

## チャート質ケイ石の組織

引地 康夫・福尾 券一

材料開発 研究施設  
(1969年9月4日受理)

## The Texture of Silicified Chert Rocks.

Yasuo HIKICHI Kenichi HUKUO.

Material Research Laboratory  
(Received September 4, 1969)

We studied the texture of silicified chert rocks, Fujii and Fukui quartzite in Fukui Prefecture, Toyane quartzite in Gifu Prefecture, and Tamano quartzite in Aichi Prefecture.

A preliminary study of the polarizing microphotograph of thin sections of quartzite indicates that:

- (1) Fujii and Fukui quartzite consist chiefly of minute particles of crystal quartz about 0.5 to 100 $\mu$  or more in diameter but mostly between 0.5 and 3 $\mu$ . Large particles in diameter are arranged as a vein.
- (2) Toyane quartzite consists of particles of crystal quartz about 10 to 40 $\mu$  or more in diameter but mostly between 10 and 20 $\mu$ .
- (3) Tamano quartzite has the mosaic texture that consists of small groups of same crystal quartz in diameter. This quartzite consists of crystal quartz about 20-200 $\mu$  or more in diameter.

## 1. ま え が き

地殻のもっとも主要な成分はケイ酸( $\text{SiO}_2$ )であって、ケイ酸を主成分とする岩石は種類も多く、分布も広いが、そのなかでケイ酸分が多く、夾雑物のすくない特殊の組織、組成を有するもののみがケイ石(珪石)資源として利用されている。

ケイ石はセキエイ(石英)を主成分とする鉱石の俗称で、窯業原料のなかで、重要な位置をしめている資源の一つである。そして、その組成、組織によって多くの種類があるが、資源としての利用範囲は、量的な問題、組成、組織からくる種々の性質等により、限定される。

チャートはわが国の古生層中に広く分布して産出する堆積岩の一種で、その主成分はケイ酸であり、セキエイの微細結晶により構成され、酸化アルミニウム、酸化鉄、その他の成分を5~20%含むことが普通で、一般には特殊な用途をもつことがない。

等者等はチャートの組成、組織をはじめとし、その基本的な性質を把握し、新用途の開発研究を進めることを本研究の目的とした。その第一段階として、従来、窯業原料、その他の資源として利用されているチャート質珪石の代表的数例をとりあげ、その組成、組織、性質等を調べた。

ここに、その結果の概要を報告する。

## 2. 試 料

## 2.1. 位置、地質、および現況

次の4地区について調査をおこなった。

## A. 福井県藤井ケイ石

福井県南条郡今庄町

位置関係は Fig1-a の如くである。

北陸本線今庄駅近くに鉱山事務所があり、粉碎設備をもった積込場まで駅より引込線が入っている。積込場から大鶴目谷にそって東方に約3km行ったところに採掘場がある。採掘されたケイ石は索道を通して採掘場下の水洗場にはこぼれ、そこから積込場へはこぼれる。

山田正春<sup>1)</sup>によれば、この地区の地質は古生界石炭系に属する岩層、およびこれを被り第4紀層によって構成され、石炭系に属する岩層は、下から、砂岩粘板岩互層、珪質岩類、砂岩層よりなっている。そしてチャートは珪質岩類の主体をなしている。

本鉱山は昭和19年に起業され、藤倉山のふもとでフェロシリコン用として採掘され、戦後、立地条件と品位向上のため、現在の焼尾山にうつった。産出珪石は主としてフェロシリコン用、リン化製品副原料用、セメント副



社である。

## 2.2. 試料外観

### A. 福井県藤井ケイ石

良質のケイ石の外観は白色～灰白色を呈する。緻密堅硬で破面はガラス状光沢を示す。セキエイの結晶粒はおおむね観察されない。粘板岩の薄層が存在する箇所のチャートは片状構造を有し、外観は夾雑物を含むため、緑色、黄色、褐色、黒色等を呈する。

