

Title	直接擴大撮影法の基礎的研究微細陰影の識別に就いて (X線擴大撮影法の研究第16報)
Author(s)	吉田, 三毅夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1958, 17(12), p. 1418- 1426
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/19590">https://hdl.handle.net/11094/19590</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# 直接擴大撮影法の基礎的研究

## 微細陰影の識別に就いて

### (X線擴大撮影法の研究 第16報)

名古屋大学医学部放射線医学教室 (主任 高橋信次教授)

吉田 三毅 夫

(昭和32年8月25日受付)

(本研究は文部省試験研究費の援助により行われた。高橋信次)

#### 緒 言

微小焦点X線管に依る直接擴大撮影<sup>1)</sup>は單純撮影だけを行う場合に比べて病巣細部の状況を知るのに役立つと云われているが<sup>2)-12)</sup>、擴大寫眞が在來の單純寫眞より優るかどうかが裏付ける實驗的な吟味は未だ余り行われていない。そこで次の3項目に就いて實驗的考察を加えてみた。

(1) 陰影の現出能は擴大撮影に依り單純撮影の場合に比べて、どれ丈向上するか、更に、此の場合の現出能に對する線質及び散亂線の影響は如何。

(2) 擴大撮影により現出せしめ得る被寫体の對比度は幾何か。

(3) 擴大撮影を行えば、單純撮影に比べて豊富な陰影を現出するのはどの様な機轉によるか。

#### 實驗装置

X線發生には30mA型高壓全波整流装置を用いた。微小焦点は擴大撮影用として試作せる廻轉陽極管球(東芝)を既報の如く<sup>13)</sup>固定バイアス用變壓器に結線して可變的に得ることにした。濾過板は0.5mmのアルミニウムを裝用し、増感紙は極光FS複増感紙、フィルムは醫療用X線フィルムを用いた。整光板は使用しなかつた。

#### 實驗第 I

實驗被寫体は銅、アルミニウム及びアクリール樹脂の各線を直徑と等間隔に3本宛並べたものでその直徑は下記の通りである。

銅線試験体 0.013, 0.017, 0.025, 0.028, 0.032, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.16, 0.20, 0.25, 0.31, 0.35, 0.40, 0.52, 0.62, 0.72mm.

アルミニウム線試験体 0.08, 0.1, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.50, 0.60mm.

アクリール樹脂試験体 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0mm.

以上の各線を太い順に並べ金属板に空けた窓の位置に各々試験体を固定した。

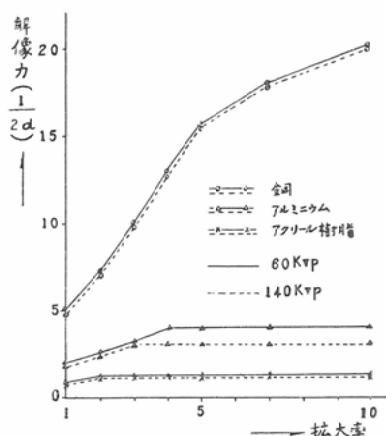
**實驗方法** 3種の試験体を撮影するに當り、焦点フィルム間距離は100cmに定め、被寫体フィルム間を加減して2倍より10倍までの擴大撮影を行った。試験体のみの場合と、試験体も散亂体の間に挟んで撮影台に置いた場合とに就いて夫々60KVp及び140KVpの管電壓で擴大撮影した。對照として、同様の單純撮影を行った。

散亂体は水ファントム37×27×8cm(特殊撮影研究委員會指定)及びパラフィンファントム12×8×10cmを用い、前者の場合には厚さ4cm宛の水厚の中間に渡したアクリール樹脂板(厚さ0.8mm)に、後者の場合には厚さ5cm宛のパラフィンの直方体の中間に挟んで夫々の試験体を固定した。

#### 觀察方法及び結果

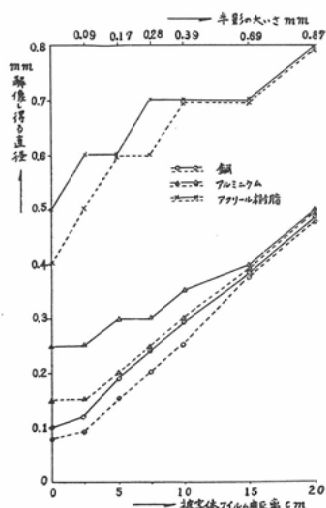
X線寫眞の中より各々の場合に基地黒化度が1.2に近いものを選んで觀察した。此の場合、夫

第1図 直接拡大撮影に於ける拡大率と解像力との関係



d は明視距離より観察した場合に解像し得る線の直径 (mm)

