

昭和61年（1986年）伊豆大島噴火特集の刊行にあたって

海上保安庁水路部長 佐藤任弘

昭和61年（1986年）伊豆大島の三原山噴火は不幸にも島民に多大の精神的、経済的被害をもたらした。

噴火の徴候の見られた当初から気象庁等が対応してきたが、11月15日の大規模な噴火の後には政府機関を挙げての対策が取られ、11月17日には関係省庁連絡会議が開かれ、11月21日には「昭和61年（1986年）伊豆大島噴火対策本部」が設置された。12月5日には緊急観測監視体制のために予備費の使用が決定され各省庁の観測監視体制が強化された。諸対策を講じた対策本部は、昭和62年2月20日に爾後の観測監視・情報連絡・警戒体制の確保を申し合わせて解散した。

政府の対策の一環として、海上保安庁は三管本部に「三原山噴火災害対策本部」を設置して、島民の緊急避難等に対応した。また水路部も観測監視体制の一翼を担い、船舶航空機を駆使して火山活動の把握に努めた。その際の成果は、逐次火山噴火予知連絡会へ報告され、有効に活用された。これらの成果を含めて、今回の観測監視作業の諸資料を急拠取りまとめ、水路部研究報告の特集として刊行する運びとなった。この特集が火山の実態や噴火予知の研究に役立てば幸いである。

（昭和62年9月15日）

REPORT OF HYDROGRAPHIC RESEARCHES

Special Number for the 1986 Eruption of Izu Osima

No.23, September, 1987

昭和61年(1986年)伊豆大島噴火と対応

1. 伊豆大島観測の経緯

伊豆大島三原山は昭和61年(1986年)11月15日に山頂火口から12年ぶりに噴火活動を開始し、外輪山の外側にまで火口列ができる大規模なものとなり、流出した熔岩が市街地へ迫るなどの危険が生じたため住民全員が島外へ避難するという事態に至った。

政府は、伊豆大島火山噴火の観測、監視体制の強化を決定した。海上保安庁は、水路部に伊豆大島噴火観測強化対策室を設置して、航空機、測量船等により同島及び周辺海域において、火山活動状況を把握するための種々の調査を実施し、貴重なデータを取得し、火山噴火予知連絡会へ提供した。

(1) 伊豆大島噴火の状況

昭和61年11月15日17時25分頃、伊豆大島三原山は山頂火口の南側火口壁から噴火を始めた。噴火は熔岩を約500メートル上空へ噴き上げるほど活発なものであり、11月19日には熔岩は内輪山を越えてカルデラ内へ流出した。この噴火は11月19日23時頃になって急速に衰え、熔岩の流れも11月20日の未明には停止した。

噴火活動は一時的に納まったが、11月21日に再開した。11月21日16時15分頃、カルデラ内の北側に数ヶ所の噴火口ができ、大規模な噴火が始まり、これまでの噴火口の北西及び南東方向に約1キロメートルにわたって割れ目が生じ、割れ目から大量の熔岩が流出した。同日の17時過ぎには外輪山の外側に火口列が生じて熔岩を噴き上げるに至り、噴火は11月23日朝まで続き、火口列から流出した熔岩は谷筋に沿って山腹を流れて元町方向に向い、市街地の近くまで迫った。それ以後は、12月18日に山頂火口で小規模な噴火が認められたのを最後に現在まで噴火は認められていない。

今回の伊豆大島の噴火により、11月21日に伊豆大島全住民に対して避難命令が出され、住民は全員島外へ避難し、12月22日に帰島するまでの間、島外での避難生活を送った。

(2) 伊豆大島観測・調査の実施

政府は、伊豆大島の噴火に対処するため11月17日及び同21日に関係省庁連絡会議を開催して対策を検討し、同21日23時45分、国土庁長官を本部長とし、関係21省庁からなる「昭和61年(1986年)伊豆大島噴火対策本部」(政府対策本部)を設置した。

政府対策本部は、11月27日の第3回対策本部会議において、次の四項目について、当面の重点事項として決定した。

- i 観測機材の増強、各観測機関のネットワーク化等を早急に実施し、監視・観測体制を一層強化することにより、火山活動状況の的確な把握に全力をあげる。
- ii 専門家の科学的判断を尊重しつつ、島民の一時帰島等の安全性、その具体的方策についての検討を行う。
- iii 島民の一時帰島等についての検討と併行して、直ちに帰島することが困難な場合を考慮した対策の検討を引き続き進める。
- iv 今後とも、迅速かつ的確な情報の収集・伝達を行い、関係省庁等における緊密な連絡を図る。

政府対策本部の決定をうけ、各省庁は、観測項目を分担し、地震観測(文部省、気象庁)、地殻変動観測(科学技術庁、文部省、通商産業省、気象庁、建設省)、電磁気観測(文部省、海上保安庁、気象庁)、熱測定(文部省、海上保安庁、気象庁)、ガス・地下水観測(通商産業省)、地形地質調査(文部省、通商産業省、建設省)、検潮観測(気象庁)等の観測を実施することにした。

海上保安庁は、11月15日の噴火当初から航空機による観測、写真撮影等を実施してきたが、政府対策本部第3回会議の決定をうけて、さらに観測体制の強化を図ることとし、水路部に「伊豆大島観測強化対策室」を設置し、海上保安庁が分担実施することになった。電磁気観測及び熱測定を含め、航空機、測量船等により、伊豆大島及び周辺海域における観測調査を実施して、火山活動に関する種々のデータを得た。

この観測・調査により得られたデータは、火山活動状況把握のための資料として、その都度、火山噴火予知連絡会へ提供した。

海上保安庁が実施した観測・調査項目

- ① 航空機による変色水等の目視観測
- ② マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による変色水等の分布状況調査
- ③ プロトン磁力計による航空磁気測量及び島内移動観測
- ④ 遠隔操縦の小型ボードによる変色水の採水(分析)及び水温観測
- ⑤ ヘリコプターによる変色水の採水(分析)及び投下式水温計による水温観測
- ⑥ 測量船(ナローマルチビーム測深機等)による海底地形等調査

2. 観測関連日表

昭和61年（1986年）の伊豆大島の火山活動状況と、海上保安庁の対応及び火山噴火予知連絡会等の動きについて次表にまとめた。

伊豆大島火山活動状況と海上保安庁の対応及び火山噴火予知連絡会等の動き

年 月 日	伊豆大島火山活動状況	火山噴火予知連絡会、伊豆大島噴火対策本部等の動き	海上保安庁（水路部）の対応状況
61.4.1	島の北部で時々有感地震、 火口に異常見られず。 （臨時火山情報）		
61.7.7	49年6月以来12年ぶりに、 火山性微動を確認 （東大地震研）		
61.10.30		〔火山噴火予知連絡会〕 「---大規模な噴火が切迫していることを示す兆候は認められない。しかし電気抵抗や地熱等には異常と考えられる部分もあり、将来の噴火へ移行する可能性が否定されたわけでない。…… -----今後も各種の観測を行い、火山活動の推移を注意深く監視する必要がある。」(会長コメント要旨)	
61.11.14	三原山火口の東南東側の火口壁から白色の噴気を観測 （臨時火山情報）	〔火山噴火予知連絡会幹事会〕 火口壁の新噴気、観測強化計画の検討	
61.11.15 17:25頃	三原山火口の南側で噴火 溶岩噴泉形で、噴き上げられた溶岩の高さは最高500m 噴煙は2,000m～3,000m	〔火山噴火予知連絡会幹事会〕 噴火が直ちに休止するとは考えられず、また溶岩の噴出量を含めて、今後の活動予測は強化される観測結果を見ながら見極めていきたい。(会長コメント要旨)	
61.11.16	有感地震 55回		三原山噴火口観測（スカイバン） 気象庁職員同乗
61.11.17	有感地震 48回	〔伊豆大島三原山噴火に関する関係省庁連絡会議〕 申し合せ事項 ○関係機関による観測、監視の強化 ○周辺住民、観光客等の安全確保のための万全の警戒体制と事態の推移に応じた適切な措置 ○迅速かつ的確な情報の収集、伝達、関係省庁における緊密な連携	

61.11.18	<p>三原山はひんぱんに溶岩を200～300mの高さに噴き上げている。この状態が続くと溶岩が内輪山からカルデラに流れ出ることが考えられる。</p> <p>(火山活動情報)</p>	<p>〔火山噴火予知連絡会幹事会〕</p> <p>溶岩噴泉は本日も活発に続いており、このままの活動が続くと、遠からず三原山の斜面を溶岩が流下していくものと考えられる。</p> <p>現段階でみれば昭和25～26年の噴火に匹敵、あるいはそれをしのぐものと考えられる。(予知連統一見解要旨)</p>	
61.11.19	<p>10時35分溶岩が山腹へ流れ出したのが観察された。測候所職員は11時05分に確認</p> <p>(臨時火山情報)</p>		
61.11.20	<p>19日23時過ぎから活動弱まる。火山性微動も非常に小さくなる。</p> <p>(臨時火山情報 9時55分)</p> <p>11時25分頃、16時23分頃及び17時02分頃爆発し溶岩噴き上げる。それぞれ大きな火山性微動を記録。</p> <p>(臨時火山情報17時10分)</p>		
61.11.21	<p>午後から連続的に爆発を繰り返し、16時17分に三原山の北東方カルデラに新しい割れ目ができ爆発。</p> <p>(火山活動情報16時30分)</p> <p>割れ目の長さは600m以上で第2の割れ目も出来た。</p> <p>(火山活動情報16時58分)</p> <p>割れ目は北西に伸びた様子、外輪山の北縁からも煙と溶岩が噴き出すのが観測される。元町に溶岩が流れるおそれあり。</p> <p>(火山活動情報18時05分)</p>	<p>22時50分全島に島外避難指示。</p> <p>23時45分閣議決定による「昭和61年(1986年)伊豆大島噴火対策本部」を設置</p> <p>本部長国土庁長官</p>	<p>ヘリコプターによる活動状況調査</p> <p>荒巻教授、気象庁職員同乗</p>
61.11.22	<p>波浮の北方2～3kmの路上に亀裂が生じている。関係機関の指示によって避難して下さい。</p> <p>(火山活動情報 1時10分)</p> <p>筆島の北海岸に変色水、海岸で噴火があると強裂なマグマ水蒸気爆発がおこる可能性あり。</p> <p>(火山活動情報13時10分)</p>	<p>5時55分全住民の避難完了。</p> <p>〔第1回対策本部会議〕</p> <p>当面の重点事項(要旨)</p> <p>○監視・警戒、科学的判断を尊重しつつ事態の推移に応じた措置。</p> <p>○情報の収集・伝達、各省庁の緊密な連携 等</p>	<p>マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による溶岩流調査(YS-11)</p> <p>小坂教授、気象庁職員同乗</p>
61.11.23	<p>東海岸行者窟付近で立木から炎、岩場が高温になって</p>		

61.11.24	<p>いることを示す。 (火山活動情報)</p>	<p>〔火山噴火予知連絡会〕 当面最も懸念される事態は、沿岸海域を含めた島の南東部においてマグマ水蒸気爆発を含むかなりの規模の噴火が発生することであるが、島の北西部についても予断を許さない。水蒸気爆発に引き続き山頂火口の活動が活発化した場合には、爆発角礫岩の降下と岩なだれの発生により島内広域に危険が及ぶことが考えられる。厳重な警戒、監視が必要。安全を留意した観測体制を検討する。</p>	
61.11.25		<p>(予知連統一見解要旨) 〔第2回対策本部会議〕 当面の重点事項(要旨) ○直ちに帰島することが困難な場合をも考慮した対策の検討。 ○島に滞留又は一時帰島する者の安全確保。 ○監視・観測体制の充実。</p>	<p>マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による溶岩流調査(YS-11) 気象庁職員同乗</p>
61.11.26	<p>元町方面に流出した溶岩流止まる。</p>		
61.11.27		<p>〔伊豆大島において今後実施する観測・研究検討ワーキンググループ〕 火山噴火予知に関する観察・研究担当機関による観察等の強化策の検討(国土庁招集) 〔第3回対策本部会議〕 当面の重点事項(要旨) ○観測機材の増強等による火山活動の的確な把握。 ○島民の一時帰島等の安全性、具体的方策の検討及び直ちに帰島することが困難な場合を考慮した対策の検討。</p>	
61.11.28		<p>〔火山噴火予知連絡会〕 割れ目噴火後、島の北西部の地震は減少、南東部の地震は横ばい。傾斜計、体積歪計は噴火を境に動きが反転、大局的にはゆるやか、しかし、変動量は平常時より著しく大きい。このことは、マグマの活動が短期的には低下していることを示しているが、一方で新たな活動を否定することはできない。</p>	<p>「伊豆大島観測強化対策室」設置 変色水域の状況調査(ヘリコプター) 小坂教授同乗 〔予知連報告〕 ○変色水の状況</p>

	<p>地割れ、島の十数か所の変色水は噴火の余効と考えられるが、活動の再発を示唆するものかもしれない。</p> <p>一時的な帰島がある場合には、地域の限定のもとに火山活動の動向を厳重に監視しつつ、観測体制の強化、緊急避難対策の万全を図ることが前提である。(予知連統一見解要旨)</p> <p>〔東京都災害対策本部〕</p> <p>「12月3日から全島で1世帯1人一時帰島」を決定。</p> <p>〔第4回対策本部会議〕</p> <p>当面の重点事項(要旨)</p> <p>○緊急観測監視体制整備計画の決定。</p> <p>○一時帰島に備えた警戒避難その他の支援措置及び一般島民の帰島に伴い必要となる安全対策の検討。</p>	
61.11.29		
61.12.1	国土庁長官ら政府調査団現地視察	変色水調査(ヘリコプター)
61.12.2		採水、小坂教授同乗
61.12.3		変色水調査(ヘリコプター)
61.12.4	「火山噴火予知連絡会伊豆大島部会」設置	小坂教授同乗
61.12.5	一時帰島開始	
61.12.6	事務次官会議において緊急観測監視体制整備計画について決定。	
61.12.7	緊急観測監視体制整備計画及び整備のために62年度予備費を使用することについて閣議決定。	航空磁気測量及びマルチバンドカメラ、熱赤外放射温度計による変色水調査(YS-11)
61.12.8	〔火山噴火予知連絡会伊豆大島部会〕	海底地形調査(拓洋)
61.12.9	11月15日から始まった一連の火山活動は、一応休止に向いつつあるものと考えられる。しかし、過去の噴火活動の例から考えると、火山活動が再び活発化することも十分考えられる。	ナローマルチビーム測深等
61.12.10	引き続き厳重な監視体制を維持し適切な情報を提供することが重要である。(伊豆大島部会コメント要旨)	12月5日～8日
61.12.11	〔第5回対策本部会議〕	
61.12.12	当面の重点事項(要旨)	マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による変色

61.12.10	<ul style="list-style-type: none"> ○緊急観測監視計画の早期完成 ○島民の本格帰島に備えた警戒避難体制の検討及び活動火山対策特別措置法の適用の検討 等 	<p>水調査（YS-11） 小坂教授同乗）</p> <p>遠隔操縦ボートによる変色水の採水，測温。 （海洋，ヘリコプター） 12月10日，11日 小坂教授同乗</p> <p>ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による測温 12月10日，11日</p>
61.12.12	<p>〔火山噴火予知連絡会〕</p> <p>11月15日に始まった噴火活動は23日で終り，その後は爆発，火山灰噴出，溶岩流出等の活動は本日まで起っていない．有感地震は12月に入って5回，無感地震も減少している。</p> <p>噴火に伴い大きな変化を示した傾斜計，歪計の変動は次第に鈍化してきた。三原山のみかけ比抵抗は，8月頃の状態にもどった。全磁力の変化は島内全域に拡散しつつあるように見える。地割れも拡大しているという証拠はない。変色水については，大きな変化はない。</p> <p>以上のことから11月15日に始まった一連の火山活動は，短期的に見れば休止に向いつつあるものと考えられる。</p> <p>過去の噴火活動の例から考えると火山活動が再び活発化することも十分考えられる．引き続き厳重な火山監視体制を維持し，適宜適切な情報を提供し，防災関係機関の相互の連携を密にすることが重要である．（予知連絡会統一見解要旨）</p> <p>〔東京都災害対策本部〕 「19日から22日の間に全員帰島」を決定</p> <p>〔第6回対策本部会議〕 当面の重点事項（要旨）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○島民の本格帰島に対応した観測監視，情報提供 	<p>〔予知連報告〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ○変色水の分析結果 ○変色水の分布状況 ○変色水の測温結果 ○航空磁気測量結果 ○伊豆大島付近海底地形図 ○伊豆大島付近地質構造図 重力異常図 ○伊豆大島付近地磁気異常図

61.12.16		<p>○島民の帰島が安全、円滑に実施されるよう万全の支援措置、</p> <p>○帰島後の島民の安全確保 等</p>	
61.12.17	火山性微動観測 (大島測候所 9 時15分)		ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による測温 航空磁気測量及びマルチバンドカメラ、熱赤外放射温度計による変色水調査 (YS-11)
61.12.18	<p>昨日 9 時15分頃から間欠的に発生していた火山性微動は、16時45分頃から連続的になり急速に増大している。 (臨時火山情報17時45分)</p> <p>17時34分測候所で最初の爆発音を感じた。山頂火口が活動を始めた模様。 (臨時火山情報18時10分)</p> <p>1 分間に約10回の爆発音と空振。 (臨時火山情報18時30分)</p> <p>4 分～13分おきに爆発。爆発の強さは11月21日頃のものと同じ程度と推定される。 (火山活動情報19時55分)</p>	<p>〔東京都災害対策本部〕 19日からの全面帰島予定通り実施を決定。(20時30分)</p> <p>〔火山噴火予知連大島部会〕 今回の噴火は山頂 A 火口で発生した小規模な噴火で、19時半頃にはほぼおさまった。 噴火に伴う微動は、19時30分すぎには殆んど観測されなくなった。山頂噴火は今後とも繰り返す可能性が高い。 (大島部会コメント要旨23時30分)</p>	
61.12.19		<p>〔第 7 回対策本部会議〕 当面の重点事項 (要旨)</p> <p>○引き続き火山活動の嚴重な監視情報の連絡体制及び火山活動の段階に応じた警戒体制の確立。</p> <p>○帰島期間中及び帰島後の島民の安全確保。</p>	
61.12.20			遠隔操縦ボートによる変色水の採水、測温 (海洋、ヘリコプター) 小坂教授同乗
61.12.22		全面帰島完了	
61.12.24			航空磁気測量及びマルチバンドカメラ、熱赤外放射温度計による変色水調査 下鶴予知連会長、小坂教授同乗
61.12.25		<p>〔火山噴火予知連絡会〕 18日の小噴火後、本日まで噴火はない。地震回数は横ばい状態で震源は北西から南東に分布する。三原山のみかけ比抵抗は、12月上</p>	

		<p>旬から23日まで減少が続いている。</p> <p>以上の結果から三原山山頂からの噴火は今後もおこる可能性がある。</p> <p>水準測量、重力測定、辺長測量割れ目噴火の火口列等を考えあわせると、北西から南東にのびる地帯にマグロの貫入があったと考えられ、11月の噴火のしくみが明らかとなった。(大島部会コメント要旨)</p>	
61.12.29			ヘリコプターによる変色水の採水、测温
62.1.1	23時44分頃から小さな火山性微動	(臨時火山情報)	
62.1.3	断続的に発生している火山性微動の継続時間長くなる。今後、活発になるおそれあり。	(臨時火山情報)	
62.1.4	火山性微動の振幅は次第に大きくなってきた。	(臨時火山情報)	
62.1.7			遠隔操縦ボートによる変色水の採水、测温 (海洋、ヘリコプター) 1月7日、8日 小坂教授同乗
62.1.8	火山性微動の発生間隔が約1時間おきとなる。	(臨時火山情報)	ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による测温
62.1.10		<p>〔火山噴火予知連絡会大島部会〕</p> <p>1月1日から火山性微動が始まり、発生間隔はここ5日間は1～3時間おきとなっている。振幅は当初次第に大きくなったが、ここ数日は横ばい。微動の発生源は三原山付近と推定される。これらのことは12月18日の噴火前と似ている。</p> <p>海岸では依然変色が見られている。三原山山頂での溶岩の沈降は数mから10m程度。三原山のみかけ比抵抗は昨年10月のレベルまで</p>	

		下がっている。 観測結果から見て三原山山頂で噴火がおこる可能性は高いと考えられる。(大島部会コメント要旨)	
62.1.12	5 時頃から約 1 時間おきに起る火山性微動が 9 時間続いている。 (臨時火山情報)		ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による测温。
62.1.13			マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による変色水調査 (YS-11) 小坂教授, 気象庁職員同乗
62.1.19			航空磁気測量及びマルチバンドカメラ, 熱赤外放射温度計による変色水調査 (YS-11)
62.1.20			同上 ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による测温
62.1.22			遠隔操縦ボートによる変色水の採水, 测温 (明洋, ヘリコプター) 1 月 22 日, 23 日 小坂教授同乗
62.1.28		〔火山噴火予知連絡会伊豆大島部会〕 1 月 10 日以降地震回数はゆっくりと減少しており, また震源分布に大きな変化ない。 今後も噴火がおこる可能性高いと考えられるので, 厳重な監視を続けることが重要である。(伊豆大島部会コメント要旨)	マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による変色水調査 (YS-11) 小坂教授同乗 プロトン磁力計による地磁気測量 (島内地上観測) 1 月 28 日 ~ 31 日 「伊豆大島部会報告」 ○航空磁気測量結果 ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による测温
62.1.30			海底地形調査 (天洋) ナローマルナビーム測深等
62.2.5			マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による変色水調査 (YS-11) 〔予知連報告〕 ○変色水分析結果 ○熱赤外放射温度計による温度分布 (日出前) 測定
62.2.10		〔火山噴火予知連絡会〕 火山性微動, みかけ比抵抗, 陥没量等の状況からみて, 伊豆大島では今後も噴火が繰り返される可能性が高いと考えられる。厳重な監視を続けることが重要である。 (予知連絡会統一見解要旨)	

62.2.13			結果 ○航空磁気測量結果 ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による测温
62.2.19	〔第8回対策本部会議〕 当面の重点事項（要旨） ○対策本部の廃止(20日の閣議決定) ○活動火山対策特別措置法に基づく避難施設緊急整備計画の着実な推進。 ○引き続き嚴重な観測、監視、的確な情報提供、関係省庁の連絡体制、警戒体制の継続 等		
62.2.23	〔火山噴火予知連絡会伊豆大島部会〕 前回の部会（1月28日）以降、地震回数は減少を続けている。2月4日から始まった間欠的な火山性微動は現在1時間おきに規則的に発生している。発生源は三原山付近と推定。三原山のみかけ比抵抗は1月20日以降ほとんど変化ない。山頂火口の陥没は進行していない。噴火がおこる可能性が依然として高いと考えられる。（伊豆大島部会コメント要旨）		
62.2.26			遠隔操縦ボートによる変色水の採水、测温（用船）
62.3.3			海底地形調査（天洋） ナローマルチビーム測深等 マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による変色水調査（YS-11） 小坂教授、気象庁職員同乗
62.3.4			プロトン磁力計による地磁気測量（島内地上観測） 3月4日～6日 ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による测温
62.3.6	〔火山噴火予知連絡会伊豆大島部会〕 現時点では新たな噴火がさし迫っていることを明瞭に示すデータは得られていないが、今後も噴火		

		<p>がおこる可能性は高いと考えられる。(伊豆大島部会コメント要旨)</p>	
62. 3 .16			ヘリコプターによる変色水の採水及び投下式水温計による测温
62. 3 .17			航空磁気測量及びマルチバンドカメラ、熱赤外放射温度計による変色水調査(YS-11)
			3月17日, 18日
62. 3 .19		<p>〔火山噴火予知連絡会〕</p> <p>現時点では新たな噴火がさし迫っていることを明瞭に示すデータは得られていないが、今後も噴火がおこる可能性は高いと考えられる。(予知連絡会統一見解要旨)</p>	<p>〔予知連報告〕</p> <p>○変色水の分析結果</p> <p>○航空磁気測量結果</p>
62. 3 .26			遠隔操縦ボートによる変色水の採水, 测温 (用船)
62. 3 .27		<p>〔火山噴火予知連絡会伊豆大島部会〕</p> <p>現時点では新たな噴火がさし迫っていることを明瞭に示すデータは得られていないが、今後も噴火がおこる可能性は高いと考えられる。(伊豆大島部会コメント要旨)</p>	<p>〔伊豆大島部会報告〕</p> <p>○伊豆大島南東方波浮海脚付近の海底調査</p>
62. 3 .31			「伊豆大島観測強化対策室」廃止
62. 5 .7		<p>〔火山噴火予知連絡会〕</p> <p>噴気は次第に減少し、4月下旬からは殆んど見えない。地震回数も次第に減少し、12月の数十分の1程度になった。発生源が三原山直下と推定される火山性微動は引き続き間欠的に発生している。</p> <p>三原山のみかけ比抵抗は12月上旬から減少に転じたが1月20日以降は殆ど変化が止まっている。その値は昨年10月の水準である。全磁力は3月下旬以降5月まで顕著な減少が続いている。3月の水準測量では12月に比し北西山腹で若干の隆起が見られた。辺長測量では、カルデラは全般にやや伸びぎみ、重力は山頂を中心に減少が見られた。重力変化は山頂付近直下でマグマが地下に戻ったとも解釈されるが、地殻変動データとは単純に整合しない。山頂火口の溶岩</p>	<p>〔予知連報告〕</p> <p>○航空磁気測量結果</p>

62.5.19		<p>の陥没は進行していない。</p> <p>火山性地震等の継続，みかけ比抵抗が低いこと等から考えて，今後も噴火がおこる可能性があると考えられる。(予知連統一見解要旨)</p>	
62.6.25		<p>〔火山噴火予知連絡会伊豆大島部会〕</p> <p>地震，火山性微動，みかけ比抵抗等から見て，今後も噴火がおこる可能性があると考えられる。</p> <p>(伊豆大島部会コメント要旨)</p>	<p>マルチバンドカメラ及び熱赤外放射温度計による変色水調査 (YS-11)</p> <p>小坂教授同乗</p>

Miharayama craters



Photo 1-1 Eruption at A crater on Nov. 16, 1986



Photo 1-2 Eruption occurred at the inner wall of A crater on Nov. 16



Photo 1-3 Beginning of fissure eruption (B craters) on Nov. 21, 1986



Photo 1-4 Fissure eruption became two parallel lines on Nov. 21



Photo 1-5 Eruptions of C craters (left) and B craters (right) on Nov. 21



Photo 1-6 Miharayama caldera on Nov. 22



Photo 1-7 Miharayama caldera on Dec. 9



Photo 1-8 A and B craters on Dec. 20



Photo 1-9 Snow capped craters on Jan. 13, 1987



Photo 1-10 A and B craters on Feb. 10



Photo 1-11 A and B craters on Mar. 3



Photo 1-12 A and B craters dotted with snow on Mar. 18

Discolored waters near Hude-sima



Photo 2-1 Nov. 22, 1986



Photo 2-2 Nov. 25



Photo 2-3 Nov. 28



Photo 2-4 Dec. 1



Photo 2-5 Dec. 5



Photo 2-6 Dec. 9



Photo 2-7 Dec. 10
A radio-controlled boat is working in the discolored water, drawing white track (right side)



Photo 2-8 Dec. 17
Yellow dot in the middle of the photo shows a observation buoy of JMA



Photo 2-9 Dec. 20



Photo 2-10 Dec. 24

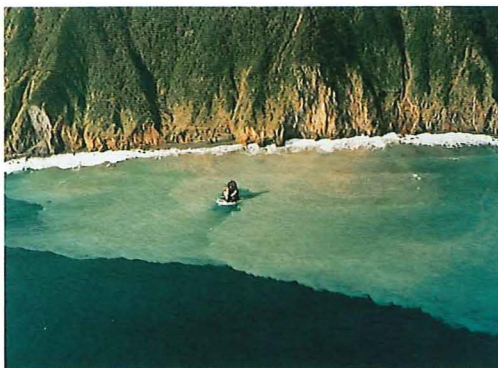


Photo 2-11 Jan. 7, 1987



Photo 2-12 Jan. 13



Photo 2-13 Jan. 19



Photo 2-14 Jan. 20



Photo 2-15 Jan. 22



Photo 2-16 Feb. 10

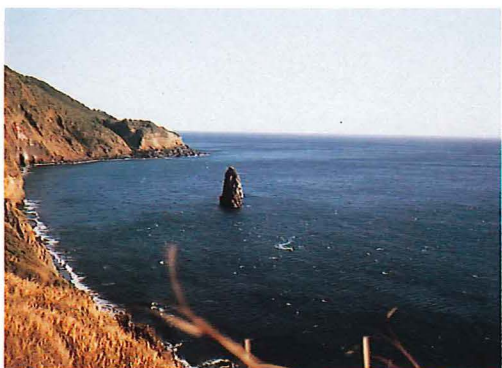


Photo 2-17 Feb. 26

A radio-controlled boat shows
white track in foreground of
Hude-sima



Photo 2-18 Mar. 3



Photo 2-19 Mar. 17



Photo 2-20 Mar. 18

Discolored water near Kazahaya-saki



Photo 3-1 Jan. 23, 1987
A radio-controlled boat toward
discolored water area



Photo 3-2 Feb. 10



Photo 3-3 Mar. 3



Photo 3-4 Mar. 18



Photo 4-1 Discolored water near Moto-mati on Dec. 24, 1986

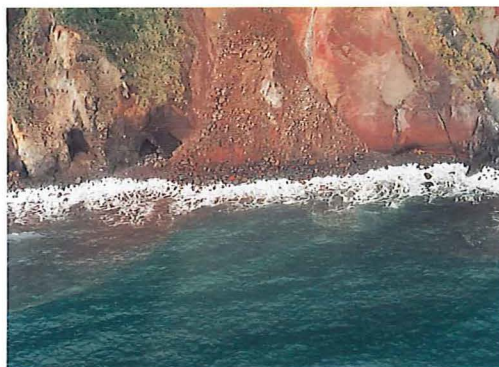


Photo 4-2 Discolored water mainly produced by land materials near Hude-sima (Nov. 28)



Photo 4-3 A radio-controlled boat is returning to the mother ship (survey vessel) "Kaiyo" after water samplings (Dec. 20)



Photo 4-4 A helicopter which controls a radio-controlled boat (Dec. 20 from survey vessel "Kaiyo")



Photo 4-5 Mother ship (survey vessel) "Kaiyo" A radio-controlled boat is just returning to her (Jan. 22)



Photo 4-6 Osima Miharayama and Habu-ko Snow capped Mt. Huzi is located in the backward (Dec. 24)

伊豆大島沿岸に見られた変色水の分析

土出昌一¹・柴山信行²・背戸義郎³・桑木野文章⁴・佐藤寛和⁴

小坂丈予⁶・信国正勝²・當重 弘⁵・福島秀生²

WATER SAMPLINGS AND THE CHEMICAL ANALYSIS OF DISCOLORED WATERS AROUND OSIMA

Masakazu Tsuchide¹, Nobuyuki Shibayama², Yoshio Seto³, Fumiaki Kuwakino³, Hirokazu Sato³
Joyo Ossaka⁶, Masakatsu Nobukuni², Hiroshi Tohyu⁵ and Hideo Fukushima²

Abstract

Just after the fissure eruption of Osima Miharayama, widely distributing dense discolored water was discovered near Hude-sima of the southeast coast of Osima on Nov. 22, 1986.

As the Hydrographic Department of Maritime Safety Agency has been conducting surveillance and investigation on the activity of submarine volcanoes and volcanic islands, we made chemical analysis of the discolored water appearing around Osima with water samplings by a radio-controlled boat and helicopters from Dec. 1, 1986 in order to distinguish whether discolored water was from volcanic activities or from being contaminated by land materials.

A newly designed radio-controlled boat, which could pump up the discolored water of 6 bottles, each 10ℓ, was constructed and utilized.

The boat was ordinarily operated from a helicopter, but sometimes operated from the Osima island when the volcanic activity was low.

AXBT measurements to get vertical water temperature profile were carried out when water samplings from a helicopter had been made.

Sampled discolored waters were added HCl and suspended materials were soluted in a heating water bath.

Analytical methods of Fe, Al and Si in discolored water are shown as follows:

- (1) Fe^{+3} was reduced to Fe^{+2} by means of $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$, and the total Fe^{+2} was produced a color by the addition of α, α' -dipyridyl and measured with spectrophotometer.
- (2) Al was diluted with distilled water and measured with atomic absorption spectrophotometer with graphite furnace atomizer.

Received 15 August 1987

- 1 企画課 Planning Division
- 2 汚染調査室 Marine Pollution Laboratory
- 3 海洋調査課 Ocean Surveys Division
- 4 沿岸調査課 Coastal Surveys and Cartography Division
- 5 第七管区水路部 Hydro, Dept. 7th R. M. S. Hqs.
- 6 岡山大学理学部 Faculty of Science, Okayama University

(3) Si was produced a color by the addition of $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_7$ and measured with spectrophotometer.

The results of chemical analysis and related remarks are.

- ① Fe/Si and Al/Si of discolored water around Osima show lower values comparing with that of active submarine volcanoes such as Hukuzin Kaizan in 1981 or Hukutoku-Oka-no-Ba in 1986.
- ② Discolored waters had always high pH values and showed lower temperature than that of surrounding sea water.
- ③ Judging from the appearance frequency, pH values, $(\text{Fe} + \text{Al})/\text{Si}$ etc. of discolored waters in time and space, the activity of discolored water around Osima reached at its maximum stage late in Dec. 1986 and gradually declined.
- ④ As the tone of color of discolored water has a tendency to become dense in case of being contaminated by land materials, it is difficult to estimate submarine volcanic activities only by the tone of water color.

1. 概 説

1-1 はじめに

伊豆大島三原山が割れ目噴火をした直後の11月22日、大島南東岸の筆島付近において濃厚な茶褐色の変色水が広範囲に分布しているのが発見された。

筆島付近は、11月21日に起こった割れ目噴火の噴火口列の南東方向への延長上にあたり、しかも筆島付近の陸上道路に亀裂が発見されたことから、海岸付近における水蒸気爆発の可能性が議論された。一方、変色水は三原山の噴火前後の強い地震に誘発されたガケ崩れによるものであるとの意見もあったため、水路部では、これまでの海底火山調査の経験を生かし、ラジコンボート、ヘリコプター等による採水を含む変色水の調査を実施し、火山性の変色水であるのか、あるいは単に土砂によるものに過ぎないのかについての考察を行った。

本報告は、大島周辺に見られた変色水についての調査・分析・解析を、担当毎にまとめたものである。

1-2 変色水とは

(1) 火山性変色水

海底火山の噴火に伴う変色水の出現については、これまでも数多くの報告があり（例えば佐藤ほか、1983）、変色水が採水・分析された例として、1973年の噴火で新島を形成した西之島新島（小坂、1986）、1983年の噴火で軽石を噴出した海德海山（土出ほか、1985）、1985年の噴出で新島を形成（約2ヶ月後に消滅）した福德岡ノ場（海上保安庁水路部ほか、1986）等がある。

海底火山の噴火に伴う変色水については、 $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ を主成分とする微細な沈殿物であって、海底において噴出した火山発散物が海水と中和反応を起こすことによって生じるものであることが判明しており（小坂ほか、1977）、変色水の色調は Fe_2O_3 の含量に支配され、その含量が多い程海水のpH値が低くなることがわかっているため、変色水の色によって海底火山の活動度をある程度推定することができる（小坂、1986）。

海底火山の場合、変色水の起源は海底であり、変色水は海底火山活動に伴って形成されたものであることは疑う余地はない。しかし、大島のように陸域がある場合には、変色水はガケ崩れや河川水等による陸上起源であることも十分考えられ、変色水の起源が海底にあるのか陸上にあるのかを決定することは、今後の大島の火山活動の予測に重大な影響を与えるものである。海起源か陸起源かの分離を含む変色水の分析につい

ては第5章で詳しく論じている。

(2) 大島周辺の変色水の分布

筆島付近を始めとして大島の周辺に見られた変色水は、地元の漁師によればこれまでに幾度も見られたものであり、今回始めて見つかったものではないとの話が新聞やTVで報じられた。海上保安庁では、噴火後大島周辺海岸において、筆島等21ヶ所で変色水を認めたが、そのうち筆島付近を含む14ヶ所は1976年9月23日に地理院が撮影した航空写真、あるいは1983年2月28日に水路部が撮影した航空写真において変色水の存在が確認できる(第1-1図)

大島周辺の変色水の分布について、海上保安庁では1986年11月22日より1987年1月下旬までの2ヶ月間はほぼ毎日、2月から3月にかけての2ヶ月間は月2回の割合で、ヘリコプター等により調査を行ったが、その状況についてまとめたものが第1-1表である。

第1-1表より、筆島、フノウノ滝、砂ノ浜、千波埼北、元町南、乳ヶ埼、風早埼、小口鼻の8ヶ所においては、その色調は変化しているもののほぼ定期的に変色水が発生していたが、波浮港を始めとする大島南岸沿いにおいては(第1-1図の6~9)、11月から12月にかけて変色水は1~2回認められたのみであることが判る。

ヘリコプター等からの変色水の確認は天候に左右され、特にその色が薄い場合には存在の判別が難しい。また、過去における変色水の視認経験の有無によっても大きく左右され、例えば12月2日午後の如く、経験豊富な観測者が注意深く調査を行うと明らかに変色水の存在確認場所は増える傾向がある。第1-1表に示された変色水の存在は、その色調も含めて同一の基準で確認されたものではないことに注意されたい。

調査毎の変色水の分布状況を第1-2図に示す。

変色水の採水は、12月1日から3月26日までの約4ヶ月間において、ラジコンボートによるもの延べ9日43点、ヘリコプターによるもの延べ7日20点の計63点であり、採水地点の内訳は、筆島付近31点、フノウノ滝付近16点、元町付近5点、小口鼻付近8点、行者洞付近3点である。第1-3図に採水地点の概要を示す。

以下、各論を担当毎に第2章~第5章に記し、第6章でまとめる。

(土出・佐藤)

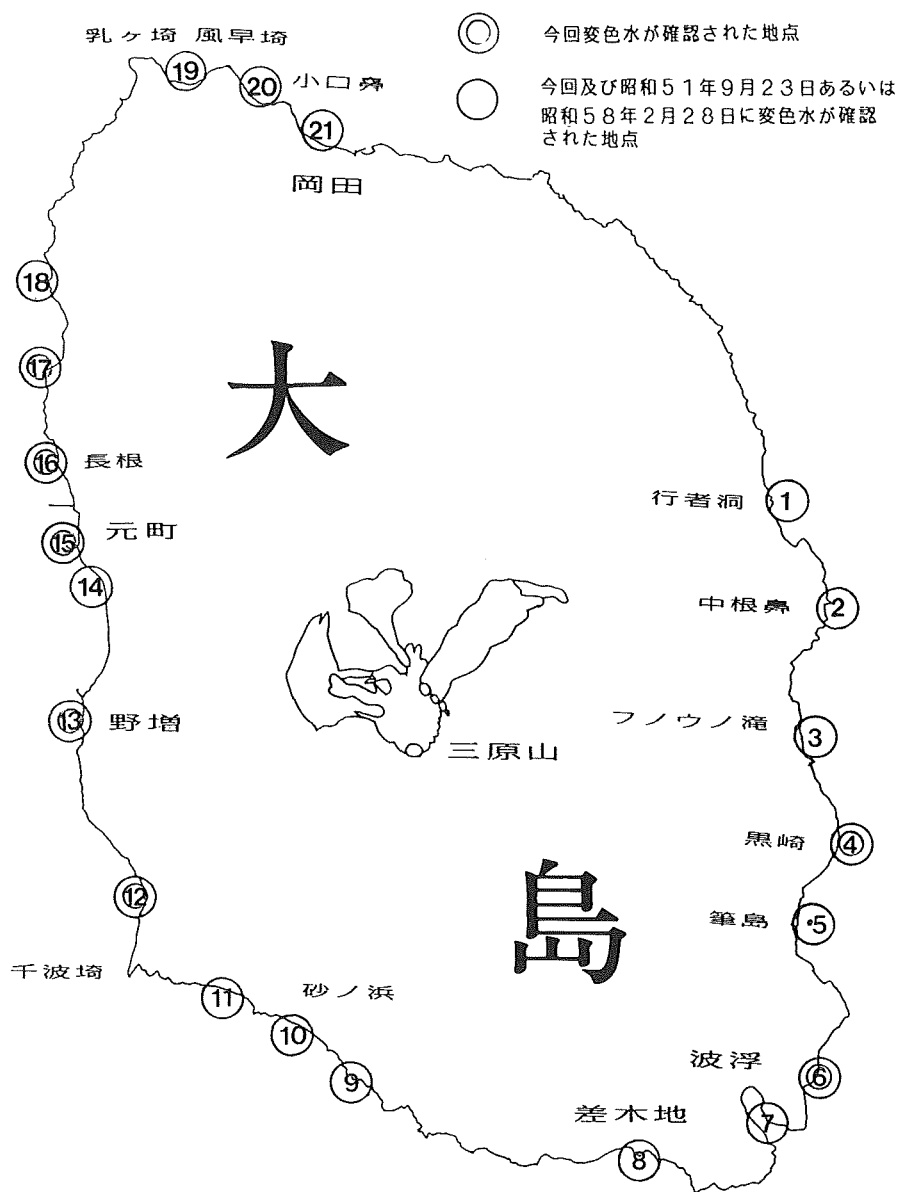


Figure 1-1 Location of discolored water recognized around Osima

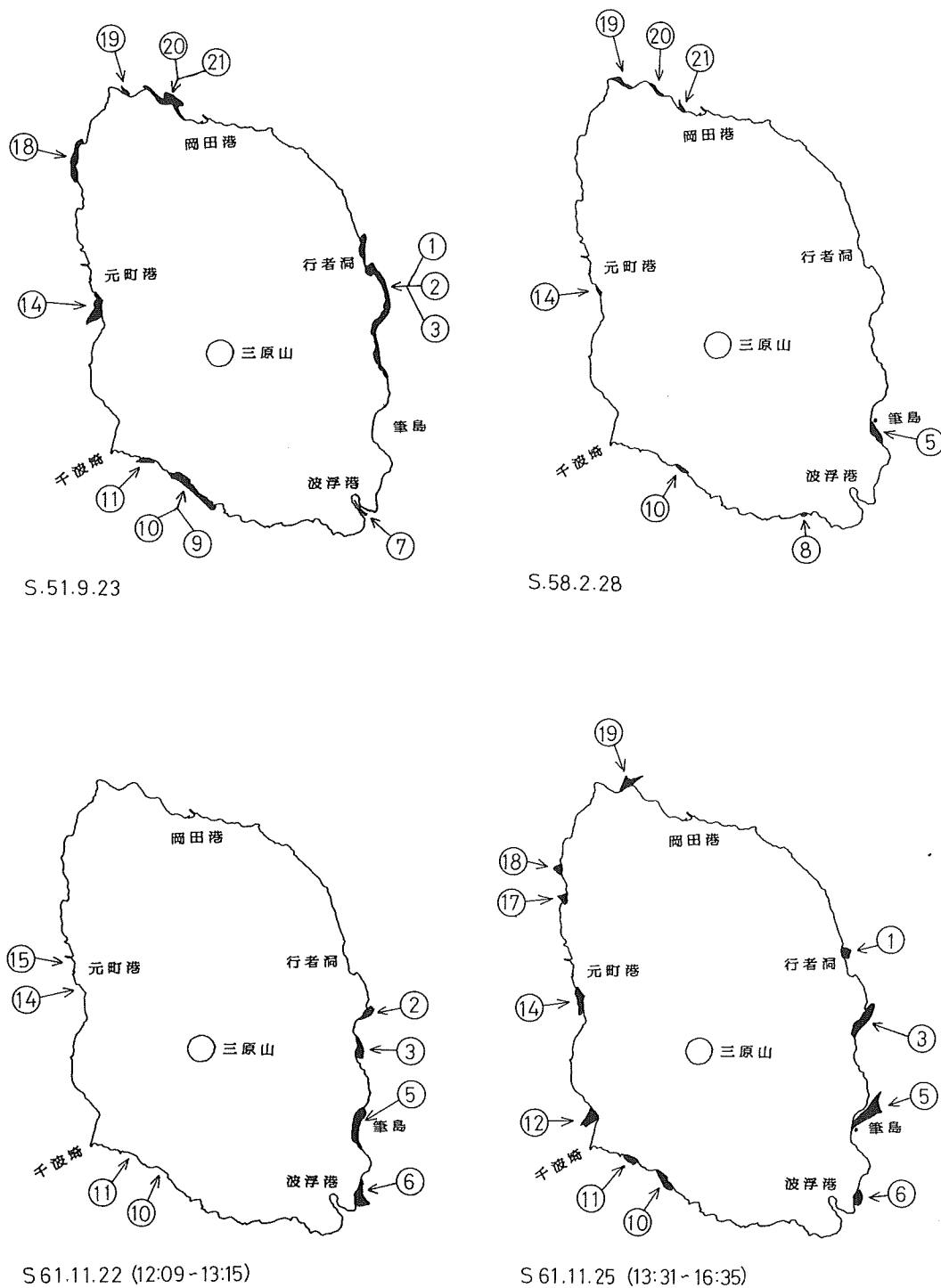
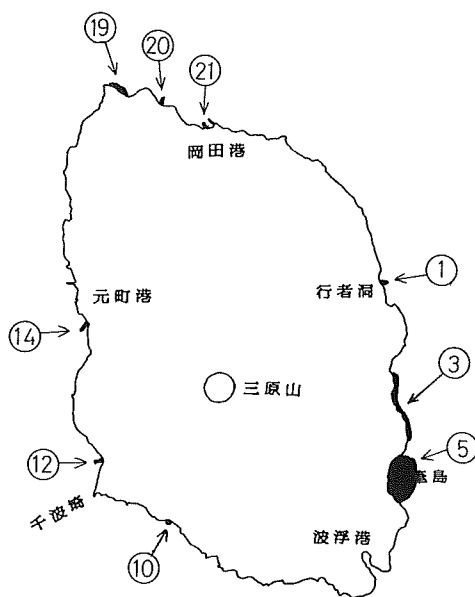
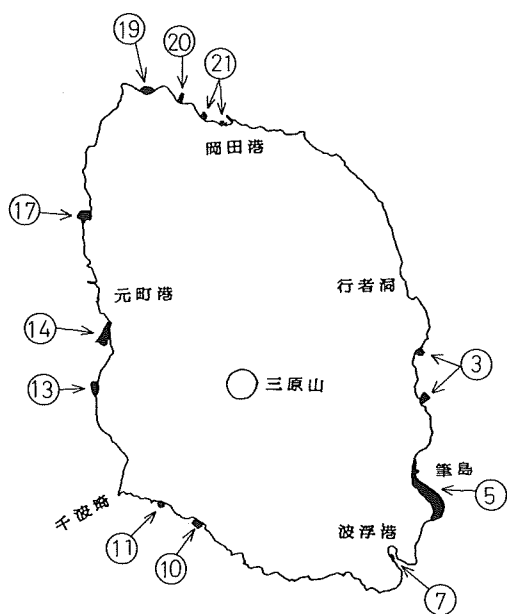


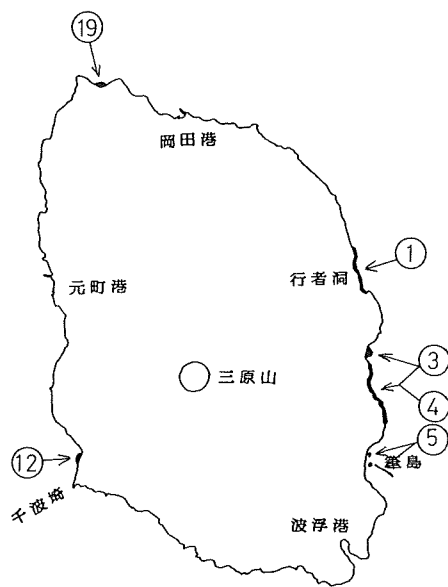
Figure 1-2 Distribution of discolored water according to every observation



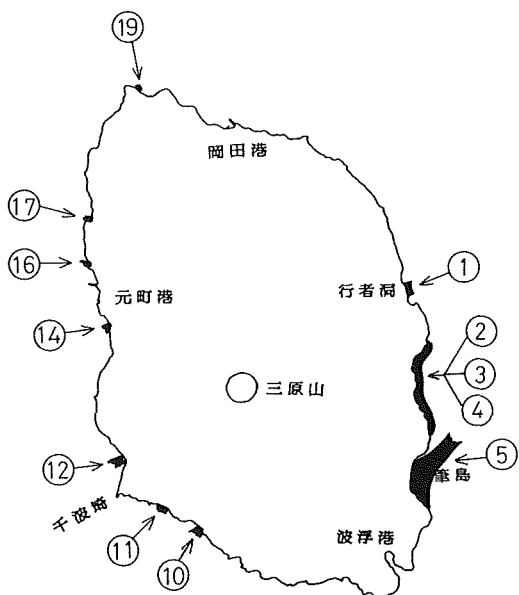
S61.11.27 (09:10 電)



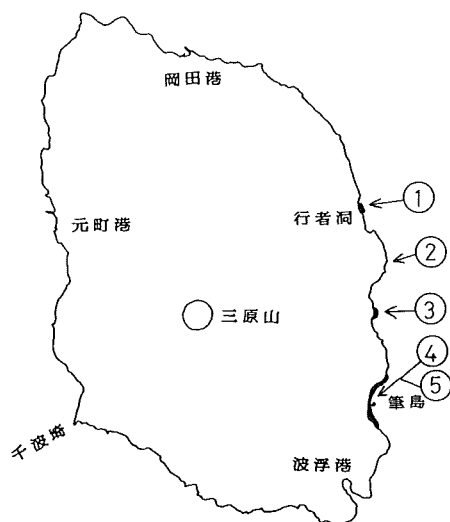
S 61.11.28 (09:35-10:35)



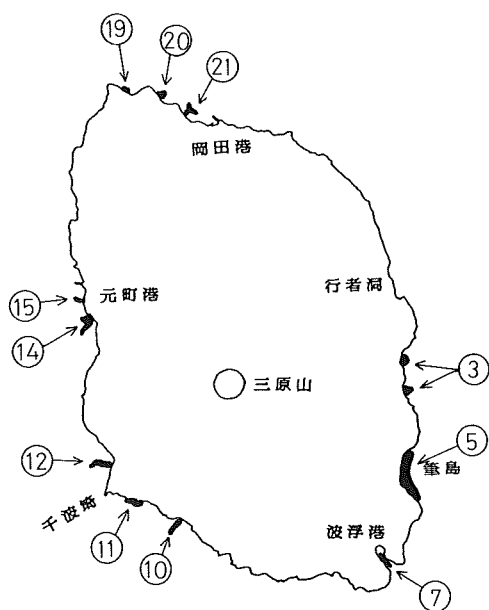
S 61.11.29 (09:15 電)



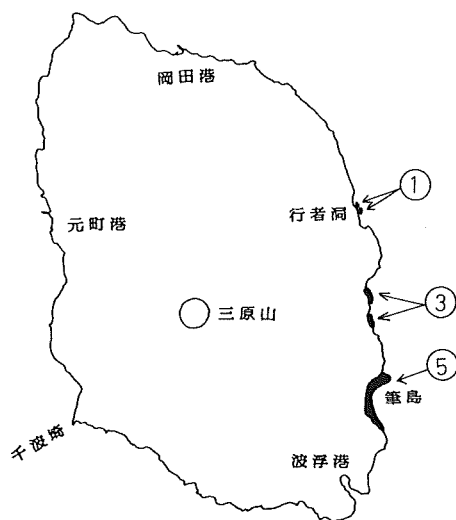
S 61.12.1 (10:20-11:10)



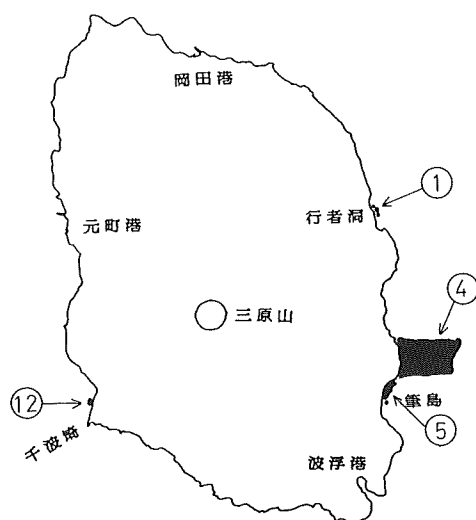
S 61.12. 2 (09:45-10:45)



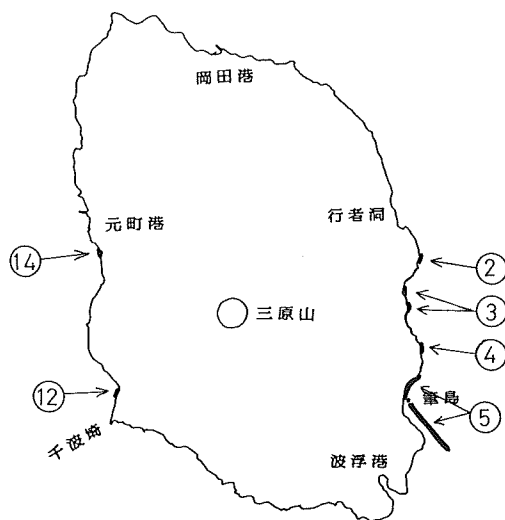
S 61.12. 2 (11:40-13:20)



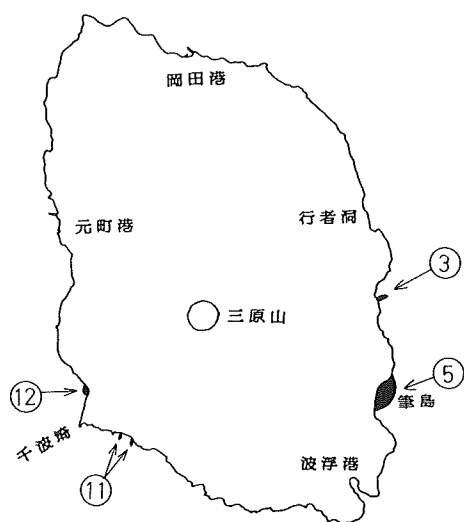
S 61.12. 2 (17:20 電)



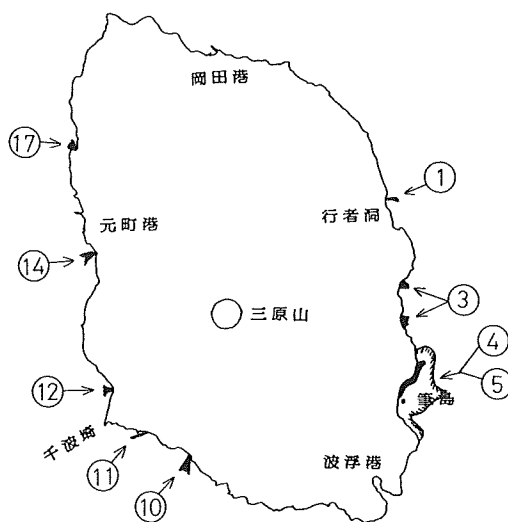
S 61.12.4 (10:10 電)



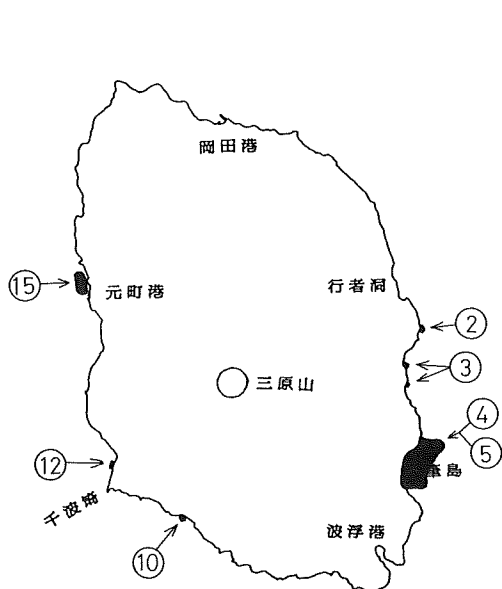
S 61.12.4 (15:25 電)



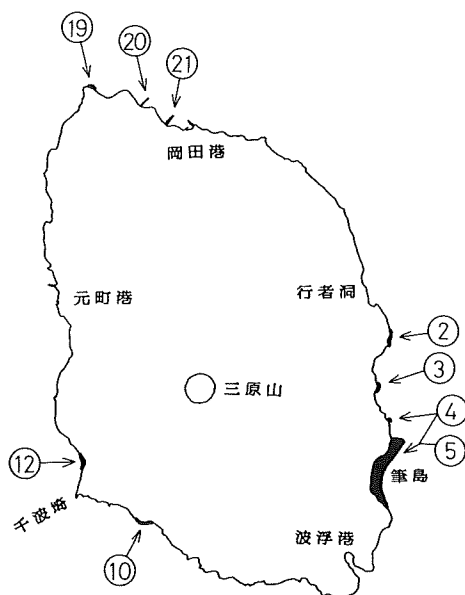
S 61.12.5 (08:00 電)



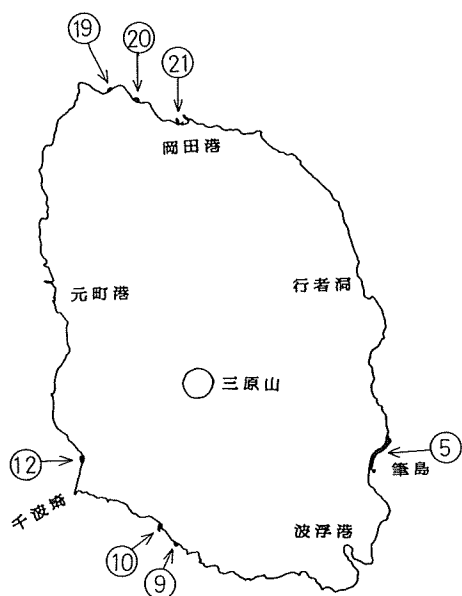
S 61.12.5 (10:30-15:05)



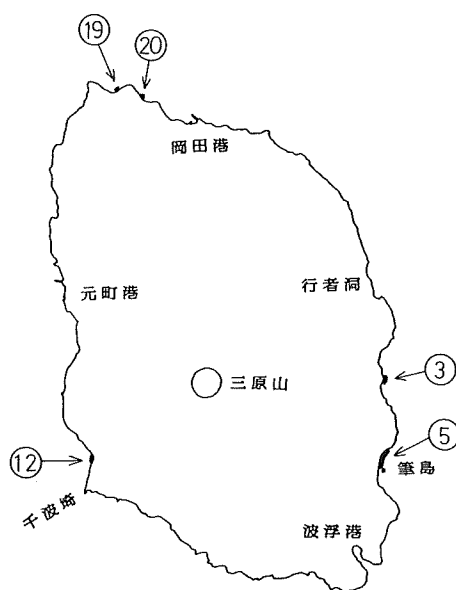
S 61.12. 5 (15:30 電)



