

## 山形県飯豊町遅谷の珪砂鉱床

井上 秀雄\* 徳永 重元\*\* 山田 正春\*

## On the Silica Sand Deposit in the Osodani Area, Iide, Yamagata Prefecture

By

Hideo INOUE, Shigemoto TOKUNAGA, and Masaharu YAMADA

## Abstract

The silica sand deposits, dealt with this report, lie in the Osodani area, Iide, Yamagata Prefecture. The area is located at about 40 km west of Yonezawa.

The Osodani area is underlain generally by the following formations:

Quaternary	{	Alluvium	{	Karuizawa conglomerate Bed (300 m)		
		Terrace deposits		Tenoko siltstone Bed (450 m)		
Tertiary	{	Toyokawa Formation	{	Takamine coal-bearing Formation (450 m)		
				Ojika Formation	{	Upper coarse sandstone Bed (200-300 m)
						Lower medium sandstone Bed
		Shirakawa Formation	{	Yugoya shale Bed (300 m)		
				Maze shale and tuff Beds (200 m)		
Arao Formation						
~~~~~						
Granites and others						

The silica sand deposits in this area are found in so-called Green-tuff Formation, and this silica sand bed is considered to be a part of the Takamine coal-bearing Formation. The deposits are subdivided stratigraphically into two parts, upper and lower.

In this prospecting area, there is a dominant regional synclinal folding trending toward north to south, and the silica sand deposits are found intermittently about 15 km long on the both sides of the fold axis.

Generally, silica sand ores consist of sand part (60-80%) and clay part (40-20%). The sand part is composed mainly of rounded quartz grains, and subordinately of fragments of feldspars, cristobalite, and other rock forming minerals. The clay part is composed of meta-halloysite, halloysite, and other clay minerals (chiefly montmorillonite).

Grain size distribution of the sand part of ores ranges from 48 to 65 mesh.

An average chemical composition of the concentrated ores is as follows:

SiO<sub>2</sub> 97.55%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.38%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.06%,

and that of the clay part of ores:

SiO<sub>2</sub> 50%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 30%, R<sub>2</sub>O 0.05%, Ig.loss 15-16%, SK 36.

\* 鉱床部

\*\* 燃料部

要 旨

珪砂鉱床は山形県西置賜郡飯豊町遅谷にあり、米沢市の西方約40kmに位置している。

地質は次のものから構成され、南北性の軸を有する褶曲構造が支配的である。

- 第四系 { 沖積層  
段丘堆積物
- 豊川累層 { 軽井沢砂岩、礫岩層(300m)  
手ノ子淤泥岩(450m)  
高峰夾炭層(450m)
- 大鹿累層 { 上部粗粒砂岩層 } (200~300m)  
下部中粒砂岩層
- 白川累層 { 湯小屋頁岩層(300m+) }  
間瀬頁岩凝灰岩互層(200m+)
- 洗尾累層(1,000m+)
- 花崗岩類

珪砂鉱床は緑色凝灰岩(洗尾累層)上位にある第三系中の、高峰夾炭層の中に発達した層状鉱床で、上部鉱床と下部鉱床からなっている。

鉱床は向斜構造に支配されて胚胎し、その東側と西側に帯状に発達し、延長13km間に断続して認められる。主要鉱床はN50°E方向に3kmの範囲で、厚さ100m前後を有し、良質部である上部鉱床の厚さは20~50mである。

鉱石は砂60~80%、粘土20~40%から構成されており軟弱で、水を含むと容易にくずれる。

珪砂は主として丸い石英粒からなり、カリ長石、斜長石、クリストパライト、重鉱物類、および岩石破片からなっている。

粘土鉱物はメタハロイサイト、ハロイサイトが主で、少量のモンモリロン石からなっている。

珪砂の化学組成は良質帯で平均 SiO<sub>2</sub> 97.55%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.38%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.06% で、粒度は48~65メッシュのものが多い。

粘土の化学組成は SiO<sub>2</sub> 50%±、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 30%±、R<sub>2</sub>O 0.05%±、I<sub>g</sub>.loss 15~20%、SK 36± である。

1. ま え が き

山形県南部に当たる西置賜郡飯豊町は、米沢市の西方に位置し、飯豊山塊によって南縁を限られ、西は小国町に接している。

従来飯豊町の中中部から南部にかけた地域では炭層が稼

行されたことがあり、置賜亜炭田として知られていた

この炭田地域に関しては、すでに2,3の調査報告があるが、とくに珪砂鉱床について注目され、あるいはふれているものはなかった。

近年になって同町南部の遅谷地区に良質の珪砂鉱床が発見されるに及んで、この地域とくに含珪砂層の層位および珪砂の品位について、また鉱床の賦存範囲の問題が注目されてきた。

本稿ではこの地域の地質層序の概説を行なったのち珪砂の鉱床学的調査をまとめてある。

その後開発がすすめられているのでこの基礎的調査が役立つことを期待している。

飯豊町遅谷地区には最上川の支流である白川ぞいに発達する低地帯と、飯豊山塊の北麓に当たる500~700mの山地とが分布し、比較的広く開析された流域をもつ小河川が多く存在する。

遅谷地区は米沢市の西方約40kmに当たり、米沢市からバスの便がある。冬季は積雪のため玉庭までは通行可能であるが、それより遅谷までは徒歩によらねばならない。最寄り駅は米坂線手ノ子駅で、将来の鉱石搬出には当駅が便利である。

調査に際しては山形県鉱業研究所の厚意によるが多かった。また日本珪砂工業株式会社から多くの便宜をうけ調査を遂行することができた。

ここに深謝の意を表する次第である。

地形測量は磯己代次・川野辰男・橋本知昌・井上正文が担当した。

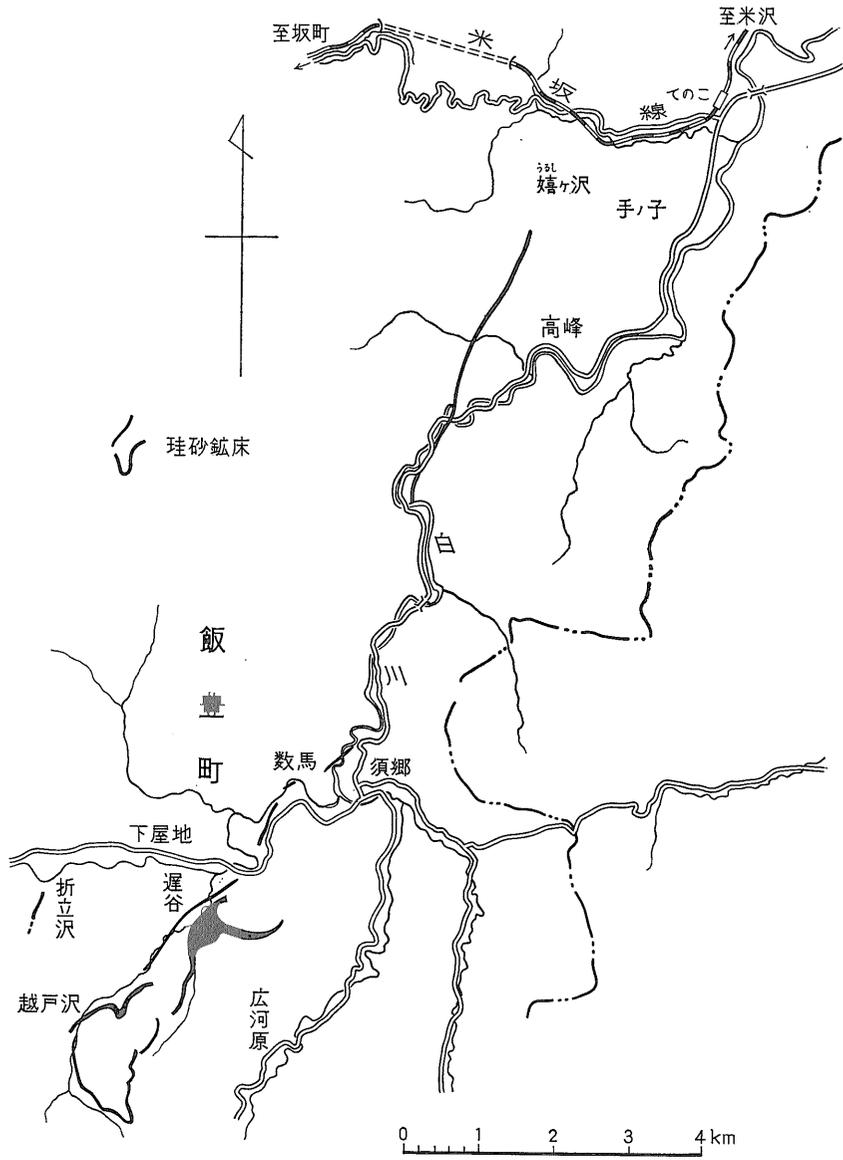
2. 地 形

本地域は米沢盆地の西に当たり、南西約10kmには花崗岩類からなる飯豊山塊の諸峰が、ほぼ東西に連なっている。最上川の支流である白川は飯豊山塊に源を發し、北東流して本地域および手ノ子を經て、松川付近で本流の最上川に合流している。その間屈曲をくりかえして激しく侵食され、各所に急壁がつくられ、とくに高峰部落付近では小景勝地がつくられている。

珪砂鉱床のある遅谷部落周辺の主要な水系である越戸沢は、杉沢、および上沢を合流した後遅谷部落の北方で白川に注いでいる。それらの水系の各上流域は凝灰質岩石からなり、著しい侵食をうけて谷の両岸には急壁が連続し、また小瀑布、おう穴も各所にみられる。

3. 地 質 概 説

飯豊町の手ノ子付近を中心とする地域には第三系が広く分布し、褶曲および断層が多く地質構造が複雑なとこ



第1図 位置交通図

ろである。それらの地質構造および基盤岩である花崗岩などの分布、その他から考察すると基本的には南北に走る褶曲軸をもつ南北性の構造が支配的である。

地域内に分布する第三系の層序は調査地の北方飯豊町手ノ子付近で徳永・棚井 (1954) によってすでに定められており、今回の調査地内にそれが適用可能であるため岩相上改めて地層名を設定する必要はないのでそれを使用した。

基盤岩はこの調査地内では露出していないが、飯豊山方面における花崗岩類が、第三系の基盤岩であることは皆川信弥 (1971)、神保真 (1971) 等の広域の調査で判明している。

第1表 飯豊町手ノ子地区地質層序表 (1954)

第四系	沖積層		
	段丘堆積物		層厚
第三系	豊川累層	軽井沢砂岩礫岩互層	(300m)
		手ノ子泥岩層	(450m)
		変峯夾炭層	(450m±)
	大鹿累層	上部粗粒砂岩層	(200~300m)
		下部中粒砂岩層	
白川累層	湯小屋頁岩層	(300m+)	
	間瀬頁岩凝灰岩互層	(200m+)	
	洗尾累層		
	花崗岩類		

(置賜亜炭田, 地調月報 vol. 5, no. 12 による)

3.1 層序

遅谷地区調査範囲内(1万分の1地質図)では第1表のうち最下位第三系の洗尾累層の一部から上位軽井沢層までの地層に相当するものが分布していると考えられる。大鹿累層および豊川累層中の高峰夾炭層は薄化し、また炭層をほとんど挟まなくなり、白川累層中の湯小屋頁岩層に相当する地層は比較的厚くなる。

一般的にはこの堆積盆地の南縁を示す岩相と考えられるが、これら層序対比の鍵となる浮石砂層はよくとらえられ、その層位から推して第2表のような対比が考えられる。

遅谷地区が辺縁相であるため手ノ子地区のような層序的対比の細分はむずかしいが、岩相区分では右端のような小分けができる。

以下の記述は1万分の1地質図による層序区分を元としてその内容を説明する。

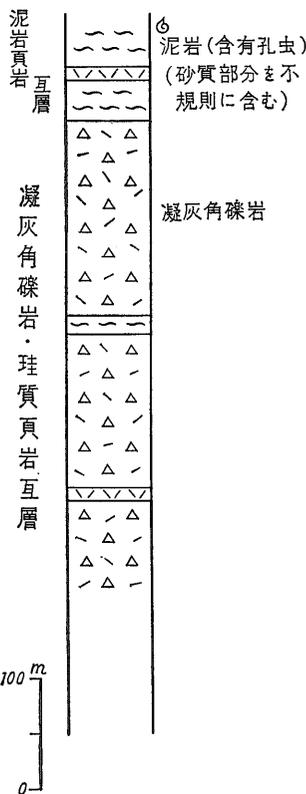
3.1.1 凝灰角礫岩珪質頁岩互層

遅谷概査地域内に分布する最下位層であり、調査地東縁の広河原川にそって地域、および広河原南方に分布する

第2表 遅谷地区地質層序表

