

西之島新島

小坂丈予 = 東京工業大学工学部教授

はじめに
1973年4月半ば、東京の南方洋上930kmの小笠原諸島西之島(北緯27°14.6'東経140°52.6')の東方約500mの海中から突如海底火山活動が始まった。この噴火はそれから急速に発展し、同年9月には海面上に火山島として姿を現わし、翌年6月には恒久的な新島を残して表面活動を停止した。その後は温度も急速に低下し、誕生した新島は海蝕作用により一部はけづられて今日に至っている。今回の一連の活動では、海上保安庁をはじめ多くの研究機関から多数の研究者がその調査研究に従事し、本土からは僻遠の地にある島での出来事にもかかわらず、噴火当初よりかなり詳細な観測・調査がくりかえされたことは極めて意義深いものと考えられる。また近年は、この島の南方の福岡の場(北緯24°16.8', 東経141°54.3')や、さらにその南東方の日吉沖の場(北緯23°30.4', 東経141°54.3'), そのまた南東の福神岡の場(北緯21°56', 東経143°28')などでも頻々として海底火山の活動が報じられている。(図1参照)

活動経過
われわれがこの活動を最初に知ったのは1973年5月30日、焼津港所属の漁船第2えびす丸によ

ってその海面の変色海水の存在が発見、通報された時である。翌31日直ちに現場に急行した海上保安庁のYS-11型海難捜索機により発見された変色域は、さほど濃厚なものではなく、この時点では海底火山活動もそれほど活発とは思えない程度のものであった(写真<注>・図2)。後に入手した情報によれば、この海底活動はすでに4月12日には開始していたことが判明した。その後活動は急速に活発化し、6月下旬には海面上に岩礁が見えがくれし、時には白煙が立ち昇ったりしたが、筆者らの7月5日の調査時には新噴火孔は海面直下にあるものと推定された(写真)。9月に入ると活動はさらに激化し、9月11日には海上自衛隊機により新島の発見が報じられ、14日保安庁機による筆者らの観測でも直径150m、高さ40mの円錐形の岩滓丘頂部が海面上に出現し新島を形成しているのが確認された。その火孔からは5~10秒おきに爆発が繰り返えされ、黒煙と火山弾が約300mの高さにまで放出され、火山灰を含んだ水蒸気の白煙が高さ約3,000mに達していた(写真)。

この頃の報道関係の写真を総合すると、この最初の火孔は間もなく閉塞し、噴火中心は次第に

西南西に移動し、次に我々が船で現地を調査した10月9日には、最初の新島出現点より第2~第3の新島を経て約450m西方の海中から海底爆発が行なわれていた。この時は、10~15分おきに約500mの高さの水柱の発射が繰り返えされ、深さの関係か時にその直前に半球状のウォータードームの出現が認められた(写真)。噴火はこの位置で10月末まで続き、最後には北方へ溶岩を流出して現在の第1火孔丘を残した。この位置を西端とし、その噴火中心は再び東に移動しはじめ、次の第2火孔は翌年3月まで活動を継続して新島の第2火孔丘を形成した。この年の12月21日には海上保安庁がこの島を西之島新島と命名し、その面積181,000m²と発表した(写真・図2)。

翌1974年1~2月は専ら第2火孔での噴火活動と溶岩流出が続いたが、3月初めからその東北方に第3、第4、第5火孔が新たに開孔し、噴石、溶岩流出をくりかえし、5月にはそのうち第3、第4火孔の周辺から大量の溶岩を流出してその活動を休止した(写真)。その時期は、その前後の情報から1975年5月末か6月始めと推定される。以上の地形と表面積の変化を図3、4に示す。

