

静岡県伊豆下田地区のカリ石英粗面岩について

—特にカリ肥料原料として—

上野三義* 武司秀夫* 河田茂磨* 大森江い** 山田貞子**

On the So-called Potash-liparite of Shimoda District, Shizuoka Prefecture
(Especially for Raw Material of Potash-fertilizer)

by

Mitsuyoshi Ueno, Hideo Takeshi, Shigema Kawada, Ei, Omori & Teiko Yamada

Abstract

So-called potash-liparite near Shimoda city occurs in pyroclastic rocks which are considered to be members of so-called Shimoda formations of Tertiary age.

In this area, there are two kinds of potash-liparite. One is Manzoyama body and the other is Uenoyama body and both are considered to be lava flows. Manzoyama body is exposed on the upper half of Manzoyama hilly mountain. Its length is about 1.8 km in NE-SW direction and thickness of main body is about 50~100 m. The major part of this body is composed of potash-liparite which has compact massive or brecciated structure, and plagio-liparitic facies is observed at the southwestern part of Manzoyama body.

Uenoyama body is distributed in the eastern side of Manzoyama body, and consists of potash-liparite which is characterized by rounded phenocrysts of quartz, 0.6~2 mm in diameter.

Those potash-liparites have porphyritic, brecciated texture or flow structure, and are purple grey, purple brown, dark grey and so on in colour. Microscopically, they are composed of phenocrysts of potash-feldspar (adularia) and groundmass showing trachytic texture.

Groundmass consists of lath-shaped potash-feldspars, fine-grained quartz, hematitic dusty minerals and a small amount of sericite replacing the potash-feldspar.

Generally, sedimentary rocks, near the potash-liparite are affected by adulariazation, and veinlet of adularia and impregnation of fine-grained adularia and quartz are observed.

Those potash-liparites contain 6~12% K_2O and potash content of Manzoyama body is 9.74% K_2O , Uenoyama body is 7.98% K_2O in average.

Chemical compositions of typical potash-liparite in this area are given as follows:

	Manzoyama	Uenoyama
	(wt%)	(wt%)
SiO ₂	69.55	78.43
TiO ₂	0.31	0.28
Al ₂ O ₃	14.70	9.78
Fe ₂ O ₃	2.38	1.85
FeO	0.09	0.15
MgO	0.12	0.05
CaO	0.16	0.13
Na ₂ O	0.27	0.18
K ₂ O	11.37	8.12
Ig. loss	1.03	0.64
Total	99.98	99.61

(Analyst: Ei Omori & Teiko Yamada)

The total amount of ore reserves for raw materials of potassium fertilizer (K_2O , 8%) is estimated at about 68,000,000 metric tons.

要 旨

静岡県伊豆半島の南東部下田町北東地域にはいわゆる湯ヶ島層群・白浜層群など種々の岩層が複雑に分布しカリ分に富む特種な噴出岩が露出する。当地域のカリ石英粗面岩類は分布状態と外観性状により万蔵山熔岩と上ノ山熔岩に区別される。万蔵山熔岩は下底で湯ヶ島層群最上部層と推考される安山岩質角礫凝灰岩を覆い下田町北端の武山から万蔵山付近の台地状平坦地まで北東—南西方向に延長約 1.8 km の範囲に露出し、推定厚さは 50~100 m である。また稲生沢川に接した南西端では、柱状節理が発達した淡青灰色の斜長石英粗面岩が、万蔵山熔岩の主要部分を占めるカリ石英粗面岩と密接しており、両岩は漸移関係にあるものと推定される。

上ノ山熔岩は見掛け上万蔵山熔岩の下位を占めこれと近接して東側の間戸浜、上ノ山部落を経て東海岸付近まで東北東—西南西に長く約 1.4 km の間に露出しその厚さは 35~55 m の範囲で変化する。これら両熔岩間の地質的相互関係が明確に観察される所は少ないが、両熔岩は板見層堆積以前の噴出によるもので中新世末期の火山活動期に流出したものと推考される。

両熔岩中の石基カリ長石のX線回折試験結果と斑晶カリ長石が光軸角 $2V(-)=70\sim 83^\circ$ であることにより氷長石に同定され、周辺および万蔵山山頂に乗る堆積岩類が氷長石化、珪化されていることは当地域のカリ石英粗面岩が後生的カリ変質作用の結果生成されたことを示すものと思われる。万蔵山熔岩に属するカリ石英粗面岩は暗紫灰色を呈して石英斑晶を欠き、緻密質塊状・角礫状・流雲状または同心円状の縞模様などの外観を示し節理に乏しい。本岩は斑晶カリ長石と短冊状カリ長石、石英、赤鉄鉱などからなり粗面岩構造または流状構造を示す石基とで構成され角礫状を呈する部分の基質部は特に微細な赤鉄鉱が多い。カリ含有量は K_2O : 9~12% 程度のもので 80% 以上を占め平均値は K_2O : 9.74% である。

上ノ山熔岩は青味を帯びた淡紫灰色を呈し緻密質で角礫状を示すものが少ない。本岩は石英・カリ長石の斑晶と単柱状カリ長石・石英・絹雲母・ガラスなどからなる粒状組織の石基で構成され、著しく斑晶石英に富み赤鉄鉱が少ないのが特徴である。カリ含有量は K_2O : 約 6~10% の範囲で品位分布に変動が多く、平均値は K_2O : 7.98% であった。

* 鉱床部

** 技術部

上記両熔岩におけるカリ石英粗面岩の鉱床量はそれぞれ 4,000万 t 以上が推定されるが、カリ肥料原料用として開発するためには立地条件、カリ含有量および品位変化の程度などを併せ考えると万蔵熔岩の方がより稼行価値に富んでいる。

1. 緒 言

静岡県伊豆半島の南東部下田町付近には万蔵山および上ノ山の丘陵地を構成してカリ分に富む特殊な石英粗面岩が露出している。このカリ石英粗面岩は第二次大戦中にカリ資源として利用研究が試みられたが、本格的生産に至らず終戦となりこんにちまで未開発状態にある。しかし最近になって東京工業試験所の鈴木篁がカリ石英粗面岩を主原料とするク溶性カリ肥料の製造に成功し再び当地域のカリ石英粗面岩が注目されるに至ったので、筆者らは昭和 33 年 5 月に工業技術院特別研究費により調査を実施した。

調査に当り地形実測は測量課磯巳代次が担当した。東京大学片山教授からは岩石学的な面で指導を受けまた下田町役場の各位から調査上の便宜が計られた。ここに記して深謝の意を表わす次第である。

2. 位置および交通 (第1図参照)

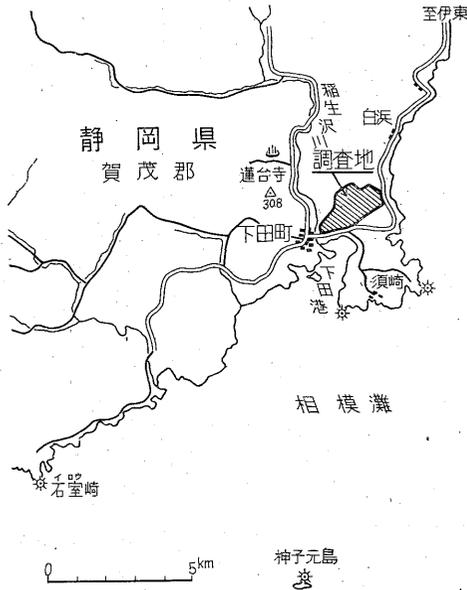
調査地域は静岡県賀茂郡下田町の北東裏山に横たわる万蔵山と、その東側に接した上ノ山丘陵地を含めた伊豆半島の南端部に近い下田町から、東海岸の原田・柿崎部落一帯である。

当地域に至るには東海道線熱海駅から伊東を経て、伊豆半島の東海岸沿いの国道をバスで南下すると約 3 時間で下田町に到達する。カリ石英粗面岩の分布地域は、下田町から徒歩約 30 分以内で一巡することができる。

3. 地形および地質 (第2図参照)

