

三宅島噴火から1年

須藤 茂 (地殻熱部)

Shigeru SUTO

1. はじめに

1983年10月3日 三宅島では21年ぶりの噴火がありました。既に本誌には噴火の経緯 噴出物の分布 噴出物の岩石記載と化学組成及び噴火直後の調査の様子(曾屋ほか, 1983 a, b) 溶岩の表面構造などの特徴(曾屋ほか, 1984) ならびに溶岩の温度測定の詳細(須藤ほか, 1984 a) について報告されています。噴火は約半日で終わりました。しかし三宅島は大きな災害を被りました。噴火から1年 三宅島はどのような状態になっているのでしょうか。

またこの噴火は溶岩が流出した噴火としては我が国では秋田駒ヶ岳の1970年噴火以来のものでした。三宅島では今回の噴火のほかに 1962年(松田・森本, 1962) 及び1940年(津屋ほか, 1940) にも溶岩が流出しました。そのため多くの研究者が83年溶岩の分析などを行ないました。また今回の噴火では避難活動が迅速に行なわれ総被害は大きかったのですが死亡者はゼロでした。この理由の1つとして三宅島では噴火の直前(8月24日)に大規模な避難訓練をしていた事が挙げられています。その様な事も含めて今回の噴火の予知に関する研究報告例もいくつかなされています。そのため今回は三宅島1983年10月噴火から1年たった時点でどの様な研究報告例があるか紹介してみたいと思います。また溶岩の温度測定の結果についても併せて報告します。

2. 噴火後1年たった三宅島

1983年10月噴火の被害は第1表に示した様に住家340棟が全壊するなどすさまじいものがありました。被害は崖崩れなどを除くと大きく溶岩流によるものと降下スコリアによるものとに分けられます。また内陸の火山の噴火と異なりトコブシなど水産物の被害も目立ちました。ではこれらの災害に対してどのような復旧策がとられたのでしょうか。第2表は復旧・復興の過程を示したものです。表に示されているように離島の困難な条件の下であることを考えると復旧は非常に早く行なわれたという印象を受けます。以下にその様子を特に地質学的観点に立った感想を交えて紹介します。

道路のうち島を一周する都道は溶岩流と噴石・降下ス

第1表 三宅島1983年10月噴火の被害状況。東京都(1984)より。

被害状況

区 分		被 害	備 考
人 的 被 害	死 者	0人	
	行 方 不 明 者	0人	
	負 傷 者	0人	
	重 傷 傷 害	0人	
住 家 被 害	全 壊	340棟 330世帯 811人	阿古地区
	全壊全焼を免れたが、溶岩流のため道路開通まで出入不可能となったもの	190棟 182世帯 477人	阿古地区
非 住 家	公 共 建 物	10棟	保育園、レストハウス、研修センター等
	そ の 他	73人	
そ の 他	畑 埋 没	362.5ha	降灰による
	文 教 施 設	4か所	小中学校、社会教育会館等
	病 院	1人	村立診療所
	道 路	31人	溶岩による埋没等
	水 道	1,279人	断水世帯
	崖 ぐ ず れ 海 岸	3人	伊ヶ谷地区、大路池等
り 災 世 帯 数	512世帯		
り 災 者 数	1,288人		

被害額

(単位: 千円)

区 分		被害額	備 考
公立文教施設		1,516,377	小中学校、給食調理場等
農林水産業施設		9,070,097	農地、農道、林道等
公共土木施設		2,172,500	道路
その他の公共施設		932,561	保育園、温泉施設、水道施設等
小 計		13,691,535	
そ の 他	農 産 被 害	147,600	野菜、花き等
	林 産 被 害	470,676	スギ、ヒノキ等
	畜 産 被 害	3,450	牛、鶏等
	水 産 被 害	248,129	漁具、漁場、水産物等
	商 工 被 害	2,700,000	商店、民宿等
	そ の 他	8,271,000	宅地、家屋、家財等
被 害 総 額		25,532,390	

スコリアのため阿古と栗辺の2カ所で切断されました(第1図参照)。そのうち阿古地区では集落の山側を通る都道は約150mにわたって溶岩に埋められました(本誌 no. 352 のグラビアの写真3, 曾屋ほか, 1983 a)。そこでは噴火5日後に応急仮設道路の建設が始められ10月10日 噴火1週間後には開通しました。新しい溶岩流の上に普通の

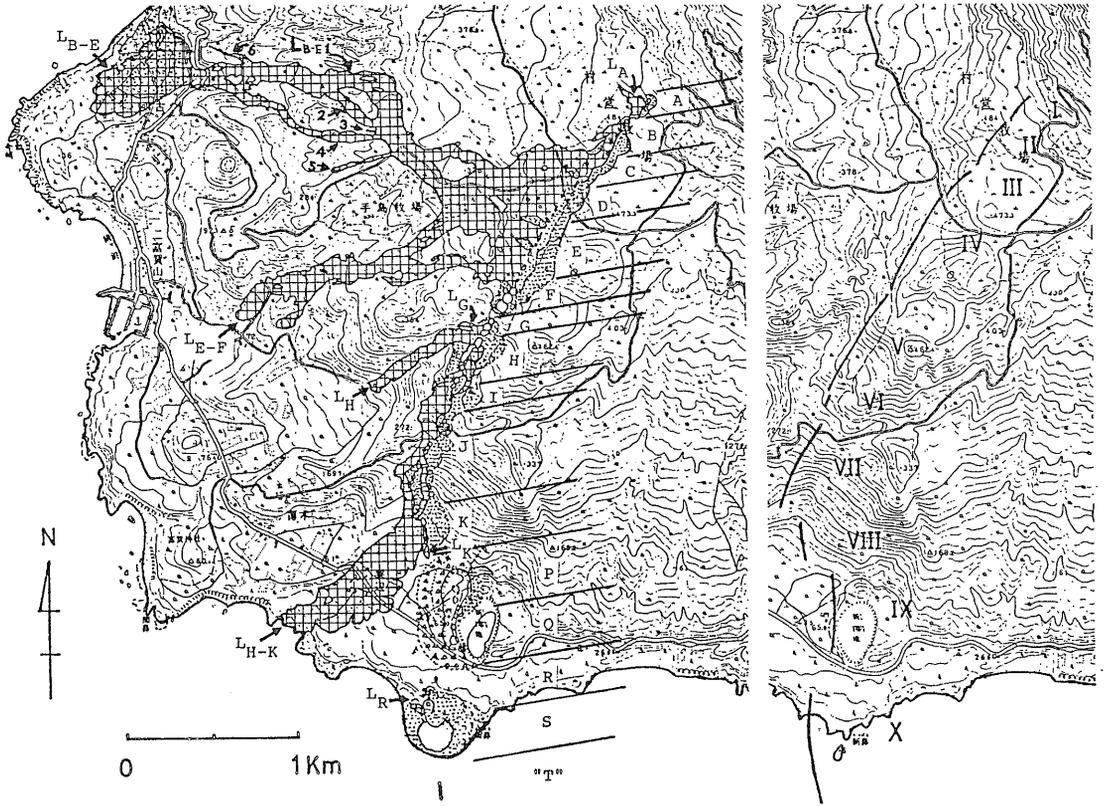
第2表 三宅島1983年10月噴火災害の復旧の過程. 伯野 (1984, 第3表) より.

