

# Vogt 氏前眼部無骨格 X線撮影法に関する研究

## 第Ⅱ編 眼内異物 X線拡大撮影について

金沢大学医学部放射線医学教室(主任平松教授)

専攻生 清水貞子

*Sadako Shimizu*

(昭和30年10月24日受附)

### 内容抄録

私は、前眼部異物の検出に、X線拡大撮影法の応用が可能であるか否かを知ろうとして本実験を行った。

試験異物として、大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25\text{mm}$  及び  $0.3 \times 0.15 \times 0.1\text{mm}$  の鉄片、大きさ  $1.2 \times 1.05 \times 1.05\text{mm}$ 、 $0.6 \times 0.5 \times 0.5\text{mm}$  及び  $0.35 \times 0.3 \times 0.2\text{mm}$  のビール瓶硝子片を用い、これらを摘出家兎眼球内に夫々挿入し、廻転陽極管球を用いて、被写体・フィルム間距離を種々に変化することにより、各種の倍率のX線直接拡大撮影を行った。

その結果、大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25\text{mm}$  の鉄片は2.0倍、大きさ  $1.2 \times 1.05 \times 1.05\text{mm}$  のビール瓶硝子片は1.7倍、大きさ  $0.6 \times 0.5 \times 0.5\text{mm}$  のビール瓶硝子片は1.5倍まで検出容易であり、他の大きさのものは拡大不能又は検出不能であることを知った。

又、大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25\text{mm}$  の鉄片は、1.5、1.7、2.0倍の各拡大撮影では、異物の影像内に濃厚な部分と淡い部分とが認められた。これは、鉄片の厚さの不

均等を示すもので、硝子片の拡大像にはこのようなものは見られなかつた。従つて、鉄片の如く密度の大なるものにおいては、わずかな厚さの差異によつても、その拡大像は影響をあたえられるものであることを知つた。

而して、本拡大撮影法によつて屢々、又は全く検出不能であつた大きさの鉄片及び硝子片は、いずれも第Ⅰ編の実験では検出可能の限界内に属するものであつた。

よつて、本拡大撮影法は、極く微小な異物の検出には適しないが、異物の密度が大である場合には、その拡大像から立体的所見が得られるので、これにより異物の密度を帰納することが出来る場合もある。

従つて、本撮影法は、第Ⅰ編の撮影法と併せ行うことにより、前眼部異物の診断を容易にし得る可能性があるものと思考される。

### 目次

#### 第1章 緒言

#### 第2章 実験材料並びに実験方法

##### 第1節 実験材料

##### 第2節 実験方法

#### 第3章 実験成績

#### 第4章 総括並びに考按

#### 第5章 結論

#### 主要文献

### 第1章 緒言

近時、X線拡大撮影法の研究が著しい進歩を見せ、その結果、小病巣を発見したり。又病巣の微小所見を観察し易くするために、簡単に臨床上これを応用し得る方法も考案されるに至つ

た。

私は、本撮影法が前眼部の微細な異物の発見や、異物の性質の判定を容易にし得るか否かを知るために、本実験を行った。

## 第2章 実験材料並びに実験方法

実験材料並に実験方法は次に述べる如くである。

### 第1節 実験材料

実験材料には、健康成熟白色家兎摘出眼球及び次のような試験異物、即ち、

- 1) 大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25$  mm の鉄片
- 2) 大きさ  $0.3 \times 0.15 \times 0.1$  mm の鉄片
- 3) 大きさ  $1.2 \times 1.05 \times 1.05$  mm のビール瓶硝子片
- 4) 大きさ  $0.6 \times 0.5 \times 0.5$  mm のビール瓶硝子片
- 5) 大きさ  $0.35 \times 0.3 \times 0.2$  mm のビール瓶硝子片を用いた。

