

軽量骨材資源

(その3)

耐火石

岡野 武雄

I ま え が き

耐火石(コウカセキ コウガセキ)というのは 天城山 新島 式根島 神津島に産し 気泡に富んでいる ガラス質の流紋岩 すなわち 軽石 (pumice) の一種で 鋸や手斧で載断できる程度の硬さを有し 普通 レンガ大 あるいは 小形の板石(10×20×3cm) 以上に成形加工できるものをいう。

耐火石の採掘は古くから行なわれており 新島では明治時代にすでに自家用として切り出して利用していた。耐火石が工業用に活用され 組織的に採掘されはじめたのは 大正13(1924)年ごろといわれ 新島では 耐火石工業株式会社によって移行され 肥料製造用の窯に使用されたという。昭和の初めごろは 台湾 支那(中国本土) 満洲(中国東北) 方面にも出荷されている。

第二次大戦後(1945～)は 一時は採掘および出荷が中止されたが 新島 天城山の耐火石は 建築材料としての用途が 急激に増加し これにともなって 採掘方法や加工方法が機械化し 能率的となってきた。

現在 新島では 新島村営 東洋石材KK 耐火石工業KK。天城山では 化学石材加工有限会社が採掘 出荷を行なっている。なお 式根島 神津島では現在 は採掘を行なっていないようである。

II 耐火石の性質

耐火石の性質を その岩石学的特長 物理的性質 化

学的性質などについて 簡単に記述する。

a) 岩石学的特長

耐火石は外観 灰白色を呈し きわめて多孔質で 流理組織 (fluidal texture 熔融状態の岩石が 流動しながら固結したとき その流れの方向を示す岩石内に見られる模様のこと) が著しい(写真 1・2)。

また 新島産の耐火石には 石英粒が 天城山産のものには 玄武岩質の捕獲岩が目立つのが特長である。顕微鏡的な特長としては 新島耐火石には 多量の気孔に富むガラス質石基中に 少量の黒雲母(0.3~0.8mm大) 斜長石(0.8~1.7mm大) 石英(0.7~1.0mm大)の斑晶鉱物が見られ 天城山の耐火石には 同様な多孔質ガラス石基中に 少量の斜長石(±0.5mm大) 角閃石(0.25~0.7mm大) 紫蘇輝石(0.15mm大) 磁鉄鉱が 斑晶として認められることである。

耐火石内の気孔としては 大きなものは 数10cm大のものもまれに存在するが 普通には(写真2)に見られる程度のもので 大きな気孔に属し このようなところは耐火石の製品を切り出すには不適當である。製品となった耐火石に見られる気孔は 5mm大のもの 1.0~2.0mm大のもの 小さいもので 0.1mm大のものである。耐火石の岩石学的な名称としては いろいろといわれているが c) 化学的性質の項の化学成分 および 「ノルム」値からして天城山の耐火石 新島の耐火石ともソーダ流紋岩 という名がふさわしいようであ

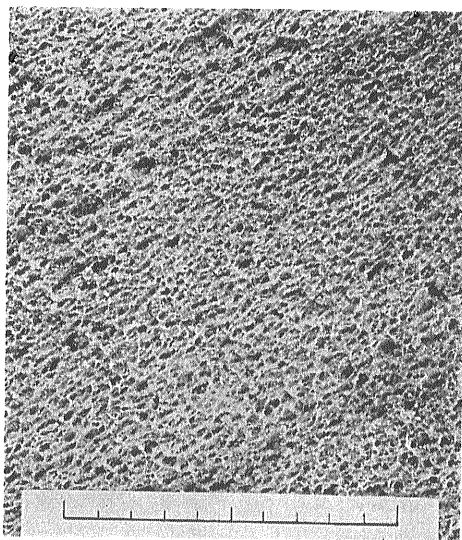


写真1 耐火石の流理組織を示す気泡 (天城耐火石)スケール全長10cm



写真2 採掘中の耐火石の大塊 流理組織が明りょうに見られる(天城山)



写真 3
抗火石の
採掘現場
(天城山)