	手ノ子地区 (徳永・棚井1954)	遅谷地区 (1万分の1図内) 1970	遅谷地区 (2000分の1図内) 1970
	沖積層	段丘礫層	沖積層 崖 錐
豊川累層	軽井沢層	砂礫互層	砂礫・凝灰岩層
	手ノ子層	砂岩頁岩互層	砂岩帯 凝灰質砂岩層
	高峰層		上部珪砂層
大鹿累層	大鹿層 上 下	砂岩頁岩互層	凝灰岩層
			青岩色帯砂
白川累層	湯小屋層	泥岩頁岩互層	泥岩頁岩互層
	間瀬層		
	洗尾累層	凝灰角礫岩 珪質頁岩互層	分布せず

VV軽石砂層



第2図 飯豊町敷馬付近地質柱状図

淡緑色凝灰岩、珪質頁岩、角礫岩等の互層を主とする。一部では淡緑色を帯びる非常に硬い岩相を呈する。

層厚は400 m以上。北部の数馬の谷ではよくその層序がわかり、第3図に示したような内容である。この谷の入口においては砂混り泥岩層が露出し、その中には有孔虫化石を多く含む。さらにその下位は凝灰角礫岩と珪質頁岩の互層となり所々に凝灰岩を挟む。

この岩相は調査地の東縁の広河原川にそ地域にもよく露出し、須郷より広河原方面へかけて標式的に発達し、とくにこの付近では緑色凝灰岩が多い。

この層は岩相および構造上最下位第三系と考えられるので、手ノ子方面の洗尾累層に相当するものであろう。なお広河原方面ではこの層中に玄武岩質安山岩が進入している。

### 3.1.2 泥岩頁岩互層

本層は調査地内の東側および下屋地方面に南北の分布を示し、層厚は300 m±、主として頁岩・泥岩および砂岩の互層からなる。

層理がよく発達し剝離性あり暗灰色を呈する。化石とくに有孔虫化石が調査地北部数馬西部の谷入口、および宇津沢川と白川合流点付近、さらに南部の越戸沢奥ヌルイヌ沢合流点付近にとくに顕著に産する。

貝化石は北部の宇津沢川沿岸から *Arca* sp. その他を産し、これらの事実から本層が海成層であることを証明している。

魚鱗化石は上述の白川合流点付近でもかなり含まれており、この地域内の層準を判定する鍵層となっている。調査範囲外ではあるが須郷一玉庭間でも魚鱗化石を多く含む頁岩がみられ、層序上本層と同層準とみなされる。

岩相および含化石から考え本層は、湯小屋層および間瀬層に相当すると思われるが、この調査地が辺縁相を示すために必ずしも両層間の対比は明瞭でなく、両層を一括した層位に相当すると見なす方が妥当のようである。

### 3.1.3 砂岩頁岩互層

本層は調査地内において最も広く分布し、調査の主対象である珪砂層を挟んでいる最も重要な地層である。

岩相はおもに石英砂・粘土・凝灰質頁岩・亜炭層などからなるが、須郷の向斜構造を中心とした調査地中央部に広く分布している。

岩相は第4図のようにサイクルを示す堆積をなしているが、偽層や斜交層理など多くサイクルのみで層序岩相の区分をすることはむずかしい。むしろ含まれている軽石層の層準(ただし広い範囲には連続せず)をもって対比した方がよい。

これら軽石層は北方においては層数もまし、厚さもま

すが調査地内では数 cm の厚さとなる。調査地内では軽石層は4層がみとめられ、おのおのに少しずつ含有傾向の特徴がある。

岩相によって本層を大別すると、下部は青色砂岩帯(東縁では礫層となる)、上部は砂帯に分けられる。

### 青色砂岩帯

この帯は東部の広河原より西へ入る小谷において模式的にみられ、この中にはやや凝灰質の部分や炭層を挟む。選谷方面の下部珪砂層はこの帯に相当する。

この層の下限近くには顕著な軽石砂層があり、人頭大の軽石粒が密集している( $K_2$ )。この軽石層の直上には薄炭層が挟在しているが連続性はない。

調査地中央部の越戸沢・杉沢・水上沢<sup>みなかみ</sup>方面においては、塊状の青色砂となり一部は幾分泥質の感じがあるが変化は少ない。

また調査地の西部宇津沢より折笠沢方面にかけては青色砂は著しく発達する。

とくに東西両分布地に共通するのは下限に接し、または150 m上位に軽石層が存在すること、また白川南岸下屋地付近には巨礫岩が挟在することなどである。白川南岸はこの基盤近くの礫層によって層序がよく把握できる。しかし広域では一般的には岩相は変化するが、特徴のある青色塊状砂岩が追跡でき、その層厚は150～250 mで、とくに東部と北部に発達する。

調査地から北方白川ぞいに本帯を追跡するとほぼ大鹿層に相当するが、しかし当地域はその辺縁相とみなされる。

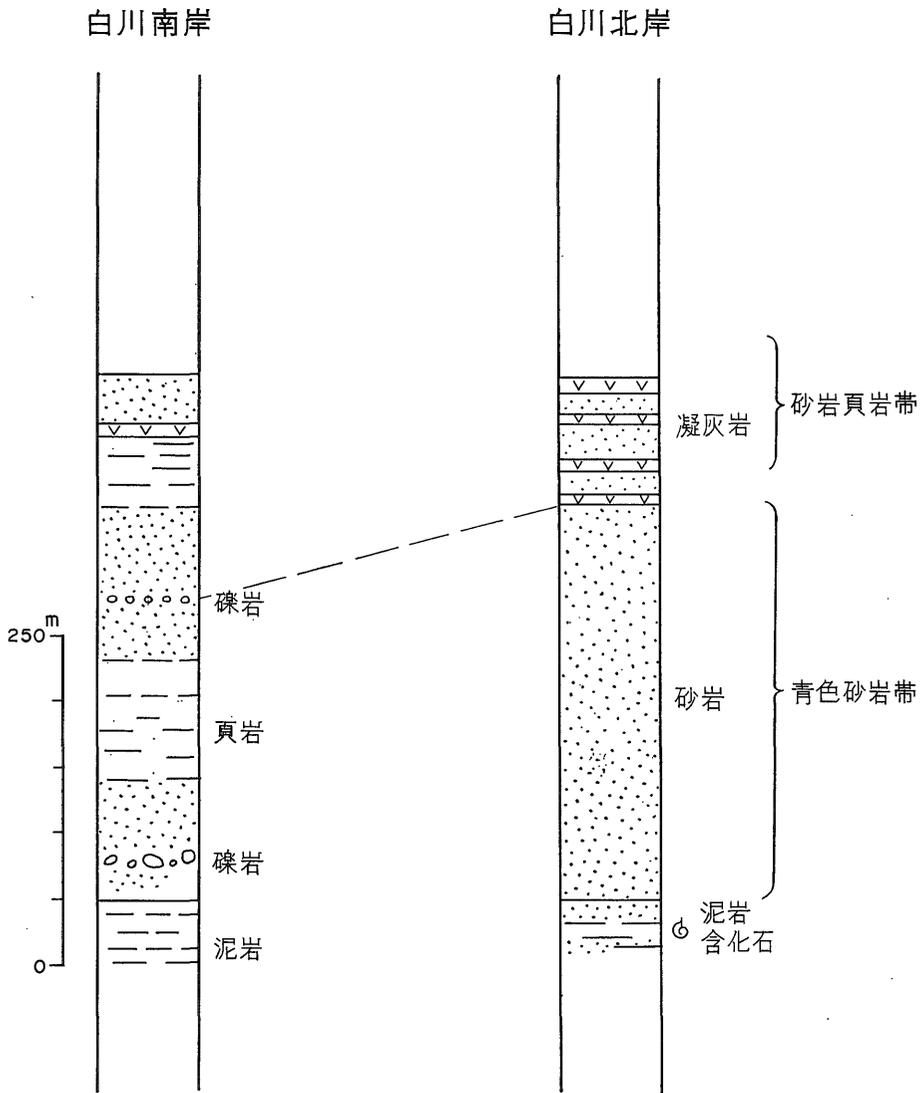
### 砂岩頁岩帯

本帯は青色砂岩帯の上位にあって、調査地内での最も重要な珪砂層を含む。おもに粗粒砂岩・細粒砂岩・頁岩・褐炭層などからなり粘土を含み軽石砂層も2～3層挟在する(第5図参照)。

この帯の最も発達するのは、須郷向斜の西側であり、上原背斜との間で、南北に走る越戸沢とその支流である杉沢・水上沢にわたる間に発達する。これら地域の地質図は2,000分の1(巻末袋入り)にまとめてある。

岩相は上部から粗粒砂岩、軽石入砂岩、頁岩、砂岩等の互層からなり、主として珪砂の鉱床となりうる良質の石英砂を主体としている。

層厚は地域によって変わるが200～700 mである。越戸沢川床に広く珪砂層が分布し模式的になっているが、粗粒砂岩層中には褐炭層または炭質物が不規則にはさまれることがある(第7図参照)。また豆石(pisolite)が密集している凝灰岩や軽石を多量に含む砂岩( $K_0$ ～ $K_2$ )があるなど、岩相上から見て、きわめて浅い水域で流動す



第4図 砂岩頁岩互層地質柱状図

る水域の下で堆積したことが考えられる (第6図参照)。

砂岩中の良質の珪砂は、このような流動性のある水流によって淘汰をうけたため存在するという一つの見方がある。この軽石層および珪砂層はとくに堆積盆地の南縁に近く発達することが今回の調査で確認できた。

軽石を含む砂岩、褐炭層 (数 cm) の存在により本帯は北方の高峰挾炭層の同時異相であると考えられる。

#### 3.1.4 砂礫互層

調査地内のほぼ中央部須郷付近に広く分布しており、地質構造上からは須郷向斜の軸部に当たる。さらにまた

越戸沢東側台地上にも転々とのっている。

岩相は主として小または中礫とそれらの間を充填する粗粒の砂からなり、しばしば凝灰質頁岩または粘土層を混えている。全般的には固結度が低いため崩れやすく、しばしば崖の崩壊を引起こしている所が多い。

層厚は400 m以下。向斜の軸部に当たるため、分布は広いが層厚は比較的薄い。しかし須郷の白川洪函地においては、本層の堆積の中心部であるため、さらに厚いことも考えられる。

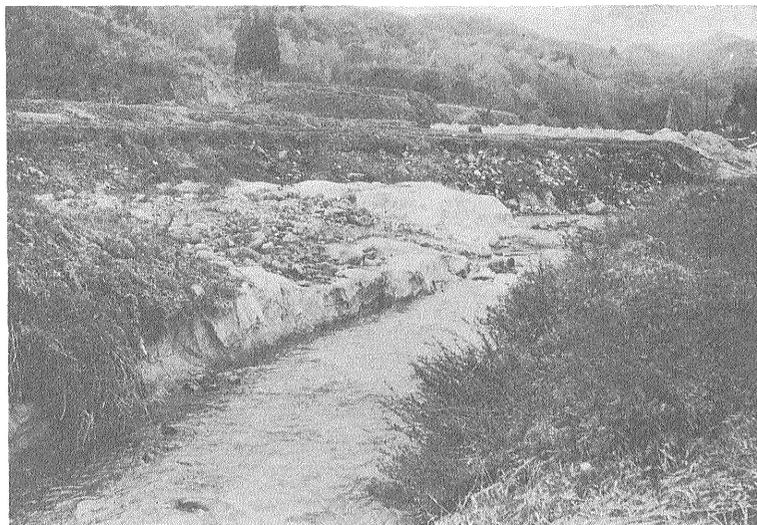
本層は北方の軽井沢砂礫岩に相当する。



第5図 通称“六角”における砂岩頁岩互層  
（良質珪砂を含む）



第6図 越戸沢上流に露出する鍵層  
（怪石砂層）



第7図 越戸沢川床に露出する珪砂層

### 3.1.5 沖積層

白川沿岸には白川の蛇行に伴って形成された沖積地が各所に分布し、また東部には広河原川の沿岸に顕著な段丘が発達している。

調査地の中央部北方の須郷付近にある広い沖積盆地は東西の側面が断層的構造線、中央部が向斜構造というような構造盆地状の地域に形成された。

沖積層の礫岩は下位の第三系中の礫岩とその構成礫種の点では差異はないが、粒度の点では本層のものは下位のものに比較して著しく大粒のものが多いため区別できる。

### 3.2 火成岩

調査地内東南隅の広河原部落北方約200mには、玄武岩質安山岩からなる山塊があり、500~600mの突こつとした山容を示している。

この安山岩は層序的にみれば、調査地内の最下位層である凝灰角礫岩珪質頁岩互層を貫いて貫入したものであり、板状に剝離する暗灰黒色の外観を呈している。

周囲の岩石に変質を与えある範囲内は硬化しており、また広河原川に面した地域では著しい柱状節理がみられる。

従って上述の結果より、本岩の貫入時期は調査地内最下位層堆積後の時期であるとしか目下のところ確かめられない。

また越戸沢の上流には緑色凝灰角礫岩中に流紋岩の貫入があり著しい自己変質をうけている。カオリナイト化、珪化が主で随所に玉随質石英が形成されている。また凝灰岩との接触部ではモンモリロン石系鉱物が生成されていることがある。本岩の貫入時期は周辺層の堆積後で新しいものとみなされる。

## 4. 地質構造

本調査地は大局的に見れば朝日花崗岩塊の東側に分布する第三系の一部が分布しているが、米沢以西の地域にみられるように、第三系においては褶曲構造が顕著である。

褶曲の傾向は全般的にみて北方の飯豊町手ノ子方面も含めてほぼ南北に走る軸をもつ背斜・向斜のくり返しが存在している。褶曲はまたきわめて特長があり、軸部の地層は直立に近い傾斜を示すような細い背斜構造が多い(例、高峰背斜)。向斜部はこれに反し浅い底部をもち軸の上昇沈降に伴って舟底型を呈している。

上原背斜一本調査地のほぼ中央部を北東~南西に走り主構造の一つとなっている。東翼は急で50°内外を示す

が、西翼はゆるく15°内外を示す。その軸部には小断層が2次的に生じその軸部にそって走っている。

その事実は下屋地東方の上原小学校裏の白川岸において明瞭にみとめられる。

須郷向斜一調査地のほぼ中央部を北より南西方向に走る向斜構造で、その軸部には広く砂礫互層が分布している。

向斜は広く浅い底部をもつが、遅谷の北部で軸部は一旦上昇しさらに南部では沈降している。

調査地内の地層の分布はほぼこの2構造によって支配されるが、これに伴って断層構造も生じている。

上原背斜の軸部の東側にそっては北東~南西に走る断層があり、東落ちで“北西断層”と調査地内では名付けられたが、北方の白川にそう断層の南方への延長とみなされる。この断層は一ノ畑付近で2本にわかれ遅谷の両側を走る。

これと直交する北西~南東またはほぼ東西に走る断層は、本調査地内の主構造が完成したのち生じたもので、上原背斜および須郷向斜構造を切っている。

遅谷北部の精査地内においては、さらに細かい断層の存在が2,3認められている。

また調査地の東部、須郷部落の付近には、低角度の衝上断層があり、断層面は東に傾くが落差は大きくない。

全般的には本調査地の地質構造は、米沢盆地の第三系中に示されているところの“褶曲軸が南北に走り、褶曲がくりかえされる”という特有の性格と同じ構造である。ただ地域が堆積盆地の南縁に近いため、褶曲軸走向の屈曲、軸の上昇・沈降などが目立っている。

## 5. 珪砂層概説

1万分の1地質図を作成するに当たり調査地内における珪砂鉱床を追跡することが当然必要であった。

主調査目標である遅谷周辺については、以下の鉱床の項でのべるので本章ではその全般的な概況にふれるにとどめる。

### 賦存層準について

以前炭田調査の目的をもって行なわれた飯豊町手ノ子方面を足掛りとし、白川ぞいに層序的調査を行ない、本調査地内にまで及んだ結果をみると、良質珪砂は南の遅谷とやや西方の折立沢におけるものが顕著である。

前記調査における高峰夾炭層が、この良質珪砂層とはほぼ同層準にあることはほぼ明らかとなっている注1)。

今回の調査は白川流域の限られた範囲内であったので

注1) 山形大学の調査によれば本層は白川層群に属し、一般油田層序の臨本階に相当するとされている。

広域の層序については知見をもたないが、珪砂層の形成が他の盆地 (例えば最上炭田堆積盆地) と比較してもほぼ同じ地域関係にあるのは興味深い。

すなわち最上炭田においても炭田の南縁、緑色凝灰岩層に近くその上位の砂層中に良質の珪砂層がみられ、炭田堆積盆地としては南の辺縁相である。

本調査地も下位の諸層は南部に分布し、その縁辺にそって良質の珪砂が分布している。これらは裏日本内陸の一連の造構造運動に関連あるものと考えられ、堆積盆地形成の運動のうち、南部の上昇にともなう淘汰堆積がこの結果をもたらした1因ではないかと考えられる。