### 第2節 実験方法

5個の上述家兎眼球内に、夫々上記の試験異物を第I編において用いた方法と同様にして挿入した。

次に、歯科用フィルムの空箱の底部を3cm平方だけ切り抜いて窓を作り、感光剤を洗い落したフィルムをもつて、この窓を内側から塞いだ。而して、この箱の中に上述の、異物の入れてある眼球を、その矢状面が箱の底部に直角をなすように置いた。その際、眼球が、角膜を右にして、箱に作られた窓の中央において、窓を塞いだフィルムの上ののるようにした。一方、縦に目盛をつけた柱を床上に直立させて固定し、柱には上下に移動出来る、腕木を取りつけ、これに前述の眼球を入れた箱を、その底面が柱の軸と直角をなすように銜留した。今、箱の直下に撮影しようとするフィルムをおき、柱の目盛に従つて腕木を上下すればフィルムと被写体間を任意の距離にすることが出来る。

以上の装置により、被写体の直上に管球焦点を置き、後述の条件に従つて種々の倍率の拡大撮影を行った。その条件は次の如くである。

- 1) レ線発生装置  
大阪レントゲン製作所製 Sirius
- 2) 管球  
SDO-R60
- 3) フィルム  
サクラ・タイプYを、遮光紙に包み、増感紙を用いずに、含鉛ゴム板をしいて撮影した。
- 4) 現像液  
自家製、液温  $20^{\circ}\text{C}$ 、4分間現像、後定着4分間、水洗30分間
- 5) フィルム—焦点間距離  
60cm
- 6) 焦点—被写体間距離  
60, 40, 35, 30, 25, 20cm に変化して撮影した
- 7) 二次電流  
280mA
- 8) 二次電圧及び曝射時間  
フィルム—被写体間距離に応じて別表の如くに変化した。

フィルム被写体間距離、二次電圧及び曝射時間の関係

フィルム—被写体間距離 (cm)	曝射時間(sec)	電圧 (KV)
密着	1/50	48
20	1/60	50
25	1/70	52
30	1/80	54
35	1/90	56
40	1/100	58

## 第3章 実験成績

実験成績は次の通りであつた。

大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25$  mm の鉄片においては、始めに密着撮影を行つたところ、極めて鮮明な影像を得た。次にフィルム—被写体間距離を、20cmとして、1.5倍の拡大撮影を試みた。この場合は鮮鋭度、対照度共に実大像より劣つていたが異物の存在は、明瞭に認められた。更にフィルム—被写体間距離を25cmに変化して

1.7倍の拡大撮影を行つた。この拡大像は1.5倍のものよりは少し不鮮明であつたが、異物の検出は容易であつた。次に、被写体を焦点とフィルムとの丁度中間に置いて撮影し、2.0倍の拡大像を得た。これは相当鮮鋭度が損じられていたが、異物の検出はさほど困難ではなかつた。更に、フィルム—被写体間距離を、35cmとして2.4倍の拡大撮影を試みた。この程度の拡大

になると影像是甚しくぼけて来て、異物の陰影は辛うじて認め得るにすぎなかつた。最後にフィルム—被写体間距離を 40cm として撮影し、3.0 倍の拡大像を得た。これは 2.4 倍のものよりは更にぼけていて、もはや、異物の陰影は識別出来なくなつた。

而して、1.5, 1.7, 2.0 倍の各拡大像では、密着撮影の場合には無構造にしか観えなかつた異物の影像内に、濃淡のむらが現われた。これは、異物の厚さの不均等によつて生じたもので、2.4 倍拡大像でもよく注意して観るとこの斑を認めることが出来た。

大きさ  $0.3 \times 0.15 \times 0.1$ mm の鉄片においては、最初の密着撮影では、その陰影を認めることが出来なかつたが、第 I 編の実験では鉄片は大きさ  $0.25 \times 0.25 \times 0.05$ mm まで検出可能であつたので、念のため数回反復して撮影を試みたところ、遂にその影像を識別することが出来た。しかし、1.5 倍の拡大撮影ではその陰影を見出すことが出来なかつた。

大きさ  $1.2 \times 1.05 \times 1.05$ mm のビール瓶硝子片の場合は、密着撮影においては明らかに検出可能であつたが、1.5 倍拡大では、対照度、鮮鋭度共に障害されていた。しかし異物の存在の識別には支障はなかつた。1.7 倍では 1.5 倍の

場合とほぼ同様の所見が得られたが、これより少し不鮮明であつた。2.0 倍拡大では一層量が大きになつたが、異物の検出は容易であつた。2.4, 3.0 倍とすると著しくぼけて来たが、注意して観ると異物の影像是、認めることが出来た。

