



Title	狭角度斷層撮影法と廣角度連續斷層撮影法(基礎編)
Author(s)	井上, 昭彦
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1956, 16(4), p. 367-391
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17545
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

狭角度断層撮影法と廣角度連続断層撮影法

(基礎編)

千葉大學醫學部第一外科學教室(主任 河合直次教授)

井上 昭彦

(昭和31年2月25日受付)

目次

第1章	緒言ならびに文献的考察
第2章	断層像の圖形的考察
第1節	被寫體中心が X, Y, Z 軸交點と一致した場合
第2節	被寫體中心が Y 軸上にある場合
第1項	被寫體のいづれの部分も断面 (X, Z 平面) 上にないとき
第2項	被寫體の一部が断面 (X, Z 平面) 上にあるとき
第3節	被寫體中心が X 軸上にある場合
第4節	被寫體中心が Z 軸上にある場合
第5節	被寫體中心が X, Y 面上にある場合
第6節	被寫體中心が Y, Z 面上にある場合
第3章	球に対する断層撮影
第1節	圓形陰影を鮮鋭とみなしうるボケ百分率及び發見しうるボケ百分率
第2節	實用的撮影條件における球の断層像のボケ百分率
第3節	考按
第4章	圓柱に対する断層撮影
第1節	誘導氣管支の太さ
第2節	線狀陰影を把握しうるボケ百分率の限界
第3節	實用的撮影條件における圓柱の断層像のボケ百分率
第4節	考按
第5章	断層效果
第6章	總括
第7章	結論
	文獻

第1章 緒言ならびに文献的考察

最近, 抗生物質の發達や麻醉學の進歩に伴い,

肺結核外科療法の方針は早期に直達療法を行う傾向に向いつつある。

外科的治療の適應決定にX線検査が必要欠くべからざる方法であることはあらためて論ずるまでもないが, 早期症例に於いては一般に全身状態も良好であり, 排菌もないものが多い。従つて一般症状や細菌検査の成績を適應決定の参考とすることは不可能な場合が多く, いきおい早期症例の適應決定に際し病巣及び氣管支の性状を明確に把握出来る詳細なX線検査が唯一の手掛りとなつてくるのである。

肺結核に對するX線診断は, 肺病變を發見するためのものと病變の状況を把握するものとに大別されよう。前者には間接撮影, 單純撮影, 断層撮影等が利用され, 後者には肺尖撮影, 側方撮影, 断層撮影, 氣管支造影, 縦隔造影等が應用されて來たことはよく知られているところである。しかしながら病機が進んだものについてはこれらの方法によつて得た所見及び一般検査成績から充分手術適應を決定することが出来るのであるが, 早期小病巣を誤りなく發見しかつ適應を決定するには従來の方法のみで充分とはいえないようになって來た。

ところで断層撮影像は巧みに撮影された場合平面像に比較して病巣影の現出が著しくすぐれており新しい要求に應ずることの出来るものと考えられるが, 不用意に断層撮影を行うと病巣影を現わすことすら出來ぬ場合が多く病巣影が認められぬことから往々にして判断をあやまる原因となることも少なくない。このことは断層撮影の基礎知識が不十分なために起るのであつて, 断層撮影像の成

立ちを理解し、平面像と併せ讀影することによって始めて正確な判断を下すことが可能であり、このようにしてはじめて斷層撮影の利點を發揮することが出来るものと考えられる。従つて斷層撮影の威力を充分に發揮出来るような撮影方式を確立することは急務であるといえよう。

斷層撮影法の歴史をひもとくと、1921年、X線管球とフィルムが同一軸を中心として同時に反対方向に常に等距離を保ちながら移動すれば、回轉軸を含みフィルムと平行な平面にある物体の像のみが常にフィルム上に投影され鮮明な像を結ぶ、という A.E.M. Bocage¹⁾ の天才的創意に發し、Ernst Pohl²⁾, Alessandro Vallebona³⁾, D. L. Bartelink⁴⁾, B.G. Ziedses des Plantes⁵⁾, Paul Ott⁶⁾ 等の夫々獨特な装置を経て、1935年 G. Grossmann⁷⁾ 及び H. Chaoul⁹⁾ によつて現在のような Tomograph が完成された。

以來この装置は Chaoul⁹⁾, 宮地詔太郎¹⁰⁾¹¹⁾, Kurt Greineder¹²⁾, A. Oberhauser¹³⁾, Walter Schmidt¹⁴⁾ 等によつて胸部疾患の診断に應用され、肺結核診断に高く評價されるようになったのである。

しかしながら胸部疾患に対する本装置の撮影方式として、Chaoul⁹⁾ は前胸壁より7cm、中心部及び背後より7~8cmの3層を撮影する方法をとり、Gleineder¹²⁾ は中心部、それより前及び後2~3cmの3層を、宮地¹¹⁾ は管球回轉角60°で2cm間隔撮影を行い、綱川¹⁵⁾ は回轉角35°を用いて胸部を3層に撮影している。また1回撮影時の切れる層の厚さについて Schmidt¹⁴⁾ は回轉角度をいろいろ選擇すれば1~3cmの厚さを任意に得ることが出来ることと主張し、Oberhauser¹³⁾ は回轉角50°では3~4mmの厚さが、30°では10~15mmの厚さが撮影されると述べているがその根據について全く説明していない。このように撮影方式については殆ど不定であつて、切れる層の厚さに従つて決定さるべき斷面間隔及び管球回轉角度は使用者の好みにまかせて撮影されている現況である。

ところで數年來胸部外科の進歩に伴い、X線像

と切除肺とを對比する機会が多くなるにつれて回轉角度や斷面間隔について再検討が加えられるようになり、その結果から田坂¹⁶⁾ は斷層効果に主眼を置いて回轉角40°~60°なかんずく50°を用いるのがよいと述べ、一方回轉角度よりも斷面間隔の方を重視して Hugo Adler¹⁷⁾ は0.5cm間隔を Bernou¹⁸⁾ は0.25cm間隔で撮影すべきであるととなえている。

しかしながら斷面間隔は切れる層の厚さに従つて決定さるべき問題であり、切れる厚さは回轉角度と密接な相關關係にあるものであるから回轉角度と斷面間隔は別個に論ずべきではなく、さらに目的とする肺病變の大きさとも密接に關連するものであるから、大病巣に對する撮影方式と早期小病巣に對する撮影方式は自ら異つてくるものと考えられる。

すなわち撮影間隔または切れる層の厚さ、回轉角度及び目的とする病變の大きさの3者の關連について検討を加え、斷層撮影方式を指定した報告は全く見當らないので、この3者の關連と共に、X線像に大きな影響を與えるX線管球の焦點の大きさも加えて最も實際な斷層撮影方式を案出すべく本研究に着手した。

斷層像が肺病變を明確に現わすためにはその像は出来るだけ斷層効果良好かつ鮮鋭でなければならない。一般にX線像が不鮮鋭になる要因は寫眞的因子、運動による因子及び幾何學的因子の3つに大別される。寫眞的因子はフィルム、増感紙、現像操作等に由來するものでこれは微粒子のフィルムや増感紙を使い現像に意を用いれば改善出来るものであり、運動による因子は撮影時に起こる心搏動、呼吸、装置の振動等に由來するものであり、これは装置の精度を高め、出来るだけ短時間に撮影すれば減少しうるものである。

第3の幾何學的因子とは一般にX線源すなわち管球焦點が廣さを持つために生ずる半影を指しているが、斷層撮影においてはこの半影効果の他に撮影時に管球が移動することによつて斷面に一致した被寫体でも幾何學的に不鮮鋭な像を結ぶのであり、この關係は回轉角が大きくなるにつれて大

きくなるのである。すなわち断層効果を良好にするためには回轉角度を大きくせねばならぬがそれにつれて鮮鋭度が低下することはさげられない。このことについて田坂¹⁰⁾は回轉角 30° 以上では鮮鋭度からみて實用にならぬと述べている。

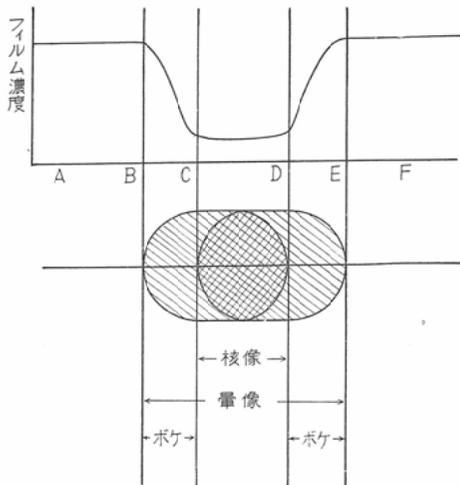
また宮地¹¹⁾は断層像におけるボケを含んだ被寫体の像を暈像と呼び、この内ボケの部分を除いた像を核像と名付け、これらの形態について詳細に報告している。Grossmann⁸⁾ 赤星¹⁹⁾も同様の検討を行つたが、何れも臨床上の目的を満足せしめる撮影方式を確定するには到らなかつた。

そこで私は圖形を用いて種々な条件における球及び圓柱の像を求め、その暈像及び核像の大きさからボケの程度を知ると同時に、模型實驗によつて臨床上許容される最小限のボケの程度を決定して断層効果と比較検討を行い、このことから臨床上の目的に叶つた断層撮影方式を定める指針を得ようと試みた。

第2章 断層像の圖形的考察

一般に断層像は第1圖に示すようにX線が完全に通過して吸収されない、A B、E Fの部分と常

第1圖 断層像の成立ち



球の断層像は核像(二重斜線の部)とボケの部(斜線の部)から成立つている。このボケの部分は中心に近い方は非常に薄く、外側は濃く、肉眼的にはここに示す理論値よりはるかに狭く感ずる。

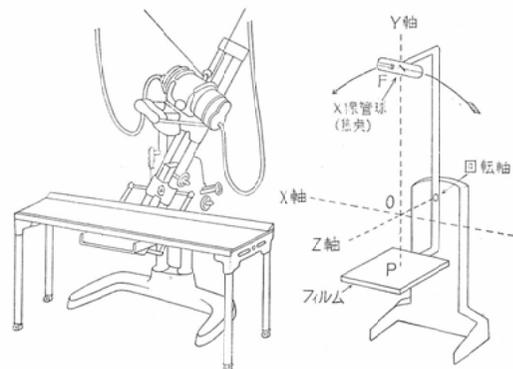
にX線が被寫体に吸収されるC Dの部分及び撮影開始から終了までの間のある一定の時間にのみX線の吸収がみられる、B C、D Eの部分の3部分から成立している。B Eの部は暈像、C Dの部分は核像と呼ばれているが、鮮鋭度に影響を及ぼすのは暈像から核像を除いた部分でこれがボケとしてみられるのである。

まず断層像の成立過程を Sanitas 方式の断層撮影装置でみる。この方式は現在市販の装置の殆どが採用しているもので、第2圖はその装置の全景と主要部分を示したものであるが、管球焦點FはX・Y平面上をOから常に等距離OF (R)を保つてX線を放射しながら矢の方向に移動する。一方フィルムは断面(XZ平面)に常に平行にかつOより常に等距離OP (r)を保ちながら焦點と反対方向に移動することによつて断層像を得る事が出来ることは衆知のことである。

断層像のうち點、線及び平面についてはすでにGrossmann⁸⁾ 宮地¹¹⁾が詳細に検討しているが、臨床上の被寫体は立體であり、肺結核病巣は主として球形、氣管支は圓柱狀であるから、私は第1に各種の条件における球及び圓柱の暈像の長さを規定する數式を圖形から求めることとした。