#### 産地について

上述のように高峰層相当層の砂岩頁岩互層でもとくに珪砂鉱床として注目されているのは次の地域である。

須郷より下尾地に至る峠 (通称六角)

越戸沢支流水上沢

越戸沢本流

越戸沢支流杉沢

折立沢

これらはとくに珪砂を分析した結果、集中的に良質のものの賦存が認められている地域であって、その他の地域でもほぼこれと同層準の砂層中には石英砂を含んでいる。

そのうち、水上沢、杉沢、越戸沢方面の精査結果については後述する。

## 6. 鉱 床

### 6.1 概 要

本地区の珪砂鉱床は、緑色凝灰岩の上位に発達する凝灰質岩類中に胚胎した層状鉱床で、褶曲構造にしたがって分布している。

鉱床は本地域の中央部にNE方向に発達する須郷向斜軸の東側と西側、および西隣する背斜構造の西翼に認められる。

須郷向斜軸の東側にある鉱床群は杉沢と、水上沢にかけた約3 km間に認められ、西側鉱床群は断続して、13 km北方の手ノ子付近まで認められる。

珪砂鉱床は上部鉱床と、下部鉱床とからなり、その関係は直接上下関係で接していることが多いが、局部的に軽石混じりの凝灰岩を挟んでいることがある。上部鉱床の下位には下部鉱床が常に発達しているが、下部鉱床の発達しているところに上部鉱床はかならずしも伴っていない。

なお上部鉱床と下部鉱床とは、層準および鉱石の性質

が明瞭に異なっている。すなわち上部鉱床の鉱石は砂のSiO<sub>2</sub>値が高く、砂粒間を膠結している粘土は、外観白色ないし灰色を呈し、利用上からみた諸性質が良質である。下部鉱床のものは砂のSiO<sub>2</sub>値が90%前後で、外観淡緑色ないし灰緑色を呈し、長石の含有量が高く、将来の稼行にあたっては、長石の除去が必要である。

鉱床各論では上部鉱床について主として述べ、下部鉱床については品質の点からみて、現在これを急いで扱う必要がないので割愛し、今後の課題とした。

### 6.2 分布、規模

上下2層の珪砂鉱床は、ともに北流する越戸沢および杉沢の上流が接近する本地域の南端から、北方に向かって発達している。

第3図に示したとおり須郷向斜軸を中心として、その東側と西側に主として発達し、さらに西側に接する上原背斜構造の西翼にあたる折立沢にも発達している。

鉱床の南限から遅谷橋付近までは第8図に示したとおり、須郷向斜軸を中心として、ほぼ対照的に分布しているが、それ以北では西側鉱床群がきわめて優勢である。第1図にその概略の分布を示した。

しかし上部鉱床は、須郷向斜軸から東側で優勢で、越戸橋周辺に極度に集積されており、西側では越戸沢の流域に断続的に小規模に認められるにすぎない。すなわち上部鉱床は、越戸橋をほぼ中心とした、NE、SW方向に約2 km間に限定された地域でとくに鉱床が肥大している。

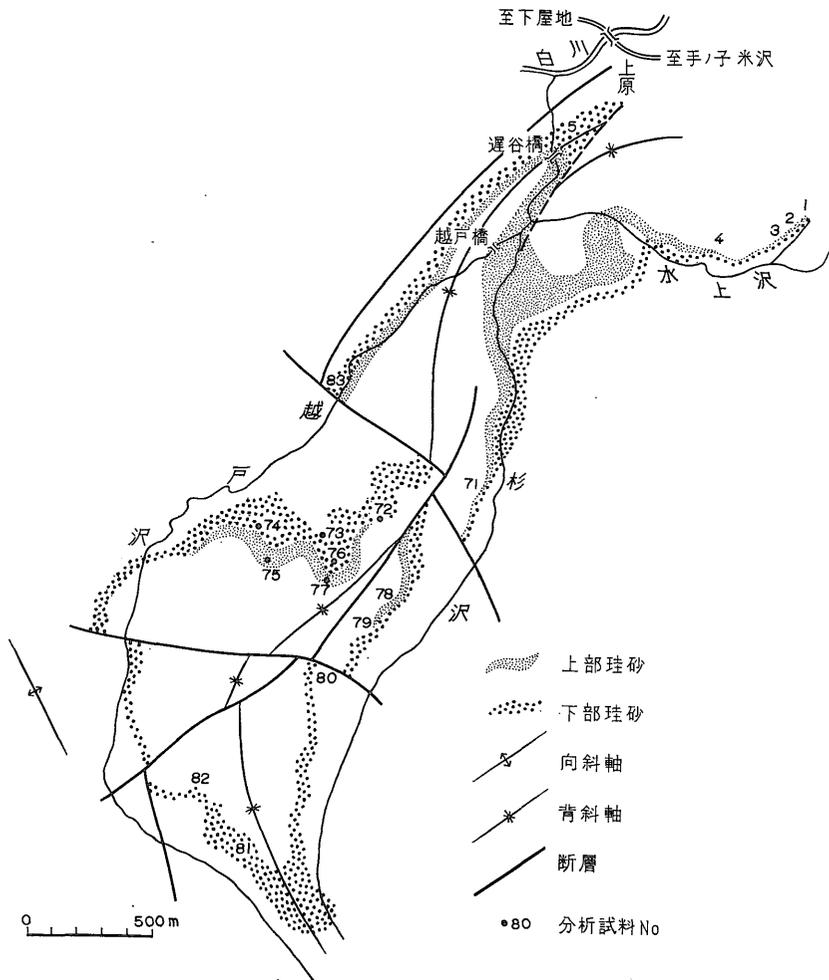
#### 東側鉱床群

須郷向斜軸から東側に発達する鉱床群で、地域の南端からほぼN50°E方向に発達し、のちに越戸橋から東に方向を転じて、総延長3 kmに亘って発達している。

第8図に示したとおり、下部鉱床は3 km間に認められるが、上部鉱床はそのうち北側の2 km間に認められるにすぎない。さらに巻末付図に示した範囲は上部鉱床がきわめてゆるい傾斜となって、層厚が肥大したところである。また向斜軸に近い部分が、逆断層によって上昇し、種々の好条件が重なって鉱床が形成されたところといえる。越戸橋周辺から水上沢の上流、あるいは杉沢の上流にかけた地域は、地質状況の変化に伴い、上部鉱床の厚さが次第に薄くなり、劣勢となっている。したがって巻末付図の範囲が最も重要なところである。

#### 西側鉱床群

西側鉱床群は鉱床の南限からN30°W方向に約1.5 km、それよりN50°Eに湾曲した状態で、東傾斜、ないし垂直状態で、遅谷橋を経て手ノ子の嬉ヶ沢まで13 kmに亘って断続している。そのうち上部鉱床は越戸沢の中ほ



第 8 図 表層下の珪砂鉱床推定分布図

どから運谷橋にかけて、断続して 6 カ所に露頭が認められるにすぎない。

### 6.3 鉱床各論

#### 6.3.1 東側鉱床群

##### 杉沢の中流地区

第 8 図に示した杉沢の中流付近にあたり、サンプル No. 79 付近を指し、NE と NW 系断層にかこまれたところである。鉱床は杉沢の左岸で標高 350 m 付近に、NE 方向に西傾斜をもって発達しており、延長 700 m を有している。そのうち上部鉱床に属する部分は、延長 300 m で、厚さ 10 m 前後を有し、本ブロックの北側に発達している。

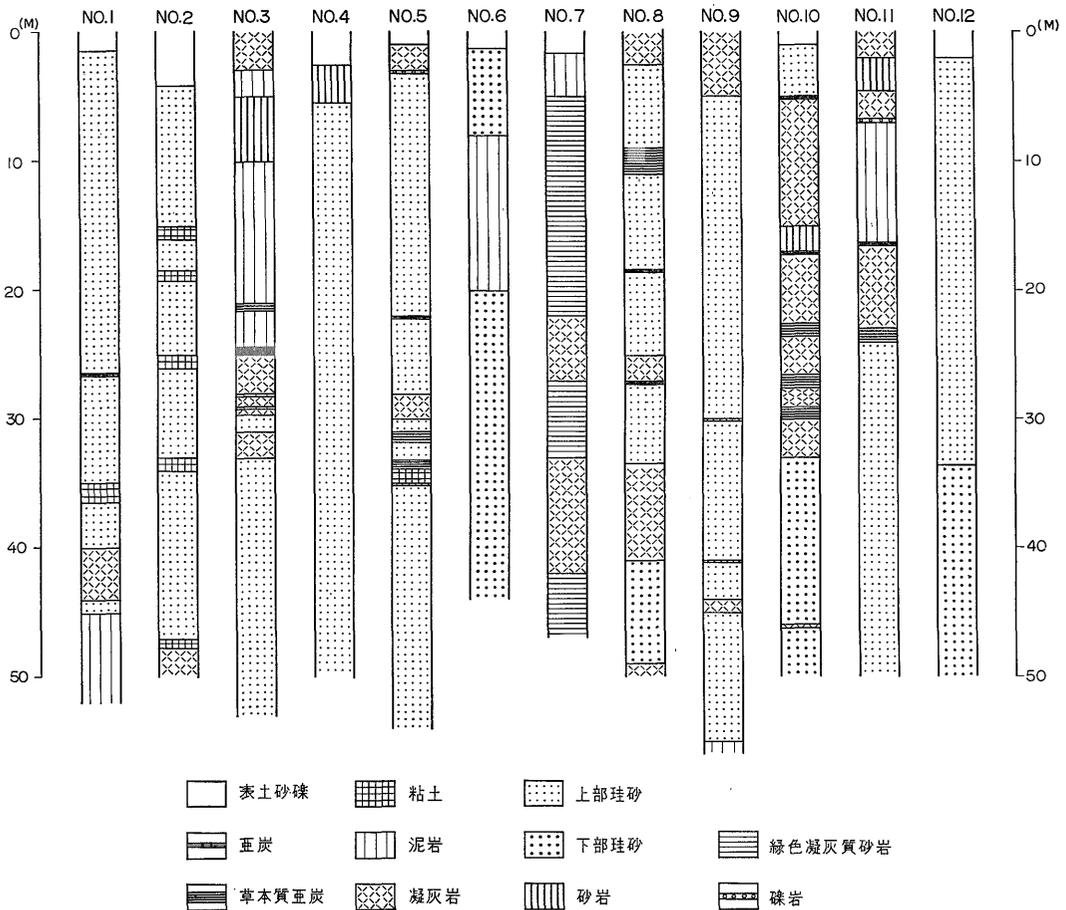
試錐 No. 12 以南 (第 3 図参照)

試錐 No. 12 から南側の NW 系断層に接するまでの延長 500 m の範囲に発達する鉱床で、一般走向 N30°E、傾斜 30°~50°W をもって、東向き斜面上に発達している。鉱床は、南側の NW 系断層に接する付近においては、川岸から 70 m の高所にあり、北側になるにしたがって次第に低位置に発達している。

鉱床としての上部鉱床の厚さは、南側の断層に接する付近で約 10 m、試錐 No. 12 地点で傾斜 30° とみなして、25 m の厚さが推定される (第 9 図参照)。

##### 試錐 No. 12, No. 5 間 (巻末付図)

走向南北延長 250 m、傾斜 40°~50°W で、東向きの斜面上に発達した鉱床である。鉱床の下位には下部鉱床が厚さ約 50 m をもって発達し、試錐 No. 5 付近から北では軽



第9図 試錐柱状図

石混じりの凝灰岩を下部鉱床との間に挟在している。厚さは試錐 No. 5 地点で、傾斜 40° とみなして 40m が推定されるが、急斜面に単斜構造の状態で発達しており、採掘の面ではあまり好ましいところではない。

**試錐 No. 5, 越戸橋間 (巻末付図)**

試錐 No. 5 から下流の越戸橋にいたる間の水田となっている区域で、南北延長 600 m, 平均幅 60m 余のところである。

露頭は川床の 2カ所に認められるにすぎないが、後述する東側の部分が (第13図C地区), 本地区の沖積層の下に潜在していることは間違いない。巻末付図に示された越戸橋付近における川床の露出状況, および試錐 No. 2 の柱状図等によって, それらの状況がうかがえる。

また本地域の西側は 15~30° 西傾斜であるが, 東側はゆるく東に傾斜しているものと推定される。

鉱床としての厚さは試錐 No. 2 および No. 4 によ

て, それぞれ 35m 前後が推定され, 杉沢における水の流れの処理と, 東側地区との関連開発を行なえば採掘実収率が高くなるところである。

**杉沢右岸地区 (巻末付図)**

試錐 No. 2 から東側に広く露出する上部鉱床で, 西向きななだらかな地形を呈したところに, 挟雑物なく発達した鉱床である。

巻末付図に見られるとおり, 試錐 No. 5 から鉱床の走向が, 南北から東西に急変し, しかもその中心部には半ベーズン構造が形成されて, 鉱床が極度に拡がったところである。しかし鉱床の南側は軽石混じりの凝灰岩の直立状の発達と, 試錐 No. 8 の柱状図 (第9図) からみて, NW側に急斜した状態が推定される。

本地区の鉱床の状態が, 他地区の鉱床の状態と異なっているのは, 若干の層厚の肥大, 走向, 傾斜の急変, 褶曲の形成等であり, それにより鉱床の規模が著しく大き

くなっている点である。

鉱床の規模は西側の水田の近くで、南北に 320 m、東西に 320 m を呈した扇状の地域で、厚さ 40 m 前後と推定される。

#### 試錐 No. 9, No. 11 周辺 (巻末付図)

地域の中心部で、須郷向斜軸を切る逆断層の東側にあたるところで、鉱床上部の被覆岩が 3 角に残った部分である。試錐 No. 9 および、No. 11 によって、上部鉱床の厚さ 40~50 m、鉱床上部の被覆岩の厚さ約 40 m が推定される。

本地区鉱床は前述の杉沢右岸地区鉱床、および後述の水上沢左岸地区鉱床の連続部分で、鉱床の厚さが当初からそのまま保たれたところである。埋蔵される鉱量と、将来除去しなければならない被覆岩とは、量的に 1 対 1 の関係であり、被覆岩の除去は周辺鉱床の開発にも好影響を与えるものである。

#### 水上沢右岸地区 (巻末付図)

前述杉沢右岸地区鉱床から連続した鉱床で、扇状の披かりをなして、水上沢の北向き斜面に発達している。

鉱床の規模は東西約 200 m、南北約 300 m、鉱床の西側で厚さ 50 m 余を呈し、東側になるにしたがって急に薄くなり、試錐 No. 10 では地表から 4 m が認められるにすぎない。

#### 越戸橋、遅谷橋間 (巻末付図)

杉沢橋から北東 450 m の遅谷橋にいたる長方形の区域で、川床の各所に露頭が認められ、現在は水田となっているところである。

この地区は第 2 図に見られるように、須郷向斜軸からやや東寄りにあたるところで、NE 系の逆断層によって上昇した部分と考えられる。試錐 No. 1 によってその東側にあたる砂岩、礫岩等を確認することなく、直接上部鉱床を確認していることは、その間に逆断層を想定せざるを得ない (巻末付図)。また遅谷橋の東側で下部鉱床と、本地域中最上位の砂礫層が垂直関係で接していることは、逆断層を裏づけるものである。巻末付図に示された NE 方向に発達する逆断層の西側では小規模の背斜構造が推定される。それは試錐 No. 1 と No. 2 の柱状図に見られる深度の差によっても、その関係が若干うかがえる。

本地区には越戸沢、杉沢、水上沢等が集まっており、それらの川の流れを処理することによって、鉱床開発がきわめて有望なところとなる。

#### 水上沢右岸地区鉱床 (巻末付図)

前記水上沢の左岸鉱床の続きで、その右岸に沿って発達した、連続性に富んだ鉱床である。巻末付図に示すと

おり左岸鉱床との間に半ドーム構造があり、それにより走向が NW に急変し、南向きの斜面に対して単斜構造の状態に発達している。

上部鉱床の下部には軽石混じりの凝灰岩を下部鉱床との間に挟在しているが、水上沢の中ほどから上部鉱床と下部鉱床が相接して発達している。

鉱床の厚さは水上沢の下流で 35 m 前後、漸次上流になるにしたがって薄くなり、水上沢の最上流では 5 m 前後と推定される。

本鉱床の延長は大であるが、前述のとおり単斜構造の状態で山側に突込んでいるため、露天掘りによる採掘条件はよくないところである。

#### 6.3.2 西側鉱床群

##### 越戸沢中央部地区 (第 8 図)

越戸沢の中流地区にあたり、2 つの NW 系断層によってかこまれたところで、第 8 図に示すサンプル No. 72 から 75 にいたる一帯である。

さきに述べた東側の杉沢中流地区鉱床が、須郷向斜構造によって、くりかえした部分でそれと対照的の分布がみられる。

鉱床は標高 450 m 付近をゆるく巻いた状態で発達し、下部鉱床はきわめて層が厚く、上部鉱床の厚さは 5~15 m にすぎない。サンプル No. 75 付近には段丘砂礫層が覆っており、それを除去することによって、上部鉱床が広く現われる可能性がある。

##### 越戸橋上流サンプル No. 83 地区 (第 8 図)

越戸橋の上流 300 m 付近 (下流鉱床)、700 m 付近 (中流鉱床)、800 m 付近 (上流鉱床) の川床に、それぞれ露出している。走向 N40°E 方向に急傾斜をもって発達し、本来は一連のものであるが、川床礫によって覆われて分断された状態で認められる。

