

軽量骨材資源

(その4)

火山礫(2)

岡野武雄

i 大島

大島の火山礫は昭和13(1938)年頃 多少採掘したが本格的な採掘は昭和26(1951)年から七島興業の手によって行なわれ昭和30(1955)年からは日本ライトグラベル社によって行なわれ 今日に至っている。

大島には 古い時代の岩滓丘(scoria cone)と新しい時代のものである。この岩滓丘の分布は第4図に示してある。これらのうち 多少とも採掘を行なったか 採掘の計画のたてられたものは 3つにすぎない。赤禿(元町の北方3km) 蜂の尻(泉津の南方2.5km)と丘の平である。

岳の平の鉱床は昭和26年より引続き しかもますます盛んに採掘されている岩滓丘で昭和39年には25万m³の採掘を行なっている大鉱床である。現在大島の火山礫(火山砂利)というのはこの岳の平の火山礫を意味するものである。岳の平の岩滓丘は大島の南部差木地部落の北方1kmにあり火山礫の積出港である波浮港の西方2kmに位置する。またこの岩滓丘は1420年の噴火の際 差木地の東から北西方向に延びる割れ目に沿ってできた側火山の一つで大島における側火山としては最も新しいものである。採掘の始まる前は1~3mの細かい火山灰におおわれ一部の杉林を除いて灌木が密生していたという。

この岩滓丘は ローム層の上に噴出したもので 採掘切羽面で見ると 礫の大小によって現わされた層の構造(成層面)が明らかである。写真13にも示されているように 成層面の傾斜は約60~70°で これはその場所における 岩滓噴出時の安定角を示すものである。また岩滓丘は その中に丘全体をおおうような細かい火山灰層が認められず また そのほか噴火の途切れを示すような現象が認められないことから 岩滓丘は(地質学的な)短い時間に 連続的に噴出が行なわれて 形成されたものであろう。

岩滓丘を構成している火山礫は 直径5~50mm大で丘全体についてあまり変化はない。礫の色は黒色(大島の黒砂利と呼ばれるもの)と赤色(大島赤砂利)とあり 両者の分布は不規則のように思われる。この色の差は 噴出時の熔岩の温度 噴出礫の冷却の速度などの差によるものと思われ 黒色のものはFeO 赤色のものはFe₂O₃分に富んでいる。岩滓はいずれの場合も気孔に富む玄武岩で 斜長石の大きな結晶を含んでいる。

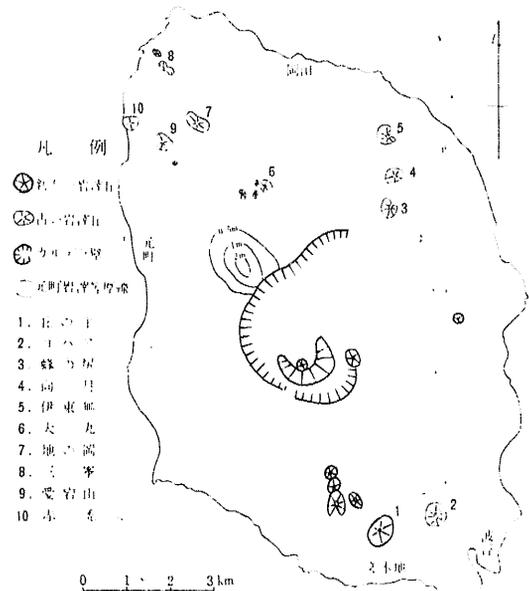
採掘の準備段階の表土剥ぎ 火山礫の採掘はブルドーザーによって行なわれている。採掘されたものはベルトコンベアによって運ばれ 篩分機によって3種類に分けられる。昭和39年春頃採掘されていた鉱石の大きさによる種類とその比率は次のようであった。

| | |
|---------|-----|
| 30mm以上 | 20% |
| 10~30mm | 50% |
| 10mm以下 | 30% |

このうち 10mm以下のものの一部は 大島々内で コンクリート・ブロック用に消費されるが 10mm以下の大部分と 30mm以上の礫は 別々に貯蔵されてのちの利用に備えられている。10~30mmのものは 主として 東京(80%)に向け船輸送され 一部は 神奈川 千葉 大阪 時には名古屋方面に出荷されている。

赤禿鉱床は 終戦前 および 昭和26年頃稼行していた。鉱石は赤い火山礫で 層の厚さは薄いといわれる古い時代の岩滓丘である。

蜂の尻鉱床は採掘準備中の鉱床で 古い岩滓丘に属する。鉱石は赤い火山礫である。蜂の尻の鉱床は 付近にある 向月 伊東無の岩滓丘などと共に 表土で



第4図 大島における岩滓丘の分布図(一色原図)



第5図 伊豆大島波浮港北西方「岳の平」付近東西模式断面図

ある火山灰が厚い欠点がある。また積出港（現状では波浮港であるが）までの距離も遠い。

そのほかに 岳の平の東方1.5kmにある古い scoria cone ヨアハは 波浮港に近く地理的に有利であるが礫の性質については不明である。

波浮港北方 1km 岡田へ至る新道の「切通し」に古い scoria cone が見られる。礫層薄く稼行価値乏しい層厚や岳の平との関係は第5図のように想像される。

j 新 島

地質ニュース 121 号の抗火石の項に書いたように 伊豆七島新島は 全島が各種の流紋岩質熔岩 火山砂でおおわれている。抗火石として良質なものは島の南端に近い 向山 丹後山地区に産出する。わが国で産する軽石としては最も良質なものの一つである。現在は建築用の切出しブロック 断熱用の壁材を出している。

新島では 東海汽船株式会社によって 抗火石の砂を利用して コンクリート・ブロックを作ったことがあったが 程なく止めたようである。おそらく搬出が不便なためと思われる。

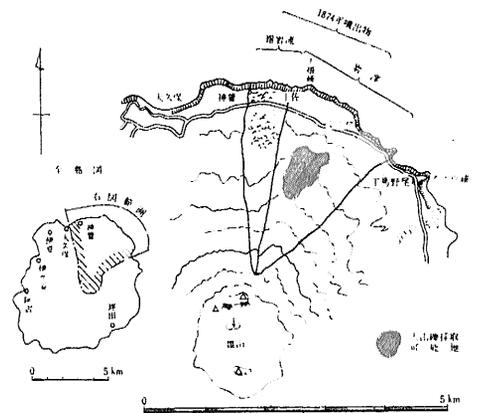
k 三 宅 島

伊豆七島の三宅島は全島玄武岩質の岩石から構成されている。建築用に使用可能な火山礫は島の北部の山腹(土佐部落の南1.5km 標高150~300m)に分布する(第6図)。この付近は 明治7(1874)年7月に噴出し

た 火山岩滓が堆積している。岩質は 無斑晶質玄武岩である。この付近の岩滓を篩分けすると 5~25mm 大のもの約60%が得られる。三宅島の火山礫は 骨材としての性質は良質といえるが 搬出が不便であり 東京までの海上運搬が困難であるために 開発される可能性は少ない。

1 真 鶴

神奈川県足柄下郡真鶴町 真鶴岬から真鶴駅付近にかけて 灰白色の輝石石英安山岩質の軽石層が分布する。軽石層の厚さは 最大 5m。軽石層の上半部は無層理の軽石層 下半部は細粒軽石質凝灰岩で ときに頁岩層



