

愛媛県小大下島珪灰石調査報告

井上 秀雄\* 土井 啓司\*\*

On the Wollastonite Deposits of Kōge Island, Ehime Prefecture

By

Hideo Inoue & Keiji Doi

Abstract

The metamorphosed sediments of this district, presumably of Paleozoic age, are meta-claystone, phyllite, quartzite, and limestone. They are intruded by biotite granite, granite porphyry and basalt.

The wollastonite deposits occur in limestone or along the boundaries of limestone and quartzite. They run generally parallel to the bedding planes.

The ore bodies consist of white fibrous wollastonite with a little amount of quartz, calcite, diopside, prehnite and tremolite.

The chemical composition of the ore is approximately SiO<sub>2</sub> 50%, TiO<sub>2</sub> tr., Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.3%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.3%, MnO 0.1%, MgO 0.4%, CaO 46% and Ig. loss 2%.

The ore reserves are estimated about 16,000 metric tons.

要 旨

小大下島は古生層の千枚岩・チャート・石灰岩、およびこれら貫ぬく黒雲母花崗岩・花崗斑岩、さらにこれらの諸岩類を貫ぬく玄武岩などからできている。古生層は黒雲母花崗岩の貫入により変成作用を受けている。

珪灰石は当地域中岡村鉱山のみに認められ、石灰岩中のチャートを伴う附近に、その層理に沿って発達している。各鉱体の規模は厚さ数 cm から 1 m で、奥行数 m のものが普通であり、全体で 5 条認められる。

珪灰石は白色繊維状で弱いガラス光沢を有し、繊維の長さは最大 2.5 cm、通常数 mm のものが多い。

随伴鉱物は、方解石・石英・透輝石・透角閃石・葡萄石・モンモリナイト・魚眼石等である。

品質は肉眼で他鉱物の混らないもので、SiO<sub>2</sub> 51.08%, TiO<sub>2</sub> tr., Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.38%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.40%, MnO 0.12%, MgO 0.25%, CaO 46.48%, Ig. loss 1.08% である。

推定鉱量は 4 鉱体合せて 15,800 t を算出した。

1. 緒 言

昭和 31 年 5 月、愛媛県越智郡関前村の小大下島にある珪灰石鉱床の調査を行ったので、ここにその結果を報告する。

\* 鉱床部

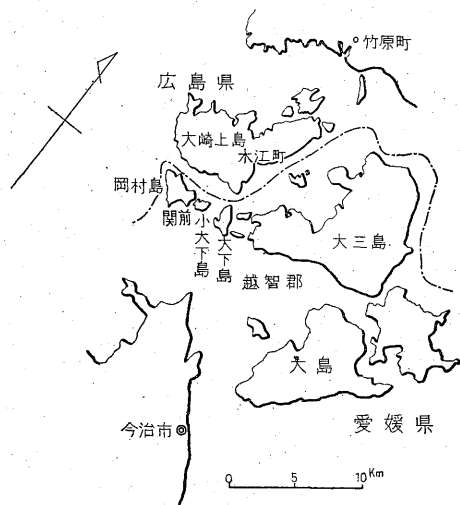
\*\* 元所員

小大下島は愛媛県今治市の北北西 17 km の瀬戸内海国立公園内にあつて、周囲 4 km、主として石灰石採掘と農業を営んでいる 1 孤島である。

珪灰石は小大下島以外に本島の北方に隣接する大崎上島の日本セメント株式会社中野鉱山にも標本的に産出するので、産状などを比較するうえに一応記述することとした。

2. 位置および交通

小大下島へ行くには次のコースがある。



第 1 図 位置交通図

第1表現況一覽表

鉱山名	鉱業権者	所在地	生産量 (t/mon)	用途	出荷先	従業員 (名)
関前	日本セメント(株)	愛媛県越智郡関前村 小大下	5,000	セメント	糸崎工場	30
小大下	村上源司	〃	2,500~3,000	セメント タンカル	大阪窯業セメント 日本セメント糸崎工場 丸尾製粉(株)	66
井村	井村敏郎	〃	1,500	セメント	境化学(株) 日本セメント糸崎工場	24
岡村	住友金属鉱業(株)別子鉱業所	〃	1,000	製錬用	住友金属四阪島製錬所	34

(1) 呉線竹原→木ノ江→小大下島(1時間30分)

(2) 予讃本線今治→小大下島(40分)

日本セメント中野鉱山は大崎上島の木ノ江から徒歩30分、原下部落に行く途中の標高1,000m附近にある。

### 3. 現況

小大下島では第1表の4鉱山が石灰石を採行し、鉱石は主としてセメント用として船積みにより各地に送られている。

本島で石灰石採掘が始められたのは昭和の初期からといわれている。

### 4. 地形および地質

小大下島を中心として周辺の東芸予諸島は向島・因島・生口島・大崎上島・大崎下島・大三島・大島・豊島・上蒲刈島・下蒲刈島など、20数島で構成され、竹原町を要として尾道一川尻にわたって孤状に分布し、瀬戸内海を燧灘・斎灘・安芸灘に分割している。

