

# 特集 工業原料 鈦物 ④

## 石 灰 石

河 田 茂 磨

### 1. はじめに

石灰石の生産は 昭和37年には4,900万トンに達し 不況ムードに満ちたわが国鈦業界に明るさをもたらした。その上 今後の需要はさらに増加し 昭和45年には今より3,200万トン多い8,100万トンという長期需給見通しがたてられている。すでに石灰石については「地質ニュース No. 11 62 64 93」で取り上げているので できるだけ重複をさけることにし ここでは生産記録を記念し最近のトピックス すなわち次のような項目についての紹介を最初に行なうことにする。次に石灰石の用途については紙数のつごうもあり セメントと製鉄だけに止めておく。

- 1) 生産量の増加
- 2) 採掘面の機械化
- 3) 生産性の向上
- 4) 丁場地並以下の採掘
- 5) 新鈦床の発見と開発
- 6) 用途面の変化

### 2. トピックス

#### 1) 生産量の増加

石灰石の用途の7割近くはセメント原料であって 最近の建設ブームでその生産は上昇カーブを続け 37年生産は4,990万トンに達した。第1表でもわかるように月産約10万トンの大鈦山は10鈦山にのぼり とくに三輪鈦山は月産25万トンを記録して 日本鈦業会の10大ニュースに数えられている。会社別の生産量は第2表のとおりである。

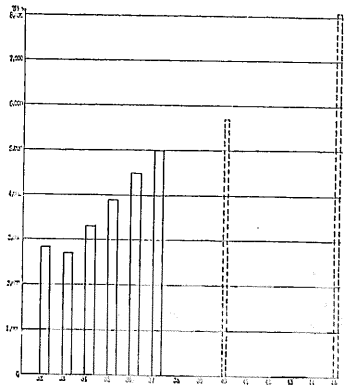
#### 2) 採掘面の機械化

現在石灰石鈦山で採用されている採掘法とその普及率は 次のとおりである。

- A グローリーホール.....50%
- B パワーショベル機械積み...30%
- C その他(傾斜掘り・手積み)20%

#### A. グローリーホール

この長所は 採掘費が安いことで 他のどの採掘法もこれにおよぶものはない。この代表的なものは三輪鈦山の下影坑で 一基の生産ではわが国最大の月産9万トンを記録している。グローリーホールの短所は一基の最高生産量が月産10万トン以上は期待できないことと 開坑して生産が始まるまでに約6カ月 出稼最盛期になるまでには普通3年位の日数を要するため 需要と生産タイミングの調整問題がむずかしいといわれている。そのほか見のがせないことでは 作業場が高所であるので 作業上危険が多いこと 大雨や大雪など天候によっては堅坑中に多量の表土が流れ込み 鈦石の流れを妨げることがある。グローリーホールの建設に当たって基本的な地質条件は 採掘地区の鈦床の品位が一定していることと これは鈦床中にはさみ 脈岩などがある場合には選鈦は不可能だからである。さらに露天掘のため



第2表 昭和37年会社別生産順位ベスト10

第1表 昭和37年(1~12月)鈦山別生産順位

	鈦山名	会社名	生産量
1	三輪	秩父セメントK.K.	250万トン
2	氷川	奥多摩工業	238 "
3	伊佐	宇部興産	210 "
4	伊吹	大阪窯業セメント	134 "
5	藤原	小野田セメント	132 "
6	船尾	麻生産業	127 "
7	大平山	土佐石灰工業	122 "
8	東谷	筑豊石灰工業	115 "
9	津久見	日鉄鈦業	113 "
10	岐阜	磐城セメント	111 "

	会社名	生産量	鈦山名
1	小野田セメントK.K.	660万トン	(10鈦山) 長岩 田原 長楽 藤原 阿街 重安 1, 2 吉田 津久見 1, 2
2	日鉄鈦業	406 "	(7) 東鹿越 瓦屋 大洞 八峯 井倉 船尾 津久見
3	磐城セメント	371 "	(7) 八戸 滝根 唐沢 白岩 岐阜 藪谷 小倉
4	日本セメント	274 "	(7) 岬明 勝峯 白崎 中野 吉良 吉峰 香春 大鷲島
5	秩父セメント	250 "	(1) 三輪
6	宇部興産	242 "	(2) 恒見 伊佐
7	奥多摩工業	238 "	(1) 氷川
8	大阪窯業セメント	166 "	(2) 三重 伊吹
9	麻生産業	127 "	(1) 船尾
10	土佐石灰工業	122 "	(1) 大平山

注 石灰石鈦業協会会員鈦山 石灰石鈦業協会資料より

注 石灰石鈦業協会会員鈦山 石灰石鈦業協会資料より

(単位トン)

通商局	国郡府道	合 計
札幌	機石	880,000
	北見	265,715
	日高	98,122
仙台	青森	6,183
	岩手	1,250,020
	宮城	2,719,026
東京	青森	2,483,254
	岩手	119,031
	宮城	814,255
名古屋	青森	4,681,282
	岩手	785,024
	宮城	2,719,026
大阪	青森	181,365
	岩手	3,892,194
	宮城	2,782,638
福岡	青森	31,452
	岩手	162
	宮城	2,342,044
全国	青森	916,297
	岩手	13,650,222
	宮城	354,642
愛知	青森	1,677,641
	岩手	2,145,819
	宮城	45,929
兵庫	青森	4,224,032
	岩手	—
	宮城	475,627
京都	青森	219,614
	岩手	2,975,721
	宮城	40,932
広島	青森	3,709,894
	岩手	1,273,867
	宮城	230,036
四国	青森	3,688,049
	岩手	—
	宮城	—
福岡	青森	5,197,954
	岩手	492,725
	宮城	100,155
熊本	青森	2,612,189
	岩手	3,205,069
	宮城	7,374,459
鹿児島	青森	5,882,160
	岩手	789,044
	宮城	—
全国	合計	49,964,086