抗火石の岩石的な性質を示すものとして 化学成分をあげることにする。

分析表中の (I) (II) は筆者が最近に採取し 地質調査所で分析したものであり (III) (IV) は「日本産火山岩の化学成分」(地質調査所発行)より引用したものである。天城産のもの と 新島産のものでは SiO_2 Fe_2O_3+FeO CaO について差が見られるが それぞれについての 2つの分析値は きわめてよく一致している。

る。

b) 物理的性質

抗火石の物理的性質のうち 真比重 見かけ比重 気孔率 吸水率について すでに出版されている文献より集めた数値をあげると下表のとおりである。ただし これらの数値は 採取位置や 測定したときの抗火石の粒度によって 同一産地のものでも異なる値を示すのでこの点は考慮してほしい。

第1表 各地産抗火石の見かけ比重

産地	見掛け比重
天城山	0.654
新島向山 (A)	0.8
新島向山 (B)	1.2
新島宮塚山	1.5
神津島	1.0~1.5

第2表 新島産抗火石の粒度と比重 空隙率 吸水率の関係

粒度 (mm)	真比重	見かけ比重	骨材内部の空隙率(%)	乾燥状態から24時間後の吸水率 Vol. (%)
20~10	2.40	1.65	31.2	20.6
10~5		1.70	29.1	17.4
5~2.5		1.76	26.6	17.6
2.5~1.2		1.95	18.8	
1.2~0.6		2.13	11.2	
0.6~0.15		2.25	6.2	
20~2.5	2.40	1.70	29.0	18.3
5~0.15		2.02	8.3	

この抗火石は硬質に属するもので 軟質のものはさらに軽いと思われる

c) 化学的性質

抗火石の化学的性質としては 耐酸性 耐風化性などが 用途の面からみて 重要な性質であるが ここでは

第3表 抗火石の化学成分

	(I)	(II)	(III)	(IV)
SiO_2	71.70	71.42	76.05	75.90
TiO_2	0.32	0.31	0.12	
Al_2O_3	13.70	13.80	12.44	15.41
Fe_2O_3	1.48	1.15	0.84	0.36
FeO	1.35	1.39	0.22	0.22
MnO	0.07	0.07	0.07	
MgO	0.97	0.93	0.17	0.21
CaO	2.63	2.63	0.84	0.84
Na_2O	3.49	3.62	4.31	4.41
K_2O	3.68	3.99	2.88	2.88
P_2O_5	0.09	0.09	tr	
+H ₂ O	0.23	0.17	1.66	} 0.08
-H ₂ O	0.23	0.33	0.11	
Total	99.94	99.90	100.21	100.31

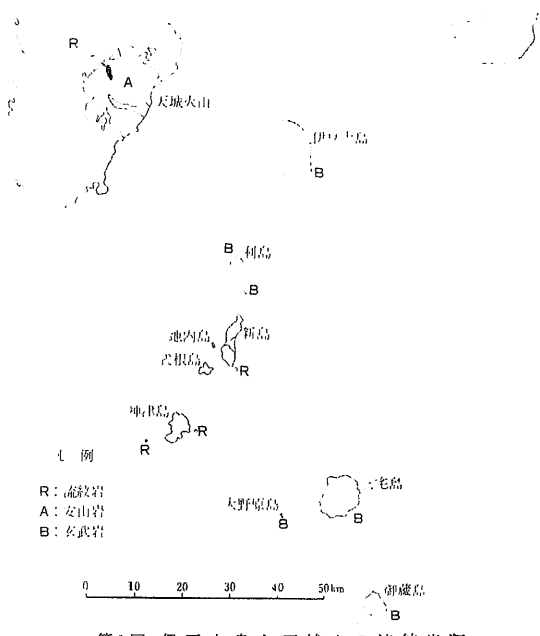
(I) 天城抗火石(板) 分析者 地質調査所 前田
 (II) 天城抗火石(粉) 分析者 地質調査所 前田
 (III) 新島向山抗火石 分析者 Tanaka
 (IV) 新島本村抗火石 分析者 —

