

## 愛知県下の鑄型用珪砂鉱床

(知多・篠岡・渥美地区)

山田 正春\* 小泉 久直\* 井上 秀雄\*

Geology and Foundry Sand Deposits in Chita, Shinooka  
and Atsumi Districts in Aichi Prefecture

By

Masaharu Yamada, Hisanao Koizumi &amp; Hideo Inoue

## Abstract

Geology and foundry sand deposits were studied, in Chita, Shinooka and Atsumi districts in Aichi prefecture, in order to evaluate the deposits economically and foresee their development in future.

Results obtained are summarized as follows:

## 1. Chita silica sand deposits

These include two types of deposits: The Noma sand and Utsumi deposits.

The Noma sand deposit is in the uppermost strata in Noma formation of Pleistocene age and ranges from 2 to 7 meters in thickness. For sand samples from the district the clay fraction ranges from 7 to 20% of the total weight.

The Utsumi sand deposits are classified into three types; the first is aeolian sand deposit, the second beach sand deposit and the last sand deposit on the sea-bottom. The amount of clay fraction for them is very small.

Sand samples from the district consist mainly quartz (80%) associated with feldspar, biotite, pyroxene, zircon, magnetite, halloysite, illite, etc.

## 2. Shinooka sand deposit

The sand deposit is derived from the recrystallized chert of Paleozoic age caused by the contact thermal-metamorphism of granite. Sand samples from the district consist mainly of quartz and the maximum peak of grain size distribution is at 140 mesh screen.

## 3. Atsumi sand deposit

The deposit is that of aeolian sand, the clay fraction of which is very small. The curve of grain size distribution has two peaks at 60 mesh and 100 mesh. Sand samples from the district consist mainly of quartz, associated with feldspar, shell, etc.

## 要 旨

本邦の重要な鑄型用珪砂の産地である、愛知県下の主要な鉱床のうち、知多珪砂・篠岡珪砂・渥美砂について、地質および鉱床と、珪砂の種々の問題について調査研究を行なった。この結果各鉱床の鉱床的価値、各珪砂の物

理化学性、さらには今後の見通しなども明らかにすることができた。これらを要約すればつぎのとおりである。

## 1. 知多珪砂

野間砂：第四紀更新統に属する野間層の最上部の砂層で層厚は2~7m。粘土分7~20%含有し、砂の粒度分布は100, 140各メッシュにピークを有する2種がある。鉱物組成は石英80%、その他は長石・黒雲母・ジルコ

\* 鉱床部

ン・磁鉄鉱・透輝石などである。

内海砂—風成砂：砂丘堆積物で、ほとんど粘土分を含まず、粒度分布は 100 メッシュにピークを有する。

海辺砂：内海海水浴場の海辺砂で風成砂に類似する。

海底砂：内海沿海の浅海底からサンドポンプで採取する。

内海砂は貝殻を含有し、塩分を含むので徹底的に水洗し、貝殻を除去する。

## 2. 篠岡砂

古生層のチャートが花崗岩の接触により、再結晶して粒状化したものである。粒度分布は、30 メッシュに副ピークを、140 メッシュに主ピークを有し、250 メッシュ以下の微粉が多いがこれは石英の微粉である。鉱物組成もほとんど石英のみからなる。

## 3. 渥美砂

海岸の風成砂で、粒度分布は 60, 100 各メッシュのピークを有する 2 種がある。鉱物組成は石英のほか、長石、貝殻、その他で、貝殻は 30 メッシュ程度の大きさのものがほとんどである。

## 1. 緒言

鋳型の造型砂には、鋳物の種類や、またその方法によって種々のものがあるが、もつとも大量に、かつ普通使用されるのは珪砂である。

鋳物工業は機械工業の消長に密接な関係があるので、造型砂の需要もまた機械工業の消長に左右される。従来鋳物工業のなかでも、大量に使用される造型砂が、ともすれば軽視されたきらいがあったようで、このことが欧米の鋳物工業に比してわが国のその後進性が云々された遠因ともなっていたのではないかと考えられている。しかし近時機械工業の急速な発展によって、鋳物工業も著しく進歩したし、またとくに造型砂についても大いに関心を寄せられてきた。しかし造型砂の地質的条件や鉱物組成、さらに鉱物組成に基因する物理化学的性質などの体系的な研究は皆無であったといっても過言であるまい。

筆者らはこれらの問題について、本邦有数の産地である愛知県下の知多地区をはじめ、篠岡地区・渥美地区などの珪砂産床の、地質学的・鉱物学的諸研究を行なった。愛知県下には、さらに瀬戸地区、三河地区などにおいても造型砂の産出があるが、これらについては別の機会にゆずることとする。

この調査研究の推進にあたり、現地において種々便宜を供与された関係各社の各位に対し、また有益な助言を頂いた大隈鑄造 K. K. の高橋技師長をはじめ研究部の各位に、深甚の謝意を表する次第である。

また知多半島の地質について、とくに野間層の層位学的諸問題については、当所名古屋駐在員事務所近藤技官に負う所が多い。記して感謝の意を表する次第である。

## 2. 各地区の珪砂の特長と利用状況

鋳物用造型砂に関する詳細は、地質ニュース 102 号 (1963—2) を参照願うこととし、ここでは、愛知県下の本項でのべる各地区の珪砂の特長と、利用状況の概略についてのべる。

(1) 知多珪砂 一般に知多珪砂と呼ばれるものは、知多半島に産する珪砂で、大別すれば野間砂と内海砂となり、内海砂はさらに細分される。

1) 野間砂：知多半島の野間地区には、第四紀更新統に属する野間層が広く分布する。野間砂はこの野間層の最上部の砂層で、若干の粘土分を含有するので、主として生型用、一部は粉碎して銅合金用などに供されている。

2) 内海砂：一般に内海砂と称されるものにはつぎの 3 つがある。

i. 風成砂：海岸に吹上げられた一種の砂丘で、おおむね淘汰もよく、一般に合成砂などとして主として中子用に利用されている。

なおこの種の珪砂は、貝殻、塩分を含有するので、徹底的に水洗し、貝殻の分離もある程度行ない、乾燥のうえ利用される。

ii. 海辺砂：内海の海水浴場の海辺で、季節外に採取されているが、用途や処理は i. と同じである。

iii. 海底砂：内海—野間間の沿海の、水深 10 m 前後までの海底から、サンドポンプで採取し、運搬船で須佐港に陸揚げし、野間の工場に運び、前記 i. と同じ方法によって処理する。

(2) 篠岡珪砂 古生層のチャートが、花崗岩の影響を受けて粒状化したものであるが、粒度はやや細かい。採掘原砂は、主として瀬戸地区の工場に運び、水選分級を行なって、シェルモールド用およびコーテッドサンド用などに利用されているが、歩留りはかなり低い。