小大下島は北東-南西方向に延び長径約1.3km、短径350m、周囲4kmで、海拔100mと124mの小高い山があり、北側は緩い地形を呈し、南側はほとんど露岩からなり、急峻な海岸線をなしている。これらの諸島の地質は一般に小レンズ状の石灰岩を伴う上部古生層がルーフペンダントとして花崗岩類に接している。

小大下島・大下島・岡村島はほとんど古生層の粘板岩・砂岩・珪岩・石灰岩で構成され、一般走向は東西で南に緩く傾斜するが、部分的にはきわめて変動が多く、断層や向斜構造が認められる。また各島の一部には黒雲母花崗岩、あるいは花崗斑岩の侵入があり、上記古生層の堆積岩は熱変質を受け、片状を呈するホルンフェルスに、石灰岩は糖晶質石灰岩にそれぞれ変化している。

#### 4.1 小大下島の地質概要

小大下島は古生層と黒雲母花崗岩・閃緑岩・花崗斑岩・玄武岩からなり、古生層は下位から変質粘板岩層・千枚岩層・石灰岩層が孤状を描く小大下島の形状に沿い、ほぼ孤状に分布する。火成岩類は古生層中に岩株状

・岩脈状に貫入している。

本島の南西部岡村鉱山と小大下鉱山とを結ぶ稜線沿いに、ほぼ東西の向斜軸が推定され、それを中心として北側および南側の地層は、それぞれ中心部に向かって緩く傾斜している。また本島北東部の関前鉱山附近にもN30°Wの方向に石灰岩を中心とした2本の向斜軸が推定され、東側および西側の地層はそれぞれ中心部に向かって緩く傾斜している。以上の2つの異なる方向の向斜構造の交点と考えられる竜ヶ鼻附近では、地層の傾斜は非常に緩やかになり、地形も浅い谷間がこの交点附近に向かって北岸の東山部落から島を横断して延びており、両区域を分けている。

#### 4.2 石灰岩層

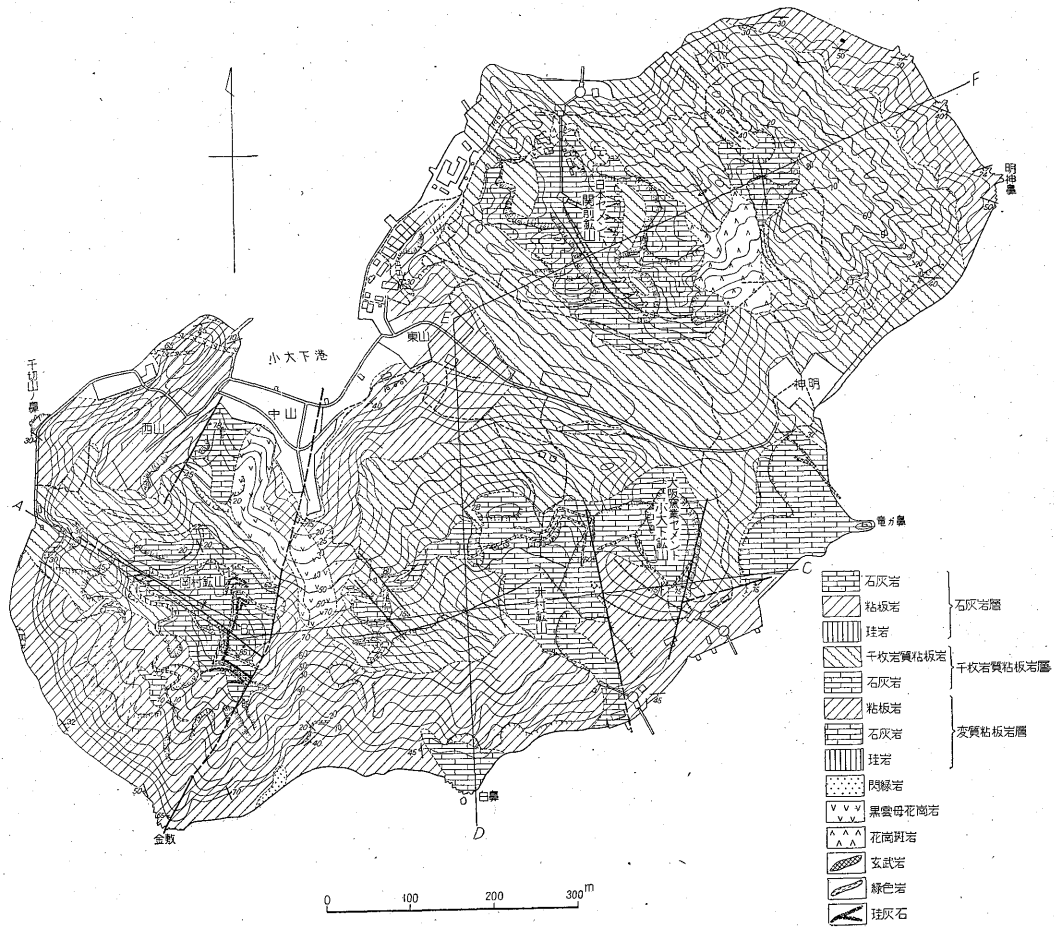
おもな石灰岩は千枚岩層の上位または、それとインターフィンガーをなして存在し、第2図に示すように3カ所に分布するが、元来1枚の岩層が若干の地質変動と主として侵食作用により3つの地域に分けられたものである。通常珪岩・粘板岩の薄層を伴ない、本島の西側ほど結晶の度合が著しくなり、岡村鉱山では花崗岩との接触変質によりスカルン帯を生じ、主として珪石灰が石灰岩の層理に沿って生成されている。