当地域は西部地区では蛇行南下して下田湾に注ぐ稲生沢川の流域と海岸沿いに平坦地をつくり、下田町から原田までの北東地区には標高 60~200 m 程度の緩慢な小山が起伏する。しかし万蔵山以北の変形安山岩類で構成される地域は、多くの小沢により地形が解析されて急峻な斜面の山地が連立し、また高根山 (343.3 m)・下田富士 (約 190 m) など噴出岩が所々に聳立している。

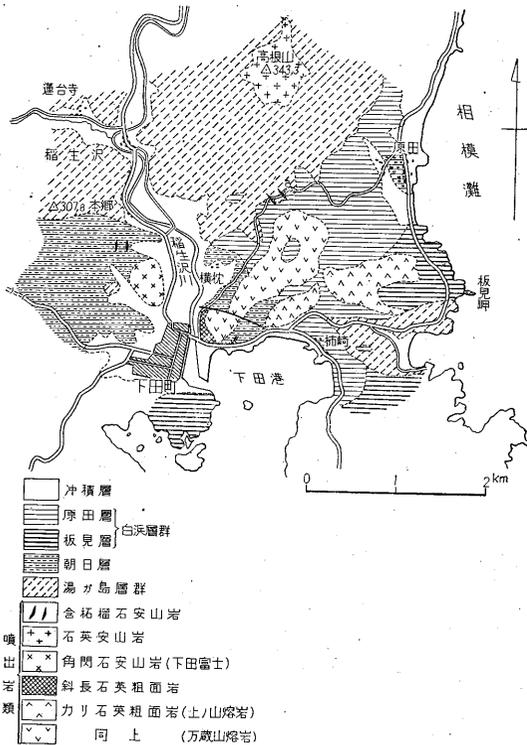
万蔵山 (200 m) から武山 (85 m) まで北東—南西方向に分布する万蔵山カリ石英粗面岩は、熔岩台地の地貌を呈し、稲生沢川側から眺めると緩やかな起伏を伴う



第1図 調査位置図

平坦な稜線が展望されるので、寝姿山ともいわれ下田名勝の1つになっている。

当地域の地質は大別して第三紀堆積岩類と第三紀火山活動期に噴出した噴出岩類によって構成されているが、



第2図 下田町近傍の地質図

これらが互いに錯綜した分布状態を示し、特に本地域にみられるいわゆる湯ヶ島層と白浜層の層序の関係については、問題の多い地域である。しかし筆者らは地質調査の結果、地層の岩相および含まれる化石を検討して、渡辺景隆助教授ら⁹⁾の地層名分類にならって、当地域の堆積岩類を次のように区分した。

- | | | |
|-------|------------------------------|-----------|
| 白浜層群 | { 原田層 (上部白浜層)
板見層 (下部白浜層) | 鮮新統 |
| 朝日層 | | : 上~中部中新統 |
| 湯ヶ島層群 | | : 下部中新統 |

しかし5万分の1種子元島図幅説明書⁹⁾および下田図幅を担当した小野晃司⁹⁾らによれば第三紀層と噴出岩類は鮮新世から中新世に至る間に形成されたものと解釈し、特に当地のいわゆる湯ヶ島層群に含まれるかどうかは疑問が持たれている。

湯ヶ島層群: 本地域の湯ヶ島層はおもに暗緑色の変朽安山岩と安山岩質の凝灰岩からなり、万蔵山の北側から北西地区の蓮台寺温泉一帯にわたって分布し、朝日層に不整合に覆われ、本地域の基盤をなしている。また上ノ山部落の東側から国道沿いには東海岸まで白浜層群に覆われて東西方向に長く露出している。変朽安山岩は暗緑ないし緑灰色を呈し、一般に著しい緑泥石化および炭酸塩化作用を蒙っており、地域東部横枕以北には集塊岩状の変朽安山岩が各所で認められる。本岩の顕微鏡観察によると累帯構造を示す曹灰長石 ($Ab_{35} An_{65}$) および普通輝石の斑晶と短冊状斜長石、ガラス質物、磁鉄鉱などからなる石基で構成され、石基中に微細な石英・緑泥石が生成されているものが多く、また変朽安山岩化の進んだ部分では斑晶が緑泥石・石英・方解石によって置換され、斑状構造が不明瞭になっているものがある。

変朽安山岩中に挟まれる角礫凝灰岩および凝灰岩層を検鏡すると、しばしば微細な海緑石集合体が認められ、当地区の湯ヶ島層からは化石を発見しなかったが、おそらく海底火山噴出物と思われる。これら変朽安山岩類について化石対比など時代決定のための資料が得られなかったが、中伊豆および白川地区の含化石石灰岩層を伴う湯ヶ島層標式地のものに岩相が酷似しているの湯ヶ島層とした。

朝日層: 当地域の朝日層は湯ヶ島層群に属する変朽安山岩上に不整合関係で堆積した酸性火山砕屑岩層であり、万蔵山カリ石英粗面岩で構成される稜線の両側と稲生沢川以西地区に分布し、朝日層露出地の東端部は間戸浜付近にあって、上ノ山カリ石英粗面岩または白浜層で覆われる。元来朝日層の標式地は、下田町西方約4kmの朝日村一帯に発達した地層であり、下部層に安山岩質熔岩流が多く、上部層が斜長石英粗面岩質凝灰岩からな

るものであるが、当地方では安山岩質熔岩は露出せず、斜長石英粗面岩質凝灰岩だけが見られ、石英粗面岩・粗面岩質安山岩・安山岩などの小礫を含んでいる。

白浜層群：白浜層群は稲生沢川以東の柿崎・原田および須崎半島の大部分に発達する鮮新統の堆積岩で、変朽安山岩礫を含む安山岩質碎屑岩類からなる板見層（下部白浜層）と、安山岩質凝灰岩・砂質凝灰岩の累層からなる原田層（上部白浜層）に区分される。板見層は板見岬から白浜の南端までの分布地域を標式地とし、湯ヶ島層の変朽安山岩上に堆積した安山岩質の暗緑色凝灰岩および紫褐色角礫凝灰岩の互層であり、凝灰岩層中に挟まれる凝灰質砂岩層には偽層が発達している。原田層は柿崎付近から万蔵山および上ノ山カリ石英粗面岩の一部を覆って原田・長田方面の海岸線に近い所に堆積し、原田—横枕間の道路沿いと柿崎地区では直接湯ヶ島層群を不整合に覆っている。本層は白色ないし淡青色の凝灰質砂岩が優勢で、凝灰岩がこれに次ぎ、厚さ 2~5m の凝灰質頁岩と凝灰質砂岩・頁岩の縞状互層が挟まれる。一般に層理が認められ、特に凝灰質砂岩には偽層が発達する。板見層と原田層との接触面を直接観察し得なかったが、両層中に含まれる貝類、珊瑚、軟体動物などの化石にきわめて類似性が強いことから、両層は互いに整合関係にあるものと考えられている⁹⁾。

3.1 噴出岩類

当地域に露出する噴出岩類には石英安山岩・輝石安山岩・含柘榴石安山岩・斜長石英粗面岩・カリ石英粗面岩などがあり岩脈・岩頸または熔岩流の産状を示している。

石英安山岩：本岩は下田町の北北東約 3km にある高根山（標高 343.3m）の山頂部を構成し、湯ヶ島層群の変朽安山岩上標高約 200m 以上に分布し、下底には角礫凝灰岩を伴う。外観は灰色または淡灰色を呈し径 1~2mm の石英斑晶が多く流理構造を示す。顕微鏡下では累帯構造を示す中性長石、融蝕形の石英および少量の角閃石斑晶とガラス質物、短冊状斜長石からなる石基で構成され、一般に緑泥石化が著しい。本岩はところにより脱玻璃作用により微細な石英・カリ長石が生成されており、アルカリ含有量は $K_2O: 2.45\%$, $Na_2O: 3.44\%$ である。

角閃石安山岩：本岩は下田町の北西 0.5km 稲生沢川西岸の平坦地に下田富士といわれる円錐形の山地をつくり、朝日層を貫いた岩頸状の角閃石安山岩である。柱状節理が発達し暗灰色または灰緑色を呈する。鏡下では中性長石 ($Ab_{58} An_{42}$)、角閃石が斑晶をなし石基には短冊状斜長石、ガラス質物、斜黴簾石、磁鉄鉱、チタン鉄鉱などが認められ、また石基の斜長石は著しい流状構造を示す。