### B. 福井県福井ケイ石

外観は白色～灰白色を呈し、緻密で光沢がみられる。汚染により表面が黄褐色を呈するものも、内面は白色である。

### C. 岐阜県鳥屋根ケイ石

最も良質なチャート部分はチャート優勢帯の互層部分

の一部にあたり、外観は乳白色、灰白色、黄褐色を呈する。指さわりはなめらかで脂肪感をもっている。

粘板岩層にはさまれたところのチャートは若干、軟質となり、黄色を呈し、指による触感はずらざらし、水にて容易に表面のセキエイ粒をこすりおとせる。

### D. 愛知県玉野ケイ石

軟ケイ石化しており、指でこするうちにセキエイ粒がこすりおちてくる。全体に黄褐色がかっている。頁岩層の近辺では淡緑色を呈しているものもある。

## 2.3. 化学組成

各ケイ石の化学組成を **Table 1** に示す。外観のことなるものを採取したので、分析値はその鉱床の代表値をあらわしていない。

**Table 1** Chemical composition of quartzite and chert.

	Fuji			Fukui		Toyane			Tamano
SiO <sub>2</sub>	99.48	95.71	96.18	99.64	97.84	98.52	97.04	96.84	94.34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	1.83	0.52	0.16	0.90	0.77	1.13	1.32	1.79
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.07	0.13	0.14	0.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06	0.05	2.06	0.09	0.32	0.16	0.60	0.12	0.89
MnO	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	tr	tr	0.03	0.01
MgO	0.03	0.33	0.07	0.08	0.10	0.15	0.14	0.12	0.18
CaO	0.01	0.01	tr	tr	tr	tr	0.04	tr	tr
Ig.loss	0.29	1.60	0.97	0.26	0.72	0.24	0.58	0.96	2.37
Total	99.99	99.55	99.83	100.25	99.90	99.91	99.66	99.53	99.59
Color	white	gray	light red	white	gray	white	light brown	gray	yellowish brown

## 3. 組織観察

偏光顕微鏡、電子顕微鏡、X線マイクロアナライザーにより、各試料の組織、成分をしらべた。

電子顕微鏡による観察は、新しくつくった平滑な破面を5%のフッ酸により8分間エッチし、それをC<sub>r</sub>-C<sub>2</sub>段レプリカ法で直接倍率2000~5000で写真撮影をした。

X線マイクロアナライザーによる観察は、試料表面を平滑に研磨し、カーボン蒸着をほどこし、島津製作所製ARL-EMXにより、Al, Fe, Mg, Mn, の分布をしらべた。

### 3.1. 福井県藤井ケイ石

偏光顕微鏡観察によれば、セキエイの粒径は数μ~200μにわたり、粒径により3グループに分けられる。数μ~10μ(A), 20~30μ(B), 40μ~200μ(C)で、そのなかでAのグループが組織の主体をなしている。B, Cのグループは脈状に配列し、わずかのものは小集団を形成している。

Aグループの微粒部分は倍率40×10でも粒径の判定が

困難である。そして顕微鏡のステージを回転することにより、Aグループの部分に球しょう状のものがあらわれ、更に回転すると別のところにあらわれる。球しょうを構成するのは微細なセキエイ群である。Aグループ内で玉ずいと推測されるものがみられる。それは放射線状にせんい状結晶の集合した球状の部分や細い柱状にみえる微粒の部分として観察される。

B, Cのグループは脈状配列、ないしは小集団を形成する。脈状配列の縁辺部分と中心部分とではセキエイの粒径がかなりことなり、一つの例では直径比1:20程度もある。脈状配列の縁辺部分は微粒のセキエイが櫛状\*に配列している。そして、その櫛の一つ一つが、ある範囲において、同一消光をしめす。

