第12卷第9号。
- 2) C. Allen and E. P. Allen：Enlargment radiography with a 0.3 mm focus, Brit. J. Radiol. 26, 474, (1953).
- 3) R. Seyss：Die Strukturzeichnung der peripheren Lungenabschnitte auf der direkteu Vergrosserungsaufnahme, Fortschri. Röntgenstr., 81, 32 (1954).
- 4) Vallebona：Radiography with great enlargement (mikroradiography) and a thechnical method for the radiographic Disscation of the shadow, Radiology, 17, 340, (1931).
- 5) 安井昭二：肺結核症に於ける拡大撮影の研究 結核，第31卷増刊号。
- 6) 湯田好一：胸部拡大撮影法による肺病巣の観察，結核，第31卷，増刊号。
- 7) 小見山八郎：肺結核症の直接拡大撮影による観察，日放会誌第15卷第11号。
- 8) 足立忠：胸部エックス線写真の鮮鋭度について，日放会誌第14卷，第100号。
- 9) 高橋信次：廻転横断撮影と拡大撮影，日本結核全書，X線学Ⅱ。
- 10) 田坂皓：断層撮影，日本結核全書，X線診断学Ⅱ。
- 11) 足立忠：レ線写真の撮り方，胸部レ線写真読影講座第1集
- 12) 吉田三毅夫：直接拡大撮影に依る正常肺紋理の観察，日放会誌第15卷第2号。
- 14) 御園生主輔：X線診断の理論と技術，日本結核全書：X線診断学Ⅰ。
- 14) 宮川正：最近に於けるエックス線診断の傾向 最新医学，第14卷第8号
- 15) 野崎秀英：高圧撮影法：最新医学 第12卷第8号
- 16) 御園生主輔：撮影条件について，原則的事項 日本臨床 第13卷 第4号。
- 17) 江藤秀雄：レ技術の最近の進歩高圧拡大撮影 日本臨床 第13卷 第4号，
- 18) 神田耕介：高圧撮影法（胸部撮影の基礎的研究）日放会誌 第14卷 第10号。
- 19) 高橋信次，小見山八郎：X線拡大撮形の研究 日放会誌 第14卷 第3号
- 20) 小見山八郎：X線拡大法の研究，日放会誌 第14卷 第8号
- 21) 江藤秀雄：解像力に関する考察 日放会誌 第13卷 第1号。
- 22) 西川邦夫：胸部エックス線撮影法の基礎的研究 日放会誌 第14卷 第4号。
- 23) 小見山八郎：直接拡大撮形法に於ける増感紙の選(択拡大撮形法の研究)日放会誌 第15卷 第1号。
- 24) 岩崎竜郎：肺結核症のX線診断 日本結核全書，X線診断学Ⅰ。
- 25) 河合直次，窪田博吉，断層撮形法 胸部レ線写真読影講座 第5集
- 26) 太中弘：肺動脈撮影法 胸部レ線写真読影講座，第7集
- 27) 長石忠三：肺部分切除術，肋膜外合成樹脂球充填術，弾力性軟可吸収性合成樹脂を以てする骨膜外充填術，高圧撮形，立体撮形，近接照準撮形。胸部レ線写真読影講座，第16集。

写真1 針金のX線像

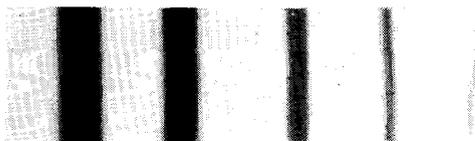
密着撮形像 (1×1)



0.3 mm² 焦点による2倍拡大撮影像 (1×1)



2.0 mm² 焦点による2倍拡大撮影像 (1×1)



0.3 mm² 焦点による3倍拡大撮影像 (1×1)



0.3 mm² 焦点による4倍拡大撮影像 (1×1)

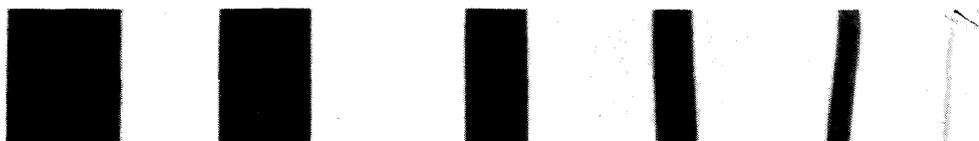
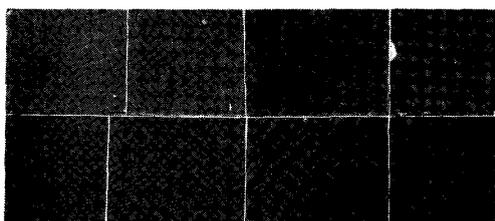