含柘榴石安山岩：本岩は万蔵山カリ石英粗面岩の北側では変朽安山岩を、また稲生沢川の西部本郷地区では朝日層を貫き岩脈として露出する。本岩は暗緑ないし青緑色の緻密質安山岩で紅褐色の柘榴石を含み、鏡下では曹灰長石 ($Ab_{92} An_{58}$) の成分を示す斜長石と普通輝石が斑晶をなしている。本岩はほとんど変質されることなく石基が流状構造を示し、ガラス質物に富んでいるため肉眼的にも変朽安山岩と明瞭に識別される。

斜長石英粗面岩：当域の斜長石英粗面岩には (1) 万蔵山熔岩の南西端部に密接して露出するもの (2) 間戸浜付近の国道で朝日層を貫いた岩脈状のものおよび (3) 板見岬の突端にあって上ノ山熔岩の一部と推考されるものがあり、いずれも径 0.6~2mm の斑晶石英に富み、淡青灰色を呈する。(1) および (2) は累帯構造を示す曹長石斑晶の間を埋める隠微晶質石基中にカリ長石が生成されており、(3) は斑晶斜長石の一部は氷長石化作用を受けてカリ長石で置換され (図版 1 参照)、また岩石全体が著しく緑泥石化されている。斜長石英粗面岩中のアルカリ含有量は次の通りである。

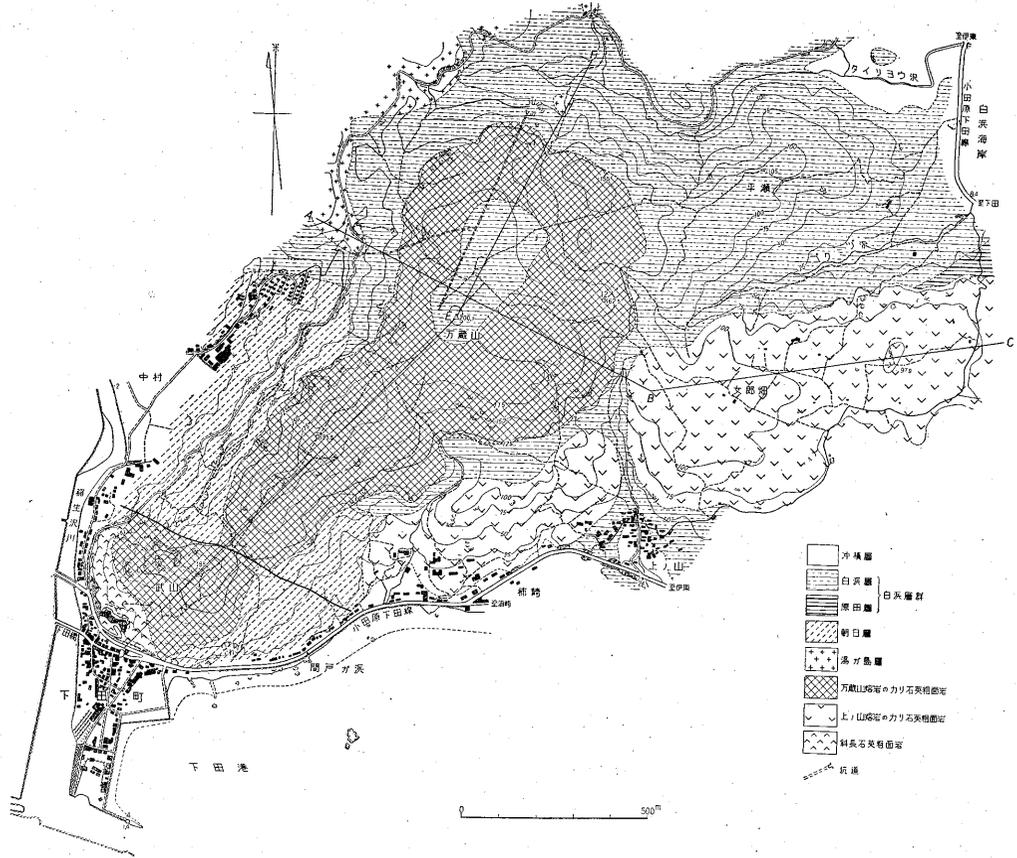
	$K_2O(\%)$	$Na_2O(\%)$
(1)	1.5~4.5	2.0~4.38
(2)	2.05	3.46
(3)	7.34	1.32

4. カリ石英粗面岩 (第3図参照)

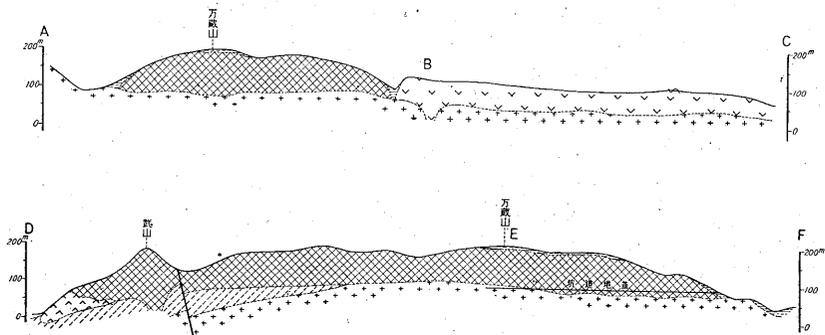
当地域の主要なカリ石英粗面岩は外観上の性状と地形および賦存状態から熔岩流として噴出したものと推定される岩体で、万蔵山熔岩と上ノ山熔岩との2種に区別される。

4.1 万蔵山熔岩 (カリ石英粗面岩・斜長石英粗面岩)

万蔵山熔岩に属するカリ石英粗面岩は、白浜海岸に注ぐタイリョウ沢の上流にあるマンガン鉱脈稼行当時の主要運搬坑口付近を北限とし、標高 200.1m の万蔵山を構成するなだらかな丘陵性山地に拡がり、これより北東—南西方向の尾根を経て稲生沢川東岸に聳立する武山(185m)まで連続した露出を示し、総延長約 1,800m にわたって分布する。本岩の下底部は分布地域北部の主要運搬坑道および下田町管住宅から東に掘進した立入坑内で観察すると明らかに湯ヶ島層群の変朽安山岩および同質角礫凝灰岩を覆い、万蔵山山頂の平坦地には原田層がカリ石英粗面岩上に載っている。また万蔵山山頂直下の坑内ではカリ石英粗面岩の下盤が緩勾配で北方へ下り、武山北斜面付近で雲が流れたような (流雲状) 同心構造を示すことなどから、本岩は武山付近を噴出孔として熔岩が北方へ流出したものと推定され、その噴出時期は付近の地質状態との関係から朝日層の堆積初期と考えられる。



第3図 a 伊豆下田町カリ石英粗面岩地域地形および地質図



第3図 b 推定断面図

本岩の厚さは万蔵山付近で約 100 m 程度であるが、NE-SW に延びる尾根の方向に漸次厚さを増し、噴出当時の厚さは最大約 170 m を推定し得る。地形の開析により現在では 50 m から 100 m の間で変化している。

次に万蔵山熔岩の分布地域南西端に当る武山の南斜面中腹以下にはカリ石英粗面岩に密接して柱状節理が発達し、淡灰色ないし灰青色を呈する斜長石英粗面岩が露出する。本岩はカリ石英粗面岩に較べて軟質で肉眼的な流

状構造を欠き、角礫状のものおよび石英斑晶を認めない。顕微鏡下で観察すると累帯構造、カルスバット式またはアルバイト式 双晶のある灰曹長石 ($Ab_{75} An_{25}$) 斑晶と短冊状斜長石、ガラス質物、カリ長石からなる石基とで構成され、粗面岩構造または流状構造を示すものがある。またところによりガラス質物を置換して葉片状に集合したり波状消光する低複屈折の微粒状および針状の石英よう鉱物がかなり含まれるものがあり、X線試験に