櫛状配列が2列、3列になった場合も観察される。珪酸に富み、白色～灰白色を呈する珪石は顕微鏡下におい

\* 「櫛」の用語例として吉木文平「鉱物工学」P132, 昭和38年, 技報堂がある。

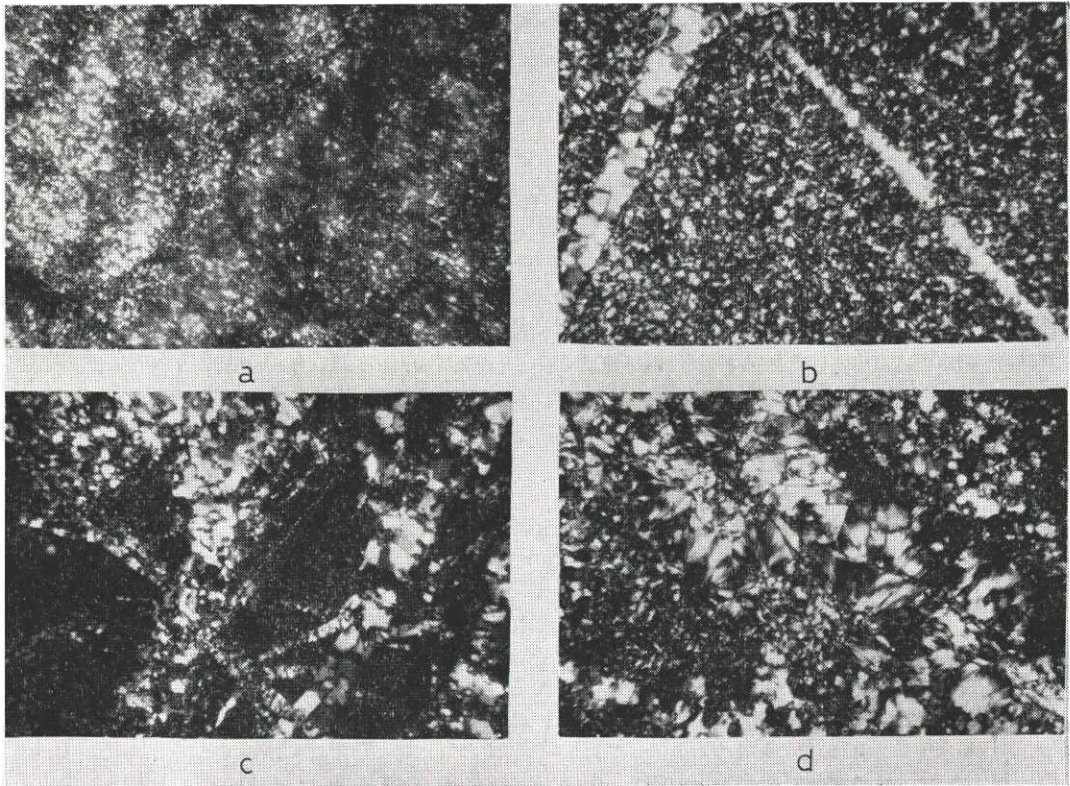


Fig. 2 Microphotographs of Fujii chert. Crossed nicols  $\times 500$ .