石灰岩の外観は結晶度の低い(関前鉱山附近)ものは灰ないし灰黒色を呈し、結晶度の高い所(岡村鉱山小大下鉱山附近)は純白色のものが多く、粒径は3mm程度である。

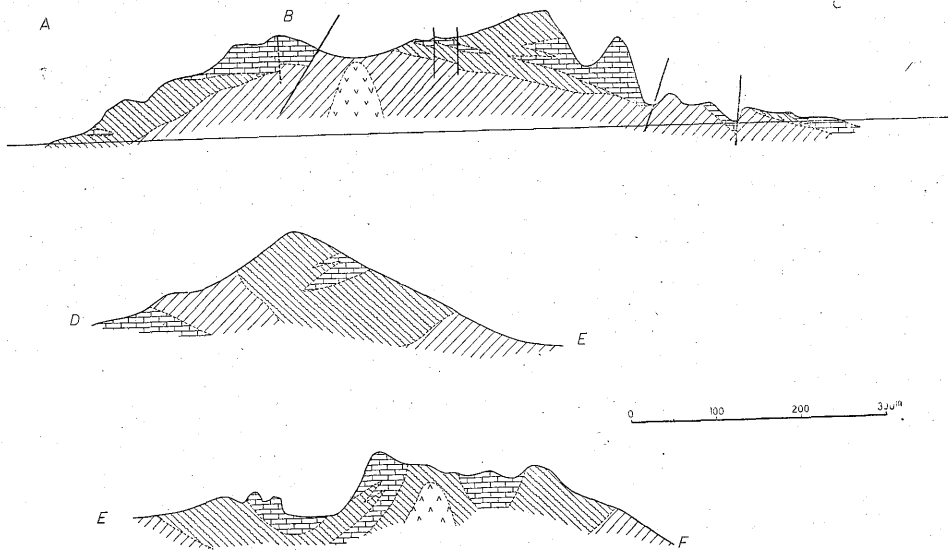
#### 4.3 千枚岩質粘板岩

石灰岩層の下位にあつて、それとインターフィンガーし、また後述の変質粘板岩ともインターフィンガーしている。石灰岩と同じく3つの地域に露出し、北東部、中部においては一連の地層として分布し、西部のみは南北系断層により切断され、独立した分布をなしている。本岩中には小レンズ状を呈する石灰岩の薄層が所々に認められる。

外観は黒ないし黒褐色を呈し剝理性を有する。弱変質を受け、下部ほどその変質の度合が進んでいる。鏡下で



第2圖 小大下島地質圖



第3圖 地質断面概念圖

は縞状を呈し、多くの石英粒および少量の石英の角礫を伴った凝灰岩質岩で、多くの緑泥石を生じ、下部では黒雲母を少量生じている。

4.4 変質粘板岩層

本島中の最下部層で島をとりまいた形で海岸沿いに分布し、上部の千枚岩質粘板岩層とは岩質的には漸移関係を有し、明瞭な境界は示さない。一般走向 EW, 北側で 30°S に傾斜し、南側では緩く北傾斜した向斜構造を呈する。本層は粘板岩と珪岩の薄層を挟在し、下部ほどその変成度が進み、顕著な縞状を呈するホルンフェルスに移化し、島の南西海岸附近が特に変成作用が進んでいる。鏡下において石英・黒雲母が多量に認められ、少量の黝簾石・堇青石(?)が認められる。

4.5 珪岩

石灰岩のなかと変質粘板岩のなかに厚さ約 1m のものが認められるほか、石灰岩中に数 cm の薄層として挟在されることがあり、変質した石灰岩と珪岩の境界附近では珪灰石がしばしば生成されている。外観半透明・淡黒色・淡緑色などを呈し、鏡下ではことごとく再結晶した等粒の石英粒からなっており、層理は全く認められない。

4.6 変質緑色岩

岡村鉱山の石灰岩中に幅 80 cm の岩脈状をなして発達する。

緻密堅硬で濃緑色を呈し、鏡下では斜黝簾石・緑簾石・黒雲母・絹雲母・石英不透明鉱物などからなり、全般に緑泥石化が進み、原岩の組織は全く認められないが、おそらく輝緑岩が強度の変成作用を受けたものと考えられる。

