

55(522.8)(084.32M50)(083)

地域地質研究報告

5万分の1図幅

種子島(16)第2号

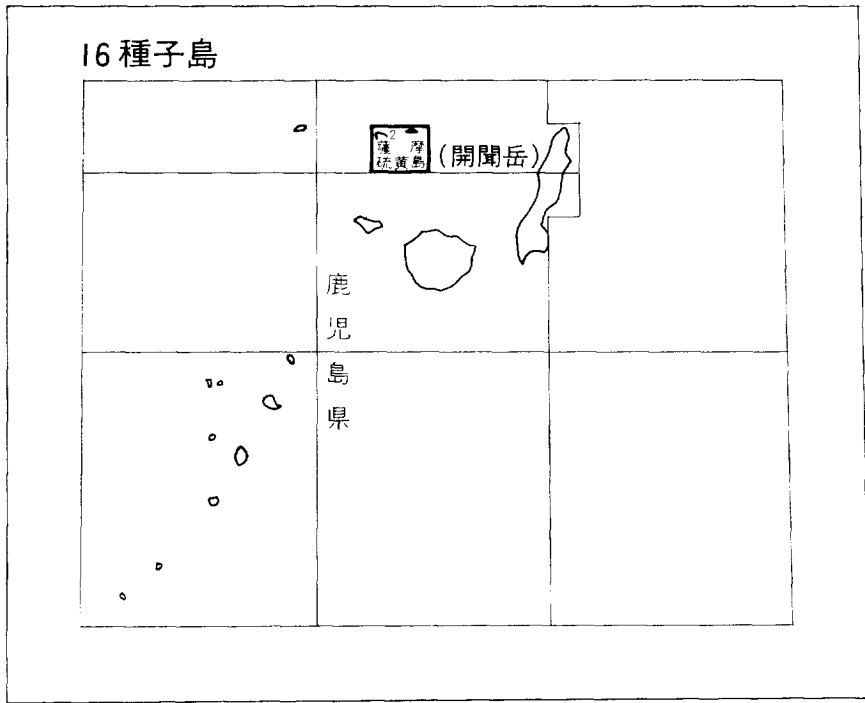
## 薩摩硫黄島地域の地質

小野晃司・曾屋龍典・細野武男

昭和57年

地質調査所

位置図



( )は1:200,000図幅名

## 目 次

I. 地 形	1
I. 1 海底地形	5
I. 2 陸上地形	5
II. 地質概説	7
II. 1 研究史	7
II. 2 地質の概略	8
II. 3 岩石	11
II. 4 地球物理	15
II. 5 1934-35年の噴火, 新硫黄島の生成	17
III. 先カルデラ火山群	20
III. 1 玄武岩・安山岩火山群	20
III. 1. 1 高平山火山	20
III. 1. 2 真米山火山	22
III. 1. 3 矢筈山火山	23
III. 2 流紋岩・デイサイト溶岩群	26
III. 2. 1 ヤクロ瀬溶岩	26
III. 2. 2 竹島ノ瀬溶岩	27
III. 2. 3 長浜溶岩	28
III. 2. 4 赤崎溶岩	29
III. 2. 5 崎ノ江鼻溶岩	30
IV. カルデラ形成期の火砕岩類	30
IV. 1 小アピ山火砕流堆積物	30
IV. 2 長瀬火砕流堆積物	35
IV. 3 籠港降下火砕物層	37
IV. 4 末期噴火サイクルの噴出物	38
IV. 4. 1 船倉降下軽石	38
IV. 4. 2 船倉火砕流堆積物	41
IV. 4. 3 竹島火砕流堆積物	42
V. 後カルデラ火山	45
V. 1 海底中央火口丘群及び浅瀬溶岩	45
V. 2 稲村岳火山	48
V. 3 硫黄岳火山	51
V. 4 降下火山灰層	58

V. 5 新硫黄島火山	63
VI. 沖積層及び扇状地堆積物	64
VII. 海底地質	65
VIII. 応用地質	67
VIII. 1 硫黄及び珪石	67
VIII. 2 温泉	72
文 献	72
Abstract	76

## 付 図 ・ 付 表 ・ 図 版 目 次

第1図 九州南方海域の海底地形	2
第2図 図幅地域周辺の海底地形	3
第3図 図幅地域周辺の空中磁気図	4
第4図 西方海上から見た硫黄島	6
第5図 硫黄島東海岸穴ノ浜から見た竹島及び新硫黄島	6
第6図 陸上等重力線図	16
第7図 鬼界カルデラのブーゲー異常	17
第8図 新硫黄島の生成経過 (I)	18
第9図 新硫黄島の生成経過 (II)	19
第10図 高平山火山の断面	20
第11図 高平山火山の成層粗粒降下火砕物とその中に挟まる薄い玄武岩溶岩	21
第12図 真米岳及び高平山溶岩及び岩脈露出概念図	22
第13図 矢筈山火山のほぼ水平に成層する溶岩・火砕岩とそれを切る岩脈群	23
第14図 矢筈山南の尾根に露出する厚い玄武岩溶岩	24
第15図 硫黄島北岸, 坂本北東の海岸の概念図	25
第16図 北から見たヤクロ瀬	26
第17図 竹島ノ鵜瀬	27
第18図 長浜溶岩とそれを覆う小アピ山火砕流堆積物の溶結凝灰岩	28
第19図 赤崎溶岩のほぼ直立する流理	29
第20図 坂本北東の海岸に露出する小アピ山火砕流堆積物	31
第21図 長浜溶岩を切る谷を埋める小アピ山火砕流堆積物	32
第22図 小アピ山火砕流堆積物のガラス質溶結凝灰岩	33
第23図 薄層の累積からなる小アピ山火砕流堆積物の溶結凝灰岩	33
第24図 崎ノ江鼻溶岩を覆う小アピ山火砕流堆積物	34

第25図	薄層の累積からなる小アピ山火砕流堆積物の溶結凝灰岩	34
第26図	竹島籠港東側の絶壁上部	36
第27図	籠港降下火砕物層の風化面を覆う船倉降下軽石・船倉火砕流堆積物・竹島火砕流堆積物	39
第28図	赤崎溶岩の風化面を覆う小アピ山火砕流堆積物, それらの浸食面上にのる船倉降下軽石・船倉火砕流堆積物・竹島火砕流堆積物	40
第29図	赤崎溶岩の風化面上にのる船倉降下軽石・船倉火砕流堆積物	41
第30図	長瀬火砕流堆積物・船倉降下軽石・船倉火砕流堆積物を削剥し, その上にのる竹島火砕流堆積物	42
第31図	北方海上から見た平家城	43
第32図	長浜溶岩表面の凹所を埋める竹島火砕流堆積物	43
第33図	竹島火砕流堆積物の異質角礫に富む部分とそれを覆う降下火山灰層	44
第34図	南西からみた浅瀬	47
第35図	稲村岳南溶岩の浸食面を覆う稲村岳スコリア丘の堆積物とその間に挟まる薄い溶岩	48
第36図	稲村岳スコリア丘の断面とその間に挟まる溶結スコリア層	49
第37図	硫黄島稲村岳南海岸における稲村岳噴出物間の関係	50
第38図	南の海上からみた硫黄岳	51
第39図	硫黄岳の成層粗粒火砕岩とそれを覆う厚い溶岩流	52
第40図	硫黄岳斜面の崖錐に見られる逆級化構造	53
第41図	細粒火山灰層の上にのる軽石に富む火砕流堆積物	54
第42図	硫黄岳火山の巨大なパン皮火山弾	55
第43図	硫黄島の温泉及び変質帯の分布	56
第44図	硫黄岳火山の模式的断面図	57
第45図	硫黄島における降下火山灰層の柱状図	59
第46図	硫黄岳降下火山灰層中の約3,000年前の爆発角礫岩と3層の稲村岳噴出降下スコリア	61
第47図	南から見た新硫黄島	61
第48図	新硫黄島のステレオ写真	62
第49図	新硫黄島の溶岩流表面	62
第50図	新硫黄島溶岩の破断面と面上の張力割れ目	63
第51図	白嶺丸GH75-1航海の鬼界カルデラ付近の航跡	65
第52図	白嶺丸GH75-1航海による鬼界カルデラ付近の音波探査記録の解釈図	66
第53図	鬼界カルデラ北側の海域における音波探査記録の解釈図	68
第54図	鬼界カルデラ南側の海域における音波探査記録の解釈図	69
第55図	代表的な音波探査記録	70
第1表	地質総括表	9
第2表	地層名対照表	9

第3表	主要な岩石の鉱物組成	10
第4表	主要な岩石の化学組成	12
第5表	鬼界カルデラ海域のドレッジ	46
第6表	$^{14}\text{C}$ 年代測定値	60
第7表	地質総括表 (英文)	77

第I図版	硫黄島の垂直空中写真
第II図版	西から見た稲村岳と硫黄岳
第III図版	硫黄岳から西を見る
第IV図版	玄武岩・苦鉄質安山岩溶岩の顕微鏡写真
第V図版	流紋岩溶岩の顕微鏡写真
第VI図版	安山岩溶岩・流紋岩溶結凝灰岩の顕微鏡写真

## 薩摩硫黄島地域の地質

小野晃司\*・曾屋龍典\*・細野武男\*\*

本地域の調査は下記のように行われた。

### 陸上調査

昭和49, 50, 51年度(国際地球内部開発研究)小野晃司・曾屋龍典。

昭和53年度(地質図幅の研究)小野晃司・曾屋龍典。

### 海上調査

昭和51年度(国際地球内部開発研究, GW76KG航海)曾屋龍典・(以下海洋地質部)木下泰正・細野武男・奥田義久・湯浅真人・村上文敏。

このほか陸上調査では地質部奥村公男, 地殻熱部金原啓司・茂野博, 鉱床部松久幸敬各技官の, 海上調査では, 日本周辺大陸棚海底地質総合研究による白嶺丸のGH75-1航海(乗船研究者:海洋地質部本座栄一・小野寺公児・石原丈実・有田正史・奥田義久・湯浅真人・玉木賢策・井内美郎・村上文敏・中条純輔・木下泰正各技官)の協力, 試資料提供をうけた。

上記のうち, 海上調査の資料は細野が主にとりまとめ, 本報告の全体の記述は小野・曾屋が行った。

本報告に使用した岩石の化学分析は主に大森貞子技官により行われた。<sup>14</sup>C法年代測定は学習院大学木越研究室によって行われた。研究に使用した薄片は, 大野正一・故村上正・宮本昭正・安部正治・佐藤芳治各技官によって作成された。使用した写真の一部の撮影と調製は奥村公男・正井義郎技官によって行われた。硫黄島及び竹島の調査については鹿児島県三島村及び末野研究所に便宜をはかっていた。以上の方々に心からお礼申し上げます。

## I. 地 形

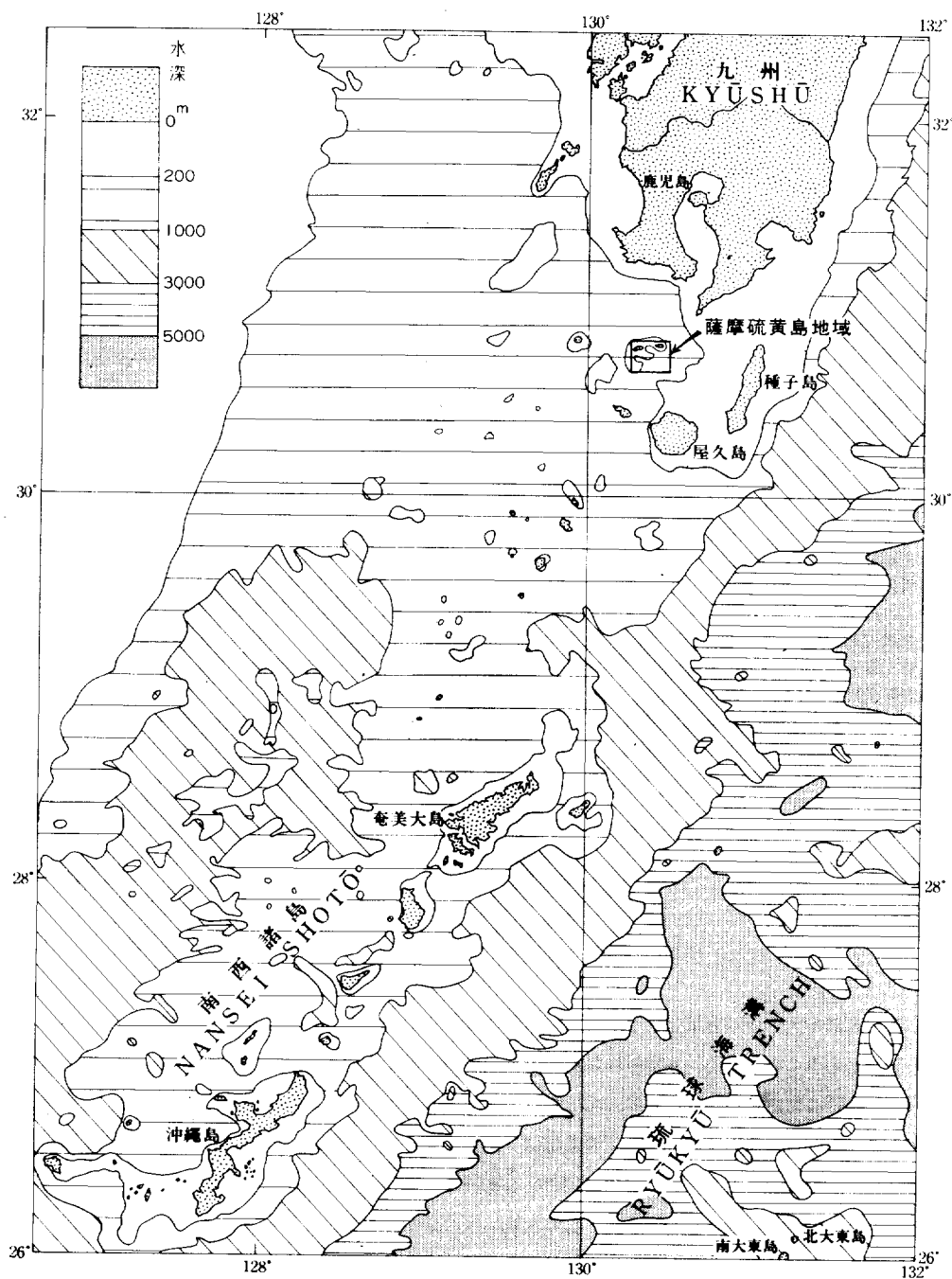
本図幅地域の大部分は海域であり, 陸上部は薩摩硫黄島<sup>1)</sup>・竹島・新硫黄島(昭和硫黄島)の3島と数個の岩礁があるのみである。本地域は薩摩半島南端の長崎島の南南西約40kmにあり, 九州の南端から南西方に延びる南西諸島の最北部の一部である。南西諸島は太平洋(あるいはフィリピン海)と東支那海を分ける幅広い海嶺上にあるが, その北部は, 並走する2つの島列に分かれ, 東側の島列は種子島・屋久島など古期岩類からなり, 西側の島列は吐噶喇列島であり, 火山島群からなる(第1図)。

本地域は吐噶喇列島の最北端にある。この地域には大型のカルデラである鬼界カルデラがあるが, 同カルデラの大部分は海没しており, 図幅地域内のすべての島及び岩礁群は鬼界カルデラの陸上部分をなしている。

以下には地域の地形を海底地形と陸上地形とに分けて記述する。

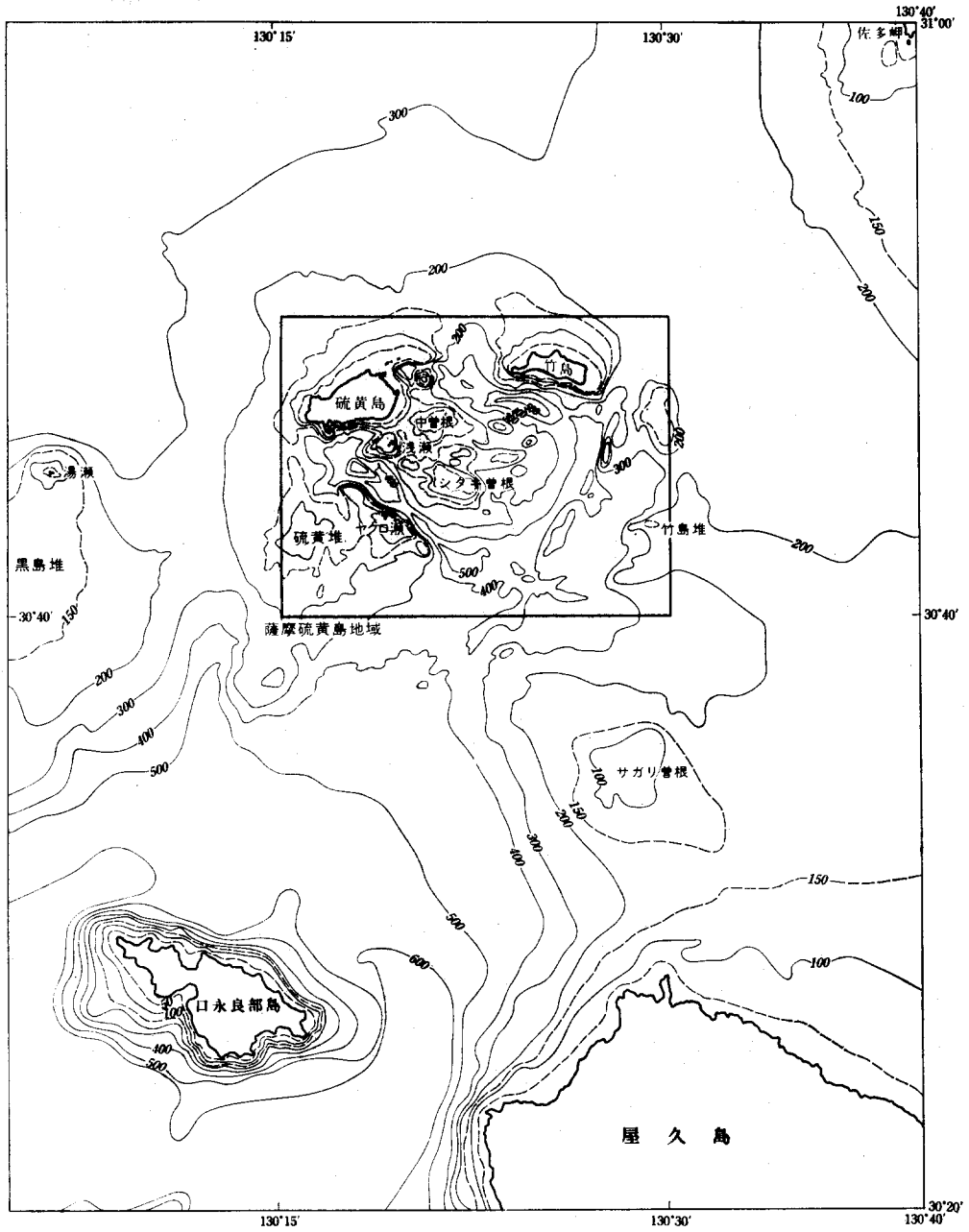
\*環境地質部 \*\*海洋地質部

1) 以下混乱のおそれのない場合には, 単に硫黄島と呼ぶ。



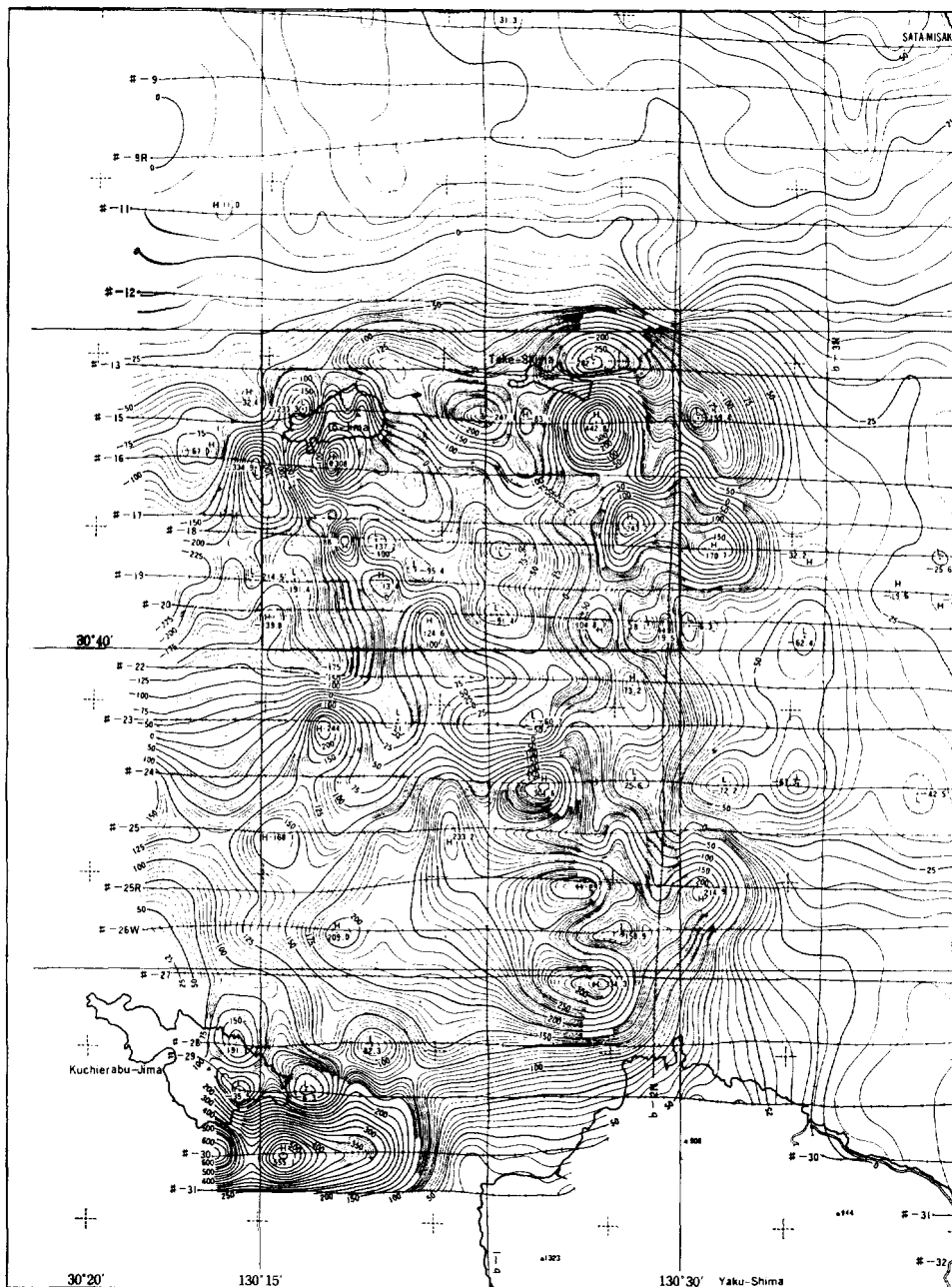
第1図 九州南方海域の海底地形 (海上保安庁水路部, 海の基本図 No. 6302「日本近海海底地形図第2」の一部を簡略化)  
 Submarine topography south of Kyūshū (modified from Basic Maps of the Sea, No. 6302, Maritime Safety Agency).





第2図 図幅地域周辺の海底地形(主に海上保安庁水路部, 大陸棚の海の基本図 No. 6351「野間岬沖」及び No. 6353「屋久島付近」により, 図幅地域周辺は同沿岸の海の基本図 No. 6351\*「薩摩硫黄島」によって一部を修正し, 簡略化した)等深線の数字はm

Submarine topography in and around the Satsuma-Iō-jima district (modified from Basic Maps of the Sea, Nos. 6351, 6353 and 6351\*).



第3図 図幅地域周辺の空中磁気図 (大隅半島一屋久島海域空中磁気図, 地質調査所, 1980による)  
 Aeromagnetic map in and around the Satsuma-Iōjima district (from  
 Total Intensity Aeromagnetic Map XXV-1 1980, Geological Survey  
 of Japan).

## I. 1 海 底 地 形

本地域の海底地形については多くの詳細な資料がある（海上保安庁水路部：1976a, b；1982及び地質調査所未発表資料）。本図幅の海底部分の地形は海上保安庁水路部（1982）を基図としている。

図幅地域の周辺海域は、深さ300m以浅の平坦な比較的浅い海であるが、図幅地域内ではカルデラ地形を表わす、起伏に富む複雑な海底地形を示している（第2図）。

鬼界カルデラは東西20km、南北17kmの大型カルデラであり、その大部分が本図幅地域に入っている。カルデラ縁は硫黄島の西部を北東から南西へ向けて走り、更に同島南端の永良部崎から南・南東の図幅南縁に向かう海中の急崖が海中のカルデラ壁である。硫黄島南方約7kmのヤクロ瀬はカルデラ縁上にある岩礁である。また、硫黄島から東方に向かっては、同島の北端から竹島の鵜瀬、新硫黄島の北側、竹島の南側を通り、竹島の東方海上で南に向きを変えて図幅の南東隅に向かう海中の急斜面がカルデラ縁にあたる。竹島南方の海底地形をやや詳細に見ると、北北東—南南西方向に並走する西向きの崖が2列ある。II. 2及びVIIに述べるように、音波探査結果も考慮して、ここではカルデラ縁は二重になっていると判断した。

硫黄島東部の硫黄岳から南東方へ図幅中央部に向かう海中の高まりがあり、カルデラ縁との間にはヤクロ瀬北東側、竹島南側などに水深400-500mあるいはそれ以上の深所が連なっている。この海中の高まりはカルデラ内に成長した中央火口丘群であり、カルデラ縁と中央火口丘群との間に上記の深みが残されたものである。

## I. 2 陸 上 地 形

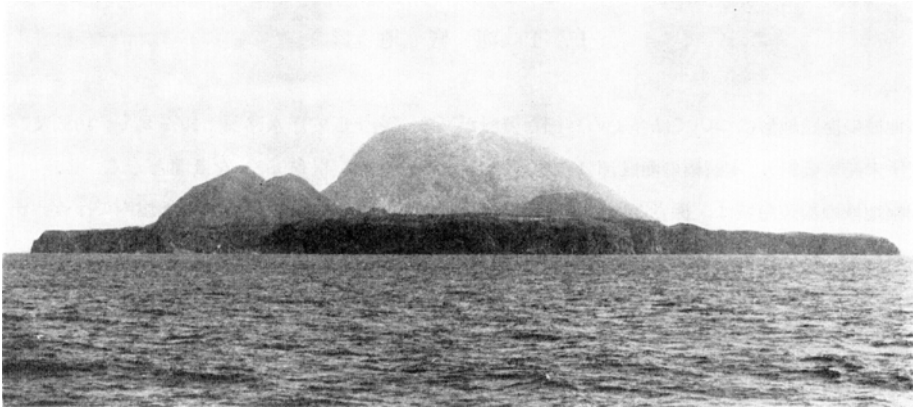
この項では硫黄島及び竹島の概略の地形についてのみ記述し、個々の火山地形については地質の項で述べる。

### 硫黄島

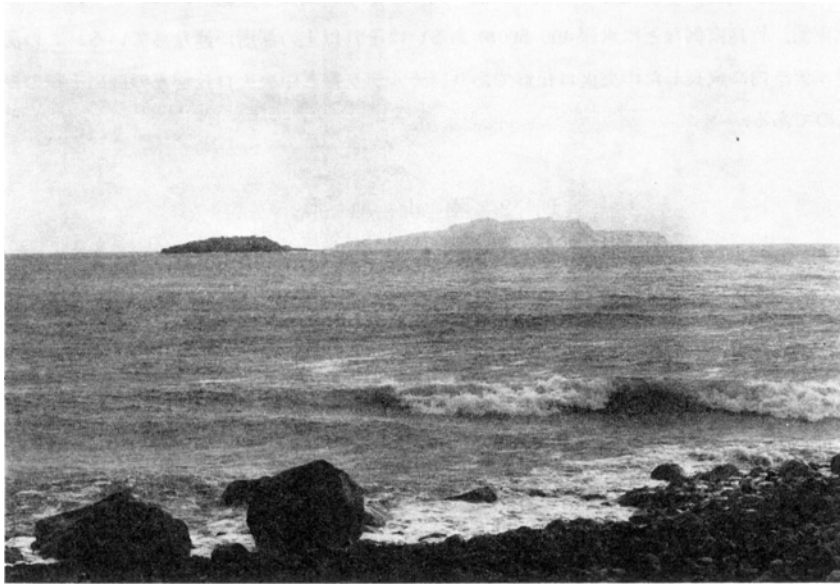
硫黄島は東西5.5km、南北4kmであり、鬼界カルデラの北西端に位置する。島の北端平家城の南側から矢筈山の南東面、長浜港の西側を経て永良部崎（東面）に続く南東又は東に面する崖がカルデラ壁にあたる。この崖から北西側、北西海岸沿いの細長い部分がカルデラの外側であり、崖の南東側は後カルデラ火山である稲村岳・硫黄岳の2火山と、カルデラ壁とそれらとの間の低地とからなる（第I・II・III図版）。

島の北西部、カルデラ縁より外側の部分は、更に、中央の矢筈山火山とその南北両側の低平な台地とに分けられる。矢筈山は玄武岩及び安山岩からなる開析された小型の成層火山である。その南東面はカルデラ縁の急崖によって限られ、北西面は20-30°の急峻な斜面であり、その下端は高さ10-40m程度の海蝕崖によって切られている。

島の北端、平家城とその西の矢筈山北側の台地とは主に火砕流堆積物からなり、また、矢筈山南西側の城が原は流紋岩溶岩とその上のにる火砕流堆積物からなる台地である。いずれも緩い傾斜ではある



第4図 西方海上から見た硫黄島 中央が硫黄岳，その右下が稲村岳，左が矢筈山，前景の右端が永良部崎，中央部から左は城が原台地。矢筈山左側の急斜面はほぼ成層火山の原斜面，硫黄岳の左右非対称な山容に注意。  
 Iō-jima viewed from the west. Iō-dake at the center, Inamura-dake at right below, Yahazu-yama to the left.  
 Erabu-zaki is at the right end, Jōgaharu plateau is in front from the center to the left. Left-hand side slope of Yahazu-yama is nearly the original slope of the stratovolcano. Note the asymmetric profile of Iō-dake.



第5図 硫黄島東海岸穴ノ浜から見た竹島及び新硫黄島（左） 竹島の台地面は北（左）に緩く傾く中央の丸い頂上は最高点真米山  
 Take-shima to the right and Shin-Iō-jima to the left viewed from the east coast of Iō-jima. Note the gentle northward slope of Take-shima and the round top of Magome-yama at the center.

