

# Vogt 氏前眼部無骨格レ線撮影法に関する研究

## 第 I 編 眼内異物顯影能力について

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9月19日受附)

### 内容抄録

私は、Vogt 氏前眼部無骨格レ線撮影法の基礎実験として、種々の物質よりなる大小種々の試験異物を摘出家兎眼球内に入れ、二次電圧を種々に変化させて、レ線撮影を行い、その顯影能力の限界と、顯影に最適な電圧とを知ろうと試みた。

試験異物としては、金属、硝子、建築材料、その他眼内異物として侵入留止する可塑性のある物質を選び、電圧を各物質について夫々 40, 50, 60, 65KV に変化させて撮影を行つた。その結果、顯影能力の限度は、

- 1) 径 0.2mm 前後：鉄，銅，眞鍮，鉛。
- 2) 径 0.4mm 前後：鉄鑄，アルミニウム，ジュラルミン，硝子，貝殻，コンクリート，砂利，白色ペンキ。

3) 径 0.7mm 前後：陶器，瓦。

4) 径 1.0mm 前後：石炭，鉛筆の芯，モデリング・コムバウンド。

5) 径 4.0mm 前後：木片，竹片，薔薇棘，パークライト，固形パラフィン。

6) 径 4.0mm においても顯影不能：ビニール，エポナイト。

であること、及び顯影に最適な電圧は、一般に40, 50KV であることを知つた。

而して、以上の各物質中、木片、竹片、薔薇棘、固形パラフィン等の影像は、いずれも眼球影像より明るく現われて、眼球より密度の小さいことを示し、その他の物質は、すべて暗く現われて、眼球より密度の大きいことを告げた。

### 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1項 試験異物

##### 第2項 実験動物

##### 第2節 実験方法

##### 第1項 実験準備

##### 第2項 撮影方法

##### 第3項 撮影条件

#### 第3章 実験成績

##### 第1節 金属

##### 第1項 鉄

##### 第2項 鉄鑄

##### 第3項 銅

##### 第4項 眞鍮

##### 第5項 鉛

##### 第6項 アルミニウム

##### 第7項 ジュラルミン

##### 第2節 硝子

##### 第1項 窓硝子

##### 第2項 ビール壘硝子

##### 第3項 眼鏡硝子

##### 第4項 自動車用風防硝子

##### 第3節 建築材料

##### 第1項 木

##### 第2項 竹

- 第3項 合成樹脂
- 第4項 エポナイト
- 第5項 陶器
- 第6項 砂利
- 第7項 瓦
- 第8項 コンクリート
- 第9項 白色ペンキ
- 第4節 その他の物質
- 第1項 鉛筆の芯

- 第2項 石炭
- 第3項 薔薇棘
- 第4項 貝殻
- 第5項 固形パラフィン
- 第6項 モデリング・コムパウンド
- 第4章 総括並びに考按
- 第5章 結論
- 主要文献

## 第1章 緒

## 言

飛来せる異物による眼外傷は、従来の文献によれば、眼の負傷の約50%を占めるといふ。近時、科学兵器の破壊力の増大、各種工業の旺盛、交通の頻繁等によつて益々眼外傷、殊に眼球内異物の患者を増加せしめつつある現状である。

然るに、異物の眼内残留は、交感性眼炎の危険多く、中には無炎性に経過することもあるが、偶然の機会に位置の変動があり、新たに炎症を起すこともすくなくない。殊に銅片は予後不良で、たとえ無菌であつても組織液の作用により、溶解して葡萄膜に作用し、或いは化学的化膿を起して全眼球炎を来し、或いは成形性の炎症を起して眼球癆となる。加熱された鉄片は無菌であるとはいえ、眼液のために溶解されて、周囲組織に沈著しこれを障碍する、その結果、眼組織の退行性変化を起し、中心暗点、夜盲症等を起すことがある。

又、鉄が土中の石にあたり、その破片が眼内に入つたものは、枯草菌の附着により、化膿を起し易いとされている。

木片や石片においては、化学作用はないが、細菌附着による危険性が多い。

このように異物の眼内残留は、恐るべきものであるから、能う限り早期にこれを摘出すべきである。それには正確な診断によつて、その存在と、位置を確めねばならない。

さて、鉄異物の検出には、検鉄器があるが、これはその存在を告げるに止まり、位置や、大

きさを確定することが出来ず、電磁石もかたく被包されている時は、反応せぬことがある。

従つて、その診断には、X線撮影が必要となつて来る。しかし、一般単純撮影法では、頭蓋骨影像に妨げられ、微小の金属片や、眼組織と密度の近似している木片や、鉛を含有しない硝子片等は見逃すことが稀でない。

そもそも、微細な異物が、眼内に飛来侵入した場合は、その運動エネルギーの大小にもよるが、前眼部に留止することが多く、特に毛様体の内面、鋸歯状縁附近、水晶体、又は硝子体前部等に止まり易い。而して、これらの部位は、検眼鏡によつても明視出来ず、その上、続発する白内障や炎症性滲出物によつて被覆されている場合に至つては、益々診断が困難になつて来る。

1896年以来 Lewkowitzsh 及び Clark により、又1907年 Hamburger によつて、眼の無骨格撮影法が行われていたが、1921年 Vogt はこの撮影法について更に進歩した方法を考案した。

眼の無骨格撮影法とは、小さく切つたフィルムを、眼窠壁と眼球との間に挿入して、前眼部を、頭蓋骨影像の重複を避けて、撮影する方法である。この方法によれば、拡大鏡によらなければ見えぬ程微細な鉄片や、銅片、硝子片等も検出し得るといふ。

私は、この撮影法による、異物の影像と眼球組織のそれとの分析可能の限度を知ろうとして本実験を行つた。

## 第2章 実験材料並びに実験方法

実験材料並びに実験方法は、後述の通りである。

### 第1節 実験材料

実験材料には、次のような、試験異物と実験動物とを用いた。

#### 第1項 試験異物

- a) 金属
  - 1) 鉄
  - 2) 鉄錆
  - 3) 銅
  - 4) 真鍮
  - 5) 鉛
  - 6) アルミニウム
  - 7) ジュラルミン
- b) 硝子
  - 1) 窓硝子
  - 2) ビール壺硝子
  - 3) 眼鏡硝子
  - 4) 自動車用風防硝子
- c) 建築材料
  - 1) 木(桐, 樺)
  - 2) 竹
  - 3) 合成樹脂(ペークライト, ビニール)
  - 4) エポナイト
  - 5) 陶器
  - 6) 砂利
  - 7) 瓦
  - 8) コンクリート
  - 9) 白色ペンキ
- d) その他の物質
  - 1) 鉛筆の芯
  - 2) 石炭
  - 3) 薔薇棘
  - 4) 貝殻
  - 5) 固形パラフィン
  - 6) モデリング・コムパウンド

#### 第2項 実験動物

健康白色成熟家兎摘出眼球。

### 第2節 実験方法

#### 第1項 実験準備

異物の材料を順次に切断、又は破碎して、大小種々の試験異物を作り、遊標尺又は顕微鏡を用いて、大きさを正確に測り、一方摘出した家兎眼球の眼膜を、前眼部において、角膜を避けて、グラーフェ氏線状刀により、子午線の方向に小さく切開し、先に用意した、大きさ既知の異物を、1眼に1片ずつ創口より眼内に挿入した。その際、眼球の変形を防ぐために、出来る限り硝子体の漏出を少なからしめるよう注意し、又極めて微細な異物は、注射針の先端を潤して、これに附着せしめ、創口より拡大鏡で見ながら挿入した。なお眼球組織の変化を最小限度に止めるため、摘出後出来る限り短時間に実験を行つた。

#### 第2項 撮影方法

上述の如くして異物を入れた眼球を、その矢状面をフィルム面上に垂直におき、後述の条件の下に、レ線撮影を行つた。

#### 第3項 撮影条件

撮影条件は、次の如くである。

- a) レ線発生装置
  - 後藤風雲堂製ツートヘリオポス。
- b) 遮光円筒
  - 長さ 25cm, 直径 5cm の鉛製のものを製作装着した。
- c) フィルム及び現像液
  - 歯科用 サクラフィルム, サクラ 指定 現像液, 18°C 5分間現像, 後定着 5分間, 水洗30分間。
- d) フィルム-焦点間距離
  - 80cm
- e) 二次電流
  - 20mA.
- f) 二次電圧
  - 40, 50, 60, 65KV に変化させて実験した。

以下便宜上

二次電圧 40KV, 曝射時間2.0秒 を条件 I  
 二次電圧 50KV, 曝射時間0.5秒 を条件 II  
 二次電圧 60KV, 曝射時間0.3秒 を条件 III  
 二次電圧 65KV, 曝射時間0.2秒 を条件 IV  
 と称する。

### 第3章 実験成績

本章では、(+)の符号は影像の濃度を表わすものではなく、識別可能の程度を示すものである。而して、極めて明瞭に判別出来るものは(卅)、一寸注意して識別し得る程度は(卍)、ようやく認めることの出来るものは(+), あると思えばあるようにも見えるというような場合は(±)とした。

観察箱による所見は、各表を以て示すこととし、その際の照明はいずれも強度を用いた。

#### 第1節 金属

##### 第1項 鉄

鉄片は金属中最も限内異物となる機会が多く、殊に鉄製器具を用いて石塊を打つ際に飛来するものは、一般に尖鋭で、透徹性が強いという。よつて私は、第一に鉄片について実験を行った。