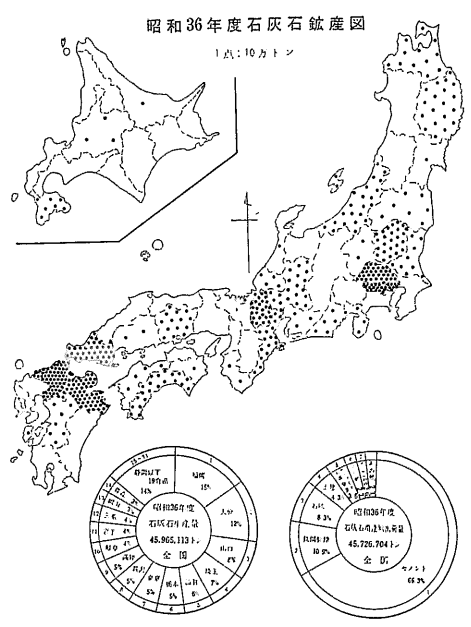
(石灰石産業協会資料)

← 第3表 昭和三十一年全国地区別石灰石生産量

用途別	計 (トン)	%
セメント	34,132,001	68.8
石灰	3,408,885	6.9
製鉄・製鋼・製錬	4,888,274	9.9
カーバイド	1,642,922	3.3
石灰窯	1,189,567	2.4
曹達	2,309,473	4.7
土建	961,772	1.9
タンカル石粉	120,419	0.2
製紙・パルプ	87,322	0.2
製糖	162,263	0.3
有機合成	54,042	0.1
硝子	641,901	1.3
其他	—	—
出荷合計	49,598,841	100
生産量	49,964,086	—

(石灰石産業協会資料)

← 第4表 昭和三十一年全国用途別出荷量



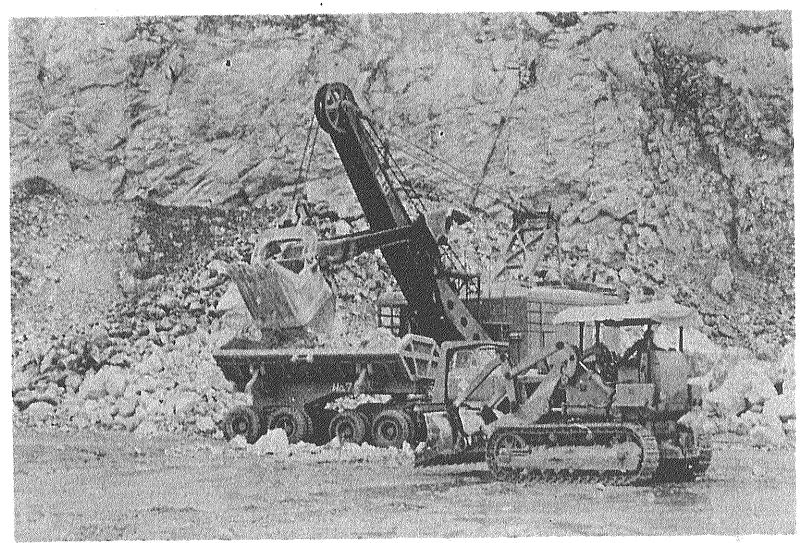
表土のはく土を行なう必要があるが このはく土処理場の確保は 石灰石鉱床の状態と同様 大切な開発要素となっている。

**B パワーショベル**

階段掘りあるいは傾斜掘りでは パワーショベルによる積み込み ダンプトラックによる運搬で非常に能率をあげている。 これによると機械設備さえ整備すれば生産までに要する時間的な問題はあまり心配がない。 その上保安についてもグローリーホールより安全性は高いこと とくに不適当な品位の鉱石や夾雑物の選鉱も可能であるなど長所が多い。 この代表的鉱山は伊佐鉱山である。 このようにすぐれた採掘法ではあるがパワーショベルやダンプトラックなどの機械設備費が 数千万～

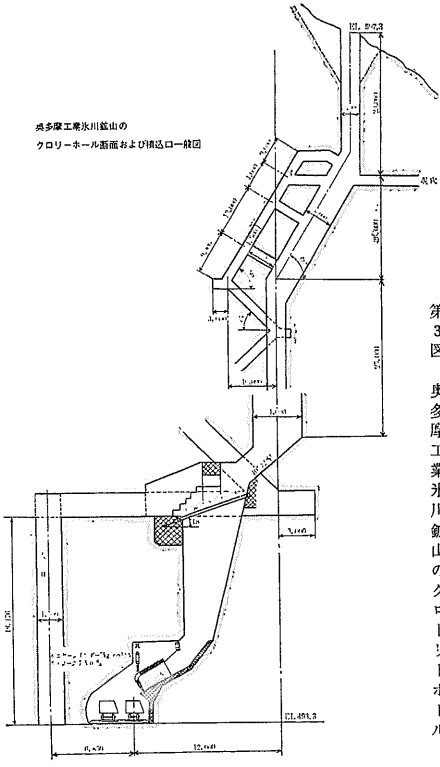
数億円という高額なものであるため この値段に見合うだけの可採鉱量があって 月産10万トン以上生産する鉱山でなければ採用はむずかしいとされている。 鉱床についての条件は大規模の傾斜掘り階段掘りのできる鉱床形態をしていることで 表土の少ないことも重要である。 常識的には相当大鉱床でなければ実施に難点が多い。

次に グローリーホールとショベルによる階段掘りを併用している例であるが この場合はほとんど大鉱床地区に限られていて 山ろくに最初作られたグローリーホールの上部にショベルによる階段掘りを行ない グローリーホールの運搬系統をそのまま使っているものである。 この例は田海 親不知 青海 藤原などの鉱山でいずれも黒姫山 板峯 藤原岳といった大石灰石鉱床地帯に位置している鉱山である。