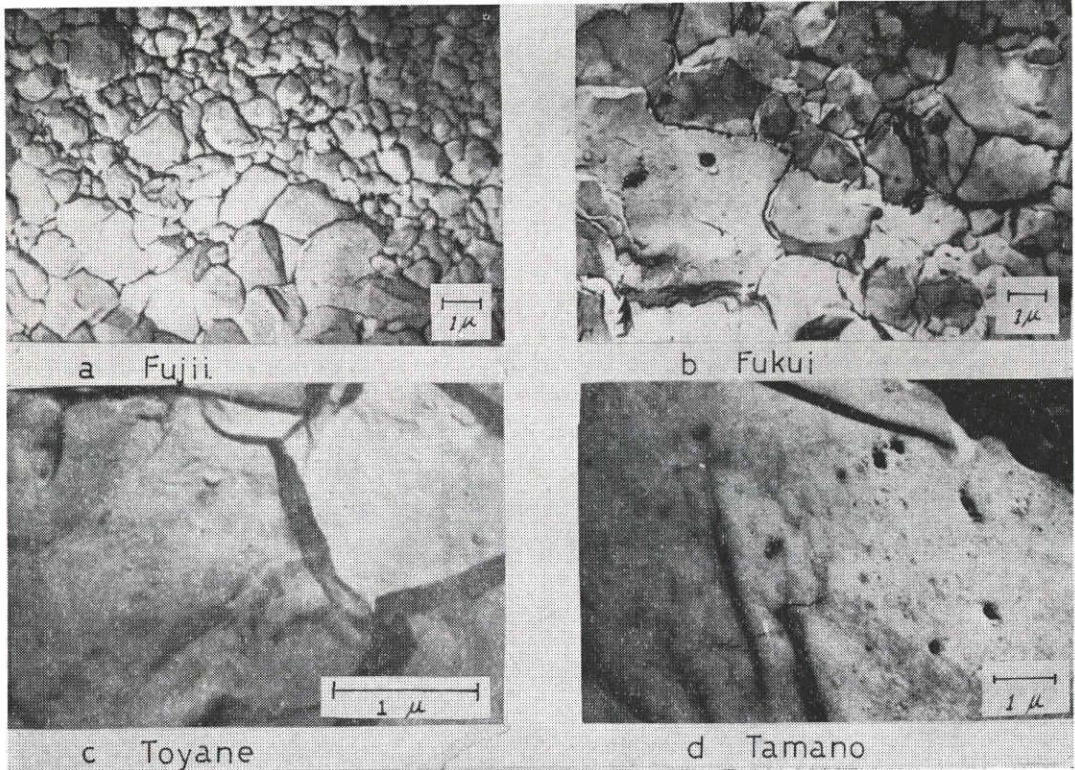
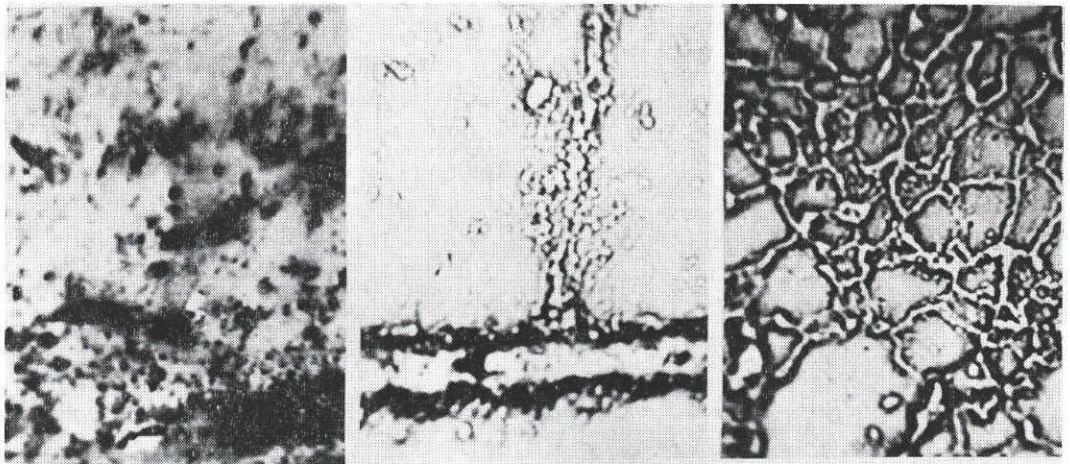
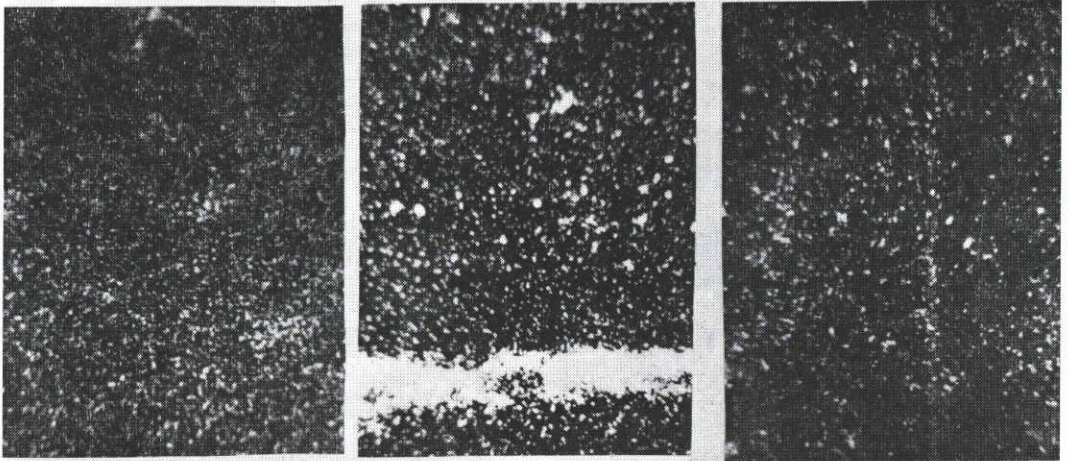