鉱床の西側に下部鉱床が接していることから、須郷向斜構造によって杉沢地区の鉱床が繰り返された西側鉱床群の一部であることは間違いない (第 3 図参照)。

下流鉱床・走向 N40°E、傾斜 50~80°NW、延長 160 m、厚さ 10 m で、越戸沢の川床にのみ露出し、下部側 (西側) に厚さ 30 m の下部鉱床が発達している。

中流鉱床・走向 N25°E、傾斜 25°E、延長 250 m、厚さ 20 m の規模で川床に露出している。本鉱床の上流側では、厚さ 30 m の下部鉱床がすぐ西側 (第 7 図の右側) に発達し、下流側では上部鉱床の西 100 m のところに発達している。

下流側における上部鉱床と下部鉱床との関係、とくに 100 m 間の地質状況は明らかでない。

上流鉱床・走向は明らかでないが NE 方向と推定さ

れ、延長約 120 m、厚さは 5 m が川床礫下に認められるにすぎないが、それ以上の規模であることが推定される。

以上述べた 3 地区の鉱床は、いずれも川床に露出しており、採掘にあたっては越戸沢の本流の水の処理を行わなければならない。

## 7. 鉱石

### 7.1 外観

珪砂の原鉱は上部鉱床のものと、下部鉱床のものとは外観、鉱物組成比、化学組成等が異なり、一見して識別が可能で、次の特徴があげられる。

上部鉱床の原鉱は粗粒塊状で、白色ないし灰白色、灰褐色等を示し、砂60~80%、粘土40~20%からなり、長石類および各種岩石破片を含んでいる。原鉱は一般に脆弱で、水を含むと容易に崩壊し、石英のみが目立ち、いわゆる蛙目状である。珪砂の粒度は一般に粗粒で、粒形がきわめて丸く、白色ないし透明で、細粒になるにしたがって破形を呈し透明である。粘土は白色・灰白色・淡褐色を呈する。

下部鉱床の原鉱は上部鉱床産のものに類似した点もあるが、異なる点としては鉱石の外観が淡緑色を呈し、長石類や岩石の破片等を相当量含んでいることである。

### 7.2 水鏡珪砂の主要構成鉱物

長石類を次の方法によって染色して、それを粒度別に一定面積上に散布して、石英と長石の比を測定し、第 3 表にその結果をあげた。

#### カリ長石の染色

1. 弗化水素酸10数%溶液で 2~30秒間処理、のち水洗回数。
2. コバルト亜硝酸ナトリウムの飽和溶液に入れると、直に黄色に染色、のち数回水洗。

#### 斜長石の染色

1. カリ長石と同じ処理
2. 塩化バリウム 5% 溶液に約 5 分間入れ、のち水洗を入念に行なう。
3. ロジソン酸カリウム 0.05 g/20 ml 溶液に入れると、レンガ色に染色、のち数回水洗。

以上の方法によって第 7 表の値を得、それにより石英、カリ長石、斜長石をメッシュごとにもみると、ほぼ同じ増減関係がみられる。35メッシュから65メッシュにかけてゆるやかなピークで、それより両サイドにかけていずれも急減している。

### 7.3 珪砂原鉱の組成鉱物

第 3 表 主要構成鉱物比

No. 19

粒度分布値		石 英		カリ長石		斜 長 石	
メッシュ	%	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %
28	11.2	83.23	9.33	12.93	1.45	3.84	0.43
35	16.4	76.94	12.61	9.58	1.57	13.48	2.21
48	24.4	71.14	17.35	14.23	3.47	14.64	3.57
65	28.1	85.36	24.02	7.57	2.13	7.07	1.99
100	13.0	72.70	9.45	8.98	1.17	18.32	2.39
150	4.0	95.09	3.80	0.25	1.00	2.45	0.98

No. 41

粒度分布値		石 英		カリ長石		斜 長 石	
メッシュ	%	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %
28	20.7	88.06	18.23	7.29	1.51	4.68	0.97
35	27.2	87.74	23.87	5.40	1.47	6.87	1.87
48	21.4	91.21	19.52	4.86	1.04	3.93	0.84
65	18.9	78.00	14.74	3.37	0.64	18.63	3.53
100	7.6	80.90	6.15	3.02	0.23	16.04	1.22
150	2.5	56.78	0.04	10.24	0.26	33.08	0.83
200	1.3	65.18	0.02	4.79	0.06	30.03	0.39

No. 73

粒度分布値		石 英		カリ長石		斜 長 石	
メッシュ	%	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %	A <sub>1</sub> %	B <sub>1</sub> %
35	12.89	93.66	12.07	0.70	0.09	5.63	0.73
48	42.32	92.90	39.23	1.18	0.49	5.91	2.50
65	14.00	93.05	13.03	0.56	0.07	6.38	0.89
100	26.04	86.85	22.62	10.44	2.72	12.11	3.15
150	3.26	88.61	2.89	0.99	0.03	10.40	0.34
200	0.06	87.96	0.05	1.03	0.00	11.19	0.01

A<sub>1</sub>…メッシュ内にしめる%  
B<sub>1</sub>…全体の内にしめる%

珪砂の原鉱はさきに述べた石英砂のほかに長石類、およびクリストバライト、重鉱物類、岩石片類、粘土鉱物から構成されている。

粘土鉱物は原鉱中に15~45%含まれており、いくつかの例を第 4 表にあげた。

以下各鉱物について述べる。

#### 石 英

主として単体石英からなるが、まれに微細な石英の集合体からなる砂粒が含まれている。

石英砂は諸性質から次のように分けられる。

- 1) きわめて丸く白色を呈するもの。

第4表 砂, 粘土の比

No.	砂 %	粘土 %									
17	67	33	28	80	20	40	83	17	59	55	45
18	66	34	30	61	39	41	78	22	60	64	36
20	82	18	37	76	24	42	66	34	65	76	24
24	85	15	38	72	28	45	80	20	66	80	20
26	79	21	39	88	12	53	75	25	67	60	40

実体顕微鏡下では砂の表面に多くの傷が生じ, 48メッシュ以上の粗粒な部分にとくに多く, 65メッシュ以下になるとほとんど認められない。Plate 62 にみられる。

2) きわめて丸く無色透明なもの。

実体顕微鏡下ではほとんど磨耗による傷がなく, 一般に48メッシュ以上の粗粒な部分に多く, 細粒部には認められない。Plate 62, Plate 63-1 の中にみられる。

円磨度は 1)・2) とともに W. C. K. RUMBEIN and L. L. SLOSS (1950) によって示された。Sphericity (以下 S)

0.5 ~ 0.9, Roundness (以下 R) 0.7 ~ 0.9 に相当する (第10図参照)。まれには S. R. がともに 0.9 に近いものもある。

3) Plate 65-2 に示す両錐石英で自形を呈し, 磨耗による微細な傷跡がなく透明である。大きさは普通径 1 ~ 2 mm, 最大径 3.5 mm を呈することもある。

4) 白色を呈し, S-0.5 ~ 0.7, R-0.5 に相当し, Plate

64-1 の中に認められる。

5) 白色を呈し, S-0.1 ~ 0.5, R-0.1 ~ 0.3 に相当し, Plate 64-2, 65-1 の中に認められる。

6) 透明で S-0.3 ~ 0.5, R-0.1 ~ 0.3 に相当し, Plate 64-2, 65-1 の中に認められる。

大別すると白色を呈するものと, 透明なものの2種があることが大きな特徴で, それは石英の物理的性質の差, ひいては石英の供給源の差によるものとも推察される。

### 長石類

1. カリ長石 実体顕微鏡下では白色を呈し, 不透明石英と類似し, 識別が困難である。

顕微鏡下では微斜長石構造を呈し, 絹雲母が生成されていることもある。

2. 斜長石 実体顕微鏡下では短柱状で白色を呈し, 顕微鏡下ではアルバイト双晶がみられる。

### 重鉱物類

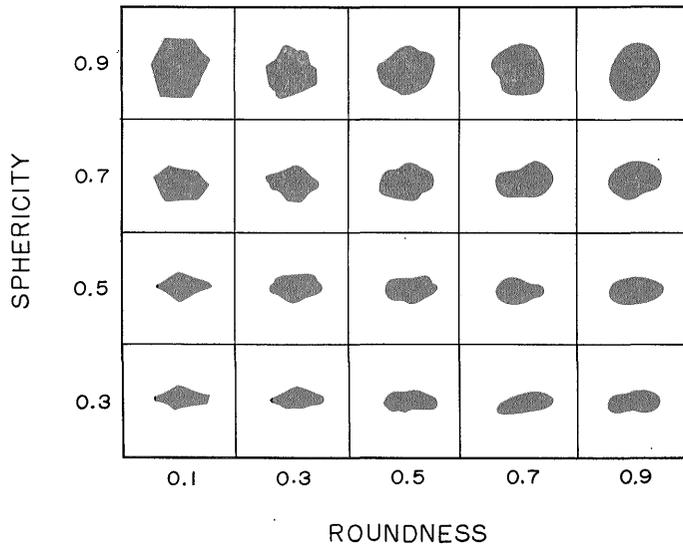
原鉱から粘土分を除いた珪砂の中には, 約 0.1% の重鉱物類が含まれている。以下産出の多いものから述べる。

#### 1. チタン鉄鉱

磨耗されて黒色球状を呈するものが多く, 大きさは径 0.15 ~ 0.25 mm で, まれに六角板状の自形を呈するものがある。

#### 2. 磁鉄鉱

弱い磁石に付着するものを指し, またに自形を呈するが, 一般には磨耗されて球状を呈している。チタン鉄鉱



(KRUMBEIN W.C. and SLOSS L.L. による)

第10図 Roundness, Sphericity 関係図

の磨耗されたものと外観は全く同じで、区別が困難である。

3. 電気石

短柱状で各柱面がよく残り、わずかに磨耗の跡があり、黒色ないし黒褐色を呈し、普通光を透過する。大きさは長軸 0.25 ~ 0.45 mm を有する。

4. ジルコン

形・色等によって次の3種があり、産出は1)に属するものが最も多く、3)に属するものはまれに産する。

1) 長柱状の自形で淡いオレンジ色を呈し、透明で、磨耗による傷はないが結晶の両端はこわされている。大きさは長軸 0.7 mm 台が多い。

2) 短柱状で濃いオレンジ色を呈し、不透明である。結晶の両端は磨耗によって細くなり、タル状を呈している。大きさは長軸 0.5 mm 台が多い。

3) 短いタル状の自形結晶で鮮やかな紫色を呈し透明で、大きさ長軸 0.1 ~ 0.2 mm である。

5. 緑簾石

粒状で結晶形を示さず、黄緑色を呈し産出多く、大きさは径 0.3 ~ 0.5 mm である。

6. ざくろ石

磨耗いちじるしく球状で、褐色、赤褐色等を呈し、不透明である。大きさは径 0.1 ~ 0.3 mm である。

7. ダイアスポア

やや厚い板状結晶で、その両端は磨滅して斧状を呈し、長軸に平行な条線が多く無色透明である。大きさは長軸 0.2 ~ 0.5 mm である。

8. コランダム

1) 不規則状で空洞が多く、透明であるが、多くの不透明鉱物を含んでいる。大きさは径 0.5 mm 台である。

2) 底面がよく発達した自形結晶で、鮮やかな淡青色を呈して透明である。不透明鉱物を多く含み、大きさは長径 0.3 mm 台である。

3) 底面の発達した結晶が積み重なって三角錐をなし、鮮やかな青色を呈したいわゆるサファイアである。大きさは長軸 0.2 mm 台である。

4) 底面の発達した結晶が積み重なってタル状を呈し、やや透明で、灰色ないし白色で、大きさは長軸 0.2 mm 台である。

9. トパーズ

磨耗により球状を呈し、乳白色不透明で、径 0.2 ~ 0.5 mm 台である。

10. ルチール

磨耗が著しく短柱状あるいは破形を呈し、濃赤色で大きさは 0.3 mm 台である。

11. アナターゼ (?)

両錐形の自形結晶で、黄緑色ないし緑色、不透明で、大きさは長軸 0.1 mm 台である。産出は少ない。

12. 輝石 (?)

