



Title	拡大断層撮影の実験的研究(拡大撮影法の研究第20報)
Author(s)	大橋, 一雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1958, 18(7), p. 1028-1033
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17395">https://hdl.handle.net/11094/17395</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 拡大断層撮影の実験的研究

## (拡大撮影法の研究 第20報)

名古屋大学医学部放射線医学教室（主任 高橋信次教授）

大橋 一雄

（昭和33年5月28日受付）

### 緒言：

微小焦点管球を用いて、拡大断層撮影を行う試みが、報告され始めている<sup>5)6)7)</sup>。然し此等は専ら臨床的の試みがなされているに過ぎない。

それで余は、余等のバイアス微小焦点管球を<sup>1)2)3)4)</sup>用いて、此の撮影法が、単純断層撮影に比べて、現出能及び断層撮影される層の厚さに、何の程度の相違があるかを実験的に調べてみた。

### 実験装置：

使用した管球は東芝製可変焦点管球# 5029である。3倍拡大断層撮影では管球にバイアス電圧3,100 Vを与えたが、此の時の焦点の大さはテストチャートを用いて計算に依り求めると<sup>2)</sup>、0.15 mmとなる。此れに対して単純断層撮影を行うにはバイアス電圧を下げ、同様の方法で焦点の大さが1.3mmとなる様にして使用した。こうすれば後述する様な管球被写体及び管球フィルム距離では、計算に依ればX線像に生ずる半影の大さは、両方の場合とも等しくなる筈である。撮影の際の電圧は71kVp. であった。X線管球、被写体を載せる廻転台Aの廻転軸、フィルムを載せる廻転台Bの廻転軸は鉛直面に含まれる様にする。その為に廻転台A及びBの中心に夫々穴をあけ、ペークライト筒に封入した直徑0.3mmの鋼鉄線が廻転軸と完全に一致して脱着し得る様にした。この細工は旋盤を用いて精密に行つたので、精度は1/50 mm以上である。廻転台A及びBを略々10°宛同期的に廻転させてはX線を出して、両廻転台の廻転中心及び管球焦点の3者が完全に鉛直面に含まれているのを確かめてから実験を行つた。

フィルムは廻転台B上に垂直にし、フィルム面が廻転台廻転軸に一致する様に置いた。両廻転台は廻転ぶれはない。夫々の廻転台は電動機に直結するギヤ及びブーリーに依り等速度且つ同期的に廻転をなす。

廻転台Aと廻転台Bとの間隔は自由に加減出来る。拡大断層撮影の場合は管球焦点・廻転台A距離及び両廻転台距離は夫々15cm及び30cm、単純断層撮影の場合は夫々36.3cm及び8.7cmとした。こうすれば撮影されるX線像は3倍及び1.24倍となる。

廻転台の廻転盤に電気接点を取り付け、リレーでX線高圧スイッチを開閉させたので、X線の開閉は予め定めた廻転範囲で自動的且つ正確に行われる。管球焦点・廻転軸を結ぶ面の左右に夫々30°宛の範囲で行われる。斯くすればX線の曝射は円弧式断層撮影で、管球の振れの角度を60°として撮影するのと全く同じことになる。バイアス電圧を高めると管球電流が少くなるので、配電盤の電流計に直列に1mAの直流電流計を入れて微小な電流を正確に調整して、撮影されたフィルムの黒化度が一定になる様に努めた。

「サクラ」フィルムを特製の小カゼッテ（直徑6.8cm）に入れて使用した。此のカゼッテの表面は厚さ0.5mmのアルミニウムである。増感紙は極光F Sで、此の増感率及び鮮銳度指数は夫々24.0, 0.55である。

被写体は微動装置で廻転台A上を前後の方向に微動させ得る様にした。

実験第1：球形の空洞の現出能

被写体は  $8\text{cm} \times 5.5\text{cm} \times 5.5\text{cm}$  の蜜蠟の直方体である。その中央に直徑3.96, 3.17, 2.37, 1.57, 1.00, 0.78mmの球形の中空球を作り、空洞の中心が一平面上にある様に配置した。此れを空洞と考へて使用した。空洞中心平面が確実に廻転台Aの廻転中心に来る様に、且つ空洞中心平面とフィルム面とが平行になる様に固定した。

管球フィルム距離を45cmに固定しておき、管球焦点・廻転台A距離を15cm及び36.3cmにして、3倍拡大断層撮影及び單純断層撮影を行つた。管球電流を種々変えて数回宛の撮影を行い、基地の黒