(3) 渥美砂 内海砂の風成砂と全く同じものである。

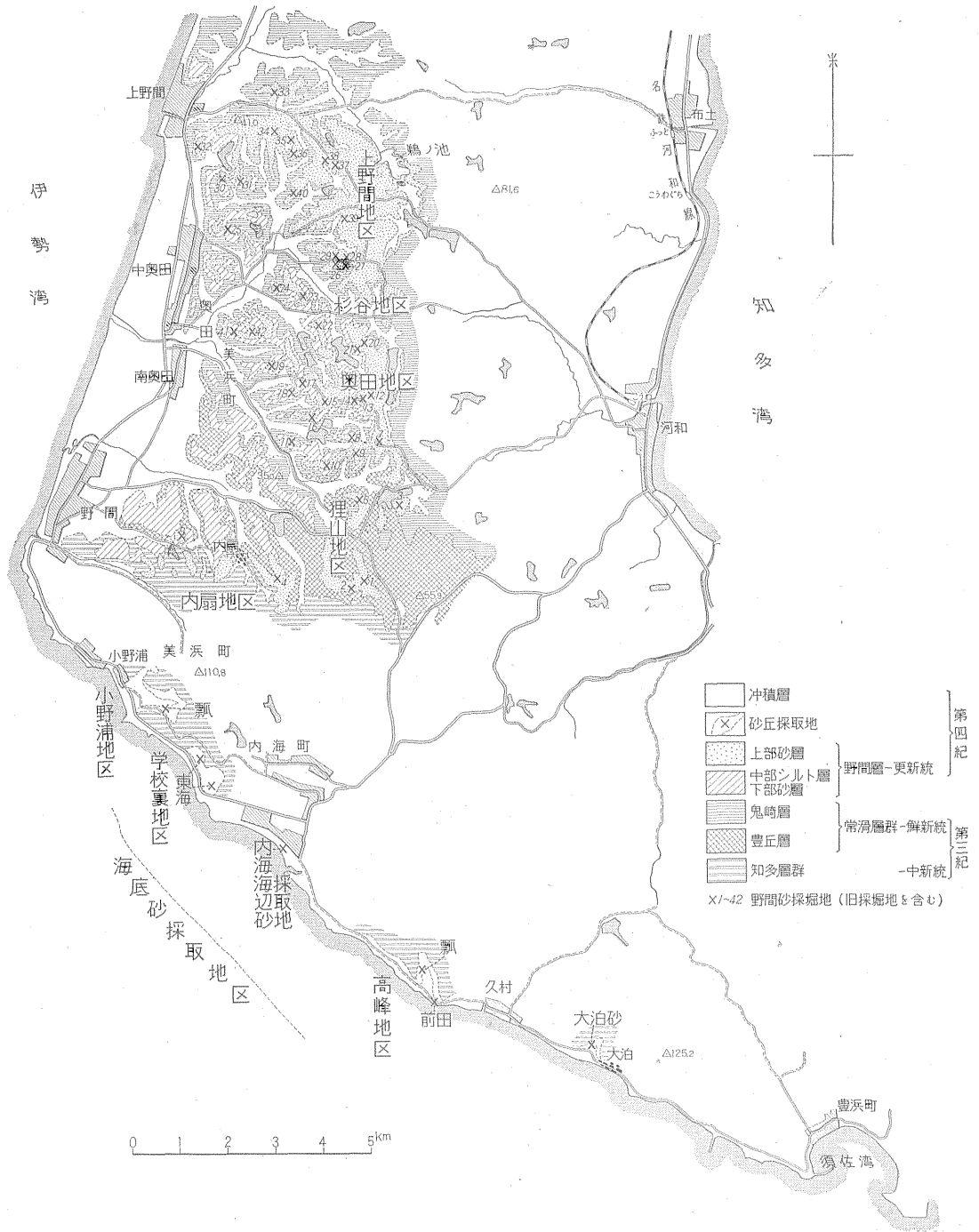
## 3. 知多珪砂

### 3.1 位置および交通

愛知県の知多半島中南部西海岸付近に位置し、知多郡美浜町、内海町にわたる。

採掘地付近には名古屋市からバスの便があるが、珪砂の搬路としては、中京地区へは知多街道、半田街道などを利用してトラック輸送をしている。その他の地区へは、主として河和港より海上輸送を行なっている。

愛知県下の礫型用珪砂鉱床（知多・篠岡・渥美地区）（山田正春・小泉久直・井上秀雄）



- 野間砂採掘地明細
- |        |        |        |       |          |       |         |          |         |       |         |
|--------|--------|--------|-------|----------|-------|---------|----------|---------|-------|---------|
| 1 狸山第1 | 2 狸山第2 | 3 竹七   | 4 内扇  | 5 東海     | 6 豊和  | 23 杉谷前田 | 24 前田    | 25 小谷山  | 26 都築 | 27 前田   |
| 7 前田   | 8 瓢奥田山 | 9 瓢奥田東 | 10 前田 | 11 竹七奥田山 | 12 東海 | 28 東海   | 29 東海    | 30 都築   | 31 東海 | 32 小原1  |
| 13 瓢   | 14 瓢   | 15 都築  | 16 前田 | 17 都築    | 18 都築 | 19 都築   | 20 杉谷野間鉱 | 21 杉谷東海 | 22 杉谷 | 33 上野間1 |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 34 上野間2 |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 35 上野間3 |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 36 上野間4 |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 37 上野間5 |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 38 上野間6 |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 39 上野間7 |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 40 小原2  |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 41 寺5   |
|        |        |        |       |          |       |         |          |         |       | 42 寺東   |

第1図 愛知県知多珪砂地質および鉱床位置図

### 3.2 地質

知多半島の地質については、古くから多くの研究があるが、いわゆる野間層についての考え方には多くの変遷があった。すなわち、古く中村新太郎は、海棲化石の産出を記載して、古期洪積層としたが、その後小瀬知常(1929)は、第三紀鮮新統の常滑層群の一員として、本層を下部常滑層と上部常滑層の中間のものであるとし、野間貝層と呼んだ。最近にいたつて近藤善教(1962)は、古生物学的、層位学的研究の結果、常滑層とは明らかな不整合関係にあることを認め、さらに産出化石の研究などから総合して堆積環境を究明し、その地質時代は更新統に属するものであることを明らかにした。

筆者らのこの研究は、その目的が珪砂礫床にあるため、本地区の地質の層位学的、古生物学的諸問題にはふれず、本項では近藤善教の考え方に立脚してのべる。

本地区の地質は、第1図の地質図に示したが、これは近藤善教の資料をもとに、若干の筆者らの修正を加えたものである。

地質の概要をのべれば、下部より第三紀中新統の知多層群、鮮新統の常滑層群、更新統の野間層および砂丘、沖積層からなる。

知多層群は、野間一内扇地区の南部に分布するやや凝灰質の泥岩で、知多層群最上部の内海層に属するとされている。岩質は堅硬で暗灰色を呈し、層理もおおむね明瞭であるが、産出化石より中新統中部に属するといわれている。

常滑層群には、下部より豊丘層と鬼崎層がある。豊丘層は野間地区南部に広く分布し、丘陵地をなすことが多い。本層は礫層を主とし、その他砂層、とくに上部では1~2mのシルト層を挟在することが多い。礫層は古生層のチャートの礫を多く含有し、その他砂岩・泥岩・凝灰岩などの礫もあるが、これらは知多層群由来のものであろう。鬼崎層は豊丘層を整合に覆い、野間地区に広く分布するが、とくに東部では優勢である。本層はシルト層、砂層を主とし、一部では亜炭の薄層を挟有するが、さらに凝灰岩層も含まれる。これらの常滑層群は、全般に水平層に近いが、傾向としてはおおむね東—北東に緩傾斜している。

野間層は、野間地区の海拔10m内外以上の丘陵地帯にのみ、ほぼ水平に分布するが、分布範囲は東西約3km、南北約6kmである。本層は、下部の第三紀層とは明らかに不整合関係にあり、層厚は数~30mと考えられているが、さらに上、中、下の3部層に分類されている。このうち、いわゆる野間砂として利用されているのは上部層の砂層である。野間層については、層位学的・古生物学的研究が多いことは前述した。したがって問題

点も多いが、本項ではその概略のみについてのべ、上部層については、礫床および珪砂の項でその組成や鉱物学的諸問題についてくわしくのべる。

下部層は普通土として中~粗粒の砂からなり、層厚は1~6mである。南部では砂礫質となり、また部分的にはシルト質となる所もある。本層には貝化石が含まれることが多く、また下位の第三系との境界面はやや不明瞭である。近藤善教によれば、野間層の堆積初期の環境は、入江性の水域で、しかも近くに汽水性潟湖または河口の存在が考えられるという。

中部層はおおむねシルトまたは砂質のシルトを主とし、層厚は1~5mと考えられる。野間台地の西および南縁では、青灰~黄褐色のシルトが優勢で、しばしば多量の高師小僧を含有するが、これは野間の東台地、上野間一奥田付近が特に顕著である。本層は、野間一内扇地区の、いわゆる野間地区の南縁では知多層群に直接接している。全般に亜炭の礫や貝化石を含有することがあるが、その他松かさの化石も産する。なお高師小僧は一般に海成層には存在しないと考えられているので、本層の堆積環境は潟湖と考えられる。

上部層は野間地区の丘陵地帯に広く分布し、内扇地区などでは直接知多層群に、北部および東部地区では常滑層群に接する。層厚はおおむね砂層が5m前後までと推定され、淘汰の良好な砂層を主とし、上部では2m前後の礫層に覆われたり、また漸移したりするが、下部では第三系に直接接するときには基底部に礫層を伴なう。

### 3.3 野間層の堆積環境

野間層の基底面の構造と、その堆積環境については近藤善教の詳細な研究がある。この研究結果を基礎にして、野間層の堆積環境をつぎに述べる。

野間層堆積前に、豊丘層と鬼崎層はかなりの侵蝕をうけ、野間台地の南縁では北西方に急斜して高度差は約40m、その他ではおおむね西~南西方向に緩傾斜をなしていた。海進の開始とともにじまった下部層の堆積は、基底面の高度に密接な関係があった。すなわち基底面高度20m以下の斜面には下部砂層が割合厚く堆積し、20~25mのところでは薄くなり、25m内外以上には下部砂層を欠き、中部層、または上部層が第三系に直接接する場合が多い。

野間層の堆積は、第三系の侵蝕起伏面に対し、西から東へ向かって行なわれ、初期の海進は河谷に沿って基底高度25m内外に及び、下部層を堆積した。そして化石群からみて、堆積環境は強内湾浅海性であったと考えられる。続いて堆積した中部層は、野間台地の西縁に分布する本層(シルト)中に高師小僧を多く含むことから、入口の狭い海岸沿いの汽水性潟湖に堆積したものと推定

できるが、奥田貝層などで局部的には強内湾性化石群を産するので、この時期には再び海進が進み、最高水位は前よりはるかに上昇したものと思われる。ついで内湾の奥の浅海部で比較的静穏な環境のもとに上部砂層が堆積した。海進の最高水位は、50 m 内外に及んだと思われるが、また砂層の上部が礫層に漸移していることや、糞化石などから、野間面の海退過程において、かなりの期間、浅海または干潟の状態におかれたようである。

### 3. 4 珪砂鉱床

知多珪砂は、野間砂・内海砂に大別され、さらに内海砂には風成砂・海辺砂および内海沿海の浅海の海底砂があることなどについてはすでに述べた。これらのおおのの鉱床についてのべる。