III 抗火石の分布と産状

抗火石の名で呼ばれている軽石質の石材は 伊豆七島の 新島 式根島 神津島 および伊豆半島の 天城山のものに限られている。火山噴出物としては 十和田火山の熔結凝灰岩や 九州の阿蘇山の噴出物などが 広い地域に分布しているが 抗火石のような良質な石材は 切り出されていない。抗火石のような石材の産地は 上記の4地区に限られ またこれらの地区から産出するものを 抗火石と呼ぶ習慣となっている。これら4地区の地理的關係は 第1図に示すとおりで 富士火山帯に包含されている。以下 各産地について その産状を簡単に述べてみることにする。

a) 天城山の抗火石の産状

静岡県田方郡中伊豆町筏場にある 天城火山火口壁の北側の通称 「カゴ平」と呼ばれている付近を中心として 寄生火山の活動によって噴出した熔岩流が北方に向い 山腹に沿って 長さ4km 幅1km の範囲に流れ



第1図 伊豆七島と天城山の流紋岩類 (抗火石を含む) の分布図

出した。この熔岩流は その厚さ 平均20mといわれ 熔岩流の末端部では 高さ60mの急な崖を形成している。この熔岩流の下側によった部分は 黒曜石であり 熔岩流の表層部は 小塊状の軽石の積み重なった岩滓状をなしている。抗火石として採掘に値する部分は この両者の中間に当る部分である。現在 筏場新田の南 約 2 km 付近に数箇所採掘場と旧採掘場跡が散在しているが この地点が最も搬出の便利な地点である。天城山の抗火石は 外見上新島の抗火石に比べると石英の斑晶を含まず 時々玄武岩質岩石の捕獲岩(数cm大)を包有していることが特長である。大塊としては 1 m 大のものも切り出せるが 数10cm 大のものが多く 切り出される良質な抗火石を採掘し得る範囲は あまり厚くない。

b) 新島の抗火石の産状

新島(東京都大島支庁新島村)は 南北 約11km 東西 最も幅の広いところで 2.5kmの細長い島で 一部を除いて 全島ほとんど各種の流紋岩質の熔岩 および火山砂から構成されている。島の中央部の低地帯によって 南北2つの高地に分けられるが 抗火石として切り出して利用し得る良質な多孔質の流紋岩は 向山熔岩と呼ばれる熔岩に限られ (昭和32~35年ごろ 新島本村のお寺の後ろで 瀬戸山熔岩に属する硬質な抗火石が採掘されたことがある。)島の南部 向山地区(海拔 200~250m)に分布している。向山熔岩は厚さ 200m 内外 南北 2 km 東西 2 km に広がっている 新島で最

も新しく噴出した熔岩流である。

向山熔岩は向山地区の高所に いたるところに露出し その表面は 大小岩塊の集合体となっており かつ風化しているが 内部は やや亀裂には富むが 新鮮な熔岩流となっている。岩質は 灰白色で均質 石英粒が目につくほかは 捕獲岩などはない。

向山熔岩は上記のような広がりや 見かけの性質を有するが 抗火石としては すべての部分が最良質というわけではなく 加工の難易により 硬質(良質とはいえず 好んで採掘加工されることはない) 軟質(このほうが 良質とされており 見かけ比重も軽い) に分けられている。向山熔岩の分布地帯中 現在稼行されている地区 過去に大きく稼行された地区の範囲を第2図に示した。

c) 式根島

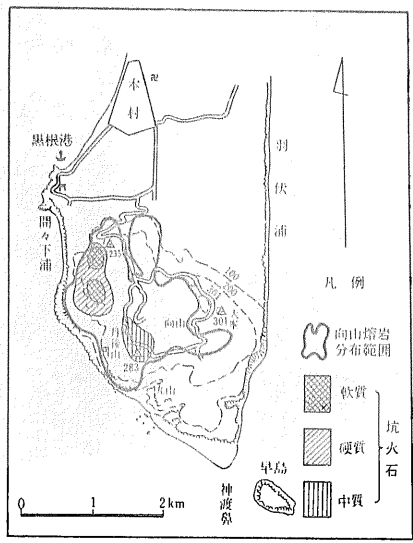
式根島(東京都大島支庁式根島)は 新島のすぐ西南に位置する 南北 2km 東西 3kmの小島で 全島 流紋岩質熔岩 および集塊岩から構成されている。抗火石としては良質なものは少なく 一部に硬質程度のものがあり 戦後 断続的に切り出され 島内の小規模な需要をまかなってきたようである。