先ず、鉄片顕影に最適な電圧を知るために、大きさ  $0.1 \times 0.08 \times 0.05\text{mm}$  の、極めて微細な鉄片を入れた家兎眼球に対し、曝射時間を0.5秒に一定し、二次電圧を、40, 50, 60, 65KVに変化させて実験し、第1表に示す通りの結果を得た。

第1表 鉄

電圧(KV)	40	50	60	65
大きさ(mm)				
$0.1 \times 0.08 \times 0.05$	±	(+)	-	-

即ち、50KVにおいてようやく影像を識別することが出来る以外は、(±)又は陰性であった。

次に、各電圧における黒化度を一様にするために、曝射時間を電圧の変化と共に加減して、次の各群に分けて、再び実験を行った。

- 1) 40KV, 2.0sec. (条件 I)
- 2) 50KV, 0.5sec. (条件 II)
- 3) 60KV, 0.3sec. (条件 III)
- 4) 65KV, 0.2sec. (条件 IV)

然るに、第2表に示す通り、条件IIにおけるものはようやく判別出来るが、他の条件におけるものは(-)又は(±)であった。

第2表 鉄

電圧(KV)	40	50	60	65
曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ(mm)				
$0.1 \times 0.08 \times 0.05$	±	(+)	±	-

以上の実験により、50KV, 0.5sec. が鉄片顕影に最適であることを知つたので、この条件の下に、更に大きさ

- 1)  $0.25 \times 0.25 \times 0.05\text{mm}$
- 2)  $0.25 \times 0.2 \times 0.1\text{mm}$
- 3)  $0.25 \times 0.25 \times 0.25\text{mm}$

の3種を選び、実験の結果を観察するに、

(1)においては自然光線で比較的容易に、又(2)及び(3)においては極めて判然と識別出来たのである。第3表は、その結果を表わすものである。

第3表 鉄

大きさ(mm)	電圧 50KV, 曝射時間 0.5sec.
$0.25 \times 0.25 \times 0.05$	卍
$0.25 \times 0.2 \times 0.1$	卍
$0.25 \times 0.25 \times 0.25$	卍

##### 第2項 鉄 鋳

鉄片が限内に侵入して時日を経る時は、酸化鉄となり、レ線による検出が困難になるといわれている。よつて私は酸化鉄の顕影可能の限度を決定し、前項の実験によつて知り得た鉄片の顕影限度と比較し、はたして酸化鉄の方が鉄より顕影困難であるか否かを、たしかめようと試みた。而してこの場合の試験異物には、鉄材に生じた鋳を剝離して用いた。

即ち、この鉄鋳の大きさを、鉄片実験の際に用いた試験異物の数倍、 $1.6 \times 0.6 \times 0.1\text{mm}$  と

し、これを鉄片顕影に最適な条件 50KV, 0.5 sec. (条件 II) の下に撮影した。然るに、この場合は自然光線により極めて判然と影像を認めることが出来たので、更に大きさを減じて  $0.5 \times 0.3 \times 0.05\text{mm}$  とし、条件を I, II, III, IV と変化して反復撮影を行つた。而してその結果は、条件 I 及び条件 II においては、自然光線を用いてようやく影像を判別することが出来たが、条件 III 及び条件 IV においては、(±) であつた。最後に、大きさ  $0.3 \times 0.2 \times 0.1\text{mm}$  に対し同様の条件の下に実験を行つたが、これは自然光線によつても、観察箱によつても、遂に識別することが出来なかつた。以上の所見は、第 4 表に示す通りである。即ち、酸化鉄の顕影限度は、大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.05\text{mm}$  で、鉄の限度は、大きさ  $0.1 \times 0.08 \times 0.05\text{mm}$  より  $0.25 \times 0.25 \times 0.05\text{mm}$  迄であり、両者の限界の相違は可成り大きいものであることを確かめることが出来た。

第 4 表 鉄 鋳

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ \ 曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
1.6×0.6×0.1	\	卅	\	\
0.5×0.3×0.05	+	+	±	±
0.3×0.2×0.1	-	-	-	-

## 第 3 項 銅

銅片の眼内侵入は、雷管の破裂によるものが多いとせられている。

銅は、比重 8.93 で、鉄の比重 7.86 に比し大差がないので、その顕影の方法も鉄片に準じ、試験異物の大きさも鉄片のそれに近似した  $0.1 \times 0.05 \times 0.05\text{mm}$  のものを選び、条件 I, II, III, IV の下に撮影を行つた。その結果は第 5 表に示す通りである。

即ち、条件 II では (+) であつたが、他の条件ではすべて (±) であつた。これによつて銅片顕影にも鉄片と同じ条件が最適であることを知つた。

第 5 表 銅

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ \ 曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
0.1×0.05×0.05	±	+	±	±

よつて、次に条件 II により自然光線で銅片の存在が確認されるに至るまで、大きさを少しづつ増加しながら反復撮影を行つた。即ち、大きさ、

(1)  $0.15 \times 0.1 \times 0.03\text{mm}$

(2)  $0.2 \times 0.1 \times 0.1\text{mm}$

(3)  $0.25 \times 0.15 \times 0.15\text{mm}$

の順に撮影を試みたところ、(1) 及び (2) においては辛うじて、(3) においてはそれよりもやや明瞭に、自然光線によつて識別可能となつた。以上の所見は、第 6 表に示す通りである。

第 6 表 銅

大きさ (mm)	電圧 50KV, 曝射時間 0.5sec.
$0.15 \times 0.1 \times 0.03$	+
$0.2 \times 0.1 \times 0.1$	+
$0.25 \times 0.15 \times 0.15$	+

## 第 4 項 眞 鍮

眞鍮は、銅と亜鉛との合金で、銅の方が多量に含有されている。よつて顕影法も銅に準じて行つた。その結果、条件 II において自然光線により、大きさ  $0.28 \times 0.12 \times 0.02\text{mm}$  のものは容易に識別出来たが、大きさ  $0.15 \times 0.1 \times 0.05\text{mm}$  ではようやく判別される程度で、大きさ  $0.08 \times 0.05 \times 0.02\text{mm}$  では顕影不能であつた。

即ち、第 7 表に示す通りである。

第 7 表 眞 鍮

大きさ (mm)	電圧 50KV, 曝射時間 0.5sec.
$0.28 \times 0.12 \times 0.02$	++
$0.15 \times 0.1 \times 0.05$	+
$0.08 \times 0.05 \times 0.02$	-

### 第5項 鉛

鉛は、散弾、銃弾により眼内異物として侵入留止することが多いとせられている。

この比重は、11.34で重金属中大なるものに属するから、顕影も極めて容易であろうとの推定の下に、技術的に能う限り微小な試験異物によつて、実験を行つた。

即ち、大きさ  $0.1 \times 0.05 \times 0.02\text{mm}$  につき、条件 I, II, III, IV によつて撮影を試みた。然るに、条件 I, II, III では自然光線により、ようやく識別することが出来たが、条件 IV では陰性であつた。

次に、大きさを  $0.2 \times 0.1 \times 0.02\text{mm}$  として撮影した結果、条件 I, II, III, IV 共に自然光線で識別可能となつたが、条件 II と、条件 IV とを比較すると、後者の方が幾分不鮮明であつた。更に大きさを増加して、 $0.25 \times 0.25 \times 0.02\text{mm}$  とすると、条件 I, II, III, IV 共に自然光線で同程度に、而も明瞭に、認識することが出来た。第8表の示す通りである。

第8表 鉛

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ \ 曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$0.1 \times 0.05 \times 0.02$	+	+	+	-
$0.2 \times 0.1 \times 0.02$	+	++	+	+
$0.25 \times 0.25 \times 0.02$	++	++	++	++

### 第6項 アルミニウム

アルミニウムは、その比重 (2.69) が鉛の比重 (11.34) の約  $\frac{1}{4}$  に相当するので、その試験異物の大きさもこれに応じて、鉛の場合の凡そ4倍として実験を始めた。

即ち、大きさ  $1.5 \times 1.5 \times 0.7\text{mm}$  のアルミニウム破片につき、条件 I によつて撮影を試みた。その結果、自然光線において極めて明瞭に認め得る影像を得たので、次に大きさを減じて  $0.7 \times 0.5 \times 0.4\text{mm}$  とし、これにつき4条件の下に実験を行つた。而して、条件 I 及び条件 II におけるものは、なお自然光線によつて影像を認め

ることが出来たが、条件 III によるものは、ようやく識別出来る程度で、条件 IV の場合では (±) であつた。又、更に大きさを減じて、 $0.45 \times 0.3 \times 0.3\text{mm}$  として試みたが、前同様の結果であつた。よつてなお一層大きさを減じて、 $0.2 \times 0.2 \times 0.15\text{mm}$  のものにつき撮影を行つたが、これは遂にいずれの条件によつても全く顕影不能であつた。

以上の所見は、第9表に示す通りである。

第9表 アルミニウム

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ \ 曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$1.5 \times 1.5 \times 0.7$	++	\	\	\
$0.7 \times 0.5 \times 0.4$	++	++	+	±
$0.45 \times 0.3 \times 0.3$	++	++	+	±
$0.2 \times 0.2 \times 0.15$	-	-	-	-

### 第7項 ジュラルミン

ジュラルミンは、アルミニウムを主とする軽合金であるから、その顕影法もアルミニウムに準じて試みることにした。即ち、大きさ  $0.45 \times 0.4 \times 0.3\text{mm}$  のものにつき4条件の下に実験を行つたが、結果は、アルミニウムにおけると殆んど同様で、条件 I では比較的明瞭な影像を得、条件 II, 条件 III ではようやく自然光線で識別することが出来たが、条件 IV では (±) であつた。次に、 $0.15 \times 0.15 \times 0.2\text{mm}$  の大きさについて試みたが、いずれの条件によるものも全く顕影不能であつた。