よると 4.105 Å (無補正) に強い回折線が現われいわゆる高温型のクリストバライトに属するものと考えられ、石英の回折線は全く現われない。斜長石英粗面岩とカリ石英粗面との関係を見ると、斜長石英粗面岩が稲生沢川沿岸から小田原一下田間の国道に沿って弧状にカリ石英粗面岩をとりまき、その境界線が不規則に密着していること、斜長石英粗面岩中の斜長石斑晶を、カリ長石が交代している状態を直接観察することはできなかったが、石基中に長さ 0.08 mm 程度のカリ長石を認め、化学分析の結果 $K_2O: 1.51 \sim 4.52\%$, $Na_2O: 2.02 \sim 4.27\%$ のアルカリ含有量があり、 Na_2O/K_2O が相互に逆比例的な増減関係 (第5図参照) を示すこと、カリ石英粗面岩周辺の堆積岩 (朝日層および原田層) と万蔵山熔岩下底部の捕獲された変朽安山岩などにカリ長石の生成をみることなどから、万蔵山熔岩の大部分が噴出後のカリ交代作用 (氷長石化作用) によってカリ石英粗面岩が形成されたものと推考される。

一方万蔵山熔岩の主要部分を占めるカリ石英粗面岩は、一般に緻密質で、きわめて硬く淡灰紫色または帯紫

褐色を呈し、噴出岩としては節理がほとんど認められないのが特徴である。露頭を丹念に観察してゆくと熔融角礫状を呈するものが岩体の各所に伴われ、万蔵山の西斜面で1カ所、板状節理の発達する部分を認めた。熔岩中にはガラス質物に富み、貝殻状断口を示すもの、流状構造の明瞭なもの、淡青灰色と紫褐色の部分が縞状配列したり、流雲状の同心構造を呈するもの、角礫状構造のあるものなどが複雑に入り混りこれらが規則的な配列を示していない。また熔岩流の下部ないし周辺部には変朽安山岩礫が含まれ、岩体の内部はカリ交代質作用後の珪化作用、または絹雲母化作用によって随所に石英と絹雲母が生成され、外観はほとんど未変質状態にあると思われる緻密質な岩石中にも、例外なく斑晶カリ長石を置換した絹雲母が認められ、特に NE-SW 方向の中央部尾根西斜面では石基中に少量の方解石を含むものが多い。また著しく珪化され脱色したもの、および斑晶カリ長石全体が絹雲母化され、さらに風化溶脱したものが地表近くでよくみられ、多孔質粗鬆な岩石になっていることがあり、坑内の緻密質淡青灰色のカリ石英粗面岩からは斑晶



第4図 伊豆下田町カリ石英粗面岩類の K_2O % 品位分布図

カリ長石を置換した絹雲母・緑泥石および緑簾石を認め、このほか熔岩を貫いた幅 2~10 mm 程度の石英細脈およびマンガン (?) 細脈がカリ石英粗面岩分布地域の中央部尾根以東によく発達し、まれに石英とカリ長石からなる細脈が網脈状に生成されている。

カリ石英粗面岩を鏡下で観察すると、一般に長さ 0.6~1.5 mm 程度の自形ないし半自形カリ長石斑晶と、径 0.02~0.06 mm の粒状石英、長さ 0.15~0.4 mm の短冊状カリ長石およびガラス質物からなる石基とで構成され、径 0.002~0.03 mm 大の半透明暗褐色塵状鉱物が散点する。石基は粗面岩構造を示すものが多く、比較的ガラス質物に富む部分では斑晶を囲んで短冊状カリ長石が環状に配列して流状構造が著しく、脱玻璃作用が充分行なわれていないものほどカリ長石結晶が小さく、0.02~0.08 mm 程度である。斑晶カリ長石は、多くの場合福島県柳津町地区に産するカリ石英粗面岩の斑晶カリ長石と同様に結晶内部が不均一の光学性をもついわゆる葉片状構造を示し、その一部が絹雲母で置換されている。(図版 2 参照) また斑晶カリ長石は石基中のカリ長石と同様に低屈折率で弱い複屈折を示し、光学性は $2V(-)=80^\circ$ で氷長石に類似した性質を示している。

角礫状構造を示すカリ石英粗面岩は、径 2~30 mm 程度の礫質部とこの間を埋めた基質部とからなり、礫質部には原岩の粗面岩構造を認め、その周辺には薄い酸化マンガンを伴う石英の細脈が生成されているが、基質部中には短冊状カリ長石が少なく径 0.003 mm 以下の黒褐色塵状鉱物が濃集し、礫質部中にも褐紫色微斑点状鉱物が網脈状に含まれている (図版 3 参照)。これらの塵状鉱物が鉱染するために、地表近くではカリ石英粗面岩が紫褐色を呈し、また非酸化帯では黒色不透明の微粒状鉱物として含まれ、いずれもその条痕は赤褐色を示す。岩石の鉄含有量における Fe_2O_3/FeO からこれらは酸化鉄鉱 (赤鉄鉱?) と思われるが、斑晶および石基中のカリ長石中には包襲されていない。

4.2 上ノ山熔岩 (斑晶石英に富むカリ石英粗面岩)

上ノ山熔岩に属するカリ石英粗面岩は、万蔵山の南麓斜面の間戸浜地区と上ノ山部落の北側にある女郎畑丘陵地上に分布する。上ノ山部落付近では原田層に覆われ露頭の一部分が分断されているが、おそらく万蔵山熔岩に近接した女郎畑丘陵地の東端部付近に岩頭があったものと推定され、東北東-西南西方向に最大約 1.4 km にわたって分布し、厚さはほぼ 35 m から 55 m までと推定される。万蔵山熔岩と直接している所は認められないが、地形上からは万蔵山熔岩の下位にあり変朽安山岩を覆い、また西端部で朝日層を覆っており、柿崎以東地区では板見層中に上ノ山熔岩の礫を含むことから、上ノ山熔

岩の噴出時期は朝日層以後板見層以前、すなわち中新世後期と推定することが可能である。

上ノ山熔岩の主要部分を調査した限りでは、斜長石英粗面岩に属する岩相は認められず、一般に淡青灰色または紫褐色がかかった淡灰色を呈し、万蔵山熔岩のカリ石英粗面岩に較べて風化しやすく、紫褐色の程度が弱く、融蝕形の石英斑晶を多量に含むのが特徴であり、まれに径 6 mm に達する石英を認める。また地表に露出するものの中には灰白色を呈して粘土化され、 K_2O 4~6% の部分が各所に現われ上ノ山熔岩の末端付近、特に上ノ山部落以西地区では朝日層および変朽安山岩礫を捕獲し、緑泥石を網脈状に含むものや柱状節理が発達した所が少ない。

一方上ノ山熔岩の周辺および万蔵山熔岩分布地区の中部以北にみられる原田層の角礫凝灰岩および凝灰質砂岩中には、珪化作用とカリ長石生成による変質帯が発達し、特に万蔵山山頂部を薄く覆う安山岩質細粒角礫凝灰岩は著しく珪化され、ガラス質物を置換した微細なカリ長石が認められ、 K_2O 1.9~6.5% を示し、赤鉄鉱を散点する。また女郎畑丘陵地の北側丘陵地をなす平瀬から万蔵山熔岩と上ノ山熔岩に接する地域の凝灰質砂岩はやや堅い変質帯となり、赤鉄鉱が濃集して縞模様を造り、長さ 0.08~0.15 mm のカリ長石が散点し、しばしば石英、カリ長石からなる幅 1~3 mm の細脈が貫き、この変質帯では 4~6% 程度の K_2O 含有量を示すものが多い。このような状態は見上敬三によっても報告³⁾されているところであるが、このことから当地域のカリ石英粗面岩がカリ交代作用、なかんずく氷長石化作用によって形成されたものと推考することができる。

上ノ山熔岩のカリ石英粗面岩には、外観上緻密質塊状のもの、角礫状構造を示すものと大別されるが、後者に属するものは少なく、また万蔵山熔岩に見られる流雲状同心構造を認めない。緻密質のカリ石英粗面岩を鏡下で観察すると斑状構造が明瞭で、長さ 1.5~3 mm の半自形カリ長石 ($2V=-70^\circ \sim 83^\circ$) と熔融反応リングを伴う融蝕石英が斑晶をなし、この間を埋めた短柱状カリ長石、径 0.02~0.05 mm の石英、ごくわずかなガラス質物および径 0.002~0.01 mm 程度の黒褐色塵状鉱物からなる石基とで構成されている (図版 4 参照)。またこの種岩石には流状構造を示すものはまれで石基を貫く石英・カリ長石の細脈がよく認められ、斑晶長石は葉片状構造を示し絹雲母で置換されたものが多く、原岩の長石は数個のカリ長石の集合に変わっていることがある。