4.7 黒雲母花崗岩

黒雲母花崗岩は白堊紀末の侵入といわれるいわゆる山陽型花崗岩で、上述の古生層に顕著な熱変質を与え、また構造上若干影響を与えている。本島における分布は第 2 図に示すように、南西部地域にほぼ南北に幅 30m の岩株状をなして発達している。

外観は中粒で斜長石・石英・黒雲母からなり、斜長石・石英は自形を呈し、斜長石は著しく絹雲母化作用を受けている。

4.8 閃緑岩

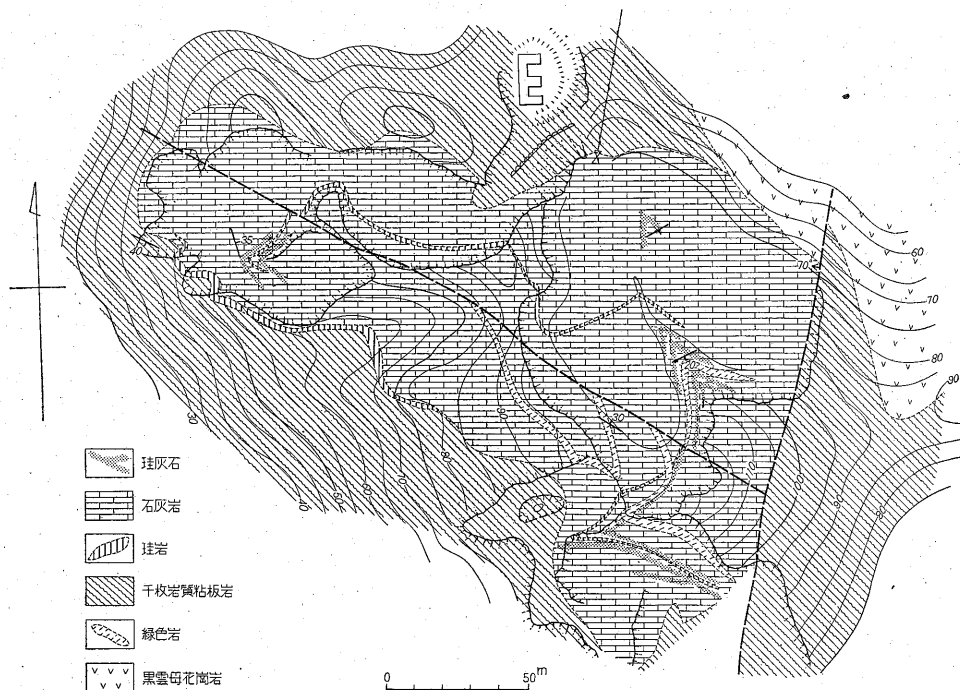
小大下島でたゞ 1カ所南西岸の金敷と白鼻との間に小さく露出し、古生層に貫入している。

中～粗粒で淡緑黒色を呈し、長石・石英・角閃石・チタン石・緑簾石からなる。

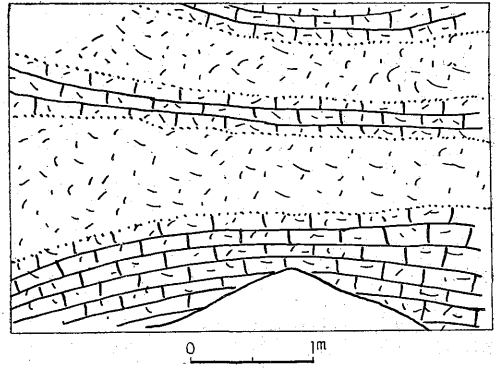
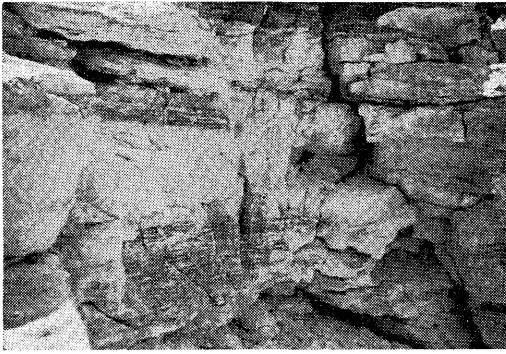
4.9 花崗斑岩