表1 - 西之島噴火活動の概略

年月日	事項	発見・通報者
1973年	4月12日 西之島付近変色海域の写真撮影	気象庁
	5月30日 西之島付近海中噴火最初の通報	第2えびす丸
	5月31日 変色海域確認	海上保安庁
	9月11日 海面上に新島出現	海上自衛隊
	10月9日 噴火位置西に移動 新島3つに増加	第35勇漁丸
	10月30日 西端の第3新島火孔から北へ溶岩流	朝日新聞社機
	第1、第2新島は消滅	
	11月20日 火孔再び東へ400m移動	気象庁
	第2火孔を作り活動中	
	12月21日 第2火孔での噴火続き新島ひと続きになり 総面積18万1,000m ² 西之島新島と命名	海上保安庁機
1974年	3月2日 さらに第3、第4火孔が出来、その北に新々島(第5火孔)出現	読売新聞社機
	3月14日 新々島は新島とつながる 第1回上陸	神鷹丸
	5月1日 新島の活動最も激烈 溶岩流出と噴石により新島東北部が拡大	海上保安庁機
	6月15日 新島西之島(旧島)と接続 噴火休止	白嶺丸
	7月7,8日 第2回上陸 噴火休止中	第35勇漁丸・東海丸II世・望星丸
	第3火孔の温度約600℃	
	8月3日 新島総面積23万8,000m ²	海上保安庁機
	10月5日 新島南岸の海蝕が進行	朝日新聞社機
	1975年 5月27日 前年10月から海蝕さほど進行せず	海上保安庁機
	7月25日 第3火孔に熱・湾中央に泡・水温33℃	小笠原水産センター
1975年	8月13日 新島は静穏 変色域は湾内よりも北西部が濃厚	海上保安庁機
	8月25日 第3回上陸・設標・諸測定 温度最高約200℃、旧島北端に砂洲	巡視船「みうら」 文部省総合研究班
	11月13日 写真測量 南海岸若干変化 変色域あり	海上保安庁
	1976年 8月25日 第4回上陸・観測・測定	東工大 南海丸
1977年	7月19日 第5回上陸・観測、火孔温度全く下る 温泉・変色水わづか残る	東工大 南海丸