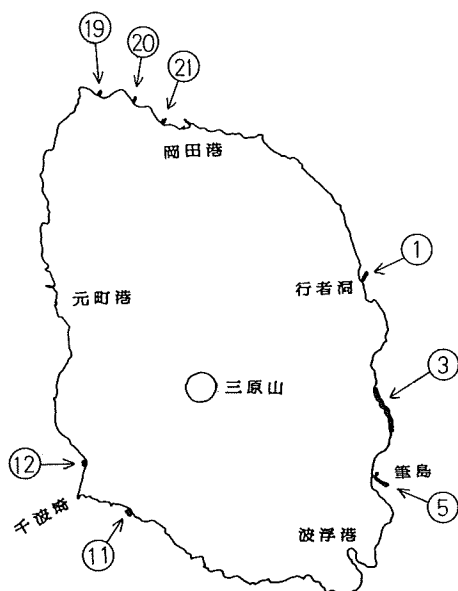
S 61.12. 6 (09:40 電)



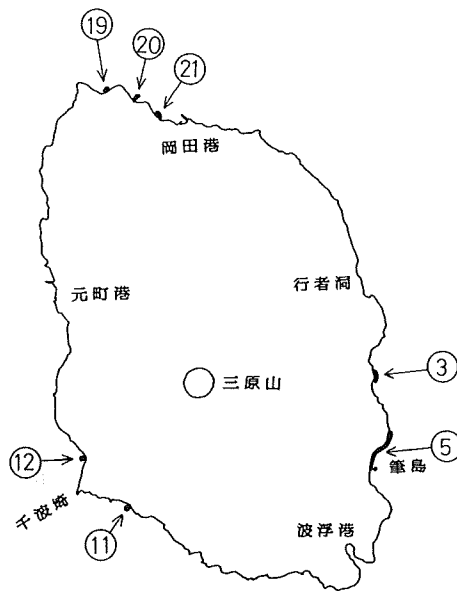
S 61.12. 7 (10:10 電)



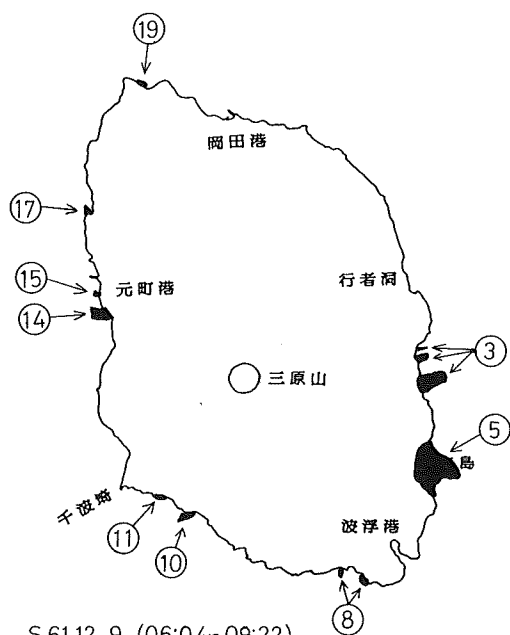
S 61.12. 7 (15:30 電)



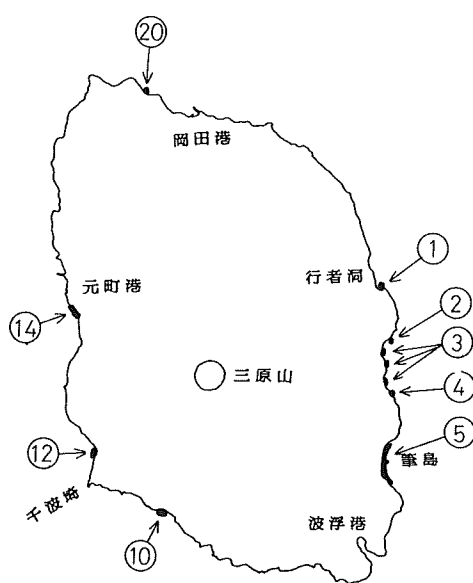
S 61.12. 8 (09:30 電)



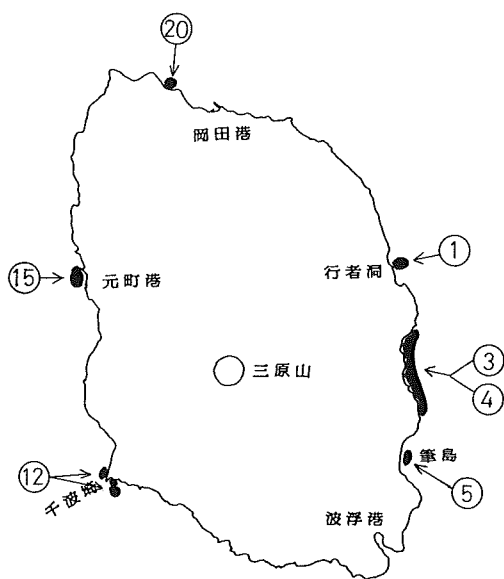
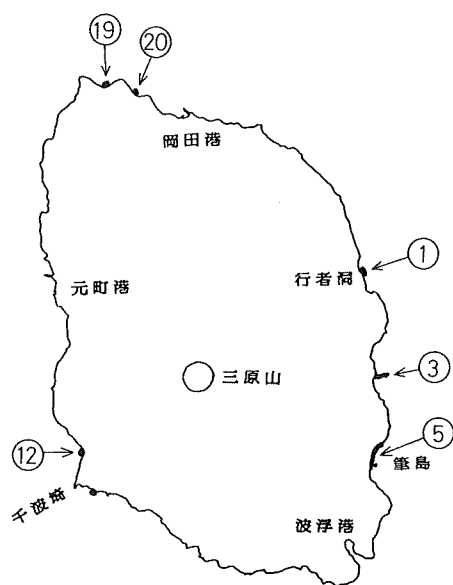
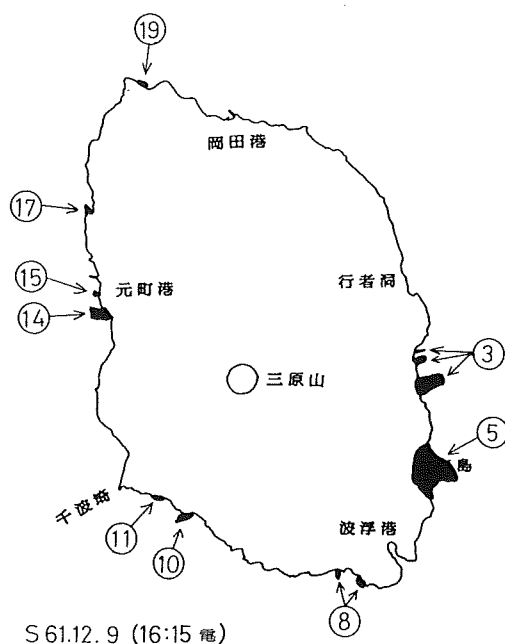
S 61.12. 8 (15:10 電)

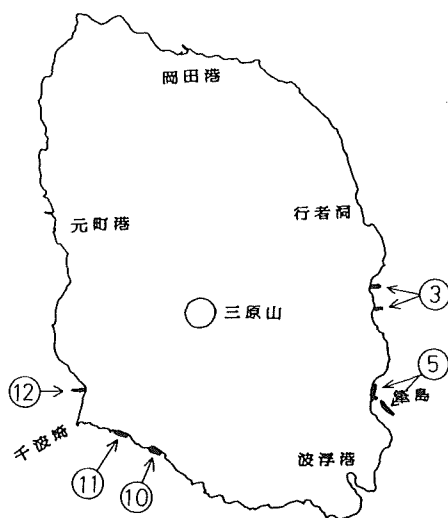


S 61.12. 9 (06:04~09:22)

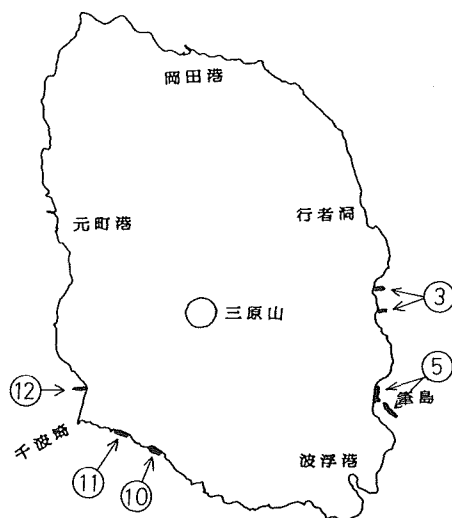


S 61.12. 9 (10:40 電)

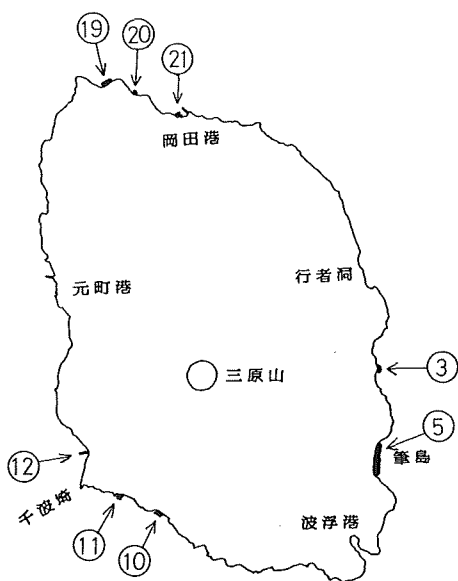




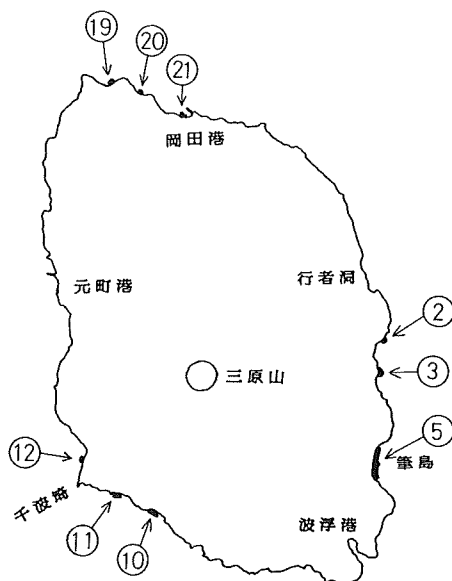
S 61.12.11 (10:45 電)



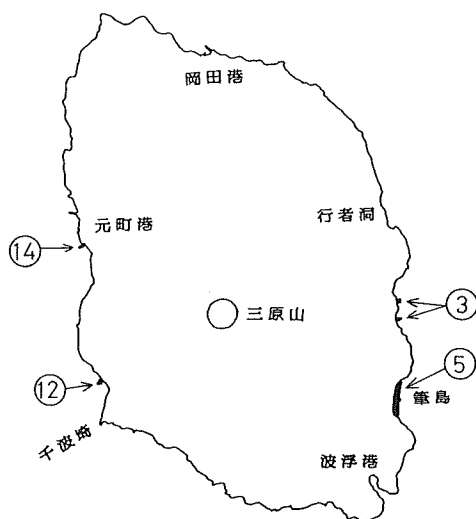
S 61.12.11 (15:55 電)



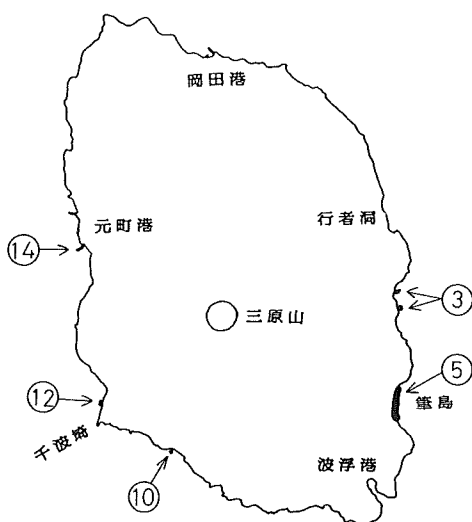
S 61.12.12 (10:05 電)



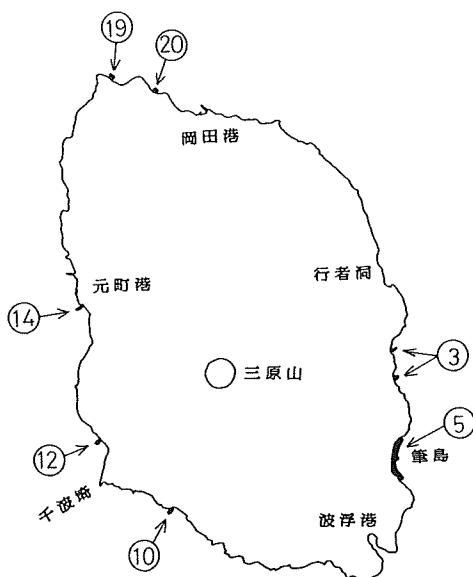
S 61.12.12 (15:20 電)



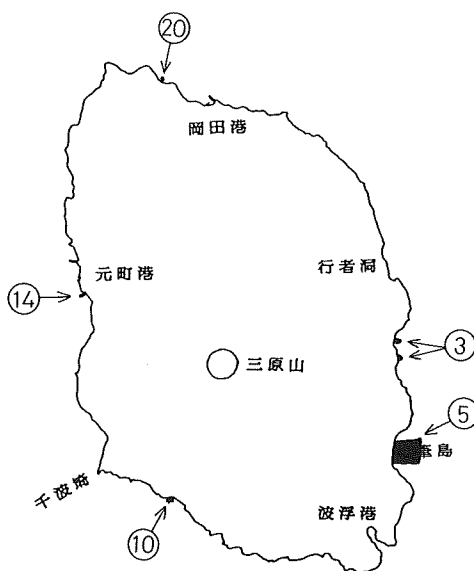
S 61.12.13 (10:45 電)



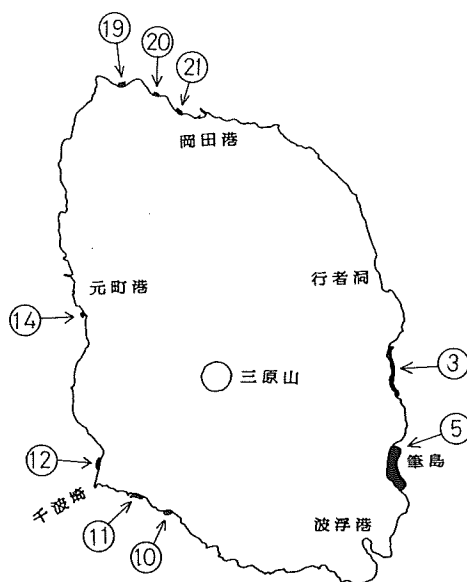
S 61.12.13 (15:20 電)



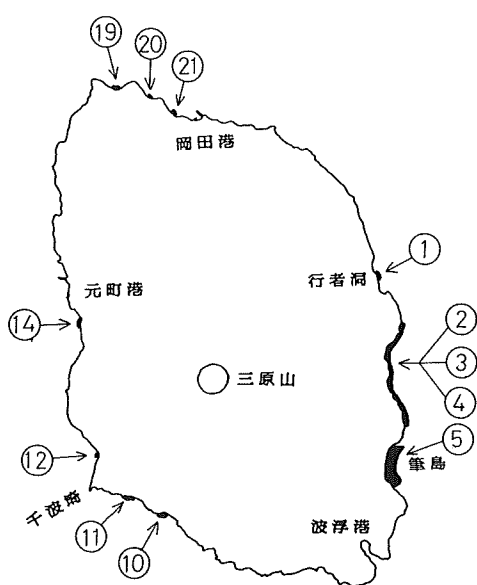
S 61.12.14 (09:40 電)



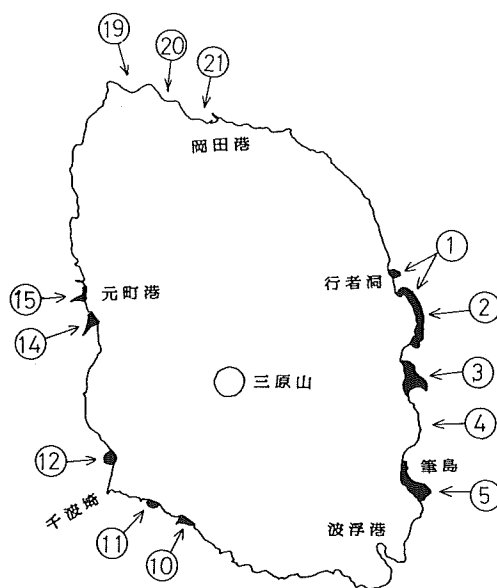
S 61.12.14 (15:10 電)



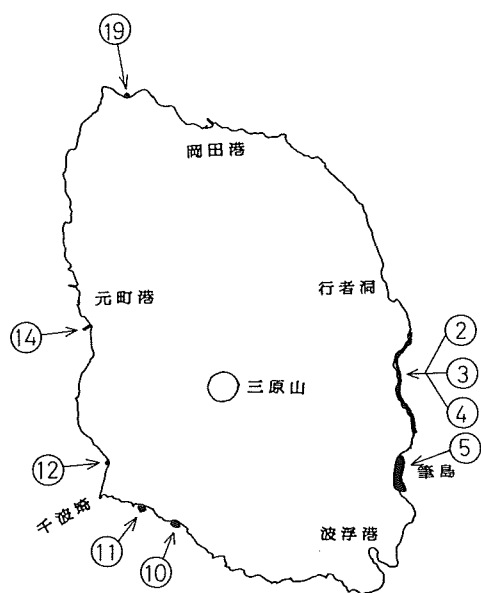
S 61.12.16 (10:40 電)



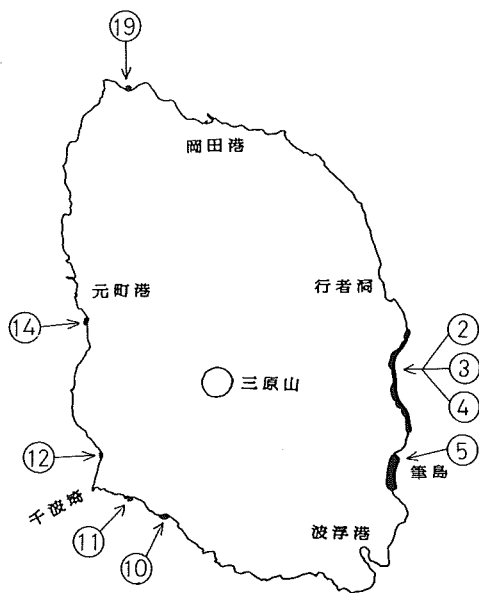
S 61.12.17 (10:45 電)



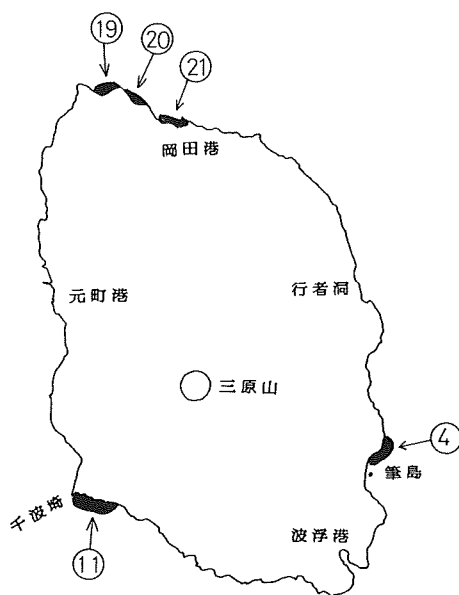
S 61.12.17 (10:34~13:25)



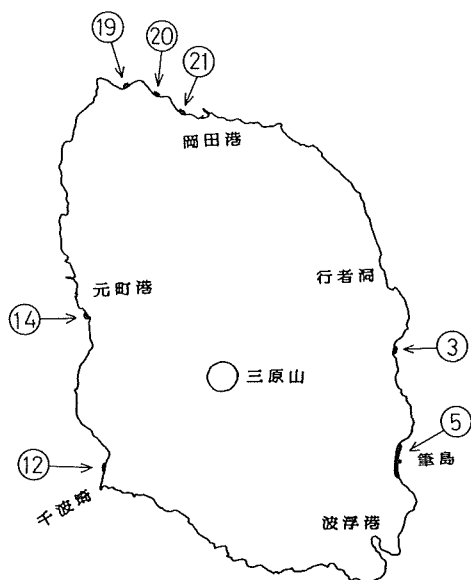
S 61.12.18 (10:10 電)



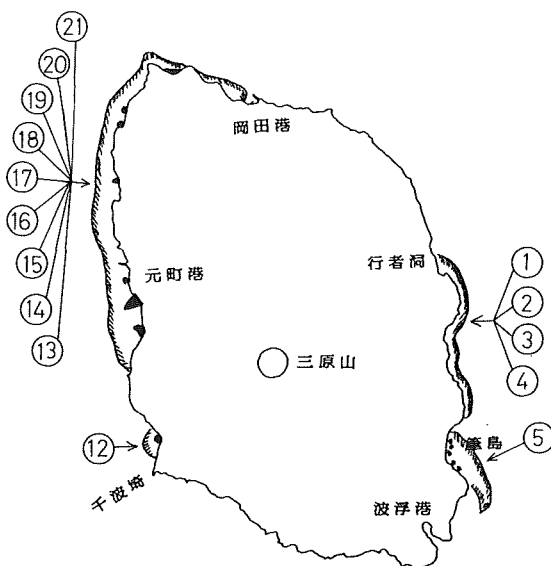
S 61.12.18 (14:30 電)



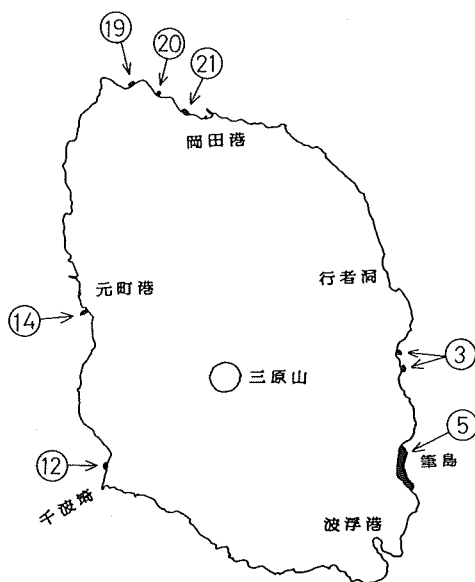
S 61.12.19 (14:35 電)



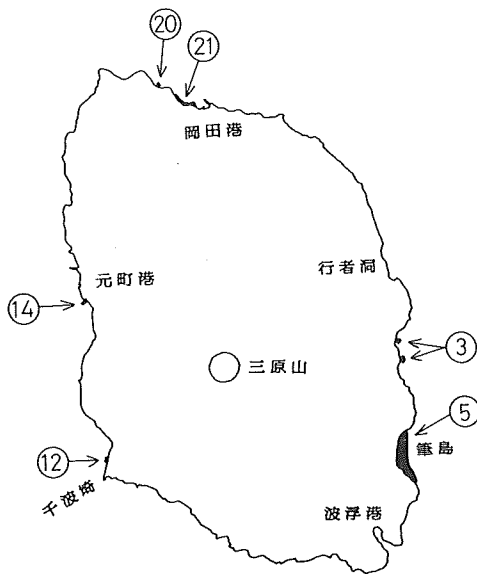
S 61.12.20 (09:45 電)



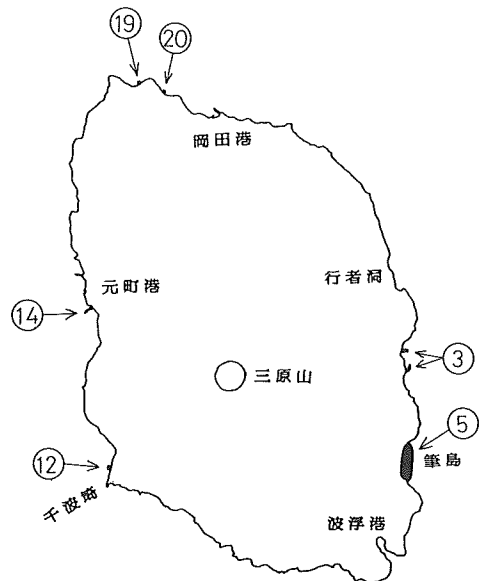
S 61.12.20 (14:09-14:27)



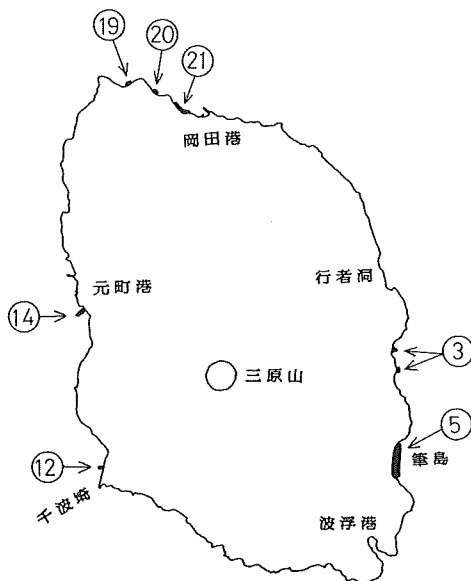
S 61.12.20 (14:55 電)



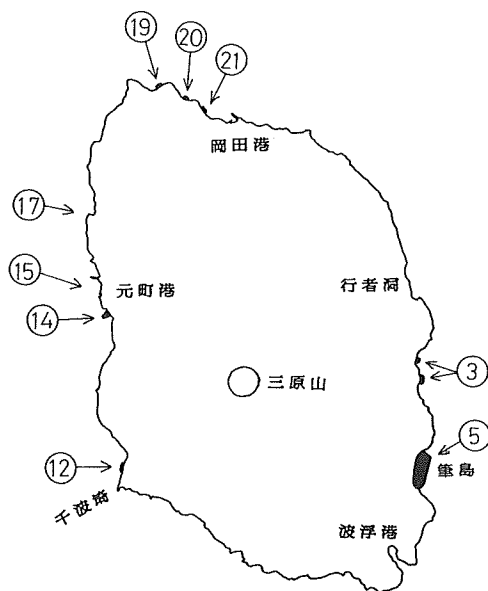
S 61.12.21 (10:35 電)



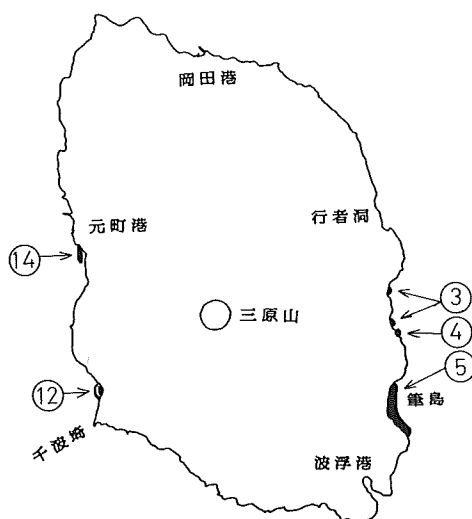
S 61.12.21 (14:50 電)



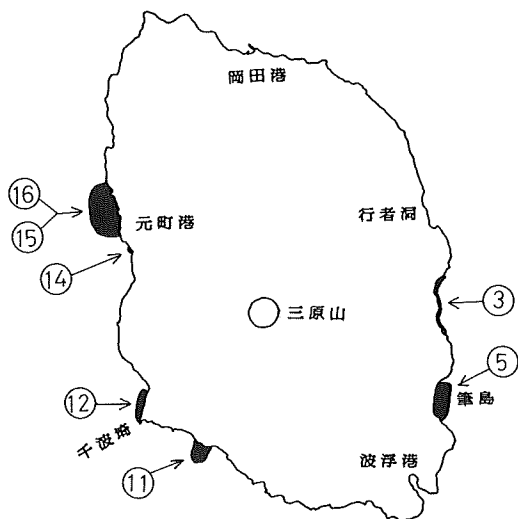
S 61.12.22 (10:55 電)



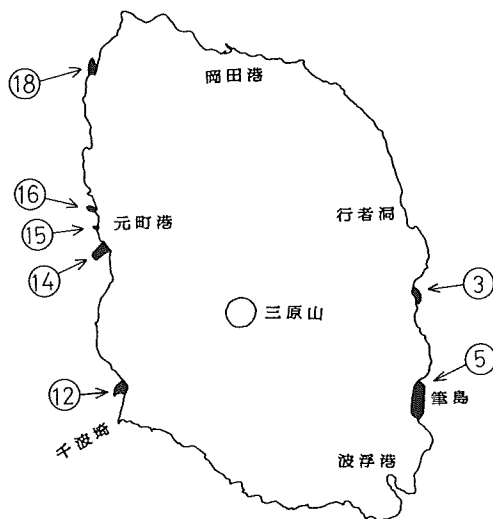
S 61.12.22 (14:30 電)



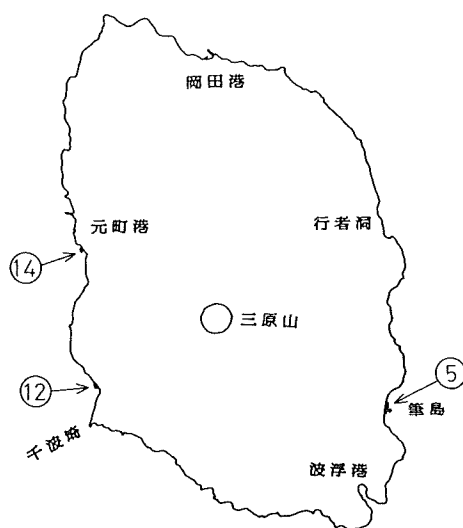
S 61.12.23 (10:15電)



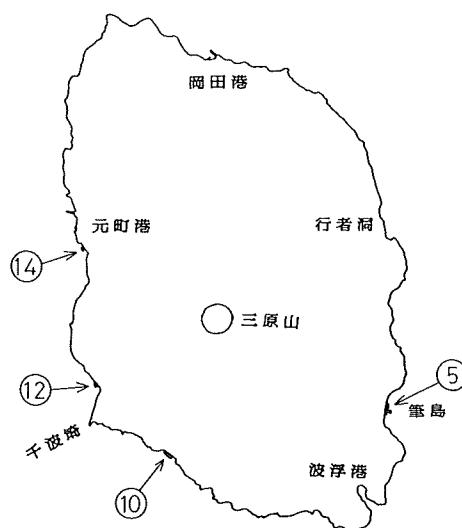
S 61.12.24 (10:45電)



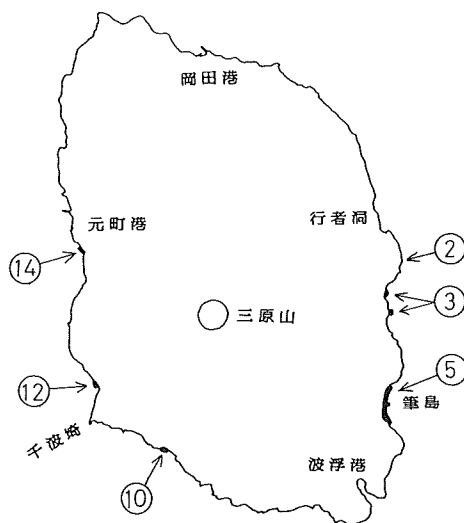
S 61.12.24 (10:43~13:42)



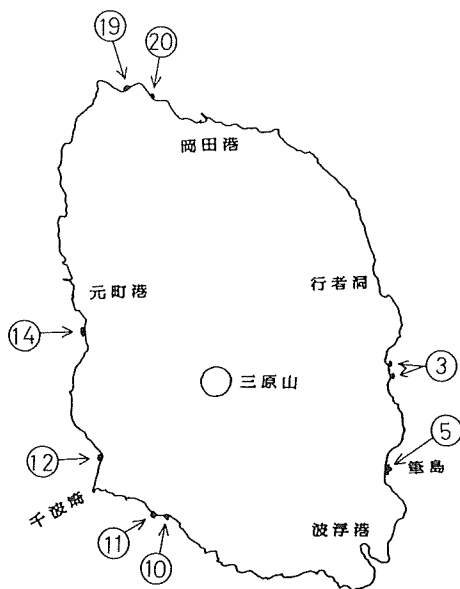
S 61.12.25 (10:45 電)



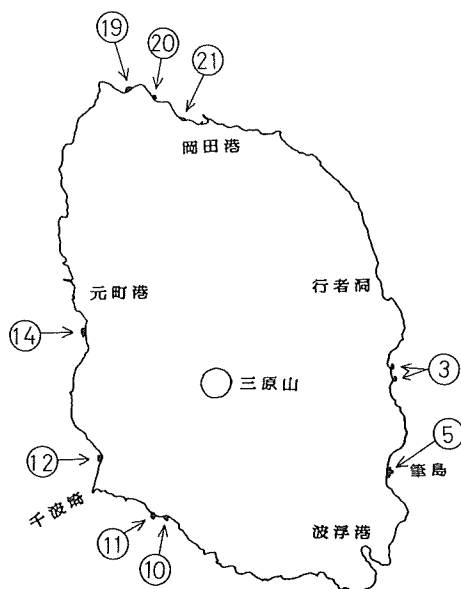
S 61.12.25 (15:55 電)



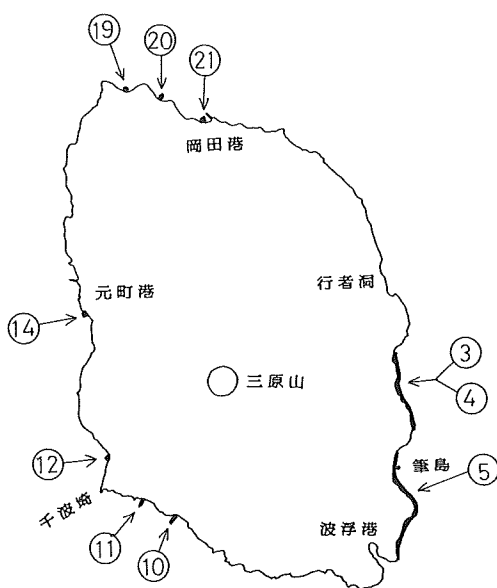
S 61.12.26 (10:20 電)



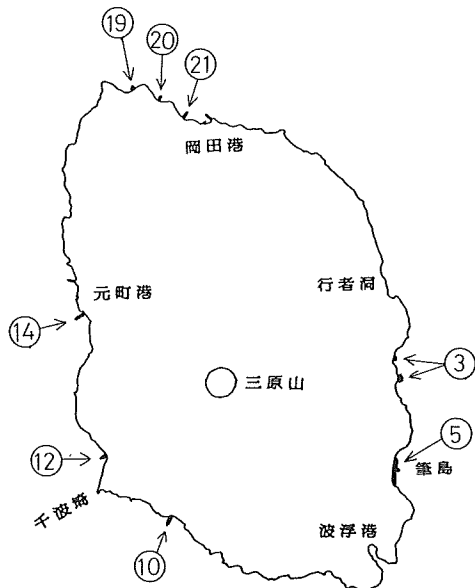
S 61.12.27 (10:10 電)



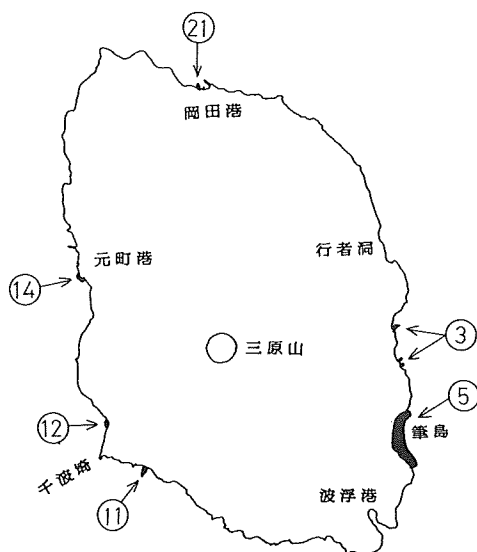
S 61.12.27 (13:40 電)



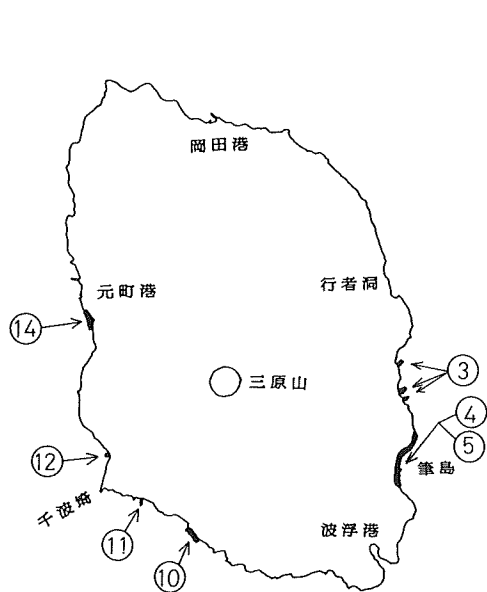
S 61.12.28 (09:30 電)



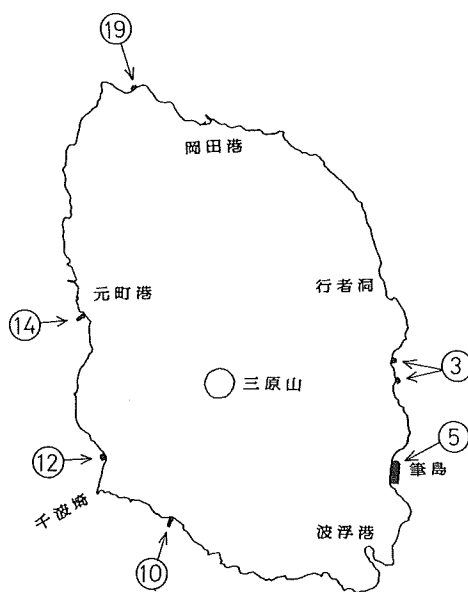
S 61.12.28 (13:50 電)



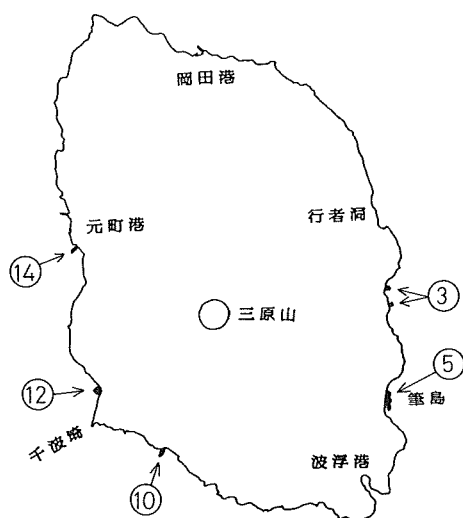
S 61.12.29 (10:00 電)



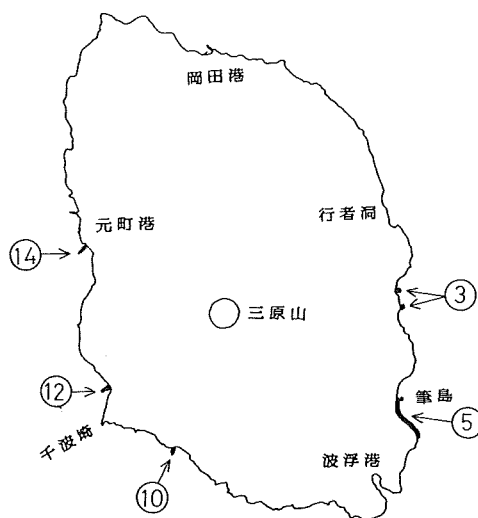
S 61.12.30 (09:55 電)



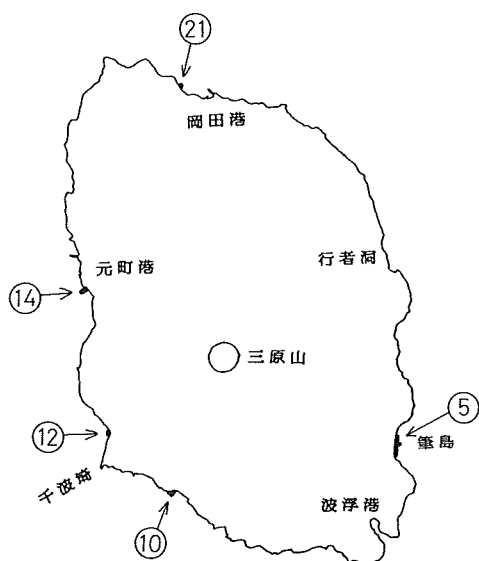
S 61.12.30 (13:45 電)



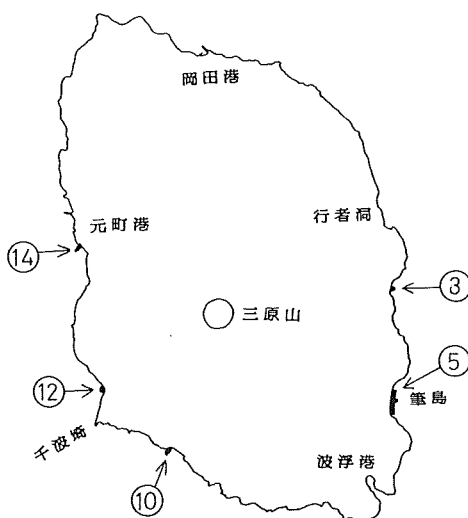
S 61.12.31 (11:00 電)



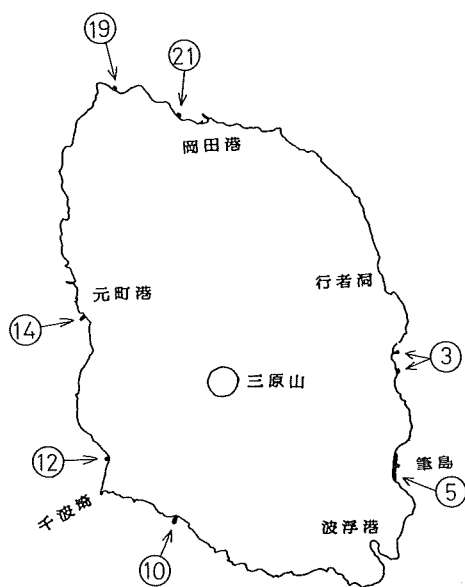
S 62.1.1 (15:15 電)



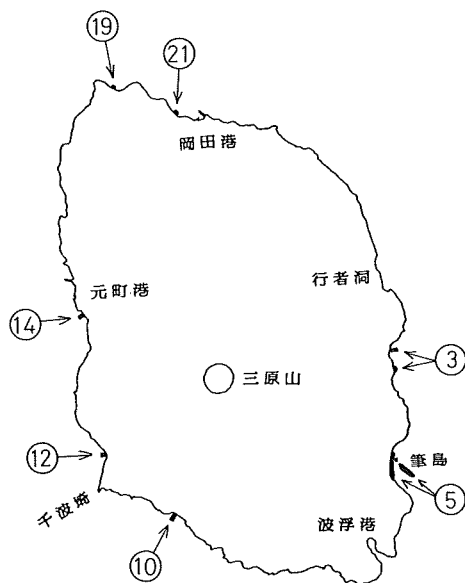
S 62.1.2 (11:00 電)



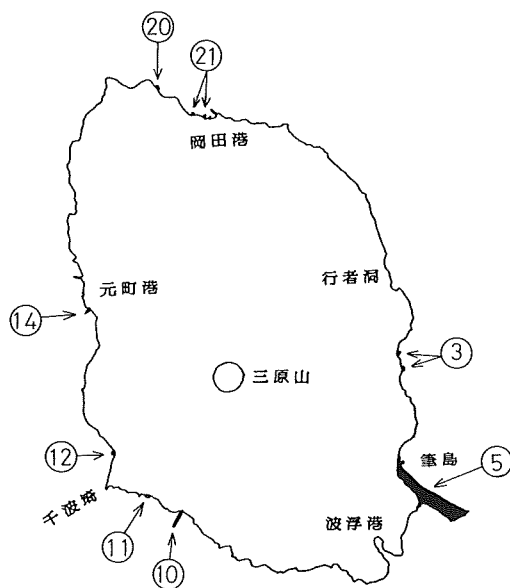
S 61.1.2 (14:30 電)



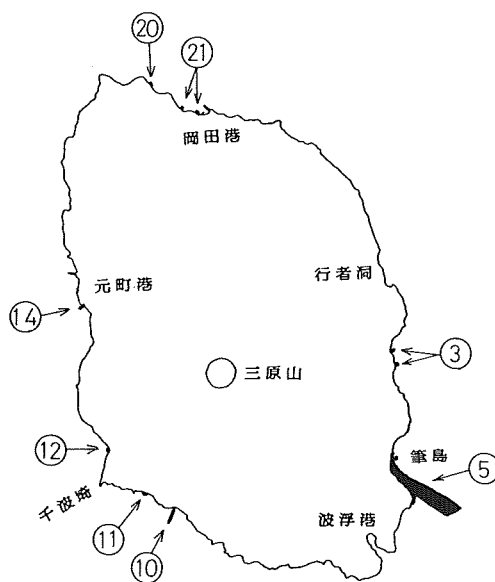
S 62.1. 4 (10:20 電)



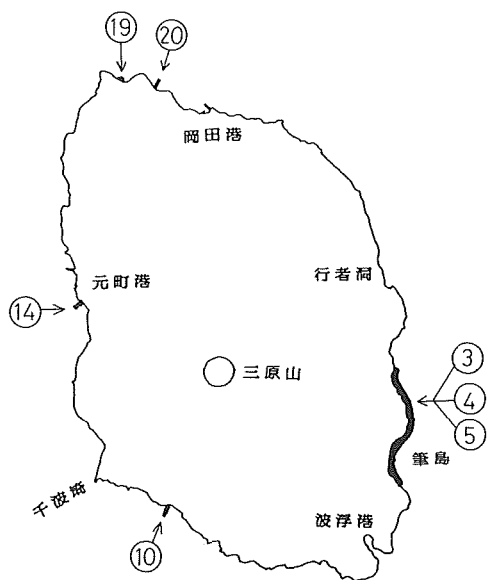
S 62.1.4 (15:25 電)



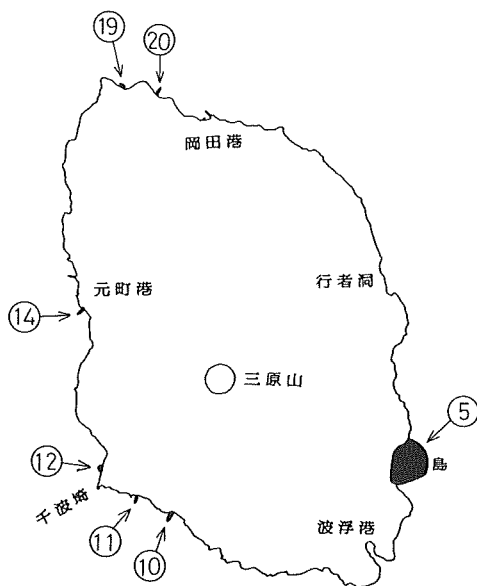
S 62.1.5 (11:00 電)



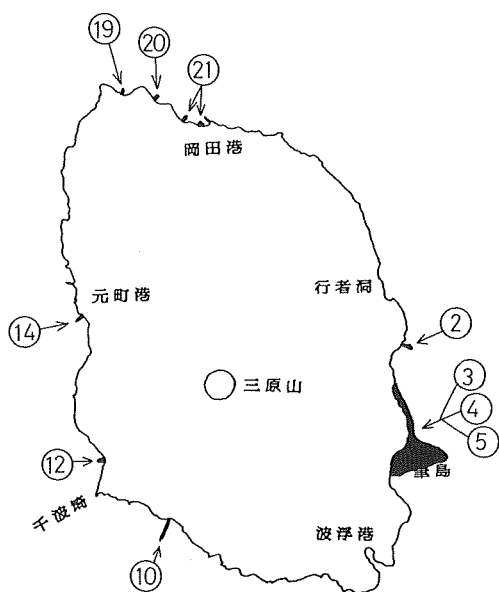
S 62.1. 5 (15:30 電)



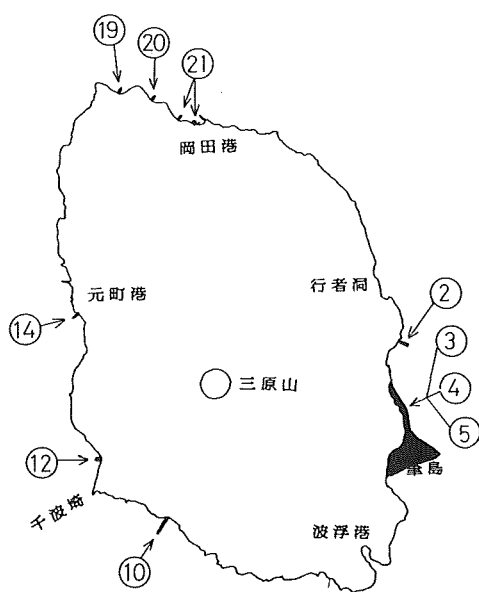
S 62.1.6 (10:55 電)



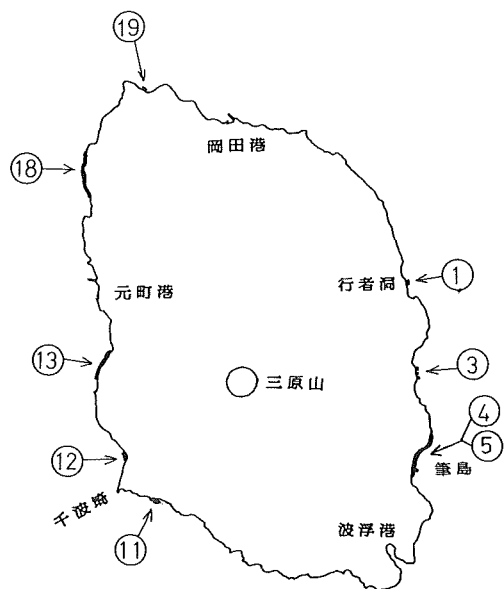
S 61.1.6 (15:30 電)



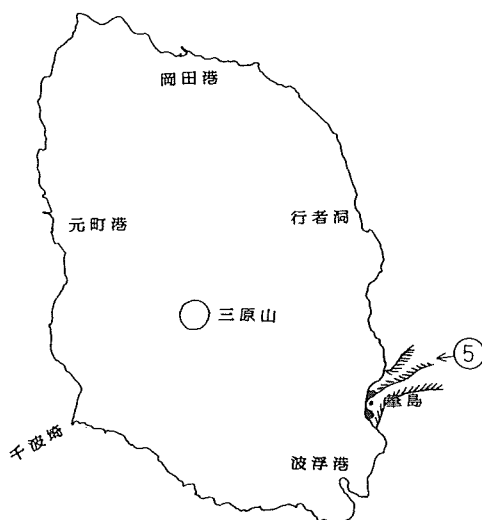
S 62.1.7 (10:55 電)



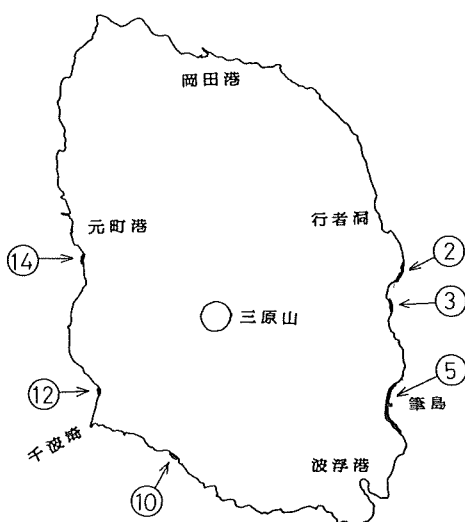
S 62.1.7 (15:55 電)



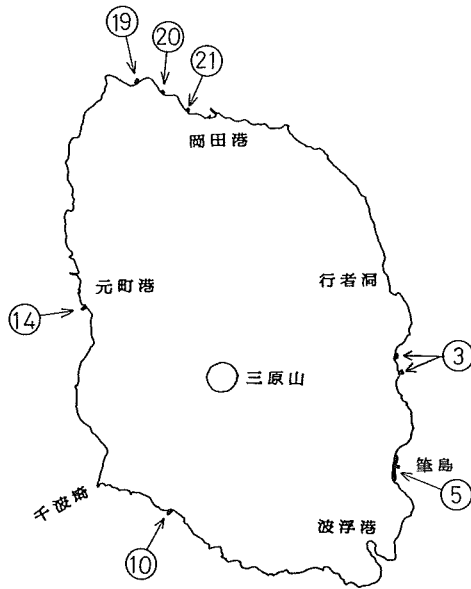
S 62.1. 8 (10:55 電)



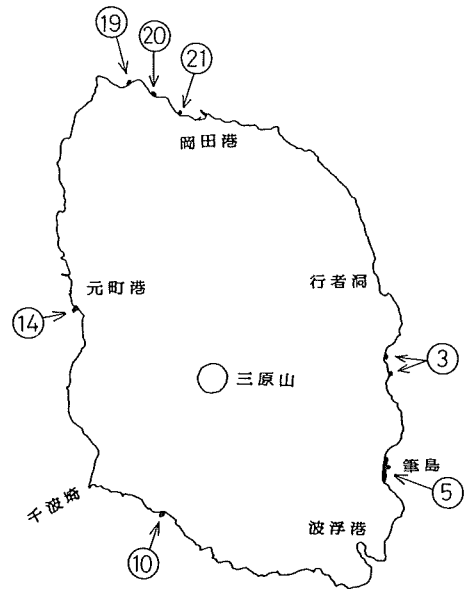
S 62.1. 8 (13:30~14:27)



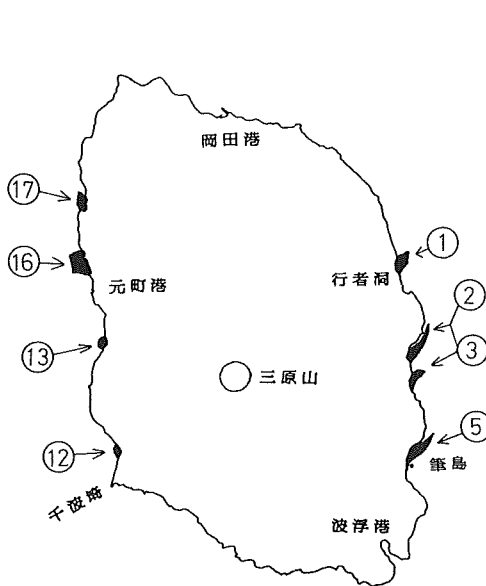
S 62.1. 9 (11:00 電)



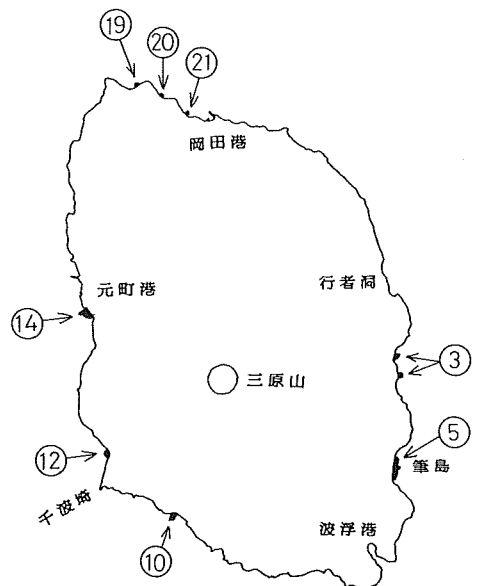
S 62.1.12 (10:30 電)



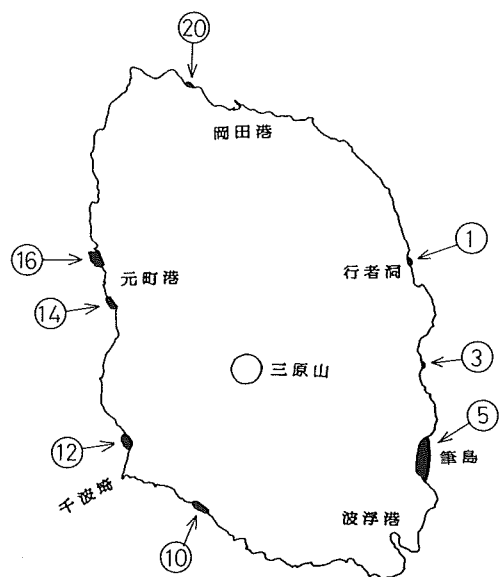
S 62.1.12 (14:30 電)



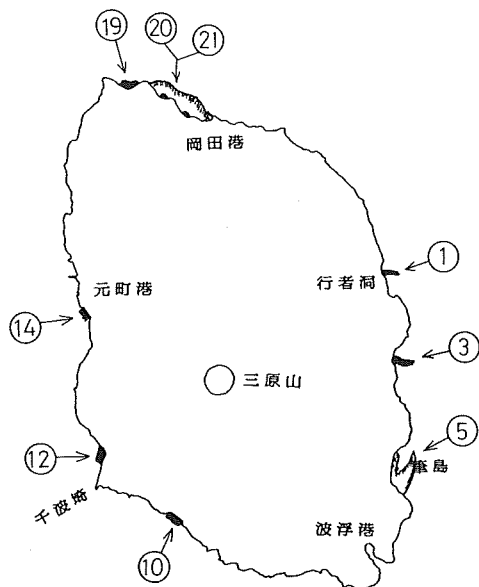
S 62.1.13 (11:03-14:21)



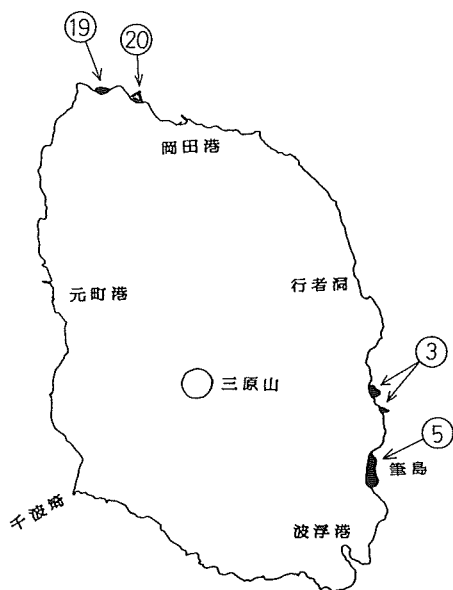
S 62.1.14 (10:30 電)



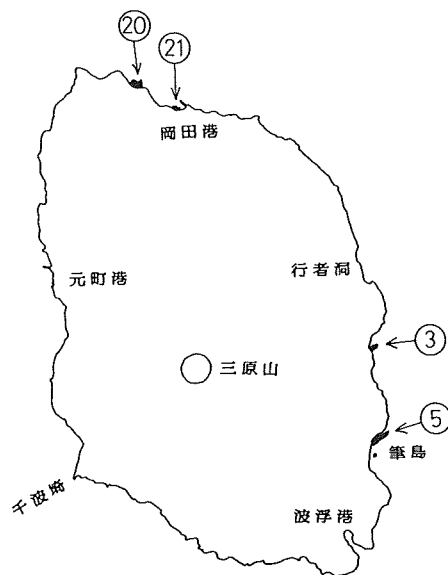
S 62.1.19 (14:15 電)