#### 3. 4. 1 野間砂

野間砂は、更新統野間層の上部層をなす砂層で、野間台地のやや高所に広く分布し、中部層（シルト層）を整合に覆う場合が多いが、台地の南部地区では第三系に直接接する。

地域内では、いたる所で採掘され、その数は 40 力所以上に及ぶ。地区的にみれば、狸山・奥田・杉谷山地区などが砂質もよく、かつ立地条件に恵まれて従来よりさかんに採掘されたが、排土の多い上野間地区も最近ではさかんに稼行されるようになってきている。

野間砂の傾向としては、南部ほど粒度もそろい層厚も優勢で、北部ほどやや劣勢となっていること、南部では砂層が上、中、下の 3 層に明らかに分帯できるが、北部ではこの分帯が不明瞭で、下部ほど細かくなっており、また地域中部では東側台地の方が優勢で、西側の海岸に近いほど劣勢となっていることなどがあげられる。

つぎに各地区についてのべる。

台地南部地区の狸山・奥田・杉谷山などが優勢な賦存帯であることは前述したが、狸山地区では、中層のやや粗粒の砂層を挟んで、粒度によっておおむね 3 層に分けられ、さらにこの上部に 1~3 m の外観やや赤褐色を呈する砂層がある。竹七地区ではこれが厚さ 50 cm 以上で、さらに礫質となる。狸山では上層 1.1~1.4 m、中層 1.8~2.4 m、下層 1.8~2.1 m で、下限は礫層である。竹七地区・内扇地区では、この中層の粗粒の砂を欠き、全般に均質で層厚はいずれも 3~5 m に達するが、下限はやはり礫層となる。

奥田地区では、野間砂の層厚は普通 1~3 m 程度であるが、層厚が厚くなるにしたがって、やはり野間砂層の中間部に 20~40 cm 程度の粗粒の砂層を挟んで、上、下層に分かれるが、これは厚い所で 60 cm に達し、チャートの小礫を混えることがある。地区内では瓢採掘場付近が、均質で層厚も厚くもっとも優勢で、上層 2~3m、

下層 3~4 m に達する。本地区では野間砂層の上部の砂層は全般に赤褐色を呈し、砂質で時に小礫を混ざる程度であるが、一部ではかなり礫が多くなっている所もある。

杉谷山地区の野間砂層も奥田地区におおむね類似して、上部より中粒砂を主とする上層、中間の粗粒砂・細粒砂を主とする下層となっているが、下層がもっとも優勢で層厚 2~2.5 m に及ぶことがある。なお野間砂層の上部の砂層は赤褐色の砂質物を主とし、時に小礫を混えるが、かなり砂礫質となる箇所もある。

上野間地区では、野間砂層上部の赤褐色砂が、かなり礫質となっておおむね砂礫層を主とするが、著しく層厚を増し、2 m 以上に及ぶことも多い。また局部的にこの下部に花崗質砂層が存在することがある。この地区では野間砂は、一般に下部ほど細粒となる傾向があり、層厚は上部のやや粗粒砂が 0.5~1.5 m、下部の細粒砂が 2 m 以上に達することが多い。

#### 3. 4. 2 内海砂

一般に内海砂と称されるものに、風成砂・海辺砂・浅海の海底砂の 3 種があることはすでにのべた。これらのおおののつぎにつぎのべる。

##### 1) 風成砂

これはすでにのべたように海岸近くの砂丘をなすもので、昭和 17 年頃から採取されたといわれるが、かつて砂中から古銭や人骨が出たとのことで、その堆積時期は徳川幕府中期以前と考えられている。

本地区の風成砂は、第三系知多層群の頁岩の上に堆積したもので、産地には小野浦地区、学校裏地区、高峰地区、大泊地区などがあるが、現在稼行されているのは、小野浦地区のみで、その他学校裏地区、高峰地区などで時に少量採取されているにすぎない。

小野浦地区は、この種のものでは調査地区内でもっとも大きく、その規模は南北約 70 m、東西約 300 m の範囲に、高低差最大 15 m にわたって堆積しており、現在さかんに採取されている。

学校裏地区では、ほぼ南北に約 100 m にわたって堆積しており、かつてサンドスキー場として知られたものである。現在ほとんど採取済みで、ときに少量の出荷をみるにすぎない。

高峰地区では、海岸の道路と東側の丘陵の間の凹地に、厚さ 3 m 内外にわたって堆積しており、現在一部で採取されているにすぎない。かつては海岸線まで採取されたようである。

大泊砂も海岸にいたるまで採取されたようであるが、いまではほとんど採取済みである。

##### 2) 海辺砂

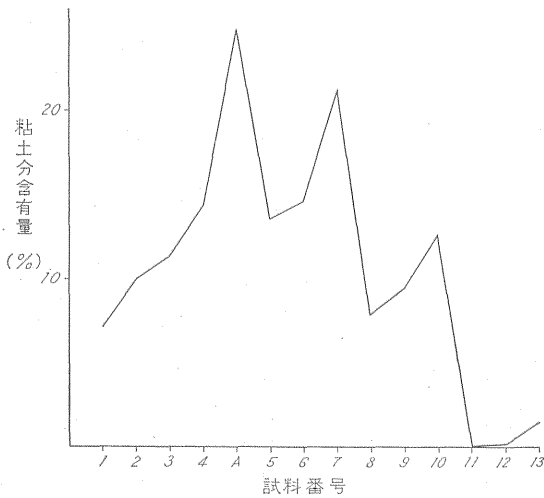
この種のものでは、内海海水浴場の海辺で採取されて

第1表 知多珪砂の砂分・粘土分と砂分の砂度分布

No.	砂分 (%)	粘土分 (%)	砂分の粒度分布 (メッシュ)										産地
			+30	+40	+60	+80	+100	+140	+160	+200	+250	-250	
1	92.8	7.2	2.3%	2.4%	22.1%	22.1%	31.8%	13.5%	1.6%	2.0%	1.6%	0.6%	No. 1
2	90.0	10.0	0.6	0.3	0.3	0.3	17.7	63.4	5.7	7.3	3.2	1.2	No. 12
3	88.6	11.4	0.5	0.6	1.9	1.9	44.9	37.4	3.0	5.0	3.7	1.1	No.9 上部層
4	85.6	14.4	0.1	0.1	0.3	1.5	59.6	30.3	1.2	4.0	2.2	0.7	No.9 下部層
5	86.4	13.6	0.1	0.1	2.7	8.8	45.2	32.3	2.5	3.6	3.5	1.2	No. 30
6	85.4	14.6	0.1	0.1	0.4	0.6	15.9	60.2	6.1	9.2	5.8	1.6	No. 33
7	78.7	21.3	—	0.1	0.1	0.5	6.6	49.7	12.1	20.2	9.0	1.7	No. 4
8	92.1	7.9	1.2	1.9	16.6	36.8	36.8	4.3	0.7	0.6	0.8	0.4	No.2 上部層
9	90.5	9.5	0.4	1.1	9.3	8.9	34.0	34.9	3.3	4.6	2.4	1.1	No.2 中部層
10	87.3	12.7	0.1	0.1	0.2	1.4	35.6	44.4	6.7	6.9	3.4	1.2	No.2 下部層
11	100.0	0.0	38.9	39.9	12.1	5.4	3.2	0.4	—	0.1	—	—	小野浦, 瓢
12	99.9	0.1	0.1	0.6	7.3	20.2	59.7	11.4	0.1	0.4	0.1	0.1	内海, 海辺砂
13	98.5	1.5	2.4	19.4	41.8	20.1	14.6	1.5	0.1	0.1	—	—	海底砂

注1) 産地の No. は第1図の No. に同じ。

2) メッシュはタイラー・篩による。



註. No.Aは第1図の24

第2図 知多珪砂の粘土分含有図

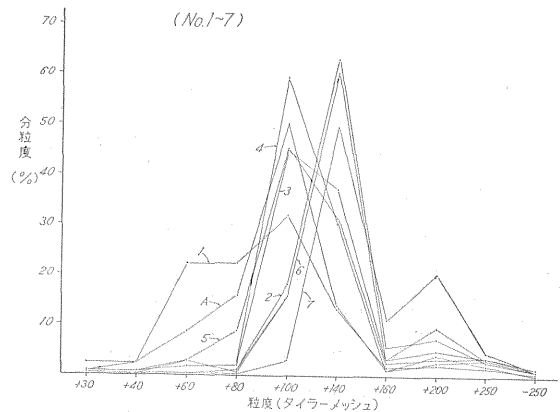
いるもの1カ所があるのみである。これは海水浴の季節外に、深さ1.5mまで採取している。砂粒は風成砂より細かい傾向があるが貝殻の含有量が多い。

### 3) 海底砂

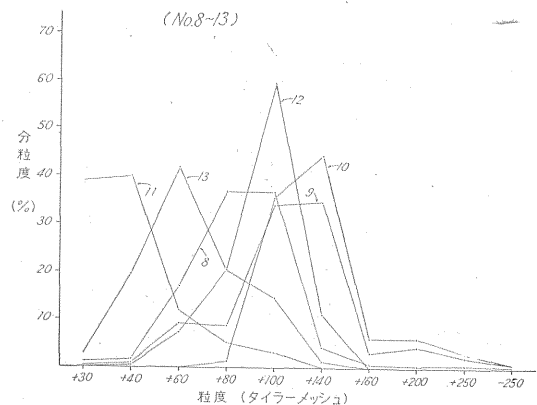
内海沿海の水深10m前後の海底砂を、サンドポンプで採取し、運搬船で須佐港に陸上げしている。この作業は著しく天候の影響をうけるが、採取量は大体1日150t程度までで、塩分や挟在する貝殻を除去するために、野間地区の工場に運んで、水選・選別などの調整を行なって出荷している。