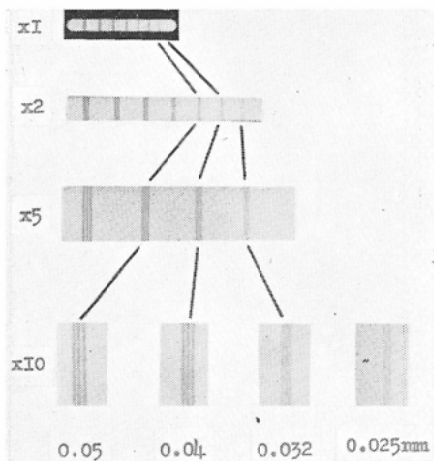
第2図：単純写真の解像力に対する量の影響



管電圧は60KVp,  
 管球焦点フィルム間距離は 100cm,  
 実線は極光F S 複増感紙を使用,  
 点線は増感紙無しで撮影した。  
 半影の為の量が増大すると単純写真の解像力は  
 拡大写真のそれに比べて著明に低下する。

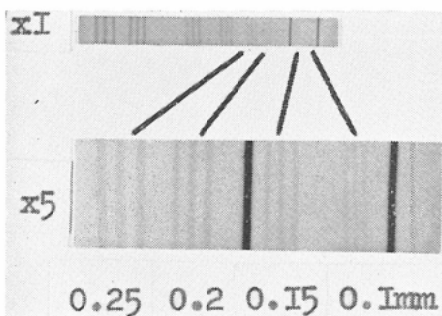
々の試験体につきどの直径の線のX線像まで識別出来るかを25cmの距離より肉眼的に見た。尙、識別の判定は3人の検者によって行つた。此の際のシャウカステンの照度は1700ルクスであ

第3図：銅線試験体のX線写真



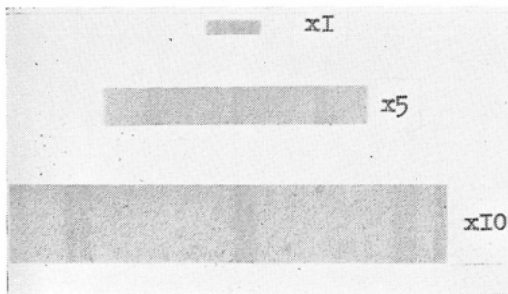
× 1：単純写真                      × 2：直接2倍拡大写真  
 × 5：直接5倍拡大写真          × 10：直接10倍拡大写真  
 増感紙は何れも極光F Sを使用した。

第4図A アルミニウム線試験体のX線写真



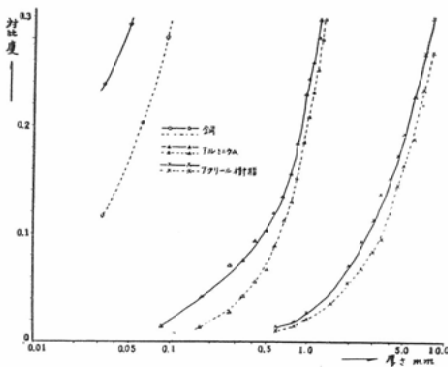
× 1：単純写真                      × 5：直接5倍拡大写真  
 増感紙は極光F Sを使用した。

第4図B 直接拡大写真に於ける開隙効果



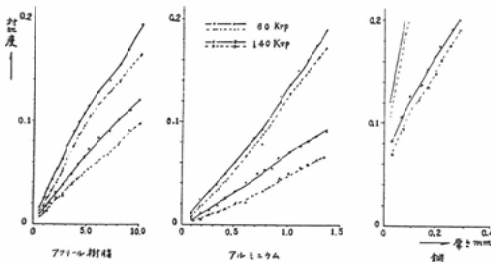
0.2mmφのアルミニウム線と線の間隙は左 0.1mm  
 中0.01mm, 右0.05mmである。  
 直接5倍及び10倍拡大写真では0.01mmの間隙が  
 識別される。

第5図A：散乱体を附加しない場合の被写体の厚さと対比度との関係



実線は60KVp  
点線は 140KVp  
縦軸は基地黒化度と被写体陰影の黒化度との差を対比度として表わした。

第5図B：水ファントム (37×27×8 cm) を附加して撮影した場合の被写体の厚さと対比度との関係



横軸に被写体の厚さをとつたがその目盛はアクリル樹脂：アルミニウム：銅は1：1/10：1/25である。実線はファントムとフィルムとを密着した場合。

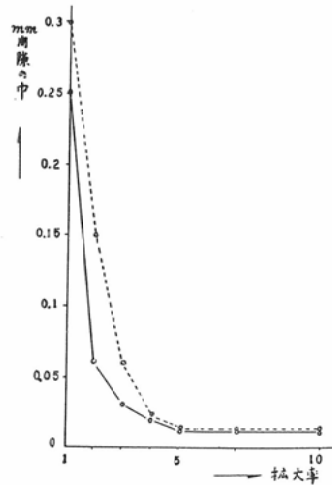
点線はファントムとフィルム間を30cm離れた場合で後者は拡大撮影の場合に相当しその対比度は前者に比べて最大約0.02良好である。