区分	被害状況	応急復旧の現状及びその見込み
水道	断水世帯約1,300世帯	阿古地区を除き11月20日までに給水 それまでは応急給水実施
電気	停電1,150世帯	阿古地区を除き10月4日復旧
電話	東京 ↔ 三宅島 不通(10/4深夜から)	10月5日夕刻回復 阿古地区は10月3日から不通
道路	10箇所 阿古, 栗辺, 伊ヶ 谷, 坪田地区等	阿古地区, 坪田地区の一部(三池港から立根間)を除き 通行可能。 10月10日夕景地区の溶岩上に仮設道路敷設。
空港	降灰のため閉鎖	10月8日開港
学校	島内全校閉鎖 三宅小中, 坪田小 中, 三宅高校	10月12日授業再開 阿古小中学校は三宅小中学校で授業。
住宅	400棟全壊 (阿古地区)	10月末までに神着地区に応急仮設住宅50戸建設。 阿古地区(下錆), 神着地区に年内に290戸応急仮設住宅建設。

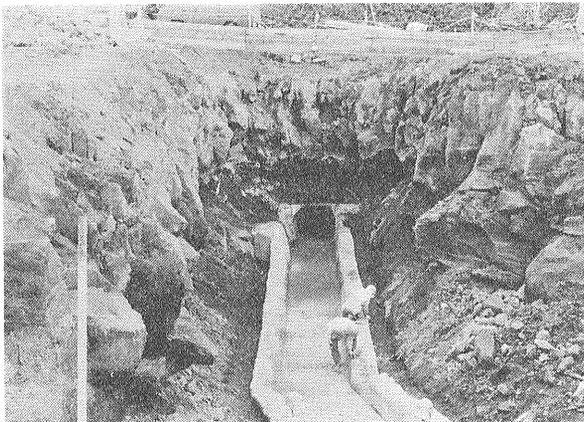
自動車も通れる一般道路が噴火後1週間できたのは前代未聞ではないと言われました。また同じ阿古地区には溶岩には埋まらなかったけれども道路を断たれ孤立した集落もありましたがそこへの仮設道路(約360m)も10月19日には開通しました。更に栗辺地区でも仮設道路が建設され11月10日までに島を一周する道路は復旧したのです。新しい溶岩の上でのこれらの仮設道路の建設は溶岩の温度がまだ相当に高温であった時に行われたので工事に際しては表面のクリンカーに手を触れて火傷するほど大変な作業だったそうです。ここで“相当に高温”としか書けないのは誠に残念ですが当時の現場の正確な温度はわかりません。噴火後50日での阿古の仮設道路上での地表下20cmの最高温度が400°C以上(本誌 no. 357, 須藤ほか, 1984a)でしたからそれよりはるかに高温だったはずです。溶岩の上に仮設道路を建設する際にはまず上部クリンカーの表面をブルドーザーで均らし次いでその上に土砂を盛り更に砂利を敷いて固めるという方法がとられました。後になって冷却が進んでからアスファルト舗装がなされました。クリンカーの部分は隙間だらけですが土砂が盛られた所は熱が逃げにくくなり浅い表面付近の温度測定に適したものであったことは既に紹介しました(須藤ほか, 1984a)。栗辺では仮設道路から更に本格的な道路復旧をするために仮設道路の片側半分が掘られ仮設道路の断面が見えその建設の過程を伺うことができました。

道路及びその周辺の土木工事により何か所かで溶岩

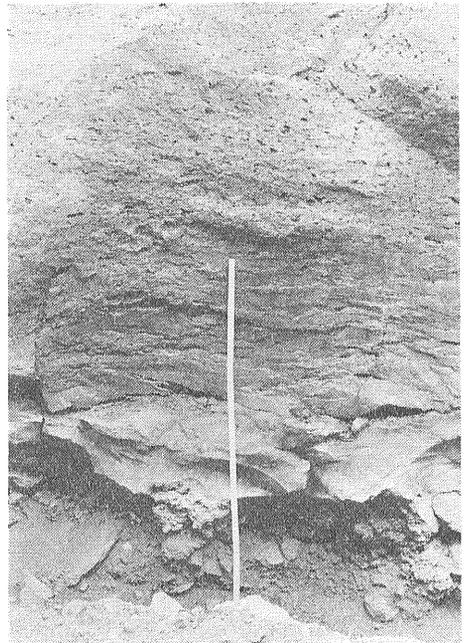
流の断面を見ることができました。今回の溶岩流の殆んど全てはアア溶岩ですからその表面と下部にはガサガサしたクリンカーがあり内部はひとつづき(マッシュ)になっています。表面があまりにもルーズな岩塊で構成されているために工事をした人の中には溶岩は内部まで全部そうになっていると思込み掘り進んだ時に内部はコンクリートの様に固い岩石である事に驚いた人も多かったそうです。阿古地区では溶岩流を貫く試錐を行ない(本誌 no. 357, 須藤ほか, 1984a)。その厚さは掘削地点では上部クリンカー2.2m マッシュな部分2.5m 下部クリンカー0.8m 計5.5mであることが確かめられました(第17図参照)。一方栗辺地区ではまず噴火後50日頃に仮設電柱建設用の穴が掘られそこでは上部クリンカーがあまりできておらずマッシュな部分は約2.5m以上あることがわかりました(須藤ほか, 1984a)。その後栗辺地区では都道脇に噴火前に使用していた道路の下を横切る地下排水溝を確認するために穴が掘られました。そのため噴火前の地面の下までの断面が得られました(第2, 3図)。そこでは上部クリンカーは元々薄かった上に工事で削割され殆んど見えません。マッシュな部分の厚さは約3mでした。ここの溶岩流の特徴の1つは下部クリンカーが殆んどない事です。旧地面との間には断片化し発泡した溶岩片すなわちクリンカーはあっても岩塊1個分程度でした。このクリンカーの生成状態は前述の阿古の試錐地点でのそれとは大きく異なります。これは本地点の噴出口からの距離が



第1図 三宅島1983年10月噴火の火口群区分と溶岩分布(左)と噴火割れ目配置(右). 大島(1984, 第4表)による. 遠藤ほか(1984)もこれとほぼ同じ火口群区分を行い P-Z及びA-Dと命名しました.



第2図 粟辺地区の都道下の排水溝の掘削作業. この工事のため83年溶岩と噴火前の地底下の断面が得られました. 1984年9月23日撮影. 下流側から上流をのぞむ.



第3図 第2図の下部の拡大写真. マッシュな部分の最下部約50cmは緻密でありあまり発泡していません. それより上部は不定形の気泡が多く見られます.



第4図 村営牧場での除灰作業。ここは噴出口に近いので、堆積物は厚さ約5mにも及ぶスコリアと火山弾からなり除「灰」というイメージではありません。1984年5月18日撮影。

短かかった（噴出口は第1図のK火口群と思われる）ためとも思われますが、それが原因の全てかどうかはわかりません。また本地点の溶岩流のもう一つの特徴はマッシブな部分の最下部約50cmは非常に緻密で気泡は少なくそれより上部には長径5cm程度までの水平方向に伸びた不定形の空隙が多く見られる事です。溶岩の最下部は急冷して揮発性物質が膨張するゆとりもなく固結してしまったのでしょうか。

溶岩流の断面は粟辺の北方の薄木から雄山へ上る林道の途中でも見られます。この林道は溶岩流と噴出割れ目によって断たれましたが1984年3月には仮設道路が完成しました。更に道路を拡幅し舗装する工事が行われ溶岩の断面が見られました。ここでは溶岩は薄くマッシブな部分は約1m程度しかありません。これは本地点が急傾斜だったためと思われます。

また粟辺地区の都道の脇には道路と溶岩とを境するコンクリートの壁が建設されましたが、その基礎工事のために溶岩流の上部を横断する連続露頭ができました。筆者はその全露頭を直接観察する事はできませんでしたが、工事関係者によればこれらの露頭を通じてマッシブな部分は連続していたそうです。つまり粟辺では都道を横切った溶岩は全て1つの噴出口から出たのではなく、流下に従っていくつかの溶岩流が合流しているのですがそれらは内部では熔融体として一体化してしまったものと考えられます。