短柱状の結晶で、緑色不透明である。大きさは 0.1 ~ 0.2 mm 台で、産出は少ない。

その他判定できない重鉱物数種がある。

岩石片類

鉱床全般に混入するが、鉱床の上部ほど少なく、下部鉱床に多く混入している。大きさは 1 ~ 5 mm 台でよく磨耗されて丸く、次の9種が含まれている。

変質安山岩、石英安山岩、玄武岩、黒曜石、緑色凝灰岩、砂岩、粘板岩、緑泥石石英片岩、花崗岩。

最も混入の多い変質安山岩の化学成分を第5表に示した。顕微鏡下では微細な石英の集合からなり、少量の絹雲母が生成されている。

第5表 変質火山岩の化学組成

SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	K <sub>2</sub> O %	Na <sub>2</sub> O %
83.72	3.66	0.23	Tr	0.32	0.28	0.11

分析：山形県鉱業研究所

粘土鉱物

水簸した粘土のX線回折を行なった結果を第6表に挙げた。処理した数は81コで、そのうち各鉱物は次の頻度で含まれている。

石英 100%、カオリナイト 7%、メタハロイサイト 48.7%、ハロイサイト 54.3%、モンモリロン石 29.6%、クリストバライト 30.8%、カリ長石 6%、斜長石 6%。

カオリン鉱物は 7.2-7.4 Å の反射が、加熱によって変化しないものをメタハロイサイトとし、10 Å の反射が 7.2-7.4 Å に移行するものをハロイサイトとした。

また 2θ で 35~40度にかけて、2~3本のピークが集まった2組が認められるものは、結晶度の低いカオリナイトと推定される。

モンモリロン石鉱物はエチレングリコール処理、および 200°C 1時間加熱変化によって判定した。

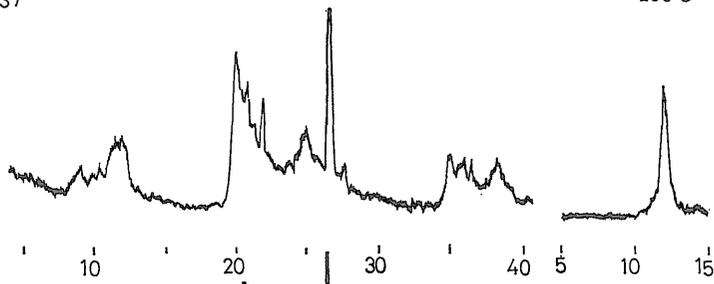
第7表は未処理のものと、処理したものの値を比較したものであるが、とくにエチレングリコール処理を行なったものの、dの値が一般のものより小さいのが特徴である。

粘土の化学分析および耐火度測定の結果を第8表にあげた。

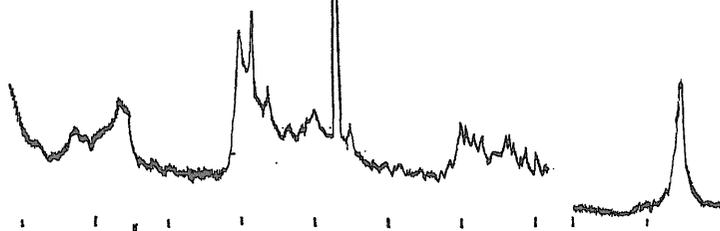
上述のX線の結果からは、粘土鉱物はメタハロイサイトが主体であることがうかがわれ、化学分析の結果と合

NO.37

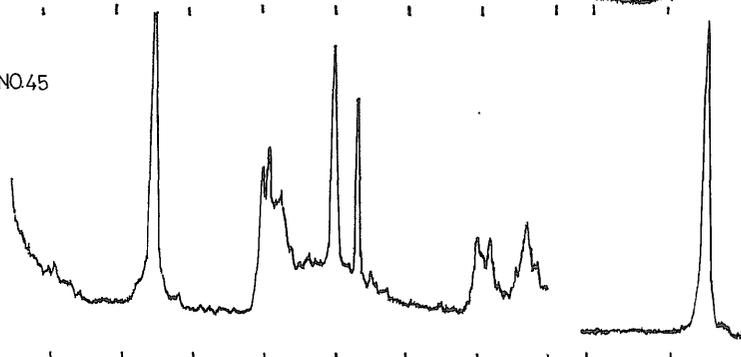
200°C 加熱



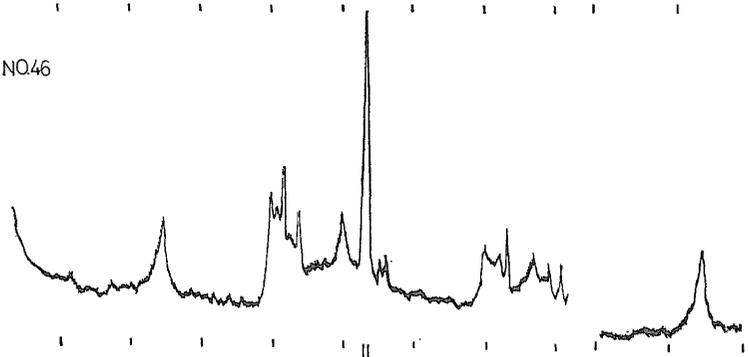
NO.41



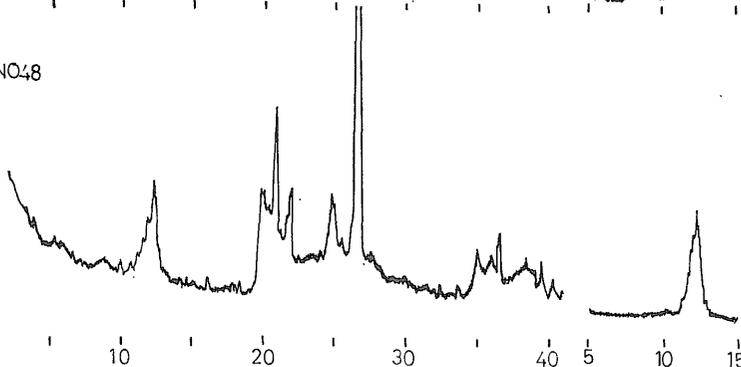
NO.45



NO.46

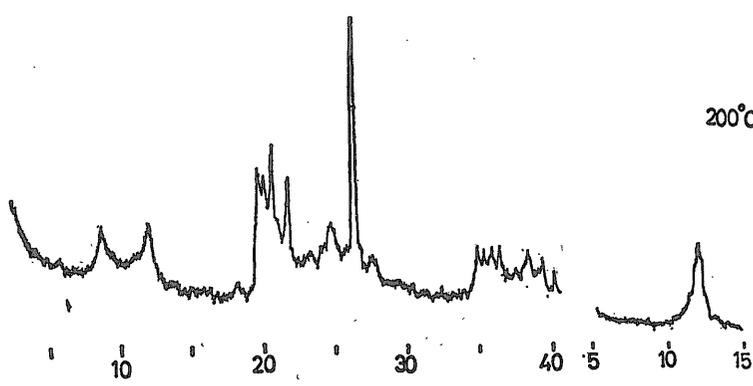


NO.48

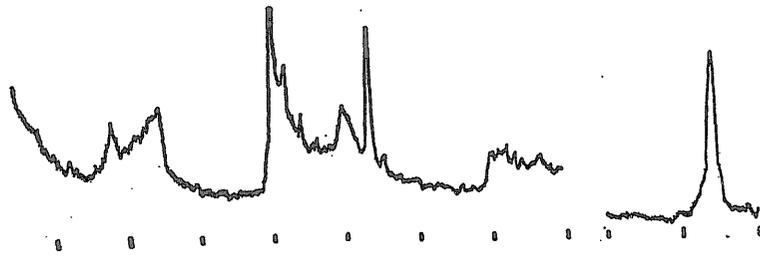


NO51

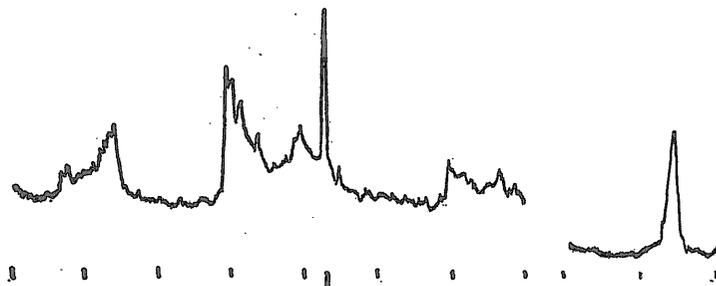
200°C. 加熱



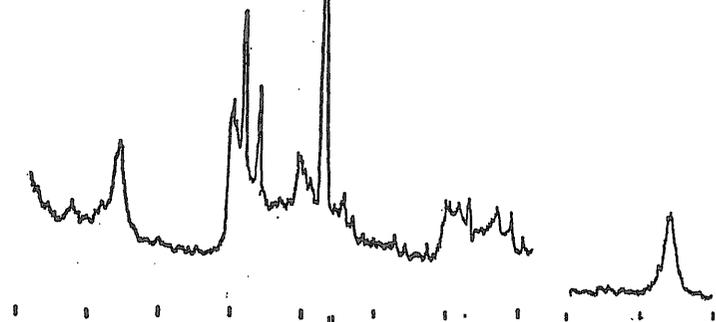
NO54



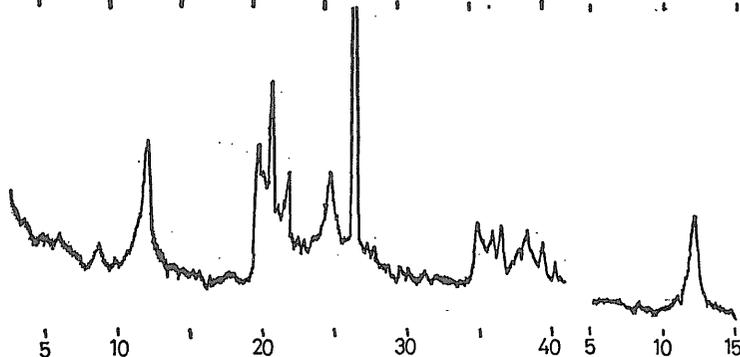
NO55



NO63



NO64



X 線 パ タ ー ン

第6表 粘土のX線回折値

No.	K	mH	H	M	Q	C	O	P	No.	K	mH	H	M	Q	C	O	P	No.	K	mH	H	M	Q	C	O	P	No.	K	mH	H	M	Q	C	O	P
1	◎				++				22	○			◎					43	◎				+○○				63	●	◎			++◎+			
2	◎				○				23	◎			++○					44	◎				+○				64	●	◎			+◎+			
3	◎				○				24	○			○					45	●	◎			+○				65	◎				+○+			
4	○				++○+				25	◎			○					46	◎				+○				66	◎				+○			
5					◎			◎	26	◎								47	◎				+○				67	●	◎			○+			
6	○				○				27	◎								48	◎				+○○				68	◎				○++			
7	○				◎				28	◎			+					49	◎				+○○				69	●	◎			++			
8	◎				◎○				30	◎			+					50	◎				+○				70	◎				◎			
10	◎				○+				31	+			○◎					51	○				○+				71	+				◎+			
11	◎				○+				32	+			○+					52	◎				○				72	◎				◎○++			
12	◎				+				33	○			◎					53	◎				++				73	◎				+○			
13	◎				○			+	34	○			◎					54	◎				+				74	○				+◎++○○			
14	◎				○				35	◎			+					55	◎				+○				75	◎				○			
15	◎				+				36	○			◎					56	◎				+○				76	◎				○○			
16	○				○				37	◎			○					57	◎				+○				77	◎				○+			
17	◎				◎○+				38	◎			+					58	◎				+○				78	◎				++			
18	◎				○○				39	◎			○					59	◎				◎				79	◎				+○			
19	◎				○				40	○			○					60	◎				+○				80	◎				+○			
20	◎				○				41	○			○					61	◎				+○				81	◎				○			
21	●	◎			○				42	○			+○○○					62	○				○○○+												

K カオリナイト mH メタハロイサイト H ハロイサイト M モンモリロン石 ● ごく少ない ○ 多い  
Q 石英 C クリスタバライト Q カリ長石 P 斜長石 + 少ない ◎ ごく多い

第7表 モンモリロン石のX線回折値

No.	17	62	64	71A	71B	74	76	82
未処理(Å)	19	16.9	15.5	16	16	16	15.7	15.7
エチレンジグリコール処理(Å)	19.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
200°C一時間加熱	消失	消失	15.2	16	15.7	14.7	15.7	15.7

わせ考えると、次のことが考察される。

化学成分のうち Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>については、湊(1967)によるハロイサイトの値に近く、Ig.loss ないし H<sub>2</sub>O±との関係からは、メタハロイサイトに近い値を示している。

しかし耐火度はSK35ないしSK36で、化学分析の結果からみると予想以上に高い値を示している。

粘土鉱物の電子顕微鏡観察結果を Plate 66-67 にあげた。

Plate 66 に見られる葉状片、長柱状、および Plate 67-2 にみられる短柱状のものは、ハロイサイト系鉱物と考えられる。また Plate 67 に見られる六角板状(14の左上)、不定形板状を呈するものはカオリナイトと推定される。

7.4 珪砂の粒度分析

第9表に粘度分析の結果を示したが、一般に粗粒で、ピーク点から両側にかけて急減するのが特徴である。ピ

第8表 粘土の化学組成

成分 No.	SiO <sub>2</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO%	CaO%	Na <sub>2</sub> O%	K <sub>2</sub> O%	Ig. loss%	SK
24	50.24		30.09	1.43	0.45	Tr	0.14	0.44	15.63	35-
28	47.19	0.27	31.39	1.41	0.50	0.66	0.54	0.50	16.82	
32	42.61		29.26	2.44	0.48	Tr	0.15	0.48		
36	42.80	0.25	29.32	5.01	0.04	0.13	0.10	0.04	22.13	
59	50.72		30.30	0.61	0.51	Tr	0.16	0.46	16.29	36-
82	44.17	0.015	32.27	0.65	0.02	0.04	0.14	0.02	19.35	36-

分析：山形県鉱業研究所

第9表 珪砂の粒度分布 (%)

No.	mesh									pan
	20~28	28~35	35~48	48~65	65~100	100~150	150~200	200~270		
1	31.0	17.2	17.3	21.0	8.3	3.5	1.3	0.4	Tr	
3	9.8	15.0	27.4	36.8	9.0	1.6	0.4	Tr	Tr	
4	0.2	0.4	5.4	33.9	38.7	12.7	6.5	2.0	0.2	
19	11.2	16.4	24.4	28.1	13.0	4.0	2.2	0.5	0.2	
20	24.7	24.2	27.2	17.8	4.4	1.4	0.2	0.1	Tr	
24	11.4	13.3	23.9	34.9	12.3	2.7	1.0	0.2	0.1	
28	30.7	33.2	17.2	11.4	5.4	1.4	0.6	0.1	Tr	
