三田商学研究
第47巻第4号
2004年10月

2004年9月6日掲載承認

研究ノート

戦後石灰石鉱業史

――業界誌『石灰石』を中心として――*

島　西　智　輝

<要　約>

わが国の鉱業史研究では戦前期の鉱業に研究の重点が置かれているため，戦後に法定鉱物となった石灰石を採掘する石灰石鉱業は鉱業史研究の対象とされてこなかった。しかし，石灰石はわが国で随一の埋蔵量を誇り，鉄鋼業やセメント業などわが国の高度経済成長を支えた産業で必要不可欠な鉱物であった。本論は，石灰石鉱業協会発行の『石灰石』誌を中心資料として，主に二つの検討を行う。

本論の前半部では，石灰石の特性と用途を確認するとともに，戦前期からの石灰石鉱業の歴史を3期に分けて検討していく。戦前期に一定の拡大を見せた石灰石鉱業が，戦後の高度経済成長に伴ってわが国最大規模の鉱業へと成長していく過程が明らかにされる。また，その成長の背景としてグローリホール法から階段採掘法への採掘方法の移行が成功したことを指摘する。後半部では，石灰石鉱業の生産過程の分析を行い，石灰石鉱業の生産過程を整理するとともに，採掘方法の移行が成功した生産過程における要因を三つの鉱山の事例から検討する。この検討から，階段採掘法導入の隘路である積込過程の長距離化を克服する際に，既存技術であるグローリホール法の持つ積込過程の短縮，省略という技術的な特徴が階段採掘法に利用されたことによって採掘方法の移行が成功したことが明らかにされる。

<キーワード>

鉱業，石灰石，石灰，セメント業，鉄鋼業，化学工業，砕石業，露天採掘，グローリホール法，階段採掘法

第一節　はじめに

石灰石鉱業とは，その名の通り石灰石層から石灰石を採掘する鉱業のことである。本論は，石灰石鉱業の業界団体である石灰石鉱業協会が発行する業界誌『石灰石』に主に依拠して，戦後における石灰石鉱業の展開過程を検討する。本論がこうした論点に注目する理由は以下の通りである。

第一に，わが国の鉱業史及び経済史において，石灰石鉱業が明確に位置付けられていないからである。その最大の原因は，石灰石採掘が1950年の鉱業法改正まで鉱業ではなく土石業に分類されていたためで

＊　本論の作成にあたっては，吉野篤氏（石灰石鉱業協会）のご協力を頂いた。また，工藤教和教授から有益なコメントを頂いた。記して感謝申し上げる。なお，本論では特に断りのない限り当時の企業名，鉱山名を使用する。

あろう。そのため，戦前の鉱業史研究で取り上げられるのは金，銀，銅，亜鉛などの非鉄金属鉱物と鉄鉱石，石炭と石油の非金属鉱物であり，石灰石や石灰石採掘に関する言及はほとんど見られない[1]。他方，地域経済史，社会史研究など鉱業史以外の分野では，石灰石採掘に関するいくつかの研究の蓄積が見られる[2]。例えば，渡邉恵一は，明治期の青梅鉄道が石灰石採掘販売を媒介として中央企業の浅野セメントと相互依存的な分業関係を成立させていたことを明らかにする過程で，青梅鉄道における石灰石の採掘方法，採掘請負制，鉄道による石灰石輸送，販売先の開拓などを明らかにしている。しかし，そこで明らかにされているのは青梅鉄道に限定された事例であり，また1890年代後半から第1次世界大戦までの約20年間の歴史に限定されていることから，そこから戦前の石灰石採掘の展開を読み取るのは困難である。さらに，戦後の石灰石鉱業に関しては，セメント企業の社史の一部に記述があるのみで，産業史及び経済史の視点からの石灰石鉱業史研究は管見の限り見当たらない[3]。

第二に，石灰石鉱業は戦後の高度経済成長の基盤産業として極めて重要な役割を果たしたと考えられるからである。後述するように，戦後の高度経済成長下で急速な成長を遂げた鉄鋼業やセメント業は，原料の一つとして石灰石の安定供給を必要とした。いずれの産業も国内石灰石供給に依存していた以上，石灰石鉱業の発展なくしては十分な発展を遂げることができなかったことは明白である。しかし，石灰石鉱業の多くはセメント業や鉄鋼業の原料部門の一部門として長らく存在していたため，独立した鉱業として十分認識されてこなかった。石灰石を主要な原料の一つとしていた鉄鋼業の原料研究において，鉄鉱石，原料炭，屑鉄に紙幅が割かれ石灰石には立ち入った言及がないこともこうした認識を裏付けていよう[4]。

以上より，本論は，先行研究の空白を埋めるとともに，石灰石鉱業がどのような展開を遂げることによって高度経済成長下で急速に増加する主要産業向けの原料需要を賄うことができたのかを明らかにするという意義を持っていると言えよう。

本論の構成は以下の通りである。第二節では石灰石の特性と用途を明らかにする。石灰石のわが国の経済における重要性，それを採掘する鉱業の重要性が論じられる。第三節では戦前から戦後の石灰石鉱業の展開過程を明らかにする。第四節では，石灰石鉱業の生産過程を検討する。第五節では，前節までの検討結果を踏まえ，戦後の石灰石鉱業が発展し得た要因を生産過程に注目して検討する。第六節では，本論の検討結果を整理し，残された課題を提示する。なお，本論は1975年前後までを検討対象時期とし，1980年代以降について立ち入った分析を行っていない。これは現在から概ね30年前までを対象とする産業史の一般的な分析方法に従っているためである。

---

1)　戦前の鉱業史の通史研究として，通商産業大臣官房調査統計部編『本邦鉱業の趨勢50年史　解説編』通商産業調査会，1964，丸山一郎『日本資本主義発達史講座　第2部　鉱山業の発達』（復刻版），岩波書店，1982，農商務省鉱山局編『鉱山発達史』（復刻版）原書房，1992，鉱山懇話会編『日本鉱業発達史』（復刻版）原書房，1993，小葉田淳『日本鉱山史の研究』（正，続）岩波書店，1968-1986があげられる。なお，日本工学会編『明治工業史　化学工業編』原書房，1994，p.408，日本工学会編『明治工業史　鉄鋼編』原書房，1994，p.162及びp.237に石灰石に関する言及が見られるが，採掘方法などは述べられていない。

2)　近年の成果として，浅田政弘「上川開発と石灰工業――突哨山石灰石鉱山史――」『地域研究所年報』第26巻，2003，pp.21-47，渡邉恵一「産業化と地方企業　青梅鉄道の事例」（武田晴人編著『地域の社会経済史』有斐閣，2003，pp.148-192）など。

3)　戦後に編まれた主な社史として，三菱鉱業セメント株式会社総務部社史編纂室編『三菱鉱業社史』三菱鉱業セメント，1976，日本経営史研究所編『小野田セメント百年史』小野田セメント，1981，社史編纂委員会編『百年↗史』日本セメント，1983，住友セメント株式会社社史編纂委員会編『住友セメント八十年史』住友セメント，1987，百年史編纂委員会編『宇部興産創業百年史』宇部興産，1998など。

4)　田部三郎『日本鉄鋼原料史：鉄よ永遠に』上巻（鉄鉱石編），下巻（原料炭・鉄屑編），産業新聞社，1982-1983

第二節　石灰石の特性と用途

1．石灰石の特性と賦存状況[5)]

石灰石の定義は方解石，霰石，ドロマイトなどの炭酸塩鉱物を50％以上含む堆積岩の一種である。その化学的性質は炭酸カルシウムである。石灰石は生物起源のものと海水中で直接沈殿したものの二種類に大別される。

わが国では石灰石鉱床が北は北海道から南は沖縄まで広く存在しており，賦存状況の偏りが少ないのが特徴である[6)]。主要な石灰石鉱床を持つ構造区を北から列挙すると以下の通りである。

岩泉帯（北海道南部，青森県尻屋，岩手県岩泉），北部北上帯（岩手県宮古地区），南部北上帯（岩手県大船渡市－住田町，松川，釜石），阿武隈帯（福島県滝根・八茎，茨城県日立），足尾帯（栃木県葛生），丹波－美濃帯（岐阜県赤坂・舟伏山，滋賀県伊吹山・霊仙山・多賀，三重県藤原），三郡帯（新潟県青海，岡山県阿哲・成羽，広島県帝釈，山口県秋吉－於福台・阿武，福岡県恒見－刈田・平尾台・香春・田川，熊本県木の葉），三宝山－秩父帯（埼玉県秩父，東京都青梅・奥多摩，長野県上伊那，徳島県阿南，高知県白木谷・鳥形山・大野ガ原・高知市－須崎市，大分県津久見，沖縄県

このように石灰石鉱床がほぼ全ての都道府県にまたがっているため，石灰石の採掘も全国で行われている。表1は地方別の石灰石生産量とその比率をまとめたものである。九州が他地方よりも比率は高いものの，全国で生産が行われていることが分かる。1948年以降石灰石が全く産出されなかったのは神奈川，山梨，香川，佐賀，長崎のわずか5県にとどまっている[7)]。また，埋蔵鉱量は確定量で約120億トン，可採鉱量でも約100億トンと非常に豊富である。この埋蔵量は2002年度の年間採掘量1億6,800万トンの水準で採掘し続けたとしても，約60年は掘り続けられる量である。予想量を含めると，埋蔵鉱量は約570億トン，可採鉱量は約380億トンもの量に達する[8)]。

なお，わが国の主要な非金属鉱物である石炭と石灰石を比較してみると，両者の賦存状況は大きく異なっている。可採鉱量は1956年調査では約200億トンと石灰石とは遜色ないものの，わが国の大規模石炭層は北海道，常磐，山口，九州北部に偏在して賦存しており，生産量は北海道と九州に集中している[9)]。石灰石鉱業は石炭鉱業よりも地域的偏りが少ない形で発展してきたと言えよう。

2．石灰石の用途[10)]

エジプトのピラミッドやスフィンクス，フランスのノートルダム寺院などの例をあげるまでもなく，石灰石は諸外国では建築用石材として用いられてきた。わが国では墓標や石垣などの建築用石材としての利用はもちろん，漆喰などにも利用されていた。その後，江戸時代に入って石灰石を焼成して貝殻などの代わりに肥料用の石灰として利用する方法が見られるようになった[11)]。

18世紀に入ると石灰石を利用したセメントの製造法が次々に発明され，1824年にイギリスのJ. Aspdinが現在の標準的なセメントであるポルトランドセメントの製造特許を得た。また，近代鉄鋼業でも製銑工程と製鋼工程で石灰石が利用されるようになった。わが国でも明治維新以降，これらの技術が紹介され，1875年の東京深川にセメント工場が建設されるなど，石灰石の工業利用が促進されることとなった。また，化学工業の発展に伴い，カルシウム化合物の原料としても利用されるようになった。こ

5）本項の記述に際しては，石灰石鉱業協会『石灰石の用途と特性』石灰石鉱業協会，1986，pp.36-60を参照した。
6）ただし，ドロマイトに関しては栃木県葛生地区などに偏在している。
7）石灰石鉱業協会『50年のあゆみ』石灰石鉱業協会，1996，pp.30-31
8）以上の埋蔵量に関する記述は，通産大臣官房調査統計部編『資源統計年報』通産統計協会，2003に基づく。
9）矢田俊文『戦後日本の石炭産業――その崩壊と資源の放棄――』新評論，1975
10）本項の記述に際しては特に断りのない限り，協会『石灰石の用途と特性』，pp.1-2，pp.175-509を参照した。
11）協会「石灰石鉱業のあゆみ」『石灰石』第104号，1966，pp.112-134