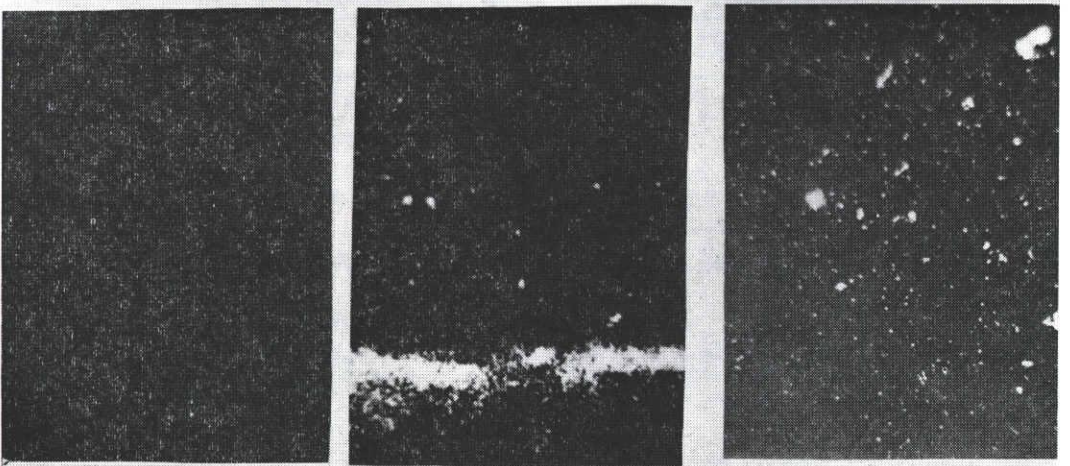
Fig. 3 Electron microphotographs.



Sample Current Image.



Fe K $\alpha$  Characteristic X-ray Image.



Al K $\alpha$  Characteristic X-ray Image.

a. Fujii.

b. Toyane.

c. Tamano.

Fig. 4 The sample current image and the characteristic X-ray image of Fe, Al. Acc voltage 20kV.  $\times 175$ .

て、夾雑物はほとんど認められない。肉眼で、しかもようが観察されたり、また黄色とか赤色を呈しているケイ石は、顕微鏡下で、わずかではあるが夾雑物が認められる。夾雑物は微粒のセキエイ部分に多い。

**Fig. 2** に偏光顕微鏡写真をしめす。

**Fig. 2—a** は数 $\mu$ のセキエイ部分であり、セキエイの形状は微細ではっきりしない。顕微鏡のステージを回転することにより、各領域ごとに消光をする。**Fig. 2—b** は脈状配列の例である。脈状配列については総括でふれる。夾雑物は脈状配列をとっているセキエイ群上にはすくなく、脈状配列をとっているセキエイとそうではないセキエイとの境界にみられる。夾雑物は微量ではっきり確認はできない。顕微鏡下で黄緑色を呈し、伸長方向に直消光を示す微細な針状結晶、および黒褐色不透明鉱物とが観察される。**Fig. 2—c** は脈状配列、および小集団をしめす。**Fig. 2—d** は放射線状にせんい状結晶の集合した例である。

**Fig. 3—a** に電子顕微鏡写真をしめす。

数 $\mu$ 程度の微粒部分をみたものであり、径の大きなセキエイ粒は集まり、その周囲を微粒セキエイがうめている。藤井ケイ石のうち、とくに淡赤色がかつたものX線マイクロアナライザーで調べたのが**Fig. 4—a**である。Alの分布はほとんどみられず、Feの広汎な分布がみら