41	20.7	27.2	21.4	18.9	7.6	2.5	1.3	0.4	Tr	
43	6.4	19.6	33.3	30.1	7.5	1.9	0.8	0.3	0.1	
45	14.2	23.0	26.3	21.2	8.9	4.8	1.4	0.2	Tr	
47	0.2	0.4	5.3	33.9	38.0	12.9	7.0	2.2	0.1	
52	10.4	21.5	31.5	26.0	7.3	2.0	0.9	0.3	0.1	
53	5.2	17.2	29.5	34.7	9.9	2.1	1.0	0.3	0.1	
62	6.2	10.4	23.8	36.8	16.4	4.0	1.8	0.4	0.2	
63	0.8	2.0	19.0	40.6	25.2	7.8	3.4	1.2	Tr	
64	19.8	21.8	25.0	22.4	9.6	2.8	0.6	Tr	Tr	
67	11.5	15.0	20.3	29.9	17.7	4.5	0.9	0.2	Tr	
68	5.1	15.1	23.8	31.1	17.6	4.5	1.6	0.4	0.1	
69	7.4	15.8	16.8	27.8	25.6	5.6	0.8	0.2	Tr	
70	38.2	33.4	15.2	8.7	3.4	0.9	0.2	Tr	Tr	
77	14.3	27.0	26.5	20.6	8.0	2.6	0.8	0.1	Tr	

ーク点は平均して65メッシュにプロットされるが、傾向としては65メッシュから粗粒部分に移行型である。

7.5 珪砂の化学組成

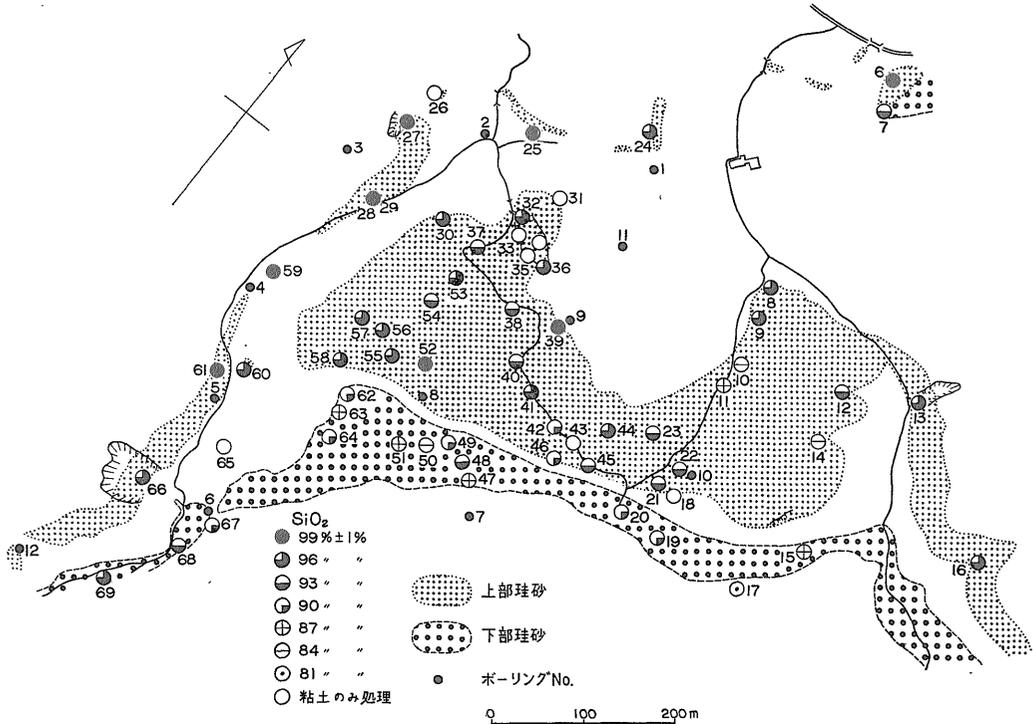
化学分析の試料は原鉱を水洗して粘土を除去し、のちに沃化メチレン (比重 3.3) を使用して、重鉱物を除去したものをそれに供した。

第10表に示した化学分析の結果から SiO<sub>2</sub> 値を3%きざみに7つに区分して図示したのが第12図である。それに見られるように SiO<sub>2</sub> 値は上部鉱床で高く、下部鉱床で低い値を示し、明瞭な区分がなされている。また上部鉱床のうちでも上部ほど SiO<sub>2</sub> 値は高く、7区分したうち96%の区分中に全て該当しており、それは杉沢や水上沢の鉱床にみられる。

化学分析の結果を通覧すると、上部鉱床では SiO<sub>2</sub> 96%から98%にかけて出現頻度が高く、下部鉱床では、SiO<sub>2</sub> 90% 前後で高い出現頻度となっている。

後述する粒度分析の結果と照合すると、200メッシュ以下の含量が2%を越えるものは、SiO<sub>2</sub> 値が95%以下を示している。細粒になれば、石英より微粉化されやすい長石類の混入が多いために、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が増加し、SiO<sub>2</sub> が減ずるものと考えられる。

第10表から上部鉱床と下部鉱床の平均化学成分を第11表に示し、上部鉱床中とくに上部20mの平均値を第12表



第12図 珪砂の品位分布図

地質調査所月報 (第23卷 第12号)

第10表 化学分析とノルム

成分 No.	SiO <sub>2</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	FeO %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	Ig.loss %	Total %	分析者
1	98.42	0.02	0.56	0.02	—	0.005	0.04	0.12	0.20	—	99.955	A
2	95.90	0.06	2.47	0.05	—	—	—	—	—	0.32	98.80	B
3	97.4	—	1.3	0.05	—	—	—	0.13	0.33	0.36	95.70	A
4	95.9	—	2.0	0.04	—	—	—	0.46	0.35	0.22	98.97	A
5	85.86	—	7.34	0.21	—	—	—	—	—	0.60	94.01	B
6	97.72	—	1.09	0.04	—	—	—	—	—	0.20	99.05	B
7	94.05	—	3.07	0.06	—	—	—	—	—	0.36	97.54	B
8	97.00	—	1.44	0.06	—	—	—	—	—	0.44	98.94	B
9	96.54	—	1.85	0.06	—	—	—	—	—	1.68	100.13	B
10	91.88	—	4.16	0.16	—	—	—	—	—	—	96.20	B
11	95.16	—	2.19	0.08	—	—	—	—	—	—	97.43	B
12	92.69	—	4.29	0.08	—	—	—	—	—	0.32	97.38	B
13	96.68	—	1.98	0.05	—	—	—	—	—	0.36	99.07	B
14	85.4	—	8.1	0.14	—	—	—	—	—	—	93.64	A
15	85.0	—	8.0	0.16	—	—	—	—	—	—	93.16	A
16	95.60	—	2.75	0.08	—	—	—	—	—	0.90	99.33	B
17	86.4	—	7.9	0.19	—	—	—	—	—	—	94.49	A
19	90.0	—	5.9	0.14	—	—	—	1.24	1.22	0.38	98.88	A
20	90.76	0.52	4.86	0.22	0.40	0.02	0.59	1.04	0.72	0.56	99.69	A
21	94.46	—	3.26	0.08	—	—	—	—	—	0.26	98.06	B
22	92.64	—	4.89	0.14	—	—	—	—	—	—	97.67	B
23	93.46	—	3.51	0.08	—	—	—	—	—	—	97.05	B
24	93.26	—	2.56	0.22	—	—	—	—	—	—	96.04	B
25	97.24	—	0.85	0.04	—	—	—	—	—	—	98.13	A
27	99.07	—	0.64	0.03	—	—	—	—	—	—	99.74	A
28	98.88	0.02	0.23	0.03	—	0.005	0.01	0.07	0.13	0.22	99.595	A
29	99.50	0.02	0.15	0.01	—	0.003	0.01	0.04	0.05	0.14	99.923	A
30	95.7	—	2.5	0.09	—	—	—	0.38	0.78	0.16	97.36	A
32	96.28	—	1.14	0.06	—	—	—	—	—	—	97.48	B
36	97.24	—	1.70	0.06	—	—	—	—	—	—	99.00	B
37	93.92	—	3.28	0.10	—	—	—	—	—	—	97.30	B
38	93.22	—	3.96	0.19	—	—	—	—	—	—	97.37	B
39	98.00	—	0.96	0.06	—	—	—	0.58	—	—	99.60	B
40	94.34	—	2.66	0.07	—	—	—	—	—	—	97.07	B
41	95.3	—	2.9	0.06	—	—	—	0.74	0.59	0.16	99.75	A
42	90.62	—	5.30	0.08	—	—	—	—	—	—	96.00	A
44	97.98	—	0.72	0.04	—	—	—	—	—	—	98.74	A
45	92.02	0.02	4.68	0.06	—	0.007	0.77	1.11	0.59	0.42	99.677	A
46	89.66	—	5.22	0.07	—	—	—	—	—	—	94.95	B
47	88.0	—	7.3	0.12	—	—	—	1.75	0.87	0.18	98.22	A
48	93.66	—	3.84	0.06	—	—	—	0.24	—	—	97.80	B
49	91.38	—	5.23	0.08	—	—	—	0.40	—	—	97.09	B
50	86.7	—	7.9	0.19	—	—	—	—	—	—	94.79	A
51	86.44	—	8.11	0.16	—	—	—	—	—	—	94.71	B
52	98.0	—	1.3	0.03	—	—	—	0.19	0.58	0.14	100.24	A

山形県飯豊町遅谷の珪砂鉱床 (井上秀雄・徳永重元・山田正春)

(第10表つづき)

成分 No.	SiO <sub>2</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	FeO %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	Ig.loss %	Total %	分析者
53	95.48	—	2.42	0.14	—	—	—	—	—	—	98.04	B
54	94.30	—	2.25	0.09	—	—	—	—	—	—	96.64	B
55	96.74	—	1.84	0.08	—	—	—	—	—	—	98.66	B
56	96.20	—	1.73	0.07	—	—	—	—	—	—	98.00	B
57	94.56	—	2.92	0.14	—	—	—	—	—	—	97.62	B
58	97.32	—	1.67	0.12	—	—	—	—	—	—	99.11	B
59	99.09	—	0.68	0.05	—	—	—	—	—	—	99.82	B
60	94.94	—	1.84	0.13	—	—	—	—	—	—	96.91	B
61	98.14	—	1.09	0.02	—	—	—	—	—	—	99.25	B
62	90.0	—	6.6	0.10	—	—	—	1.50	0.94	0.24	99.38	A
63	86.1	—	8.7	0.07	—	—	—	2.48	0.93	0.16	98.44	A