角礫状構造を示す紫褐色のカリ石英粗面岩は女郎畑丘陵地の北斜面にみられ、顕微鏡的には、緻密質のものとは異なる点はなく、濃紫色の部分が特に塵状黒褐色鉱

第 1 表

	試料番号	外 観 ・ 性 状	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	ノルム カリ長石 (%)	地区	
斜長石英粗面岩	1	淡褐灰色やや軟質風化	1.51	4.11	8.92	武山を構成する山地	
	2	淡紫色気味の灰色やや軟質	1.89	4.27	11.17		
	3	淡紫褐色, 水酸化鉄を縞状に含む緻密質	2.87	3.98	16.96		
	4	灰白色, 風化脱色した軟質	4.52	2.02	26.71		
	5	淡灰色やや緻密質	1.57	4.38	9.28		
	万蔵山熔岩	6	暗灰紫色硬質素地中にカリ長石斑晶と暗褐色赤鉄鉱集合体が散点する	11.68	0.35		69.03
		7	淡灰白色緻密質のやや軟質脱色部	13.71	0.35		81.02
		8	紫色気味の淡灰色軟質	11.30	0.30		66.78
		9	白色角礫状部と暗紫灰色の緻密基質部からなる。やや硬質	9.97	0.32		58.92
		10	淡紫色部と灰色部が流雲状に入り乱れる。やや脆軟質	11.61	0.27		68.61
		11	角礫状構造を示す灰紫色軟質やや風化	7.23	0.11		42.73
		12	紫褐色と淡灰褐色のむらを示す。やや軟質	6.12	1.75		36.17
		13*	礫質が灰色, 細かな角礫状構造ある紫褐色緻密質	10.80	0.39		63.83
		14	角礫状を呈する。やや珪化硬質, 酸化マンガン細脈を含む	8.73	0.27		51.59
		15	淡紫色と黄灰色が不規則に混る小孔に富む細粒状緻密	10.77	0.46		63.65
カリ石英粗面岩		16	角礫状構造あり, 基質部に赤鉄鉱多く小孔に富む	11.20	0.25	66.19	中央尾根地区
		17*	小孔多く暗灰紫色の硬質緻密	11.42	0.21	67.49	
		18	褐紫色多孔質で角礫状構造あり	8.43	0.18	49.82	
		19	暗灰色緻密硬質, 珪化され, 鉄マンガン鉱物の細脈あり	8.90	0.44	52.60	
		20	角礫状構造あり, 硬質小孔と方解石を含む暗灰色	9.42	0.26	55.67	
	21	暗灰紫色, 緻密硬質斑晶カリ長石, 小孔散点す	10.60	0.14	62.65		
	22	紫灰色細かな角礫状構造を示し, やや軟質	8.96	0.18	52.95		
	23	小孔散点し, 赤鉄鉱, 石英の細脈を網状に含む淡紫灰色	10.34	0.22	61.11		
	24	灰褐色と紫褐色の不規則なむらあり, 風化軟質	7.42	0.15	43.85		
	25	多孔質緻密白色で小孔中は粘土状物で填される	9.68	0.23	57.20		
	26	淡褐灰色小孔多くやや珪化	8.18	0.31	48.34		
	27	角礫状構造あり淡褐紫色やや軟質	8.61	0.18	50.88		
	28	淡灰色珪化流状構造を認め堅硬, 空洞中に石英晶出	7.94	0.26	46.92		
	29	淡灰色と淡紫灰色が縞状をなし斑晶溶脱した小孔あり, 小角礫状部を含む	9.83	0.18	58.09		
	30	灰褐色気味の緻密質小孔多いもの, 暗褐色斑点あり	11.83	0.26	69.91		
31	淡褐色と淡灰色とが不規則に入り混り多孔質緻密堅硬	13.27	0.37	78.42			
32	暗灰色緻密ガラス質物やや多し	8.35	0.50	49.35			
33*	暗灰色小孔散点する緻密質, 濃紫色の縞模様あり	8.49	0.30	50.17			
34	紫気味の濃灰色硬質黒褐色斑点多し	10.84	0.19	64.06			
35	暗灰色緻密質ガラス光沢あり貝殻状断口を示す	8.94	0.55	52.83			
36	紫色気味の灰色, 緻密堅硬斑晶長石と小孔散点す	9.26	0.25	54.66			
37	暗緑色と紫褐色との不規則なむらあり酸化マンガン細脈を含む	7.94	0.11	46.92			
38	淡褐色珪化硬質, 石英網状脈発達	7.64	0.19	45.15			
39*	紫水味暗灰色緻密硬質斑晶カリ長石新鮮	11.37	0.27	67.20			
40	淡紫気味の暗灰色やや風化され角礫状構造あり	9.72	0.16	57.44			
41	暗灰紫色緻密堅硬斑晶長石は新鮮	9.88	0.25	58.39			
42	淡褐色と淡紫褐色が雲流状に入り乱れる緻密質	10.24	0.19	60.52			
43	紫褐色緻密質で斑晶風化消失し水酸化鉄が充填する	8.94	0.19	52.83			

	試料 番号	外 観 ・ 性 状	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	ノ ル ム カリ長石 (%)	地 区
万 蔵 山 英 粗 熔 面 岩	44	淡褐灰色で小孔多く軟質やや風化	7.35	0.14	43.44	万 蔵 山 英 粗 熔 面 岩
	45	紫色気味暗灰色やや軟質	9.37	0.22	55.37	
	46	淡灰色小孔あり緻密質濃紫褐色の網状脈発達	9.40	0.18	55.55	
	47	灰色と灰褐色の不規則なむらを示す風化軟質	8.70	0.24	51.41	
	48	風化脱色した軟質物、脆く分解し易い、斑晶溶脱	8.02	0.17	47.39	
	49*	暗灰色緻密硬質小孔散点	10.07	0.35	59.51	
	50	灰紫色と青灰色の縞模様を示しやや軟質	9.03	0.09	53.36	
	51	淡褐灰色風化軟質、白色斑晶は絹雲母化	7.32	0.11	43.26	
	52	灰色素地中に紫褐色部が網脈状に発達やや珪質	7.73	0.13	45.68	
	53	紫褐色基質中に灰色礫質を含む細粒角礫状構造あり、やや軟質	7.78	0.12	45.98	
	54	淡紫灰色緻密堅硬、長さ 1~2mm の斑晶消失孔多し	12.29	0.12	73.04	
	55	紫気味の暗灰色緻密質、水酸化鉄の縞模様あり	11.08	0.38	65.48	
	56	濃灰色緻密堅硬、流状構造を認める	10.48	0.28	61.94	
	57*	褐紫色基質と灰色礫質からなるやや軟質角礫状物	9.13	0.29	53.95	
	58	暗灰色緻密質、赤鉄鉱濃集部が薄い縞状配列を示す	10.83	0.35	64.00	
	59	淡青気味の暗灰色緻密堅硬、カリ長石斑晶新鮮	11.26	0.19	66.55	
	60*	灰褐色緻密硬質、小孔やや多し	11.13	0.21	65.78	
	61	紫色と灰褐色のむらを示し緻密質、斑晶カリ長石新鮮	11.91	0.14	70.39	
	62	暗灰色やや風化軟質水酸化鉄化した細脈多し	8.29	0.11	48.99	
	63	灰色緻密堅硬、黒褐色網脈発達し破碎構造あり	11.20	0.26	66.19	
64	褐紫色と灰褐色のむらあり緻密硬質小孔中を水酸化鉄で填す	10.75	0.19	65.53		
65	淡灰色の脱色小孔に富む緻密質、石英赤鉄鉱細脈あり	10.61	0.28	62.70		
		万蔵山北約 100m 下部坑内、暗青灰色緻密質ガラス光沢あり	10.05	0.36	59.40	
上 ノ 山 英 粗 熔 面 岩	66	褐灰色やや軟質	8.83	0.19	52.18	上 ノ 山 英 粗 熔 面 岩
	67*	角礫状構造あり暗紫色塵状鉱物に富み絹雲母、ガラス質物やや多し	5.69	0.29	33.63	
	68	淡褐灰色緻密質斑晶カリ長石やや風化白色	9.14	0.13	54.01	
	69*	紫色気味の暗灰色緻密硬質	8.12	0.18	47.99	
	70	灰紫色やや風化軟質、少量の方解石あり	8.29	0.11	48.99	
	71	暗灰色緻密質、斑晶カリ長石新鮮	9.24	0.43	54.60	
	72	淡紫灰色緻密硬質、小孔中に水酸化鉄あり	8.46	0.28	50.00	
	73	細かな角礫状構造あり、やや風化軟質	8.22	0.15	48.58	
	74	灰青色礫質部と紫灰色基質からなる角礫状を示す軟質	8.24	0.14	48.70	
	75	淡褐灰色緻密質、やや珪化強く硬質、空隙あり	7.19	0.27	42.49	
	76	淡青灰色緻密質、新鮮なカリ長石斑晶散点	7.93	0.13	46.86	
	77	灰白色風化軟質、斑晶カリ長石は粘土化、暗紫褐色細脈あり	5.75	0.13	33.98	
	78	淡灰色風化軟質	5.90	0.09	34.87	
	79	角礫状構造ある淡紫褐色、珪化硬質、空隙中に石英晶出	6.99	0.24	41.31	
	80	淡灰色珪化石英細脈発達する	6.73	0.51	39.77	
81	灰褐色やや珪質、斑晶カリ長石少ない	8.16	0.71	48.22		
82	淡緑灰色と淡紫褐色が入り混る緻密硬質	8.58	0.55	50.70		
83	淡灰色緻密質、斑晶カリ長石新鮮	8.59	0.32	50.76		
84	淡緑青気味灰色、緻密質小孔と斑晶カリ長石に富む	10.05	0.22	59.40		
85	淡紫灰色緻密堅硬	9.44	0.15	55.79		