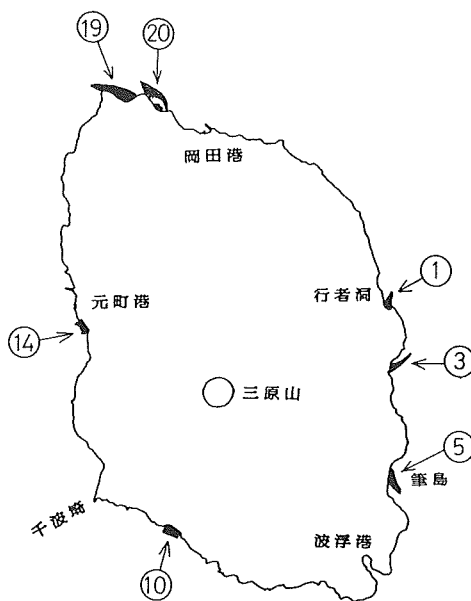
S 62.1.20 (10:55-13:15)



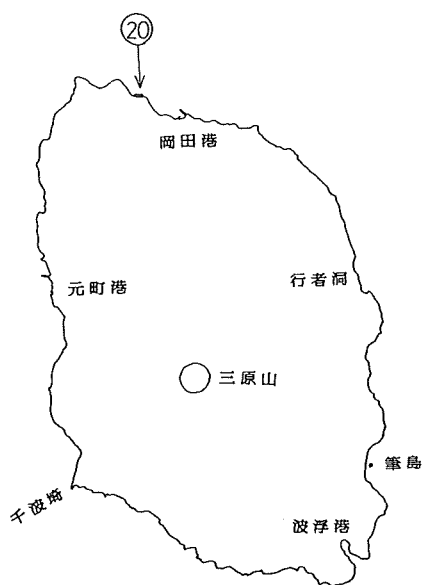
S 62.1.22 (10:52-12:02)



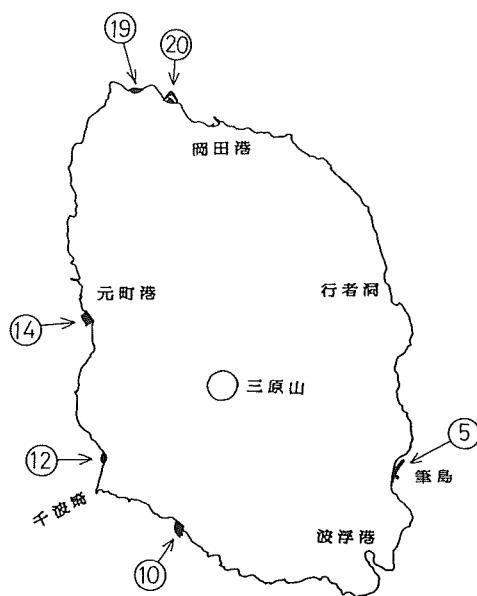
S 62.1.23 (10:45-11:42)



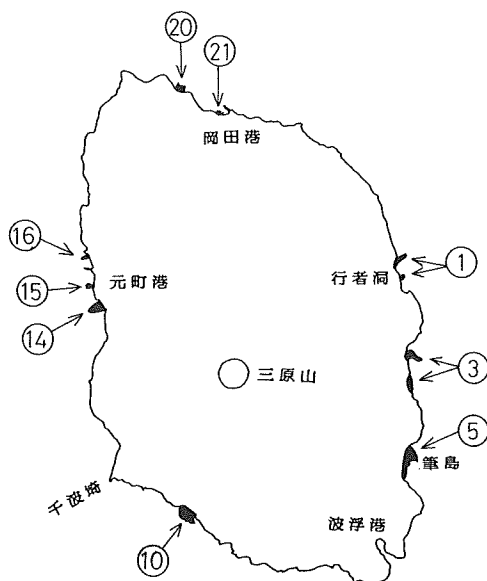
S 62.1.28 (06:15 ~ 09:23)



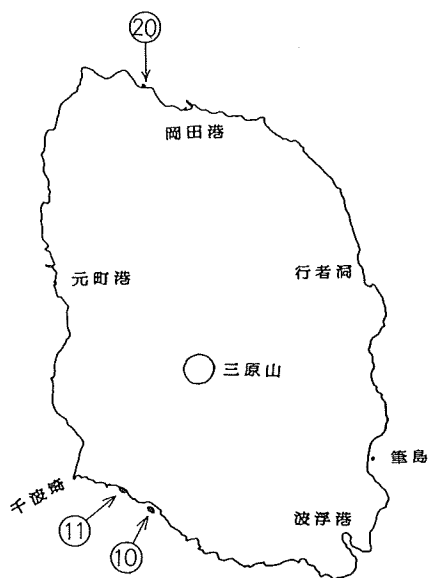
S 62.2.3 (10:15 ~ 10:35)



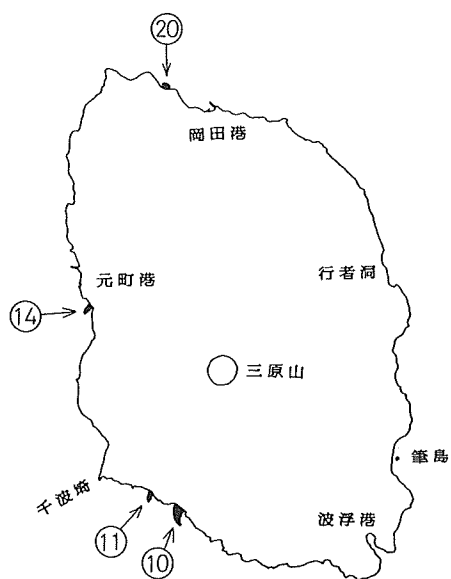
S 62.2.10 (13:10 ~ 14:02)



S 62. 3. 3 (05:46~09:00)



S 62. 3. 17 (10:40~13:10)



S 62. 3. 18 (11:15~14:25)

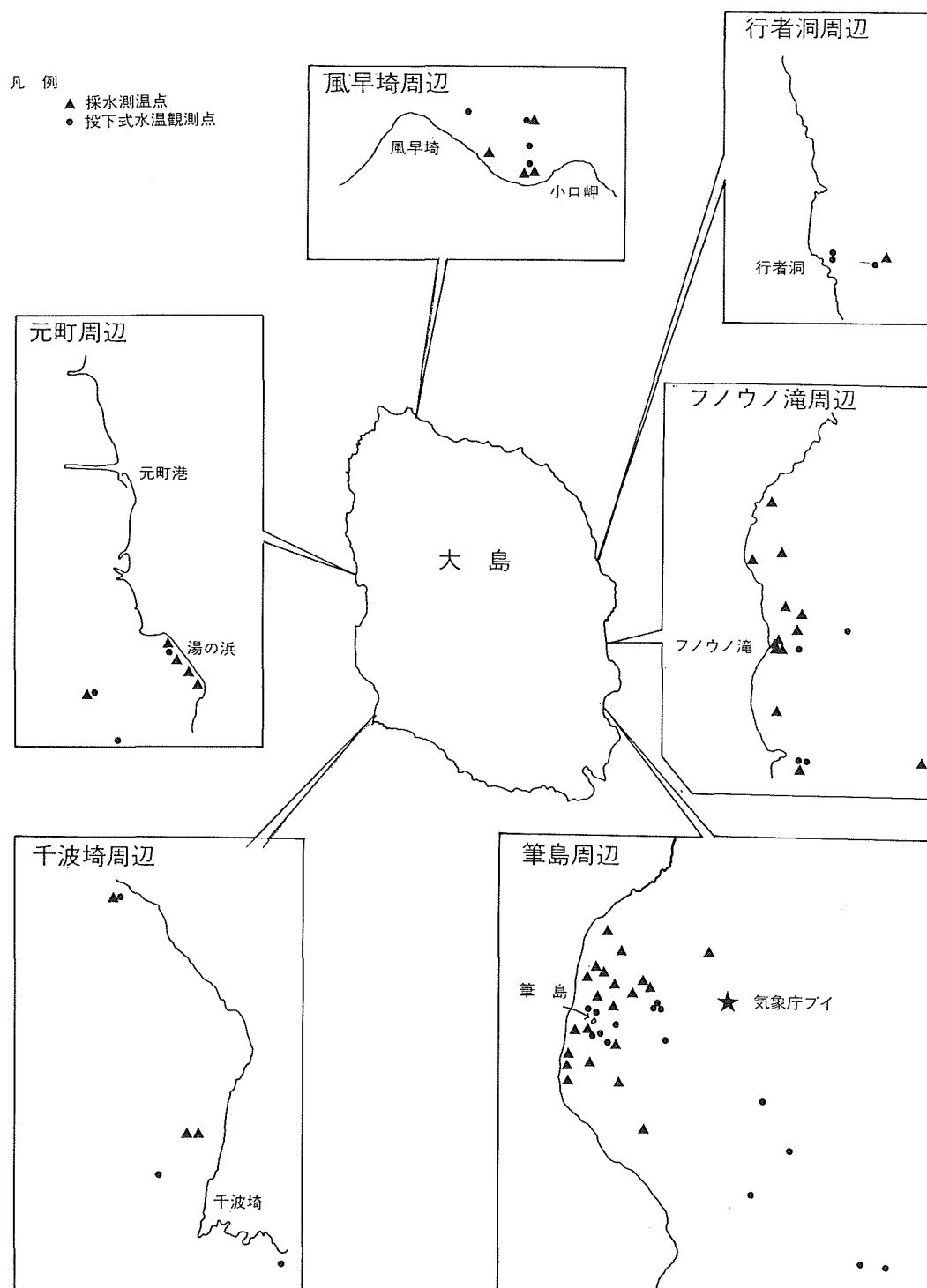


Figure 1-3 Water sampling points and temperature measurement points

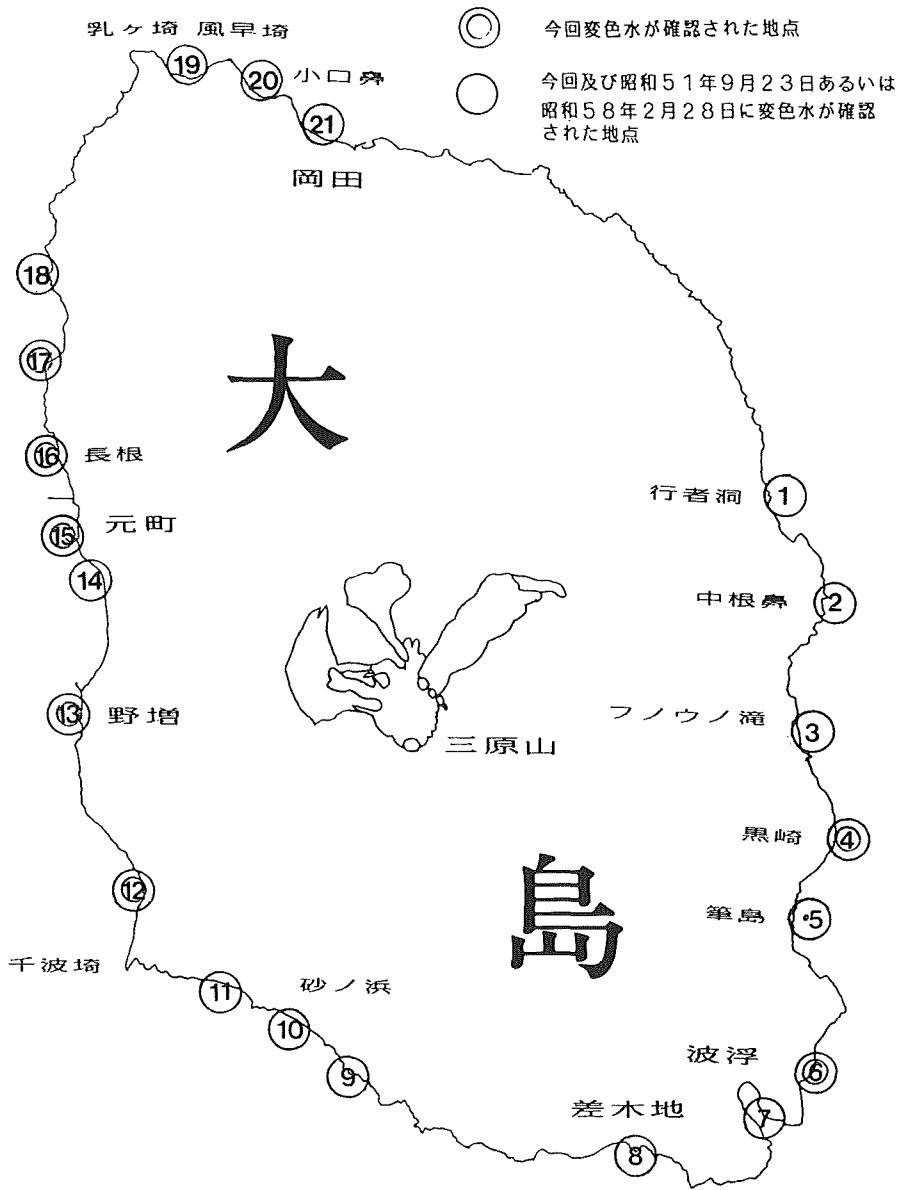


Table 1-1 Color of discolored waters around Osima

変色水の位置 調査日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51. 9. 23	変色水有	同左	同左				変色水有		変色水有	同左	同左	
58. 2. 28					変色水有			変色水有		変色水有		
61.11.22		茶褐色(薄)	茶褐色(薄)		茶褐色	同左				変色水有	同左	
11.25	茶色(薄)		茶色(薄)		赤褐色	褐色(薄)				変色水有	同左	茶褐色(薄)
11.27	緑色(薄)		茶色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)		茶系緑色
11.28			黄褐色		茶褐・黄褐色		褐色(薄)			黄褐色	同左	
11.29	緑色(薄)		茶色	茶色(薄)	赤茶・薄茶色							緑色(薄)
12. 1	茶褐色(薄)	茶褐・黄褐色	同左	同左	赤褐・黄褐色(濃)					青白色(薄)	同左	黄褐色
12. 2 (午前)	褐色(薄)	同左	黄褐色	褐色(薄)	赤褐・黄褐色(濃)		黄緑色(薄)			黄色(薄)	乳白色(濃)	黄褐色(濃)
" (午後)	乳白色		褐色		褐色							
12. 4 (午前)	褐色			褐色(薄)	褐色							褐色(薄)
" (午後)		褐色	同左	同左	同左							褐色
12. 5 (午前)			茶色(薄)		茶色						緑色(薄)	同左
" (午後)	乳白色	褐色(薄)	茶褐色	赤褐・茶褐色	同左					青白色	青白色(薄)	茶褐色
12. 6		緑色(薄)	茶色(薄)	茶色	同左					茶色(薄)		茶色(薄)
12. 7 (午前)					薄緑・茶色				緑色(薄)	同左		緑色(薄)
" (午後)			茶色(薄)		緑・茶色(薄)							緑・茶色(薄)
12. 8 (午前)	緑色(薄)		緑色(薄)		緑・茶色(薄)						緑色(薄)	同左
" (午後)			緑色(薄)		緑・茶色(薄)						緑色(薄)	同左
12. 9 (午前)	褐色(薄)	同左	茶褐色	褐色(薄)	茶褐・黄褐色			黄褐色(薄)		青白色	青白色	
" (午後)			茶褐色		茶褐・黄褐色			黄褐色(薄)		青白色	青白色	

変色水の位置 調査日	13	14	15	16	17	18	19	20	21	備 考
51.9.23		変色水有				変色水有	同左	同左	同左	*
58.2.28		変色水有					変色水有	同左	同左	**
61.11.22		変色水有	同左							***
11.25		黒褐色(薄)			変色水有	同左	同左			
11.27		茶色(薄)					茶系緑色(薄)	同左	茶及び薄緑	
11.28	青白色	黄色			黄褐色		薄黄褐・黄色	同左	青白色	
11.29							緑色(薄)			
12.1		茶褐・黄褐色		茶褐色	乳白色(薄)		乳白色			
12.2(午前)		黄褐色(薄)	茶褐色(薄)				黄褐色	同左	同左	
〃(午後)										
12.4(午前)										
〃(午後)		褐色								
12.5(午前)										
〃(午後)		茶褐色	褐色(薄)		茶褐色					
12.6							緑色(薄)	同左	同左	
12.7(午前)							緑色(薄)	同左	同左	
〃(午後)							緑色(薄)	同左		
12.8(午前)							緑色(薄)	同左	同左	
〃(午後)							緑色(薄)	同左	同左	
12.9(午前)		黄緑色(薄)	黄緑色(薄)		黄褐色(薄)		変色水有	褐色(薄)		
〃(午後)		黄緑色(薄)	黄緑色(薄)		黄褐色(薄)					

*国土地理院撮影の空中写真による。 **海上保安庁撮影の空中写真による。 ***海上保安庁の調査及び朝日航洋館撮影の空中写真による

変色水の位置 調査日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61.12.10(午前)	緑色(薄)		茶色(薄)		茶色						緑色(薄)	緑色(薄)
〃 (午後)	褐色(薄)		褐色(薄)	褐色(薄)	褐色(薄)							褐色(薄)
12.11(午前)			茶・緑色(薄)		茶・緑色(薄)					緑色(薄)	同左	同左
〃 (午後)			茶・緑色(薄)		茶・緑色(薄)					緑色(薄)	同左	同左
12.12(午前)			茶色(薄)		緑色(薄)					緑色(薄)	同左	同左
〃 (午後)		緑色(薄)	同左		茶・緑色(薄)					緑色(薄)	同左	同左
12.13(午前)			褐色(薄)		褐色							褐色(薄)
〃 (午後)			緑色(薄)		茶・緑色(薄)					緑色(薄)		緑色(薄)
12.14(午前)			褐色(薄)		褐色					褐色(薄)		褐色(薄)
〃 (午後)			茶色(薄)		緑・茶色(薄)					緑色(薄)		
12.16(午前)			茶(薄)・一部緑(薄)		茶(薄)・一部緑(薄)					緑色(薄)	同左	茶(薄)・一部緑(薄)
12.17(午前)	褐色(薄)	同左	同左	同左	褐色					褐色(薄)	同左	同左
〃 (午後)	褐色(薄)	同左	同左	同左	赤褐・茶褐色					青白色(薄)	同左	青緑色
12.18(午前)		褐色(薄)	同左	同左	褐色・緑色(薄)					青色(薄)	同左	緑色(薄)
〃 (午後)		褐色(薄)	同左	同左	褐色・緑色(薄)					青色(薄)	同左	緑色(薄)
12.19(午後)				褐色							褐色(薄)	
12.20(午前)			茶色(薄)		茶(薄)・一部緑(薄)							茶色(薄)
〃 (午後)	青緑色(薄)	同左	茶色(薄)	青緑色(薄)	赤褐・黄褐・黄緑色(薄)							茶褐・黄緑色(薄)
12.21(午前)			茶色(薄)		茶色(薄)							茶色(薄)
〃 (午後)			茶色(薄)		茶(薄)・一部緑(薄)							茶色(薄)

変色水の位置 調査日	13	14	15	16	17	18	19	20	21	備 考
61.12.10(午前)							緑色(薄)	緑色(薄)		
〃 (午後)			褐色(薄)					褐色(薄)		
12.11(午前)										
〃 (午後)										
12.12(午前)							緑色(薄)	同左	同左	
〃 (午後)							緑色(薄)	同左	同左	
12.13(午前)		褐色(薄)								
〃 (午後)		茶色(薄)								
12.14(午前)		褐色(薄)					褐色(薄)	同左		
〃 (午後)		緑・茶色(薄)						緑色(薄)		
12.16(午前)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左	緑(薄)・一部茶(薄)	
12.17(午前)		褐色(薄)					褐色(薄)	同左	同左	
〃 (午後)		茶褐色	褐色(薄)				褐色(薄)	同左	同左	羽田基地、へり巡の2機
12.18(午前)		褐色(薄)					褐色(薄)			
〃 (午後)		褐色(薄)					褐色(薄)			
12.19(午後)							褐色(薄)	白濁緑色	同左	筆島付近荒天の為未調査
12.20(午前)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左	同左	
〃 (午後)	茶褐・黄緑色(薄)	茶褐・黄緑色(薄)	茶褐・黄緑色(薄)	黄緑色(薄)	茶褐・黄緑色(薄)	黄緑色(薄)	褐色・青緑色	青緑色	同左	羽田基地、へり巡の2機
12.21(午前)		茶色(薄)						緑色(薄)	同左	
〃 (午後)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左		

変色水の位置 調査日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61.12.22(午前)			茶色(薄)		茶色(薄)							茶色(薄)
" (午後)			茶色(薄)		茶色(薄)							茶色(薄)
12.23(午前)			褐色(薄)	同左	褐色							褐色(薄)・青色(薄)
12.24(午前)			茶色(薄)		赤褐色						緑色(薄)?	茶色
" (午後)			黄褐色(薄)		赤褐・黄褐・黄緑色(薄)							茶褐色
12.25(午前)					茶色(薄)							茶色(薄)
" (午後)					茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
12.26(午前)		茶色(薄)	茶色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
12.27(午前)			茶色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左	茶色(薄)
" (午後)			茶色(薄)		茶色(薄)					褐色(薄)	同左	茶色(薄)
12.28(午前)			褐色(薄)	同左	褐色・他緑色(薄)					青色(薄)	同左	褐色(薄)
" (午後)			茶色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
12.29(午前)			褐色(薄)		褐色・他緑色(薄)						青色(薄)	褐色(薄)
12.30(午後)			茶色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
12.31(午前)			茶色(薄)		緑色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
62.1.1(午後)			茶色(薄)		緑色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
1.2(午前)					茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
" (午後)			茶色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
1.4(午前)			緑色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
" (午後)			茶色(薄)・緑色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
1.5(午前)			緑色(薄)		茶色・緑色(薄)					緑色(薄)	同左	同左
" (午後)			緑色(薄)		茶色・緑色(薄)					緑色(薄)	同左	同左

変色水の位置 調査日	13	14	15	16	17	18	19	20	21	備 考
61.12.22(午前)		茶色(薄)					茶色(薄)	茶色(薄)	茶色(薄)	
〃 (午後)		茶色(薄)	茶色(薄)		茶色(薄)		茶色(薄)	緑色(薄)	茶色(薄)	
12.23(午前)		褐色(薄)								
12.24(午前)		茶色(濃)	茶色(薄)	同左						
〃 (午後)		黄褐色(薄)	茶褐色	乳白色		黄緑色(薄)				
12.25(午前)		茶色(薄)								
〃 (午後)		茶色(薄)								
12.26(午前)		茶色(薄)								
12.27(午前)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左		
〃 (午後)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左	同左	
12.28(午前)		褐色(薄)					褐色(薄)	同左	緑色(薄)	
〃 (午後)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左	同左	
12.29(午前)		褐色(薄)							褐色(薄)	
12.30(午後)		茶色(薄)					緑色(薄)			
12.31(午前)		茶色(薄)								
62.1.1(午後)		茶色(薄)								
1.2(午前)		茶色(薄)							緑色	
〃 (午後)		茶色(薄)								
1.4(午前)		茶色(薄)					緑色(薄)		緑色(薄)	
〃 (午後)		茶色(薄)					緑色(薄)		緑色(薄)	
1.5(午前)		茶色(薄)						緑色(薄)	同左	
〃 (午後)		茶色(薄)						緑色(薄)	同左	

変色水の位置 調査日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
62.1.6(午前)			緑色(薄)	同左	同左					緑色(薄)		
"(午後)					茶色(薄)					緑色(薄)	茶色(薄)	同左
1.7(午前)		茶色	緑色(薄)	同左	茶色・他緑色(薄)					緑色(薄)		緑色(薄)
"(午後)		茶色	緑色(薄)	同左	茶色・他緑色(薄)					緑色(薄)		緑色(薄)
1.8(午前)	緑色(薄)		茶色(薄)	茶色	同左						緑色(薄)	同左
"(午後)					茶褐・黄緑(薄)・黄褐(濃)							
1.9(午前)		緑色(薄)	同左		緑色(薄)					緑色(薄)		緑色(薄)
1.12(午前)			茶色(薄)		茶色(薄)					茶色(薄)		
"(午後)			茶色(薄)		茶色(薄)					茶色(薄)		
1.13	黄褐色(薄)	茶褐色(薄)	同左		赤褐色・黄褐色(薄)							茶褐色(薄)
1.14(午前)			緑色(薄)		茶色(薄)					緑色(薄)		茶色(薄)
1.19(午後)	青緑色(薄)		茶褐色(薄)		茶褐色・黄緑色(薄)					青緑色(薄)		青緑色(薄)
1.20	青白色(薄)		青緑色(薄)		茶褐色・青緑色(薄)					青白色(薄)		茶褐色(薄)
1.22(午前)			黄褐色(薄)		黄緑色(薄)・茶褐色(薄)							
1.23(午前)			黄緑色(薄)		茶褐色(薄)							
1.28(午前)	青緑色(薄)		黄色(薄)		茶褐色(薄)					青緑色(薄)		
2.3(午前)												
2.10(午後)					茶褐色(薄)					青白色(薄)		青緑色(薄)
3.3(午前)	緑色(薄)		黄褐色(薄)		緑色(薄)					青白色(薄)		
3.17										青白色(薄)	同左	
3.18										青白色(薄)	同左	

変色水の位置 調査日	13	14	15	16	17	18	19	20	21	備 考
61.1.6(午前)		茶色(薄)					茶色(薄)	茶色		
"(午後)		茶色(薄)					茶色(薄)	茶色		
1.7(午前)		茶色					緑色(薄)	茶色	茶色・緑色(薄)	
"(午後)		茶色					緑色(薄)	茶色	茶色・緑色(薄)	
1.8(午前)	緑色(薄)					緑色(薄)	同左			
"(午後)										ラジコン時実施(筆島)
1.9(午前)		茶色								
1.12(午前)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左	同左	
"(午後)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左	同左	
1.13	茶褐色(薄)			黄緑色(薄)	茶褐色(薄)					
1.14(午前)		茶色(薄)					緑色(薄)	同左	同左	
1.19(午後)		赤緑色(薄)		茶褐・黄緑色(薄)				青緑色(薄)		
1.20		茶褐色(薄)					黄緑色	赤褐色	茶褐・黄緑色(薄)	
1.22(午前)							青緑色(薄)	茶・黄褐色		
1.23(午前)								黄褐色	茶褐色(薄)	
1.28(午前)		茶褐色(薄)					青白色(薄)	青白色・茶・黄褐色(薄)		
2.3(午前)								変色水有		大島東側乱気流で出来ず
2.10(午後)		青緑色(薄)					青白色(薄)	黄褐色・青緑色(薄)		
3.3(午前)		黄緑色(薄)	茶褐色(薄)	黄褐色(薄)				黄緑色(薄)	茶褐色(薄)	
3.17								黄褐色		
3.18		黄緑色(薄)						黄褐色		

2. ラジコンボートによる調査

2-1 はじめに

海底火山周辺海域における水温、水質あるいは海底地形調査を行うには、観測機器を搭載しすべての作動を無線で遠隔制御するものが安全かつ効率的である。水路部では三原山噴火に伴って発生したと思われる変色水の調査に際し、採水機能を備えた「ラジコンボート」を考察し安全かつ効率的に変色水等調査を実施したが、ここにその構成、調査概要及び調査成果を記述する。

2-2 ラジコンボートの構成

ラジコンボートは、ボート本体、調査用機器及び無線操縦装置等から構成される。

(1) ボート本体

イ FRPボート 大漁丸 9 E 3 2.70m (長さ)×1.44m (幅)×0.47m (深さ)、40kg

明石ヨット製作所

ロ 船 外 機 5CS, L 5馬力 12ℓ燃料タンク (ガソリン：オイル=50：1) 付 ヤマハ発動機

ハ 採水ポンプ 電動ビルジポンプ、吐出力20ℓ/min, 最大揚程8.7m

ヤマハ東京株式会社

(2) 調査用機器

イ 小型音響測深機 FE-4000 最大レンジ160m、測深精度 記録紙幅100mm

古野電気株式会社

ロ アナログ記録式水温計 測定範囲-50°~110℃ 測定精度 ±0.5℃

タマヤ計測システム

ハ 携帯型 pH 計 HPH-22型 測定範囲 0~14pH, 0~50℃ 測定精度 ±0.04pH, ±1℃

吉野計器(株)

(注) 現地調査にあたっては、水路部保有のメモリー記録式水温計 (RMT 水温計, 測定範囲 0°~50℃, 測定精度0.5℃) を 2 個使用した。また上記 pH 計は第 2 回までの調査に使用し、以降の調査では、Model PH51 (横河北辰電機製, 測定範囲 0~14pH, 0°~80℃, 測定精度±0.02pH, ±1℃) を使用した。

(3) 無線操縦装置等

イ プロポ (送信機 (FP-8SGAP), 受信機 (FP-R118GAP) 周波数40MHZ 帯, 有効制御範囲 2 km, 8チャンネル6サーボ用)

ロ サーボモーター FP-S114 操舵用

ハ サーボモーター FP-S130 採水ポンプ用

ニ ニッカドバッテリー NR-4NB 送信機及び受信機用4.8V

ホ 充電機 FBC-2 L ニッカドバッテリー充電用

ヘ 蓄電池 12V 操舵用

(4) その他

イ ポリエチレンタンク 10ℓ 6個 採水用

ロ ポリエチレン角瓶 1ℓ 150個 分析用

2-3 ラジコンボート内の各機器配置

ラジコンボート内の各機器の配置を第 2-1 図に示す。小型音響測深機の送受波器、アナログ水温計・RMT 水温計の各水温センサー及び海水取り入れパイプ (6 本) は、ボート中央部に設けてある「イケース」部分にそれぞれ小穴を作りボート底下に突き出されている。(写真 2-1) このうち海水取り入れパイプは常備される仕様であるが、他のものは調査の都度取り付けのものであり、音響測深機の送受波器はボートを海面

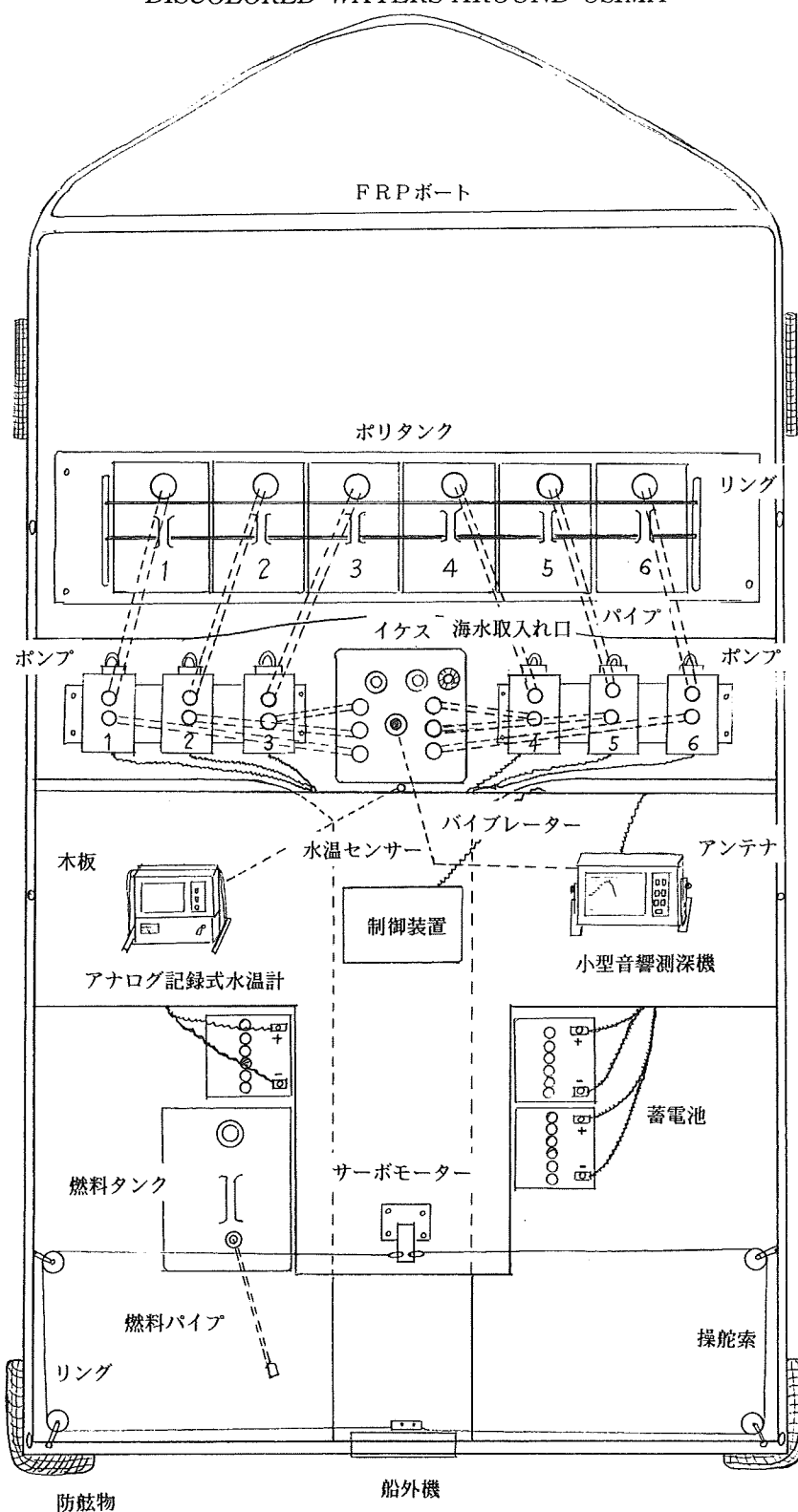


Figure 2-1 Instruments configuration in the radio-controlled boat

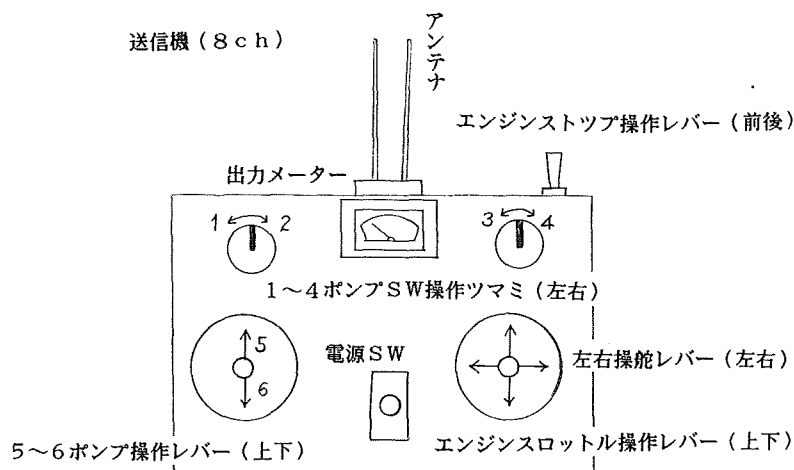


Figure 2-2a operational board

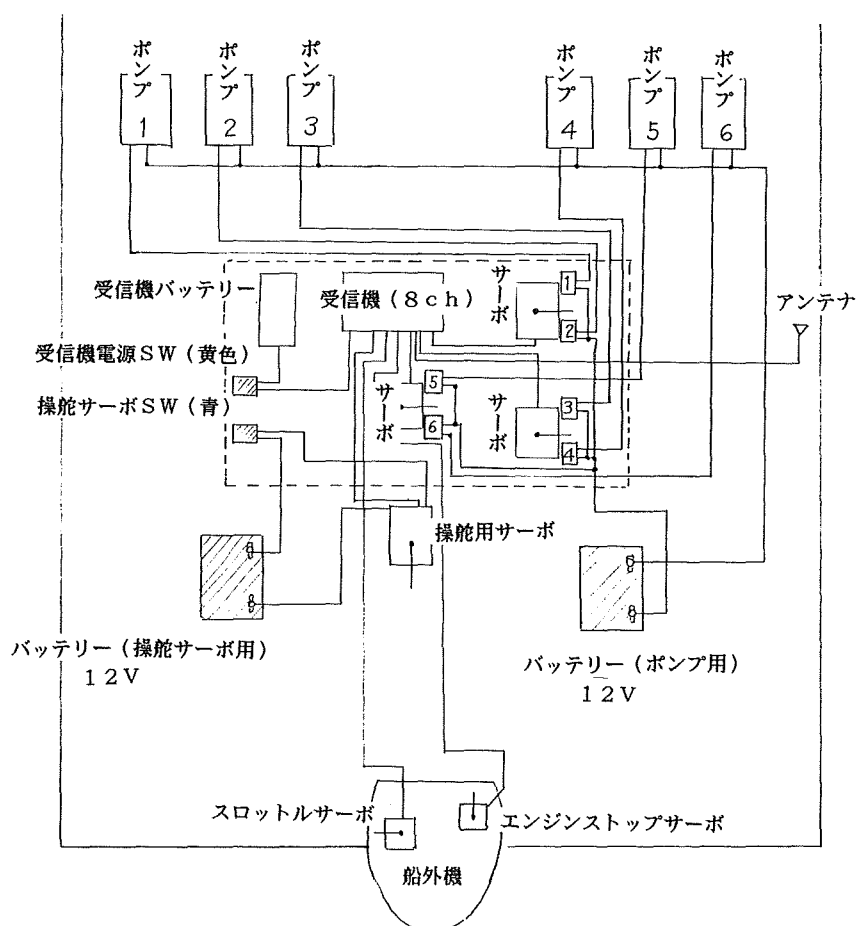


Figure 2-2b Wiring of the instruments in the radio-controlled boat

に降す前に陸上で取り付ける必要がある。

プロポ（送信機……誘導用，受信機……ラジコンボート内）の操作スイッチ等及びラジコンボート内の各機器結線図を第2-2a図，第2-2b図に示し，ラジコンボート後部から見た機器配置の状況を写真2-2，航走実験中のラジコンボートを写真2-3に示す。

2-4 現地調査事前準備等

(1) 機器調査等

- イ 分析用ポリエチレン角瓶容器（1ℓ）の塩酸洗浄
- ロ アナログ記録式水温計の充電及びキャリブレーション
- ハ メモリー記録式水温計のメモリー・クリア等調整
- ニ 蓄電池（12V，3個）及びニッカドバッテリーの充電

(2) 現場携行機材

- イ pH測定用品（蒸留水，pH4.0試水，ティッシュペーパー）
- ロ 携帯無線機（150MHz）（支援船と誘導者（ラジコンボート操縦者）の連絡用）
- ハ 双眼鏡（ラジコンボート監視用）
- ニ 棒状水温計（表面海水温度測定用）
- ホ 表面採水器（衣製）（表面海水採取用）
- ヘ 海図，陸図，マジックインキ，ガムテープ，ビニールテープ，ビニールシート
- ト 記録野帳，カメラ，フィルム
- チ 救命胴衣 ほか

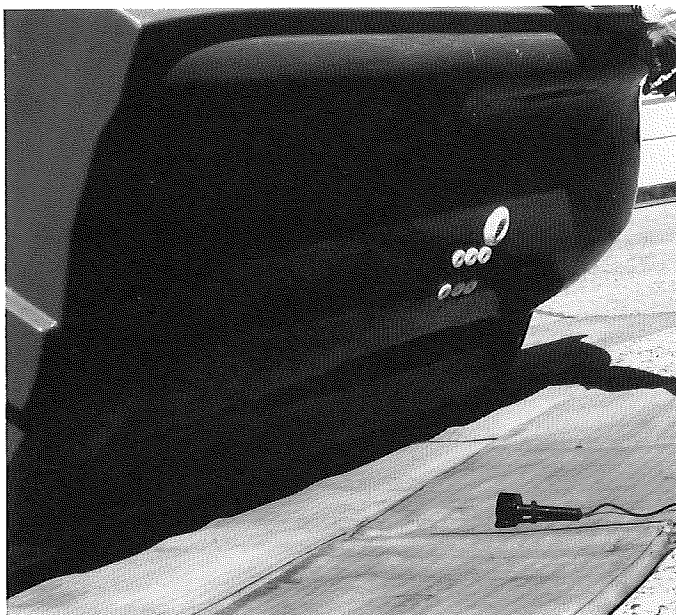


Photo 2-1 Bottom figure of the radio-controlled boat, which shows small 6 holes for the pipe hole of water samplings and black vibrator of echo-sounder putting on the ground

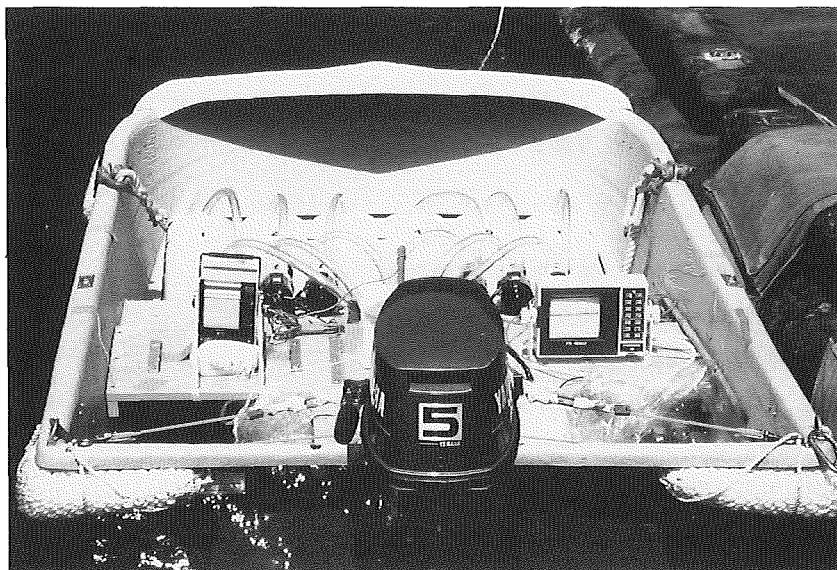


Photo 2-2 Instruments configuration shown from the back side.

left; recorder of echo-sounder, middle; engine, right; recorder of thermometer (analog recorder).

Many tubes show water samplings pipes from boat bottom to water sampling pumps($\times 6$)

and from water sampling pumps to water sampling tanks($\times 6$)

Water sampling tanks are seated below the recorder board

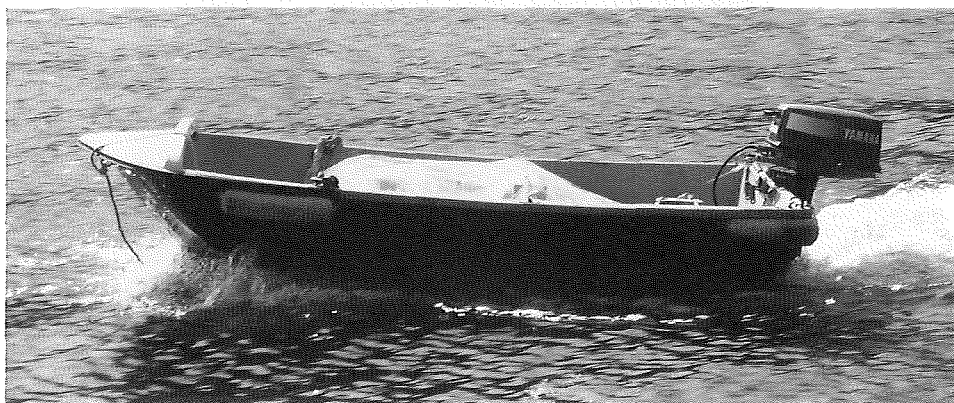


Photo 2-3 Radio-controlled boat in experiment.

Instruments are covered with a vinyl seat to avoid getting sea water

2-5 現地調査要領

無線操縦装置のバッテリー容量による連続操縦時間（2時間以内）制限，無線制御可能範囲（2 km）制限等により，ラジコンボートによる調査範囲，調査手法（誘導方法）あるいはラジコンボートの発着地点等を充分考慮する必要がある。ラジコンボートの誘導手段としては，ヘリコプターによる方法と陸上地点（高台）からによる2つの方法が考えられる。いずれの方法によってもラジコンボートそのものは，上述の制限事項から調査海域付近まで支援船により運ばれることが必要である。今回の調査では，この両方法で調査を行ったがヘリコプター誘導によるラジコンボート航走図を第2-3図に，陸上からの誘導による航走図を第2-4図に示す。

第2-3図で支援船が調査海域から離れているのは，採水地点が火山性の変色水海域であることから水深200m以深であり，かつ調査地点から2マイルを保つことで万一の事態をさける体制をとったものであり，火山活動が活発な状況にあるときは，同様なシステムを採用すべきであろう。ラジコンボートについては，すべての機器を搭載した後，蓄電池は個々に防水措置をとったうえ全体をビニールシート等でカバーすることを忘れてはならない。

ヘリコプターによるラジコンボートの誘導調査要領を第2-5図に示す。陸上地点からの誘導による場合には，図中「ヘリに連絡」を「陸上に連絡」と読みかえること，また支援船としては測量船を想定しておりラジコンボートは横だきであるが，用船（小型漁船等）ではボートは横だきにできない場合があり，その場合には舷側係留という意味に解釈されたい。

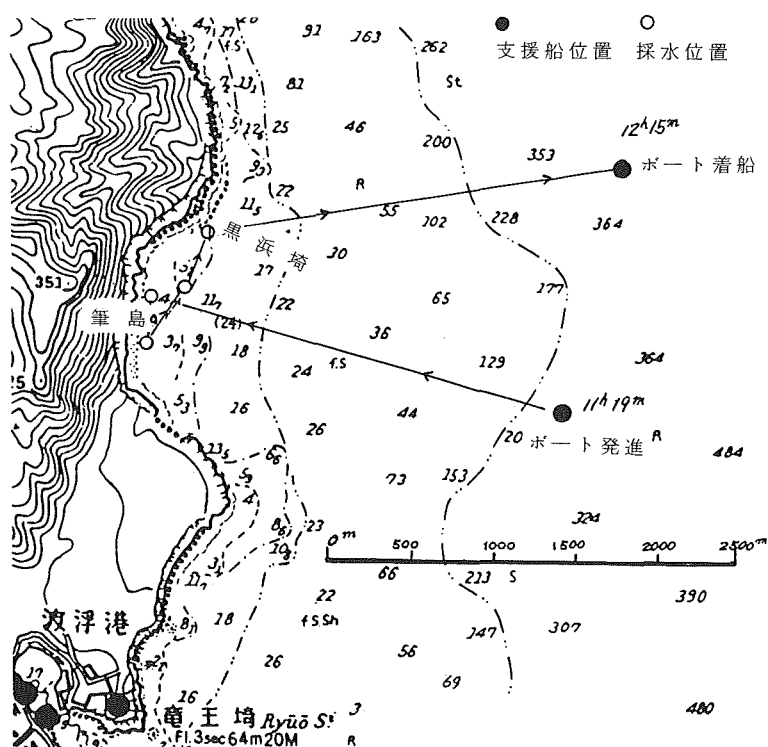


Figure 2-3 Track chart of the radio-controlled boat operated on the helicopter

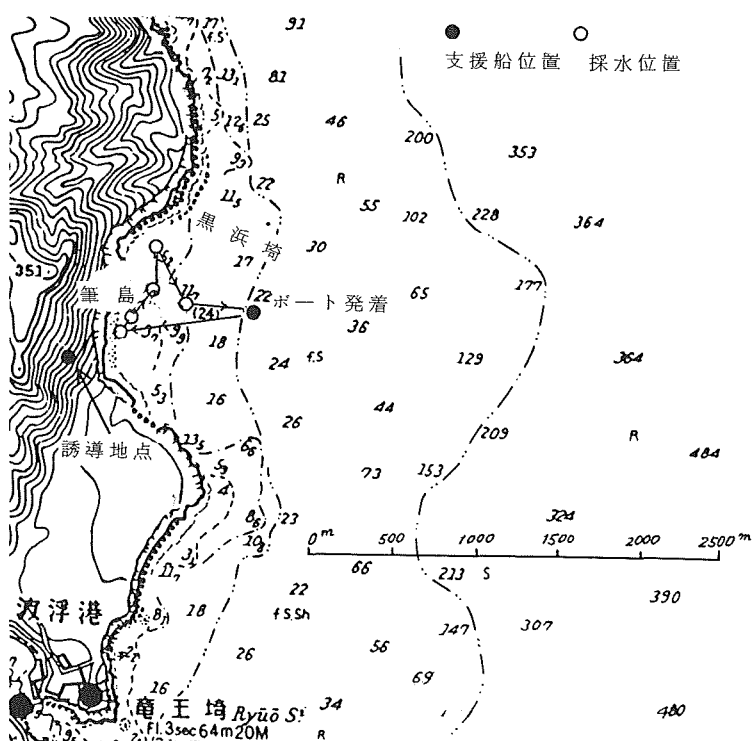


Figure 2-4 Track chart of the radio-controlled boat operated on the land

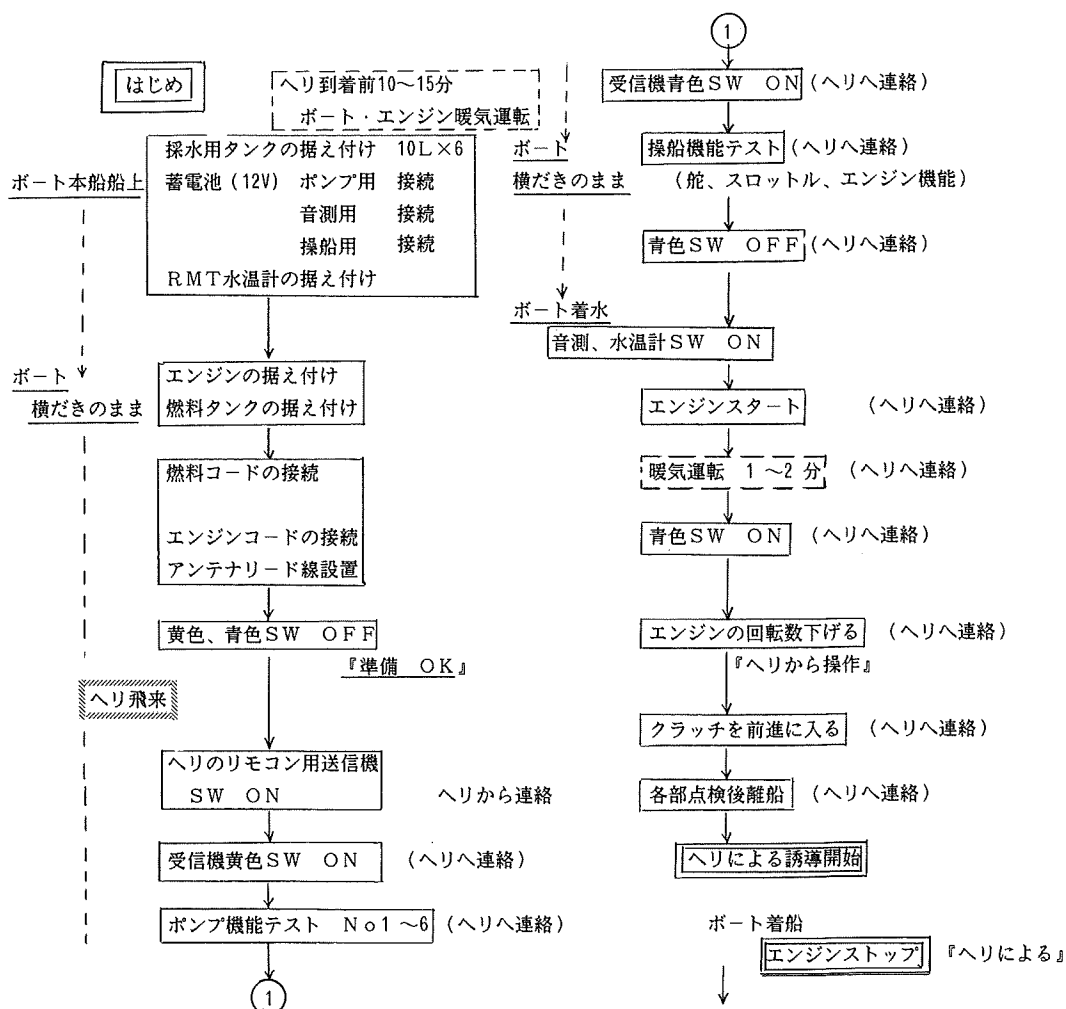


Figure 2-5 Operational manual of the boat

ラジコンボートでの採水等の調査中は、誘導者からの連絡に全神経を集中させることが肝要である。特に採水時刻、採水番号、変色水の規模等はすべて記録する必要がある。また誘導者は、無人で航走するボートであることから調査周辺海域の監視、支援船との連絡を密にすることも大事なことである。

ラジコンボートによる採水等の作業の終了後ただちに支援船上で次の作業を実施しなければならない。

- イ 分析用試水の採取 (1ℓ×2個 ……分析：水路部及び岡山大学)
- ロ 塩分検定用試水の採取…(分析：水路部、ただしラジコンボートによる調査の第5、6回のみ実施)
- ハ pH測定用試水の採取及び水温測定。ただちにpH測定を実施
- ニ 測深機記録及びアナログ記録式水温計の収集、次回調査用にセットする
- ホ 当日の調査が終了した場合には、船外機の水洗い、残量燃料の把握、ニッカドバッテリーの充電等を行う。

2-6 資料解析等

現場で採取した分析用試水は、ただちに分析のため岡山大学に送ると共に、海洋調査課海洋汚染調査室に

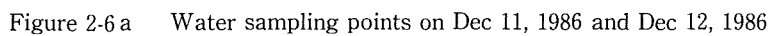
持ち込んだ。塩分検定は、同室保有機器により行った。

採水位置、採水年月日時刻、水深、水温、pH、塩分、分析成果(Fe, Al, Si)、変色水状況等を一覧表とした成果表は、ただちに火山噴火予知連絡会に報告した。

2-7 ラジコンボートによる調査成果等関連資料

ラジコンボートによる現地調査は、1986年12月10日を第1回調査として延べ6回実施した。各調査に従事した船舶等はつぎのとおりであり、その採水地点、測深、水温記録等の成果を第2-6図～第2-11図に示す。なお、ヘリコプターはいずれも第三管区海上保安本部羽田航空基地所属機である。

調査期日 (現地調査)	支 援 船	誘導手段	現地従事者・資料整理班	部外協力者	調査成果
61. 12.10～11	測量船 「海洋」 船長 坂井哲夫	MH550号(ベル212型ヘリ) 機長 渡辺芳政(10日) 機長 増田尚道(11日)	桑木野文章 佐藤寛和 福島繁樹	小坂丈子(岡山大教授) 伊東英夫(伊東模型- ラジコンボート操縦者)	第2-8a, 6b, 6c図 第2-1表
61. 12.19～20	測量船 「海洋」 船長 坂井哲夫 機長 佐藤金哉	MH518号(同上) 機長 佐藤金哉	福島繁樹 土出昌一 斎藤茂幸 佐藤寛和 佐藤 敏 服部敏一	伊藤英雄	第2-7a, 7b図 第2-1表
62. 1.7～8	測量船 「海洋」 船長 坂井哲夫 機長 増田尚道	MH607号(同上) 機長 増田尚道	益本利行 佐藤寛和 福島繁樹 背戸義郎 (1月8日のみ) 高橋陽蔵 服部敏一	小坂丈子 伊藤英雄	第2-8a, 8b, 8c, 8d図 第2-1表
62. 1.22～23	測量船 「明洋」 船長 谷下田清 機長 増田尚道	MH518号(同上) 機長 増田尚道	益本利行 塩崎 愈 田賀 傑 佐藤寛和 服部敏一 木下英樹	小坂丈子 伊藤英雄	第2-9a, 9b, 9c図 第2-1表
62. 2.25～26	用 船	陸上地点	桑木野文章 服部敏一 佐藤寛和 難波江靖 高橋陽蔵	小坂丈子 伊藤英雄	第2-10a, 10b, 10c図 第2-1表
62. 3.25～26	用 船	陸上地点	土出昌一 田賀 傑 桑木野文章 難波江靖 福島繁樹 山本裕一	伊藤英雄	第2-11図 第2-1表