### 3.5 珪砂

珪砂を鑄型の造型砂として利用する場合には対象や方



第3図 知多珪砂粒度分布図



第4図 知多珪砂粒度分布図

第 2 表 知多珪砂の加熱後の粒度分布

メッシュ No.	+35	+48	+60	+80	+100	+150	+170	+200	+250	-250
1	3.0%	13.3%	14.2%	39.1%	14.2%	12.3%	1.6%	0.9%	0.8%	0.6%
2	0.7	0.3	0.1	3.4	27.9	58.7	3.5	2.7	1.5	1.2
4	0.1	0.3	0.3	11.1	25.5	51.9	4.9	3.0	1.7	1.2
7	0.1	0.1	0.1	4.0	14.0	64.2	7.8	5.7	2.8	1.2
8	1.2	8.1	14.6	59.3	9.6	4.9	0.7	0.6	0.5	0.5
9	0.8	7.5	4.8	26.4	26.0	28.3	2.5	1.6	1.3	0.8
11	68.1	20.3	4.3	6.2	0.7	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0
13	10.6	39.2	17.5	28.0	3.6	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0

注 1) No. は第 1 表に同じ。  
 2) メッシュは J.I.S. による。  
 3) 加熱は 900°C にて 15 分間急熱。

法によって種々の規格がある。しかし重要なことはあくまでも耐熱性、通気性、造型性、崩壊性の 4 大要素である。

本項では、これらについて、造型砂としての各種の研究を行なった結果についてのべる。

### 3. 5. 1 組成と粒度分布

本地区の各種の珪砂の組成と粒度分布の試験結果は第 1 表および第 2~4 図に図示されている。

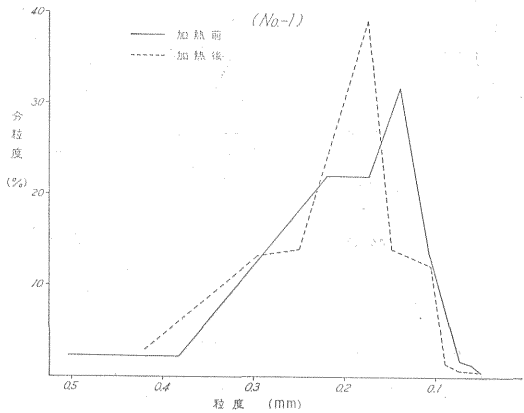
これによって明らかのように、野間砂には 7~15%、多い所で 20% 前後の粘土分を含有するが、内海砂にはいずれもほとんど粘土分を含まない。これは砂の成因と分布状態からみて当然のことであろう。

つぎに砂分の粒度の一般傾向についてみれば、野間砂より内海砂の方が粗く、内海砂のなかでは小野浦砂・海底砂がもつとも粗い。

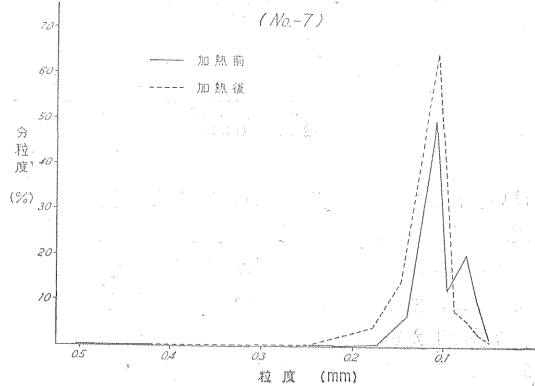
野間砂の粒度分布の特長としては、60メッシュにピークを有するもの 1 例を除いて、おおむね 100 メッシュにピークを有するもの、140 メッシュにピークを有するものの 2 種に大別することができるが、いずれも 200 メッシュに副ピークを持つ場合が多い。試験試料が限られているので、断定はできないが、傾向としては前者には奥田地区のもの、すなわち奥田地区からやや北部の地区中央部のものが、後者には地区の北部および南部のものが属するといえる。しかし内海砂はかなり粒度が細かく、100 メッシュにピークを有し、奥田地区のものに類似することは、従来より海辺砂およびこれに類するものはかなり粗いと考えられていた概念に反する点で注目する。

さらに造型砂として重要な条件に、鑄込みの際高温においても粒度に変化を生じないことがある。一般には花崗質で、揮発質物質を含有する石英を主とするものは、高温において破裂して粒度が細くなる傾向があり、この性質の顕著なものは造型砂として適当でない。この問題を明らかにするために、900°C に 15 分間急熱し、再

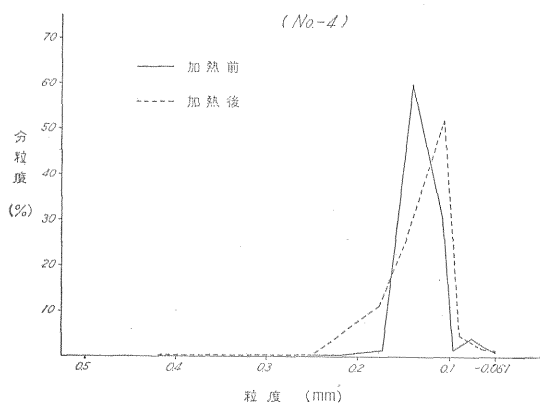
び粒度分布を検討したのが第 2 表である。筆者らは、加熱前の粒度分布はタイラー篩を、加熱後の粒度分布は J. I. S. 篩を使用したため、直接比較することはできなかった。第 5~9 図に代表例について両者の関係を示した。この結果明らかになったことは、粒度分布の変化がほとんどないか、または幾分細かい方に変化するものが 3 試料 (No. 2, 4, 7) あるのに対し、その他の試料



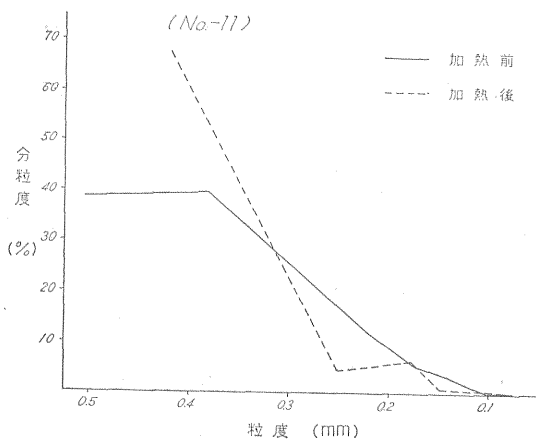
第 5 図 知多珪砂の水産原砂と、加熱後の粒度分布関係図



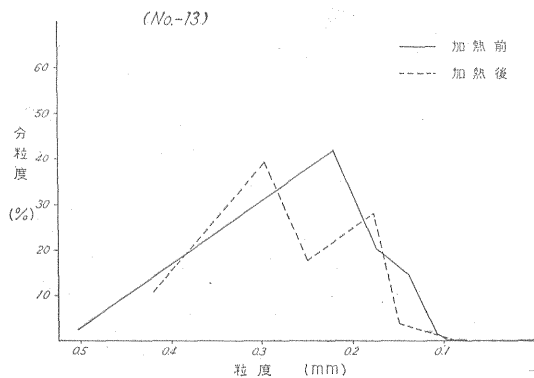
第 6 図



第7図



第8図



第9図

ではいずれも幾分粗い方に変化しているという興味ある事実があることである。理論的に考えて、まったく逆の現象でこの原因については、種々の可能性を考えることができるが、他の産地の珪砂についても充分検討してから再び検討したい。

### 3.5.2 鉱物組成と化学成分

珪砂の鉱物組成について、顕微鏡観察の結果をのべ

ばつぎの通りである。

野間砂は、地区別に詳述すれば、上野間などの北部地区では、80%前後の石英と長石の他少量の黒雲母・ジルコン・緑泥石などからなり、奥田地区付近から北の中部地区では、60~75%の石英と長石のほか少量の黒雲母・ジルコン・角閃石・輝石・磁鉄鉱・緑泥石などからなり狸山・内扇などの南部地区では、70~80%の石英・長石のほか少量の黒雲母・白雲母・透輝石・ジルコン・磁鉄鉱・緑泥石などからなっている。これらを総合して地区別の成分の傾向をうかがえば、北部地区では不純分が、かなり少なく、石英粒はやや粗く、含有量も幾分多いこと、中部地区ではジルコンや黒雲母の含有量がやや多くなっていること、南部地区では微斜長石がやや多く、石英粒の周辺に褐鉄鉱の汚染がやや多くなっていることなどがあげられる。野間砂の石英についてみれば、まれに片状をなすものもあるが、ほとんど粒状の石英からなり、その他微細な石英がかなり含まれ、ときには50%に達することもある。これが粒度分布の項でのべた副ピークをなすものであろう。また全般に石英粒の周辺が褐鉄鉱の汚染をうけていることがあるが、南部地区のものが、やや多く汚染している傾向のあることは前述した。