写真2 ビニール網のX線像

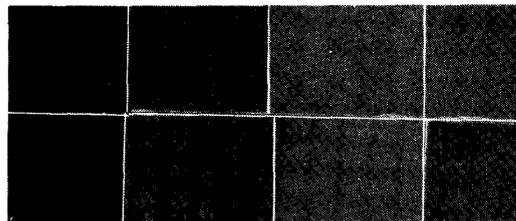
密着撮形像 (1×1)

① ② ③ ④



2倍拡大撮影像 (1×1)

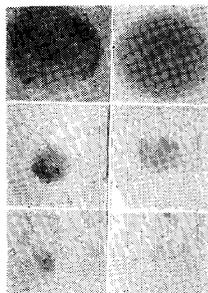
① ② ③ ④



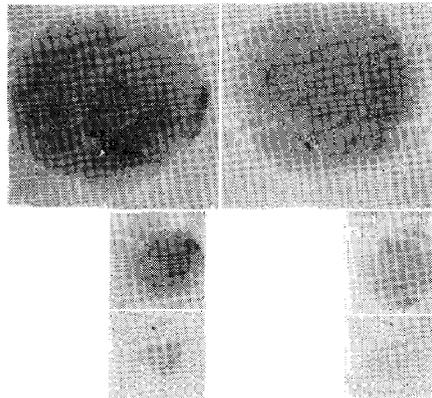
- ① ビニール網10枚を重ねたもの
- ② // 5枚 //
- ③ // 2枚 //
- ④ // 1枚 //

写真3 パラフィン球のX線像

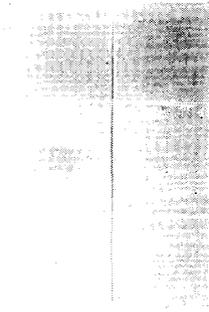
密着撮形像 (1×1)



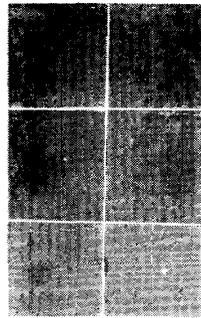
2倍拡大撮影像 (1×1)



断層撮影像 (1×1)
断層面 1 mm



断層撮影像 (1×1)
断層面 3 mm



断層撮影像 (1×1)
断層面 6 mm

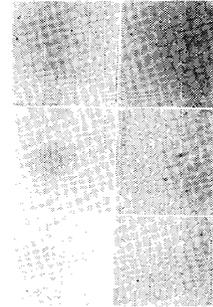


写真4 ペラフィン柱撮影像
左側密着像 右側2倍拡大像 (1/4)

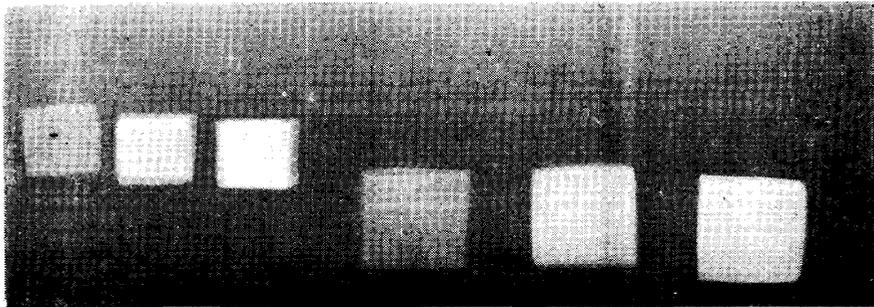
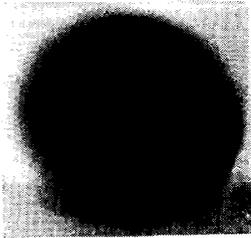


写真5 3個重ねたパラフィン球のX線像

普通撮影像 (1×1)

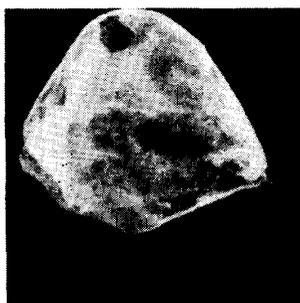


2倍拡大撮影像 (1×1)

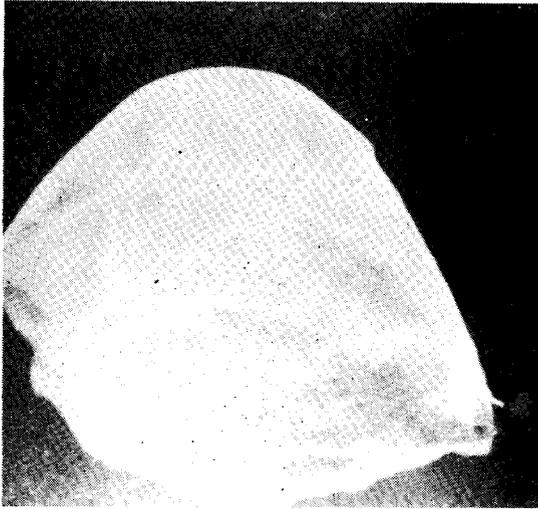


写真6 肺区域模型のX線像

A 普通撮形像 (1/4)