表1　地方別石灰石生産量

年度	北海道	%	東北	%	関東	%	中部	%	近畿	%	中国	%	四国	%	九州	%	沖縄	%	全国	%	生産原価
1925	120	2.9	391	9.4	683	16.5	233	5.6	112	2.7	424	10.2	208	5.0	1,970	47.6		0.0	4,142	100.0	
1926	152	2.9	456	8.7	936	17.9	348	6.7	141	2.7	519	9.9	262	5.0	2,418	46.2		0.0	5,232	100.0	
1927	165	2.9	473	8.3	1,085	19.1	386	6.8	154	2.7	579	10.2	286	5.0	2,571	45.2		0.0	5,682	100.0	
1928	171	2.9	518	8.8	1,248	21.1	408	6.9	158	2.7	617	10.4	296	5.0	2,494	42.2		0.0	5,910	100.0	
1929	190	2.9	551	8.4	1,498	22.9	435	6.6	177	2.7	738	11.3	330	5.0	2,628	40.1		0.0	6,548	100.0	
1930	170	2.9	469	8.0	1,330	22.6	348	5.9	164	2.8	687	11.7	295	5.0	2,395	40.8		0.0	5,876	100.0	
1931	167	2.9	490	8.5	1,354	23.6	365	6.4	154	2.7	637	11.1	285	5.0	2,283	39.8		0.0	5,735	100.0	
1932	185	2.9	528	8.3	1,515	23.9	421	6.6	176	2.8	710	11.2	440	6.9	2,376	37.4		0.0	6,352	100.0	
1933	228	2.9	665	8.5	1,857	23.7	625	8.0	215	2.7	907	11.6	577	7.4	2,747	35.1		0.0	7,822	100.0	
1934	180	2.3	630	7.9	2,224	27.9	607	7.6	176	2.2	829	10.4	524	6.6	2,800	35.1		0.0	7,970	100.0	
1935	205	2.3	641	7.3	2,430	27.6	830	9.4	248	2.8	871	9.9	504	5.7	3,075	34.9		0.0	8,805	100.0	
1936	227	2.3	687	7.0	2,861	29.3	958	9.8	305	3.1	992	10.1	516	5.3	3,235	33.1		0.0	9,781	100.0	
1937	569	5.1	883	7.9	3,095	27.6	1,171	10.4	591	5.3	1,049	9.4	575	5.1	3,277	29.2		0.0	11,210	100.0	
1938	607	5.2	1,071	9.3	3,259	28.2	1,151	9.9	650	5.6	1,118	9.7	650	5.6	3,067	26.5		0.0	11,573	100.0	
1939	666	5.3	1,462	11.6	3,514	27.9	1,168	9.3	774	6.2	1,171	9.3	706	5.6	3,121	24.8		0.0	12,582	100.0	
1940	752	5.7	1,614	12.3	3,518	26.8	1,180	9.0	862	6.6	1,282	9.8	747	5.7	3,159	24.1		0.0	13,113	100.0	
1941	756	5.6	1,616	12.0	3,541	26.3	1,253	9.3	836	6.2	1,376	10.2	986	7.3	3,104	23.0		0.0	13,467	100.0	
1942	768	6.1	1,398	11.0	3,242	25.6	1,163	9.2	746	5.9	1,392	11.0	983	7.8	2,963	23.4		0.0	12,654	100.0	
1943	1,062	7.7	1,445	10.4	3,358	24.2	1,227	8.9	702	5.1	1,763	12.7	1,044	7.5	3,259	23.5		0.0	13,860	100.0	
1944	745	8.0	967	10.4	2,247	24.1	752	8.1	406	4.4	1,171	12.6	555	6.0	2,473	26.5		0.0	9,317	100.0	
1945	342	7.4	411	8.9	1,170	25.4	379	8.2	256	5.6	596	12.9	278	6.0	1,172	25.5		0.0	4,604	100.0	
1946	183	4.0	229	5.0	1,373	30.0	366	8.0	275	6.0	458	10.0	228	5.0	1,465	32.0		0.0	4,578	100.0	
1947	256	5.0	307	6.0	1,585	31.0	614	12.0	409	8.0	511	10.0	306	6.0	1,125	22.0		0.0	5,113	100.0	
1948	292	4.1	509	7.2	1,867	26.5	637	9.0	387	5.5	753	10.7	495	7.0	2,111	29.9		0.0	7,050	100.0	
1949	264	3.1	695	8.0	2,326	26.9	811	9.4	453	5.2	1,078	12.5	691	8.0	2,325	26.9		0.0	8,645	100.0	
1950	430	3.7	858	7.3	2,949	25.1	983	8.4	544	4.6	1,368	11.6	794	6.8	3,817	32.5		0.0	11,743	100.0	250
1951	564	3.6	1,311	8.4	3,509	22.5	1,257	8.1	625	4.0	1,807	11.6	1,132	7.3	5,372	34.5		0.0	15,577	100.0	270
1952	493	3.2	1,292	8.4	3,814	24.7	1,320	8.5	746	4.8	1,695	11.0	1,020	6.6	5,085	32.9		0.0	15,465	100.0	270
1953	743	3.8	1,617	8.3	4,715	24.2	1,563	8.0	4,086	21.0	2,004	10.3	1,115	5.7	6,652	34.1		0.0	19,494	100.0	300
1954	727	3.4	1,661	7.8	5,371	25.3	1,708	8.1	1,322	6.2	2,094	9.9	1,046	4.9	7,262	34.3		0.0	21,191	100.0	340
1955	599	2.8	1,704	7.9	6,057	28.0	1,574	7.3	1,439	6.7	2,144	9.9	1,023	4.7	7,087	32.8		0.0	21,628	100.0	312
1956	622	2.4	2,214	8.5	6,973	26.9	1,887	7.3	1,708	6.6	2,550	9.8	1,171	4.5	8,832	34.0		0.0	25,958	100.0	303
1957	726	2.6	2,458	8.7	7,703	27.4	1,878	6.7	1,937	6.9	2,673	9.5	1,374	4.9	9,403	33.4		0.0	28,152	100.0	275
1958	741	2.7	2,352	8.6	7,954	29.2	1,787	6.6	1,889	6.9	2,563	9.4	1,248	4.6	8,664	31.9		0.0	27,198	100.0	279
1959	879	2.6	3,027	9.1	9,567	28.8	2,529	7.6	2,149	6.5	3,314	10.0	1,560	4.7	10,302	31.0		0.0	33,248	100.0	283
1960	899	2.3	3,411	8.6	10,920	27.5	3,643	9.2	2,561	6.4	4,495	11.3	1,859	4.7	11,955	30.1		0.0	39,744	100.0	286
1961	1,087	2.4	3,896	8.5	12,638	27.5	4,004	8.7	3,438	7.5	5,100	11.1	2,613	5.7	13,189	28.7		0.0	45,965	100.0	305
1962	1,224	2.4	4,729	9.5	13,926	27.9	4,149	8.3	3,527	7.1	5,175	10.4	3,322	6.6	13,924	27.9		0.0	49,976	100.0	317
1963	1,400	2.5	5,409	9.6	15,391	27.4	4,676	8.3	3,856	6.9	5,832	10.4	3,990	7.1	15,626	27.8		0.0	56,180	100.0	324
1964	1,403	2.3	5,510	9.1	17,217	28.3	4,841	8.0	3,977	6.5	6,077	10.0	4,444	7.3	17,397	28.6		0.0	60,865	100.0	328
1965	1,430	2.3	5,967	9.4	17,186	27.2	4,496	7.1	4,000	6.3	6,147	9.7	5,064	8.0	18,980	30.0		0.0	63,270	100.0	342
1966	1,738	2.4	6,814	9.3	19,221	26.1	5,170	7.0	4,106	5.6	7,917	10.8	5,808	7.9	22,850	31.0		0.0	73,625	100.0	328
1967	1,856	2.2	7,457	8.9	21,751	25.9	6,137	7.3	4,441	5.3	9,887	11.8	6,605	7.9	25,688	30.6		0.0	83,823	100.0	337
1968	2,036	2.2	8,768	9.3	23,547	25.0	6,753	7.2	4,703	5.0	11,673	12.4	7,453	7.9	29,069	30.9		0.0	94,002	100.0	418
1969	2,273	2.1	10,203	9.6	25,797	24.2	6,890	6.5	5,750	5.4	14,210	13.3	8,277	7.8	33,290	31.2		0.0	106,690	100.0	373
1970	2,975	2.5	11,391	9.5	29,505	24.7	7,979	6.7	5,600	4.7	17,353	14.5	8,521	7.1	36,256	30.3		0.0	119,581	100.0	331
1971	3,027	2.4	10,614	8.4	30,242	24.0	8,622	6.8	6,122	4.9	18,317	14.5	11,914	9.5	37,108	29.5		0.0	125,967	100.0	345
1972	3,474	2.5	12,256	8.7	32,720	23.1	9,742	6.9	6,470	4.6	19,820	14.0	14,314	10.1	41,001	29.0	1,660	1.2	141,456	100.0	366
1973	4,225	2.5	14,321	8.6	33,480	20.1	10,749	6.5	6,887	4.1	23,693	14.2	18,818	11.3	47,868	28.8	6,448	3.9	166,488	100.0	318
1974	3,715	2.4	14,070	9.0	32,600	20.8	9,633	6.1	5,489	3.5	22,515	14.4	18,179	11.6	44,131	28.2	6,312	4.0	156,645	100.0	423
1975	3,297	2.3	13,133	9.2	30,903	21.5	9,257	6.5	4,774	3.3	20,578	14.3	16,593	11.6	39,826	27.8	5,424	3.8	143,437	100.0	602

単位：生産量は千トン，価格は円/トン

※生産原価は通商産業大臣官房調査統計部編『本邦鉱業の趨勢』通商産業調査会，各年版に記載されている生産金額を生産量で除して算出した

※四捨五入のため合計が合わない場合がある

※沖縄は1973年1月から計上

出典：石灰石鉱業協会『石灰石』第166号，1977，p.205（原出典は通商産業大臣官房調査統計部資料）

のように石灰石の用途は様々であるが，わが国では主に表2で掲げる用途で石灰石が利用されてきた。本項では表2で掲げた用途のうち，出荷量が多い鉄鋼，セメント，石灰・カーバイド，骨材・建材の4つの主要な用途を取り上げ，その利用方法を検討していくことにしたい[12]。

① 鉄鋼

鉄鋼業は鉄鉱石と原料炭を主原料として銑鉄を製造してそれを製鋼し，さらに圧延して加工して製品を製造する産業である。前述したように，石灰石はそのうちの製銑部門と製鋼部門の両方で利用される代表的かつ最も使用量の多い副原料である。

製銑部門では，石灰石は高炉内で鉄鉱石内の脈石とコークス中の灰分と化学反応をし，溶融したスラグ（鉱滓）となる。また，鉄鉱石中に含まれる硫黄等の不純物とも化合して，銑鉄からこれらを取り除く働きをする。

製鋼部門では，石灰石から生石灰を製造してから利用することで製銑部門と同様に造滓剤としての役割を果たす他，石灰石のまま利用することで冷却材としての役割も果たす[13]。粗鋼1トンを製造するのに必要な石灰石の量は215kgである[14]。製銑，製鋼部門で発生したスラグは，冷却方法によって異なるが，道路用，セメント用，コンクリート用として利用される。

② セメント

一般的なポルトランドセメントの製造には，石灰石，粘土，けい石，酸化鉄原料，石膏が原料として必要である。これらの原料のうち，石膏を除いた諸原料を一定の比率で混合し，1,000℃以上の熱を加えて焼成するとポルトランドセメントクリンカと呼ばれる物質を得る。このクリンカに石膏を加えて粉砕するとポルトランドセメント製品となるのである。さらに，セメントに水，砂，骨材と混和剤を混ぜるとコンクリートとなる[15]。コンクリートが現代の土木建築に不可欠なものであることは論を俟たないが，石灰石が原料であるセメントがなければ製造することができないのである。セメント1トンを製造するのに必要な石灰石の量は1,082kgである[16]。

③ 石灰

石灰とは生石灰と消石灰の総称であり，前者は石灰石を煆焼（かしょう）したものであり，後者は生石灰を水和させた後，分級整粒したものである[17]。生石灰は前述した製鋼用をはじめ，カーバイドやソーダなどの化学工業，農薬，後述するALCと呼ばれる建材製造など様々な産業で利用される。

カーバイドとは生石灰と炭素材を電炉で加熱反応させた後冷却固化して得られる物質で，石灰窒素やアセチレン製造の原料となる。消石灰は漂白剤やソーダ製造といった化学工業，左官用の漆喰，肥料や食品製造などに用いられる。生石灰1トンを製造するのに必要な石灰石は1,800kg，消石灰1トンを製造するのに必要な生石灰は800kgである[18]。

④ 骨材・建材

骨材とは，セメントと混合してコンクリートを作るために必要な材料のことで，砕石や河川砂利などとともに石灰石が利用されている[19]。石灰石は「セメント・鉄鋼用として代表されるように化学的用途に充当すべき極めて重要な有効資源として温存されるべき」との認識があったにもかかわらず[20]，セメントとの相性が良く，コンクリートの初期強度を高める骨材として1955年以降増加していった[21]。石灰石はアルカリ骨材反応と呼ばれるコンクリートの膨張劣化反応を起こさないことも骨材としての石灰石の利用

12）本項で掲げた以外の主要な石灰石が利用されている産業を列挙すると，窯業（ガラス，タイル，陶磁器など），化学工業（ソーダ，カーバイド，他カルシウム化合物製造工業），農畜産業，医療，食品製造業，医薬品製造業など。これらの産業での利用方法については協会『石灰石の用途と特性』，pp.175-509，石灰石鉱業協会『石灰石の話』石灰石鉱業協会，1997を参照されたい。