溶岩流と並ぶ今回の噴火の災害の1つは降下スコリアによるものです。降灰の分布や構成物質の特徴は既に本誌352号（曾屋ほか、1983a, b）に紹介してありますが比較的発泡が悪い粗いスコリアが主でした。この粗く

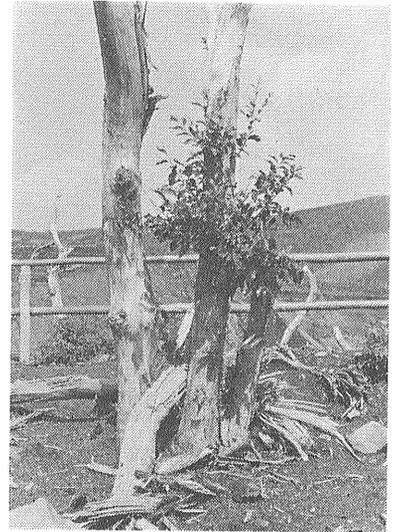
重いスコリアは人家、道路、畑を問わず降りそそぎ大きな災害をもたらしました。しかしながらこのスコリアは通水性が良く有珠山の1977年噴火で起こった様な火山灰の降雨による流出という二次災害は殆んど生じませんでした。今回の噴火の降下スコリアの除去作業は迅速に行なわれました。10月7日には空港の降下スコリアの除去が完了するなど主要道路は早々と開通し、学校の校庭などでも10月中には除去されました。その後も除去作業は畑地などで継続され現在に至っています。1984年夏、筆者は岩手県で地元新聞に次の様な求人広告を見つけました。「作業員募集 三宅島除灰作業 ○○建設」。さて除去作業の圧巻は噴出口の北東端付近の村営牧場におけるものでした（第4図）。ここでは元の牧草地を回復させるために機械力を用いて除去していますが、堆積物は粗いスコリアと火山弾であり層厚は約5m程度の所もあります。またここは噴出口に近いために堆積当時は岩塊は高温を保っていたため樹木は焼けています。噴火1年後にはこの牧野の一部の牧草は復活しました。

この村営牧場付近は噴火が始まった地点に最も近い所ですが、テニスコートやレストハウスがあり、噴火当時には約25人の人達が居ました（阿古中学校文集「火柱」より以下火柱と略します）。その中の1人はそれ程多くの人が居たのに噴火開始の時刻を確認した人が1人もいなかった事を記述しています。「火柱」では噴火は15時25分より前、15時15分より少しあとに始まったとしていますが同誌には人間の記憶の不確かさにもどかしさを感じるとの記載もあります。

さて今回の噴火によりもし不幸にも死者が出るような被害が発生したとすると、その可能性の高かったのは海岸寄りの火口（第1図のP、Q火口）からの大量の放出岩塊によるものだったと考えられます。その破壊力は今もなお第5、6図の荒涼地に残されているようなすさまじいものでした。この新霽池の隣りにできた新火口の周囲は1年後もそう大きな変化はありません。観光客のために新霽池旧火口の縁には柵が設けられその入口には噴火前の新霽池の大きな写真看板が立てられています（第5図）。この展望所付近の樹木は放出岩塊により枝葉は落ち、幹もささくれ立っていますが第6図の様に緑の葉も出てきました。さて「火柱」によればこの新霽池には噴火開始時には3組（7人以上）の中学生がいました。彼らのうち一部は展望台に居ましたが残りは新霽池畔に居ました。下からは噴火の様子は見えません。展望台から噴火を目撃した生徒は大声で下の生徒に知らせ全員無事に避難した様子が同誌に記述されています。同誌の噴火直前の新霽池の様子の記述からは残念ながら噴火の前兆現象であると思われるものは見い出せません。



第5図 新瀦池展望所入口には噴火前の大きな写真が立てられています。
1984年9月23日撮影。



第6図 新瀦池展望所の被害を受けた樹木の
一部には緑の葉が出ています。
1984年9月23日撮影。

でした。

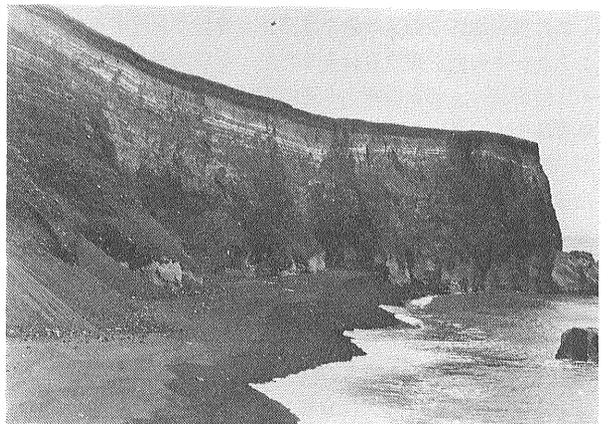
新瀦池の南方の新鼻付近（第1図のR、S）には海に突き出る形で環状火砕丘ができましたが この堆積物の海側の半分は噴火1週間後の台風により消失しました。その結果海岸線には大きな露頭ができ 噴出口近くは溶結した火砕物など（第7図） 遠方はサージ堆積物（第8図）からなる事がわかります。さて第7図の下にある水たまりは緑黄色をした温泉です。この温泉の83年10

月下旬の表面温度は約 50°C（鍵山ほか、1984、第3表）噴火3カ月後も水温は 50°C 以上（浜田ほか、1984、第2表）でした。1984年9月23日 噴火約1年後にこの最大径7mの底の見えない湯だまりの中に長さ3mの熱電対を入れて温度を測定しました。その結果湯だまりの中の温度は場所による差はなく一定で49°Cでした。気温は27°C 海水温は28°Cでした。また当然予想される様にこの温泉は強烈に塩辛いものでした。この崖下の温泉はこの後どうなるのでしょうか。

以上簡単に噴火後一年の三宅島の状況をふり返ってみました。次にこの1年間に公表された83年噴火に関する報告例を紹介します。



第7図 新鼻のR火口（第1図参照）。凹地には緑黄色の温泉池ができています。
1984年5月18日撮影。



第8図 新鼻付近のサージ堆積物。右下の硬い溶岩は1983年噴火以前の古い溶岩です。1984年9月23日撮影。

第3表 文部省科学研究費 自然災害特別研究突発災害研究成果 自然災害科学総合研究班「昭和58年10月3日三宅島噴火および災害に関する調査研究」の目次.