以上は、第10表において示す通りである。

第10表 ジュラルミン

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ \ 曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$0.45 \times 0.4 \times 0.3$	++	+	+	±
$0.15 \times 0.15 \times 0.2$	-	-	-	-

### 第2節 硝子

硝子は、その用途広く、夫々の目的に応じて、

化学的成分の異なるものが造られているが、私は、最も一般的に使用せられて、而も屢々眼外傷の原因となり、眼内異物として侵入留止し易いもの、即ち、窓硝子、ビール瓶硝子、眼鏡硝子、自動車用風防硝子の4種を選んで、本実験に供した。

**第1項 窓 硝 子**

一般に、硝子（鉛硝子を除く）のレ線による検出は、金属の場合に比し困難であることは、両者間の比重の相違によつても明らかである。従つて、硝子顕影には金属検出に用いたものよりはるかに大なる試験異物によつて実験を始めた。

即ち、大きさ  $2.0 \times 2.0 \times 1.8\text{mm}$  の窓硝子破片を入れた家兎眼球につき、4条件により撮影を行つたが、いずれも自然光線により、極めて明瞭に存在を認めることが出来た。

次に、その大きさを順次に減少させ、 $1.2 \times 1.0 \times 1.0\text{mm}$  及び  $0.5 \times 0.5 \times 0.5\text{mm}$  につき、上述の4条件にて実験を行つた結果、これらもいずれの条件によつても、自然光線の下に影像を識別することを得た。よつて顕影可能の最小限度を知るために、更に大きさを減じ、 $0.35 \times 0.3 \times 0.2\text{mm}$  のものを選び実験を試みた。

この際には、条件 I, II, III においては、自然光線にてようやく見出すことが出来たが、条件 IV では（±）であつた。最後に、大きさ  $0.12 \times 0.1 \times 0.1\text{mm}$  のものについて試みるに、いずれの条件にて顕影不能に了つた。

第11表は、以上の所見を示すものである。

第11表 窓 硝 子

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$2.0 \times 2.0 \times 1.8$	##	##	##	##
$1.2 \times 1.0 \times 1.0$	++	++	++	++
$0.5 \times 0.5 \times 0.5$	++	++	++	++
$0.35 \times 0.3 \times 0.2$	+	+	+	±
$0.12 \times 0.1 \times 0.1$	-	-	-	-

**第2項 ビール瓶硝子**

前項の窓硝子顕影法に準じ、而もそれと成績の比較を容易にするために、試験異物の大きさも前項に用いたものに近似したものを選んで実験を行つた。而して、その結果は、大きさ  $2.0 \times 2.0 \times 1.7\text{mm}$  では、4条件いずれによるものも自然光線により極めて明瞭に判別出来、又大きさ  $1.0 \times 1.0 \times 0.8\text{mm}$  及び  $0.5 \times 0.5 \times 0.4\text{mm}$  では、各条件共になお自然光線により識別可能であつたことは、前項におけると同様であつた。

又、大きさ  $0.4 \times 0.2 \times 0.2\text{mm}$  では、4条件共に自然光線により、幸うじて判別することが出来た。なお大きさを  $0.1 \times 0.1 \times 0.08\text{mm}$  にして撮影したところ、これはいずれの条件によつても、全く顕影不能であつた。

以上の成績により、ビール瓶硝子も、窓硝子も、顕影の限界に大差がないことを知つた。

第12表はその結果を示すものである。

第12表 ビール壘硝子

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$2.0 \times 2.0 \times 1.7$	##	##	##	##
$1.0 \times 1.0 \times 0.8$	++	++	++	++
$0.5 \times 0.5 \times 0.4$	++	++	++	++
$0.4 \times 0.2 \times 0.2$	+	+	+	+
$0.1 \times 0.1 \times 0.08$	-	-	-	-

**第3項 眼鏡硝子**

窓硝子、ビール瓶硝子等の実験成績により、一般に硝子は大きさ  $0.5\text{mm}$  内外では顕影可能であると推定せられたので、眼鏡硝子は始めより大きさ  $0.6 \times 0.6 \times 0.5\text{mm}$  について、前項同様4条件の下に実験を行つた。この場合も各条件において自然光線により、その存在を検出することが出来た。よつて大きさを減じて、 $0.45 \times 0.3 \times 0.2\text{mm}$  について試みた結果、4条件いずれの場合も、自然光線で判別可能であつたが、条件 I と、条件 IV とを比較すると、後者の

方が少しく不鮮明に思われた。又大きさ  $0.1 \times 0.1 \times 0.08\text{mm}$  のものに対して撮影を試みたが、いずれの条件によつても影像を識別することが出来なかつた。

以上の所見は、第13表において示す通りである。

第13表 眼鏡硝子

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$0.6 \times 0.6 \times 0.5$	++	++	++	++
$0.45 \times 0.3 \times 0.2$	+	+	+	+
$0.1 \times 0.1 \times 0.08$	-	-	-	-

第4項 自動車用風防硝子

自動車用風防硝子は、4条件において、大きさ  $0.7 \times 0.6 \times 0.5\text{mm}$  では、いずれも自然光線にて識別可能であり、大きさ  $0.4 \times 0.3 \times 0.2\text{mm}$  では、条件 I, II, III においてようやく自然光線にてその影像を認めることが出来たが、条件 IV では(±)であつた。又大きさ  $0.15 \times 0.1 \times 0.1\text{mm}$  では、いずれの条件によるものも全く影像を見出すことが出来なかつた。

以上の所見は、第14表に示す通りである。

第14表 自動車用風防硝子

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$0.7 \times 0.6 \times 0.5$	++	++	++	++
$0.4 \times 0.3 \times 0.2$	+	+	+	±
$0.15 \times 0.1 \times 0.1$	-	-	-	-

第3節 建築材料

爆傷の際には、建築材料の破片が、眼外傷の原因となることが多いとせられている。よつて私は、これらも本実験の試験異物として採用した。

第1項 木片

木片では、比較的密度の大なる樫と、密度の小なる桐とを選び、両者の顕影限度の差につい

て比較を試みた。

a. 桐

前節の実験によつて、硝子顕影の限界を知つた。而して、木片は、硝子よりはるかに密度が小さいことはいふまでもない。従つて、試験異物の大きさもこれに応じて増加し、一辺の長さ  $1.0\text{mm}$  の桐の立方体を、大きさを正確にするために安全剃刀の刃を用いて造り、実験に用いた。即ち、これにつき4条件の下に撮影を行つたが、いずれも顕影不能であつた。

そこで立方体の一辺の長さを、 $0.5\text{mm}$  宛増加しながら、自然光線により識別し得るに至るまで、実験を重ねた。而して、大きさ  $2.0 \times 2.0 \times 2.0\text{mm}$  に至つて、はじめて各条件において、自然光線により影像を認めることが出来た。しかし乍ら、電圧の増加と共に不明瞭となつていた。従つて、自然光線によつて容易に識別し得るためには、大きさを  $3.0\text{mm}$  立方以上とし、条件は I を選ぶ必要があつた。

以上の所見は、第15表に示す通りである。

又、影像は、桐の場合は、眼球の影像より明るく現われた。これにより桐の密度は眼球組織の密度より小さいことを知つた。

第15表 桐

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$1.0 \times 1.0 \times 1.0$	-	-	-	-
$1.5 \times 1.5 \times 1.5$	-	-	-	-
$2.0 \times 2.0 \times 2.0$	+	+	+	+
$3.0 \times 3.0 \times 3.0$	++	++	+	+

b. 樫

樫の場合も試験異物を、桐と同様の方法で、 $1.0\text{mm}$  立方及び  $2.0\text{mm}$  立方のものを造り、各々について4条件の下に、撮影を試みたが、 $1.0\text{mm}$  立方のものはいずれの条件によつても、顕影不能で、 $2.0\text{mm}$  立方の方は自然光線により条件 I 及び II においては(±)、条件 III 及び IV においては(-)であつた。

更に、大きさを 3.0mm 立方として試みたが、これも 2.0mm 立方のもの同様の所見であった。而して、大きさを 4.0mm 立方に増加し条件を I 又は II とすることにより、はじめて自然光線により陰影を確認することが出来た。但し、その大きさでも条件 III 及び IV では (±) であつた。

この影像も眼球影像より明るく現われた。

これらの所見は、第16表に示す通りである。

以上の成績によつて知られる如く、樫は桐より顕影が困難であつた。これは一般に木片は眼球より密度が小さいために、比較的密度の大きい木片程、眼球との密度の差が小となつて、顕影困難になるものと推察される。

第16表 樫

電圧 (KV)	40	50	60	65
曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ (mm)				
1.0×1.0×1.0	—	—	—	—
2.0×2.0×2.0	±	±	—	—
3.0×3.0×3.0	±	±	—	—
4.0×4.0×4.0	+	+	±	±

### 第2項 竹 片

前項の木片実験成績により、この種のもものは、2.0mm 立方以下では顕影不能であることと推察し、竹片では始めより、大きさ 3.0×3.0×2.0mm の試験異物を以て、4条件の下に実験を行つた。この際も影像は、木片と同様に眼球影像よりも明るく現われて、自然光線により条件 I, II では可成り明瞭に識別出来、条件 III 及び IV にも認めることを得た。よつて顕影の最低限度を知るために大きさを 2.0mm 立方として試みたところ、条件 I, II, III において辛うじて自然光線により認めることを得たが、条件 IV では (±) であつた。又大きさを 1.5mm 立方にすると条件 I, II では (±)、条件 III, IV では (—) であつた。