る。

ファントムを用いず管球フィルム間に試験体だけを置いて60KVp の撮影を行つた場合には次の結果を得た。

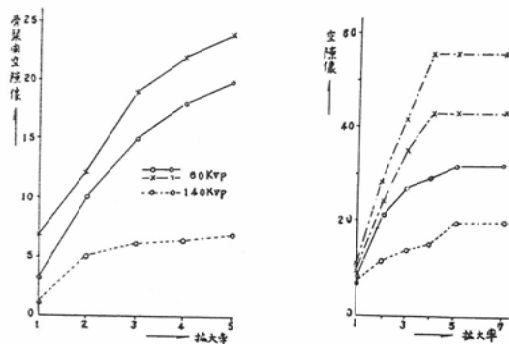
銅線試験体：単純寫真では 0.1mmを識別するがこれより細い線は何本並んでいるか判らない。拡大寫真では2倍より漸次拡大率を上げると細い線迄見分けられる様になり10倍拡大寫真では 0.025mmが明瞭に識別される。然し、10倍以上の拡大撮

第6図：直接拡大撮影に於ける開隙効果



拡大率が大になると2本の線 (0.2mmφのアルミニウム線) 間の開隙の識別は次第に向上する。実線は明視距離より、点線は50cmの距離より夫々観察した。

第7図：直接拡大写真に於ける微細陰影の現出



左：厚さ2mmの屍跟骨の截片をパラフィンファントム (12×8×10cm) の中間に狭んで撮影した。×印はファントム無しで撮影した場合。

右：0.2mmφのアルミニウム線による節を○印は2枚異なる平面に重疊し、×印は2枚を同1平面に並べて撮影した場合。点線は濃点状陰影。

影をしても 0.017mm以下の線は3本として識別出来なかつた (第3圖)。

アルミニウム試験体：単純寫真では0.25mmを、2倍拡大では 0.2mmを、3倍拡大では0.15mmを、又4倍拡大寫真では 0.1mmを識別するが、此れ以上の拡大撮影を行つても0.08mmの線は最早識別さ

れない(第4圖A).

アクリル樹脂線試験体: 単純寫眞を見ると0.5mmは識別されるが0.4mm以下は識別出来ない. 2倍及び2倍以上の擴大寫眞では0.4mmの線を識別し得るが0.3mm以下の線影は認知されない.

以上の結果より, 各々試験体に於ける解像力  $R = \frac{1}{2d}$  を求めると擴大撮影の解像力は単純撮影のそれに比べて例えば, 銅線では5から20に著増し, アルミニウム線では2.5から5に倍加し, アクリル樹脂線では1.0から1.2に少しく増加する事が判つた(第1圖). 此れより, 擴大撮影に依る解像力の向上はX線線の對比度の高い被寫体ほど著明である事に氣付く.

次に, 管電壓140KVpの撮影をした場合は, 銅線及びアクリル樹脂線の解像力は60KVpの場合と同じ結果であつたがアルミニウム線では稍く低下する結果が得られた. 即ち, 4倍以上の擴大撮影でも0.1mmのアルミニウム線は識別出来ない. 尤も, 140KVpの場合に識別されるアルミニウム線は0.15mmであるのに, アクリル樹脂線では60KVpの場合でも0.4mmの太さが識別の限界であるからアクリル樹脂に比べればアルミニウムの方が識別される能率は良い.

次に, 散亂体を附加した場合には, 此等の試験体の識別は低下するであろうか. 先づ, 管電壓60KVpの場合を検べると, 擴大寫眞に於けるアルミニウム線及びアクリル樹脂線の解像力は散亂体を附加しない場合と等しい. 然し, 単純寫眞に於けるアルミニウム線の識別は稍く低下する. 140KVpの場合はどうかという, 散亂体附加のためにその解像力は擴大寫眞では低下しないが, 単純寫眞の場合にはその解像力は可成り低下する. 即ち, アルミニウム線の識別は単純寫眞では0.35mmに過ぎない. アクリル樹脂線ではその解像力の低下は認められない. 斯様に, 擴大撮影に於ける解像力は散亂体の附加に影響されない.

然し, 識別の判定について見掛上の差はどうかと云うと同じく「識別する」と云つても管電壓の低い場合及び散亂体の無い場合の方が鮮明で認め易い.

## 實驗第2

**實驗方法:** 被寫体の實驗第1に用いたものと同じ之種の試験体である. 此の場合に使用せるX線管は針孔寫眞(0.1mmφの鉛針孔を使用)により測定した $3.5 \times 3.5 \text{mm}^2$ の焦點のSDR-6kW管球である. 焦點フィルム間距離を100cmとし, 被寫体フィルム間を0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 15.0, 20.0cmと, 次々に離して夫々60KVpにて単純撮影を行つた.