13）生石灰については③を参照されたい。

14）協会『石灰石の話』，p.34。なお，これは1994年度の実績値である。

15）骨材については④を参照されたい。

16）協会『石灰石の話』，p.34

17）協会『石灰石の話』，p.23。煆焼とは高熱を加えることで脱水，分解などを起こさせ，揮発成分を除くことである。

18）協会『石灰石の話』，p.34

19）石灰石鉱業協会「石灰石鉱業の現状」『石灰石』第166号，1977，p.94

20）協会「石灰石鉱業の現状」，p.102

21）協会『石灰石の話』，p.41，協会「石灰石鉱業の現状」，p.94

表 2　用途別石灰石出荷量

年度	出荷量																	
	セメント	%	鉄鋼	%	カーバイド	%	石灰	%	曹達・硝子	%	タンカル	%	土建	%	その他	%	出荷合計	%
1925	1,703	41.1	512	12.4	303	7.3	1,207	29.1					152	3.7	264	6.4	4,142	100.0
1926	2,259	43.2	595	11.4	357	6.8	1,526	29.2					189	3.6	306	5.8	5,232	100.0
1927	2,442	43.0	636	11.2	389	6.8	1,672	29.4					218	3.8	326	5.7	5,682	100.0
1928	2,521	42.7	680	11.5	415	7.0	1,734	29.3					222	3.8	338	5.7	5,910	100.0
1929	2,820	43.1	738	11.3	456	7.0	1,920	29.3					244	3.7	371	5.7	6,548	100.0
1930	2,396	40.8	671	11.4	494	8.4	1,726	29.4					219	3.7	362	6.2	5,867	100.0
1931	2,325	40.5	675	11.8	495	8.6	1,683	29.3					213	3.7	343	6.0	5,735	100.0
1932	2,628	41.4	731	11.5	514	8.1	1,863	29.3					240	3.8	374	5.9	6,352	100.0
1933	3,151	40.3	958	12.2	605	7.7	1,337	17.1					310	4.0	460	5.9	7,822	100.0
1934	3,593	45.1	981	12.3	760	9.5	1,924	24.1					277	3.5	435	5.5	7,970	100.0
1935	4,075	46.3	1,018	11.6	808	9.2	2,102	23.9					356	4.0	445	5.1	8,805	100.0
1936	4,277	43.7	1,279	13.1	953	9.7	2,371	24.2					404	4.1	496	5.1	9,781	100.0
1937	5,091	45.4	1,438	12.8	974	8.7	2,719	24.2					402	3.6	596	5.3	11,220	100.0
1938	5,184	44.8	1,582	13.7	1,000	8.6	2,809	24.3					359	3.1	639	5.5	11,573	100.0
1939	5,524	43.9	1,805	14.3	1,020	8.1	3,058	24.3					425	3.4	750	6.0	12,582	100.0
1940	5,751	43.9	2,011	15.3	1,002	7.6	3,157	24.1					423	3.2	770	5.9	13,113	100.0
1941	5,502	41.2	2,259	16.9	1,070	8.0	3,291	24.6					438	3.3	807	6.0	13,367	100.0
1942	4,435	35.0	2,716	21.5	1,069	8.4	3,186	25.2					445	3.5	803	6.3	12,654	100.0
1943	4,255	30.7	2,967	21.4	1,303	9.4	3,881	28.0					470	3.4	985	7.1	13,860	100.0
1944	3,040	32.4	2,355	25.1	989	10.6	2,064	22.0					259	2.8	668	7.1	9,373	100.0
1945	1,320	28.7	925	20.1	520	11.3	1,237	26.9					142	3.1	459	10.0	4,604	100.0
1946	1,514	33.4	323	7.1	503	11.1	1,367	30.2	200	4.4			560	12.4	59	1.3	4,527	100.0
1947	1,907	37.5	485	9.5	525	10.3	1,285	25.3	250	4.9			578	11.4	57	1.1	5,087	100.0
1948	2,841	40.9	772	11.1	657	9.5	1,823	26.2	300	4.3			499	7.2	55	0.8	6,947	100.0
1949	4,474	49.9	947	10.6	688	7.7	1,555	17.3	525	5.9	241	2.7	381	4.2	159	1.8	8,969	100.0
1950	6,145	52.1	1,431	12.1	744	6.3	1,645	13.9	765	6.5	303	2.6	605	5.1	158	1.3	11,797	100.0
1951	8,522	55.0	2,134	13.8	782	5.0	1,805	11.6	1,191	7.7	332	2.1	475	3.1	260	1.7	15,500	100.0
1952	8,832	57.8	1,805	11.8	879	5.8	1,750	11.5	811	5.3	353	2.3	589	3.9	251	1.6	15,269	100.0
1953	11,126	57.2	2,291	11.8	974	5.0	2,215	11.4	1,472	7.6	320	1.6	702	3.6	354	1.8	19,453	100.0
1954	12,760	60.4	1,819	8.6	860	4.1	2,503	11.8	1,771	8.4	270	1.3	820	3.9	331	1.6	21,134	100.0
1955	13,183	60.5	1,997	9.2	1,047	4.8	2,492	11.4	1,779	8.2	327	1.5	651	3.0	319	1.5	21,796	100.0
1956	15,932	61.6	2,418	9.3	1,078	4.2	2,685	10.4	2,224	8.6	406	1.6	728	2.8	408	1.6	25,880	100.0
1957	17,918	64.0	2,652	9.5	1,176	4.2	2,759	9.9	1,699	6.1	457	1.6	804	2.9	514	1.8	27,978	100.0
1958	17,649	65.3	2,377	8.8	1,202	4.4	2,428	9.0	1,224	4.5	529	2.0	1,121	4.1	508	1.9	27,038	100.0
1959	21,861	66.0	2,902	8.8	1,391	4.2	2,731	8.2	1,570	4.7	640	1.9	1,356	4.1	668	2.0	33,119	100.0
1960	26,961	67.8	3,728	9.4	1,578	4.0	3,230	8.1	1,421	3.6	772	1.9	1,379	3.5	695	1.7	39,763	100.0
1961	30,306	66.3	4,979	10.9	1,810	4.0	3,780	8.3	1,147	2.5	904	2.0	1,985	4.3	815	1.8	45,727	100.0
1962	34,148	68.9	4,823	9.7	1,800	3.6	3,345	6.7	1,293	2.6	965	1.9	2,353	4.7	857	1.7	49,584	100.0
1963	37,246	66.8	5,674	10.2	2,322	4.2	4,049	7.3	969	1.7	1,021	1.8	3,364	6.0	1,118	2.0	55,764	100.0
1964	38,849	64.8	7,108	11.9	2,317	3.9	4,163	6.9	1,053	1.8	1,111	1.9	3,871	6.5	1,474	2.5	59,946	100.0
1965	39,447	62.9	8,223	13.1	2,166	3.5	4,362	7.0	1,096	1.7	1,368	2.2	4,236	6.8	1,841	2.9	62,740	100.0
1966	46,615	63.2	9,906	13.4			7,031	9.5	1,265	1.7	1,634	2.2	5,248	7.1	2,013	2.7	73,713	100.0
1967	53,393	63.8	12,168	14.5			8,249	9.9	990	1.2	1,812	2.2	5,684	6.8	1,384	1.7	83,680	100.0
1968	58,734	62.8	14,648	15.7			7,864	8.4	861	0.9	2,433	2.6	7,983	8.5	942	1.0	93,465	100.0
1969	66,156	62.1	18,112	17.0			8,336	7.8	886	0.8	2,681	2.5	9,354	8.8	958	0.9	106,482	100.0
1970	70,688	59.4	22,967	19.3			8,446	7.1	1,048	0.9	3,015	2.5	11,837	9.9	1,060	0.9	119,061	100.0
1971	73,598	59.0	23,621	18.9			8,188	6.6	980	0.8	3,301	2.6	13,882	11.1	1,166	0.9	124,736	100.0
1972	85,204	60.7	24,882	17.7			8,623	6.1	1,084	0.8	3,533	2.5	15,993	11.4	1,105	0.8	140,424	100.0
1973	95,339	57.3	29,812	17.9			9,116	5.5	1,072	0.6	3,974	2.4	25,024	15.0	2,116	1.3	166,454	100.0
1974	86,086	55.3	29,254	18.8			8,430	5.4	891	0.6	4,056	2.6	24,835	16.0	2,123	1.4	155,675	100.0
1975	80,306	55.8	26,600	18.5			8,745	6.1	759	0.5	3,982	2.8	22,423	15.6	1,161	0.8	143,976	100.0

単位：千トン
※四捨五入のため合計が合わない場合がある
※1966年度以降の石灰にはカーバイドを含む
※その他とは主に買鉱用である
出典：石灰石鉱業協会『50年のあゆみ』石灰石鉱業協会，1996，pp.30-34（原出典は通商産業大臣官房調査統計部資料）

を促進している[22]。また，石灰石を微粉砕した炭酸カルシウム粉末（タンカル）は，アスファルト舗装材として利用されている他，路床材や路盤材としても一部で利用されている。

石灰石は，建材としても利用され，原石そのままを加工して建材とする方法と，化学合成された建材の原料として利用される方法の二つの利用方法がある。前者の代表例として，大理石，石灰石をチップ化若しくは粉砕して成型したテラゾー製品や寒水石があげられる。テラゾー製品とは大理石や流紋岩を破砕して混練，成型して大理石様の建材としたものであり，寒水石とは石灰石を破砕して粒度を揃えたもので，化粧材や充填材，バンカー砂などに利用されている。後者の代表例として，ALC（軽量気泡コンクリート）があげられる。ALCはその名の通りコンクリートの一種であるので原料にセメントが使われる。また，発泡，凝固，硬化の一連の反応をする際に，生石灰が大きな役割を果たしている。ALC 1トンを製造するに必要な生石灰は75kg，セメントは130kgである[23]。

このように，石灰石は，鉄鋼業やセメントなどの主要産業において代替性が低い，若しくは代替不可能な用途に利用されている。このことは，石灰石鉱業が安定して石灰石を供給することがわが国の経済発展において重要であったことを示しているであろう。

第三節　戦後の石灰石鉱業の展開

1．明治～第二次世界大戦中の石灰石鉱業[24]

産業としての石灰石採掘が本格的に開始されたのは，わが国にセメントが紹介された1875年以降のことであった。同時に，石灰製造業者の中にも企業化を試みる者も出てきた。開始時期は地区によって様々であるが，1880年代までには概ね全国の各地区で企業によって石灰石鉱山が開発され，石灰石採掘が行われるようになっていた。これらの開発は石灰石採掘を専門とする企業ではなく，セメント業や石灰製造業，鉄鋼業の企業が中心となっていた。当時は鉱業法制の適用を受けなかったため，山林として地元の地主から石灰石鉱山が購入された。採掘形態は，全国で事業を展開する大企業が持つ石灰石鉱山では地元住民や業者による請負採掘が一般的であったようである。例えば，小野田セメントでは福岡の恒見の吉田鉱山を山林として3,850円で買収し，恒見出張所の直営としたが，後に請負掘とした[25]。熊本の大築島では萬氏が浅野セメント八代工場の元請業者となり，7名の下請業者が採掘を行っていた。こうした請負採掘は東亜セメント白崎工場や磐城セメント八茎鉱山でも見られた[26]。

また，石灰石がセメント，鉄，石灰と用途が幅広かったため，地元住民が企業を設立する事例も見られた。東京の青梅では1888年に青梅セメント株式会社が，1890年には北海道の函館に北海セメント株式会社が設立され，石灰石採掘とセメント製造を行った。当時の採掘方法は黒色火薬の使用も見られたものの，概ね鑿や鶴嘴，金梃子を用いた手掘りであり，残柱式採掘や透かし掘（下抜採掘）といった原始的なものであった[27]。これらは玄翁などで破砕され，モッコや籠，手押し鉱車などを利用した人力若しくは牛馬によって運搬された。運搬された石灰石は鉄道や船を利用して工場へと輸送された。

大正期に入ると明治期以上にセメント工場を中心とした石灰石を利用する工場が各地に建設されていった。それに伴って石灰石需要も増大し，採鉱や運搬の機械化が進展した。採鉱部門ではエアコンプレッサーや削岩機の利用が普及し，運搬では索道が徐々に利用されるようになっていった。北海道の峩朗鉱山では1920年に機関車による運搬が行われた[28]。

22）協会『石灰石の話』，p.42
23）協会『石灰石の話』，p.34
24）以下の記述は特に断りのない限り，協会「石灰石鉱業のあゆみ」，pp.112-139を参照した。また，本論の検討対象が戦後の石灰石鉱業の展開にあるため，本項の記述は概説的なものにとどめた。
25）日本経営史研究所編『小野田セメント百年史』，pp.66-67
26）住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，p.36
27）透かし掘とは採掘面の下部を抉って上方の石灰石をも落下させるという原始的な採掘方法である（協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.16）。
28）協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.22

黒色火薬に代わり，ダイナマイトやカーリット火薬も普及した。また，クラッシャーやミルといった破砕機も導入された。機械化は請負賃金の下落ももたらし，小野田セメントでは手掘り時代にはトン当たり57～78銭だった請負賃金が49～57銭へと下落した[29]。他方で労働の直轄化が進展した。小野田セメントでは機械化が進展する1920年代までには大嶺，吉田の各鉱山で直営化が進展した[30]。当時の賃金については基準も定まっておらず詳らかでないが，大正中期～末期の採鉱夫の一日当たり賃金が1～2円70銭程度，運搬夫が1円50銭程度であったと記録されている。