以上の所見は、第17表に示す通りである。

第17表 竹

電圧 (KV)	40	50	60	65
曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ (mm)				
3.0×3.0×2.0	++	++	+	+
2.0×2.0×2.0	+	+	+	±
1.5×1.5×1.5	±	±	—	—

### 第3項 合成樹脂

近時、合成樹脂工業の発達はめざましく、その製品は、建築材料、日用品は勿論、医療器械にも広く用いられ、次第に硝子、金属、陶製品に代りつつある。従つて、眼内に異物として侵入する機会も益々多くなることと推察せられる。よつて、本実験の材料としてこれを採用した。

各種の合成樹脂中、ペークライトと、ビニールは特に広範囲に使用せられているので、試験異物には、この2種を選んだ。

#### a. ペークライト

ペークライトは、その試験異物の大きさを、木片、竹片等の実験成績より推察し、大きさを 1) 4.0×4.0×3.0mm 2) 3.0×3.0×3.0mm, 3) 2.0×2.0×2.0mm の3種とし、大きさの正確を期するために、外科用鋸で切断した後ヤスリを以てその面を研磨して造つた。

これら試験異物を、4条件の下に実験を行つた。結果は、4.0×4.0×3.0mm では自然光線により条件 I, II において容易に陰影が識別出来たが、電圧の増加と共に不鮮明となり、条件 IV では (±) となつた。

大きさ 3.0×3.0×3.0mm においては、条件 I, II, III では自然光線にて判別出来たが、条件 IV では (±) であつた。

又、大きさ 2.0×2.0×2.0mm では、自然光線によりいずれの条件の下においても (—) であつた。

以上の結果は、第18表に示す通りである。

第18表 ベークライト

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
4.0×4.0×3.0	++	++	+	±
3.0×3.0×3.0	+	+	+	±
2.0×2.0×2.0	-	-	-	-

## b. ビニール

ビニールは、ベークライトと同様の方法によつて、試験異物を造り、先ず大きさ4.0立方について、4条件下に実験を行つた。その結果を自然光線により、観察すると、条件Iでは(±)、条件II, III, IVでは(-)であつた。それ以上の大きさのものを眼内に挿入することは技術的に困難でもあり、又臨床上の意味も殆んどないので、実験を省いた。

第19表は、以上の結果を示すものである。

第19表 ビニール

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
4.0×4.0×4.0	±	-	-	-

## 第4項 エポナイト

エポナイトは、天然樹脂に属し、その製品は、現在では合成樹脂程ではないが、なお相当広く用いられているので、本実験の材料とした。

顕影法は、ベークライトの方法に準じ、ベークライト顕影の最適条件即ち、条件Iにより試験異物の大きさを4.0mm立方として、実験を行つた。然るに、結果は自然光線においても観察箱によつても(+)であつた。つづいて条件II, III, IVの下に撮影を試みたが、いずれも顕影不能に了つた。

4.0mm立方以上の大きさについては、ビニールと同様の理由で実験を省略した。

以上は、第20表に示す通りである。

第20表 エポナイト

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
4.0×4.0×4.0	±	-	-	-

## 第5項 陶器

陶器は硝子と同様珪酸塩類を主成分とするものであるから、顕影法もこれにならない、異物の大きさを

- (1) 1.5×0.9×0.75mm
- (2) 0.65×0.6×0.4mm
- (3) 0.35×0.3×0.2mm

の3種として、4条件の下に、実験を試みた。而して、結果は、予想通り硝子と大差なく、大きさ(1)においては、自然光線で極めて明瞭に認められることはいずれの条件でも同様で、(2)においては、条件Iの場合のみ自然光線で識別可能であり、(3)においては、条件I, II, IIIでは(±)で、条件IVでは(-)であつた。第21表は、以上の所見を示すものである。

第21表 陶器

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
1.5×0.9×0.75	+++	+++	+++	+++
0.65×0.6×0.4	++	-	-	-
0.35×0.3×0.2	±	±	±	-

## 第6項 砂利

砂利には多種類あるが、本実験では、路傍の砂利を砕いて試験異物とした。而して、大きさ0.6×0.4×0.3mmのものを、4条件により撮影を行つた。その結果を、自然光線の下に観察すると、条件I, IIでは同程度の濃度をもつて比較的容易に認められ、条件III, IVではそれより幾分淡く現われていた。

又、大きさを少し減じて0.3×0.3×0.2mmとしてこれを、4条件下に実験したところ、そ

の影像は、自然光線により条件 I, II では識別左程困難ではなかつたが、条件 III, IV ではようやくにして認め得る程度の淡さであつた。

次に今少し大きさを減じ  $0.15 \times 0.15 \times 0.1$  mm のものにつき検出を試みたが、自然光線のものでは、条件 I において (±), 条件 II, III, IV では顕影不能であつた。

以上の所見は、第22表に示す通りである。

第22表 砂 利

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ \ 曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$0.6 \times 0.4 \times 0.3$	++	++	+	+
$0.3 \times 0.3 \times 0.2$	++	++	+	+
$0.15 \times 0.15 \times 0.1$	±	—	—	—

## 第7項 瓦

瓦も硝子、陶器等と同様珪酸塩類を主成分とするものであるから、顕影法もこれらにならぬ、試験異物の大きさを  $0.75 \times 0.75 \times 0.6$  mm として、4条件の下に、実験を始めた。その結果は、自然光線の下では、いずれの条件によるものも、その影像を確認することが出来た。但し、条件 I によるものと、条件 IV によるものとを比較すると、後者の方が少し不明瞭であつた。

次に大きさ  $0.5 \times 0.4 \times 0.4$  mm のものを、4条件により、撮影を試みたが、この場合は、自然光線により識別出来るものは、条件 I と II によるもののみで、条件 III 及び IV によるものは (±) であつた。

最後に大きさ  $0.3 \times 0.3 \times 0.2$  mm のものを、4条件によつて実験を行つたが、自然光線のも

第23表 瓦

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ \ 曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$0.75 \times 0.75 \times 0.6$	++	++	++	+
$0.5 \times 0.4 \times 0.4$	+	+	±	±
$0.3 \times 0.3 \times 0.2$	±	—	—	—

とでは、条件 I によるもののみ (±) で、その他の条件によるものはいずれも顕影不能であつた。以上は、第23表において示す通りである。

## 第8項 コンクリート

コンクリートも亦珪酸塩類を原料とするものであるから、その顕影法も前項の瓦における実験成績を参考として、始めより大きさ  $0.3 \times 0.25 \times 0.2$  mm の如き比較的小さいコンクリートの破片を試験異物として、4条件のもとに実験を行つた。その結果は、いずれの条件によるものも自然光線により同様の濃度に陰影を認めることが出来た。

次に大きさを減じ  $0.2 \times 0.1 \times 0.1$  mm として同じく4条件の下に撮影を試みたが、この場合はいずれの条件によるものも、顕影不能であつた。

以上の結果は、第24表において示す通りである。

第24表 コンクリート

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ \ 曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$0.3 \times 0.25 \times 0.2$	+	+	+	+
$0.2 \times 0.1 \times 0.1$	—	—	—	—

## 第9項 白色ペンキ

ペンキは、我国では、亜鉛白を混じた白色ペンキが多く用いられる。私はこれが木材に塗られて皮膜を作っているものを、剝離して、本実験の材料とした。

即ち、幅 2.2mm、長さ 4.0mm、厚さ 0.4mm のものを3枚重ねて、厚さ 1.2mm とし、始め条件 I において撮影を行つた。而して、自然光線によつて極めて明瞭な影像が得られたので、次に大きさを減じて、 $0.4 \times 0.4 \times 0.8$  mm として同条件により実験したところ、なお自然光線により陰影を鮮明に認めることが出来た。次に、更に大きさを減じて、 $0.4 \times 0.3 \times 0.25$  mm とし、条件 I, II, III, IV の下に撮影を試みた

が、その影像は、条件 I, II, III の場合においては、自然光線により明確に識別することが出来たが、条件 IV の場合は少し不鮮明であつた。而して、一層大きさを減じて、 $0.2 \times 0.2 \times 0.1$  mm とし、4条件により実験を行つたところ、条件 I, II, では(±)で、条件 III, IV によるものは(-)であつた。

第25表は、以上の所見を示すものである。

第25表 白色ペンキ

電圧 (KV)	40	50	60	65
曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ (mm)				
$4.0 \times 2.2 \times 1.2$	≡	∖	∖	∖
$0.4 \times 0.4 \times 0.8$	≡	∖	∖	∖
$0.4 \times 0.3 \times 0.25$	≡	≡	≡	+
$0.2 \times 0.2 \times 0.1$	±	±	-	-

#### 第4節 その他の物質

私は、金属、硝子、建築材料以外のもので、眼内異物となる可能性の多い物質についても、実験を行つた。本節では、これらについて述べることにする。

##### 第1項 鉛筆の芯

鉛筆の芯は三菱 HB を用い、この芯を削つて直径 2.0mm、厚さ 2.0mm の円盤状として試験に供した。即ち、これを条件 I において撮影したところ、自然光線にて極めて鮮明に認めることが出来た。よつて、大きさを減じ、直径、厚さ共に 1.0mm として、4条件により実験を重ねた結果、なおいずれの条件によるものも自然光線にて容易に識別出来た。但し、条件 IV によるものは、条件 I の場合に比し幾分不鮮明であつた。更に直径と厚さを半減して 0.5mm と