宇部興産伊佐鉱山 22万トン / 月 (38. 2. 20.) の生産がある 中央のパワーショベル (神戸製鋼 P & H 製) バケツ一杯5トン ダンプトレーラーは20トン積み (三菱ふそう製200馬力) でいずれもわが国の石灰石鉱山のものでは能力最大のものである

奥多摩工業氷川鉱山の  
クローラーホールの断面および傾斜ロープ道



第3図 奥多摩工業氷川鉱山のクローラーホール

年度	鉱山数	生産高(トン)	1日平均採掘入員			1ヵ月1人平均採掘量(トン)			さく岩機 山平均使用台数	火薬 トン	
			全員	採鉱夫	運搬夫	全員	採鉱夫	運搬夫			
28	60	1,214,846	5836	995	2253	208	1220	554	600	2024	60
29	61	1,306,617	6187	1010	2289	210	1294	571	604	2164	60
30	61	1,339,594	5910	1029	1913	227	1313	700	617	2172	62
31	64	1,669,862	6133	1196	1902	272	1397	878	683	2445	62
32	70	1,909,661	6423	1374	2013	297	1390	949	753	2536	65
33	72	1,858,084	6334	1347	1794	293	1380	1036	763	2435	66
34	73	2,274,758	6171	1450	1710	369	1569	1331	786	2894	65
35	76	2,708,046	6360	1622	1629	426	1669	1662	800	3385	67
36	78	2,982,049	6724	1707	1500	444	1747	1988	861	3465	77

全員(鉱山事務所職員も含む)

第5表 石灰石採掘能率表(月平均)

ロードリルなど さく岩新機種採用が絶対必要であるといわれている。

4) 稼行鉱山の丁場地並以下の採掘

石灰石の採掘は原則として 採掘丁場地並より上部だけに限られている。しかし鉱山が工場に隣接しているような場合は 採掘切羽が前進すればするほど土壌が厚くなったり 上盤の非石灰石岩石類が下がってくるような場合には例外的に 丁場地並以下の採掘が行なわれている。この例は八戸鉱山など全国に3鉱山あるが 今後生産の増加にともない丁場地並以上の可採鉱量が急激に減少して行くため 丁場地並以下の採掘が各地で検討されるようになると思われる。

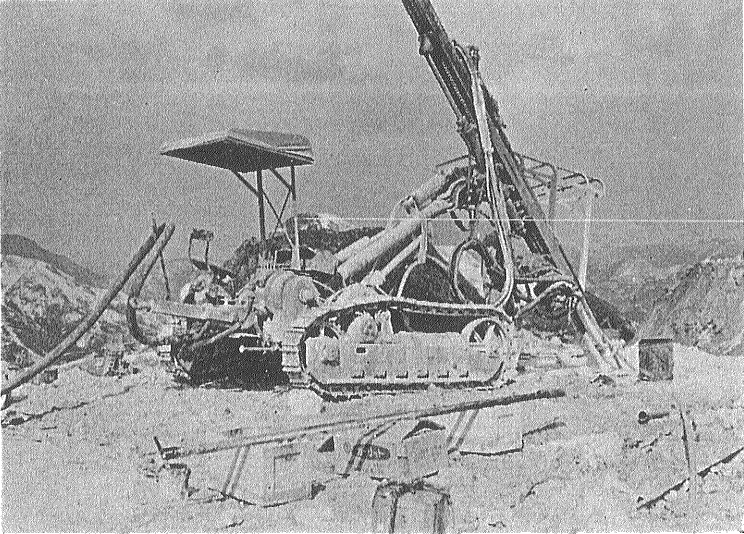
3) 生産性の向上

石灰石鉱山における生産向上の実情は 第5表に示したとおり 目ざましいものが認められる。このうち採鉱と運搬の項目を比較検討して見ると 採鉱夫は昭和28年に1,220トン/月が 36年には1,747トン/月で1.4倍になっているが 運搬夫は同様554トンが1,988トンと3.5倍に能率が向上していることがわかる。そこで今後採鉱面での生産を向上することが当然考えられるが従来手持ちさく岩機の約5倍の能率があがる クロー

5) 新鉱床の発見と開発

最近の石灰石の生産の増加は まことに目ざましいものがあり そのため既存鉱山の変化が著しくなっている。そして新鉱床の開発が急がれているが 同時に有望鉱床の発見ということについても 努力がはられるようになった。

石灰石鉱床は 地表に露出している部分のものを対象にしているので ほとんど研究調査がしつくされたように思われているが 実際には調査もれの鉱床もあって



日本セメント香春鉱山  
福岡県香春三山の“一の岳”を上部から階段掘りで採掘している階段掘りの代表的鉱山で 最近では平均月産約8万トンの生産をあげている 写真は香春鉱山で活躍中のクローラードリルで これはキャタピラーで移動することもできるし 一人で2台受け持つことも可能のためさく岩作業の能率向上になっている おもな機械設備としてはパワーショベル2m<sup>3</sup> 3台 ダンプカー11トン6台 ブルドーザー16トン2台 クローラードリル3台 ワゴンドリル3台 コンプレッサー 115HP 4台 ジャイレットリークラッシャー42インチ 500トン/時1台 ハンマークラッシャー 150トン/時2台 である 鉱山隣接の破砕工場からセメント工場まで約800mの間ベルトコンベアで鉱石を送っている