が、北・北西・西方に、すなわちカルデラ縁から外側に向かって、傾斜し、海岸は高さ10-40mの海蝕崖によって境されている（第4図）。

カルデラの内側には稲村岳・硫黄岳の2火山がある。2火山の中間及びそれらとカルデラ壁との間の低地は硫黄岳の崖錐及び斜面から洗い出された火山灰の再堆積物によって埋積されている。稲村岳周辺ではそれらの堆積物下に同火山の溶岩が伏在している。島内唯一の硫黄島集落はカルデラ壁と稲村岳との間の海岸の低地にあり、その前面には永良部崎の半島によって西側を限られた長浜港がある。海岸の浜としては、上記の長浜の砂浜と、東海岸の穴之浜・矢筈山北側などの海蝕崖下の砂利浜とがあるのみで、あとはすべて高さ10m以上の海蝕崖が海に接している。島内には常時の表流河川はない。

### 竹島

東西5km、南北1.5kmであり、東西に細長く延びた平面形をなす。島の南海岸はカルデラ縁にあたる最高200mに達する絶壁であり、島全体は北に向かって、すなわちカルデラ縁から外側に、緩く傾く台地状の地形を示す（第5図）。台地状の地形は流紋岩の溶岩とその上にある火砕流堆積物によって作られたものである。島の北東部には全体の地形の単調さを破って真米山・高平山まごめ たかひらの2高所があり、標高219mの真米山は島内の最高点である。これらの2山体は、硫黄島の矢筈山と同様に、玄武岩及び安山岩からなる開析された小成層火山であり、両火山とも噴出中心は海蝕によって失われている。

島は、北西部の一部を除いて、ほぼ全周にわたって海蝕崖によってとりまかれており、海蝕崖の基部に幅の狭い砂利浜海岸が部分的にあるのみである。特に、南面は急峻な崖がそのまま海面下にまで連続している。

## II. 地質概説

### II. 1 研究史

本図幅地域は鬼界カルデラの主要部を占める。鬼界カルデラが大部分海中にある大型カルデラであることを、初めて明確に示したのは松本唯一である。新硫黄島は1934-35年の活動で生じた新しい火山島であるが、松本はこの噴火の調査を機に付近の諸島の地質調査を行った。松本は各島の地質を記載し、硫黄島の硫黄岳・稲村岳、新硫黄島及び海中の4ヶ所の隆起部を中央火口丘として、これらを取りまく外輪山とともに、それら全体が所属する大きいカルデラの存在を示し、これを鬼界カルデラと命名した（松本、1935、1937）。これは陸上地質と当時の極めて不十分な海中測深資料とに基づいた卓見であって、今回の調査に至る、その後のより詳細な調査によっても、本カルデラについての松本の考えの大綱は変わっていない。更に松本は、鬼界カルデラを阿蘇・始良・阿多と並ぶ九州の4大カルデラとして、それらの形成に関係する大規模な火砕流（松本の泥溶岩）とともに、その意義を明らかにした（MATSUMOTO, 1943）。その後、松本幡郎（松本、1951；MATSUMOTO, 1954）は硫黄島の岩石の記載を行った。

最近、海上保安庁水路部及び地質調査所（GH75-1及びGW76KG航海）によって調査船による海上調査が行われ、海底の地形・地質・地球物理調査が行われたが（海上保安庁水路部、1976 a, b, 1982など）、SOYA *et al.*, (1976) 及び石原 (1977) は海上重力調査の結果から、MATSUMOTO (1943) による鬼界カルデラの輪郭を修正し、南東方へ拡張した（17ページ第7図）。

宇井 (1973) は南九州でアカホヤと呼ばれる火山灰層が、厚さが極めて薄いにもかかわらず広域に分

布する特異な火砕流の堆積物であることを示し、この火砕流を幸屋火砕流と命名した。町田・新井はこのアカホヤ (Ah) 火山灰が、約6,300年前に鬼界カルデラから噴出したものであり、東日本にまで分布が追跡される広域火山灰層として、第四紀学上有力な鍵層であることを示した (町田, 1977, p. 188, 及び1980; 町田・新井, 1978)。

硫黄島の硫黄岳火山には活発な噴気及び温泉活動がある。鎌田らはこれに着目して、1961年硫黄島火山研究グループを組織し、それ以来地球化学を主とする多くの研究が行われて来た (鎌田, 1964など)。また硫黄岳火山周辺は硫黄・珪石などの資源に加え、近年は地熱資源の候補地としても注目され、地球化学・地球物理学的調査研究が行われている。これらについては、それぞれの項ごとに後に述べる。

## II. 2 地質の概略

鬼界カルデラの地質は、先カルデラ火山群・カルデラ形成期の火砕岩類・後カルデラ火山に3大別することができる。図幅地域内には上記以外の基盤岩は露出していない。地質総括表を第1表に示す。

小野・曾屋 (1975) は竹島・硫黄島の地質について予報したが、その際、地層名を両島でそれぞれ独立に命名した。カルデラ形成期の火砕岩類は竹島によく発達しているので、本報告では、同予報で竹島の地層について使用した地層名を両島に共通して使用することにした。第2表に両報告の地層名の対照表を示す。

先カルデラ火山には、玄武岩—安山岩の小成層火山と流紋岩—デイサイトの厚い溶岩流との2種類がある。前者は硫黄島の矢筈山、竹島の真米山・高平山であり、これら3火山は構成岩種・構造とも極めてよく似ている。いずれも玄武岩—苦鉄質安山岩の薄い溶岩と火砕岩の累積からなる、陸上に成長した成層火山である。流紋岩—デイサイトの溶岩は、硫黄島の長浜溶岩、竹島の赤崎・崎ノ江鼻両溶岩、竹島ノ鶯瀬溶岩、ヤクロ瀬溶岩などであり、溶岩ごとに多少の岩石記載学的な差はあるが、全体としてよく似ている。現在観察される限りは厚さ60m以上の厚い溶岩流のみであり、火砕岩は見られない。これらの溶岩流はすべて陸上の溶岩流と思われる。地形からみて、少なくとも長浜溶岩と崎ノ江鼻溶岩とは現在のカルデラ縁よりも内側に噴出源があり、それから外側に向かって流れたものと思われる。

以上の先カルデラ火山のうち、関係の分かるものについては、玄武岩—安山岩の火山より、流紋岩—デイサイトの火山の方が新しい。これら先カルデラ火山の年代はまだ明らかではないが、開析の程度と、測られた限りにおいて磁化方位が正であることから、全体が $70 \times 10^4$ 年より古くはないと考えられる。

カルデラ形成期には大規模な火砕流の流出を伴う活動が2回あるいはそれ以上と、その間のより小規模な活動とがある。火砕岩類を堆積させた最初の活動は小アビ山火砕流の流出である。この火砕流の堆積物は、極めて多数の薄いフローユニットの累積からなり、強く溶結していることが多い。その後竹島だけで発見されている籠<sup>こもり</sup>港<sup>こう</sup>降下火砕物層と長瀬火砕流の活動のあと、約6,300年前に船倉降下軽石・船倉火砕流・竹島火砕流を噴出する一連の活動が起きた。本報ではこの活動を末期噴火サイクルの活動と呼ぶ。船倉火砕流堆積物は、薄いが強く溶結した火山灰流の堆積物であり、竹島火砕流堆積物は非溶結の大規模な軽石流堆積物である。九州本島における幸屋火砕流及び日本各地のアカホヤ (Ah) 火山灰層

第1表 地質総括表

時代	区分	陸 上 部	海 底 部	備 考
第 新 世 四 紀	後 カル デ ラ 火 山 期	新硫黄島火山 沖積層及び扇状地堆積物	厚 薄 い 海 底 堆 積 物	A. D. 1934-35年
		硫黄岳火山 { 降下火山灰層 火山性碎屑物 (主に崖錐及び爆發角礫岩) 溶 岩		約3,000年前
	稲村岳火山 { 磯崎溶岩 東 溶 岩 稲村岳スコリア丘 南 溶 岩	浅瀬溶岩	海 底 中 央 火 口 丘	↑硫黄岳火山 ↓
更 新 世	カル デ ラ 形 成 期	末期噴火 サイクルの 噴出物  〔籠港降下火砕物層〕* 長瀬火砕流堆積物 小アビ山火砕流堆積物	カル デ ラ 壁 を つ く る 火 山 岩 類	新期カルデラ 約6,300年前  古期カルデラ?
	先 カル デ ラ 火 山 期	流紋岩・ テイサイト 溶岩群  玄武岩・ 安山岩 火山群	崎ノ江鼻溶岩 赤崎溶岩 長浜溶岩 竹島ノ鶴瀬溶岩 ヤクロ瀬溶岩  矢筈山火山 真米山火山 高平山火山	

\*〔 〕内の地層は地質図に示されていない。

第2表 地層名対照表

はこの一連の活動の間、恐らくは竹島火砕流を流出させた活動の産物である。上記したカルデラ形成期の火砕岩類のうち、安山岩質と思われる籠港降下火砕物層のほかはすべて流紋岩—デイサイト質である。

以上の各火砕岩の噴出とカルデラ形成との詳しい対応はまだ明らかでない。少なくとも小アビ山火砕流と、船倉降下軽

石から竹島火砕流に至る一連の末期の活動との2回の噴火サイクルに伴って、カルデラは陥没・拡大したものである。カルデラ南東縁には海中に2段の急崖が認められる。本報では、長井ほか (1977)

小 野・曾 屋 (1975)		本 報 告
硫 黄 島	竹 島	
大浦火砕流	竹 島 火 砕 流	竹島火砕流堆積物
	船 倉 火 砕 流	船倉火砕流堆積物
	船 倉 降 下 軽 石	船倉降下軽石
	コモリ港降下火山灰	籠港降下火砕物層
	長 瀬 火 砕 流	長瀬火砕流堆積物
城ヶ原火砕流	小 ア ビ 山 火 砕 流	小アビ山火砕流堆積物

と同様に、この2段の崖は2回の陥没運動を示し、東（外）側のものが古く、西（内）側のものが新しいと考える。内側（新期）のカルデラが竹島火砕流など末期噴火サイクルの活動に伴って形成されたとすると、外側（古期）のものはそれ以前、たとえば小アビ山火砕流を流出させた活動の際に生じたのであろう。

カルデラの形成後、後カルデラ火山活動によって海底中央火口丘が形成され、カルデラ内の凹所は次第に埋積された。後カルデラ火山活動の中心は硫黄島から南東に向かう幅広い地帯に集中している。初期の活動はすべて海中に起こったが、後には硫黄岳南方の浅瀬のように、火山島として海上に現れるようになった。カルデラの北西縁よりには稲村岳・硫黄岳の2陸上火山が成長した。稲村岳は玄武岩のスコリア丘と2枚以上の溶岩流、1枚の苦鉄質安山岩の溶岩流からなり、約3,000年前には活動を終わっていた。硫黄岳は流紋岩の急峻な成層火山である。活動の開始は多分稲村岳より古い。稲村岳の活動終了後、約3,000年前に大爆発を起こし、その後、溶岩の流出及び数回の火砕噴火を行った。現在は頂上火口のほか山体の各所から噴気しており、その中には800℃を超える極めて高温のものがある。硫黄島の海岸近く及び近くの海中の数カ所からは温泉が湧出しており、付近の海水に変色域を作っている。頂上付近の噴気孔及び周辺の変質帯において、硫黄及び珪石の採掘が断続して行われている。

1934年9月、硫黄島東方の海中で火山活動が起こり、多量の軽石質溶岩を噴出し、やがて火山島が現れた。引き続き活動の間に火山島は様相をたびたび変えたが、1935年春活動はほぼ終わり、流紋岩溶岩からなる新硫黄島（昭和硫黄島）が定着した。現在は海岸に温泉が湧出している。

以上のように鬼界カルデラの活動史を概観すると、カルデラ形成以前にこの地域に単一の大型の火山があった証拠はなく、多数の小火山が集まっていたらしいこと、一見単一のカルデラから複数回大規模な火砕流が流出していること、後カルデラ火山はカルデラ内の特定の地帯に集中しているが、環状割れ

第3表 主要な岩石  
Modal Composition of selected

	1	2	3	4	5	6	7	A	8
	75TK 38	75IÖ 10L	75IÖ 15	75IÖ 16S	75IÖ 8	GW76KG -D6	75IÖ 7G1	75TK 22*	75TK 32P1*
斑 晶									
斜 長 石	31.9	20.2	12.2	8.6	6.0	17.8	6.6	20	5
石 英								2.5	
かんらん石	1.6	3.3		.1					
普通輝石	.2	3.0	.8	1.1	.5	1.9	.7	.5	1
紫蘇輝石		.1	1.4	.9	.3	1.4	.1	2	1
鉄 鉱				.4	.4	.8	.5	1	1
(小 計)	33.7	26.6	14.4	11.1	7.2	21.9	7.9	26	8
石 基	66.3	73.4	85.6	88.9	92.8	78.1	92.1	74	92

A. Augite-hypersthene rhyolite 75TK22-2, R 22414

長瀬火砕流堆積物中の軽石、竹島北海岸長瀬。Aを除く試料の記載は第4表を参照。



目の存在を指示する証拠はないことなどから、鬼界カルデラは阿蘇・始良をはじめ日本の多くの陸上のカルデラと共通の特徴をもっていることが分かる。竹島火砕流の流出は約6,300年前であり、日本の大型火砕流のうちでは、摩周カルデラのMa-f火砕流（約7,000年前、KATSUI *et al.*, 1975）とともに、最も新しい時期のものである。

## II. 3 岩 石

鬼界カルデラから噴出した岩石は、先カルデラ火山岩から1934-35年の新硫黄島溶岩に至るまでの全体を通じて、玄武岩—安山岩（SiO<sub>2</sub> : 50-57%）とデイサイト—流紋岩（SiO<sub>2</sub> : 68-72%）の2群に分かれる。両者の中間の組成のものはいまだ発見されてなく、また中性安山岩組成のものは量的に少なく、明らかなパイモダルの性質を示している。代表的岩石のモード組成と化学組成をそれぞれ第3・4表に示す。

斑晶鉱物としては全体を通じて斜長石が最も多量であり、他に無色鉱物としては一部の流紋岩に石英が含まれる。有色鉱物としては、玄武岩ではかんらん石と普通輝石を主とし、安山岩ではかんらん石が減り、紫蘇輝石がそれに代わる。デイサイト—流紋岩中でも普通輝石・紫蘇輝石の両種輝石のみで、角閃石など含水鉱物は出現しない。他に磁鉄鉱・イルメナイトを含む。

奥村ほか（1976）は硫黄岳噴出の岩塊からローダライト（roedderite）を発見した。ローダライトは隕石から発見された大隕石タイプの鉱物であり、地球産鉱物としては硫黄岳が初めての産出報告地である。

の鉱物組成  
samples from the Kikai Caldera.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	
75TK 24	75I $\bar{O}$ 9P1*	75I $\bar{O}$ 63	75I $\bar{O}$ 69	75I $\bar{O}$ 20	75I $\bar{O}$ 62	IW74- S13	76I $\bar{O}$ 132R	IW74- S24	
5.2	7	22.7	26.7	19.3	7.3	7.4	13.5	14.0	Phenocryst
									Plagioclase
		1.7	3.1	.2					Quartz
.9	1	2.5	.7	1.1	.3	.6	1.3	1.6	Olivine
.3	1	.9	.2	.6	.5	.4	1.1	1.1	Augite
.6	1	.8			.3	.1	.7	1.1	Hypersthene
7.0	10	28.6	30.7	21.2	8.4	8.5	16.6	17.8	Fe-Ti oxide
93.0	90	71.4	69.3	78.8	91.6	91.5	83.4	82.2	(Subtotal)
									Groundmass

分析値は各試料について薄片1-2枚、2,000-3,000点のポイントカウントによる。\*のものは軽石を粉砕、椀がけにより斑晶と石基ガラスとを分離し、斑晶・石基の容量比は重量から計算、斑晶の容量は分離結晶を埋めた薄片からのポイントカウント（200点前後）によるもので、精度はやや劣る。

第4表 主要な岩石  
Chemical composition of selected

No.	1 75TK38	2 75IO10L	3 75IO15	4 75IO16S	5 75IO8	6 GW76KG-D6	7 75IO7G1	8 75TK32P1
SiO <sub>2</sub>	50.12	53.73	55.88	56.94	71.96	67.40	71.74	68.84
TiO <sub>2</sub>	.71	.63	.74	.66	.64	.50	.66	.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.34	18.00	17.62	16.89	13.51	14.80	13.51	13.28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.47	2.95	3.30	2.24	1.79	1.60	1.39	1.64
FeO	6.72	5.66	5.66	5.77	1.74	2.28	2.12	1.83
MnO	.16	.16	.16	.15	.09	.10	.09	.10
MgO	4.77	5.34	3.89	4.50	.67	1.28	.75	.80
CaO	11.47	10.27	8.95	8.68	2.67	3.79	2.59	2.66
Na <sub>2</sub> O	2.50	2.58	2.64	2.95	4.13	3.96	4.12	3.84
K <sub>2</sub> O	.41	.56	.85	1.00	2.74	1.98	2.72	2.64
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.09	.10	.14	.13	.16	.10	.14	.13
H <sub>2</sub> O+	.69	.11	.06	.15	.03	1.15	.18	3.00
H <sub>2</sub> O-	.54	.24	.32	.20	.10	.08	.18	.32
Total	99.99	100.33	100.21	100.26	100.23	99.02	100.19	99.74
水を除いた再計算値	Recalculated without water							
SiO <sub>2</sub>	50.75	53.74	55.98	56.99	71.89	68.92	71.86	71.40
TiO <sub>2</sub>	.72	.63	.74	.66	.64	.51	.66	.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.58	18.00	17.65	16.91	13.50	15.13	13.53	13.77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.50	2.95	3.31	2.24	1.79	1.64	1.39	1.70
FeO	6.80	5.66	5.67	5.78	1.74	2.33	2.12	1.90
MnO	.16	.16	.16	.15	.09	.10	.09	.10
MgO	4.83	5.34	3.90	4.50	.67	1.31	.75	.83
CaO	11.61	10.27	8.97	8.69	2.67	3.88	2.59	2.76
Na <sub>2</sub> O	2.53	2.58	2.64	2.95	4.13	4.05	4.13	3.98
K <sub>2</sub> O	.42	.56	.85	1.00	2.74	2.02	2.72	2.74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.09	.10	.14	.13	.16	.10	.14	.13
ノルム Norm								
Q	1.75	6.72	11.75	10.07	31.20	26.92	30.66	30.72
C								
or	2.45	3.31	5.03	5.92	16.18	11.97	16.10	16.18
ab	21.42	21.84	22.38	24.98	34.91	34.27	34.92	33.70
an	40.84	35.89	33.77	29.92	10.22	17.14	10.35	11.62
di	{	{	{	{	{	{	{	{
wo	6.75	6.02	4.09	5.15	.82	.59	.67	.50
en	3.64	3.68	2.31	2.89	.52	.33	.33	.30
fs	2.89	2.00	1.61	2.05	.26	.23	.32	.17
hy	{	{	{	{	{	{	{	{
en	8.39	9.62	7.40	8.33	1.15	2.93	1.54	1.76
fs	6.65	5.22	5.15	5.89	.57	2.04	1.50	.98
mt	3.63	4.28	4.79	3.25	2.59	2.37	2.02	2.47
il	1.37	1.20	1.41	1.25	1.21	.97	1.26	1.30
ap	.21	.23	.32	.30	.37	.24	.32	.31
D. I.	25.63	31.87	39.16	40.97	82.29	73.15	81.68	80.60
MgO	28.70	31.80	24.30	27.72	6.15	11.70	6.84	7.56
T. FeO	53.80	49.51	53.90	47.96	30.77	34.00	30.75	31.23
T. Alkali	17.51	18.70	21.80	24.33	63.08	54.30	62.40	61.21

の化学組成  
samples from the Kikai Caldera.

9 75TK24	10 75IO9 P1	11 75IO63	12 75IO69	13 75IO20	14 75IO62	15 IW74S-13	16 76IO132R	17 IW74S-24
69.26	68.46	52.25	51.24	54.56	72.00	70.50	69.30	70.60
.68	.66	.80	.80	.66	.60	.51	.60	.60
13.26	13.65	18.70	18.10	19.08	14.40	13.93	14.70	13.80
1.69	1.20	4.80	3.01	2.76	1.40	.76	1.60	1.40
2.04	2.39	4.67	6.38	5.23	1.52	3.20	2.09	1.90
.10	.10	.20	.20	.15	.10	.11	.10	.10
.80	.97	4.52	5.11	3.77	.66	.90	.96	.82
2.70	2.92	9.90	10.06	9.93	2.46	2.57	3.14	2.72
4.11	3.91	2.40	2.46	2.85	4.48	4.29	4.22	4.19
2.74	2.48	.51	.45	.68	2.45	2.35	2.26	2.41
.15	.16	.10	.10	.15	.10	.14	.20	.10
2.26	2.74	.73	.79	.09	.36	.33	.52	.42
.26	.26	.34	.37	.16	.11	.05	.17	.07
100.05	99.90	99.92	99.07	100.07	100.64	99.64	99.86	99.13
71.01	70.65	52.86	52.33	54.66	71.88	71.03	69.88	71.57
.70	.68	.81	.82	.66	.60	.51	.61	.61
13.60	14.09	18.92	18.49	19.11	14.38	14.03	14.82	13.99
1.73	1.24	4.86	3.07	2.76	1.40	.77	1.61	1.42
2.09	2.47	4.72	6.52	5.24	1.52	3.22	2.11	1.93
.10	.10	.20	.20	.15	.10	.11	.10	.10
.82	1.00	4.57	5.22	3.78	.66	.91	.97	.83
2.77	3.01	10.02	10.27	9.95	2.46	2.59	3.17	2.76
4.21	4.04	2.43	2.51	2.86	4.47	4.32	4.26	4.25
2.81	2.56	.52	.46	.68	2.45	2.37	2.28	2.44
.15	.17	.10	.10	.15	.10	.14	.20	.10
28.98	28.97	9.20	5.30	8.33	30.16	28.21	27.96	30.19
					.14		.08	
16.60	15.13	3.05	2.72	4.03	14.45	13.99	13.47	14.44
35.66	34.14	20.54	21.26	24.16	37.84	36.57	36.01	35.94
9.88	12.77	39.20	37.81	37.33	11.53	11.90	14.39	11.89
1.19	.46	4.10	5.22	4.61		.01		.47
.67	.22	2.84	3.02	2.61				.26
.47	.23	.92	1.96	1.81		.01		.19
1.38	2.27	8.55	9.98	6.80	1.64	2.26	2.41	1.81
.98	2.34	2.78	6.49	4.71	.83	4.64	1.73	1.35
2.51	1.80	7.04	4.46	4.01	2.03	1.11	2.34	2.06
1.32	1.29	1.54	1.55	1.26	1.14	.98	1.15	1.15
.36	.38	.23	.24	.35	.23	.33	.47	.23
81.24	78.24	32.80	29.28	36.52	82.46	78.78	77.44	80.57
7.14	8.96	27.53	29.87	25.11	6.36	7.88	8.75	7.75
31.76	32.04	54.75	53.12	51.38	26.81	34.00	32.18	29.87
61.10	59.00	17.72	17.01	23.51	66.83	58.12	59.07	62.38

#### 第4表つづき

##### 先カルデラ火山群

1. 真米山火山溶岩, 竹島北海岸, 佐多浦の東端  
Augite-bearing olivine basalt 75TK38, R22417\*
2. 矢筈山火山溶岩, 硫黄島城が原東端の車道  
Hypersthene-bearing augite-olivine andesite 75IÖ10L, R22400
3. 矢筈山火山溶岩, 硫黄島北海岸, 坂本と平家城の中間  
Augite-hypersthene andesite 75IÖ15, R22404
4. 矢筈山降下スコリア堆積物中のスコリア, 硫黄島北海岸, 坂本と平家城の中間  
Olivine-bearing hypersthene-augite andesite 75IÖ16S, R22405
5. 長浜溶岩, 硫黄島西海岸大浦  
Hypersthene-augite rhyolite 75IÖ8, R22397
6. 溶岩, ヤクロ瀬南東約2 km, 深さ140 mの海底(ドレッジによる採取)  
Hypersthene-augite dacite GW76KG-D6, R22413

##### カルデラ形成期の火砕岩類

7. 小アビ山火砕流堆積物の溶結凝灰岩中の本質レンズ, 硫黄島北西海岸小坂本  
Hypersthene-augite rhyolite 75IÖ7G1, R22395
8. 船倉降下軽石中の軽石, 竹島南海岸籠港  
Augite-hypersthene rhyolite 75TK32P1, R22416
9. 船倉火砕流堆積物の溶結凝灰岩(全岩), 竹島北海岸長瀬の東方  
Hypersthene-augite rhyolite 75TK24, R22415
10. 竹島火砕流堆積物中の軽石, 硫黄島西海岸大浦  
Hypersthene-augite rhyolite 75IÖ9P1, R22398

##### 後カルデラ火山

11. 稲村岳火山稲村岳スコリア丘のスコリア, 硫黄島南海岸, 稲村岳の南西  
Hypersthene-bearing olivine-augite basalt 75IÖ63, R22408
12. 稲村岳火山東溶岩, 硫黄島南海岸, 東温泉の西  
Hypersthene-bearing augite-olivine basalt 75IÖ69, R22409
13. 稲村岳火山磯崎溶岩, 硫黄島長浜東の海岸  
Olivine-bearing hypersthene-augite andesite 75IÖ20, R22406
14. 硫黄岳火山溶岩, 硫黄島東温泉  
Augite-hypersthene rhyolite 75IÖ62, R22407
15. 硫黄岳火山溶岩, 硫黄岳登山道, 標高190m付近, 松久幸敬採取  
Hypersthene-augite rhyolite IW74S-13, R22411
16. 硫黄岳火山 1290 y. B. P. 噴出のパン皮状火山弾, 硫黄岳登山道展望台付近  
Hypersthene-augite rhyolite 76IÖ132R, R22410
17. 新硫黄島火山溶岩(1935年噴出), 新硫黄島, 松久幸敬採取  
Hypersthene-augite rhyolite IW74S-24, R22412

分析は、湿式分析法による。分析者は、大森貞子(1-14, 16, 17)及び東京石炭鉱物研究所(15)。  
All analyses were by wet method. Analysts: Nos. 1-14, 16, 17; T. Omori;  
No. 15: Tokyo Coal and Mineral Laboratory.

\* 地質調査所 GEMS 標本登録番号

## II. 4 地球物理

本地域の本格的な地球物理学的調査は、横山ほか（1966）によって1961-1963年に行われた火山性微動・地温・地磁気伏角及び重力の測定に始まる。その後地質調査所による空中磁気調査、海上保安庁水路部及び地質調査所による各種海上調査が実施され、近年は地質調査所その他により、全国地熱基礎調査、サンシャイン計画などのため、重力及び磁気探査、放熱量その他の調査観測が行われている。以下にその一部を要約する。

### 重力

横山ほか（1966）は硫黄島・新硫黄島・竹島において重力を測定し、ブーゲー異常がカルデラ中心に向かって低くなる傾向であることを述べた。地質調査所（1976, 1981）による詳しい重力測定の結果は、硫黄島におけるカルデラ外側の高重力と硫黄島・新硫黄島におけるカルデラ中心に向かう重力低下の傾向とを示し、竹島では島中央部に高重力帯が認められるが、カルデラ構造との関係は明らかでない（第6図）。

地質調査所は1975年地質調査船白嶺丸の航海GH75-1の際、本海域の重力測定を行った（SOYA *et al.*, 1976；石原, 1977）。その結果、カルデラを中心として大きい負の重力異常があり、海底地形から推定されるカルデラの輪郭が、南の一部を除いてブーゲー異常とよく一致することが示された（第7図）。特にカルデラの北半部では、カルデラの輪郭に沿って等重力線が同心状であり、カルデラ縁での最大値とカルデラ中心での最小値との差は25mgalである。この値は阿蘇カルデラ（20mgal）よりも大きく、始良カルデラ（35mgal, 中条・村上, 1976）より小さい。これらの結果からガウスの定理によって質量欠損を求めると、約 $7.9 \times 10^{10}$ tonとなり（石原, 1977）、それは比重2.4の物質にすると約33km<sup>3</sup>分にあたる。

### 磁気

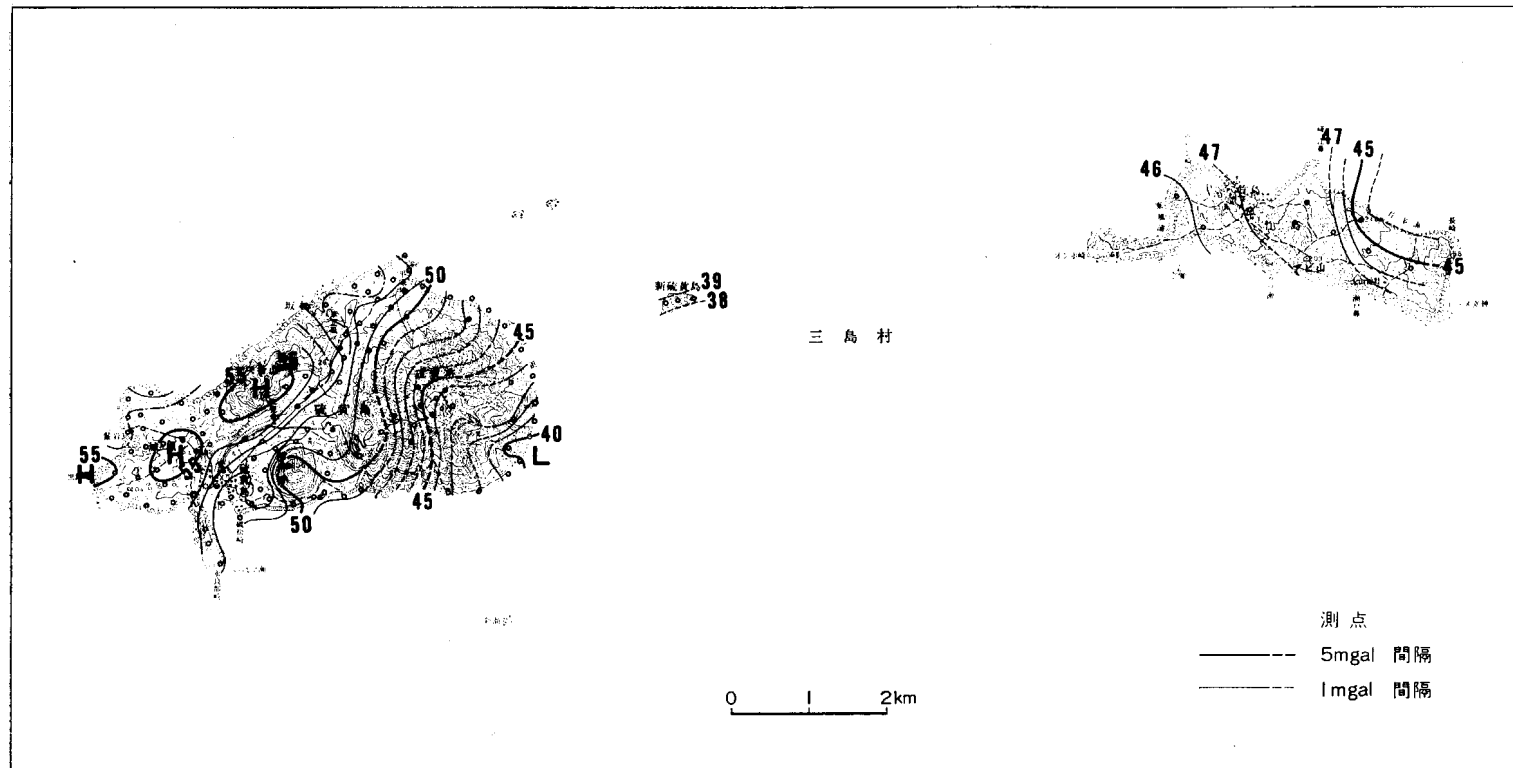
横山ほか（1966）は地磁気伏角の測定から、帯磁の強弱による岩石の分布を予想的に示した。地質調査所（1976）はプロトン磁力計によって合計533点において全磁力を測定した。その結果、対をなす正・負異常として、矢筈山などカルデラ縁沿いの3対と稲村岳との合計4対が認められた。また、硫黄岳中心付近は、岩石の変質のために、磁気異常が極めて小さいことが示された。

地質調査所は1977年大隅半島一屋久島海域の空中磁気探査<sup>2)</sup>を行い、その結果を同海域の空中磁気図（地質調査所, 1980）として公表した。第3図（4ページ）に同図中の本地域を含む部分を引用する。本地域及びその南方、屋久島と口永良部島との中間海域に、火成岩地域に特徴的な、短波長の、強い磁気異常が密に分布し、地域東及び北方の堆積岩地域と際立った対照を示している。測線密度と磁性岩体の大きさとの関係から、図に示される個々の磁気異常あるいは正・負異常の対と地質岩体とが厳密に対応しているわけではないが、カルデラの輪郭は磁気異常分布によってほぼ表現されている。

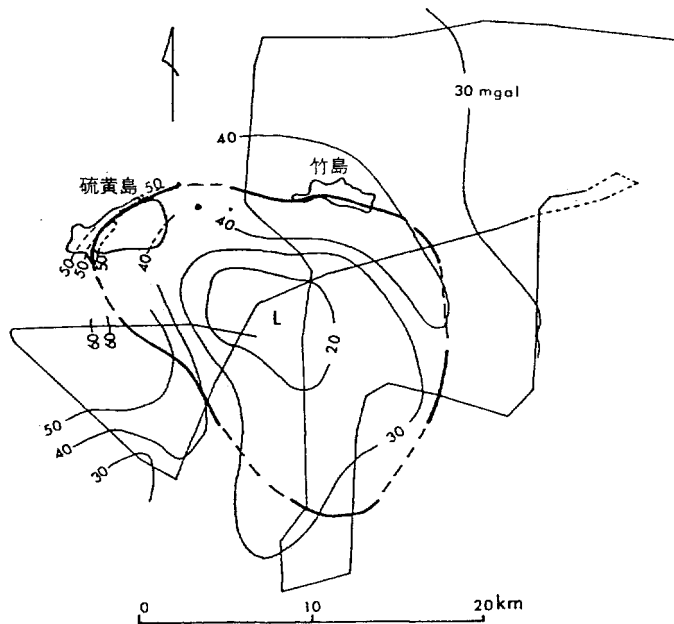
### 放熱量

硫黄島における放熱量については、川村政和（地質調査所, 1976, p. 1-26）による陸上の特定地区

2) 陸棚海域地下資源賦存に関する研究の一環として行われた。



第6図 陸上等重力線図（ブーゲー異常，補正密度  $\rho=2.0$ ；鹿児島県硫黄島地域等重力線図，地質調査所，1981による  
地形基図は国土地理院発行5万分の1地形図「薩摩硫黄島」）  
Bouguer gravity anomaly of the land area in the district. Density correction by  $\rho=2.0$   
(Geological Survey of Japan, 1981).



第7図 鬼界カルデラのブーゲー異常 単位はミリガル, 補正密度 $\rho=2.4$  (石原, 1977)  
 Bouguer gravity anomaly over the Kikai Caldera. Unit in milligal and density correction by  $\rho=2.4$  (ISHIHARA, 1977).

についての調査, 江原ほか (1980) による付近海中の熱流量測定などがあるが, 全島についての信頼すべき値はまだ得られていない. 川村 (1977) は硫黄島内の15の噴気孔についてその放出熱量と $\text{SO}_2$ 量との測定を行い, それらの相関関係と平均値を求め, 一方硫黄島から放出されている全 $\text{SO}_2$ 量を測定して, 前の関係・平均値から同島の噴気による全放出熱量を $1.1-1.3 \times 10^5 \text{ kcal/s}$ と見積もった.

## II. 5 1934-35年の噴火, 新硫黄島の生成

新硫黄島は1934-35年 (昭和9-10年) の噴火によって新しく生成した火山島である. これは現在日本国内で島として定着したものとしては, 1973-74年の小笠原諸島西方の西之島新島 (現在は西之島に合体した) につぐ新しい島である.

この噴火の際に現地を調査した松本 (1936), 田中館 (1935a, b, c, d, e, 1936, 1939; TANAKADATE, 1935a, b), 阿多 (1935) などの報告から, 噴火の状況・経過を要約する. 記述中, 誤解のおそれのないときは硫黄島及び新島の語を省略する. T, Mはそれぞれ田中館, 松本によることを示す.

1934年

9月12日 硫黄島で弱い地震, 23時25分強い地震.

13日 前夜から6時までに62回, 16時までに70回以上の地震.

9月14-19日 地震引き続く。海岸の温泉の湿度異常。

18日 (噴火地点付近の) 海水混濁。

20日 悪天候だったが、8-10時に竹島の鵜瀬南東方海上に白煙確認。午後付近通過の船から爆音を伴わない噴煙の上昇、3-4哩の長さの軽石島などの報告。噴煙上昇は19日からという説もある。

21日 風がないとき白煙の高さ約1,000m。多量の軽石の流出。中には船位の大きさのものもある。

10-11月 降灰・軽石の流出続く。ときどき地震。

12月に入り噴煙急に増加。

12月7日 新島出現。煙多くなり、軽石の流動まれになる。

8日 新島北部に急な小円錐山。噴煙からスコリア落下。

その後 島成長、約3分おきに噴火、降灰続く。

30日 (硫黄島集落で) 終日強い鳴動、降灰、小火口丘は西方の基部を残して大部分破壊。残留部を前岩と命名(第8図)。

1935年

1月8日 前の火口の位置に新島出現、南に溶岩台(T)。

19-21日 島の南半は長さ約150mの溶岩台、北半は、高さ約15m、火口の径約50mの火口丘。噴煙の高さは7-800m、1-2分の周期で噴火、噴出岩屑によって前岩と新島はほとんど結合(T)。

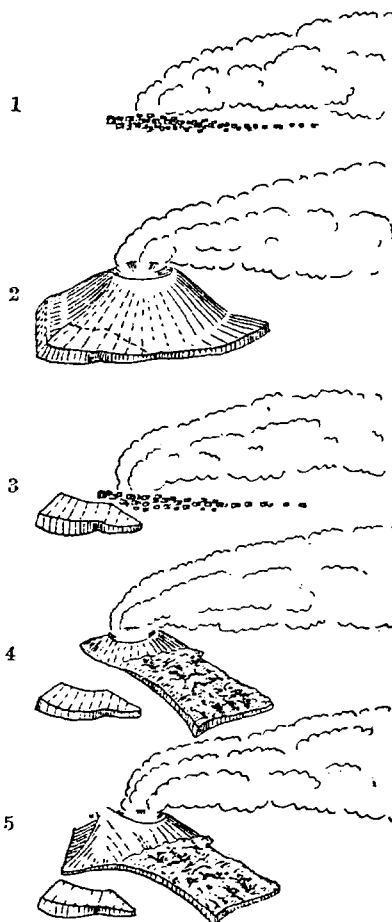
2月10日 新島の北西に、約50mの海を隔て新小島出現。

2-3月 噴火は衰えたが降灰続く。ときどき地震。

3月26日 新島は全島溶岩からなり、噴石丘はなかった(M)。

3月以降 新島の噴火口拡大、火口壁は低下、多量の溶岩が火口から流出(T)。

7月 新島中央に円錐形の溶岩丘とその頂部に火口様の凹所。新島の平面形は3月とほぼ同様だ



第8図 新硫黄島の生成経過(1) 田中館(1935e)の第13図による。(1)1934年12月5日,(2)同12月23日,(3)1935年1月初旬,(4)同1月8日,(5)同1月22日  
Growth of Shin-Io-jima(1), from Tanakadake, 1935e.  
(1) December 5, 1934, (2) December 23, 1934, (3) Early days in January, 1935, (4) January 8, 1935, (5) January 22, 1935.