内海砂についてみればつぎの通りである。

風成砂は小野浦地区を例にとれば、おおむね粒状をなす石英約80%と長石のほか、少量の黒雲母・透輝石・緑泥石・絹雲母などからなる。石英は微細なものは少なく、また長石には幾分の微斜長石が含まれる。海辺砂は、80%前後の粒状の石英と長石のほか、少量の角閃石・透輝石・ジルコン・磁鉄鉱からなり、海底砂は、80%前後の粒状の石英と長石のほか少量の透輝石・紫蘇輝石・角閃石・黒雲母・緑泥石・ルチールからなる。

内海砂の傾向としては、風成砂には微斜長石が幾分存在すること、海辺砂には斜長石が幾分多くみられて黒雲母が少ないこと、海底砂には、ルチールや角閃石を含有することなどがあげられる。

第3表 知多珪砂のピークの粒度における鉱物組成

No.	ピークの粒度 (メッシュ)	石英 (%)	長石 (%)	その他 (%)
1	+100	66.8	32.2	1.0
2	+140	63.4	34.3	2.3
4	+100	73.3	24.0	2.7
7	+140	62.3	35.7	2.0
8	+100	69.6	28.9	1.5
9	+140	72.0	26.6	1.4
11	+40	73.9	24.5	1.6
13	+60	74.0	22.9	3.1

注1) No. は第1表に同じ。  
2) メッシュは第2表参照。



第 4 表 知多珪砂化学成分表

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 (%)	Ig.loss (%)
1	84.50	0.15	8.61	0.87	0.25	0.31	1.56
2	81.38	0.32	10.34	1.13	0.28	0.40	2.16
3	80.26	0.25	11.29	1.13	0.27	0.24	2.72
4	79.48	0.24	11.65	1.09	0.32	0.34	2.63
5	81.49	0.23	10.38	0.96	0.34	0.28	2.29
6	79.97	0.25	11.40	1.13	0.36	0.28	2.59
7	77.39	0.25	12.70	1.35	0.36	0.32	2.95
8	80.27	0.11	11.14	1.00	0.29	0.31	2.80
9	83.35	0.25	9.72	0.83	0.25	0.20	2.13
10	83.69	0.32	9.30	1.04	0.27	0.20	1.96
11	89.61	0.05	6.00	0.44	0.16	0.26	0.44
12	84.44	0.15	8.48	0.78	0.31	0.83	0.61
13	85.06	0.12	7.81	0.87	0.29	0.61	0.86

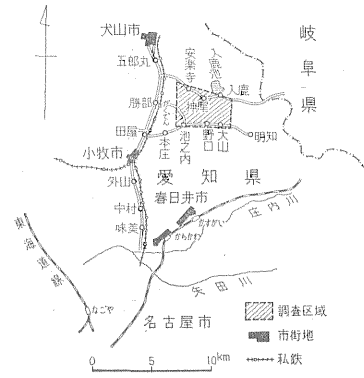
分析：阿部喜久男

- 注 1) No. は第 1 表に同じ。  
2) 試料はいずれも原砂。

なお造型砂として一般に問題にされる粒度分布のピークにおける鉱物組成とその量比は第 3 表に示した。これによれば、石英は 62~74% で内海砂の方が野間砂より多く、長石は 23~36% で、逆に内海砂の方が少なくなっている。その他の 1~3% の鉱物は、前述したものである。



第 11 図 篠岡珪砂地質および鉱床位置図



第 10 図 篠岡珪砂産出位置図

本地区の珪砂の化学成分は第 4 表に記した。内海砂にやや CaO が多いのは、若干含有される貝殻の除去が不十分なためであろう。

なお野間砂の水浸した粘土分の鉱物組成は、X 線回折試験の結果、カオリナイト、ハロイサイトおよびイライトなどからなるものようである。

#### 4. 篠岡珪砂

##### 4.1 位置および交通

本地域は名古屋市の北方、直距離約 15 km の小牧市

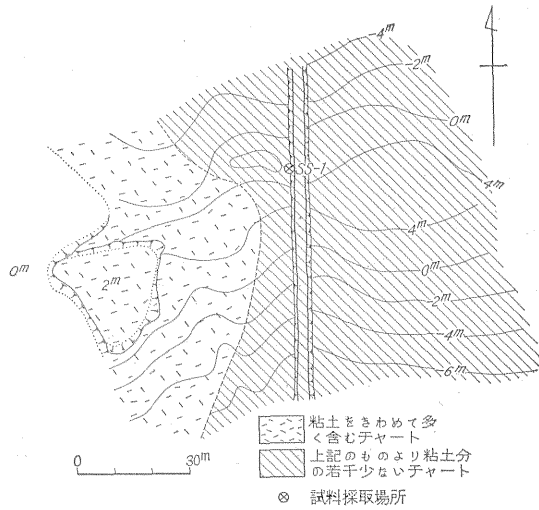
東部地区に位置し、野口-大山部落と、入鹿池の間に珪砂鉱床がある。

これに至るには、名古屋市から犬山街道が通ずるので、珪砂はトラック輸送によって名古屋市・瀬戸市などに搬出されている (第10図)。

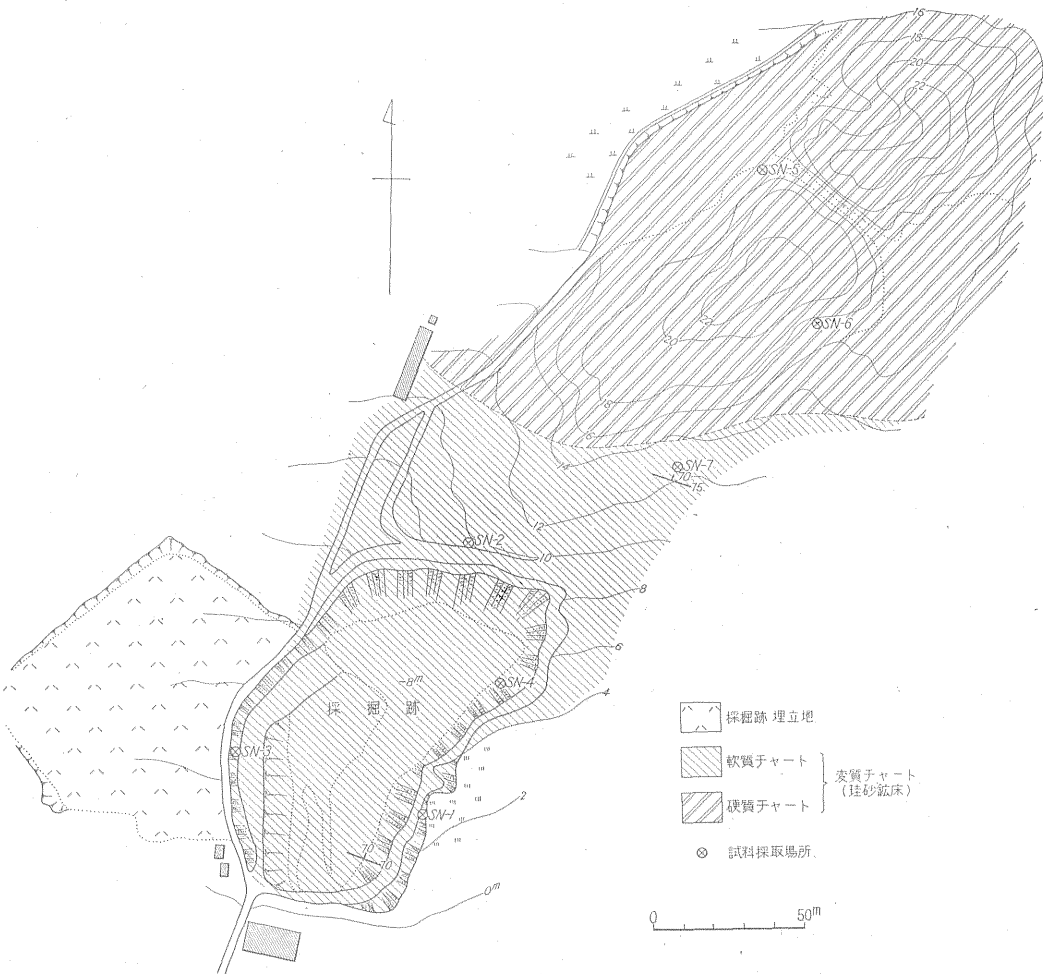
#### 4.2 地質

本地域の地質は第11図の地質図に示したが、これを要約すれば下部から、古生層、新第三紀層、第四紀層の各堆積岩と、花崗岩からなっている。

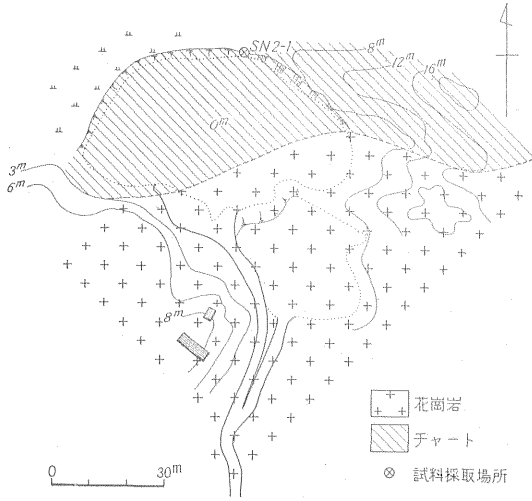
古生層は、走向ほぼ東西で傾斜は垂直ないし北に70~80°を示し、地域内では単斜構造をなす。古生層は大部分はチャートで、部分的に帯状をなして砂岩・粘板岩が賦存する。これらは花崗岩の進入により、粘板岩はホルンフェルス化していることが多く、地域内のとくに北部に多い碎石場で採掘されている。チャートは粒状化し部分的に珪砂鉱床をなしているが、これは地区南部に限