d) 神津島

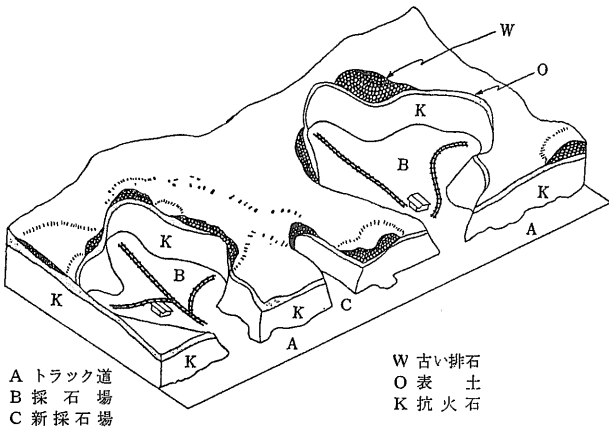
神津島(東京都大島支庁)にも抗火石の産出が知られているが 新島で硬質と呼んでいるものよりも 硬いものしか発見されていないようである。

IV 抗火石の採掘・加工・搬出

抗火石の採掘方法・加工方法などは 新島 天城山とも類似しているので 以下 新島での例を詳細に述べ 天城山については補足的に述べることにする。



第2図 新島南半部 抗火石の分布地域図



第3図 新島抗火石採掘場模式図

a) 採掘方法

新島の向山地区には、大木は少なく、一般に表土の上に灌木や雑草が密生しているにすぎない。開発の最初の段階（明治の手掘り時代）では、向山の頂部でやや小高いところに向かって、水平に露天掘で切りこんで採掘を行なったに違いない。やがて採掘が進むにつれて、表土が厚くなったりあるいは、研捨場に困ったりして、その採掘場を放棄し、付近に新しく同じような露天採掘場を設けた。こういうことが繰り返されてきた結果、向山地区のかなり広い範囲が、昔の採掘場跡と昔の採掘研跡におおわれてしまっている。したがって現在の採掘場は、昔の採掘場跡を1段も2段も下ったところを水平に掘り進んでいることになる。

第3図に、新島の抗火石採掘場の様子を模式的に図示した。まず、抗火石の搬出用道路（A）が設けられる。そして、これから水平に直角方向に採掘しながら掘りこ

んでゆく。採掘場がかなり大きくなった状況が（B）である。（B）内に敷かれているトロッコ線の末端部では手掘りによる採掘が行なわれている。ここが切羽面となるが（写真4）ここで採掘された抗火石は、トロッコで出口近くまで運ばれて加工成形されて梱包される。こうして採掘が進み（B）の掘場と（C）の掘場で水平的に掘りつくすと（A）の搬出道路が1段下ることになる。以上が大きくみた場合の新島における採掘方法である。

天城山で行なわれている採掘方法も類似している。ただ水平的に掘り進み、石の質が悪くなった場合に中止し、他の場所に移るが、決して上下2段に掘ることはないようである。おそらく、良質部の厚さに限りがあるためであろう。

b) 採掘・加工

トロッコ線末端部の切羽面は、幅10m前後あり、ここで抗火石は切り出され、トロッコで出口近くまで運ばれ、石切鋸で成形加工される。このような一連の作業は、2人（まれに3人）の作業員の請負いで行なわれている。これが1採掘加工単位となっており、1つの「丁場」と呼ばれている。現在、向山地区の新島村営の採石場のみで、24丁場が活動しているが、これは、採掘切羽面が24あり、石切鋸が24あり、その動力源が24あり、50人余の人が働いていることを意味する。

各丁場では、抗火石を切り出すのに、ツルハシを用いる手掘りによっているが、まれに、カーリットを使用することがある。カーリットの使用量は、月18,000才（1才は約35kg）採掘に対して、約45kgといわれる。

切り出された抗火石塊（径50～80cm）は、30～50m離れたところに設けられた成形場にトロッコで運ばれる。成形場では、タンガロイの歯を付けた丸鋸で成形される（写真5）。石切り丸鋸の消耗は、原石の硬さによって異なるが、1丁場1カ月、2～3枚といわれる。また、動力は8～10HPのジーゼル発動機である。