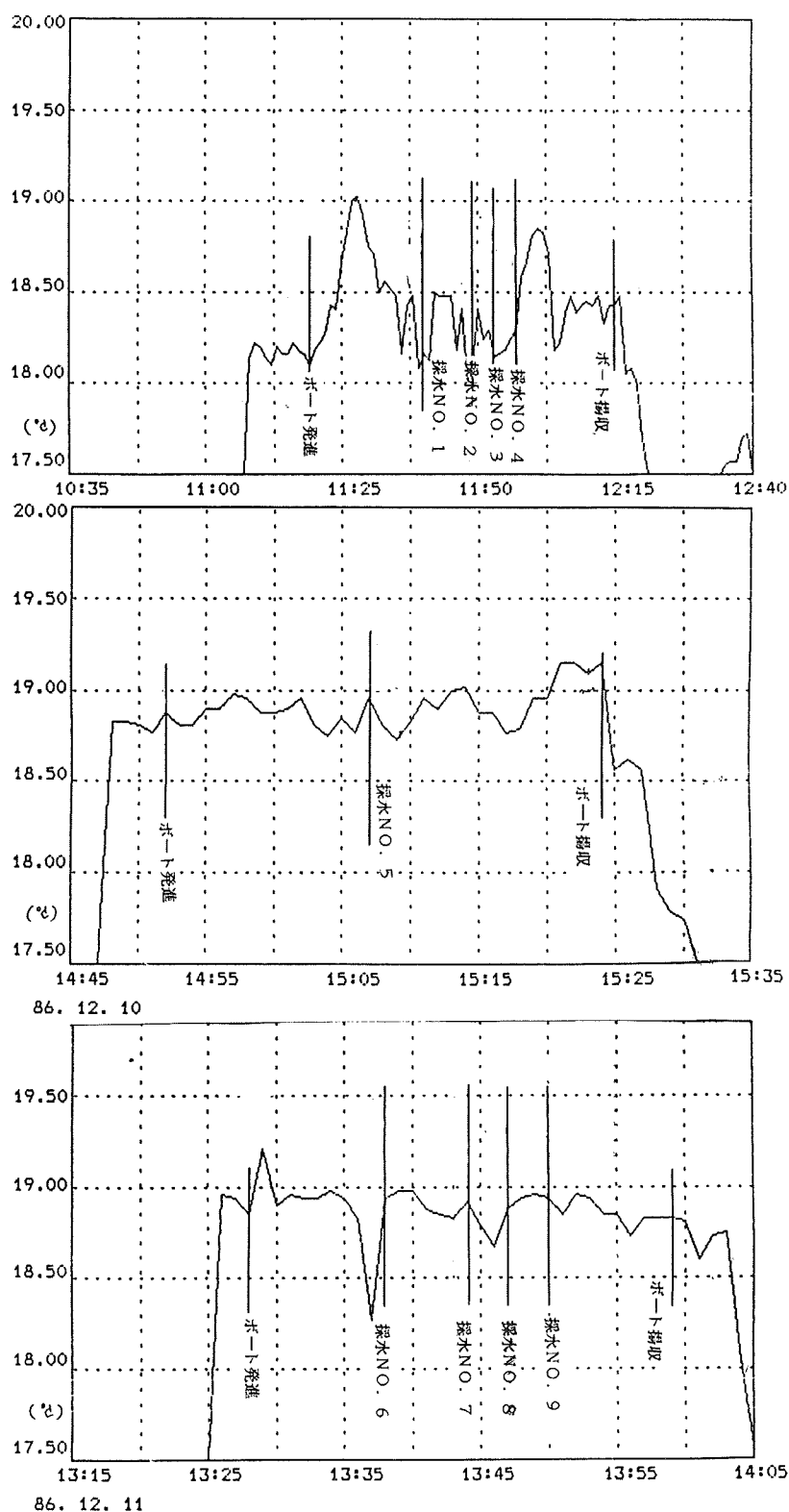


Figure 2-6b Records of sea water temperature

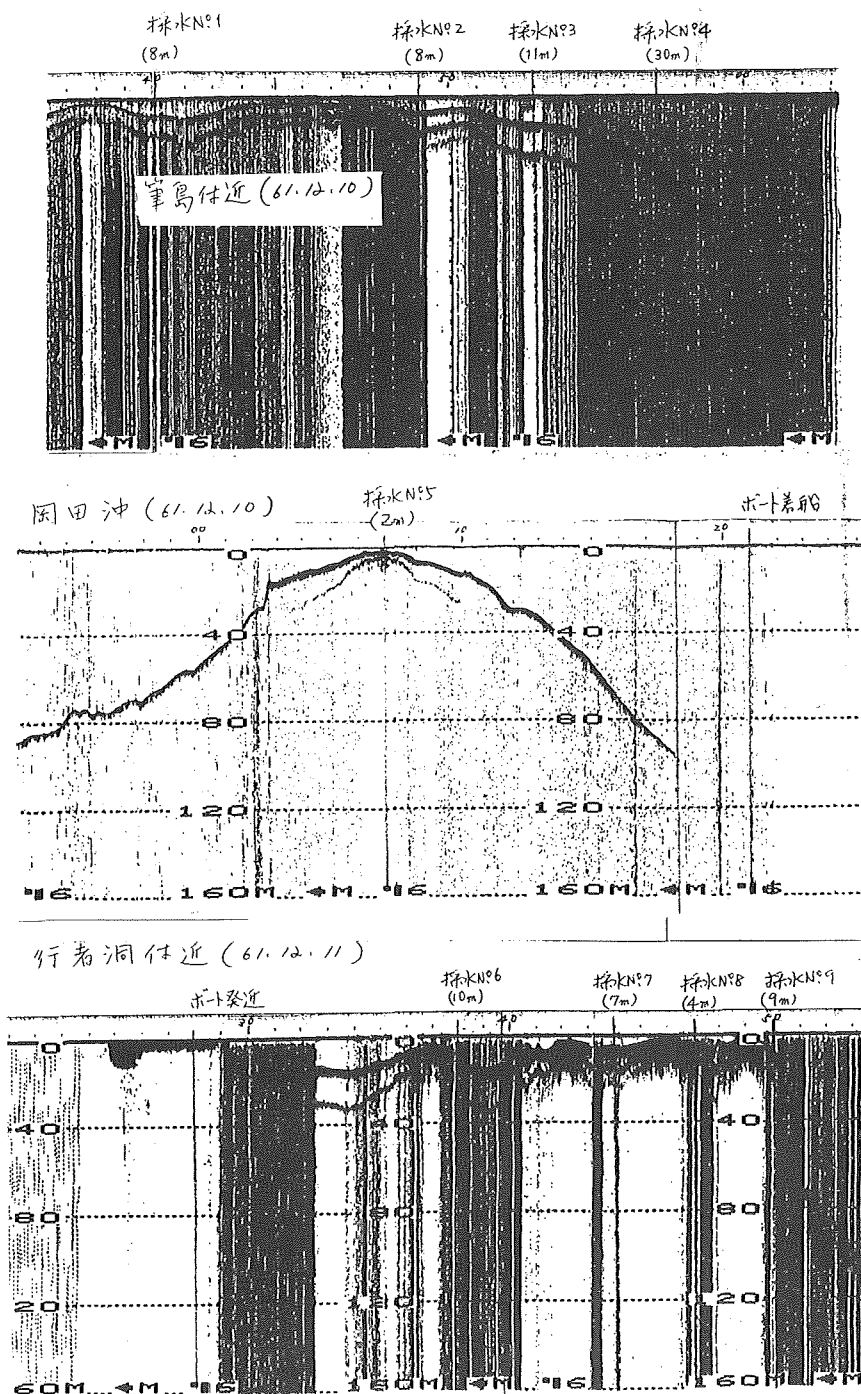


Figure 2-6c Records of echo-sounder near sampling points

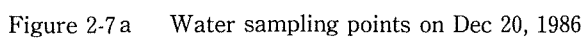


Figure 2-7 a Water sampling points on Dec 20, 1986

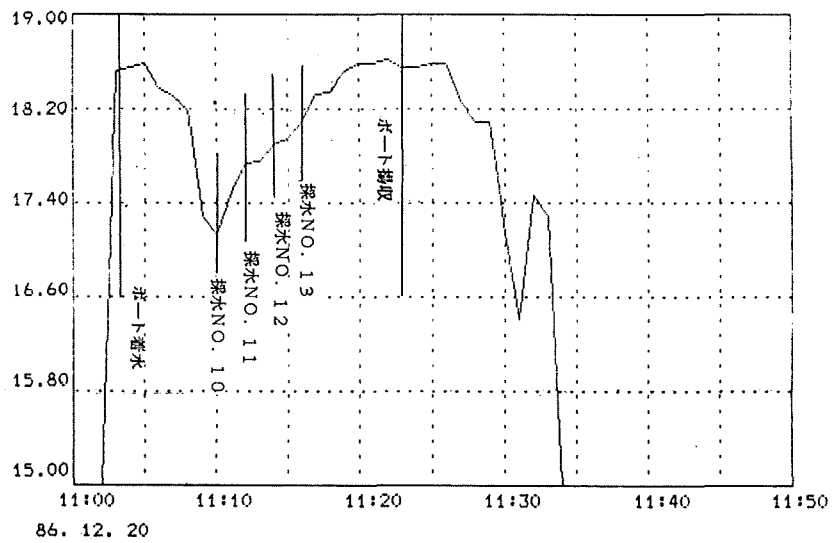


Figure 2-7b Record of sea water temperature

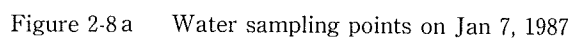


Figure 2-8 a Water sampling points on Jan 7, 1987

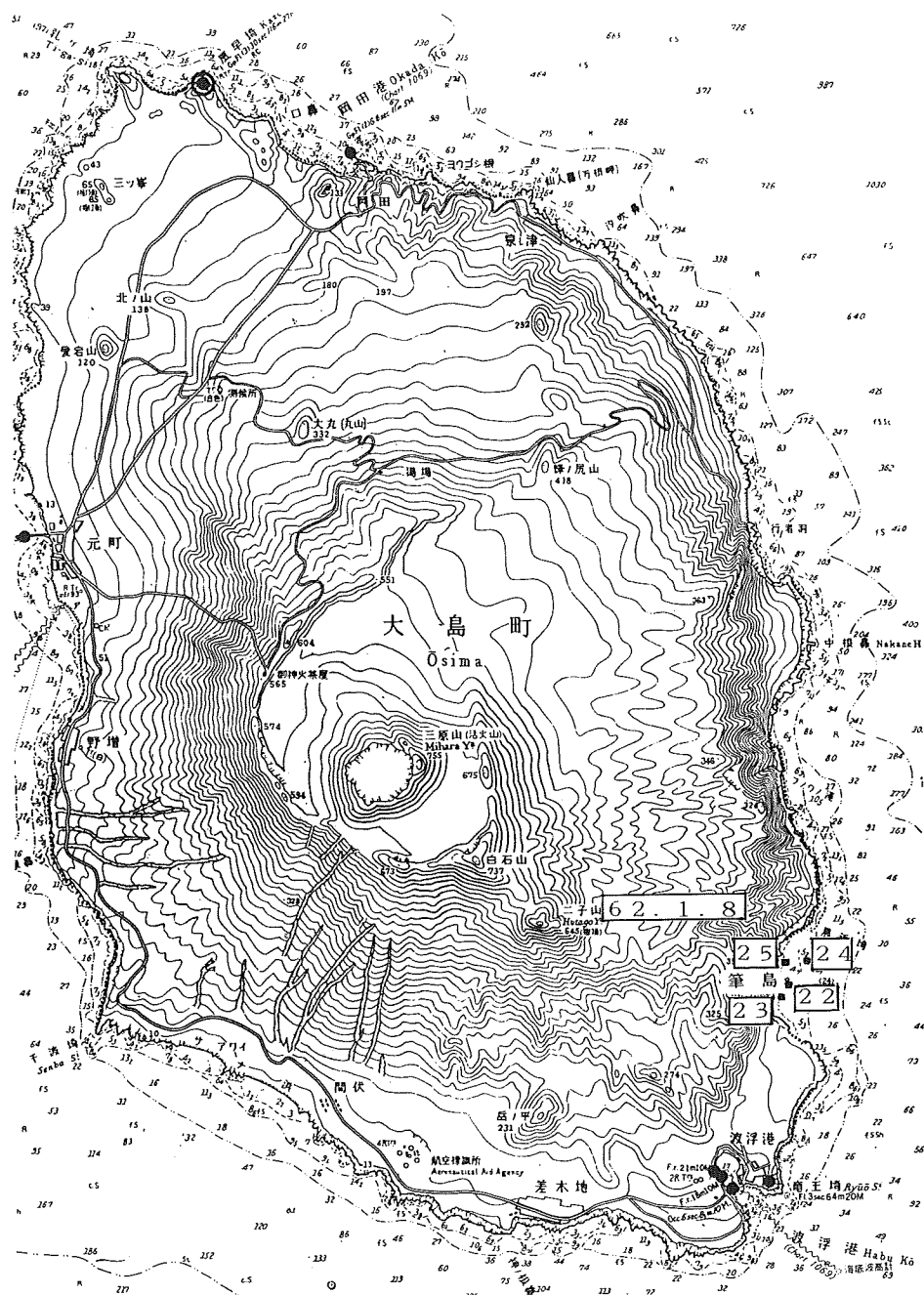


Figure 2-8b Water sampling points on Jan 8, 1987

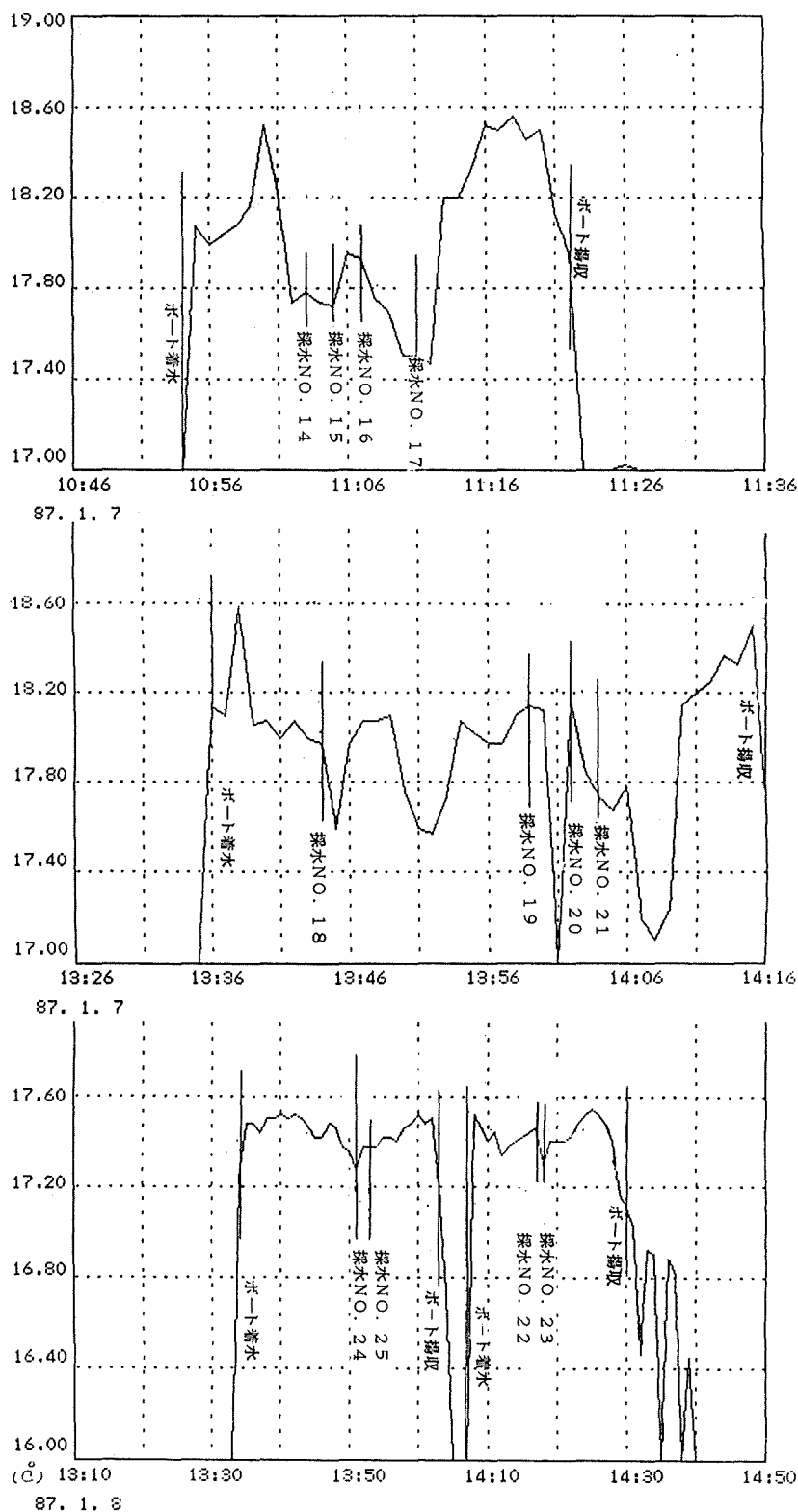


Figure 2-8c Records of sea water temperature

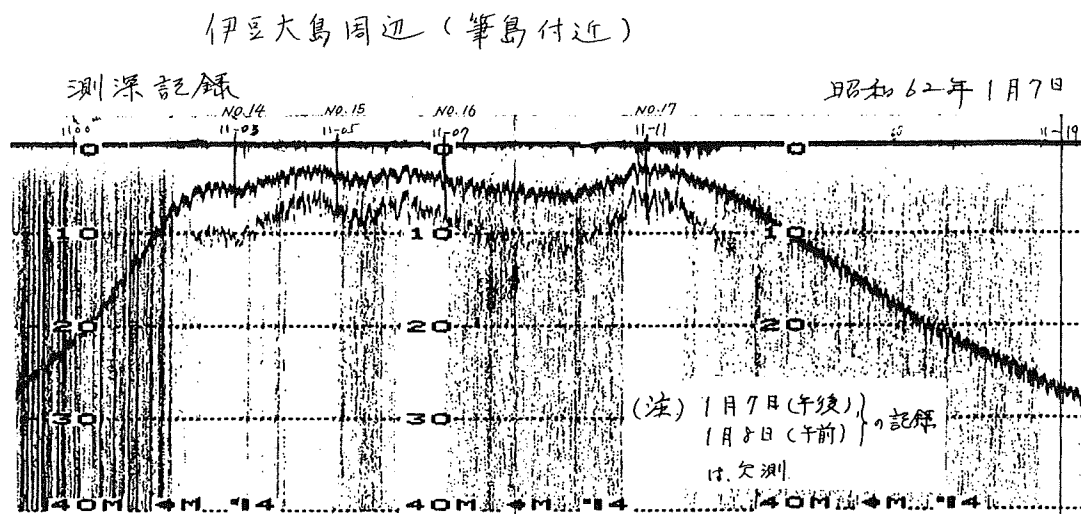


Figure 2-8d Record of echo-sounder near sampling points

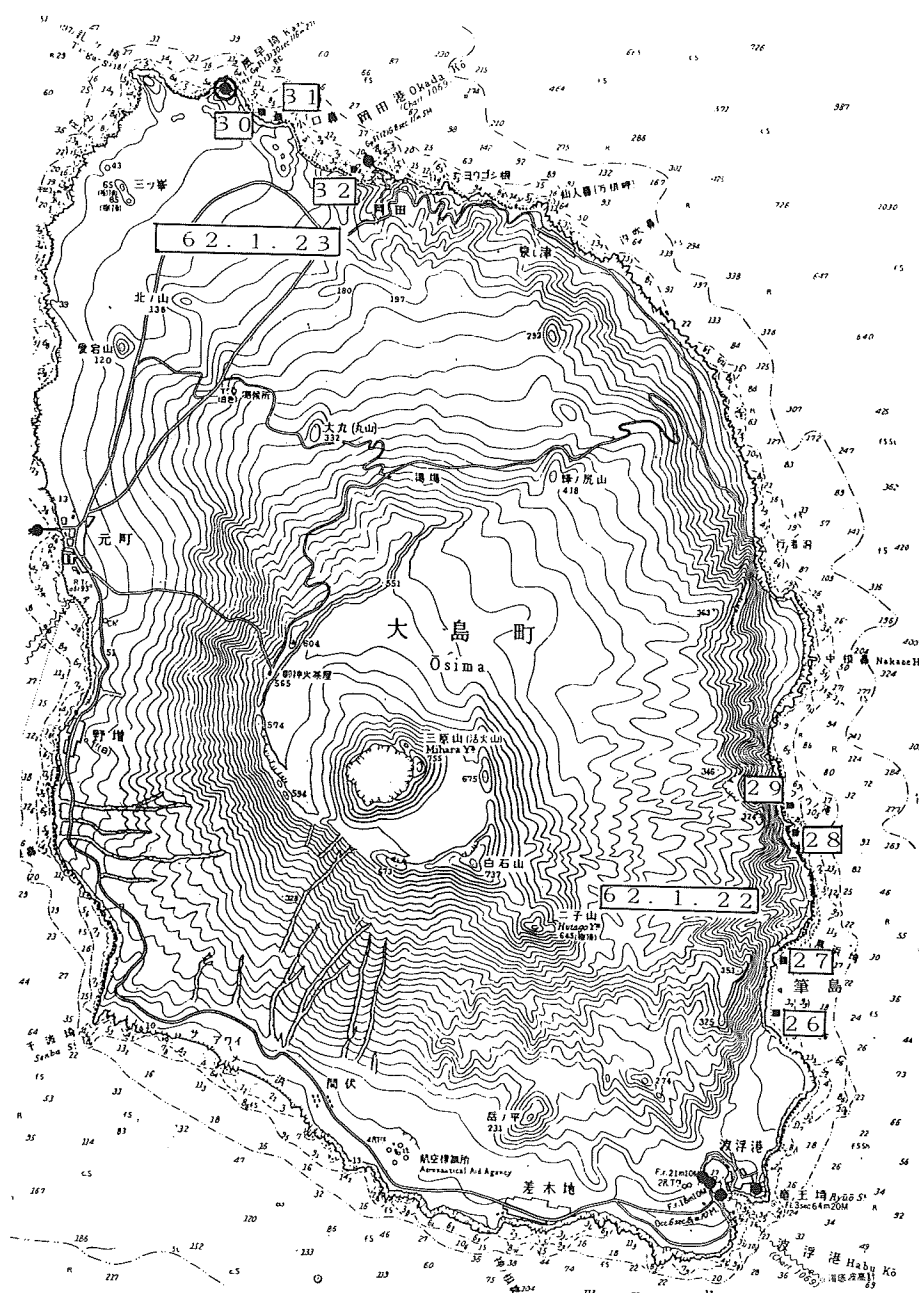


Figure 2-9a Water sampling points on Jan 22, 1987

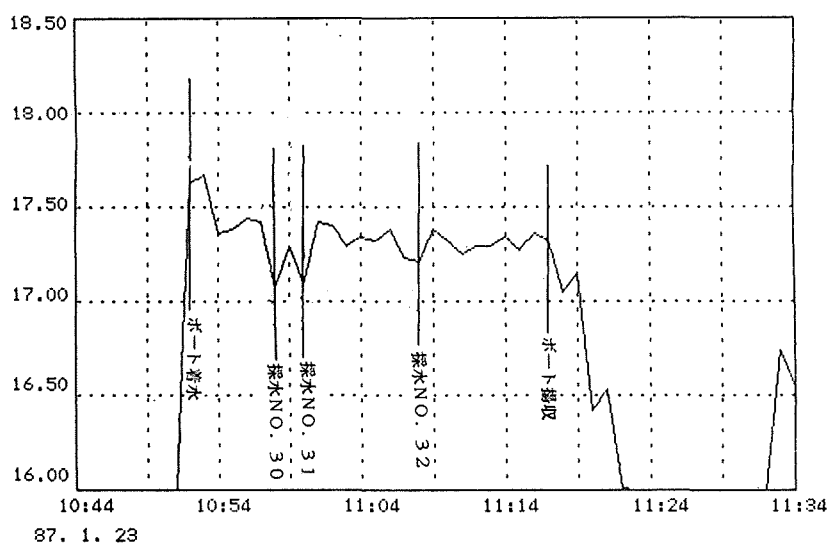
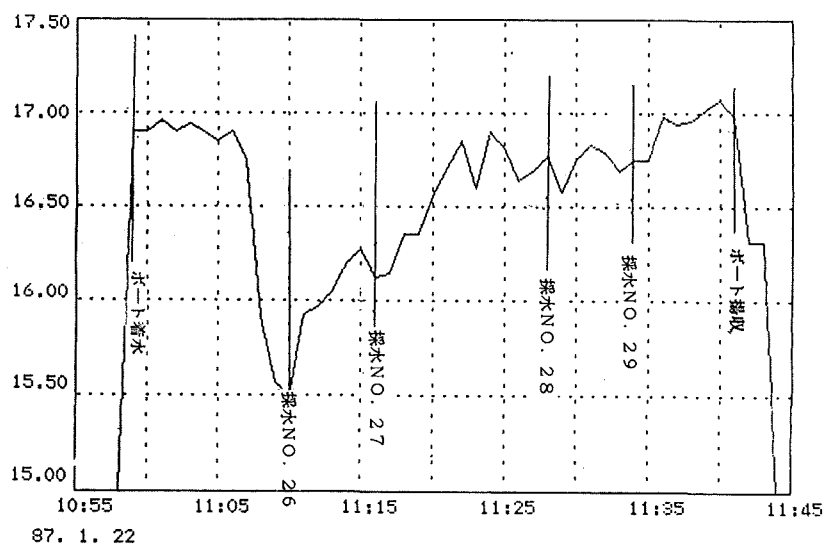


Figure 2-9b Records of sea water temperature

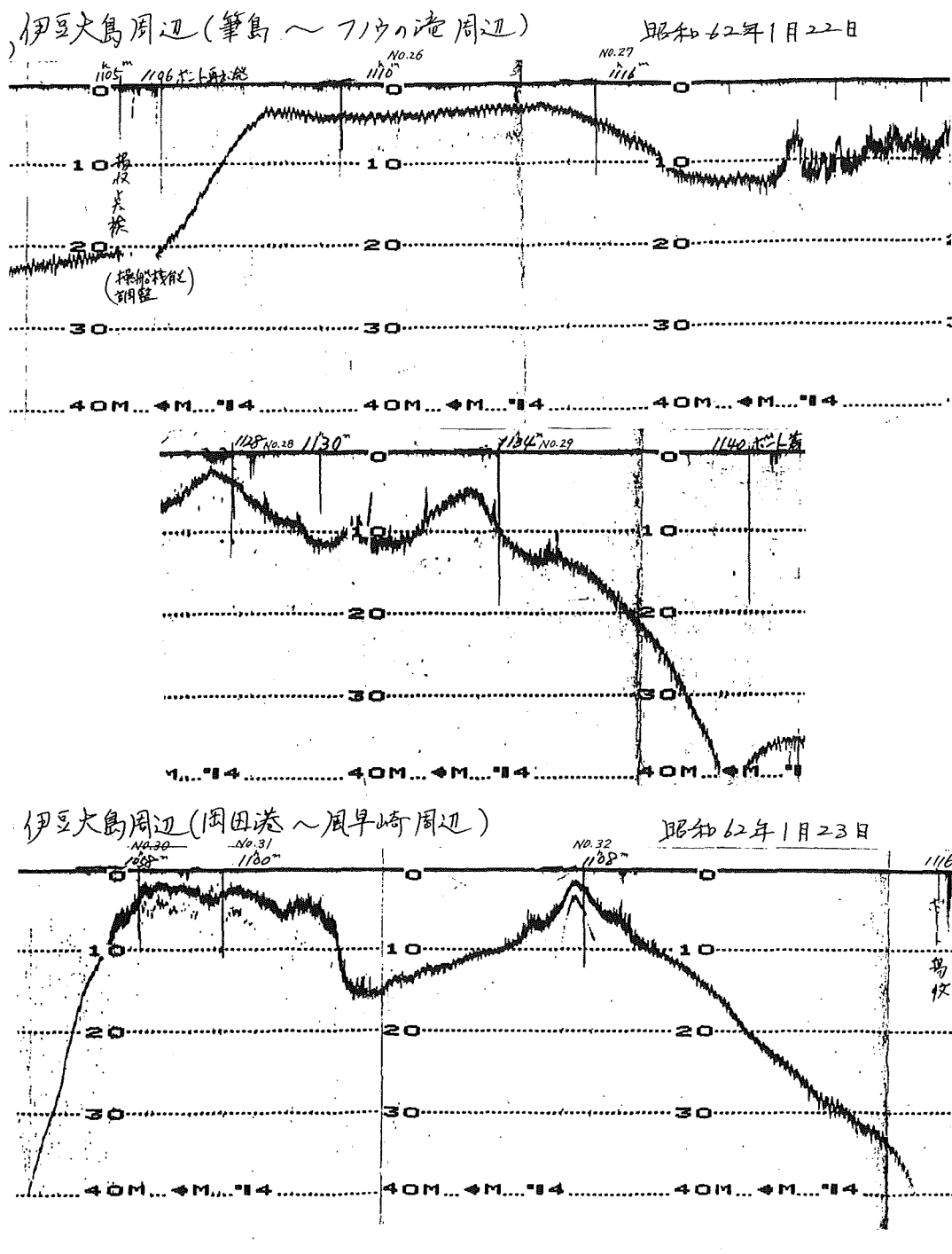


Figure 2-9c Records of echo-sounder near sampling points

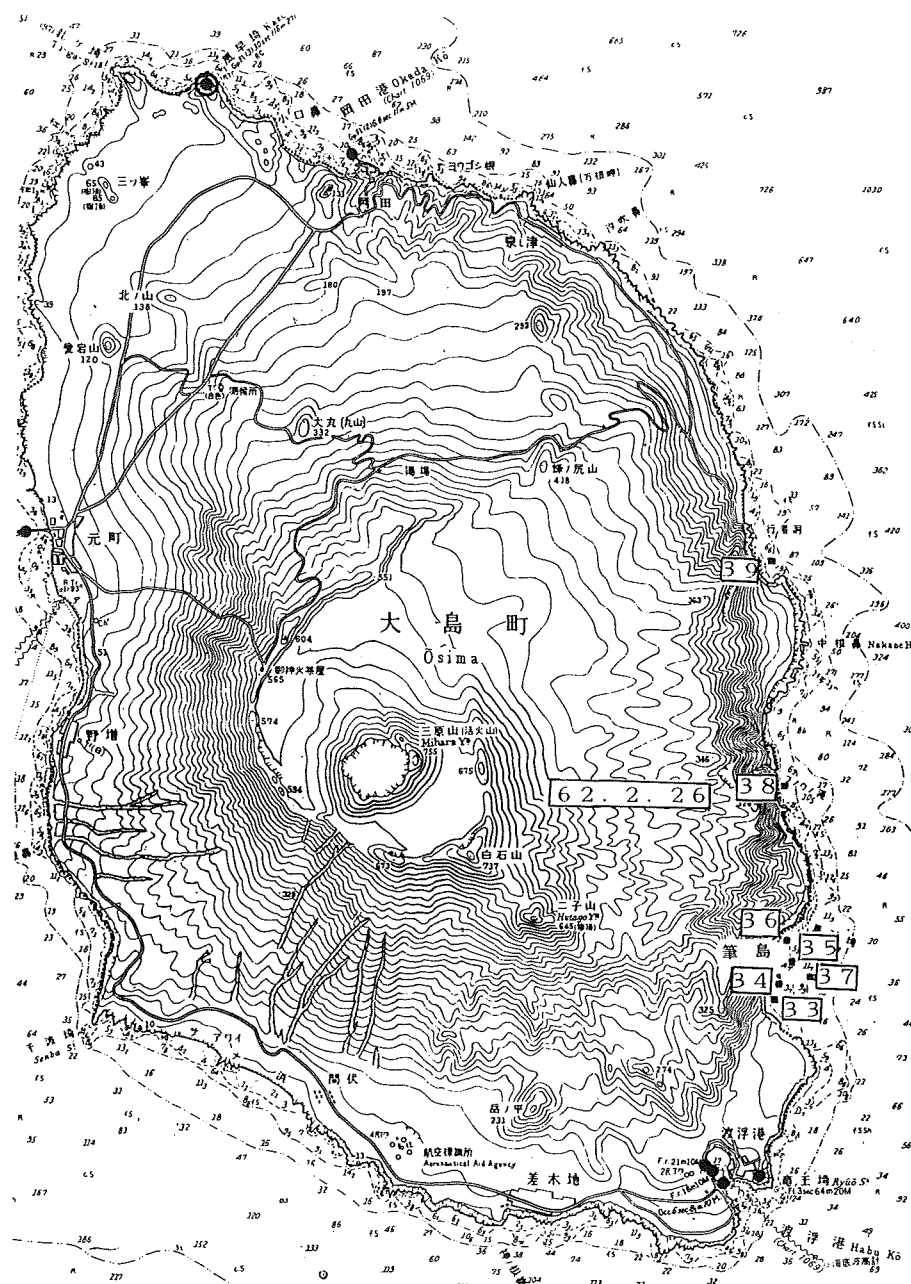


Figure 2-10a Water sampling points on Feb 26, 1987

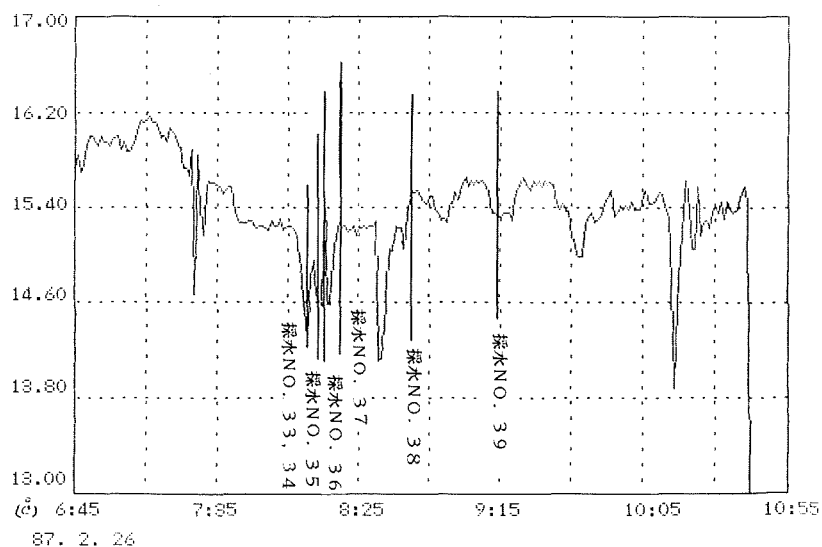


Figure 2-10b Record of sea water temperature

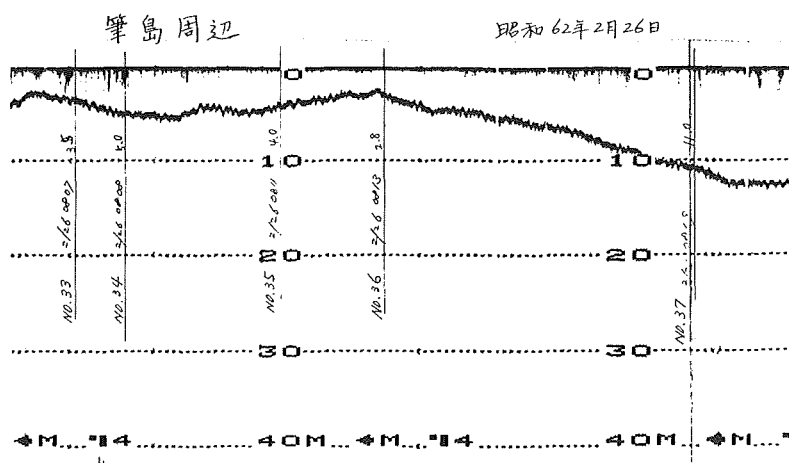


Figure 2-10c Record of echo-sounder near sampling points

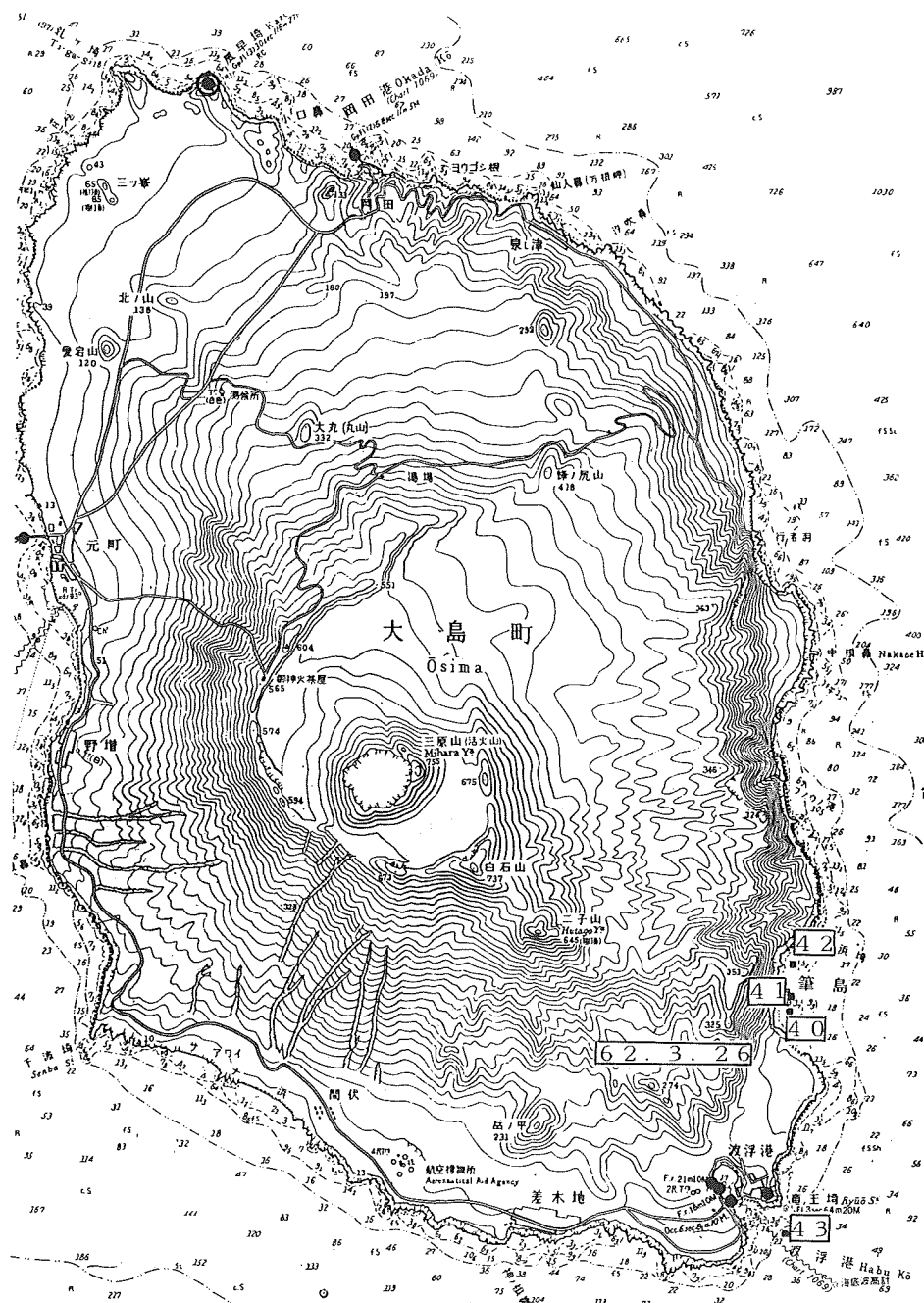


Figure 2-11 Water sampling points on Mar 26, 1987

第2-1表については、ヘリコプターによる採水結果も含めて第5章第5-2表にまとめて再掲している。

2-8 あとがき

ラジコンボートによる変色水等の調査の概要は上記のとおりであるが、ラジコンボートを用いての調査においては特に次の事項に注意を払う必要がある。

- (1) 計測機器等ビニールシートで完全カバーをすること。特に蓄電池(12V)は多少海水がボート内に流入してもショートしないように別途防水処置を施すこと。
- (2) 支援船として用船(小型漁船等)を使用する場合は、多少の時化でも安全にラジコンボートを運搬するため、約100kgを上げ下げできるクレーンの装備付きのものが望ましい。

伊豆大島周辺の今回の調査にあたっては、ラジコンボートの製作、現地調査等について伊藤模型の伊藤英雄氏の全面的な参加・協力を得ると共に、用船に関して伊豆大島波浮港漁業協同組合(組合長沖山誠氏)の全面的な協力を得た。ここに記して感謝の意を表したい。

(桑木野)

Table 2-1 Color, temperature, pH and salinity of discolored waters around Osima

No.1

実施年月日	採水・测温地点(No.)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					表面水温計			
61年 12月10日	筆島北方約230m (1)	8 ^m	赤 褐 色		18.2 °C	8.1		11h 40m
"	筆島南西約100m (2)	8	薄い黄褐色		18.1	8.1		11h 49m
"	筆島北東約320m (3)	11	濃い黄褐色		18.1	8.1		11h 53m
"	筆島北東約620m (4)	30	濃い乳白色		18.3	8.1		11h 57m
"	小口鼻西方約250m (5)	2	青 白 色		19.0	8.2		15h 07m
12月11日	フノウノ滝南々東約600m (6)	10	黄 褐 色		18.9	8.2		13h 38m
"	フノウノ滝北東約150m (7)	7	薄い茶褐色		18.9	8.2		13h 44m
"	フノウノ滝北々西約420m (8)	4	薄い茶褐色		18.9	8.2		13h 47m
"	フノウノ滝北方約700m (9)	9	薄い黄白色		18.9	8.2		13h 50m
"	筆島北東約4,700m				18.6			14h 10m
12月20日	筆島南々西約300m (10)	10以浅	黄 褐 色		17.1	8.2		11h 10m
"	筆島南西約130m (11)	"	薄い黄褐色		17.7	8.2		11h 12m
"	筆島北方約100m (12)	"	黄 褐 色		17.9	8.2		11h 14m
"	筆島北方約420m (13)	"	赤 褐 色		18.1	8.2		11h 16m

実施年月日	採水・測温地点(No.)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					表面水温計			
62年 1月7日	筆島北東約100m (14)	10 ^m 以浅	黄 褐 色		17.8 °C	8.0		11h 03m
"	筆島北々西約200m (15)	"	茶 褐 色		17.7	8.1		11h 05m
"	筆島北方約400m (16)	"	茶 褐 色		17.9	8.1		11h 07m
"	筆島南々西約300m (17)	"	黄 色		17.5	8.1		11h 11m
"	行者洞東方約300m (18)	"	白 色		18.0	8.0		13h 44m
"	フノウノ滝北約450m (29)	"	茶 褐 色		18.1	8.1		13h 59m
"	フノウノ滝北々東約200m (20)	"	茶 褐 色		18.2	8.1		14h 02m
"	フノウノ滝北東約200m (21)	"	白色浮遊物?		17.7	8.1		14h 04m
1月8日	筆島南方約50m (22)	"	薄い黄緑色		17.5	8.1		14h 17m
"	筆島南西約250m (23)	"	茶 褐 色		17.3	8.1		14h 18m
"	筆島北東約300m (24)	"	濃い黄濁色		17.3	8.1		13h 51m
"	筆島北々西約200m (25)	"	茶 褐 色		17.4	8.1		13h 53m
1月22日	筆島南方約250m (26)	"	薄い黄緑色		15.5	8.3		11h 10m
"	筆島北方約300m (27)	"	薄い茶褐色		16.1	8.2		11h 16m

実施年月日	採水・測温地点(No.)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					表面水温計			
62年 1月22日	フノウノ滝南方約400m (28)	10 ^m 以浅	薄い黄褐色		16.8 °C	8.4		11h 28m
"	フノウノ滝南々東約850m (29)	"	薄い黄褐色		16.8	8.4		11h 34m
1月23日	風早埼灯台南東約450m (30)	"	黄 褐 色		17.1	8.1		10h 58m
"	風早埼灯台南東約600m (31)	"	黄 褐 色		17.1	8.2		11h 00m
"	岡田港灯台南西約200m (32)	"	薄い茶褐色		17.2	8.2		11h 08m
2月26日	筆島南西方約200m (33)	3.5	なし		14.4	8.4	34.53	08h 07m
"	筆島南方約80m (34)	5.0	"		14.9	8.3	34.65	08h 08m
"	筆島北東方約130m (35)	4.0	"		14.7	8.4	34.53	08h 11m
"	筆島北方約350m (36)	2.8	"		15.6	8.2	31.69	08h 13m
"	筆島東方約230m (37)	11.0	"		15.3	8.3	34.64	08h 19m
"	筆島北方約2,100m (フノウノ滝付近) (38)	7.0	"		15.5	8.3	34.99	08h 43m
"	筆島北方約4,650m (行者洞付近) (39)	5.0	"		15.4	8.4	34.70	09h 14m
3月26日	筆島南西方約200m (40)	5.0	"		14.3	8.2	34.19	13h 58m
"	筆島南方約20m (41)	6.0	"		14.6	8.2	34.20	14h 04m

No.4

実施年月日	採水・測温地点(No.)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					表面水温計			
62年 3月26日	筆島北方約300m (42)	4.0 ^m	なし		14.8 ^{°C}	8.3	33.97	14h 11m
〃	波浮港入口 (43)	20.0	〃		14.6	8.3	34.19	14h 53m

3. ヘリコプターによる調査

3-1 目的及び観測内容

大島周辺域変色水の調査は、変色水が火山性の湧水によるものであるか否かを明らかにすることを目的とし、変色水中での水温観測及び含有成分分析用試水の採水を実施することとなった。観測の実施方法として、変色水の出現場所への調査員が到達するのに困難を伴うこと及び場所によっては再噴火の可能性があること等を考慮し、人が関与する作業については現場での作業時間を極力短時間で終了させるためヘリコプターによる方法及びラジコンボートによる遠隔採水方法が選択されたが、本論はヘリコプターによる方法についてまとめたものである。

3-2 調査方法

(1) 投下式水温計

海洋調査課は昭和61年度科学技術庁の所管する海洋開発調査研究促進費による「黒潮の開発利用研究(KER)」において、航空機による黒潮の短周期変動調査を実施するため投下式水温塩分計(AXCTP)を保有・使用の実績を有していた経緯もあり、変色水域内における投下式水温計(AXB T)による測温及び採水を分担することになった。調査の実施にあたっては、原則として第三管区海上保安本部羽田航空基地所属のヘリコプターの協力を得ることになった。

調査に使用した投下式水温計は米国のSpican社で開発された装置であり、装置の概要を第3-1図に示す。この水温計は、発信器を備えた水温測定センサー部と、センサー部から発信された水温情報を航空機内で受信する受信器とから構成されている。第3-1図に見られるように、センサー部は航空機から投下され着水後、浮揚体へ炭酸ガスを送り込むトリガーが働きセンサー部は海面に浮上する。その後、海水の浸水によって海水電池がONの状態になり通常海洋観測時に使用されるXBTセンサーと同様な構造を有するサーミスター感温素子が自由落下を始める。自由落下の間に測定された水温情報は発信器内で周波数変調(搬送波169.5MHz、電送形式F3D、出力0.2W)され発信される。発信された電波は航空機搭載の受信アンテナを通じて受信器に送られ解析されアナログデータとして記録計に出力される。水温のアナログ記録の1例を第3-2図に示す。図に見られる様に測温結果は船舶で使用されるXBT記録と同様に水温の鉛直方向の変化をよく再現している。

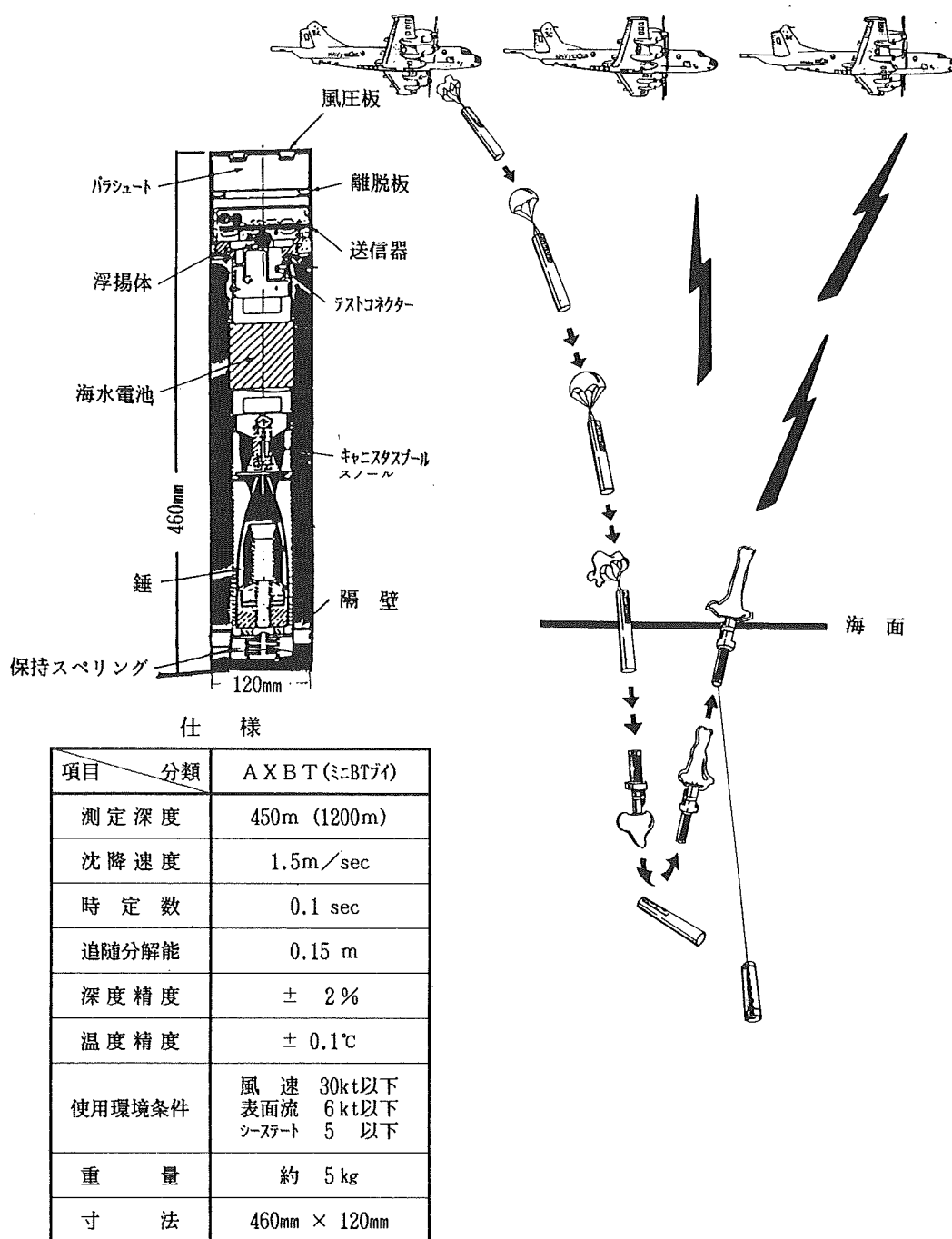


Figure 3 - 1 Outline and specification of AXBT

第3-2図に示す、図に見られる様に測温結果は船舶で使用される XBT 記録と同様に水温の鉛直方向の変化をよく再現している。

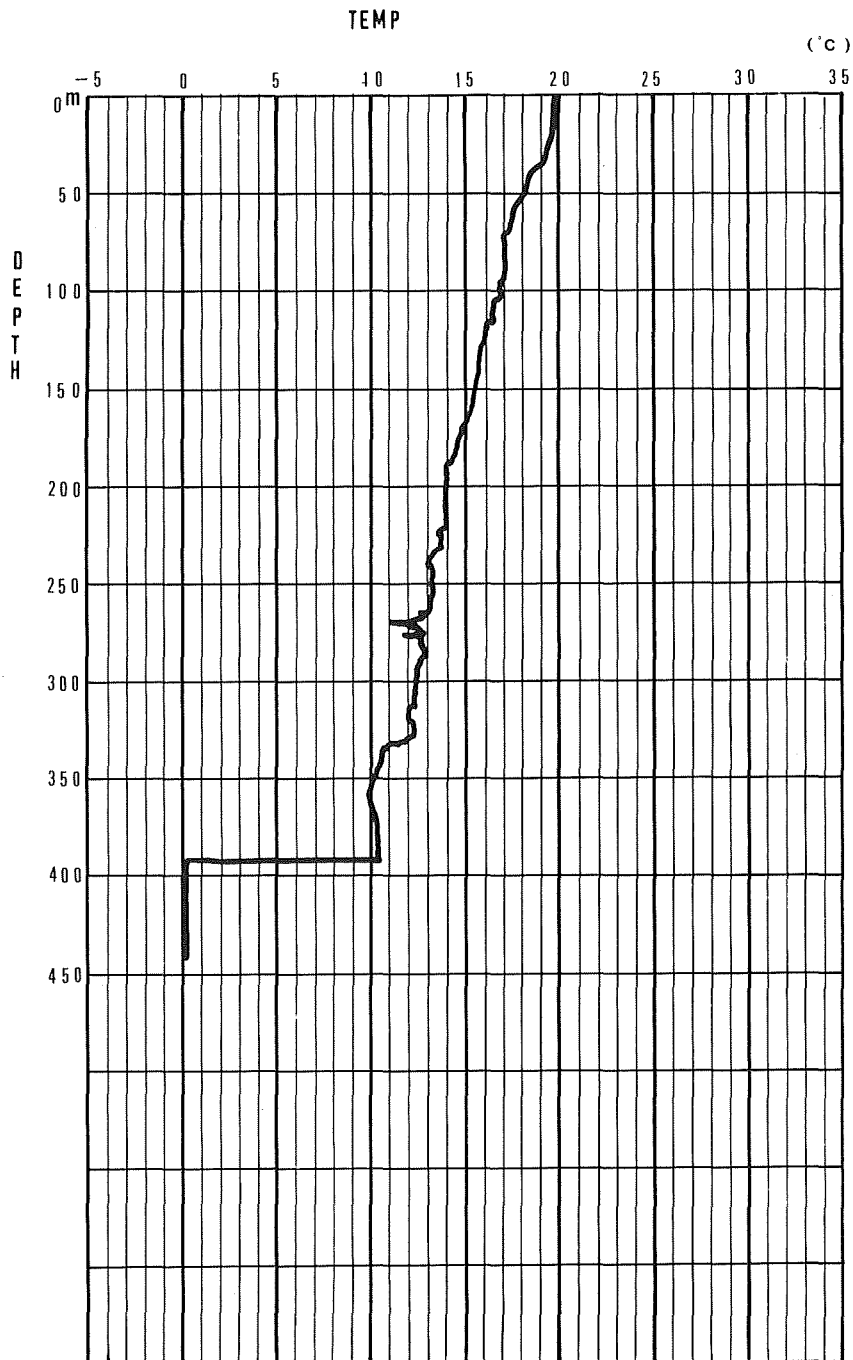


Figure 3-2 Sample record of AXBT

(2) 採水器

化学成分分析用海水の採取は、海洋汚染調査用試水採取のため海洋調査課海洋汚染調査室に整備されていた5ℓバンドン型採水器を使用した。現場での採水作業はヘリコプターに装備されているホイスト用ワイヤーの使用を考えたが、本採水器の採水時に使錘の使用が必要であり、人命救助等の諸作業に使用するワイヤーに損傷を与える危惧から第1回目の観測の後は直径8mmのロープを使用し、手で採水器を吊り上げ、吊り下げるようになった。

3-3 海上実験局の免許取得

前述の如く投下式水温計は航空機を用いた広域的な水温情報を短時間に取得することを目的としたもので、我が国では主に防衛庁において使用されているものである。本水温計の水温情報は電波を使用して伝送されるシステムを採用しているため、その使用にあたっては実験局開設について郵政省の免許が必要になった。当初、投下式水温計の購入時には、本水温計の製作者である鶴見精機には防衛庁仕様の発信用クリスタルのみが準備されており、然も、この周波数は防衛庁専用波として郵政省から防衛庁に割り当てられているため使用にあたっては防衛庁の了解が必要となり、防衛庁通信班担当官あて緊急事態下でのこと、その使用が大島周辺海域に限られていること等を説明したところ心良く了承、同時に関連部隊へ連絡を約して貰うことが出来た。また、郵政省への免許取得にあたっては、装備技術部通信課に関東電気監理局との調整連絡について依頼し、これも心良く引き受けて戴いた。一方、関東電気監理局航空・海上部海上課では、本件についての緊急性に深い理解を示し、海上実験局開設のための免許申請書類の審査等について迅速処理が為された結果、申請作業開始後僅かに四日後には許可が得られた。防衛庁専用波用発振クリスタル装備のセンサーの消耗後は、AXCTPで当庁が免許を受けている周波数169.5MHzの発信クリスタルを装備したセンサーを用いた。

3-4 調査回数と観測員等

採水测温観測は、海洋調査課海洋観測部門（観測、解析）が主として担当し、後半海洋汚染調査室にも参加してもらった。観測は第1回目の1986年12月1日から1987年3月16日まで計13回のフライト、派遣人員27名、採水点20点および测温点数67点について実施した。観測は当初羽田航空基地のヘリコプターを使用した。同基地所属のヘリコプターの業務増大のため観測行動への時間が取れなくなったため、各管区より派遣されたヘリコプター搭載巡視船のヘリコプターを使用することになった。これによって観測員は横浜へ集結後、ヘリ巡で大島へ向い当該巡視船または、別の巡視船へ移動し観測を行った。なかには、一日の行動予定で参加したが、乗船した巡視船が冲合急患発生に伴う輸送中継点になるため急提転進し行動日数の延長が起こり、参加した観測員の煙草切れ等思いがけない苦勞をかけてしまった。調査実施日と調査参加者を第3-1表に示す。

3-5 観測結果

変色水の採水测温および金属成分分析結果を第3-2表に示す。第3-2表中には、ヘリコプターによる採水测温結果に前章で述べているラジコンボートによる採水测温結果を加えて示し、さらには、採水された海水についての金属成分分析結果も併せて示した。各観測結果は筆島周辺域、大島東岸域（フノウノ滝、行者洞および風早埼周辺）および大島西岸域（元町および千波埼周辺）に分類して取りまとめたが、第5章第5-2表にも再掲している。各海域における観測点を第3-3図に示すが、これは第1章第1-3図を再掲したものである。第3-3図に示した観測点のうち▲印はヘリコプター及びラジコンボートによる採水点を示し、●印はヘリコプターによる测温点を示したものである。

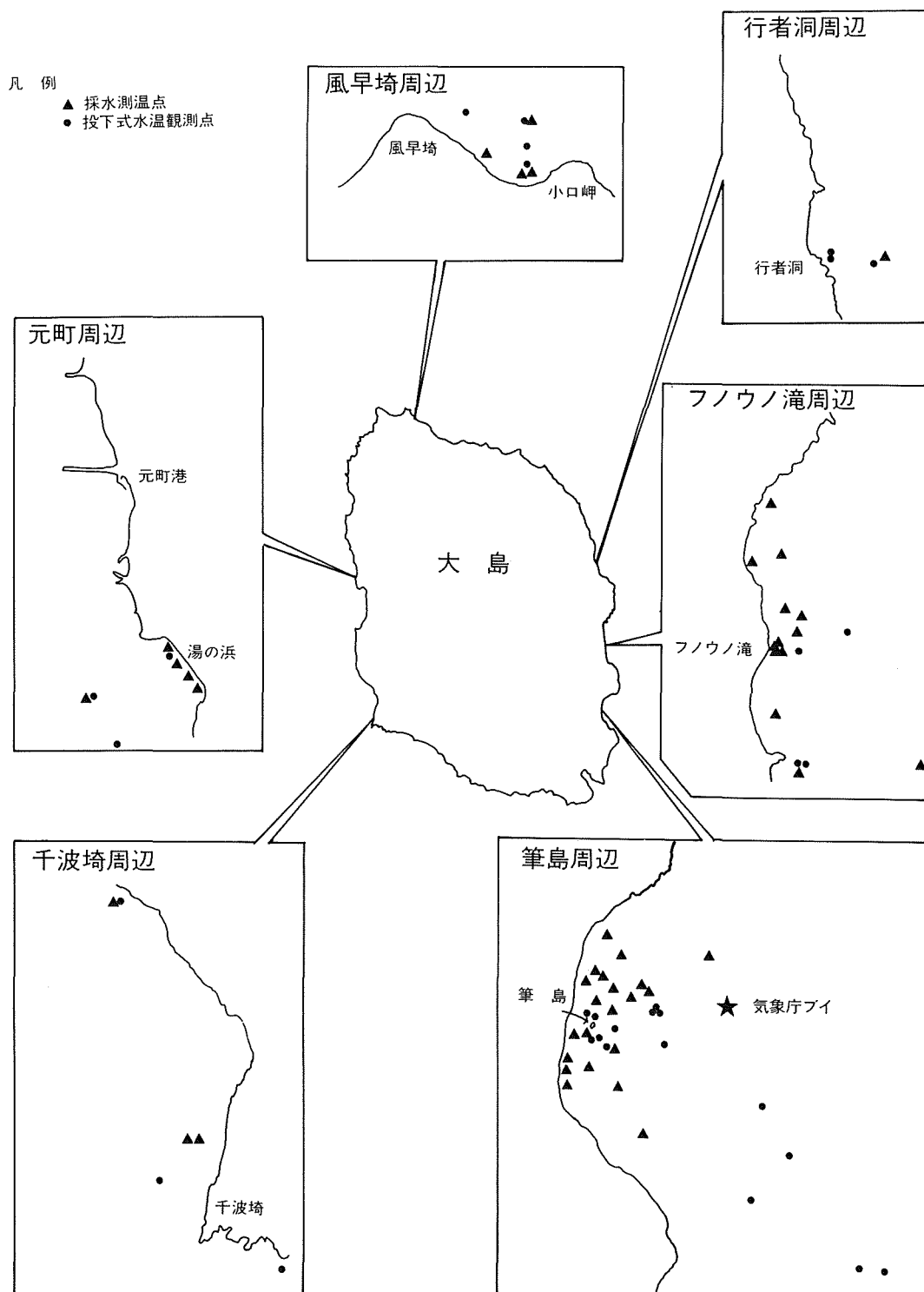


Figure 3 - 3 Water sampling points and temperature measurement points

Table 3-1 Members and date of observations

観測年月日	観 測 班 員	観 測 点 数	調 査 内 容
昭和61年12月1日	背戸義郎, 岩波圭祐	採水 3点 测温 3点	小坂丈子岡山大教授, 佐藤寛和とへり同乗, 変色水の目視による色調調査および変色水の採取・测温
12月10日	岩波圭祐, 田中和人	採水 3点 测温 5点	変色水域における採水・测温
12月11日	岩波圭祐, 小田勝之, 田中和人	採水 2点 测温 8点	同 上
12月16日	猿渡了己, 小田勝之	採水 3点 测温 8点	"
12月23日	岩波圭祐, 後藤紀夫	採水 3点 测温 6点	"
12月29日	山田 修, 背戸義郎, 岩波圭祐	採水 3点 测温 7点	"
昭和62年1月8日	背戸義郎	测温 4点	小坂丈子岡山大教授, 佐藤寛和, 伊藤(ラジコンボート操縦者)とへり同乗, 筆島変色水の拡大に伴う色調調査および水温観測
1月12日	小田勝之, 石井春雄	採水 3点 测温 4点	変色水の目視観測および変色水の採水测温
1月20日	猿渡了己, 信国正勝	测温 6点	変色水の目視観測および変色水の测温
1月30日	岩波圭祐, 岩永義幸	测温 6点	同 上
2月13日	岩永義幸, 石井 操	测温 4点	"
3月4日	伊藤清寿, 福島秀生	测温 3点	"
3月16日	岡克二郎, 田中和人	测温 3点	"