第6図 三宅島火山礫分布図

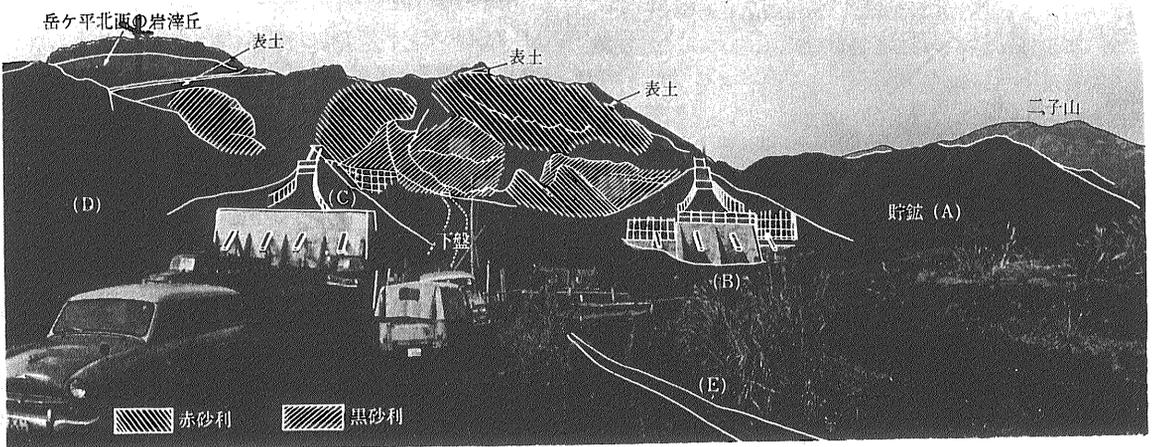
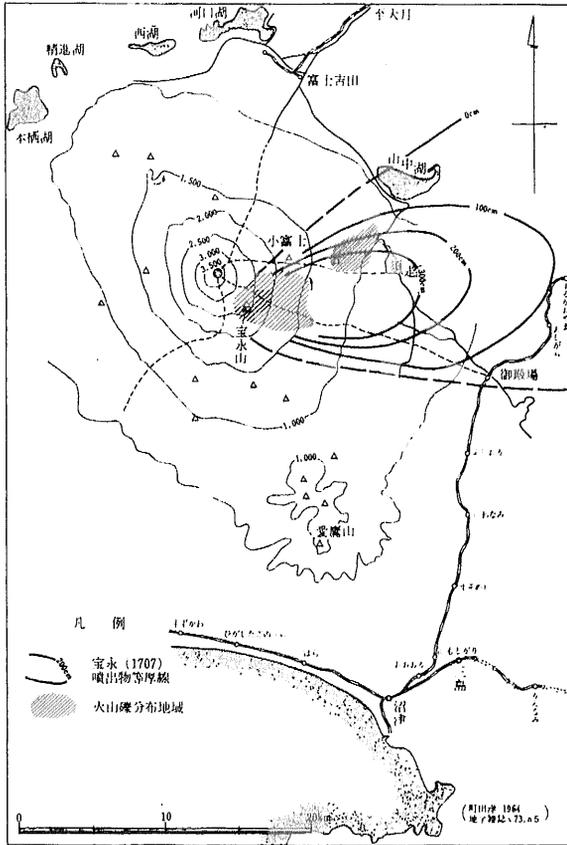


写真13 大 島 火 山 礫 採 掘 所 全 景



第7図 宝永噴火物の等厚線と骨材用火山礫の分布図

n 富士山

富士山の火山礫は 宝永山・小富士の東側に分布している。すなわち宝永山の東側に東西 5km 南北 4km にわたり また小富士の東方 4km 付近に 東西方向に 2km 南北方向に 4km の幅で分布している。これらは宝永4(1707)年の大噴火の際の降下火砕物である。宝永4年の噴火物は噴火口の東方へ扇状に広がって降下した。降下物の厚さは 噴火口の東 25km 以内で厚さ 1m 平塚付近で 10cm 川崎で 5cm 東京(当時の江戸市内)でも約5cm堆積したといわれる。富士山山腹・山麓での 降下物の厚さは(第7図)に示してあるが 現在では雨水に流されて 場所によって厚さの変化が著しい。

火山礫は普通輝石・カンラン石玄武岩で ときに安山岩・黒曜石の外来礫を含有していることがある。火山礫の粒径は小富士東方5kmの付近で 最大のもの50mm 前後 5~25mm の礫は 60~70%を占めている。富士の火山礫は 比重が大きく 構造用の軽量骨材としては かならずしも適当とはいえない。山麓側よりいえば 須走口寄りよりも吉田口に近い方が質が良いようである。しかし骨材の良否はともかく 国立公園内にあるため 採掘・利用するには困難であろう。

o 神鍋山

兵庫県城崎町日高町(旧清滝村)の神鍋山には 第四紀の玄武岩熔岩流が分布している。この玄武岩は 有名な玄武洞を構成する 玄武洞玄武岩類と呼ばれるものの一つで 熔岩に伴って 火成碎屑岩も存在する。大阪・神戸に近いという地の利があったため 一時稼行準備したことがあったが 見掛け比重が大きいため 軽量骨材としての採掘を見合わせた。

p 伊作

鹿児島県日置郡吹上町伊作付近で採掘中の凝灰質岩(広い意味でシラスと呼ばれているもの)中に 塊状の軽石を産する 研磨レンガ用として良質なものであるが 量的に乏しい。

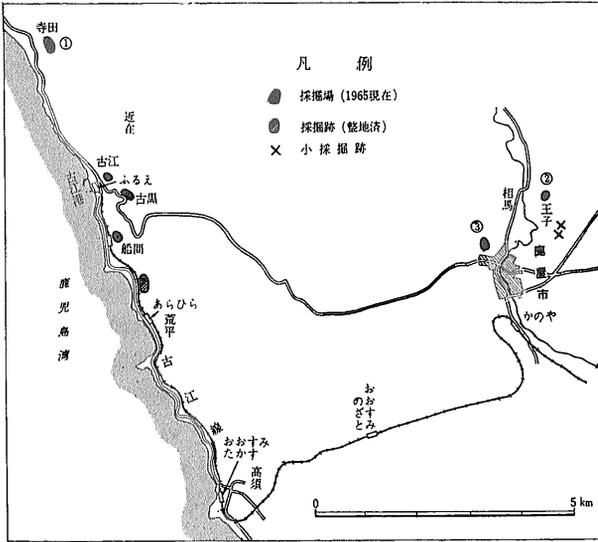
q 桜島

鹿児島県桜島の3個所で火山礫を採掘している。1個所は 桜島の南岸 有村部落の東北 1km 小規模に 軽量ブロック用の骨材を採掘していた。現在は休業中のようなのである。他の2個所は 桜島の東岸 黒神地区でコンクリート用骨材 ブロック用骨材を採掘している。規模も小さく 出鉱量も少ないようである。いずれも桜島火山の噴出物で 輝石安山岩 玄武岩質のものである。