図1 - 南方諸島図

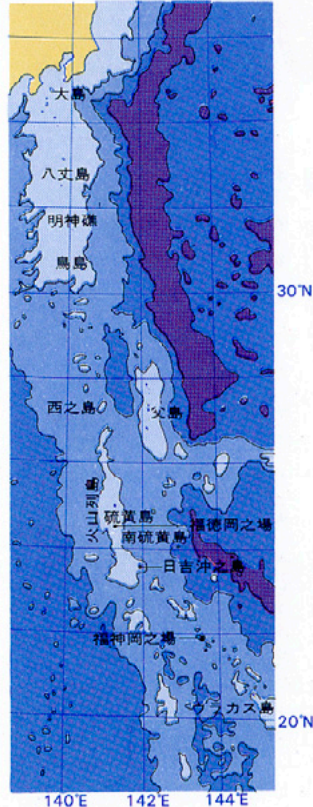


図2 - 西之島海底活動に伴う変色海域

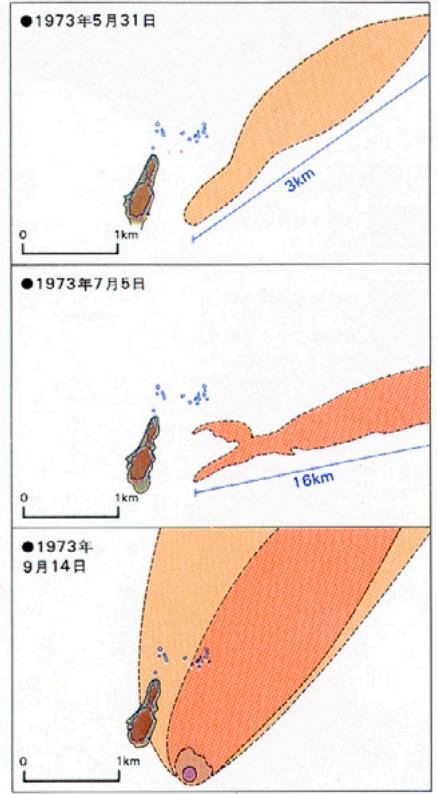
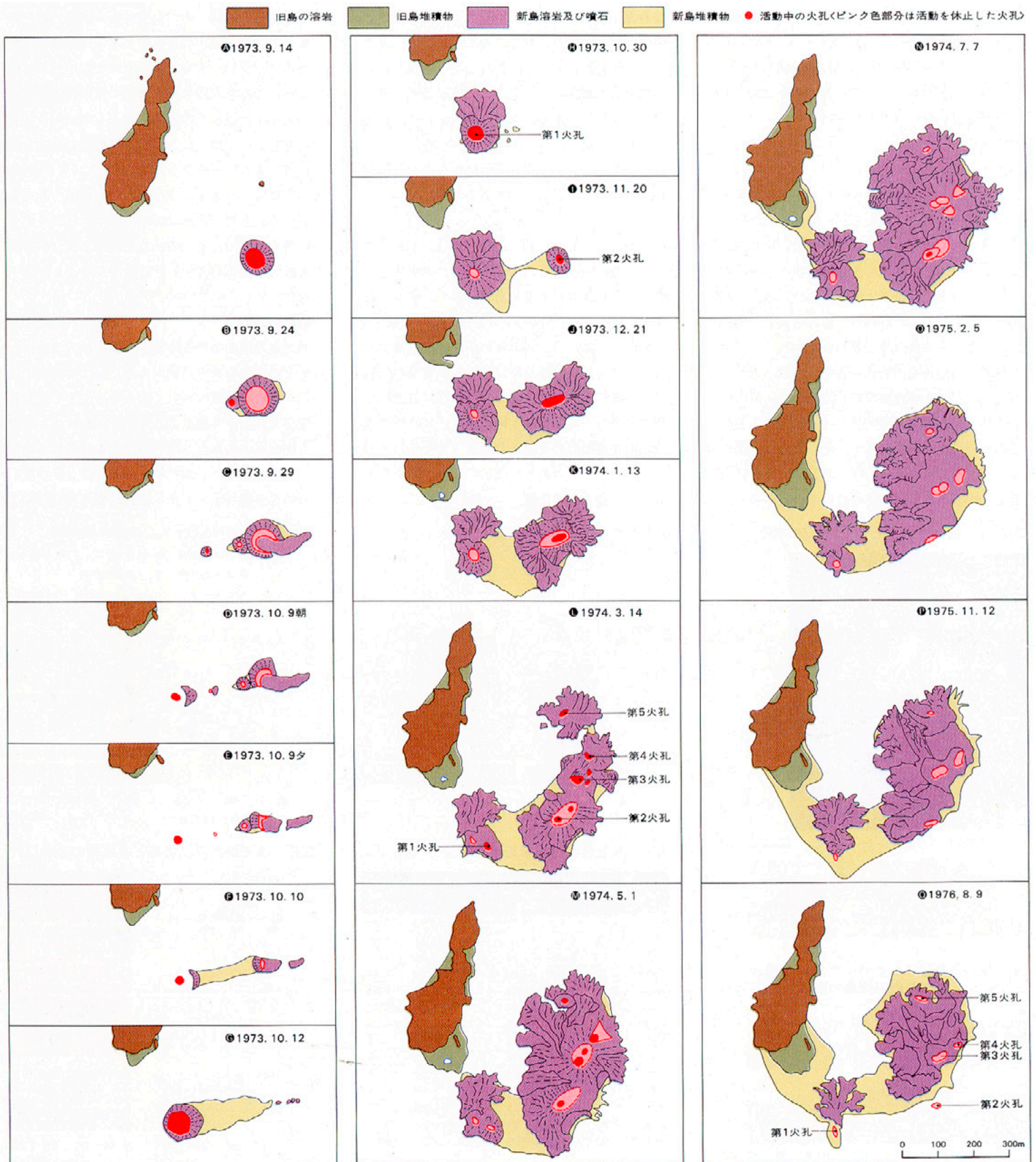