又, 比較として, 増感紙無しで同様の撮影を行つた. そして, 得られたX線寫眞を明視距離より觀察した場合に3本の線像がどの太さに迄見分けられるかを檢べた.

**觀察結果:** 半影のための暈が大きくなると解像力は低下するが, 今, 幾何學的に求められる半影の大きさをフィルム被寫体間距離より夫々算出したのが第2圖の上方の横軸であり. 此等の半影値と解像力の關係をみると0.09mmの半影を伴う場合の解像力は半影が殆ど零の場合より低下するし, 増感紙使用の場合は0.28mmの半影を伴うと銅線では0.1mmより0.2mmにアルミニウム線では0.2mmより0.35mmに夫々の識別は低下する. 又, 被寫体フィルム間距離15mmの場合にはその半影は0.69mmとなるが, 此の場合の銅線とアルミニウム線の解像力は等しく共に0.4mmが識別される. 然し, 0.09~0.69mmの半影の範囲内では銅線の解像力はアルミニウム線より良好である. アクリル樹脂線では前2者に比べ識別し難く0.69mmの半影を伴うと識別し得る太さは0.7mmであつた.

解像力に対する増感紙の暈の影響は半影が余り大になると認められなくなるが, 0.39mm以下の半影の場合に極光FS複増感紙の暈は銅線及びアルミニウム線の解像力に影響しそれらの解像力を低下する(第2圖).

以上の結果より, 解像力に対する幾何學的な暈の影響は擴大撮影に比べ単純撮影の方が著しくその解像力を低下せしめる事が判る. 又, 増感紙の暈による単純寫眞の解像力に対する影響は極光FSでは増感紙無しで, 半影の暈が0.3mm程度の場合の影響より少ない.

### 実験第 3

被寫体は横巾 1.5cm, 間隔 0.5cmの銅, アルミニウム及びアクリール樹脂の階段である。一階段の厚さは銅 0.032mm, アルミニウム 0.085mm (それ以下の厚さは 0.021mm毎) 及びアクリール樹脂 0.5mm (1.0mm以下は 0.2mm毎) である。

**実験方法:** 厚さ 8cmの水ファントームの中間に 3種の階段を夫々約 2cmづゝ離して置き, 同時に単純撮影した。撮影は (1)フィルムとファントームを密着した場合, (2)フィルムとファントームを 30cm離れた場合とに就いて 60KVp 及び 140KVp の管電圧の二通り宛行つた。一方, ファントームを除いて, フィルムと被寫体を密接させて同様の管電圧で撮影を行つた。夫々の場合に就いて, 同時現像を行つたフィルムの中より基地黒化度 1.15に近いものを選び, 此等の寫眞に於ける各々の階段の黒化度を測定し, 被寫体の厚さと黒化度との關係を検べた。フィルムは同一乳劑番號のものを使用した。黒化度の測定には島津讀取式測微光度計を用いた。

#### 実験結果:

第 1 に, 散亂体無しの場合には 3種の被寫体について厚さと黒化度の推移とを比べると 60KVp の場合に基地との黒化度の差 (以下此れを對比度と云う) が 0.02 に相當する厚さは銅 0.032mm 以下, アルミニウム 0.1mm, アクリール樹脂 0.8mm であつた。0.01の對比度はアルミニウム 0.085mm, アクリール樹脂 0.6mm 弱の厚さに大略相當する。斯様に, 黒化度の差の移りゆきは銅が最も良く, アルミニウム, アクリール樹脂の順に低い。

第 2 に, 黒化度に対する線質の影響をみると 140KVp の對比度は 60KVp の場合に比べて低下し, 例えば 0.01の對比度に相當する厚さはアルミニウム 0.15mm, アクリール樹脂 0.6mm であつた (第 5 圖 A)。

第 3 に, 水ファントームを附加した場合, ファントームよりフィルムまでの距離が對比度に対してどれ丈影響するかをみると管電圧が高くなると水ファントームをフィルムより 30cm 離れた場合の對比度は兩者を密着した場合に比べて最大 0.02 程

度良好である。次に, 被寫体の同じ厚さに就いて對比度に対する線質の影響を比べると, 例えば 0.6mm の厚さのアクリール樹脂の對比度は 140KVp では 0.01, 60KVp では 0.015 であるが, 厚さ 0.6mm のアルミニウムの對比度は 140KVp では 0.04, 60KVp では 0.07 であつた。此の様に, 線質が硬くなると對比度の低下の度合は銅, アルミニウム, アクリール樹脂の順に, 即ち原子番號の大なるものの順に著しい (第 5 圖 B)。