を挟んでいる。この軽石層の上に 関東ローム層がおおっており ローム層は 厚さ20mに達することもある。軽石は降下火砕物で 軽石の最大径は10cm普通 2~3cm 大で安山岩礫などを混じていることがある。真比重は 2.0~2.4 見掛け比重 0.5~0.7である。風化が進んでいるので構造材用としては適当でない。採掘に適するところは 8個所ほどあったが 密柑畑など 農地の関係で 採掘地は制限され 1社が稼行していたが 昭和39年に休止している。

m 天城山

天城山抗火石は静岡県田方郡中伊豆町筏場にある天城山の噴出熔岩流で 長さ4km 幅 1km の範囲に広がっている。熔岩流の下部は黒曜石 上部は 小塊状の軽石の積重なった岩塊をなしている。この小塊状の軽石(抗火石)から レンガ 断熱板が切出されている。小岩塊の一部は 修善寺町の加工場に運ばれて粉碎され 建築用の骨材(30~50mm)が作られているが 量は少ない。



第8図 鹿児島県鹿屋市古江付近火山礫採掘地

r 古江

鹿児島県鹿屋市古江地区で採掘されている火山礫は軽石凝灰角礫岩層 いわゆる「シラス」層から得ている。軽石凝灰角礫岩層は 軽石流や降下軽石の二次堆積物を総称している。鹿屋付近 古江線沿線の山手に分布している。古江の火山礫と呼んでいるものは古江町を中心として 北は寺田付近 南は古里 船間近辺の道路沿いで採掘されているもので 山地に堆積した 始良火山の降下軽石が雨水で洗い流されて 二次的に堆積したものである。すなわち reworked deposit である 軽石礫は等粒状の集合で ときに成層していることがある。採掘場付近の厚さは 7~8m位 この上に 1~2mの開間岳のローム層もせている。軽石の粒径は 2~5cm大で 灰白色を呈し 石英安山岩質である。篩分され 5~20mm のものは構造材用として古江港より 九州一円 遠く関西方面に出荷されている。5mm 以下のものは

ブロック用として 鹿児島県内外へ出荷されている。採掘には ローダーを用い 古江港まではトラック運送である。なお この外 鹿屋市付近でも 2個所ほどで 小規模に採掘されているようである。

V 採掘 搬出 搬出先

採掘作業の最初の段階として 表土剥ぎがある。表土は 火山礫噴出後の火山噴出物であるロームや 火山活動の休止間に生活した植物による 腐植土などがある。大島・浅間・榛名・古江などの大規模な採掘場では表土剥ぎには ブルドーザーを用いているが ときに人力によって行うことがある。一般にいって 採掘しうる火山礫層の厚さに対して 1/10 位であることが望ましい。すなわち火山礫層 5m の場合は 50cm 前後の表土までは障害にならないが さらに薄ければさらによい。採掘は ブルドーザー パワーショベル ローダー で行なわれる。採掘の対象となる火山礫は 固結していないので 火薬を用いることはなく 直接上記の機械によって採掘を行なっている。人力(スコップ ショベル)によって採掘を行なっているところもある(浅間地区)。

採掘された火山礫は ブルドーザーで ベルトコンベヤー起点まで押し コンベヤーで 篩分場所まで運ばれるか パワーショベル ローダーで ダンプトラックに積出され 100~200m離れた 破碎・篩分場へ運ばれる。例外として 浅間火山礫の場合は 国立公園で採掘に制限をうけているため 山元で積込まれた原石は8~12km離れた 軽井沢駅 中軽井(旧沓掛)駅付近に運び ここで篩分する 浅間の場合は火山灰が少ないので このような方法が続けられる。

破碎・篩分場では 原石はそのまま篩分けられるが 一度 ロールクラッシャーを通過してのちに篩分される(榛名)場合とある。これは 火山礫の原石の性質によ



写真14 絳ヶ尻火山礫採掘予定地・赤い火山礫が縞状をなしている(伊豆大島)

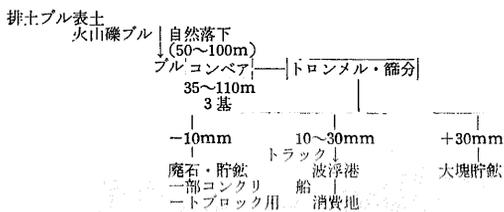


写真15 火山礫原石の積込み(榛名地区)

るので 同じ榛名地区でも 渋川市に近くなるほど クラッシャーによる破碎を必要としない礫が多くなっている。クラッシャーは 20~30mm大以下の塊になるようにクラッシャーの開きをかげんしている。篩分は 10mmを境にして それ以下は コンクリート・ブロック用に10~30mm大のものは 構造用骨材に向けられている。構造用骨材の需要の少ないときは 10mm以下のものを多く生産するよう クラッシャーの開きを狭くし(榛名) 天然原石そのままを篩分して生ずる10mm以下の細粒の需要が少ない場合は 野積にされて貯蔵されている(大島)。

火山礫の消費地への搬出には トラック 汽車 船が用いられている。トラック搬出は 榛名—東京間のように 130km 位が限界である。したがって 近距離輸送はトラックによるほうが経済的である。汽車はさらに遠距離の場合に利用されている。浅間地区では 立派な専用の積込場を利用している。船での搬出は 遠い距離でも比較的低い運賃ですむので有利であるが 消費地が海岸に近いことが必要である。船を利用しているのは 大島の火山礫が波浮港を 古江の火山礫が古江港を利用し 専用の積込場を設けている。大島の場合 40—50mの高さの波浮港の火口壁の上より 鉄製のパイプを用いて 直接船に積込んでいる。波浮港からの火山礫の積出しには 450 トンの専用船3杯が 輸送に就航している。

大島の採掘状況を図式で示すと 次のようになる。



搬出先

コンクリート・ブロック用の火山礫は 採掘地付近の工場で大部分が製品とされる。大中都市のブロック工場へは トラック 汽車によって搬出される。

大島・浅間・榛名・古江の構造用骨材の搬出先は都市別にみると 次に示すようである。

| | |
|----|---------------------------------|
| 仙台 | 大島(船) 浅間(汽車) |
| 東京 | 大島の大部分(船 豊洲岸壁着) 榛名(トラック) 浅間(汽車) |
| 新潟 | 浅間(汽車) |

| | |
|-----|--------------|
| 金沢 | 浅間(汽車) |
| 名古屋 | 大島(船) 浅間(汽車) |
| 大阪 | 大島(船) 古江(船) |
| 広島 | 大島(船) |

VI 用途 価格 使用例 改良骨材

火山礫の利用は 国によって 産地によって異なる。

例をあげてみると 日本では 骨材 コンクリート混合材としての用途が圧倒的に多いが アメリカでは 骨材用 コンクリート混合材が 34% 道路工事に 32% 鉄道バラス 23% その他 11%となっており 道路工事に 鉄道バラスの利用の率が高い。このことは 軽石(pumice) 岩滓(volcanic cinder — scoria と同意語)の産出量の比率 その他の砂利・碎石などの骨材の産出事情によることは いうまでもない。以下 火山礫(pumice pumicite volcanic cinder)の用途を列挙し 簡単に説明を付ける(●は日本で ▲は外国で利用の大きいもの)。