第26表 鉛筆の芯

電圧 (KV)	40	50	60	65
曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ (mm)				
直径2.0, 厚さ2.0	≡	∖	∖	∖
直径1.0, 厚さ1.0	≡	≡	≡	+
直径0.5, 厚さ0.5	-	-	-	-

し、4条件のもとに撮影を試みたが、いずれも顕影不能であつた。

以上は、第26表において示す通りである。

##### 第2項 石炭

石炭の顕影は、これと同種のコークス又は無煙炭を原料とする鉛筆の芯にならい、試験異物の大きさもこれに近似した  $1.2 \times 1.0 \times 1.0$  mm とし、4条件の下に実験を始めた。この場合は、各条件において自然光線により容易にその影像を識別することが出来たが、条件 I と条件 IV とを比較すると、後者の方が幾分淡く見えた。次に、大きさを  $0.5 \times 0.5 \times 0.5$  mm として、4条件により撮影し、その結果を自然光線の下に観察するに、条件 I によるものは( )、条件 II, III, IV によるものはいずれも識別不能であつた。

以上の所見は、第27表に示す通りである。

第27表 石炭

電圧 (KV)	40	50	60	65
曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ (mm)				
$1.2 \times 1.0 \times 1.0$	≡	≡	≡	≡
$0.5 \times 0.5 \times 0.5$	±	-	-	-

##### 第3項 薔薇棘

農山村では樹枝による眼外傷が比較的多く、従つて各種の植物性の棘が眼内異物となる場合がすくなくない。よつて私は薔薇棘を試験異物として実験を行い、その影像を観察した。而して、この場合は、木片検出の結果より推察して、能う限り大きなものを試験異物に選んだ。即ち、高さ 7.5mm、底辺の長さ 8.0mm、底辺の厚さ 2.0mm の薔薇棘について4条件下に実験を行つた。その結果を自然光線によつて観察するに、条件 I では比較的容易に識別することが出来たが、条件 II, III では少し不鮮明で、条件 IV では顕影不能であつた。

薔薇棘の影像も、木片等と等しく、眼球影像より明るく現われた。

次に、高さ 7.0mm、底辺の長さ 1.5mm、底

辺の厚さ 2.0mm の大きさのものを選り、同上の各条件により撮影を試みたところ、その影像是、自然光線のもとでは、条件 I においては、容易に認められ、条件 II, III, IV の場合には全く陰性となつた。

更に又、高さ 5.0mm、底辺の長さ 1.0mm 底辺の厚さ 1.0mm の大きさのものにつき、4 条件により撮影を試みたが、いずれの条件によつても顕影不能に了つた。

以上の所見は、第28表において示す通りである。

第28表 薔薇棘

電圧 (KV)	40	50	60	65
曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ (mm)				
高さ7.5, 底辺8.0, 厚さ2.0	++	+	+	-
高さ7.0, 底辺1.5, 厚さ2.0	++	-	-	-
高さ5.0, 底辺1.0, 厚さ1.0	-	-	-	-

#### 第4項 貝殻

貝殻は骨組織類似の物質であるから、その検出は比較的容易であろうと推察したので、始めから相当小さい試験異物、即ち、大きさ  $0.3 \times 0.2 \times 0.2$  mm の貝製ぼたんの破片を選り、実験に用いた。而して、これを4条件の下に撮影を行つたところ、いずれの条件によるものも自然光線で影像を認めることが出来たが、条件 IV によるものは、他の条件におけるものより少し淡く現われた。

次に、大きさ  $0.15 \times 0.1 \times 0.1$  mm のものを用いて、4条件により顕影を試みたが、いずれも不能であつた。以上の所見は、第29表において示す通りである。

#### 第5項 固形パラフィン

眼球と密度の最も近似している物質を知ること、眼科レントゲン診断学上必要なことと思考される。固形パラフィンの実験は、このような目的のために行つたものである。

即ちこれを、直径 3.0mm の球形として眼内

第29表 貝殻

電圧 (KV)	40	50	60	65
曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ (mm)				
$0.3 \times 0.2 \times 0.2$	+	+	+	+
$0.15 \times 0.1 \times 0.1$	-	-	-	-

に入れ、I, II, III, IV 条件により撮影を行つた。その結果を自然光線の下に観察したところ、異物の影像是木片と同様に眼球影像より明るく現われ、而して、条件 I, II, III によるものはいずれも同様の濃度に認められたが、条件 IV によるものは他の場合に比して不鮮明であつた。

次に、直径 2.0mm の球形としたものにつき、同上の4条件の下に顕影を試みたところ、条件 I, II, では (+), III, IV では影像を認めることが出来なかつた。

以上の所見は、第30表において示す通りである。

この実験によつて、上述の如く、

- 1) パラフィンの影像是眼球のそれより、明るく現われること、
  - 2) 直径 3.0mm 以下では検出殆んど不能であること、
- 等を知り、同物質の密度が、眼球のそれよりわずかに小さいことを推察することが出来た。

第30表 固形パラフィン

電圧 (KV)	40	50	60	65
曝射時間 (sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
大きさ (mm)				
直径 3.0	+	+	+	+
直径 2.0	±	±	-	-

#### 第6項 モデリング・コムパウンド

モデリング・コムパウンドの実験も、前項と同様の目的のために行つたものである。

即ち、この物質をもつて、一辺の長さ 2.0mm の立方体を造り、これを試験異物として、条件 I, II, III, IV の下に撮影を行つた。その結果

を自然光線下に観察するに、この場合は、前項におけると反対に、影像が眼球のそれより暗く現われた。而して、いずれの条件によるものも容易に識別することが出来た。次に、大きさを減じ、 $1.2 \times 1.2 \times 1.0\text{mm}$  として同上の各条件の下に実験を行つたが、この場合は条件 I, II, III によるものは、自然光線において前より幾分淡く現われ、条件 IV によるものは(±)であつた。

而して、更に大きさを減じて、 $0.5\text{mm}$  立方として同上の 4 条件の下に検出を試みたが、いずれも顕影不能であつた。

以上の所見は、第31表において示す通りである。

この実験において、

1) モデリング・コムパウンドの影像は、眼球のそれよりも、暗く現われる、

2) この物質は、凡そ径  $1.0\text{mm}$  以下では検出不能である、

等のことを知つた。而して、これらの事実を綜合すれば、モデリング・コムパウンドは、

1) 眼球より密度が大である、

2) 眼球との密度の差は、パラフィンと眼球との密度の差よりも少し大である、等のことを推察することが出来た。

第31表 モデリングコムパウンド

電圧 (KV)	40	50	60	65
大きさ(mm) \ 曝射時間(sec)	2.0	0.5	0.3	0.2
$2.0 \times 2.0 \times 2.0$	++	++	++	++
$1.2 \times 1.2 \times 1.0$	+	+	+	±
$0.5 \times 0.5 \times 0.5$	—	—	—	—

#### 第4章 総括並びに考按

私は、本実験により種々の物質が眼内異物として、前眼部無骨格撮影法の対象となる時、これら異物の大きさと、レ線顕影能力との間における限界及び夫々の撮影に最適な電圧を知ることが出来た。

然るに、実験によつて決定せられた限界は、いうまでもなく、眼内に異物が、確実に存在することも、又その位置の凡そも知られている場合に観察された結果であるが、臨床上多く遭遇する如く、異物の存否すら不明の眼球を対象とする場合には、この限界をそのまま応用することは妥当でないと考えられる。レ線写真により異物陰性と思われた眼内より硝子片の摘出に成功し、あらためて先の写真を再検査したところ、明瞭に硝子片の陰影を認めたという、報告例もあるように、レ線写真の判断は、主観に影響されることがすくなくない。

以上の事柄を考慮して、私は、本実験成績中より、自然光線のもとでも影像を確認し得る限界を各物質について選び、夫々の撮影に最適な

電圧と共に第32表に示すこととした。

又、この限界を更に各物質の大きさによつて分類すれば、次の 6 群に大別することが出来る。

1) 径  $0.2\text{mm}$  前後：鉄，銅，真鍮，鉛。

2) 径  $0.4\text{mm}$  前後：鉄錆，アルミニウム，ジュラルミン，硝子，貝殻，コンクリート，砂利，白色ペンキ。

3) 径  $0.7\text{mm}$  前後：陶器，瓦。

4) 径  $1.0\text{mm}$  前後：石炭，鉛筆の芯，モデリング・コムパウンド。

5) 径  $4.0\text{mm}$  前後：木片，竹片，薔薇棘，ベークライト，固形パラフィン。

6) 径  $4.0\text{mm}$  においても顕影不能：ビニール，エポナイト。

以上の分類により、

1) 重金属顕影が最も容易で、ビニール，エポナイトが最も困難である、

2) アルミニウム(比重2.69), ジュラルミン等の軽金属は, これと比重の近似している硝子類(比重2.6前後)と同じ群に属する,

3) 陶器と瓦は共に珪酸塩類を主成分とするものであり, この両者が同じ群に属する,

4) 無煙炭又はコークスを原料とする鉛筆の芯が, 石炭と同じ群に属する,

5) 植物性の物質即ち木片, 竹片, 薔薇棘等はすべて同じ群に属する, 等のことが知られ, 理論とも大体一致することを確かめることが出来た.

又, 本実験において, 鉄錆が鉄に比して検出が容易でなかつたことは, 臨床上の事実とも一致することは, 前章に述べた通りである.