### 実験第 4

拡大撮影を行うと単純撮影に比べて体組織を精細に現出するであろうか, 此の場合に, 拡大の機構は陰影を識別する上に助けとなるか否か, 又, 拡大寫眞に於ける陰影は實際に被寫体の細部構造であるのかを確めんとした。

実験は次の 3 つに分れる。

**実験方法 (1)** 被寫体は成人の屍跟骨をその長軸と直角をなす方向に截つた厚さ 2mm の骨片である。此の跟骨は, 密閉せるシヤールに保存したので骨髄は生体に近い状態である。被寫体をパラフィンファントームの中間に挟み 60KVp 及び 140KVp で撮影した。陰影の現出について単純寫眞と各倍率の拡大寫眞とを比較するために各骨梁像の間に介在する空隙像 (骨梁間空隙像と呼ぶ) の數を算えた。觀察部位は任意にマークせる部分で単純寫眞では  $5 \times 5 \text{mm}^2$ 。2 倍拡大寫眞では  $10 \times 10 \text{mm}^2$  …… , 5 倍拡大寫眞では  $25 \times 25 \text{mm}^2$  の範圍の同一部位である。

**觀察結果 (第 7 圖左)** 60KVp の X 線寫眞に認められる骨梁間空隙像は高倍率になるに従つて増加し, 5 倍拡大寫眞では 20 個を數えるが単純寫眞では 3 個に過ぎない。140KVp の場合には拡大寫眞の空隙像はそれ程増加しない。ファントームなしで骨片のみを撮影した場合の空隙像はファントームに挟んだ場合より稍と増加する。

斯様に, 拡大寫眞では空隙像を圍む個々の骨梁像の識別を向上するが陰影の増加は可及的高倍率の方が著しい。

**実験方法 (2)** 試験体の 1 つは直径 0.2mm のアルミニウム線を 2 本宛並べその間隙を 0.01mm より



0.3mmまでとしたもの。他の1つは直径0.5mmの  
アクリル樹脂線を0.01, 0.14, 0.23, 0.30,  
0.41, 0.52mmの間隙において夫々2本宛並べたも  
のである。単純及び拡大撮影は60KVpの管電圧  
で行った。各々X線写真は25cm及び50cmの距離  
より観察し2本の線を識別し得る間隙の中を検べ  
た。

**観察結果** (第4圖B) アルミニウムの試験体の  
識別は単純写真より2倍拡大写真、2倍より3  
倍、3倍より5倍拡大写真の方が良好であり、5  
倍拡大写真では0.01mmの間隙を識別し得る。50cm  
の距離より観察すると3倍までの拡大写真に於ける  
識別は25cmの場合に比べて不良であるが5倍以上  
の拡大写真では兩者の差は認められない。従つて、  
日常の観察距離50cm程度の場合には、5倍の  
拡大写真によると2~3倍の拡大に比べてその識  
別は良好であると云える。アクリル樹脂の試験  
体では3倍以上の拡大写真により0.01mmの間隙像  
を識別出来るが単純写真に於ける識別は0.41mmで  
ある。

以上の結果より、間隙を現出する能力即ち陰影  
を分離する観点からするとアルミニウム及びア  
クリル樹脂の現出は拡大撮影に優ることを知つ  
た。

**実験方法** (3) 被写体として直径0.2mmのアル  
ミニウム線の篩を2枚作り用いた。篩の個々の  
網目の大きさは $0.25 \times 0.25 \text{mm}^2$ より小さい。先  
づ、同一の平面に並べた2枚の篩を撮影し、次  
に、篩の各線が互に斜交する様に2枚を5mm間隔  
に重畳させて撮影した。単純写真及び拡大写真の  
同一部位を観察し其處に認められる空隙像及び濃  
点状陰影を25cmの距離より算えた。此の場合の空  
隙像はアルミニウム線の陰影に囲まれた黒化部で  
あり、濃点状陰影は濃く認められる点状の陰影で  
ある。

**観察結果** (第7圖右) 同一平面に並べた場合  
の篩の空隙像数は4倍以上の拡大写真に於いて1枚  
は56個、他の1枚は43個であつた。此らの拡大写  
真に見られる空隙像の数は篩を夫々丸一べで算え  
た場合の網目と同数であつたが、単純写真では夫

々9個及び11個の空隙像を窺知する程度である。  
次に、5mm間隔に2枚の篩を重畳した場合には篩  
の空隙像数は拡大撮影により単純撮影の場合より  
増加し、7倍拡大写真に於ける空隙像は34個で、  
此れは単純写真の場合の3倍強の増加である。然  
し、異なる平面に置いて2枚を重畳した場合の空  
隙像は重畳せずに同一平面上に並べた場合に比べ  
ると陰影の増加は著明でない事が判る。此れは、  
個々の陰影が重複したことに因づくものであろ  
う。濃点状陰影は篩を重畳した場合に現出するが  
拡大写真では単純写真より増加して観察される。  
濃点状陰影は3本以上の線が一緒に同一部に投影  
された重複像である。