が、高さは約半減。新小島は2個の小島に分裂 (M, 第9図)。

1936年

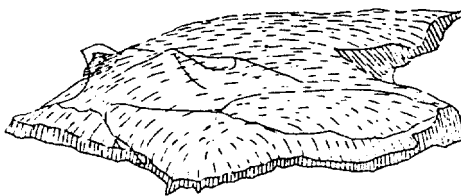
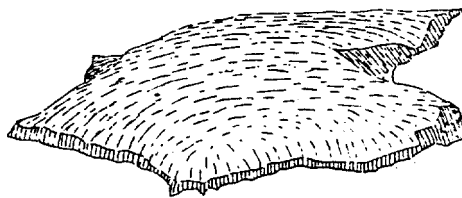
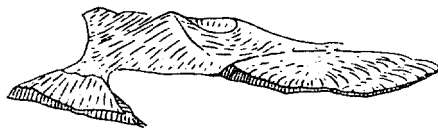
3月30日 新島は高さ7、8-20mの崖に囲まれる。島の中央北側からは $H_2S$ 噴出、南側の海中からは $H_2S$ 及び水蒸気噴出。新小島はほとんど海に没し、数個の岩礁となった (T)。

噴火は1934年9月20日頃 (田中館, 1935c, は噴火開始を9月17-18日と考えた) 硫黄島東方約2km, 深さ約300mの海底で始まった。多量の白煙をあげ軽石が浮上したが、海中噴火のため爆音は伴わなかった。白煙は大部分水蒸気で、海水に可溶のガス成分を失っていた。軽石は12月まで大量に流出した。軽石には30m立方のものもあったが、すべてパン皮表面に囲まれ、海上2・3哩流されても、なお内部が赤熱しているものがあつた。軽石の集積によって硫黄島周辺に数カ所の瀬が出現した。12月に新島が出現した後は灰を伴う黒煙が多量になり、ガスも有毒の程度が大きくなった。

12月30日新島は西の一部を残して破壊された。爆破という記述もあるが、恐らく海中に累積した不安定な山体が一部崩壊したのであろう。

1935年1月8日、以前の火口の位置に第2次新島が出現したとき、南側に溶岩台地がすぐ現れたのは海面直下には山体が広くひろがっていたことを示す。2・3月以降爆発的活動が衰え、陸上溶岩

流出に変わって、3月下旬には火口は消滅していた。火口丘 (噴石丘) の存否について田中館・松本両氏の間に意見の相違があつたらしいが、観察時期の違いによるものであろう。盛んに黒煙を上げ、噴石の落下が目撃された時期 (1月) には噴石丘があつたのは当然であり、島が成長して火道と海水との接触が少なくなるとともに活動は溶岩流出に変わり、噴石丘は溶岩に埋積されたか、溶岩によって運び去られたのであろう。2月、新島の北西方に出現した新小島は7月には2島に分裂し、翌1936年3月には数個の岩礁になった。また新島の高さも1935年3月に比べ7月、翌年3月と計約30m低下した。噴火以来竹島・硫黄島では0.7-2mの沈降が認められたが (松本, 1936; 田中館, 1935bなど)、この広域的沈降に比べ新島の沈下量ははるかに大きい。多孔質岩塊の累積によって急速に成長した海中火山体が、



第9図 新硫黄島の生成経過(II) 田中館(1939)による。  
上図: 1935年1月21日、硫黄島硫黄岳東側海拔250mの地点からの写真による。中図: 1936年3月31日、上と同一地点からの写真による。下図: 上2図の重ね合わせ。  
Growth of Shin-Iō-jima (II), taken from TANAKADATE (1939).  
Top: January 21, 1935, from the flank of Iō-dake.  
Middle: March 31, 1936, from the same point as above.  
Bottom: Superposition of above two figures.

活動の終了後、圧密や内部の溶岩の横への広がりなどによって、高度を小ささせたのであろう。

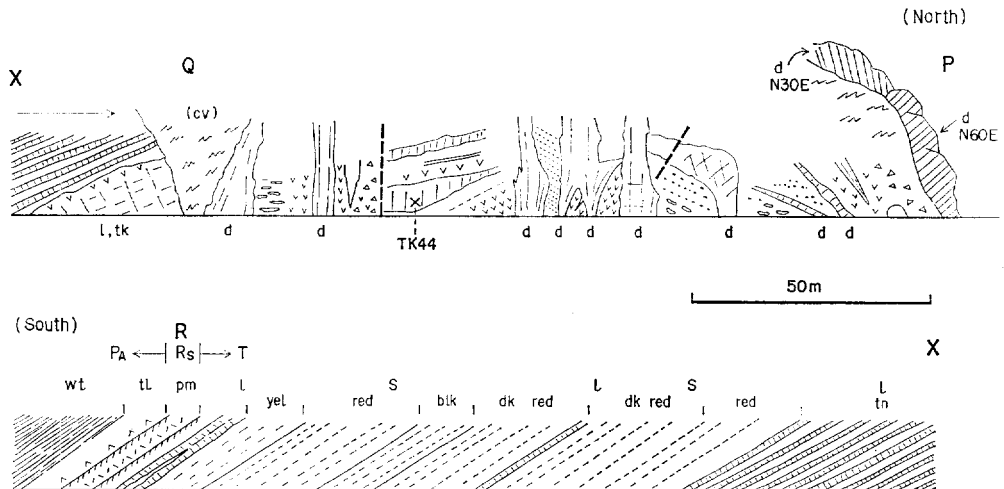
### III. 先カルデラ火山群

#### III. 1 玄武岩・安山岩火山群

##### III. 1. 1 <sup>たかひら</sup>高平山火山

高平山火山は竹島の北東端部を占める。竹島の台地面から突出した急峻な地形をつくり、最高点の高平山（標高158m）は海岸の絶壁にある。この火山は玄武岩—苦鉄質安山岩の小成層火山であるが、著しく開析され、山体の南西側のみが現在残されている。島の東海岸にはこの火山の断面が連続して現れ、その北部（第10図のPQ間）は火山の中心火道部を、南部（第10図のQR間）は成層火山の外側斜面を、それぞれ示している。

火道部を構成するものはスコリア集塊岩であり、多数の岩脈に貫かれている。スコリア集塊岩は黒色あるいは赤色のスコリアからなり、紡錘状や牛糞状の火山弾を含む。この集塊岩は成層しているが、成層面の向きは一定せず、岩脈に境されたブロックごとに異なっている。北端部に露出するものは、径数m以下の様々の大きさの類質玄武岩角礫と基質をなす本質スコリアとからなる。基質の一部では、スコ



第10図 高平山火山の断面（竹島東海岸北部のスケッチ、下段は上段の左につづく。上段右端(P)は竹島北東端長崎）  
PQ間は高平山火山の火道部に、QR間はその南斜面に、それぞれ当たる。

A sketch along the northern part of the east coast of Take-shima. The lower figure is to the left of the upper. P at the right end of the upper figure is Nagasaki, the northeast point of Take-shima. The intervals between PQ and QR represent a section of the vent area and the southern flank of the Takahirayama Volcano respectively.

T: 高平山火山 Takahirayama Volcano, Rs: 崎ノ江鼻溶岩 Sakinoehana Lava, PA: 小アピ山火砕流堆積物 Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit, d: 岩脈 dike, l: 溶岩 lava, s: スコリア層 scoria bed, pm: 軽石層 pumice bed, tl: 崖錐 talus, wt: 溶結凝灰岩 welded tuff, dk red: 暗赤色 dark red, blk: 黒色 black, yel: 黄色 yellow, tn: 薄い thin, tk: 厚い thick, cv: 植生による被覆 vegetation cover.

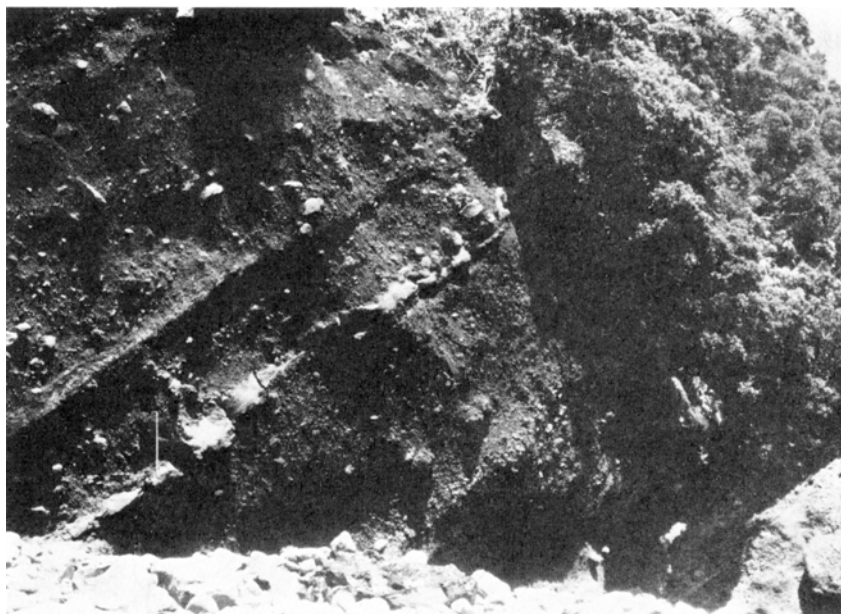
リアは個々の外形を判別できない程度に溶結・均質化されており、このような部分は一見多数の類質岩塊を包有する溶岩のように見える。

島の北東端長崎には、厚さ数m以上の2本の岩脈が露出する（第10図上段右端）。これより南には、約10本のそれぞれ厚さ数mの岩脈があるが、これらの多くのものは、第10図に見られるように、直線的でない、やや不規則な外壁にかこまれている。

火道部の南側は、南に傾斜した降下スコリア層と薄い溶岩流との整然と成層した累層からなり、上述した複雑な火道部の構造と著しい対照をなしている。観察できる部分の厚さは約70mである。露出する最下部に厚さ5m以上の溶岩があり、その上位には22枚前後の薄い溶岩の累層がある。これらの溶岩は1枚の厚さ20-70cmの板状の中心固結部とそれらの上下にあるスコリア状部とからなる。この溶岩の上位は厚さ約50mの成層したスコリア層であり、赤・暗赤・黒など様々な色を呈する。スコリア層の中部（第11図）と最上部近くとに溶岩流が挟まれる。スコリア層の最上部は風化して、上位の崎ノ江鼻溶岩に伴う流紋岩降下軽石層に覆われる。

高平山火山の噴出物及び構造には水中噴火を示す特徴は全く見られないので、この火山は小形の陸上成層火山であったのであろう。火道部の大きさとその中の貫入岩体の量にくらべて、外側の成層部分の厚さが小さいように思われるので、成層部の上位は削剝によって失われているのかもしれない。

岩石は、結晶度は様々であるが、すべて斜長石・かんらん石の斑晶を含む玄武岩あるいは玄武岩質安山岩である。鏡下の観察によると斜長石の斑晶を、常に多量に含む。角礫岩の岩塊中には、かなり粗粒



第11図 高平山火山の成層粗粒降下火砕物とその中に挟まる薄い玄武岩溶岩 竹島東海片（第10図の下段中央付近）左下部のスケールは1m。  
Bedded coarse pyroclastic rocks and thin lava flow of Takahirayama Volcano on the east coast of Take-shima. (near the center of the lower figure of the Fig. 10). The scale at the lower left is 1 meter long.

の石基をもつものもある。

かんらん石普通輝石玄武岩 75TK44

産状・産地：溶岩流（第10図上段の中央部）．竹島東海岸．

斑晶：斜長石・普通輝石・かんらん石．

斜長石は径1-3mmで，単晶かあるいは数個の結晶が複雑に組み合った集合体であり，輝石や不透明塵状物質を包有している．普通輝石とかんらん石は少量であり，かんらん石は単斜輝石の反応縁に囲まれる．

石基：斜長石・単斜輝石・鉄鈹・少量のガラス．間粒状組織．

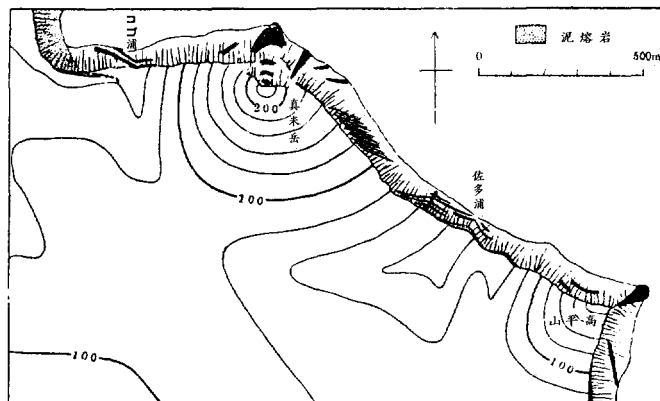
### Ⅲ. 1. 2 真米山火山

竹島の東北部にあり，標高219.9mの山頂は島の最高点である．山頂は北海岸の絶壁にあり，そこから島の陸側に向かって緩斜面が下っている．今回の調査では佐多浦東部においてこの火山の東端部の露頭を調査したのみであり，山頂直下の海岸に上陸することができなかったため，観察は著しく不十分である．佐多浦においては，厚さ2m程度の玄武岩溶岩が角礫部を中間に挟んで3枚以上露出している．松本（1937）は真米山の北海岸の海蝕崖には成層した溶岩・火砕岩と多数の岩脈が露出していることを報告している（第12図）．以上の事実から，この火山が高平山火山と極めてよく似た玄武岩—安山岩の陸上小成層火山で，その中心部は現在の山頂付近かその近くの海中にあったものと推定される．

真米山火山と高平山火山との上下関係を直接に示す露頭は発見されなかった．佐多浦東部において，両火山の岩石の露頭の間には船倉降下軽石・船倉火砕流堆積物などが介在し，両火山は接していない．現在の露出状況からは，高平山火山の方がより多く侵食を受けているように見えるので，本報告では真米山火山を上位としておく．

普通輝石含有かんらん石玄武岩 75TK38（第IV図版A）

産状・産地：溶岩流．竹島北海岸佐多浦の東端．



第12図 真米岳\*及び高平山熔岩及び岩脈露出概念図（松本，1937の第18図）  
泥溶岩（左上隅）とあるのは鱸ノ江鼻溶岩である \*本報告の真米山  
Outcrops of lavas and dikes of Magomeyama and Takahirayama Volcanoes. Reproduction of Fig. 18 of MATUMOTO (1937).

化学組成：SiO<sub>2</sub>：50.75%<sup>3)</sup>（12ページ第4表No. 1）

斑晶：斜長石・かんらん石・普通輝石（10ページ第3表No. 1）

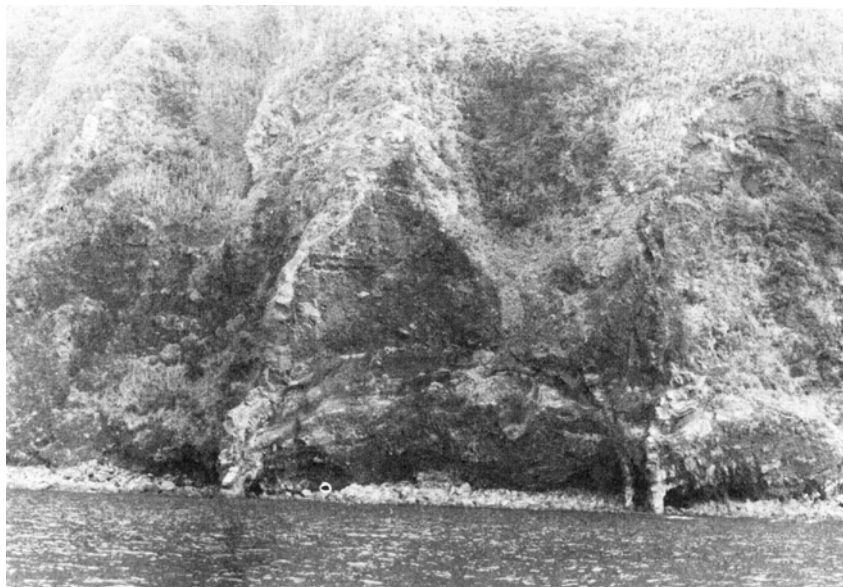
斜長石は径1-4mmの卓状結晶であり，数個の結晶が複雑に組み合った集合であることが多い．しばしば塵状包有物を含む．かんらん石は径1mm以下，自形で，単斜輝石反応縁をもつ．普通輝石は大形で，円味を帯びている．

石基：斜長石・単斜輝石・鉄鈦，少量の褐色ガラス・珪酸鈦物・緑褐色粘土鈦物．粗粒の間粒状組織．

### Ⅲ. 1. 3 矢筈山火山

矢筈山火山は硫黄島北西部の中央部を占め，最高点矢筈山は標高348mである．山体南東側はカルデラ壁に当る急崖によって切断され（第Ⅲ図版），また北西側は北・北西・西に向く急峻な山腹斜面に囲まれて，海岸は高さ数10mの海蝕崖に切られる．全山密生した樹木に覆われているため観察は限られているが，北側の斜面には尾根に沿って溶岩の崖が露出しており，山腹斜面の上部は原火山斜面の傾斜に近いものと思われる．山頂部の稜線は，頂上南方の313m峰から矢筈山頂上を経て東は263m峰まで南東に開いた円弧状をなしており，この部分はこの火山の頂上火口縁またはその拡大されたものの名残かもしれない．

北西海岸の小坂本・坂本間には玄武岩または玄武岩質安山岩の薄い溶岩と火砕岩との互層が露出し，その南西部では西に緩く傾き，北東部では北に傾いている．溶岩の緻密部分は一般に1m以下，多くは数10cm以下であり，上下を塊状部に囲まれる．海岸の矢筈山頂上の真西から北北西向までの部分に5



第13図 矢筈山火山のほぼ水平に成層する溶岩・火砕岩とそれを切る岩脈群 硫黄島矢筈山北西海岸，平行する右の2本が松本（1937，第7図）による中央の2本，左の岩脈が同東の岩脈にそれぞれ当たる．

Alternation of flat-lying lavas and pyroclastics cut by dikes on the northwest coast of Yahazuyama Volcano.

3) 無水成分の合計を100%としたときの値．以下同様．



第14図 矢筈山南の尾根に露出する厚い玄武岩溶岩 南から見る  
 Thick lava of basalt of Yahazuyama Volcano,  
 viewed from the south.

個の岩脈が確認され<sup>4)</sup> (第13図), その方向は南からN60° W, N70° W (2個平行), N40° W, N40° W, N35° Wであり, 1個を除いて矢筈山頂より東方に集まる. 城が原東端の道路沿いでは下部は粗粒の火山角礫岩, 上部は玄武岩質安山岩の厚い溶岩が露出する. 矢筈山南方の313m峰西方の稜線には厚さ10m以上の緻密な玄武岩溶岩が露出する (第14図).

溶岩は緻密又は多孔質で, 斜長石・かんらん石及び輝石の斑晶をもつ. 小坂本北の海岸に露出する溶岩・岩脈には, 径1cm以上, ときに3cm以上で, 白色あるいは淡紅色の斜長石巨晶を含むものがある. また, 外来岩片をしばしば包有し, それには, 白色糖状のもの, 主に白色で黒色・紫色部分を含むもの, などがある. 鏡検によると, 白色糖状の岩石は石英・単斜輝石・斜長石の集合からなる. 黒色部分を含むものは, なかば溶融した花崗岩片であり, 無色で低屈折率のガラス中に, 融食された斜長石・石英・カリ長石が分離して見られる. また紫色部分を含むものは斜長石・堇青石・濃緑色スピネルの集合からなる.

紫蘇輝石含有普通輝石かんらん石苦鉄質安山岩 75iO10L (第IV図版B)

産状・産地: 溶岩流. 硫黄島城が原東端の車道切割.

化学組成: SiO<sub>2</sub>: 53.74% (12ページ第4表No. 2).

斑晶: 斜長石・かんらん石・普通輝石・紫蘇輝石 (10ページ第3表No. 2).

斜長石は径2mmまでの種々の大きさのものがある. 0.5mm以下の小形ものは, 自形の単晶で包有物を含まない. 大形ものは輝石あるいは塵状物質を包有し, 複雑な結晶集合をなすものが多い. かんらん石は小形 (0.2-0.5mm) で, 多量にあり, 単斜輝石反応縁に囲まれる. 普通輝石は長さ2-3mmの大形の

4) 松本 (1937) のp. 149に記載されたのはこのうち南よりの4個である.



第15図 硫黄島北岸，坂本北東の海岸の概念図（矢筈山火山と小アビ山火砕流堆積物）  
A sketch along a part of the north coast of Iōjima (relation between Yahazuyama Volcano and Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit).

S：坂本 Sakamoto, U：大谷 Utan, H：平家城 Heikenojō, Y：矢筈山火山 Yahazuyama Volcano, PA：小アビ山火砕流堆積物 Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit, PT：竹島火砕流堆積物 Takeshima Pyroclastic Flow Deposit, a：沖積層 Alluvium

柱状結晶であり，核部に不規則な輪郭に囲まれた紫蘇輝石を包有しているものがある。

石基：斜長石・単斜輝石・鉄鉱．細粒の間粒状組織。

北海岸の坂本と平家城との中間の海岸には，安山岩の溶岩が露出している．溶岩は青灰－紫灰色，緻密でやや流理があり，スコリア状の表面は著しく酸化して赤褐色である．この溶岩の侵食面上には砂礫層，白色の降下軽石層・安山岩質降下スコリア層などがあり，更にそれらを小アビ山火砕流堆積物が覆っている（第15図）．坂本付近では，小アビ山火砕流堆積物の分布が海岸まで達しているためにこれらの安山岩溶岩・火砕岩の累層と矢筈山火山の本体とは連続せず，直接の関係は分からない．この安山岩の溶岩・スコリアの組成（第3表，Nos. 3, 4）は，これまで観察された矢筈山火山の他の部分とはやや異なるが，全体の位置関係から考えて，この安山岩類も矢筈山火山の一部としておく．

#### 普通輝石紫蘇輝石安山岩 75IÖ15（第VI図版G）

産状・産地：溶岩流．硫黄島北海岸，坂本と平家城の中間．

化学組成：SiO<sub>2</sub>：55.98%（12ページ第4表No. 3）

斑晶：斜長石・紫蘇輝石・普通輝石（10ページ第3表No. 3）

斜長石は径0.5mm以下の小形のものが多く，1mm以上の大形のは少量である．一般に，包有物なく清澄である．斜長石には湾入のある不規則な外形のものがある．

石基：斜長石・単斜輝石・鉄鉱．

濃淡の縞状構造があり，淡色部では微細な長柱状斜長石の流状配列が認められるが，濃色部では更に細粒で，鉄物をほとんど識別できない．

#### かんらん石含有紫蘇輝石普通輝石安山岩 75IÖ16S

産状・産地：降下スコリア中のスコリア質岩塊．硫黄島北海岸，坂本の南西．

化学組成：SiO<sub>2</sub>：56.94%（12ページ第4表No. 4）

斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鉱・かんらん石（10ページ第3表No. 4）

斜長石は径1.5mm以下の自形又は破片状であり，褐色ガラス・輝石などを包有するものもある．輝石（径0.5mm以下）・かんらん石（径0.3mm）は小形，自形であり，かんらん石には骸晶もある．

石基：褐色の脱ガラス化したガラス中に，斜長石と少量の輝石とを含む．

外来岩片：斜長石・黒雲母・鉄鉱などの細粒集合．

### Ⅲ. 2 流紋岩・デイサイト溶岩群

#### Ⅲ. 2. 1 ヤクロ瀬溶岩

ヤクロ瀬は硫黄島の硫黄岳南側の海岸の南方約7kmにあり、西北西—東南東に延びる低い岩礁列である(第16図)。斜長石及び輝石の斑晶を含む緻密な溶岩からなる。

普通輝石紫蘇輝石流紋岩 78IÖ184-2

産状・産地：溶岩流。硫黄島南方ヤクロ瀬。

斑晶：斜長石・紫蘇輝石・普通輝石・鉄鈦，計約5容量%。

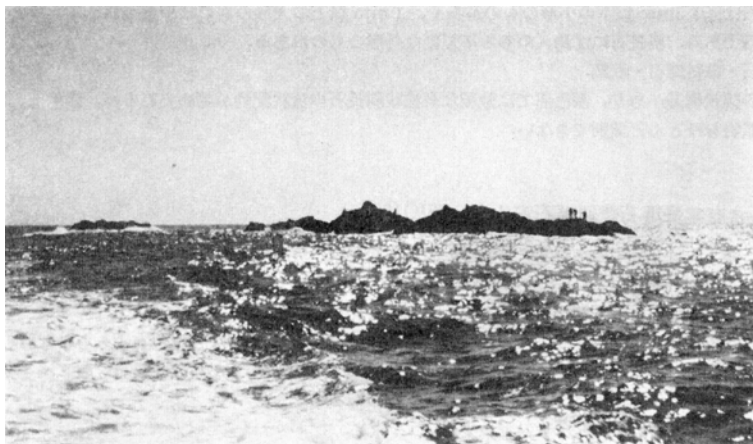
斜長石・輝石ともに長さ1mm以上のものと，1-0.5mm以下の小形のものがある。斜長石は，大形のものには包有物を持ち，複雑な累帯構造を示すが，小形のものには自形，清澄である。

石基：基地は径0.5mm程度のバッチ状の石英のモザイクからなり，その中に斜長石・斜方輝石・単斜輝石の針状微晶が流状配列する。

GW76KG航海において，ヤクロ瀬南東約2.5kmの海中のカルデラ壁付近でドレッジを行い大量の岩石を採取した(地質図のD6地点，46ページ第5表参照)。採取された岩石は斜長石斑晶を含むデイサイト1種類のみであり，節理らしい平滑な面に囲まれた緻密な岩石であった。上記の産状から見て，この岩石が現地性のものであることはほぼ確実であるが，標本の観察からは，この岩石が陸上溶岩のものか，水中溶岩に由来したものかは判断できない。上記したヤクロ瀬を作る岩石とは岩石記載学的にはやや異なるが，この両者から，この付近のカルデラ壁は主に珪長質の溶岩で構成されていることが判る。

紫蘇輝石普通輝石デイサイトGW76KG-D6

産状・産地：溶岩。ヤクロ瀬南東約2.5km，水深140mの海底(ドレッジ標本)。



第16図 北から見たヤクロ瀬 右端などに釣り人が見える  
Yakuro-se, a part of the submerged southwestern caldera rim,  
viewed from the north.



化学組成：SiO<sub>2</sub> = 68.92% (12ページ第4表No. 6).

斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鈹 (10ページ第3表No. 6).

斜長石は径1-2mmの卓状結晶であり、しばしば輝石と集斑晶を作る.

石基：淡褐色のガラス基地中に、斜長石・斜方輝石・鉄鈹の微晶を含む.

オートリス：長柱状の斜長石・普通輝石を主とし、少量の紫蘇輝石・鉄鈹と間隙を充たす淡褐色ガラスからなる.

### Ⅲ. 2. 2 竹島ノ鵜瀬溶岩

竹島ノ鵜瀬は硫黄島の北端、平家城から東北東1.5-2kmに散在する岩礁群であり、硫黄島平家城から竹島両端オンボ崎に至る海中カルデラ壁のわずかに海面上に突出した部分である。東西2群の岩礁からなり、東のものは海拔約25mの岩塔をもつ大きい岩礁とその周囲の小岩礁群、西のものは数個の低い岩礁からなる (第17図).

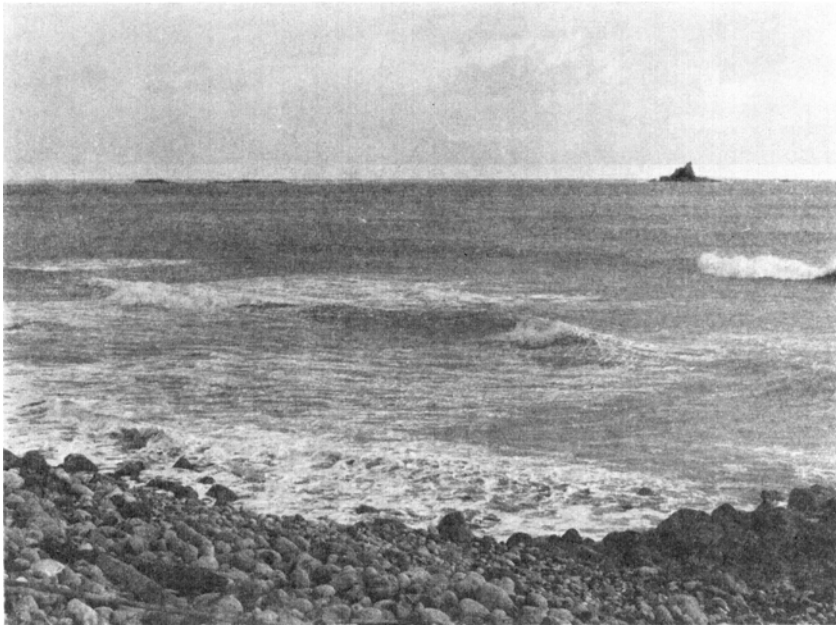
東の大きい岩礁を作る岩石は、やや不規則な流理構造をもつ、灰一暗灰色の緻密な溶岩であり、斜長石・輝石の斑晶を含む輝石デイサイトである。径約20cm以下の灰色一暗赤灰色のオートリスを含む。

紫蘇輝石普通輝石デイサイト78IÖ155-1

産状・産地：溶岩流。硫黄島北東、竹島ノ鵜瀬。

斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鈹。計約20容量%。

斜長石の大形 (2-3mm) のものは低屈折率のガラスあるいは輝石などの包有物が多く、それらは劈開に



第17図 竹島ノ鵜瀬 右の岩塔のある岩礁群と左の低い列岩とからなる、硫黄島東海岸穴之浜から見る。手前海岸には新硫黄島1934-35年噴出の軽石が集積している。

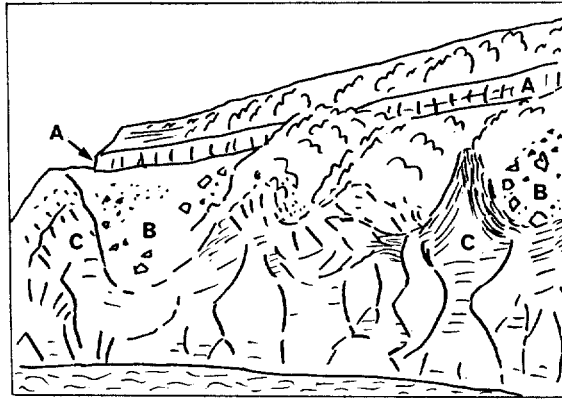
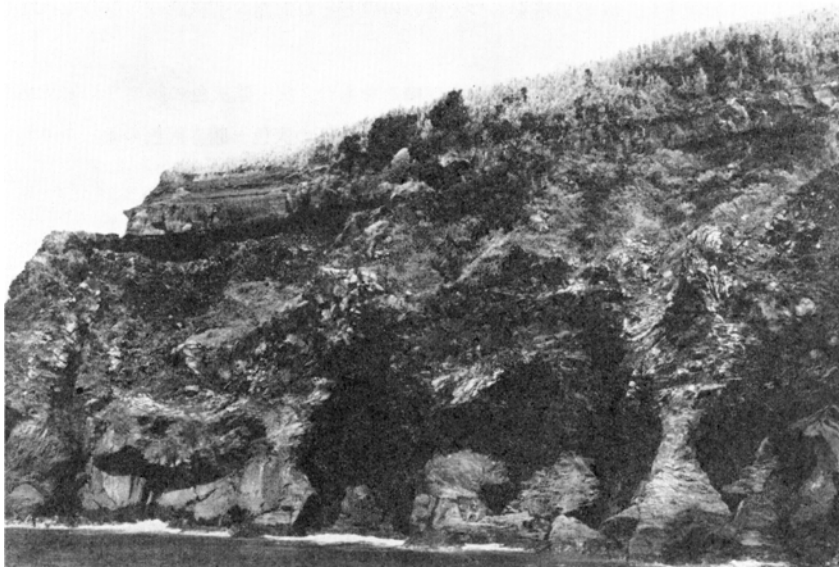
Takeshima-no-uno-se, a part of the northern caldera rim, consisting of reefs with a rock-tower (right) and low rocks (left). Viewed from the east coast of Iō-jima where piles of drifted pumice of 1934-35 erupted from Shin-Iō-jima are seen.

沿って伸長するか、あるいは不規則アミーバ状である。輝石結晶中には破片状で周縁が汚濁しているものがある。

石基：斜長石・単斜輝石・斜方輝石・鉄鈹の微細粒からなるフェルト状組織，空隙に鱗珪石と黒雲母が着生している。

### Ⅲ. 2. 3 長浜溶岩

硫黄島西部，城ガ原の台地の下部を作る厚い1枚の流紋岩溶岩である。硫黄島部落の西側から南方永良部崎を経て小坂本西方に至る海岸に絶壁をなして連続露出する。基底は海中にあるため観察できない



第18図 長浜溶岩とそれを覆う小アビ山火砕流堆積物の溶結凝灰岩(A) 長浜溶岩表層の岩塊状部(B)と内側の緻密部(C)との境界は波状にうねり，溶岩の縄状表面の断面形を示している。硫黄島永良部崎北西の海蝕崖。

A vertical section of the upper part of thick rhyolite flow of the Nagahama Lava with ropy surface, showing wavy interface between the surface blocky part (B) and the central compact part (C). Thin welded tuff of the Ko-abyama Pyroclastic Flow Deposit (A) overlies. Southwest coast of Iō-jima.