B X線の中心線を肺区域模型の中心部
においた2倍拡大撮影像(1/4)



C X線の中心線を肺区域の中心部か
ら側方に5 cm 移動させた時の
2倍拡大撮影像(1/4)

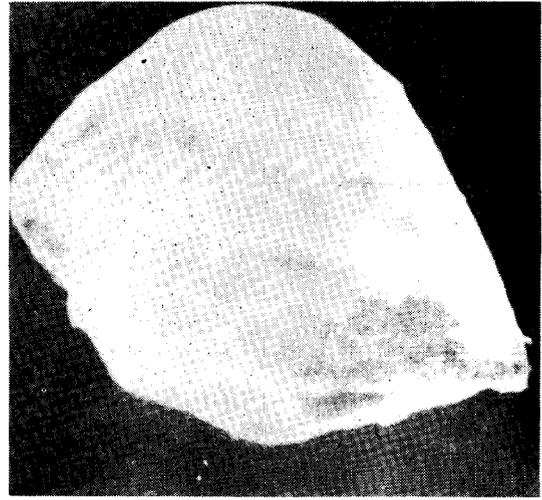
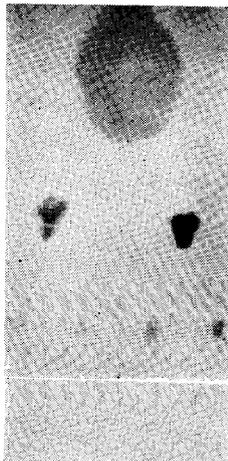


写真7 切除肺病巣1個ずつのX線像

A 普通撮影像(1×1)



B 2倍拡大撮影像(1×1)



断層撮影像(1×1)

断層面 2 mm 断層面 4 mm 断層面 7 mm

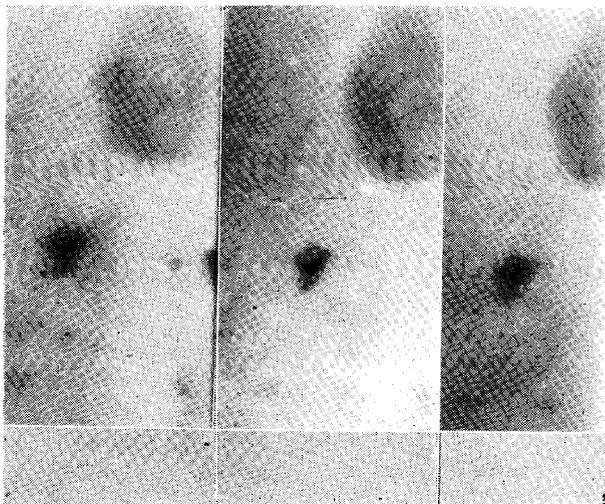


写真8 切除肺葉のX線像及び切除肺写真

B 普通撮影像 (1×1)



C 断層撮影像 (1×1)



D 2倍拡大撮影像 (1×1)

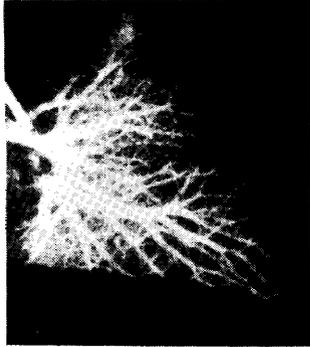


A 実物写真 (85/100)



写真9 肺血管造影像

A 普通撮影像 (1/4)



B 2倍拡大像 (1/4)