大きさ  $0.6 \times 0.5 \times 0.5$ mm のビール瓶硝子片においては、密着撮影では、鮮鋭度、対照度共に前述の硝子片と同様の程度に認められたが、これを 1.5 倍に拡大撮影して見ると、対照度、鮮鋭度が著しく障害されて来た。但し異物の検出は容易であつた。1.7 倍では更に不鮮明になつたが、なお一寸注意すれば異物の陰影は認めることが出来た。2.0 倍拡大では大体において前同様の所見であつたが一段とぼけて見えた。2.4 倍、3.0 倍では辛うじて異物を検出することが出来るにすぎなかつた。

大きさ  $0.35 \times 0.3 \times 0.2$ mm のビール瓶硝子片の場合は、密着撮影において、すでに顕影不能であつたが、第 I 編の実験では、ビール瓶硝子片は、大きさ  $0.4 \times 0.2 \times 0.2$ mm まで、検出可能であつたので、念のため数回撮影を反復して試みたが遂に影像を認めることが出来なかつた。

#### 第 4 章 総括並びに考按

拡大撮影法に関しては、数年以來、高橋、小見山その他数氏により、その研究が相ついで発表せられている。而して、高橋<sup>9-12)</sup>、小見山<sup>5-7) 9-11)</sup>の報告を要約すれば次の通りである。

即ち、拡大撮影法を大別して、マイクロラジオグラフィ—、断面拡大撮影法、間接拡大撮影法、直接拡大撮影法の四種とする。

而してマイクロラジオグラフィ—とは、造影剤を注入した組織の切片を、X 線により撮影して、その写真を光学的に拡大して観察する方法であるが、臨床的には応用出来ない。

断面拡大撮影法とは、断続横断撮影を行いな

から同時に拡大撮影の操作を、これと平行に併せ行うもので、人体の切片を作らず、而も好みの断面の拡大撮影が出来るが、これは撮影装置に精密度を要するので現在では臨床的に利用することが出来ない。

間接拡大撮影法は、物体を先ず單純 X 線撮影を行い、次いでこれを光学的又は電子束を用いて、感光板又は螢光板に拡大して観察する方法である。この方法による時は、増感紙を用いると 2 倍拡大位ですでに像がぼけて来るので、増感紙を要しない歯科領域または手足の骨等の場合にしか高拡大の X 線像が得られないのであ

る。なお、ぼけを小さくするために焦点—フィルム間距離を大にすること、写真引き伸しの際銀粒子を目立たないようにする必要上、X 線に対し高感度を有し、且つアレの少ないフィルムを用いなければならない。その目的には、「工業用ノースクリン微粒子高感度 X 線フィルムタイプ 80」が適している。而して、その撮影法は、前述の如く身体各部に應用出来ないこと、操作に二重の手間を要する欠点はあるが、約 7 倍拡大まで鮮鋭な像が得られるという長所もある。

直接拡大撮影法とは、物体の X 線撮影を単純撮影と同じ操作で一挙に行つて了う方法であるが、今、焦点—被写体間距離を  $a$ 、被写体—フィルム間距離を  $b$  とし、被写体の大きさを  $A$ 、その X 線像の大きさを  $B$  とすれば、 $B = A \frac{a+b}{a}$  なる関係がある。従つて、今、 $a = b$ 、即ち管球とフィルムとの丁度中間に被写体を置けば、X 線像は、被写体の 2 倍拡大のものが得られるのである。 $b = 2a$  とすれば 3 倍拡大の X 線像が得られる。

X 線拡大撮影において、その像の量を小さくするためには、微小な焦点を必要とする。而して、日本では未だ微小焦点の管球は普及していない現状にある。よつて、深部治療用 X 線装置の放射口にピンホールを置くことにより高電圧下に、点状焦点を得た。この装置を用いて、金網、生体脛骨等を撮影したところ、前者では 10 倍、後者においては 3 倍まで鮮鋭度のよい拡大 X 線像を得ることが出来た。しかしこの場合は高電圧を用いる関係上、対比度は悪くなつた。但し造影剤を注入した組織の場合は、対比度が良好であつた。