本島の北東部に岩床状または岩脈状をなして古生層に貫入し、周囲に熱変質は与えていないようである。

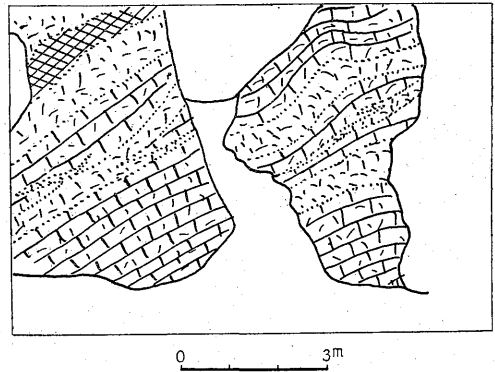
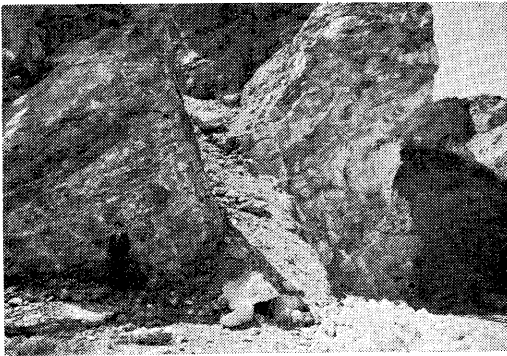
粗粒で長石の大きな斑晶を有し、風化してくずれ易く、淡褐色ないし緑褐色を呈するものが多い。構成鉱物



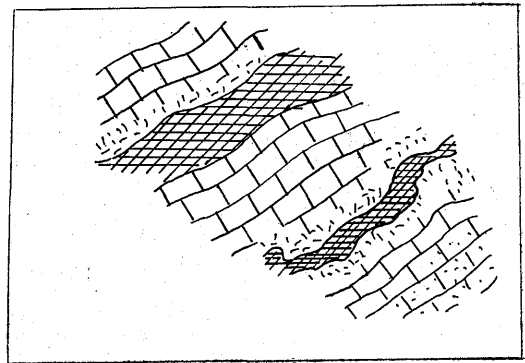
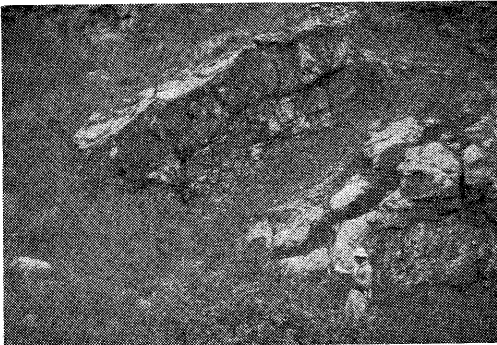
第4図 岡村鉱山珪灰石鉱床地質図



図版 1



図版 2



図版 3



珪灰石が緻密な集合体を示す部分

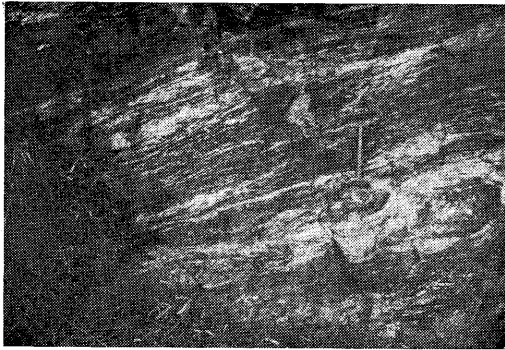


幅10cm以下の珪灰石集合体が石灰岩と縞状構造を示す部分

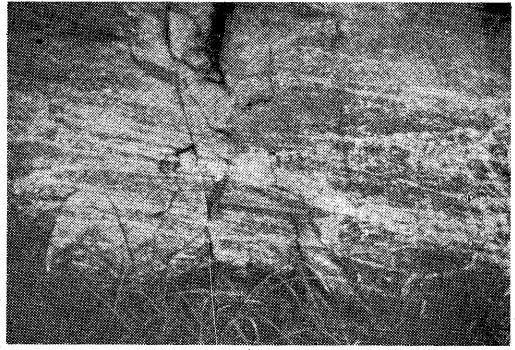


珪岩層

註) 図版1, 2は東京工業大学佐田氏提供による



図版 4 白色結状：珪灰石 黒色：石灰岩



図版 5 白黒結状：珪灰石 黒色：石灰岩

は正長石・斜長石・石英・黒雲母で、長石・石英は自形を呈し、石基は微細な石英粒からなっている。

#### 4.10 玄武岩

神明部落南方の石灰岩中に幅数 10 cm の岩脈として N30°E の方向に発達している。

外観は黒色粒状を呈し、構成鉱物は斜長石・普通輝石・斜黧簾石・緑泥石・方解石・磁鉄鉱で、緑泥石は橄欖石から変質したものようである。全体としてオフィティック組織を呈する。

### 5. 鉱床

小大下島のうちで、珪灰石鉱床のある附近は、花崗岩の貫入により特に著しい熱変質を受け、石灰岩はことごとく糖晶質石灰岩となり、チャートは再結晶し、その他の岩石もホルンフェルス化している。

珪灰石は主として石灰岩中の珪岩のある所に存在するが、特に強度の接触変質を受けた所のみ賦存するようである。

産状としては石灰岩または珪岩の層理に沿って生成されているのが最も普通である。

岡村鉱山における珪灰石は第4図に示すように、東西 50~70 m、南北約 90 m の範囲内に石灰岩の層理にほぼ平行に 5 条認められ、石灰岩体の北側では走向 N60°E、傾斜 20°S、南側では走向 N70°W、傾斜 30°N を示す。北側の露頭は層状を呈し、明瞭に連続し、南側のものはチャートの層理に沿い膨縮が著しいが、両者はほぼ連続するものと推定される。