昭和期に入るとさらに機械化が進展する一方，採掘法においては透かし掘からより安全な傾斜面採掘法の採用が始まった[31]。この背景には機械化の進展に加えて1934年に施行された「土石採取場安全及衛生規則」で実質的に透かし掘が禁止されたことも指摘できる[32]。他方で積込法の進展は捗々しくなく，1939年になって日本セメント白崎鉱山で採鉱面に直角に掘削された坑道を利用して運搬具に採鉱した石灰石を積み込むトンネル法が採用され，順次各地の鉱山で普及していった[33]。運搬では1939年にエンドレスロープ捲が小野田セメント藤原鉱山で採用された[34]。鉱車の鉄化は一部の鉱山で行われたが，大手セメント企業の鉱山でも1トン乃至2トン積の木製鉱車が戦時期を通して利用された[35]。こうした機械化と採掘方法の変化は生産量の拡大をもたらし，1937年には1,000万トンを超え，1943年には1,386万トンと，大正末年の約3倍に達した（表1）。また，鉄鋼需要が増加し，1942年には需要の20%以上を占めるに至った（表2）。

29）日本経営史研究所編『小野田セメント百年史』，pp.224-225
30）日本経営史研究所編『小野田セメント百年史』，pp.224-225
31）傾斜面採掘法とは，採掘面に40～70度の傾斜をつけて採掘する方法である（協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.4）。採掘法は第四節以下で詳細に検討する。
32）石灰石鉱業協会「グローリホール特集号」『石灰石』第71号，1961，p.21
33）協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.16
34）協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.22
35）協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.138

戦時期の石灰石鉱業における変化の中で重要な出来事の一つが，1940年設立のセメント統制会に石灰石に関する業務を管掌する企画第二課が設置されたことであろう。戦後の石灰石鉱業協会は，企画第二課の設立について「現在の様な鉱業法の適用をうけず，土石採取業の一つで社会的地位も低く，世話をする公の機関もなかった」石灰石鉱業が「大げさに言えば，石灰石について国として初めて関心を持たれた」画期的なものであったとしている[36]。石灰石鉱業では1886年に美濃赤坂で同業者組合が，1903年に青梅で石灰販売組合が結成されるなど地域的な組合組織は作られていたが，全国的な組織の設立はセメント統制会が初めてのことであった。

もう一つの重要な出来事が採掘方法の革新であった。それが1942年に浅野セメント津久見鉱山で採用されたグローリホール法（当時の名称は露天坑井法，以下GH法と略記）である[37]。GH法は「労務者ノ負担ヲ軽減シ採掘能率ヲ増進スル方法」としてセメント統制会を経由して普及が図られ，1945年までに津久見鉱山を含めて9鉱山で採用された[38]。しかし，大勢としては傾斜面採掘法と手積が一般的であった[39]。

2．戦後の石灰石鉱業の展開

①　鉱物生産量の首位へ

敗戦直後の石灰石鉱山の中には，戦時中生産を担っていた韓国人労働者が帰国したため，労働力不足に陥る鉱山も見られた[40]。また，1945年の生産量は500万トンを割り込み，大正末期の水準にまで落ち込んだ（表1）。こうした中，1946年にセメント統制会はセメント工業会に改組され，石灰石鉱業の業界団体が消滅することとなった。この事態は「近時折角独立部門トシテ漸ク発展ノ緒ニツキタル石灰石事業ヲ再ビ細分弱体化スルコトトナリ，斯業ノ発達ヲ妨グル惧レ大ナリ」であると認識され，浅野セメントや磐城セメントといった大手セメント企業が発

36）協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.135
37）グローリホール法とは，石灰石層に立坑を掘削し，その周りを漏斗状に採掘していく採掘方法である（協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.4）。採掘法は第四節以下で詳細に検討する。
38）協会「グローリホール特集号」，pp.15-17
39）協会「石灰石鉱業の現状」，p.8
40）協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.9

起人となって石灰石鉱業会が設立された[41]。同会の目的の一つは従来鉱業法制の保護を受けなかった石灰石を法定鉱物にする活動を行うことであった[42]。法定鉱物に指定されると，保安面を中心に法的な制約を受けるが，試掘権や採掘権といった鉱業権によって保護を受けることができるというメリットがあった。同会はGHQの閉鎖機関処理令に該当する恐れがあったため，1948年に石灰石鉱業協会に改組されたが[43]，1950年に改正された新鉱業法で石灰石は法定鉱物に指定され，名実共に石灰石鉱業は鉱業の一部門となった[44]。

石灰石鉱業は，戦後の復興とともに発展し，1951年度には年間生産量1,500万トンを突破し，戦前，戦中期の最高値である1943年の1,386万トンを上回った（表1）。また，生産構造は全国の鉱山数約400～600のうち100前後を占める石灰石鉱業協会加盟企業の鉱山が生産量の約80%を占めるという寡占構造であった[45]。こうした中で，同協会加盟企業の鉱山を中心に機械化やGH法の採用が進展した。しかし，GH法は生産量の増大には貢献したが，削岩機を持った作業員が命綱をつけて採鉱するという方法であり，実際に能率が上がるためには積込や運搬面の機械化が進展しなければならなかった。例えば，小野田セメントでは1947年に普金鉱山でグローリホール法を採用し，津久見鉱山でも部分的に採用していた[46]。さらに1951年には藤原・阿哲鉱山で，1952年には重安鉱山，そして1955年に吉田鉱山でGH法が採用された。こうして小野田セメントはGH法への転換を推進したが，1952～1954年の山元原価は240～270円の範囲を上下するにとどまった。この背景には物価上昇や藤原鉱山の事故による原価高もあったが，「機械等の開発設備の遅れたこともあって，採掘能率が若干低下し，前々期の山元原価には及ばなかった[47]」。GH法採用による生産性の上昇は，積込と運搬の機械化が進展した1955～1956年頃に漸く達成された。結果として山元原価は210～220円台を割り込み，50円近い低下を見せた。

実際，積込におけるパワーショベルの採用や，運搬におけるダンプトラックの導入はこれらの能率を著しく上昇させた。常磐セメントの白岩鉱山では「積込み・運搬能率が従来に比較して一人当り五倍に向上した」とされている[48]。他方，大手鉱山でも宇部興産伊佐採石所のように，1955年代後半まで「施設が貧弱で人力に頼る部分が多く，極めて非能率」で「破砕設備や貯蔵庫などもほとんどが戦後調達した中古品で，その後も効果的な投資をしてこなかった」鉱山もあった[49]。とは言え，全体的には能率は著しく上昇した。1952年の採掘員，運搬員，全労働者の能率はそれぞれ1,040，512，155（トン/人/月）であったが，1960年にはそれぞれ1,669，1,662，426（トン/人/月）となり，特に運搬員の能率上昇が目立った[50]。この能率上昇は全国的な傾向であり，1952年度から60年度の間に採掘員の能率は約1.7倍に，運搬員の能率は約4倍に上昇した（表3）。そのため，生産原価はほとんど上昇せず，1953～1956年に300円/トンを超えるものの，概ね270～300円/トンで推移した（表1）。

さて，従来の鉱山で機械化や採掘法の変化が進展する一方，1950年代半ば以降には石炭鉱業企業からセメント業及び石灰石鉱業への進出が本格化した。石炭鉱業企業のセメント業への進出は1923年に沖の山炭鉱（宇部興産の前身）が宇部セメント製造株式会社を設立したり，麻生商店（麻生鉱業の前身）が1933年に産業セメント鉄道株式会社を設立したりするなどの事例が既に存在していたが，戦後は1954年の三菱鉱業による三菱セメントの設立，1963年の住友石炭鉱業による住友セメントの設立（常磐セメントとの合併），三井鉱山による三井セメントの設立といったように旧財閥系石炭鉱業企業による進出が行われたことが特徴であった。

以上のような技術革新や他産業からの新規参入，

41） 協会『50年のあゆみ』，p.1
42） 協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.66
43） 協会『50年のあゆみ』，p.1
44） 協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.67
45） 協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.106
46） 以下の小野田セメントに関する記述は，日本経営史研究所編『小野田セメント百年史』，pp.514-516に基づく。
47） 日本経営史研究所編『小野田セメント百年史』，p.516
48） 住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，pp.223-224
49） 百年史編纂委編『宇部興産創業百年史』，pp.191-192
50） 協会『50年のあゆみ』，p.44

表3 石灰石鉱業の採掘能率

年度	作業日数	平均実働人員			能率			爆薬
		採掘員	運搬員	全員	採掘員	運搬員	全員	
1950	16,230	189,474	479,648	1,577,811	41.64	16.45	4.99	62
1951	17,654	216,603	546,742	1,843,559	50.48	23.04	5.71	62
1952	1,528	958	2,284	5,940	1,040	512	155	64
1953	1,570	995	2,253	5,836	1,220	534	208	60
1954	1,585	1,010	2,289	6,187	1,294	571	210	60
1955	1,520	1,029	1,913	5,910	1,313	700	277	62
1956	1,654	1,196	1,902	6,133	1,397	878	272	62
1957	1,846	1,374	2,013	6,423	1,390	949	297	65
1958	1,871	1,347	1,794	6,334	1,380	1,036	293	66
1959	1,931	1,450	1,710	6,171	1,569	1,331	369	65
1960	2,001	1,622	1,629	6,360	1,669	1,662	426	67
1961	2,069	1,707	1,500	6,724	1,747	1,988	444	77
1962	2,204	1,880.4	1,379.4	6,889.4	1,707	2,340	469	75
1963	27	24	16	82	1,645	3,541	459	81
1964	28	24	15	81	1,748	3,716	489	81
1965	26	23	14	77	1,847	4,158	514	86
1966	27	23	12	84	2,344	4,575	564	86
1967	27	21	12	81	3,055	5,198	636	92
1968	27	20	13	80	3,104	4,775	722	101
1969	27	19	13	77	3,779	5,088	787	104
1970	27	17	13	76	4,618	5,765	910	110
1971	27	14	12	69	5,512	6,762	1,150	115
1972	27	13	12	65	7,272	7,740	1,399	117
1973	26	13	15	70	9,402	7,809	1,717	117
1974	26	12	16	70	9,567	7,256	1,599	117
1975	25	11	14	66	9,323	7,057	1,494	113

単位：1963年度以降，作業日数は1鉱山月平均日数，平均実働人員は1鉱山1日平均人員，能率はトン/人/月，爆薬はg/トン
※1950～51年度の単位はそれぞれ年間延日数，年間延人員，トン/人/日
※1952～62年度の単位はそれぞれ1月作業延日数，平均実働人員は1月平均延人員，能率はトン/人/月
出典：『50年のあゆみ』，p.44

また石灰工業の需要量が減少する一方でセメント業の成長に伴い全体の需要量が増加し続けたため，石灰石生産量は大幅に増加した（表2）。1963年度には約5,620万トンの生産量を達成し，石炭鉱業の約5,110万トンの年間生産量を凌駕した（表1）。1960年代以降の生産量増加の要因として，新たな採掘法である階段採掘法（Bench Cut法，以下BC法と略記）が急速に普及したこと，そして鉱山で様々な技術革新が進展したことも指摘できる。これらの過程については次節で詳細に検討する。

② 大規模鉱山による集中生産へ

1960年代，石灰石鉱業では石灰石需要が増大する中で鉱山労働者の供給が不足するという問題が顕在化していた。それを解決する手段として，採鉱から積込，運搬に至るまで機械化が容易な採掘法であるBC法を採用する鉱山が増加し始めた[51]。その普及割合は1966年度には32%であったが1970年度に83%に達し，わが国の石灰石採掘法の主流となった[52]。BC法はクローラドリル，大型ホイールローダ，大型ダンプトラック等の大型作業機械の普及と相俟って一鉱山当たりの生産量を飛躍的に増大させた。1969年度の国内の石灰石生産量は1億トンを突破し，1973年度には宇部興産伊佐鉱山で1,284.2万トンの年間生産量を記録し，遂に一鉱山の生産量が1950年度の国内生産量1,174万トンを超える水準となった[53]。同時にBC法は能率の上昇，品質の維持，保安問題の

51) 階段採掘法とは，山の頂上部や傾斜面，グローリホール切羽を切り開いて5～10mの高さを持つ平坦なベンチを造成し，採掘の進行に伴ってレベルダウンしながら階段状に採掘していく方法である（石灰石鉱業協会「階段採掘法特集号」『石灰石』第94号，1965，pp.13-23，協会「石灰石鉱業の現状」，p.142）。採掘法は第四節以下で詳細に検討する。
52) 協会『50年のあゆみ』，p.14
53) 表1及び協会『50年のあゆみ』，pp.35-36

解決などにも大きな効果をあげたとされている[54]。石灰石鉱業協会の調べによれば，1955年度には5,700トンであった一鉱山当たりの生産量は1963年度には12,200トンと，2倍以上に上昇した[55]。また削岩夫の能率は1955年度の1,302（トン/人/月）から1963年度の1,719（トン/人/月）となり，約30%の能率上昇を示した[56]。