また従來X線像の鮮鋭度の測定法や標示法には

第2圖 ザニタス式断層撮影装置の全景(左)とその主要部分(右)



この方式は機械的に強靱であり、現在市販の装置はほとんどがこの方式を採用している。この装置は單純でありガタやブレが少く鮮鋭な像を得ることが出来る。

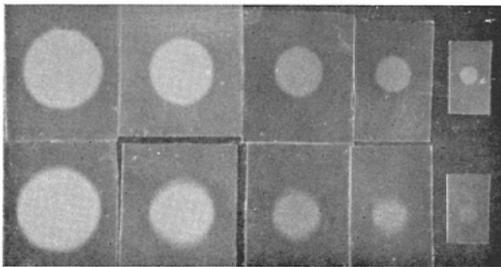
種々のものがあるが、斷層像のボケを表わすのに適當なものは見當らない。そこでまずボケの部分の實際の長さを以て表わすことを試みたのであるが、これは第3圖でわかるようにボケの長さは同一であつても小陰影の場合には不鮮鋭に、大陰影では鮮鋭に感ずるところから不適當であることを知つた。

そこで私は斷層像における暈像と核像のX軸方向における最長部の長さをもととして次式のように“ボケ百分率”を以て表示してみた。

$$\text{ボケ百分率} = \frac{\text{暈像} - \text{核像}}{\text{暈像}} \times 100$$

この方式を用いれば後述する如く被寫體の大きさに無關係に、または一定の關係で肉眼的なボケの程度を表わすことが出来ることを知つたのでまず被寫體の位置による暈像と核像の變化を數式によつて求めボケの程度を知ろうと試みた。

第3圖 被寫體の大きさとボケの關係



上段はボケを伴わぬもの、下段は夫々1mmのボケを伴つた場合である。

ボケの長さが同一であると被寫體が小さくなるにつれて非常にボケて見えるようになる。

第1節 被寫體中心が X.Y.Z 軸交點Oと一致した場合

1. 管球焦點が點の場合

管球焦點Fは回轉軸Oを中心として、XY平面上を左右にそれぞれ θ^0 だけ矢の方向に移動しつつX線を放射する。(第2圖, 第4圖参照)

FとOとの距離をR

Oとフィルム上のOの投影定點Pとの距離をr

被寫體の半径をd,

とする。

$$\sin \rho = \frac{d}{R} \dots\dots\dots (1)$$

$$\angle \xi = \angle \theta + \angle \rho \dots\dots\dots (2)$$

$$y = d \sec \xi \text{ (第4圖参照)} \dots\dots\dots (3)$$

故に暈像の長さYは

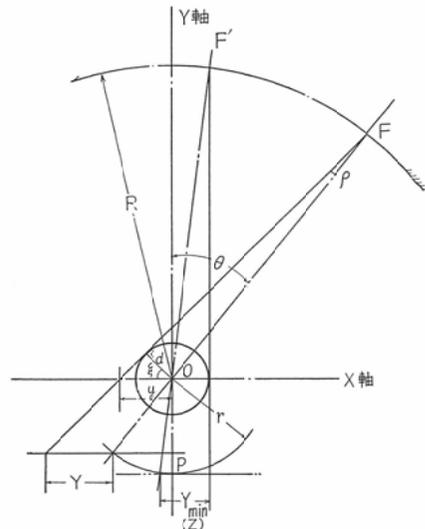
$$Y = d \sec (\theta + \rho) \frac{R+r}{R} \dots\dots\dots (4)$$

次に核像の長さZはFがF'まで移動した時のYの最小値で表わされるから

$$Z = Y_{\min} = d \frac{R+r}{R} \dots\dots\dots (5)$$

となりY及びZの値からボケ百分率を求める事が出来る。

第4圖

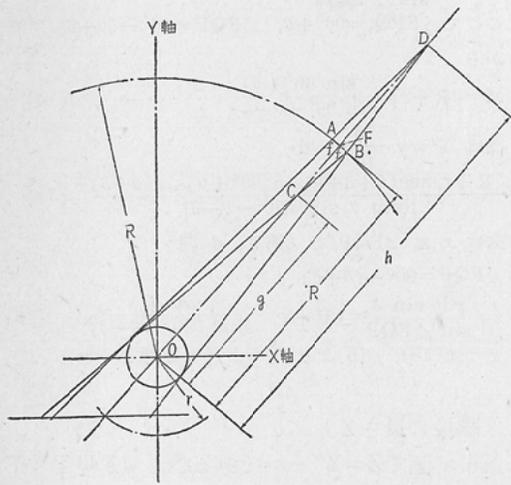


2. 管球焦點が面の場合

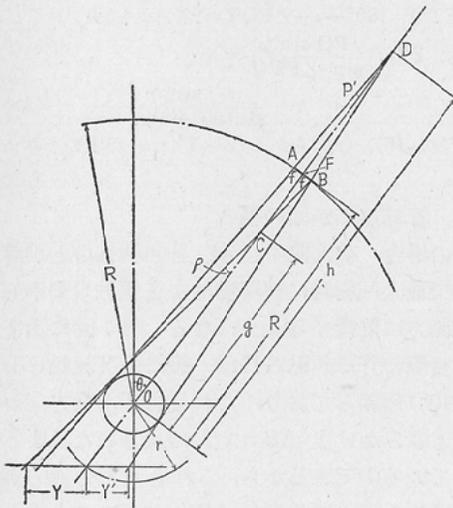
X線管焦點はその主X線軸方向すなわちO點からこれをみると正方形をなすように作成されている。第5a圖において例ABを一邊とする正方形である。この場合の焦點についてみるとABの長さを2f, 焦點中心Fと回轉軸Oとを結ぶ線OFと焦點の一端Bから被寫體の反對側への切線との交點をC, 同側への切線との交點をDとしCOをg, DOをhとすると, C,D, がそれぞれ見かけ上の焦點となり, g, h, を夫々焦點被寫體間距離とみなしてよい。以降管球焦點が面とみなされる場合はこの理論によつて計算が行われる。

すなわち暈像の長さはC焦點が, 核像の長さは

第 5 圖 a.



第 5 圖 b



D焦点が夫々決定すると考えてよい.

管球焦点が面の場合の暈像及び核像の長さを求める. (第5, b 圖参照)

(暈像の長さ Y)

$$\triangle BFC \text{ で } BC = \sqrt{f^2 + (R-g)^2}$$

$$\text{一方 } \frac{d}{g} = \frac{f}{BC}$$

$$\text{従つて } g^2 f^2 = d^2 (f^2 + R^2 - 2Rg + g^2)$$

二次方程式の解により g を求めると

$$g = \frac{Rd^2 \pm df \sqrt{f^2 + R^2 - d^2}}{d^2 - f^2}$$

(この場合一値をとる).....(6)

$$(1) \text{ 式に代入して } \sin \rho = \frac{d^2 - f^2}{Rd - f \sqrt{f^2 + R^2 - d^2}} \dots (7)$$

$$(4) \text{ 式に代入して } Y = \sec(\theta + \rho) \cdot \frac{Rd^2 + rd^2 - rf^2 - df \sqrt{f^2 + R^2 - d^2}}{Rd - f \sqrt{f^2 + R^2 - d^2}} \dots (8)$$

(核像の長さ Z)

$$\triangle BFD \text{ で } BD = \sqrt{f^2 + (h-R)^2}$$

$$\text{一方 } \frac{d}{h} = \frac{f}{BD}$$

暈像を求めた場合と同様にして

$$h = \frac{Rd^2 \pm df \sqrt{f^2 + R^2 - d^2}}{d^2 - f^2} \text{ (十値をとる) } \dots (9)$$

(5) 式に代入して

$$Z = \frac{Rd^2 + rd^2 - rf^2 + df \sqrt{f^2 + R^2 - d^2}}{Rd + f \sqrt{f^2 + R^2 - d^2}} \dots (10)$$

第2節, 被寫體中心がY軸上にある場合

第1項 被寫體のいずれの部分も断面(X-Z平面)上にないとき

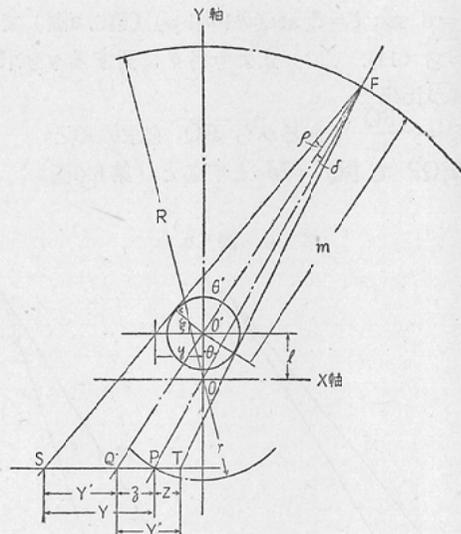
1. 管球焦点が点の場合

この場合は第6 a 圖の如く作圖される.

(暈像の長さ Y)

$Y = Y' + z$ であるからまず Y' を求める. $\triangle FOO'$ で (第6 b 圖参照)

第 6 圖 a



$$\tan \delta = \frac{O'H}{FH}$$

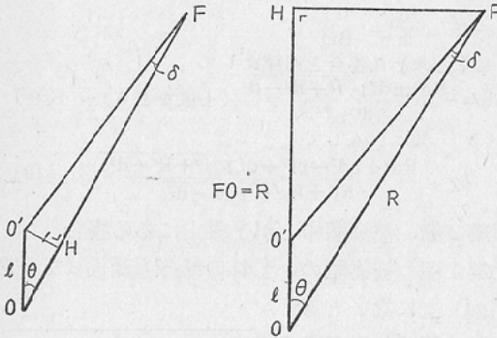
$$O'H = OO' \sin \theta = 1 \sin \theta$$

$$FH = FO - OH = R - l \cos \theta$$

$$\text{故に } \tan \delta = \frac{l \sin \theta}{R - l \cos \theta} \dots\dots\dots(11)$$

また $\triangle FOO'$ で (第6c 圖参照) $\overline{FO'} = m$ とすると $m \sin \angle FO'O = m \sin (180^\circ - \angle FO'O) = m \sin (\delta + \theta) = TH$

第 6 圖 b. c



$$\text{一方 } \overline{FO} \sin \theta = \overline{FH} = R \sin \theta$$

$$\text{故に } m \sin (\delta + \theta) = R \sin \theta$$

$$\text{従つて } m = \frac{R \sin \theta}{\sin (\delta + \theta)} \dots\dots\dots(12)$$

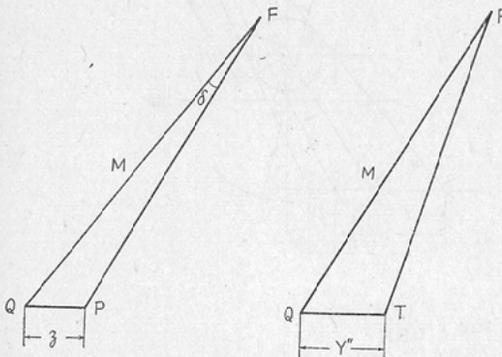
$$\text{次に } \sin \rho = \frac{d}{m} = \frac{d \sin (\theta + \delta)}{R \sin \theta}$$

(第6, a 圖參).....(13)

$y = d \sec \zeta = d \sec (\theta + \delta + \rho)$ (第6, a 圖) であるから (11), (12) 式より各 θ に對する y を求める事が出来る.