### 考 按

余等は此れ迄、骨疾患、珪肺及び肺結核に2倍  
~5倍の拡大撮影を行う事により単純撮影では識  
別し難い細部の病巣を診断し得ることを認め報告  
した<sup>2)~4)</sup>。そこで、此處ではX線拡大撮影が単純  
撮影に比べて如何なる特長を有するかを実験的に  
吟味した結果を考按してみようと思う。

先づ、余の実験方法を検討してみると、使用し  
た廻轉陽極バイアス管球の性能はその焦点の大い  
さが固定焦点バイアス管球<sup>15)</sup>に比べて一層微小で  
あり、解像力より換算すると0.055mm以下であつ  
て5倍までの直接拡大写真では半影による暈を問  
題にする必要はない。此の意味で、現在市販の廻  
轉陽極管球による拡大撮影<sup>7)10)16)</sup>は倍率を3倍以  
下にとゞめなければならぬ。次に、余等の方法  
で得られた拡大X線像の性質の中で、(1)現出  
能。(2)細部構造の現出と拡大率の限界の2點に  
就いて述べることにする。

#### (1) 拡大X線像の現出能について

解像力を含めた現出能を検べるために使用した  
試験体のうち、アルミニウムは骨にアクリル樹  
脂は血管等の軟部組織に、又、銅は造影剤の如き  
高吸収体に相應すると考えた<sup>17)18)19)</sup>。線の直径と  
間隔は弱拡大の顯微鏡下に測定し正確を期した。  
元來、X線写真の解像力を求める場合にX線吸収  
の大なる被写体を用いるがそれでもその太さを減  
ずると次第に對比度は低下する。今、太さが極小

になると遂にその對比度は識別閾下<sup>20)21)22)23)</sup>になることすら予想される。

これを細去効果と呼ぶことにする。此の場合の解像力又は現出能の低下は解鋭度よりも寧ろ對比度の影響を受けることになる。余等の廻轉陽極バイアス管球により 0.017mm以下の銅線及び0.08mm以下のアルミニウム線を解像し得ないのは少なくとも此が原因の1つであると考えられる。

X線寫眞を影繪に比喩すること<sup>24)</sup>はその像の成立を説明するのに好都合と思われるが被寫体の細部構造を論ずる場合には此の比喩は適當でない様に思われる。これは、組織の細部が識別閾下の對比度より持たなかつたり又は極めて低い對比度だつたりするからである。この様な組織は擴大してもX線像として現出しないし此の儘では擴大撮影の対象とならない。銅線の解像力が擴大撮影により著明に向上することはその對比度が良好な爲であるが充分な對比度を持たないアルミニウム線の解像力は擴大率を大にしてもそれ程向上しないし、アクリル樹脂ではその對比度が不良なために擴大による解像力の向上が殆ど認められないことを明らかにした。現出能の実験に供した線試験体はその断面をみると大略圓形であるので撮影された線像の中は線の直径の測定値より小さく殊にアクリル樹脂の場合には線と線との間隔の方が線の中より可成り広くそのために各線間の距離は實質上その直径と等間隔でない様に識別されるのである。

アクリル樹脂では擴大寫眞の解像力に對して線質の影響を殆ど認めなかつたことは此の場合の對比度の低下が少ないためと考えられるが、アルミニウムでは 140KVp の高壓の際にその解像力が60KVp の場合に比べて若干低下したことは線質が硬くなつたために 0.1mm程度のアルミニウムの對比度が影響された故爲である。線質が硬くなると銅線の對比度は著減するがそれでも尙此の場合に解像力の低下を來さないのは此の程度の電壓ではその對比度は未だ良好なためである。

單純撮影に於けるX線像の識別に對して線質及び散亂線が影響することは既に報告されている

が<sup>18)25)</sup>、擴大撮影のそれに關する研究は未だ見聞しない。被寫体より生じる散亂線のために擴大X線像の對比度は低下するが解像力を妨げるほど著明でないことは注目されてよい。

擴大撮影に可變焦點を用いる場合に焦點がある障害により極小とならないために半影の暈が大となり解像力を低下させることがある。此の不測の事故を確める方法として解像力試験用の標識を被寫体と同時に撮影することが望ましい<sup>26)</sup>。又、生体撮影の場合に、被寫体の不随意の又は故意の動揺の爲にX線像の鮮鋭度は障害されるが、例えば、a 倍の擴大撮影では單純撮影の場合の a 倍の動揺による暈を生じるので動揺に對する對策としてそれ丈の瞬間曝射を行うことが必要であろう。