* 完全分析

第 2 表

試料番号	成分(Wt %)											長石成分ノルム値		
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig. loss	Total	An	Ab	Or
No. 13	69.77	0.33	14.05	2.71	0.15	0.17	0.19	0.39	10.80	0.98	99.54	1.3	4.8	93.9
No. 17	70.98	0.32	13.47	2.48	0.04	0.06	0.14	0.21	11.42	0.64	99.76	0.9	2.5	96.6
No. 33	76.96	0.28	10.42	1.24	0.40	0.14	0.25	0.30	8.49	1.12	99.60	2.3	4.7	93.0
No. 39	65.55	0.31	14.70	2.38	0.09	0.12	0.16	0.27	11.37	1.03	99.98	1.1	3.2	95.7
No. 49	72.88	0.28	12.27	2.60	0.13	0.06	0.18	0.35	10.07	0.89	99.71	1.2	4.7	94.1
No. 57	75.08	0.27	11.56	2.43	0.06	0.14	0.14	0.29	9.13	0.81	99.91	1.2	4.2	94.6
No. 60	71.25	0.32	13.74	2.09	0.17	0.03	0.14	0.21	11.13	0.78	99.86	1.0	2.6	96.4
No. 67	76.21	0.27	9.97	4.59	0.24	0.14	0.16	0.25	5.69	2.19	99.71	2.1	5.6	92.3
No. 69	78.43	0.28	9.78	1.85	0.15	0.05	0.13	0.18	8.12	0.64	99.61	1.3	3.0	95.7

注: 試料番号は第1表に同じ

物に富んでいるだけである。

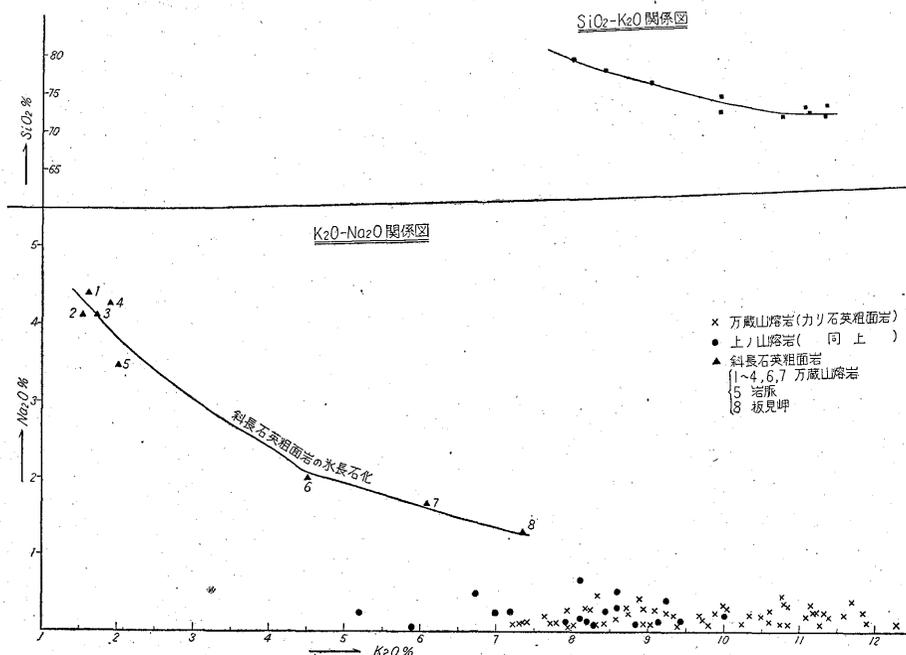
5. カリ石英粗面岩の品位分布と化学成分

万蔵山熔岩および上ノ山熔岩について、当初くわしいアルカリ含有量の品位分布図を作成する予定であったが、分析能力に制約され、第4図および第1表に示すような範囲にとどまった。アルカリの定量と完全分析は化学課大森江い・山田貞子が担当し、“H-2 型日立炎分光光度計”と重量法によったものである。また第1表にはカリ石英粗面岩中に少量の絹雲母、ガラス質物が含ま

れるが、K₂O% をカリ長石の成分とみなしてノルムカリ長石の含有量を付記した(試料番号は第4図参照)。

次に代表的なカリ石英粗面岩の分析結果を列挙すれば第2表の通りである。

以上の化学成分を組成鉱物と岩石の変質状態から検討すると、カリ石英粗面岩中のカリ分はごくわずかの絹雲母・ガラス質物を除くとほとんど斑晶および石英中のカリ長石に由来し、著しく粘土化または珪化されたもの以外は50~70%のカリ長石を含んでいる。また変質状態により珪化が顕著なもの、やや絹雲母化または地表風化



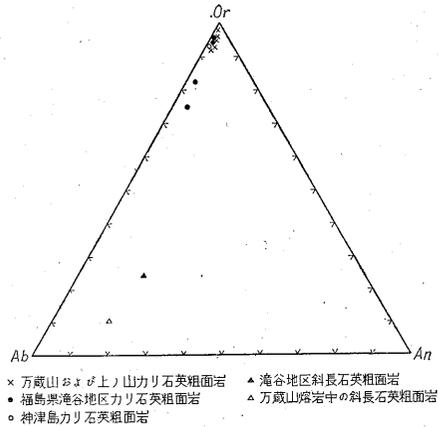
第 5 図

の著しいものは K_2O : 6~7% で一般に K_2O : 9~12% 程度のカリ含有量を示すものが多く、わずかに数m隔てた場所でも約2%のカリ成分に差があり、かなり品位分布に変化が認められる。カリ石英粗面岩の平均 K_2O % は万蔵山熔岩で 9.74% (61箇), 上ノ山熔岩では平均 7.98% (20 箇) である。要するに K_2O 11% 土の高品位岩は斑晶カリ長石が溶脱または絹雲母化されず粗面岩組織を示す緻密硬質のものであって、当地区のカリ石英粗面岩には福島県滝谷地方のカリ石英粗面岩のような乳白色を呈し、脱色したものはきわめて少ない。

なお片山信夫の報告⁹⁾によれば岩石中の磷分は P_2O_5 : 0.15% 以下であり、珪化または石英細脈の発達したものはカリ分が減少し、カリ石英粗面岩の部分では K_2O - Na_2O の関係に規則性がなくおおむね Na_2O は 0.7% 以下である (第5図参照)。代表的なカリ石英粗面岩の見掛けの比重を測定した結果は次の通りである。