$Y' = y \frac{FQ}{m}$ であるから \overline{FQ} を求めると, $\triangle FQP$ で $\overline{FQ} = M$ とすると (第6 d 圖)

第 6 圖 d. e



$$M = \frac{FP \sin \angle FPQ}{\sin \angle FQP}$$

ここで $\angle FPQ = 90^\circ + \theta$, $\angle FQP = 90^\circ - (\theta + \delta)$ であるから

$$M = (R+r) \frac{\sin (90^\circ + \theta)}{\sin (90^\circ - \theta - \delta)} \dots\dots\dots(14)$$

$$\text{故に } Y' = y \frac{M}{m} = d \cdot$$

$$\frac{(R+r) \sec (\theta + \delta + \theta) \sin (90^\circ + \theta) \sin (\theta + \delta)}{R \sin \theta \sin (90^\circ - \theta - \delta)} \dots\dots(15)$$

次に z は $\triangle FQP$ で (第6, d 圖)

$$\angle FQP = 90^\circ - (\theta + \delta)$$

$$z = \frac{FP \sin \delta}{\sin \angle FQP} = (R+r) \frac{\sin \delta}{\sin \theta (90^\circ - \theta - \delta)} \dots\dots(16)$$

よつて (15), (16) より $Y = Y' + z$ が求められる

$$\dots\dots(17)$$

(核像の長さ Z)

第6, a 圖で $Z = Y'' - z$ であるから $\triangle FQT$ (第6, e 圖) により

$$\angle FQT = 90^\circ - \theta' = 90^\circ - (\theta + \delta)$$

$$\angle FTQ = 180^\circ - \rho - \angle FQT = 90^\circ + \theta + \delta - \rho$$

$$\text{故に } Y'' = \frac{FO \sin \rho}{\sin \angle FTQ} = M \cdot$$

$$\frac{\sin \rho}{\sin (90^\circ + \theta + \delta - \rho)} \dots\dots(18)$$

従つて (16), (18) 式から $Z = Y'' - z$ が求められる

$$\dots\dots(19)$$

2. 管球焦點が面の場合

この場合, 被寫體中心 O' と回轉軸 O とが離れるので最大回轉時に被寫體は主 X 線軸 CD から δ だけ側方に位置するようになる. 第7 圖に示すように實際の管球焦點 GH は一般に主 X 線軸 CD に對て 19° 傾斜しており, これを主 X 線軸方向から見たときみかけ上 $AB = 2f$ の長さになるように作れているのであるから, これを δ だけ側方からみればみかけ上の焦點は $A'B'$ となり $2f$ より大きくまたは小さくなる.

$$\text{しかし } 2f = 5 \text{ mm}$$

$$l = 2 \text{ cm}$$

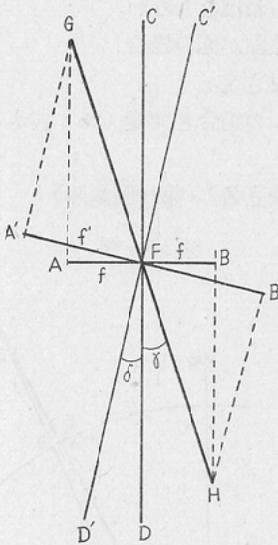
$$d = 0.5 \text{ cm}$$

$$R = 100 \text{ cm}$$

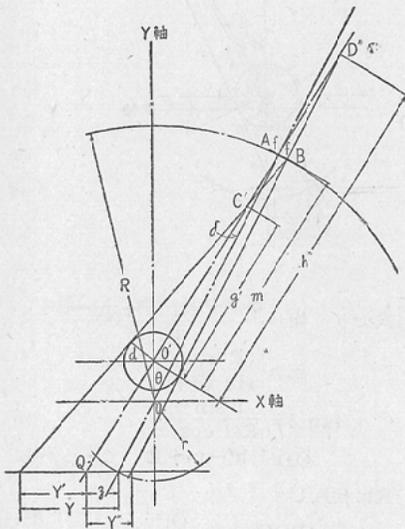
$$2\theta = 120^\circ$$

という實用上の最大値をはるかにこえた値を入れても $2f'$ の變動は 0.004 cm にすぎず, これを neglective part として焦點の大きさを $2f$ 一定とみなしてさしかえないと考えられる.

第 7 圖



第 8 圖



この場合を作図すると第8圖のようになる。
(暈像の長さY)

$Y = Y' + z$ であるからまず Y' を求めると

$$(11) \text{ 式と同じく } \tan \delta = \frac{l \sin \delta}{R - l \cos \theta} \dots\dots(20)$$

$$(12) \text{ 式と同じく } m = \frac{R \sin \theta}{\sin(\theta + \delta)} \dots\dots(21)$$

(6) 式に代入して

$$g' = \frac{md^2 - df\sqrt{f^2 + m^2 - d^2}}{d^2 - f^2} \dots\dots(22)$$

$$\sin \rho = \frac{d}{g'} \dots\dots(23)$$

$$y = d \sec \xi = d \sec(\theta + \delta + \rho) \dots\dots(24)$$

$FQ = M, C/Q = G'$ とすれば

$$M = (R+r) \frac{\sin(90^\circ + \theta)}{\sin(90^\circ - \theta - \delta)} \dots\dots(25)$$

$$G' = M - m + g' \dots\dots(26)$$

$Y' = y \frac{g'}{G'}$ であるから各値を代入して Y' が求められる $\dots\dots(27)$

また(16)式と同様に $z = (R+r) \frac{\sin \delta}{\sin(90^\circ - \theta - \delta)}$
よって $Y = Y' + z \dots\dots(28)$

(核像の長さ Z)

$Z = Y'' - z$ であるから (第8圖) Y'' を求めると

$$M = (R+r) \frac{\sin(90^\circ + \theta)}{\sin(90^\circ - \theta - \delta)}$$

$$m = \frac{R \sin \theta}{\sin(\theta + \delta)}$$

$$\tan \delta = \frac{l \sin \theta}{R - l \cos \theta} \text{ であるから}$$

$$(9) \text{ 式より } h' = \frac{md^2 + df\sqrt{f^2 + m^2 - d^2}}{d^2 - f^2} \dots\dots(29)$$

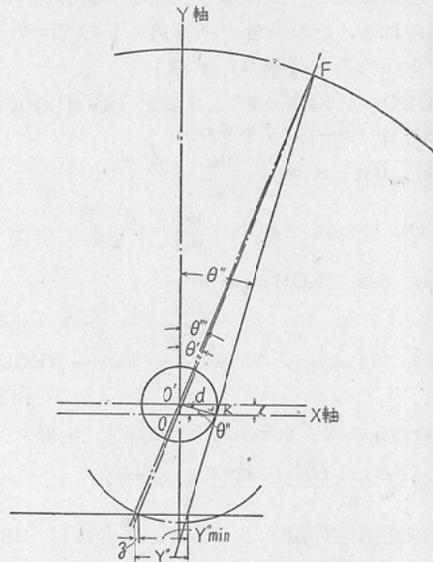
$$D'/Q = H' \text{ とすれば } H' = M - m + h' \dots\dots(30)$$

$$(18) \text{ 式に代入して } Y'' = H' \frac{\sin \rho}{\sin(90^\circ + \theta + \delta - P)} \dots\dots(31)$$

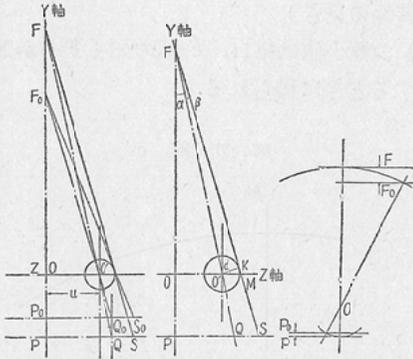
また $z = (R+r) \frac{\sin \delta}{\sin(90^\circ - \theta - \delta)}$
であるから $Z = Y'' - z$ が求められる $\dots\dots(32)$

第2項 被寫體の一部が断面(X-Z平面)上

第 9 圖 a



第12圖 a. b. c.



$$\frac{FO'}{R} = \frac{FO' + O'Q}{r}$$

$$\frac{F_0O'}{F_0O} = \frac{F_0Q_0}{F_0P_0}$$

$$\frac{F_0O'}{R \cos \theta} = \frac{F_0O' + O'Q_0}{r \cos \theta}$$

従つて $\frac{FO'}{FO' + O'Q} = \frac{F_0O'}{F_0O' + O'Q_0}$

すなわち $FF_0 \parallel QQ_0$

故に $\overline{P_0Q_0} = \overline{PQ}$

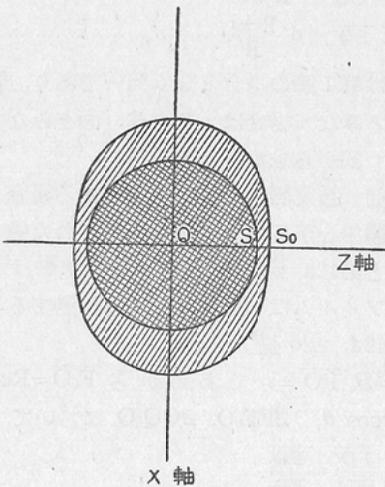
よつて Q_0 はフィルム上の定點となる。

第12, b 圖で $\tan \alpha = \frac{u}{R}$

$$\sin \beta = \frac{d}{\sqrt{R^2 + u^2}}$$

$$\frac{O'M}{QS} = \frac{d}{R \cos(\alpha + \beta)} \dots \dots \dots (41)$$

第13圖



管球及びフィルムがそれぞれ P_0, F_0 にあるときは同様にして

$$\tan \alpha_0 = \frac{u}{R \cos \theta}$$

$$\sin \beta_0 = \frac{d}{\sqrt{R^2 \cos^2 \theta + u^2}}$$

$$Q_0S_0 = \frac{d(R+r)}{R \cos(\alpha_0 + \beta_0)} \dots \dots \dots (42)$$

故にこの場合の斷層像は第13圖の如くになり、すなわちX軸方向に示されるボケの關係は第1節と同様で、またZ軸方向に示されるボケは Q_0S_0-QS で表わされる。このZ軸方向のボケについて實用上の最大値よりさらに大きい $\theta = 25^\circ$, $u = 10\text{cm}$, $R = 100\text{cm}$, $r = 20\text{cm}$, $d = 2\text{cm}$ を代入して Q_0S_0-QS の値を求めると、 0.058cm であり、この時のX軸方向のボケの長さ 0.22cm よりはるかに少なく、全く無視してよいことがわかつた。

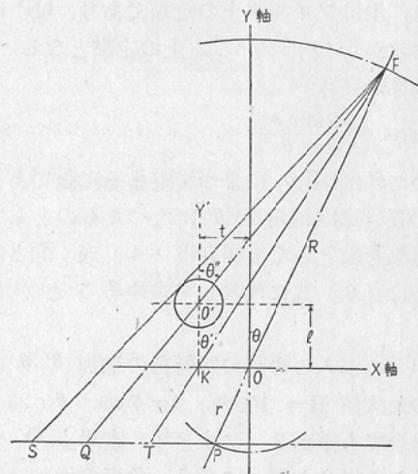
第5節、被寫體中心がX-Y平面にある場合
被寫體中心 O' がO點よりX軸方向に t , Y軸方向に l ずれた場合 (14第圖参照), Pはフィルム上の定點であるからTも同じく定點となる。