なお, 木片, 竹片, 薔薇棘等植物性物質と固形パラフィンの影像是, いずれも眼球影像より明るく現われて, 眼球より密度の小さいことを示した. 従つて, これらの物質中では, 比較的密度の大きいもの程顕影困難であることは, 第3章, 第3節, 第1項において述べた通りである.

又, エボナイト, ビニール等の如く, 径4.0mmにおいてもなお検出不能のものは, たとえそれ以上の大きさでは検出可能であつたとしても, そのように大きい異物が眼内に侵入した場合は眼球それ自身の損傷が大きく, 視力回復が望み得ないので, レ線診断の必要性もうすくなつて来る. よつて実験を省いた.

次に, 本実験成績を基礎として, 各物質をその顕影に最適な電圧により分類すれば,

1) 40KV: 木片, 竹片, 薔薇棘, 陶器, ジュラルミン.

2) 50KV: 鉄, 銅, 眞鍮, 鉛.

3) 40KV, 50KV: 鉄錆, アルミニウム, ベークライト, 瓦, 砂利, 固形パラフィン.

4) 40KV, 50KV, 60KV: 硝子, 白色ペンキ, モデリング・コムパウンド, 貝殻, 石炭, 鉛筆の芯.

5) 40KV, 50KV, 60KV, 65KV: コンクリート.

等となる. これにより各物質について最適電圧の領域の広さを知り, 電圧の変化がただちに影像の鮮明度に影響を与えるものと, 然らざるものとを区別することが出来る. これは異物の種類の診断に役立つものと考えられる.

さて, 眼内異物に関する文献を見るに, 野地は眼外傷670人中, 異物によるもの52.2%で, これを分類すれば鉄片60.6%, 塵埃炭粉12.3%, 硝子片8.9%, 木片6.3%, 石片5.9%, 弾丸3.3%, 竹片2.2%, その他鉄片以外の金属1.9%であつたと報告した.

又, 眼内異物のレ線顕影に関する文献では, A) 鉄片について

これが微小なためにレ線写真陰性を示した症例としては,

田中<sup>35)</sup>の1.0×0.5×0.5mm,

山田<sup>46)</sup>の重さ0.55mg, 長さ2.0mm,

大野<sup>41)</sup>の2.5×2.0×0.5mm,

松浦<sup>27)</sup>の0.22×0.2mm, 厚さ極小,

等の他, Wagenmann, Franke<sup>3)</sup>, 宮原<sup>26)</sup>, 茂木<sup>28)</sup>, 井上, 石川等の報告がある.

戸塚<sup>41)</sup>はどの程度の鉄片がレ線写真陰性になるかを知らうとして,

最大鉄片, 太さ1.5975mm, 長さ5.0mmより

最小鉄片, 太さ0.426mm, 長さ2.0mmに至るまで, 24種の鉄片を造り, 同一条件でレ線撮影を試みた結果,

1) 単純撮影法に相当する条件では,

太さ0.4047mm, 長さ2.0mm,

2) 無骨格撮影法に相当する条件では,

太さ0.1704mm, 長さ2.0mm,

の鉄片まで鮮明に写ることを知つたと報告した. Hertel<sup>5)</sup>は, 眼内鉄片3.0mm以下ではレ線写真陰性を示し, 無骨格撮影によれば $\frac{2}{10}$ ~ $\frac{3}{10}$ mg, までは屢々陽性を示すと述べた.

Köhler<sup>8)</sup>は,  $\frac{1}{4}$ mm,

Gullion は, 1.0mg まではレ線検出可能であると報告した.

高田、舎野は84例の臨床例について、レ線写真に影響を与えた最小鉄片の大きさは、 $0.56 \times 0.32\text{mm}$  で、それ以下では陰性であつた、と述べている。

### B) 硝子片について

戸塚<sup>41)</sup>は、細工用硝子、窓硝子、ビール瓶硝子、航空機硝子、X線防護用鉛硝子の5種類につき、含骨密蠟模型の使用により、

#### 1) 普通単純撮影法の条件

#### 2) 無骨格撮影法の条件

によつて撮影を行い、次の結果を得た。即ち、

#### 1) の条件では、

細工用硝子：径  $3.13 \times 5.0\text{mm}$ 迄

窓硝子：2枚以上重ねた時のみ

ビール瓶硝子： $3.0 \times 2.8 \times 1.5\text{mm}$ 迄

航空機硝子： $3.0 \times 3.0 \times 3.0\text{mm}$ 迄

X線防護用鉛硝子： $0.72 \times 0.63 \times 0.63\text{mm}$ 迄

#### 2) の条件では、

細工用硝子：径  $0.34 \times 2.0\text{mm}$ 迄

窓硝子： $0.9 \times 0.9 \times 0.36\text{mm}$ 迄

ビール瓶硝子： $0.72 \times 0.45 \times 0.45\text{mm}$ 迄

航空機硝子： $1.5 \times 1.0 \times 0.9\text{mm}$ 迄

X線防護用鉛硝子： $0.81 \times 0.72 \times 0.36\text{mm}$ 迄

顕影可能であつたと報告した。

Gillan<sup>4)</sup>は、窓硝子、眼鏡硝子、自動車用風防硝子、曇硝子等の破片を歯科用蠟に固定し、閉じた眼瞼の前を蓋う位置に、縋帯で固定した。これを

#### 1) 単純撮影の条件

#### 2) 無骨格撮影の条件

により撮影を行つた。その結果、

#### 1) 普通使用される大抵の硝子は、レ線に不透明であること、

2)  $2.0\text{mm}$ より $0.5\text{mm}$ の厚さの小破片は眼球、眼瞼、頭蓋骨の厚さを通して露出される時もお影響を認めることが出来る。但し、 $1.0\text{mm}$ 以下の厚さのものは、往々不明瞭となる、

等のことを知り得たと述べた。

### C) 石片、その他について

広瀬<sup>20)</sup>は無骨格撮影によつて、横径  $2.5\text{mm}$ 、縦径  $1.5\text{mm}$ 、高径  $1.5\text{mm}$ の石片を検出した他、水晶体中の鉍石、及び後房内の石片の顕影にも、成功したと報告している。

単純撮影では陰性を示した眼内異物で、無骨格撮影により検出された症例の報告では、Haemerli<sup>6)</sup>の6例、盛<sup>27)</sup>の2例、及び板橋<sup>23)</sup>の2例等がある他、船石<sup>18)</sup>は、単純撮影ではようやく発見出来るに過ぎない眼内鉄片が、無骨格撮影により極めて明瞭にその影像を現わした1例を報告し、又Vogt<sup>14)</sup>は、爆傷による眼外傷で、単純撮影法では陰性であつたものが、無骨格撮影法により石片らしいものを認め得たと述べている。

以上の報告によつても明らかなる如く、無骨格撮影法は、前眼部異物の診断には、欠くべからざる良法であることが知られる。

無骨格撮影法に用いられる条件については、Gillan<sup>4)</sup>は、二次電圧  $50\text{KV}$ を、Vogt<sup>13)</sup>は、アメリカ製ヘリウム管軟線により、二次電流  $20\text{mA}$ 、曝射時間  $3.0\text{sec}$ を、Wieser<sup>15)</sup>は、二次電圧  $40 \sim 50\text{KV}$  (Effektiv)、二次電流  $35\text{mA}$ 、曝射時間  $0.2\text{sec}$ 、皮膚-焦点間距離  $60\text{cm}$ を、Haemerli<sup>6)</sup>は、Coolidge管軟線により、曝射時間  $1.0 \sim 2.0\text{sec}$ 、遮光円筒 (長さ  $25\text{cm}$ 、直径  $7\text{cm}$ )の使用を、Phuhlは、Gundelach管軟線により、二次電流  $8\text{mA}$ 、曝射時間  $1.5\text{sec}$ にて  $0.75\text{mm}$  ( $0.1\text{mg}$ )、 $1.5\text{mm}$  ( $0.8\text{mg}$ )の鉄片の発見例を、Schinz<sup>12)</sup>は、Coolidge管使用、二次電圧  $40\text{KV}$  (Effec)、二次電流  $20\text{mA}$ 、曝射時間  $0.4\text{sec}$ 、遮光円筒 (長さ  $25\text{cm}$ 、直径  $7\text{cm}$ )使用を、戸塚<sup>41)</sup>は、レ線装置、後藤風雲堂製ヘリオポス使用により、二次電圧  $40\text{KV}$ 、二次電流  $60\text{mA}$ を、盛<sup>27)</sup>は、二次電圧  $40 \sim 45\text{KV}$ 、二次電流  $35\text{mA}$ 、曝射時間  $0.2\text{sec}$ 、皮膚-焦点間距離  $60\text{cm}$ 、遮光円筒 (長さ  $30\text{cm}$ 、直径  $6 \sim 7\text{cm}$ )、及び厚さ  $0.5\text{mm}$ のアルミニウム濾過板使用を、広瀬<sup>20)</sup>は、二次電圧  $40\text{KV}$ 、二次電流  $40\text{mA}$ 、曝射時間  $1.0$

sec を、板橋<sup>22)</sup>は、レントゲン装置 Transverter を使用、二次電圧 46KV、二次電流 80mA、曝射時間 1/3sec、遮光円筒使用、皮膚-焦点間距離 80cm を夫々報告した。

これら諸家の用いた条件を要約すれば、二次電圧は 35~50KV、二次電流は板橋、Phuhl を除けばいずれも 20~60mA、遮光円筒は、長さ 25~30cm、直径 6~7cm、皮膚-焦点間距離は、60~80cm とされている。

私の実験では、各物質につき二次電圧を、40、50、60、65KV に変化させて撮影を試み、その影像につき比較検討の結果、この領域の電圧では、

1) 木片、竹片、薔薇棘、その他の如く、密度の小さいものは、40KV による影像が最も鮮明である、

2) 重金属の如き密度の大なるものでも、大きさが極小になると 40~50KV による影像が最も明瞭である、  
等のことを知つた。

第 32 表

試験異物	大きさ (mm)	電圧 (KV)
鉄	0.25×0.25×0.05	50.
鉄鑄	0.5 ×0.3 ×0.1	40, 50.
銅	0.25×0.15×0.15	50.
真鍮	0.28×0.12×0.02	50.