- ▼ 1 構造用骨材
粒度 10~20mm大以上 30~50mm以下 見掛比重 0.8~1.8 強度のあること
- ▼ 2 コンクリート・ブロック用 セメント混合用
粒度 10mm 以下
- 3 研磨用
pumice pumicite の塊 粉 純粋で粒度が一定して 一粒でもより硬いものが混じらないこと
金属研磨用 140~200 mesh 以下
木彫研磨用 80~100 mesh
磨き煉瓦用 3×3×6インチ 4×4×8インチ
(肉焼き鉄板を磨くとき ステーキを焼き 次のステーキを焼く間に鉄板を綺麗にするときに使用する)
わが国のものでは 新島・天城の抗火石のごく一部のものが 研磨用に向くが 一定の品質のものを出すことが困難である 伊作のものも磨き煉瓦に向くものがある
- 4 充填剤 農薬増量用
pumice, pumicite が用いられ 細粒(-325 mesh ほぼ全通過)で pH値 5.4~8.9 (中性)のものが望ましい。日本では 新第三紀のものが農薬増量剤として一部使われている(千葉県)
- 5 農薬・園芸用
pumice は土壌調整用や水栽培法に用いられる volcanic cinder は土壌調整用 園芸用
- 6 耐熱・断熱・防音用
抗火石(地質ニュース No. 121)のところ参照
- 8 シックイ・屋根葺き用
- ▲ 9 鉄道用バラス 道路工事に
主として volcanic cinder が利用される 日本ではほとんど使われない

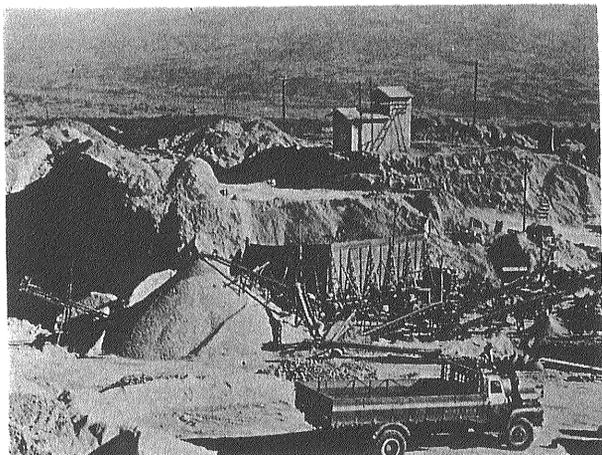


写真16 軽石採掘場 粉碎場 積込場 粉碎された円錐形の軽石は プ
ロック向けのものである 遠景は赤城山 (榛名地区)



写真17 火山礫採掘場 採掘はブルドーザーで押すだけである 遠景は
三原山の東斜面の一部 (伊豆大島)

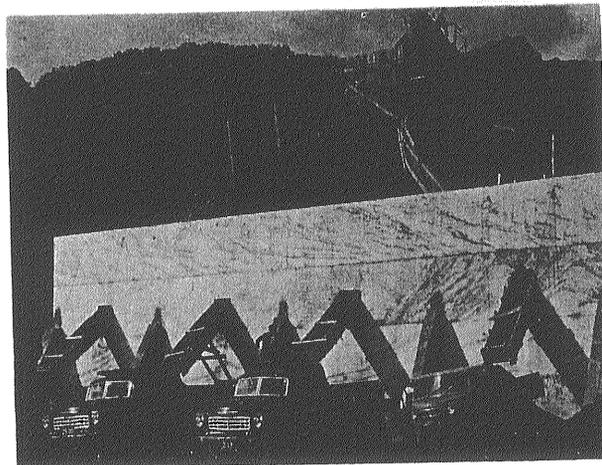


写真18 岳の平の火山礫積込場
火山礫は トラックで波浮港
を見下す火口壁上の鉱石置場
に運ばれる (伊豆大島)

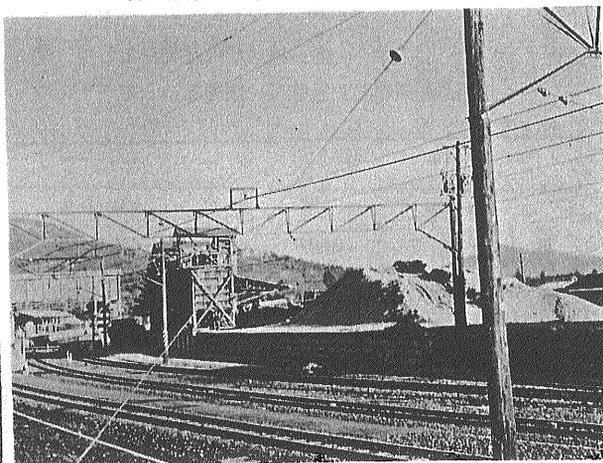
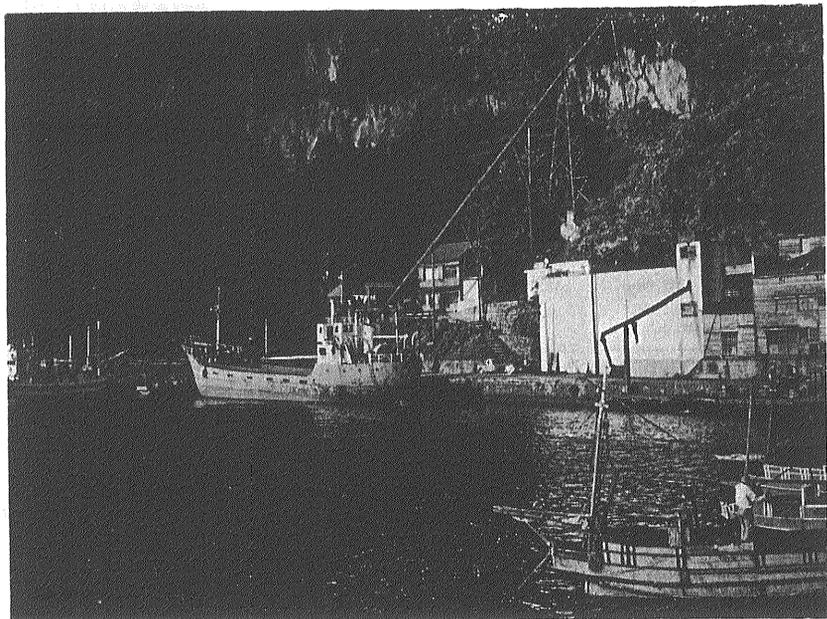


写真19 中軽井沢駅の軽石積込場(日本ライトグラベル社)
中央右 軽石の野積 中央左 貨車積込倉 左はし 中軽井沢駅

→
写真20
波浮港の火山礫積込み
波浮港は 火山爆裂火口にできた湾で
うしろの崖は火口壁 火口壁上の鉱石
置場から パイプを通して 火山礫を
直接船に積込む(伊豆大島)



●10 その他

良質の pumicite は窯業用で使用される また日本でも多く使用されているものに 粉石鹼と混ぜた洗剤がある

火山礫の価格については あまり資料がないので 大略をあげるに留める。火山礫の山元価格は 産地 すなわち銘柄により また 粒度によっても異なるが 山元渡し 300~800円/m³と かなり差があるが消費地においては 差が少なくなる。榛名・大島・浅間の火山礫は 東京レールに渡し 1,250~1,350円/m³である。