図3 - 西之島新島の噴火による地形変遷



噴火休止後は、早速海蝕による崩落が始まり、1975～1976年度の調査で図3、図4に示すような著しい島面積の縮小が見られたが、その海蝕は、噴石丘や火山灰層など比較的崩壊しやすい部分が先行したもので、その後の縮小は著しくは進展していない(写真)。

噴出物

海底火山活動の噴出物としては、前述の噴石と溶岩のほか、活動時に発生する変色海水の原因となる懸濁物質などがあるが、特にその活動状況や爆発力を推定出来る溶岩・噴出岩片の採取は、海底火山の特殊性もあって、我々が本活動で最初の噴出岩片を手に入れたのは、活動開始後11カ月を経過した1974年3月の最初の上陸時であった。その後上陸を重ねるにつれて、活動各時期、各態の噴出岩石を入手、鏡検と分析を行なったが、いづれも複輝石安山岩で、その化学成分は分析誤差範囲内で一様な成分を示した。その分析結果を表2に示す。その成分は、図5に示すように Na_2O 、 K_2O の著しく少ない特徴をもつ伊豆諸島の岩石よりは若干それが多く、

この地域では Na_2O 、 K_2O の多い硫黄島のものよりは少ない値を示した。なお今回の噴火では SiO_2 58%の安山岩で、しかも海底火山活動であるにもかかわらず、比較的その活動が穏やかであった原因の一つは、この噴出岩が、図6のように他の活動中の火山に較べて Fe_2O_3 、 FeO 、 Na_2O 、など粘性を下げる成分がやや多く、 Al_2O_3 、 K_2O などその存在により粘性を上げる成分がやや少なかったことによるのではないかと考える。

この間に噴出した溶岩、火山岩片は、これまでの陸上地形の変化と1975年8月と1976年8月に測定した海底地形の変化を総合して、従前の海図と比較し、約4,500万トンと推定した(図7)。この値は、1950年～1951年の伊豆大島三原山の噴火での7,000万トンや、1962年三宅島の活動での3,000万トンとほぼ匹敵し、1970年秋田駒ヶ岳の200万トンよりは1桁大きく、1788年の浅間山の鬼押出しの1億5,000万トンや1911年の桜島の20億トンに較べれば著しく小さい中程度の噴火活動といえよう。

海底火山の活動時において、その噴出孔が海面下にある時には、その海面が白、黄緑、黄、黄褐、茶褐、赤褐色に変色する現象がしばしば認められるが、今回の噴火でその実態が始めて明らかになった。即ちその変色の原因は、非常にこまかい沈殿粒子の懸濁によるものであり、変色海水から分離したこれらの懸濁物の化学分析値は、表3に示すように SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 が主成分で、表4の変色海水の分析値をみてもわかるように、これは海中に放出された火山発散物中に多く含まれているそれら3成分が海水と接触し反応して生じた沈殿であることが判明した。

熱的測定

西之島の活動中の各時期に、種々の方法を用いてその温度の測定が試みられたが、海底火山活動の特別な危険性から、噴火中は主として最近開発された赤外線によるリモートセンシングの方法が用いられた。即ち1974年1月15日と1975年4月17日並びに1977年2月25日には航空機からの赤外線ラインスキャナー(線走査計)によ