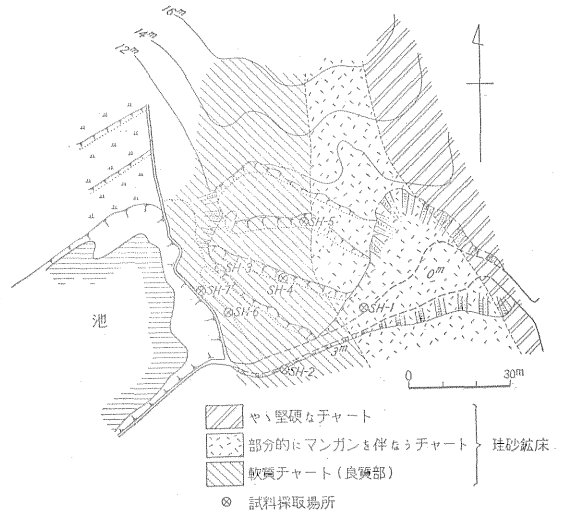
第12図 鈴木山珪床図



第13図 篠岡砂薬野口鉱山第1鉱床図



第 14 図 篠岡砂業野口鉱山第 2 鉱床図



第 15 図 橋本鉱山鉱床図

られる。

新第三紀層は、土岐累層の砂礫層で、地域の南および北部のおおむね低所に、ほぼ水平に堆積している。そしてさらにこれらを覆って沖積層がある。

花崗岩は地域の南部、野口一大山部落付近および北部の入鹿池周辺などに分布するやや斑状質のものである。普通 2~3 cm の長石の斑晶を含有するが、鏡下には石英・正長石・斜長石・黒雲母を主とし、黒雲母は緑泥石化している場合が多い。岩質もやや変質して脆弱となっ

ている場合が多い。なお花崗岩は、チャートの粒状化に重要な役割を果たしたと考えられるが、鉱床付近ではチャート中に細脈状をなして存在することが多い。

なおチャートについては鉱床の項で詳しくのべるが、地質図では一応鉱石として価値のある変質チャートと、やや軟質のチャートとを区別して記載した。

#### 4.3 珪砂鉱床

本地区の珪砂鉱床は、古生層のチャートが花崗岩の接触変質をうけて再結晶し、粒状化したものと考えられる

第 5 表 篠岡珪砂の砂分、粘土分と砂分の粒度分布

No.	砂分 (%)	粘土分 (%)	砂分の粒度分布 (メッシュ)									
			+30	+40	+60	+80	+100	+140	+160	+200	+250	-250
S.H. 1	60.1	39.9	17.2%	2.7%	3.1%	2.5%	7.4%	17.1%	4.5%	12.7%	25.2%	7.6%
S.H. 2	86.4	13.6	6.1	2.0	3.8	4.0	12.3	24.7	5.9	13.1	22.1	6.0
S.H. 3	50.1	49.9	15.2	6.6	8.5	6.6	15.2	18.7	3.5	8.7	14.3	2.7
S.H. 4	72.5	27.5	7.2	4.3	5.6	4.2	9.9	16.8	3.7	9.7	22.0	16.6
S.H. 5	78.6	21.4	26.9	4.4	4.3	3.0	7.7	14.6	2.9	7.9	15.7	12.6
S.H. 6	96.6	3.4	8.0	5.3	9.7	8.9	21.5	24.2	4.4	7.9	8.5	1.6
S.H. 7	97.8	2.2	7.4	6.3	8.9	6.8	17.2	23.4	4.5	9.3	12.4	3.8
S.N. 1	73.9	26.1	5.5	2.9	3.5	2.4	7.4	22.8	6.2	14.0	26.3	9.0
S.N. 2	58.7	41.3	5.0	2.4	3.4	2.8	7.3	17.7	5.0	14.4	31.6	10.4
S.N. 2-1	42.4	57.6	18.5	9.5	7.9	4.2	8.0	11.2	2.3	6.3	18.5	13.6
S.N. 3	67.8	32.2	1.0	1.7	3.8	3.8	9.3	18.0	5.5	15.0	31.4	10.5
S.N. 4	79.2	20.8	7.9	3.6	6.1	5.3	13.7	20.1	4.6	11.9	20.0	6.8
S.N. 5	69.0	31.0	5.7	1.1	1.4	1.1	3.0	9.6	3.7	11.8	40.1	22.5
S.N. 6	93.5	6.5	3.8	7.0	16.8	12.1	22.4	18.6	3.2	6.2	7.8	2.1
S.N. 7	79.5	20.5	13.6	3.3	5.2	4.4	10.6	16.8	4.7	10.2	20.5	10.7
S.S. 1	49.7	50.3	55.4	11.3	5.5	2.3	3.9	5.1	1.2	3.5	8.3	3.5
S.K. 1	44.1	55.9	67.0	10.4	6.0	1.7	2.5	1.7	0.2	0.5	1.0	9.0

注 1) No. は第 14~18 図参照。

2) メッシュはタイラー篩による。

が、全般の傾向としてはかなり粒度が細かい。

チャートを変質の程度によって、一応未変質のチャート、軟質チャート、変質チャートの3種に分類した。これらを鏡下に観察すれば、この順序に従って石英の再結晶度が進んで粗粒となっている。変質チャートでは、粒間に微細な石英のほか、絹雲母や緑泥石様の鉱物が微量みとめられる。これは長野県下などの同型の鉱床について顕著にみられる傾向と変らない。また本地区では、ときに水酸化鉄やマンガン酸化物を少量伴う帯がみられる。

本地区においてみられる特長としては、鉱床の分布地帯が必ずしも花崗岩の分布と一致しないことで、地区内では白山を主陵とする山陵の南側の、しかも中央部に集中して胚胎し、山陵の北側では花崗岩は分布するが、鉱床はみとめられない。このことは、この変質作用の機構が、複雑な条件のもとに行なわれたことを暗示するもので、必ずしもチャートと花崗岩の接触部にこのような変質作用が行なわれるとは限らないのであろう。

地区内の各採掘場の詳細は、第12~15図の各鉱床図に示した。

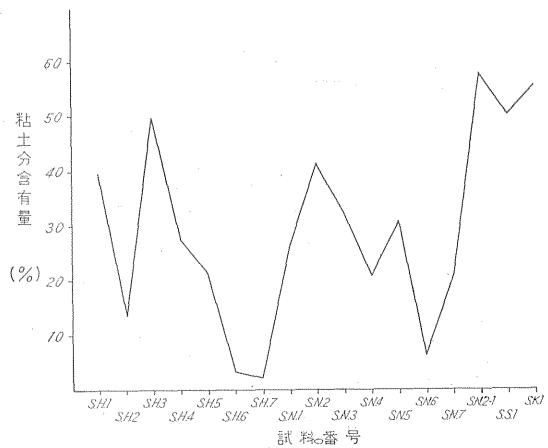
#### 4.4 珪砂

##### 4.4.1 組成と粒度分布

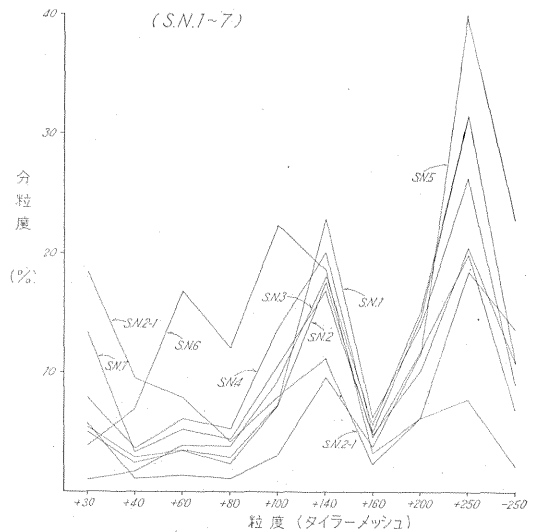
篠岡珪砂の組成と粒度分布の試験結果は、第5表、第16図に示し、また傾向を知るために第17図(1, 2)および一部は第23図に図示した。これらによって明らかのように、水箆によって分けられた、いわゆる粘土分なるものがかなりあり、なかには50%を超すものもある。しかしこれもほとんどは、微細な石英であることはあとのべる。

砂分の粒度分布をみるに、S.K.1, S.S.1(第23図)のような、かなり粗いものおよびS.N.6(第17-1図)を除いたほかは、ほとんどが140メッシュおよび250メッシュにピークを有し、30メッシュにもピークがみられる。製品とするときは250メッシュのピークのみは除去されているようなので、篠岡珪砂として利用されているのは主として140メッシュのピークのものである。したがってこのメッシュにおける実収率は20~30%程度の低いものと考えられる。