が、海面上部分だけで厚さは80m以上ある。一般に海面近くの厚さ数10mはほぼ直立した規則的な太い柱状節理に囲まれ、流理もほぼ水平であるが、表層近くは節理は不規則となって、表層の厚さ数-10mの岩塊状部に移過する。岩塊状部と緻密部との境界は水平ではなく、約10mの周期でくり返す波状をなし、波の山にあたる部分には下部から連続する緻密な溶岩が炎状に上にのびて、その周囲を岩塊が包んでいる（第18図）。この構造は溶岩の大規模な繩状表面の断面と察せられる。

緻密部分は明灰一暗灰色、ときに帯紫灰色の石質流紋岩で、径3mm以下の斜長石斑晶を数%含む、表層部分は城が原西方の大浦への下り口で観察され、そこでは黒色あるいは赤色で、流理のある黒曜岩の岩塊の累積からなる。

#### 紫蘇輝石普通輝石流紋岩75IÖ8（第V図版E）

産状・産地：溶岩流、硫黄島西海岸大浦、荷揚げ場傍。

化学組成：SiO<sub>2</sub>：71.89%（12ページ第4表No. 5）。

斑晶：斜長石（自形、清澄）・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鉱（10ページ第3表No. 5）

石基：脱ガラス化した褐色の基質、微球顆と羽毛状・針状の微晶の集合からなる。

### Ⅲ. 2. 4 赤崎溶岩

竹島西部の下部を作る厚い溶岩である。基底は海面下にあるが、海面上に見えるだけで厚さは60m以上ある。南海岸の籠港付近ではやや珪化変質をうけ、細かい節理が発達した、白色・灰色あるいは橙白色の石質流紋岩である（36・37ページ第26図）。北西海岸の赤崎あるいは長瀬港付近では流麗の発達した



第19図 赤崎溶岩のほぼ直立する流理 竹島北西海岸赤崎  
Nearly vertical flow-band of the Akazaki Lava of rhyolite at  
Akazaki on the northwest coast of Take-shima.

黒曜岩であり、結晶化した部分である赤色のバンドを含むもの、白色の球顆に富むものなどがある（第19図）。肉眼では少量の斜長石斑晶が認められる。鏡下の特徴は長浜溶岩とよく似ている。

### Ⅲ. 2. 5 崎ノ江鼻溶岩

竹島中央部の南北両岸と南東端の海岸に露出する厚い流紋岩溶岩である。南東端エーメ立神付近のものは小アビ山下付近で上位層に覆われて中央部のものと連絡を断たれているが、両者は恐らく連続した1枚の溶岩であろう。北岸崎ノ江鼻付近では厚さ50m以上、南岸のアビ山直下では恐らく100m以上ある。崎ノ江鼻付近のものは板状節理が発達し、遠望しても明瞭に認められる。海上からの遠望では、この溶岩は崎ノ江鼻南東の谷の出口付近で真米山火山の赤色のスコリア層を覆っている。

この溶岩は常に長円体形のオートリスを含むことで赤崎溶岩と区別できる。母岩は帯紫灰色—青灰色でしばしば流理が発達する石質流紋岩であり、黒曜岩を伴う。径2、3mmの斜長石斑晶を数%含む、オートリスは径5cm以下のものが多いが、ときに50cmに達するものもある。オートリスは斜長石・斜方輝石・鉄鉱などの肉眼的結晶の集合からなり、一見砂岩様のみかけを呈し、しばしば気孔がある。

エーメ立神付近ではこの溶岩はやや珪化変質し、黄—橙黄色を呈する。南海岸中央部アビ山下方の絶壁を作るものも遠望によると橙黄色を呈し、変質しているものと思われる。

#### 紫蘇輝石普通輝石流紋岩 75TK54B1 (第V図版D)

産状・産地：溶岩流。竹島北海岸長瀬東方アズサキ。

斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鉱・計約25容量%。

斜長石と輝石とからなる集斑晶が多い。

石基：褐色、透明なガラス。

オートリス：斜長石と紫蘇輝石（ともに長柱状）、普通輝石（粒状で鉄鉱の包有物をもち、波動消光する）、鉄鉱からなる網目状構造。結晶の間はガラス及び気泡からなる。

## IV. カルデラ形成期の火砕岩類

### IV. 1 小アビ山火砕流堆積物

本堆積物は竹島の大部分及び硫黄島<sup>5)</sup>のカルデラ縁北西側の台地状部に分布する。多数の薄いフローユニットの累積からなり、かなりの部分が強く溶結している。基盤の凹所を埋めて堆積し、厚さの変化が著しいが、全体として見ると竹島では厚く（20-100m）、強く溶結し、硫黄島では薄く（数-30m）、溶結の程度も弱い。

以下には記述の便宜上非溶結相の多い硫黄島から記述する。硫黄島の坂本北東の海岸には溶結凝灰岩を挟む成層した軽石の累層が露出し、厚さは20m以上ある（第20図）。これらの各層は、1）降下軽石に比べ軽石は円味を帯び、かつ、2）分級が不良で、細粒の基質をもち、3）偽層理状に上位層が下位層をきることがあり、4）ほとんど異質角礫のみからなる薄層を挟み、それらは覆瓦構造を示す、など

5) 硫黄島に分布するものは、小野・曾屋（1975）の城ガ原火砕流に当る（9ページ第2表参照）。

の特徴から、多数の薄いユニットからなる火砕流堆積物であることが明らかである。また、坂本南方の道路傍に露出するもののように、厚さ数m以上で、多量のガラス火山灰からなる基質中に、径数10cmの黒褐色大形の軽石を含む、通常非溶結の軽石流の岩相の部分もある。

軽石は淡一濃褐色であり、その最大径は単層ごとに径数cm以下から数10cmまで変化する。発泡は中程度であり、細い長孔型の気泡をもつ。坂本南方の黒褐色の軽石の気孔には、気相晶出の赤鉄鉱が着生し、それは銅赤色を呈し、径2mm以下の六角薄板状の結晶である。

溶結凝灰岩は坂本付近の海岸の転石として

見られる。暗赤色あるいは黒色の基質中に灰褐色一灰紫褐色の軽石を含む。軽石は一般にやや扁平化しているが、気泡を残しており、基質も空隙を残し、緻密ではないが、しかし、強固に溶結している。この溶結凝灰岩は、やや低温の軽石を混入した、高温の、しかし、厚さの薄い火砕流からの堆積物と思われる。

**城が原台地**に分布する小アピ山火砕流は一般に薄い。硫黄島集落西側から永良部崎を経て西海岸大浦まで、本層は長浜溶岩の凹凸ある表面を覆い、その凹部を成層した非溶結相が埋めた上に、厚さ1-2mの強溶結相がほぼ水平に連続してのっている（28ページ第18図）。しかし、大浦、小坂本及び集落西方の城が原台地への旧道沿いなどでは、基盤の凹所を埋めてレンズ状に急激に厚くなり、厚さは20m以上ある（第21図）。それらの地点では、谷の中心部の厚い断面では各ユニットはほぼ一様に強く溶結しているが、谷の壁に向い各ユニットは薄くなり、同時に溶結度が低下する。

溶結凝灰岩は一般にガラス質、緻密で、黒色・赤色などの基質に黒曜岩の本質レンズを含む（第22図）。堆積物が厚い地点の溶結凝灰岩には、脱ガラス化により、淡色化した石質の岩相が見られる（第23図）。

#### 普通輝石紫蘇輝石流紋岩 75IÖ7G1

産状・産地：火砕流源の溶結凝灰岩の本質レンズ（第22図）。硫黄島北西海岸小坂本。

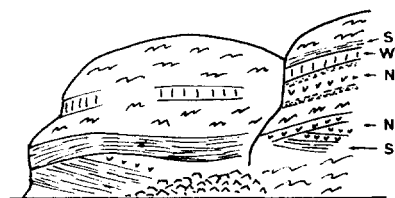
化学組成：SiO<sub>2</sub>：71.86%（12ページ第4表No. 6）。

斑晶：斜長石・紫蘇輝石・普通輝石・鉄鉍（10ページ第3表No. 6）。

石基：透明な褐色ガラス。

**竹島の北海岸**では、長瀬港の東の海岸に赤崎溶岩を覆って露出し、厚さは20m以下である。強溶結相はそのうち厚さ数m以下で1-2層あり、2層あるところではその間に異質角礫の多い溶結度の低いユニットや、細粒火山灰の多い非溶結のユニットなどがある。

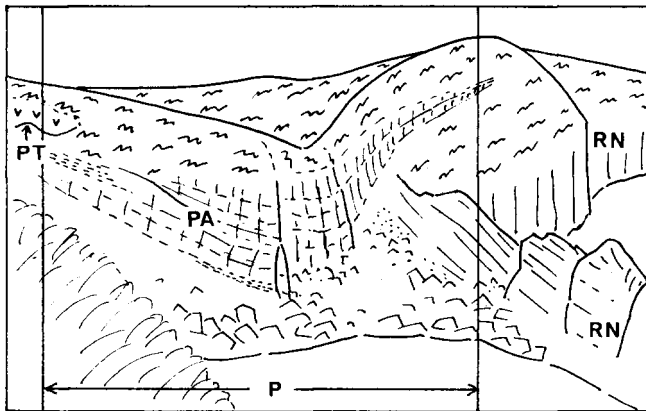
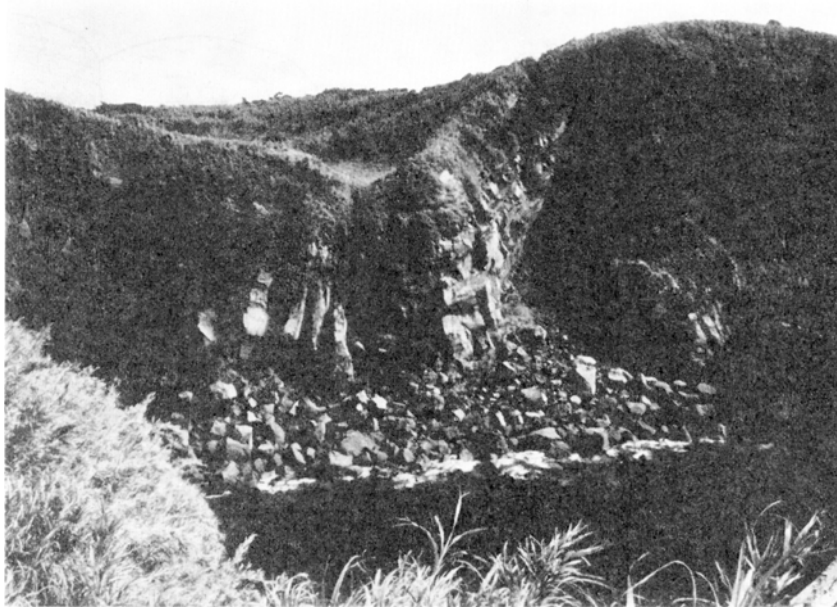
**竹島の南海岸**では籠港の東方から東端まで、更に東海岸の南半部まで連続して露出する。籠港東方、



第20図 坂本北東の海岸に露出する小アピ山火砕流堆積物 薄く成層した堆積物の一部が溶結している。層理が連続せず偽層状であることに注意。崖の高さ約30m。

Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit exposed at the northeast of Sakamoto, north coast of Iōjima. Some layers among a pile of layered thin units are welded. Cross-layering in them is noted. The cliff is about 30m high.

S：成層細粒非溶結部，Stratified, fine-grained and nonwelded part；W：溶結部，Welded part；N：粗粒非溶結部，Coarse-grained, non-welded part.

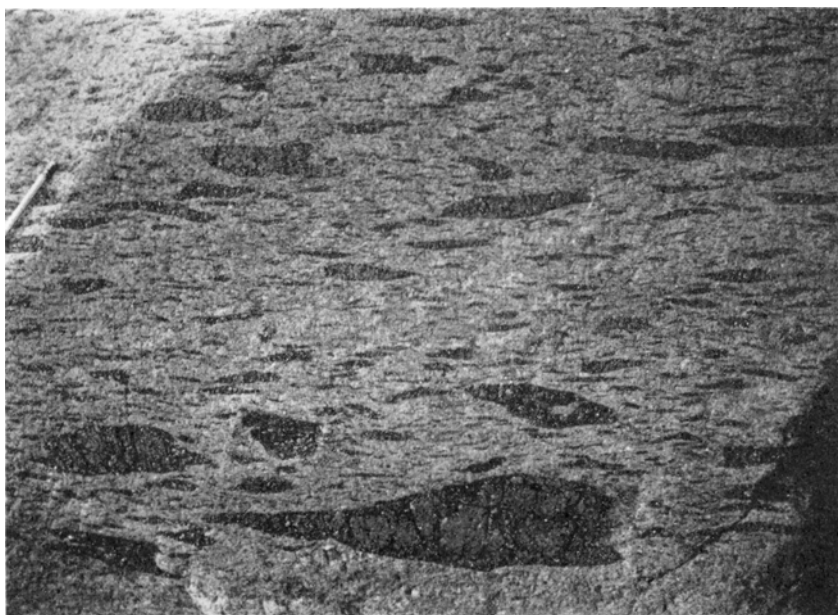


第21図 長浜溶岩(RN)を切る谷を埋める小アビ山火砕流堆積物(PA) 硫黄島大浦海岸。小アビ山火砕流堆積物の薄いフローユニットは基盤の谷の部分で急激に数がふえ、かつ厚くなり、強く溶結する。

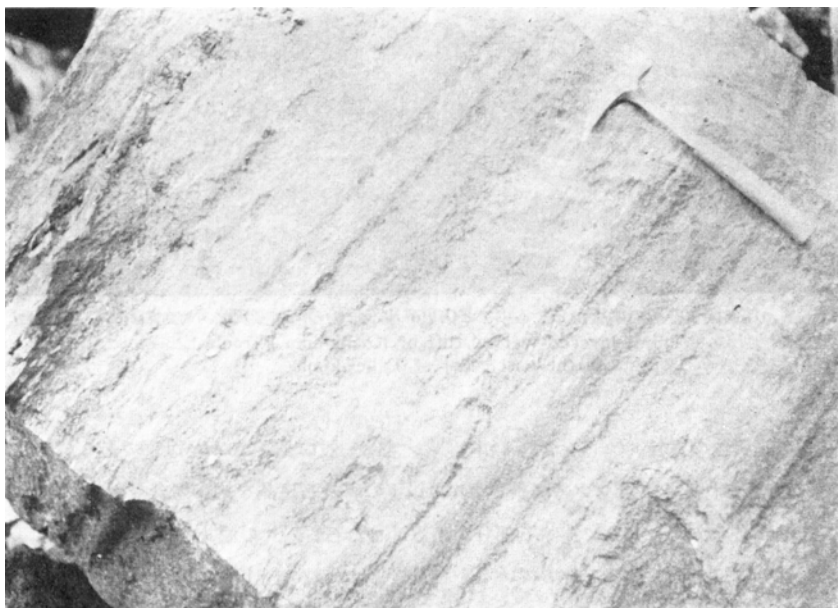
Valley-filling Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit (PA) on the west coast of Iō-jima. Thin flow units of Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit increase in numbers, thicken and are more densely welded toward the center of a valley which is cut into the Nagahama Lava (RN).

PT: 竹島火砕流堆積物, Takeshima Pyroclastic Flow Deposit  
P: 写真の範囲, Shown in the Photograph.

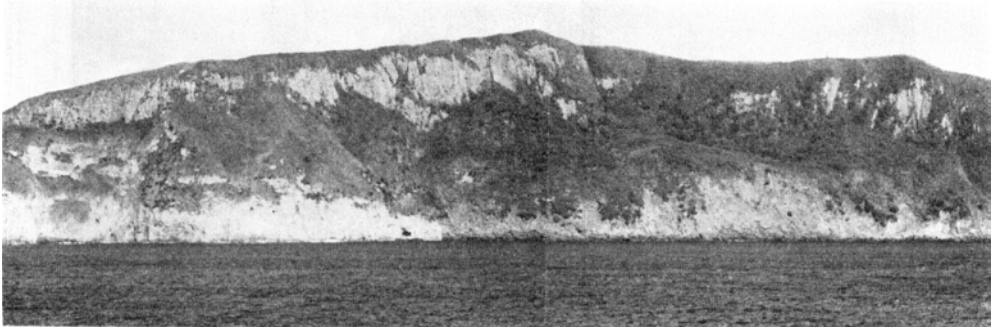
小アビ山付近、東海岸などでは海岸の絶壁の大部分を、他の部分では崖の上半部を形成し、厚さは40-100mである(第24図)。本地域の小アビ山火砕流堆積物は、無数のフローユニットの累積からなり、その全体を通じて強く溶結している。しかし、ユニットごと及びユニット内での構成物の差によって風化した露頭面は凹凸を生じ、薄板の重なった砂岩様のみかげを呈する(第25図)。溶結凝灰岩は灰色又は



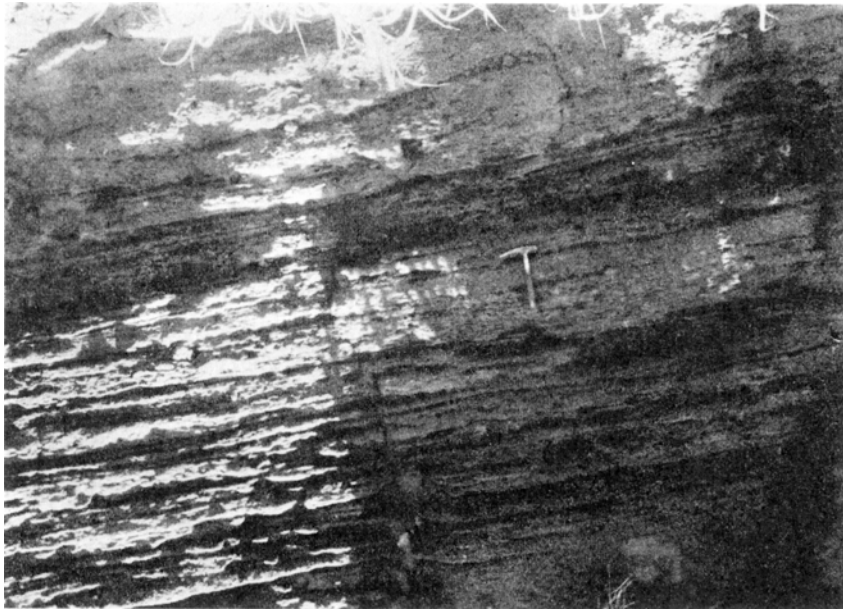
第22図 小アビ山火砕流堆積物のガラス質溶結凝灰岩 赤色の基質と黒曜岩レンズとからなる  
硫黄島北西海岸小坂本  
Vitric welded tuff of Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit on the  
northwest coast of Iō-jima.



第23図 薄層の累積からなる小アビ山火砕流堆積物の溶結凝灰岩 硫黄島大浦  
Thinly-layered welded tuff of Koabiyama Pyroclastic Flow  
Deposit on the west coast of Iō-jima.



第24図 崎ノ江鼻溶岩を覆う小ア  
Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit lying on



第25図 薄層の累積からなる小アビ山火砕流堆積物の溶結凝灰岩 竹島東海岸  
Thinly-layered welded tuff of Koabiyama Pyroclastic Flow  
Deposit on the east coast of Take-shima.

紫灰色の基質に暗灰色の本質レンズを含む。本質レンズは一般に長さ10cm以下であるが、ときに60cm以上のものも含まれる。本質レンズは長さ2mm以下の斜長石斑晶を約10%含むが、基質は本質レンズに比べて斑晶が多く、30-40%に達する部分がある。また石質岩片の濃集する部分もあり、斑晶や石質岩片の多い部分は風化面で凹みを作っている。石質岩片は一般に径15cm以下であるが、ときに1mに達するものがある。その量は通常は2-3%であるが、濃集部では数-10%含まれる。石質岩片の岩種は灰色のシルト岩—細粒砂岩、流紋岩、安山岩などである。シルト岩—細粒砂岩の岩塊は丸味を帯び、表面に割れ目が入り、ときには岩塊の周囲の基質がやや変質して白味を帯びるなどの現象が見られ、こ





ピ山火砕流堆積物 竹島南海岸  
Sakinoehana Lava on the south coast of Take-shima.

これらの堆積岩がとりこまれたときは固結度が低く含水した状態にあったことを示すように思われる。

#### 普通輝石紫蘇輝石流紋岩溶結凝灰岩 75TK27B (第VI図版H)

産状・産地：火砕流。竹島南海岸，小アピ山下の海岸。

斑晶：斜長石・紫蘇輝石・普通輝石・鉄鉱。

本質レンズ中の斑晶量は約15容量%であるが，基質中では斑晶が濃集し，ところにより30-40容量%に達する。斜長石は径1mm程度の自形箱形で，一般に清澄である。

基質：脱ガラス化により，珪長質鉱物の羽毛状あるいは微球顆状の結晶集合となっている。もとのガラス破片のかたちは全く失われて，認めることができない。

以上のように，本火砕流堆積物は分布する全域を通じて，多数のきわめて薄いフローユニットの累積からなる特徴がある。このような特徴は鹿児島湾付近の多くの火砕流堆積物，例えば妻屋火砕流（荒牧，1969），入戸火砕流の一部（KOBAYASHI，1981），阿多火砕流の下部（UI，1971）などに見られることが注目される。

本火砕流堆積物の時代を決める資料はない。硫黄島では本火砕流堆積物と末期噴火サイクルの竹島火砕流堆積物との間に大きい侵食間隔があり，竹島では後述するように両噴火サイクルの間に更に他のユニットが挟在する。アカホヤ火山灰の年代は約6,300年前であり，本火砕流堆積物は侵食間隔から見てそれより数万年以上古いものと思われる。

## IV. 2 長瀬火砕流堆積物

本堆積物は白色の大形の流紋岩軽石を含軽石流である。竹島北岸の長瀬港の南東方，海岸の崖上を通って集落に達する道路傍に露出する。この付近では厚さ約15mであり，小アピ山火砕流を不整合に覆い，船倉降下軽石・船倉火砕流・竹島火砕流各堆積物にそれぞれ覆われる（42ページ第30図）。また前節に記述したように，籠港東方の崖では赤崎溶岩の上であり，籠港降下火砕物層に覆われる（第26図）。

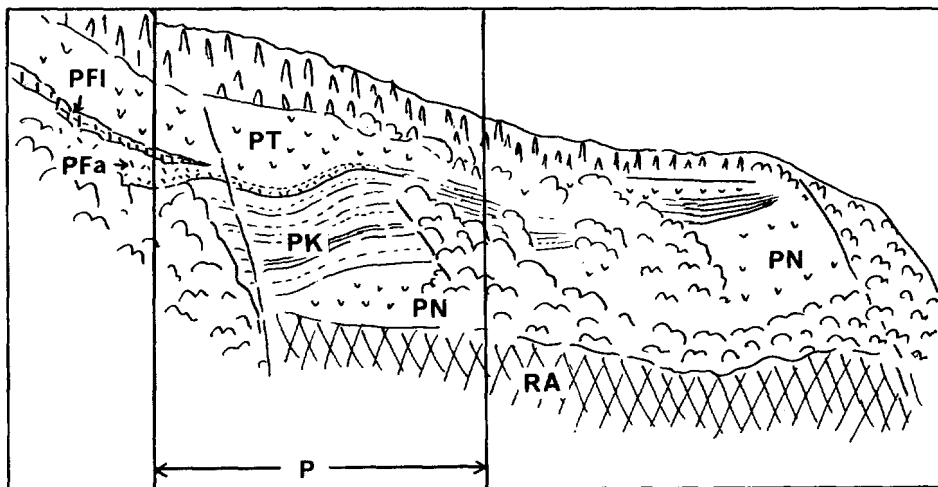
軽石は白色で，よく発泡し，長孔型の気孔をもち，繊維状である。大形のものには径60cm以上のもの



第26図 竹島籠港東側の絶壁上部 (説明は37ページ)  
View of the upper part of the sea cliff near Komori-kō, on the south coast of Take-shima. See the figure of p. 37 for explanation.

のもある。少量の紫蘇輝石及び普通輝石の斑晶が肉眼で認められる。

岩石記載に示すように、粉碎した軽石からの椀がけによる斑晶濃縮分からは、多量の斜長石の他に、少量の両錐形石英が発見された。本火砕流は鬼界カルデラ地域でこれまで判明している唯一の、斑晶石英を含むユニットである。基質は白色の極めて細粒のガラス火山灰であり、軽石よりもはるかに多量で



第26図 (つづき)

RA: 赤崎溶岩の珪化変質した流紋岩 Silicified rhyolite of Akazaki Lava, PN: 長瀬火砕流堆積物 Nagase Pyroclastic Flow Deposit, PK: 籠港降下火砕物層 Komorikō Air-fall Pyroclastics, PFa: 船倉降下軽石 Funakura Air-fall Pumice, PFI: 船倉火砕流堆積物 Funakura Pyroclastic Flow Deposit, PT: 竹島火砕流堆積物 Takeshima Pyroclastic Flow Deposit, P: 写真の範囲 Shown in the photograph.

ある。石質岩片には径30cmのものもあり、それらは黒色ガラス質で、斜長石斑晶を含み、恐らく類質の火山岩である。

本火砕流堆積物も竹島の一部に露出するのみで、噴出時の分布や規模は全く不明であるが、堆積物の厚さ、石質岩片の径及び他地域に分布していないことから見て、本カルデラに關係するカルデラ形成期の1つの活動の産物に違いない。多量の細粒ガラス火山灰に、よく発泡した軽石を伴う、大形の火砕流に典型的な岩相であることから、規模が大きい火砕流であった可能性もある。

#### 紫蘇輝石普通輝石流紋岩軽石 75TK22-2

産状・産地: 火砕流堆積物中の本質軽石塊。竹島北海岸、長瀬港と集部の中間 (42ページ第30図)。

斑晶: 斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鈦・石英 (10ページ第3表A)。

斜長石は径2mm以下で、清澄である。石英はまれに径2mm、一般には0.5mm以下で、両錐形の自形結晶である。

石基: 無色のガラス。

### IV. 3 籠港降下火砕物層<sup>6)</sup>

本層は薄い降下スコリア層・降下軽石層などと褐色風化火山灰との互層である。竹島南海岸の籠港へ下りる階段の途中に露出する。ここでは本層は数10cm-1.5mの厚さの26の単層からなり、総計した厚さは約8mである。この地点では赤崎溶岩の風化面を覆っているが、籠港東側の絶壁を遠望すると、赤

6) 露頭が狭小なので、地質図には本層の分布は示されていない。

崎溶岩の上位に長瀬火砕流堆積物と思われる灰白色の軽石流堆積物があり、籠港降下火砕物層はその上を覆っていることが観察される（第26図）。

籠港の断面では表層から約3mの位置に2層のスコリア層があり、それぞれ厚さは約20cmで、径数cmの暗灰色、風化すると橙色のスコリアからなる。これらのスコリアは紫蘇輝石、普通輝石の斑晶をもち、輝石安山岩質である。風化が著しいため、他の層準の岩質は明らかでないが、その大部分は輝石安山岩質であると思われる。

本層を詳細に観察できるのが上記地点だけであるため、粒径・層厚の変化などが不明であり、したがって給源火山も現在のところ明らかでない。粗粒のものは鬼界カルデラの形成中の1時期に活動していた安山岩質の火山からの噴出物と思われるが、細粒のものは他地域の安山岩火山、例えば口永良部島の火山の活動の産物である可能性もある。

#### IV. 4 末期噴火サイクルの噴出物

本節に記述する船倉降下軽石・船倉火砕流堆積物・竹島火砕流堆積物の3ユニットは、約6,300年前に相次いで噴出し、現在の鬼界カルデラを形成した大きい噴火サイクルの噴出物である。これら一連の噴出物を一括して末期噴火サイクルの噴出物として本節に記述する。

九州から本州中部まで及び日本海・太平洋の海底などに広く分布するアカホヤ火山灰（町田・新井, 1978; 町田, 1980）は、竹島火砕流の細粒火山灰の遠地における降下物と考えられる。

硫黄島大浦における竹島火砕流堆積物の基底近くから採取された炭化樹幹について<sup>14</sup>C測年が行われ、5590±170の年代値が得られた（Gak-6128, 60ページ第6表; 金原ほか, 1977）、町田・新井（1978）は、アカホヤ火山灰について、これまで4,000-9,000年前にわたる多数の<sup>14</sup>C年代が報告されているが、その多くは6,000-6,500年に集中しているとし、町田（1980）はその噴出年代を約6,300年前とした。本報告の竹島火砕流あるいは末期噴火サイクルの年代はこれによっている。

##### IV. 4. 1 船倉降下軽石<sup>7)</sup>

本層は流紋岩の大規模な降下軽石層であり、竹島北岸の船倉付近や南岸籠港付近などによく露出するほか、佐多浦東方・ツツ崎・赤崎などの各所にあり、常に上位に船倉火砕流堆積物の溶結凝灰岩を伴っている。厚さは船倉付近で約2m、籠港付近で2.5mであり、それぞれ長瀬火砕流堆積物の上位にある。なお、硫黄島では西海岸の大浦などに断片的に分布する降下軽石があり、本層の延長と思われる。

籠港では本層は下・中・上の3部分に分けられ、それぞれの厚さは120・70・60cmである。下・上部は粗粒の軽石層であり、中部は粗—細粒の軽石と暗色の砂状火山灰との細互層である（第27図）。下・上部の軽石は白色であり、やや大形のもの内部は桃紅色を帯びていることが多い。軽石の一部には暗色の縞をもつ縞状軽石がある。軽石は一般に径7cm以下で、平滑な破面に囲まれた多面体形である

7) 露頭が狭小なので、地質図には本層の分布は示されていない。

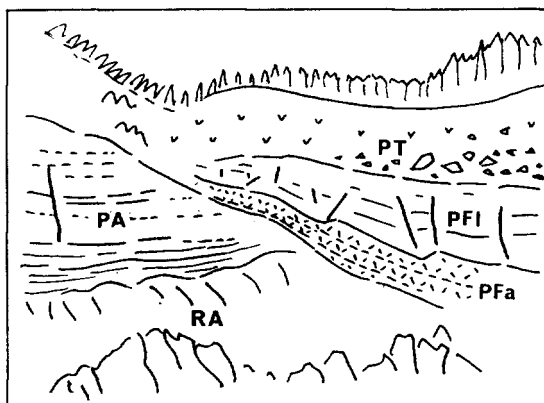
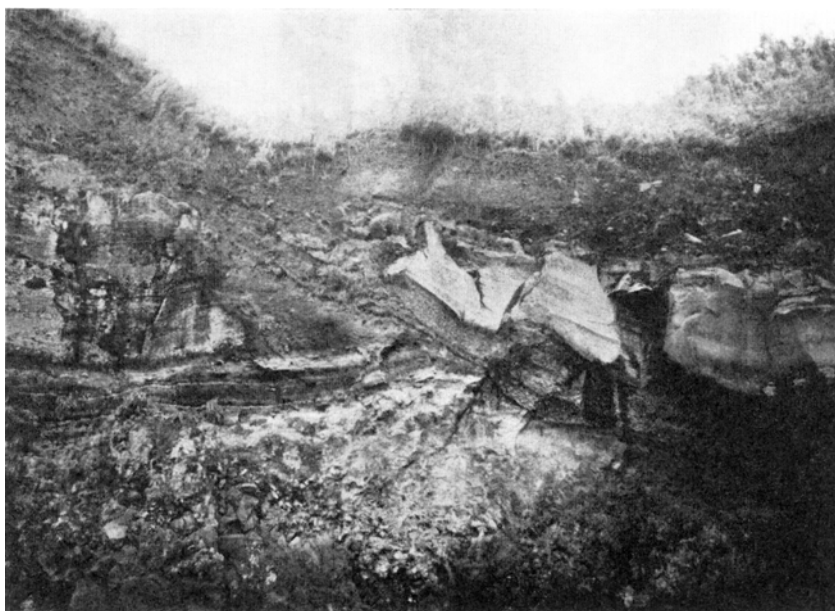


第27図 籠港降下火砕物層 (PK) の風化面を覆う船倉降下軽石 (PFa) ・船倉火砕流堆積物 (PF1) ・竹島火砕流堆積物 (PT) 上位3ユニットの間には時間間隙を示す証拠がない、第26図の断面の一部。

A photograph of a part of the section of Fig. 26. No time break is seen between three successive units, Funakura Air-fall Pumice (PFa), Funakura Pyroclastic Flow Deposit (PF1) and Takeshima Pyroclastic Flow Deposit (PT), which cover the weathered surface of Komorikō Air-fall Pyroclastics (PK).

が、ときに径50cmに達する大形のものがあり、そのようなものはシュークリーム皮のような円味をもった粗い表皮をもっている。軽石の気泡は球型のもが多く、粒径はやや不揃いである。以上のことはこの軽石（液塊）の発泡の大部分は地下深くではなく、ほとんど空中で起きたことを示すものであろう。本層中には上記の発泡した本質物のほか、黒色ガラスからなる黒曜岩様の石質岩片が含まれる。

硫黄島西岸の大浦に分布するものは竹島火砕流堆積物の下位にあり、白色、細粒の成層した軽石層である。その下位の長浜溶岩の風化面の凹所を埋めるように断続的に分布し、最大の厚さは50cmである。また矢筈山北東麓の筆立岩北東では小アビ山火砕流堆積物と竹島火砕流堆積物の中間の層準と思われる位置に、本層らしい粗粒の降下軽石層が断片的に露出する。



第28図 赤崎溶岩(RA)の風化面を覆う小アビ山火砕流堆積物(PA), それらの浸食面上にのる船倉降下軽石(PFa)・船倉火砕流堆積物(PFI)・竹島火砕流堆積物(PT) 小アビ山火砕流堆積物及び船倉火砕流堆積物には成層構造がみえ、前者では中間の層単のみが溶結している。竹島長瀬港の東。この露頭は松本(1937)の第20図の右半部であり、同図のaはRA, b・c・dはPA (cはその溶結部), fはPFa, gはPFI, hはPTにそれぞれ当たる。

Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit (PA) overlies the weathered surface of Akazaki Lava (RA), and erosional surface of them is in turn covered by Funakura Air-fall Pumice (PFa), Funakura Pyroclastic Flow deposit(PFI) and Takeshima Pyroclastic Flow Deposit(PT) on the north coast of Take-shima. Note the stratified nature of Koabiyama and Funakura Pyroclastic Flow Deposits.

船倉降下軽石は、硫黄島では分布が断片的であるのに比べ、竹島では厚く、連続して分布し、かつ、竹島の北海岸より南海岸が厚いことは、この軽石が鬼界カルデラの内側から噴出したと考えることに調和的である。

#### 普通輝石紫蘇輝石流紋岩軽石 75TK32P1

産地・産状：降下軽石層中の軽石塊。竹島南海岸、籠港上方の崖（第26・27図）。

化学組成：SiO<sub>2</sub>：71.40%（12ページ第4表No. 9）。

斑晶：斜長石・紫蘇輝石・普通輝石・鉄鈦（10ページ第3表No. 8）

斜長石は径1mm以下で、清澄である。ときに滴状の褐色ガラスを包有する。

石基：無色のガラス。

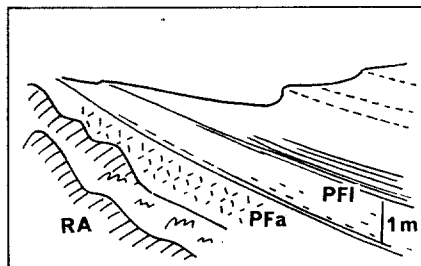
### IV. 4. 2 船倉火砕流堆積物

船倉火砕流堆積物は主に細粒ガラス火山灰からなり、薄いが強く溶結した特異な堆積物である。本層は竹島の船倉・籠港その他海岸近くの各所に露出する。厚さは2-4m程度であり、常に下位に船倉降下軽石を伴っている（第28・29図及び42ページ第30図）。

この火砕流堆積物は以下の幾つの特徴をもつ。1) 全層厚が薄く、2) 多くのフローユニットに分かれ、3) 地形の凹凸を減らすように、凹部に厚く、レンズ状に堆積している、4) 厚さが薄いにもかかわらず強く溶結しているが、更に薄くなると急激に溶結の程度が低下する。5) 細粒の火山灰が全量の大部分を占め、軽石・石質岩片は極めて少ない。

ウツン崎では第29図に示すように最大の厚さ約4mであり、数cmから1m位の多くのユニットの累積からなり、各ユニットは構成物の粒径などを多少異にする。

溶結凝灰岩はガラス質であり、極めて緻密なときは暗灰色—黒色、溶結度の低下とともに明色化して灰色になる。基質は細粒で、斜長石斑晶と5cm以下の扁平化した軽石を少量含む。石質岩片はほとんど見られない。



第29図 赤崎溶岩(RA)の風化面上にのる船倉降下軽石(PFa)・船倉火砕流堆積物(PFI) 船倉火砕流堆積物の薄い多くのフローユニットは凹所に向かって厚くなり、ユニットごとに溶結の程度が異なる。竹島ウツン崎。

Funakura Air-fall Pumice(PFa) and Funakura Pyroclastic Flow Deposit (PFI) overlie the weathered surface of Akazaki Lava(RA). Many thin flow units of Funakura Pyroclastic Flow Deposit thicken to the buried depression and differ in degree of welding.