鉛	0.2 ×0.1 ×0.02	50.
アルミニウム	0.45×0.3 ×0.3	40, 50.
ジュラルミン	0.45×0.4 ×0.3	40.
窓硝子	0.35×0.3 ×0.2	40, 50, 60.
ビール壺硝子	0.4 ×0.2 ×0.2	40, 50, 60.
眼鏡硝子	0.45×0.3 ×0.2	40, 50, 60.
自動車用風防硝子	0.4 ×0.3 0.2	40, 50, 60.
桐	2.0 ×2.0 ×2.0	40.
檜	4.0 ×4.0 ×4.0	40.
竹	3.0 ×3.0 ×2.0	40.
ベークライト	3.0 ×3.0 ×3.0	40, 50.
陶 器	0.65×0.6 ×0.4	40.
砂 利	0.3 ×0.3 ×0.2	40, 50.
瓦	0.75×0.75×0.6	40, 50.
コンクリート	0.3 ×0.25×0.2	40, 50, 60, 65.
白色ペンキ	0.4 ×0.3 ×0.25	40, 50, 60.
鉛筆の芯	直径1.0, 厚さ1.0	40, 50, 60.
石 炭	1.2 ×1.0 ×1.0	40, 50, 60.
薔 薇 棘	高さ 7.0, 底辺 1.5, 厚さ 2.0	40.
貝 殻	0.3 ×0.2 ×0.2	40, 50, 60.
固形パラフィン	直径 3.0 の球形	40, 50.
モデリン グ・コム パウンド	1.2 ×1.2 ×1.0	40, 50, 60.

第 5 章 結 論

私は、Vogt 氏前眼部無骨格撮影法の基礎実験として、金属、硝子、建築材料、その他の物質を試験異物として、これらを摘出家兎眼球内に入れ、無骨格撮影法に相当する条件によりレ線撮影を試み、その結果、本撮影法による異物の造影限度と、これに最適な電圧とを、知ることが出来た。

即ち、その造影限度は、第32表に示す通りで

あつた。

又、各物質共通の最適電圧は、40~50KV であつたが、木片、竹片、薔薇棘、陶器、ジュラルミン等は、40KV 以上は不適當であつた。

終りに臨み、常に御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました 恩師平松教授 並びに 御高教を頂いた 倉知教授に、厚く御礼を申し上げます。

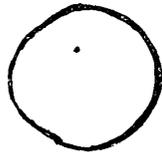
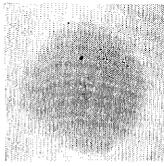
## 主要文献

- 1) **Axenfeld, T. H.** : Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde, Aufl. 7, 1922, Jena.
- 2) **Beck, E.** : Skelettfreie Röntgenaufnahme des vorderen Bulbusabschnittes, Fortschr. Röntgenstr. Bd. 36, S. 626, 1927.
- 3) **Franke, E.** : Zur Kenntniss der metallischen Fremdkörper im Auge. C. f. pr. A., Dec. p. 351, 1901 (Cited from Acta soc. ophth. japon. Vol. 6, p. 340, 1902).
- 4) **Gillan, R. U.** : The experimental radiography of small fragments of glass in relation to the human eye, Brit. J. Ophthalmol. Vol. 25, p. 117, 1941.
- 5) **Hertel, E.** : Lokalisation von Fremdkörper im Auge und Orbita und deren Entfernung, Klin. Mbl. Augenheilk. Bd. 57, S. 194, 1916.
- 6) **Haemerli, V.** : Weitere Erfahrungen mit der skelettfreien Röntgenaufnahme des vorderen Bulbus-Abschnittes, Klin. Mbl. Augenheilk. Bd. 76, S. 681, 1926.
- 7) **Holzknacht, G.** : Einstellung zur Röntgenologie, 1927, Wien.
- 8) **Köhler, A.** : Zur Technik des Fremdkörpernachweises im Augapfel, Fortschr. Röntgenstr. Bd. 6, S. 190, 1903.
- 9) **Lindblom, K.** : Bone-free radiography of the eye, Acta radiol. Vol. 15, p. 615, 1934.
- 10) **Robert, R. I.** : Visualisation of nonmetallic foreign bodies, Brit. J. Radiol. Vol. 12, p. 680, 1939.
- 11) **Rieder-Rosenthal.** : Lehrbuch der Röntgenheilkunde, Bd. 1, Aufl. II, 1924, Lpz.
- 12) **Schinz, H. R. andere.** : Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Bd. 1: Skelett. 3, Aufl. 1, 1932, Lpz.
- 13) **Vogt, A.** : Skelettfreie Röntgenaufnahme des vorderen Bulbusabschnittes, Schweiz. Med. Wschr. Jg. 2, S. 145, 1921.
- 14) **Vogt, A.** : Weitere Beobachtungen über skelettfreie Röntgenaufnahme des vorderen Bulbusabschnittes, Schweiz. Med. Wschr. Jg. 4, S. 982, 1923.
- 15) **Wieser, St.** : Weitere Mitteilungen über die Skelettfreie Röntgenaufnahme des vorderen Bulbusabschnittes nach prof. Dr. Vogt, Klin. Mbl. Augenheilk. Bd. 81, S. 234, 1928.
- 16) **潘** : 無骨格 X線撮影を行える症例に就いて, 眼臨, 第34巻, 767頁, 昭14.
- 17) **江藤** : 放射線医学, 昭29, 医学書院, 東京.
- 18) **船石** : 眼窠及び眼球内異物撮影, 綜眼, 第38巻, 523頁, 昭18.
- 19) **樋口** : 臨床家に必要なるレントゲン手技, 昭28, 日本医書出版株式会社, 東京.
- 20) **広瀬** : フォーグト氏無骨格撮影法による前眼部異物の診断に就いて, 眼臨, 第29巻, 1009頁, 昭9.
- 21) **井上** : X放線写真陰性の, 眼球内鉄片2例, 日眼, 第29巻, 63頁, 大14.
- 22) **板橋** : 眼内微細鉄片の, 無骨格レ線検出例. 眼臨, 第42巻, 104頁, 昭23.
- 23) **櫻本** : 最新化学概説, 昭18, 東京開成館, 東京.
- 24) **工藤** : 鉄片を証明し得ざりし鉄銹症の1例, 綜眼, 第36巻, 798頁, 昭16.
- 25) **松浦** : 極く微細なる水晶体鉄片による鉄症の1例, 眼臨, 第44巻, 236頁, 昭25.
- 26) **宮原** : 眼内鉄片診断及び解剖的所見, 2例, 鎮西医報, 第149号, 1頁, 大2.
- 27) **盛** : フォーグト氏前眼部異物の無骨格 X線写真撮影法に就いて, 日眼, 第32巻, 第3号附録, 銀界叢話, 139頁, 昭3.
- 28) **茂木** : 眼球鉄片外傷に就いて, の追加. 眼臨, 第42巻, 306頁, 昭23.
- 29) **長野** : 「散弾外傷及び其の診断的 X線応用」なる高橋栄氏の講演に於ける追加, 眼臨, 第15巻, 157頁, 大9.
- 30) **野地** : 眼外傷の統計的観察, 中眼, 第18巻, 1157頁, 大15.
- 31) **大野** : X線にあらわれざる前房隅角部鉄片除去例, 綜眼, 第36巻, 1601頁, 昭16.
- 32) **小口** : 大日本眼科全書, 第20巻, 眼外傷片, 昭19, 日本医書出版会社, 東京.
- 33) **大西** : 眼球内鉄片に関する所見. 日眼, 第24巻, 530頁, 大9.
- 34) **庄司** : 眼科診療の実際, 昭17, 南山堂書店, 東京.
- 35) **田中** : 診断困難なりし, 眼内小鉄片の1例, 眼臨, 第22巻, 708頁, 昭2.
- 36) **田中** : 眼内異物のフォーグト氏無骨格レントゲン撮影, 眼臨, 第27巻, 829頁, 昭7.
- 37) **田宮** : 内科レントゲン診断学 (I), 昭26, 南山堂書店, 東京.
- 38) **田宮** : レントゲン診断学入門,

- 昭28, 南山堂書店, 東京. 39) 滝口・加藤 : 診療X線取扱の実際, 昭26, オーム社, 東京.
- 40) 戸塚 : 日本眼科全書, 第5巻, 眼診断編, 第2冊, X線診断, 昭29, 金原出版株式会社, 東京.
- 41) 戸塚 : 眼球内鉄片とレ線写真の信用限度, 日眼, 第45巻, 1770頁, 昭16.
- 42) 戸塚 : 眼内鉄片とレ線写真の信用限度に就いて補遺 (X線透視並びにX線間接撮影に関する実験), 綜眼, 第36巻, 1686頁, 昭16.
- 43) 戸塚 : 眼球内鉄片とX線写真の信用限度に就いて補遺 (X線透視並びにX線間接撮影に関する実験), 日眼, 第46巻, 422頁, 昭17.
- 44) 戸塚 : 眼球又は眼窠内に侵入留止した硝子片とX線写真の信用限度. 日眼, 第52巻, 60頁, 昭23.
- 45) 宇山 : 診断し難き眼内異物, 眼臨, 第19巻, 366頁, 大13.
- 46) 山田 : 鉄片を証明し得ざりし眼内鉄片症, 実眼, 第16巻, 277頁, 昭8.
- 47) 山田 : 眼部レントゲン写真撮影に際し眼部に現われる正常軟部の組織の陰影に就いて, 眼臨, 第33巻, 1229頁, 昭13. 第34巻, 99頁, 昭14. 第35巻, 551頁, 昭15.