## (2) 擴大寫眞に於ける細部構造の現出と擴大率の限界に就いて

生体の正常な骨や胸部を擴大撮影すると單純寫眞に比べて陰影の數を増加する<sup>27)28)</sup>。單獨では陰影を生じる組織が多數密集して投影されると陰影間が余りにも近接して居るために個々の陰影として識別されなくなる。此の事は單純寫眞に惹しく認められる<sup>29)</sup>。陰影の分離を検べるために 0.2mmφ のアルミニウム線及び 0.5mmφ のアクリル樹脂線を用いたのは生体に於いて認知される骨梁像及び肺紋理の太さに略と匹敵すると考えたからである<sup>30)31)32)</sup>。陰影が分離するために識別可能となることを此處に間隙効果と名付けよう。高倍率の擴大撮影ほど間隙効果は著明であるから低倍率より一層有利である。

一方、立体的な構造をもつ被寫体は重複撮影されると其の部の陰影の對比度は増大するが重複が密になると個々の陰影が相合して全体を不透明にしたり個々の陰影と異つた模様陰影<sup>33)34)</sup>を現出する。これを、擬影効果と呼ぶことにする。擴大撮影では擬影効果の状況を單純撮影の場合に比べて明細に知ることが出来る。他方、顯微鏡により物体構造を観察する場合を考えると、試料が厚すぎると焦點外の深さにあるものは暈のために識別しにくいX線擴大撮影ではこの様なことはない。然し、此の場合のX線像では擴大された重複



像を見て居り、従つて、個々の被寫体の實態を分析する方法としては断面擴大撮影が適して居ると思われる<sup>35)</sup>。

次に、X線直接擴大撮影は果して現在何倍までの擴大が可能であろうか。擴大率を大きくすると陰影がそれ丈増加することは單に陰影を見易くする許りでなく新に現出する陰影を含むので重要であるがX線擴大撮影は技術的な制約を受けるために、他の法の様<sup>35)</sup>に無暗に擴大することは出来ない。然るに、X線を用いて擴大せんとする場合に、一度感光材料に撮影するので管球焦點の大きさや乳劑の粒子の大きさが可能な倍率を決める要因<sup>41)</sup>となる。

それでも、1000~2000倍の直接擴大撮影は爲されてお<sup>37)38)</sup>、間接的には約800~1500倍の擴大視が行われている<sup>39)40)</sup>。然し、此等の方法の對象となる試料は $\frac{1}{1000}$ mm單位の薄片であつたり撮影時間が著しく永かつたりする短所がある。

生体の擴大撮影では成可くX線を節約し短時間曝射を可能ならしめる爲にX線管球と人体との距離は制限される。現在、管球被寫体間距離は100—150cm程度としているのでフィルム近位及び遠位の被寫体の擴大率に可成りの相違が起り陰影は歪形する<sup>8)</sup>。此の様な歪は厚い被寫体ほど、又大なる擴大率の場合ほど著明に現われる。余等は此等の點を勘案し、又、生体對する被曝の限度を考慮して現況に於ける生体撮影では5—6倍擴大撮影が實用の限度と考えている。

## 結 論

直接擴大寫眞の陰影の識別に就いて、明視距離より觀察して單純寫眞と比較した結果、次の事柄を明らかにした。擴大撮影に使用せる廻轉陽極パイアス管球の焦點の大きさは0.055mm以下である。

1. 擴大寫眞に於ける解像力は單純寫眞の場合より向上する。管電壓60KVpの撮影では擴大寫眞に識別し得る最小徑は銅線0.025mm、アルミニウム線0.1mm、及びアクリール樹脂線0.4mmである。2倍乃至10倍の擴大寫眞に於ける銅線の解像力は高倍率ほど良好である。單純寫眞の解像力は

半影の暈が増大すると擴大寫眞の場合に比べて著明に低下することを實驗的に確めた。

2. 擴大寫眞の解像力に對する線質(60KVp~140KVpの範圍で)及び散亂線の影響は銅線及アクリール樹脂線に於いて認めないが、アルミニウム線の解像力は高壓になると稍と低下しその識別される徑は0.15mmである。

3. 擴大寫眞に於ける陰影の對比度は細部の陰影の識別と関連するが、對比度0.01~0.02に相當する被寫体の大略の厚さは、アルミニウムに就いてみると60KVpでは0.085mm、140KVpの場合に0.17mmであり、アクリール樹脂では0.6mmである。銅では0.032mmの厚さの對比度は60KVpの場合に0.12、140KVpでは0.08であつた。従つて、擴大撮影に依り、現出可能な厚さは60KVpの管電壓の場合にアルミニウム0.085mm、アクリール樹脂0.6mm、140KVpの場合にはアルミニウム0.17mm、アクリール樹脂0.6mmであり、銅は0.032mmより更に薄い。此等の數値は解像力の結果と大体附合している。従つて、此れ以上、細く且つ薄くすれば、細去効果により擴大撮影を行つてもX線像とはならない。