#### 紫蘇輝石普通輝石流紋岩溶結凝灰岩 75TK24（第VI図版I）

産状・産地：火砕流源の溶結凝灰岩。竹島北岸長瀬の東方。

化学組成：SiO<sub>2</sub>：71.01%（13ページ第4表No. 9）

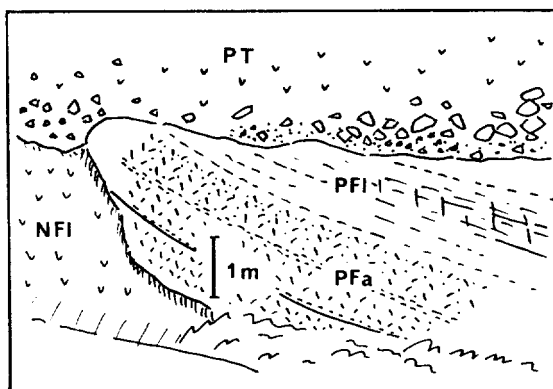
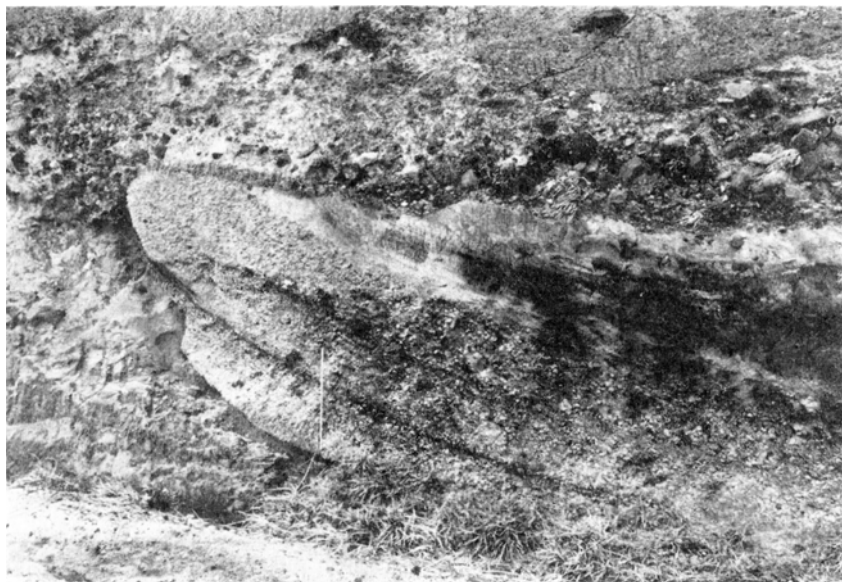
斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鈦（11ページ第3表No. 9）

基質：ガラス破片は、かなり大形の（径0.2-0.5mm）薄板状のカスプ形であり、褐色ガラスからなる。変形し、扁平化して接着している。ガラス破片相互の間にはかなりの空隙が残っている。

石質岩片：再結晶したデイサイト、泥岩など。極めて少量。

#### IV. 4. 3 竹島火砕流堆積物

竹島火砕流堆積物は白色の流紋岩軽石を含む軽石流の堆積物である。竹島の台地の大部分に分布するほか、硫黄島<sup>8)</sup>の城が原・平家城などのカルデラ縁外側の台地部に分布する。竹島では船倉火砕流堆積物の上位に、風化間隔なく、重なっている。船倉降下軽石及び船倉火砕流堆積物をきって、その上に乗る露頭がある(第30図)が、これは竹島火砕流が、固結度の低い下位岩層の凸部を削ってその上に堆積



第30図 長瀬火砕流堆積物(NFI)・船倉降下軽石(PFa)・船倉火砕流堆積物(PFI)を削割し、その上にある竹島火砕流堆積物(PT) スケールの長さは1m。竹島長瀬港付近。

Basal part, rich in lithic blocks, of Takeshima Pyroclastic Flow Deposit (PT) eroded and overlies the surface of Nagase Pyroclastic Flow Deposit(NFI), Funakura Air-fall Pumice(PFa) and Funakura Pyroclastic Flow Deposit(PFI). The scale is 1m long. At Nagase, north coast of Takeshima.

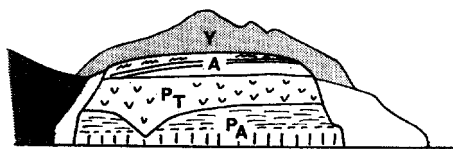
8) 硫黄島に分布するものは、小野・曾屋(1975)の大浦火砕流に当たる(9ページ第2表参照)。



したものと思われる。硫黄島では竹島火砕流堆積物は小アビ山火砕流堆積物の侵食面上に乗っている（第31・32図）。竹島での1露頭の層厚は10mであり、全体の厚さは30m以上あると思われる。

竹島火砕流堆積物は全く非溶結であり、白色細粒のガラス火山灰からなる基質中に、軽石を10%程度、石質岩片を数%以下含む。軽石は白色で、一般には径2cm以下のものが多いがときには径10cm以上、まれには80cmに達するような大形のものも含まれる。軽石は長孔一管型の気孔をもち、極めてよく発泡し、軽い（比重～0.3-0.5）。少量の輝石斑晶を含む。上記の白色の軽石のほかに、黒色で、やや重く（比重～0.8）、白色のものより斑晶の多い軽石と、両者の混合した縞状軽石を少量含む。

石質岩片は径数cm以下のものが全体に散在するほか、基底部にときに70cmに達する大形ものが濃集する。岩質は黒色の斜長石斑晶を含む安山岩と黒曜岩様の流紋岩が多いが、そのほかに珪化変質した流紋岩、白色の凝灰質泥岩などを含む。また、硫黄島大浦では直下に存在する矢筈山火山の玄武岩質



第31図 北方海上から見た平家城 小アビ山火砕流堆積物 (P.A) の侵食面上にのる竹島火砕流堆積物 (PT) とそれを覆う降下火山灰層 (A)。背景は硫黄岳 (I) と矢筈山 (Y)。

Takeshima Pyroclastic Flow Deposit (PT), on the erosional surface of Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit (PA) at Heikenjō, Iō-jima, seen from the north. A : Air-fall ash, I : Iō-dake, Y : Yahazu-yama.



第32図 長浜溶岩表面の凹所を埋める竹島火砕流堆積物 上層は硫黄岳噴出の降下火山灰層、矢印は稲村岳噴出のスコリア層。硫黄島大浦。

Takeshima Pyroclastic Flow Deposit, on the surface depression of Nagahama Lava, Air-fall volcanic ash from Iō-dake Volcano and scoria beds from Inamura-dake Volcano, shown by arrows, lie on them. The photograph was taken on the west coast of Iō-jima.



第33図 竹島火砕流堆積物の異質角礫に富む部分とそれを覆う降下火山灰層 写真中央の岩塊は、3層のスコリア層の最上位のもの(矢印)の直上の爆発角礫層の層位から、bomb sag を作って最下位のスコリア層にまで達している。硫黄島坂本。

A part of Takeshima Pyroclastic Flow Deposit, which is very rich in accidental blocks, and air-fall ash bed on it. A block at the center from a layer of explosion breccia just above the uppermost scoria bed, shown by an arrow, made a sag. Taken near the north coast of Iō-jima.

安山岩や小アピ山火砕流堆積物の溶結凝灰岩とよく似た岩片が含まれる。

上記の通常の岩相のほか、硫黄島の城が原東、筆立岩北東、坂本などでは、大形の異質礫を多量に含み、一見礫層に見える特異な岩相がある。坂本では異質礫の最大のもは径約2.5mあり、70cm程度のもは多量に含まれている(第33図)。構成礫種は通常の岩相と同様であり、基質には軽石を含む。この部分は阿蘇カルデラのAso-4Aに伴う異質角礫火砕流(小野ほか, 1977)や始良カルデラの亀割坂角礫層(荒牧, 1969)などと同様に、大規模な火砕流の噴出源に近い地域に見られる特異な岩相であろう。

普通輝石紫蘇輝石流紋岩軽石 75IÖ9P1

産地・産状: 火砕流堆積物中の軽石塊。硫黄島西海岸大浦への下り口(第32図)。

化学組成:  $\text{SiO}_2$ : 70.65% (13ページ第4表No. 10)。

斑晶: 斜長石・紫蘇輝石・普通輝石・鉄鈹(11ページ第3表No. 10)。

石基: 無色のガラス。

## V. 後カルデラ火山

### V. 1 海底中央火口丘群及び浅瀬溶岩

硫黄岳から南東方向へ、カルデラの中心の方に延びる幅広い海中の高まりは、後カルデラ火山活動によって生じた海底の中央火口丘群の地形と判断される。表面傾斜は高まりの頂部で緩く、側面では一般にそれより急で、7°前後の傾斜を示す。新硫黄島の南東やシタキ曾根の西方などには14-22°の急斜面が存在する。

中央火口丘の高まりの中で、海上に現れているのは硫黄岳南方の浅瀬のみであるが、50m以浅の浅所は浅瀬の周囲を含めて3カ所ある。これらはいずれも頂部が広く平坦なので海面下の波食台であろう。したがって、浅瀬を含め少なくとも3カ所には一旦火山島ができたのち波食によって島が失われ、現在は浅瀬の岩礁のみが残っているものと解される。

海底中央火口丘群の周囲、カルデラ縁との間には500mを超える深所が断続している。仮に、現在中央火口丘によって埋積された部分がカルデラ形成当初に水深500mであったとすると、中央火口丘群の海中部分の体積は約17km<sup>3</sup>である。新硫黄島の海中部分を含む体積は0.2km<sup>3</sup>を超えないことを考えると、海底中央火口丘全体が1回の噴火活動でできたとするには大きすぎる。新硫黄島の生成のような活動を何回か繰り返すことによって、次々に生じた火山体が累積し、合体して現在の地形を作ったものと考えられる。海中での高まりを示す等深線の閉曲線は、前記した50m以浅の3カ所を含めて7カ所ある。少なくともこれらは、1回の噴火の噴出中心を示すものであろう。高まりが全体として南東から北西に向けて高くなり、その北西端に稲村岳・硫黄岳・新硫黄島があることは、後カルデラ火山の活動が南東から北西へ次第に移動したことを示すのかもしれない。

後述(48ページ)するように、稲村岳火山の活動は約3,000年前には終了していた。したがって、浅瀬溶岩をも含めた海底中央火口丘群は、約6,300年前のカルデラ形成よりも後で、約3,000年前より以前の、極めて短い時間に形成されたことになる。

GH75-1航海エアガンによる音波探査記録では火山体中からの反射波はほとんど検出されず、火山体内の構造は分からない。しかし、高まりの中の部分的な凹所には局所的に成層堆積物の存在が示されている(66ページ第52図)。

GH75-1航海では、2点で、また、GW76KG航海では、12点でドレッジを行った。その概要は、第5表に示した。GW76KG航海の際に行われたドレッジでは、新硫黄島火山1934-35年の噴出物と思われる軽石が各地点で採取され、この海域の海底に新硫黄島の軽石が広く分布していることが示されたのみであった。しかし、GH75-1航海の際、竹島南方で行われたドレッジ(D85)では細粒ガラス火山灰のみからなる黄灰色の凝灰岩塊が採取された。この岩塊には穿孔貝によるものらしい丸い孔があり、より浅所にあったものが波食などの原因で運搬されたものと思われる。鏡下で観察すると、この凝灰岩を構成する火山灰は微細粒、片状であり、無色、低屈折率の流紋岩質ガラス火山灰である。恐らく水中の流紋岩溶岩の急冷表面が細片となって剥離し、集積したものであろう。

第5表 鬼界カルデラ海域のドレッジ  
Data of dredgings in and around the Kikai Caldera

試料 番号	日付	時間	位置		深度 m	試料採取器	地域及び地形	備考
			緯度	経度				
GH75-1 D84	1975 1.23	14:17	30°47.0'	130°25.1'	509	チエンバッグ ドレッジ	カルデラ内平坦面	軽石及び貝殻片
GH75-1 D85	1975 1.23	15:16	30°45.6'	130°24.7'	165	同上	中央火口丘頂部付近	軽石、貝まじり火砕物及び黄灰色凝灰岩
GW76 KG— D2	1976 9.5	07:25 07:59	30°35.8' 30°37.0'	130°13.2' 130°13.7'	430 370	同上	カルデラ外側の斜面、ヤクロ瀬の南西	軽石及び輝石デイサイトの角礫
GW76 KG— D3	1976 9.5	16:12 16:29	30°44.4' 30°44.5'	130°18.5' 130°17.4'	400 400	同上	カルデラ壁、ヤクロ瀬の北西	軽石、淡灰色
GW76 KG— D3'	1976 9.5	16:48 17:02	30°43.6' 30°43.65'	130°18.5' 130°18.4'	225 186	同上	カルデラ壁、ヤクロ瀬の北西	軽石
GW76 KG— D4	1976 9.6	06:29 06:45	30°34.1' 30°34.2'	130°24.0' 130°24.1'	327 328	同上	カルデラ外側の緩斜面、屋久島の北西	軽石、最大径10cm
GW76 KG— D5	1976 9.6	07:35 07:52	30°39.2'	130°20.5' 130°20.4'	384 385	同上	カルデラの外側、ヤクロ瀬の南	軽石、褐色
GW76 KG— D6	1976 9.6	08:24 08:32	30°42.5'	130°20.35' 130°20.3'	156 125	同上	カルデラ縁、ヤクロ瀬	節理の発達した流紋岩
GW76 KG— D6'	1976 9.6	08:50 08:53	30°42.95'	130°19.9'	38 39	同上	カルデラ外縁の頂部、ヤクロ瀬南東	変質した流紋岩溶岩、クリンカー状、サンゴ多数
GW76 KG— D7	1976 9.6	09:37 09:45	30°44.4'	130°22.5'	196 165	同上	中央火口丘、硫黄島南南東	軽石、最大径10cm
GW76 KG— D7'	1976 9.6	09:57 10:01	30°44.7' 30°44.65'	130°22.1'	75 55	同上	中央火口丘、硫黄島南南東	軽石、最大径20cm
GW76 KG— D8	1976 9.6	10:48 10:55	30°45.55'	130°27.45' 130°27.4'	137 142	同上	中央火口丘、竹島の南南東	凝灰質砂岩、貝まじり
GW76 KG— D8'	1976 9.6	11:12 11:17	30°45.5'	130°27.5'	129 124	同上	中央火口丘、竹島の南南東	輝石デイサイトの岩片
GW76 KG— D9	1976 9.6	11:50 11:58	30°46.4'	130°29.2'	135 103	同上	カルデラ東縁、急崖	凝灰質砂岩—軽石質砂岩及び軽石

\* 地質図では、簡略化して図示した（たとえば GW76KG—D8 は D8）

現在後カルデラ火山のうちで海面上にあるのは浅瀬・稲村岳・硫黄岳・新硫黄島の4火山のみであり、そのうち稲村岳は玄武岩・安山岩からなり、他の3火山は流紋岩・デイサイトからなる。海中部分については上記のドレッジされた凝灰岩以外の資料はなく、また海底火山については地形からの判断も容易にはできないが、陸上部には流紋岩・デイサイトの火山が多いことから、海中部分についても（その大部分は）流紋岩・デイサイトのものと考えておく。

### 浅瀬溶岩

硫黄岳の南の海岸から約1.5km南の海上にあり、高さ約15mのものを最高とする3個の岩礁からなる（第34図）。前述のように50m以浅の広い隆起部のほぼ中央にあり、独立した火山体のほぼ中心部にあるものと思われる。海上部は1枚の緻密な溶岩であり、走向E-W、傾斜15°Sの流理構造と、ほぼそれに直交する柱状節理が発達する。岩石は黒色、細粒、緻密であり、斜長石及び少量の輝石斑晶を含むデイサイトである。径20cm以下の、黄灰色無斑状の安山岩質岩片を含有する。

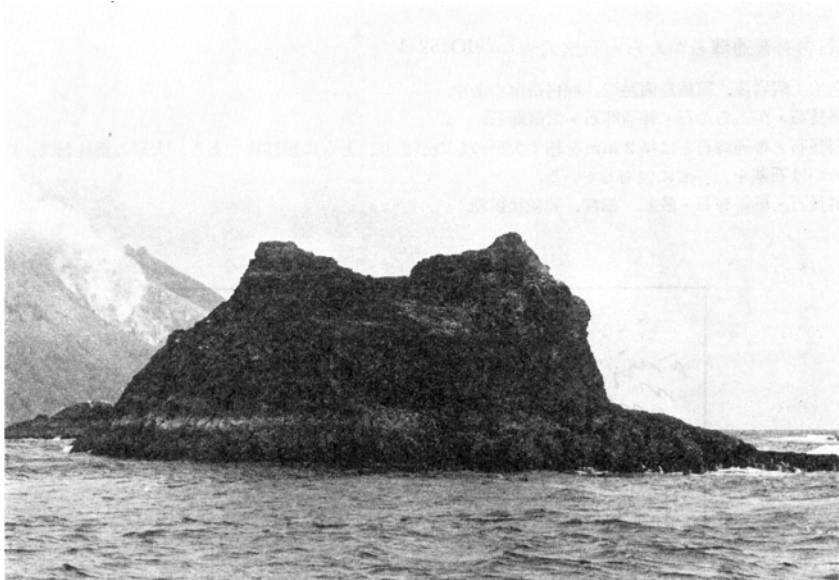
### 普通輝石紫蘇輝石流紋岩 78IÖ165

産状・産地：溶岩流。浅瀬

斑晶：斜長石・紫蘇輝石・普通輝石・鉄鉍。計約10容量%。

石基：ガラス基流晶質。

オートリス：斜長石・普通輝石・鉄鉍・かんらん石・褐色ガラス。長柱状の斜長石による網目状構造、普通輝石と斜長石はオフィチック組織を示す。



第34図 南西から見た浅瀬 左後方は硫黄岳の斜面  
Asa-se, the top of a submarine central cone, viewed from the southwest. Iō-dake Volcano is to the left behind.

## V. 2 稲村岳火山

稲村岳火山は稲村岳スコリア丘と南・東・磯松崎溶岩とからなる。一見単純な外形を見せているが、その構造及び降下火砕物の層序から多輪廻火山であることが分かる。露出するうちで、最下位のは、玄武岩の南溶岩である。南溶岩の流出後、休止期を経て再び玄武岩の活動が起こり、稲村岳スコリア丘ができ、同時に東溶岩が流出した。その後再び休止期のあと稲村岳スコリア丘西麓の火口から苦鉄質安山岩の磯松崎溶岩が流出した。

後述するように、カルデラ縁西側の台地の最上部は降下火山灰層が覆っているが、その中位に稲村岳噴出のスコリア層が3層挟在している(43ページ第32図)。最上位のスコリア層の上位の腐植土は<sup>14</sup>C測定によると、 $3,040 \pm 120$  y. B. P. (GaK-6740)であった。したがって稲村岳火山は約3,000年前に活動を終わったことになる。

### 南溶岩

南溶岩は稲村岳の南側海岸に露出する厚さ数mの溶岩である。表面及び底面は多孔質スコリア状、中心部は緻密である。表面には“溶岩じわ”があり、そのために波長2m程度の起伏をもつことが多い。岩石は灰色—暗灰色で、斜長石・かんらん石・輝石の斑晶を含む。

露出の東端では、本溶岩の浸食面上に稲村岳スコリア丘が堆積している(第35図)。したがって、この溶岩は稲村岳スコリア丘より前の、別の噴火輪廻に属する活動の産物である。

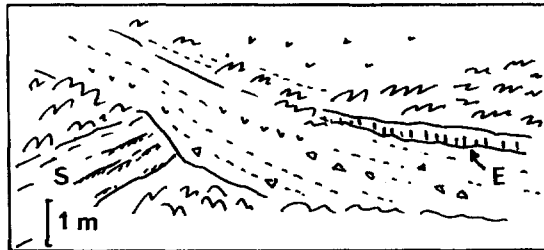
紫蘇輝石含有普通輝石かんらん石玄武岩 78IÖ152-1

産状・産地：溶岩流。硫黄島南海岸、稲村岳南の海岸。

斑晶：斜長石・かんらん石・普通輝石・紫蘇輝石。

斜長石と普通輝石とは径2mmを越す大形のものがあ、ともに短柱状である。大形の斜長石は、輝石あるいは石基を、一面に包有している。

石基：斜長石・単斜輝石・鉄鈹。細粒、間粒状組織。



第35図 稲村岳南溶岩(S)の浸食面を覆う稲村岳スコリア丘の堆積物とその間に挟まる薄い溶岩(東溶岩,E)。硫黄島稲村岳南東の海岸。

Scoria deposit of Inamuradake Scoria Cone with an intercalated thin lava flow of East lava (E) covers the erosional surface of South Lava (S) of Inamuradake Volcano on the southeast coast of Inamuradake, Iō-jima.

### 稲村岳スコリア丘

稲村岳スコリア丘は、硫黄島の南海岸に接し、底面の径700-800m、標高236m、斜面の傾斜約30°の円錐丘である。頂上火口は北北東方向に開き、火口底からスコリア丘の底面まで谷地形を作る。後述の東溶岩はこの谷から流出したものである。スコリア丘形成に伴う初成の谷と云うべき上記の谷地形以外には、斜面の下部に浅い雨裂があるのみで、スコリア丘としての原形がよく保存されている（第I・II・III図版）。

スコリア丘の下部の断面が稲村岳南側の海岸で観察される。一般に径1-10cm程度の、単層ごとにはよく分級されたスコリア層の累積からなり、ときに径20cm以上の特に粗粒のスコリアからなる層を挟む。スコリアは一般に黒色であるが、局所的に酸化して赤色を呈している。スコリア層の中間に挟まる厚さ数10cmの極めて薄い溶岩様のものは、粗粒スコリア（あるいは溶岩餅）の溶結層であろう（第36図）。

### 東溶岩

本溶岩は稲村岳南東麓から東温泉までの海岸に露出する。海岸より陸側は硫黄岳から扇状地礫層に覆われて露頭がないが、地形から判断してこの溶岩は稲村岳の北北東向きの主火口から流出したものである。稲村岳東麓の扇状地におけるボーリング（吉田ほか、1976、の第6図No. 1）では、地表下約-13mから下に、約10mの厚さの稲村岳溶岩があり、本溶岩の伏在を示している。稲村岳北麓のホテル足摺付近には硫黄岳の火山灰に覆われた玄武岩溶岩の露頭があり、また硫黄島集落の東部には硫黄岳火山灰の下に玄武岩火山弾を含むスコリア層があつて、この両地点の中間の稲村岳西麓には露頭はないが



第36図 稲村岳スコリア丘の断面とその間に挟まる溶結スコリア層 硫黄島稲村岳南の海岸  
A cross section of Inamuradake Scoria Cone and an intercalated layer of welded scoria on the south coast of Iō-jima.

溶岩流らしい地形が連続する。これらは稲村岳スコリア丘の生成と同じ噴火サイクルの溶岩としてここに一括する。

稲村岳南東の海岸では、この露出の西端で南溶岩を覆い（48ページ第35図）、また東端の東温泉では硫黄岳溶岩に覆われる。この海岸に露出する溶岩は厚さ約10mであり、表面の一部は著しく酸化して暗赤色を呈するが、他の部分は灰色、新鮮、緻密であり、かんらん石斑晶が認められる。

#### 普通輝石かんらん石玄武岩 78IÖ167-1

産状・産地：溶岩流。硫黄島南海岸、稲村岳南東（第37図の右につづく）。

斑晶：斜長石・かんらん石・普通輝石。

斜長石は一般には1mm以下であるが、普通輝石とともに、3mmを越す大形のものがある。大形の斜長石は外縁は融食され、また劈開に沿って輝石・石基などを包有している。かんらん石は単斜輝石の反応縁をもつ。

石基：斜長石・単斜輝石・鉄鉱。細粒の間粒状組織。

#### 磯松崎溶岩

本溶岩は硫黄島集落東端に崖を作り、そこから磯松崎海岸までよく露出する。空中写真の判読によると、この溶岩は稲村岳西麓の小火口から流出して、南へ流れ、海に達したものである。地形から判断して厚さは15m以上ある。他の稲村岳噴出物との関係は直接には観察されないが、稲村岳南側の海岸で南溶岩の上に厚く堆積している稲村岳スコリア丘のスコリア層が磯松崎溶岩の上にはなく、直接硫黄岳火山灰層に覆われている（第37図）ことからみて、磯松崎溶岩が稲村岳スコリア丘よりも新しいことは明らかである。

本溶岩は暗灰色、緻密あるいは多孔質で、径数mmの多量の斜長石と少量の輝石及びかんらん石斑晶を特徴的に含み、他の稲村岳の溶岩と容易に区別される。

#### かんらん石紫蘇輝石普通輝石安山岩 75IÖ20

産状・産地：溶岩流。硫黄島、集落南東の海岸。

化学組成：SiO<sub>2</sub>：54.66%（13ページ第4表No.13）。

斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・かんらん石（11ページ第3表No.13）。斜長石のうち、大形のもの（径1.5-3mm）は方形であり、輝石・石基ガラス・塵状物などを包有する。紫蘇輝石及びかんらん石は単斜輝石の



第37図 硫黄島稲村岳南西海岸における稲村岳噴出物間の関係 崖の高さは約5 m  
Relation of units of Inamuradake Volcano seen on the coast to the southwest of Inamura-dake, Iō-jima. The cliff is about 5 m high.

稲村岳噴出物 Materials from Inamuradake Volcano ; NS:南溶岩 South Lava, N:稲村岳スコリア丘 Inamuradake Scoria Cone, Nr:スコリアの再堆積層 Reworked scoria deposit, NI:磯松崎溶岩 Isomatsuzaki Lava, 硫黄岳噴出物 Ejecta of Iōdake Volcano, A:降下火山灰層 Air-fall volcanic ash.



反応縁に囲まれている。かんらん石は径約3mmの大形の結晶が少量あり、その他に、紫蘇輝石斑晶の核として含まれるものがある。

石基：斜長石・単斜輝石・鉄鉱・褐色ガラス。

### V. 3 硫黄岳火山

硫黄岳は、基底の径約2.5km、高さ約700mの急峻な円錐形の火山である。頂上には径500mの大きい火口がある。また、頂上火口の南西側に、径200mの南西方に開いた火口地形があり、キンツバとよばれている（田中館，1935e）。硫黄岳火山には噴火の記録はないが、現在も頂上及び山腹の各所から活発に噴気を続けている活火山である。

南海岸の東温泉付近で、硫黄岳溶岩の下位にある温泉変質した火山角礫岩が稲村岳東溶岩を覆う。したがって、少なくともこの角礫岩よりも上位の硫黄岳火山は稲村岳火山よりも新しい。しかし、後述（57・62ページ）するように、硫黄岳火山の活動の開始は稲村岳の形成よりも古いであろう。

硫黄岳火山は溶岩と火山性砕屑岩<sup>9)</sup>とからなる1種の成層火山であるが、溶岩の割合が多く、複成の溶岩円頂丘にやや近い。火山性砕屑岩は主に崖錐・爆発角礫岩からなり、火砕流堆積物を含む。この火山の地表付近は、主に溶岩流と崖錐性の砕屑物とからなり、それぞれ異なった地形を示す。溶岩地形の代表的なものは山頂の北西側斜面であり、溶岩円頂丘に特有の、上部が緩傾斜で下部が急な、上に凸の



第38図 南の海上から見た硫黄岳 放射谷によって深く開析されている。頂上と左山腹の硫黄孔との噴煙が見える。

Iōdake Volcano viewed from the south. Note the dissection by deep radial valleys and fumes from solfataras of the summit area and the flank.

9) Volcaniclastic rock (たとえば FISHER, R. V. (1961) Proposed classification of volcaniclastic sediments and rocks. *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 72, p. 1409-1414. など) の訳。



第39図 硫黄岳の成層粗粒火砕岩とそれを覆う厚い溶岩流 硫黄島東海岸穴之浜の南端  
Thick lava flow overlying stratified coarse-grained pyroclastic rocks, both of Iōdake Volcano on the east coast of Iō-jima.

地形断面をもつ。登山道の展望台付近から下方は、上面が平坦で、前縁の急崖をもつ、厚い舌状の溶岩流地形である。一方、崖錐斜面の代表的なものは山頂南側であり、山頂の直下から海食崖の上端まで一様な傾斜であり、火砕丘の斜面に特徴的な直線的地形断面を示して、溶岩流の部分と著しい対照をなしている（第Ⅱ図版）。硫黄岳の山腹は深い放射谷に刻まれているが、崖錐の部分は特に侵食が著しく、深い主谷と多くの細かい支谷が密に発達して、その間には細い山稜が残されているのみである（第38図、第Ⅰ図版）。

溶岩と火山性砕屑岩との上下関係はところによって一定していない。例えば、東温泉付近では稲村岳の東溶岩を硫黄岳の温泉変質した火山角礫岩が覆い、その上位に東温泉背後の厚い溶岩がある。南斜面の崖錐は上記の東温泉背後の溶岩を覆い、一方、山頂南東方の溶岩には覆われる。山頂から東海岸に達している溶岩は、その北側の谷に露出する成層粗粒火砕岩を覆っている（第39図）。地質図には、主として空中写真判読（第Ⅰ図版）によって、両岩種の分布の概略を示してあるが、上述したように層位関係を示すものではない。

### 溶岩

硫黄岳の山頂部は極めて厚い緻密な溶岩からできているが、一般に著しい硫気変質を受けている。登山道の標高190-200m付近には、展望台をつくる溶岩の新鮮な断面が露出する。溶岩は流理構造があり、黒色ガラス質ないし極細粒結晶質で緻密であるか、あるいは暗灰色細粒結晶質でやや空隙を含む。石基が細粒で黒色の岩石では斑晶が顕著に認められ、それは、少量の、斜長石あるいは斜長石・輝石の径3-4mmの集斑晶と、やや多量の、流状配列する長さ2mm以下の斜長石とである。東温泉背後の崖に露出するものは、青灰色の、やや結晶質の溶岩であり、微小な空隙のある灰白色のパッチをその中に含

む。東海岸の穴之浜南端に露出する溶岩は、展望台の溶岩とよく似ており、黒色ガラス質で流理がある。この溶岩は、黄灰色の、細粒砂岩様の見掛けをもつオートリスを少量含む。

#### 紫蘇輝石普通輝石流紋岩 IW74S-13

産状・産地：溶岩流。硫黄島，硫黄岳登山道標高190m付近。

化学組成：SiO<sub>2</sub>：71.03%（13ページ第4表No. 15）

斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鈹（11ページ第3表No. 15）。

斜長石は長さ0.5-2mmの柱状結晶で清澄である。滴状の淡褐色ガラスを包有するものがある。

石基：淡褐色のガラス基質中に極細粒の長石・輝石・鉄鈹が密に分布する。

#### 普通輝石紫蘇輝石流紋岩 75IÖ62

産状・産地：溶岩流。硫黄島南海岸，東温泉背後の崖。

化学組成：SiO<sub>2</sub>：71.88%（13ページ第4表No. 14）。

斑晶：斜長石・紫蘇輝石・普通輝石・鉄鈹（11ページ第3表No. 14）。

石基：細粒のフェルト状組織。空隙に鱗珪石とパーガサイト質角閃石が成長している。

### 火山性碎屑岩

ここでいう火山性碎屑岩は崖錐・爆発角礫岩及び火砕流堆積物を含む。

**崖錐**は展望台からキンツバ火口までの登山道沿いでよく観察される。この堆積物は溶岩塊の集合からなる厚さ数10cmから3m程度の単層の累積によってできていて、地層の傾斜は32°前後である。溶岩



第40図 硫黄岳斜面の崖錐に見られる逆級化構造岩 塊はすべて硫黄岳溶岩の角礫からなる。硫黄島硫黄岳登山道上部。  
Reverse grading in the talus, consisting of angular blocks of Iōdake Lava, on the upper slope of Iō-dake, Iō-jima.