北側露頭には 5 条の珪灰石帯が認められ、最下位のものは図版 4, 5 に示すように、厚さ 1~5 cm の珪灰石脈が、数 cm おきに石灰岩の層理に沿い、一部層理を斜めに切つて発達し、賦存帯全体の厚さは約 5 m で延長 3 m、奥行 6 m 以上と推定されるが、石灰岩が多量に混るので、さしあつての採掘の対象にはならない。

上記の珪灰石帯の上位に、4 条の珪石帯があり、その

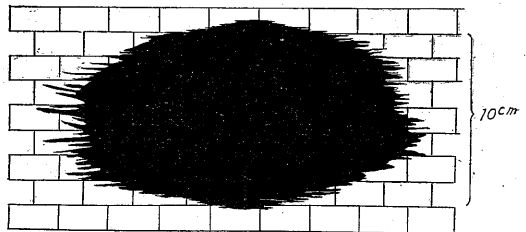
うち下位の 2 条のものは 30 cm 位の間隙でそれぞれ厚さ 20~100 cm、延長 5 m、奥行 3 m が確認できる。上位の 2 条の珪灰石帯は 1 m 位の間隙でそれぞれ厚さ 10~30 cm、延長 4.5 m、奥行約 2 m が認められるが、その位置が切羽の高い所にあるため、十分な確認ができなかつた。

南側の露頭は石灰岩中のチャートの上下盤に 1 条ずつほど東西に分布し、北側へ約 30° 傾斜している。分布は断続して約 40 m の範囲に認められ、2 条の間隙約 50 cm で、厚さ 1~10 cm の膨縮する不規則な層状鉱体である。

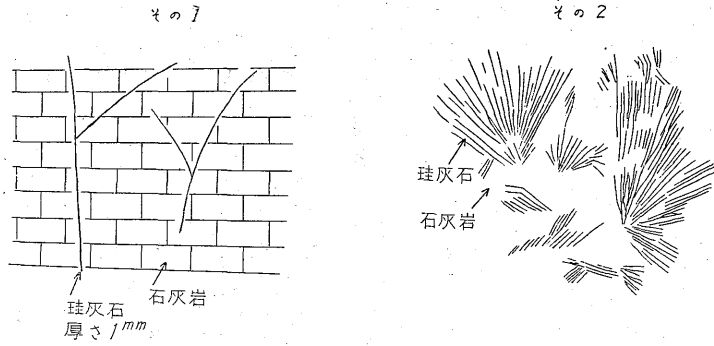
以上北側露頭と南側露頭は、石灰岩の構造が中心部へ向かつた向斜構造であること、両露頭が、推定される軸の方向へ向かつて層状として発達しており、また両者の間隙が約 90 m であるなどの点から、両者はおそらく傾向としては連続するものと推定される。北側露頭のうち規模の関係、賦存位置の関係などから考えて、上位の露頭は連続する可能性は少なく、下位の 2 条の露頭が連続するものと考えられる。

以上の珪灰石帯のなかには若干方解石の混入があるので選鉱を行う必要があり、また切羽へ向かつて下部の方向に発達しているために、珪灰石採掘にあつては、切羽の水準を下げる必要がある。

一般に珪灰石帯は石灰岩と明瞭に境される場合もあるが、多くの場合明瞭でなく、周辺の石灰岩中にも珪灰石結晶が疎に点在していることが多い。



第 5 図



第 6 図

珪灰石脈の厚さ数 cm の場合には、結晶の発達方向は層理に平行し、厚さ 1 m 前後の場合には、結晶の伸長方向は必ずしも層理に平行でなく、長さ 1 cm 前後の結晶が放射状に集合していることが多い。普通にみられる随伴鉱物は方解石・石英で、まれに珪灰石塊の裂目にモンモリナイト・魚眼石が認められる。硫化鉱物は全く認められない(図版 1~3, 第 4 図参照)。

以上述べたほかに採掘の対象とはならないが、次に述べる種々の産状を呈する珪灰石が、岡村鉱山の周辺と大崎上島の日本セメント中野鉱山でみられる。

1) 所々に小規模にみられる。第 5 図に示すように結晶質石灰岩中に径 1~3 cm の小塊状または草履虫状をなして散点し、珪灰石結晶は放射状または不規則繊維状を呈する。