球形空洞 直徑(mm)	3.96	3.17	2.37	1.57	1.00	0.78
單純断層 撮影	+	+	+	+	-	-
三倍拡大 断層撮影	+	+	+	+	-	-

第1表

蜜蠟球直徑 (mm)	3.3	2.6	2.0	1.5	1.2	1.0	0.8	0.5
單純断層撮影	+	+	+	+	-	-	-	-
三倍拡大断層撮影	+	+	+	+	-	-	-	-

第2表

さが 0.9~0.98 のフィルムにつき観察を行つた。此の場合空洞が認知される限界と断層撮影との関係は第1表に示す如くである。

即ち單純断層撮影でも 3 倍拡大断層撮影でも共に直徑1.57mmの空洞迄認知される結果となつた。

### 実験第2：浸潤の大きさの現出能

被写体として直徑 3.3, 2.6, 2.0, 1.5, 1.2, 1.0, 0.8, 0.5mmの蜜蠟球を作り、此等を薄紙上に球相互の暈像が重り合わない様に配列した。此れを被写体廻転盤に垂直に、且つフィルム面に平行になる様に立てた。此れら蜜蠟球を人体と略々同じ吸収をもつと考えられる内徑8cm、肉厚3mmのアルミニウムアントームで囲んだ。微動装置を微動させて、蜜蠟球が確実に断層面に一致しているのを確めて後、断層撮影を行つた。尚基地の黒さ 0.73~0.77 のX線写真を観察の対象とした。第2表はその結果を示す。

此の表で+は円形の陰影として認め得ることを表し、-は陰影を認めないものを意味する。

此の結果から人体と同程度の吸収をもつと考えられるアルミニウムアントーム中の蜜蠟球は、單純断層撮影でも 3 倍拡大断層撮影でも、結果には変りなく 1.5mm径のもの迄現出されると云うことになる。

### 実験第3：円柱状の空洞の現出能

被写体として  $8\text{cm} \times 5.5\text{cm} \times 5.5\text{cm}$  の蜜蠟の直方体の中央に、直徑 3, 2, 1.6, 1, 0.8, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.15mm、長さ 5mm の円柱状の空間を作り、此れを空洞と考えて使用した。これらの空洞の配列はその長軸方向を X 線中心線の方向に合わせ、断層撮影を行う場合に、各空洞は確実に断層され、且つ互に邪魔にならない様に配列した。即ち被写体を廻転台Aの中央に、中空の長軸が廻転台の廻転軸に垂直になる様に固定した。

此の時断層面は、空間の長軸の中央に来る様にした。

実験第1と同様の方法で、基地の黒さが 0.9~1.0 のものにつき観察を行つた。空洞が認知される限界と断層撮影の関係を第3表に示す。

即ち單純断層撮影では直徑 0.8mm の空洞より認知されないものが、3 倍拡大断層撮影では 0.3mm 径のもの迄認知され、拡大断層撮影の方が小さい空洞迄現出しうる結果となつた。

### 実験第4：鋼球の現出能

実験第1及び第2では、球形の空洞及び蜜蠟球は、單純断層撮影でも 3 倍拡大断層撮影でも、認知しうる大きさに差がなかつたが、実験第3では、これらより対比度が大きいと考えられる円柱状の空洞では單純断層撮影と 3 倍拡大断層撮影では認知される大きさに差があつた。そこで更に吸収の大きな被写体の現出能を知る為に、被写体として  $8\text{cm} \times 5.5\text{cm} \times 5.5\text{cm}$  の蜜蠟直方体の中央に直徑3.96, 3.17, 2.37, 1.57, 1.00, 0.78, 0.5, 0.3,

円柱状空洞直径 (mm)	3	2	1.6	1	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.15
単純断層撮影	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
三倍拡大断層撮影	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-

第 3 表

鋼球直径 (mm)	3.96	3.17	2.37	1.57	1.00	0.78	0.5	0.3	0.1
単純断層撮影	+	+	+	+	+	+	+	+	-
三倍拡大断層撮影	+	+	+	+	+	+	+	+	+

第 4 表

0.1mmの鋼球をはめ込んだものを用いた。各鋼球の中心が一平面上にある様に配置した。此の平面が確実に廻転台Aの廻転盤に垂直で、且つフィルム面に平行になる様にした。微動装置を微動させて、鋼球中心平面が確実に断層面にあるのを確かめて、断層撮影を行い、基地の黒さが0.63～0.70のフィルムにつき観察した。結果を第4表に示す。