現在は昔の研の下を掘っているため、排土などの作業が多い。したがって、各丁場において、採石・排土する抗火石の総量のうち、成形に回されるのは、10%位、さらに製品となるのは、5%位ではないかと推定される。このように、排石が多いので、丁場付近は屑石の山となっている（写真6）。



写真4 抗火石の採掘 ツルハシのみで掘り出す。中央の石塊は加工できる大きさ。左方の石塊は加工するに小さい排石（新島にて）

天城山では 数箇所採掘場(写真7)で採掘された抗火石は 小型三輪車で 載断加工場に集められ 切断加工される(写真8). 製品は天城山の場合は 露天でじゅうぶん乾燥される(写真9).

c) 加工品の種類・搬出

丸鋸で成形された抗火石の製品は その場で 作業員から経営者に納入され また その場で 利用者に販売される. 製品には 規格石 板石 小型石 その他などの区別があり それぞれ 次のような寸法である.

第4表 新島抗火石の規格

	厚 さ	幅	長 さ
規 格 石 (標 準)	6寸	1尺	1.5尺
(変化品)	4~6寸	1尺	1.5~3尺
板 石	8分	5寸	1尺
小 型 石	4~10寸	5~10寸	1尺
角 材	規格石より大きいもの		

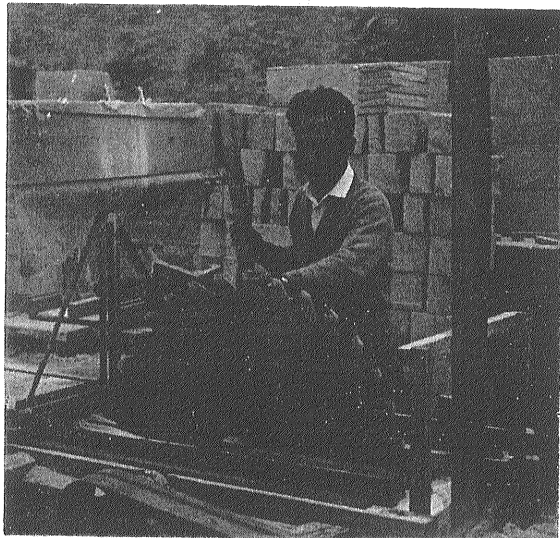


写真5 抗火石切断鋸 手前からみて 時計と反対方向に回転する 右後方は規格石 人の頭の右上に板石が7~8枚見られる(新島にて)



写真6 抗火石の切断加工中 動力はジーゼル発動機 人の後方に積んであるのは規格石 手前は鋸の削屑(新島にて)



写真7 抗火石の採掘場 手前の左右が切断加工の際の 屑石の山 右後方のかげが現工場 (新島にて)

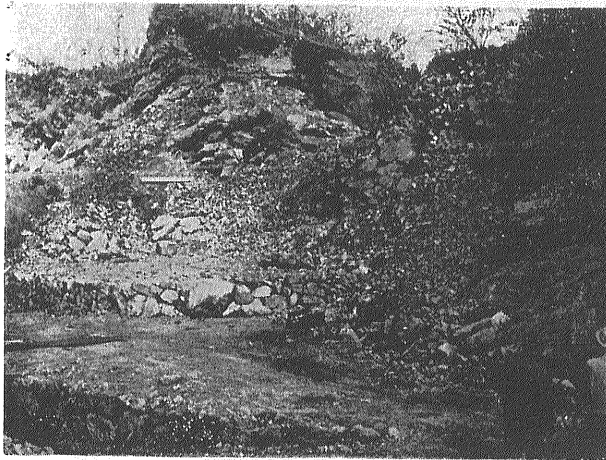


写真8 大塊がとれなくなって 廃止された採掘場(天城にて)