Table 3-2a Results of observations of discolored water adjacent to Hude-sima

No.1

実施年月日	採水・测温地点	観測方法 (HR)	水深 (約) m	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計 °C	棒状温度計 °C			
61年 12月1日	筆島北東約200m	H		黄 褐 色		18.4	8.4	34.10	
"	筆島北々東約350m	H		茶 色		18.4	8.2	33.33	
"	筆島南西約200m	H		淡 褐 色		18.3	8.4	33.97	
12月10日	筆島付近	H		褐 色	海面 18.2 海底 18.5				
"	筆島と気象庁ブイの中間点	H		薄・褐 色	海面 18.2 海底 18.4				
"	筆島北 約230m	B	8	赤 褐 色		18.2	8.1		
"	筆島南西約100m	B	8	薄い黄褐色		18.1	8.1		
"	筆島北東約320m	B	11	濃い黄褐色		18.1	8.1		
"	筆島北東約620m	B	30	濃い乳白色		18.3	8.1		
12月11日	筆島南東 (34-42.1N) (139-26.9E)	H	25	薄 い 緑 色	海面 17.6 海底 18.0				
"	筆島南東 (34-41.8N) (139-27.4E)	H	30		海面 18.7 海底 18.4				
"	筆島南東 (34-41.6N) (139-27.6E)	H	不明		海面 18.7 海底 18.7				
12月16日	筆島沖 (34-41.9N) (139-27.8E)	H	20		海面 17.9 海底 18.4				
"	筆島付近 (34-42.1N) (139-27.2E)	H	30		海面 19.0 海底 19.1				

実施年月日	採水・测温地点	観測方法 (HR)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計	棒状温度計			
61年 12月16日	筆島付近 (34-41.9N) (139-27.0E)	H	m	茶 褐 色	°C	18.0 °C	8.2	33.74	
12月20日	筆島南々西約300m	B	<10	黄 褐 色		17.1	8.2		
"	筆島南西約130m	B	<10	薄い黄褐色		17.7	8.2		
"	筆島北方約100m	B	<10	黄 褐 色		17.9	8.2		
"	筆島北方約420m	B	<10	赤 褐 色		18.1	8.2		
12月23日	筆島と気象庁ブイの中間点	H		淡 黄 色	海面 17.4 海底 17.7				
12月29日	筆島と気象庁ブイの中間点	H	124	淡 黄 色	海面 18.5 海底 18.5				
"	筆島東約100m	H	21	淡黄褐色	海面 18.2 海底 18.4				
62年 1月7日	筆島北東約100m	B	<10	黄 褐 色		17.8	8.0		
"	筆島北々西約200m	B	<10	茶 褐 色		17.7	8.1		
"	筆島北方約400m	B	<10	茶 褐 色		17.9	8.1		
"	筆島南々西約300m	B	<10	黄 褐 色		17.5	8.1		
1月8日	筆島南々西約50m	H	63	黄 褐 色	海面 17.2 海底 17.3				
"	筆島南約50m	H	17	黄 褐 色	海面 17.2 海底 17.3				

実施年月日	採水・测温地点	観測 方法 (HR)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計	棒状温度計			
62年 1月8日	筆島南約10m	H	10 ^m	黄 褐 色	海面17.3℃ 海底17.5	℃			
"	筆島北々西約50m	H	14	黄 褐 色	海面 17.0 海底 17.3				
"	筆島南方約50m	B	<10	薄い黄緑色		17.5	8.1		
"	筆島南西約250m	B	<10	茶 褐 色		17.3	8.1		
"	筆島北東約300m	B	<10	濃い黄褐色		17.3	8.1		
"	筆島北々西約200m	B	<10	黄 褐 色		17.4	8.1		
1月22日	筆島南方約250m	B	<10	薄い黄緑色		15.5	8.3		
"	筆島北方約300m	B	<10	薄い茶褐色		16.1	8.2		
1月30日	筆島と気象庁ブイ中間の南	H	7	ごく沿岸部に 乳 白 色	海面 15.1 海底 15.0				
2月26日	筆島南西約200m	B	3.5	な し		14.4	8.4		
"	筆島南約80m	B	5.0	"		14.9	8.3		
"	筆島北東約130m	B	4.0	"		14.7	8.4		
"	筆島北約350m	B	2.8	"		15.6	8.2		
"	筆島東約230m	B	11.0	"		15.3	8.3		

実施年月日	採水・测温地点	観測 方法 (HR)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計	棒状温度計			
62年 3月4日	黒浜崎東南東約200m	H	13 ^m	薄 い 緑 色	海面15.0℃ 海底15.1	℃			
〃	筆島と気象庁ブイの中間	H	9		海面 14.8 海底 14.9				
〃	気象庁ブイ東300m	H	20		海面 14.6 海底 14.6				
3月16日	筆島東約250m	H	10		海面 15.0 海底 15.0				
3月26日	筆島南西約200m	B	6.0	な し		14.3	8.2	34.19	
〃	筆島南約20m	B	5.0	〃		14.6	8.2	34.20	
〃	筆島北約300m	B	4.0	〃		14.8	8.3	33.97	

Table 3-2b Results of observations of discolored water near eastern shore of Osima
(Hunou-no-Taki, Gyogyakutu, Kazahaya-saki)

No.1

実施年月日	採水・測温地点	観測 方法 (HR)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計	棒状温度計			
61年 12月10日	小口鼻西方約250m	B	2 ^m	青 白 色	°C	19.0 °C	8.2		※※
12月11日	フノウノ滝南々東約600m	B	10	黄 褐 色		18.9	8.2		※※
"	フノウノ滝北東約150m	B	7	薄い茶褐色		18.9	8.2		※※
"	フノウノ滝北々西約420m	B	4	薄い茶褐色		18.9	8.2		※※
"	フノウノ滝北方約700m	B	9	薄い黄白色		18.9	8.2		※※
"	フノウノ滝	H		薄 い 茶 色		18.1	8.2	34.56	※※
"	中根鼻	H		薄 い 茶 色		18.0	8.2	34.33	※※
12月16日	フノウノ滝 (34-43.2N 139-27.1E)	H	20		海面 18.4 海底 18.9				
"	風早埼 (34-47.6N 139-23.0E)	H	15		海面 18.0 海底 18.4				
"	フノウノ滝 (34-43.2N 139-27.1E)	H				18.7	8.3	34.61	
12月23日	フノウノ滝前	H		薄い乳白色		18.8	8.3		
"	フノウノ滝沖	H		薄い乳白色	海面 18.5 海底 18.1				
12月29日	行者洞	H	26	淡 黄 色	海面 17.4 海底 17.6				
"	フノウノ滝沖100m	H				17.6	8.1	34.47	

実施年月日	採水・測温地点	観測 方法 (HR)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計	棒状温度計			
61年 12月29日	フノウノ滝沖30m	H	m		°C	17.2 °C	8.1	34.37	
62年 1月7日	行者洞東方約300m	B	<10	青 白 色		18.0	8.0		
"	フノウノ滝北方約450m	B	<10	茶 褐 色		18.1	8.1		
"	フノウノ滝北々東約200m	B	<10	茶 褐 色		18.2	8.1		
"	フノウノ滝北東約200m	B	<10	白色浮遊物(?)		18.7	8.1		
1月12日	風早埼灯台東南東約600m	H	20	乳 白 色	海面 16.9 海底 16.9	17.0	8.4	34.71	
"	中根鼻南1,200m (フノウノ滝付近)	H	8	薄 乳 白 色	海面 15.9 海底 15.9				
1月20日	行者洞沖200m	H	8	乳 白 色	海面 16.3 海底 16.5				
"	小口鼻北西200m	H	4	茶 褐 色	海面 16.8				
"	風早埼東400m	H	12	乳 白 色	海面 16.8 海底 16.6				
1月22日	フノウノ滝南約400m	B	<10	薄い黄褐色		16.8	8.4		
"	フノウノ滝南々東約850m	B	<10	薄い黄褐色		16.8	8.4		
1月23日	風早埼灯台南東約450m	B	<10	黄 褐 色		17.1	8.1		
"	風早埼灯台南東約600m	B	<10	黄 褐 色		17.1	8.2		

No.3

実施年月日	採水・測温地点	観測 方法 (HR)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計	棒状温度計			
62年 1月23日	岡田港灯台南西約200m	B	<10 ^m	薄い茶褐色	°C	17.2 °C	8.2		
1月30日	行者洞沖約500m	H	38	ごく沿岸部に乳白色	海面 15.4 海底 15.1				
2月13日	行者洞沖約50m	H	8	淡い乳白色	海面 15.2 海底 15.4				
"	風早埼南東約450m	H	8	茶 褐 色	海面 15.2 海底 15.3				風早埼距岸30mまで崖崩れあり
2月26日	筆島北約2,100m	B	7.0	な し		15.5	8.3		
"	筆島北約4,650m	B	5.0	な し		15.4	8.4		
3月16日	風早埼南東約450m	H	8	茶 褐 色	海面 15.6 海底 15.7				

Table 3-2c Results of observations of discolored water near western shore of Osima
(Motomati, Senba-saki)

No.1

実施年月日	採水・測温地点	観測 方法 (HR)	水深 (約) m	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計 °C	棒状温度計 °C			
61年 12月10日	千波埼東約1 km	H	m	薄 い 褐 色		21.4	8.2	34.52	
"	千波埼北約500m	H		"		20.6	8.2	34.34	
"	元町湯の浜	H		"		20.6	8.3	34.34	
12月11日	波浮港南東 (34-40.4N 139-26.6E)	H	25		海面 20.5 海底 18.6				
"	波浮港南東 (34-40.1N 139-27.2E)	H	100		海面 20.9 海底 14.8				
"	波浮港南東 (34-39.7N 139-27.4E)	H	305		海面 21.0 海底 11.6				
12月16日	元町南 (34-44.4N 139-21.5E)	H		乳 白 濁	海面 20.0 海底 20.1	19.7	7.5	33.89	
12月23日	元町海水浴場南端	H		茶 褐 色		18.3	8.2		
"	千波埼北約500m	H		"		18.6	8.2		
12月29日	元町南	H				17.2	8.1	34.42	
62年 1月12日	千波埼東南東約1700m	H	10	薄 乳 白 色	海面 17.1 海底 17.2	17.4	8.4	34.60	
"	元町灯台南約1100m	H	7	淡 褐 色	海面 17.0 海底 17.1	17.7	8.2	34.66	
1月20日	千波埼東南東約2 km	H	2	"	海面 17.2 海底 17.4				

No.2

実施年月日	採水・測温地点	観測 方法 (HR)	水深 (約)	変色水の色調	水 温		pH	塩 分	備 考
					投下式水温計	棒状温度計			
62年 1月20日	波浮港沖 (竜王埼南約400m)	H	26 ^m		海面 17.2℃ 海底 16.9	℃			
〃	波浮港中央	H	12		海面 16.7 海底 16.6				
1月30日	千波埼北約500m	H	3	ごく薄い 乳白色	海面 16.1 海底 16.2				
〃	元町南(野増沖に近い)	H	13		海面 16.1 海底 16.1				
2月13日	千波埼～鵜ノ根鼻 中間沖合約50m	H	8		海面 16.2 海底 16.5				
3月26日	波浮港入口	B	20			14.6	8.3	34.19	

(1) 水 温

筆島周辺海域の水温の経時変化は第3-4 a図に見られるように、1986年12月始めには18~19℃の水温を示していたが、冬季が深まるにつれ水温は低下し3月下旬には14~15℃まで低下した。この理由として気温変化に伴う表面水温の低下現象により説明されるものであるが部分的な水温の変動は黒潮の大島への接離岸によっても説明づけられ、第3-4 a図中に示した大島岡田港の日平均潮位は、黒潮の接岸によって上昇することから、特に大島の南に位置する筆島周辺域でその影響が1986年12月から1987年1月中旬まで大きく現れている。

大島東岸域及び西岸域の水温の経時変化についても筆島と同じような傾向が見られ、1986年12月上旬には18~21℃の水温を示したが、気温の低下につれて筆島と同じように低下しており、特に東海岸の3月中旬の観測結果は、西側の水温と比較して約1度程度高くなっている。

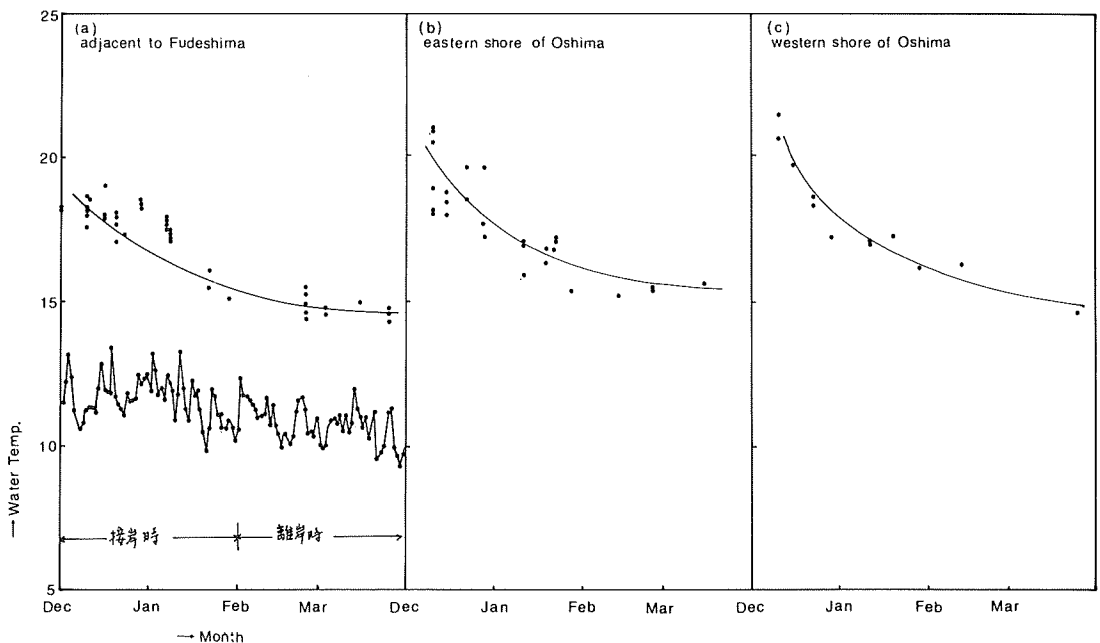


Figure 3-4 Temperature differences of discolored water from Dec. 1986 to Mar. 1987

(2) 塩分と pH

大島周辺域における変色水中の塩分は、バンドン型採水器から塩分検定用試水瓶へ分取した後、水路部海洋調査課においてサリノメータ (Auto-Lab 社製) を用いて測定した。一方、pH については、海上保安試験研究センターより借用した携帯型 pH メータにより測定した。塩分については第3-2 a表、2 b表、2 c表に見られるように時間的連続性がないため確たることは言えないが、大島周辺域で通常観測されない低塩分値がいずれの海域においても観測された。また、pH については、大島西岸域の元町付近における1986年12月16日の観測において表層海水には観測されない7.5と低い値が観測された。その他の海域では表層海水で一般的に観測される8.1~8.4のpHが得られている。

(3) 変色水の色調

変色水の色調については、観測者によってその表現が異なるため一概に比較することは困難であるが、一般的に観測された色調について述べると、筆島周辺域においては、陸岸付近で茶色から淡1色、淡黄色を経

て薄い緑色が多く観測され、時折、乳白色が観測されている。大島東岸域においては、淡1色から乳白色までが多く観測され、西岸域でも同様の色調が見られた。

(4) 金属元素等の分析結果

金属成分分析用試水は、バンドン採水器より5ℓポリエチレン瓶に採取し水路部海洋調査課海洋汚染調査室の実験室に持ち帰り、鉄、アルミニウムおよびケイ素について濃度測定を実施した。分析結果は第3-2表に見られるように濃度範囲(鉄:0.00~2.39mg/ℓ, アルミニウム:0.00~3.98mg/ℓ, ケイ素:0.33~5.59mg/ℓ)は極めて広がっている。これは同じ変色水域内であっても採取場所、変色水の色調によって変化しているためであり、この濃度変化から変色水が地下水等の湧水によるものか、土砂くずれによるものかを判断することは困難である。

詳細については第5章で論じることとする。

3-6 考 察

大島周辺海域における変色水の採水测温調査に用いた方法は、機動性、安全性から見て、ヘリコプター、ラジコンボートは非常に有効な手段であった。また、今回の調査で導入されたAXB Tは今後の変色水の测温調査の有効な手段となるものと確信される。一方、ヘリコプターからの採水に使用した5ℓバンドン採水器は縦型のものを使用した。変色水表面に薄く広がった低塩分水の採取には、むしろ横型の採水器を準備すべきであり、今後に備えて整備が必要である。

(背戸)

4. 変色水の化学分析法

4-1 まえがき

海底火山の活動に伴い発生する変色海水については小坂ら(1977, 1977, 1983, 1986)の研究があり、変色海水は酸性の火山性湧水が大量の海水と混合し中性あるいはアルカリ性となり、火山性湧水中に溶解していた鉄、アルミニウムが水酸化物として析出、海水中に浮遊した状態であると考えられている。また、析出した水酸化物はケイ素をケイ酸として含有した微細な非晶質のものであり、その中に含まれる二価鉄及び三価鉄の量に応じ色調が変化するとされている。

本調査では、小坂ら(1977)の方法に従い変色海水(懸濁した固体物質を含んだもの)中に含まれる、鉄、アルミニウム及びケイ素の濃度を求めた。前処理、分析法の詳細は4-2~4-5に示すが、その概要は次の通りである。前処理は、試料を塩酸酸性として加熱し、懸濁物をできるかぎり溶解した。鉄は二価に還元した後、 α, α' -ジピリジルを用いた吸光光度法、アルミニウムは希釈した後、高温炭素炉を用いる原子吸光光度法、ケイ素はモリブデン酸を用いた吸光光度法によりそれぞれ行った。

なお、試薬で特にことわらない場合は特級試薬を使用した。

4-2 前処理

(1) 試薬

○6規定塩酸

塩酸500mlを水で1ℓに希釈する

(2) 操作

1. 試料を空のポリエチレン瓶に移す。
2. 試料を移し空となった容器に6規定塩酸10mlを加え、ふり混ぜた後、30分放置する。
3. 2.で塩酸を加えた容器に、1.で移した試料の1部約300mlを入れる。
4. 湯浴(約96℃)中で8時間加熱する。
5. 1.で移した試料の残り全量を入れる。
6. 湯浴(約96℃)中で16時間加熱する。
7. 12時間以上静置、放冷する。

なお、提供された試料の量は約1ℓである。

4-3 鉄の分析

(1) 試薬

○0.06規定塩酸

塩酸20mlを水で1ℓに希釈する。

○ヒドロキシルアミン溶液

塩酸ヒドロキシルアミン10gを水に溶かし100mlとする。

○酢酸ナトリウム溶液

酢酸ナトリウム三水合物170gと氷酢酸6mlを水に溶かし500mlとする。

○ α, α' -ジピリジル溶液

α, α' -ジピリジル0.4gを塩酸2mlに溶かし、水で100mlに希釈する。

○鉄標準溶液

原子吸光分析用鉄標準溶液(1,000ppm)を用いる。

(2) 装 置

○分光光度計

(株)島津製作所製 分光光度計 UV-210型

(ダブルビーム, 3 cmフローセル, 波長525nm)

(3) 操 作

1. 試験管に試料50mlを取る。
2. ヒドロキシアミン溶液 1 mlを加える。
3. 酢酸ナトリウム溶液2.5mlを加え、混合する。
4. 15分放置する。
5. α, α' -ジピリジル溶液0.5mlを加え、混合する。
6. 20分放置する。
7. 分光光度計で吸光度を測定する。

(4) ブランク補正, 標準化

○試薬ブランク

試料の代わりに0.06規定塩酸を取り, (3)の操作を行う。

○標準化

鉄標準溶液25 μ l を0.06規定塩酸で50mlに希釈し、0.5mg/l の標準液とし(3)2.以下の操作を行う。

(5) 計 算

試料の吸光度：A 試薬ブランクの吸光度：a 標準溶液の吸光度：B

$$\text{試料の鉄の濃度} = \frac{A-a}{B-a} \times 0.5 \text{ (mg/l)}$$

(6) 測定精度等

○測定可能な濃度範囲

2 mg/l までは、測定可能である。それを越えるものは、0.06規定液酸で適当に希釈した後、同様に測定し、測定された濃度に希釈率を乗じ、試料濃度を算出する。

○測定精度

測定精度は、測定された濃度の3%, 又は0.02mg/l のいずれかのうち大きいもの以下である。

4-4 アルミニウムの分析

(1) 試 薬

○10mg/l アルミニウム溶液

原子吸光分析用アルミニウム標準液 (1,000ppm) 1 mlを水で100mlに希釈する。

(2) 装 置

○原子吸光光度計

(株)島津製作所製 原子吸光光度計 AA-670G 型

高温炭素炉 GFA-4 A 型

(重水素ランプによる自動バックグラウンド補正, スリット幅 0.50nm 波長 309.3nm)

乾燥 65℃ 20秒, 100℃ 20秒, 400℃ 30秒, 灰化1,100℃ 20秒, 原子化 2,600℃ 3秒)

(3) 操 作

(予備測定)

1. 試料 1 ml を水で 50 ml に希釈する。
2. 原子吸光光度計に 20 μ l 注入し, 吸光度を測定する。

(本測定)

1. 予備測定で得た吸光度を参考として, 50 ml に希釈すると吸光度が 0.1~0.2 となるよう一定量の試料を 50 ml メスフラスコ 4 本に取る。
2. 一定量の試料の入ったメスフラスコ 3 本に, 10 mg/ℓ アルミニウム溶液を 50 μ l, 100 μ l, 150 μ l を各々加える。
3. 水で 50 ml に希釈する。
4. 原子吸光光度計に 20 μ l 注入し, 吸光度を測定する。

(4) ブランク補正

○原子吸光光度計に水 20 μ l 注入し, 吸光度を測定する。

(5) 計 算

アルミニウム標準液を添加しなかったものの吸光度: A_0	濃度: N_0	μ g/ℓ
" 50 μ l 添加したものの吸光度: A_{10}	" : $N_0 + 10$	"
" 100 μ l " : A_{20}	" : $N_0 + 20$	"
" 150 μ l " : A_{30}	" : $N_0 + 30$	"
ブランク補正值	: a	

とすると,

$$A_0 - a = \alpha \times N_0$$

$$A_{10} - a = \alpha \times (N_0 + 10)$$

$$A_{20} - a = \alpha \times (N_0 + 20)$$

$$A_{30} - a = \alpha \times (N_0 + 30)$$

以上の 4 式から最小自乗法により濃度 N_0 を求める。

なお, 計算は原子吸光光度計内蔵の計算プログラムを使用する。

最初に 50 ml メスフラスコに取った試料の量を V ml とすると, 求める濃度は,

$$N_0 \times \frac{50}{V} (\mu\text{g}/\ell) = 0.05 \times \frac{N_0}{V} (\text{mg}/\ell) \text{ である。}$$

(6) 測定精度

○測定精度

測定精度は, 測定された濃度の 5%, 又は 0.04 mg/ℓ のいずれかのうち大きいものの以下である。

4-5 ケイ素の分析

(1) 試 薬

○モリブデン酸アンモニウム溶液

結晶モリブデン酸アンモニウム 200g を水に溶かし 1 ℓ とする。

○6 規定硫酸

硫酸100mlを水で600mlに希釈する。

○ケイ素標準溶液

海水栄養塩分析用 CSK けい酸塩標準液(50 μ g-at/ ℓ)を用いる。

(2) 装 置

○分光光度計

(株)島津製作所製 分光光度計 UV-730型

(ダブルビーム, 1 cm フローセル, 波長410nm)

(3) 装 作

1. ポリエチレン製試験管に試料30mlを取る。
2. モリブデン酸アンモニウム溶液0.6mlを加える。
3. 6 規定硫酸0.6mlを加え, 混合する。
4. 20分放置する。
5. 分光光度計で吸光度を測定する。

(4) ブランク補正, 標準化

○試薬ブランク

試料の代わりに水30mlを取り, (3)の操作を行う。

○標準化

試料の代わりにケイ素標準溶液を30mlを取り, (3)の操作を行う。

(5) 計 算

試料の吸光度: A 試薬ブランクの吸光度: a 標準溶液の吸光度: B

$$\text{試料のケイ素の濃度} = \frac{A-a}{B-a} \cdot \frac{50 \times 28}{1000} \quad (\text{mg}/\ell)$$

(6) 測定精度等

○測定可能な濃度範囲

5 mg/ ℓ までは, 測定可能である。それを越えるものは, 水で希釈した後, 同様に測定し, 測定された濃度に希釈率を乗じ, 試料濃度を算出する。

○測定精度

測定精度は, 測定された濃度の3%以下である。

(柴山, 信国, 當重, 福島)

4-6 溶解による分離・精製

第1章1-1に述べられているように, 伊豆大島のこのたびの変色海水には, 時として海岸より流入した土砂粒の混入する可能性も多かった。それ故, 筆者らの目標とする, 酸性の火山性湧水と海水との混合により生じる非晶質で微細な初生沈澱物から成る, いわゆる火山性変色海水の懸濁物質と, 混入土砂粒とを分離するため, 試料溶解に用いる酸濃度, 溶解濃度, 溶解時間等に特に考慮を払い, 出来るだけ弱い条件で, コロイド状物質のみを溶解するように努め, 4-2~4-5に示したような手法で化学分析用試料溶液の調製を行った。なお, それらの効果を確認するため, 土砂混入の明らかな試料86120102をとり, 溶解操作前の懸濁試料の濾過物と溶解後の不溶残渣の濾過物とのX線粉末回析測定を行って比較した。第4-1a図にCu対陰極、Niフィルターを用いて作成した両試料の回析像を, また第4-1b図には未処理の原

試料とこれをエチレン・グリコール処理したものの、同一条件、低角度の回析像を示した。その結果、原試料 A には plagioclase, orthopyroxin, clinopyroxin, hematite などのほか、粘土鉱物の一種である montmorillonite も含んでいることが判明した。これに引きかえ不溶物の試料 B の固析像も、これとほとんど差違がなく、原試料に含まれていた鉱物のほとんどが不溶のままで、粘土鉱物中でも比較的酸に溶解し易いと考えられている montmorillonite ですら不溶のまま残存していることが確かめられた。以上の結果から、この溶解操作の前後では、かなり低結晶質な montmorillonite をも含む、ほとんどの結晶質物質が不溶残渣として分解され、溶液中には X 線回析にほとんど影響を与えなかったコロイド物質としての変色海水物質のみが多く溶解されているものと解釈した。

(小坂)

ラジコンボート、あるいはヘリコプターによって採水された変色水の上記手法による分析結果を筆島、大島東海岸域、大島西海岸域の別にまとめたものを第 4-1 a 表、第 4-1 b 表、第 4-1 c 表に示す。

Table 4-1a Results of chemical analysis of discolored water sampled around Hude-sima

No.1

実施年月日	採水・测温地点	pH	塩 分	金属等の変色水分析結果			備 考
				Fe	Al	Si	
61年12月1日	筆島北東約200m	8.4	34.10	mg/ℓ 0.12	mg/ℓ 0.23	mg/ℓ 1.44	
"	筆島北々東約350m	8.2	33.33	0.11	0.32	2.09	
"	筆島南西約200m	8.4	33.97	0.20	0.20	1.35	
12月10日	筆島北約230m	8.1		0.19	0.64	2.69	
"	筆島南西約100m	8.1		0.14	0.41	1.11	
"	筆島北東約320m	8.1		0.23	0.84	2.03	
"	筆島北東約620m	8.1		0.14	1.32	1.33	
12月16日	筆島付近 (34—41.9N) (139—27.0E)	8.2	33.74	1.25	3.94	5.99	
12月20日	筆島南々西約300m	8.2		0.96	2.36	2.33	
"	筆島南西約130m	8.2		0.44	1.37	3.51	
"	筆島北方約100m	8.2		0.46	1.79	2.95	
"	筆島北方約420m	8.2		0.39	1.96	2.62	
62年1月7日	筆島北東約100m	8.0		0.56	1.76	3.27	

No.2

実施年月日	採水・测温地点	pH	塩 分	金属等の変水分析結果			備 考
				Fe	Al	Si	
62年1月7日	筆島北々西約200m	8.1		mg/ℓ 1.07	mg/ℓ 3.98	mg/ℓ 5.52	
"	筆島北方約400m	8.1		0.37	1.01	2.91	
"	筆島南々西約300m	8.1		0.30	0.76	1.76	
1月8日	筆島南方約50m	8.1		0.04	0.13	0.50	
"	筆島南西約250m	8.1		0.11	0.30	0.98	
"	筆島北東約300m	8.1		1.18	3.32	5.24	
"	筆島北々西約200m	8.1		0.20	0.55	1.48	
1月22日	筆島南方約250m	8.3		0.05	0.12	2.13	
"	筆島北方約300m	8.2		0.18	0.35	3.39	
2月26日	筆島南西約200m	8.4		0.01	0.02	0.85	
"	筆島南約80m	8.3		0.00	0.13	0.59	
"	筆島北東約130m	8.4		0.00	0.07	0.78	
"	筆島北約350m	8.2		0.06	0.12	4.42	

No.3

実施年月日	採水・测温地点	pH	塩 分	金属等の変色水分析結果			備 考
				Fe	Al	Si	
62年 2 月26日	筆島東約230m	8.3		mg/ℓ 0.00	mg/ℓ 0.02	mg/ℓ 0.56	
3 月26日	筆島南西約200m	8.2	34.19	0.03	0.04	0.83	
"	筆島南約20m	8.2	34.20	0.06	0.02	0.78	
"	筆島北約300m	8.3	33.97	0.03	0.08	1.02	

Table 4-1b Results of chemical analysis of discolored water sampled off the eastcoast of Osima

実施年月日	採水・测温地点	pH	塩 分	金属等の変色水分析結果			備 考
				Fe	Al	Si	
61年12月10日	小口鼻西方約250m	8.2		0.12 ^{mg/ℓ}	0.31 ^{mg/ℓ}	0.73 ^{mg/ℓ}	
12月11日	フノウノ滝南々東約600m	8.2		0.09	0.23	0.77	
"	フノウノ滝北東約150m	8.2		0.11	0.35	0.73	
"	フノウノ滝北々西約420m	8.2		0.07	0.09	0.77	
"	フノウノ滝北方約700m	8.2		0.07	0.16	0.44	
"	フノウノ滝	8.2	34.56	0.07	0.08	0.53	
"	中根鼻	8.2	34.33	0.16	0.17	0.85	
61年12月16日	フノウノ滝 (34-43.2N) (139-27.1E)	8.3	34.61	0.36	0.60	0.80	
12月23日	フノウノ滝前	8.3		0.04	0.07	0.33	
12月29日	フノウノ滝沖 100m	8.1	34.47	0.47	0.71	1.12	
"	フノウノ滝沖30m	8.1	34.37	0.01	0.08	0.62	
62年1月7日	行者洞東方約300m	8.0		0.04	0.09	0.67	
"	フノウノ滝北約450m	8.1		0.41	0.54	1.26	
"	フノウノ滝北々東約200m	8.1		0.15	0.40	0.73	

実施年月日	採水・测温地点	pH	塩 分	金属等の変色水分析結果			備 考
				Fe	Al	Si	
〃	フノウノ滝北東約200m	8.1		mg/ℓ 0.13	mg/ℓ 0.45	mg/ℓ 0.53	
1月12日	風早埼灯台東南東約600m	8.4	34.71	0.01	0.05	0.36	
1月22日	フノウノ滝南約400m	8.4		0.15	0.20	2.21	
〃	フノウノ滝南々東約850m	8.4		0.10	0.18	0.90	
1月23日	風早埼灯台南東約450m	8.1		2.17	2.17	5.29	
〃	風早埼灯台南東約600m	8.2		2.39	2.23	5.71	
2月26日	筆島北約2100m	8.3		0.01	0.09	0.78	
62年2月26日	筆島北約4650m	8.4		0.01	0.04	0.59	

Table 4-1c Results of chemical analysis of discolored water sampled off the westcoast of Osima

実施年月日	採水・测温地点	pH	塩 分	金属等の変色水分析結果			備 考
				Fe	Al	Si	
61年12月10日	千波埼東約1 km	8.2	34.52	mg/ℓ 0.05	mg/ℓ 0.10	mg/ℓ 0.31	
"	千波埼北約500m	8.2	34.34	0.26	0.48	0.92	
"	元町湯の浜	8.3	34.34	0.22	0.31	0.85	
12月16日	元町南 (34-44.4N) 139-21.5E)	7.5	33.89	1.06	2.10	2.66	
12月23日	元町海水浴場南端	8.2		1.21	1.79	2.51	
"	千波埼北約500m	8.2		0.34	0.79	1.14	
12月29日	元町南	8.1	34.42	0.50	1.47	1.34	
62年1月12日	千波埼東南東約1700m	8.4	34.60	0.04	0.09	0.51	
"	元町灯台南約1100m	8.2	34.66	0.01	0.06	0.36	
3月26日	波浮港入口	8.3	34.19	0.02	0.00	0.45	

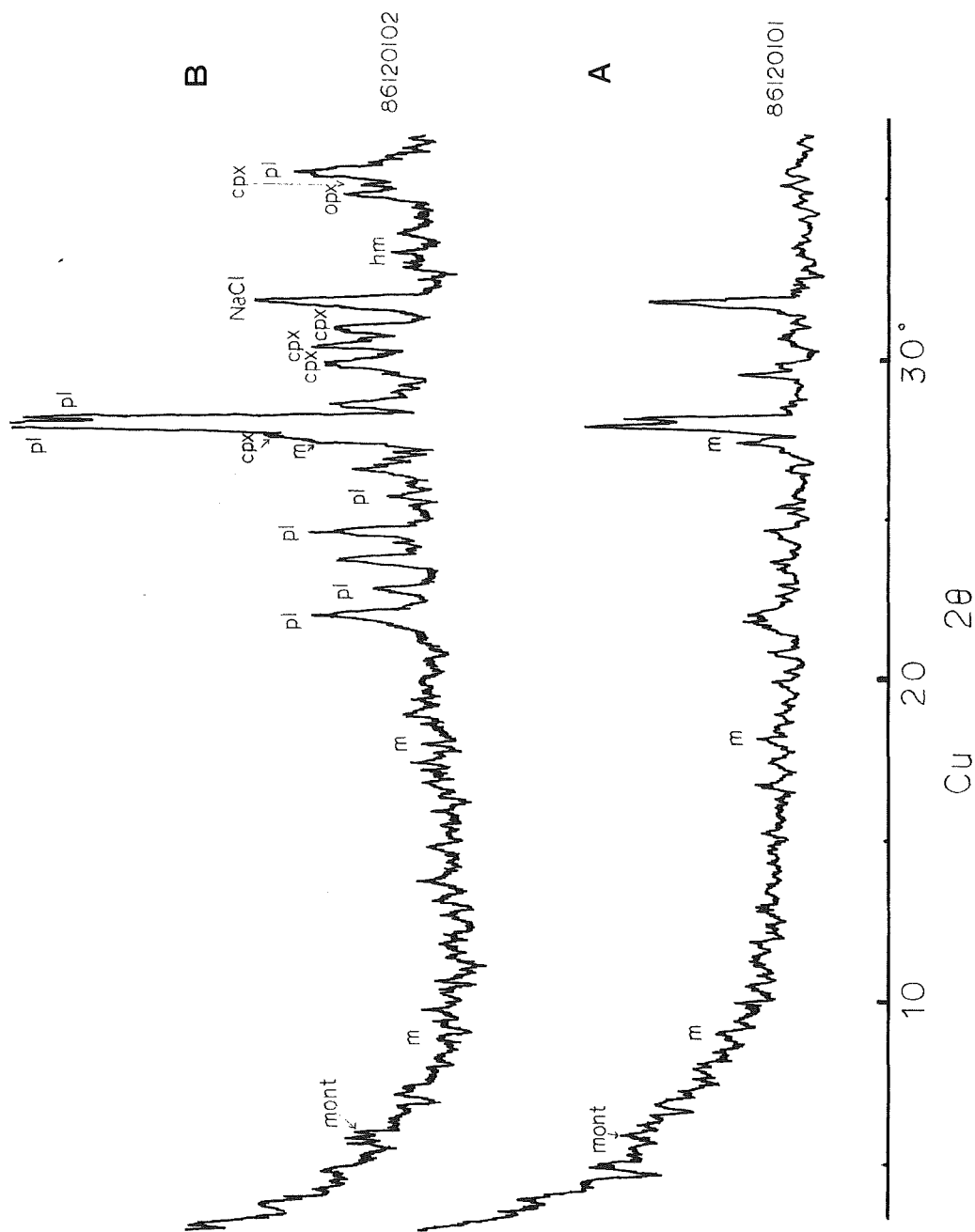


Figure 4-1a Powder X-ray diffraction figures of filtered suspension materials before dissolving (A) and filtered residual materials after dissolving (B)



Figure 4-1b Low angle X-ray diffraction figures of the untreated sample and the ethylene glycol treatment sample

5. 考 察

5-1 これまでの海底火山の活動等にもなう変色海域の出現と測定

筆者らの1人は1952年、1970年の明神礁の海底噴火活動(Morimoto and Ossaka, 1955; 森本, 小坂, 1970)や1973年西之島活動(小坂, 1974a)に際しても、種々の変色海水を観察する機会を得たが、その色、形、濃度などが海面下の活動状況により変化するものであることを指摘した(小坂, 1974b)。その後、西之島の海底火山活動による変色海水の採水とその分析が行われ、これらの変色海水は主としてSi-Al-Feの水和物からなる非晶質で微粒な沈澱物が海水に懸濁しているものであり(小坂, 1975)、特にその色は沈澱物中の鉄の含有量によって左右され、その量の増加によって、白→黄→黄褐→褐→茶褐色と変化することが判明した(第5-1表, 23~29, 53~56)。また、それ以前から薩摩硫黄島の海岸に濃厚な変色海域が常時認められていたが、筆者らの1962年の調査で、同島の海岸から湧出する強酸性泉が海中に流入し、温泉水中に含まれているSi, Al, Feが海水と反応して沈澱を生じたものであることがわかった。また温泉の流入する海岸から沖に向かって(第5-1表, 46~51; 小坂, 1975)、温泉水と海水との混合割合が異なることによって、pH及び生じた沈澱のSi, Al, Feの組成比が変化することを見出した。その後、1975年にはこれらの湧出酸性泉(第5-1表, 42~45)と海水とを種々の割合で人工的に混合し、以上の事実を確認するとともに、温泉水の混合比の多い、従ってpHの低い場合には先ず鉄が多く沈澱し、海水の混合割合が増加するに従ってpHが上昇し、また生じた沈澱物中にアルミニウムの量が増加し、これにともなって鉄が減少し、シリカはそれらの沈澱にともなって共沈することが明らかになった(第5-1表, 30~41; 小坂他, 1977)。それまでの海底火山における変色海水の研究では、海水と混合する火山性湧水は、その噴出孔が海面下にあるため直接これを採取する事は困難で、従ってその発生原因を考える上では重要な要素を欠くことになるが、薩摩硫黄島では、変色水の発生原因となる酸性湧水源が陸上にあるため、海水と混合前の水質が判明し、前述のような解明が始めて成し得たわけである。この薩摩硫黄島では変色海水の成分濃度とマルチバンドカメラの画像データとの関係を論じた報告もある(第5-1表, 17~22; 大谷他, 1983)。

さらに1977年と1979年には、当時平穏な活動を繰返していた福徳岡ノ場海底火山の、ほとんど白色に近い変色水が無線操縦ボートで採水し、分析を行ったが、この時のFe, Alの含量は著るしく少ないものであった(第5-1表, 4~7, 小坂; 1975, 文部省総合研究班, 1977, 小坂, 1986)。その後、1986年1月には同海底火山の活動が活発化し、数日で新火山島を形成したが、この時はその変色水も茶褐色に変化し、そのFe分も増加した(第5-1表, 8~11; 海上保安庁水路部他, 1986, 小坂他, 1986)。しかしその後、同火山の活動が沈静化するに従って、同年2月にはFeも減少し、概ね同火山の平常時の値にもどった(第5-1表, 1~3, 小坂他, 1986, 海上保安庁水路部, 1981)。

また1981年1月には福神海山において変色水が発見され(第5-1表, 15~16; 海上保安庁水路部, 1981)、1980年には海徳海山が大規模な火山活動を行った(第5-1表, 13~14)。これらの火山活動においては、噴出点、あるいはそれに近い場所で採水した変色水の大部分がFe, Alの多いものであった。

5-2 大島沿岸変色海水の成分特徴

各採取地点、各採取時期における変色海水の化学分析の結果を第5-2表に示す。表には採水地点、採水時の水温、pH等のほか懸濁物質の主成分である鉄(Fe)、アルミニウム(Al)、シリコン(Si)を、まず海水1ℓ中の含有量(mg)で表し、次いでこの3成分の重量百分率であらわした。その結果、これら各成分の含有量は、一つの変色海水域から採取したもののでも、その採取箇所により、通常海水との混合割合が異なる

Table 5-1 Chemical composition (Fe, Al and Si) of volcanic discolored water

No.	地 名	年 月 日	pH	Fe(ppm)	Al (ppm)	Si(ppm)	(Fe+Al)/Si
1	福徳岡ノ場	'86. 2. 1		0.16	0.27	0.84	0.51
2		2. 9		0.11	0.37	3.64	0.13
3		2. 26		0.13	0.29	3.20	0.13
4		'77. 3	7.9	0.15	0.09	0.29	0.83
5			8.0	0.13	0.09	0.20	1.10
6		'79. 3	7.94	0.13	0.08	0.5	0.42
7			8.23	Tr	0.1	0.2	0.50
8		'86. 1	7.46	1.9	1.6	0.84	4.17
9			7.66	0.2	0.9	0.51	2.16
10			7.88	0.3	0.8	0.51	2.16
11			8.15	0.1	Tr	0.47	0.21
12			8.28	0.03	Tr	0.45	0.07
13	海徳海山	'84. 3	7.39	0.32		0.27	1.19
14			7.8	0.28		0.17	1.65
15	福神海山	'81. 1	4.3	0.8	0.6	0.75	1.87
16			5.2	0.5	0.2	0.37	1.89
17	薩摩硫黄島	'78. 8. 29	5.52	3.32	8.3	2.24	5.19
18			6.65	2.07	5.5	2.10	3.60
19			7.25	1.76	1.5	1.45	2.25
20			7.41	0.93	2.0	1.23	2.38
21			7.65	0.97	2.2	1.03	3.08
22			8.05	0.61	1.3	1.22	1.57
23	西之島	'74. 3. 6		0.09	—	—	∞
24				0.04	—	—	∞
25		3. 14		2.48	1.86	20	0.22
26				0.07	—	1.3	0.05
27		3. 15		0.05	—	—	∞
28		7. 7		1.45	0.21	24.9	0.07
29		7. 8		0.14	—	27.2	0.01

沈殿物のFe, Al, Si成分

No.	地 名	年 月 日	Fe(%)	Al(%)	Si(%)
30*	薩摩硫黄島に おける 人工再現実験	'75. 8. 2	—	—	—
31			7	63	30
32			5	51	44
33			9	75	16
34			31	53	16
35			26	65	9
36			22	74	4
37			17	78	5
38			18	77	5
39			20	75	5
40			19	76	5
41			22	73	5
46	薩摩硫黄島	'62. 7. 23	42	55	3
47			43	55	1
48			20	75	5
49			16	82	2
50			14	81	5
51			13	74	13
52	大島(泥水)	'87. 3. 26	8	45	47
53	西之島 A	'73. 10. 9	29	32	39
54	3	'74. 3. 14	73	10	16
55	4		43	54	4
56	7	7. 8	65	8	27

*一般海水

薩摩硫黄島の強酸性泉

No.	地 名	年 月 日	Fe(mg/ℓ)	Al(mg/ℓ)	Si(mg/ℓ)
42	東温泉水	'62. 7. 23	33	788	136
43		'75. 8. 2	148.2	545	136
44	北平下温泉水	'62. 7. 30	420	1250	149
45		'75. 8. 3	361	1316	143

No. 1 ~ 3 足立 卒業論文

4 ~ 22

23 ~ 29 小坂 現代化学 P12-19 1975年10月

30 ~ 45 小坂 鉱物学雑誌 第13巻 特別号 P178-186 1977年3月

46 ~ 51 小坂 現代化学 P12-19 1975年10月

52 海上保安庁水路部

53 ~ 56 小坂 現代化学 P12-19 1975年10月

Table 5-2 Chemical analysis of discolored waters around Osima.

No.	採 水 地 点	実施年月日	水温	pH	塩 分	Fe(mg/ℓ)	Al(mg/ℓ)	Si(mg/ℓ)	Fe(%)	Al(%)	Si(%)
1*	筆島付近	'86.11.26		8.05		0.22	0.57	2.23	7	19	74
2*	筆島付近	11.28				0.28	0.28	1.59	13	13	74
3	筆島北東約200m(H-1)	12. 1	18.4	8.4	34.10	0.12	0.23	1.44	7	13	80
3*				8.14		0.12	0.25	1.37	7	14	79
4	筆島北北東約350m(H-2)		18.4	8.2	33.33	0.11	0.32	2.09	4	13	83
4*				8.15		0.18	0.43	2.40	6	14	80
5	筆島南西約200m(H-3)		18.3	8.4	33.97	0.20	0.20	1.35	11	11	77
5*				8.17		0.19	0.34	1.44	10	17	73
6*	筆島付近	12. 5		8.21		0.49	1.06	3.20	10	22	67
7*	筆島付近			8.25		0.10	0.23	0.90	8	19	73
8*	筆島付近			8.22		0.19	0.40	1.65	8	18	74
9*	筆島付近			8.25		0.10	0.29	0.92	8	22	70
10	筆島北約230m(B-1)	12.10	18.2	8.1		0.19	0.64	2.69	5	18	76
11	筆島南西約100m(B-2)		18.1	8.1		0.14	0.41	1.11	8	25	67
12	筆島北東約320m(B-3)		18.1	8.1		0.23	0.84	2.03	7	27	65
13	筆島北東約620m(B-4)		18.3	8.1		0.14	1.32	1.33	5	47	48
14	筆島北東約4700m	12.11	18.6			0.02	0.04	0.24	7	13	80
15	筆島付近34-41.9N 139-27.0E(H-10)	12.16	18.0	8.2	33.74	1.25	3.94	5.99	11	35	54
15*				7.92		1.11	2.08	4.24	15	28	57
16	筆島南南西約300m(B-10)	12.20	17.1	8.2		0.96	2.36	2.33	17	42	41
16*				8.28		0.71	0.70	3.00	16	16	68
17	筆島南西約130m(B-11)		17.7	8.2		0.44	1.37	3.51	8	26	66
17*				8.28		0.35	0.77	1.76	12	27	61
18	筆島北約100m(B-12)		17.9	8.2		0.46	1.79	2.95	9	34	57
18*				8.23		0.31	0.54	3.05	8	14	78
19	筆島北約420m(B-13)		18.1	8.2		0.39	1.96	2.62	8	39	53
19*				8.23		0.31	0.57	2.30	10	18	72
20	筆島北東約100m(B-14)	'87. 1. 7	17.8	8.0		0.56	1.76	3.27	10	31	58
21	筆島北北西約200m(B-15)		17.7	8.1		1.07	3.98	5.52	10	38	52
22	筆島北約400m(B-16)		17.9	8.1		0.37	1.01	2.91	9	24	68
23	筆島南南西約300m(B-17)		17.5	8.1		0.30	0.76	1.76	11	27	62
24	筆島南約50m(B-22)	1. 8	17.5	8.1		0.04	0.13	0.50	6	19	75
25	筆島南西約250m(B-23)		17.3	8.1		0.11	0.30	0.98	8	22	71

No.	採 水 地 点	実施年月日	水温	pH	塩 分	Fe(mg/ℓ)	Al(mg/ℓ)	Si(mg/ℓ)	Fe(%)	Al(%)	Si(%)
26	筆島北東約300m(B-24)	'87. 1. 8	17.3	8.1		1.18	3.32	5.24	12	34	54
27	筆島北北西約200m(B-25)		17.4	8.1		0.20	0.55	1.48	9	25	66
28	筆島南約250m(B-26)	1.22	15.5	8.3		0.05	0.12	2.13	2	5	93
29	筆島北約300m(B-27)		16.1	8.2		0.18	0.35	3.39	5	9	86
30	筆島南西約200m(B-33)	2.26	14.4	8.4	34.53	0.01	0.02	0.85	1	2	97
31	筆島南約80m(B-34)		14.9	8.3	34.65	0.00	0.13	0.59	0	18	82
32	筆島北東約130m(B-35)		14.7	8.4	34.53	0.00	0.07	0.78	0	8	92
33	筆島北約350m(B-36)		15.6	8.2	31.69	0.06	0.12	4.42	1	3	96
34	筆島東約230m(B-37)		15.3	8.3	34.64	0.00	0.02	0.56	0	3	97
35	筆島南西約200m(B-40)	3.26	14.3	8.2	34.19	0.03	0.04	0.83	3	4	92
36	筆島南約20m(B-41)		14.6	8.2	34.20	0.06	0.02	0.78	7	2	91
37	筆島北約30m(B-42)		14.8	8.3	33.97	0.03	0.08	1.02	3	7	90
38	フノウノ滝南南東約600m(B-6)	'86.12.11	18.9	8.2		0.09	0.23	0.77	8	21	71
38*				8.17		0.17	0.21	0.93	13	16	71
39	フノウノ滝北東約150m(B-7)		18.9	8.2		0.11	0.35	0.73	9	29	61
39*				7.96		0.17	0.20	0.90	13	16	71
40	フノウノ滝北北西約420m(B-8)		18.9	8.2		0.07	0.09	0.77	8	10	83
41	フノウノ滝北約700m(B-9)		18.9	8.2		0.07	0.16	0.44	6	54	40
42	フノウノ滝(H-7)		18.1	8.2	34.56	0.07	0.08	0.53	10	12	78
43	フノウノ滝34-43.2N 139-27.1E(H-11)	12.16	18.7	8.3	34.61	0.36	0.60	0.80	20	34	46
43*				7.93		0.28	0.20	0.83	21	15	63
44	フノウノ滝前	12.23	18.8	8.3		0.04	0.07	0.33	9	16	75
44*				8.17		0.10	0.24	0.67	10	24	66
45	フノウノ滝沖100m(H-15)	12.29	17.6	8.1	34.47	0.47	0.71	1.12	20	31	49
46	フノウノ滝沖30m(H-16)		17.2	8.1	34.37	0.01	0.08	0.62	1	11	87
47	フノウノ滝北約450m(B-19)	'87. 1. 7	18.1	8.1		0.41	0.54	1.26	19	24	57
48	フノウノ滝北北東約200m(B-20)		18.2	8.1		0.15	0.40	0.73	12	31	57
49	フノウノ滝北東約200m(B-21)		17.7	8.1		0.13	0.45	0.53	12	41	48
50	フノウノ滝南約400m(B-28)	1.22	16.8	8.4		0.15	0.20	2.21	6	8	86
51	フノウノ滝南南東約850m(B-29)		16.8	8.4		0.10	0.18	0.90	8	15	76
52	フノウノ滝付近(B-38)	2.26	15.5	8.3	34.59	0.01	0.09	0.78	1	10	89
53*	行者洞付近	'86.12. 5		8.30		0.11	0.18	0.76	10	17	72
54*	行者洞付近			8.30		0.10	0.23	0.71	10	22	68

No.	採 水 地 点	実施年月日	水温	pH	塩 分	Fe(mg/l)	Al(mg/l)	Si(mg/l)	Fe(%)	Al(%)	Si(%)
55*	行者洞付近	'86.12. 5		8.30		0.17	0.19	0.77	15	17	68
56*	行者洞付近			8.24		0.06	0.22	0.49	8	29	64
57	行者洞東約300m(B-18)	'87. 1. 7	18.0	8.0		0.04	0.09	0.67	5	11	84
58	行者洞付近(B-39)	2.26	15.4	8.4	34.70	0.01	0.04	0.59	2	6	92
59*	岡田港付近	'86.12. 5		8.32		0.16	0.29	0.69	14	25	61
60	岡田灯台南西約200m(B-32)	'87. 1.23	17.2	8.2		0.05	0.03	0.25	15	9	76
61	風早埼灯台東南東約600m(H-18)	1.12	17.0	8.4	34.71	0.01	0.05	0.36	2	12	86
62	風早埼灯台南東約450m(B-30)	1.23	17.1	8.1		2.17	2.17	5.29	23	23	55
63	風早埼灯台南東約600m(B-31)		17.1	8.2		2.39	2.23	5.71	23	22	55
64	風早埼灯台南西約200m(B-32)		17.2	8.2		0.05	0.03	0.25	15	9	76
65	元町南湯の浜(H-6)	'86.12.10	20.6	8.3	34.34	0.22	0.31	0.85	16	22	62
65*				8.21		0.49	0.38	1.24	23	18	59
66	元町南34-44.4N-139-21.5E(H-9)	12.16	19.7	7.5	33.89	1.06	2.10	2.66	18	36	46
66*				7.94		1.08	0.92	2.91	22	19	59
67	元町海水浴場南端	12.23	18.3	8.2		1.21	1.79	2.51	22	32	46
67*				8.12		1.35	1.03	2.55	27	21	52
68	元町南(H-17)	12.29	17.2	8.1	34.42	0.50	1.47	1.34	16	44	40
69	元町灯台南約1100m	'87. 1.12	17.7	8.2	34.66	0.01	0.06	0.36	2	14	84
70	千波埼東約1000m(H-4)	'86.12.10	21.4	8.2	34.52	0.05	0.10	0.31	11	22	67
70*				8.21		0.06	0.21	0.56	7	25	67
71	千波埼北約500m(H-5)		20.6	8.2	34.34	0.26	0.48	0.92	16	29	55
71*				8.22		0.30	0.30	0.94	19	19	61
72	千波埼北約500m(H-13)	12.23	18.6	8.2		0.34	0.79	1.14	15	35	50
72*				8.09		0.35	0.34	1.27	18	17	65
73	千波埼東南東約1700m	'87. 1.12	17.4	8.4	34.60	0.04	0.09	0.51	6	14	80
74	中根鼻(H-8)	'86.12.11	18.0	8.2	34.33	0.16	0.17	0.85	14	14	72
75	小口鼻西約250m(B-5)	12.10	19.0	8.2	34.19	0.12	0.31	0.73	10	27	63
76	波浮港入口(B-43)	'87. 3.26	14.6	8.3		0.02	0.00	0.45	4	0	96
77	筆島付近(泥水)	'87. 3.26				19.00	103.3	108.97	8	45	47
78*	筆島付近(湧水)	'86.12. 5		7.37		0.05	0.18	21.17	0	1	99
79*	一般海水	12. 5		8.31		0.02	0.15	0.32	4	31	65

* 印は岡山大学で分析 無印は海上保安庁で分析

ため、その濃度が広範囲にわたって変動するが、その3成分比は混合前の、従って沈殿生成以前の流入水(湧水)の成分特徴を反映したある限られた組成比内にその値が結集することが判明した。

また比較のために、他の地区における変色水の測定値、即ち福徳岡ノ場の1977年~1986年、海徳海山の1983年、福神海山の1981年、薩摩硫黄島の1978年、西之島の1974年の各変色水、並びに薩摩硫黄島や西之島などで採取、または人工的に生成した沈殿物、あるいは薩摩硫黄島で変色水生成の原因となった強酸性泉などの各成分濃度、pH、重量組成比等を第5-3表に示した。

(1) 変色水域の pH 値

今回の伊豆大島の変色水の pH は、全期間を通じて7.5~8.4の範囲にあり、その中でも pH 8 以下のものは、全測定値の4.8%にあたる5試料に過ぎず、これまでの他地域での測定値、例えば福神海山の4.3~5.2、薩摩硫黄島の5.51~8.05などに較べて比較的高く、強い酸性を示すものがないことが認められた。この事は後述する他の化学成分の特徴からも考えられる事であるが、海水に混入して沈殿を生じた水はそれ程酸性の強くない、即ち pH 値の低くないものか、あるいは混入量が少なかったものと予想される。

(2) 変色水の成分濃度と地域的特徴

変色海水の主要成分である Fe, Al, Si の各成分濃度を相互に比較して見ると、Fe では0.01~1.35mg/ℓ, Al で0.02~3.98mg/ℓ, Si では0.24~5.99mg/ℓ とその濃度範囲が著しく大きい。これは採水に際して出来るだけ変色程度の高い場所を選んだつもりであるが、ヘリコプター或は無線操縦艇の性能上、必ずしも希望通りにはならなかったし、また採取した表面海水が必ずしも最高濃度であったとは限らず、上空或は海面ではそれを識別することは困難であった。さらに熱赤外放射温度計による観測結果(土出、佐藤、1987)からも、変色海域の表面温度は、周辺海域よりもむしろやや低めであって、混入水は大島の地下から湧出する低温のもので、それ故変色水中の懸濁成分は、海水との混合割合によって種々の濃度に稀釈される事になる。