地質	産地	成分										分析者	
		CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Insol-matter	CO <sub>2</sub>	Total				
二疊紀	鯉巻赤飯坂	55.51	0.00	0.03	0.00	0.003	0.17	43.57	99.28	地質調査33.3		"	
	"	55.66	0.00	0.05	0.00	0.003	0.15	43.68	99.54	"			
	"	54.65	0.88	0.03	0.00	0.002	0.14	43.85	99.55	"			
	"	55.22	0.31	0.06	0.03	0.003	0.33	43.69	99.64	"			
	"	55.37	0.10	0.04	0.00	0.004	0.15	43.57	99.23	"			
	"	54.79	0.62	0.06	0.01	0.004	0.04	43.68	99.56	"			
	"	55.32	0.48	0.03	0.04	0.012	0.44	43.94	100.26	"			
	"	54.42	1.18	0.02	0.02	0.008	0.30	44.00	100.39	"			
第三紀	石川 栗原石灰土	38.30	0.89	1.95	4.05	—	—	—	—	0.76	31.02	21.40	野城セメント
	"	37.88	0.76	1.68	5.12	—	—	—	—	—	29.90	22.70	"

(注) 鯉巻赤飯坂地区はわが国で代表的な炭酸石灰石の産地として有名である

地質	産地	成分										分析者		
		CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	Insol-Matter	SO <sub>2</sub>	Ign.loss	SiO <sub>2</sub>				
ジュラ紀	埼玉 大滝	52.10	0.21	0.35	0.90	0.015	3.66	—	—	—	—	—	—	地調
	島ノ巣石	52.40	0.36	0.16	0.47	0.004	1.71	—	—	—	—	—	—	地調
第三紀	静岡 女神山	52.39	1.04	0.22	0.58	0.031	2.32	—	—	—	—	—	—	地調
	"	50.95	0.99	0.19	0.67	0.019	4.94	—	—	—	—	—	—	水井茂
	"	46.33	1.30	0.36	1.39	0.026	10.63	—	—	—	—	—	—	"
	"	53.26	1.35	0.05	0.32	0.023	1.23	—	—	—	—	—	—	"

第8表 中生層第三紀層石灰石化学分析表

第7表 二疊系石灰石化学分析表

最近では北海道の新冠のもの 岐阜県美濃地方のいくつかの鉱床などは話題となっている。このほかすでに開発に着手されているものでは東京都下氷川町天租鉱床がある。天租鉱床は奥多摩工業KKの圓川馨技師により昭和25年ごろ発見されたもので 現在同社により開採中のものである。これらはいずれも従来の地質図やその他の情報のなかったものばかりで 地質家の努力によって世に知られることになったものである。

### 6) 用途面での変化

#### A 製鉄用石灰石のサイズが小さくなった

従来は15~45 あるいは45~90ミリメートルのものが多かったが 最近鉄鉱石の粉砕を活用するために 高

原料の石灰石の選択に注意を払うようになったことで微粒子(0.1μ以下のも—重質タンカルとはいっていない)も製造されるようになり 用途もゴム配合用 合成樹脂配合用 塗料配合用 製紙用 歯磨用 酸中和用などに利用されている。重質タンカルの用途の変せんを見ると従来農業用8割 工業用2割であったものが 最近では農業用と工業用は半々の比率となっている。結晶質石灰石は セメント用を除けば 角材として採取できるものは大理石として また巨晶質のものは寒水砂として建築用に利用されていたが 重質タンカルのあるものは上述のように軽質タンカルの分野にも利用されてきているので 今後資源的に重要性が増えるものと思われる。

第6表 炉別の石灰石所要サイズ

炉別	摘要	サイズ(mm)
高炉	鉄製製造用のもの	15~45
平炉	製鋼用のもの	45~90
転炉	製鋼用 平炉より1回の出鋼時間が短い	10~20
電気炉	製鋼用 高級鋼 特殊鋼の生産用に適している	10~30
焼結用	高炉投入鉱石(粉砕)の事前処理	1~5

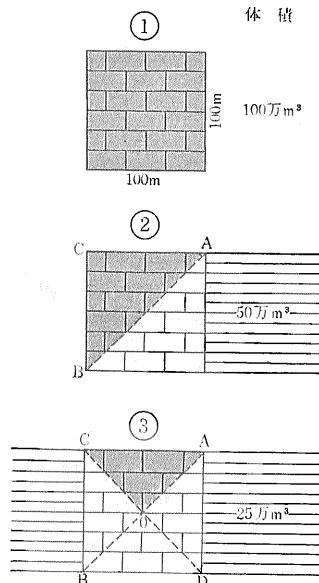
注 サイズは各製鉄所により多少相異がある(「石灰石を原料とする工業の動向」より)

炉投入前に焼結鉱にしているが この焼結用に1~5ミリメートルのサイズのものの需要が増えている。生産鉱山側では 従来以上にアンダーサイズのものが増加している。これはいわゆる副産物の石粉であって 道路のアスファルト舗装用の混和剤として利用されている。このおまな役割りは アスファルトの酸性の中和と骨材であって 将来の需要も増加が見込まれ とくに関東地区では品不足気味である。しかし他の地方では 製鉄用石灰石を生産している鉱山では 石粉処理の点で問題が生じている所もある。