	比重
小角礫状構造ありやや軟質孔隙を含む	2.26
暗紫褐色緻密硬質小孔散点	2.32
石英斑晶多く青灰色緻密質	2.50

万蔵山熔岩
 上ノ山熔岩
 次に万蔵山および上ノ山熔岩におけるカリ石英粗面岩



第 6 図

の Or-Ab-An 関係を他地区のカリに富む岩石に比較すると神津島のものに近似性を示している (第6図)。またX線粉末回折試験結果はいずれも共通した回折線を示すので、代表的試料を表示したものが第3表であり、単斜晶系のカリ長石に属し、両岩石中の斑晶カリ長石は光軸角が $2V(-) \approx 70 \sim 83^\circ$ の値を示し、試料中の大半を占める石基の微細なカリ長石と斑晶カリ長石が氷長石に

第 3 表 カリ質石英粗面岩のX線粉末回折試験 (石英を除くカリ長石)

	万蔵山熔岩		上ノ山熔岩		岡山県三吉産氷長石 ⁴⁾	
	試料 No. 39 (K_2O : 11.37%)	試料 No. 84 (K_2O : 10.05%)	試料 No. 72 (K_2O : 8.46%)			
I	d(Å)	d(Å)	d(Å)	I	d(Å)	hkl
10	6.5053	6.5053	6.5053	m	6.48	020
Q+K-Feld	4.2549	4.2467	4.2550	m	4.23	201
15	3.9586	3.9356	3.9356	m	3.95	111
65	3.7824	3.7824	3.7824	s	3.78	130
8	3.6186	3.6215	3.6215	w	3.62	13 $\bar{1}$
				w	3.54	22 $\bar{1}$
25	3.4634	3.4660	3.4660	s	3.47	11 $\bar{2}$
57	3.2899	3.2923	3.2923	s	3.32	20 $\bar{2}$
100	3.2429	3.2406	3.2406	vs	3.24	040
				s	3.19	002
40	2.9955	3.0034	3.0034	s	2.99	131
				w	2.93	22 $\bar{2}$
20	2.9005	2.9005	2.9005	m	2.90	041
15	2.7692	2.7675	2.7675	w	2.77	13 $\bar{2}$
16	2.5989	2.6048	2.6004	w	2.61	31 $\bar{2}$
20	2.5786	2.5815	2.5815	m	2.58	24 $\bar{1}$
				w	2.19	151
20	2.1681	2.1691	2.1691	s	2.17	060
20	1.7984	1.7984	1.7984		1.80	20 $\bar{4}$

Targ. Cu, Fil. Ni, 30 kV 10 mA, S.F 4, S.S 2°/min, C.S 2cm/min, Div 1°, R.S 0.4 mm

同定される回折線を現わしている。

鉍床量

鉍床量の算定に当って 1/5,000 地形実測によりカリ石英粗面岩の分布範囲を決定し、見掛けの比重は万蔵山熔岩で 2.3 上ノ山熔岩では 2.45 とした。熔岩の厚さを各地で推定して求めた推定鉍床量は次の通りである。

万蔵山熔岩のカリ石英粗面岩

北部万蔵山丘陵地平面積 300,000 m², 平均厚さ 40 m
鉍床量 2760×10⁴ t

中央尾根地区 延長 600 m, 平均幅 300 m, 平均
高さ 75 m/2 1552.5×10⁴ t

武山北斜面地区 延長 300 m, 平均幅 150 m, 平均高
さ 200 m/4 351×10⁴ t

したがって総計 4663.5×10⁴ t であり武山地区が国立公園指定地内にあるため採掘可能量は 4312.5×10⁴ t ≒ 4300×10⁴ t となる。

上ノ山熔岩のカリ石英粗面岩

東部地区 (女郎畑丘陵地) 平面積 380,000 m², 平均
厚さ 35 m 3059×10⁴ t

西部地区 (柿崎一間戸浜地区) 長さ 650 m, 幅 250
m, 平均厚さ 30 m/2, 1119.2×10⁴ t

合計 4278×10⁴ t が推定される。このうち K₂O: 8% 以上のものが全鉍床量の約 60% 程度と見込まれるから出鉍可能の推定稼行量は 2567×10⁴ t ≒ 2500×10⁴ t となる。

6. 現況・開発に対する意見

当地域の鉍業権は日本鉍業株式会社が昭和 34 年現在、河津鉍業所白浜鉍区 (登録番号: 静岡県探登第 131 号, 鉍種: 金, 銀, 銅, マンガン, 長石) として所有し, 万蔵山および上ノ山熔岩分布地区の大半が包含される。昭和 9 年~17 年の間に坑内採掘によりマンガン鉍 (精鉍平均品位 MnO₂ 42%) を出荷したが以来休山状態にある。

カリ石英粗面岩のうち特に万蔵山熔岩はカリ分に富み鉍床量も豊富であり, 下田港までの搬出の便がよく露天採掘に適しているので稼行条件はきわめて良好である。しかし当地域の海岸線から 300 m 奥までの山地が国立公園指定地区であり, 武山付近および間戸浜, 柿崎一帯が差し当り採掘禁止地域に当る。また開発に際しては採石作業が観光方面に関係があるからこの面での解決をみない限り実際の開発, 稼行には困難が伴われるものと考えられる。

7. 結 言

当地域のカリ石英粗面岩は大別して万蔵山熔岩と上ノ山熔岩に分けられ, いずれも朝日層堆積期末から原田層以前, すなわち上一中部中新世から鮮新世初期に噴出

した熔岩流と推定される。万蔵山熔岩は南西端部に小範囲の斜長石英粗面岩の岩相を伴うが, 主要部分を占めるカリ石英粗面岩は紫灰色緻密質で, 斑晶はカリ長石に限られ, 角礫状および流雲状構造を呈するものが各所に認められる。しかし上ノ山熔岩はやや帯青淡紫灰色を呈するカリ石英粗面岩からなり, 石英とカリ長石を斑晶とし特に融蝕された大きな石英斑晶に富むのが特徴である。上記両カリ石英粗面岩中のカリ長石はさらに検討する余地を残してはいるが, 氷長石に同定され周辺の堆積岩中にカリ長石の生成された変質帯が発達していることから, 後生的のカリ変質作用によって両熔岩が変成されたものと推定することが可能である。

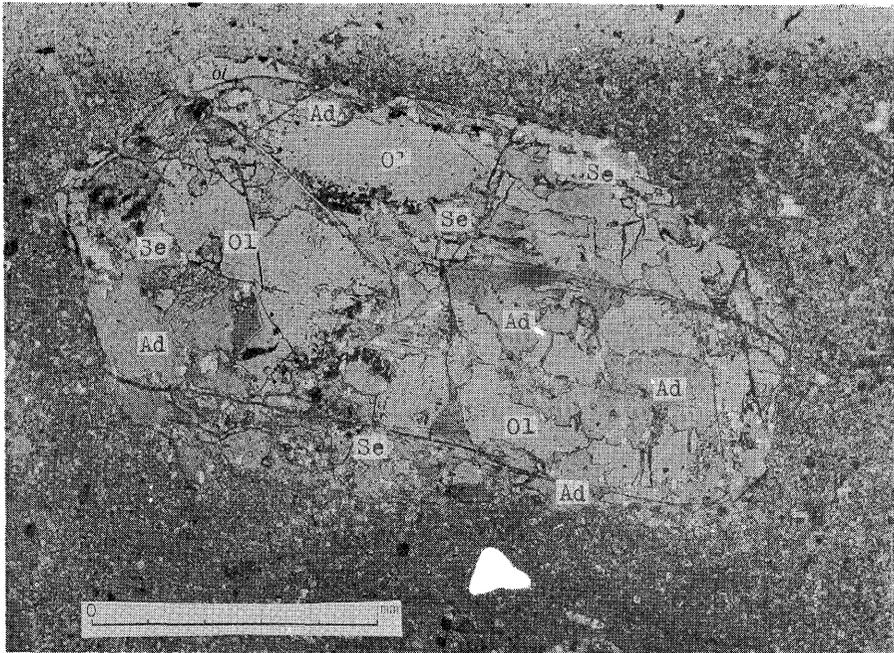
万蔵山熔岩のカリ石英粗面岩の平均品位は K₂O: 9.74% で比較的均質であり鉍床量は約 4600 万 t が推定され利用価値が高い。一方上ノ山熔岩では平均品位 K₂O: 7.98% として約 4300 万 t が算定されるが, 分布範囲内の品位変化が著しいために安価な原石を要求し, 均質性を重要視するカリ肥料原料用資源としては不適当な点が多いものと思われる。