火山礫を使用した建築は 最近是非常に増し 4階建(公団・市営・都営アパートを含み)以上の建物はほとんど使用しているといつてよい。次に最近の著名な建築物 東京新宿周辺のビルディングを例として 下表にあげておいた。表中 大島・榛名等は粗骨材として それらの銘柄品を使用した意味で 細骨材は すべて川砂を使用している。

| 建築物 | 特徴 | 骨材 | 使用した階 |
|-------------|------|----------|-------------------|
| 東急会館 | 11階建 | 榛名 大島 | (6~11階) (3~5階) |
| 東京都庁舎 | 8 " | 榛名 大島 | (6~8階) (3~5階) |
| 名古屋中央郵便局 | 8 " | 浅間 大島 | (6~8階) (3~6階) |
| 国土ビル | 8 " | 榛名 | (7~8階) |
| 松竹会館 | 8 " | 榛名 | (3~8階) |
| ニュートーキョー | 8 " | 大島 | |
| 三越本店(増築) | | 大島 | |
| 共済虎の門病院 | 7 " | 大島 | |
| 新潟市役所 | 8 " | 榛名 | (3~8階) |
| 工業試験所 | 3 " | 榛名 | |
| 国土地理院庁舎 | 4 " | 大島 大島 | |
| 日比谷ビル | 9 " | 榛名 | (2~4階) |
| 秋田県庁 | 6 " | 大湯 | (5~6階) |
| ホテル・ニュージャパン | | 大島・榛名 | |
| ホテル・オータニ | | 大島 | |
| 西武デパート | | 浅間 | |
| 外務省 | | 浅間 | |
| 千代田ビル | | 大島 | |
| 合同庁舎(警視庁裏) | | 大島 | |
| 高裁ビル 地裁ビル | | 榛名 | |
| 新宿民衆駅ビル | | 大島・榛名 | |
| 京王デパート | | 大島・榛名 | |
| 安田生命ビル | | 大島・榛名 | |
| 丸井デパート | | 大島 | |

(使用した階)の項ないものは 不明

改良骨材

天然の火山礫は粒が角ばっており 表面が凹凸に富んでいる。また多孔質であるため コンクリート施行上種々の難点がある。そこで表面に加工して欠点を除く方法が研究されている。加工方法としては 天然の火

山礫の表面に霧状の粘着材(水 粘土 防水剤 セメント硬化剤などの混合物)を噴付け 同時に粉末状の被覆材(セメント 石灰 石粉 火山灰などの混合物)を散布して 骨材の表面に被膜を附着させ さらに回転運動をあたえて球形に近いものに改良する方法である。こうして加工したものを 改良骨材と呼んでいる。噴付けや 回転をあたえるのに種々の方法が考案されている。

VII 生産量

火山礫の生産量は統計がないので詳しいことは不明である。構造材用の生産量は 筆者が集めたものを次に示すが コンクリート・ブロック用に使用されたものは一部を除いて知り得ない。なお 天城山や新島の抗火山石の生産量は すでに述べたので省略する。

第3表 軽量骨材生産量(年度)

| | 骨材年間生産量 | | 備考 |
|----|----------------------|----------------------|----------------|
| | 構造用 | ブロック用 | |
| 榛名 | 5~8万m ³ | 20~25万m ³ | 業者数 20余 1963年頃 |
| 浅間 | 5万m ³ | 15万m ³ | " 3 1964 " |
| 大島 | 25万m ³ | 1000m ³ | " 1 1963 " |
| 古江 | 10~15万m ³ | | " 2 1964 " |

* この数字は推定

全国で構造用骨材として 40万m³(45万t)ぐらいに推定される。

VIII 諸外国の火山礫の産状と使用状況

火山礫を工業的に利用している国は 火山国であり 建設事業の盛んな国 すなわち先進国である。このほかに 火山礫を豊富に産し これを近隣の工業国に輸出している国がある。これら諸国の火山礫の産出量を示すと次の表ようになる。これら諸外国のうち 資料の手近にあるものについて紹介し さらに産出はないが火山礫を豊富に埋蔵している国々についても合せて紹介することにある。

世界の火山礫生産量 (単位・1000t)

| | 1961 | 1962 | 1963 |
|------------|--------|--------|--------|
| 西ドイツ | 5,898 | 6,291 | 7,045 |
| イタリア | 3,658 | 3,835 | 3,970 |
| アメリカ | 2,463 | 2,316 | 2,618 |
| フランス | 487 | 524 | 561 |
| ギリシア | 287 | 303 | 303 |
| その他を含む世界合計 | 13,200 | 13,500 | 14,711 |

1963年の上記以外のおもな生産国と生産量(世界合計には含まれる)

| | |
|----------|----|
| オーストリア | 23 |
| ニュージーランド | 19 |
| アイスランド | 14 |
| アルゼンチン | 13 |

| | |
|-------------|---|
| ケーパード島 | 8 |
| アラブ連合(エジプト) | 2 |
| カナリア群島 | 2 |
| ケニア | 1 |

西ドイツ

西ドイツには現在活動している火山(活火山)はないがライン川の下流方面にはかなり広く 第三紀末-洪積世の火山(岩質は trachy-andesite, phonolite, basalt など) および火山礫が存在しており 盛んに採掘 利用されている。その生産量は世界一である。フランクフルト コブレンツ ポン付近を中心として開発されているようであるが 詳しいことは解らない。火山礫は volcanic cinder である。

オーストリア

オーストリアでは trass と呼ばれる火山噴出物が 採掘利用されている。trass というのは トラカイト (trachyte) 質の軽石粒からできているものである。過去5年間 20,000~40,000トンの年産を続けている。

フランス

フランス中南部のオーベルニュー地方 中央山塊中にある洪積世の火山 ピュイ・ド・パリウー ピュイ・ド・コム ピュイ・ド・ドーム などは 安山岩質の岩津丘や円頂丘でこれらの地区で 火山礫が採掘されているらしい。しかし火山礫の需要の多いのは フランス北部 東部地方で オーベルニューからの距離が遠いので 火山礫使用の普及が妨げられているという。過去5年間 40~50万トンの生産を続けており 年々増加している。

フランスにおける1963年の火山礫の種類別生産量は

| | |
|----------|----------|
| pumice | 1,870 t |
| pozzolan | 55,533 t |

と 細粉がほとんどである。

イタリア

イタリアは有名な火山国で 火山礫の産出も多い。イタリアの火山礫(pumice, pomicite, pozzolan)の産地は 2つの地区に分けられる。1つは Lipari 島で 他はローマを中心とする Lazio 地方とこれに隣接する ナポリを中心とする Campania 地区である。

第二次大戦前はイタリアは 火山礫の最も重要な生産国であり かつ重要な輸出国であり 1939年には146,522トンの生産があった。当時は Lipari 島から全生産量の65%を生じ 主として研磨用として輸出に向けられていた。残り35%は Lazio Campania 地区から産出し

主として建築用に向けられていた。戦後は一時生産が著しく低下したが 間もなく回復し 今日では世界第二の産出をなしている。最近の資料がないが 1946年頃の Lipari 島における採掘の状況や製品の比率を記しておく。