第1章 序文 下鶴大輔	1	1983年三宅島噴火にともなった重力変化	
第2章 三宅島火山の活動史 宮崎 務	5	横山 泉, 前川徳光	159
第3章 1983年10月3. 4日三宅島噴火の経過と噴出物 荒牧重雄 早川由紀夫	13	第7章 熱測定 1983年三宅島噴火の熱的調査 鍵山恒臣, 渡部暉彦, 辻 浩, 小山悦郎, 竹田豊太郎, 宇平幸一, 山本博二	169
第4章 地震観測		第8章 地殻変動 水準測量による三宅島の上下動 国土地理院	185
1. 1983年10月3日三宅島火山噴火後の地震活動		第9章 噴出物調査	
1-1 総合観測の経過 宮崎 務	35	1. 1983年三宅島噴火による阿古地区溶岩流の考察—溶岩流の simulation— 加茂幸介, 石原和弘, 井口正人	191
1-2 地震観測の結果 宮崎 務	38	2. 1983年10月3日三宅島噴火によって生じた火口列と溶岩分布 大島 治	199
1-3 震源分布および発震機構 沢田宗久	48	第10章 火山ガス・放射性核種	
2. 1983年三宅島噴火にともなう微小地震活動 植木貞人, 清水 洋, 小山順二, 村上栄寿, 堀修一郎, 松沢 暢, 高木章雄, 田中和夫,	55	1. 三宅島1983年噴火後の火山ガス組成 小坂丈予, 平林順一, 小沢竹二郎	209
3. 三宅島火山噴火後の火山性地震連続観測 村内必典, 浅沼俊夫	69	2. 1983年三宅島溶岩についてのラドンの脱ガスおよび天然放射性核種 高橋春男, 佐藤和郎, 佐藤純	217
4. 三宅島の噴火と関東地方周辺における広域地震活動との関連性について 溝上 恵, 中村 功	75	第11章 被害調査	
5. 1983年10月3日三宅島噴火に伴う地震活動の海底地震観測 笠原順三, 南雲昭三郎, 是沢定之	111	1. 1983年三宅島噴火による建築物の主な被害 友野英男, 大沢 胖	227
6. 三宅島における噴火後の強震観測 工藤一嘉, 坂上 実	125	2. 1983年10月三宅島噴火による土木施設ならびにその他の被害 伯野元彦	235
第5章 地磁気・比抵抗測定		第12章 1983年10月三宅島噴火における災害情報の伝達と住民の避難行動 田崎篤郎, 広井 修, 大畑裕嗣, 後藤嘉宏, 田中 敦, 三上俊治	249
1. 1983年10月三宅島火山噴火に伴う地磁気変化について 中川一郎, 笹井洋一, 歌田久司, 石川良宣, 小山 茂, 大池 洗, 徳本哲男	133		
2. 1983年10月三宅島噴火後の電気比抵抗観測結果 歌田久司, 笹井洋一, 中川一郎, 小山 茂, 石川良宣	145		
第6章 重力測定			

3. 噴火後1年間の研究報告例

1984年5月に筑波で開かれた日本火山学会春季大会では発表件数142件のうち39件は三宅島83年噴火に関するものでした。また同じく10月の秋季大会では10件発表されました。84年3月には3冊の報告書が出版されました。それらの目次を第3—5表に掲げました。また既に個別にいくつかの報告がなされていますがそれらのうち本文中に引用した文献は末尾に記しました。以下に噴火前 噴火現象 噴出物の順に研究例を紹介します。

3.1. 噴火前の事象に関する研究

噴火直前の8月24日に三宅島では約3,000人を動員する大規模な避難訓練が行われました。また三宅島では1980年に気象庁・大学等による火山に関する第1回集中観測が行われ1983年8月末—9月初めにかけても地震や熱的状況の観測が実施されました。これらの事から研究者 行政者共に三宅島に近い将来噴火が起こる可能性があると考えていたものと思われま。つまり長期1985年6月号

的には噴火は予知されていたわけです。この予知の根拠は主に過去の噴火の歴史の調査によるものと思われま。

中期的な予知ができる可能性があった調査項目は測量による地形の変形調査でした。島を一周する道路沿いでの水準測量によれば 噴火前は島の北部と南部は沈降し 西部と南東部が相対的に隆起していましたが 噴火によってその動きは急激に逆転したのです(国土地理院, 1984, 第3表)。この地形変動を連続的に観測し 傾斜測量を加えれば中期的な噴火の予知に役立つものと思われま。一方山頂部には噴気地帯があり その温度測定は噴火1ヶ月前にも行われました。しかし噴気の温度は上昇していませんでした。また噴火直後の10月6日にも顕著な変化はありませんでした(鍵山ほか, 1984, 第3表)。つまり今回の噴火ではマグマの上昇速度が速かったために地表で噴気の温度変化を測定していても予知には間に合わなかったものと推測されます。

直前予知及び中期的予知を行う手法として最もよく用いられるのは地震観測です。第9図は伊豆諸島海域のB₁-B₂間のどこでいつ地震が起こったかを示したもので

第4表 昭和57・58年度文部省特定研究報告書「火山島の自然環境変遷と その人為との相互作用に関するシステム科学的研究 昭和58年三宅島噴火活動を中心として」の目次.

まえがき	1
謝 辞	1
I 計画の概要 浜田隆志	3
II 研究実施概要 浜田隆志	3
III 調査結果各論	
A 三宅島概説 浜田隆志	5
B 三宅島火山活動略史 浜田隆志	11
C 昭和58年噴火の諸徴候とその評価について 浜田隆志	14
D 昭和58年噴火活動関連調査 浜田隆志	16
E 昭和58年噴火記録 大島 治	23
F 昭和58年噴火による被害実態 浜田隆志	45
G 三宅島の地球化学的調査 綿抜邦彦	58
H 三宅島の植生遷移と土壤動物相 松本忠夫	63
I 三宅島の植物相調査 大場秀章	72
J 鳥類の生態調査 樋口広芳	76
K 昭和58年噴火による災害と復旧・復興 浜田隆志	85
IV 今後の問題点と長期研究計画の意義 浜田隆志	91
あとがき	95

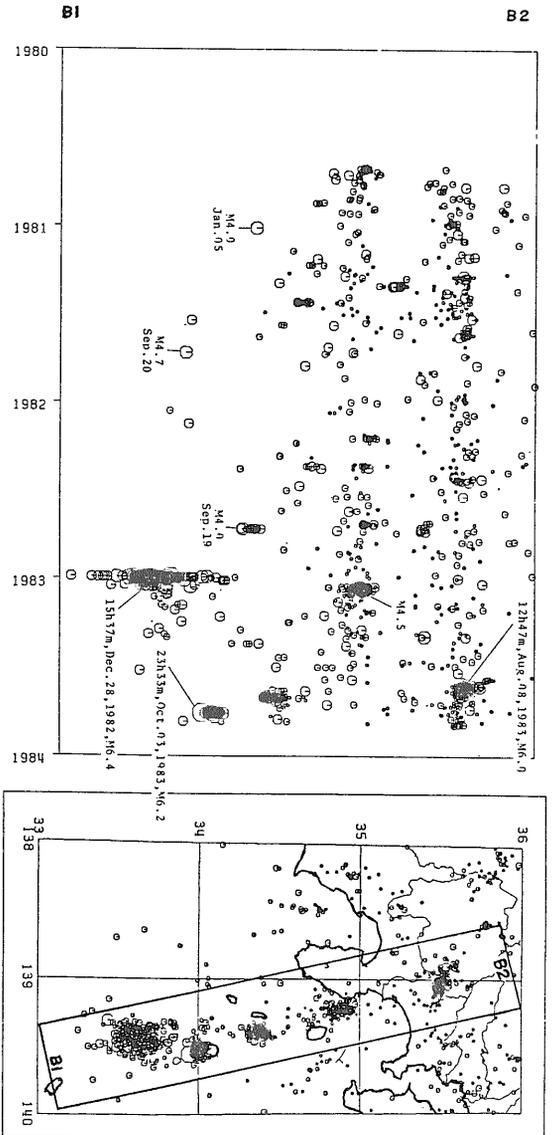
第5表 国立防災科学技術センター研究速報第51号「三宅島の火山現象に関する研究(その1)の目次.

まえがき 高橋 博・熊谷貞治	1
1. 1983年10月三宅島噴火前後の地殻活動 岡田義光 佐藤春夫・木下繁夫・鶴川元雄・野口伸一	3
2. ランドサットデータによる1983年三宅島噴火噴出物の分布域の検出 幾志新吉	19
3. 昭和58年(1983年)三宅島噴火による火山災害 熊谷貞治・田中耕平・幾志新吉	29

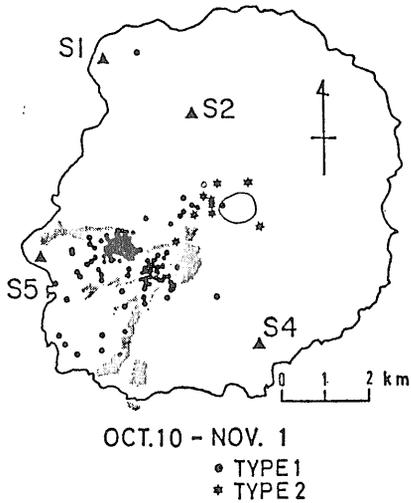
す(溝上ほか, 1984, 第3表). この図によれば大島北西海域などでは地震は頻発し継続しているのに対し 三宅島直下は噴火前の9カ月間は逆に静穏期でした. これだけの資料から今回の噴火を予知する事ができたでしょうか.