図7・A - 旧海図にもとづく海底地形図

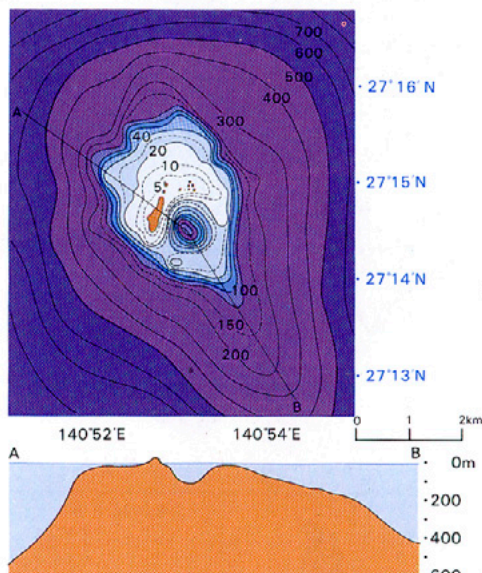


図7・B - 旧海図にもとづいた海底地形図上に投影した現在の新旧両島の断面

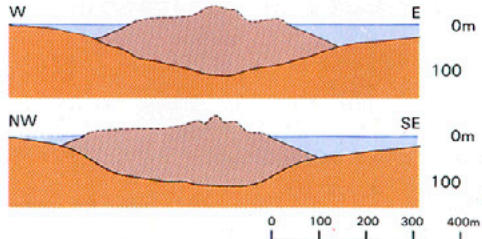


図4 - 西之島新島の面積変化図

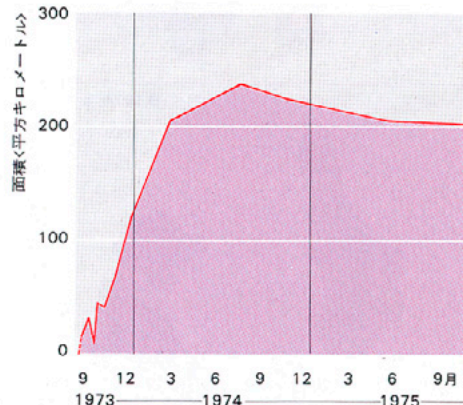


表2 - 西之島新島噴出岩の化学成分 (単位=%)

	第1火孔 噴石丘	第2火孔 溶岩流	第2火孔 噴出物 <砂礫>	第2火孔 火山灰	第3火孔 火山弾 <浮石>	海底から の溶岩流 1974.5
SiO_2	58.42	58.50	58.90	58.35	58.63	57.77
Al_2O_3	15.60	15.56	16.04	15.60	15.46	15.76
Fe_2O_3	3.47	2.49	2.28	2.41	2.39	3.17
FeO	6.39	7.40	7.34	7.29	7.39	6.83
MgO	2.76	2.73	2.89	2.75	2.70	2.63
CaO	5.79	5.66	5.94	6.12	5.96	5.70
Na_2O	4.16	4.21	4.16	4.20	4.41	4.22
K_2O	1.12	1.15	1.16	1.19	1.19	1.36
H_2O^+	0.52	0.46	0.46	0.55	0.44	0.46
H_2O^-	0.19	0.04	0.09	0.09	0.06	0.19
TiO_2	1.08	1.13	0.85	0.99	1.16	0.94
P_2O_5	0.23	0.23	0.27	0.28	0.26	0.28
MnO	0.23	0.21	0.21	0.21	0.22	0.21
合計	99.96	99.77	100.59	100.03	100.27	99.52

* 水洗処理

図5 - SiO_2 と $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ の変化関係図

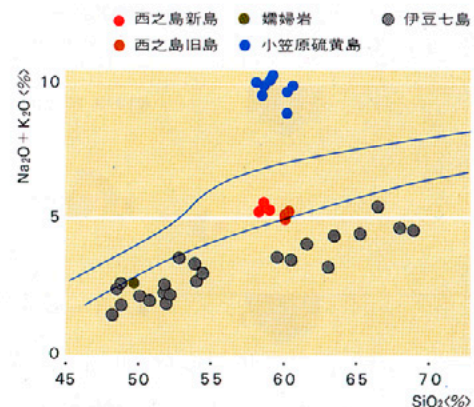
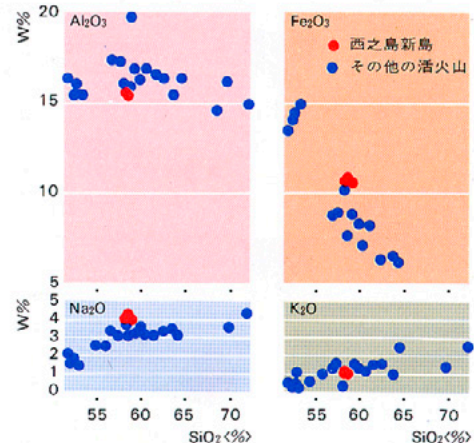