Lipari 島の鉱床は島の東北部に数平方マイルを占めいくつかの休火山の火口から放射状に広がった 傾斜した層をなして分布している。その埋蔵量は5億トン以上と推定されている(1946)。pumice はあまり固くかたまっていないので 手掘りで採掘することができる。産出量の95%以上は露天掘で採掘されているが lump pumice に仕向けられるものは ある一定の層準に限られているので これは坑内掘により得ているようである。

採掘された pumice は 分離・篩分され 次の4つの銘柄に分けて市販されている。銘柄・大きさ 産出の割合を示すと 下のようになっている

| 銘柄 | 大きさ(インチ) | 割合 |
|----------------|----------|------|
| Lump pumice | + 2 | 1 |
| Pezzane | 3/4~2 | 8 |
| Chip | 1/4~3/4 | 45 |
| Lapillo powder | -1/4 | 26 |
| 廃石 | | 20 |
| | | 100% |

イタリアにおける 1962年の種類別生産量は

| | |
|----------|-------------|
| pumice | 349,862 t |
| pomicite | 165,000 t |
| pozzolan | 3,320,114 t |

となっている。おそらく pumice が Lump pumice, Pezzane に相当するものではなからうか。

ギリシア

ギリシアでは Santorin earth (または Santorini earth, Santorinite 細粒の dacite 質 pumice で Santorini 島が標式産地) が主要な火山礫として産出している。産地は Santorini(Thira)島と Yali 島 (Dodecanese 群島)で 1956年に4つの会社が稼行している。1958年には全生産量の1/3を輸出している。

1963年の種類別産出量は

| | |
|----------------|-----------|
| pumice | 88,000 t |
| Santorin earth | 220,000 t |

アイスランド

アイスランドも著名な火山の多い島で Hafnarfjordur 付近に pumice の大鉱床があり 1961年頃 西ドイツの会社によって ブロック用に採掘された。

カナダ

Saskatchewan 州 Alberta 州 British Columbia 州に pumice の鉱床がある。British Columbia 州の鉱床は Vancouver の北方 約200km Bridge River 地区にあるが 鉱床の規模が小さく また搬出が不便なため1943年頃 50トン採掘されたのみで休止した。現在はアメリカから輸入し Vancouver の工場処理しているにすぎない。輸入量も少ない。

アメリカ

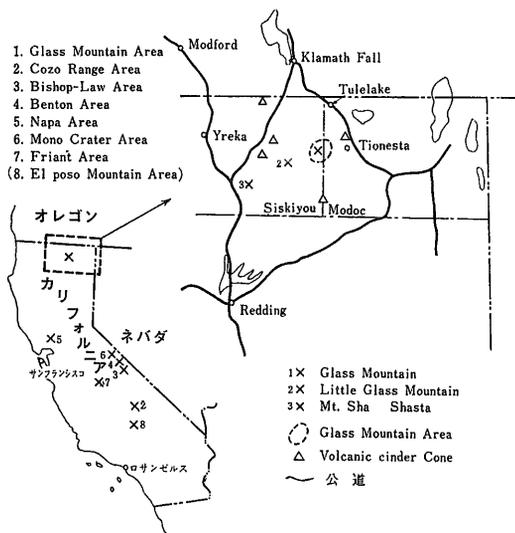
アメリカ合衆国の火山礫の産地は その地質構造上の特长から 大陸内の西部諸州と ハワイ州に限られている。産出する火山礫の種類は pumice pumicite volcanic cinder で 産出量は volcanic cinder が多い。

〔生産量〕

1963年には アメリカ合衆国では 15州 97の会社・公団により 103の採掘場から 260万トン（以下アメリカ合衆国内の記載に限り トンの単位はショート・トン（意味する）の火山礫の生産があった。内訳は pumice, pumicite が105万トン（1962年 53万トン）volcanic cinder が157万トン（1962—176万トン）となっている。過去3年間の州別の生産量は 第4表のとうり。

〔産状〕

アメリカにおける火山礫の産状として やや古い詳しい資料のある California 州の例をあげて説明する。



第9図 カリフォルニアの pumice pumicite volcanic cinder 分布図

第4表 アメリカの pumice 生産量(州別)(単位: 1000st 1000 \$)

| 合衆国合計 | 1961 | 1962 | 1963 | | 各州の産出 County, p. は pumice v. は volcanic cinder, p.v. 両産する County あり |
|------------|------|------|------|------|---|
| | 生産量 | 生産量 | 生産量 | 金額 | |
| Arizona | 745 | 756 | 800 | 1877 | Cochise 他 3 v. |
| California | 610 | 573 | 460 | 2017 | Siskiyou 他 6 p.; Inyo 他 11 v. |
| Colorado | 44 | 76 | 60 | 87 | Costilla v. |
| Hawaii | 324 | 232 | 274 | 469 | Hawaii 他 4 v. |
| Idaho | 60 | 43 | 161 | 275 | Bonneville 他 1 p. |
| New Mexico | 339 | 308 | 322 | 850 | Bernalillo 他 3 v.; Rio Arriba 他 1 p. |
| Oregon | *1 | *1 | 422 | 664 | Deschutes p. |
| Utah | 60 | 28 | 28 | 46 | Beaver 他 1 v. |
| Wyoming | 20 | 42 | *1 | *1 | Sheridan v. |
| その他*2 | 261 | 189 | 91 | 293 | |
| 鉱山数 | 114 | 104 | 103 | | |

注1 数字の発表がなかったが 合衆国合計には含まれている
 *2 その他の州とは 1963では Kansas(Lincoln 他 1 p.) Nebraska (Custer p.) Nevada(Mineral 他 2 v.) Oklahoma (Beaver p.) Texas Washington このほかに American Samoa の産出50がある

California 州の pumice pumicite volcanic cinder は 第三紀 第四紀の火山地帯に分布しており 鉱床として採掘の対象となっているものは いずれも現世のもののみで 第三紀のものはほとんどない。採掘されている pumice は 灰色～白色 角礫状で 直径1/8インチ～10フィートのものまでである。不純物の珪晶鉱物として 石英 長石 黒雲母を含んでいるところは 日本のものとかかわりない。採掘されている pumice や pumicite は 産状や起源によって 次の4つの型に分けられる。

- (1) 風成堆積物——陸上の堆積物
- (2) 水成堆積物——層状をなし 砂岩 粘土層 礫層を夾む
- (3) 熱雲堆積物
- (4) 二次堆積物

これらのうち主要なものは (1) (2)である。

Volcanic cinder は 割れ目噴火によってできた cinder cone から採掘されている。大部分の cinder cone は 平面的にみると円形状をなし 直径は 30～1000m 高さは150m以上 のものが多い。cinder cone は成層しており 主として 1～数インチの角礫の集合で体である。角礫の色は 赤褐色～灰黒色～黒色である。

California における pumice pumicite volcanic cinder は 州内に広く分布しているが 採掘されており あるいはされたことのあるものは 次の地区内のものである。(第9図参照)

- ① Glass Mountain 地区 Siskiyou County, Modoc County の境界付近(以下 County は略す)
- ② Cozo Range 地区 Inyo 西部

- ③ Bishop-Laws 地区 Mono 東部 Inyo 北部
- ④ Benton 地区 Mono 東部
- ⑤ Napa 地区 Napa 北部
- ⑥ Mono Crater 地区 Mono 西部
- ⑦ Friant 地区 Madera 南部
- ⑧ その他 数箇所