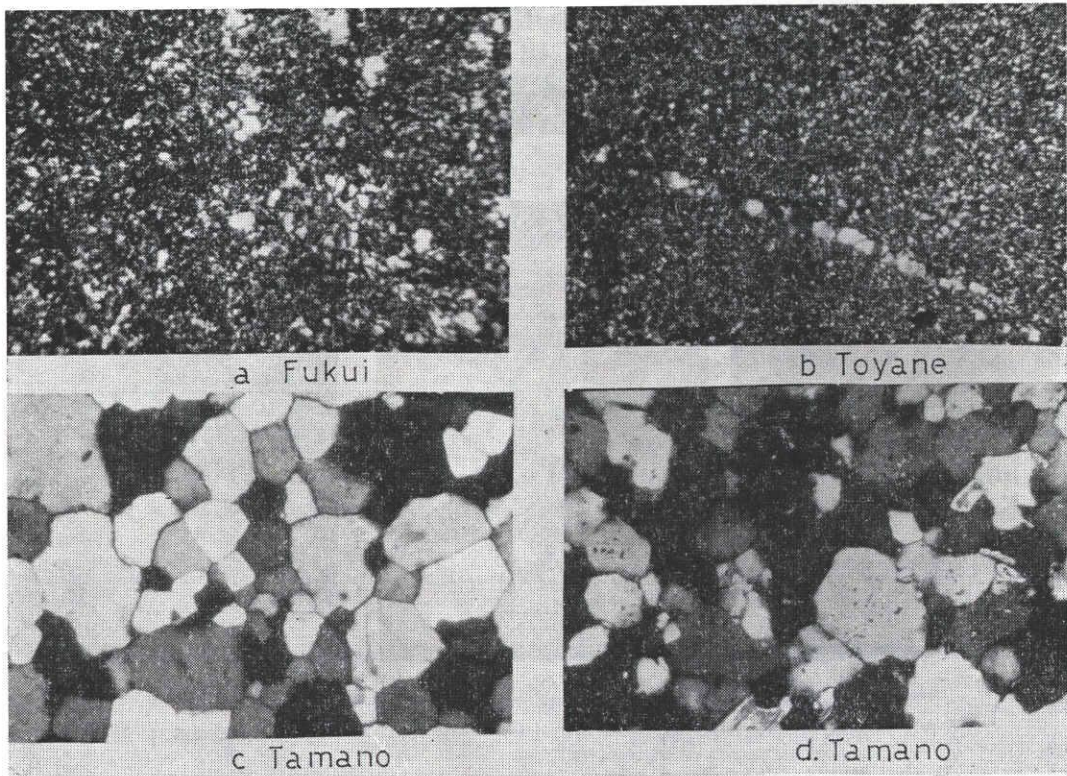
れる。すくなくとも、この淡赤色はFeの分布によるものであり、**Table. 1**の $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2.06%とも相応ずる。

### 3.2. 福井県福井ケイ石

偏光顕微鏡観察によれば、セキエイの粒径は数 $\mu$ ~200 $\mu$ にわたり、粒径により3グループにわけられる。数 $\mu$ ~10 $\mu$ (A)、30 $\mu$ ~60 $\mu$ (B)、150~200 $\mu$ (C)で、そのなかでAのグループが組織の主体をなしている。**Fig. 5—a**は微粒部分をみたものである。**Fig. 3—b**に電子顕微鏡写真を示す。数 $\mu$ ~10 $\mu$ 程度の粒の集合状況であり、粒子境界は凸凹が激しい。観察される孔は0.2 $\mu$ ~0.4 $\mu$ 程度で外形の不規則なものは亀裂を伴う場合が多くみられるも、その亀裂は短く、外界と孔との連結の役割を果していない。

### 3.3. 岐阜県鳥屋根ケイ石

偏光顕微鏡観察によれば、セキエイの粒径は10 $\mu$ ~40 $\mu$ の範囲にわたり、そのうちで10 $\mu$ ~20 $\mu$ (A)の粒が組織の主体をなし、20 $\mu$ 以上(B)の粒が小集団ないし脈状配列をとっている。粒の形はよくそろい、粒度分布の幅もせまい。観察される脈状配列は藤井ケイ石の場合とことなり、セキエイの粒が飛び石のように配列するときと、同じ位の大きさのセキエイ粒が集合して配列するときがある。そして脈状部分の縁辺部分と中心部分とでは粒径の大きながいはない。櫛状に配列する微粒セキエイ



**Fig. 5** Microphotographs. Crossed nicols.  $\times 500$ .

イも観察されない。

珪酸に富み、かつ乳白色のケイ石は顕微鏡下において、夾雑物はほとんど認められない。黄褐色のケイ石では顕微鏡下において、微細な赤黒色の不透明鉱物の存在が観察される。Fig. 5—b は脈状配列をみたものである。

電子顕微鏡写真を Fig. 3—c に示す。セキエイ破面はなめらかなものと起伏にとんだもののが、観察される。存在する小孔は  $0.1 \sim 0.2\mu$  程度のもの、および  $0.05\mu$  前後のもののが観察され、孔の形状は不規則であり、わずかではあるが、孔の周囲に短い亀裂を伴っているものもある。そして孔はそれ自体 外界から孤立している。X線マイクロアナライザーで調べたのが Fig. 4—b である。白色ケイ石の上にしまもようがあるのを試料とした。Fe, Al, Mg, Mn のうち、Mg, Mn はほとんど認められず、しまもようの上に中心部 Al の分布、その周辺を Fe が分布することが観察される。