64	92.7	—	4.2	0.06	—	—	—	1.06	0.57	0.18	98.77	A
66	97.28	—	1.35	0.04	—	—	—	—	—	—	98.67	B
67	90.19	—	5.82	0.15	—	—	—	—	—	—	96.16	B
68	92.5	—	5.2	0.10	—	—	—	1.16	0.77	0.18	99.91	A
69	95.2	—	2.8	0.14	—	—	—	0.27	1.12	0.36	99.89	A
70	98.40	—	0.68	0.04	—	—	—	—	—	—	99.12	B
71	97.7	—	1.4	0.03	—	—	—	0.13	0.54	0.38	100.18	A
72	96.6	—	1.41	0.18	—	—	—	—	—	—	98.19	B
73	87.5	—	6.8	0.18	—	—	—	—	—	0.8	94.48	A
74	78.9	—	10.1	0.24	—	—	—	—	—	—	89.24	A
75	96.60	—	1.41	0.18	—	—	—	—	—	0.80	98.99	B
76	81.3	—	9.7	0.22	—	—	—	—	—	—	91.22	A
77	98.90	0.02	0.66	0.02	—	—	—	0.07	0.13	0.16	99.96	A
78	91.87	—	4.69	0.11	—	—	—	—	—	0.58	97.25	B
79	84.9	—	8.0	0.18	—	—	—	—	—	—	93.08	A
80	89.0	—	6.2	0.08	—	—	—	1.54	0.98	0.26	98.06	B
81	80.60	—	11.86	0.28	—	—	—	—	—	—	92.74	B

ノルム No.	Q	or	Ab	An
1	97.49	1.17	1.00	0.20
3	96.10	2.00	1.10	—
4	93.04	0.26	3.99	—
19	79.29	7.35	10.65	—
20	81.36	4.29	8.86	4.71
28	98.60	0.78	0.47	—
29	99.31	0.27	0.31	—
41	89.13	3.51	6.24	—
45	82.30	3.51	9.39	3.87
47	76.03	5.23	15.05	—
52	94.55	3.45	1.63	—
62	78.38	5.57	12.80	—
63	69.30	5.62	21.35	—
64	85.52	3.45	9.13	—
68	81.54	6.9	9.8	—
69	89.74	6.68	2.31	—
71	95.09	3.17	1.10	—
77	98.20	0.80	0.58	—
80	78.13	8.90	13.16	—

第11表 鉱床別平均品位

成分 鉱床	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
上部鉱床	95.64	2.27	0.08
下部鉱床	89.86	6.18	0.12

第12表 良質帯の品位

成分 鉱床	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
上部20mの 8ヶ所平均	97.59	1.06	0.06

分析者 A 大森貞子・寺島滋 (地質調査所)  
B 河村富雄・遠藤清 (山形県鉱業研究所)

に示した。また試錐コア中の珪砂の品位を第13表にあげた。

第13表 試錐コア中の珪砂の平均化学成分

ボーリング No.	深度	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
1	1.5—16m	97.81	1.54	0.35
2	31—46 "	98.66	0.86	0.05
3	30—50 "	99.22	0.78	0.22
4	5—20 "	99.02	0.23	0.20
4	20—36 "	99.04	0.38	0.75
4	39—52 "	97.46	1.73	0.17
8	1.5—8 "	94.71	2.27	0.20
8	13—25 "	91.84	4.76	0.53
8	41—49 "	97.02	0.51	0.13
9	4.5—10 "	96.90	1.59	0.08
9	10—30 "	96.67	1.28	0.21
9	30—56 "	96.94	1.58	0.11
11	23—50 "	99.57	0.31	0.07
12	1—33 "	98.35	1.24	0.45
12	33—50 "	97.20	2.61	0.45

分析：岐阜県陶磁器試験所

### 7.3 珪砂のノルム値

第3表に示した化学成分からノルム計算を行ない、第10表に示す結果を得た。

珪砂を化学組成の上からみる場合、SiO<sub>2</sub>の値が重要であるとともに、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、R<sub>2</sub>Oの値が重要である。

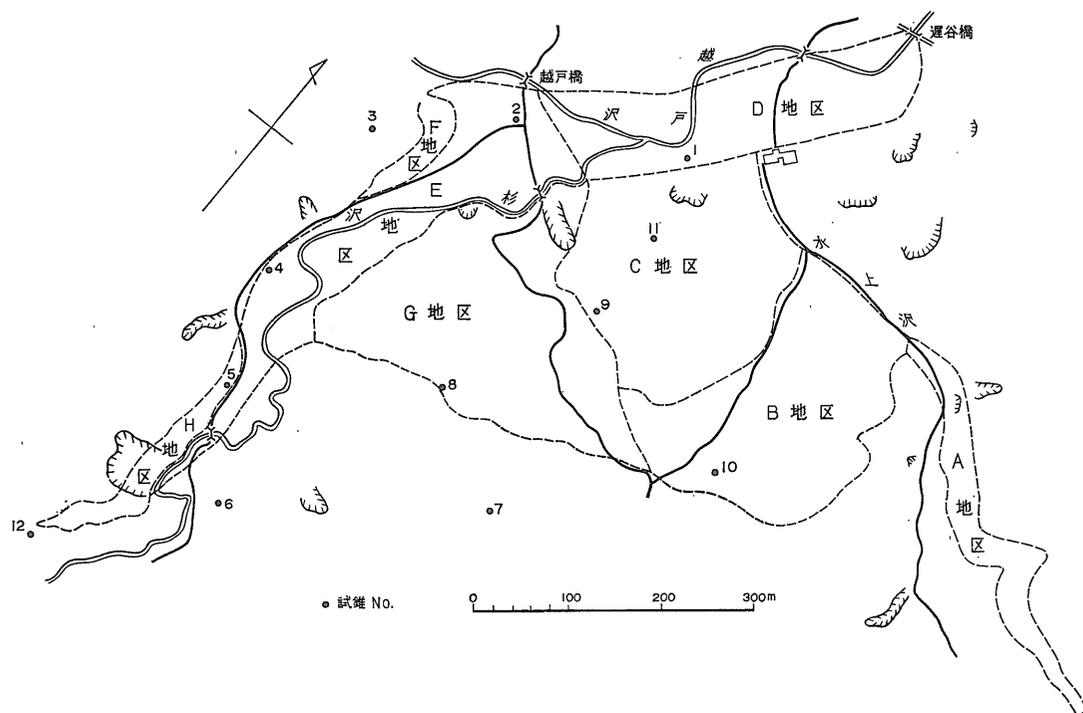
珪砂中のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は一般には長石類に由来することが多く、ノルム計算によって石英と長石の割合を知ることが、珪砂を判定する上で簡便である。

### 8. 鉍量

鉍量計算の対象区域は巻末付図の範囲に限定し、最終探掘残壁60度、比重2.0(原鉍の乾燥試料測定値)、それぞれの探掘実収率を乗じて算出した。砂と粘土の比率については第9表から勘案して比率を決め、それぞれの地区における珪砂と粘土の量を算定して、第14表に示したとおり、原鉍として939万tを得た。なお巻末付図中の個々における区画は第13図に示した。

### 9. 結論

本地区の鉍床はいわゆる緑色凝灰岩の上位の、凝灰質岩層中に発達した層状鉍物である。単一鉍床としての規



第13図 鉍量計算区画図

第14表 鉱量計算 (第13図参照)

地区名	採掘実 収率 %	推定可 採鉱量 万t	砂:粘土	珪砂 万t	粘土 万t
A	60	18	80:20	15	3
B	80	160	65:35	100	60
C	80	220	80:20	180	40
D	60	140	85:15	120	20
E	60	140	65:35	90	50
F	70	5	80:20	4	1
G	80	250	75:25	190	60
H	70	6	80:20	5	1
計		939		704	235

規模は大きく、褶曲構造を呈する地層中に胚胎され、南北13 km, 東西3.5 kmの範囲にあって、褶曲軸の両側に帯状に発達している。

珪砂鉱床は上部と下部の2層で、とくに下部は長石の含有が多く、現状ではこれを工業原料用珪砂として使用することは困難で、それには長石の除去が必要である。

上下鉱床を通じて共通した点は組成鉱物種であり、とくに重鉱物類、各種岩石片などは両者に普遍的に含まれている。しかし鉱物の組成比と、石英砂の磨耗度については著しい差が認められる。とくに磨耗度についての差は各種鉱物の供給、堆積、埋没までにいたる時間に、大きい関係があるものと考えられる。すなわち下部鉱床は埋没までに時間が少なかったため、著しい磨耗からのがれ、上部鉱床は埋没までに時間を要し、風化作用とともによく磨耗を受けたものと推察される。

また本地区の珪砂、粘土の供給源を推論する場合、鉱物種、岩石片等から次の関係が考えられる。

両錐石英	} 流紋岩—凝灰岩 (大量供給)
石英	
クリストバライト	
長石類	
ハロイサイト	
黒曜石	} 同上の熱変質岩
コランダム	
ダイアスポア	
トパーズ	
変質火山岩 (石英・絹雲母)	

ジルコンその他重  
 鉱物 } 花崗岩類  
 石英 } (大量供給)  
 石英・長石結合体 }  
 コランダム }  
 緑廉石 } 結晶片岩類  
 緑泥石・石英片岩 }  
 以上のうち主として珪砂鉱床形成に関係したものは流紋岩、凝灰岩、および花崗岩類であったと推定される。

文 献

井上秀雄・徳永重元・五十嵐利行 (1968) : 山形県飯豊町の珪砂鉱床について. 地質ニュース, no. 168.

北卓治・他7名 (1969) : 山形—米沢盆地周辺の新第三紀噴火活動. 日本地質学会討論資料. 「グリーンタフに関する諸問題」.

MINAGAWA S. (1961): Cenozoic tectogenetic movements in the southern Inland basin and their environs northeast Japan. 山形大学紀要 (自然科学), vol. 5, no. 2.

皆川信弥 (1959-1960) : 米沢盆地周辺における新第三紀層の層位学および古生物学的研究. 地質学雑誌, vol. 65, no. 765, 767, vol. 66, no. 777, 779.

——— (1971) : 5万分の1地質図「手ノ子」

湊 秀雄 (1967) : 粘土ハンドブック, 技報堂.

三橋寛登 (1967) : 瀬戸市地域における粘土の基礎的性状の調査. 名工試報告, no. 10.

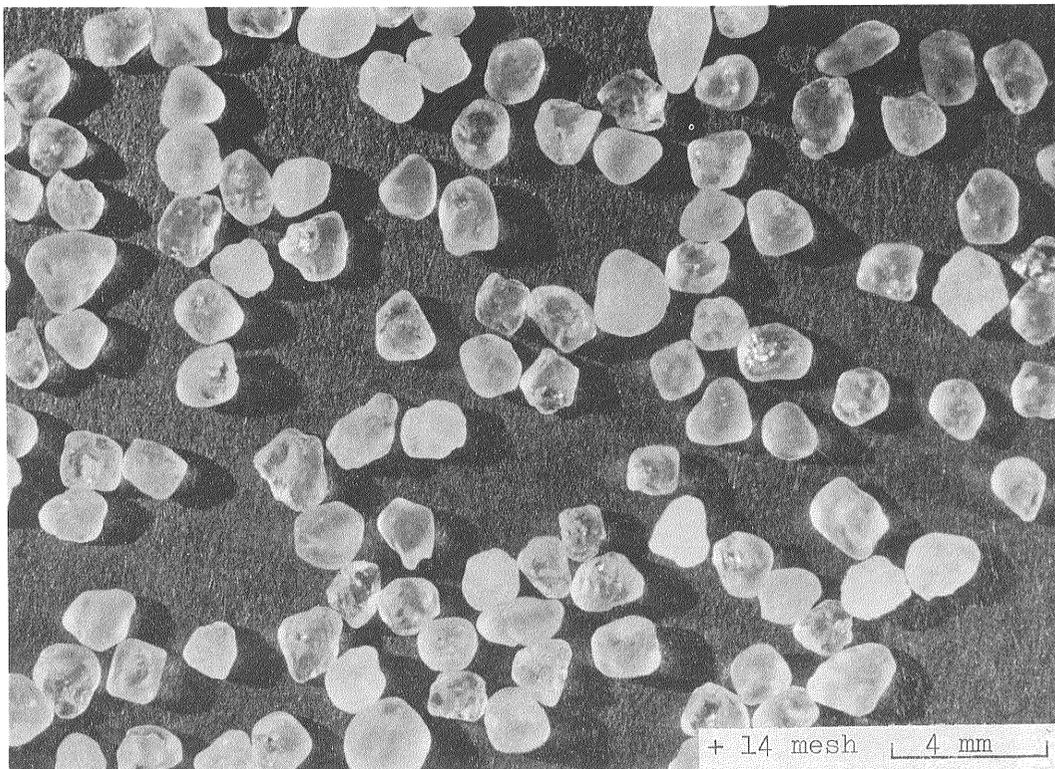
徳永重元・棚井敏雅 (1954) : 山形県置賜炭田地質調査報告. 地調月報, vol. 5, no. 12.

種村光郎 (1964) : 愛知県瀬戸地域の粘土および珪砂鉱床の地質学的鉱物学的研究. 地調報告, no. 203.

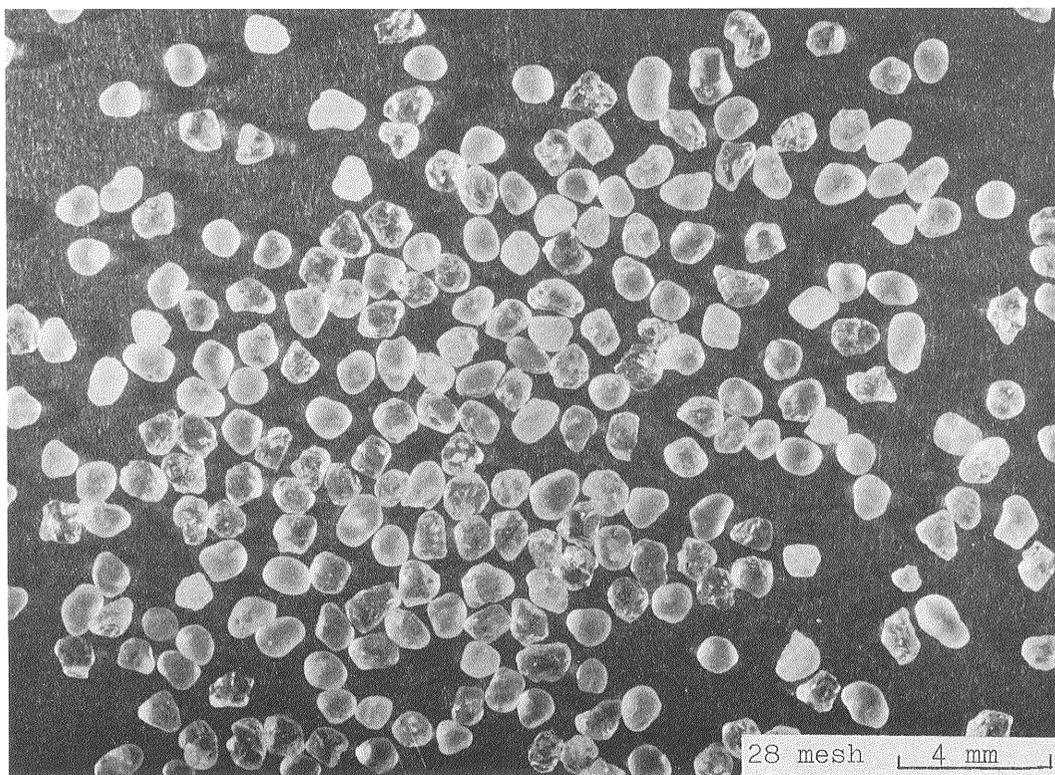
KRUMBEIN W. C. and SLOSS L. L. (1950): *Stratigraphy and Sedimentation*.

神保恵編 (1971) : 山形県20万分の1地質図, 山形県.