図6 - 噴出岩の SiO_2 成分と各成分の変化



り、また1974年3月12～14日と1975年8月21～25日には新島沖の調査船上から赤外線サーマルカメラにより、島の表面温度、周囲の海面温度などが測定された。このうち筆者と久保寺、田中らと共に行なった1975年1月と横山泉らと行なった1975年4月の2つの航空熱測定の結果を図8に温度階で示した。それによると、1974年には新島でも特に溶岩流出中の第2火孔は最も高温であり、3ヵ月前の1973年10月流出した第1火孔北側溶岩流が依然としてかなり高温であることが判明したが、この時点では同島東側の周辺海面に広い高温の部分が認められたが、これは後に大量の溶岩を流出して陸地になった領域とほぼ一致しており、この点では、本法が同火山の活動の予測に役立ったといえよう。これに較べれば1975年5月の測定時には著しく温度が降下しており、日射の影響を含めても最高60の領域を出なかった(図8)。これらの結果を総合して新島陸上部で放出される熱量は、1974年1月では関岡満、湯原浩三らにより $2.7 \times 10^7 \text{ kcal/sec}$ 、1975年4月には江原幸雄により

$3.3 \times 10^8 \text{ kcal/sec}$ と計算され、その量は約1年3ヵ月で約 $1/10$ に低下したことになる。また同島に上陸してからは1974年7月7日、8日、1975年8月25日、1976年8月25日、1977年7月19日などに夫々水銀温度計、サーミスタ温度計、赤外線放射温度計などを用いて、各噴火孔温度、地中温度などを測定した。それらを総合して主として、活動休止後の温度変化を求めたところ図9のようになり、これまで測定された他の諸火山の温度降下に較べ著しく大きな速度で降下していることが判明した。これは、海底から噴出したこの新火山島が、周囲の海水による冷却効果を著しくこうむっているためかと推定される。また海面温度は、活動中の湾内では一般に海水より4～5 高く、中でも1974年3月18日無線操縦艇により自動測定された温度の中には周囲より約10 高いものも見つかっている。その他の観測
上述のほか、この噴火活動には筆者の知るかぎりでも、多くの研究が行なわれた。飯塚進、大

川史郎らによる噴火休止後の島上での地震観測の結果では、同島の噴火活動にともなうと考えられる地震は非常に少なくなっていることが確認された。大川、横山らによつては、重力測定によるその地下構造と噴火機構との関係が論じられた。また河野 長、百瀬寛一らはそれぞれ同島の岩石磁気について、また大島 章、佐木和夫らは同島陸上および周辺海域での地磁気分布の測定を行ない、その変化と異常性について論じた。また地形変化については筆者らと海上保安庁の福島資介、土出昌一らが行っており、また同庁ではこのほか、同時に測定したマルチ・スペクトル・カメラの解析により、変色海域の変化を光学的に検討している。また生物相の変化については、東京水産大、小笠原水産センター、東京農工大などで進められており、前2者は水産物との関連において特に魚貝類、プランクトンなどを主とした海中生物の変化発達を、また後者は陸上生物の新たな発生と変化についてくわしく観察している。