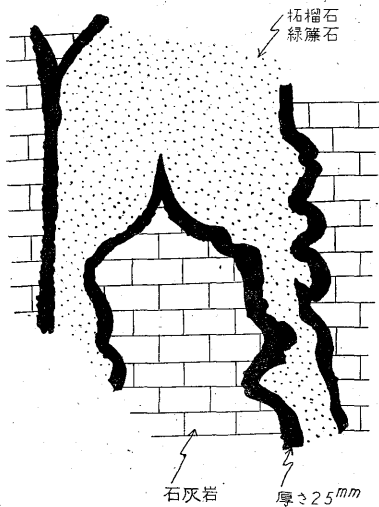
2) 第 6 図に示すように、結晶質石灰岩の亀裂面に沿

う薄層として、放射状に発達するもので、日本セメント中野鉱山で認められる。結晶は 5~10 cm の長さを有する場合があります、他の随伴鉱物は認められない。

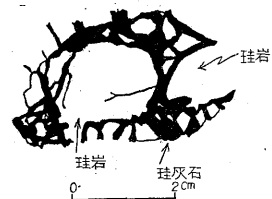
3) 第 7 図に示すように、2, 3 のスカルン鉱物と共生し、その外側の石灰岩との間に厚さ 2~5 mm の脈状をなして生成されている。これは石灰岩中に緑泥石・柘榴石などのスカルン体が生成され、その後のステージに石灰岩沿いに珪灰石が生成されたものと考えられる。珪灰石結晶は長さ約 2.5 cm の繊維状で、伸長方向は石灰岩の壁に向かってほぼ平行である。中野鉱山でみられる。

4) 第 8 図に示すように珪岩が破碎され、その膠結物に相当する所に、珪灰石が生成されている。1 結晶の最大長さ 4 mm 程度の放射状をなし、方解石・葡萄石を随伴する。中野鉱山にみられる。

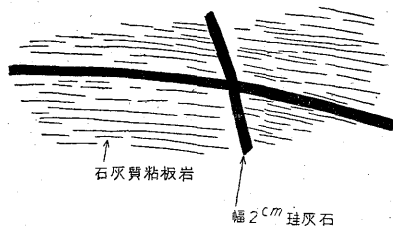
5) 第 9 図に示すように、石灰質変質粘板岩中にその



第 7 図



第 8 図



第 9 図

第2表 珪灰石のX線粉末回折線記録

I	d(A°)	
49	7.73	
10	5.82	
12	4.98	
100	3.85	
86	3.53	
93	3.32	
10	3.25	
81	3.09	
55	2.98	
20	2.72	
47	2.56	
38	2.48	
29	2.35	
38	2.31	
20	2.18	使用機械
18	2.17	Geigerflex X Ray Detractometer
7	2.09	条件
11	2.02	Target Cu
18	1.98	Filter Ni
26	1.92	Voltage kVp
27	1.85	Current 13 mA
14	1.83	Counter Type GM
7	1.81	Count Fullscale 800 c/s
31	1.76	Scale Factor 16
18	1.72	Time Constant 2 sec
6	1.67	Multiplier 1
7	1.66	Scanning Speed 2°/min
6	1.65	Chart Speed 2°m/min
15	1.60	Divergency 1°
11	1.53	Receiving Slit 0.44 mm
6	1.51	
12	1.48	
10	1.47	
21	1.45	
10	1.39	
21	1.36	

層理に沿い、またその層理を切つて発達するもので、厚さは2cm余、きわめて連続性に乏しい。平行に再結晶した石英群が縞状に発達している。

6. 鈹石品質

1. 鈹石の外観

純白色でガラス光沢を呈し、結晶は放射状または扇状に結晶している。随伴鈹物中肉眼で認められるのは方解石・石英・魚眼石・モンモリナイトの4種である。珪灰石のX線粉末回折試験の結果は第2表の通りである。

2. 珪灰石結晶の大きさ

長さ 最大2.5cm, 通常3mm, 最小0.07mm(-)  
太さ 最大0.8mm, 通常0.05mm, 最小0.005mm (-)

たゞし中野鈹山のものは長さ10cmに及ぶものがある。

3. 随伴鈹物

方解石: 肉眼でみられる最も多い鈹物で、鏡下では珪灰石の短繊維の結晶間に柱状に発達し、また後期晶出と考えられる方解石脈は他のすべての鈹物を切つている。

透輝石: 珪灰石結晶の成長により侵食され、顕微鏡的に散点している。

透角閃石: きわめて細い繊維状(太さ0.05mm)を呈し、珪灰石結晶の周辺の方解石中に多い。

葡萄石: 珪灰石結晶を貫ぬき、脈状をなし、また方解石脈により切られ島状に顕微鏡的に散点する。

石英: 肉眼でみられる石英集合体の形態からして、チャートから由来したもののようなものである。

モンモリナイト: 肉眼で普通にみられるもので、桃色・淡桃ないし白桃色を呈し、緻密で硬度は2+, 珪灰石中に塊状をなしている。白桃色を呈するものは魚

第3表 小大下島産珪灰石の化学分析成績表

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> (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Ig. loss (%)	鈹石の外観
1	50.70	tr.	0.32	0.28	0.08	0.36	46.73	0.88	純白色短繊維状集合体最上鈹
2	48.82	tr.	0.28	0.30	0.08	0.65	46.56	2.60	純白色短繊維状集合体 灰黒色石灰石随伴
3	46.20	tr.	0.60	0.42	0.12	6.39	33.60	12.22	淡桃色短繊維状集合でごく少量の石灰石随伴
4	36.42	tr.	0.21	0.19	0.04	0.42	41.35	20.60	純白色長繊維状で石灰石混り
5	51.08	tr.	0.38	0.40	0.12	0.25	46.48	1.08	純白色短繊維状集合体
6	48.64	0.02	12.03	0.28	0.04	0.60	35.09	3.18	乳白色および淡桃色を呈し未明鈹物(粘土鈹物?)を含む