次いで、微小焦点を自己バイヤス法によつて得ることに成功した。これは、X 線管球の集束電極の電位を、管球加熱繊維の電位より低下せしめ所謂自己バイヤス現象によつて繊維より逸する電子束を絞つて対陰極に、0.3mm 以下の極小焦点をつくるものである。これによれば、種々なる人体の部分に対し、2 倍又は 3 倍の拡

大撮影を簡単に行うことが出来て、しかも鮮鋭度が害されず、密着では注意をひかなかつたような小さい陰影でも発見出来るという。

以上高橋、小見山等の報告の他、外国では Zimmer, Moon その他の学者によつて拡大撮影法の研究発表が行われている。これによれば Philip では 0.3mm<sup>2</sup> の微小焦点の製作に成功し、Zimmer<sup>2)</sup> は、これによつて 2~3 倍の直接拡大撮影を行い、従来観ることの出来なかつた、微小所見を明らかにすることが出来たと述べている。

さて、私は、廻転陽極管球により、眼内異物の直接拡大撮影を試みた。而して、大きさ 0.5×0.3×0.25mm の鉄片では 2 倍拡大まで、大きさ、1.2×1.05×1.05mm 及び 0.6×0.5×0.5mm のビール瓶硝子片では 1.5 倍拡大まで容易に検出することが出来た。

而して、大きさ 0.5×0.3×0.25mm の鉄片の拡大像に濃淡のむら認められたが、硝子片の拡大像にはこのような斑は現われなかつた。

又第 I 編の実験によれば、鉄片は、大きさ 0.25×0.25×0.05mm まで、ビール瓶硝子片は、大きさ 0.4×0.2×0.2mm まで検出可能であつたにもかかわらず、本実験では、密着撮影においても、大きさ 0.3×0.15×0.1mm の鉄片では屢々陰性を示し、大きさ 0.35×0.3×0.2mm の硝子片は全く検出出来なかつた。

従つて、本拡大撮影法は、極めて微細な眼内異物の検出には不適當であるが、しかし、本撮影法によつて得られる異物の立体的所見、即ち、拡大像中に認められる陰影の斑と、拡大可能な倍率を知ることによつて、異物の密度と、形状を凡そ推察することが出来る。勿論、第 I 編の実験によつても、その陰影の鮮明度により或る程度は密度を推察することが出来るが、本拡大撮影法によれば更にこれが容易になるものと考えられる。

よつて本拡大撮影法は、これを第 I 編における撮影法と併せて行うことにより、前眼部異物の診断を容易にし得るものと思はれる。

## 第5章 結 論

大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25$  mm 及び  $0.3 \times 0.15 \times 0.1$  mm の鉄片と、大きさ、 $1.2 \times 1.05 \times 1.05$  mm,  $0.6 \times 0.5 \times 0.5$  mm 及び  $0.35 \times 0.3 \times 0.2$  mm のビール瓶硝子片を試験異物として、5個の摘出家兎眼内に夫々一片づつ挿入し、廻転陽極管球により、種々の倍率のX線直接拡大撮影を試みた。

その結果、大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25$  mm の鉄片は2.0倍、大きさ、 $1.2 \times 1.05 \times 1.05$  mm 及び  $0.6 \times 0.5 \times 0.5$  mm のビール瓶硝子片は、前者においては1.7倍、後者では1.5倍拡大まで検出が容易であつた。

而して、大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25$  mm の鉄片は1.5, 1.7, 2.0倍の各拡大の場合、鉄片陰影

の中に、濃淡のむらを示した。

又、第I編の実験においては検出可能の限界であつた大きさの、鉄片及びビール瓶硝子片と、大きさの近似している夫々同種の物質は、本拡大撮影法では顕影不能であつた。

以上の事実によつて本拡大撮影法は、極く微小の異物検出には適しないが、その拡大像の示す立体的所見と、拡大可能の倍率とにもとづき、異物の大体の密度を帰納し得る場合がある。よつて、本撮影法は、第I編の撮影法と併せて行うことにより、前眼部異物の診断を容易にし得る可能性があるものと思考される。