$\angle FOY = \theta$, $\angle FKY' = \theta'$ とすると θ' は (39) 式より力

$$\tan \theta' = \frac{t + R \sin \theta}{R \cos \theta}$$

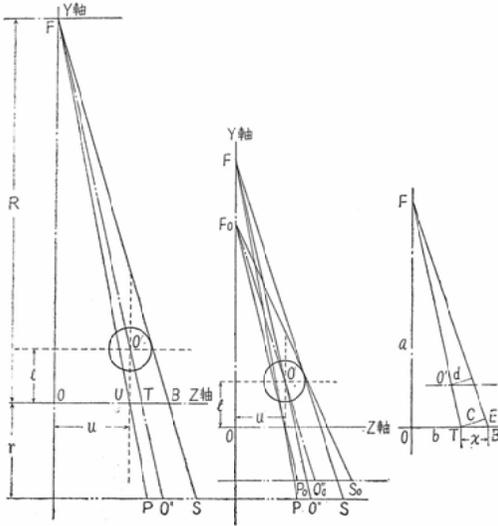
回轉角 θ をこの式に代入して θ' を求めて、第2節の θ にこの値を代入すれば暈像及び核像を求めることが出来る。

第14圖



第6節 被寫體中心が Y-Z 平面にある場合
被寫體中心 O' が O 点より Y 軸方向に l, Z 軸方向に u ずれた場合は第15a 圖の如く作圖される。

第 15 圖 a. b. c.



$$\frac{l}{R} = \frac{UT}{UT+u} \quad UT = \frac{lu}{R-l} \quad \dots\dots\dots(43)$$

また $\frac{FU}{FP} = \frac{R}{R+r}$ であるから

$$\frac{UT}{PO''} = \frac{R}{R+r}$$

$$\text{故に } PO'' = \frac{lu(R+r)}{R(R-l)} \quad \dots\dots\dots(44)$$

管球が F₀ にあるときは同様にして(第15, 6圖)

$$\frac{UT_0}{R \cos \theta - l} = \frac{lu}{R \cos \theta}$$

$$\frac{UT_0}{P_0O_0''} = \frac{R \cos \theta}{(R+r) \cos \theta}$$

$$\text{従つて } P_0O_0'' = \frac{lu(R+r)}{R(R \cos \theta - l)} \quad \dots\dots\dots(45)$$

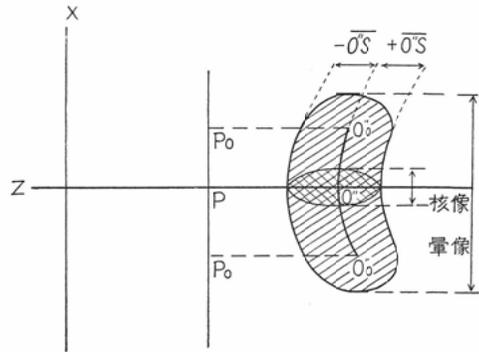
故に被寫體中心 O' の投影點 O'' は撮影開始時管球が F₀ にあるときはフィルム上の定點 P (P₀ と同一點) から P₀O₀'' の位置にあり、しだいに P に近づき管球が F に来ると PO'' の位置となり、再び撮影終了時には P₀O₀'' の位置へと移動し、フィルム上に弧を畫くこととなる。(第15 b 圖)

次に O''S についてみると

FO を a, OT を b, TE を c, とすると第15c 圖

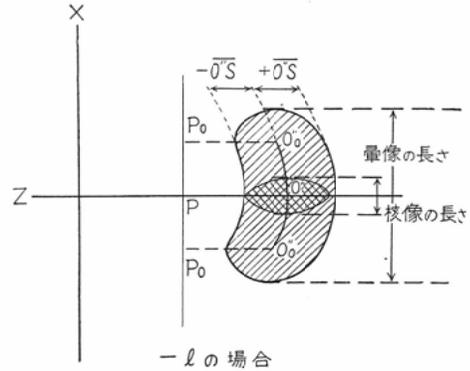
でわかるように

第16圖 フィルム面における像



+ l の場合

第 16 圖



- l の場合

$$a = R$$

$$b = u + \frac{UT}{R-l} = u + \frac{uR}{R-l}$$

$$c = \frac{dR}{R-l}$$

$$\frac{a}{b+x} = \frac{c}{x^2 - c^2}$$

$$x = \frac{bc \pm ac \sqrt{a^2 + b^2 - c^2}}{a^2 - c^2}$$

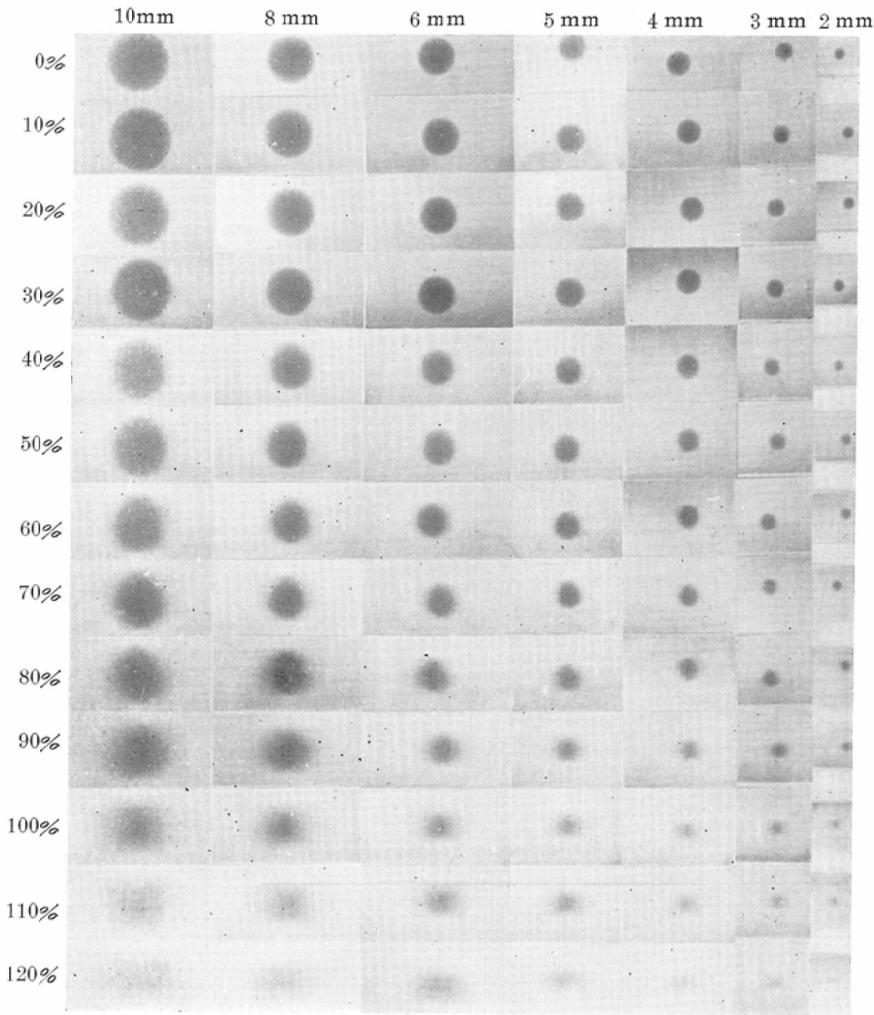
$$\text{原式に代入 } TB = Rd \frac{ud}{(R-l) \pm \sqrt{(R-l)^2 + u^2 - d^2}} \frac{1}{(R-l)^2 - d^2}$$

$$\text{故に } O''S = d(R+r) \frac{ud}{(R-l) \pm \sqrt{(R-l)^2 + u^2 - d^2}} \frac{1}{(R-l)^2 - d^2}$$

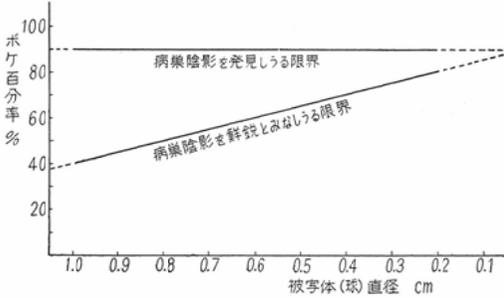
これらの係数からフィルム面上には第16圖のような像が投影されることがわかる。

この像の X 軸方向の長さは暈像、核像共に第2節にのべたものと同一であり、そのボケの部分の

第17圖 被寫體の大きさとボケ百分率の比較ワックス球の直径



第18圖 許容されるボケ百分率の限界値



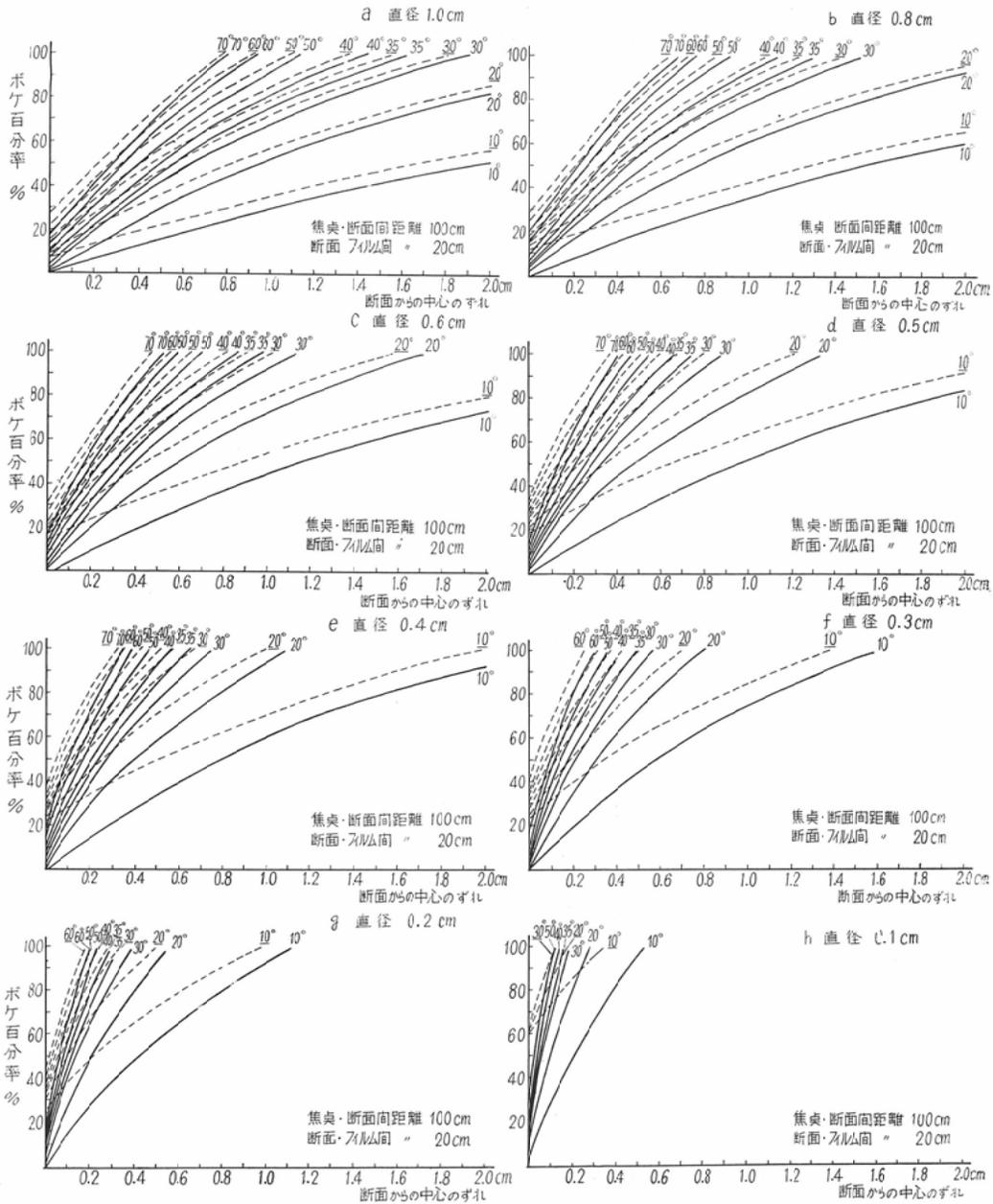
長さはZ軸方向のそれよりもはるかに大である。ところで断層像で、被寫體の像が第16圖のよう