分析: 山田貞子



眼石脈の周辺にのみ存在し、光沢が強く、若干骨感を有する。

魚眼石：珪灰石塊の割れ目に沿って、平行脈を伴なう小脈状(厚さ1mm・長さ最大20cm)または、小レンズ状(厚さ1mm・長さ最大1.5cm)を呈する。脈状を呈するものは外観、白色ないし透明でしばしば脈の中心に向かってきわめて微細な結晶が発達していることがある。小レンズ状を呈するものは淡橙色を呈し、珪灰石塊の亀裂面に径5mm程度のもので1~2cmおきに散点している。

不透明鉱物：黒色を呈し肉眼でもみられ、おそらく鉄の酸化物と推定される。

#### 4. 品質

一般にみられる鉱物は分析表に示す No. 1, No. 2, No. 4, No. 5 の4種で、No. 1, No. 2, No. 5 は無選鉱で使用可能と考えられるもので、No. 4 は石灰岩との識別が容易であるから、ある程度までは選鉱が可能と考えられるものである。No. 6 の  $Al_2O_3$  12.03% は鉱物の項で述べたモンモリロナイトに由来するのではないかと考えられる。No. 3 の  $MgO$  6.39% を示すものは、試料中にモンモリロナイトが認められるので、それに由来するものと考えられる。また肉眼では観察できなかったが、ドロマイトが潜在している可能性も考えられる。

#### 7. 鉱量

鉱量計算は第10図に基づき、a, b, c, d の4鉱体について推定鉱量を算定した。

##### a 鉱体

延長50m, 奥行85m, 厚み平均80cm, 比重2.9, 推定鉱量9,280t

##### b 鉱体

延長40m, 奥行75m, 厚み平均60cm, 比重2.9, 推定鉱量5,785t

##### c 鉱体

延長20m, 奥行30m, 厚み平均20cm, 比重2.9, 推定鉱量435t

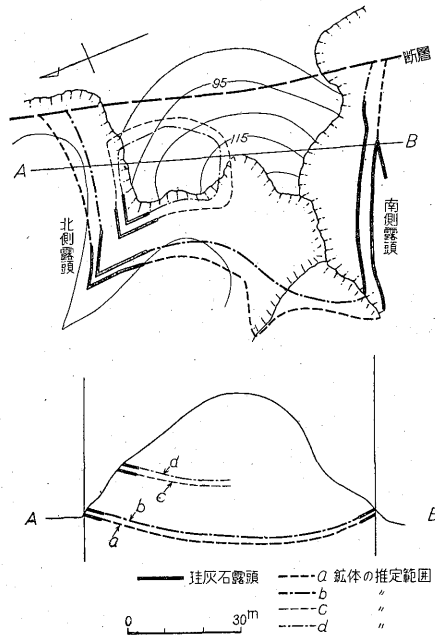
##### d 鉱体

延長20m, 奥行25m, 厚み平均20cm, 比重2.9, 推定鉱量290t

合計推定鉱量  $15,780 \approx 15,800$  t

#### 8. 結論

小大下島の珪灰石は、強い接触変質を受けた石灰岩中



第10図 鉱量計算図

のみに生成されており、今後石灰石の採掘が進むにつれて、新しい珪灰石鉱床発見の可能性も考えられる。そのうち岡村鉱山の珪灰石鉱床の下部(面積75m×35m)は最もその可能性が強いと考えられる。珪灰石は石灰岩の層理に沿って生成されており、石灰岩の構造が重要な役割を果たすわけで、当地の石灰岩は向斜構造をなすと推察されるが、真の構造は不明ゆえ、地下における石灰岩の構造とともに、珪灰石の賦存状況を、ボーリングにより確かめることが必要であろう。

鉱石中の随伴鉱物は肉眼では全部を知ることはできないが、鏡下において3~4種のスカルン鉱物を随伴するので、鉱石処理に際しては、この種鉱物の除去方法を研究しなければならない。また珪灰石塊の亀裂面と思われる所には、しばしば他の鉱物が随伴することがあるので、注意が必要である。

小大下島の珪灰石鉱床は、概して良好なものと考えられる。それは量的にかなり纏まり、しかも若干の鉄苦土鉱物は随伴するが、硫化物は全くみられない事実からいえると思う。

消極的見地から他地区で優秀な珪灰石鉱床が発見されないかぎり、稼行可能なものと考えられる。

(昭和31年5月調査)