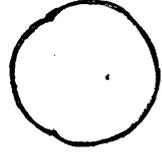
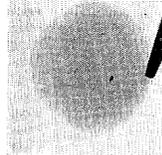
# 清水論文附図 (1)

第 1 図 鉄



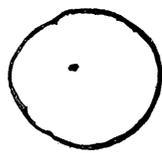
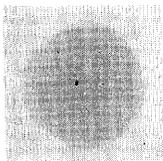
大きさ  $0.25 \times 0.25 \times 0.05$ (mm).  
条件 II.

第 5 図 鉛



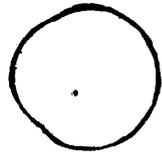
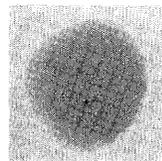
大きさ  $0.2 \times 0.1 \times 0.02$ (mm).  
条件 II.

第 2 図 鉄錆



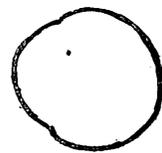
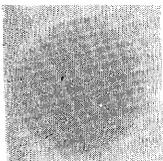
大きさ  $0.5 \times 0.3 \times 0.1$ (mm).  
条件 II.

第 6 図 アルミニウム



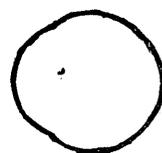
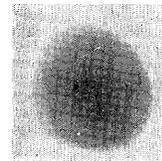
大きさ  $0.45 \times 0.3 \times 0.3$ (mm).  
条件 I.

第 3 図 銅



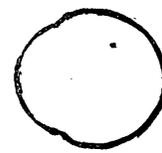
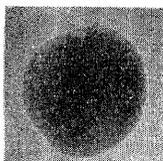
大きさ  $0.25 \times 0.15 \times 0.15$ (mm).  
条件 II.

第 7 図 ジュラルミン



大きさ  $0.45 \times 0.4 \times 0.3$ (mm).  
条件 I.

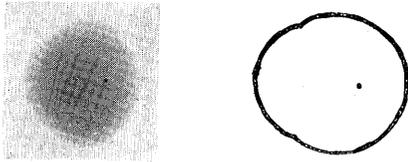
第 4 図 眞鍮



大きさ  $0.28 \times 0.12 \times 0.02$ (mm).  
条件 II.

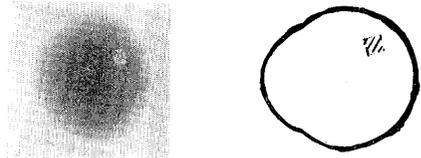
# 清水論文附図(2)

第 8 図 窓硝子



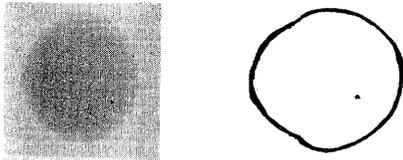
大きさ  $0.35 \times 0.3 \times 0.2(\text{mm})$ .  
条件 I.

第 12 図 桐



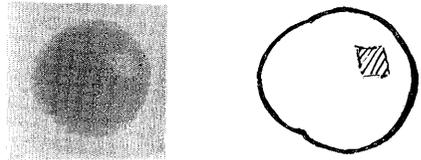
大きさ  $2.0 \times 2.0 \times 2.0(\text{mm})$ .  
条件 I.

第 9 図 ビールビン硝子



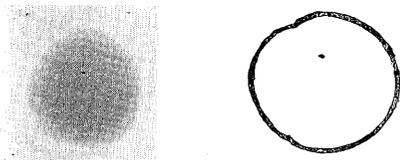
大きさ  $0.4 \times 0.2 \times 0.2(\text{mm})$ .  
条件 III.

第 13 図 樫



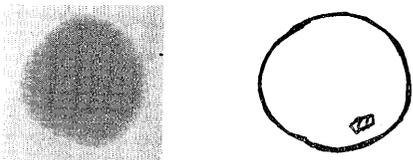
大きさ  $4.0 \times 4.0 \times 4.0(\text{mm})$ .  
条件 I.

第 10 図 眼鏡硝子



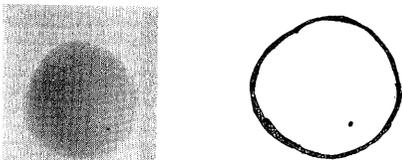
大きさ  $0.45 \times 0.3 \times 0.2(\text{mm})$ .  
条件 I.

第 14 図 竹



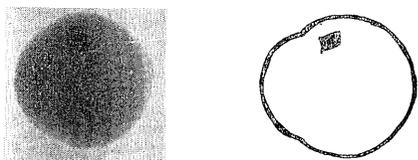
大きさ  $3.0 \times 3.0 \times 2.0(\text{mm})$ .  
条件 I.

第 11 図 自動車用風防硝子



大きさ  $0.4 \times 0.3 \times 0.2(\text{mm})$ .  
条件 III.

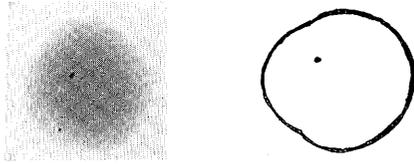
第 15 図 ベークライト



大きさ  $3.0 \times 3.0 \times 3.0(\text{mm})$ .  
条件 I.

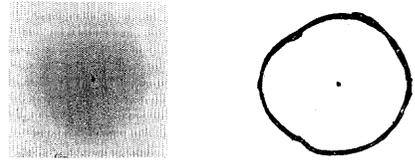
# 清水論文附図(3)

第16図 陶器



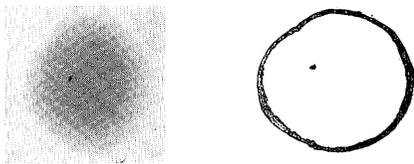
大きさ  $0.65 \times 0.6 \times 0.4$ (mm).  
条件 I.

第20図 白色ペンキ



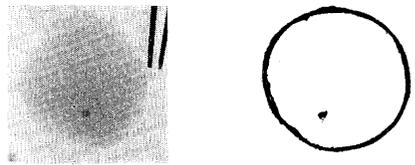
大きさ  $0.4 \times 0.3 \times 0.25$ (mm).  
条件 I.

第17図 砂利



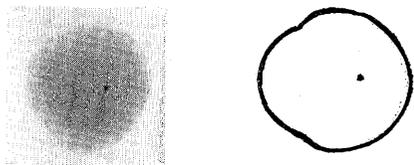
大きさ  $0.3 \times 0.3 \times 0.2$ (mm).  
条件 I.

第21図 鉛筆の芯



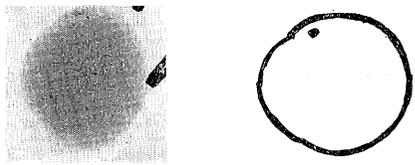
大きさ 直径 1.0, 厚さ 1.0(mm).  
条件 II.

第18図 瓦



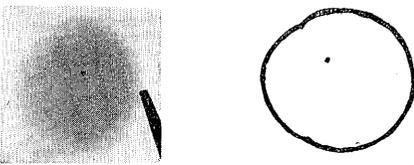
大きさ  $0.75 \times 0.75 \times 0.6$ (mm).  
条件 II.

第22図 石炭



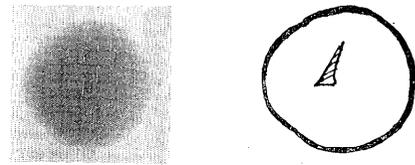
大きさ  $1.2 \times 1.0 \times 1.0$ (mm).  
条件 III.

第19図 コンクリート



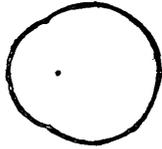
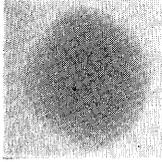
大きさ  $0.3 \times 0.25 \times 0.2$ (mm).  
条件 I.

第23図 蕨蓄棘



大きさ 高さ 7.0, 厚さ 2.0, 底辺 1.5.  
条件 I.

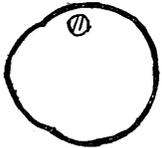
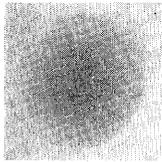
第 24 図 貝殻



大きさ  $0.3 \times 0.2 \times 0.2$ (mm).

条件 II.

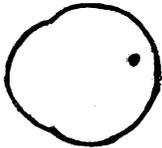
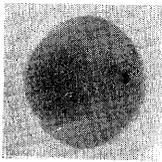
第 25 図 固形パラフィン



大きさ 直径 3.0mm の球形.

条件 I.

第 26 図 モデリング・コムバウンド



大きさ  $1.2 \times 1.2 \times 1.0$ (mm).

条件 I.