### 3. 資源的諸問題

#### 1) 石灰石鉱床の層位

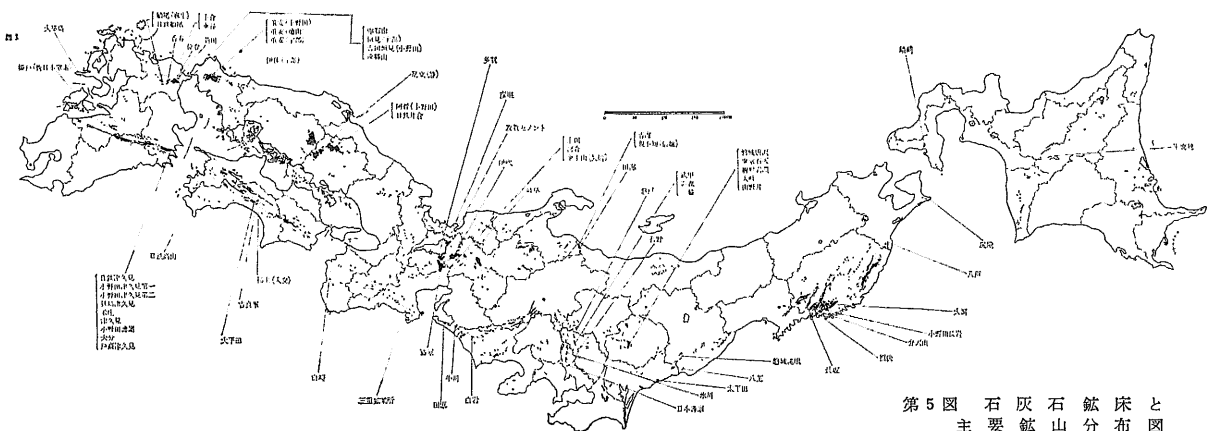
わが国の石灰石は 世界に例がないほど高品位で CaCO<sub>3</sub> 98~99%の鉱石は珍しくない。そこでなぜこのように純度の高い炭酸塩鉱床ができたか その成因を知りたいのだが 今のところじゅうぶん地質学的説明がなされていない。さて石灰石を産出する地層は 古生



第4図 石灰石可採量概念鉱図

#### B 重質タンカル

重質タンカルとは 結晶質の石灰石を機械的に粉砕したものであるが 最近 粉砕機 セパレーターの発達と



第5図 石灰石 鉛床と主要鉛山分布図

層から第四紀層までの層準にわたっているが 現在稼行されている約400の石灰石鉛山の鉛床は 大部分秩父古生層に属しているものである。ただ2, 3中生層 第三紀層の石灰石鉛床がある。秩父系の石灰石鉛床のうち品位鉛量にすぐれているものは二疊系に多く いいかえると わが国で経済価値のある石灰石鉛床は 二疊系に胚胎するものといえることができる。

ちている。

#### 4) 結晶質石灰石

石灰石を原料としている工業にとって 原料は化学成分上の制約と同時に 鉛石の組織が問題となっている。すなわち鉄鋼・カーバイド・石灰などのように絶対に非晶質でなくては行けないものと 重質タンカルのように結晶質の方がよい場合 セメントのようにどちらでもよいものなどである。結晶質石灰石は成因的に見て熱変成によるものと 動力変成によるものがあり どちらも利用されている。ほとんど未開発 未利用の結晶質石灰石資源としては 飛騨片麻岩に属するものがあり また地域的には 岩手県下の広大な分布地域を占めている熱変成による結晶質石灰石などがある。これらは単に結晶質であるからという理由で 研究の対象にされていなかったが 今後は用途も開けて行くので 早急に鉛床調査が必要であろう。

#### 5) 石灰石鉛床と鉛量

石灰石鉛床の調査で問題になることの一つに鉛量の計算がある。まず第一に正確な地質図と鉛床内部の品位分布図を完成することはいうまでもない。これを基礎にして鉛量を計算するにあたり われわれは JIS の計算法に従うことにしている。JIS 法の根本的な考えは石灰石の採掘は露天掘りであるから 露天採掘によって

#### 2) 二疊系の石灰石鉛床

これに属する鉛石を化学成分から分類すれば 次のような2つのタイプが考えられる。

- a) MgO 分がほとんどなく 不純物としては  $SiO_2$  を含むもの……北上 秩父 青海 阿哲 帝釈 秋吉 平尾 香春 船尾
- b) MgO 分が1%前後あり 層準によってはドロマイトを伴い 不純物としては  $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$  と MgO を含むもの……葛生 舟伏 伊吹 津久見など

#### 3) 二疊系以外の石灰石鉛床

二疊系以外の石灰石鉛床は 規模が小さいことから稼行対象になるものが少なく これについての研究は少ないが どの地質時代のものも二疊系の場合のように a) と b) の2つのタイプがあることがわかっている。一般的にいって 中生層や第三紀層のものは 二疊系のものよりも 粘土分が多く したがって石灰石の純度は落

磐城セメント 八戸鉛山 八戸工場より松瀬川に沿って南へ約7km 松籠部落南方にこの鉛山がある 八戸鉛山は川に沿って北から赤平 田端山 巖合山 南山の4つの丁場が6kmの間に点在している 現在主力となっているのは写真の赤平丁場と巖合山丁場である この地区は20m以上の厚い砂岩や砂礫層におおわれていて 石灰石の露頭は川の沿岸※



※に限られている このように川に沿った丁場では切羽を前進させると 表土が益々厚くなるので 赤平地区では写真のように約1kmにおよぶ堰堤を建設し 松瀬川の流れを左岸に移動させ 旧河床の採掘を開始した 37年秋期は月産約4万トン

将来は 旧河床から約20m下のレベルまで掘り下げる計画で 写真のように階段掘りによって採掘されている

どの位の量が得られるかということを対象にしているもので 説明用の第4図を参照されたい。

第4図の① ② ③のいずれも一辺が100mである同じ体積をもつ鉱床の場合で 鉱床の賦存状況と可採対象となる部分の体積との関係を示したものである。

- ①の場合は単独の石灰石鉱床で 周囲には他の岩石がない場合 全部が採掘可能で体積100万 $m^3$
- ②の場合は片側に非石灰石の地層が接している場合で 石灰石のうちABCの部分だけが可採対象になりうる 体積は①の $\frac{1}{2}$ で 50万 $m^3$  (AB面を仮に45°とした)
- ③の場合には 石灰石の両側に非石灰石の地層がある場合で AOCの部分の25万 $m^3$ しか採掘できない
- ④さらに四方とも非石灰石層にとり囲まれているような場合には12.5万 $m^3$ となることが推定できる