以上のうち 生産量の多い Glass Mountain 地区について述べる(1955年の状況)。

Glass Mountain 地区は 軽石質の熔岩流の台地 火山岩滓丘より構成されている。 Glass Mountain 主峯付近は 2種の火山ガラス熔岩流からなり 上部の熔岩流(黒曜石質)の上層面の部分は多孔質となっている(天城山の抗火石の例によく似ている)。 この2種の熔岩流の上には 軽石礫の降下火砕物が堆積している(この降下軽石層は Glass Mountain では 20m の厚さであるが 16km 東の Tionesta の町付近では約10cm)。 この降下軽石層は上・下2層に分けられている。 磨きレンガ用(Scoring brick)のpumiceは Glass Mountain 山頂部付近の軽石岩塊から得られ 30~100cm大の塊として切出され Tulelake 町の工場で(3×3×6インチ)大のレンガに成形され “Grillmaster” の名の商品として市販されている。 骨材用の pumice は 降下軽石層から得られているが 主として 上層のより厚い部分(2~10m)が採掘の対象となっている。 Glass Mountain 地区には 8 鉱山(1955年)が稼行していたが 最大の鉱山は その掘場の大きさが 長さ230m 幅100m 深さ4mの露天掘であった。 Glass Mountain地区のpumiceはトラックで Tionesta に運ばれ ここで骨材用に処理され California 州の北・中部 Oregon 州の南部地方に出荷されている。 軽石礫は角礫状で 粉状~20cm 大で 少量の流紋岩 玄武岩などの外来礫や黒曜石礫を含んでいる。

Glass Mountain の西 16km にある Little Glass

Mountain にも 厚さ1~3mの pumice の層が分布しており Glass Mountain 地区よりは小規模ながら採掘されていた。 軽石礫の性質などはだいたい類似のものである。 現在は休止しているようである。

Volcanic cinder cone は Modoc County Tionesta の北 6km の East Sand Butte で大規模に採掘されている。 岩滓丘は 玄武岩熔岩流の上の高さ100mの円錐丘で 露天掘されている。 礫は黒・赤色で 1/4~3インチ大のものである。 Great Northern 鉄道のバスや土盛りに用いられていた。

このほか volcanic cinder は Siskiyou County の北部 (Mount Shasta の北方) のいくつかの岩滓丘から Southern Pacific 鉄道によって採掘されている。 また同じく Mt. Shasta の北方 Hotlum の近くでも採掘され Yreka や Sacramento 谷の北方地区へ ビルディングの骨材用として販売されている。 いずれも 黒・赤の礫で 角礫状 1/4~数インチ大のものである。 かなり採掘の進んだ岩滓丘では その中心部が玄武岩の岩栓で埋められていた。

Glass Mountain 地区の pumice は1935年頃より開発され 1936年より出荷され 次第に盛んになってきた。 1951年の出荷量は 35,000トン であったが 1966年には Glass Mountain を含む Siskiyou, Modoc 両 County の出荷量は粗鉱135,597トンと増加している。

〔採掘・処理方法〕

採掘はほとんど露天掘で行なわれる。 表土は一般にブルドーザーで排土される。 pumice, pumicite, volcanic cinder はブルドーザー パワーショベル トラックローダーで採掘され トラックで処理工場(おもに選別工場)に送られる。 処理工場は採掘場に近接していることもあり また 15km も離れた場所にあるところもある。 採掘にはほとんど火薬を使用しない。

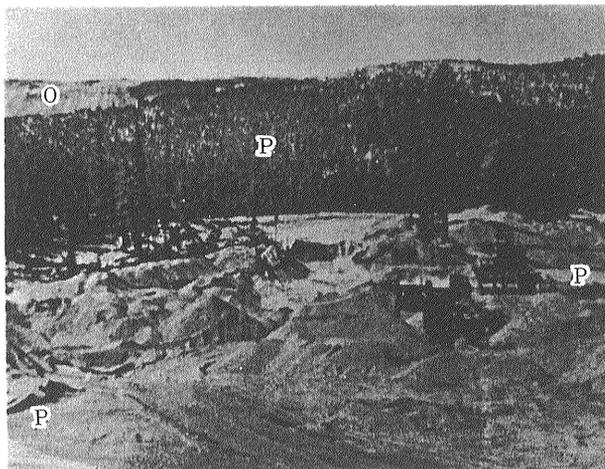


写真21 カリフォルニア州Siskiyou County, Glass Mountain の pumice の採掘場 P: 角礫質軽石の部分 OはPをおおう黒曜石熔岩流

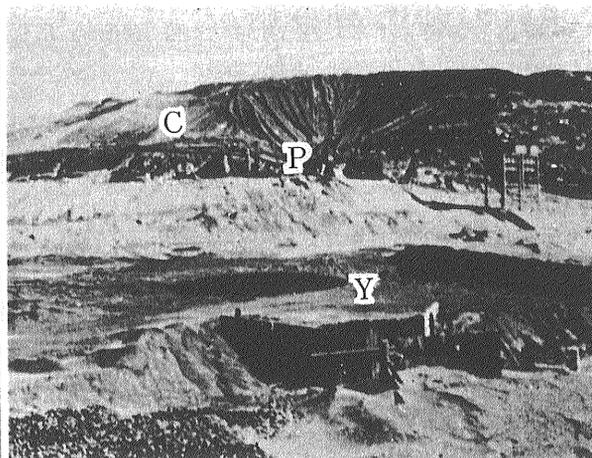


写真22 カリフォルニア州 Inyo County, Red Cinder Mountain のスコリア採掘場 C: scoria cone P: 処理工場 Y: 貯石場

1963年 アメリカ合衆国で採掘の行なわれていた 95 の鉱山* の規模を粗鉱の生産量別にみると 下表のようになっている(*第4表の数字より8少ない意味不詳).

第5表 アメリカの火山礫鉱山の規模(単位はショートトン)

| 年間生産量 | 100t以下 | 100~1,000t | 1,000~10,000t | 10,000~100,000t | 100,000~1,000,000t | 合計 |
|-------|--------|------------|---------------|-----------------|--------------------|----|
| 鉱山数 | 4 | 7 | 39 | 42 | 3 | 95 |

火山礫の処理の設備としては 単に篩1つで行なうところから 一次 二次のクラッシャーや篩を用いて 数種類の商品を作り出す大規模な工場まである.

pumice や volcanic cinder でコンクリートの骨材用に向けるものは 普通 3/4 インチの篩上を仕向けている. pumice で プラスター用や研磨用に向けるものは 一次破碎し篩分したものを ハンマーミルによって二次破碎し 乾燥して篩分けしている. pumicite は乾燥し細粒とし風力選鉱して -325 メッシュの細粉を回収している. 火山礫からの種々の商品の製造工程と商品の粒度は次表に示す.