第5-1 a 図では横軸に変色水の Si 濃度 (ppm)、縦軸に Al 濃度 (ppm) で示し、第5-1 b 図には横軸に同じく Si (ppm) を、縦軸には Fe (ppm) をプロットした。それによればこの両者の関係は、大島西海岸と筆島とでは、特に Si-Fe においてその傾向が著しくことになっており、前者は $r=0.98$, $y=-0.20+0.51x$, 後者は $r=0.88$, $y=-0.14+0.21x$ とあらわされ、この両者の成分割合は、明らかに異った傾向を示すものであったことが判明した。それに引きかえ筆島を除く他の東海岸の変色海水の Si-Fe 比は、むしろ同島西海岸のそれに近いものであって、同島筆島沖のみが異っていると考えられる。Si-Al 比については、データのバラツキが大きく成分割合に有意の差を認めることは困難である。

(3) 変色水の成分割合と火山活動度

先に述べたように、変色水と周囲の海水との混合率が、試料採取地点で種々異なるため、変色水の各成分濃度のみでは、その成分特徴をあらわし難いので、今回はその主要成分である Fe-Al-Si の3成分を比較することにした。第5-2表の末尾3列に示したその値を3角ダイヤグラムにプロットしたのが第5-2 a 図である。それによると今回の測定試料中で Fe の割合が最も多いのは、1986年12月16日にフノウノ滝沖で採取された Fe:30%であり、また Al の最も多いのは、同じく12月11日に同地点付近でとられた Al:54%であり、その他の試料の Fe あるいは Al の成分割合は、いずれもこの値より少ないものであった。

以上のような変色海水の化学成分をもとにして、他の地域の主として海底火山活動に際して発生した変色海域(第5-2 b 図)と比較して、これまでと同様の方法で、今回変色海水の発生した大島沿岸地域における火山の活動度の推定を試みた。

Table 5-3 (Fe+Al)/(Fe+Al+Si) ratio collected from various points of volcanic discolored waters and volcanic deposits

		(Fe+Al)/(Fe+Al+Si) %
西之島	1973-1974	沈殿物 61 ~ 96
薩摩硫黄島沖	1962-1963	沈殿物 87 ~ 99
"	1975	変色水 61 ~ 84
福神海山	1981	変色水 65
福德岡ノ場	1986-1	変色水 68 ~ 81
福德岡ノ場	1977, 79, 86-2	変色水 12 ~ 51
伊豆大島	1986-1987	変色水 3 ~ 60

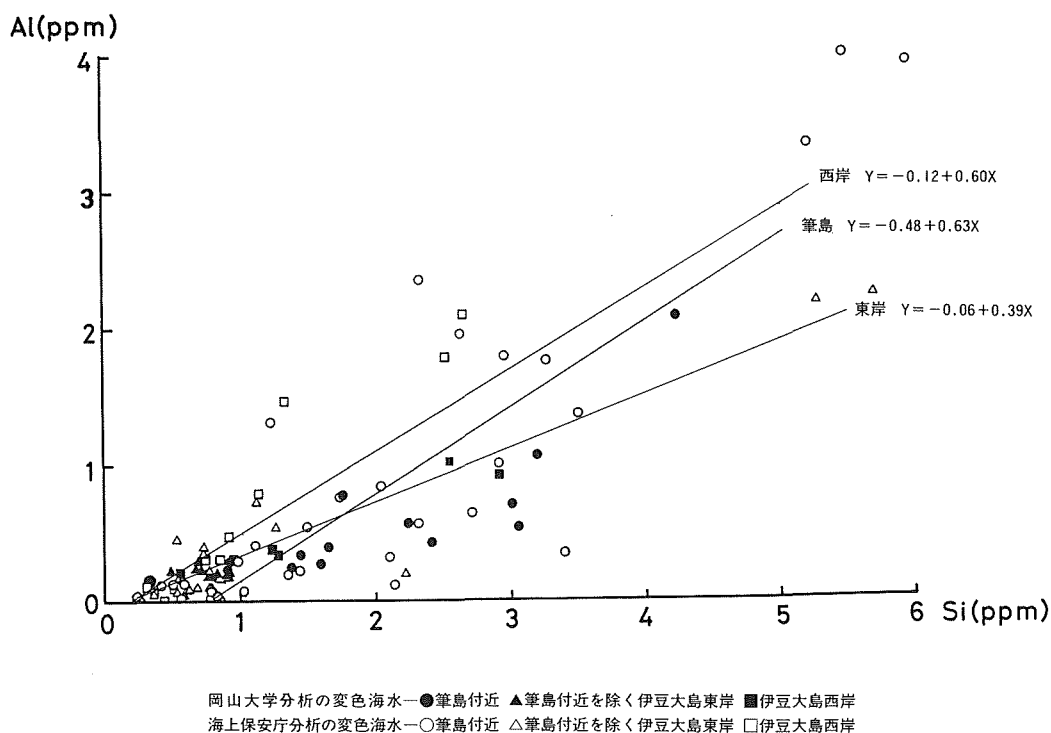


Figure 5-1a Correlation between Al contents and Si contents of discolored water around Osima

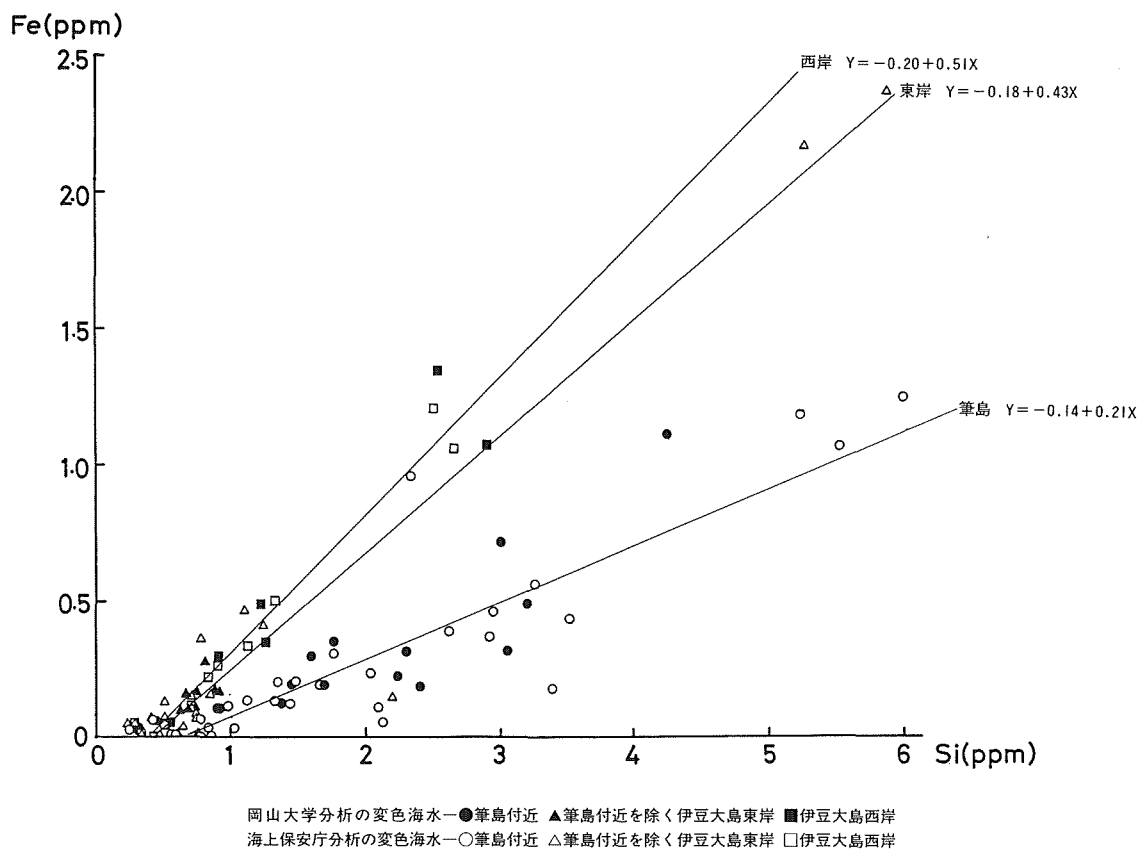


Figure 5-1b Correlation between Fe contents and Si contents of discolored water around Osima

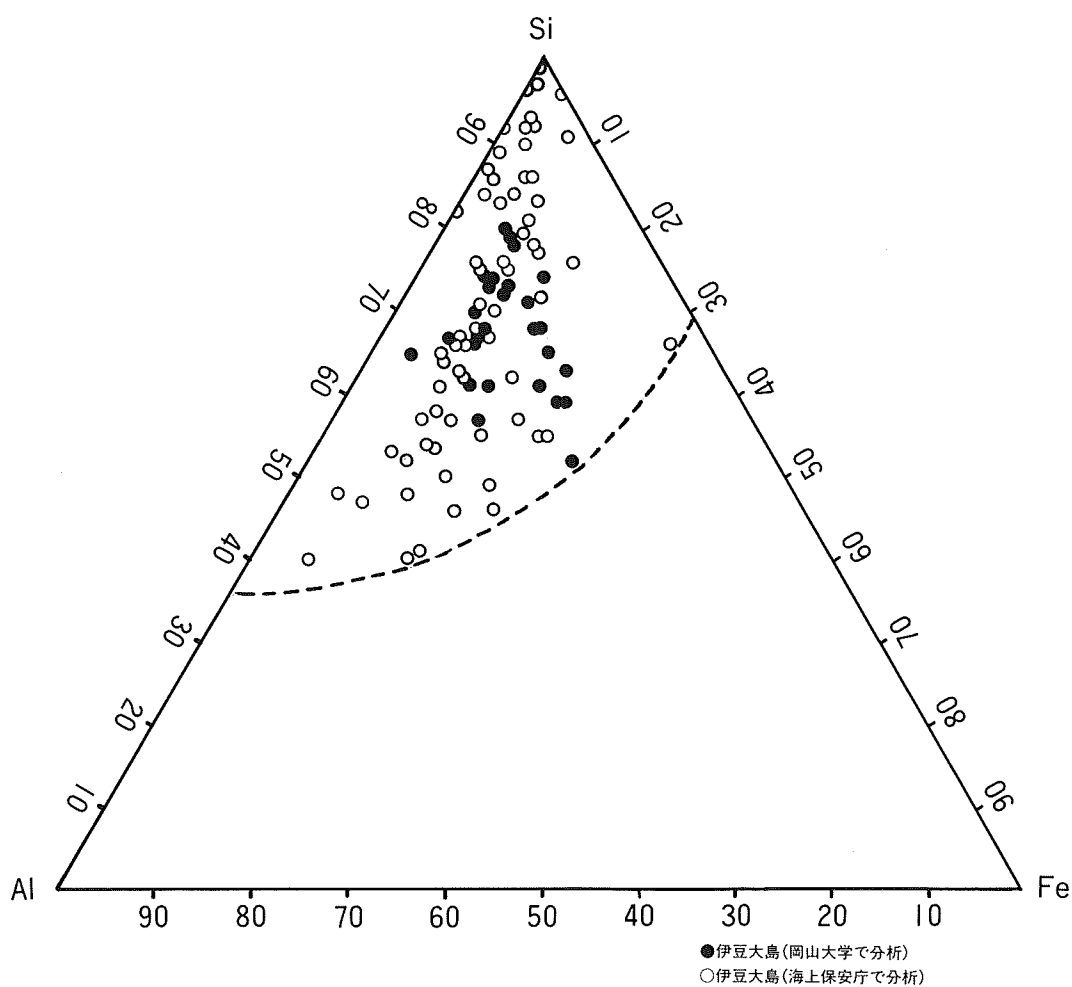


Figure 5-2a Triangular diagram on Fe-Al-Si from chemical analysis of discolored water around Osima

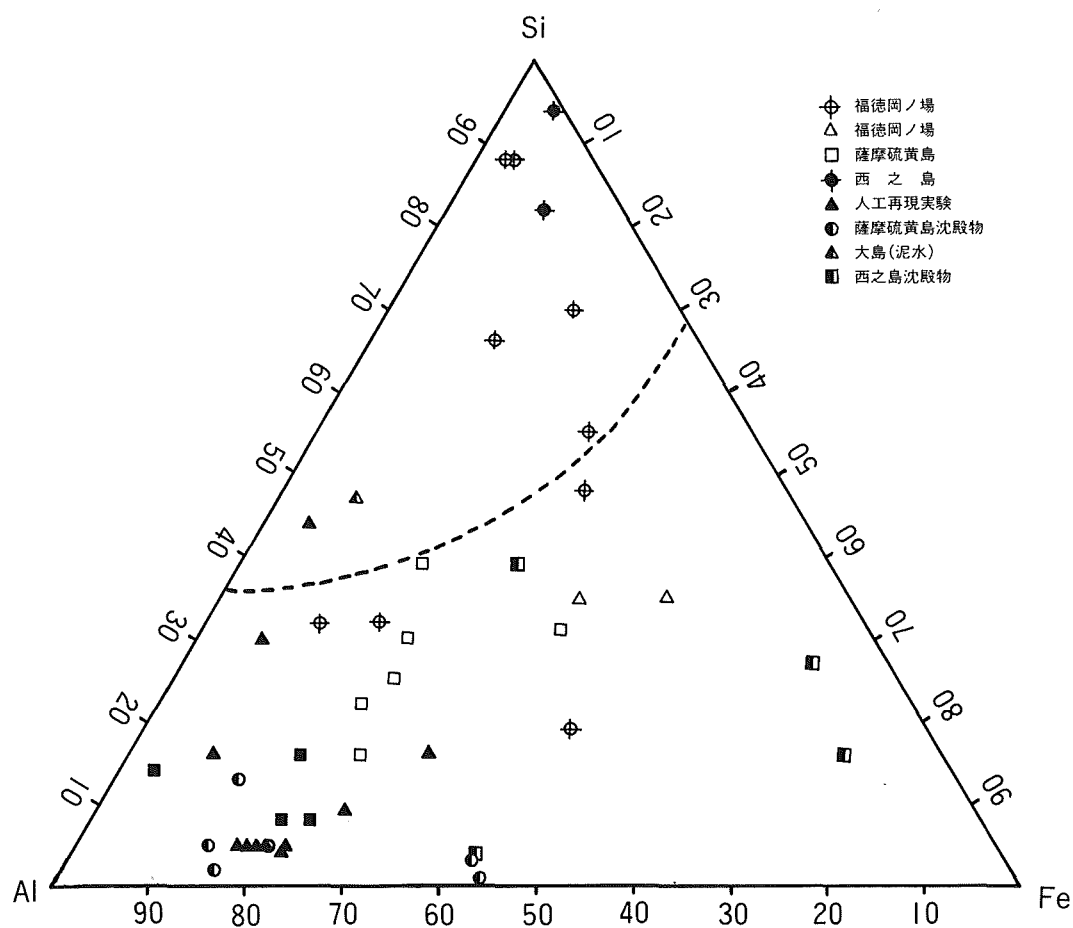
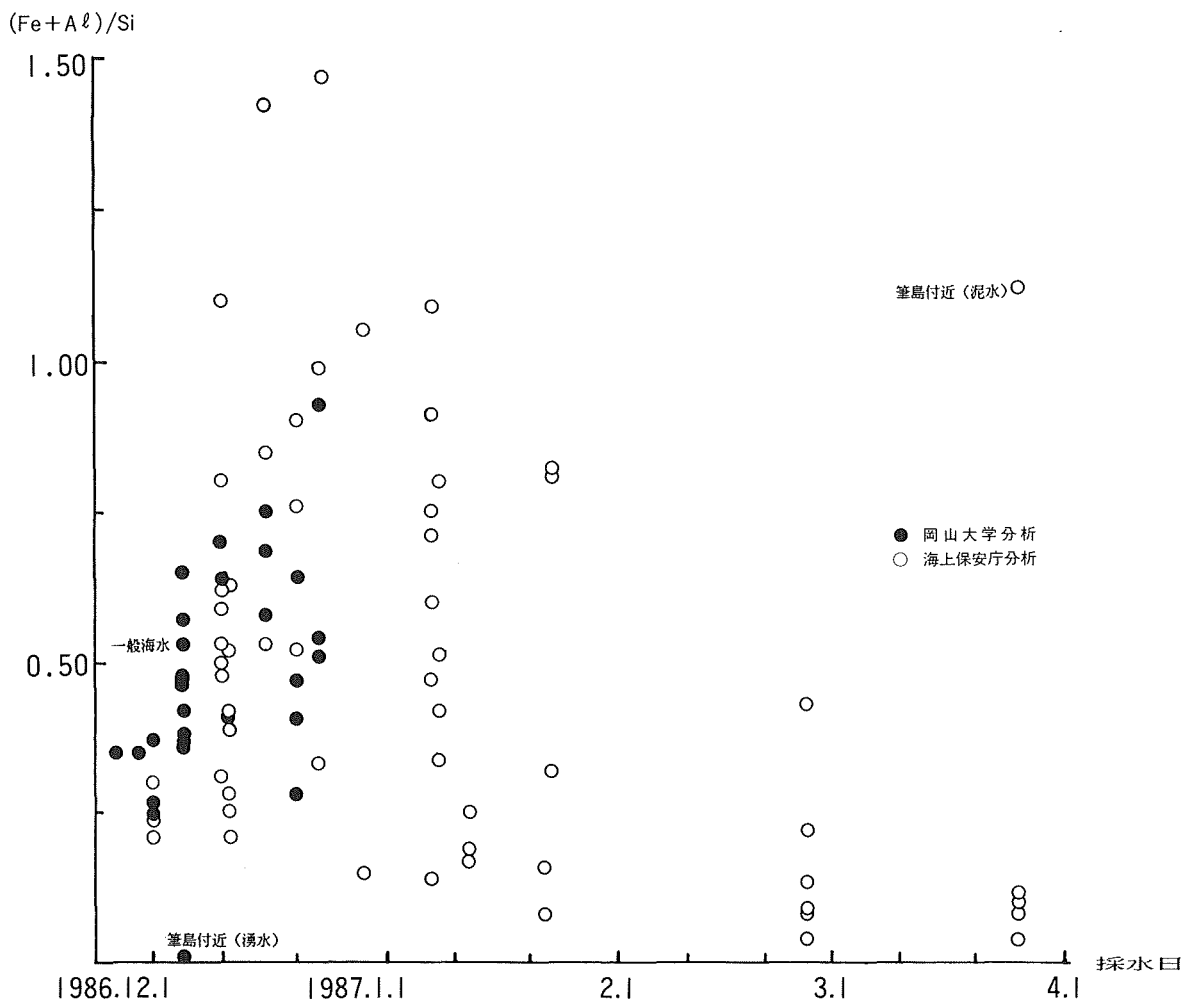


Figure 5-2b Triangular diagram on Fe-Al-Si from chemical analysis of some discolored waters from several submarine volcanoes

Figure 5-3 Changes of $(\text{Fe} + \text{Al})/\text{Si}$ ratio according to the sampling time

それによると今回の大島で発生した変色海水の成分はいずれも第5-2 a 図上の破線内におさまっており、5-1に挙げた他の地域の変色海水成分に較べれば、著しくFe, Alに乏しいものであることがわかった。またこの事実は第5-3表でも明らかに示されており、同表の $(\text{Fe} + \text{Al}) / (\text{Fe} + \text{Al} + \text{Si})$ の値で比較して見ると、西之島1973~1974年、福神海山1981年、福徳岡ノ場1986年1月などの活発な時期や、薩摩硫黄島沖1962, 1975年などの変色水や、その中の沈澱物の61~99%に較べ、今回の伊豆大島の測定値は3~60%で、むしろ福徳岡ノ場の静穏時の12~51%に近い値を示した。

5-3 化学成分の変化から見た変色水活動の推移

以上、伊豆大島の今回の活動の関する変色水の諸測定結果から、 $(\text{Fe} + \text{Al})/\text{Si}$ の値を求め、これを測定日順に配列して、日変化の状況を知ろうとしたのが第5-3図である。それによると1986年11月末の測定開始以来、この値は急速に増加し、同年11月下旬には最高位に達したが、その後はゆるい曲線で減少しはじめ、1987年3月末にはそれまでの測定値の中で最小の値を示していた。これは同沿岸における変色水の出現頻度、出現箇所、規模などの消長ともよく一致しており、それら目視の変遷と、変色水の化学成分から推定される活動度とがよく一致しており、興味深い結果である。

(小坂)

6 総 括

これまで述べてきたことをもとに、伊豆大島の1986年の噴火活動に関連した変色海水の、海上保安庁水路部における調査結果をとりまとめてみると以下ようになる。

6-1 変色水の発生とその後の変化

伊豆大島沿岸においては、例えば1976年、あるいは1983年に撮影された航空写真により、筆島ほか数地点において変色水域を確認することができる（第1-1図）が、今回の火山活動では1986年11月22日に始めてその存在が確認され、その後の調査の進行により変色水域の出現は全島に拡がり、その確認地点は21ヶ所に及んだ。1987年3月18日までの海上保安庁による観測によれば、大島沿岸で確認された変色水域は、1986年12月20日の15ヶ所を最高に、同年12月2日には14ヶ所、12月9日と12月17日には13ヶ所を数え、12月28日までに10ヶ所を越える観測は、延べ10回を記録したが、1987年に入ると変色水域の出現は衰え、1月5日には8ヶ所、2月及び3月には最高9ヶ所を越えることはなくなった。また場所別の変色水域の確認回数を数えて見ると、観測回数82回のうち筆島の78回が最高であり、これにフノウノ滝の70回、千波埼北の64回、元町南の59回、砂ノ浜の53回、小口鼻及び風早埼の48回、乳ヶ埼の45回と続いている（第1-1表）。この結果だけから見る限り、変色水の活動は1986年12月20日頃が最も活発であり、場所であれば筆島付近が最も活動的であったということになる。

6-2 変色水域の観測時期、項目及び方法

大島沿岸の変色水域に対して、海上保安庁は、ラジコンボートによる調査を1986年12月10日を第1回調査として延べ12日、ヘリコプターによる採水、測温調査を1986年12月1日を第1回調査として延べ13日、YS-11型航空機に搭載した熱赤外放射温度計による調査を1986年11月22日を第1回調査として延べ14日実施したほか、ヘリコプター搭載型巡視船の搭載ヘリコプター、あるいは羽田航空基地所属のヘリコプター等による目視観測を適宜実施した。

6-3 観測結果

以上の諸方法による観測の結果、及び化学分析の結果を総合すると、

(1) 変色水の色調

変色水の色調は赤褐、茶褐、黄褐、黄、黄緑、乳白、淡青色等、目視による種々の色調の記載がなされているが、その色調には個人差があり、また濃度が薄い場合にはバックグラウンドの海の色が加味されるため黄緑、ないしは淡青色を呈するようになる。また赤褐色、あるいは茶褐色を呈する変色水域のなかには、変色水の化学分析結果から考慮しても、崩落土砂の影響をかなり受けたと思われるものも混在していることが推察された。

(2) 変色水域の水温

変色水域の水温測定は既述のように、ラジコンボートにおいてはアナログ記録式水温計及びメモリー記録式水温計を用い、ヘリコプターにおいては投下式水温計を用いる等、測器が異なっており、しかも測器相互の比較は行っていないため厳密な温度比較は困難であるが、測定値を概観してみれば、全測定値の中での変色水域の最高水温は1986年12月11日に千波埼東約1kmの地点で測定された21.4℃であり、最低水温は1987年3月4日に黒浜埼東南東約200mの地点で観測された15.0℃であり、この期間水温は単調に降下の傾向を示していた（第3-4図）。

これは主として季節変化によるものと考えられるが、部分的には暖流である黒潮の影響も反映しているものと思われる。また大島の南東に位置する筆島付近の水温は、東西両海岸に比べて約1℃程低温であった。ラジコンボートに設置した水温計による水温測定結果によれば、特に筆島付近の変色水域においては、採水時の

水温は周囲の海水に比べて1℃以上も低いものがあり、概して0.2~0.4℃程度低いものが多く、これはすなわち変色水域が周囲の海水よりも若干低温であることを意味しているが、このことはYS-11型機上より熱赤外放射温度計によって測定した変色水域の表面温度分布の結果とよく一致している(土出, 佐藤, 1987)。また投下式水温計による水温の垂直分布測定の結果は、おおむね海面に比べて海底の方が0.1~0.3℃高温であった。

6-4 変色水の水質

以上のようにして採取された変色水試料は、海上保安庁水路部並びに岡山大学理学部において分析に供された。分析の前処理としての試料作成にあたっては、第4章で述べたように特に酸濃度を加減して混入土砂粒の影響をできる限り避けるよう努めた。

その結果、

(1) pH, 塩分濃度

pH値は全測定試料が7.5~8.4の範囲内にあり、そのうちpH 8以下のものは4.8%にすぎず、それもまた1986年12月中に限られており、比較的pH値の低いものは少なかった。

塩分濃度は、筆島付近においては1986年12月は33台と比較的低い値のものが多かったが、1987年2月には34台とその値が上昇してきている。その他の地域については顕著な傾向は認められない。

(2) 変色水の主要成分の濃度

変色水の主要成分であるSi, Al, Feの濃度範囲は、それぞれ0.24~5.99mg/ℓ, 0.02~3.98mg/ℓ, 0.01~2.39mg/ℓであり25倍~239倍と著しく広い範囲にわたっており、これは変色水の海水への混合割合の相違によるものと考えられる。さらに、それらのうち2成分濃度比をもとに考えると、特にFe/Siにおいて筆島のみが若干異なった傾向のあることが判明した(第5-1b図)。

(3) 主要成分の3成分割合

前述のような一般海水との混合による効果を除くため、Si-Al-Feの3成分比を求めてみた(第5-2表)ところSiに対するFe, Alの割合はそれぞれ30%, 50%以下であり、変色水の成分としては比較的低い値を示す事が判明した。

(4) 主要成分の経時変化

主要成分中の(Fe+Al)/Si値の経時変化を求めてみた(第5-3図)ところ、この値は11月の測定当初からかなり高い値を示していたが、その後さらに上昇し、1986年12月20日頃には最大値を示した。それ以後は次第に減少し、3月末には著しく低い値となった。

6-5 変色測定結果の総合判定

海上保安庁では、伊豆大島1986年の火山活動に伴って同島沿岸に出現した変色水域の目視観測、採水及び化学分析を行い、特に化学分析はできる限り混入土砂粒の影響を除去して分析を行った。

その結果、

(1) 変色水の3成分割合について、Siに対するFe及びAlの値は共に概して低い。これまで得られている、活発な火山活動を行った他の海底火山における変色水の成分割合と比較すると、今回の大島沿岸に見られた変化水は激しい火山活動を示すものではなかった。

(2) この事は、変色水域の出現期間を通じて、変色水域ではpH値の低いものが少く、また周囲の海水に対して温度も低い場合が多かった事実からも説明される。

(3) 変色水域の出現箇所数、pHの変化、(Fe+Al)/Siの値等から、同島沿岸の変色水活動は1986年12月下

旬を最盛期とし、それ以後次第にその活動が衰え、1987年3月末には表面上ほとんど休止に近い状態に至ったものと推定される。

(4) 変色水の色調は、今回のような崩落土砂の混入があった場合には著るしく呈色が濃厚になる傾向が強く、色調のみによる火山活動の判定は困難である。 (土出, 小坂)

今回の調査は、海上保安庁及び岡山大学の多数の人々の協力を得て初めて成し得たものである。特に、第三管区海上保安本部羽田航空基地の航空機搭乗員及び太島の監視にあたったヘリコプター搭載型巡視船のヘリコプター搭乗員には観測にあたっていろいろ無理な注文をきいて頂いた。厚く感謝いたします。

参 考 文 献

- 大谷康夫, 加藤茂, 佐藤寛和, 小坂丈子, 平林順一 1983: 航空機および人工衛星による海底火山の監視, 最近の海底調査シンポジウム資料, Vol.3, 7-15ページ
- 小坂丈子 1974a: 小笠原西ノ島火山の活動とその経過, 地学雑誌, Vol.83, No.2, 125-138ページ
- 小坂丈子 1974b: 海底火山活動に伴う2-3の現象, 水路, Vol.3, No.1, 21-25ページ
- 小坂丈子 1975: 西之島海底火山の噴火と地球化学, 現代化学, Vol.10, 12-20ページ
- 小坂丈子 1977: 海底火山の活動と新島の誕生, 化学と工業, Vol.30, 658-660ページ
- 小坂丈子・大平洋子・平林順一・森彰 1977: 海中で生成したシリカーアルミナ含水低結晶物質と沈殿アロフェンとの比較, 鉱物学雑誌, Vol.13, 特別号, 178-186ページ
- 小坂丈子 1986: 伊豆小笠原諸島近海における海底火山活動とその温泉化学的研究, 温泉化学, Vol.36, No.2, 75-84ページ
- 小坂丈子・光野千春・柴田次夫・松田敏彦・平林順一・土出昌一・桜井操・佐藤寛和 1986: 福徳岡之場1986年の火山活動について—その2 噴出物—, 火山II集, Vol.31, No.2, 134-135ページ
- 海上保安庁水路部 1981: 南硫黄島周辺海底火山の最近の活動等について, 火山噴火予知連絡会会報, Vol.21, 37-39ページ
- 海上保安庁水路部・東京工業大学工学部・岡山大学理学部 1986: 福徳岡ノ場海底火山活動について, 火山噴火予知連絡会会報, Vol.37, 50-69ページ
- 佐藤孫七・小坂丈子・加藤茂 1983: 南方海域海底火山の活動記録, 関東地区災害科学資料センター資料(その16), 118ページ
- 土出昌一・加藤茂・打田明雄・佐藤寛和・小西直樹・小坂丈子・平林順一 1985: 海徳海山の海底火山活動, 水路部研究報告, Vol.20, 47-82ページ
- 土出昌一・佐藤寛和 1987: 熱赤外放射温度計による大島周辺変色水及び三原山噴火口の温度測定, 水路部研究報告, Vol.23, 伊豆大島噴火特集号, 129-176ページ
- Morimoto, R. and J. Ossaka 1955: The 1952-1953 Submarine Eruption of Myojin Reef near the Bayonnaise Rocks, Japan (1), Bulletin of the Earthquake Research Institute, Vol.32, No.2, pp. 221-250
- 森本良平, 小坂丈子 1970: 明神礁最近の活動について, 地学雑誌, Vol.79, No.6, 301-320ページ
- 文部省総合研究班 1977: 硫黄島南方海域海底火山活動調査, 火山噴火予知連絡会会報, Vol.10, 4-7ページ

熱赤外放射温度計による
大島周辺変色水及び三原山噴火口の温度測定

土出昌一*・佐藤寛和**

**THERMAL DISTRIBUTIONS OF DISCOLORED WATER
AROUND OSIMA AND CRATERS OF OSIMA
MIHARAYAMA BY THE AIRBORNE THERMAL
INFRARED RADIOMETER**

Masakazu Tsuchide* and Hirokazu Sato**

Abstract

As a part of the national program on the prediction of volcanic eruptions, the Hydrographic Department is conducting the investigations by the remote sensing technique on the submarine volcanoes and the volcanic islands.

After Miharayama erupted on Nov. 15, 1986, the Hydrographic Department made 14 time-observations of discolored waters around Osima and craters of Osima Miharayama by the airborne thermal infrared radiometer AGA 780 and the multiband camera MK-1 from Nov. 22, 1986 to Mar. 18, 1987.

The results are

- (1) Temperature of discolored waters around Osima was lower than that of sea water surrounding discolored water of about 1~2°C, and there was no higher-temperature discolored water.
- (2) If the discolored water was dense, the origin of it coincided with the lower temperature area of the sea water many times and correlation between the area of the discolored water and the isotherm line was good.
- (3) There were many lower temperature areas without the discolored water.
- (4) If the discolored water was thin, correlation between the area of the discolored water and the isotherm line was bad.
- (5) It was suitable to make thermal observations before sunrise to detect the distribution of the sea surface temperature in detail.
- (6) In the daytime observations, sea surface temperature was apt to show no thermal distribution pattern.
- (7) Temperature of the A crater (crater opened at the south wall of the old crater) had kept high.
- (8) Temperature of B craters (craters opened at the north rim of the old crater) showed

Received 15 August 1987

* 企画課 Planning Division

** 沿岸調査課 Coastal Surveys and Cartography Division

a tendency to decrease, though samplings were few.

Temperature of B craters on March 17 was rather high.

- (9) Temperature of C craters (craters opened on the flank of Miharayama) showed a strong tendency to decrease.

Temperature of C craters on March 17 was nearly even to the ground temperature.

- (10) Temperature of A crater, B craters and C craters became higher together before the small eruption on Dec. 18.

As the observation condition was differed at every observation time, careful considerations should be required to discuss the relation between the volcanic activities and the temperature of the craters.

1. はじめに

海上保安庁水路部では、昭和49年度に始まった、測地学審議会の建議に基づく火山噴火予知計画に当初から参画し、熱赤外放射温度計による表面海水温度の熱異常の調査及びマルチバンドカメラによる火山性変色水の分布状態の調査等を行うことによる、海底火山及び火山島の定期的巡回監視を毎年継続して実施している。

今回(1986年11月)の伊豆大島三原山の噴火に際しても、噴火の翌日である11月16日には航空機(スカイバン)を現場に派遣し、目視による状況調査を実施し、割れ目噴火当日(11月21日)も、ヘリコプター(ベル212型)からの目視によって、割れ目噴火の発生からその成長、拡大の様子をつぶさに観測した。翌11月22日以降は、YS-11型航空機に搭載した熱赤外放射温度計、あるいはマルチバンドカメラにより、昭和61年度は3月18日まで延べ14日間にわたり調査を実施し、昭和62年度の定期的巡回監視の業務に引き継ぎ、調査を続けている。

本報告は、昭和61年度に実施した、主として熱赤外放射温度計による大島の海岸周辺に見られた変色水及び三原山噴火口の表面温度分布の概要について記したものである。

2. 調査機器及び調査方法

調査に用いた熱赤外放射温度計はアガ社のサーモビジョン780であり、その諸元を第1表に示す。

海上保安庁のYS-11型航空機には、機体後部に物資投下口と称する60cm×40cm程度の穴が開いており、調査はこの穴に熱赤外放射温度計を据え付けて行った。

熱赤外放射温度計による調査諸元を第2表に、調査日毎の標定図を第1図に示す。

第2表において、高度がフィート表示であるのに注意されたい。

Identifierは撮影画面番号に相当するものであり、第1図の各コースの横に書かれている数字を参照することにより調査コース(飛行コース)を知ることができる。括弧内の数字はテープ毎の撮影画面の総数である。

Levelは取得したデータの解析を行う時、基準温度の算出に用いるものである。

Rangeは調査時に磁気テープに記録する温度巾を示すものであり、2°Cから1000°Cまでの範囲がある。

Rangeを2°Cに設定すると、モニターテレビ上の熱映像は、Levelによって算出される基準温度を中心として温度巾2°Cの範囲が温度に応じた濃淡として表示され、それ以上の高温域は白く、またそれ以下の低温域は黒く飽和して表示される。磁気テープに記録されるデータは若干温度巾が上下に広がった値であり、2°C Rangeであれば3°C程度の温度範囲まで飽和せずに磁気テープに記録されている。

Table 1 Specifications of the airborne thermal infrared radiometer AGA 780 (土出, 1978)

Item	Specification
Scanner	HgCdTe sensor thermal resolution 0.1°C spectral band 8 μ m-14 μ m
Lens	field of view 20°×20° geometrical resolution 3.4 milliradian focal distance 33 mm
Monitor	black and white CRT screen size 50 mm×50 mm sensitivity 2°C-1000°C with isotherm function
Digital recording equipment (MT)	1/2 inch 9 tracks reel size 7 inch density 1600 bpi record size 1024 characters picture elements 112×64
Monitor (visible images)	color video camera with color video monitor

Counter は撮影画面を磁気テープに記録する時間間隔を決める数字であり、本装置の最短記録間隔である 2 秒周期で磁気テープに記録を行うには Counter の数字を 25 に設定する。数字が大きくなる程、磁気テープの記録間隔は長くなる。

画像の記録は一般に 50% 以上 (通常 60%) のオーバーラップで行い、ノイズ等によって 1 画面の記録ミスが生じた場合でも連続した温度映像記録が得られるようにしている。海上保安庁の YS-11 の調査時の速度は

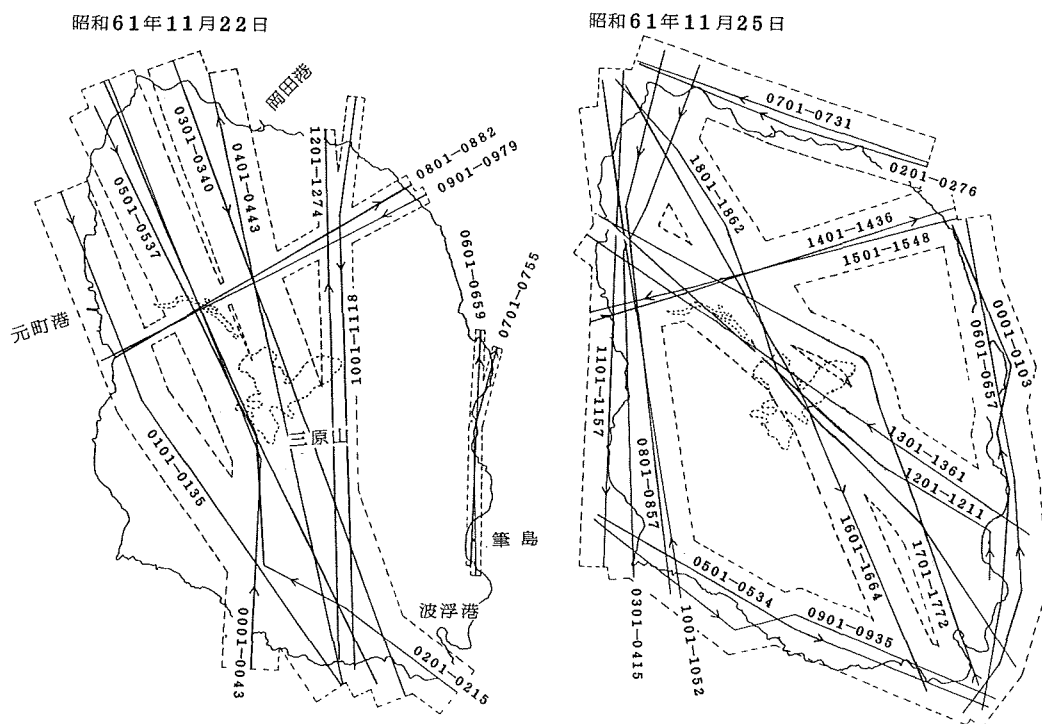
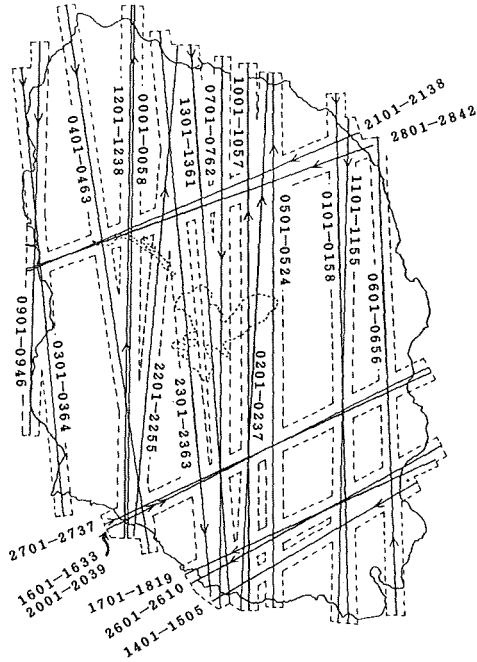
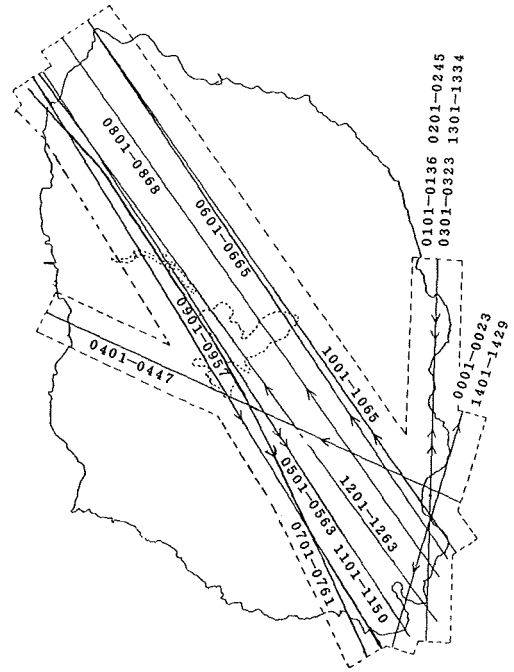


Figure 1 Index maps of flight courses by the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

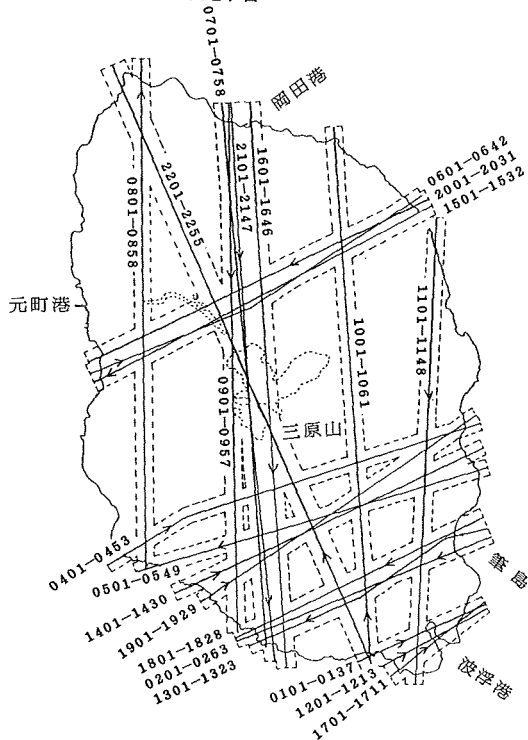
昭和61年12月5日



昭和61年12月9日



昭和61年12月17日



昭和61年12月24日

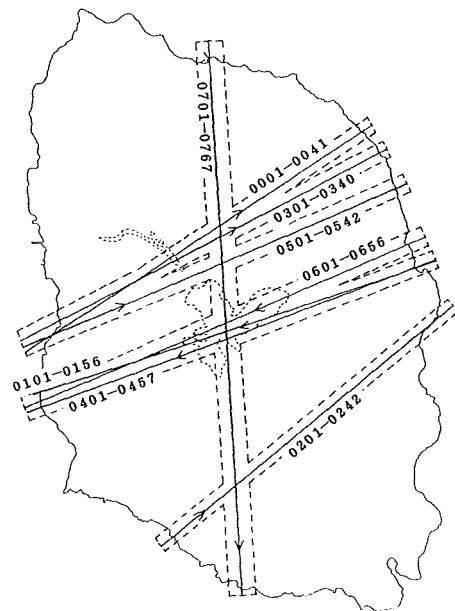


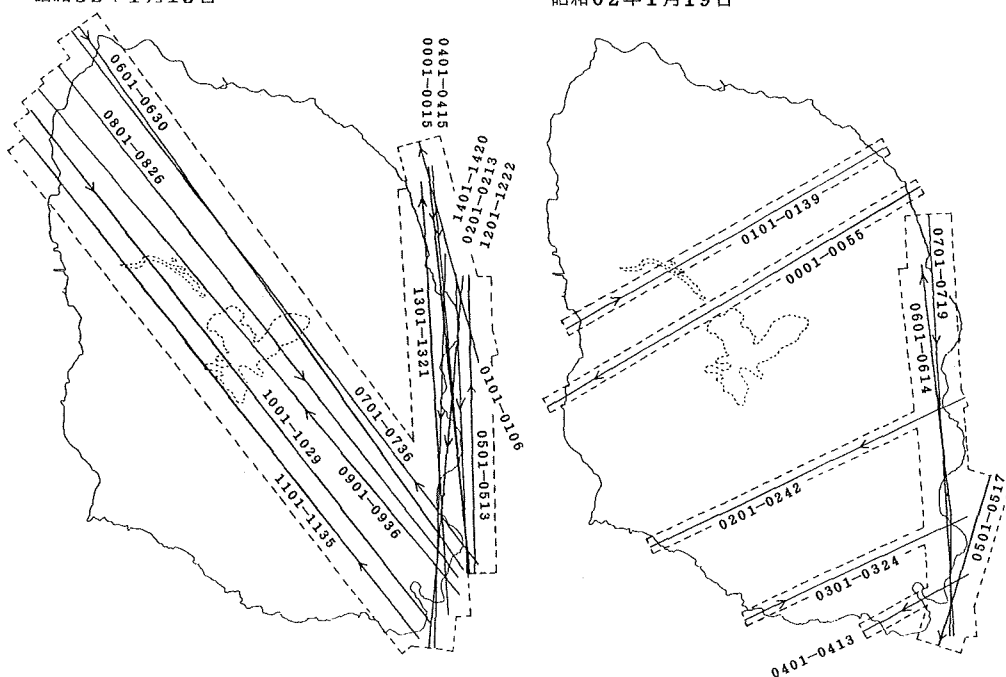
Figure 1 Index maps of flight courses by the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

THERMAL DISTRIBUTIONS OF DISCOLORED WATER
AROUND OSIMA AND CRATERS OF OSIMA
MIHARAYAMA BY THE AIRBORNE THERMAL INFRARED RADIOMETER

133

昭和62年1月13日

昭和62年1月19日



昭和62年1月20日

昭和62年1月28日

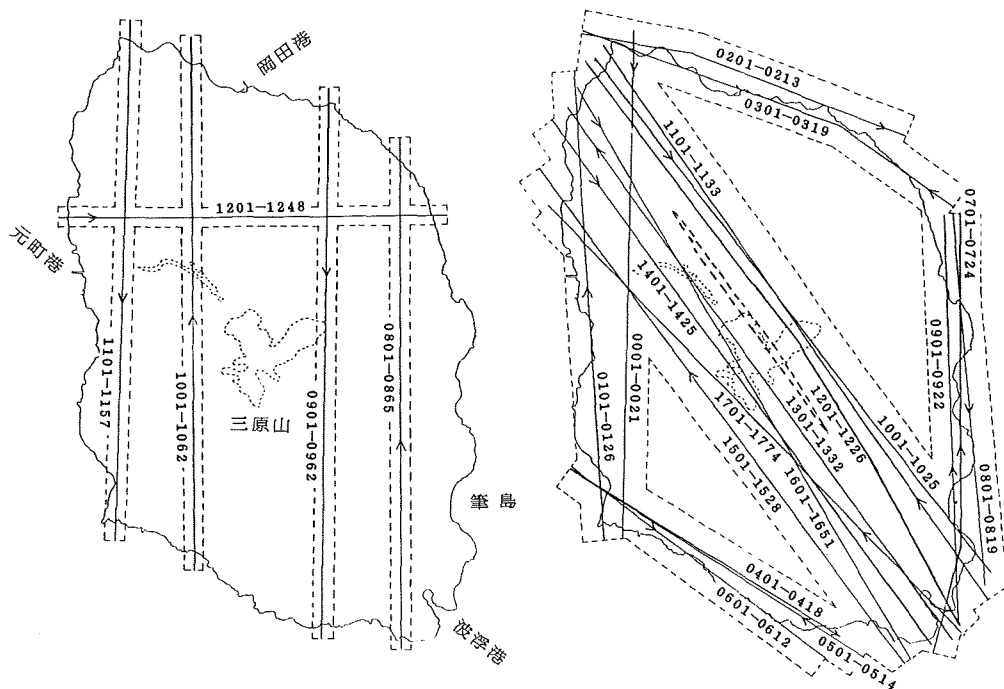
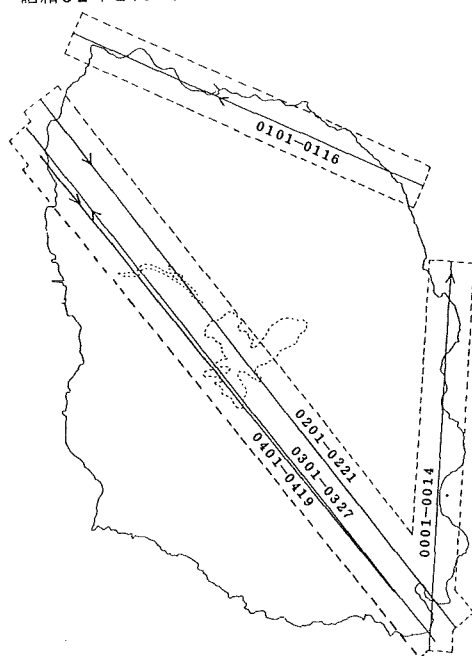
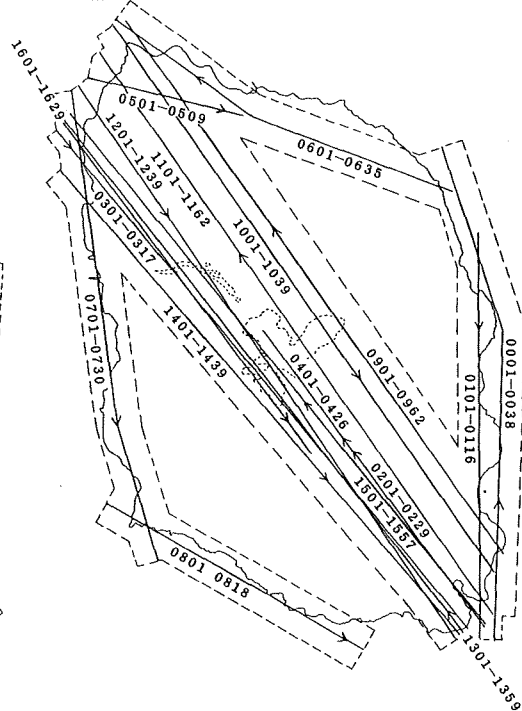


Figure 1 Index maps of flight courses by the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

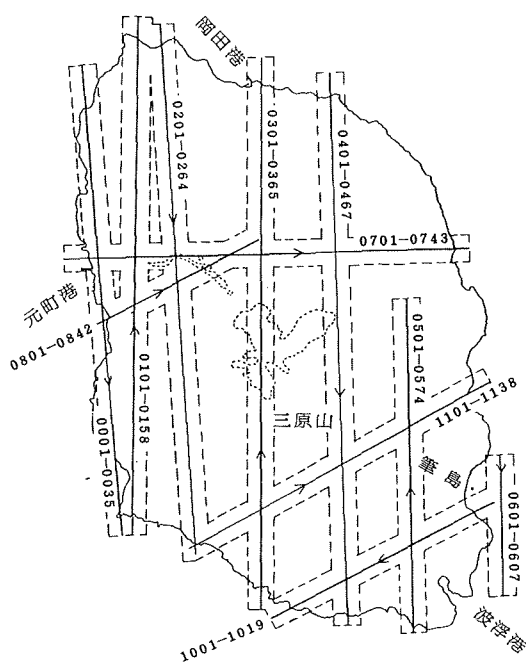
昭和62年2月10日



昭和62年3月3日



昭和62年3月17日



昭和62年3月18日

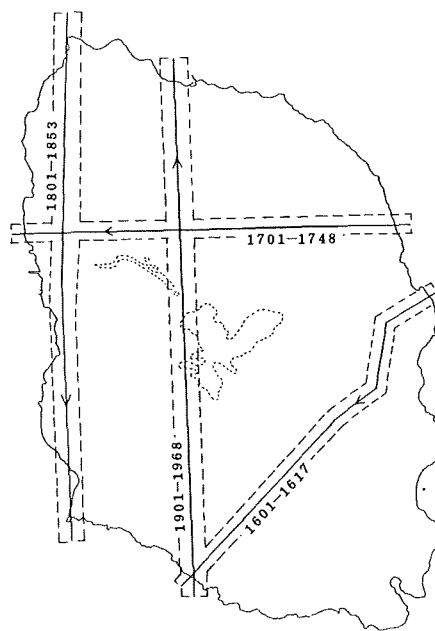


Figure 1 Index maps of flight courses by the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

THERMAL DISTRIBUTIONS OF DISCOLORED WATER
AROUND OSIMA AND CRATERS OF OSIMA
MIHARAYAMA BY THE AIRBORNE THERMAL INFRARED RADIOMETER

135

Table 2 Investigation items of the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

年 月 日	時刻	コース	高 度 feet	Identifier (合計)	Tape	Level	Range	Counter	気温
61.11.22	1210	C-1	12,500	0001-0043 (43)	1	51	50	75	21.5
"	1215	C-2	"	0101-0135 (78)	"	"	"	"	20.8
"	1220	C-3	"	0201-0215 (93)	"	"	"	"	20.5
"	1306	C-4	"	0301-0340 (133)	"	50	"	"	22.2
"	1312	C-5	"	0401-0443 (176)	"	"	"	"	21.8
"	1319	C-6	"	0501-0537 (213)	"	49	100	"	"
"	1342	C-7	1,500	0601-0659 (272)	"	51	2	25	23.8
"	1348	C-8	"	0701-0755 (55)	2	"	"	"	24.7
"	1452	C-9	3,000	0801-0882 (137)	"	50	500	"	25.4
"	1457	C-10	"	0901-0979 (216)	"	"	200	"	25.0
"	1506	C-11	"	1001-1118 (234)	"	53	10	"	24.3
"	1512	C-12	"	1201-1274 (308)	"	47	5	"	24.5
61.11.25	1416	C-1	10,500	0001-0103 (103)	1	50	2	25	22.5
"	1421	C-2	"	0201-0276 (179)	"	49	"	"	21.5
"	1428	C-3	"	0301-0415 (294)	"	50	"	"	21.0
"	1433	C-4	"	0501-0534 (34)	2	"	"	51	20.8
"	1437	C-5	"	0601-0657 (91)	"	"	"	"	"
"	1443	C-6	"	0701-0731 (122)	"	49	"	"	21.0
"	1448	C-7	"	0801-0857 (179)	"	51	"	"	"
"	1454	C-8	"	0901-0935 (214)	"	"	"	"	21.5
"	1459	C-9	"	1001-1052 (266)	"	50	"	"	22.0
"	1505	C-10	"	1101-1157 (323)	"	"	"	"	24.5
"	1514	C-11	"	1201-1211 (11)	3	"	5	"	23.8
"	1517	C-12	"	1301-1361 (72)	"	"	"	"	24.0
"	1550	C-13	"	1401-1436 (108)	"	64	100	"	25.5
"	1556	C-14	"	1501-1548 (156)	"	95	200	"	25.3
"	1603	C-15	"	1601-1664 (220)	"	64	100	"	25.0
"	1609	C-16	"	1701-1772 (292)	"	"	"	"	"
"	1615	C-17	"	1801-1862 (354)	"	86	"	"	"
61.12. 5	1031	C-4	3,000	0001-0058 (58)	1	60	50	50	22.0
"	1041	C-7	"	0101-0158 (116)	"	46	10	"	
"	1108	C-6	"	0201-0237 (153)	"	48	"	"	18.5
"	1117	C-3	"	0301-0364 (217)	"	50	2	"	
"	1136	C-5	"	0401-0412 (229)	"	"	"	"	
"	"	"	"	0413-0450 (267)	"	61	50	"	
"	"	"	"	0451-0463 (280)	"	48	10	"	19.0
"	1144	C-8	"	0501-0524 (304)	"	50	20	"	
"	1206	C-11	"	0601-0621 (21)	2	"	2	"	
"	"	"	"	0622-0656 (77)	"	48	5	"	19.0
"	1211	C-14	"	0701-0762 (139)	"	"	20	"	
"	1220	不採用	"	0801-0806 (145)	"	51	2	"	19.0
"	1225	C-16	"	0901-0946 (191)	"	50	"	"	
"	1230	C-13	"	1001-1057 (248)	"	67	50	"	
"	1238	C-12	"	1101-1155 (303)	"	52	20	"	

Table 2 Investigation items of the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

年 月 日	時刻	コース	高 度 feet	Identifier 合計)	Tape	Level	Range	Counter	気温
61.12.5	1247	C-15	3,000	1201-1238 (38)	3	80	100	50	
"	1257	C-22	"	1301-1361 (99)	"	62	50	"	18.5
"	1319	C-20	"	1401-1411 (110)	"	50	2	"	
"		"	"	1501-1505 (115)	"	"	"	"	
"	1328	C-19	"	1601-1633 (148)	"	51	10	"	19.5
"	1337	C-19	"	1701-1712 (160)	"	50	2	"	
"		"	"	1801-1819 (179)	"	48	10	"	
"	1341	up date	"	1901-1923 (202)	"	50	20	"	
"	1348	C-19	"	2001-2039 (241)	"	54	"	"	20.0
"	1357	C-18	"	2101-2138 (279)	"	56	50	"	20.5
"	1406	C-4	"	2201-2255 (55)	4	74	100	"	
"	1417	C-22	3,500	2301-2363 (118)	"	82	"	"	20.0
"	1428	C-21	"	2501-2509 (130)	"	51	2	"	
"	1435	C-20	"	2601-2610 (140)	"	49	"	"	
"	1443	C-19	"	2701-2737 (177)	"	50	10	"	
"	1450	C-18	"	2801-2842 (219)	"	56	50	"	19.5
61.12. 9	0604	C-2	10,500	0001-0023 (23)	1	47	2	51	14.3
"	0610	C-1	"	0101-0136 (59)	"	48	"	"	16.5
"	0616	C-1	"	0201-0245 (104)	"	"	"	"	18.0
"	0622	C-1	"	0301-0323 (127)	"	"	"	"	18.5
"	0628	C-3	"	0401-0447 (174)	"	47	10	"	19.5
"	0634	C-4	"	0501-0563 (237)	"	72	100	"	20.0
"	0640	C-5	"	0601-0665 (302)	"	67	"	"	20.4
"	0650	C-6	"	0701-0761 (61)	2	"	"	"	20.8
"	0657	C-7	"	0801-0868 (129)	"	56	50	"	21.2
"	0704	C-8	"	0901-0932 (161)	"	"	"	"	21.5
"		"	"	0933-0957 (186)	"	41	10	"	
"	0710	C-9	"	1001-1065 (251)	"	42	"	"	21.7
"	0717	C-4	"	1101-1136 (287)	"	72	100	"	22.0
"		"	"	1137-1150 (301)	"	42	10	"	
"	0727	C-4	"	1201-1263 (63)	3	59	100	"	22.5
"	0736	C-1	"	1301-1334 (97)	"	47	2	"	22.8
"	0743	C-2	"	1401-1429 (126)	"	"	"	"	23.1
61.12.17	1043	照-4	3,000	0101-0137 (37)	1	49	2	25	27.4
"	1048	照-3	"	0201-0263 (100)	"	"	"	"	27.5
"	1100	照-2'	"	0401-0453 (153)	"	"	"	50	27.8
"	1117	照-2	"	0501-	"	52	"	"	24.0
"		"	"	-0549 (202)	"	46	"	"	
"	1128	照-1	"	0601-	"	50	"	"	23.4
"		"	"	-0642 (244)	"	46	"	"	
"	1135	照-5	"	0701-0758 (302)	"	79	100	"	23.5
"	1146	補-1	"	0801-0858 (58)	2	54	20	"	"
"	1154	補-2	"	0901-0957 (115)	"	82	100	"	23.7
"	1202	補-3	"	1001-1061 (176)	"	65	50	"	23.9