さて正に直前の警報は地震の観測によってなされました. その対応の時間的経緯(第6表)を見れば災害の軽減に地震観測がいかに貢献したかがわかります. つまり行政者は噴火前に早くも対策を立て始める事ができたのです.

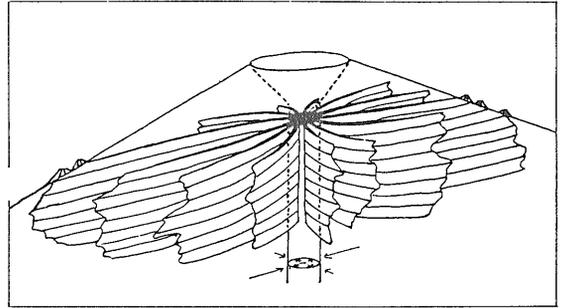
一方噴火前に住民がどのような異常を感じたかの聞きとり調査もなされました(田崎ほか, 1984, 第3表). その結果 イタチなど動物の異常行動などと共に 地震鳴動を感じた住民がいた事が何例か確認されました. 前記の「火柱」に掲載された手記の中には当日の午後2時頃から地震を感じていた人もいたことが記されています. 同時に 同じ所においても震動を感じた人とそうでない人とがいた事及び震動は感じてそれを地震だとは認識しなかった人もいた事が報告されています. 一方地震計は島の北側の1ヶ所だけに設置されていたために 今回の噴火に関わる地震動の全てが必ずしも把握しきれていませんでした. 高橋ほか(1984, 第5表)によれば三宅島には微小地震観測網整備の一環として11月に観測点の建設が予定されていたそうです. 噴火の直前予知を確かなものとするためには数カ所の地震計の設置は急がな



第9図 伊豆諸島海域における地震活動の時空間系列. 溝上ほか(1984, 第3表)より.



第11図 10月10日—11月1日の震央分布図。黒丸は短周期地震 星印は長周期地震 三角は観測点。植木ほか(1984, 第3表)より。



第12図 火山体に働く力が等方でない場合の山腹噴火割れ目のモデル。NAKAMURA (1977) より。

回の噴出割れ目のほかに更に西方にも震源域がある事がわかりました(植木ほか, 1984, 第3表)。また10月3日夜10時33分に三宅島南方で発生したマグニチュード6.2の地震の発震機構は北西—南東主圧縮軸を持つ横ずれ断層型でこの付近全体のプレートの動きと調和的でした(岡田ほか, 1984, 第5表)。既に Nakamura (1977) は火山体に働く圧力が等方でない場合の山腹噴火割れ目のモデルを提案しています(第12図)。今回の噴火割れ目の方向及びその曲り具合(第1図)はこのモデルと調和的でした。第11図の噴火割れ目の西方の震源域はもう1枚の割れ目を意味していたのでしょうか。

3.3. 噴出物の研究

1983年10月の噴出物が斑晶に乏しく 化学組成は前回1962年の噴出物のそれとよく似ていた事などは既に報告されています(本誌 No. 352, 曾屋ほか, 1983b)。その後より多くの分析がなされ大局的には同じ結論に達しました(荒牧ほか, 1984, 第3表; 大島, 1984, 第4表)が 曾屋ほか(1984b)は火口群ごとの噴出物を詳細に検討し SiO₂量と斜長石斑晶量の違いから噴出物は3つのタイプに分けられることを示しました。噴火後の火口付近のガスの分析結果によればマグマから直接分離してきたガスが観測されたのは噴火直後だけでありその後ガスの組成は高温な岩石の脱ガス生成物のみとなりました。このためマグマの活動は急激に衰退したものと推定されました(小坂ほか, 1984, 第3表)。この事は噴火そのものが約半日で終了した事及び前に述べたように噴火後の地震

活動の衰退も比較的早かった事と調和的です。

噴出物のうち溶岩の流下現象について 加茂ほか(1984, 第3表)及び石原ほか(1984)は阿古地区に流下した溶岩の単位時間当りの噴出量 噴出継続時間 溶岩の粘性係数と密度 地形の各情報を記録及び仮定に基づき数値計算し溶岩の流下現象の再現を試みました。結果の一部を第13図に示します。実際の分布と計算結果が合わない部分は冷却による粘性の増大を考慮していない事や 地形の数値化のサンプリング間隔が粗かった事などによるものです。更に加茂ほか(1984)及び石原ほか(1984)はこの数値計算法を逆に用いて 島内の各集落が溶岩流に襲われるときの仮想火口の位置の範囲を求めました(第14図)。この図から今回大きな被害を受けた阿古地区は災害を及ぼす可能性のある火口分布範囲が他の集落と比べてやや広い事がわかります。

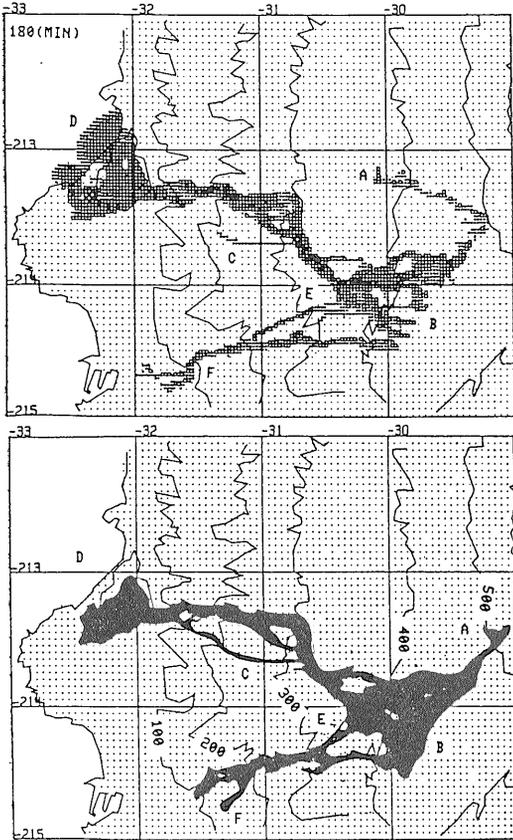
4. 三宅島1983年溶岩の冷却過程

本誌第357号には83年溶岩の温度測定の間緯を報告しました(須藤ほか, 1984a)。ここではその結果を須藤ほか(1984b, 84c, 84d)などに基ついで記します。

噴火1年後の10月2日夜 NHK の T.V. で阿古の溶岩温度測定の模様が2度放映されました。7時のニュースでは筆者の共同研究者の1人三宅高校の山本先生の当日の測定値 403°C が報告されました。噴火後の植生の回復過程を紹介した別な番組の中では 同じ阿古地区の溶岩のクリンカー内の温度として 72°C の値が報告されたのです。筆者らが測定を開始した噴火後50日の段階でもクリンカー内の温度は 14°C から 480°C 以上まで様々でした。ではその時高温だった所が1年後も高温を保ち続けていたのでしょうか。