即ち単純断層撮影では0.3mm径のものが認めうるにすぎないが、3倍拡大断層撮影では直径0.1mm迄認められた。

#### 実験第5：断層撮影される層の厚さについて

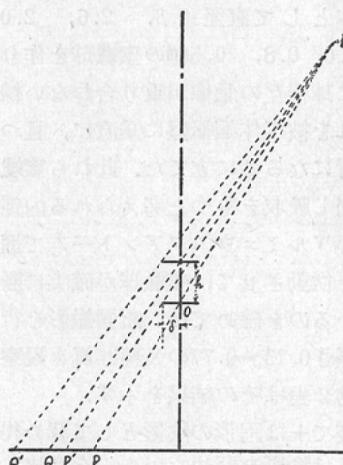
被写体として直径0.3mm、長さ3mmの真直な真鍮線を、夫々深さが異なる様に、0.3mm厚さの紙にはめ込んだものを作った。即ち上の真鍮線と下の真鍮線とは深さの点で接する様にした。此れを上から鳥瞰すると真鍮線が長軸の方向で一直線状に並び、その間隔は1mmある。此れを廻転台A上に置き、真鍮線の長軸が廻転軸と平行になる様にした。此れを単純及び3倍拡大断層撮影を行い、得られたフィルムの基地の黒さ1.28～1.38のものを選び観察した。その結果真鍮線を線状の陰影として判別しうるのは、両者共3本宛で、他は暈像としては認められるが、円柱状の陰影としては認め得ない。即ち暈像は陰影の濃さも円柱状と認め得られるものよりも一段と淡く、矩形状となり、断面よりの距離が大となるに従い、巾は広くなり、淡くなつて行く。即ち両者共円柱と認め得られる範囲は0.9mmである。

又、X線の吸収が生体の病変に近いものゝ場合

を知る為に、実験第1で用いた被写体を、実験第1と同じく微動装置を微動させて、空洞中心平面と断層面を確実に一致させ、その点から被写体を前及び後方に1mm宛の間隔で移動させ、即ち断層撮影の断面と空洞中心平面の距離を1mm宛変えて数枚のフィルムを得た。実験第1で空洞として認知された最小の直径1.57mmのものを対象として、空洞中心平面が何mm移動したら空洞として認知されなくなるかを観察した。その結果、何れの断層撮影に於ても、空洞として認知されるのは3mm迄であることが判つた。即ち断層撮影される層の厚

第1図 断層撮影に於ける被写体の位置と暈像との関係

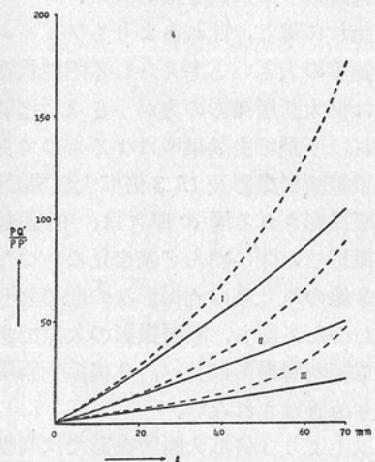
廻転中心Oの高さにある被写体(大きさ $\delta$ )のフィルム上の像はPP'、Oよりhだけ離れた場所にある被写体(大きさ $\delta$ )のフィルム上の暈像はPQ'となる(QQ'とはならぬ)



第2図 回転中心より  $h$  だけ離れた場所に置いた被写体の与える暈像の大きさと、回転中心にその被写体を置いた場合のX線像の大きさとの比（第一図で  $PQ'/PP'$  に相当する）

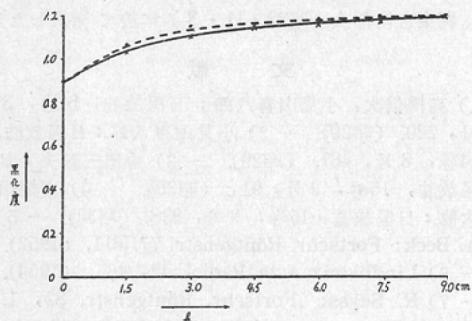
点線：三倍拡大断層撮影  $FP=45\text{cm}$ ,  $OP=30\text{cm}$   
実線：単純断層撮影  $FP=45\text{cm}$ ,  $OP=8.7\text{cm}$   
何れも管球の振れの角度60°

- I :  $\delta = 0.5\text{mm}$
- II :  $\delta = 1.0\text{mm}$
- III :  $\delta = 2.5\text{mm}$