表3 - 変色海水懸濁物(沈殿)の化学成分
() 水溶性

	73・10・9 湾外	74・3・14 湾内	74・3・1 湾外	74・7・8 湾内(水洗せず)
SiO ₂	30.20	14.97	1.61	22.98
TiO ₂	—	0.29	—	0.36
Al ₂ O ₃	22.27	8.56	21.33	5.87
Fe ₂ O ₃	14.93	45.70	12.88	36.52
MnO	—	—	0.00	0.46
MgO	0.17	1.02	none	0.98
CaO	0.96	tr.	none	1.89
Na ₂ O	1.85	0.50	0.62	3.61(2.40)*
K ₂ O	0.63	0.21	0.13	0.46(0.13)*
lg. loss	27.15	28.38	17.15	23.01
不溶残渣	—	—	46.28	—
Total	98.16	99.63	100.00	100.02

表4 - 各時期での変色海水の化学成分

1974年	水温 (℃)	Na (g/l)	K	Mg	Ca	Cl	SO ₄	F (mg/l)	Fe	Al	SO ₂	Hg (μg/l)	Cu	Zn	Cd
3月 6日第1回	20.7	10.90	0.407	1.374	0.401	19.85	2.74	—	0.09	—	—	0.4	4.3	10.0	0.4
3月 6日第2回	20.5	10.85	0.397	1.374	0.402	19.84	2.73	—	0.04	—	—	0.2	4.3	6.8	—
3月14日第1回	28.9	10.70	0.406	1.371	0.408	19.93	2.75	2.0	2.58	1.86	20.0	1.0	8.6	11.5	0.8
3月14日第2回	—	10.80	0.410	1.350	0.408	19.90	2.77	1.4	0.07	—	1.3	1.3	—	6.0	1.4
3月15日	19.0	10.98	0.403	1.347	0.408	19.84	2.74	—	0.05	—	—	0.1	2.8	8.0	0.4
*7月 7日第1回	—	10.80	0.403	1.280	0.388	19.50	2.66	1.3	—	—	—	0.7	—	6.0	0.4
7月 7日第2回	—	10.80	0.403	1.280	0.388	19.50	2.66	1.4	1.45	0.21	24.9	1.2	—	18.0	2.6
7月 8日	—	10.60	0.408	1.310	0.407	19.60	2.65	1.6	0.14	—	27.2	1.2	—	12.0	2.2
一般海水	—	10.50	0.380	1.35	0.400	19.00	2.65	1.3	0.01	0.01	33.0	0.03	3.0	10.0	0.11

*酸を加えていない

図8 - 熱赤外映像より求めた温度分布

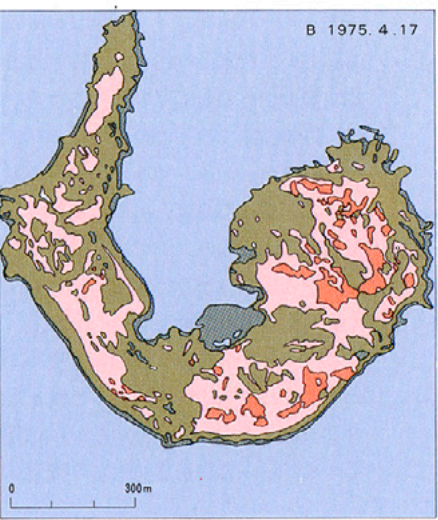
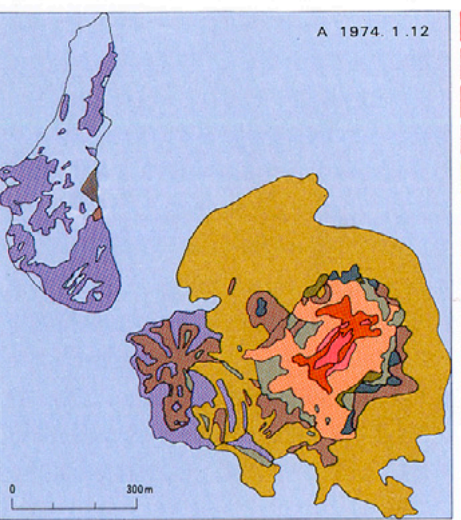


図9 - 第3火孔内の温度変化