第1表 断層撮影の實用値

	記號	實用値
焦點・断面間距離	R	100cm
断面・フィルム間距離	r	20cm
焦點の大きさ	2f	3 × 3 mm (點線), 0mm (實線)
被寫體直径	2d	10mm ~ 1 mm
回轉角度	2θ	0° ~ 70°
断面より被寫體中心のずれ	l	0cm ~ 2.0cm
(断面間隔)	2l	(0cm ~ 4.0cm)

な形をとるときにはフィルム寄りにずれていることはあきらかで、このことから被寫體が断面か

第19圖 球及びZ軸に平行におかれた圓柱のボケ百分率(計算値)實線は焦點0×0, 點線は焦點3mm×3mm



らはずれた場合いずれの方向えはずれたかが容易に推定されるのである

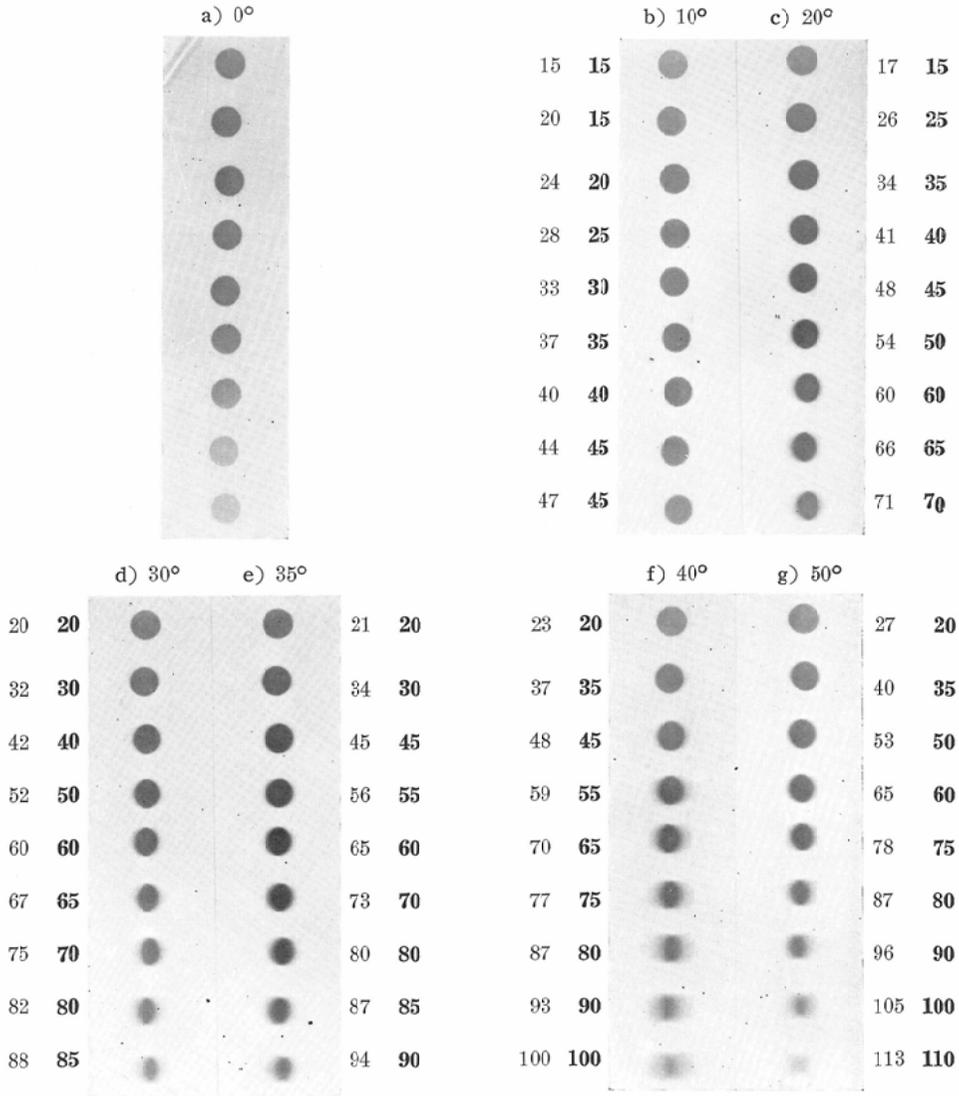
第3章 球に対する断層撮影

肺結核病巣は略と球形であるからこれを球とみ

なし、まず模型実験によつて圓形陰影を鮮鋭とみなし得るボケ百分率及び発見し得るボケ百分率の限界を決定し、次いで前章の數式から實用上の断層撮影条件における球のボケ百分率を求め、兩者

第20圖 斷層像におよぼす角度と断面被寫體間距離の影響

直径0.6cmの鐵球を断面からmmずつ離してならば、回轉角度を變えて撮影すると断面から遠くはなれた球の像は角度の増加につれてぼけて来るが断面に近い球の像はほとんどぼけない。ボケ百分率は計算値と實驗値でよく一致した値を示している。



細字はボケ百分率の計算値 太字は實驗値

の数値に考按を加え實用上最良の病巣に對する撮影方式を求めた

第1節 圓影陰影を鮮鋭とみなしうるボケ百分率發及び發見しうるボケ百分率の限界

X線フィルムは普通寫眞のフィルムと異なり引伸しを受ける事がなくかつ對比度が甚だ大きい

めにかなりの不鮮鋭が許されるものであるが、斷層像における圓形陰影のボケがどの程度まで鮮鋭な像として觀察されるかは結局讀影上の問題となるので主觀にたよる他はない。また境界が非常に鮮鋭な増殖性病巣と境界の甚だ不鮮鋭な滲出性病巣を區別するのが主な目的であるから肉眼的觀察

以上に厳密でなくて差支えない

そこで各種の大きさのワックス球を用いて断層撮影を行い第17圖に示すような各種の直径で各種のボケ百分率を持った圆形陰影を作り、これを明視距離から観察した。

この結果圆形陰影を鮮鋭とみなしうるボケ百分率の限界は被寫體の大きさによつて多少異なり、発見することのできるボケ百分率の限界はほぼ一定で第18圖に示すような関係にある事を知つた。

第2節 實用的撮影条件における球の断層像のボケ百分率

第2章で求めた断層像の暈像、核像及びボケに関する一般式に實用上の數値を代入し、ボケ百分率、回轉角度、断面間隔（断面より球中心のずれの値の2倍）被寫體直径、焦點の大きさ、の5者の相互關係を求めた。實用値を表示すると第1表の如くである。

このようにして得られた計算値を球直径に従つてグラフに示すと第19圖のようになる。

この計算値に誤りがあるかどうかを調べるためにワックス球よりボケが明らかとなる直径 0.6cm の絨球を断面から1mmずらしてならべ、各種の回轉角度で断層撮影を行い、その像（第20圖）のボケを實測し、ボケ百分率を求め第19圖の計算値と比較したところほぼ一致する値が得られ、計算値の正しいことを明らかにすることが出来た。

第3節 考按

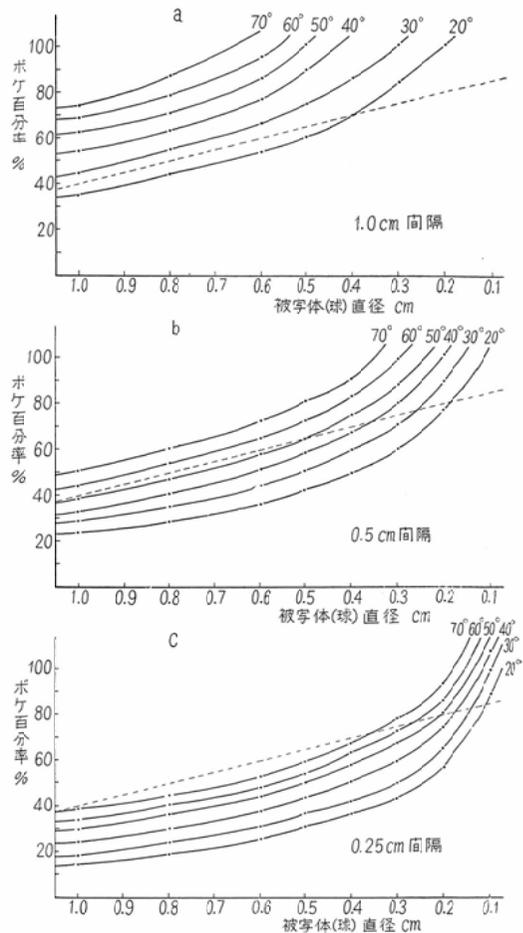
第19圖のグラフに示されているように回轉角度を少なくすれば断面上の被寫體の像は鮮鋭に現われるが一方断面から遠くはなれた被寫體の像もあまりボケることなくこれに重疊してくるために普通撮影像よりさらに讀影が困難となる。このグラフの右方の平坦部はこの關係を示すもので、例えば1cm球において（第19a圖）回轉角度10度の場合には球が断面から2cm離れた時ですらボケ百分率50%を示しており、この場合同時に断面上にこれより小さい病巢があつてもこの陰影は重なつて見落されるのである。

しかしながらこのような見落しを恐れるために

回轉角度を大きくするとボケは急激に増加するものでこの關係はグラフの左方に示されている。例えば4mm球は（第19e圖）回轉角度70度で撮影すると断面上ですらボケ百分率35%を示すのである。

さらに同一條件で撮影しても被寫體の大きさが異なるとボケ百分率も非常に異つた値を示していることから、被寫體の大きさが一定のときはいわ

第21圖 視覚上鮮鋭とみなすボケ百分率の範圍



この範圍は断面間隔、轉回角度及び被寫體の大きさによつて變化する。

1cm 間隔で撮影するとき回轉角度20° をより大きくすると直径 1cm 以上の大きな病巢もボケてくる場合があるが、0.5cm 間隔撮影ならば50° 以下を用いれば 0.6cm より大きい病巢は必ず鮮鋭に寫ることがわかる。

0.25cm 間隔ならば 70° 以下を用いて良好な結果を得ることが出来る。

ゆる切れる層の厚さは従来考えられていたように角度因子によつて支配されるものであるが、一定でないときには角度が一定でも小さな被寫體の方がボケが大きいことを知つた。

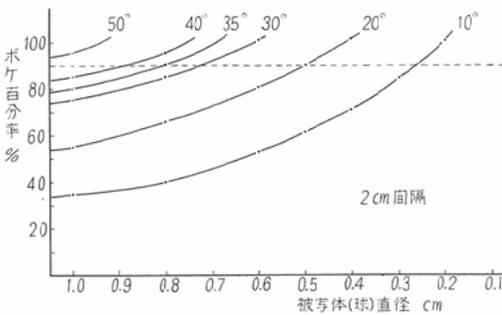
そこで小病巣に対する最良の撮影方式を求めるために第19圖に示したボケの計算値を断面間隔に從つて表示すると第21圖の如くである。