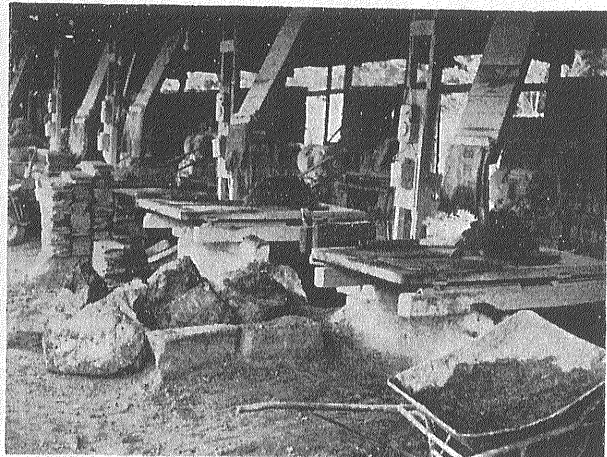


写真9 抗火石の截断加工場 動力は電力(天城にて)

最近の生産比率は 規格石・板石が全生産の 95%以上を占めている。

規格石は ほとんど島内で消費されるので 丁場から三輪車で 直接消費現場まで運ばれる。

板石は 10枚ごとに纏でくられ(写真10・11) 同じく三輪車で 黒根港(5km)に運ばれ 内地(おもに東京都内 一部は近県 大阪 まれに九州方面)向けに送られる。黒根港の棧橋は小さいので 現在は最大80トン位の船しか接岸できない。現在は抗火石の積み出しには 40~60トン積み位の船で行なわれているが 目下建設中の新棧橋(昭和40年完成の予定)ができ上がると 600トン位の船が接岸できるとのことである。

天城山では 抗火石の製品として 板石(12枚ごとに纏でくられる)を多く作っており このほか ほぼ同量のレンガ(赤レンガ大)を生産しているが 規格石のようなものは作っていない。原石の一部は牧の郷(静岡県田方郡修善寺町)にある 加工工場に運んで(トラック 約28km) 特種な形の板に切断し また クラッシャーで粉碎し 建築用骨材(30~50mm大)を生産している。

V 生産量・価格

抗火石の採掘量を表わす単位は 他の石材と同じく才を用いる。抗火石1才 すなわち 1立方尺の重量は 石質の硬・軟によって差があるが 35kgとして取り扱われている。

a) 抗火石の生産量

新島の抗火石は 規格石 板石 小型石 を主として産出してきたが 生産量はすべて才単位で集計されてい

る。現在 新島では村営のほか 民営2社が採掘事業に従事している。これら3者の 昭和37年度の生産量ならびに従業員数は 下表のとおりである。

第5表 新島抗火石の業者別生産量(昭和37年度)

業 者	生 産 量	従 業 員
抗火石工業KK	56,075 才	約 30人
東洋石材KK	25,951 "	22人
新 島 村 営	155,796 "	約 60人
合 計	237,822 "	約 110人

注 237,822才は 約8,330トンである

また 新島村営の抗火石の生産品の製品別生産量の年度別変化を 昭和33~37年度について示すと 第6表のとおりとなる。この表でみると 最近はほとんど規格石と板石しか生産していないことがわかる。

第6表 新島村営抗火石製品別生産量(昭和33~37年度)

年 度	規 格 石	板 石	小 型 石	注 文 石	そ の 他	年 度 計
33	24,546	7,818	51,810	1,188	1,003	86,365(3,024)
34	24,935	10,807	83,599	1,751	980	122,072(4,273)
35	42,288	47,993	20,238	7,842	5,496	123,857(4,236)
36	31,714	63,885	1,168	9,160	6,089	117,016(4,035)
37	56,066	93,020	364	3,262	3,083	155,795(5,453)
37年度比率	36.0%	59.7%	0.3%	2.1%	1.9%	605,105(17,181)

注 単位は才 年度計中の()内はトン換算

なお年間の生産金額は 昭和37年度 村営 3,500万円 民営 2,000万円 あわせて新島島内で 約5,500万円となっている。

天城山地区の生産量については 現在 正確な数字を



写真10 切断加工された抗火石の乾燥場
前方は板石 後方はレンガ型(天城山にて)



写真11 乾燥した抗火石板石の荷造り作業 天城では 12枚1組 新島では10枚1組となっている
(天城山にて)