稿を終るに臨み、常に御懇切なる御指導、御校閲を頂いた、平松教授に深く感謝いたします。

## 主 要 文 献

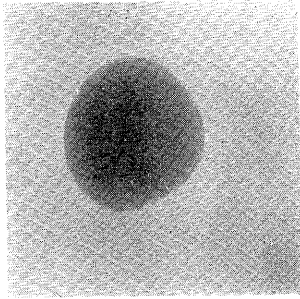
1) Moon, R. J.: Amplifying and Intensifying the Fluoroscopic Image by means of a Scanning X-Ray Tube, Science, Vol. 112, N. 2910, p. 389, 1950. 2) Takahashi, S., Kubota, Y. und Yoshida, M.: Über die Vergrößerung des Querschnittbildes des Körpers mittels Pöntgenstrahlen, Fortschr. Röntgenstr. Bd. 80, S. 387, 1954. 3) Zimmer, E. A.: Methodische Bemerkungen und Leitsätze zur direkten Röntgen-Vergrößerung, Fortschr. Röntgenstr. Bd. 75, S. 292, 1951. 4) Zimmer, E. A.: Die praktische Anwendung und die Ergebnisse der radiologischen Vergrößerungstechnik, Fortschr. Röntgenstr. Bd. 78, S. 164, 1953. 5) 小見山: ノースクリンフィルムを用いるX線間接拡大法. 弘前医学, 第3巻, 328頁. 昭27. 6) 小見山: 自己バイヤス微小焦点の拡大能力及びその焦点の大きさに就いて. 日本医学放射線学会雑誌, 第14

巻, 487頁, 昭29. 7) 小見山: 直接拡大撮影法に於ける増感紙の選択. 日本医学放射線学会雑誌, 第15巻, 91頁, 昭30. 8) 久保田: X線間接拡大撮影に於けるフィルムのアレに就いて. 日本医学放射線学会雑誌, 第14巻, 775頁, 昭30. 9) 高橋・小見山: 拡大撮影法の研究, 人工放射性同位元素 $^{35}\text{S}^*$ による撮影. 弘前医学, 第3巻, 27頁, 昭27. 10) 高橋・小見山: X硬線を用いる直接拡大撮影. 弘前医学, 第3巻, 118頁, 昭27. 11) 高橋・小見山: 自己バイヤス微小焦点を用いる直接拡大撮影. 日本医学放射線学会雑誌, 第14巻, 220頁, 昭29. 12) 高橋: X線拡大撮影法について. 日本医事新報, No. 1950, 4283頁, 昭29. 13) 吉田: 直接横断撮影法による拡大撮影. 日本医学放射線学会雑誌, 第14巻, 403頁, 昭29. 14) 吉田: 直接拡大撮影法による正常肺紋理の観察. 日本医学放射線学会雑誌, 第15巻, 91頁, 昭30.

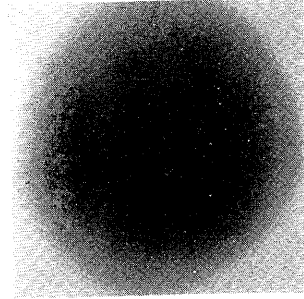
清水論文附図 (I)