即ち60°、2.5mm間隔、50°、5mm間隔、及び40°、5mm間隔撮影が共に小病巣まで鮮鋭に描出できる撮影方法として問題となる。

50°撮影についてみると1cm間隔の場合は非常にボケる場合が多く、5mm間隔においてはボケを視覚上許される範囲におさめることが出来るが、2.5mm間隔してもそれほど像の改善が得られないことがわかる。60°、2.5mm間隔撮影と50°、5mm間隔撮影を比較するとボケの點は兩者共ほぼ同等であるから斷層効果の點から60°撮影の方が好ましく思われるが、撮影數は2倍を必要とするためにやはり50°、5mm間隔撮影が目下のところ必要にして充分な方式と思う。

一方40°、5mm間隔撮影と50°、5mm間隔撮影とをくらべると前者がボケの點でやや優れているが、斷層効果の點から後者の方がよいと考えられ

第22圖 病巣を把えられるボケ百分率の範圍



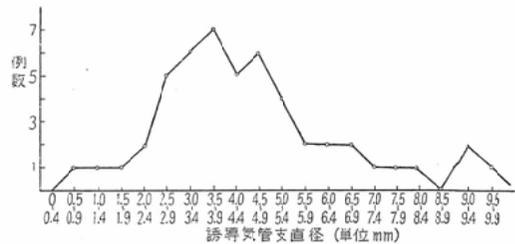
る。すなわち50°、5mm間隔で撮影すれば直径6mm以上の大きさの病巣はいずれかの断面で鮮鋭に把えることが出来るのである。

次に病巣を發見し、その部位を推定する目的には斷層効果もそれほど良好でなくて差支えないし、かつフィルムを最小限にする必要上ボケ百分

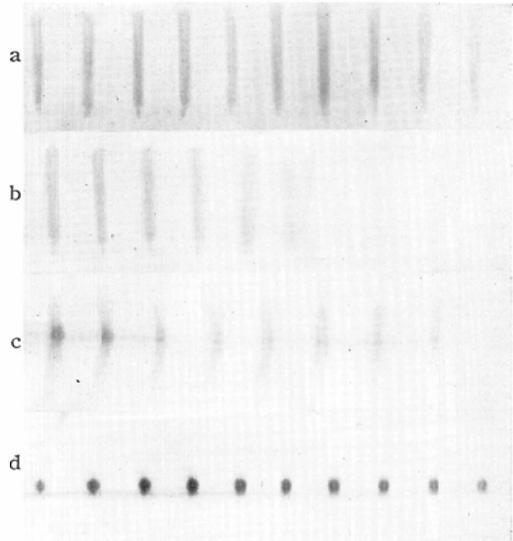
率90%を超えないように撮影すればよいのであつて病巣部位の推定が可能な範圍で撮影間隔を大きくすることが出来る。しかし實用上撮影間隔を2cm以上にすると部位の推定に困難を感じることもあるので撮影間隔は2cmを採用するのが望ましいのである。

この場合のボケ百分率と回轉角度の關係は第22

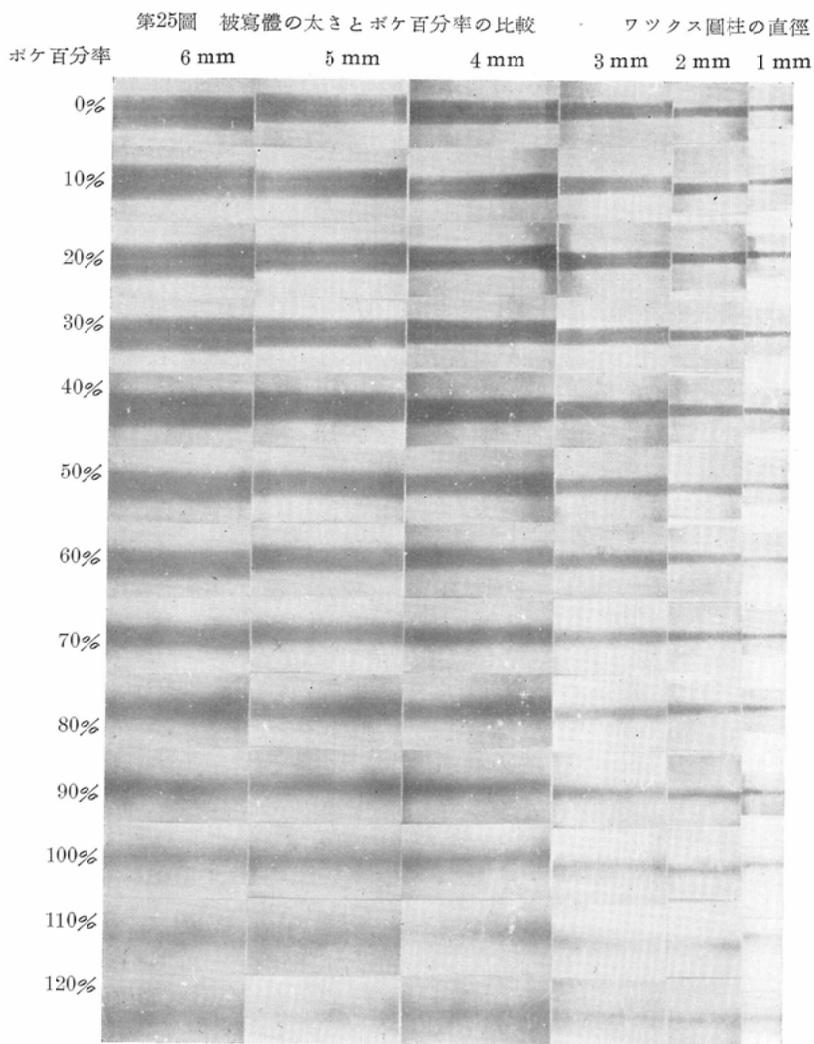
第23圖 誘導氣管支の太さとその分布



第24圖 装置に対する圓柱の方向とボケの關係



- a X軸方向に並べたもので断面から離れてもなかなかボケない
- b Z軸方向に並べると断面からわずかに離れてもすぐにボカし去られることがわかる
- c Y軸方向すなわち断面に垂直においたものである。左軸は圓柱の切口が断面上にあり、右に行くにつれてそれぞれ1mmずつ断面から離してある。非常にボケた大きな像がなかなか消えずにのこっている。
- d Y軸方向におき、いずれの圓柱も断面がその中央を切るように並べたもので、ローソクの切口がよくわかる。



圖の如くである。ここで對象となる病巢の大きさを6mmと假定すれば、回轉角 20° でこれを發見出来るボケ百分率90%以内にすることが出来る。

第4章 圓柱に對する斷層撮影

正常氣管支は壁が非常に薄く、區域氣管支より末梢では通常その像を認めることが出来ないが、こゝに分泌物が塞つたり、粘膜炎、乾酪化、氣管支周炎等の病變が加わり、壁肥厚や内腔の狹窄、閉塞等を生じた場合にはこれをX線像に把えることが出来る。

しかしながら平面像で多數の陰影のかさなつた内からこれを見出すのは非常に困難であり、また

粗雑に撮影された斷層像から氣管支病變を發見するのはごくまれな偶然にすぎない。そこで末梢氣管支病變を適確に診斷することの出来る斷層撮影方式を見だすためにまず誘導氣管支の外徑を測定し、次にこれを圓柱と假定して模型實驗及び圖形による計算値から考案を加えた。

第1節 誘導氣管支の太さ

誘導氣管支の状態は切除適應決定上重要な指標の一つとなるものであるが、これを判然と把握出来る撮影方式を求めめるためにはまず誘導氣管支の大きさがどのくらいであるかを知らなければならない。

そこで、教室で肺切除を行なったもののうち、主病巣の大きさが直径 2.5cm 以下のもの50例の切除染色標本について病變のある誘導氣管支の直径を測定した。周圍に滲潤があればその部分をも含めた。

尙染色標本は生前の状態より約20%收縮するといわれているので實測値に修正を加えてみるとその分布は第23圖の如くで最小 0.9mm 最大 9.6mm で 2.5mm ~ 5.4mm が最も多く 2.4mm 以下はわずか5例(10%)にすぎず、この結果誘導氣管支の太さは大部分が 2.5mm 以上であり、それより太い線狀被寫體をもれなく斷層像で把え得れば適應決定上充分であることを知った。

第2節 線狀陰影を把握しうるボケ百分率の限界

圓柱の像は球の像と異なり、撮影装置に對して圓柱がどのように置かれるかによつてボケの程度は夫々異つて来る。

そこでこの関係を知るために直径 6mm 長さ 5cm のローソクを断面から 1mm づつ離して X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向に並べて撮影した。この像(第24圖)を比較してみると、断面から離れた場合のボケの程度は Y 軸方向に並べたものが最も強く、X 軸方向が最も軽度であることがわかる。ところで Y 軸方向に並べた場合には必ず他の断面で把えられ、その場合の像は第24d 圖の如く鮮鋭であるから線狀被寫體が最も把えにくいのはこれが Z 軸すなわち管球回轉軸と平行な場合であることがわかつた。(第24b 圖の場合)

ところで氣管支像は線狀をなしているために同一直径を有する球の像よりはるかに發見しやすいと考えられる。そこで Z 軸に平行に置かれた線狀被寫體の像をあきらかに認めることが出来るボケの程度を見出すために各種の太さのワックス圓柱を長軸を Z 軸方向に一致せしめ、各種のボケ百分率を持った斷層像を作り、これを明視距離から觀察した。(第25圖)

この結果線狀被寫體はその幅が 6mm から 1mm の間ではボケ百分率 100%、以内ならば明らかな線

狀陰影としてこれを把えうることがわかつた。

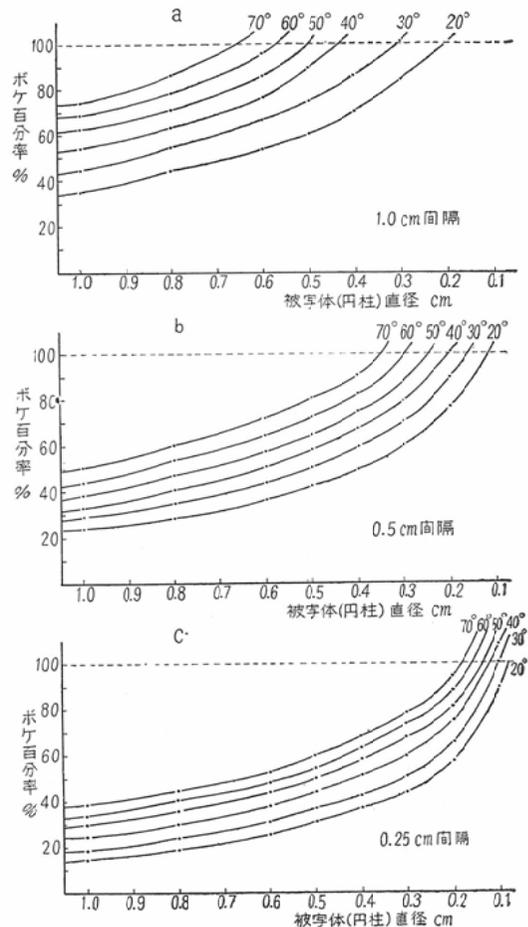
第3節 實用的撮影條件における圓柱の斷層像のボケ百分率

前節に述べた如く氣管支が Z 軸方向に置かれた場合が最もボケが大きいのであるから、この場合のボケ百分率を求めるのみで充分である。ところで Z 軸方向に置かれた圓柱のボケは第2章第1節 ~ 第2節に述べた計算式から球の場合と全く同様にして求めることが出来、その値は第19圖に示したものと同一である。