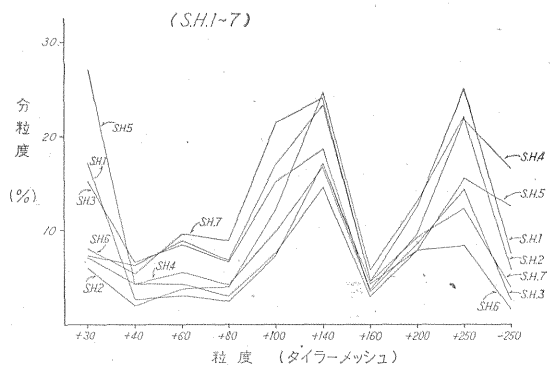
つぎに加熱による粒度分布の変化についての試験結果からみとめられる明らかな事実についてのべる。(第6表、第18, 19, 20図)。前述したように、生の珪砂の粒度分布にも、粗いものと細かいものの2種があったが、この粗いもの(S.K.1, S.S.1)は、加熱によって粒度分布がいく分細かくなっており、またS.N.6は独特の粒度の変化を示しているが、その他の細かくて、粒度分布の傾向が同じであるものはすべて、S.H.2に代表さ



第16図 篠岡珪砂の粘土分含有図



第17-1図 篠岡珪砂粒度分布図

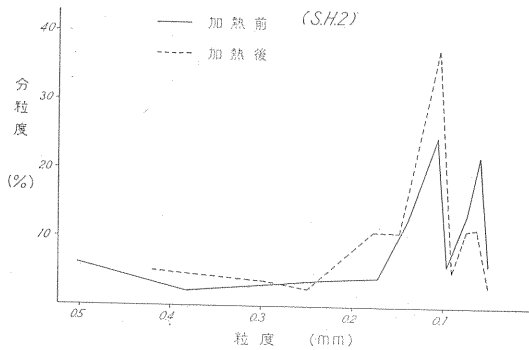


第17-2図 篠岡珪砂粒度分布図

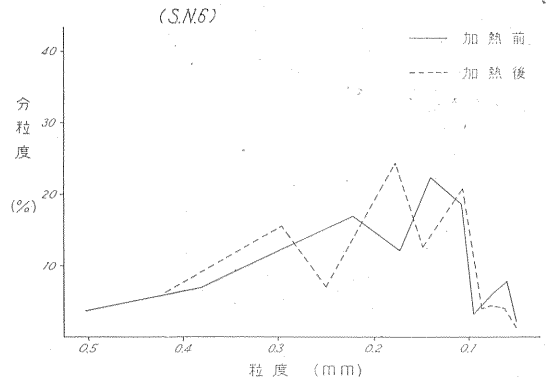
第 6 表 篠岡珪砂の加熱後の粒度分布

メッシュ No.	+35	+48	+60	+80	+100	+150	+170	+200	+250	-250
S. H. 1	17.5%	3.3%	1.5%	6.9%	7.0%	25.9%	6.9%	12.7%	13.7%	4.6%
S. H. 2	5.0	3.5	2.3	10.8	10.7	37.4	5.1	11.0	11.3	2.9
S. H. 4	9.5	5.9	2.7	9.9	7.5	21.9	5.1	10.5	17.9	9.1
S. H. 5	27.0	5.0	1.9	7.7	7.2	21.3	8.4	12.8	6.9	1.8
S. H. 6	12.4	9.8	5.4	22.9	14.1	23.9	3.8	4.7	2.5	0.5
S. N. 1	5.6	3.7	1.5	6.9	9.5	34.8	9.1	13.6	12.1	3.2
S. N. 5	6.8	1.4	0.6	2.9	3.6	23.1	8.1	24.1	23.6	5.8
S. N. 6	6.3	15.4	7.0	24.3	12.6	20.7	3.9	4.4	4.0	1.4
S. N. 2-1	26.2	9.5	2.8	8.4	5.6	13.6	4.7	8.9	13.9	6.4
S. S. 1	62.5	7.8	1.7	4.4	2.7	6.3	2.3	4.2	5.2	2.9
S. K. 1	79.2	7.1	1.2	2.8	1.2	1.9	2.8	2.4	0.7	0.7

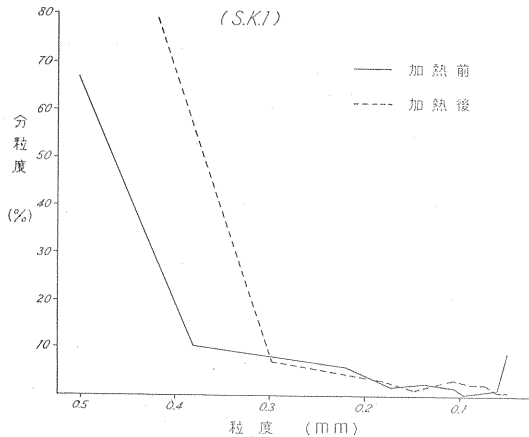
注 1) No. は第 5 表に同じ。  
2) メッシュ, 加熱条件は第 2 表に同じ。



第 18 図  
注: 同型に S.H. 1, 4, 5, SN 1, 2-1, 5 がある。



第 20 図  
注: 同型に S.H.6 がある。



第 19 図

れるように、加熱によって粒度分布のピークが粗い方に幾分ずれている傾向がうかがわれる。

なお加熱試験を行なった試料を顕微鏡観察すれば、全般に少量の赤鉄鉱を生じている。

#### 4. 4. 2 鉱物組成と化学成分

第 7 表 篠岡珪砂・渥美砂化学成分表

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 (%)	Ig. loss (%)
S. H. 1	91.35	0.15	5.16	1.35	0.41	0.11	0.31
S. H. 4	96.84	0.00	1.38	0.35	0.21	0.09	0.12
S. H. 6	98.10	0.00	0.88	0.15	0.14	0.08	0.17
S. N. 1	97.79	0.00	1.31	0.44	0.16	0.09	0.16
S. N. 6	97.62	0.00	0.71	0.15	0.10	0.08	0.14
S. N. 2-1	82.45	0.37	10.97	2.09	1.03	0.06	0.86
S. S. 1	66.51	0.58	22.42	4.70	1.22	0.09	0.61
S. K. 1	97.95	0.00	1.44	0.13	0.15	0.05	0.13
A. 1	84.56	0.29	7.48	1.26	1.27	1.36	0.12
A. 3	81.15	0.20	9.25	1.83	1.16	1.50	0.63

分析: 阿部喜久男

注 1) 試料はすべて水濯して粘土分を除去し、かつ 900°C に 15 分間急熱したものである。

S. N. 2-1 } は不純分多く鉱石とはなり難いものである。  
S. S. 1 }

篠岡珪砂は、ほとんど石英からなり、その他少量の黒雲母、炭酸塩鉱物、微量の粘土鉱物を含有し、部分的には少量の水酸化鉄、マンガンの酸化物などを含有するこ

とがある。

前述したように、水鏡試験によって分けられるいわゆる粘土分も、厳密にはほとんどが石英の微粉末であるが、微量の粘土鉱物としては、X線回折試験の結果、ハロサイト・イライト・緑泥石などが存在する。

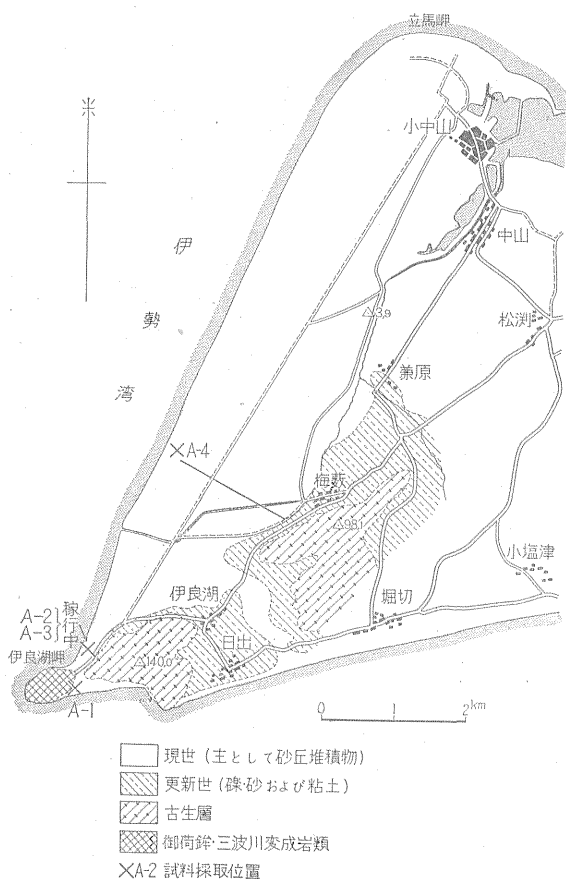
加熱試験を行なった試料は、鏡下に赤鉄鉱の生成がみとめられることは前述したが、これは原砂中の水酸化鉄から生成したものであろう。また加熱による粒度分布の変化については、3.5.2でのべたように、ここでは事実だけをのべるにとどめる。