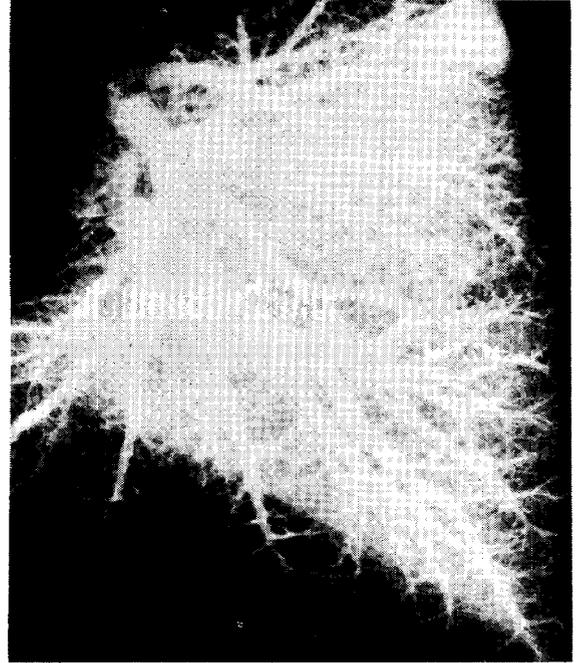
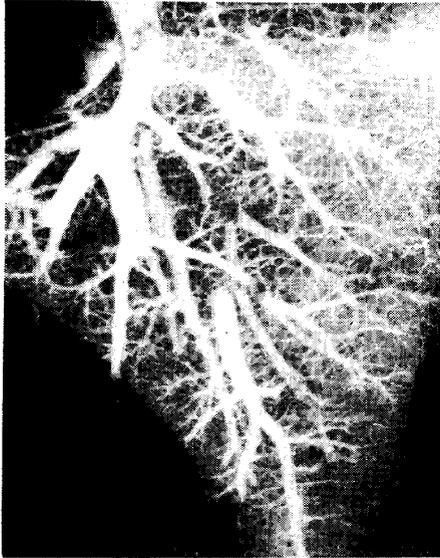
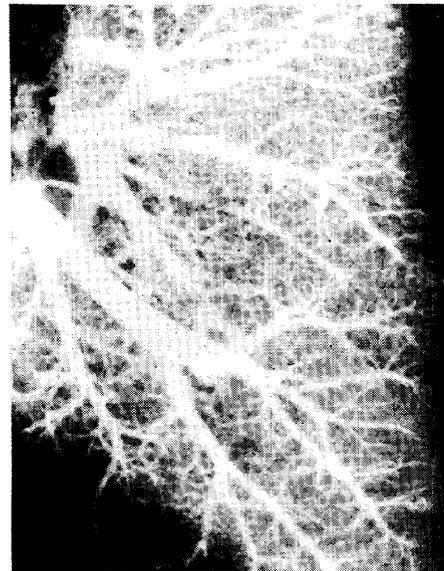


写真10 肺血管造影分割像

A 分割像1 (1/4)



10. B 分割像2 (1/4)



01. C 分割像3 (1/4)

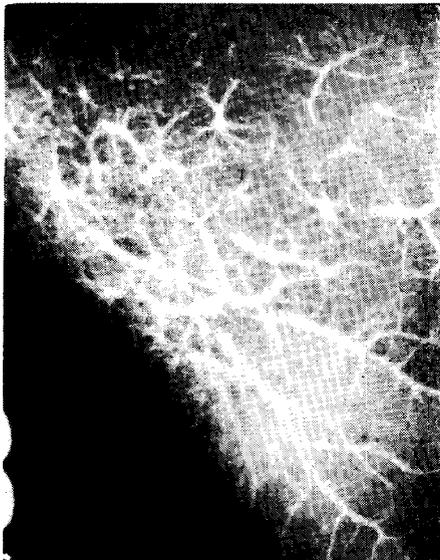


写真11 正常人の肺紋理像

2倍拡大撮影像 (1×1)

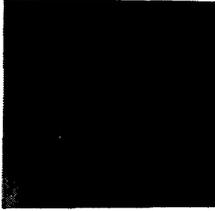


普通撮影像の光学的2倍拡大像 (1×1)

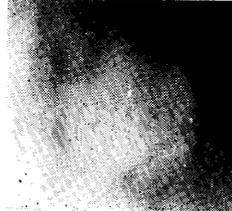


写真12 各種の拡大率の空洞像

A₁ 普通像 (1×1)



A₂ 断層像 (1×1)



B 2倍拡大像 (1×1)



C 3倍拡大像 (1×1)

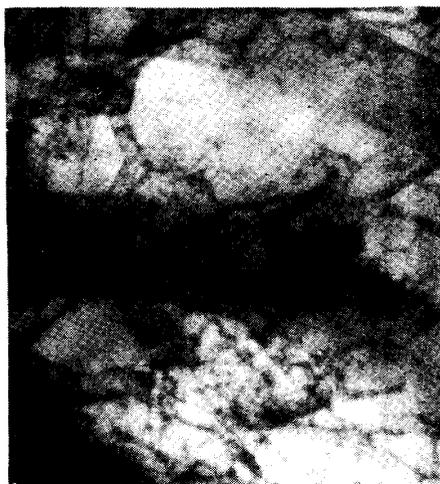


D 4倍拡大像 (1×1)



写真13 气管支造影像

A 普通撮影像 (1×1)



B 2倍拡大撮影像 (1×1)



写真14 近接拡大撮影像

A 普通撮影像 (1×1)



B 近接拡大撮影像 (1×1)