4.1. 阿古地区中央仮設道沿いの温度

阿古地区の略図を第15図に示します。中央の仮設道

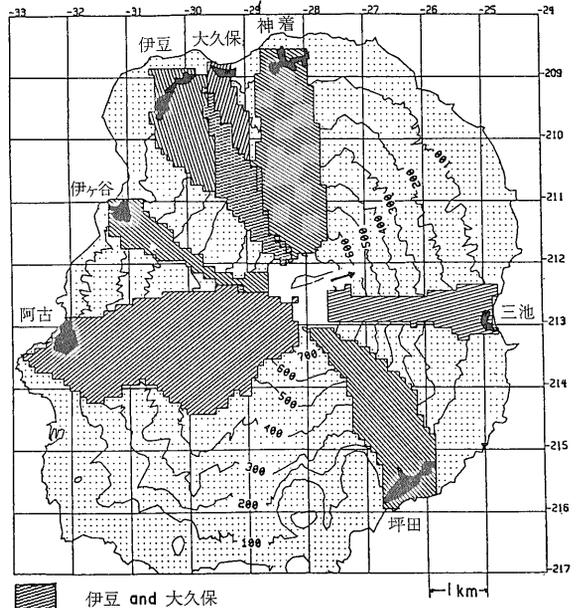


第13図 数値計算による180分後の溶岩流の被覆域(上図)と現況(下図)の比較。石原ほか(1984)より。

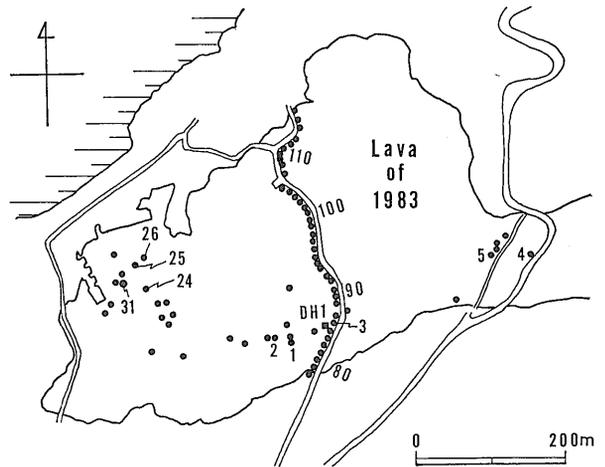
路沿いでは10m毎に測点を設け 20cm 深 50cm 深及びパイプ坑坑底(最深190cm)の温度を測定しました。そのうち坑底温度の測定結果を第16図に示します。仮設道路沿いの温度は一樣ではありません。例えばパイプ坑坑底では噴火後105日の時点では隣り合う測点すなわち10m離れた測点で最大400°C以上の温度差がありました。この様に高温部と低温部が交互に出現するパターンは20cm 深及び50cm 深の温度測定結果でも認められました。これはクリンカー内に対流が生じている事を示しているものと思われます。

またこの仮設道路沿いのクリンカー内の温度測定の結果いくつかの測点では地温勾配が逆転していることがわかりました。つまり地表近くの方がより深所より高温であるという現象が起こっていたのです。熱源は疑いなくクリンカーの下のマッシュ部分にあるのですからこの地温勾配の逆転現象はクリンカー内の異常な熱対流などを想定しなくてはなりません。観測を続けた結果地温勾配が正の測点と逆の測点との比は3:2であり

1985年6月号

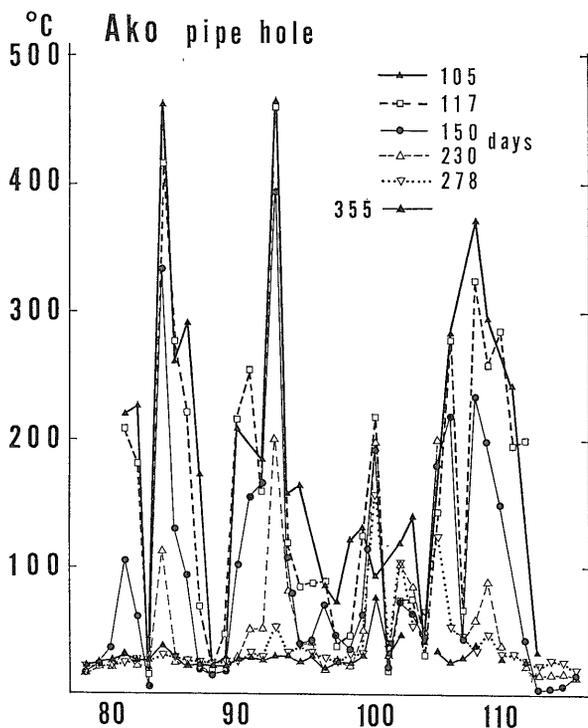


第14図 三宅島の主な集落に溶岩が流入する可能をもつ仮想火口の分布範囲。石原ほか(1984)より。



第15図 阿古地区略図。黒丸は温度測定点 黒四角は試験地点。

逆転現象はそれほど異常な現象ではない事 正逆各測点の分布には偏りがある事 各測点の地温勾配の正逆のパターンは時間の経過と共に変化せずどちらか一方である事などがわかりました。この上部クリンカー内の地温勾配の逆転の理由としては上昇する高温ガスの通路が垂直でない事などが考えられますがこれ以上検証できませんでした。残念ながら決定的な説明が考え出せないままに1年たちました。1984年9月22日の測定結果39測



第16図 阿古地区仮設道路沿いのパイプ坑の坑底温度及び深度。須藤ほか(1984c)より。

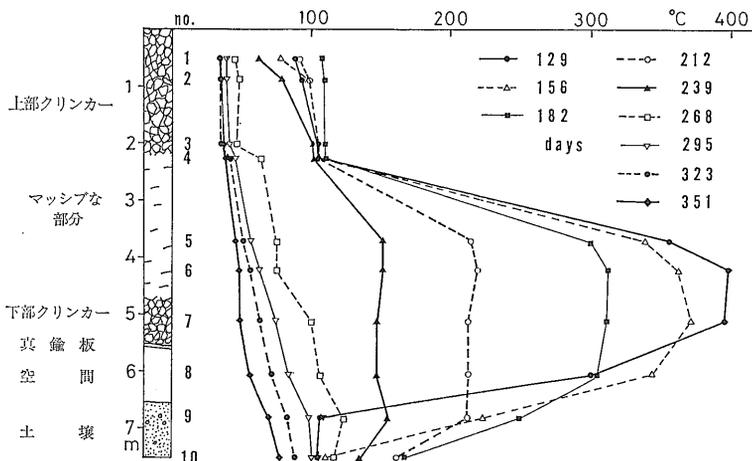
点中わずかに1測点で100°Cを越えたのみで他の測点では常温に近くまで冷却していました。

4.2. 阿古地区の試錐 Miyake-GS-DH-1 内の温度

第15図の DH-1 地点の深さ7.5mの試錐坑内の温度変化を第17, 18図に示します。測定開始時には溶岩内に坑内最高温度部が認められましたがその後溶岩の温度はかなり急に降下しました。それに対し昔の地面下の温度は溶岩によって暖められ噴火後220日には地面下30cmの測点がまた噴火後295日には地面下1mの測点がそれぞれその時点での坑内最高温度を示すに至りました。この様に溶岩が熱源となり母岩(旧地面下)を暖めていく過程を実測することはできたのですがこのDH-1坑内の温度特に旧地面下の温度はいく分低い様に思えます。前に述べた様に栗辺では溶岩に穴が掘られその断面が見えました(第2, 3図)。そこでは溶岩の下の土は赤褐色に焼けていました。それに対してDH-1坑最下部の土は黒褐色で湿っていました。DH-1坑掘削地点では溶岩と地面との間には1mの空隙がありました。このため残念ながらDH-1坑内では地面下への熱の伝導が悪かったものと判断されます。

4.3. 上部クリンカー内の対流

阿古の中央の仮設道路沿いの温度測定の結果上部クリンカー内には対流が生じているらしいことがわかりました。その様子をより詳しく確かめるためにより密に測定坑を設けてクリンカー内の温度の三次元的分布を調べました。第15図のNo. 25地点には第19図右下に示した様に8本のパイプを打ち込み各パイプ坑内の温度を測定しました。その結果を第19図に3例示します。噴火後230日には3本のパイプしかありませんでしたの