上の説明では 保安上残さなければならない傾斜面A B C D面の傾斜を45°としたが JIS では75°と規定されている。つまり石灰石の可採鉱量は 地質状況によって一辺100mの鉱床でも100万 $m^3$ (比重2.8として)280万トンから極端な場合には0トンまでの範囲が存在するのである。そこで石灰石の埋蔵鉱量ということは地質学的には意義があっても 実際採掘できる鉱量とかなり相違する場合が多く とかく誤解を招きやすいので 鉱量には どのような計算法によったかを詳しく示すことになっている。実際の野外の例では①の場合は 石灰



石鉱床が尾根にある場合で 鉱量最大である。②の場合は尾根から下の傾斜地に鉱床が賦存しているもので ③の場合は平坦な場所にある場合で 石灰岩台地中央部の平坦地は埋蔵鉱量が多くても採掘対象にならない場合があるのはこの例である。 このように石灰石鉱床については 鉱床の規模とは別に 鉱床の位置とか地形が可採鉱量を定める重要な要素となっている。

#### 4. 石灰石の用途と鉱石

石灰石の用途はセメント 鉄鋼 カーバイド ソーダ灰 石灰 タンカル 土建用など非常に多くの部門にわたっている。ここでは紙数のつごうで 石灰石生産量の8割をしめているセメントと鉄鋼用石灰石についてのべることにする。

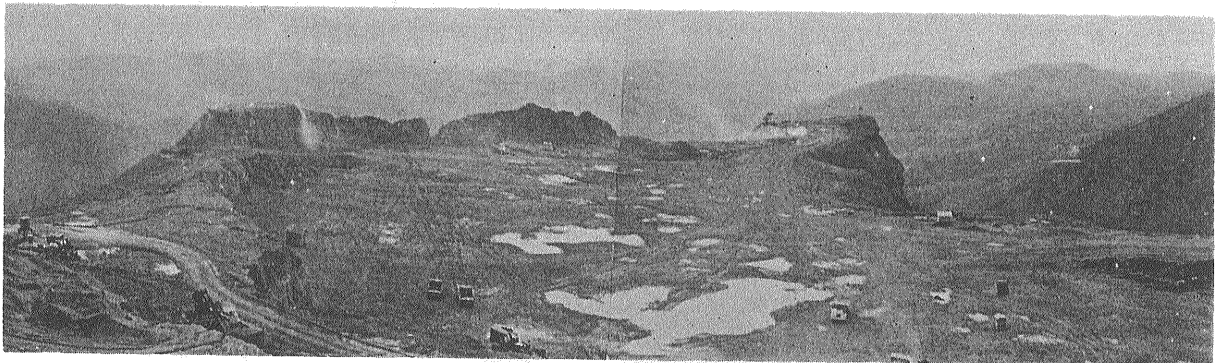
##### 1) セメント

昭和37年において 石灰石全生産量の68.8% 3,400万トンを使用しているセメント工業は 今後も石灰石鉱業の母体の役割りを果たすだろう。すなわちセメント製品は昭和45年度には5,000万トンの生産予想で その石灰石所要量は5,800万トンと見込まれている。

セメントの化学成分は  $SiO_2$  20~26%  $Al_2O_3$  4~8%  $Fe_2O_3$  2~6%  $CaO$  62~66%であるが  $CaO$  は石灰石から 他の3成分はいわゆる粘土として頁岩や粘板岩からとっている。この他に粘土の成分によっては補給成分として  $SiO_2$ はチャート 珩岩 珩砂 軟珩石  $Fe_2O_3$ は黄鉄鉱焼鉱 銅からみなどが使われている。セメント原料の割合は 次のとおりである。

石灰石	1.25トン
粘土類	0.25トン
合計	1.50トン

セメント用石灰石の化学成分は  $CaO$ の純度が高いもので量産するつごうで できるだけ品位が一定していることである。とくに取り上げる有害成分は  $MgO$ でこれはコンクリートの膨張性亀裂の発性原因となるため 原料石灰石中の  $MgO$ は普通ポルトランド・早強セ



日本セメント 幌明鉱山 (北海道上磯郡上磯町)  
 北海道唯一の石灰石鉱山で月平均7万4千トンの生産をあげている。写真下は階段掘の現場の全景。左手前は表土をはく土中の現場で すぐ右側は石灰石採掘切羽である。鉱石はパワーショベルでダンプカーに積み込んで運搬され 写真中央の崖から下へ落されている。写真上の上の線は丁場レベルで 中央に扇状に広がって見えるのは貯鉱された鉱石である。幌明鉱山のおもな機械設備は2 $m^3$ パワーショベル3 0.6 $m^3$  11トンダンプトラック4 13.8トン 517トンブルドーザー2 クローラードリル4 ワゴンドリル2 コンプレッサー670kw 42インチジャイレトリッククラッシャー500トン/時1 ハンマークラッシャー150トン/時 インパクトクラッシャー200トン/時2で従業員84である。この鉱石は6.5km はなれた同社上磯工場へ供給している。

メントでは 3.0~3.5%以下のものが要求されている。そのほか  $\text{SiO}_2$   $\text{Al}_2\text{O}_3$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  などの不純物については添加副原料として調合するくらいであるので 主原料の石灰石中に含有されていても悪くはないと思われるが 実際には 製造工程で問題が生じる場合が少なくないのでできるだけ不純物の少ないものがよく  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  合計で 5%以下が望ましく 10%を越えるものは不適当といわれている。