宇部興産伊佐鉱山は，機械化及びBC法の導入によって生産量が顕著に増加した事例の一つである。前述したように，伊佐鉱山は1950年代後半まで人力依存の採掘を行っていた。1957年，伊佐鉱山は電気ショベルや20トン積みダンプトラック，ジャイレトリークラッシャーやハイドロコーンクラッシャーを導入し，運搬及び積込面の機械化を進め，翌年から操業を開始した[57]。しかし，採掘法は傾斜面採掘法のままであった。この機械化によって1957年度には約71万トンであった生産量は急増し，1959年度には100万トンを突破，10年後の1967年度には機械化当時の約4.7倍の生産量である約332万トンとなった[58]。これは一鉱山当たりの生産量としては小野田セメント三輪鉱山（約395万トン）に次いで第2位であった[59]。そして1968年，伊佐鉱山はBC法の導入を決定し，切羽造成を開始した[60]。機械化と同様，BC法導入の効果も非常に大きかった。1968年度の生産量は約380万トンであったが，1970年度には約742万トンに増加した[61]。1973年度に一鉱山当たり生産量の首位となるとともに生産量は1,000万トンを突破し，1978年度には1,364万トンに達した。1957年度の機械化時点の生産量と比較すると約19倍，1968年度のBC法導入時点と比較しても約3.6倍の生産量の伸びを達成したのである。

上記の事例にみられるような生産量の伸びとともに，能率も著しく上昇した。1960年の採掘員，運搬員，全労働者の能率はそれぞれ1,669，1,662，426（トン/人/月）であったが，1975年にはそれぞれ9,323，7,057，1,494（トン/人/月）となり，1960年代に入るまではそれほど能率上昇が見られなかった採掘員の能率が飛躍的に上昇した（表3）。能率上昇は生産原価の低下をもたらしたと見られ，1967年まで生産原価は300～350円/トンで推移し，1968年に400円を超え，1975年に600円台になるまで生産原価は平均350円/トン前後であった（表1）。

1960年代以降の石灰石鉱業では，需要地や積出駅，積出港から遠い奥地石灰石鉱山の開発も進展した[62]。奥地石灰石鉱山は輸送コストが嵩むことが問題であったが，輸送面の合理化がこの問題を解決した。二つの事例をあげよう。1963年に開発が始まった住友セメント秋芳鉱山は山口県小野田市（瀬戸内海側）と長門市（日本海側）のほぼ中間に位置していたため，積出港である長門市仙崎港までの運搬，輸送方法として鉄道単独利用，鉄道とベルトコンベアの併用，ベルトコンベア単独利用の案が検討されていた[63]。輸送コストを比較検討した結果，同社はベルトコンベア単独利用を決定し，16.5kmにわたって1m幅の高張力ベルトを使用した長距離ベルトコンベアを敷設し，低コストでの輸送を実現した[64]。

宇部興産伊佐鉱山では鉄道と一般道を利用したトラック輸送に代えて1967年に全長28.27kmにわたる宇部・美祢高速道路の建設に着手し，1975年に完成した[65]。同高速道路では最大105トン積載可能なトリプルトレーラートラックを利用した輸送が行われた[66]。こうした輸送設備は輸送面の合理化を達成した一方で，巨額の建設費を必要とした。例えば，宇部・美祢高速道路の建設費は実に240億円（うち日本開発銀行融資分40億円）にのぼった[67]。それにもかか

54） 協会「石灰石鉱業の現状」，p.17
55） 協会「階段採掘法特集号」，p.18
56） 協会「階段採掘法特集号」，p.23
57） 百年史編纂委編『宇部興産創業百年史』，pp.192-193
58） 協会『50年のあゆみ』，pp.35-36
59） 協会『50年のあゆみ』，p.36
60） 百年史編纂委編『宇部興産創業百年史』，p.373
61） 協会『50年のあゆみ』，pp.35-36
62） 協会『50年のあゆみ』，p.20
63） 住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，pp.261-262。なお，併用案は鉄道とベルトコンベアの利用区間の割合が異なる2案が用意された。
64） 住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，pp.261-264
65） 百年史編纂委編『宇部興産創業百年史』，pp.380-383
66） 協会『50年のあゆみ』，p.20
67） 百年史編纂委編『宇部興産創業百年史』，pp.382-383

わらず両社が巨額の設備投資を行った理由は，石灰石需要の増大が見込めることに加えて，国鉄の運賃高騰やストライキ，道路の渋滞が輸送コストを押し上げるとともに輸送を不安定なものにしていたからであった[68]。鉄道輸送から他の輸送形態への移行はこれらの事例だけではなく，広く観察された。鉄道輸送は1960年代半ばまでは輸送量のほとんどを占めていたが，1970年代に入ると臨海工場向けの専用船やプッシャバージによる船舶輸送が急速に普及した[69]。

他方，この時期は石灰石の需要構造が大きく変化した時期でもあった。これまで，石灰石需要はセメント用と鉄鋼用がほとんどであったが，高速道路や新幹線，建設需要の増大によって砂利資源の枯渇が深刻化したため，1960年代後半から河川砂利採取規則が強化されるとともに砕石や骨材としての石灰石需要が増大した。これら土建用の石灰石需要は順調に伸びを見せ，1977年度には16%に達し，鉄鋼需要を上回るに至った[70]。また，石灰石砕石は1955年には砕石需要の3%を占めるに過ぎなかったが，1975年には15.7%を占めるに至った（表2）。

このような生産と輸送の大規模化，そして需要先の拡大の結果，大規模鉱山への生産の集中がさらに進展した。石灰石鉱業協会加盟の上位20鉱山が国内の石灰石生産量に占める割合は1955年度には約49.4%であったが，1975年度には約57.8%となった[71]。1975年度には僅か20の鉱山で約8,300万トンもの石灰石が生産されていたのである。

③　採掘形態の変化

大正期に採掘の直轄化が進展したことは既に述べたが，戦後は直轄形態，子会社形態，請負形態が必要に応じて使い分けられた。常磐セメント（後の住友セメント）では戦後設立した子会社に請け負わせていた採掘事業を1954年に直轄化した[72]。常磐セメントが直轄化を行った理由は，「機械化となると，巨額の資金が必要であるが，常磐砿業（引用注：採掘子会社）ではその調達が困難であった」こと，「機械化によって労働能率が向上すると，人員に余力が生ずるが，この対策も常磐砿業の社内で解決できる問題ではなかった」こと，「採鉱部門を機械化すれば，その労働内容は工場作業との差が少なくなるので，その面からも別会社による経営の必要性が薄らぐこととなる」ことの3点であった[73]。大正期と同様，機械化の必要性が請負採掘から直轄採掘への移行をもたらしたのである。

しかし，BC法が普及するに従って，住友セメント所有鉱山は再び請負採掘，子会社採掘へと移行していった[74]。1971年までに秋芳鉱山は青木建設が，多賀鉱山は熊谷組が請負採掘を行うようになっていた。両鉱山が直轄鉱山より能率が高かったことから，1973年，滝根鉱山は住友建設，唐沢・白岩鉱山は青木建設，岐阜鉱山は熊谷組，小倉鉱山は小倉興業と，大手総合建設企業に採掘を請け負わせることとなった。八戸鉱山では1970年に住友金属鉱業と共同出資して設立した子会社である八戸石灰鉱業（後に住金鉱業へと社名変更）が採掘を行った[75]。

採掘形態の使い分けの事例は三菱セメントでも観察された[76]。三菱鉱業は1952年に石灰石鉱山開発のために筑豊石灰工業を設立し，1954年の三菱セメント設立後は同社が三菱セメント向けの石灰石採掘を行っていた。1963年，三菱セメントは「（引用注：鉱山と山元にあるセメント工場とは）土地，社宅，専用側線，厚生施設など共同使用するものが多く，鉱山と工場を別個の経営体で運営するのは効率が悪いため」，筑豊石灰工業を吸収合併した。この事例は一見すると常磐セメントとは異なるように思えるが，同年，ショベルによる機械積込とダンプトラックによる運搬の採用，そして各種設備の増強が行わ

68）百年史編纂委編『宇部興産創業百年史』，pp.380-381及び住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，pp.261-262
69）協会「石灰石鉱業の現状」，pp.15-16
70）協会『50年のあゆみ』，p.9
71）協会『50年のあゆみ』，pp.30-32，pp.35-36
72）住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，pp.221-222
73）住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，p.222
74）以下の住友セメントに関する記述は，住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，p.293に基づく。
75）住友セメント社史編纂委編『住友セメント八十年史』，pp.290-291
76）以下の三菱セメントに関する記述は，社史編纂室編『三菱鉱業社史』，pp.846-852，pp.859-864に基づく。

れたことを考慮すると，直轄化の背景には常磐セメントと同様に機械化投資の必要性があった，若しくは直轄化によって機械化が促進された，と考えるのが妥当であろう。

1960年代に入り，三菱セメントでもBC法の導入が進展し，東谷鉱山では露天採掘の経験を持つ請負業者を利用して開発が行われた。そして，西武鉄道と提携して秩父地区に進出した際には，子会社の武甲開発と西武鉄道との共同出資会社である西武鉱業が1961年から1962年にかけて鉱区を取得した。その後，宇遠地区の開発は子会社の宇遠鉱山が，宇根地区の開発は西武鉱業（後に宇根鉱山）が行い，西武鉄道が石灰石販売から撤退した1973年に両社を合併して宇根宇遠鉱山を設立して，採掘事業に当たらせた。

こうした採掘形態に加え，鉱区開発が進展するにつれて協調採掘と呼ばれる採掘形態が見られるようになった[77]。これは，隣接鉱山の鉱区境界に保安上及び法規上の理由で残されていた保安帯や残壁を，双方の鉱山が共同鉱業権や租鉱権を設定したり双方の協議に基づいて採掘を行ったりすることで効率的に採掘しようとするものであった[78]。具体的な方法としては，鉱区交換や合併による方式，鉱区境界部を双方の鉱山が交互に保安帯や残壁を掘り下げる相互採掘方式，一鉱業権者に委託する採掘委託方式，双方の鉱山が採掘から輸送までを分担する共同鉱業権方式などがあげられる。なお，協調採掘の最初の事例は，1961年に岐阜県金生山地区で行われた共同鉱業権の設定であった。

第四節　石灰石鉱業の生産過程

本節では，石灰石がどのような過程を経て生産されるのかを検討する。ここでは紙幅の関係上，基本的な生産過程である採鉱，積込，運搬の三つの過程に対して検討を加えることにする[79]。前節で検討した石灰石鉱業の発展過程と本節の生産過程の検討によって，先行研究では明らかにされていない戦後の石灰石鉱業の実態がより明らかとなるであろう。

1．採鉱過程

採鉱過程は，①剥土　②切羽面造成　③せん孔（穿孔）・発破　④小割の四つの過程から構成されている。

①　剥土[80]

剥土は鉱石を効率的に採取し，表土で汚染されていない鉱石の歩留まりを高めるには不可欠な作業である。剥土を十分に行わない場合，泥土流や表土下での岩質の変化が読み取れないため，災害の原因ともなる。剥土は土を掘る過程とそれを運搬する過程に分類され，前者では鶴嘴など全面的に人力に依存する方法，ディガーやピック，スクレーパーといった機械力による方法があり，後者ではリヤカーや背負い箱など全面的に人力に依存する方法とベルトコンベア，ブルドーザー，ダンプトラックといった機械力による方法に加え，トンネルを用いた方法や水力を用いた方法もある。当然のことであるが，坑内採掘の場合にはこの過程は存在しない。

②　切羽面造成[81]

切羽面は足場面と壁（ベンチ）から構成され，切羽面造成は水平方向に対して角度（概ね40度前後）をつけて足場面を作る傾斜面法と足場面が水平の階

77）以下の記述は，協会「石灰石鉱業の現状」，p.24及び協会『50年のあゆみ』，pp.23-24に基づく。

78）租鉱権とは，鉱業法で5年以内の期間で「設定行為に基づき，他人の鉱区において，鉱業権の目的となっている鉱物を掘採し，及び取得する権利」（第6条）のことである。租鉱権制度については石村善助『鉱業権の研究』勁草書房，1960を参照されたい。

79）本節では石灰石鉱山の大部分を占める露天採掘のみを対象とし，総生産量の約4％を占めるに過ぎない坑内採掘は除外した（協会『階段採掘法特集号』，p.13）。また，選鉱過程も生産過程に含めるべきであろうが，セメント向けなどの石灰石を採掘している一部の鉱山では必ずしも選鉱が必須の過程ではなかったため，本節では選鉱過程の分析も行わなかった。なお，本節で検討する技術水準は本論が検討対象とした1950～1975年頃までの技術水準である。