第4節 考 按

末梢病變氣管支を把握するための最良の撮影方式を求めるために第3章と同様に圖式計算によるボケ百分率と、視覺上これを把握しうるボケ百分

第26圖 線狀被寫體を把えられるボケ百分率の範圍



率の値を断面間隔に従って示すと第26圖の如くである。

この圖からわかるように末梢気管支病變を把握する撮影方式として60° 2.5mm 間隔、50° 5mm 間隔、40° 5mm 間隔が問題となるのであるが、前章の場合と同様の理由から 50° 5mm 間隔方式が最も理想的な方法と考えられるのである。

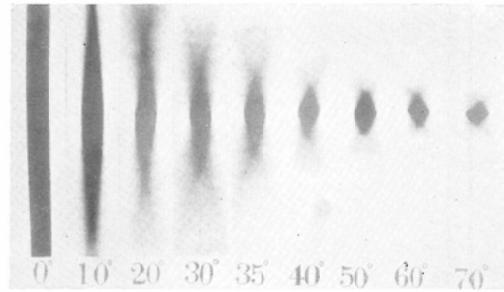
すなわち病變気管支の直径は殆どが 2.5mm 以上であり、50° 5mm 間隔撮影によつていかなる部位にあつてもこれをいづれかの断面で把えることが出来るのである。また気管支がZ軸と平行に走るのはごく一部分であるから通常はさらに細いものも把えられるし最も問題となる肺尖部気管支は最も把えやすいX軸方向とほぼ一致しているためにこの場合はさらに微細な病變まで明らかにしるのである。

第5章 断層効果

断層撮影においては断面以外にある被寫體の像はボカされ、ついにはその像の存在が認められぬようになり、断面上の被寫體の像のみが鮮明な像を結ぶようになるのであり、この効果は断層効果と呼ばれるところである。

断層効果は管球回轉角度と密接な關係にあるもので、この關係を検討するために幅 1cm の鉛版を断層台に45° 傾けておき、その中央に断面を一致せしめ各種の回轉角度で撮影した。この結果は第

第27圖 回轉角度と断層效果

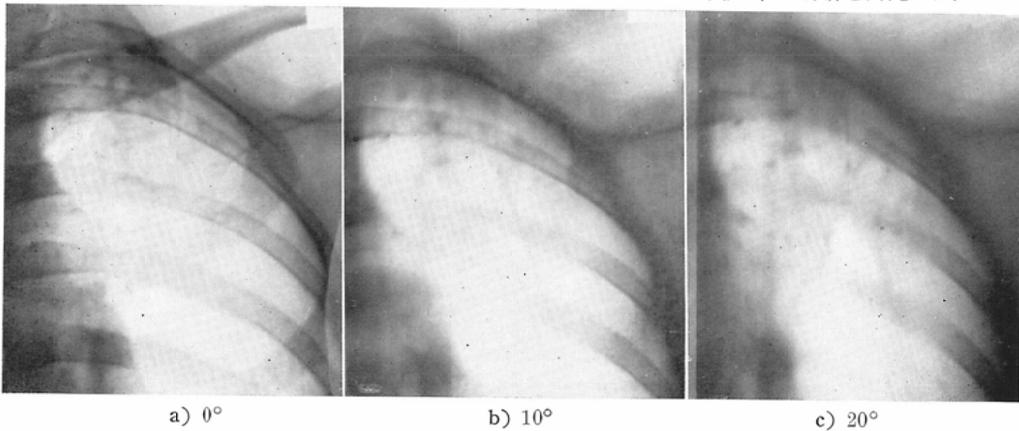


27圖のようで、0° というのは回轉させない直上から撮つた場合、すなわち平面撮影でこれは鉛の影がいずれの部分も消えずに寫つている。回轉角度を20° にすると鉛の影は断面から離れた上下の部分が消えてある一定の範圍だけが撮影される。35° になると鉛の影の現われる範圍は益々狭くなり70° では更に範圍が狭くなつて前後の影は大部分消えてしまうことがわかる。すなわち胸部を撮影する場合、断層効果がそれ程要求されぬ時には回轉角度を少く断面間隔を廣くとつてよいし、一方断層効果を主眼におく場合は回轉角度を大きく断面間隔を狭くとる必要があり、断層効果の要求は臨床上の目的に應じて夫々異つてくるものと思う。

そこで胸部における回轉角度と断層效果を知るために同一断面について回轉角度を種々に變えて撮影を行いこの像を切除肺と比較してみた。

第28圖 回轉角度と断層效果

背後より7.0cm の部に断面をあわせ、回轉角度をいろいろに變えて撮影し、切除肺と對比した。





d) 30°

e) 40°

f) 50°



g) 60°

h) 70°

i) 80°



j) 断面より0.5cm 後

k) 断面に一致
切除肺剖面像

l) 断面より0.5cm 前

この結果第28圖に示すように骨陰影がボカされ病巣の存在が明らかになるのは 20° 以上であり個々の病巣を一つ一つ指摘し得るのは 50° 近くであり、 60° 以上ではあまり断層効果がよすぎてかえって小病巣が消し去られて切除肺と一致しないことを知った。

第6章 總括

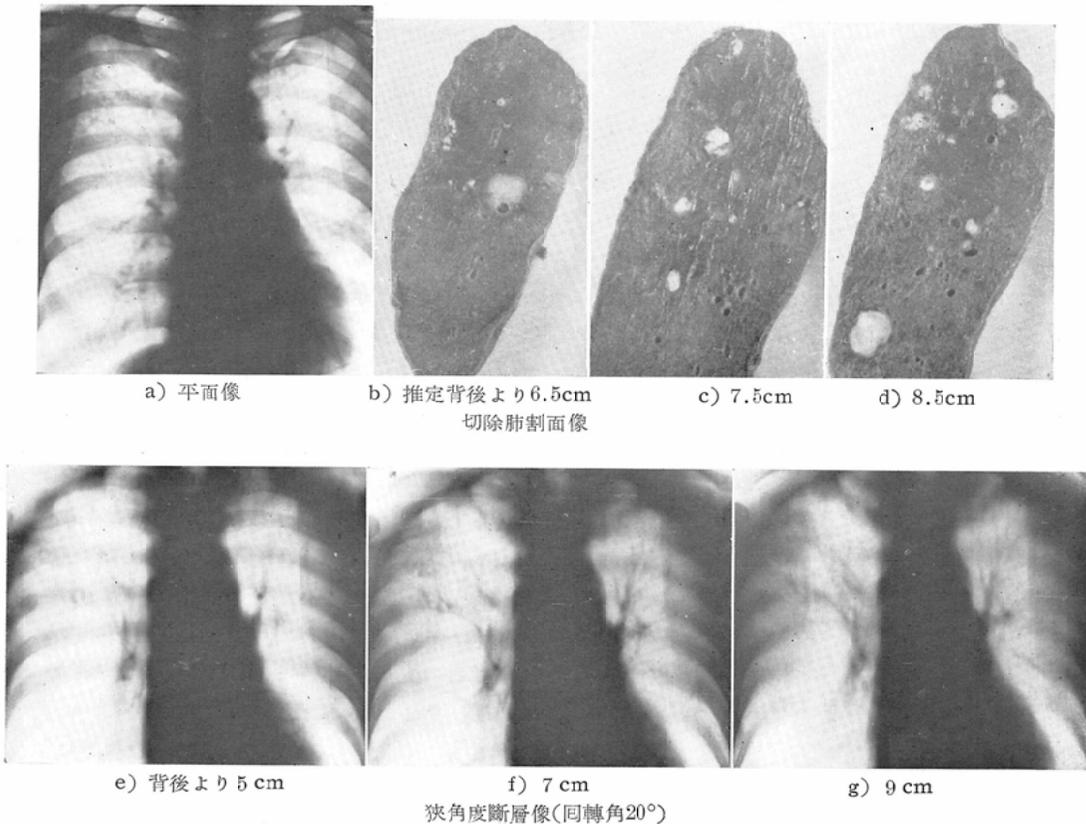
肺結核早期切除の適應を決定するための断層撮影は集合した小病巣の一つ一つを明らかにし、またこれらの病巣の間に隠された末梢気管支の病變を把握しなければならないので断面に一致した病巣や気管支の像を出来るだけ鮮鋭に寫し出すと同時に断面から離れた病巣を出来るだけ消し去るために、必然的に回轉角度を大とし断層効果のすぐれた像が要求される。一方断層効果と鮮鋭度とは回轉角度の變化により相反した影響を受けるのであるからボケの少ない鮮鋭な像を得るためには回

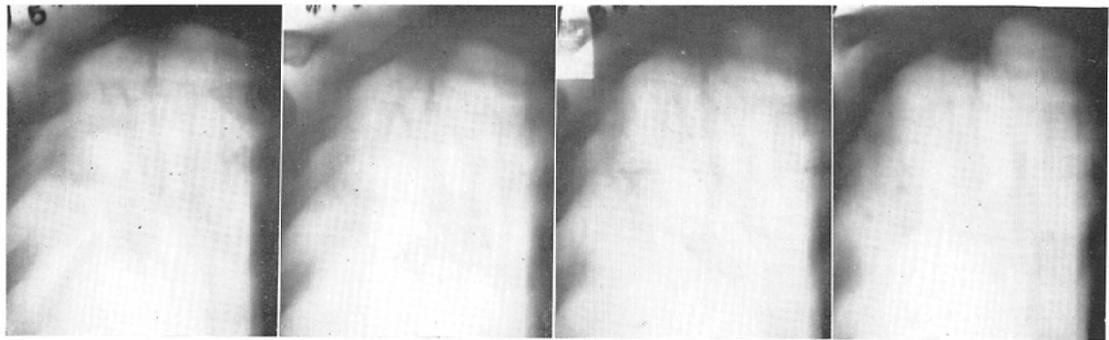
轉角度の盲目的な増加は好ましくない。さらに断層効果といゆる切れる層の厚さは密接な關係にあり、断面間隔の選定も當然切れる層の厚さによって決定さるべき問題である。

そこで早期切除の適應決定に有力な断層像を得る撮影方式を求めるために、このような相錯した關係を模型實驗及び圖形によつて検討したのであるが、この結果現在一般に使用されている $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ 焦點管球を持った Sanitas 型式の断層撮影装置においては管球回轉角度 50° 、断面間隔 5mm で連續的に断層像を作る方式が、 6mm 直徑以上の病巣を見落すことなく明確に把握、直徑 2.5mm 以上の病變気管支を確實に把握するという臨床上の目的に叶つた最良の式法であることを知つた。

一方從來肺病巣の存在を知るためには平面撮影につづいて多くの場合肺尖撮影や側方撮影が愛用

第29圖 狭角度断層撮影法と廣角度連續断層撮影法を臨床に應用した1例





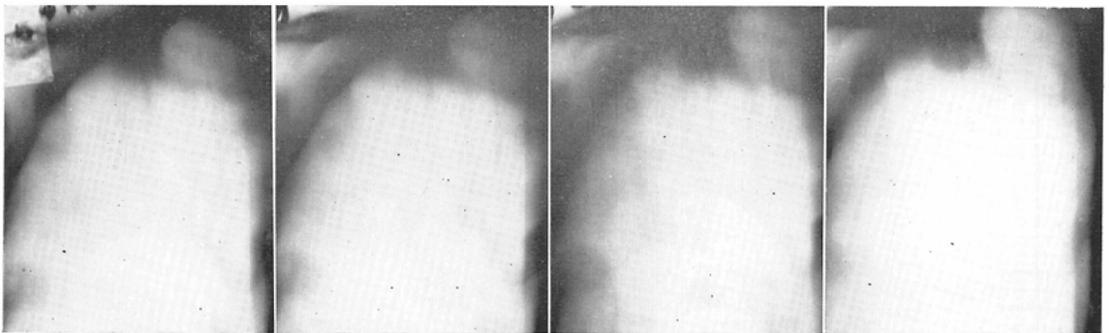
h) 背後より6.5cm

i) 7.0cm

j) 7.5cm

k) 8.0cm

廣角度連続断層像(回轉角50°)



l) 8.5cm

m) 9.0cm

n) 9.5cm

p) 10.0cm

廣角度連続断層像(回轉角50°)