第6表 火山礫処理方法(アメリカの例)

| 商品 | 粒度 inch又は mesh | 処理方法 |
|--------------|----------------|-------------|
| 骨材用 | +3/4 | |
| プレキャスト骨材用 | 3/4~5/16 | J.S. |
| ブロック用 | 5/16~粉 | J.S. |
| プラスター用 | 1/8~1/16 | 2nd H.D.S. |
| シックイ用 | 1/8~粉 | 2nd H.D.S. |
| ペイント混合剤 | 20~50 | 2nd H.D.S.* |
| 研磨用 | 20~50 | 2nd H.D.S. |
| 細かい研磨用 | 80~200 | 2nd H.D.S.* |
| ホゾラン用 | 200~325 | 2nd H.D.S.* |
| J. ジョークラッシャー | 一次破碎 | D 乾燥 |
| S 篩分 | | * 特種なミルを用いる |
| 2nd H | ハンマーミル二次破碎 | |

〔用途および価格〕

1962 1963年のアメリカにおける火山礫の用途別使用量および金額は 下表のとおりである.

第7表 アメリカにおける火山礫使用量表

| | 1962 | | 1963 | |
|--------------|------|------|------|------|
| | 使用量 | 金額 | 使用量 | 金額 |
| 研磨用 | 35 | 773 | 25 | 2972 |
| コンクリート混合物・骨材 | 1006 | 592 | 894 | 1123 |
| 鉄道用バラス | 698 | 1118 | 609 | 6578 |
| 道路工事用 | 482 | | 846 | |
| その他 | 76 | | 244 | |
| 合計 | 2297 | | 2618 | |

単位 使用量 1000ショート・トン 金額は1000\$

価格は用途により差が大きい 2~3の例をあげると

| | |
|---------|------------------|
| ○鉄道用バラス | 0.89ドル |
| ○道路工事用 | 1.67ドル |
| ○骨材用 | 3.04ドル |
| ○防音・断熱材 | 9.94ドル |
| ○研磨用 | 34.48ドル |
| 以上いずれも | 1ショート・トン当り(1962) |

メキシコ

Ensenada の南に pumice の大きな鉱床のあることが報告されている. 1955年にアメリカの California 州にわずかに輸出したことがある.

ニュージーランド

ニュージーランド北島に pumice の鉱床が諸所にあり 採掘されている. とくに Mangakino (Taupo 湖北方30マイル)に大鉱床がある.

以上のほか 西インド諸島 ペルー ブラジル インドネシア フィジー島 に pumice の鉱床のあることが報告されているが 開発に至っていない. しかしこのうち 西インド諸島の鉱床は アメリカ合衆国の東部に近いので 開発される計画がある.

IX むすび

火山礫について本項を執筆するに当り 次の方々からお教をたまわり あるいは貴重な資料をいただいた. ここに記してお礼を申上げる.

日本ライトグラベル社 小西氏; 星野温泉 星野氏; 群馬県軽石協同組合 上村氏; 伊豆大島 富永氏; 鹿児島県庁 大城氏; 同和鉱業 加茂野氏; 日本セメント 小栗氏; 北海道建材ブロック工業組合; 地質調査所北海道支所 斎藤氏; 真鶴町役場; 東京通産局

参考とした文献は 次のとおり(外国のものは略す)

- 5万分の1地質図 同説明書; 斜里 斜里岳 小清水 深 琴山 屈斜路湖 愛別 下富良野 御影 白老 鶴川 苫小牧 登別温泉 門別 赤城山 三宅島 鹿屋
- 7万5千分の1地質図 同説明書; 鬼首 熱海
- 町田(1964); 地学雑誌 v. 73 n. 5
- 洪川市商工課(1959); 榛名東麓軽石埋蔵量実態調査報告
- 山田・中村・荒牧・村井・貝塚・郷原(1963); 第四紀研究 v. 3 nos 1~2
- 山田(1958); 地団研専報 第8号
- Taneda(1940); 東大卒論
- Tsuya(1955); Bull, Earthq. Res. Inst., v. 33
- Aramaki (1956~1957); Jap. Jour. Geol. Geog. v. 27, v. 28
- 中村(1963); 科学 v. 33 n. 3
- 白山(1963); 土木施行 v. 4 n. 11.
- 一色(1963); 国際火山学会の際の資料
- 平賀 篠沢(1960); 軽量コンクリートの施行 丸善



地学と
切手

上信越高原国立公園

堀内 恵彦

本州中央部の群馬・長野・新潟の三県に広がる 平均1500m級の高原地帯で 群馬・新潟県境の谷川岳から群馬・長野県境の浅間山に達する区域と 新潟・長野県境の妙高・戸隠連峯区域の二地区 総面積1889.15km²の地域で 昭和24年9月7日に国立公園に指定されました。

上信越区域は谷川・苗場・岩菅・白根・浅間の各山とそれに連なる高峯が利根・信濃の両水系の境界として続いており 妙高戸隠区域は中小火山の群集によってできています。これらの山嶺部には高山植物群やハイマツ シヤクナゲ等のある高山景観で 雷鳥・カモシカなどもみられます。とくに谷川岳の岩壁 沼沢地が樹林中に点在する苗場山 いおうの蒸気を噴出する白根山頂 相次ぐ大噴火に火山噴出物による奇観を呈する浅間山



複式火山の妙高山などは すぐれた景観です。これらの火山の間に 志賀・菅平・軽井沢・野反池・戸隠等の高原が散在し とくに志賀高原・野反池のミズバショウ・モウセンゴケ等の 湿原植物群は美しく 浅間山のツツジの群落は特長があります。高山ちようは多種類が生息しサンショウウオ等も生息しています。

溪谷としては 苗場山麓の清津峡が柱状節理の岩壁を連ねており 新緑や紅葉の名所となっております。この地域はまた温泉が豊富で 水上 湯曾曾 湯沢 谷川 猿が京 法師 四万 河原湯 花敷 草津 などの上越地区 山田 熊の湯 発喃 渋 湯田中などの山の内温泉郷 燕 関 赤倉 妙高などの妙高地区等多数あり 四季を通じてのレクリエーション地として好適です

切手は第一回が29年6月25日に 5円(浅間山) 10円(谷川岳)の2種。本年3月15日 5円(清津峡) 10円(野尻湖)が発行されました。

(筆者は元所員 現科学技術情報センター)

書 評

理学 岩石事典

理学博士 柴田 勇 編
技術士

本書は 岩石学(岩石の種類・成因・組織・初生構造等に関するもの) 岩石物理学(岩石の物性・熱・電気・磁気・放射性等に関するもの) 岩石化学(岩石の化学組成・溶解・風化等に関するもの) 岩石工学(岩石の工学的性 次生構造・岩石工事・変災等に関するもの) 有用岩石(工業用岩石・非工業用岩石・石材・砂礫・土壌等に関するもの) など 岩石の自然科学的ならびに 応用方面に関する諸種の事項を集録 これに簡単な説明と資料を付したものを第1部とし 岩石の組成・分類・識別法などに関する記述 および石材 その他有用岩石に関する資料を 第2部として編集されている。

に工科の学生・および岩石の一般知識を必要とする採鉱・採石・土木・建築などの技術者を おもな対象として 選択されている。

近年 わが国の経済の発展に伴って 建設工業ならびに製造工業の方面で 岩石の利用・開発が盛んとなったとき このような岩石に関する 理学的・工学的な諸データを多く集めた本書が発刊されたことは 地下資源関係および建設関係の技術者・研究者のために よろこばしいことである。

発行 白亜書房
定価 900円

本書に集録された事項の範囲 説明の程度 資料の内容等は 岩石学を参考科目として学習する理科 ならび