80）本項の記述は，協会「グローリホール特集号」，pp.33-35に基づく。

81）協会「グローリホール特集号」，pp.45-47，協会「階段採掘法特集号」，p.28，p.358，pp.370-371

段法とがある。壁は両者ともに60～90度であり，高さは低くて4～5m，高くて8～10m程度である（いずれも平均値）。前述した採掘方法の分類で言うと，傾斜面採掘法とGH法が前者，BC法は後者にあたる。ただし，BC法の切羽面は，積込の項で述べるように立坑の周囲を漏斗状にめぐるように造成された円形である。この切羽面造成の2類型は，採鉱過程の機械化と高能率化を大きく左右する。前述したように，戦後の石灰石鉱業では傾斜面法から階段法への移行が確認される。

③　せん孔（穿孔）・発破

せん孔は石灰石を発破して石灰石層から剥離するための前段階としての過程である。せん孔の方法は，水平面から上方にせん孔する上向せん孔と鉛直方向にせん孔する下向せん孔の2種類がある[82]。角度は各鉱山によって異なるが，傾斜面法では上向せん孔が概ね40度，下向せん孔はほぼ鉛直方向，階段法では70～75度が多い[83]。戦後におけるせん孔は削岩機による機械力を用いていたが，傾斜面法では足場面が傾斜しているため人がハンドリングするジャックハンマーやレッグドリルのような小型削岩機に限定され，階段法で採用されているクローラドリルやロータリードリルのような大型削岩機の導入は困難である[84]。換言すれば，傾斜面法では採鉱過程における高能率化には限界がある。

せん孔が終わると発破が行われるが，大型削岩機を用いる階段法の方が平均的な爆落量は多く，1,500～10,000トン/日であるのに対して，傾斜面法では100～4,000トン/日である（GH法の場合[85]）。爆薬は1963年までカーリットが主流で，ダイナマイトがそれに次いでいたが，以降はカーリットに代わってAN-FO（硝安油剤爆薬）が急速に普及した[86]。以上の過程において，水平面で作業を行う階段法の方が落石や転落の危険がなく，保安上有利であることは言うまでもない。

④　小割

小割とは，発破によって爆落した鉱石を適当な大きさに破砕する作業のことである。小割の場所は坑内，坑外に分かれ，特にGH法を採用していた場合には坑内に小割室を設けるのが一般的である[87]。小割の方法は，削岩機を用いて発破を行う場合が多いが，一部では機械力の導入が見られる[88]。坑外小割は坑内小割と比較して短時間で大量の小割を行うことができるとされている[89]。

2．積込過程

積込過程は，爆落，小割された石灰石を運搬手段に積み込む過程のことである。積込過程は，人力積（手積），トンネル積，重力積，機械積の4類型に分類される。

①　人力積[90]

竹箕，がんづめ，かっき，玄翁などを用いて人力で運搬手段に積み込む方法である。戦前～戦後復興期を経て1950年代後半に重力積と機械積に取って代わられるまで，わが国の積込方法の主流であった。

②　トンネル積[91]

採掘面に対して直角に坑道を約10～20mの間隔で掘削し，鉱石を坑道中の運搬手段に積み込む方法である。トンネル積は1939年に白崎鉱山で採用され，戦後復興期までに人力積に次ぐ普及を見せたが，次に述べる重力積が急速に普及したため，以後は普及しなかった。

③　重力積

重力を利用して，石灰石を切羽面より下方にある運搬手段へと積み込む方法である。GH法では，爆落した石灰石を漏斗状の立坑内へ落とし込み，小割した後に再び斜坑や立坑を経て運搬手段へ積み込むという過程を辿る。また，日本セメントでは傾斜面の下方に水平坑道を開削し，そこから鉱車へと積込

82）協会「グローリホール特集号」，pp.48-49
83）協会「グローリホール特集号」，p.48，協会「階段採掘法特集号」，pp.28-30
84）協会「グローリホール特集号」，pp.47-50，協会「階段採掘法特集号」，pp.28-30
85）協会「グローリホール特集号」，pp.240-275，協会「階段採掘法特集号」，pp.30-31
86）協会「階段採掘法特集号」，p.30，協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.20
87）協会「グローリホール特集号」，pp.52-54，協会「階段採掘法特集号」，pp.32-36
88）協会「階段採掘法特集号」，pp.32-36
89）協会「階段採掘法特集号」，p.36
90）本項の記述は，協会「石灰石鉱業のあゆみ」，pp.22-23に基づく。
91）本項の記述は，協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.16，pp.21-23に基づく。

を行っていた[92]。重力積の積込作業は労働力をほとんど必要としないという特徴があり，例えば鉱車への積込の場合はフィンガーゲートの開閉操作のみ，ベルトコンベアへの積込の場合もフィーダの操作のみである[93]。

④ 機械積

パワーショベルやホイールローダがダンプトラックへと積み込み，運搬手段へ積み込むか，そのまま運搬する方法である。パワーショベルを稼動させる前にブルドーザーなどによる集石を行う場合もある。前述したように，機械積は1950年代まで皆無の状況であったが，1961年からパワーショベルが急激に普及し，さらに1970年代にはパワーショベルから大型のホイールローダに取って代わった。なお，BC法ではブルドーザーによって集石した石灰石を立坑やGH跡へ直接押し込む重力積を併用した方法も取られている[94]。

3．運搬過程

ここで言う運搬過程とは，運搬手段を用いて石灰石を破砕設備，あるいは鉱山外へと運び出す過程のことであり，切羽内運搬と切羽外運搬に大別され，具体的な運搬手段としては，手押し，索道，エンドレス，ベルトコンベア，機関車，ダンプトラックがあげられる。これらがどのような運搬手段であるかは多言を要しないと考えるので，ここではそれぞれの切羽内運搬と切羽外運搬において運搬手段がどのような変化を遂げたのかを概観しておくことにしたい。なお，戦後復興期の運搬手段は自走若しくは手押しなど人力に依存したものが主流であり，エンドレスがそれに続いていたが，切羽内運搬と切羽外運搬でどのような運搬手段が使い分けられていたかは明確な統計が存在しないようである[95]。

① 切羽内運搬

1950年代では，手押しとエンドレスが主流であり，ダンプトラックと機関車がそれに次いでいた。1960年代に入ると逆にダンプトラックが主流になり，機関車とエンドレスがそれに続いたが，手押しも残存し続けた[96]。BC法の普及とともにダンプトラックは5～6トン積から逐次大型化し，18～68トン規模となった。特殊な形態としては，積込と運搬をホイールローダで一括して行う方法（ロードアンドキャリー），前項で述べたブルドーザーによって立坑やGH跡へ押し込む方法がある。なお，GH法では切羽面から人力や機械力による切羽内運搬を経ずに切羽外運搬へと進む。

② 切羽外運搬

1950年代では，索道とベルトコンベアが主流であり，機関車やエンドレスがそれに次いでいた。1960年代に入ると他の運搬と比較して低ランニングコストで30％近い勾配でも運搬可能なベルトコンベアが飛躍的な普及を見せた[97]。エンドレスや機関車による鉱車積が主流であったGH法においてもベルトコンベアへの転換が見られた。

4．小括

前項までの検討は以下のように整理できる。採鉱過程では，傾斜面法から階段法への移行に伴って大型機械の導入が進展した。しかし，機械化によっても切羽造成→せん孔・発破→小割という基本過程は変化しなかった。積込過程では，人力積から重力積，そして機械積へと移行した。この中で，重力積への移行は，切羽内運搬過程の省略をもたらし採鉱過程と切羽外運搬過程を直結するものであった。切羽内運搬では，手押しからダンプトラックへと移行し，切羽外運搬では他の手段に比べて優位性を持つベルトコンベアが普及した。前者は人力から機械力へ移行するに伴い，ロードアンドキャリーや立坑及びGH跡への押し込みといった積込過程との一体化，連続化が見られた。

第五節　石灰石鉱業の発展と採掘方法の移行

1．GH法からBC法への移行

前節の検討から明らかになったことは，傾斜面切羽で重力積を行うGH法と階段面切羽で機械積を

92）社史編纂委編『百年史』，p.349
93）協会「グローリホール特集号」，pp.56-57
94）協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.19
95）協会「石灰石鉱業のあゆみ」，p.22
96）協会「グローリホール特集号」，pp.22-23
97）運搬手段として使用可能な勾配は，トラックは10％，鉄道は3.5％である（協会「石灰石鉱業の現状」，p.161）。

表4　グローリホール法と階段採掘法の特徴

	グローリホール法	階段採掘法
	生産過程	
採鉱	傾斜面法，小型削岩機	階段法，大型削岩機
積込	重力積	機械積
運搬	切羽外運搬のみ	機械による切羽内運搬と切羽外運搬が必要
	特徴	
全般	急峻で小鉱床の地形で有利	大地や低い丘陵地で大鉱床の地形で有利
	立坑を有するため積込と切羽内運搬過程が大幅に短縮	機械力による大量生産が可能，人員も機械力による輸送が可能なので疲労がなく実労働時間も大
	切羽面の安息角(約40度)以下の採掘ができず，短期間で新規グローリホールを開削する必要，またグローリホール間に畝鉱が残る	
設備	初期投資として立坑と坑道が必要	広範囲の剥土，登山道路などの工事，機械設備等の初期投資が大きく，開発工事期間が長い
品質管理	夾雑物の選別が不可能で品質管理が困難	切羽面での夾雑岩の選別が可能で品質管理上有利
保安	粘土分や表土，降雨，降雪などでグローリホール内がプール化してしまう恐れ	天候や時間に左右されず作業が可能
	採掘作業は傾斜面採掘と変わらないので墜落や落石の危険性	平坦なベンチで作業を行うので危険が少なく，指揮統轄も容易

出典：『石灰石』第71号，1961，pp.22-23，『石灰石』第166号，pp.140-146

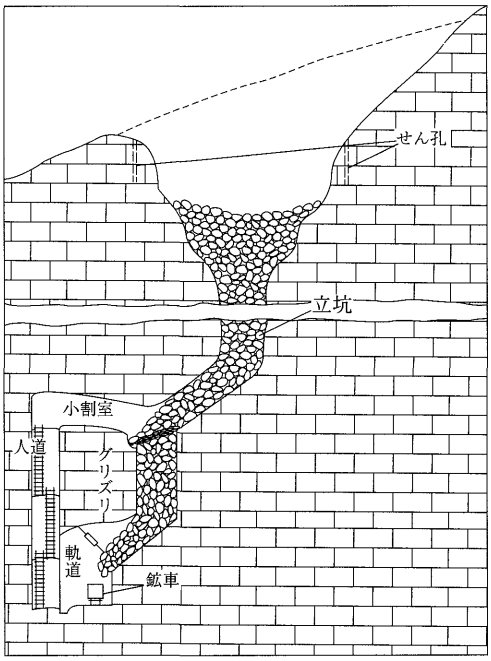
行うBC法との間に生産過程における共通性を見出すことは困難であるということである。それにもかかわらず，戦後の石灰石鉱業はGH法からBC法へ急速に移行することで生産量の増加と能率上昇を実現することに成功した。この移行が成功した諸要因を解明することは，戦後の石灰石鉱業の展開を理解する上で不可欠な作業であろう。本節では，前節の検討を踏まえて生産過程における成功の要因を解明することにしたい。

まず，GH法とBC法の特徴を整理しておこう。表4は，生産過程の相違とその他の特徴をまとめたものである。表4からは，GH法は積込，運搬過程が省略される点，一般に急峻なわが国の地形に適しているという点で有利であるが，品質管理や保安面の点などで問題があると言える。それに対してBC法は品質管理や保安面の点で有利であるが，機械力の導入に代表される初期投資が大きい点，わが国の地形に必ずしも適していない点で問題があると言える。すなわち，生産過程でもその他の特徴でも，GH法とBC法との間に共通性を見出すことは困難であるということである。

それでは，なぜGH法からBC法への移行が可能となったのであろうか。その背景について，「階段採掘法特集号」は①採掘の進行や新鉱開発に伴う地形条件の変化　②需要増加への対応　③GHの活用　④品質の確保　⑤労働力不足　⑥保安の向上，の6点をあげている[98]。①，②，④，⑤，⑥はBC法採用への動因としては理解できるが，移行が成功し