第17図 阿古地区の試錐 DH-1 坑の柱状図と約4週間毎の坑内温度変化。須藤ほか(1984c)より。

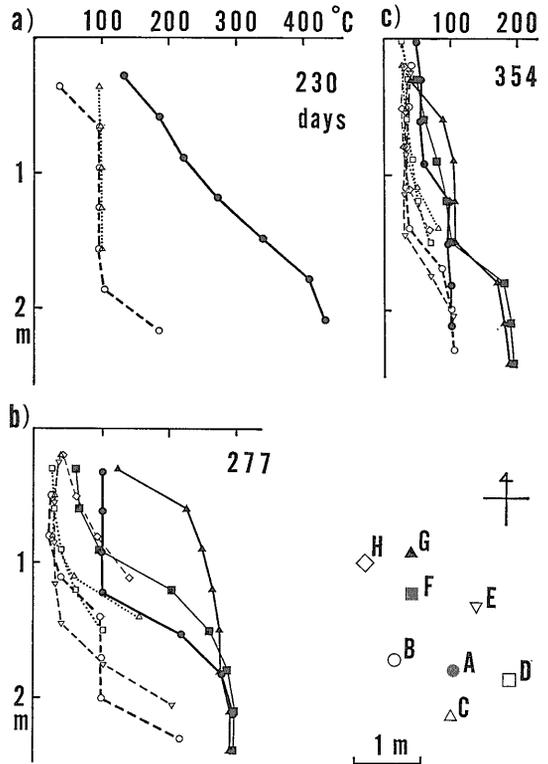
で対流の様子は必ずしもよく把握できませんでしたが A坑の垂直温度分布は上昇流型を示しました。地熱地域の試錐坑の温度分布は3つの型に分けられます(小川・金原, 1983など)。熱水が上昇している所では第19図の様に横軸に温度 縦軸に深度をとると上に凸な温度曲線が得られます。これを上昇流型と呼びます。逆に冷たい水が注入されている所では同じ図では下に凸な温度曲線になり 下降流型と呼ばれています。地熱地域のもう一つ型は温度勾配が一定で 同じ図で直線になる伝導卓越型ですが 隙間だらけのクリンカー内では岩石の熱伝導のみによる熱輸送は殆んどありません。

噴火後 277 日の 8 本のパイプ坑の温度曲線から A, F, G の 3 点は上昇流型 他の 5 本は下降流型であることがわかりました(第19図左下)。各パイプ坑の分布から A-F-G 付近を通る割れ目が上部クリンカーの下 つまり溶岩のマッシュ部分に存在し そこから熱が供給されてクリンカー内に上昇流が生じているものと推定されます。この上昇流を補うようにその周囲には下降流が生じています。

ではこの対流系はどの様に変化していったのでしょうか。第19図に示した約125日間には最高温度は約 240°C 降下しました。この No. 25地点の 8 本のパイプ坑内の最高温度はこの後急激に降下し 噴火後380日には 100°C を割り噴火後約 430 日には殆んど常温近くにまで下がりました。つまり No. 25地点ではもはや溶岩のマッシュ部分の割れ目からは大量の熱が供給されなくなりましたのです。ではマッシュ部分は全て常温近くまで冷却してしまったのでしょうか。そうではないことは新たなパイプ坑を逐次増設することで確かめられました。

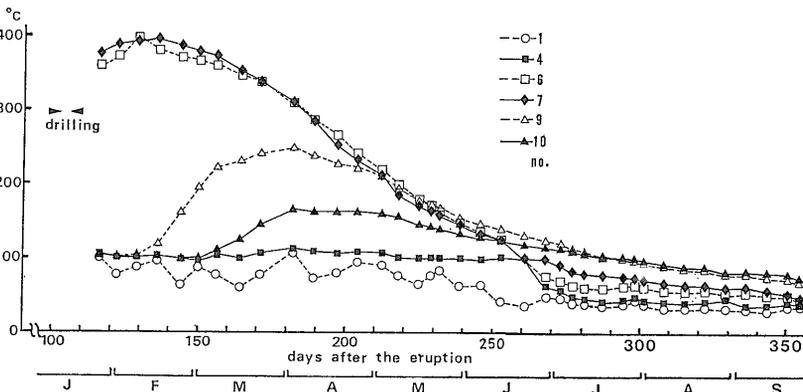
4. 4. 阿古地区の溶岩全体の冷却過程

上述の様に溶岩のマッシュ部分に割れ目があるとそこから熱が上部のクリンカーに伝えられ対流が生じるこ

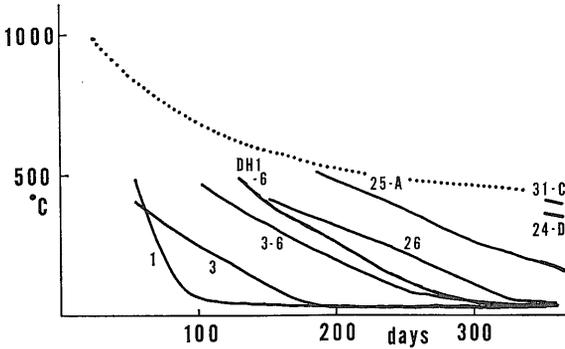


第19図 阿古地区測点No. 25のパイプ坑配置と温度プロフィール。 a) 噴火230日後 b) 277日後 c) 354日後。須藤ほか(1984c)より。

と またその対流系の寿命は比較的短かいことがわかりました。調査を続けていく過程で この対流系は消滅するだけではなく 別に新たに生成しているらしいことが予想されました。予想の根拠の1つはクリンカー部の表面に附着する昇華物の存在でした。昇華物は主に塩化アンモンである事が地質調査所の竹野直人氏の X線分析により明らかになりました(ほかに綿抜(1984, 第4



第18図 阿古地区試錐 DH-1 坑内の代表的測点の温度経日変化。須藤ほか(1984c)より。



第20図 阿古地区の各測点の温度経日変化。測点の位置は第15図に示した。実線は観測データを滑らかに結んだもの。点線は割れ目がない場合の予想冷却曲線。須藤ほか(1984c)より。

表)にも同様な報告があります。この昇華物は溶岩中の脱ガス作用により上昇したガスが急冷して生成したもので、その地点のパイプ坑の温度は周囲よりも高温でした。このためクリンカー部の表面の昇華物はマッシブな部分の割れ目の存在を示してくれていました。この昇華物の生成場所が移動している事が噴火後180日頃までの調査で明らかになりました。つまりある地点で急に昇華物が生成し始める一方、別な地点の昇華物生成の勢いが衰えていくという過程が繰り返されていたのです。しばらくはこの昇華物の新たな出現位置にパイプ坑を設置する作業が続けられました。ところが噴火後250日頃からは降水が多かった事もあり、昇華物はほとんど見られなくなりました。この降水は逆に新たな高温地点を捜すためには役立ちました。つまりクリンカー内に激しい上昇流がある所では降水があってもクリンカーの表面は常に乾燥していたのです。この様にして新たに高