大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.25$  の鉄片拡大像

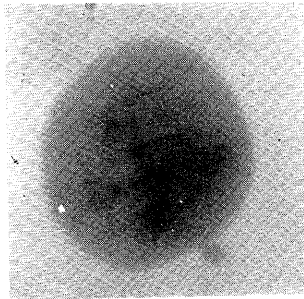
実大



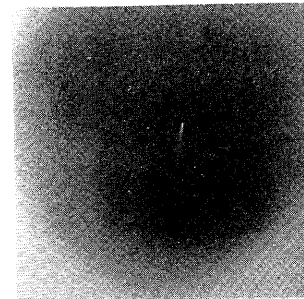
2.0倍



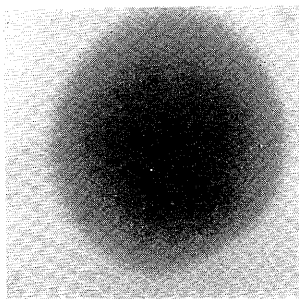
1.5倍



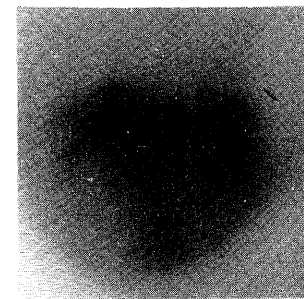
2.4倍



1.7倍



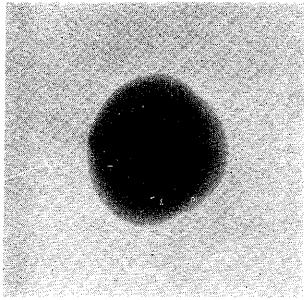
3.0倍



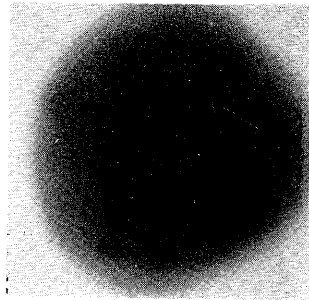
清水論文附图 (II)

大きさ  $1.2 \times 1.05 \times 1.05$  の硝子片拡大像

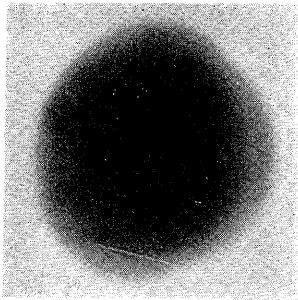
実大



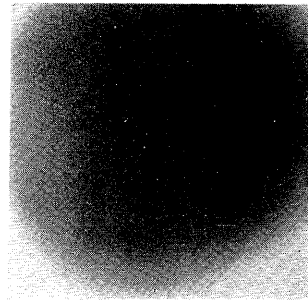
2.0倍



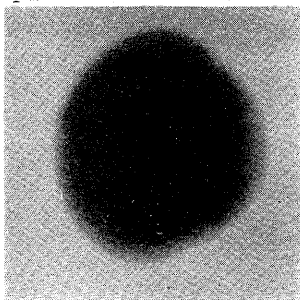
1.5倍



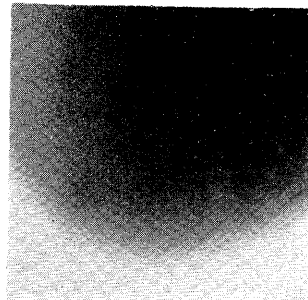
2.4倍



1.7倍



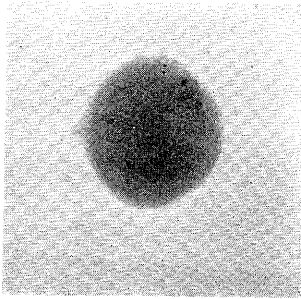
3.0倍



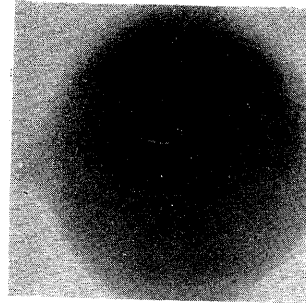
清水論文附図 (Ⅲ)

大きさ  $0.6 \times 0.5 \times 0.5$  の硝子片拡大像

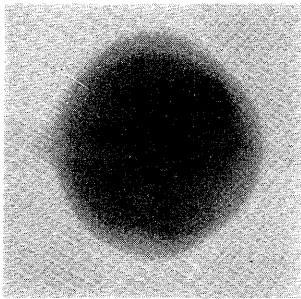
実大



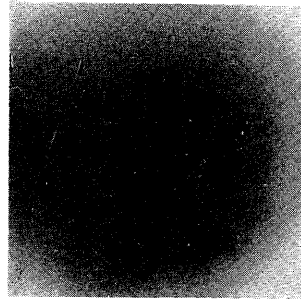
2.0倍



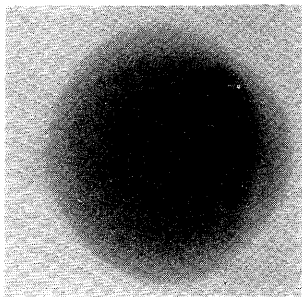
1.5倍



2.4倍



1.7倍



3.0倍