化学成分は第7表に示した。なお S.N. 2-1 および S.S. 1 は、不純分多く鉱石とはなり難いものであるが、各種の試験の関連上記載した。

### 5. 渥美砂

#### 5.1 位置および交通

本地区は渥美半島の西端、伊良湖岬燈台の北側の海岸で、豊橋市から田原街道が通ずる。したがって珪砂は、渥美街道から国道1号線を通じて、中京地区の関係工場



第21図 渥美地質鉱床位置図

に運ばれている(第21図)。

#### 5.2 地質

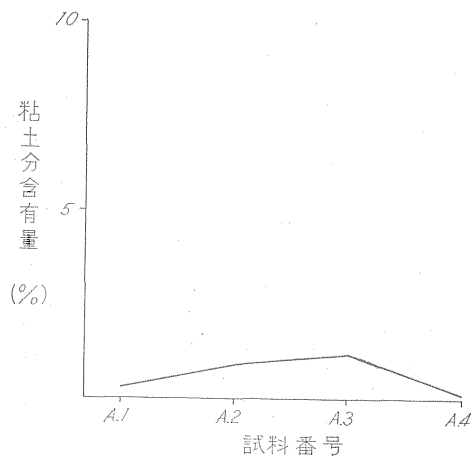
本地区の地質は、燈台付近に分布する御荷鈴・三波川系の結晶片岩(石英片岩を主とし、雲母片岩の薄層を挟む)およびその東側の珪岩を主とする古生層を基盤とし、これを覆う更新世に属する走向 N 60~70°E、傾斜 10°北西の砂礫層と砂丘堆積物からなる。

砂丘堆積物は、伊良湖岬から北の海岸線に沿う広範囲に分布するようである(第21図)。

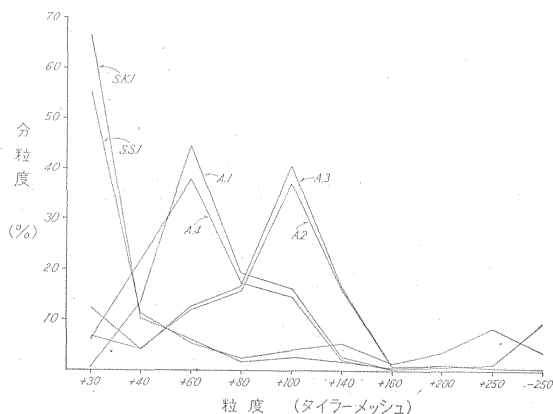
#### 5.3 珪砂鉱床(第21図)

本地区において稼行されているいわゆる渥美砂は、砂丘堆積物のうち純度の高いものである。

砂丘堆積物の分布範囲は、かなり広大なものと推定できるが、農耕地、住宅地、その他の条件などもあって、実際に稼行可能な範囲は、南部の試料 A-4、以南の海岸に近い範囲となるものと推定されるが、現在稼行中のものは伊良湖岬のやや北の A-2、A-3 の地点のみで



第22図 渥美砂の粘土分含有図



第23図 渥美砂(A.1-4)および篠岡珪砂の一部(S.S.1, S.K.1)の粒度分布図

第 8 表 渥美砂の砂分・粘土分と砂分の粒度分布

No.	砂分 %	粘土分 %	砂分の粒度分布(メッシュ)									
			+30	+40	+60	+80	+100	+140	+160	+200	+250	-250
A. 1	99.7	0.3	0.7%	15.9%	44.8%	19.3%	16.3%	2.6%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
A. 2	99.1	0.9	12.6	4.4	11.9	15.5	37.4	16.1	0.7	0.9	0.3	0.2
A. 3	98.8	1.2	6.8	4.3	12.7	16.5	40.8	16.5	0.7	1.0	0.5	0.2
A. 4	99.9	0.1	6.0	21.7	38.0	17.4	14.8	1.9	0.1	0.1	0.0	0.0

注 1) No. は第 21 図に同じ。  
2) メッシュはタイラー篩による。

第 9 表 渥美砂の加熱後の粒度分布

No.	メッシュ									
	+35	+48	+60	+80	+100	+150	+170	+200	+250	-250
A. 1	5.9%	42.3%	18.8%	26.5%	4.8%	1.5%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
A. 3	10.4	9.5	8.0	43.3	15.7	11.5	0.6	0.5	0.3	0.2

注) メッシュ、加熱条件は第 2 表に同じ。

ある。

ここでは海岸から東側の丘陵の間に堆積したもので、主として道路の海岸側において、南北約 200 m, 東西約

150 m の間で、西縁に簡単な、えん堤をもうけて採掘している。採掘に当っては、含有する貝殻を除去するために、金網を張った回転式の選別機を用いている。

#### 5.4 珪砂

##### 5.4.1 組成と粒度分布

組成と粒度分布に関する試験結果は、第 8 表、第 22、23 図に示した。これによって明らかなように、粘土分の含有量はきわめて少なく、また粒度分布には 60 メッシュにピークを有するもの (A1, A4) と 100 メッシュにピークを有するもの (A2, A3) の 2 種がある。

これを内海砂に比較してみると、内海砂では風成砂は 40 メッシュ、海辺砂は 100 メッシュ、海底砂が 60 メッシュに、それぞれピークを有するものであるのに対し、渥美砂は風成砂であるが、粒度分布は内海砂の海底砂と海辺砂に類似する 2 種があり、小野浦砂よりは細かいものである。

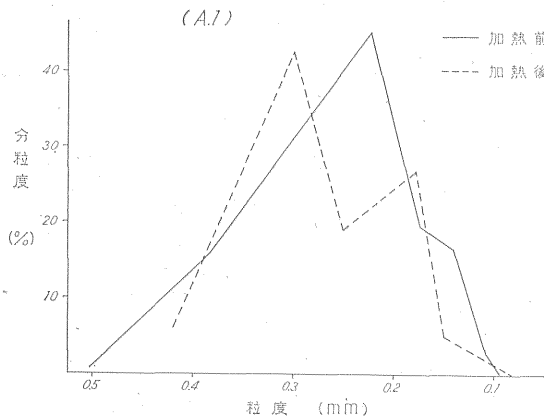
加熱試験の結果は、第 9 表および第 24、25 図に示した。この結果でもやはり粒度分布は幾分粗くなる傾向がうかがわれる。

##### 5.4.2 鉱物組成と化学成分

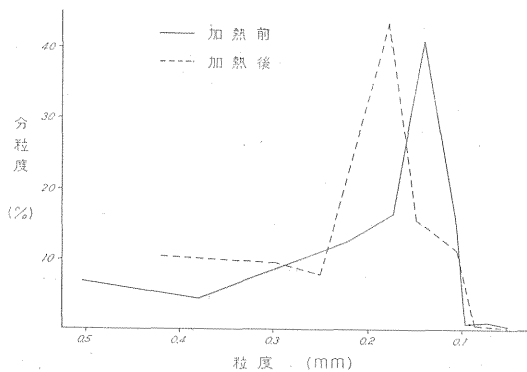
渥美砂の鉱物組成は、石英を主とし長石およびその他の少量の鉱物と、やや多くの貝殻を含有し、ときに少量のチャートおよび火山岩質の小礫などがある。

少量の鉱物には、黒雲母・透輝石・角閃石・磁鉄鉱・絹雲母・緑泥石などがある。貝殻は大体 30 メッシュ程度のものが多い。含有量もかなり多く、A. 1 より A. 2 の方が多い。

ピークを示す粒度における鉱物組成は、A. 1 の 60 メッシュでは、石英を主とし少量の長石、チャートの小礫、黒雲母、磁鉄鉱、貝殻などで、A. 2 の 100 メッシ



第 24 図



第 25 図

ユでは、石英および黒雲母が A. 1 よりやや多くなるほかはほとんど変わらない。

加熱試験を行なった試料を鏡下に観察すれば、やはり少量の赤鉄鉱の生成がみとめられる。化学成分は第7表に示した。傾向としては内海砂に似るが、 $Fe_2O_3$ 、 $MgO$ 、 $CaO$  などが、いずれもやや多いようである。

## 6. 結 語

以上愛知県下の主要な鑄型用珪砂鉱床である、知多珪砂・篠岡珪砂・渥美砂について、それらの地質および鉱床と、珪砂の種々の問題についてくわしく述べた。この結果、各鉱床の鉱床的価値、今後の見通し、さらに各珪砂の物理性・化学性などを明らかにすることができた。

鑄型用造型砂は、当然予想される機械工業の今後の発展に沿って、さらに重要視されるであろう。したがって早期にわが国のこの種の資源の量と質を安定させ、輸入珪砂の問題を含めて、長期的な見通しを確立せねばならない。

愛知県下のこれらの鉱床も、野間砂については、量に

ついでの問題、篠岡珪砂については質の問題、内海砂および渥美砂については開発に関する鉱業行政上の問題など、当面の問題も多いといわねばならない。

## 参考文献

- 1) 小瀬知常：知多半島に発達せる第3紀層について、東北大地質古生物教室，1928
- 2) 小瀬知常：知多半島の地形及地質，地質学雑誌，Vol. 41, No. 484, p. 338~345, 1929
- 3) 大塚弥之助：第4紀，岩波講座，1931
- 4) 徳永重元：知多半島南部の地質，京大地質鉱物教室 1943
- 5) Foundry sand testing handbook, 5th Ed., American Foundrymen's Assn, 1944
- 6) Industrial Minerals and Rock, p. 965~979, Seeley Wintersmith Mudd 2nd Ed., 1949
- 7) 地質調査所編：7万5千分の1伊良湖岬図幅
- 8) 近藤善教：知多半島野間層について，名古屋地学，No. 17, 1962