得ていないので 別の機会にゆずりたい。

b) 価格

製品の価格は新島村営の場合 山元現場渡しで

板石	11円/枚
規格石	200円/才
角材	240円/才

である。

VI 用途

耐火石の用途は その特性である 軽量性 耐火性 断熱性 耐酸性 を有効に利用できる面に向けられることが望ましい。実際に利用されている用途のうち主要なものをあげると 次のようなものがある。

① 耐火石ブロック建築用石材

新島々内の住宅 倉庫 塙などの建築用に新島産の規格石が多量に用いられている(写真12) 従来の建築であると家の外壁などに耐火石の積み目が見えるが 新しい建築では 上からセメント・モルタルを吹き付け仕上げが一部に行なわれている

② 外装用タイル

利用量としては少ないが ある種の建築物の外装として耐火石のタイルを張り付けて使用している 東京では新宿歌舞伎町の新宿映画劇場正面上方壁に見られる

③ 火力発電所その他大工場の煙突の煙道内張り 耐火石の耐熱性 耐酸性を利用した用途である

④ 塵埃焼却炉材

⑤ 耐火モルタルの細骨材 耐火石の粉を用いる

⑥ 観賞用庭石

天城山で産する形のよい石は「水孔石」の名で観賞用に出荷されている

VII 結 び

耐火石の名で呼ばれている 伊豆七島新島 天城山の軽石熔岩類について その性質 産状 生産量 用途の概略を述べたが 最後に その埋蔵量 将来性について触れることにする。

耐火石の埋蔵量は さきに分布 産状の項で述べたことから推定できるように きわめて大きなものである。

現在のような 採掘の速度をもってしては 100年以上の寿命を推定することは容易である。むしろ現在の時点においては 埋蔵量の問題はないといつてよい。

将来性については 多少問題がある。それは最近加工の容易さ 軽量性を特長とする 気泡コンクリートシポレックスの国内での開発が 耐火石の強敵として現われてきたことである。しかし耐火性の点では耐火石のほうがすぐれているので 耐火性を利用する面では今後も利用されてゆこう。新島村の関係者は 耐火石の需要は 当分横ばいを続けてゆくものと推測している。

本項執筆にあたって参考にさせていただいた文献は 地質調査所：1953 日本鉱産誌 IV 津屋：1938 震研彙報 第16号 第1冊 沢村：1955 5万分の1地質図 修善寺平賀・篠沢：軽量コンクリートの施行 である また現地においては 新島村の関係者 化学石材加工会社にお世話になり 式根島役場からは資料をいただいた 謝意を表する (筆者は鉱床部)

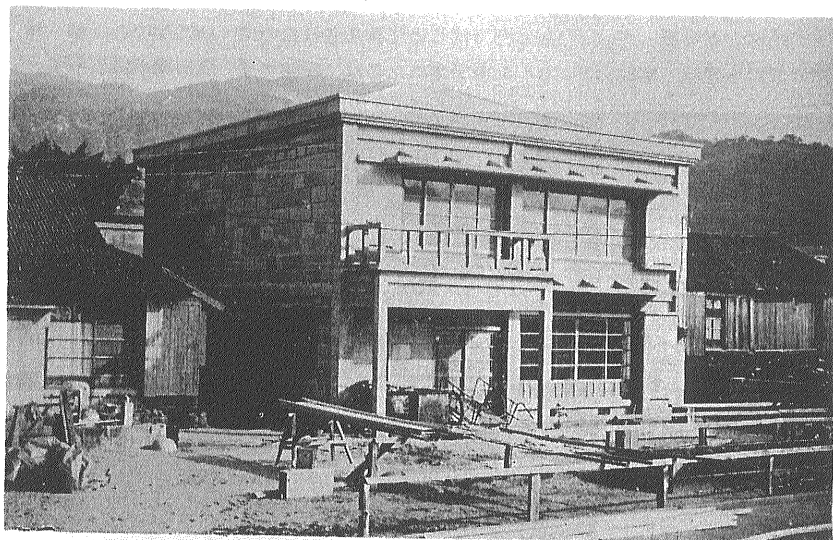


写真12
耐火石ブロックを使用した家屋
新島本村の過半数は家屋のどこかに耐火石を使用している(新島にて)