98)　協会「階段採掘法特集号」，pp.14-17

図1　グローリホール法

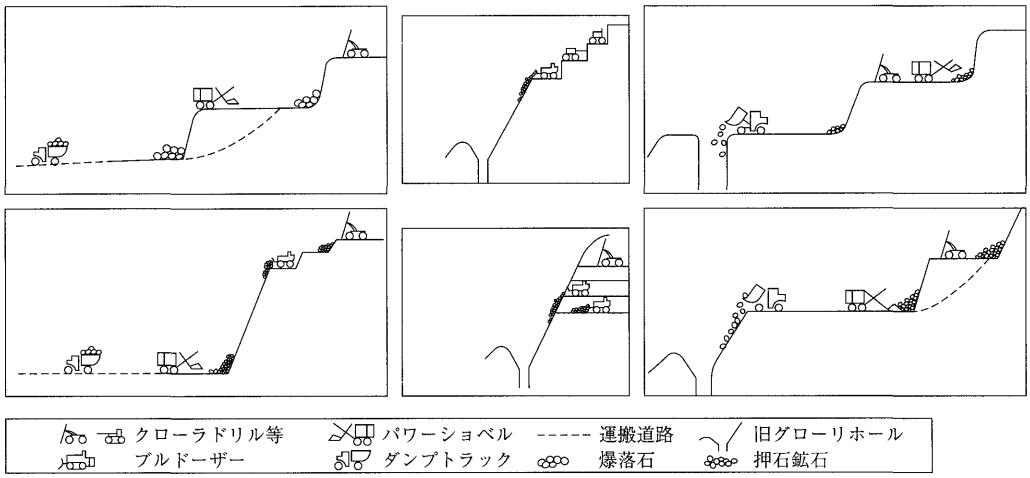


出典：『石灰石』第71号，p.52

た要因の説明としては不十分である。一方，③は重力積を特徴とする既存技術であるGH法が，BC法という新技術の導入を成功に導いたのではないかという一つの仮説を示してくれている。また，日本セメントの社史ではBC法移行の隘路として急峻な地形における鉱石運搬道路造成の困難性を指摘している[99]。以上より，既存技術であるGH法の重力積という特徴によってBC法導入の隘路である鉱石運搬道路造成の困難性が克服されたために，BC法への移行が成功したという仮説を導くことができる。

果たしてこの仮説は妥当なものなのであろうか。両者のわが国における採掘方法を図示した図1，図2で検証してみよう。GH法は，命綱をつけた採鉱員が漏斗状の切羽面でせん孔を行い（図1上方），爆落した石灰石は立坑を経て重力積によって鉱車へと積み込まれ，運搬される（図1左下方）。BC法は，6つの方法に分類され，階段切羽面をドリルによって採鉱を行う過程は全ての類型で共通しているが，積込と運搬過程で機械力を用いるもの（図2左の2類型），既存GHを用いて積込と運搬を重力積で行うもの（図2中央の2類型），機械力と既存GHまたは立坑を併用するもの，すなわち機械積と重力積を併用するもの（図2右の2類型）がある。これらの図はBC法にGH法の重力積の技術が応用されていた事実を示しており，本論の仮説が妥当なものであることをある程度実証している。しかし，

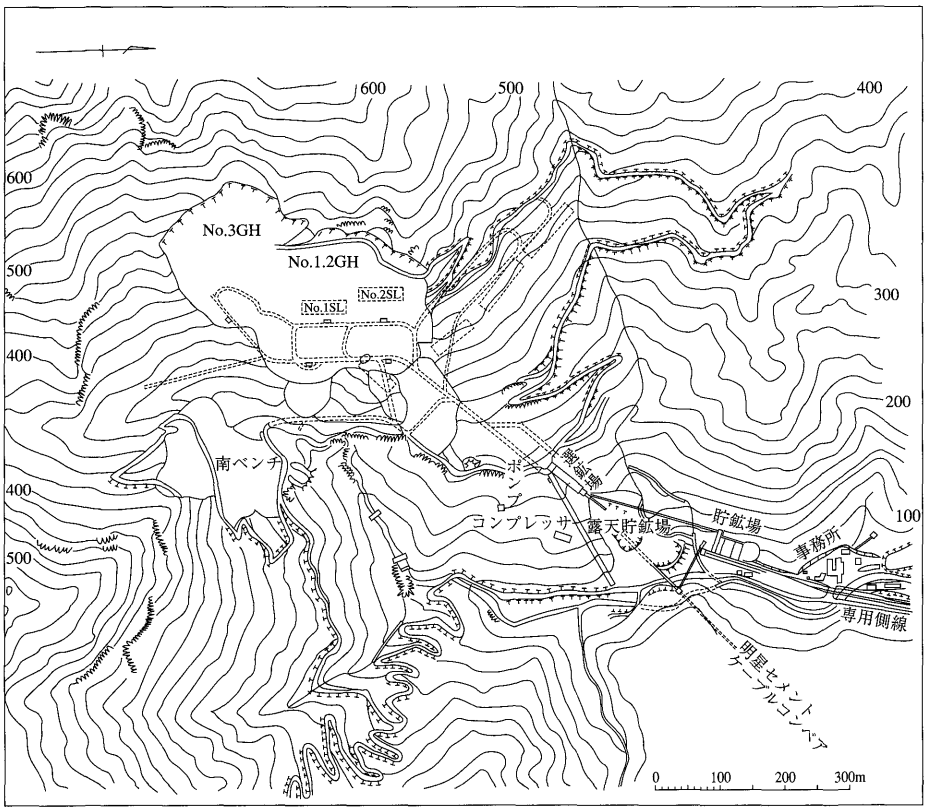
図2　階段採掘法



出典：『石灰石』第166号，p.144

99）社史編纂委編『百年史』，p.350

図3　田海鉱山平面図



※ GH はグローリホール，SL はサブレベル（坑内採掘）を示す
出典：『石灰石』第94号，p.126

これらの図からは技術の応用の過程や応用を可能にした条件が明らかではないため，実証が不足していることは否めない。次項からは，GH 法を採用していた鉱山における BC 法への移行過程の事例を検討し，本論の仮説の妥当性をさらに検証していくことにする。

2．GH 法から BC 法への移行過程の事例分析

①　生産過程における GH の利用――日本石灰石開発株式会社田海（とうみ）鉱山の事例――[100)]

日本石灰石開発株式会社田海鉱山（以下，田海と略記）は，1957年に開発が始まった新しい鉱山であった。田海は平均傾斜40度の急峻な地形であったため，多雨多雪の気候であったにもかかわらず GH 法を採用し，3本の GH を主力とした採掘を行っていた（図3左上部）。また，冬期には坑内採掘を行っていた。しかし，雪崩等によって GH の採掘再開が遅れる上に，新規鉱山のため未熟練労働者の急増による災害の増加が深刻な問題となってきた。このため，田海は1961年に既存 GH の切羽を BC 法に切り替えることとし，既存 GH の下方で BC 法の実験を行うとともに（図3左），機械資材の運搬路として既設 GH（340～400m レベル）の上部（500m レベル）まで2,600m にわたる道路を整備し，クローラドリル4台，ブルドーザー4台を導入した（図3右上部）。

以上の開発によって実現した田海の生産過程を概観すると，①4.5～5m のベンチを造成し，採掘時

100）　本項の記述は，協会「グローリホール特集号」，pp.122-131，協会「階段採掘特集号」，pp.125-141 に基づく。

表5　GH法とBC法の採鉱能率の比較

鉱山名	GH法			BC法		伸び率	
	GH名	能率①(A)	能率②(B)	能率①(C)	能率②(D)	C/A	D/B
田海	No.1	1,220	38	—	—	—	—
	No.2	1,743	58				
	平均	1,481.5	48.0	2,647.1	98.3	1.79	2.05
藤原	No.1	3,636	92	—	—	—	—
	No.2	857	22				
	No.3	3,313	45				
	No.4	818	20				
	平均	2,156.0	44.8	2,297.8	134.1	1.07	3.00
香春	No.1	—	—	—	—	—	—
	No.2	1,250	48				
	No.5	1,667	68				
	平均	1,458.3	58.0	3,621.2	154.0	2.48	2.66

単位：採鉱能率①はトン/人・月，②はトン/人・方，伸び率は倍
※GH法の採鉱能率①は最大月産量を採鉱人員で除して算出，②は一人一方当たり平均を算出
※BC法の採鉱能率①は平均月産量を採鉱人員で除して算出，②は採掘過程に従事する人員の工数で算出
※－はデータなし，香春No.5GHは調査年月不明
出典：『石灰石』第71号，pp.254-256，pp.264-265，『石灰石』第94号，1965，p.33

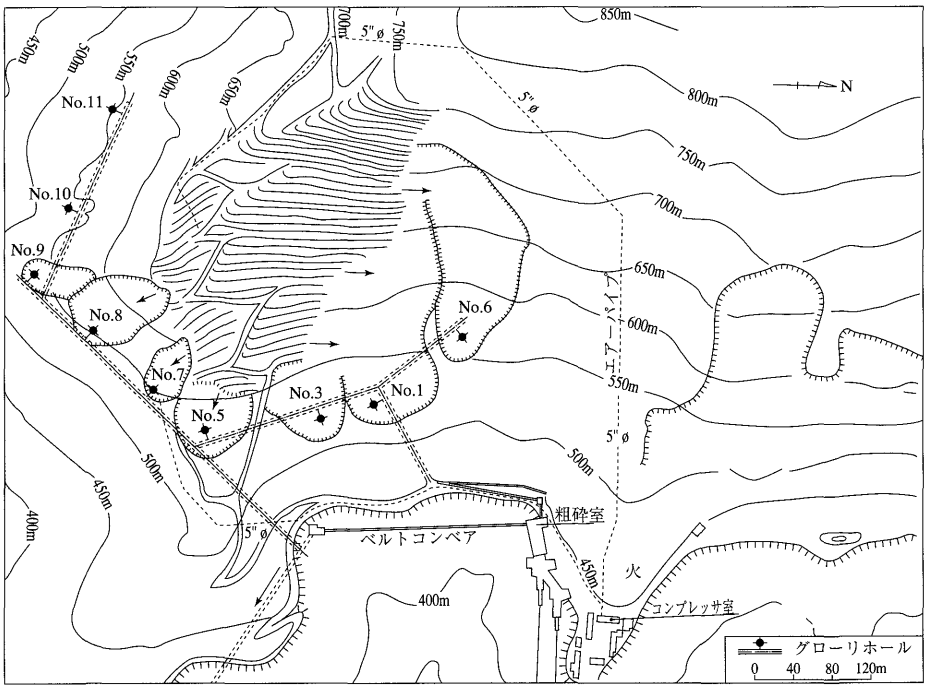
には10mに拡大してクローラドリルによる下向せん孔及びトーホールを行い発破　②爆落した石灰石をブルドーザーで集石し約15m（最大30m）運搬，旧GHに押し込み　③小割は基本的には小割室，大塊は切羽で行う　④切羽外運搬（距離不明）はディーゼル機関車を利用，というものであった。こうしたBC法への移行によって，田海はGH法と比較して採掘人員一人当たりの月産能率で1.79倍，工数当たりの能率で2.05倍の上昇を実現した（表5）。

田海の事例から明らかになったことは以下の通りである。田海では既設GHが切羽内運搬設備を不要にしていたため，BC法の導入にあたって積込作業と切羽内運搬をブルドーザーによるGHへの押し込みの一過程に短縮することが可能となった。それゆえ急峻な地形を経て導入する必要があったのはクローラドリルとブルドーザーのみであった。積込用のパワーショベルや運搬用のダンプトラックを導入して，2,600mにわたる道路を経由して切羽外運搬を行う必要もなかった。また，傾斜面法によるGHの切羽面を階段法に切り替える方法が取られたので，新規に剥土を行い切羽面を造成する必要もなかった。付言すれば，BC法の導入によって田海では多少の風雨や積雪でも作業が継続できるようになり，ベンチが雪崩止めの役割を果たしたため，年間操業期間が拡大することとなった。田海の事例は，GH法の傾斜面にもBC法を適用できることを示すとともに，長距離にわたって急峻な地形を運搬しなければならないというBC法移行の隘路が既設GHによって克服された典型的な事例と言えよう。

②　積込・運搬過程におけるGHの利用――小野田セメント株式会社藤原鉱山の事例――[101)]

101)　本項の記述は，協会「グローリホール特集号」，pp.189-193，協会「階段採掘法特集号」，pp.225-235に基づく。

図4　藤原鉱山平面図



※ No. はグローリホールの番号，矢印は採掘された石灰石の積込・運搬経路を示す
出典：『石灰石』第94号，p.226

小野田セメント藤原鉱山（以下，藤原と略記）は，1929年に開発が開始された鉱山で，1951年に最初のGHが開削されて以降，BC法が導入されるまでに11本（採掘終了含む）のGHが開削されていた。藤原でGH法が導入されたのは，地形，地質条件が有利であったことに加え，湿式セメント製造へ石灰石を供給していたため，品質管理にそれ程留意する必要がなかったからであった。BC法で不可欠な機械積用の重機械，切羽内運搬設備の建設が困難であったために，GH法が選択されたのである。1960年，藤原は増産（5万トン/月→10万トン/月）を行うために既存GH設備の増強を開始したが，GH法による人力依存の採掘では保安がおろそかとなる可能性が強まってきた。そのため，藤原は1961年にBC法に移行して機械力を用いて高能率採掘を行うこととし，500～550mレベルに配置されていたGHの上部尾根（650m）の開発を進めることとした（図4左）。既設GHは80m間隔で配置されていたため，その間を通してGHの山麓側までであった通勤道路を山頂へ延長し，No.5，No.3，No.1，No.6，No.8GHの順にブルドーザー6台，クローラドリル4台を導入し，GHの上部または横部の階段採掘を開始した（図4左下～左上）。