#### 3.4. 愛知県玉野ケイ石

偏光顕微鏡観察によれば、セキエイの粒径は  $20\mu \sim 230\mu$  にわたり、粒径により3グループにわけられる。 $20 \sim 30\mu$ (A),  $30 \sim 60\mu$ (B),  $60 \sim 200\mu$ (C) で、そのなかで B, C のグループが多い。A, B, C のグループは各々小集団を形成し、それらがいりまじったモザイク状組織を形成している。

セキエイの表面は小さな気泡ないし液泡がごみのように散在するものも観察される。

小集団の集合によるモザイク組織の部分に夾雑物が多い。この夾雑物は微粒のものから、それらの集合したもので、観察されるが、多色性が強く、振動方向により淡黄～褐色、褐色～赤褐色～濃褐色に変化することなどから黒雲母であろうと推定される。夾雑物はセキエイとセキエイとの境界に位置し、境界の多い微粒セキエイ群中に多数散在する。偏光顕微鏡写真を Fig. 5—c, 5—d に示す。

電子顕微鏡写真を Fig. 3—d に示す。小孔の径は  $0.1 \sim 0.2\mu$ 、およびそれ以下の孔とがあり、前者の孔の形は球状のものと、不規則のものがあり、後者は球状のものが多い。外界と孔とのつながりについては鳥屋根ケイ石の場合と同じである。

褐色のケイ石についてのX線マイクロアナライザーの結果を Fig. 4—c に示す。Fe, Al, Mg が一面に分布しており、Mg は黒雲母によると思われる。

#### 4. 総括

藤井ケイ石、福井ケイ石は類似の組織を有し、玉ずいを含む数 $\mu$ 以下の微粒セキエイよりなり、数 $10\mu$ のセキエイ群が脈状配列をなしている。

鳥屋根ケイ石は粒度のよくそろった組織をなし、組織の母体は  $10 \sim 20\mu$  のセキエイ群であり、それよりも大きなセキエイは飛び石状ないし、珠数状の配列をとっている。

玉野ケイ石は  $20 \sim 200\mu$  のセキエイよりなり、粒径の近いセキエイ群が各々小集団を形成し、それらのいりまじったモザイク組織を形成している。

脈状配列として観察されたのは次の6種であり、図例を Fig. 6 に示す。

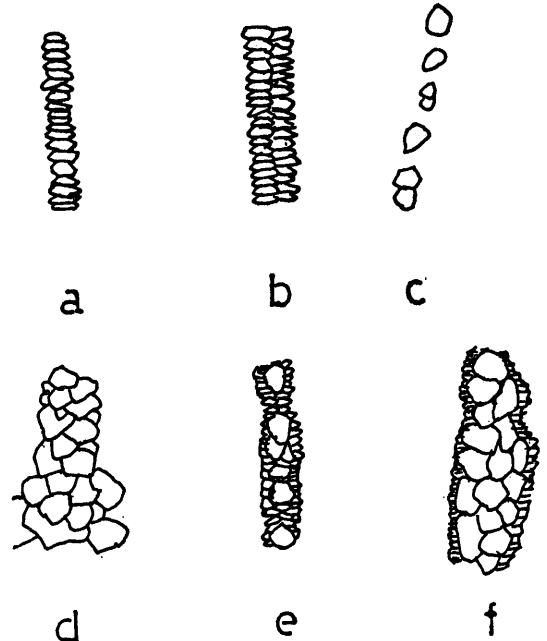


Fig. 6 Sketch of vein observed under microscope.

- (1) くし状型
  - (a) 単一くし状の配列 (Fig. 6—a)
  - (b) 複数のくし状配列 (Fig. 6—b)
- (2) 珠数状型
  - (a) セキエイが1ケずつ珠数状に配列する。(Fig. 6—c)
  - (b) 珠数が集合し、集団を形成。(Fig. 6—d)
- (3) 混合型
  - (a) 珠数状配列の両側に微粒セキエイがくし状に配列したもの (Fig. 6—e)
  - (b) 珠数の集団化したものの両側にセキエイがくし状に配列したもの。複数のくし状配列をも含む。(Fig. 6—f)

藤井ケイ石、福井ケイ石では (1)—a, (1)—b, (3)—a, (3)—b, 鳥屋根ケイ石では (2)—a, (2)—b が多く観察された。

以上、組織の面からのみ追求したが、組織と物性との  
関連については後日、報告する予定である。

なお、本研究は文部省科学研究助成金によったもので  
ある。

## 文 献

- 1) 山田正春；地質調査所月報，5〔11〕53～56昭和29年。