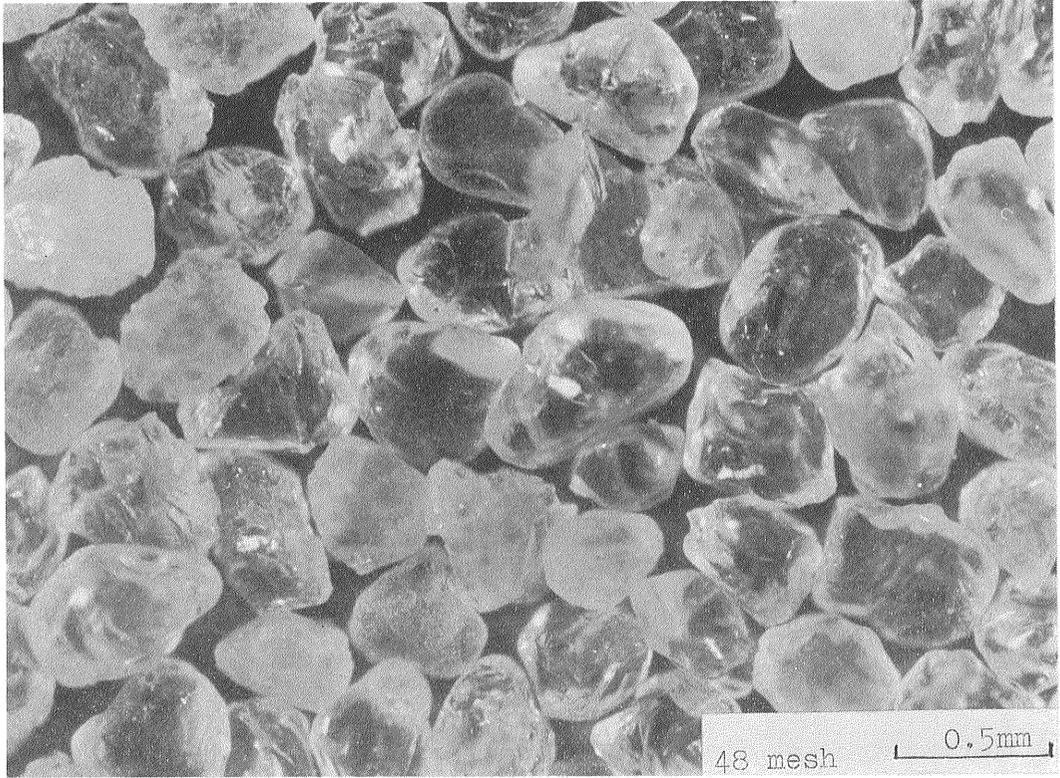
1



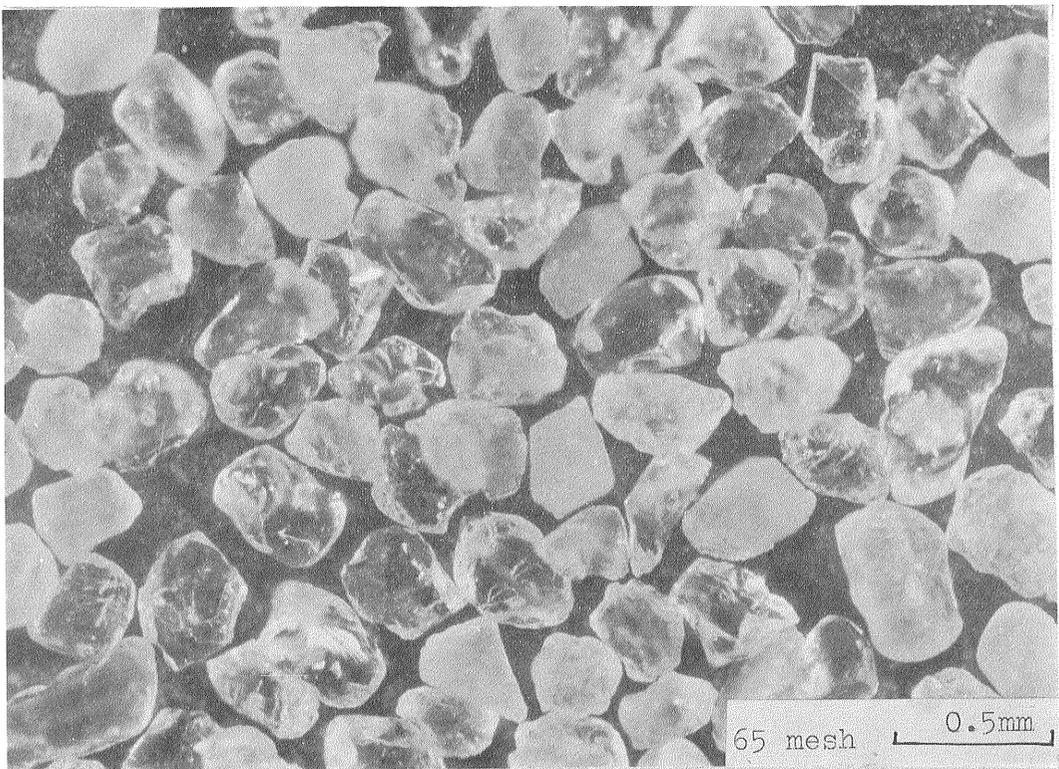
2



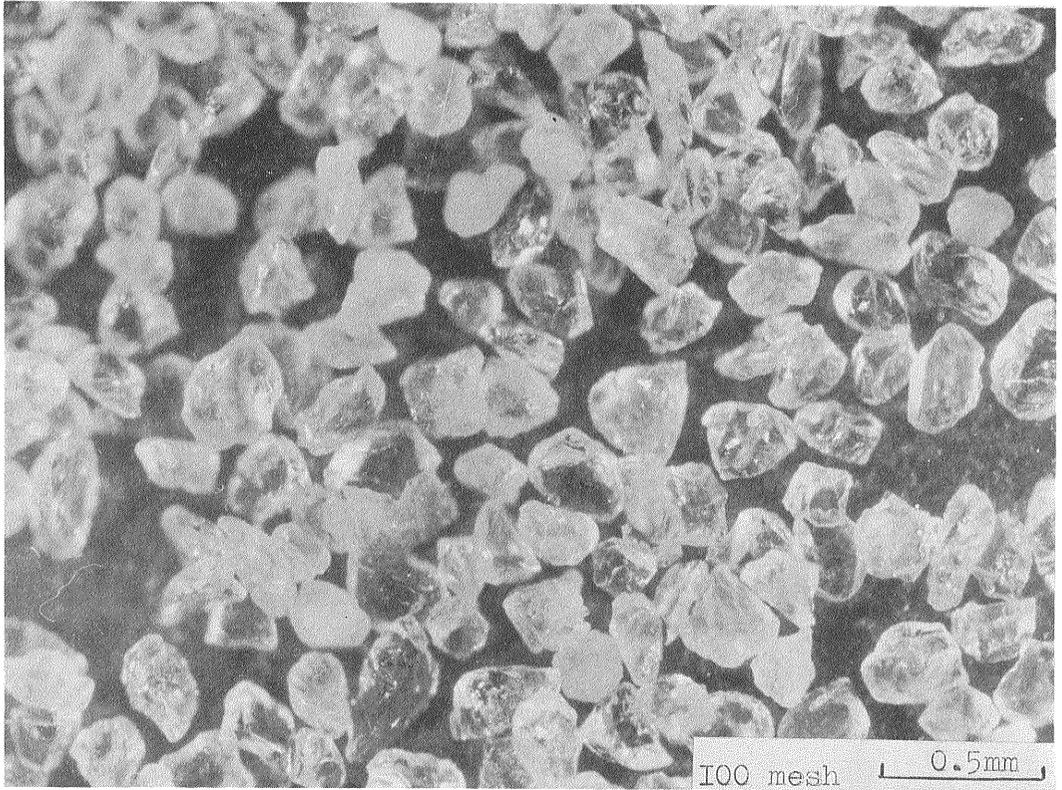
1



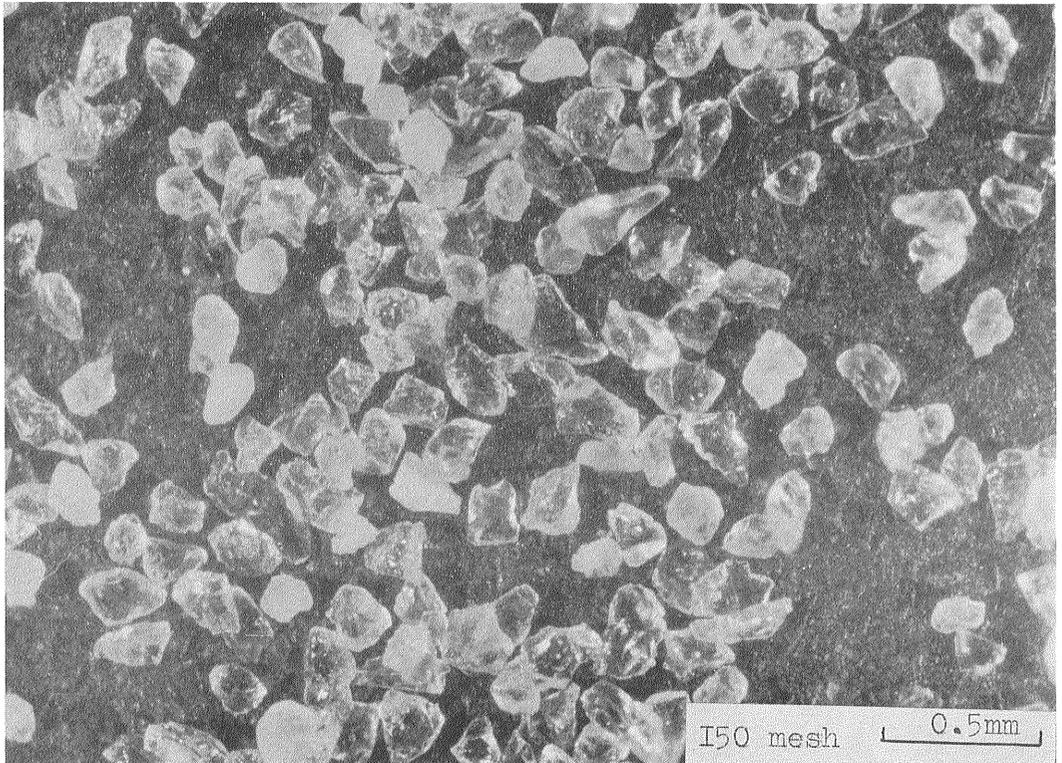
2



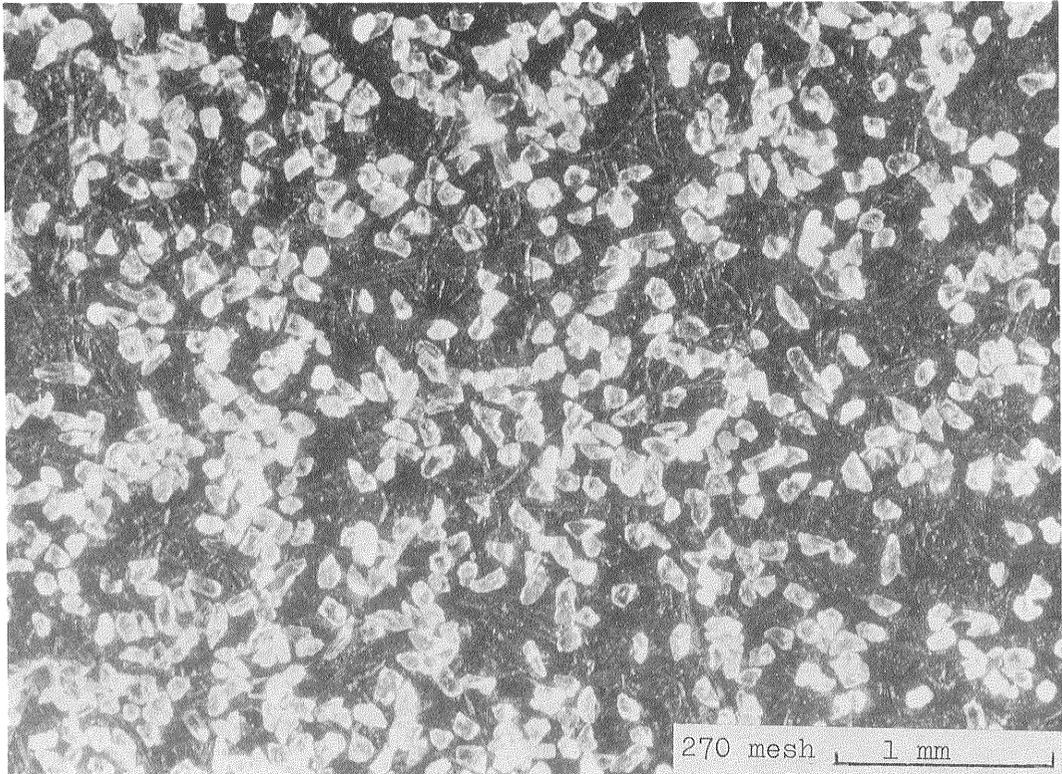
1



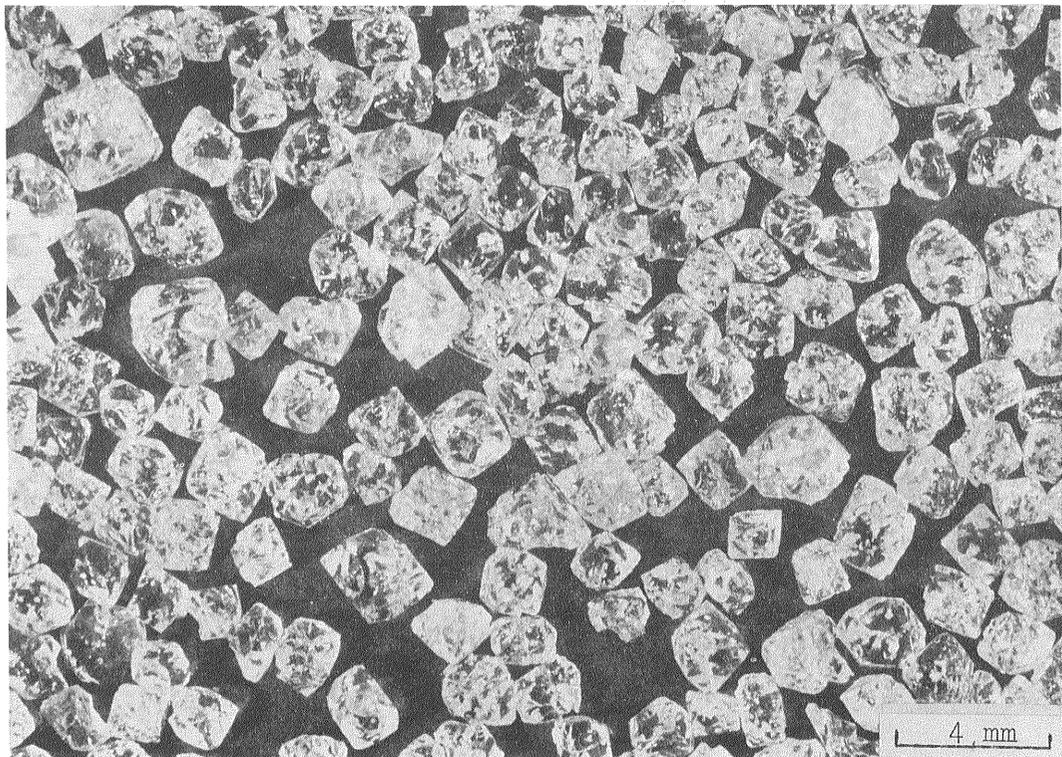
2



1



2



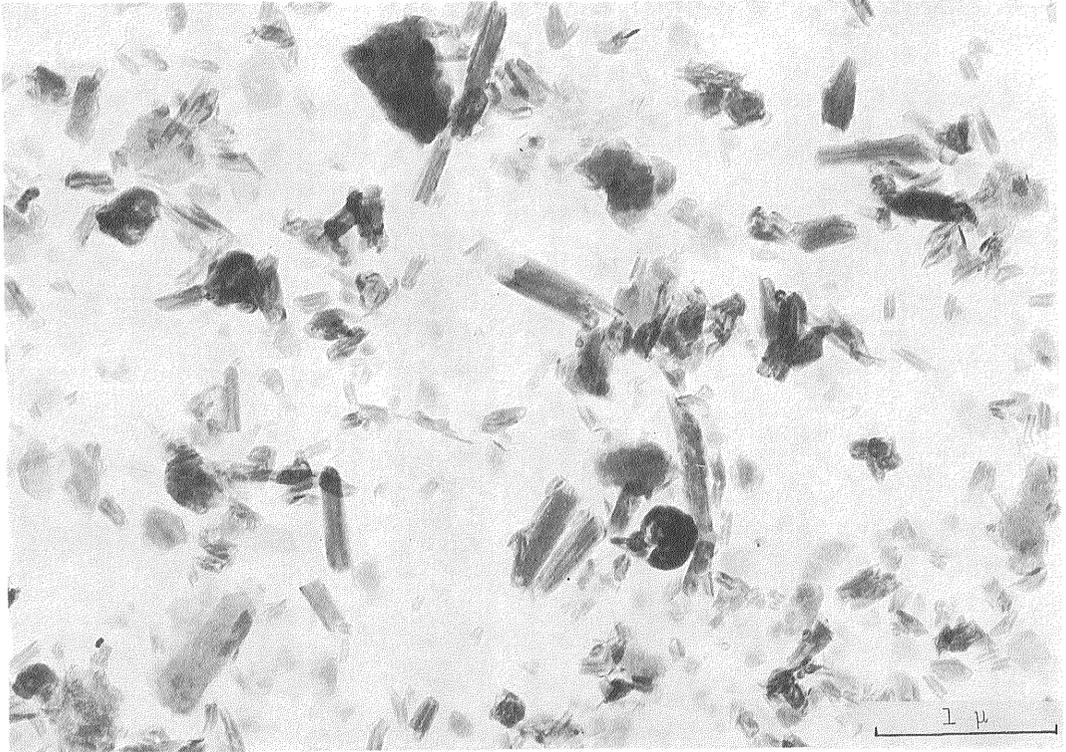
1



2



1



2