4. 屍跟骨の截片及びアルミニウム線の篩を擴大撮影すると單純撮影の場合より微細な骨梁及び線の陰影は増加する。増加の比率は高倍率の擴大撮影ほど大である。擴大撮影に依り陰影が増加する機序の1つは細部構造が分離すること即ち開隙効果に因るものであり此の事はアルミニウム線及びアクリール樹脂線を用いて實驗的に證明した。

5. 重複投影された陰影の形狀は撮影効果をして居り此の状態は擴大撮影に依り單純撮影に比べて精細に知ることが出来る。

(本論文の要旨は第2回日医放東海北陸部会(昭31, 11), 第15回(昭31, 4)及び第16回(昭32, 5)日本医学放射線学会總會に於て発表した)

本研究に當り、解像力用試験体を作成の勞を引き受けた名古屋大学理学部高橋重敏氏に感謝する。

## 文 献

- 1) 高橋信次, 小見山喜八郎: 日医放誌14巻3号(昭29).
- 2) 高橋信次: 結核診療, 9巻2号(昭30).
- 3) 小見山喜八郎他: 日医放誌, 15巻11号(昭31).

- 4) Sugiura, Y and Shimizu, T.: J. Jap. Ortho. Surg. Soc. 29 (1955) and 30 (1956). —5) 久保田保雄: 第2回日医放射学会東海北陸部会抄録(昭31. 11). —6) 日比野進他: 臨床放射線, 2巻3号(昭32). —7) 松本光雄, 村山尚子: 第3回日医放射学会東海北陸部会抄録(昭32. 2). —8) Aderhold, K. und Seifert, L.: Fortschr. Roentgenstr. 81, 2 (1954). —9) Leclercq, R.: Acta tbc. belg. 45 (1954). —10) Muntean, E.: Fortschr. Roentgenstr. 81, 6 (1954). —11) Oosthuizen, S.F. & Samuel, E.: Zbt. Radiologie 50,  $\frac{4}{3}$ (1956). —12) Montag, W.D.: Z. Orthop. 87, 4 (1956). —13) 高橋信次, 渡辺令: 日医放誌, 17巻2号(昭32). —14) 江藤秀雄他: 日医放誌, 8巻1号(昭23). —15) 小見山喜八郎: 日医放誌, 14巻8号(昭29). —16) van der Plaats: Fortschr. Roentgenstr. 77, 5 (1952). —17) Spiers, F.W.: Brit. J. Radiol. 19, 1 (1946). —18) Wachsmann, F. usw: Fortschr. Roentgenstr. 76, 2 (1952). —19) 野崎秀英, 小柳孝己: エックス線特殊診断法協議会資料(昭31. 2). —20) 江藤秀雄他: 日医放誌, 9巻1号(昭24). —21) 江藤秀雄, 戸塚清: 日眼誌, 53巻, 1~2号(昭24). —22) 永見初太郎: 応用物理, 25巻1号(昭31). —23) 高橋信次, 吉田三毅夫: エックス線特殊診断法協議会資料(昭32. 1). —24) 岩崎竜郎: 結核研究の進歩, 4号(昭28). —25) 吉村克俊他: 日医放誌, 16巻6号(昭31). —26) Takahashi, S and Yoshida, M.: Acta radiol. 48. 4 (1957). —27) 松田忠義: 日医放誌, 14巻12号(昭30). —28) 吉田三毅夫: 日医放誌, 15巻2号(昭31). —29) Zimmer, E.A.: Fortschr. Roentgenstr. 78, 2 (1953). —30) Wolff, J.: Zeitschrift für orthopädische Chirurgie ein schliesslich der Heilgymnastik und massage. IV Band. Stuttgart, Verlag von Ferdinand Enke (1896). —31) Schinz, H.R.: Lehrbuch der Roentgendiagnostik, Band I, Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1952). —32) Newell, R.R. etc: Radiology, 56, 3 (1951). —33) 御園生主輔: 結核研究の進歩, 4号(昭28). —34) 尾関己一郎: 医学研究, 23巻8号(昭28). —35) Takahashi, S. usw: Fortschr. Roentgenstr. 80, 3 (1954). —36) 菅田栄治: 綜合医学, 14巻9号(昭32). —37) Nixon, W.C and Cosslett, V.E.: Brit. J. Radiol. 28, 334 (1955). —38) Nixon, W. C.: Nature, 175 (1955). —39) Ehrenberg, W & Spear, W.E.: Proc. Phys. Soc., B. 64 (1951). —40) Lindström, B.: Acta radiol. Suppl. 125 (1955). —41) 佐柳和男: 応用物理, 26巻3号(昭32).