され、断層撮影はかえつて病巣を見落すおそれのあるものとして敬遠されがちであつた。これは従来本法が回轉角度を大きく断面間隔も廣く撮影されていたために起つた過誤であつて、臨床上の目的に従つて兩者を厳密に定めればさけられるのである。

ところで肺結核においては單純像で推定される部位以外にも病巣の存在する場合が稀ではなく、肺尖撮影や側方撮影においても病巣の見落しはさけられない場合もあり、このような主病巣以外の病巣の有無は手術適應に重大な相違をもたらすものである。すなわちこのような見落しをさけるためにも従來の方法に代つて肺全域を回轉角度50°、5mm間隔で断層撮影を行うのが最も望ましい方法であるが非常に多くのフィルムと勞力を要し實用的でない。そこでこのような方式で撮影を行う前にあらかじめ何らかの方法で病巣の存在を確認しその位置を推定しておく必要が生じてくる。この

目的のためには回轉角度20° 2cm間隔で断層撮影を行えば断層効果はやゝ不充分であるが5mm直径以上の病巣を見落すおそれのない事が基礎實驗からあきらかとなつたのであるから、肺尖撮影や側方撮影にかえてこのような断層撮影を行えば病巣を發見することは勿論、病巣影の現われたフィルム及びその前後のフィルムからその部位をかなり正確に推定することが出来る。临床上には通常背後より5cm、7cm、9cm、11cmの4層を撮影すればこの目的を満すことが出来る。

そこでこの2種の撮影方式について、前者を廣角度連続断層撮影法後者を狭角度断層撮影法と呼び临床上に應用した。

こゝに一例を示すと(第29圖)37才、男10年前肺浸潤といわれたことがある。1年前血痰があり休養、X線寫眞の結果右上野の肺病巣を發見されMS60g P.A.S 2000g使用、自覺症狀消失した。胸部平面像で右上野に病巣の存在が疑われるが

きらかでない。そこで狭角度断層撮影を行うと右上野に背後より9cm及び7cmのフィルムで数個の病巣影を認める。次いでこれらの病巣の性状を知るために右上野のみを6.5cmから10.0cmまで廣角度連続断層撮影を行うと病巣の一つ一つが明らかとなり、切除標本とよく一致することがわかる。

この例に示したようにこの兩方式は共に臨床上の目的に應じられると考えられる。

第7章 結 論

近來肺結核外科療法の適應が早期小病巣に向けられ、従來のX線検査のみでは不満足な場合が多くなつてきた。そこで私は断層撮影装置を巧みに用いればこのような場合にも正しく病巣の性状や氣管支の變化を把握することが出来ると考え、早期小病巣の診断に際し必要にして充分かつ一般に常時使用することの出来る新しい断層撮影方式を見出すために本研究を行った。

断層像のボケについて、圖形を用いた數式計算及び模型實驗を行った結果次のことがわかつた。

1. 明確な断層像を得るためには管球回轉角度と断面間隔の選定が最も重要である
2. 回轉角度の増加につれて断層効果が良好となり断面から離れた被寫體の像は急激にボケを伴つてくるが、その程度は前者よりはるかに少い。すなわち被寫體を出来るだけ断面に近づければ、鮮鋭な像は得られない。そこで断面を密に連続的に作つてゆけば、各々のフィルムには断面附近の被寫體の鮮鋭な像と断面附近以外にある被寫體のはなはだしくボケた像が作られるので、小さな被寫體が密集している場合であつても、その一つ一つについていずれかのフィルムで明瞭に觀察することが出来る。
3. 断層像のボケに関する數式に實用値を代入した計算から、回轉角度 50° を用い、0.5cm間隔で連続的に断面を作れば直径0.6cm以上の球及び直径0.25cm以上の圓柱がいずれの部位にあつても、これを明瞭にあやまりなく把えることが出来ることを知り、模型實驗により確かめられた。
4. 回轉角度の減少につれて断層効果が悪くなり断面から離れた被寫體もかなり明瞭に寫し出さ

れるようになり、また同時に断面上にも被寫體がある時は、この像と重なつてうつるために被寫體の一つ一つについて把えるには不十分であるが、小さな被寫體の存在を發見したり、集合した被寫體を全體として把えるには好都合である。

5. 回轉角度 20° を使用し断面間隔2cmで撮影すれば直径0.5cm球までこれを發見出来、これより小さい球では見逃すことがある。同時に發見した被寫體の位置を推定することが出来る。この際断面を更に密にしても同じような像が並ぶのみで無意味である。

6. 模型實驗及び臨床實驗から、回轉角度 50° 以上では断面に被寫體が一致してもボケが多く、また 10° 以下では断層効果が悪く共に使用に堪えない。

7. 以上のことから回轉角度 50° 0.5cm間隔で撮影する方式を廣角度連続断層撮影法、 20° 2cm間隔で撮影する方式を狭角度断層撮影法と名づけたが、これら二つの方式は臨床上有力な診断法として用いられるであろう。

(本論文の要旨は第50回日本醫學放射線學會關東地方會(昭和28年5月)及び第13回同總會(昭和29年)において發表した。本論文の臨床篇は胸部外科9巻6號に發表した。)

稿を終るに當り御指導をたまわつた恩師河合教授ならびに御助力下さつた教職員各位に感謝する。

文 獻

- 1) Bocage, A.E.M.: Franz. Patentschrift Nr. 536464, (1922). —2) Pohl, Ernst: D. R. P. 544200, (1927/32), Schweiz. Patentschrift Nr. 155613. (1930/32). —3) Alessandro Vallebona: Über den Methoden zur Aufnahme von Röntgenbildern, die ein Zerleugung der Schatten ermöglichen. Fortschr. Röntgenstr. 48, (5), 599-605, (1933). —4) Bartelink, D.L.: Röntgenschnitte. Fortschr. Röntgenstr. 47, (4), 399-407, (1933). —5) Ziedses des Plantes, B.G.: Planigraphie. Fortschr. Röntgenstr. 47, (4), 407-411, (1933). —6) Ott, Paul: Die gegenwärtige Leistungsfähigkeit der Körperschichtdarstellungen. Fortschr. Röntgenstr. 52, 40-43, (1935). —7) Grossmann, G.: Tomographie I. Fortschr. Röntgenstr. 51, (1), 61-80, (1935).

—8) Grossmann, G.: Tomographie II. Fortschr. Röntgenstr. 51, (2), 191-203, (1935). —9) Chaoul, H.: Über die Tomographie und insbesondere ihre Anwendung in der Lungendiagnostik. Fortschr. Röntgenstr. 51, (4), 342-356, (1935). —10) 宮地詔太郎: 深部レ線寫眞撮影法, 日本放射線醫學會誌, 4, (3), 347-361, (昭11, 1939). —11) 宮地詔太郎: 深部レ線寫眞撮影法(第3報), 日醫放誌, 1, (1), 37-101, (昭14, 1936). —12) Greineder, Kurt: Die Tomographie der normalen Lunge. Fortschr. Röntgenstr. 52, (5), 443-461, (1935). —13) Oberhauser, A.: Die Technik der Tomographie. Fortschr. Röntgenstr. 56, (1), 231-233, (1937). —14) Schmidt, Walter: Technik und Bedeutung der Röntgendiagnostik für die Erke-

nnung der Lungentuberkulose, mit besonderer Berücksichtigung der neuen Verfahren der Bewegungsbilder und Schichtaufnahmen. Fortschr. Röntgenstr. 56, (5), 579-597, (1937). —15) 網川高美: 肺のトモグラフィー 日結, 10, (7), 345-348, (昭26, 1953). —16) 田坂皓: 斷層撮影像の讀み方, 結核新書, 第13集, 醫學書院, (昭28, 1953). —17) Adler, Hugo: The roentgenlocalization of the bronchopulmonary segments by means of laminagraphy, particularly in lung tuberculosis. Amer. J. Roentgenol. 70, (2), 218-225, (1953). —18) Bernou: 末梢氣管支結核の斷層撮影による研究, 肺, 1, (3), 226-276, (昭29, 1954). —19) 赤星一郎: 斷層撮影法に關する研究, 日醫放誌, 15, (6), 408-430, (昭30, 1955).

Narrow Angle Tomography and Wide Angle Serial Tomography (Fundamental Studies)

Akihiko Inoue

The 1st Surgical Clinic, School of Medicine, Chiba University.

(Director: Prof. Dr. N. Kawai)

The recent advance in thoracic surgery has made it imperative to develop a new technique of tomography that would make it possible to get sharper and clearer shadows of foci and affected bronchi than is possible by the prevailing method.

The author has developed formulas trigonometrically by which the sizes of nuclear shadows and interrupting shadows of both the foci (represented by globe) and the affected bronchi (represented by cylinder) may be determined in every and any imaginable case with Grossmann-Sanitas Tomograph. Then attempts were made to obtain the actual lengths of the nuclear shadows, interrupting shadows and fringe blurs by putting these formulas to practical use.

The results of the experiments have revealed that the actual size of the fringe blurs does not represent the degree of gradation. So the following formula was developed for the purpose of showing the degree of gradation in fringe blur percentage:
$$\text{Fringe blur}\% = \frac{\text{The length of interrupting shadow} - \text{The length of nuclear shadow}}{\text{The length of interrupting shadow}}$$
. Then fringe blurred shadows with varying fringe blur percentages were cast using wax phantoms in globes and cylinders of various sizes. Macroscopic examinations of these shadows have resulted in the determination of a certain limit in the percentage under which clearly defined shadow can be obtained.

Further experiments on tomographic effect performed in patients as well as phantoms have disclosed that the swing angles between 20° and 50° would be of practical use.

Nearly all the drainage bronchi of the 50 specimens of resected lungs examined

measured more than 2.5mm in diameter.

Conclusions :

1. Selection of a suitable swing angle and a distance between tomographic sections is most important to get clear picture.

2. With the increase in swing angle, the shadow becomes to have larger gradation even though the image is made on tomographic section, inspite of the improvement in tomographic effect.

3. The maximum swing angle available is 50° ; tomography taken at this swing angle at a distance of 5mm between sections would produce clear shadows of a globe (focus) of 0.6cm in diameter and a cylinder (affected bronchus) of 0.25cm diameter. The author designated this technique "wide angle serial tomography".

4. With the decrease in swing angle, tomographic effect is diminished. As, however, the shadow becomes to have smaller gradation, it is possible to take tomography at a larger distance between sections. This is desirable from the economical viewpoint.

5. The minimum swing angle available is 20° ; at this angle, taken at a distance of 2cm between sections would present clear picture of a globe (focus) of as small as 0.5cm in diameter. The author named this technique "narrow angle tomography".

These two techniques would be employed with benefit for diagnosis of pulmonary tuberculosis and other thoracic diseases.