塊は単一岩種で、塊状溶岩を構成するものとよく似た、径10cmから数10cm程度の緻密な多面体形の岩塊である。径数cm以下の細粒物は少なく、同一層準では比較的分級がよく、単層ごとに明らかな逆級化構造を示す（第40図）。まれに、斜交層理状に下位層をきって上位層がのることがある。

以上の記述から、この成層堆積物が爆発による降下堆積物ではなく、斜面上の転勤堆積物の累積、すなわち崖錐であることが分かる。この堆積物とその給源と考えられる頂上部の溶岩の地形が必ずしも対応していないことと、岩塊が固結した岩石の破碎によるよりは、高温の溶岩の破断によるらしいことから見て、これは、言わば初成の崖錐、すなわち、急峻な山頂部に噴出した溶岩の先端が完全に固結しないうちに崩落を続けることによって形成されたものと思われる。

**爆発角礫岩**は山頂火口周辺に分布する。山頂南西側のキンツバ火口底に露出するものは、ほぼ水平に堆積し、厚さ10m以上ある。構成物は径50cm以下の黒色あるいは黒色と灰色との縞状のスコリア質岩塊やパン皮火山弾などの本質岩塊と、緻密な溶岩片、緑色あるいは白色の変質岩片などの類質岩塊及びそれらの細片からなる。

このほか、山頂の東側、穴之浜南端の谷では、溶岩の下に、成層した粗粒火砕岩の厚い堆積物が遠望で認められ（52ページ第39図）、これも爆発角礫岩であると思われる。

**火砕流堆積物**はキンツバ火口底と展望台付近に分布する。キンツバ火口底では、前述した水平に成層した爆発角礫岩をきってその上位にあり、厚さ5m以上ある。この堆積物は層理が不明瞭で、パン皮火山弾、多量の類質岩塊と白色の軽石を含む基質とからなる。類質岩塊中には、ローダライト（11ページ、II. 3参照）を含む岩塊がある。この火砕流堆積物の上位には同様の物質からなるが、より細粒で、

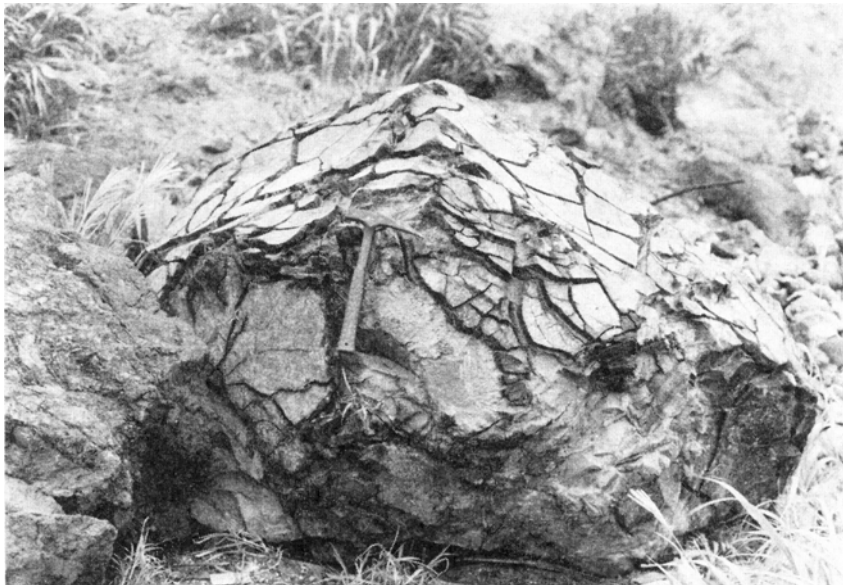


第41図 細粒火山灰層の上における軽石に富む火砕流堆積物 火砕流堆積物はパン皮火山弾によってできた bombsag を埋めている。硫黄島硫黄岳登山道展望台付近。  
Pumice-rich pyroclastic flow deposit, which fills bomb sags formed by two bread-crust bombs, on fine-grained ash deposit at the west flank of Iōdake, Iō-jima.

よく分級された薄層の累積からなる堆積物があり、火砕流堆積物及び爆発角礫岩からの、流水による二次堆積物と思われる。

展望台付近には、溶岩の上に約5mの火砕岩層があり、細粒降下火山灰層の間に3層の火砕流堆積物を挟む（59ページ第45図のT）。最下位のもの（第45図のC）は厚さ30-100cmで、硫黄岳溶岩及び緑色変質岩などの類質岩塊を細粒火山灰質の基質中に含む。無層理、分級不良であり、下面の凹凸に比べて上面は平坦に近く、乱流堆積物の特徴をもつ。しかし、明らかな本質噴出物を見いだせないで、水蒸気爆発に伴う低温粉体流の堆積物の可能性がある。この層の上面の風化面下に炭化木片があり、1560±110y. B. P. (GaK-6741) の<sup>14</sup>C年代値が得られた（60ページ第6表）。

表層に近いA・B層は岩相がよく似ている。両層ともにパン皮火山弾、類質岩塊などの粗粒岩塊が基底部にあり、その上は細粒基質中に径数cm以下の灰色の軽石を多く含み、無層理である（第41図）。軽石は角がとれたものが多く、全体としては分級が悪い。第41図に見えるようにパン皮火山弾は bomb sag を作っているが、その他の岩片はその凹所を埋め、各層の上面は平坦である。以上の特徴はこの2層が火砕流堆積物であることを示すが、通常の火砕流堆積物に比べ細粒の基質が少ない。恐らく、パン皮火山弾を含む本質・類質岩塊の投出に始まる爆発的活動があつて、それによって発生したアバランシェ型の火砕流の堆積物であろう。類質岩塊中にはロードライトを含むものがある。構成物から見て、この2層のどちらかが、前述のキンツバ火口底にある火砕流堆積物にあたるのであろう。B層の基底に含まれる炭化木片から、1290±80y. B. P. (GaK-6742) の<sup>14</sup>C年代値が得られた（第6表）。なお、登山道入り口付近の扇状地堆積物には、この堆積物に由来すると思われるパン皮火山弾（第42図）や粗粒軽石の集積が見られる。



第42図 硫黄岳火山の巨大なパン皮火山弾 ハンマーの長さは33cm. 硫黄島硫黄岳登山口  
A huge bread-crust bomb from Iōdake Volcano at its foot, Iō-jima.

紫蘇輝石普通輝石流紋岩 76IÖ132R

産状・産地：火砕堆積物基底にある，bomb sag を作るパン皮火山弾の周辺急冷緻密部（第41図）．硫黄岳展望台．

化学組成：SiO<sub>2</sub>：69.88%（13ページ第4表No.16）．

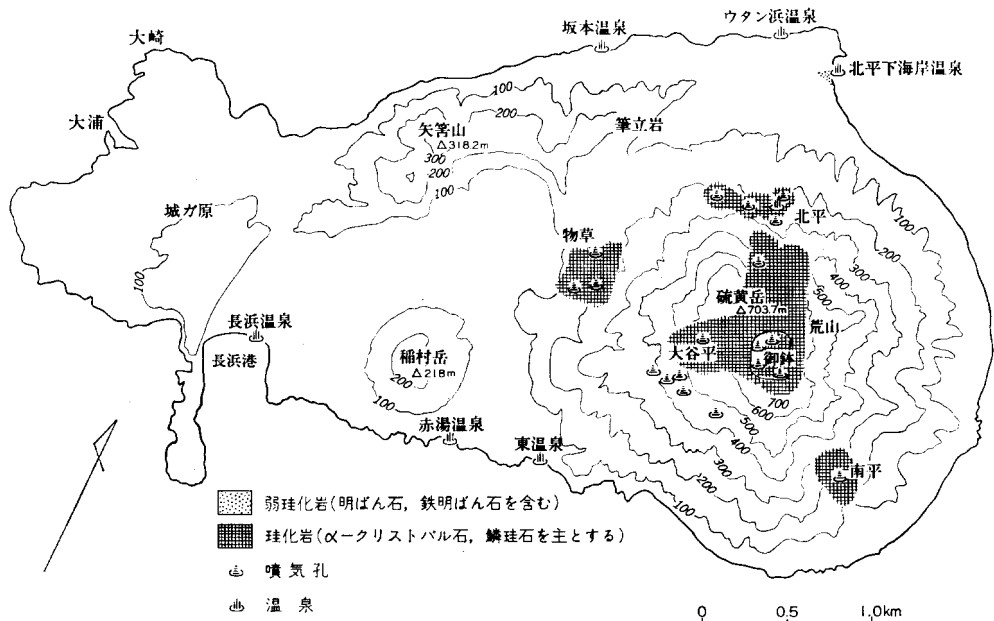
斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鈦（11ページ第3表No.16）．

石基：ガラス基流晶質，無色ガラス中に長石・輝石・鉄鈦などの微結晶が流状配列する．微結晶の量は，パン皮状緻密部と内部の発泡した白色軽石質部とで差がなく，これらの微結晶が火山弾の投出前に晶出していたことを示す．

噴気及び変質

硫黄岳には山頂火口周辺をはじめ大谷平・南平・北平・物草などの各地区に活発な噴気活動がある（第43図）．噴気孔の一部には800℃を超える極めて高温のものがある（松葉谷ほか，1975）．これまで噴気ガス，温泉，周辺の岩石の変質などについて極めて多くの化学・同位体化学的研究がなされて来た（鎌田，1964，1972；鎌田ほか，1974；松葉谷ほか，1975；MATSUO *et al.*，1975；吉田，1969，1972；吉田・小坂，1966；吉田ほか，1969など）が，ここでは噴気・温泉活動に伴って産出する鉱物種をあげることにとどめる．

噴気地帯周辺の岩石は白色珪化変質をうけており，これは主にα-クリストパル石・鱗珪石などの珪酸鉱物や硫黄からなる．その他変質・昇華鉱物として，含水珪酸・玉滴石・カオリン鉱物・モンモリロン石・アルノーゲン・コランダム・磁鉄鈦・赤鉄鈦・黄鉄鈦・サツソライト（sassolite，B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・3H<sub>2</sub>O）



第43図 硫黄島の温泉及び変質帯の分布  
Hot springs and zones of alteration in Iō-jima.

・石膏・硬石膏・明ばん石・石黄 (orpiment,  $As_2S_3$ )・輝水鉛鉱 (0.3%に達する高濃度のレニウムを含む, TERADA *et al.*, 1971)・モリブデンブルー・フッ素金雲母が報告されている (鎌田, 1964; 金原ほか, 1977).

温泉の湧出地にも変質帯があり, 東温泉変質帯では変質・沈殿鉱物として $\alpha$ -クリストバル石・明ばん石・鉄明ばん石・タマルジャイトが, また北平下温泉変質帯では汚染状硫黄・ $\alpha$ -クリストバル石・明ばん石が検出されている (金原ほか, 1977; 吉田ほか, 1976).

### 硫黄岳の構成と活動史

硫黄岳の地表部は既述したように, 厚い何枚かの溶岩とそれに由来する崖錐とから構成されている. 斜面の傾斜は, 展望台付近や東温泉付近など溶岩の張り出した部分を除くと最大安息角かあるいはそれ以上の急傾斜を示している.

山頂から東方へ流下した溶岩流の下位には粗粒火砕岩が露出する. 吉田ほか (1976) は, その第6・7図に硫黄島における9本のボーリング柱状図を記載し, そのうち7本は硫黄岳とされる岩石を貫いたことを示した. この7本のうち, No. 5を除く他の6本のボーリングでは, 硫黄岳の岩石は, 上位に溶岩, 下位に凝灰角礫岩があり, 凝灰角礫岩が海面下の孔底まで続いている. この海面下にある“火砕岩”の一部は海底火山岩の可能性もある.

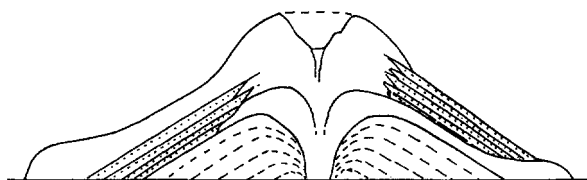
ボーリングNo. 1は, V. 2 (49ページ) に既述したように, 稲村岳と硫黄岳の中間の低地にあり, ここでは地表近くに稲村岳溶岩があつて, その下位に硫黄岳の溶岩・凝灰角礫岩がある.

以上のことから, 硫黄岳は主に粗粒火砕岩の累積からなる急峻な山体が下部にあり, それを厚い溶岩やその崖錐が覆い形成されたものであろう (第44図). 稲村岳溶岩の下位にも硫黄岳の岩石があることから, 硫黄岳火山の活動が始つたのは, 稲村岳よりも古いことになる.

次節で詳述するが, 本地域の降下火山灰層は, 上・中・下の3部層に分けることができる.

硫黄岳展望台をつくる溶岩の上には, これら降下火山灰層のうちの極く一部があり, 降下火山灰層の中部層 (稲村岳噴出のスコリア層) を欠いている (59ページ第45図T). ここでの降下火山灰のみの層厚はおよそ3mで, 噴出源に近いにもかかわらず北西方台地の降下火山灰層の上部層に比べて厚くない. したがって, ここで見られる火山灰層は, 上部層全体の堆積物ではなく, 上部層の上半部分に当たるのであろう.

活動史をまとめると, 硫黄岳の活動は, 6,300年以降, そして大部分の海底中央火口丘の生成後に始まった. 最初期の活動は海底噴火であつたかも知れない. 初期の活動では主に粗粒の火砕岩を堆積し, 後には溶岩も流出した. その後, 稲村岳が少なくとも3回の噴火サイクルの活動を行い, その終了後,



第44図 硫黄岳火山の模式的断面図  
A schematic cross section of Iōdake Volcano.

硫黄岳火山は約3,000年前に大きい爆発活動を行った。展望台をつくる溶岩の流出後、約1,500年から1,300年前頃に3回はやや大きい爆発活動があり、爆発角礫岩や火砕流堆積物などの噴出物をもたらした。キンツバ火口は約1,300年前頃には既に活動を終えており、その後の噴出物は頂上火口からのものである。13世紀前半に書かれたとされる平家物語<sup>10)</sup>は、約800年前頃（西暦1180年前後）、（硫黄岳は）噴煙活動をしており、当時既に硫黄の採取が行われていたとしている。

#### V. 4 降下火山灰層

硫黄岳・稲村岳両火山噴出の火山灰層であり、硫黄島の城が原など同島の平坦地を覆い、二次的堆積物を除いては同島内の最上位の堆積物である。地質図には表現されていないが、硫黄岳登山道沿いの一部や稲村岳溶岩の上など後カルデラ火山上の平坦地にも分布している。しかし、それらは斜面上では削剥されて、沖積層の項で後述するように、低地における二次的堆積層の給源となっている。竹島の台地面にも本層相当層が分布する。

記述の便宜上、硫黄岳周辺に分布するものについては硫黄岳火山の項で既に述べたので、ここではカルデラ縁外側の台地上に分布するものと竹島に分布するものについて記述する。代表的な4地点の柱状図を第45図、<sup>14</sup>C年代測定値を第6表に、それぞれ示す。

第45図の柱状断面は城が原台地の東西両端（J・O地点）、島北部の台地の東西両端（F・S地点）のものである。後カルデラ火山の活動の部分では全体によく層序が共通しており、下・中・上の3部層に分けることができる。このうち、下部層はおそらく硫黄岳火山の初期、中部層は稲村岳火山、上部層は硫黄岳火山、の噴出物である。全体を通じてみると、南東側の2地点、城が原東（J）と筆立岩北（F）では各層が厚く、粒径は粗く、北西海岸の2地点、坂本（S）と大浦（O）では層厚が薄く、粒径が小さい。特に大浦（O）では、中部層のスコリア層と腐植層以外はすべて細粒塊状の、ローム状風化火山灰となっている。中部層のスコリア層は、城が原東（J）で厚く、粗粒であり、この層が稲村岳噴出の降下スコリアであることを示している。

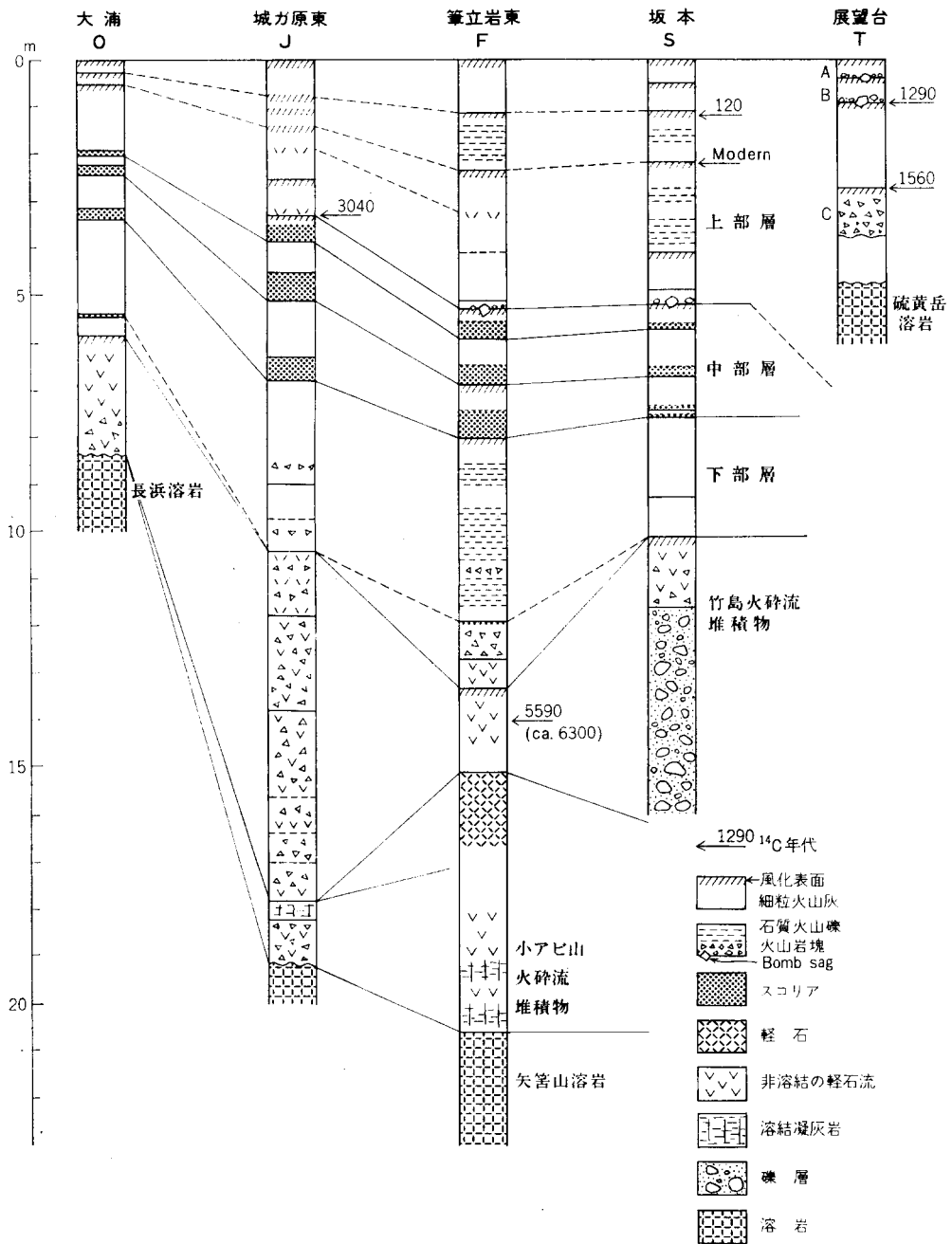
以下、主として筆立岩北（F）の柱状断面について記述する。F地点における層厚は、下部層は約4m、中部層は約3m、上部層は約5mである。

**下部層**は、細・粗粒火山灰及び細礫程度の石質岩片からなり、不明瞭な成層構造を示す。岩片は結晶質及びガラス質流紋岩、結晶片などであるが、軽石を含まない。

**中部層**は降下スコリアを含む3サイクルの堆積物である。各サイクルは下部の粗粒のスコリアと上部の風化細粒火山灰からなり、最上部に腐植を伴う風化面が認められることもある。スコリアは暗褐色―赤褐色であり、鏡下では褐色の玄武岩質ガラス中にかんらん石・普通輝石・斜長石などの斑晶を含む。これらのスコリアが、構成物質や粒径・層厚の変化から見て稲村岳の噴出物であることは明瞭であるが、降下堆積物の示す3サイクルが稲村岳の南溶岩、稲村岳スコリア丘及び東溶岩、磯崎溶岩の各サイクルにあたるかどうかは、詳細な岩石記載を行ってないので明らかでない。

10) 平家物語巻二及び巻三、角川文庫、角川書店、東京、1959、による。





第45図 硫黄島における降下火山灰層の柱状図  
Columnar sections of air-fall volcanic ash at Iō-jima.

第6表  $^{14}\text{C}$ 年代測定値(学習院大学木越研究室による)Absolute age data by  $^{14}\text{C}$  method obtained by the laboratory of Prof. Kigoshi, Gakushuin Univ.

測定番号 GaK-	年代値 y. B. P.	試料番号	産地 (硫黄島)	試料の産状
6128*	5590±170	SW75082053	大浦(O)**	竹島火砕流堆積物中の炭化樹幹
6740	3040±120	76ÖI134L	城が原東(J)	降下火山灰層中部(稲村岳噴出のスコリア層)の最上部の腐植
6741	1560±110	76IÖ135C	展望台(T)	T地点のC火砕流上面の風化土中の炭化木片
6742	1290±80	76IÖ132C	展望台(T)	T地点のB火砕流直下の風化土中の炭化木片
8463	Modern	78IÖ176C	坂本(S)	降下火山灰層上部, 地表から約215cmの風化土中の炭化細木片
8462	120±120	78IÖ176A	坂本(S)	降下火山灰層上部, 地表から約105cmの風化土中の炭化細木片

\* 金原ほか(1977)による。他はすべて新発表。

\*\* 地質図及び第45図の地点名。

各サイクルの上部は細粒風化火山灰である。大浦(O)で採取した風化火山灰から椀がけによって未風化部分を濃縮させた試料は、黒色の新鮮なスコリア、斜長石・かんらん石などからなり、鉄鉱を含まない。これは明らかに玄武岩質火山灰であり、したがって、スコリア層に挟まれる細粒火山灰の部分も、硫黄岳ではなく、稲村岳起源の噴出物である。

**上部層**は主に灰色の粗粒火山灰からなり、その最下部に爆発角礫層がある。

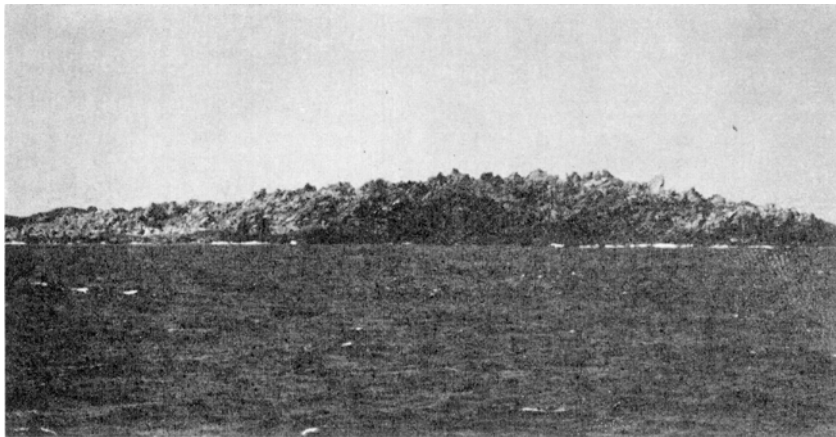
爆発角礫層は厚さ約20cmであり、大小様様の類質角礫を含む。大きい角礫はbomb sagを作って下位層中に沈みこんでいる。最も著しいものは径約1.2mあり、角礫層の堆積面から3.9m下位まで突入している(第46図)。この岩塊は斜上方から入射しており、硫黄岳の方向から投出されたことを示している。礫は硫黄岳の山体を作る流紋岩であるが、白色の珪化岩や、赤鉄鉱で染色された変質岩などを含む。坂本(S)では全体の礫径は小さくなるが、なお大形の角礫はbomb sag構造を示している(44ページ第33図)。城が原東(J)では細礫の存在によってこの層準が認められる。この細角礫層直下の腐植は3040±120y. B. P. (第6表, GaK-6740)の年代値を示した。

上部層の火山灰層は数層の褐色—暗褐色の腐植を含む風化帯の存在や粒径のわずかな差などによって、大きい成層構造が認められるが、小部分ではほとんど無層理、塊状にみえる。火山灰は細砂程度の粒径のものが大部分であり、ところにより細礫程度の粒径の石質岩片を含む。鏡検すると、これらの岩片は結晶質・ガラス質の流紋岩であり、他に斜長石・輝石の結晶片を含み、現在の硫黄岳の構成物質と似ている。一見軽石様の、白色のもろい微小粒を含む層準があるが、これも風化した結晶質岩であり、全層にわたって軽石の存在は認められなかった。

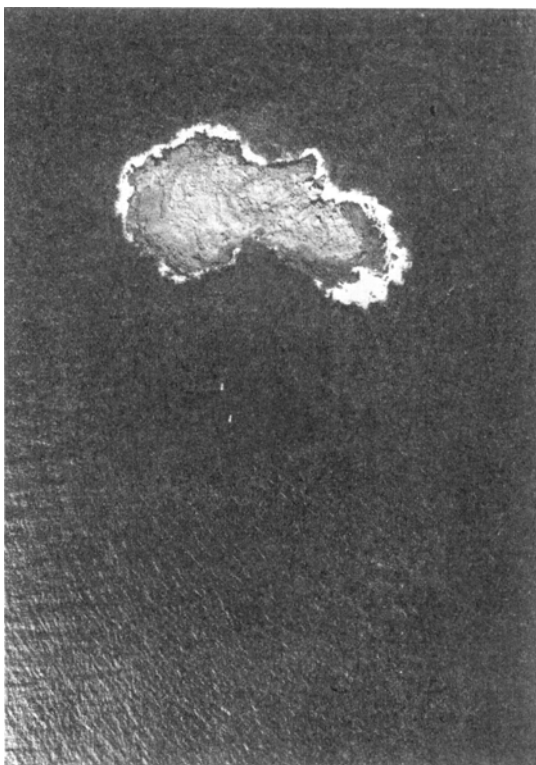
坂本(S)の火山灰層の、地表から105cm, 215cmの2層準に含まれる炭化木片について $^{14}\text{C}$ 年代測定が行われ、それぞれ120±120, modern(第45図及び第6表, GaK-8462及びGaK-8463)の年代値が得られた。しかし、下位層の方がmodernの結果を示しただけでなく、GaK-8462の示す年代、すなわち1830±120頃には大量の降灰を伴う火山活動の歴史記録はない。この2つの年代値は、何かの理由で地層の堆積時よりも若い値が得られたのであろう。



第46図 硫黄岳降下火山灰層中の約3,000年前の爆発角礫岩（矢印で示す）と3層の稲村岳噴出降下スコリア 中央の2個の岩塊はそれぞれ径1.2及び0.9mで、bomb sag を作って約3.9m斜下方に突入している。硫黄島筆立岩の東、硫黄岳頂上火口の北西方約1.5km。  
 A bed of explosion breccia of ca. 3,000 y. B. P., shown by an arrow, in air-fall ash of Iōdake Volcano and three layers of air-fall scoria from Inamuradake Volcano. Two large blocks, 1.2 and 0.9m in diameters respectively, made sags 3.9m deep. An exposure 1.5km northwest from the summit crater of Iōdake Volcano, Iō-jima.



第47図 南から見た新硫黄島  
 Shin-Iō-jima, an islet formed by the eruption of 1934-35, as seen from the south.



柱状図を示した各地点で、本層はすべて竹島火砕流堆積物（約6,300年前）を覆っている。前述したように城が原東（J）における<sup>14</sup>C測年値から、上部層は約3,000年よりも新しく、したがって中・下部層は約6,000年前-3,000年前間の堆積物である。上部層が硫黄岳、中部層が稲村岳の噴出物であることは既述した。下部層は、構成物質・分布状態から見て硫黄岳火山の初期の噴出物であろう。

竹島の台地部の地表は厚い風化火山灰に覆われる。竹島の中には竹島火砕流堆積物の上に厚さ約6mの断面がある。その大部分は土壌化した褐色の細粒風化火山灰であり、下部に赤色の軽石を含む。この断面の最下部は厚さ110cmの降下軽

第48図左 新硫黄島のステレオ写真  
(説明は63ページ)



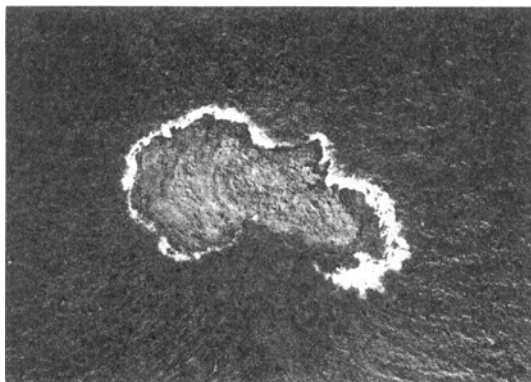
第49図 新硫黄島の溶岩流表面 手前側は、引き裂かれた割れ目の曲面、左後方は破断によってできた巨岩塊。左上隅は硫黄島北端の平家城。  
Surface of the lava of Shin-Iōjima Volcano. Note the torn-apart surface (front) and huge blocks (back). Heikenojō at the northern point of Iō-jima is at the upper left corner.

石層で、黄色の風化軽石と石質岩片とからなる。軽石は径2mm以上の斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鉱などを顕著に含み、安山岩質と思われる。

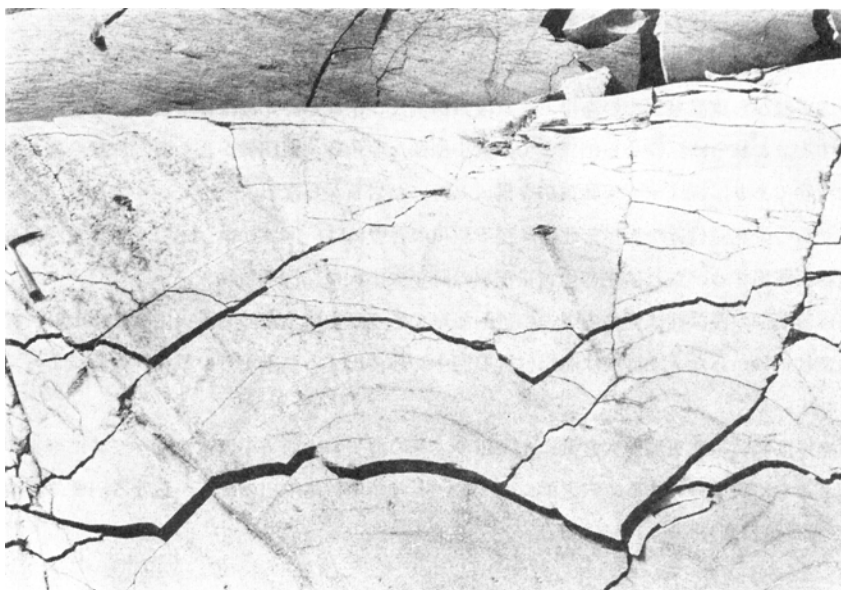
## V. 5 新硫黄島火山

新硫黄島は東西500m、南北300mの小島である。II. 5に記述したように、同島は1934-35年の噴火によって形成された。当時の観察によると(19ページ第9図)、現在同島の地表に露出しているものはすべて1935年噴出の溶岩である。

新硫黄島は全島1枚の流紋岩溶岩からなる(第47図)。空中写真の観察によると島の中央部に環状の構造があり、そこから東西両方に同心的な波状の模様が見られ、これらは中心の火道とそこから溢流した溶岩の構造であると察せられる(第48図)。島中央部東よりの南海岸にはガラス質塊状溶岩が露出し、この部分は黒曜岩及びそれが酸化した赤色のガラス質岩の岩塊からなる。海岸部よりやや内側には青灰色、多孔質のガラス質溶岩があり、一部には白色軽石状に著しく多孔質の部分がある。中央火道付近の溶岩は1辺数mの巨大な岩塊からなるが、岩



第48図右 新硫黄島のステレオ写真 中央火道跡とそれから広がる同心状の縄状表面及び温泉による海中の変色水域が見える。(1977年撮影, 国土地理院発行空中写真CKU-77-5C16-10及び11, 国土地理院承認)  
A stereo-pair of airphotographs of Shin-Iōjima. Note the central vent, ropy surface of lava flow and discolored water by hot springs in the sea.



第50図 新硫黄島溶岩の破断面と面上の張力割れ目  
Torn-apart surface of the lava of Shin-Iōjima Volcano and tension cracks on it.

塊の表面は平滑な曲面からなり、その表面に斜交した、あるいは電光形の、張力割れ目が走っている(第49・50図)。火道付近の岩石の表面には、噴気から沈着したと思われる赤鉄鉱の薄い被膜が見られる。上述した岩相の全体の配置は、火道付近から外縁に向かって、溶岩の内部から周縁相が順次露出していることを示している。

#### 紫蘇輝石普通輝石流紋岩 IW74S-24 (第V図版F)

産状・産地：溶岩流。新硫黄島。

化学組成：SiO<sub>2</sub>：71.57% (13ページ第4表No. 17)。

斑晶：斜長石・普通輝石・紫蘇輝石・鉄鉱 (11ページ第3表No. 17)。

石基：無色一ごく淡い褐色のガラス中に、針状の微結晶が配列する。

## VI. 沖積層及び扇状地堆積物

カルデラ縁南東側の、硫黄岳及び稲村岳の山体をとりまく低地のうち、稲村岳西側の1部を除いた大部分は、硫黄岳山体から運び出された岩屑からなる扇状地及び氾濫原の堆積物からなる。しかし、これらの地域の大部分の表層は硫黄岳噴出降下火山灰層及びその二次堆積層に覆われており、本堆積物が露出しているのは現在も堆積物の供給が続けられている潤川の河床や海岸の断面などに限られる。

硫黄岳西側、物草変質帯下部の扇状地では、硫黄岳山体から運搬された巨岩塊が散乱し、荒地を形成している。その南方、硫黄岳登山口付近は大谷変質帯の谷から供給された物質からなる扇状地であり、多量の白色・緑色の変質岩角礫やパン皮火山弾を堆積物中に含む。またこの扇状地の下方には径50cm以下の白色軽石の亜円礫の集積した部分があり、硫黄岳山体斜面上の火砕流堆積物(55ページ)中の軽石が洗い出されたものと見られる。

硫黄岳南東麓から東温泉までの海岸と平家城の西側及び南東の海岸には本堆積物の厚さ10m以上の断面が露出する。これらは巨礫から細礫までの大小様様な亜角礫・亜円礫からなる、分級のあまり良くない成層堆積物であり、礫はすべて硫黄岳を構成していた岩石からなる。

稲村岳北方の俊寛堂付近から集落北西に至る潤川の谷壁には、厚さ10m以上の、礫を含む砂からなる成層堆積物が露出する。これは主に硫黄岳噴出の降下火山灰の二次堆積物である。

硫黄島集落前面の長浜浦は同島内唯一の砂浜海岸であり、主に上記の降下火山灰及びその二次堆積層から供給された砂からなる。砂粒は海岸付近の海中から湧出する温泉からの鉄質沈澱物によって橙赤色に染色されている。

砂利浜海岸は硫黄岳北東麓の<sup>ほつ</sup>穴之浜にやや広く、その他矢筈山西方小坂本から平家城に至る間の海岸内とところどころに狭く分布する。穴之浜には1934-35年新硫黄島噴出の軽石からなる円礫の集積が見られる(27ページ第17図)。

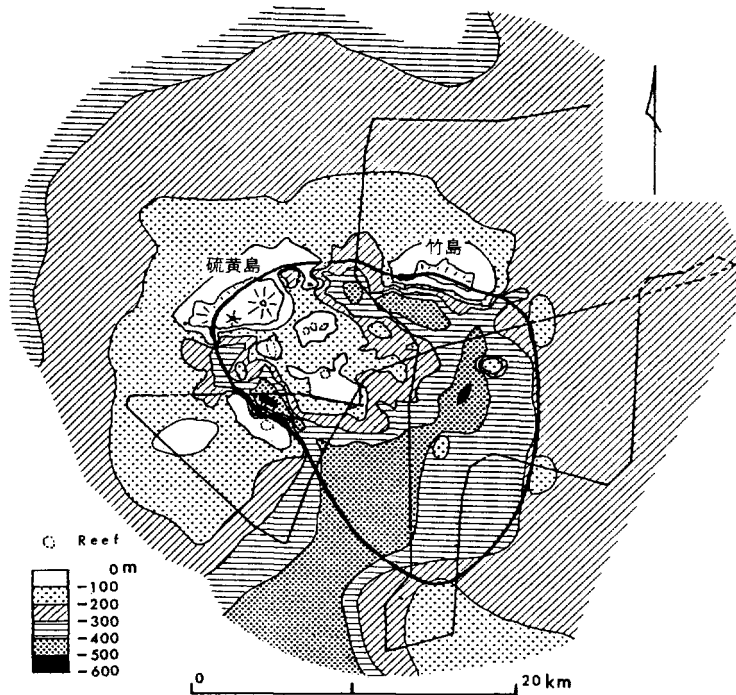
## VII. 海底地質<sup>11)</sup>

地質調査所は、白嶺丸による調査航海GH75-1において、この海域で各種の調査を行った。音波探査が行われた側線及びその解釈図を第51・52図に示す (SOYA *et al.*, 1976)。

さらに、地質調査所は1976年調査船わかしお (当時芙蓉海運所属) による調査航海GW76KG<sup>12)</sup> において、鬼界カルデラ海域の測深・音波探査・底質採取などを行った。音波探査は、日本電気製のスパーカー (5000ジュール) を用い、ハイドロホンは、30個 eel 型を使用した。反射信号は、Geo Space MP 17型で処理し、Reytheon 記録計に、掃引速度1秒で記録した。船速は4.5-8.4ノット、測点間隔は10分ごと、船位計測はローランC又はレーダによって行った。記録の縦横比 (S) は、4.5-8.7である。海底中央火口丘についてはV. 1 (45ページ) に述べたので、以下には周辺海域を、鬼界カルデラの北側及び南側に分けて記述する。なお、本海域におけるドレッジについては46ページ第5表に示した。

### 鬼界カルデラ北側の海域

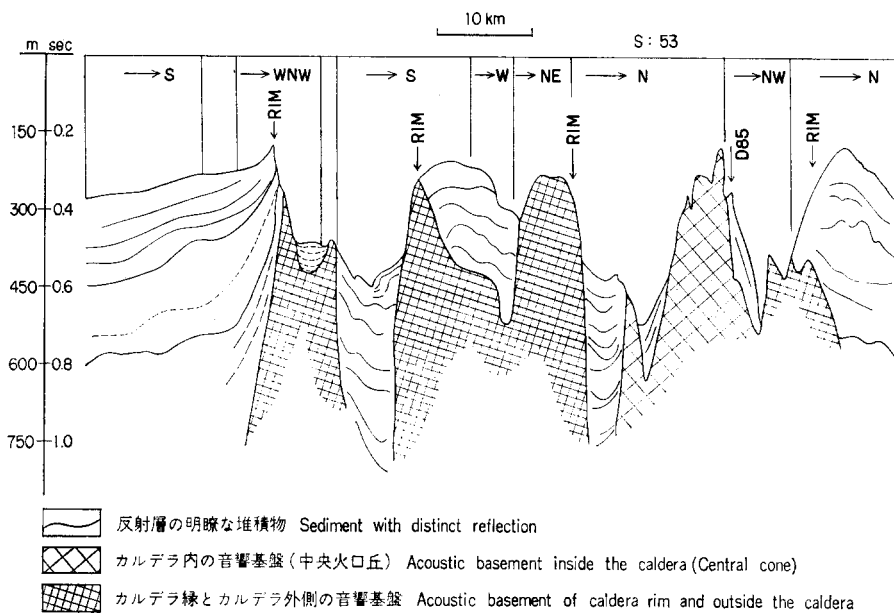
この海域における音波探査の解釈図を第53図に、またその記録の一部を第55図に示す。解釈図及び記



第51図 白嶺丸 GH 75-1 航海の鬼界カルデラ付近の航跡  
Tracks of the GH75-1 Cruise of a research vessel, Hakureimaru,  
in and around the Kikai Caldera.