Table 2 Investigation items of the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

年 月 日	時刻	コース	高 度 feet	Identifier (合計)	Tape	Level	Range	Counter	気温
61.12.17	1209	補-4	3,000	1101-1148 (224)	2	52	20	50	24.0
"	1220	照-4	4,000	1201-1213 (237)	"	50	2	65	23.4
"	1225	照-3	"	1301-1323 (260)	"	49	"	"	23.5
"	1230	照-2	"	1401-1430 (290)	"	"	"	"	23.3
"	1239	照-1	"	1501-1532 (322)	"	80	100	"	23.2
"	1246	照-5	"	1601-1646 (368)	"	82	"	60	23.1
"	1254	照-4	3,500	1701-1711 (11)	3	50	2	"	23.7
"	1258	照-3	"	1801-1828 (39)	"	49	"	"	24.0
"	1304	照-2	"	1901-1929 (68)	"	"	"	"	"
"	1308	照-1	"	2001-2031 (99)	"	67	50	"	24.2
"	1315	照-5	"	2101-2147 (146)	"	65	"	"	24.0
"	1320	C-4	5,000	2201-2255 (201)	"	84	100	"	23.6
61.12.24	1042	照-1	3,000	0001-0041 (41)	1	62	50	50	26.0
"	1048	照-6	"	0101-0156 (97)	"	77	100	"	27.8
"	1053	照-2	"	0201-0242 (139)	"	48	2	"	28.1
"	1114	照-1	3,500	0301-0340 (179)	"	78	100	"	24.7
"	1123	照-6	"	0401-0457 (236)	"	"	"	"	23.6
"	1130	照-1	4,000	0501-0542 (278)	"	65	50	"	22.6
"	1139	照-6	"	0601-0656 (334)	"	"	"	"	22.1
"	1159	照-5	5,000	0701-0744 (44)	2	81	100	"	22.0
"	1201	"	"	0745-0767 (67)	"	24	50	"	"
62. 1.13	1103	C-1	10,500	0001-0015 (15)	1	46	2	125	11.5
"	1110	C-2	"	0101-0106 (21)	"	"	"	"	"
"	1117	C-1	"	0201-0213 (34)	"	"	"	"	14.5
"	1132	C-1	"	0401-0415 (49)	"	"	"	"	15.0
"	1139	C-1	"	0501-0513 (62)	"	"	"	100	15.5
"	1146	C-9	"	0601-0630 (92)	"	82	100	"	"
"	1154	C-7	"	0701-0736 (128)	"	73	"	"	16.0
"	1201	C-5	"	0801-0826 (154)	"	72	"	"	14.5
"	1209	C-4	"	0901-0936 (190)	"	73	"	"	15.5
"	1216	C-6	"	1001-1029 (219)	"	72	"	"	"
"	1223	C-8	"	1101-1135 (254)	"	51	50	"	16.0
"	1237	C-1	"	1201-1222 (22)	2	46	2	"	16.5
"	1243	C-1	"	1301-1321 (43)	"	"	"	"	"
"	1249	C-1	"	1401-1420 (63)	"	45	"	"	16.8
62. 1.19	1055	照-6	3,000	0001-0055 (55)	1	52	20	50	23.8
"	1104	照-1	"	0101-0139 (94)	"	"	"	"	25.0
"	1111	照-2	"	0201-0242 (136)	"	48	"	"	24.5
"	1117	照-3	"	0301-0324 (160)	"	47	2	"	24.3
"	1125	照-4	"	0401-0413 (173)	"	"	"	"	24.8
"	1357	C-1	10,500	0501-0517 (190)	"	46	"	125	"
"	1402	C-1	"	0601-0614 (204)	"	"	"	"	25.6
"	1410	C-2	"	0701-0719 (223)	"	"	"	"	25.0

Table 2 Investigation items of the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

年 月 日	時刻	コース	高 度 feet	Identifier (合計)	Tape	Level	Range	Counter	気温
62. 1.20	1208	測-19	4,000	0801-0865 (65)	2	45	2	50	20.6
"	1220	測-18	"	0901-0962 (127)	"	62	50	"	21.2
"	1229	測-16	"	1001-1062 (189)	"	79	100	"	20.5
"	1240	測-15	"	1101-1157 (246)	"	45	2	"	21.5
"	1312	測-24	"	1201-1248 (294)	"	42	20	"	22.1
62. 1.28	0623	C-4	10,500	0001-0021 (21)	1	45	2	125	15.5
"	0630	C-4	"	0101-0126 (47)	"	44	"	"	15.0
"	0638	C-3	"	0201-0213 (60)	"	45	"	"	15.2
"	0644	C-3	"	0301-0319 (79)	"	"	"	"	15.5
"	0648	C-5	"	0401-0418 (97)	"	"	"	"	16.5
"	0655	C-5	"	0501-0514 (111)	"	"	"	"	16.6
"	0704	C-5	"	0601-0612 (123)	"	"	"	"	"
"	0711	C-2	"	0701-0724 (147)	"	44	"	"	"
"	0718	C-2	"	0801-0819 (166)	"	"	"	"	"
"	0725	C-2	"	0901-0922 (188)	"	"	"	"	16.5
"	0734	C-6	"	1001-1025 (213)	"	61	50	"	"
"	0745	C-7	"	1101-1133 (246)	"	56	"	"	18.0
"	0753	C-8	"	1201-1226 (272)	"	74	100	"	"
"	0804	C-9	"	1301-1332 (304)	"	73	"	"	"
"	0812	C-10	"	1401-1425 (329)	"	"	"	"	"
"	0822	C-11	"	1501-1528 (357)	"	"	"	"	"
"	0827	C-10	"	1601-1651 (51)	2	"	"	50	18.5
"	0832	C-10	"	1701-1774 (125)	"	"	"	"	"
62. 2.10	1321	C-1	9,500	0001-0014 (14)	1	48	2	150	20.3
"	1326	C-3	"	0101-0116 (30)	"	"	"	"	19.8
"	1332	C-9	"	0201-0221 (51)	"	80	100	"	20.3
"	1338	C-10	"	0301-0327 (78)	"	"	"	"	"
"	1345	C-11	"	0401-0419 (97)	"	"	"	"	20.5
62. 3. 3	0546	C-1	10,500	0001-0038 (38)	1	45	2	75	10.7
"	0552	C-1	"	0101-0116 (54)	"	44	"	"	12.0
"	0559	C-9	"	0201-0229 (83)	"	40	5	"	11.4
"	0606	C-9	"	0301-0317 (100)	"	36	"	"	12.0
"	0614	C-9	"	0401-0426 (126)	"	37	"	"	"
"	0624	C-3	"	0501-0509 (135)	"	44	2	"	12.5
"	0629	C-3	"	0601-0635 (170)	"	"	"	"	13.3
"	0636	C-4	"	0701-0730 (200)	"	"	"	"	13.9
"	0645	C-5	"	0801-0818 (218)	"	"	"	"	14.4
"	0656	C-6	"	0901-0962 (280)	"	61	50	"	15.4
"	0704	C-7	"	1001-1039 (319)	"	52	"	"	16.6
"	0711	C-8	"	1101-1162 (62)	2	75	100	"	16.5
"	0720	C-9	"	1201-1239 (101)	"	"	"	"	17.5
"	0727	C-10	"	1301-1359 (160)	"	"	"	"	"
"	0734	C-11	"	1401-1439 (199)	"	106	200	"	17.7

Table 2 Investigation items of the airborne thermal infrared radiometer AGA 780

年 月 日	時刻	コース	高 度 feet	Identifier (合計)	Tape	Level	Range	Counter	気温
62. 3. 3	0741	C-9'	10,500	1501-1557 (256)	2	107	200	75	17.8
"	0748	C-9'	"	1601-1629 (295)	"	"	"	"	18.3
62. 3.17	1055	C-2	6,000	0001-0035 (35)	1	46	2	75	23.3
"	1106	C-3	"	0101-0158 (93)	"	"	"	50	24.2
"	1120	C-4	"	0201-0264 (157)	"	76	100	"	24.7
"	1131	C-5	"	0301-0365 (222)	"	"	"	"	25.0
"	1143	C-6	"	0401-0467 (289)	"	"	"	"	25.7
"	1154	C-7	"	0501-0574 (363)	"	53	20	"	25.2
"	1208	C-8	"	0601-0607 (7)	2	46	2	"	26.0
"	1237	C-23	"	0701-0743 (50)	"	56	50	"	26.8
"	1247	照-1	"	0801-0842 (92)	"	62	"	"	28.5
"	1259	照-3	"	1001-1019 (111)	"	65	"	"	29.0
"	1306	照-2	"	1101-1138 (149)	"	48	5	"	28.0
62. 3.18	1128	照-2	4,000	1601-1617 (17)	3	52	5	50	19.4
"	1356	C-22	"	1701-1748 (65)	"	51	20	"	22.3
"	1412	C-3	6,000	1801-1853 (118)	"	53	"	"	19.8
"	1422	C-4	"	1901-1968 (186)	"	63	50	"	19.2

およそ200ノット（毎秒約100m）であるため、視野角20度の本装置の場合2秒間隔の記録で60%のオーバーラップを達成するためには高度差1,400m以上が必要であり、連続した温度映像記録（オーバーラップ0%）を得るためには高度差600m以上が必要である。

第2表から明らかな通り、今回の伊豆大島の調査高度は500mから3,000mまでさまざまであり一定ではない。

調査に用いた熱赤外放射温度計の視角野は20度であり、三原山の噴火口、流出溶岩、あるいは筆島周辺等の変色水を調査するためには、撮影高度（飛行高度）3,000m程度（三原山山頂では高度差約2,000m）が望ましいが、熱赤外放射温度計は、航空機の下に雲があると雲の温度を測定し、雲の下の地表面、あるいは海水表面の温度は測定できないため、雲の有無、及び雲の高度により調査のたび毎に最も影響の少ない調査高度を現場で判断して調査を行ったためである。

また、第1図から明らかな通り調査コースは似たコースではあるが、同一コースの繰り返し調査になっていないのも同じ理由によるものである。

昭和61年12月5日、同17日、同24日、昭和62年1月19日、同20日、3月17日、及び同18日の調査は航空磁気測量を実施した際、便乗して行った調査であり、調査コースは磁気測量のコースである（植田他, 1987）

3. 調査結果

(1) 変色水

変色水の化学成分、あるいはその火山学的な意味については本特集号別稿（土出他, 1987）に詳しい。

火山の噴火時における変色水の温度測定は、三宅島（土出他, 1984）、海徳海山（土出他, 1985）、福徳岡ノ場（土出、佐藤, 1987）等の報告があるが、いずれも活発な火山活動（噴火）に伴って出現した変色水の温度を測定したものであり、周囲の海水にくらべて $0.2^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 高温であった。平穏な火山活動時における変色水の温度は、例えば昭和57年4月に調査した福徳岡ノ場においては、周囲の海水温度より約 0.6°C 低く（海上保安庁, 1982）、昭和61年7月の同地点の調査においても低温の変色水が観測されている。噴火時における高温変色水は、海水により冷却されるものの海水表面に現われた時にはまだ高温である火山噴出物、あるいはそれによって温められた海水を検知したものであり、低温変色水は、火山噴出物により誘発された対流によって海水表面にまき上げられた、表面海水にくらべて低温な海水（前記事例はいずれも日中の調査によって得られたものであり、熱赤外放射温度計で測定される海面の極表層は太陽の輻射熱により高温になっている）を検知したものと考えられる。

イ. 筆島周辺

航空機からの温度測定の重点海域は、濃厚な赤褐色の変色水が噴火後出現し、水蒸気爆発の可能性が議論された筆島周辺海域とし、調査の機会があればまず同海域の調査を優先して行った。その結果、昭和61年11月22日を第1回目として昭和62年3月17日まで計9回の調査を行った。

これまでの変色水の温度測定の例から、海水温度と変色水の温度との差は微小であることが予想され、したがって調査は太陽の影響をできる限り避けるために夜間（日出前）に実施することが望ましい。

今回の調査においては昭和61年12月9日、昭和62年1月28日及び3月3日の3回、日出前の温度測定を実施した。

第2図に日出前調査による筆島周辺の熱赤外面像及び 0.2°C 間隔の等温線図を示す。

温度は水蒸気補正等を行っていない機械（センサー）の感知温度であり、以後の本報告の温度についても

昭和61年12月9日 06時04分

昭和62年1月28日 07時11分

昭和62年3月3日 05時52分

0002-0020

0702-0711

0102-0114

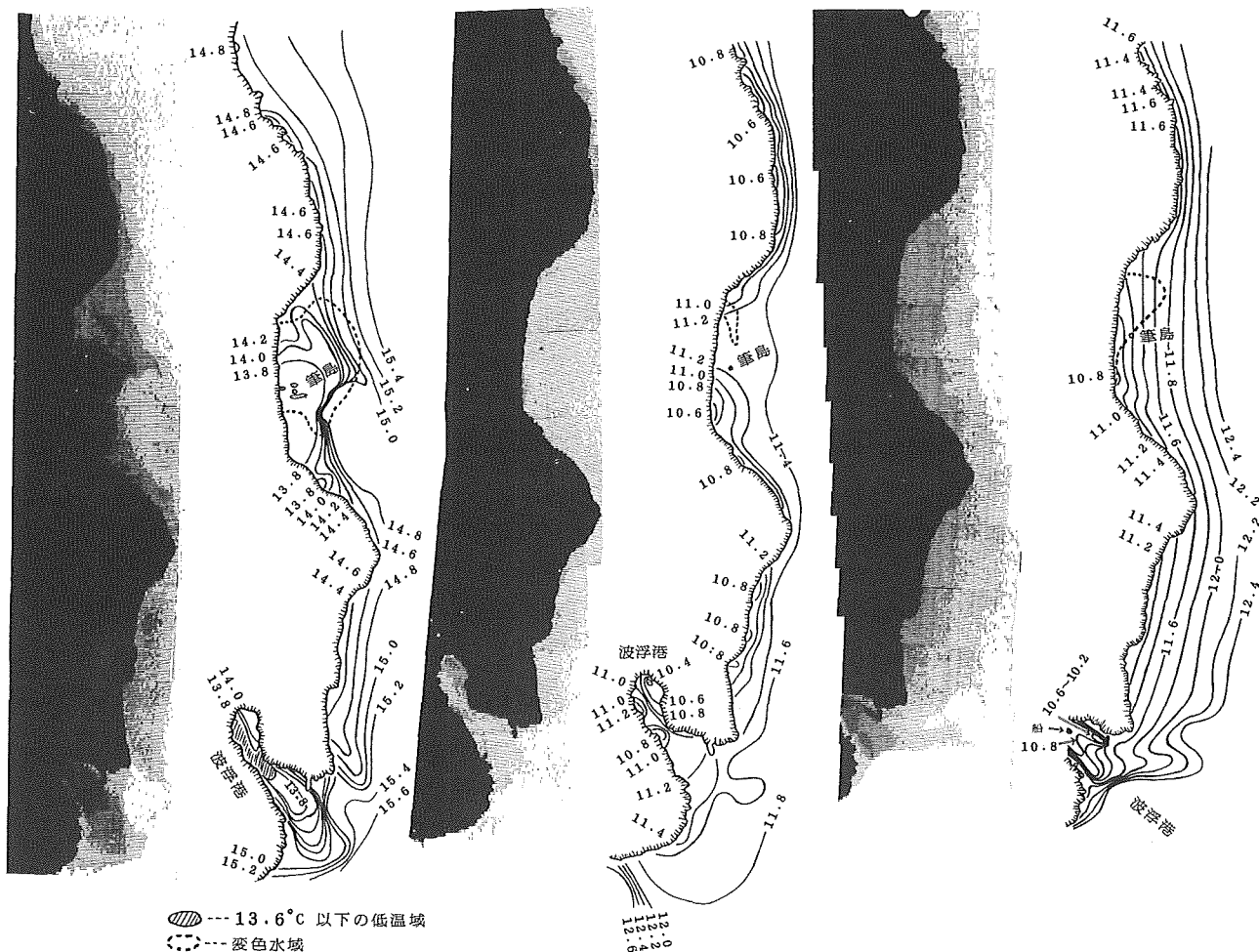


Figure 2 Thermal images and isotherm figures (contour intervals 0.2°C) around Hude-sima observed before sunrise (Dec. 9, Jan. 28 and Mar. 3)

同様である。また、温度は白い程高温を示し、黒い程低温を示す。

日出前の調査のため陸部は低温（黒色）であり、筆島も低温を示す黒点となっている。

調査時の変色水の形を、それぞれの等温線図上に点線で示した。

12月9日の調査では、筆島周辺に低温域が3ヶ所存在しており、変色水の分布域は、14.2°C~14.8°Cの等温線と大局的な傾向は似ている。また、波浮港には極めて低温な海水が存在しており、港内から港外にその低温域が拡散している。

1月28日の調査では、筆島の北側に小さな変色水域があり、その中心は低温域とほぼ一致している。しかし、変色水域の拡がり方は南方向であり、低温水域の拡がりである東方向とは一致していない。また、筆島の南西岸に見られる10.6°Cの低温域には変色水は認められない。波浮港の港内には低温海水が認められるが、港内西側には逆に若干（0.2°C）温度が高い場所も認められた。

3月3日の調査では、筆島周辺に見られた変色水は極めて色が薄いものであったが、その範囲は低温域とは対応しない。また、1月28日に各所で見られた低温域は3月3日には筆島南西岸1ヶ所だけになり、水温分布は海岸からはほぼ等間隔で高まる傾向を示している。波浮港内の低温域はこれまでの調査と同様であるが、低温域の港外への拡散は二筋となっており、湾中央部には高温水が入りこんでいる点がこれまでと異なっている。調査コースが東（右）寄りとなったため港の奥の低温源の様子はわからない。

日中における筆島付近の調査の例を第3図に示す。

第3図aは、昭和61年11月22日、同25日、12月17日及び昭和62年1月13日の熱映像であり、第3図bは、昭和62年1月19日及び2月10日の熱映像である。

海水温度は調査毎に異なるが、11月～12月にかけては $17^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ であり日出前調査の $14^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ にくらべて $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 高く、1月は $12^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$ であり日出前調査の $10.6^{\circ}\text{C}\sim 11.6^{\circ}\text{C}$ にくらべて $1.5^{\circ}\text{C}\sim 2.5^{\circ}\text{C}$ 高い。2月の調査においては陸部が高温であり、日出前調査では常に低温であった波浮港の奥は港の中央部に比べて逆に高温になっている。

調査時刻はいずれも午後1時～2時であり、調査時の雲の状況及び調査日の天候により海陸共にその熱映像の様子が一変することが第3図によりよく判る。

1月13日、あるいは1月19日における海水の温度パターンは日出前調査による海水の温度パターンとよく似ており、状況が良ければ日中調査であっても海水の温度パターンを日出前と同じように捕えることができることを示しているが、詳細にその温度パターンを検討すると、日出前のデータの方が低温域等において微細な温度情報が豊富なことがわかる。

第4図は、割れ目噴火直後の昭和61年11月25日に調査した伊豆大島全島の海岸付近の熱映像であり、調査時刻は午後2時～3時である。

大島の海岸はガケが多く、日陰の部分が多いことを反映して、海岸線の温度が海水の温度より低い地域が多いが、元町を含む大島西岸は海岸線付近と海水が同温度であり海岸線の判別は難しい。また、波浮港及び周田港はコンクリート、あるいはアスファルトと思われる高温部分が顕著であり、島の南西岸にある砂の浜も高温である。海岸付近の海水温度は一樣ではないが、筆島付近、波浮港を含めて低温水等の温度の特異な水塊は認められない。

ロ. 風早埼付近

大島北岸にある風早埼の東岸付近は11月27日以来薄い緑色系統の変色水が認められていた海域であるが、1月20日にその色が濃い赤褐色に変化した（土出他、1987）。

第5図に1月28日及び3月3日の日出前調査の結果を示し、第6図に11月25日及び2月10日の日中調査の結果を示す。

1月28日の日出前調査においては、変色水は風早埼東岸に認められた2ヶ所の低温域から出ているように見え、変色水域と等温線の対応は比較的良いが、3月3日の調査においては低温域ははっきりしなくなっており、変色水域との対応もよくない。

日中調査においては、第6図から明らかな通り両日ともに温度測定のために恵まれず、海水温度はほぼ一様なパターンを示し、低温域の確認はできない。

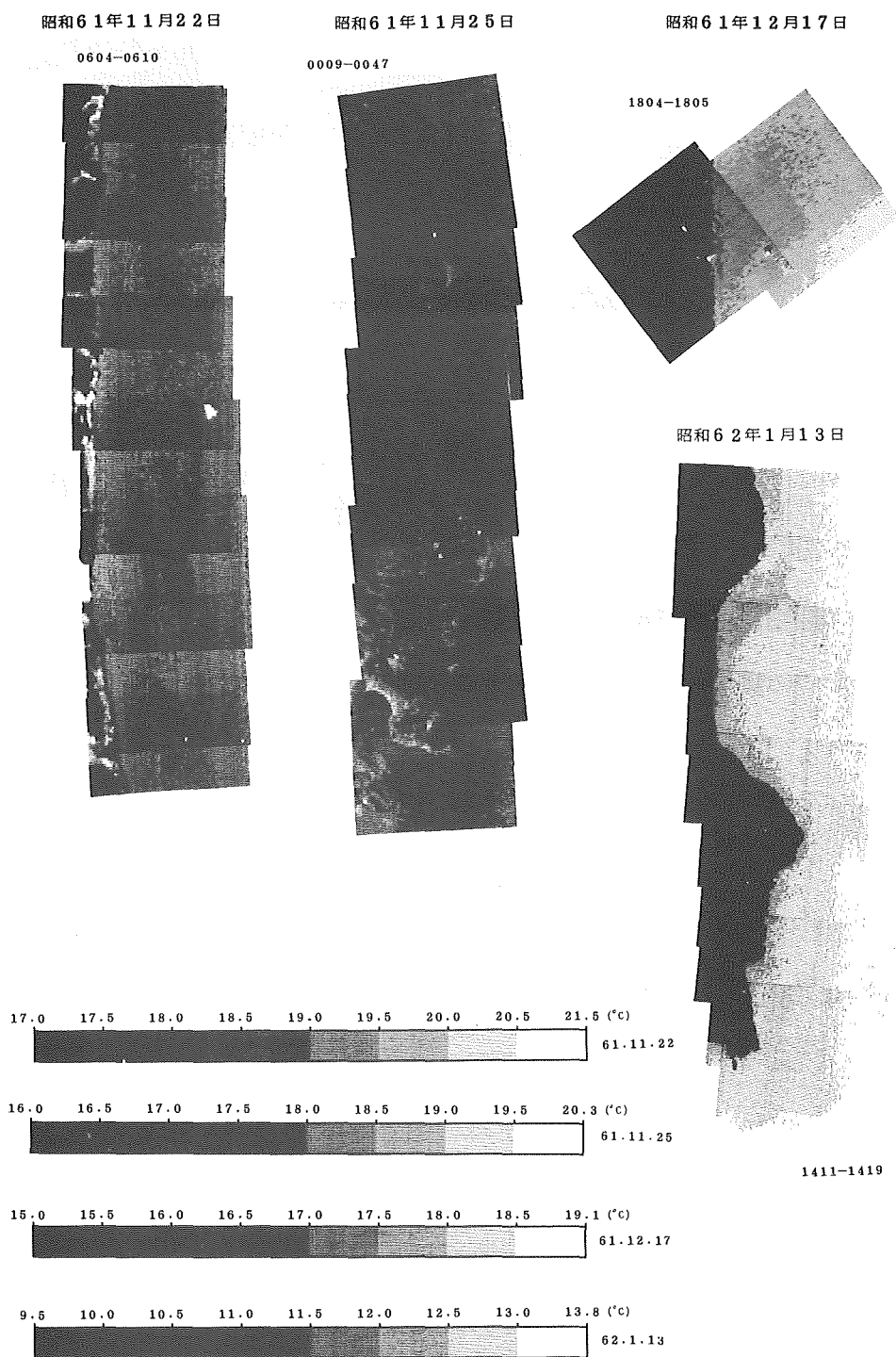


Figure 3a Thermal images around Hude-sima observed in the daytime (Nov. 22, Nov. 25, Dec. 17 and Jan. 13)

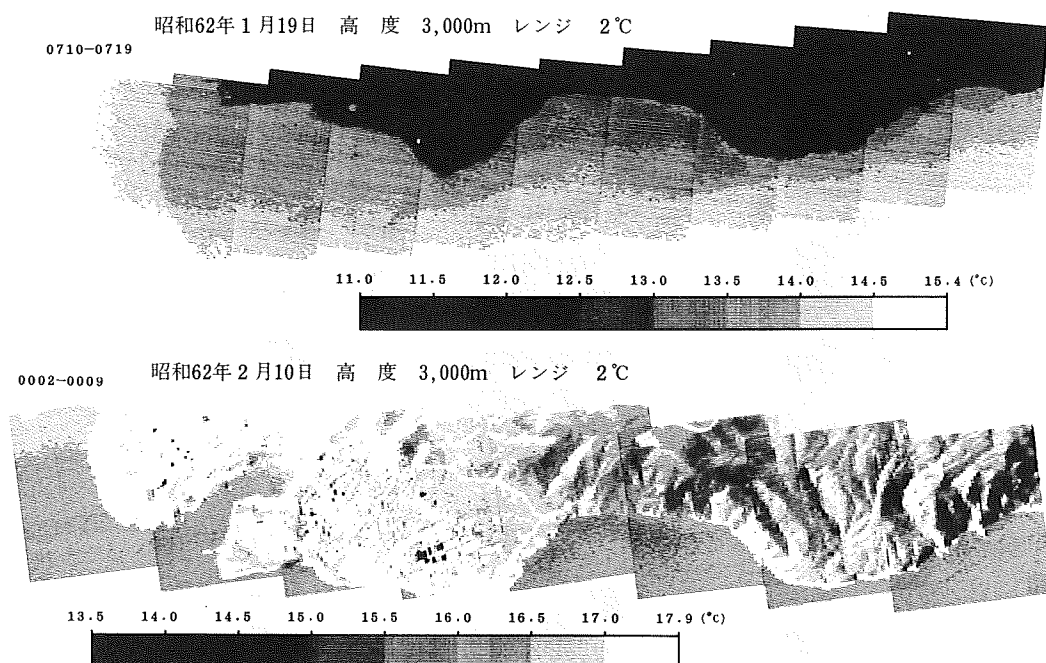


Figure 3b Thermal images around Hude-sima observed in the daytime (Jan. 19 and Feb. 10)

(2) 三原山噴火口

割れ目噴火直後の11月22日より11月25日, 12月5日, 12月9日(日出前), 12月17日, 12月24日, 1月13日, 1月28日(日出前), 2月10日, 3月3日(日出前)及び3月17日の11例の熱映像を第7図a～第7図kに示す。

噴火口は活動時においては高温であるため, 日中調査における熱映像については, 太陽の影響を考慮する必要はないが, 火山活動がおさまり温度が低下して常温程度になれば, 当然太陽の輻射の影響が現われる。したがって本来ならば温度補正を行うことが必要であるが, 海面温度の測定と同様, 補正は行っていないセンサーの感知温度で議論をすすめる。

今回の三原山の噴火口については, 三原山山頂火口南壁に開いた火口をA火口, 三原山北斜面に生じた噴火口列をB火口, 外輪山に生じた割れ目噴火口列をC火口と呼ぶことが一般化している(早川, 1987)ため, ここでもそれに従う。

第7図は熱映像と映像取得部分をペアで示しており, 映像取得部分に書き込まれた温度は, それぞれA火口, B火口及びC火口における最高温度及びその場所を示している。

11月22日(第7図a)は, A火口及びB火口上には雲がかかっており, B火口の温度は計測できない。また, A火口の温度は雲を透過して計測したものであり, 実際の温度よりかなり低温になっているものと思われる。三原山山頂付近の熱映像と噴火口の分布及び流出した溶岩の分布との対応がかなり悪いのも雲のためである。

C火口の最高温度は火口列の北端で観測された。

11月25日(第7図b)は, A火口を通る調査コースはなく, B火口もその縁をギリギリでかすめる調査コースとなったため, A火口及びB火口の最高温度及びその場所は確認できない。

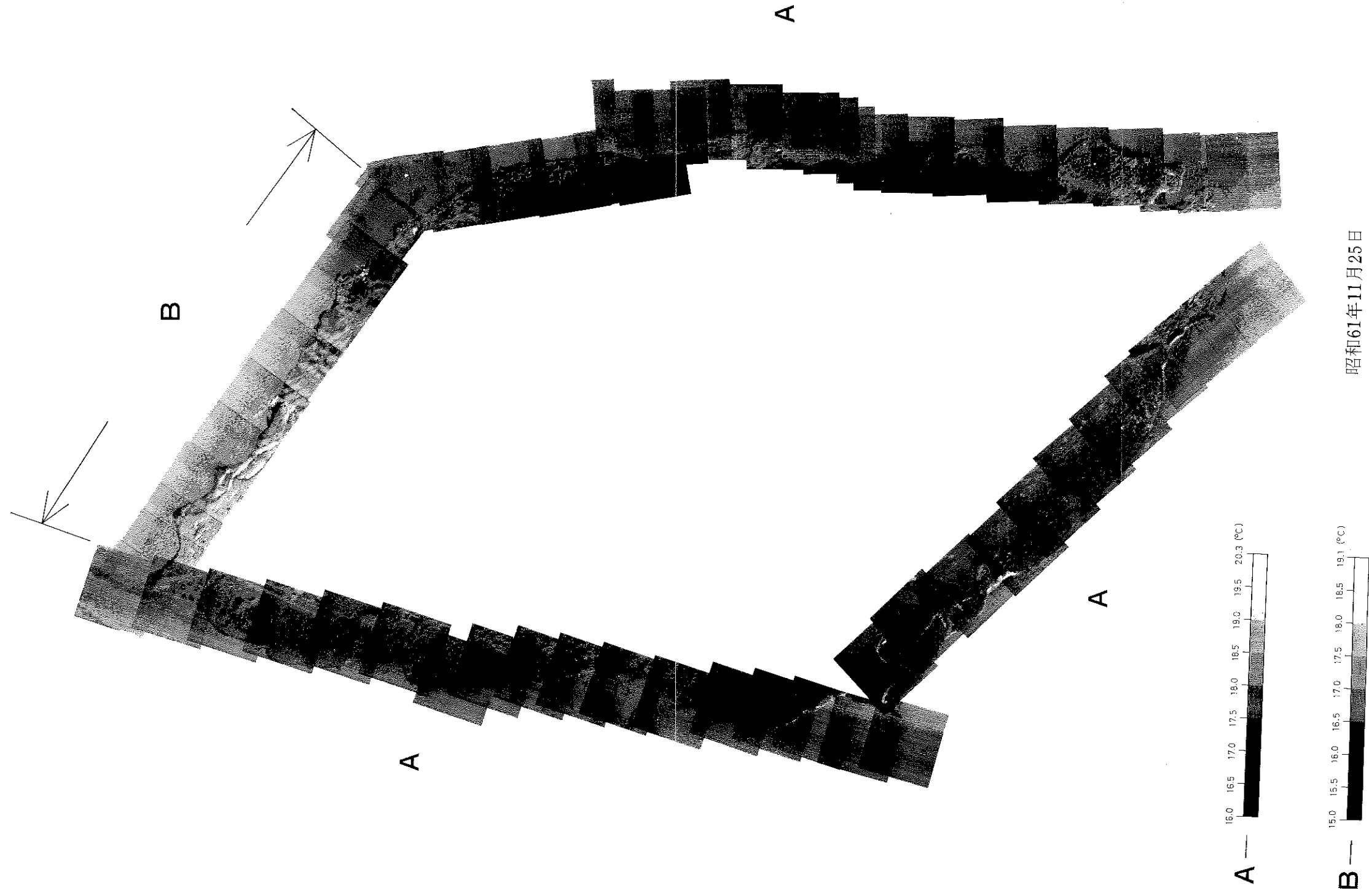


Figure 4 Thermal image round the coastline of Osima on Nov. 25, 1986

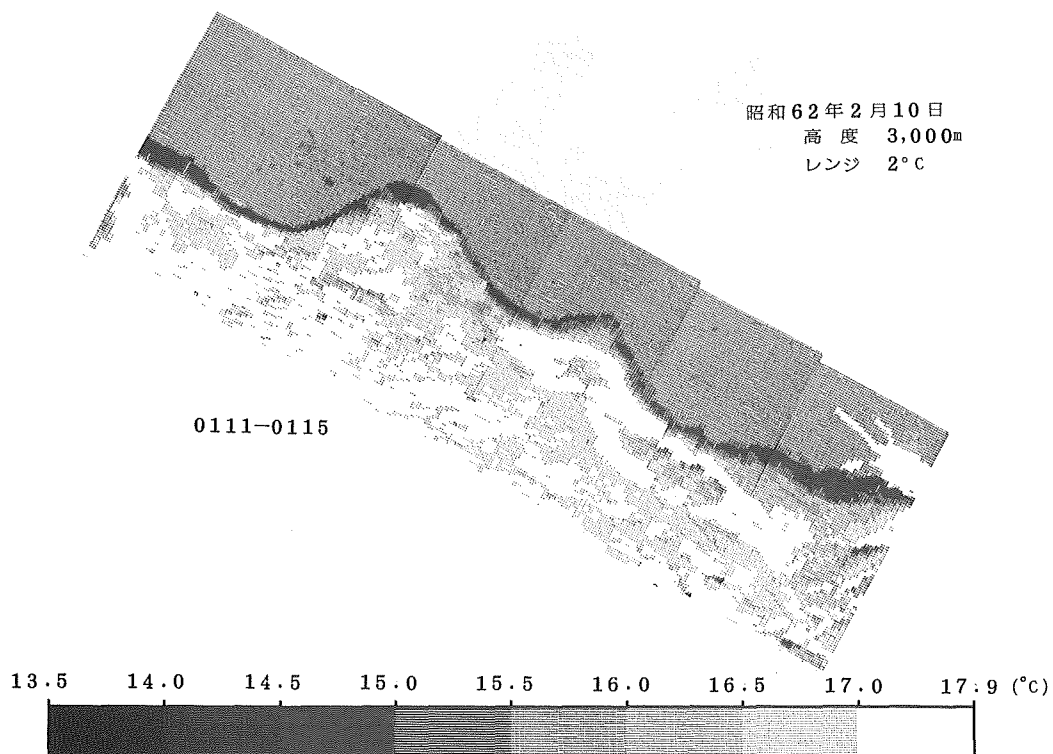
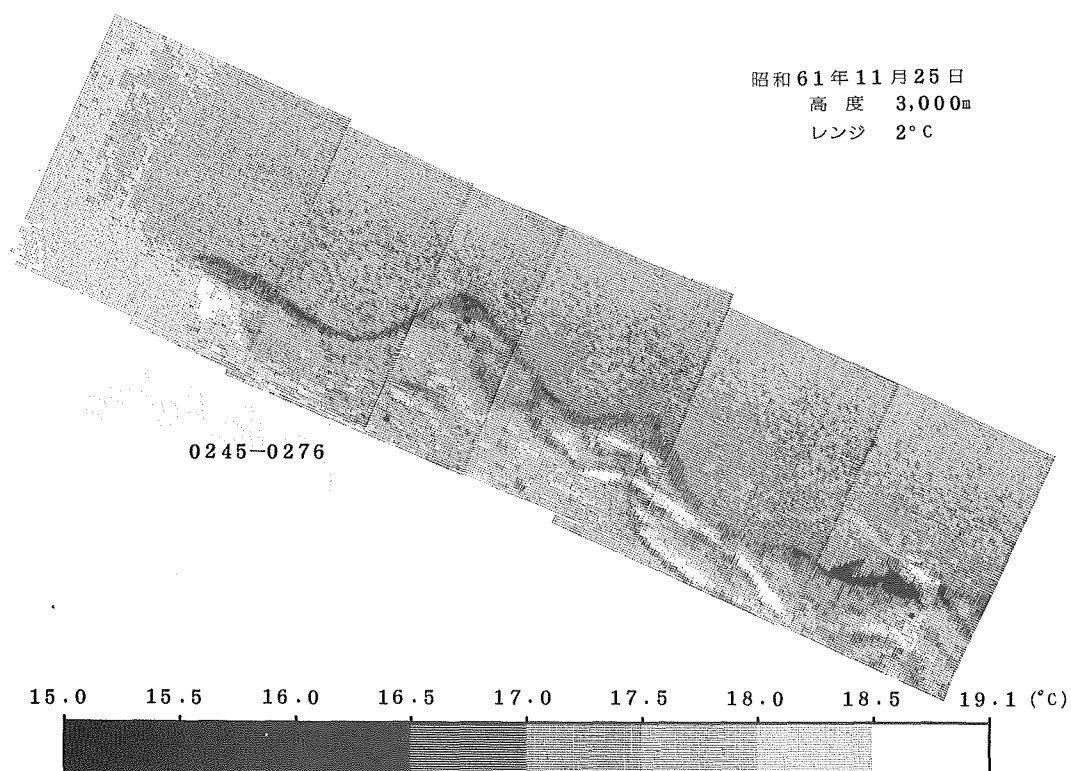


Figure 6 Thermal images around Kazahaya-saki observed in the daytime (Nov.25 and Feb.10)

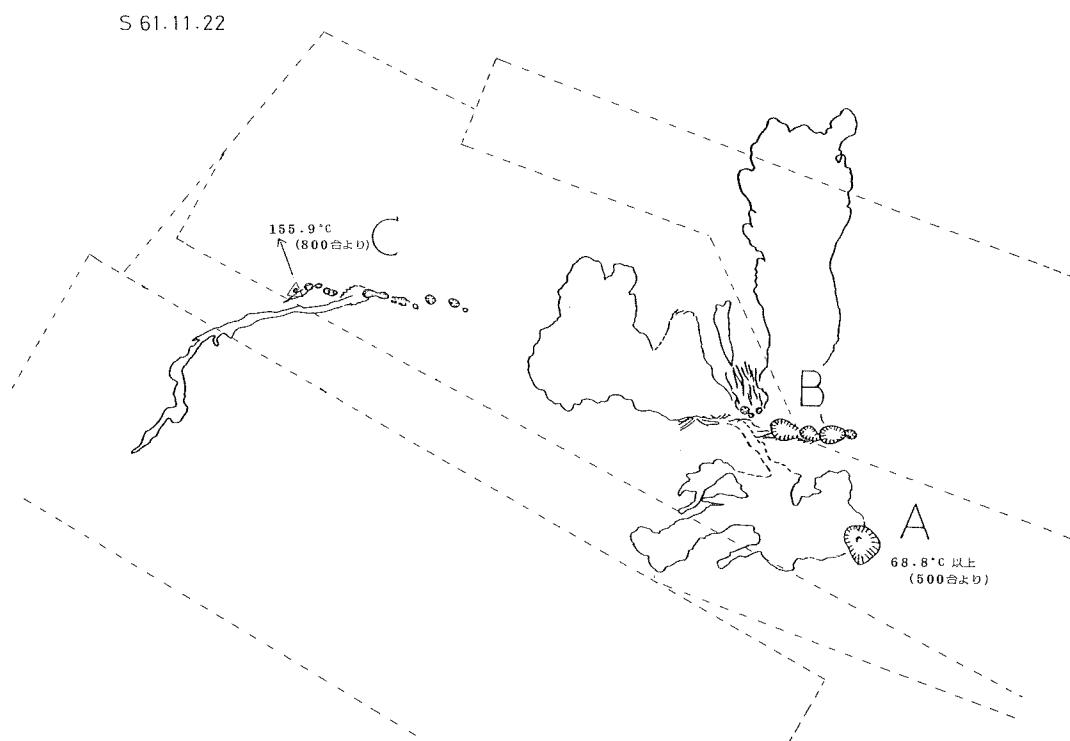
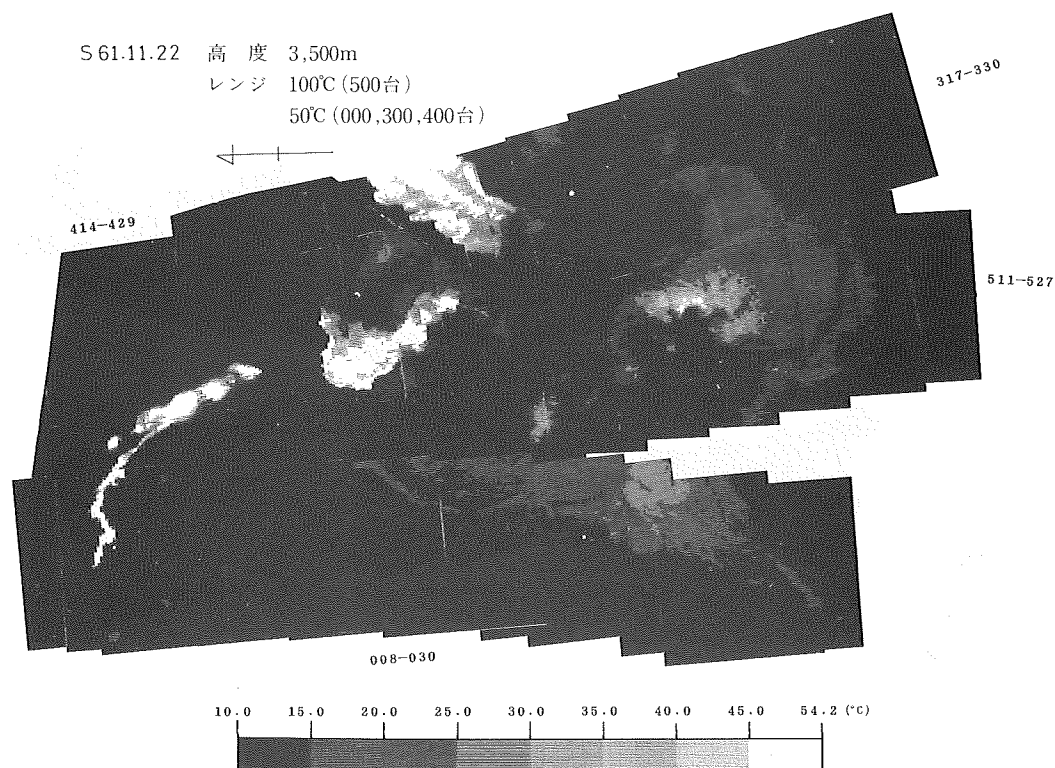


Figure 7a Thermal images of Miharayama new craters on Nov. 22, 1986

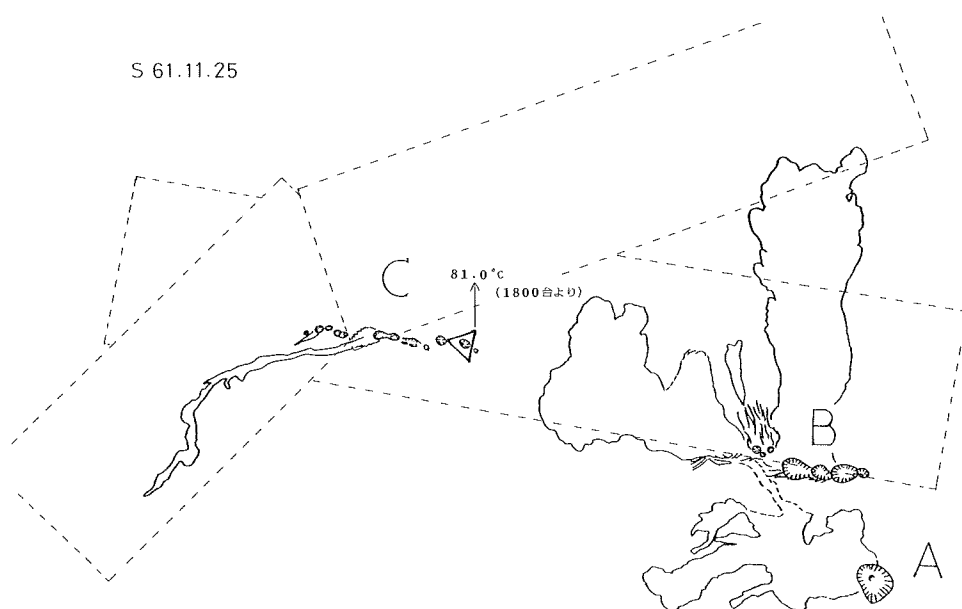
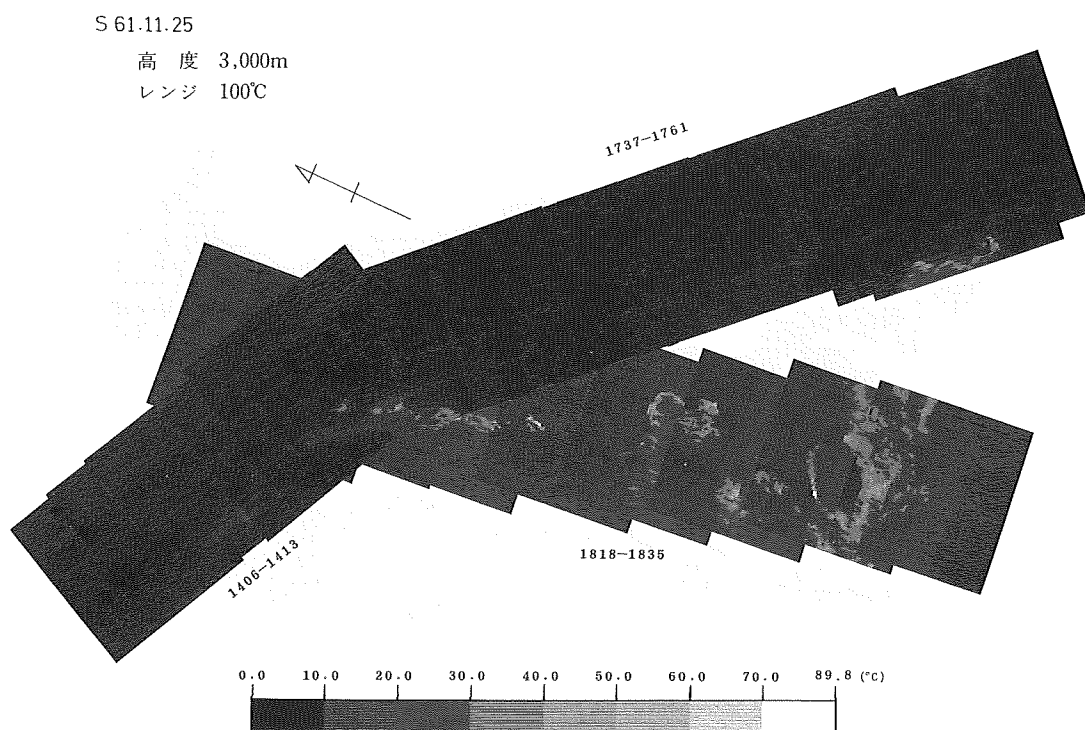
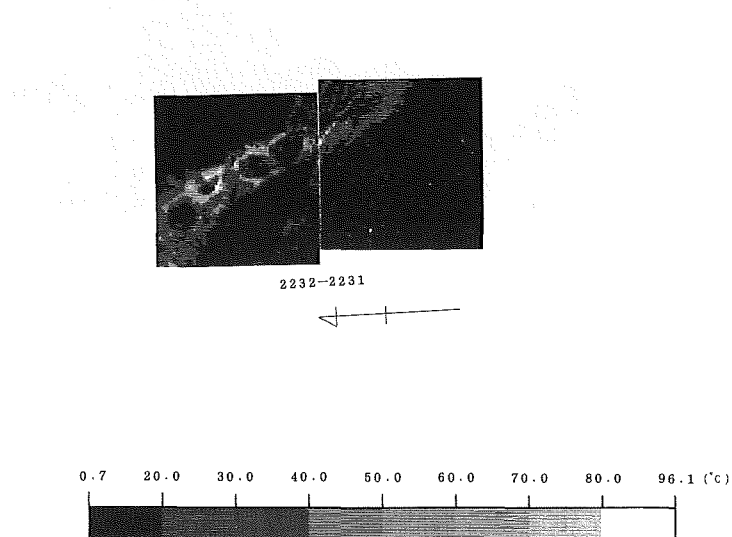


Figure 7b Thermal images of Miharayama new craters on Nov. 25, 1986

S61.12.5

高度 1,000m

レンジ 100°C



S61.12.5



Figure 7c Thermal images of Miharayama new craters on Dec. 5, 1986

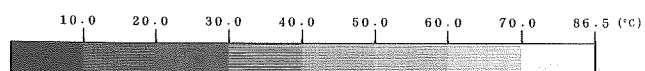
S 61.12. 9

高度 3,000m

レンジ 100°C

628-632

1117-1136



S 61.12. 9

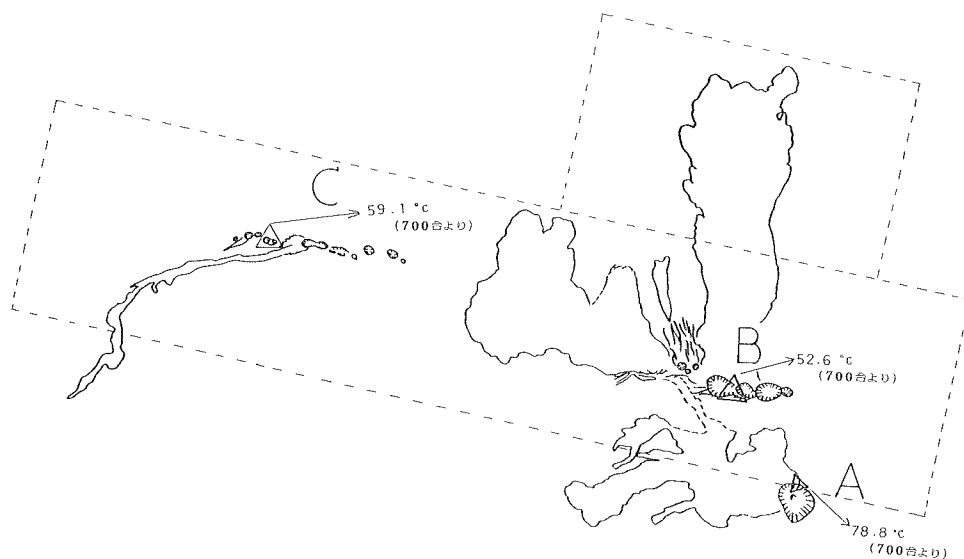
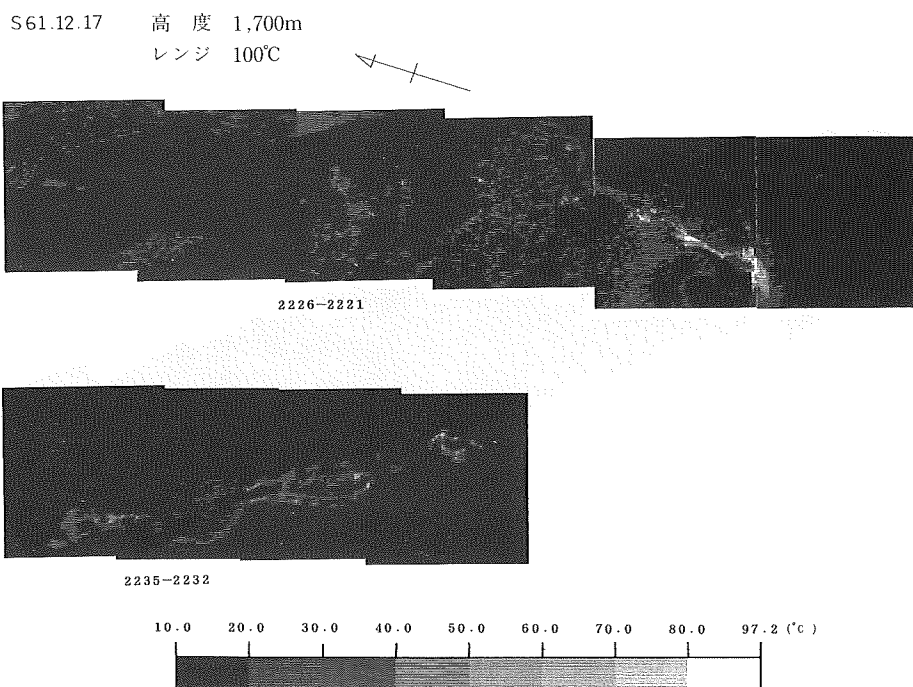


Figure 7d Thermal images of Miharayama new craters on Dec. 9, 1986



S61.12.17

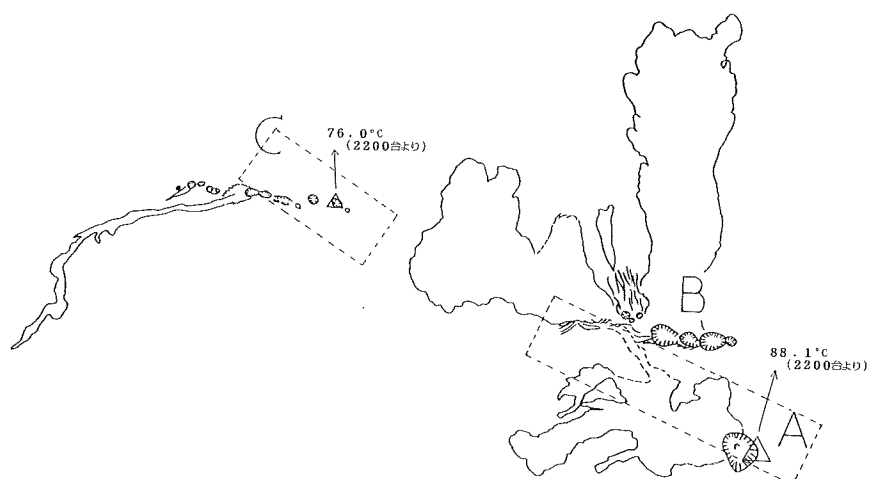
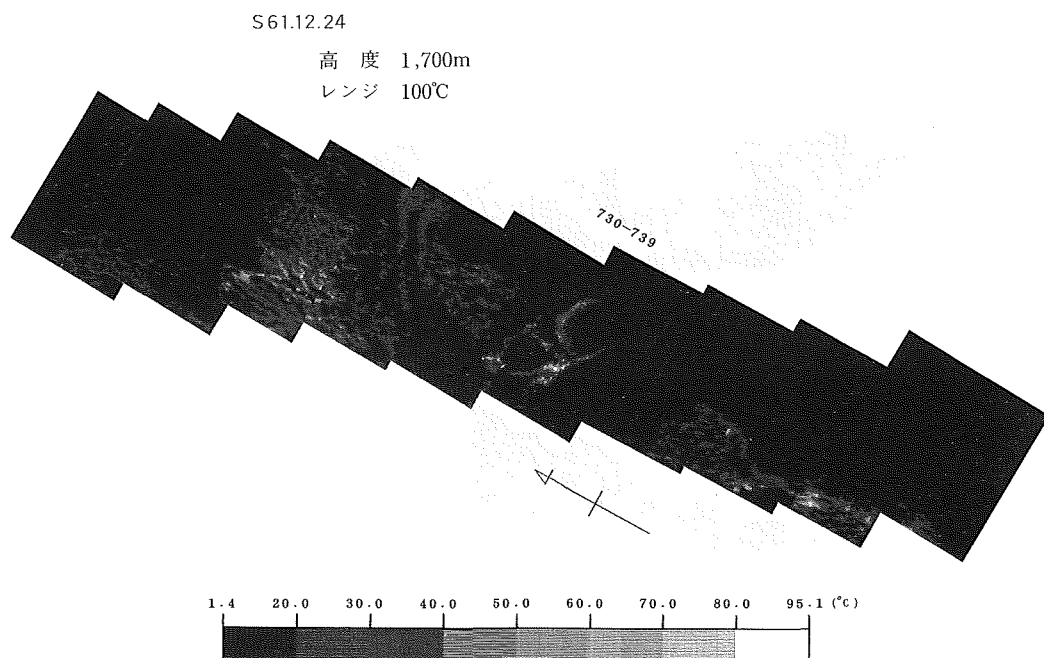


Figure 7e Thermal images of Miharayama new craters on Dec. 17, 1986



S61.12.24

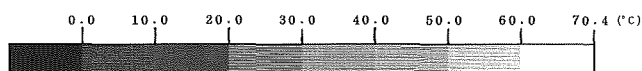
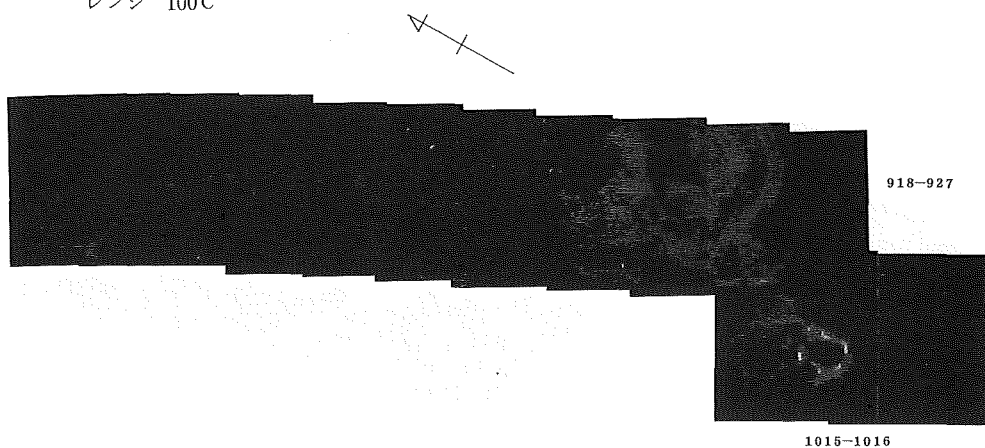