化学成分からいうと わが国の石灰石はドロマイト地域の一部のドロマイト質石灰石以外は 不適当なものは少ない。 つぎに石灰石の結晶の大きさであるが 原料はミルで微粉砕してしまうので 非晶質でも結晶質でも適当している。 結晶質石灰石は 非晶質のものより粉砕性がよい場合もあって結晶度合については問題がない。

結論として セメント用の石灰石は どの地区のものも使用可能であるから 将来は 現在未利用石灰石の活用を再検討する必要があると思われる。

- A)  $\text{MgO}$  や  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  が多く品位が不均一で利用されていない石灰石鉱床；葛生地区のネズ石灰石
- B) 部分的に  $\text{SiO}_2$  が多く  $\text{CaO}$  が安定しないもの；北陸地方の飛騨変成岩の石灰石
- C) 結晶質のため他の工業用原料にできず未開発の鉱床；岩

手県九戸 下閉伊郡下の大鉱床

これと同時に製鋼用 カーバイド用などの業界では 高品位の石灰石を要求しているので 総合的に見て資源の有効利用を考える必要がある。

2) 鉄鋼

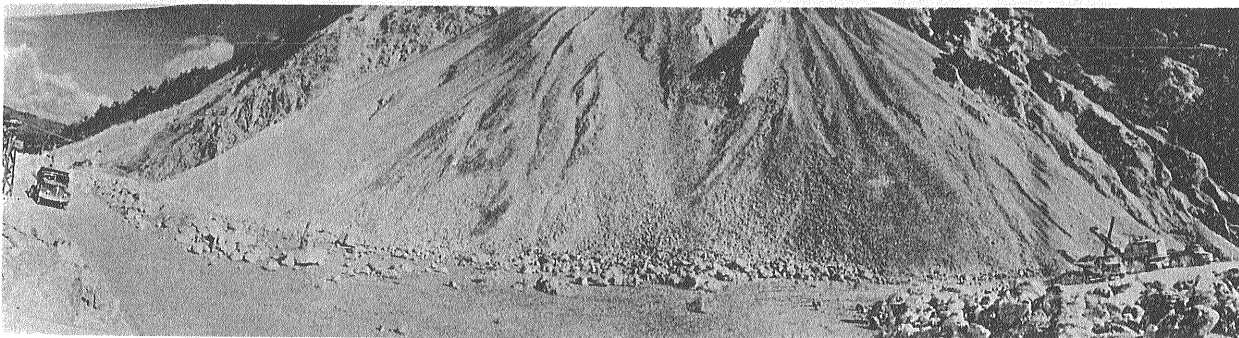
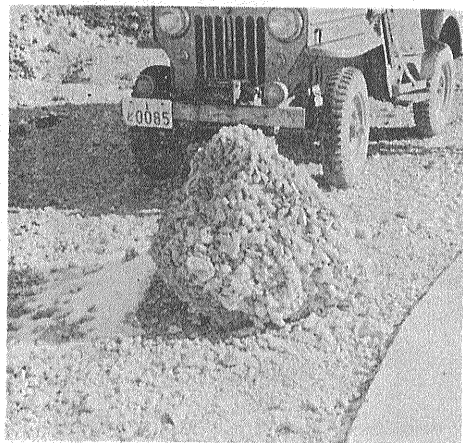
昭和37年には鉄鋼・製錬用で使用した石灰石は 全生産量の 9.9%の 480 万トンであった。これは昭和45年には約 1,000 万トンに倍増する予想である。鉄鋼用の石灰石の原単位を炉別に見ると 第9表のとおりである。

鉄鋼用石灰石は副原料(煤熔剤)として使用されるもので 品質上数々の制約を受けている。

- A) 組織は緻密非結晶質のものでなくてはならない；結晶質のものは炉へ投入の際にショックで破砕しやすいことと

第9表 炉別石灰石所要量 (石灰石鉱業協会資料)

	35年度		40年度		45年度		石灰石 原単位 kg 千トン			
	製 品 千トン	原単位 kg	製 品 千トン	原単位 kg	製 品 千トン	原単位 kg				
鉄	高電	11,840	180	2,130	20,000	170	3,400	33,500	160	5,360
	その他	523	250	131	800	235	188	1,300	225	292.5
	小計	150	130	20	200	120	24	200	118	24
鋼	平転電	14,070	60	840	14,000	60	840	14,500	60	870
	転電	3,130	110	344	12,000	110	1,320	25,000	110	2,750
	塊	4,400	60	264	6,000	60	360	8,500	60	510
小計			1,448			2,520			4,130	
フェオアロイ	490	300	147	760	300	228	1,130	300	339	
合計			3,876			6,360			10,145.5	



大阪窯業セメント伊吹鉱山 東海道線近江長岡駅北方約6kmの伊吹山麓にあり 山元から工場まで2,700mの長い区間ベルトコンベアで鉱石を送っている。この地区は伊吹石灰岩地区の西南側にあり多量の石灰石鉱床が分布している。開採当時はこの層をショベルで採石し、火薬を使用しないので知られていた。現在は表層の石灰石層の採石から基盤の石灰石の採掘に移っている。この付近は多くの断層があり、とくに南上断層が鉱山付近を通るため地層はもめていて断層破砕帯となっている。そのため石灰石の基盤の部分も節理が発達し、第4~6人頭大程度に圧縮されているため、簡単に人工層ができて写真に見られるように、運搬道路のレベルで鉱石のショベル積みができる。この写真の上部に3つの切羽とそれぞれにスクレーパーがあって、写真に見られるレベルまで鉱石を落している。おもな設備は、ドラッグスクレーパー4台、パワーショベル1.2m<sup>3</sup>1台、0.6m<sup>3</sup>3台、グンブトラック11トン6台、6トン1台、ブルドーザーD801台、レスプロフィーダー35トン/時1台、シングルロールクランチャー350トン/時1台、250トン/時ハンマークランチャー1台、37年の生産は134万トンであった。