11) 本報告の脱稿後、海上保安庁水路部 (1982) によって、本海域の海底地形地質調査報告を含む5万分の1沿岸の海の基本図、薩摩硫黄島が発表されたので、文献にあげておく。

12) 国際地球内部開発研究 (地球ダイナミクス計画) の一環として行われた。



第52図 白嶺丸 GH 75-1 航海による鬼界カルデラ付近の音波探査記録の解釈図 (SOYA *et al.*, 1976, Fig. I-8-3) S は図の縦横比を示す。  
 Interpretative seismic profiles in and around the Kikai Caldera obtained at the GH75-1 Cruise of R/V Hakurei-maru.

録から明らかなように、ほぼ水平な地層が、4層以上識別できる。最上位の地層は、層理が発達し、ほぼ一定の厚さで連続する。その下位層は、音響的に反射が不明瞭で、層厚はカルデラ縁に近づくとき厚く、(F-G測線、測点144でおよそ100m)、カルデラ縁から遠ざかると薄くなる。また、F-G測線の測点141付近で、この地層は、薄失しているが、層理の発達した地層に移化しているのかも知れない。上記のことから、この地層は、竹島火砕流など鬼界カルデラ形成に関係する火砕流の水中堆積相と考える。このような、音響的に反射の不明瞭な水中火砕流堆積物と思われる地層は、C-B-A測線の測点242付近及び測点255付近の下位にも認められる。同様に、F-G測線では、3層が認められる。これら音響的に反射の不明瞭な地層は、音響的に反射の明瞭な地層と互層している。

C-B-A測線、F-E測線及びJ-I測線は、カルデラ縁を横断する。これらのうち、F-E測線の測点135-134間及びJ-I測線の測点165付近で、堆積物に覆われて音響基盤が認められる。一方、B-A測線は、竹島と硫黄島の間(竹島水道)を通り、この測線上のカルデラ縁は、B-A間の堆積物に覆われた長い緩斜面である。したがって、竹島の南海岸に露出する硬い岩石からなる急崖は、カルデラ縁の全局にわたって連続しているわけではない。

G-H測線の測点156-157間には堆積物に不整合に覆われた音響基盤が認められるが、その実体は不明である。

#### 鬼界カルデラ南測の海域

この海域における音波探査の解釈図を第54図に、またその記録の一部を第55図に示す。第54図に示し



たJ-I, K-L, N-M及びR-Sの各測線は、いずれも、カルデラ縁を横断しており、2-3段の西向き崖が認められる。これら西向き崖のうち、東側のものが、外側の古期カルデラ縁にあたり、西側のものが内側の新期カルデラ縁である（長井ほか、1977）。外側のカルデラ縁は、J-I, K-L及びN-M測線で、明瞭な崖をなし、薄い堆積物に覆われた、音響基盤が存在する。

内側のカルデラ縁は、J-I測線で不明瞭であるが、K-L, N-M及びR-S測線で明瞭な崖をなしている。

内側のカルデラ縁と外側のカルデラ縁との間は、層理の明瞭な厚い堆積物が発達している。またそのほぼ中央部に伏在断層が認められ、伏在断層の西と東では、堆積物の構造は著しく異なる。すなわち、伏在断層の東では、堆積物は、ほぼ水平であり、音響基盤を覆い、また基盤にアバットしている。一方、伏在断層の西では、堆積物は、東に傾斜し、R-S測線で、向斜構造をなし、その厚さは、400m以上となる。またこの部分では、音響基盤は、認められない。カルデラ縁の外側の音響基盤上の堆積物とカルデラ縁の内側の堆積物との直接の対比はつけられていない。外側のカルデラ縁と内側のカルデラ縁との間の堆積物は長井ほか（1977）の旧期カルデラ形成後のカルデラ底堆積物であり、伏在断層から西側の地層の傾きは新期カルデラ形成の際の変位であると考えられる。長井ほか（1977）の新期カルデラは、竹島火砕流などを噴出した、約6,300年前の末期活動期に形成されたものであろう。

内側のカルデラ縁の西側は、V. 1で述べたように、薄い表層の堆積物と、音響基盤とからなる海底中央火口丘群である。

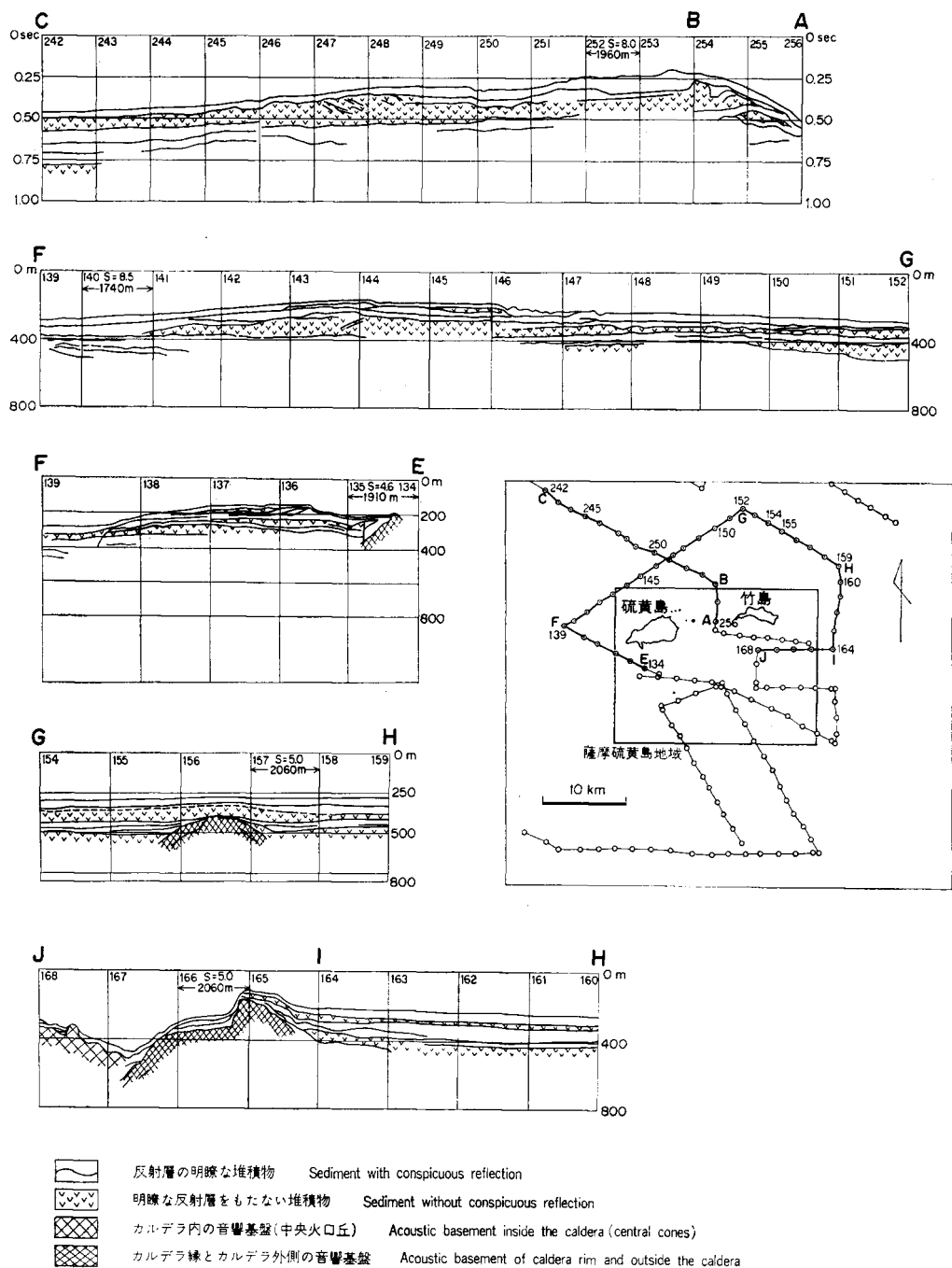
カルデラ南側のT-U-S測線にみられる堆積物は、軸部で厚さ250m以上ある大きい盆状構造をつくるが、層理は不明瞭で長く連続せず、カルデラ内及びカルデラ北側などでみられたような層理が明瞭に連続する堆積物と異なる。これは長井ほか（1977）が火砕流あるいは泥流としたレンズ状の堆積物にあたるものと思われる。鬼界カルデラの南縁は、地形的に閉じていず、ヤクロ瀬と南東方のサガリ曾根の間が南西に向う水道状に開いている（3ページ第2図）ので、南へ流出した火砕流は、水中ではこの水道に集中して南へ排出されたものであろう。

## VIII. 応用地質

### VIII. 1 硫黄及び珪石

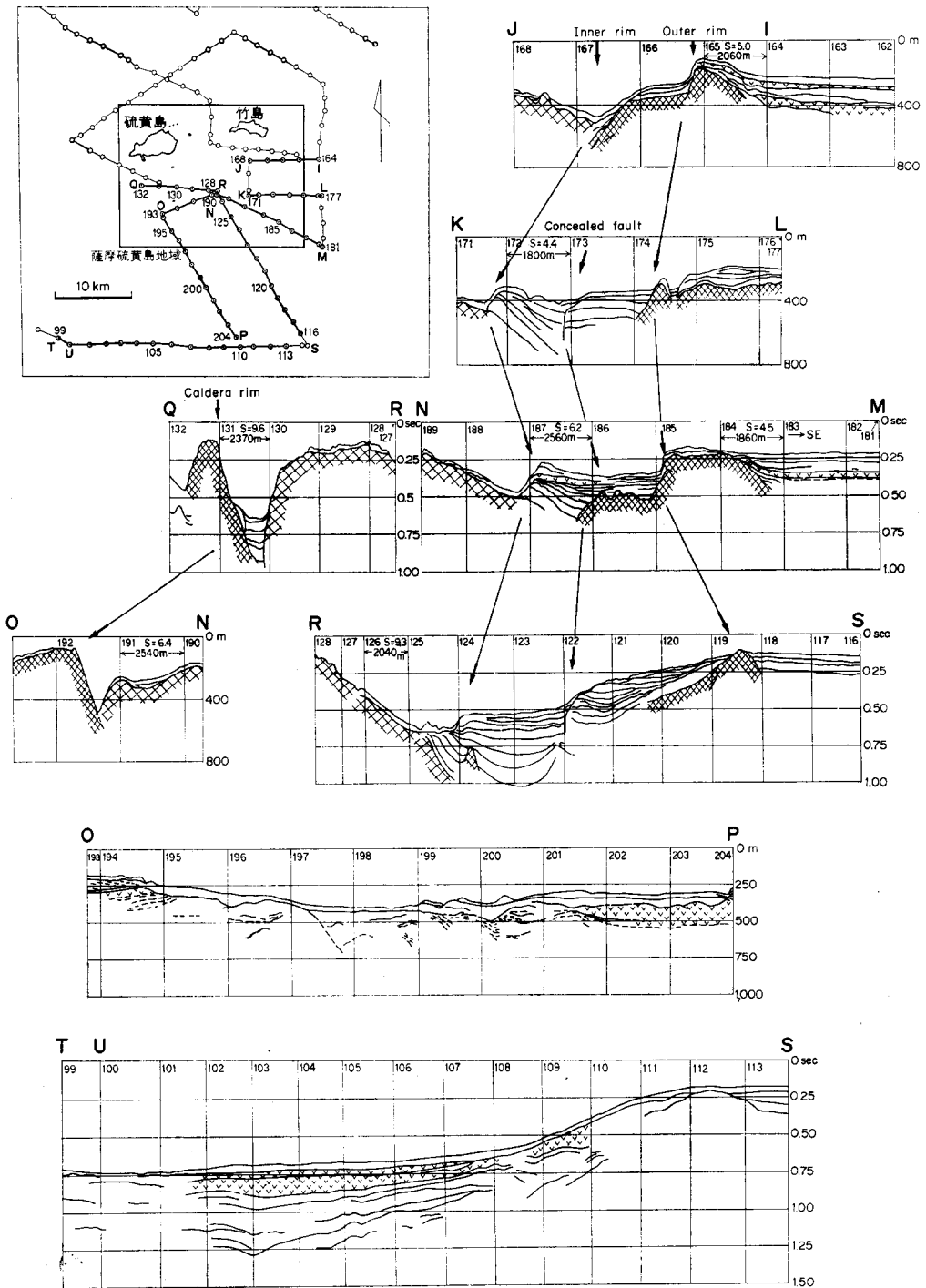
硫黄島の頂上火口及びその他の噴気地帯の岩石は著しい白色珪化変質をうけ、昇華硫黄が着生している。この硫黄は既に12世紀頃には採取されて交易されていたことが平家物語<sup>13)</sup>に記されている。硫黄の採掘は江戸時代には島津藩により、明治以後は諸経営によって行われ、1950年代後半には港湾、道路、諸設備などが整備された。硫黄原鉱は専用船によって大分県津久見市に送られ、浮選及び蒸気精練によって精製硫黄とする一方、浮選尾鉱（ $\text{SiO}_2$  90%）はセメント用珪石として利用され（岡野、1963など）、盛時には硫黄の月産は約1,000tであった。しかし、1964年に硫黄鉱山は閉山し、その後珪石の採掘が行われたが、1978年当時には本格的な操業は行われていなかった。

13) 平家物語巻三、角川文庫、角川書店、東京、1959による。



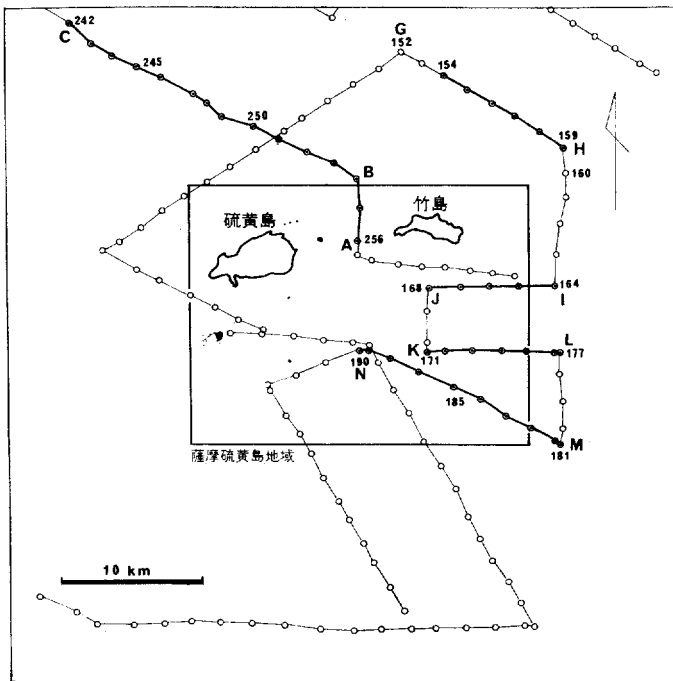
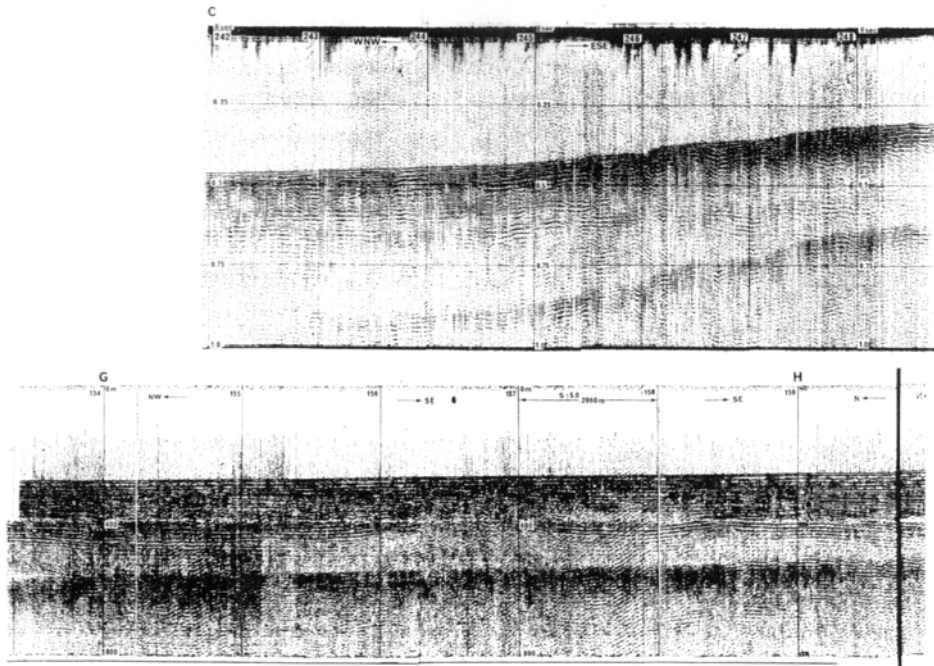
第53図 鬼界カルデラ北側の海域における音波探査記録の解釈図 縦軸の sec は往復秒数, m は音速を 1,500m/s として換算した深さ, 縦横比 S は上記の深さと水平距離との比.

Interpretative seismic profiles in and to the north of the Kikai caldera.

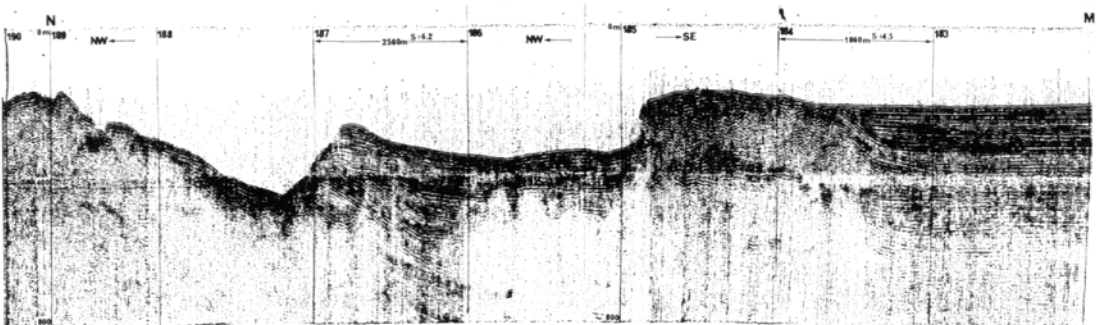
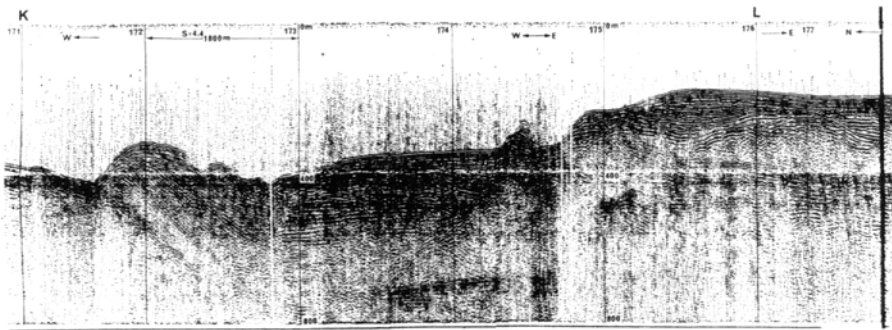
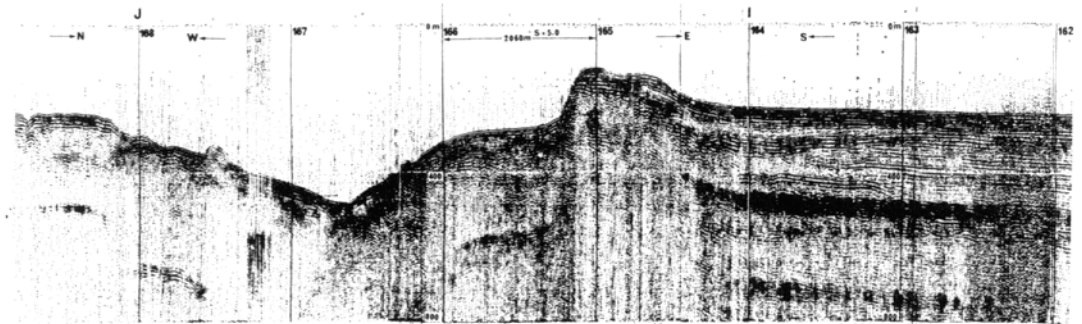
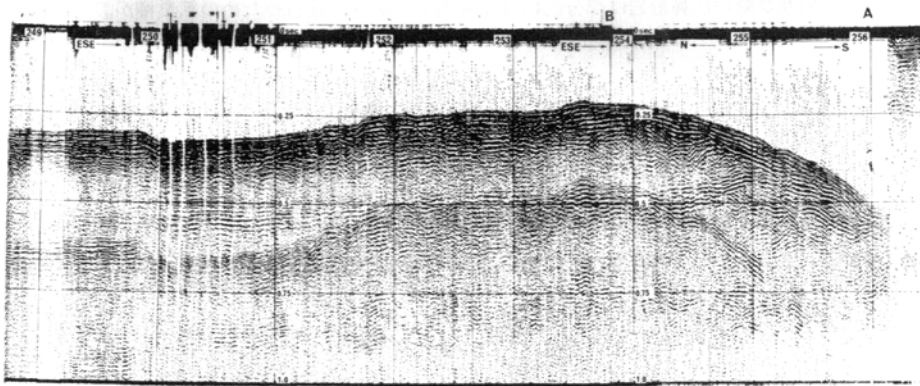


第54図 鬼界カルデラ南側の海域における音波探査記録の解釈図 Caldera rim: カルデラ縁, Inner rim: 内側のカルデラ縁, Outer rim: 外側のカルデラ縁, Concealed fault: 伏在断層. 矢印は各断面の対応する位置を示す. その他の凡例は第53図と同じ.

Interpretative seismic profiles in and to the south of the Kikai caldera.  
The legend is same as that of Fig. 53.



第55図 代表的な  
Representative



音波探査記録  
seismic profiles.

竹島南海岸の赤崎溶岩及び崎の江鼻溶岩は部分的に珪化変質しており、珪石のための鉱業権が設定されている。

## VIII. 2 温泉

硫黄島には多くの温泉があるが(56ページ第43図)、現在は東・坂本の2温泉が浴用に利用されているのみで、他は放置されている。以下の記述は主に鎌田(1964)及び地質調査所(1976)による。

硫黄島の温泉は地理的位置から次のように区分される。

1. 硫黄岳周辺：東・北平・北平下・大谷浜各温泉。火山性酸性泉(pH<2)であり、アルミニウム・鉄イオンを多量に含む。これらの温泉は海水と反応して、無定形含水珪酸アルミニウムを沈殿し、海中に白色の変色域を作っている。なお、大谷浜温泉は北西海岸にあるが、カルデラ壁が低くてカルデラ底の氾濫原堆積物が直接海岸に達している位置にあって、泉質もこのグループの他の温泉と同様である。
2. 稲村岳周辺：長浜・赤湯温泉など。鉄・炭酸イオンが多く、海水と反応して鉄質沈澱を生じ、長浜港付近や稲村岳南側のように赤い変色域を作る(第II・III図版)。
3. カルデラ縁の外側：坂本温泉。無色透明な弱食塩泉であり、中性に近い(PH=6.3)。東温泉は硫黄岳南東麓海岸にあり、やや珪化変質をうけた角礫岩から湧出し、常時浴用に利用されている。1975年8月当時pH~2、泉温は55℃であった。坂本温泉は北西海岸にあり、潮間帯の海浜礫中に湧出している。泉温は約50℃であり、潮位の変化を利用して海水と混合して浴用に利用されている。新硫黄島中央部の南・北海岸からも温泉が湧出している。

## 文 献

- 荒牧重雄(1969) 鹿児島県国分地域の地質と火砕流堆積物, 地質雑, vol. 75, p. 425-442.
- 阿多実雄(1935) 昭和9年硫黄島噴火(雑報). 地質雑, vol. 42, p. 212-213.
- 地質調査所(1976) 全国地熱基礎調査報告書 no. 30 南西諸島, 90 p.
- (1980) 空中磁気図XXV-1, 大隅半島一屋久島海域空中磁気図.
- (1981) 地熱地域等重力線図, 鹿児島県硫黄島地域等重力線図.
- 中条純輔・村上文敏(1976) 鹿児島湾の物理探査の予察. 地調月報, vol. 27, p. 807-824.
- 江原幸雄・湯原浩三・重松 暁(1980) 海底カルデラにおける熱流量測定(序報). 火山, 2nd ser., vol. 25, p. 51-61.
- 石原丈実(1977) 鬼界カルデラの重力異常. 地調月報, vol. 28, p. 575-588.
- 海上保安庁水路部(1966) 海の基本図, no. 6302, 日本近海海底地形図第2(1/3,000,000).
- (1976a) 大陸棚の海の基本図(20万分の1), no. 6351, 野間岬沖.
- (1976b) 大陸棚の海の基本図(20万分の1), no. 6353, 屋久島付近.

- 海上保安庁水路部 (1982) 沿岸の海の基本図 (5万分の1), no. 6351<sup>4</sup>, 薩摩硫黄島.
- 鎌田政明 (1964) 鹿児島県硫黄島の火山と地熱. 地熱, no. 3, p. 1-23.
- (1972) さつま硫黄島の温泉—火山と温泉—. 温泉科学, vol. 23, p. 49-53.
- ・坂元隼雄・大西富雄 (1974) 硫黄島火山 (鹿児島県) の地球化学的研究 (1), 東温泉の泉温, 湧出量, 化学組成およびその変化. 温泉工学会誌, vol. 9, p. 117-124.
- KATSUI, Y., ANDO, S. and INABA, K. (1975) Formation and magmatic evolution of Mashu volcano, east Hokkaido, Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, ser. IV, vol. 16, p. 533-552.
- 川村政和 (1977) 薩摩硫黄島の噴気による放出熱量 (演旨), 火山, 2nd ser., vol. 22, p. 107.
- 金原啓司・茂野 博・大久保太治 (1977) 薩摩硫黄島の地熱変質. 地質ニュース, no. 272, p. 9-17.
- ・———・小野晃司 (1977) 鹿児島県薩摩硫黄島 (鬼界カルデラ) 大浦火砕流の<sup>14</sup>C年代—日本の地熱活動に関連する第四紀層の<sup>14</sup>C年代, 4—. 地調月報, vol. 28, p. 763-765.
- KOBAYASHI, T. (1981) Mode of eruption and emplacement of the pyroclastic deposits in the initial stage of a large eruption from the Ata Caldera, 1981 IAVCEI Symposium, *Arc Volcanism*, Abstracts, p. 184.
- 町田 洋 (1977) 火山灰は語る—火山と平野の自然史—. 蒼樹書房, 東京, 324 p.
- (1980) 巨大噴火と広域テフラ. 自然科学と博物館, vol. 47, p. 105-111.
- ・新井房夫 (1978) 南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ—アカホヤ火山灰. 第四紀研究, vol. 17, p. 143-163.
- 松葉谷治・上田 晃・日下部実・松久幸敬・酒井 均・佐々木昭 (1975) 薩摩硫黄島および九州の二, 三の地域の火山ならびに温泉についての同位体化学的調査報告. 地調月報, vol. 26, p. 375-392.
- 松本幡郎 (1951) 鹿児島県硫黄島溶岩について. 岩鉱, vol. 35, p. 182-188.
- MATSUMOTO, H. (1954) Petrological study on rocks of Iwo-zima, Kagoshima Prefecture. *Kumamoto Jour. Sci.*, ser. B, no. 4, p. 96-107.
- MATSUO, S., SUZUOKI, T., KUSAKABE, M., WADA, H. and SUZUKI, M. (1975) Isotopic and chemical compositions of volcanic gases from Satuma-Iwojima, Japan. *Geochem. Jour.*, vol. 8, p. 165-174.
- 松本唯一 (1935) 硫黄島沖海底噴火ならびに附近島シヨの火山地質について. 日本学術協会報告, vol. 10, p. 44-46.
- (1936) 硫黄島沖の海底噴火に就いて. 日本学術協会報告, vol. 11, p. 486-470.
- (1937) 硫黄島沖の海底噴火ならびに付近の火山地質 (その1). 火山, vol. 3, p. 144-162.
- MATSUMOTO, T. (1943) The four gigantic caldera volcanoes of Kyushu. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, vol. 19, sp. no., 57 p.
- 長井俊夫・菊地真一・瀬川七五三男 (1977) 鬼界カルデラの海底地形・海底地質構造・地理学会予稿集, no. 13, p. 194-195.

- 岡野武雄 (1963) 硫黄島. 地質ニュース, no. 106, p. 23-24.
- 奥村公男・小野晃司・金原啓司・茂野 博 (1976) 薩摩硫黄島の変質した火山岩中のRoedderite (演旨). 鉱山地質学会・岩鉱学会・鉱物学会 昭和51年秋期連合学術講演会要旨集, p. 67.
- 小野晃司・曾屋龍典 (1975) 鬼界カルデラ, 竹島・硫黄島の地質 (予報) (演旨). 火山, 2nd ser., vol. 20, p. 185-186.
- ・松本徂夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和 (1977) 竹田地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 145 p.
- SOYA, T., OKUDA, Y., MURAKAMI, F. and HONZA, E. (1976) Geological setting of the Kikai Caldera. *Geol. Surv. Japan, Cruise Report*, no. 6, Ryukyu Island Arc, p. 27-30.
- 田中館秀三 (1935a) 昭和9年鹿児島県硫黄島附近噴火資料. 岩鉱, vol. 13, p. 184-190.
- (1935b) 硫黄島新島噴火概報. 岩鉱, vol. 13, p. 204-213.
- (1935c) 昭和9年鹿児島県硫黄島附近噴火資料 (続). 岩鉱, vol. 13, p. 283-288.
- (1935d) 硫黄島新島及び武富島噴火岩の化学成分. 岩鉱, vol. 14, p. 36-38.
- (1935e) 鹿児島県下硫黄島噴火概報. 火山, vol. 2, p. 188-209.
- (1936) 薩南硫黄島新島第2回調査概報. 岩鉱, vol. 16, p. 67-74.
- (1939) 薩南硫黄島新島 (昭和硫黄島) 発達の過程. 地質雑, vol. 46, p. 279-280.
- TANAKADATE, H. (1935f) Evolution of a new volcanic islet near Io-zima (Satuma Prov.). *Proc. Imp. Acad.*, vol. 11, p. 152-154.
- (1935g) A volcanological and petrological note of the new volcanic islet near Io-zima. *Proc. Imp. Acad.*, vol. 11, p. 370-372.
- TERADA, K., OSAKI, S., ISHIHARA, S. and KIBA, T. (1971) Distribution of rhenium in molybdenites from Japan. *Geochemical Jour.*, vol. 4, p. 123-141.
- UI, T. (1971) Genesis of magma and structure of magma chamber of several pyroclastic flows in Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, sec. II, vol. 18, p. 53-127.
- 宇井忠英 (1973) 幸屋火砕流—極めて薄く拡がり堆積した火砕流の発見. 火山, 2nd ser., vol. 18, p. 153-168.
- YOKOYAMA, I. (1963a) Structure of caldera and gravity anomaly. *Bull. Volcanol.*, tome 26, p. 67-72.
- (1963b) Volcanic calderas and meteorite craters with the special relation to their gravity anomalies. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, ser. VII, vol. II, p. 37-47.
- 横山 泉・清野政明・本谷義信・飯塚 進・牧 正・青野昌秋 (1966) 鹿児島県下硫黄島の地球物理学的調査報告. 北大地物研報, no. 16, p. 33-50.
- 吉田 稔 (1969) 薩摩硫黄島でえられた火山ガスによる岩石変質物のフッ素および塩素含量. 日化, vol. 90, p. 159-162.
- (1972) 薩摩硫黄島に火山昇華物として生じるモリブデン鉱物, モリブデンブルーおよびモリブデナイト. 日化, 1972, p. 575-583.