第3図 厚さ2mmのアルミ板を回転中心より距離( $h$ )だけ距てて置いた場合に生ずる暈像の対比度。

- 点線：三倍拡大断層撮影  
実線：単純断層撮影



さは、両撮影法共3mmである。

#### 実験第6：暈像の対比度

断層面より離れた場所に存在する物体の暈像の対比度を検討する為に、被写体として、厚さ2mm、大きさ5mm×5mmのアルミ板を使用した。アル

ミ板が回転台Aの回転盤に垂直且つフィルム面に平行になる様に立て、断面よりの距離を1.5, 3, 4.5, 6, 7.5, 9cmにして断層撮影を行つた。基地の黒さ1.22のものにつき黒化度の測定を行つた。結果は第3図に示す。結果としては、両撮影法に於ける暈像の黒化度の差は最大0.03程度となり、殆んど差異はないと言ひ得る。

#### 考按

断層撮影に直接拡大撮影の原理を応用する試みは、A. Beck<sup>5)</sup> R. Seyss<sup>7)</sup> 等が報告しているが臨床的応用の報告に止り、その基礎的吟味に欠けている。余等の実験及び得られた結果について考按するに、

##### 1) 現出能について

従来報告されている諸家の実験では、田坂<sup>8)</sup>は直径10mmの蜜蠟中の内径2mmの空洞を単純断層撮影により現出させ、三品等<sup>9)</sup>は直径8cmの蜜蠟球中の1.2mm径の空洞は認めうると報告している。又小病巣が何の位の大きさがあれば単純断層撮影で影を作り得るかについては、田坂<sup>11)</sup>は模型実験で2mmの成績を出している。又若林等<sup>12)</sup>は、直径1mmのパラフィン棒は認められると云う。松川等<sup>13)</sup>は0.3mmの銅線が解像されると云う。

余等の用いた被写体のうち蜜蠟は軟部組織に、又鋼は造影剤の如き高吸収体に相応すると考えた。

余等の実験で、単純断層撮影、3倍拡大断層撮影共に、球形の空洞では1.57mm径のもの迄、蜜蠟球では1.5mm径のもの迄現出されたのに反し、これよりも対比度の大きいと考えられる円柱状の空洞では、単純断層撮影で0.8mm径のものしか現出されていないが、3倍拡大断層撮影では0.3mm径迄認められ、更に高吸収体の鋼球では単純断層撮影で0.3mm径迄しか認められないものが、3倍拡大断層撮影を行えば0.1mm径迄全部が認められる様になつた。此れらは所謂細去効果<sup>10)</sup>の為であろうと考えられる。即ち、フィルム上に与えられる対比度の低いものは拡大断層撮影を行つても現出能の向上は認められないが、高吸収体では拡大断層撮影を行うことにより、より小さなものを迄現出

され得ると考えられる。

2) 断層撮影される層の厚さ及び暈像の対比度  
田坂<sup>3)</sup>は管球廻転角度41°の時は蜜蠟では断面が空洞の中心より3~4mm離れると空洞がわからなくなると云い、三品等<sup>9)14)</sup>は鉛板では0.8mmの成績を出している。断層撮影される層の厚さの決定方法は種々の試みがなされている<sup>18)</sup>が、鮮銳とみなし得る暈の限界を一定として計算により求めめる方法も試みられている<sup>14)15)</sup>。これに依ると拡大断層撮影することにより層の厚さは薄くなる結果となるが、焦点の大きさ等を考えると、あまり実際的ではない様に思われる。然し一方模型実験により陰影として認めうる限界を以て表す方法も試みられている<sup>8)14)</sup>。余等の実験では単純断層撮影で、蜜蠟製の空洞では3mm、眞鍍線では0.9mmであり、諸家の報告と略々一致しているが、3倍拡大断層撮影を行つてもこの値に変化はなかつた。これを計算によつて吟味してみると、廻転中心oに大きさδの物を置いた時の像をPP'、oよりhだけ離れた点のその暈像をPQ'をして(第1図参照)、PQ'/PP'を求めると図の如くなる。井上<sup>16)</sup>は模型実験により、陰影として認めうる限界は2δ=0.1~1.0cmではPQ'/PP'は約10であると云い、Grossmann<sup>17)</sup>によればPQ'/PP'が約15以上では完全に暈し去られたと見得ると云う。図の曲線からPQ'/PP'=10の点では単純断層撮影と3倍拡大断層撮影でhの差は約0.5mm以内となる。以上より単純断層撮影と3倍拡大断層撮影とで断層撮影される層の厚さは殆んど差異はないと言ひ得る。

更に暈像は両撮影法の間で、対比度の差は最大約0.03程度であり、実際的には殆んど差異はないと思われる。

以上より3倍拡大断層撮影は普通の断層撮影に比べ、高吸収体では現出能は良くなつて来るが、軟部組織では現出能の向上なく、断層撮影される層の厚さも殆んど差はなく、又断面以外に存在する物による障害陰影除去にも殆んど有効ではないと云う結論を得た。