温が観測されるようになった地点に測点を設けていった結果、阿古地区では第20図に示した様な温度変化が記録されました。

第20図中実線で示した曲線は第15図の各測点での実測温度を滑らかに結んだものです。ある1時点では例えば本章のはじめに記したように噴火1年後には403°Cを示す測点も72°Cを示す測点もあったのはこの様に各測点の冷却過程が異なっていたからなのです。さて逆に各冷却曲線を時間をさかのぼって戻すとどうなるのでしょうか。観測期間中の冷却が急であったためにそのまま延長すると噴出時にはとんでもない高温であった事になります。実際には初期温度は1,000°Cを少し上回る程度ですから、各冷却曲線はまず点線に示したように緩かに下がり、ある時点でそこからはずれて第20図の実線の様になったものと思われれます。この点線からの離脱は直接観察する事はできませんでしたが、上部クリンカーの下のマッシブな部分に割れ目ができた時に対応すると予想されます。割れ目ができるとマッシブな部分と空気との接触面積が急に大きくなり、高温ガスが上昇しそれにより上部クリンカー内に対流が生じます。対流が激しくなると溶岩の冷却は熱伝導のみの場合より速く進みます。話の規模は異なりますが地下のマグマだまりの温度は熱水対流系を伴う場合は伝導による冷却よりも急降下すると言われています(LIPMAN, 1984など)。

次の問題はこのマッシブな部分の割れ目の成因です。溶岩にできる割れ目ですから冷却節理がまず考えられます。冷却節理には柱状のものや板状のものがありますが、今回の溶岩では板状節理はみられず、第2, 3図に示したような少し不規則な柱状節理が認められました。柱状節理ができる時の温度についてPECKほか(1968)は溶岩湖の温度測定結果と古い溶岩湖の断面の柱状節理の観察とから約900°C程度と推定しました。第20図中の各冷却曲線の折れ曲がる時の温度は最低で約500°C程度であり、これが冷却節理のできた温度だとするとPECKほか(1968)が示した温度よりかなり低いこととなります。

割れ目ができるもう1つの可能性は全く別な機械的応力によるものです。この間大きな地震はありませんでしたから震動による割れ目は考えられません。ところで全く脈絡のないような話で恐縮ですが、温度測定中によく阿古の住民から「溶岩が下がったね」「低くなったね」とあいさつ代わりに言われました。つまり当初は溶岩に隠れて見えなかった遠くの景色が見えるようになったのです。溶岩が冷却によって収縮することはPECK(1978)によって実測されていますが、その変化



第21図 みやげ物として売られている絵葉書と菓子。

量は精密な測量によってのみ検出される程度のもので、もし阿古の溶岩の表面が目に見える程下がったとすればそれはマッシブな部分でなくクリンカー部かあるいはその下の空間がつぶれたことによるものと思われる。上部クリンカーの圧密化はマッシブな部分には何の影響も及ぼさないと考えられますが、下部クリンカーもしくはその下の変化によりマッシブな部分が不均等に沈降すればマッシブな部分にも割れ目ができるかもしれません。このような現象は測量あるいは地震観測により検証できたかもしれませんが、PECKほか(1968)は溶岩湖内で割れ目ができた時の震動を観測しました。しかしながら阿古では実施できませんでした。

5. おわりに

以上簡単に噴火1年後の三宅島の様子。この1年間の各研究の成果及び溶岩の温度測定結果について記しました。この間災害からの復旧・復興に尽された担当者及び住民の方々の苦勞努力については筆者は直接関与することはありませんでしたのでふれません。

三宅島にとって観光は大きな産業の1つです。まだ災害から1年ですから当事者にとっては考えるゆとりもないかもしれませんが、噴火の産物は地学教育・普及の場として大いに利用価値があるものと思われます。現在阿古と新澤池に立看板(第5図)があるほかは、第21図に示した様な絵葉書と菓子がみやげ物として売られているだけです。従って能動的な調査者はともかく、大半の観光客はただ通過するだけです。適当な施設・普及のための手引き書があれば、より多くの人に火山活動の実態を理解してもらえるものと思われます。

最後に本報告は地質調査所の曾屋龍典氏の薦めにより執筆しました。また同じく小野晃司、一色直記及び東京大学の大島 治の各氏からは多くの情報を教えて頂きました。筆者の共同研究者の1人、都立三宅高等学校の山本隆志先生からは常に新しい情報の提供を受けました。以上の方々に深謝の意を表します。

付記

本報投稿後、日本火山学会より「三宅島の噴火1983年」(352p)が発行されました。同誌には噴火に関する32編の論文が掲載されており、同学会で購入できます(5,000円)。

連絡先 〒113東京都文京区弥生1-1-1

東京大学 地震研究所内日本火山学会

TEL 03-813-7421

文 献

- 遠藤邦彦(1984) 三宅島噴火を調査して. 日本大文理学叢, 36, p.107-115.
- 遠藤邦彦・田場 穂・千葉達郎・宮地直道・隅田まり・早川栄一(1984) 1983年三宅島噴火の経緯と噴出物—火山灰層序学的検討を中心に—. 日本大文理工自然科研紀要, 19, 応用地学, p.26-54.
- 藤田治夫(1983) 御蔵島から見た1983年10月三宅島火山噴火の経過. 火山, 2集, 28, p.411-412.
- 石原和弘・井口正人・加茂幸介(1984) 数値計算による1983年三宅島溶岩流の再現. 京大防災研年報, 27, B-1, p.1-14.
- LIPMAN, P. W. (1984) The roots of ash flow calderas in Western North America: Windows into the tops of granitic batholiths. *Jour. Geophys. Res.*, 89, B10, p.8801-8841.
- 松田時彦・森本良平(1962) 三宅島の噴火—1962年8月. 科学, 32, p.578-585.
- 三宅村立阿古中学校(1984) 噴火記念文集「火柱」. 三宅村立阿古中学校, p.104.
- NAKAMURA, K. (1977) Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation—principle and proposal. *Jour. Volc. Geotherm. Res.*, 2, p.1-16.
- 小川克郎・金原啓司(1983) 地熱熱水の流動について—豊肥地熱地域を例として—. 地学雑, 92, p.523-532.
- PECK, D. L. (1978) Cooling and vesiculation of Alae lava lake, Hawaii. *U. S. G. S. Prof. Pap.*, 935-B, p.1-59.
- PECK, D. L. and MINAKAMI, T. (1968) The formation of columnar joints in the upper part of Kilauean lava lakes, Hawaii. *Geol. Soc. Amer., Bull.* 79, p.1151-1168.
- 曾屋龍典・宇都浩三・須藤 茂(1983a) 三宅島火山1983年噴火の記録. 地質ニュース, 352, p.1-8.
- 曾屋龍典・宇都浩三・須藤 茂(1983b) 三宅島火山1983年10月3日の噴火. 地質ニュース, 352, p.10-21.
- 曾屋龍典・宇都浩三・須藤 茂(1984a) 三宅島1983年の溶岩. 地質ニュース, 357, p.1-4.
- 曾屋龍典・宇都浩三・奥村公男・須藤 茂(1984b) 三宅島火山1983年噴出物の化学組成および鉱物組成. 演旨, 火山, 2集, 29, p.133.
- 須藤 茂・阪口圭一・鎌田浩毅・加藤 完・山本隆志(1984a) 三宅島1983年溶岩の温度測定. 地質ニュース, 357, p.6-15.
- 須藤 茂・阪口圭一・鎌田浩毅・加藤 完・山本隆志(1984b) 三宅島1983年溶岩の温度測定. 火山噴火予知連会報, 30, p.42-47.
- 須藤 茂・阪口圭一・松林 修・鎌田浩毅・加藤 完・山本隆志(1984c) 三宅島1983年溶岩の温度測定—1984年10月—. 火山噴火予知連会報, 32, p.31-36.
- 須藤 茂・阪口圭一・松林 修・鎌田浩毅・加藤 完・山本隆志(1984d) 三宅島1983年溶岩の冷却過程. 火山, 2集, 29, p.S253-265.
- 東京都(1984) とうきょう広報1984増刊号, 特集三宅島の噴火災害. 東京都, p.35.
- 津屋弘達・萩原尊禮・永田 武(1940) 昭和15年7月三宅島噴火調査概報. 地震, 12, p.435-484.