- 吉田 稔・小坂丈予（1966） 薩摩硫黄島に生成する特異なケイ酸質“火山昇華物”（I），（II）. 岩鉱，  
vol. 55, p. 201-211, 262-271.
- ・小沢竹二郎・鎌田政明（1969） 薩摩硫黄島で見られる種々の火山活動産物へのフッ素および塩素の分配. 日化， vol. 90, p. 163-167.
- 吉田哲雄・樋口勝彦・湯原浩三（1976） 薩摩硫黄島の地熱活動における岩石の変質作用について. 地熱， vol. 13, p. 131-141.

## QUADRANGLE SERIES

SCALE 1:50,000

Tanegashima (16) No. 2

---

# GEOLOGY OF THE SATSUMA-IŌ-JIMA DISTRICT

By

Koji ONO, Tatsunori SOYA and Takeo HOSONO

(Written in 1981)

---

### Abstract

Satsuma-Iō-jima district lies 30km southwest off Sata Misaki, the southernmost point of Kyūshū Island. Most parts of the district except three islands and a few reefs are occupied by the sea. Islands in the district represent the northernmost part of the Tokara Islands, a line of volcanic islands, which forms the western chain of the northern part of Ryūkyū Arc (Nansei Shoto Arc) extending southwest from Kyūshū to Taiwan (Fig. 1).

Whole area of the district including undersea portions constitutes the main part of a large caldera volcano, Kikai Caldera. Complicated and steep submarine topography in the district, comprising submarine extension of caldera rim, submerged post-caldera cones or central cones and deep moat down to nearly 600m deep between them, makes a marked contrast to flat and shallow sea-bottom of the surrounding sea areas. Two islands, Takeshima\* and Satsuma-Iō-jima\* and reefs, Yakuro-se (Fig. 16) and Takeshima-no-uno-se (Fig. 17), are land portions of the caldera rim which is traced to undersea portions and separated into two in the southeast. Shin-Iōjima\*, Asa-se and southeastern part of Iō-jima are land portions of post-caldera cones and a large submarine rise to the southeast of them are undersea portions.

---

\* In Jpanese; take; bamboo, shima=jima: island, Satsuma: old provincial name of a part of south Kyūshū, Iō: sulfur, Shin: new. Satsuma-Iō-jima is called Iō-jima for short later in this abstract.



The volcanic rocks in the district range from pyroxene olivine basalt to pyroxene andesite ( $\text{SiO}_2$ : 50–57%) and pyroxene dacite to pyroxene rhyolite ( $\text{SiO}_2$ : 68–72%) showing bimodal nature and lacking intermediate composition. Modal and chemical compositions of representative rocks are shown in Tables 3 and 4 in the text.

### **Pre-caldera Volcanoes**

Pre-caldera volcanoes consist of two groups; basalt and andesite volcanoes, and rhyolite and dacite lava flows. Basalt and andesite volcanoes are three small, subaerial stratovolcanoes; Yahazuyama Volcano in Iō-jima and Magomeyama and Takahirayama Volcanoes in Take-shima. Yahazuyama Volcano is cut by the caldera-bounding cliff and Takahirayama and Magomeyama Volcanoes are cut by sea cliffs where structure of stratovolcano is well exposed. These three volcanoes are very similar in structure and composition of rocks composed of piles of thin lava flows and coarse-grained pyroclastic rocks of basalt and mafic andesite and intruded by dikes of the same rocks (Figs. 10–13).

Rhyolite and dacite volcanoes are thick, massive subaerial lava flows; Nagahama Lava (Fig. 18) in Iō-jima, Akazaki (Fig. 19) and Sakinoehana Lavas in Take-shima. Nagahama Lava lies on Yahazuyama Volcano and Sakinoehana Lava on Magomeyama Volcano. They form plateaus outside the caldera rim. These three lavas are also very similar in nature with minor differences in petrography.

### **Pyroclastic Rocks of Caldera-forming Stage**

After some time of erosion, a large volume of pyroclastic rocks mainly of rhyolite erupted in a few events separated by time intervals between them. Relation of these pyroclastic units and caldera collapse has not yet been clarified in this study. Apparent double structure of caldera rim at the southeastern part may correspond to the eruption of two large cycles; the outflow of Koabiyama Pyroclastic Flow and the climactic eruption cycle of about 6,300 y.B.P.

Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit, the first large unit of rhyolite pyroclastic flow is distributed in most flat areas in Takeshima and Iō-jima. It consists of characteristically many and thin flow units (Figs. 23–25) which thickened and more densely welded at the depression of basement Surface (Fig. 21). It is thicker (20–100m thick) and denser in Take-shima and thinner (a few to 30m thick) and less dense in Iō-jima. Non-welded part consists of well-vesiculated dark pumice and matrix of vitric ash and each flow unit varies in size of pumice and volume ratio of pumice to matrix. Densely welded part is mostly devitrified.

Nagase Pyroclastic Flow Deposit is a non-welded deposit of well-vesiculated white rhyolite pumice and matrix of white vitric ash, locally found in Take-shima, 15m thick, resting on weathered surface of lower units.

(Komorikō Air-fall Pyroclastics)\* is an alternation of thin air-fall beds of scoria, pumice and the fine ash, 8m thick in total, found only at the section of Komorikō on the south coast of Take-shima (Fig. 26). This air-fall bed is pyroxene andesitic in composition and may not be originated from the Kikai Caldera but from other nearby andesite volcano.

---

\* Units in parentheses are not shown in the geological map.

About 6,300 years ago, a big eruption took place and three pyroclastic units were erupted successively, Funakura Air-fall Pumice, Funakura Pyroclastic Flow Deposit and Takeshima Pyroclastic Deposit, resulting in formation of the present Kikai Caldera. Akahoya, orange-colored very fine ash being a good marker-tephra through western and central Japan, is thought to be a facies of air-fall fine ash from the ash cloud of the Takeshima Pyroclastic Flow. Estimated age of this layer from many <sup>14</sup>C age-data is about 6,300 y.B.P.

(Funakura Air-fall Pumice) is a layer of coarse-grained rhyolite pumice deposit distributed mainly in Take-shima. It is 2.5m thick in maximum and always covered by welded tuff of Funakura Pyroclastic Flow Deposit (Figs.27, 28 and 30).

Funakura Pyroclastic Flow Deposit, developed in Take-shima, mainly consists of fine vitric ash and is usually thin, 2-4m thick, but fairly densely welded. It buries and thickens at the depression of former land surface (Figs. 28 and 29). Takeshima Pyroclastic Flow Deposit covers most area of Take-shima with a thickness of about 30m and some part of Iō-jima. It is a nonwelded deposit of white, very well vesiculated, rhyolite pumice and vitric ash. This deposit lies on Funakura Pyroclastic Flow Deposit usually without an evidence of time interval but at some locality on an erosional surface, probably cut by Takeshima Pyroclastic Flow itself (Fig. 30).

### **Post-caldera Cones**

Submarine rise to the southeast of Iō-jima, encircled by moat in the caldera, represents the under-sea portions of post-caldera cones of the Kikai Caldera. The rise seems to be composed of a few submarine lava domes. Asa-se, reefs of rhyolite lava, is a top of one of the domes (Fig.34).

Inamuradake Volcano, located in Iō-jima, is the only one basaltic post-caldera cone so far known. It compnses a scoria cone, preceding and contemporaneous lava flows of basalt and a later lava of mafic andesite (P1.I and II). The volcano ceased its activity before 3,000 y.B.P.

Iōdake Volcano is a steep stratovolcano of rhyolite, about 700m high, with a large crater at its summit and smaller one adjacent to it (P1. I). The volcano is a pile of thick lava flows and bedded, coarse volcanoclastic rocks, most of which are talus deposit probably formed at the front of lava flow or lava dome contemporaneous with its growth (Figs. 40 and 44). Pumice and scoria fall deposits are found near the summit crater. Deposits of three pyroclastic flows of around 1,500-1,200 y.B.P., two of which are pumice-rich flows preceded by ejection of bread-crust bombs, lie on a lava tongue flowed to the west (Fig.41). Many solfataras are active around the summit crater or flank area and some of them are very high in temperature, over 800°C.

Air-fall Volcanic Ash covers most parts of Iō-jima except steep flank of Iō-dake and alluvial flat where reworked ash is deposited. The ash is fine-grained, glassy rock fragment of Iō-dake, probably from its summit crater.

Shin-Iōjima Volcano is a new volcanic island formed by the activity of 1934-1935. The activity occurred on the sea bottom of about 300m deep. After three months of submarine volcanic activity which discharged a large quantity of pumice raft, a new island emerged (Figs. 8 and 9). The island, now, is composed of a lava flow of glassy pyroxene

rhyolite (Figs.47-50).

Alluvium and fan deposits fill the flat between the caldera wall and post-caldera cones in Iō-jima.

### **Sea-bottom Geology**

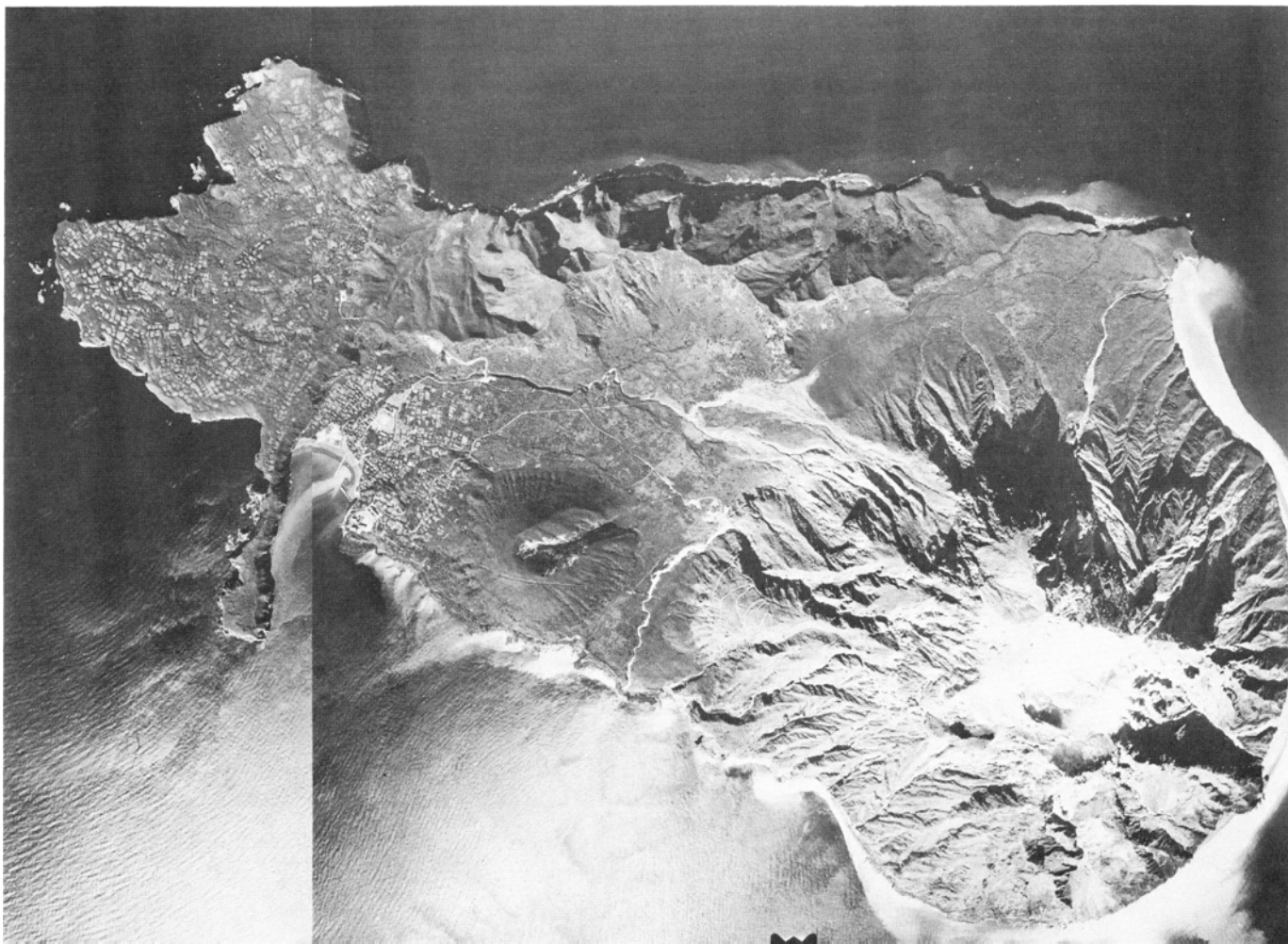
Seismic profiling records obtained in and around the district by a sparker of 5,000 J in 1976 and line-drawing from them are shown in Figs.53-55.

The area to the northwest and north of the Kikai Caldera is characterized by flay-lying strata in which transparent layers are observed. They probably represent subaqueous deposits of pyroclastic flows from the caldera (Figs.53 and 55).

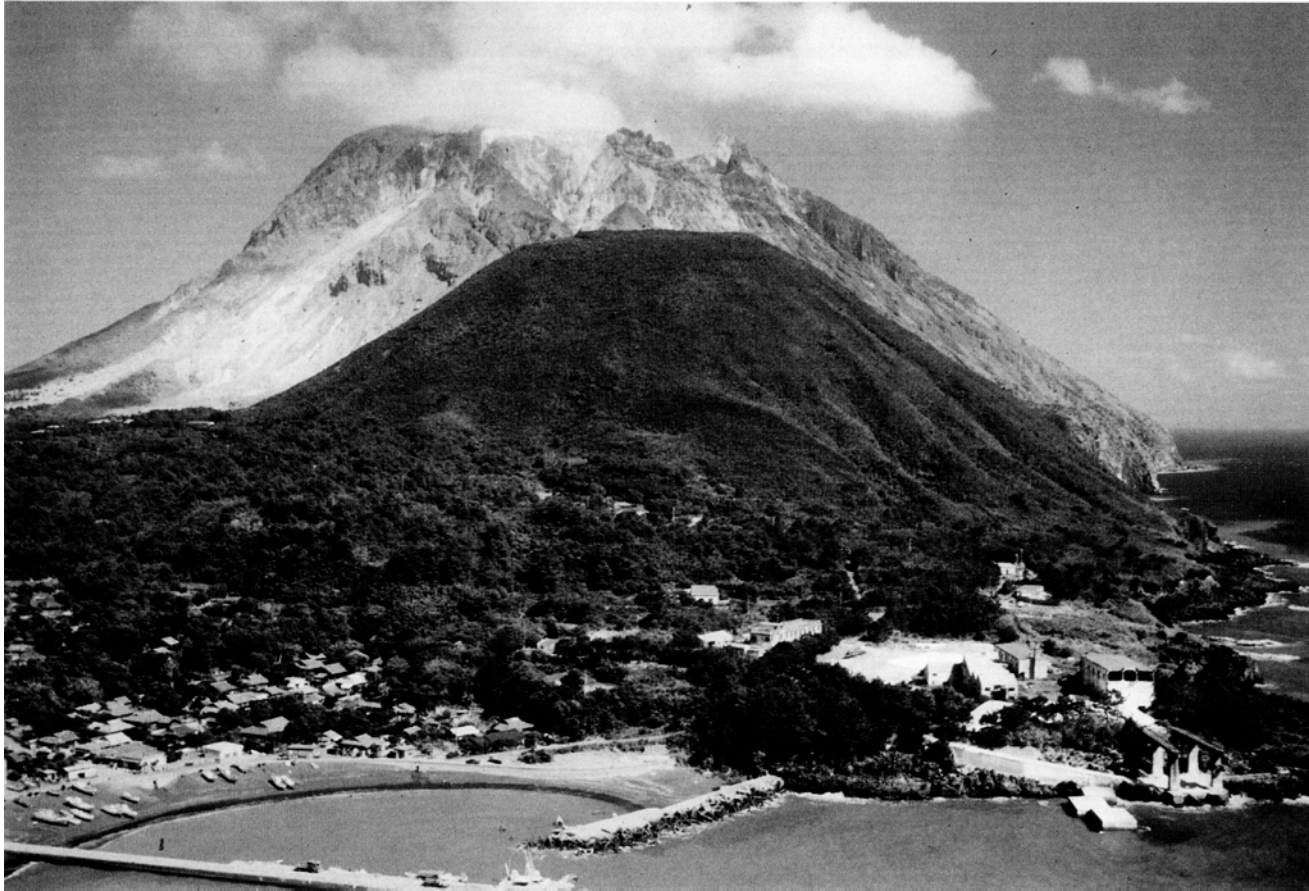
Profiles of south side of the caldera, from the east through the south to the west, are more complex by the existence of shallow acoustic basement, cliffs of doubled caldera rim in the southeast and inclined thick strata filling the depressions (Figs. 54 and 55). South side of the caldera rim is not closed but open, forming a broad channel to drain pyroclastic materials outward.

## **Economic Geology**

Sublimated sulfur and silica stone formed by fumarolic alteration around solfataras in Iō-dake had been worked for a long time but has discontinued now. Many and various types of hot springs are along the coast of Iō-jima and Shin-Iō-jima (Fig. 43). They make discolored water in the sea by reactions of hot spring water with sea water.



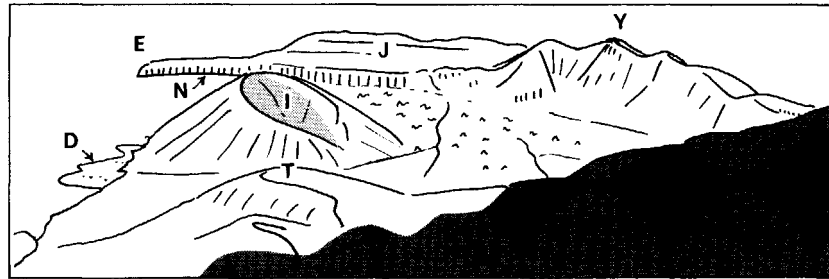
硫黄島の垂直空中写真（右上が北）。カルデラ壁は平家城（右上端）から左に、矢筈山（中央上）の下を通り、下に向きを変えて永良部崎（左下）に至る。右下の開析された山が硫黄岳、その左（中央）が稲村岳（北は真上から右廻り約40°の方向。国土地理院発行空中写真 KU-66-12 Y-3, 硫 C2-2及び3, 国土地理院承認）。  
A vertical airphotograph of Iō-jima. A pre-caldera volcano, Yahazu-yama (top center), and a plateau to the left of it are bounded by caldera rim and face to post-caldera volcanoes, Iō-dake (right) and Inamura-dake (center). North is the direction of 1 o'clock.



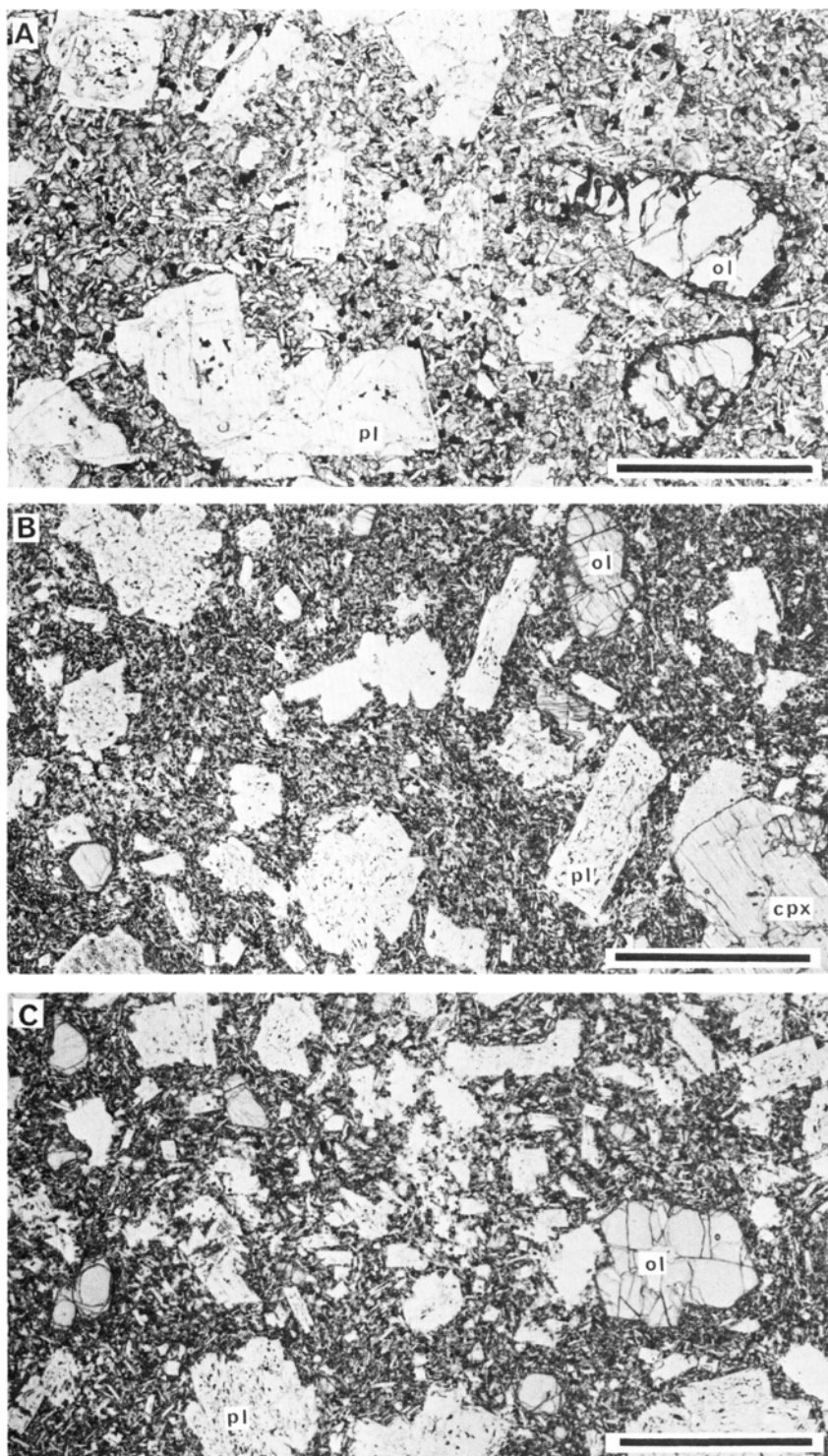
硫黄島長浜港西方，城が原南端から見た稲村岳（手前）と硫黄岳（後方）硫黄岳の頂上左側は厚い流紋岩熔岩の作る上に凸な断面，右山腹は崖錐で，玄武岩の稲村岳スコリア丘の山腹と平行な直線的断面形を示す。長浜港と稲村岳下の海水は温泉の鉄質沈殿によって赤く変色している。

Inamura-dake (front) and Iō-dake (back) viewed from the west. The left-hand side slope of Iō-dake is made of thick lava flow of rhyolite while the right-hand side is that of talus which parallels the profile of basalt scoria cone of Inamura-dake. Sea-water near the coast is discolored to red by suspending iron precipitate from hot springs.



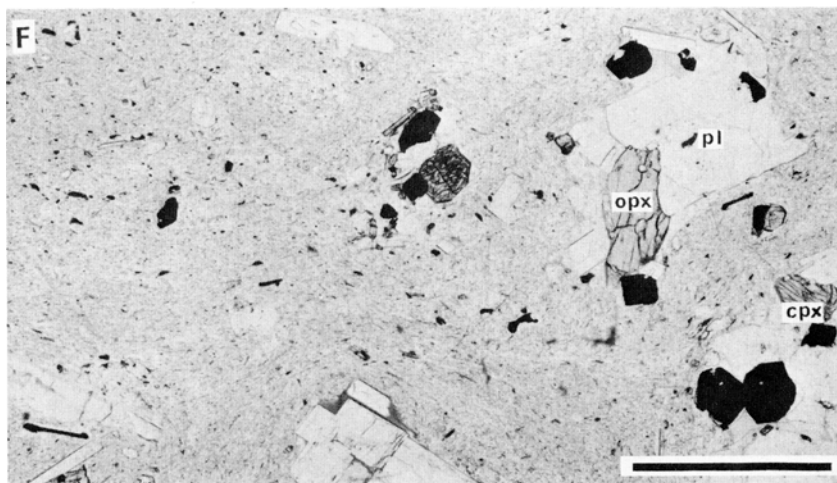
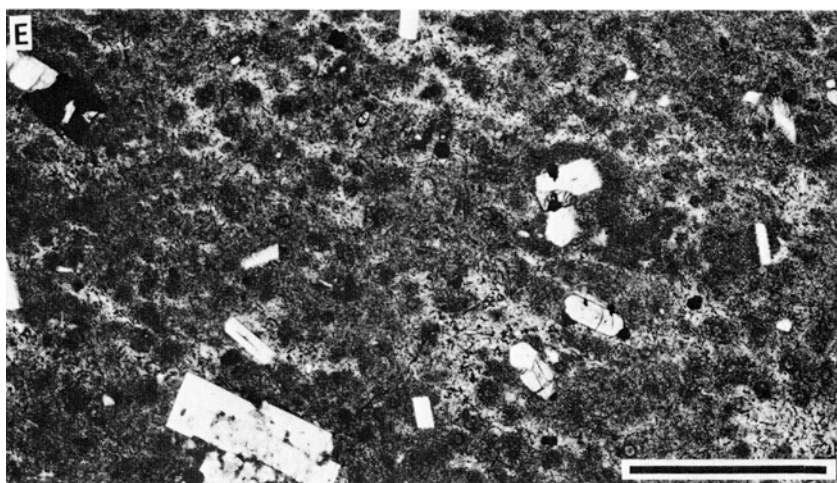
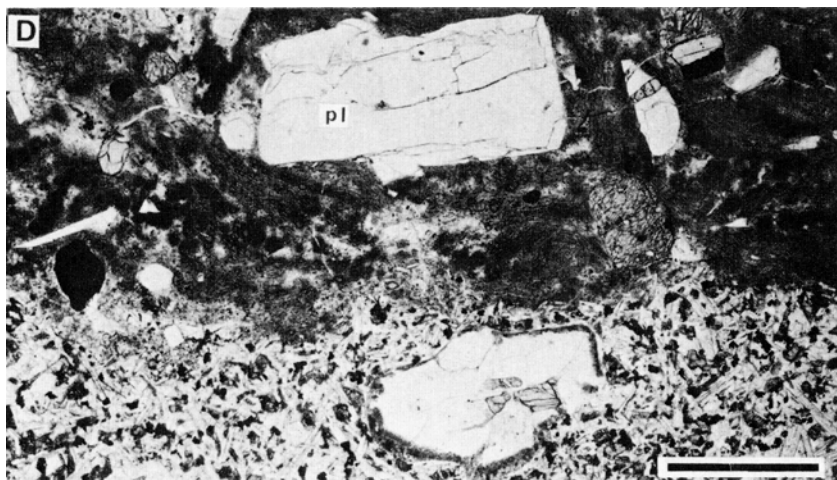


硫黄岳西山腹から西方を見る 矢筈山 (Y) と永良部崎 (E) を連ねる崖がカルデラ壁、長浜溶岩 (N) の崖の背後は城が原の台地 (J) 。展望台 (T) は硫黄岳の舌状の溶岩流のほり出しである。稲村岳 (I) 南側の海中に温泉による変色域 (D) が見える。  
 Westward view from the west flank of Iō-dake. The caldera wall is made of the cut face of Yahazu-dake (Y) and the Nagahama Lava (N) extending to Erabu-zaki point. Jogaharu plateau (J) is in the background. T is a lava tongue from Iō-dake. Discolored sea-water (D) by hot springs is seen at the foot of Inamura-dake (I) .



玄武岩・苦鉄質安山岩溶岩の顕微鏡写真（下方ポーラーだけ。スケールは、1mm。pl：斜長石、ol：かんらん石、cpx：普通輝石、opx：紫蘇輝石。以下第VI図版まで同じ）Lavas of basalt and mafic andesite. Lower polarizer only is used and scale bars are 1mm long throughout these plates.

- A 普通輝石含有かんらん石玄武岩 75TK38 (22ページ参照) 真米山溶岩 Augite-bearing olivine basalt, Magomeyama Volcano.  
 B 紫蘇輝石含有普通輝石かんらん石苦鉄質安山岩 75IO10L (23ページ参照) 矢筈山火山溶岩 Hypersthene-bearing augite-olivine mafic andesite, Yahazuyama Volcano.  
 C 普通輝石かんらん石玄武岩 78IO167-1 (49ページ参照) 稲村岳東溶岩 Augite-olivine basalt, East lava of Inamuradake Volcano.

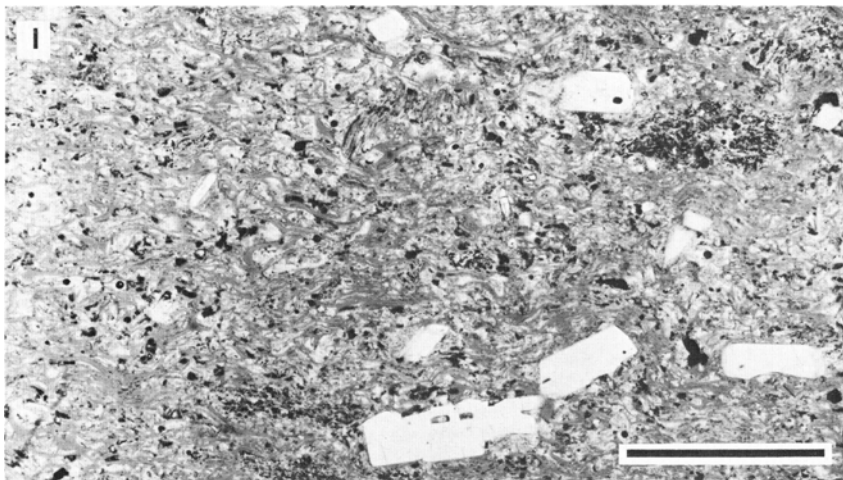
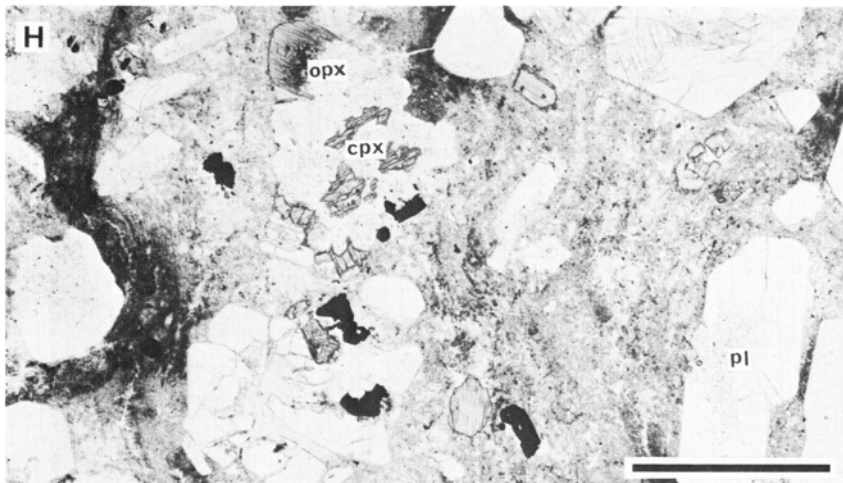
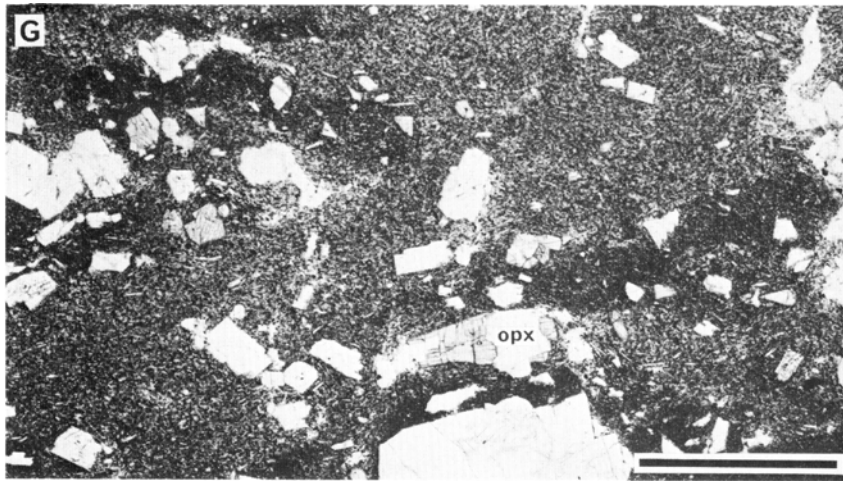


流紋岩溶岩の顕微鏡写真 Rhyolite lavas.

D 紫蘇輝石普通輝石流紋岩 75TK54B 1 (30ページ参照) 崎ノ江鼻溶岩 写真の下半はオートリス  
Hypersthene-augite rhyolite with an autolith, Sakinoehana Lava.

E 紫蘇輝石普通輝石流紋岩 75108 (28ページ参照) 長浜溶岩 Hypersthene-augite rhyolite, Nagahama Lava.

F 紫蘇輝石普通輝石流紋岩 IW74S-24 (52ページ参照) 新硫黄島溶岩 Ditto, Shin-Iōjima Lava.



安山岩溶岩と流紋岩溶結凝灰岩の顕微鏡写真 Andesite lava and rhyolite welded tuffs.

G 普通輝石紫蘇輝石安山岩 75I015 (23ページ参照) 矢筈山溶岩 Augite-hypersthene andesite, Yahazuyama Volcano.

H 普通輝石紫蘇輝石流紋岩溶結凝灰岩 75TK27B1 (30ページ参照) 小アピ山火砕流堆積物 葉理面は上下方向  
Augite-hypersthene rhyolite welded tuff, Koabiyama Pyroclastic Flow Deposit.

I 紫蘇輝石普通輝石流紋岩溶結凝灰岩 75TK24 (41ページ参照) 船倉火砕流堆積物 葉理面は左右方向  
Hypersthene-augite rhyolite welded tuff, Funakura Pyroclastic Flow Deposit.

※文献引用例

- 小野晃司・曾屋龍典・細野武男（1982） 薩摩硫黄島地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，80 p.
- ONO, K., SOYA, T. and HOSONO, T.(1982) *Geology of the Satsuma-Iō-Jima District. Quadrangle Series, Scale 1 : 50,000, Geol. Surv. Japan, 80 p. (in Japanese with English Abstract, 5 p.)*

---

昭和57年10月21日印刷

昭和57年10月25日発行

通商産業省工業技術院 地質調査所

〒305 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1-3

---

印刷所 泰成印刷株式会社  
墨田区両国3-1-12

---

© 1982 Geological Survey of Japan