## 結論

撮影装置及び被写体の同一のものを使用し、撮影条件を同一にして、單純断層撮影と3倍拡大断層撮影の現出能、撮影される層の厚さ及び暈像の対比度を比較し次の結果を得た。

1) 球形の空洞、蜜蠟球、円柱状の空洞及び鋼球を用いた模型実験で、球形の空洞及び蜜蠟球では單純断層撮影でも3倍拡大断層撮影でも同じ徑のもの迄認めうるに過ぎなかつた。

2) 此れに対し、此れらよりもフィルム上に与える対比度の大きいと考えられる円柱状空洞及び鋼球では拡大断層撮影の方が小さな所迄認められた。此れは所謂細去効果<sup>10)</sup>によるものであろう。

3) 単純断層撮影及び3倍拡大断層撮影に於て、断層撮影される層の厚さは、模型実験により、両撮影法の間に殆んど差を見なかつた。

4) 暈像の対比度は両撮影法の間で著明な差を認めなかつた。即ち、断層撮影の欠点である障害陰影は單純断層撮影に比べ、3倍拡大断層撮影でも矢張り改善はされない。

5) 以上より3倍拡大断層撮影では高吸収体では現出能は良くなつて来るが、軟部組織では現出能の向上なく、断層撮影される層の厚さも大差ない。

(本論文の要旨は第2回日本医学放射線学会東海北陸部会(昭31・11・18)及び日本医学放射線学会東海北陸、関東合同部会(昭32・11・3)に於て発表した)。

## 文献

- 1) 高橋信次、小見山喜八郎：日医放誌、14巻、3号、220、(昭29)。—2) 小見山喜八郎：日医放誌、14巻、8号、487、(昭29)。—3) 吉田三毅夫：日医放誌、15巻、2号、91、(昭30)。—4) 高橋信次他：日医放誌、15巻、9号、838、(昭30)。—5) A. Beck: Fortschr. Röntgenstr. 77, 611, (1952).—6) Lindblom: Acta Radiol. 42, 465, (1954).—7) R. Seyss: Fortschr. Röntgenstr. 82, 1, 90, (1955).—8) 田坂皓：断層撮影像の読み方、1~34、(1953)、医学書院。—9) 三品均他：日医放誌、13巻、11号、667、(昭29)。—10) 吉田三毅夫：日医放誌、17巻、12号、1418、(昭33)。—11) 田坂皓：断層撮影像の読み方、50、(1953)、医学書院。—12) 若林勝他：日医放誌、13巻、5号、323、(昭28)。—13) 松川明他：日医放誌、15巻、8号、684、(昭30)。—14) 高橋信次：断層撮影と

迴転横断撮影, 13, (1954), 医学書院。— 15) OI-  
of Willner: Acta Radiol. 46, 3, 511, (1956). —  
16) 井上昭彦: 日医放誌, 16巻, 4号, 367, (昭  
31). — 17) Grossmann: Fortschr. Röntgenstr.

51, 2, 191, (1953). — 18) R. Griesbach: Rönt-  
genschichtverfahren. Georg Thieme Verlag, St-  
uttgart. 20, (1955).

Experimental Study on Enlargement Tomography  
(Study on Enlargement Radiography, 20th Report)

By

Kazuo Ohashi, M.D.

(From the Department of Radiology, Hospital of the University of  
Nagoya, Director: Prof. Shinji Takahashi)

This report deals with the experimental study on direct enlargement radiography (in three times magnification) applied to tomography. The purpose of this study is to know the difference of the feature of the X-ray image between the simple tomography and the enlargement one.

For this, the quality of the X-ray images produced by this method was compared with that of the radiograms made by the simple tomography. The results obtained were as follows.

1. Threshold of visibility: When the experiment was made by means of a block of bees wax phantom having globe shaped cavities in various diameters, cavities up to the same diameters were imaged by as well the former method as the latter one.

When, however, the cylindrical covities or steel balls were used for the object, the enlargement tomography was superior to the simple tomography in imaging the small obiect in diameter.

2. Thickness of layer: Thcre was no appriciable difference of thickness of layer imaged between the both methods, when yellow metal wires and bees wax cavities were used for the experiment.

3. Contrast of the obstructive shadows: There was no difference in contrast of obstructive shadows between two methods, when the aluminium plates was used as an object.

From the results of these experiments it become evident that, though the enlargement tomography did not differ from the simple tomography essentially, the former made visualize more effective than the latter in imaging small opaque objects.