要するに品位および鉍床量に関してはわが国のカリ石英粗面岩の賦存地域中最も稼行に適したものと見えるが, 当地域が国立公園指定地区にあるため開発に当っては多くの困難な問題に直面せざるを得ないであろう。

(昭和 33 年 5 月調査)

文 献

- 1) 片山信夫: 静岡県下田町万蔵山加里石英粗面岩調査報文, 学振第 8 特別委員会報告, 1939
- 2) Mikami, Keizo: On the so-called potash-liparites from Manzo-yama, Shimoda, Izu peninsula, Science report of the Yokohama National University, Sec. 11, No. 1, 1952
- 3) 小野晃司・沢村孝之助・角清愛: 5 万分の 1 地質図幅「下田」および同説明書, 地質調査所, 未刊
- 4) 島津光夫: 二, 三の変成岩中のカリ長石, 岩礦会誌, Vol. 43, No. 4, 1959
- 5) 角 清愛: 5 万分の 1 地質図幅「神子元島」および同説明書, 地質調査所, 1958
- 6) 渡部景隆・見上敬三・鈴木信: 白浜層群の堆積状況一下田町東方の地質—地学雑誌, Vol. 58, No. 678, 1952



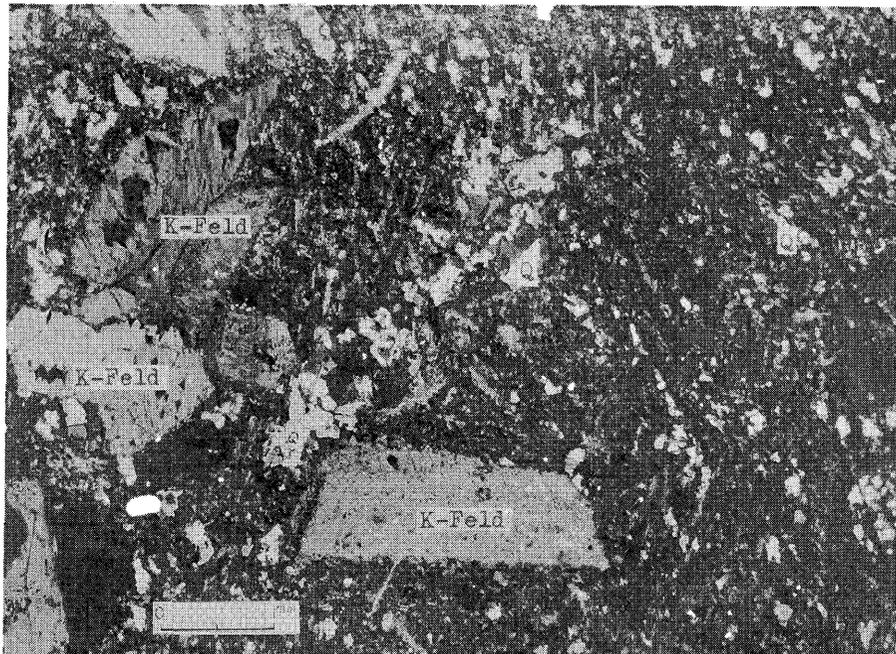
図版 1 板見岬, 斜長石英粗面岩中の水長石化斑晶斜長石

Ol: 灰曹長石

Ad: 水長石

Se: 絹雲母

(+ニコル)

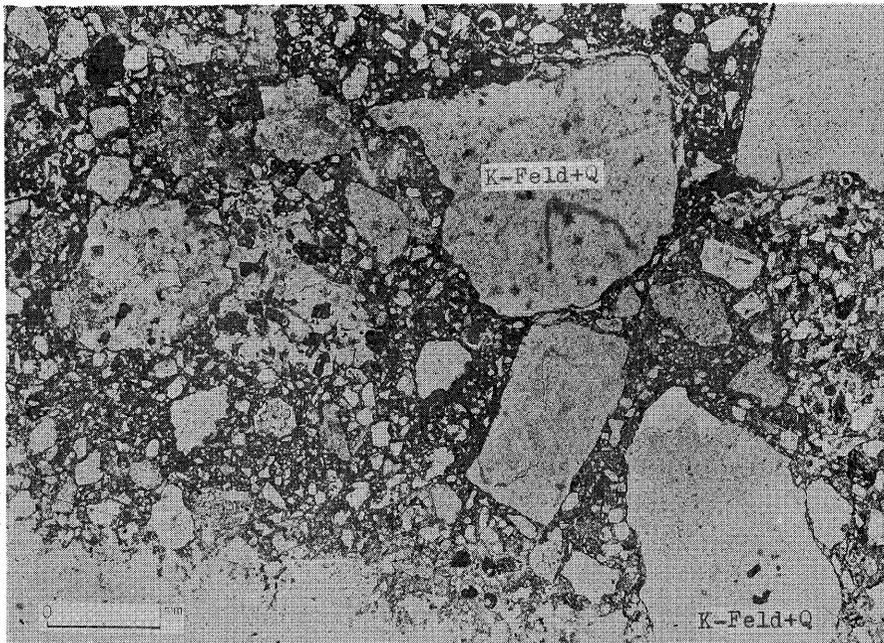


図版 2 万蔵山 熔岩のカリ石英粗面岩

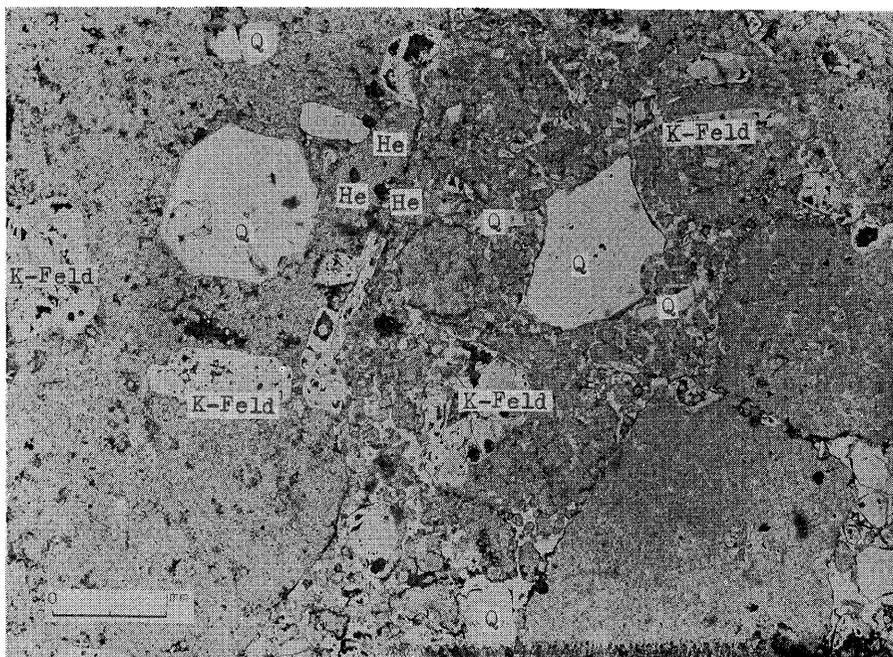
K-Feld: 斑晶カリ長石

Q: 石英

(石基中は短冊状カリ長石と石英からなる。+ニコル)



図版 3 角礫状構造を示すカリ石英粗面岩 (万蔵山熔岩)
 (基質部には塵状微小赤鉄鉱がぎわめて多い)
 K-Feld+Q: カリ長石と石英の集合部



図版 4 上ノ山熔岩のカリ石英粗面岩
 Q: 石英
 K-Feld: カリ長石斑晶
 He: 赤鉄鉱
 (石基は石英, カリ長石, 塵状赤鉄鉱からなる)