以上の開発によって実現した藤原の生産過程を概観すると，①5～8mのベンチを造成し，クローラドリルによる下向，横向せん孔を行い発破　②爆落した石灰石をブルドーザーで集石し約20m運搬，旧GH内に落とし込み（6～9トン/1押し）　③小割は旧GHの坑内小割室を利用　④既設の坑内ベルトコンベアを利用して切羽外運搬，というものであった。藤原では，BC法導入によって工数当たりの能率は3倍に上昇したが，採掘人員一人当たりの月産能率は高能率のGHよりも低下した（表5）[102]。これは，藤原がBC法への移行に際して，増

102）藤原では1961年のBC法移行時に56名であった採鉱労働者が1963年9月末には半減したとされているが（日本経営史研究所編『小野田セメント百年史』，p.585），1964年9月↗

産よりも機械力による少人数生産の実現を志向していたことを示している。

藤原の事例から明らかになったことは以下の通りである。田海と同様，藤原でも既設GHが切羽内運搬設備を不要にしていたため，BC法の導入にあたって積込作業と切羽内運搬をブルドーザーによる押し込みの一過程に短縮することが可能となった。それゆえ急峻な地形を経て山頂に導入する必要があったのはクローラドリルとブルドーザーのみで，積込用のパワーショベルや切羽内運搬用のダンプトラックは導入する必要はなかった。当然，急峻な地形を切り開いて長距離のダンプトラックの運搬路を整備する必要もなかった。藤原の事例は，切羽がGH外にあったとしても既設GHによってBC法移行の隘路を克服することが可能であったことを示していよう。

③ 重力積による積込・運搬過程の限界克服——日本セメント株式会社香春(かわら)鉱山の事例——[103]

日本セメント株式会社香春鉱山（以下，香春と略記）は，5本のGH（200～300mレベル）による採掘を行っていたが，1956年よりBC法によって山頂（430mレベル）からの開発を行うこととした（図5中央下）。そのため，山麓から山頂へと5,100mにわたる自動車道路を整備し，ワゴンドリル（後にはクローラドリル6台），パワーショベル3台，ブルドーザー2台，ダンプトラック6台などの重機械を導入した（図5中央～右上）。合わせて図6に示されるように，420mレベルに直径6 m×長さ270 mの立坑を開削し，既存GH間を結んでいる水平坑道（203mレベル）に貫通させた（⑤が立坑，⑨⑩が既存GH，⑪が水平坑道）。

以上の開発によって実現した香春の生産過程を概観すると，①10mのベンチを造成し，クローラドリルで下向傾斜せん孔を行い発破 ②爆落した石灰石をブルドーザーで集石し，パワーショベルでダンプトラックへ積込 ③小割の必要がある場合は，切羽で小割しパワーショベルでダンプトラックへ積込 ④ダンプトラックが平均200m（最長500m）運搬し立坑へ投入 ⑤立坑から既設の坑内ベルトコンベアを利用して切羽外運搬，というものであった。香春は，こうしたBC法への移行によって採掘人員一人当たりの月産能率ではGH法の約2.48倍，工数当たりでは2.66倍の能率上昇を実現した（表5）。

香春の事例から明らかになったことは以下の通りである。香春ではBC法導入に際して新規に立坑を開削したため，田海や藤原で見たような既設GHによる積込・運搬過程の連続化は行われなかった。そのため，積込・運搬過程ではパワーショベルやダンプトラックの導入が避けられなかった。しかし，香春では立坑を既存GH設備の水平坑道に貫通させて運搬経路を切羽から立坑までに短縮することによって，5,100mにわたって往復する必要があった運搬過程を水平距離で1/10～1/25の距離に短縮させることに成功した。香春は既設GHの設備を間接的に利用したものであるが，立坑＝重力積による運搬過程の短縮というGH法が持つ優位性をBC法に応用して運搬過程の隘路を克服し，飛躍的な能率上昇を実現した事例として評価することができよう。

3．小括

田海，藤原，香春の事例から，生産過程におけるGH法からBC法への移行が成功した要因は以下のように整理される。採鉱過程では，GH法からBC法への移行にあたって重機械の導入を必要としたが，それは長距離の自動車道路の整備によって可能となった。その意味では，BC法の採鉱技術は新規の投資を必要とするものであり，GH法の既存技術が生かされたとは言えなかった。

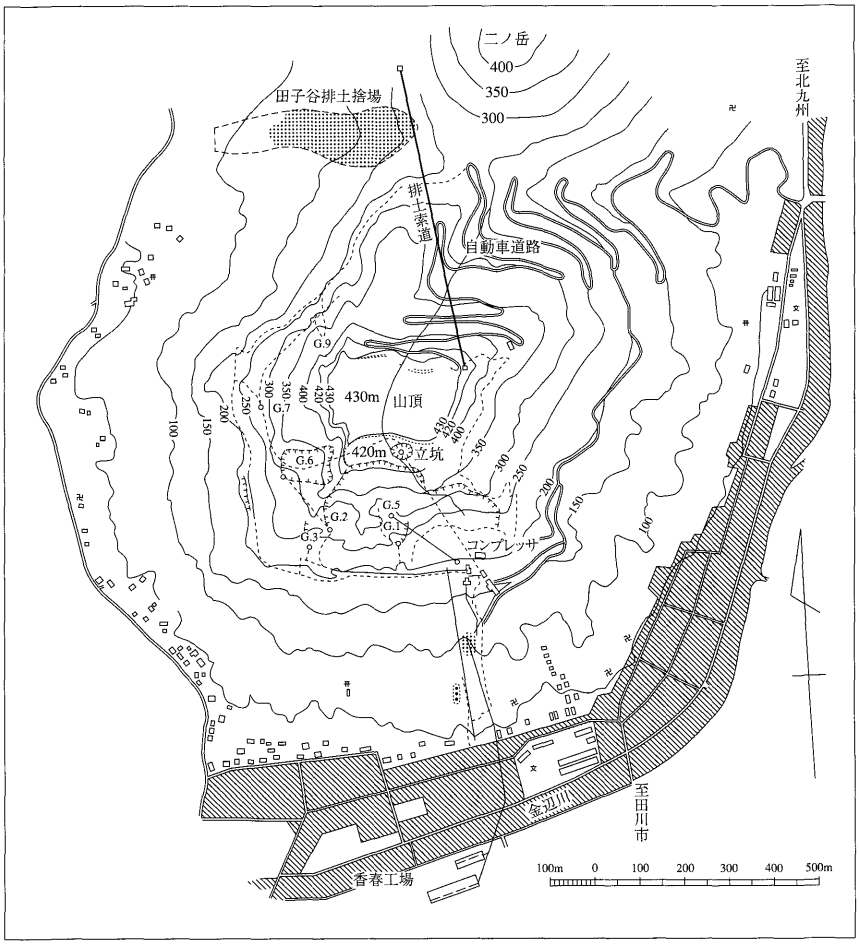
積込・運搬過程では，重力積によって実現された積込・運搬過程の短縮というGH法の優位性が，BC法の導入に際して温存された。緩傾斜であったためGH法を経由せずにBC法を行っていた日鉄鉱業株式会社羽鶴鉱山（ドロマイト）では，ダンプトラックによる運搬距離が850m～1,200mであった[104]が，本節の事例で明らかにしたように，急傾斜の場合はその倍以上の運搬距離が必要であった。ゆえに，

↘末の採鉱労働者は46名（クローラドリル9名，ブルドーザー14名，その他15名，小割8名）であり，社史はドリルとブルドーザー作業者の合計数について言及しているものと推定される（協会『階段採掘法特集号』，pp.228-229）。

103） 本項の記述は，協会「階段採掘法特集号」，pp.113-124に基づく。

104） 協会「階段採掘法特集号」，p.165

図5　香春鉱山平面図



※ G. はグローリホールとその番号を示す
出典：『石灰石』第94号，p.114

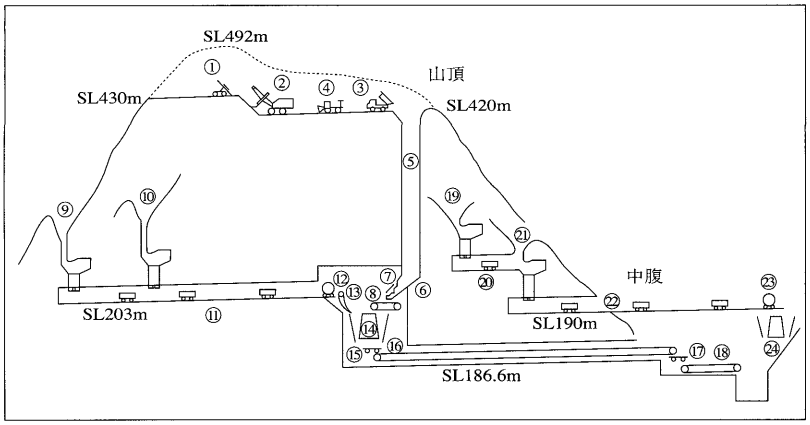
重力積技術が蓄積されていない急傾斜の鉱山でBC法を導入するのは著しく困難であったことは明らかであろう。また，香春の事例で見たように，重力積技術はGH法によってのみ可能な技術ではなく，立坑開削によって他の採掘方法に導入可能な技術であった。そのため，香春が導入した重力積と機械積の併用はわが国独自のBC法技術として多数の鉱山に普及することとなった。[105] BC法導入に際して重力積という既存技術の持つ優位性を捨て去るのではなく，運搬距離の増大というBC法の隘路を克服し機械積を格段に効率化する手段として活用したために，多くの鉱山でGH法からBC法への移行が成功したのである。[106]

しかし，生産過程の機械化は「高価な重機械を使用するため，それ等の償却費，整備費，修理費等維持費が高くなり，大量生産しないとコスト高になる

105）協会「50年のあゆみ」，p.14

106）無論，各種の重機械の技術革新や普及もBC法を成功させた重要な要因であると言えるが，BC法導入に際して既存GH設備が利用されたことから，既存採掘技術の活用という点がまず重視されるべきであると考える。

図 6　香春鉱山断面図



※番号は生産過程の順序，SL は海抜を示す
出典：『石灰石』第94号，p.116

表 6　重機械修理費

鉱山名	ブルドーザー		パワーショベル		ダンプトラック		合計	
	円/トン	円/h	円/トン	円/h	円/トン	円/h	円/トン	円/h
田海	—	—	—	—	—	—	—	—
藤原	3.75	420	—	—	—	—	3.75	420
香春	—	561	9.73	1,213	5.60	324	15.33	1,537

単位は表中に記載
※—はデータなし，香春は使用機械の平均値
※ブルドーザーは処理量，パワーショベルは積込量，ダンプトラックは運搬量当たりの数値
出典：『石灰石』第94号，p.50，pp.52-53，pp.56-59

恐れがある」（香春）「ブルドーザ作業が増えたことによる経費の増大は非常に大きく，現状では人件費の節約，能率の向上分程度ではカバーし切れない」（田海）という新たな課題をもたらした[107]。一例を示すと，藤原では3.75円/トン，香春では15.33円/トンの修理費が重機械の保守費用として新たに計上されることとなった（表 6）。低コストの大量生産を実現するためには，BC 法への移行に加えて重機械類の低価格化，信頼性の向上も必要であったのである。

107）協会「階段採掘法特集号」，p.124，p.141

第六節　おわりに

本論の検討結果は以下のように整理される。まず，石灰石が賦存状況の極めて良好な国内鉱物資源であり，戦後の石灰石鉱業は鉄鋼業やセメント業，建設業など戦後の経済発展を支えた産業へ原料を供給する重要な産業であったことが確認された。次に，戦後の石灰石鉱業の生産量は，BC 法の採用を契機として飛躍的に拡大し，遂には年間生産量 1 億トンを突破し，非金属鉱業の中心となった過程が明らかとなった。幅広くかつ旺盛な需要を背景として積極的な新規参入，設備投資，機械化，技術革新が行われ，運搬過程の高能率化に続いて採鉱過程の高能率化も

急速に進展した。これらによって，戦後の石灰石鉱業は大口需要先であるセメント業，鉄鋼業，建設業へ安定的に原料を供給することが可能となった。急速な機械化はわが国の大型土木建築機械製造業の発展にも貢献したと考えられる。

また，生産過程の検討から，GH 法と BC 法との間における生産過程の相違点が明らかとなった。採掘方法の移行に関する事例研究からは，既存技術である GH 法の重力積技術を BC 法に活用して，わが国の急峻な地形に合わせた BC 法技術を確立したことが戦後の石灰石鉱業が発展した要因の一つであったことが明らかとなった。政策的な援助に頼らずにこのような合理化と機械化を達成した石灰石鉱業の高能率採掘と安定供給への努力は適切に評価されるべきであろう。

本論は文献資料を中心に戦後の石灰石鉱業史を記述してきたため，多くの分析が残されていることは否めない。特に，石灰石鉱業における市場や労働過程の分析は，他の鉱業との比較を行う上で重要であろう。とは言え，本論によってこれまで産業史，鉱業史の分野で独立して取り扱われて来なかった石灰石鉱業の歴史の一端を明らかにすることができたと考える。今後は一次史料の収集を含め，石灰石鉱業史の充実に努めていきたい。

［商学研究科後期博士課程］