焙焼のとき崩壊して炉の通風を妨げる

- B)  $\text{SiO}_2$  1%以下 できれば0.5%以下が適当している；  
鉍石の還元作用には  $\text{CaO}$  と  $\text{SiO}_2$  の割合が一定でなければならぬ 石灰石中に  $\text{SiO}_2$  が含まれている場合には その分だけ石灰石の使用量が多くなる
- C) 高炉スラッグは 高炉セメントなどの原料に使用されるため セメント原料の立場から  $\text{MgO}$  1%以下のものが適当している； $\text{MgO}$  が多いとコンクリートが膨脹亀裂を生ずる
- D) フェオアロイ製造に使用する石灰石は低燐のものでなくてはならず  $\text{P}_2\text{O}_5$  0.005%以下でなければならない

最後に鉄鋼用石灰石資源について考えて見たい。上述のように ①化学成分上  $\text{SiO}_2$   $\text{MgO}$  分が少なく とくに製鋼用の場合  $\text{P}_2\text{O}_5$  も低い含有量しか許されない ②非結晶質のものに限るという鉍石特性についての2大制約と セメントにつぐ ③多量の需要とさらに使用炉別に ④鉍石のサイズに規準のあることなどが重なって将来の需要については安心はできない。つまり世にいられている数字では 採鉍された粗鉍のうち鉄鋼用にサイジングした精鉍となるものは その約4割程度である。そこで鉄鋼業者側からいえば 所要の2倍以上の石灰石の生産鉍山を対象を考える必要がある。石灰石が鉄鋼

副原料として従来のように簡単に考えていられなくなったのは このような理由からで 地質調査所において組織的な鉍床調査を始めたのも一面そのためである。

## 5. むすび

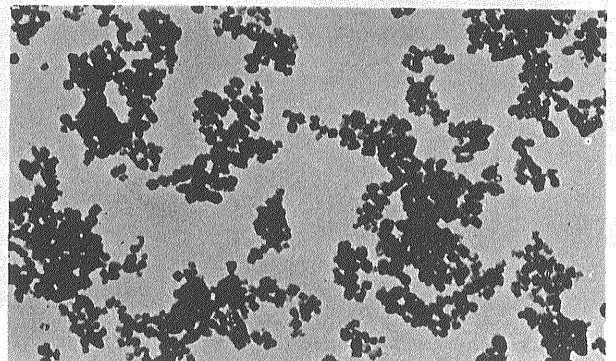
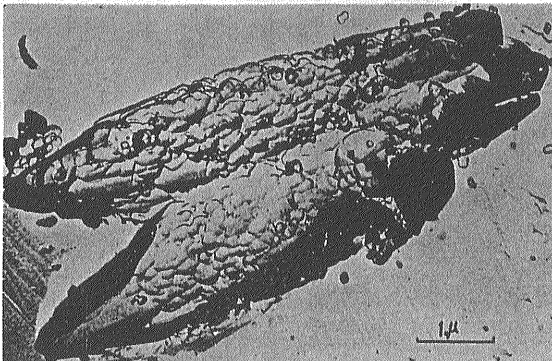
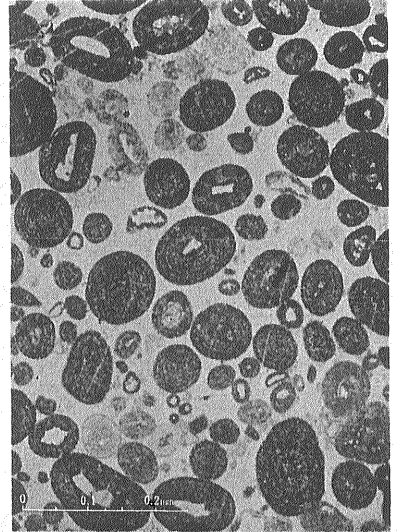
わが国の石灰石の品質は 世界一優秀なものであるが 鉍床分布図でもわかるように 量的には世間でいられているほど莫大なものではない。そこで つぎに開発される地域については 今から基礎資料を得るための鉍床調査を急ぎ かつ奥地の未利用鉍床の開発には 鉄道道路 港湾など輸送面の整備を急ぐことが必要である。とくに当面の緊急な問題としては 低燐石灰石について 鉄鋼 カーバイド業者が不安なく入手できるようにするための鉍床調査が必要で これにより各業界とも資源の有効利用と適応価格の決定がなされるようにせねばならない。

未筆ながら 各種資料の提供をいただいた石灰石鉍業協会および会員会社に対し 深甚なる謝意を表すると共に 同協会 技術部長 江原栄太郎技師 同部 渡辺彦祐技師に対し感謝する次第である (筆者は 鉍床部 非金属課)



← 三重県員弁郡石加村三重ドロマイト鉍山産の微晶質の石灰石とセンイ状に見える珪灰石

鳥ノ巣石灰石の鱗状構造 →  
魚の卵の集まったものに見えるので 魚卵状石灰岩ともいわれている炭酸カルシウムがある核を中心にして同心円状に集合したもので 核には化石などの破片が多いが砂粒の場合もある。現在カーバイド工場の廃水溝では 砂や石に廃水中の炭酸カルシウムが附着して鱗状構造のものでできることから これらの生成環境は多少流動していた要素を加える必要があるといわれている。この石灰石の基質の部分は非晶質である



## 炭酸カルシウムの電子顕微鏡写真

石灰石を原料にして化学工業的に製造した炭酸カルシウムの写真である 白石工業KKの発明による“白麗華”（はくえんか）という商品名は 今では世界の学術語となっている この製法は石灰石を焼成して生石灰を作り 水を加えて消化・熟成し これに炭酸ガスを化合させて作るもので 人工のカルサイトである (白石工業資料)