Figure 7f Thermal images of Miharayama new craters on Dec. 24, 1986

S 62.1.13

高度 3,000m

レンジ 100°C



S 62.1.13

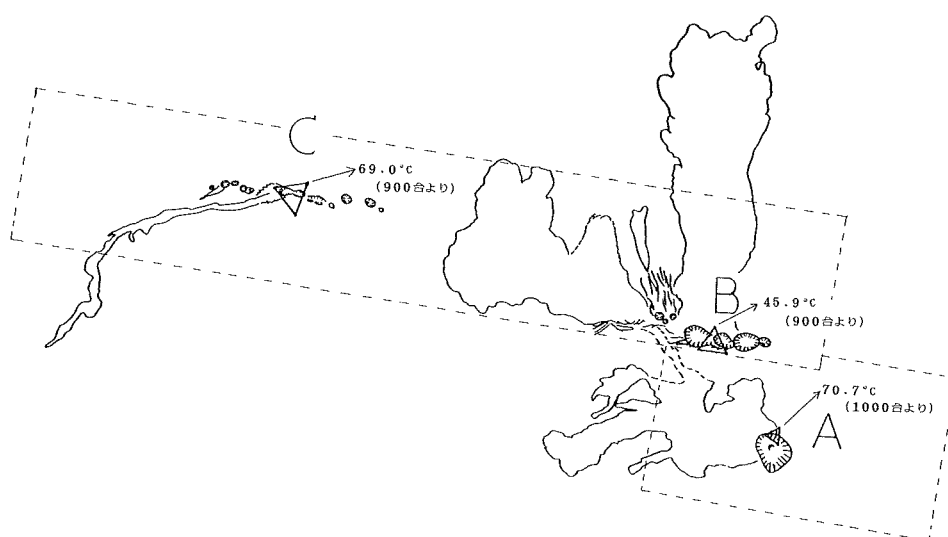
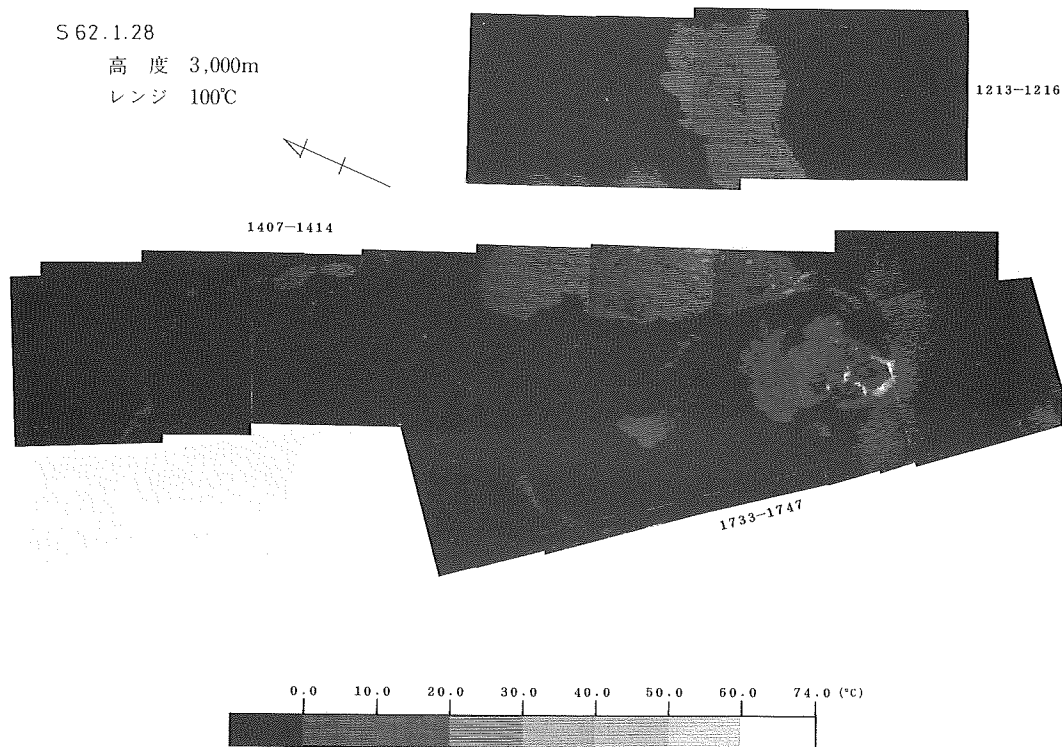


Figure 7g Thermal images of Miharayama new craters on Jan. 13, 1987



S 62.1.28

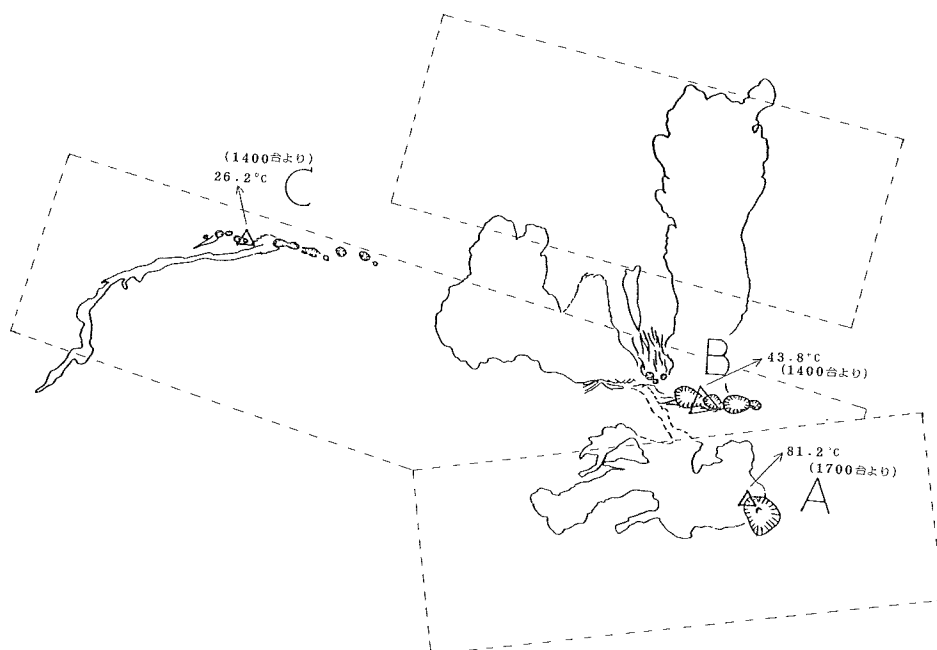
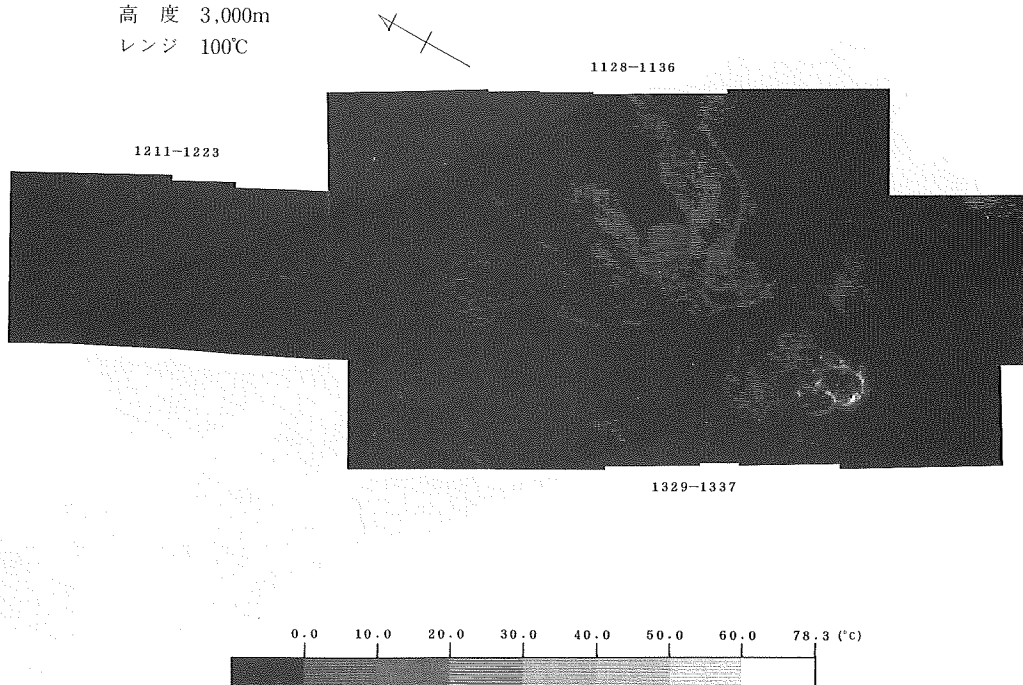


Figure 7h Thermal images of Miharayama new craters on Jan. 28, 1987

S62.3.3

高度 3,000m

レンジ 100°C



S62.2.10

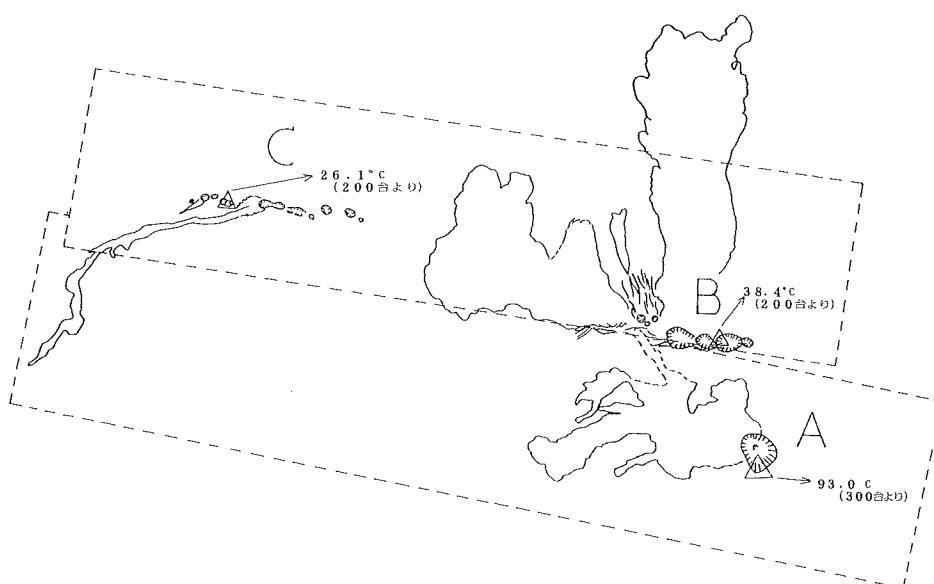
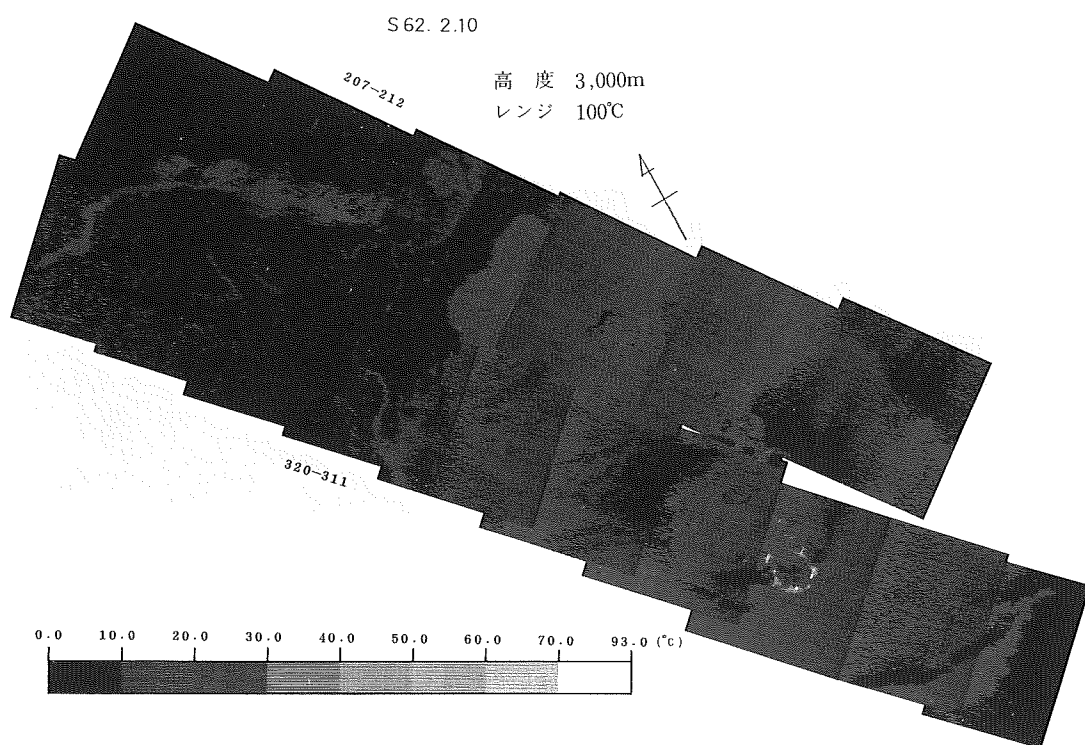


Figure 7i Thermal images of Miharayama new craters on Feb. 10, 1987



S 62. 3. 3

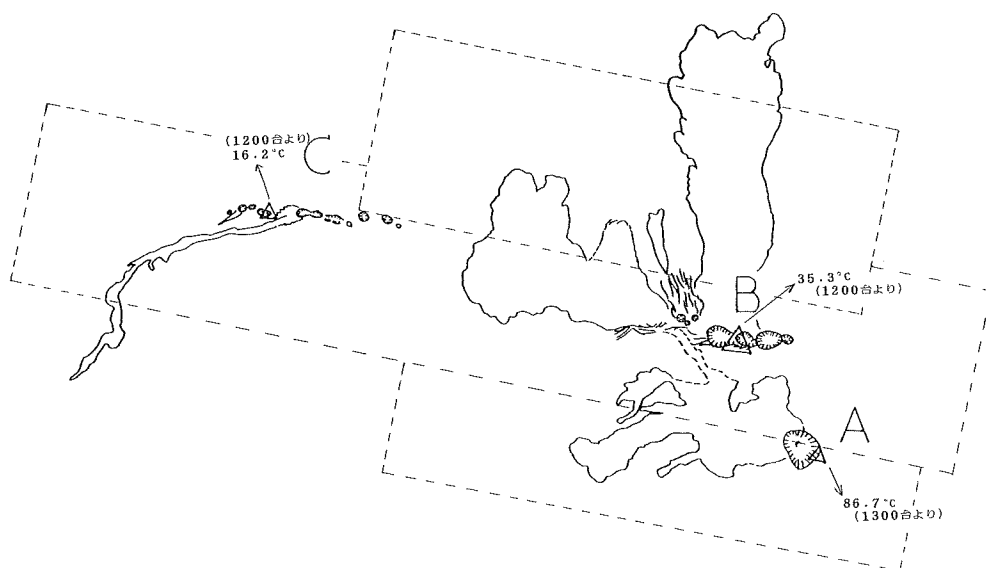
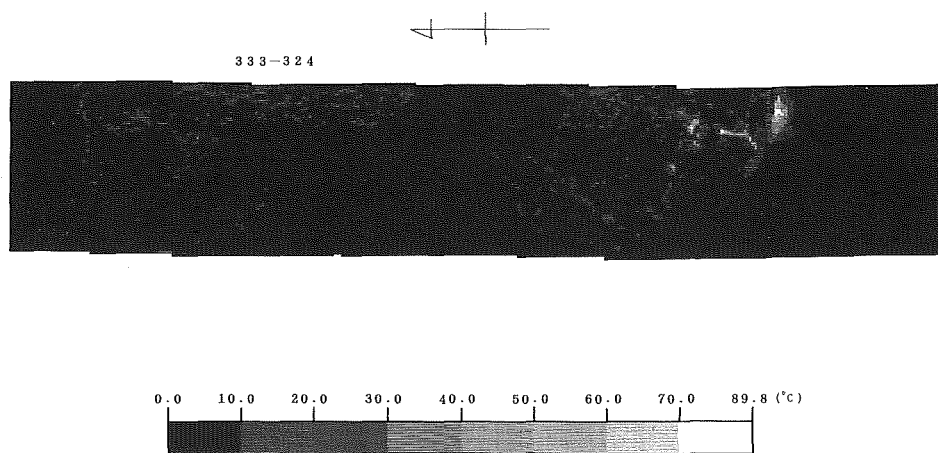


Figure 7j Thermal images of Miharayama new craters on Mar. 3, 1987

S 62. 3.17

高 度 1,800m

レンジ 100°C



S 62. 3.17



Figure 7k Thermal images of Miharayama new craters on Mar. 17, 1987

C火口の最高温度は、11月22日とは異なり火口列の南端で観測された。

12月5日（第7図c）は、地磁気測量（植田他，1987）に便乗して実施したものであり、高度が900mと低いため、A火口及びB火口の調査コースでは熱映像が連続しておらず、最高温度の確認もできなかった。第7図cはC火口の一部であるが、図の範囲での最高温度を求めたものである。

12月9日（第7図d）は、A火口をかすめる調査コースであり、図中でA火口の最高温度を求めてみたが、これがA火口の最高温度である保証はない。

B火口はC火口より若干低温であり、C火口の最高温度は、火口列の中央北寄りで観測された。

12月17日（第7図e）は、地磁気測量に便乗したものであり、B火口の調査コースはない。

A火口の最高温度は、火口の南端付近であるが全体にかなり高温である。C火口の最高温度は火口列の南端寄りで観測されたが、前回最高温度が観測された場所は今回の調査コースに含まれていないため、これがC火口の最高温度を示すものかどうかについては不明である。

12月24日（第7図f）は、地磁気測量に便乗したものであり、C火口の調査コースはない。またA火口もその東側半分を調査するコースのみである。

B火口の温度が前回（12月9日）にくらべて30度以上も高くなっている。12月17日のC火口も同様に12月9日にくらべて15度以上高くなっている。調査高度が12月17日及び12月24日は1,700mであり12月9日には、3,000mであったため、調査高度による測定値の変化とみなすこともできるが、A火口の温度は12月9日が79度、12月17日が88度、12月24日が91度と高くなっているもののB火口、あるいはC火口ほどの変化はない。

1月13日（第7図g）は、B火口の温度が低下して、前々回と同程度（若干低下）であるが、C火口は前回から若干低下したにすぎない。A火口は前回にくらべて20度も低下している。

1月28日（第7図h）は、C火口の温度は前回にくらべて45度も低下した。B火口は差がなく、A火口は逆に10度程度の温度の上昇が見られるため、C火口の温度の低下が日出前の調査、すなわち調査時刻の違いに起因するとは考え難い。

2月10日（第7図i）は、A火口が前回に引続き10度の温度上昇を示している。C火口は前回と同程度であり、B火口は若干低下の傾向にある。

3月3日（第7図j）は、A火口は若干温度がさがった。B火口は前回と同程度であるが、C火口は前回とくらべてさらに10度程度温度が低下し、地表との温度差がわずかになった。

3月17日（第7図k）は、磁気測量実施時の便乗調査であり、B火口及びC火口の調査コースはない。

A火口は相変わらず高温を維持している。

A火口、B火口及びC火口の最高温度は、調査毎に移動することが多いため、各噴火口に番号をつけ、それらの温度変化を追跡してみた。

第8図が各噴火口につけた番号を示す図であり、A火口はその縁に沿ってA(1)～A(4)と4ヶ所を、B火口は4つの噴火口のうち最高温度が観測された地点を北からB(1)、B(2)と2ヶ所を、C火口は割れ目噴火口のうち最高温度が観測されたものを北から順にC(1)～C(7)と7ヶ所を選定した。

調査日時、調査地点毎の測定最高温度を第3表にまとめ、最高点を示した位置及びその温度を調査日毎に第9図a～第9図fにまとめた。



Table 3 Temperatures of selected points according to Fig. 8 and their observation time

[illegible]

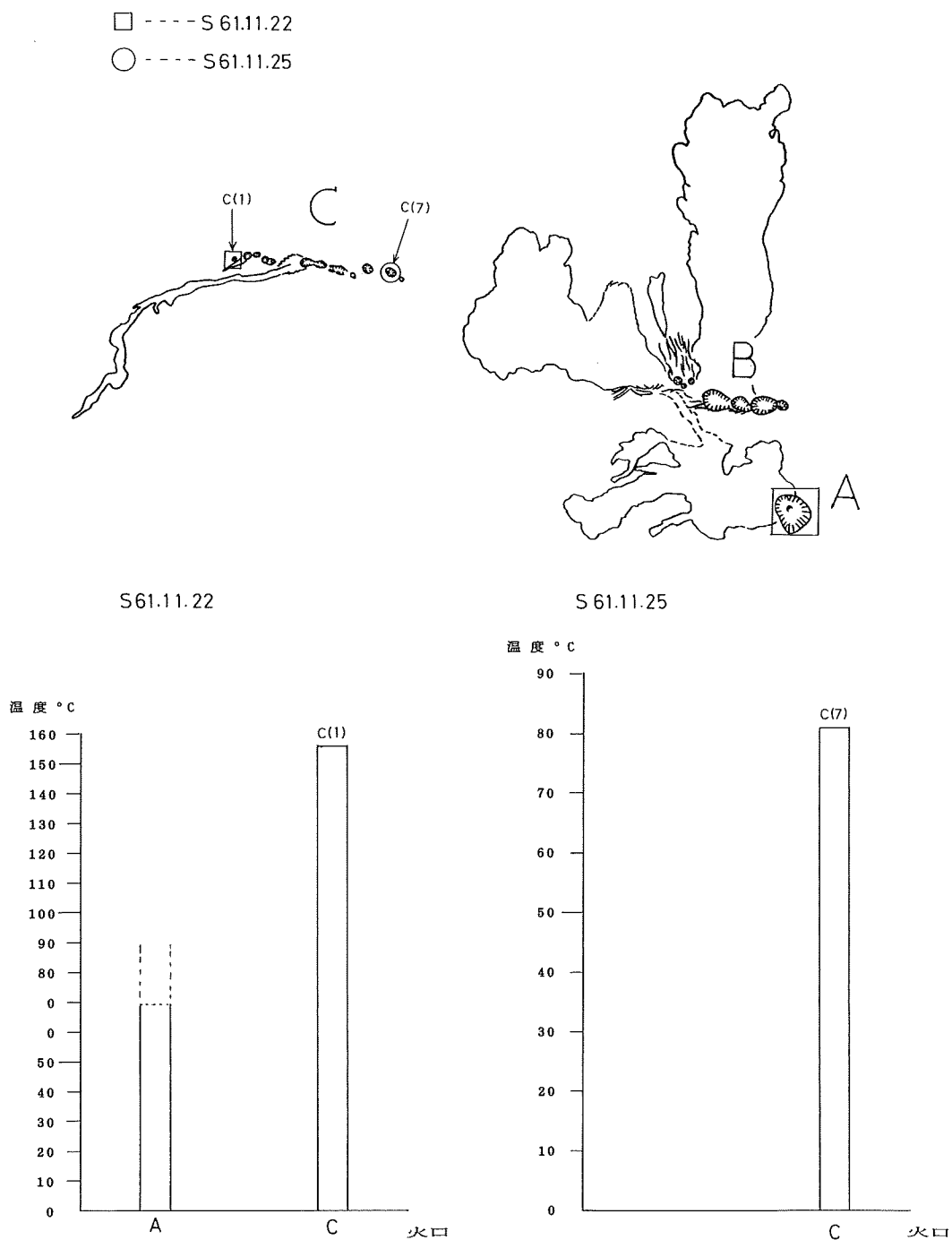


Figure 9a Maximum temperature of A crater and C craters on Nov. 22, 1986 and on Nov. 25, 1986

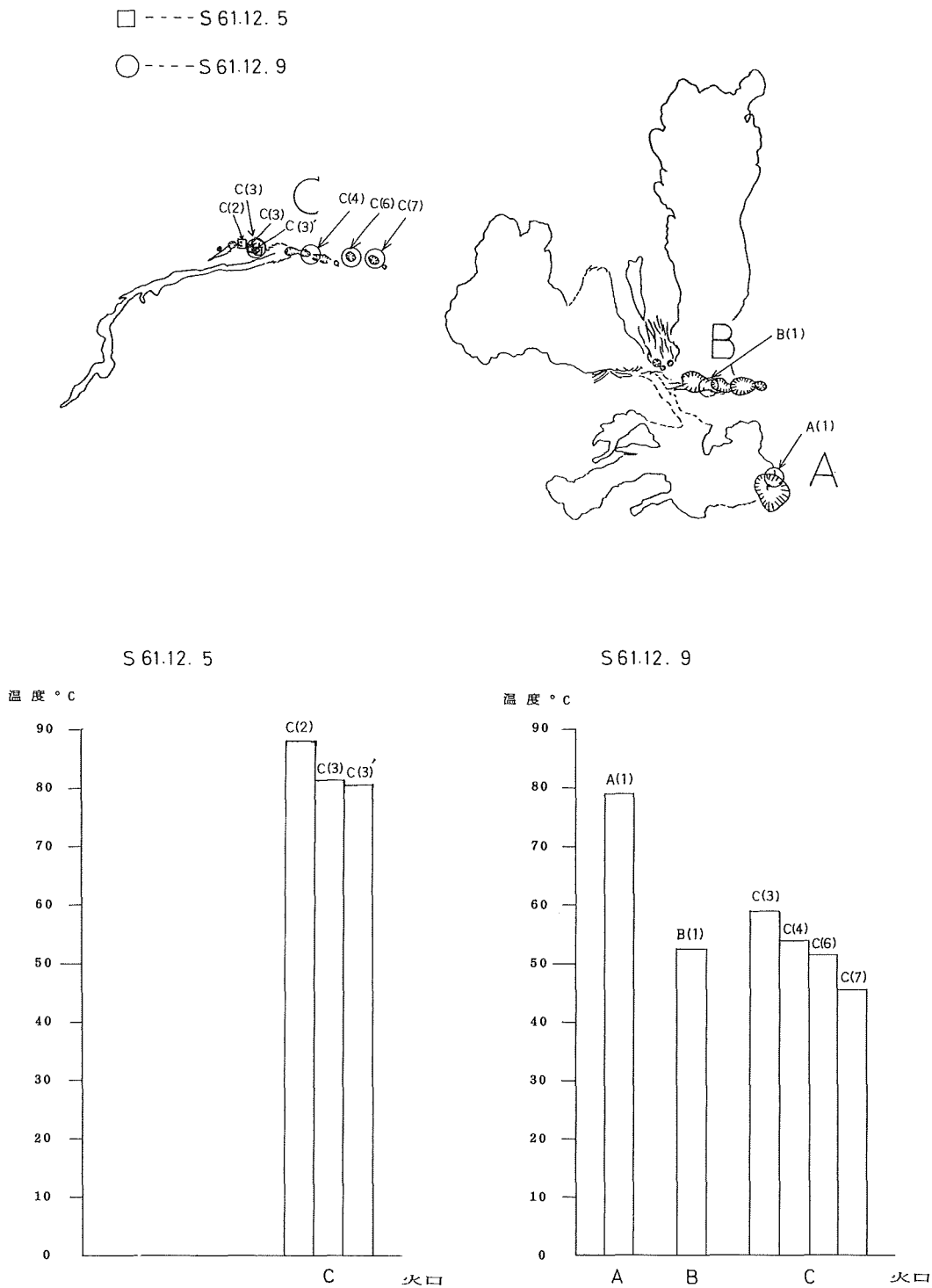


Figure 9b Maximum temperature of A crater, B craters and C craters on Dec. 5, 1986 and on Dec. 9, 1986

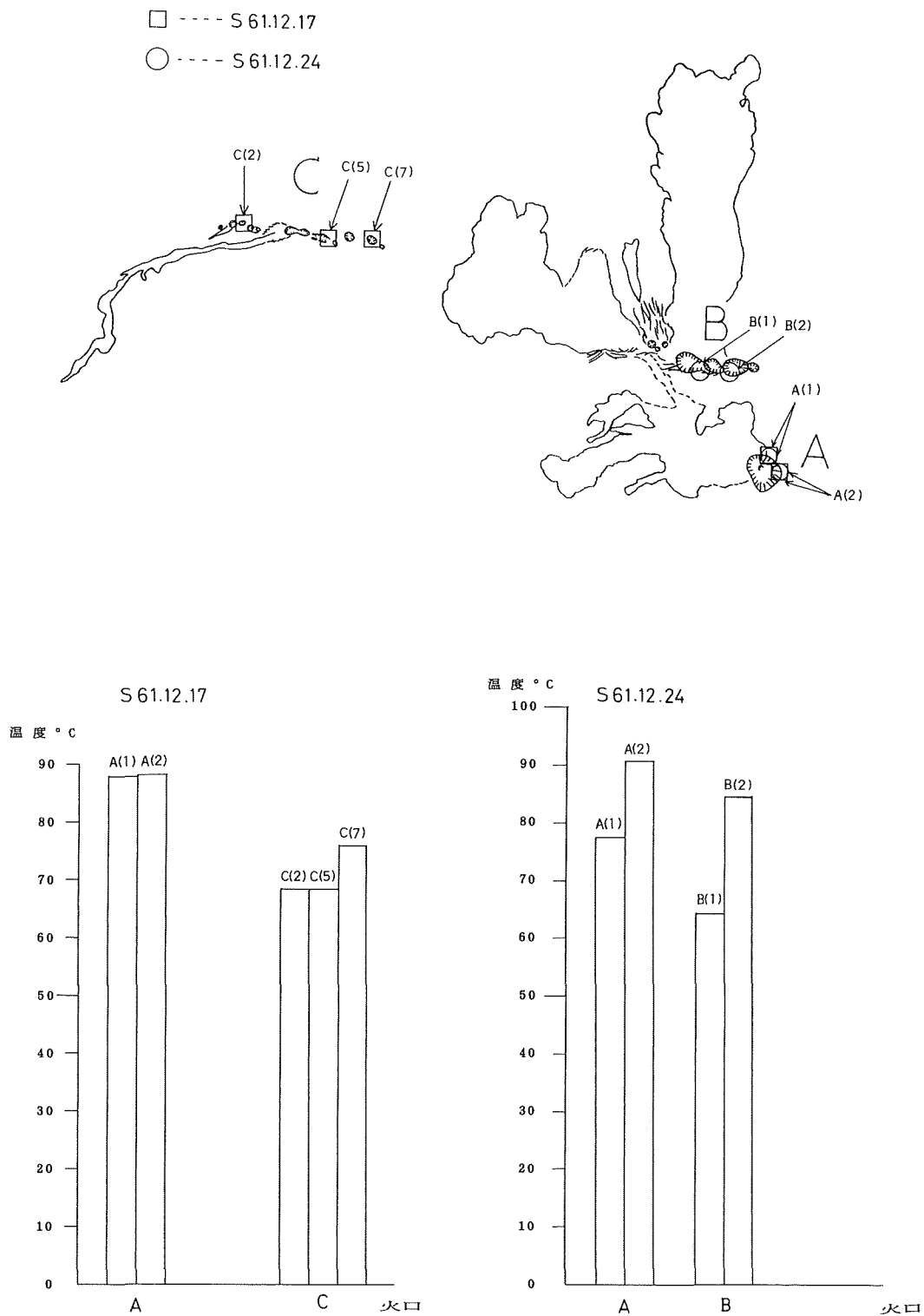


Figure 9c Maximum temperature of A crater, B craters and C craters on Dec. 17, 1986 and on Dec. 24, 1986

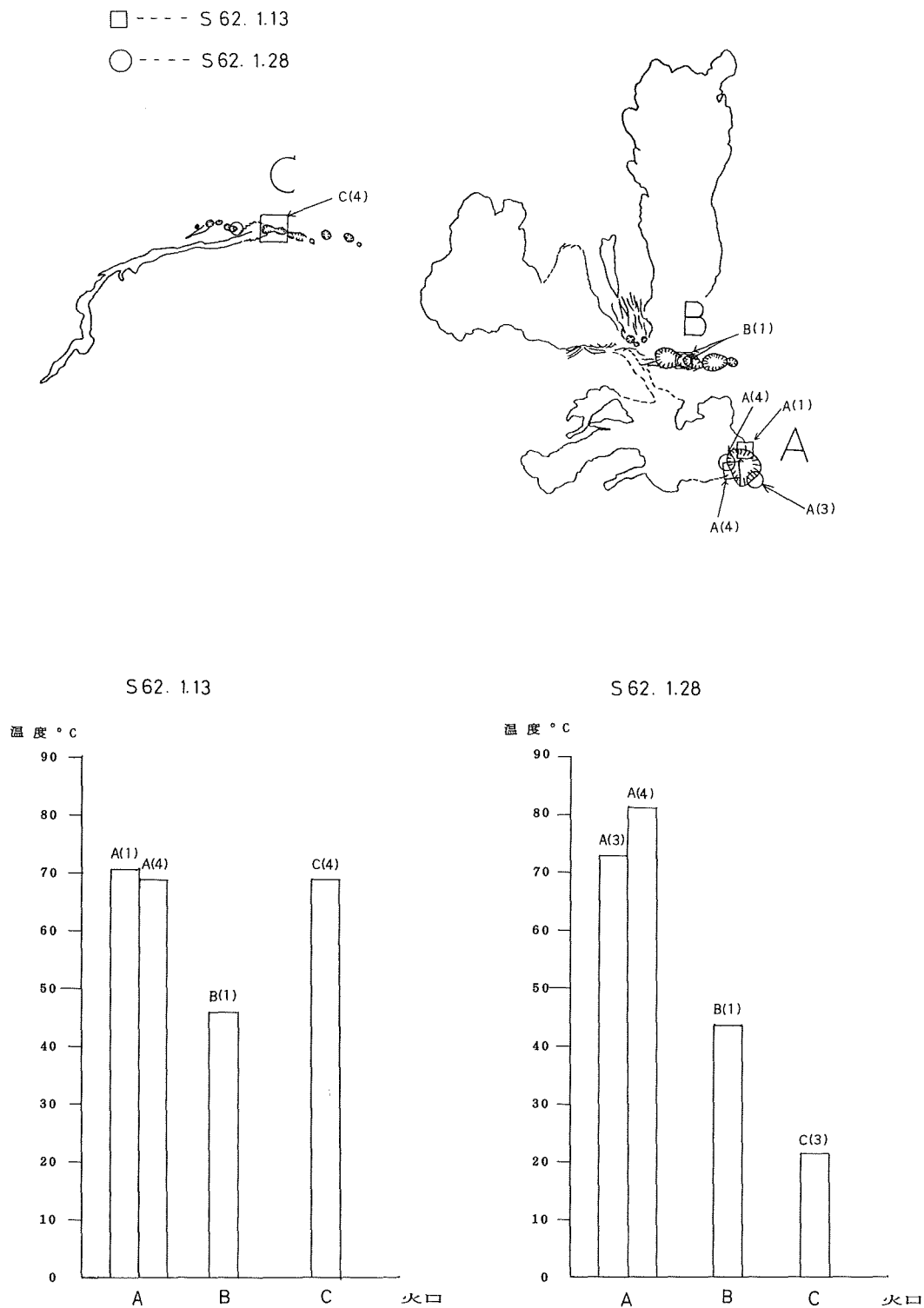


Figure 9d Maximum temperature of A crater, B craters and C craters on Jan. 13, 1987 and on Jan. 28, 1987

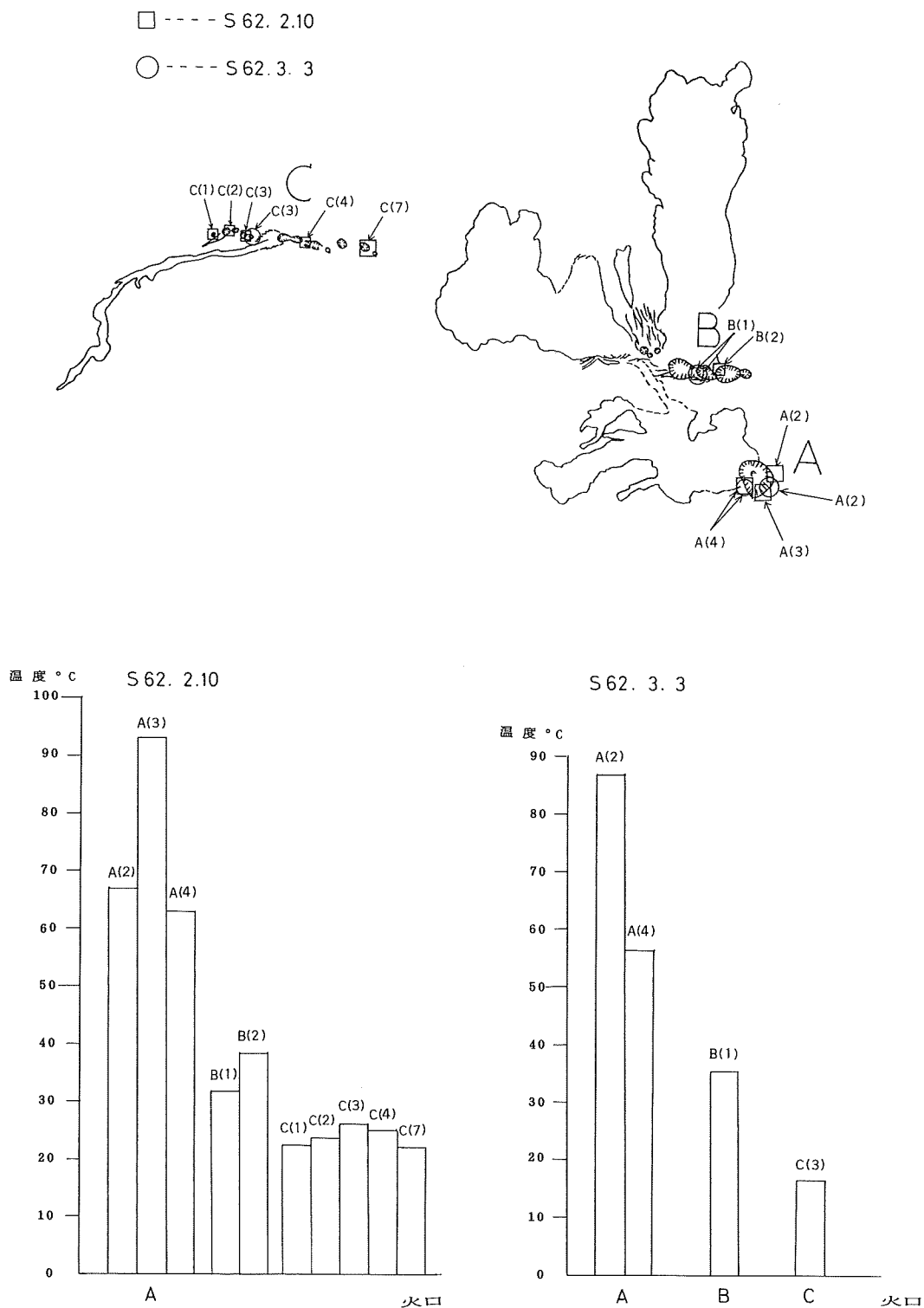


Figure 9e Maximum temperature of A crater, B craters and C craters on Feb. 10, 1987 and on Mar. 3, 1987

□ ---- S 62. 3.17

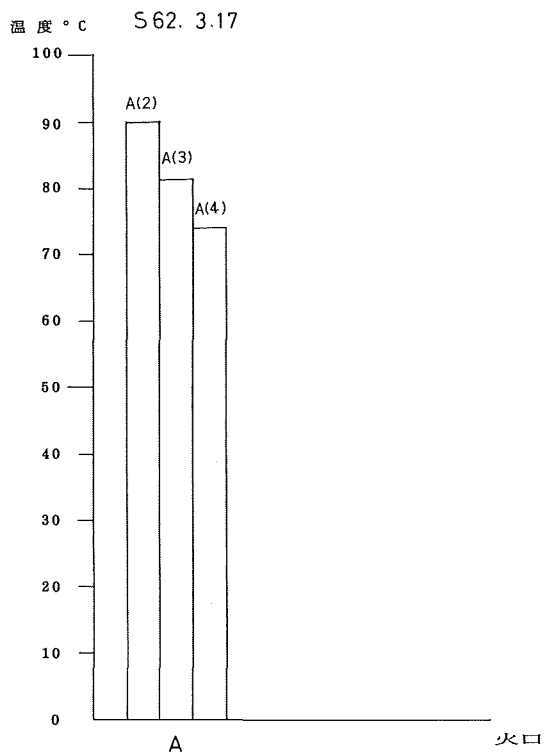


Figure 9f Maximum temperature of A crater on Mar. 17, 1987

第3表において、温度が空欄の場所は、調査コースに含まれていないか温度が測定できなかった場所であり、第9図は調査2回を1図にまとめている。

A火口、B火口及びC火口の各調査地点の測定最高温度を時系列でまとめたのが第10図a（A火口）、第10図b（B火口）及び第10図c（C火口）である。測定が必ずしも連続して行なわれていないため最高温度のばらつきが大きい。

A火口は、3つの火口のなかで最も最高温度のばらつきが大きい。1月28日のA(4)、2月10日のA(3)のように前の調査にくらべて温度が上昇している事例が7回あり、3月3日から3月17日にかけてもA(2)及びA(4)地点が上昇している。A火口全体の温度の傾向は1月に若干低下したものの2月から3月にかけては上昇の傾向を示している。

B火口は、調査事例は少いが温度は低下の傾向を示している。2月10日から3月3日にかけてB(1)の温度は若干上昇しているが、その後の調査がないため一時的なものか、長期的な温度上昇につながるものかは不明である。しかし、B火口全体の温度は低下傾向である。

C火口は、12月9日から12月17日にかけてのC(7)及び12月9日から1月13日にかけてのC(4)の2事例を除いて他はすべて温度は前回の調査にくらべて低下しており、その低下の割合もほぼ一様に見える。2月10日には各調査地点は約25度とほぼ地上温度まで温度は低下した。

A、B、C各火口毎の最高温度をプロットしてみたのが第11図である。A火口の高温維持及びB火口、C火口の温度低下が読みとれる。12月9日から12月17日にかけては、A、B、C火口のすべての温度が上昇しており、あるいは12月18日の三原山の小噴火と関係があるのかもしれないが、既に述べたように今回の温度測定

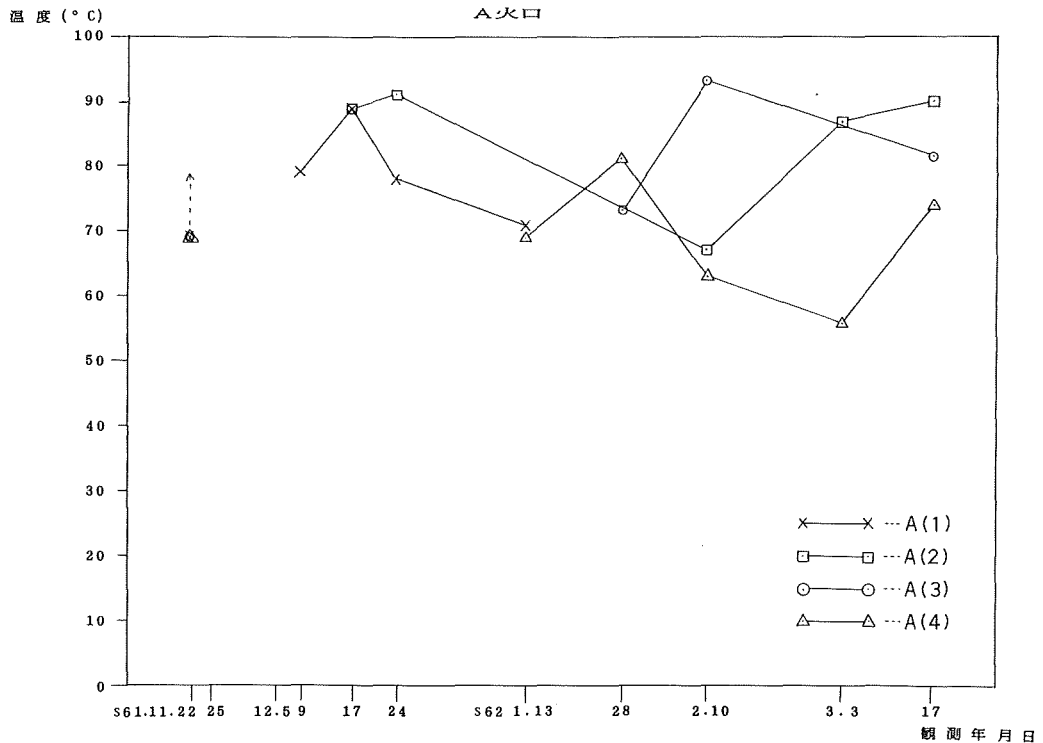


Figure 10a Temperature changes of A(1) ~ A(4)

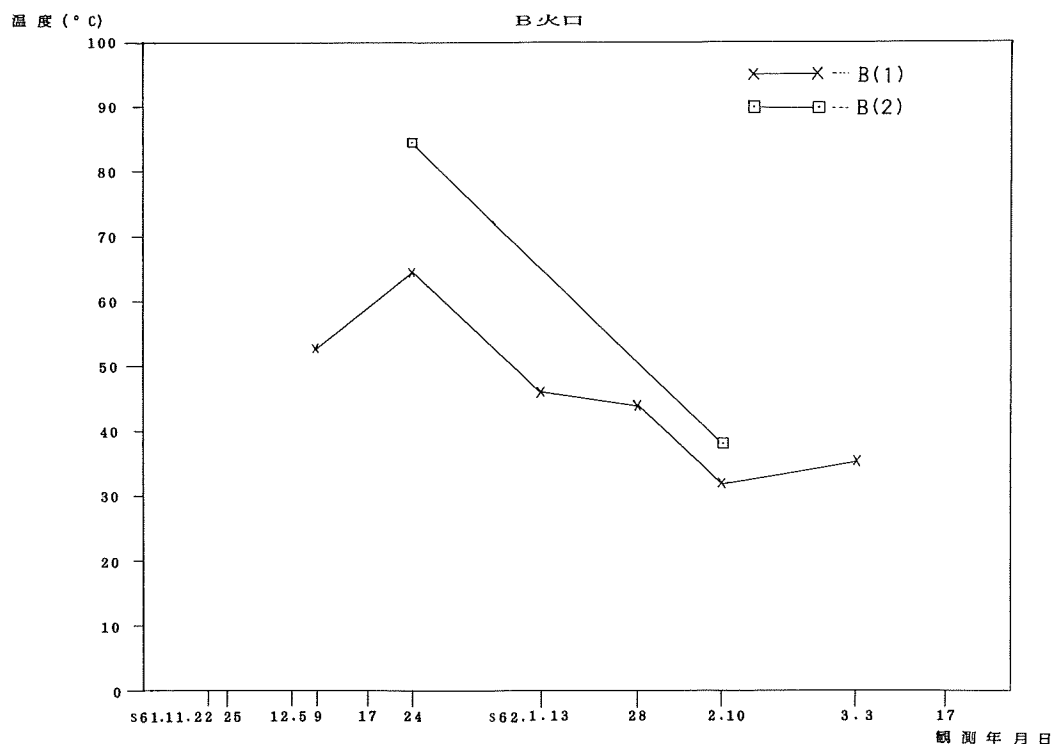


Figure 10b Temperature changes of B(1) and B(2)

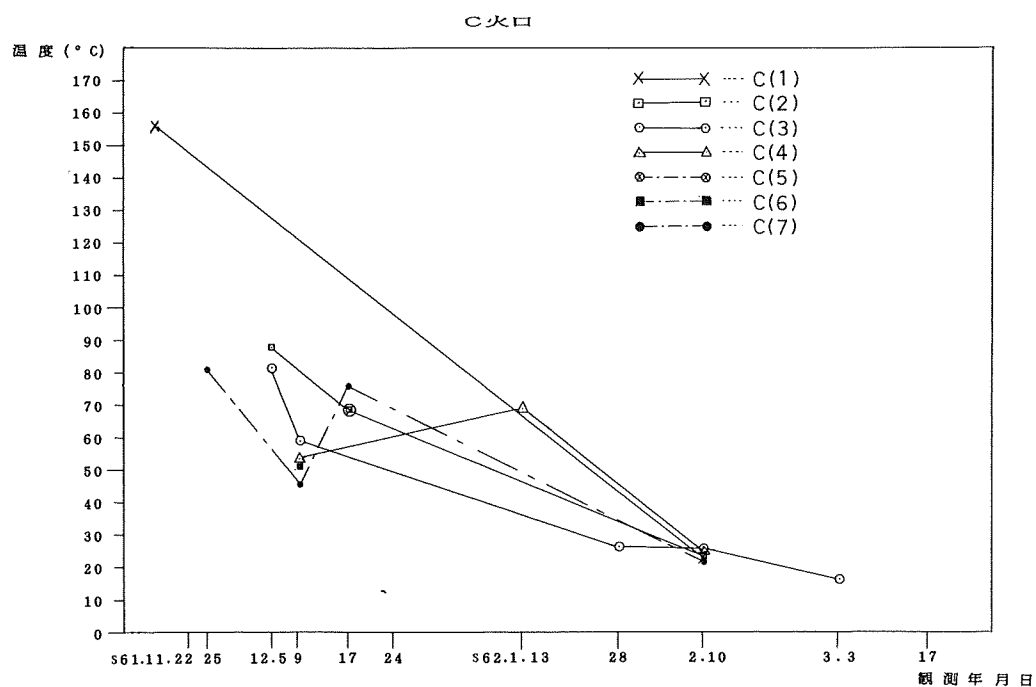


Figure 10c Temperature changes of C(1)~C(7)

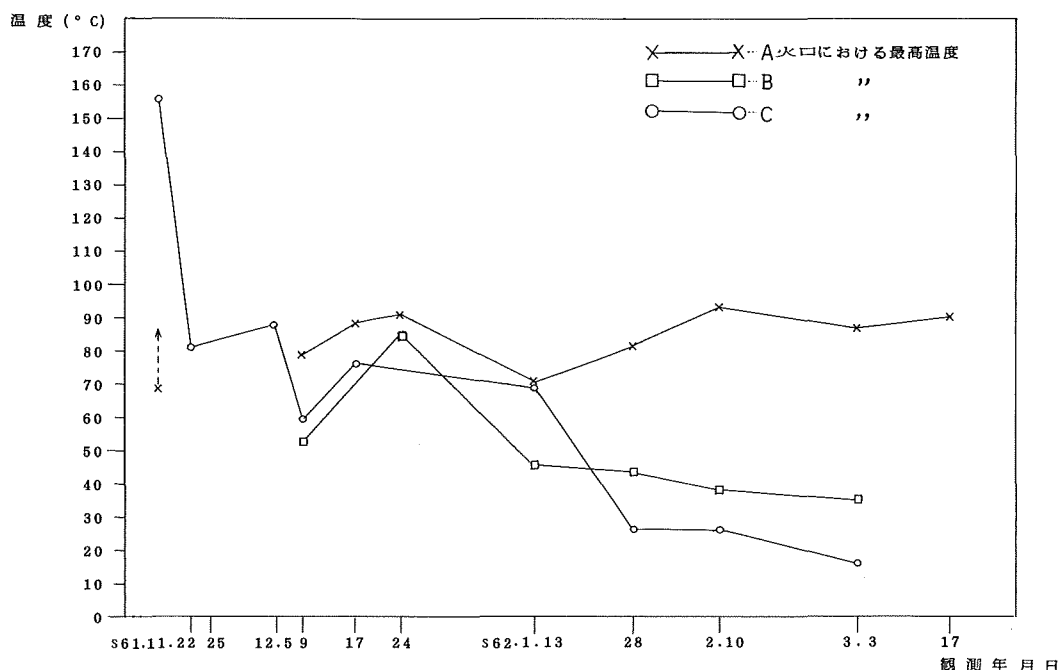


Figure 11 Changes of maximum temperature of A crater, B craters and C craters

は調査のたびごとに測定条件が異なっており、噴火との関係を論じるためにはデータの慎重な検討と解析が必要であろう。

(3) マルチバンドカメラ

変色水の分布状況等を調査するため（茂木，土出，1978），熱赤外放射温度計の調査時にマルチバンドカメラによる調査を11月22日，同25日，1月13日及び3月3日の4回実施した。調査に用いたカメラはI²S社のMK-1であり，その諸元を第4表に，撮影諸元を第5表に，調査日毎の標定図を第12図に示す。

第13図が昭和62年1月13日に撮影した筆島付近のマルチバンド写真であり，筆島は写真の上方の左側から左強のところに小さな点（左半分は太陽のため白く，右半分は陰のため黒い）として写っている。変色水はバンド4（赤外）には写らないことから赤外バンドと他バンドの写真を比較することにより容易に変色水域を抽出することができる。第13図では，変色水は画面中央上方の海岸から海岸に沿って右方向に広がっているのが，主に緑バンドと赤外バンドの写真比較により判る。画面左側中央付近にある白い物は赤外バンドにもはっきり写っており雲である。また，画面の左半分に上方から下方にかけて流水のようなパターンが見られるが，これも赤外バンドにはっきり写っていることから海水中の現象ではなく海表面の現象であり，風による海面模様と一部は雲の影と思われる。

変色水の色あいは主としてバンド2（緑）とバンド3（赤）の比較により判別する。褐色系の変色水は赤バンドによく現われ，白色系や緑色系の変色水は緑バンドによく現われ，赤バンドには現われにくい性質があることにより，第13図では筆島右方の海岸線にある変色水は褐色であり，その最も濃度が高い部分は左端（筆島に近い部分）であることが判り，海岸線に沿って右方に拡散しつつ（褐色が薄まりつつ）褐色系から緑色系に変化していくことが判る。バンド1（青）は一般に海面の場合にはコントラストの低いことが多く，

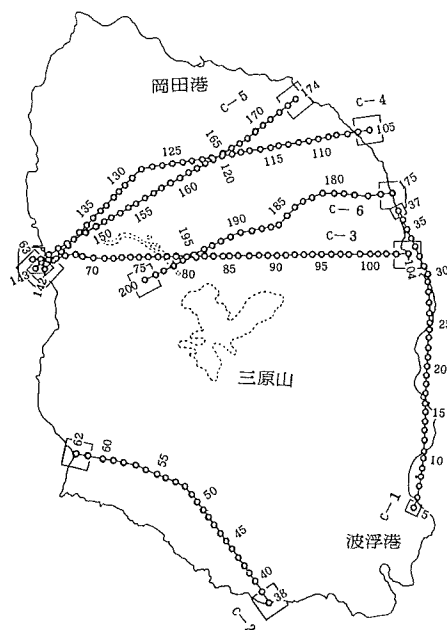
Table 4 Specifications of the multiband camera MK-1 (土出, 1978)

名 称：MK-1
 シャッター：フォーカルプレーン式 1/150秒～1/350秒
 レ ン ズ：クセノタール, 150mm, F2.8, 4 本
 画面サイズ：9 インチ×9 インチ内に3.5インチ×3.5インチ画面が4 枚
 画 角：対角線で半角22.5度
 フィルター：コダックラッテンフィルター
 #47B (青), #57A (緑), #25 (赤), #88A (赤外)
 #47B, #57A, #25には赤外ブロッキングフィルター併用
 撮 影 枚 数：300シーン/250フィート

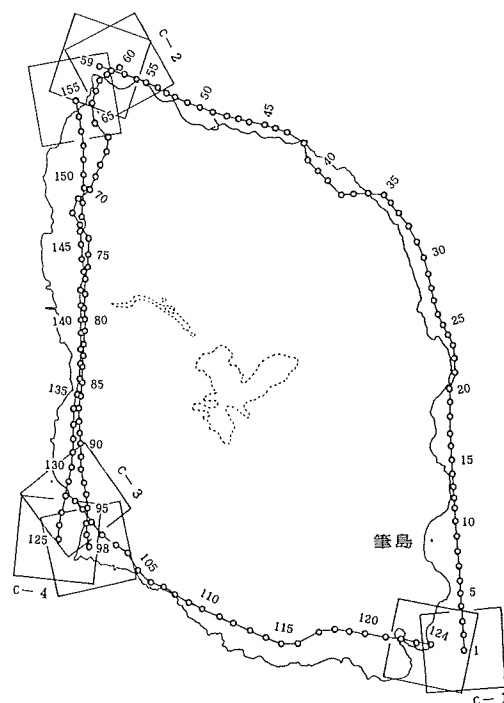
Table 5 Photographing items of the multiband camera MK-1

年 月 日	時刻	コース	高度 (feet)	写真番号	枚数	露出時間 (sec.)	紋 理			
							B(1)	G(2)	R(3)	IR(4)
61.11.22	1354	C-1	1,500	005~037	33	1/150	5.6	4	5.6	8
"	1404	C-2	3,000	038~062	25	"	"	"	"	"
"	1432	C-3	"	063~104	42	"	"	"	"	"
"	1435	C-4	"	105~142	38	"	"	"	"	"
"	1440	C-5	"	143~174	32	"	"	"	"	"
"	1442	C-6	"	175~200	26	"	"	"	"	"
61.11.25	1527	C-1	10,500	001~059	59	"	"	"	"	"
"	1533	C-2	"	060~098	39	"	"	"	"	"
"	1539	C-3	"	099~124	26	"	"	"	"	"
"	1543	C-4	"	125~155	31	"	"	"	"	"
62. 1.13	1257	C-1	"	003~008	6	"	"	"	"	"
"	1302	C-1'	"	009~017	9	"	"	"	"	"
"	1309	C-1"	"	018~024	7	"	"	"	"	"
"	1316	C-3	"	025~045	21	"	"	"	"	"
"	1322	C-4	"	046~070	25	"	"	"	"	"
62. 3. 3	0800	C-9'	"	003~038	36	"	"	"	"	"
"	0806	C-10'	"	039~063	25	"	"	"	"	"
"	0812	—	"	064~088	25	"	"	"	"	"

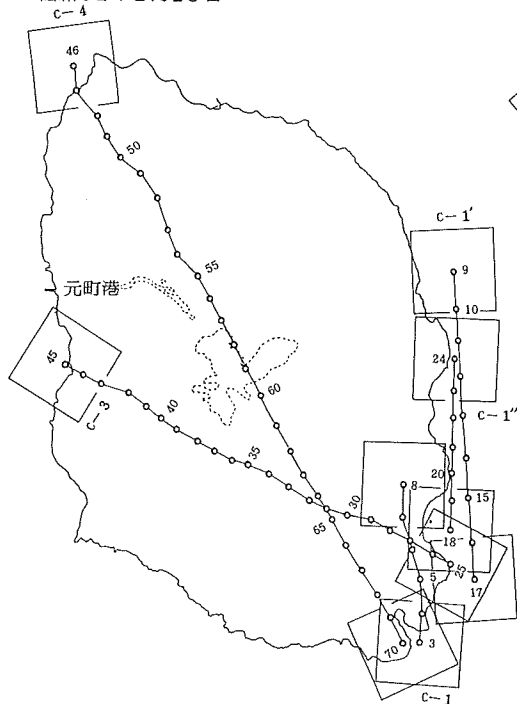
昭和61年11月22日



昭和61年11月25日



昭和62年1月13日



昭和62年3月3日

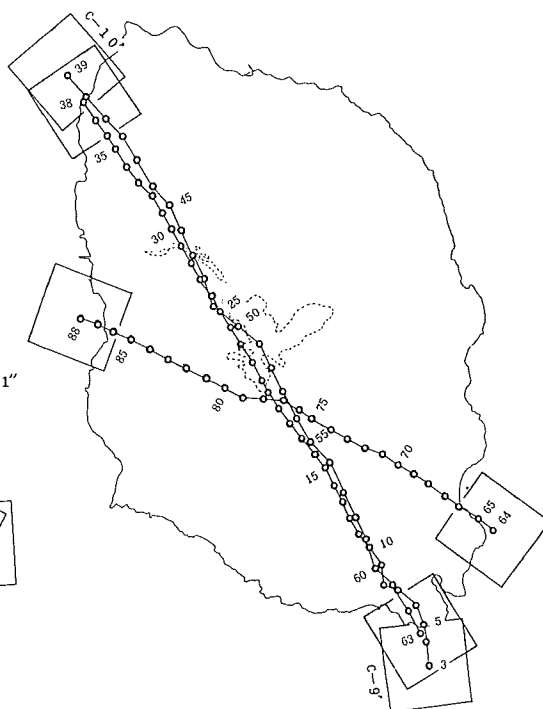


Figure 12 Index maps of flight courses by the multiband camera MK-1

筆島付近

昭和62年1月13日

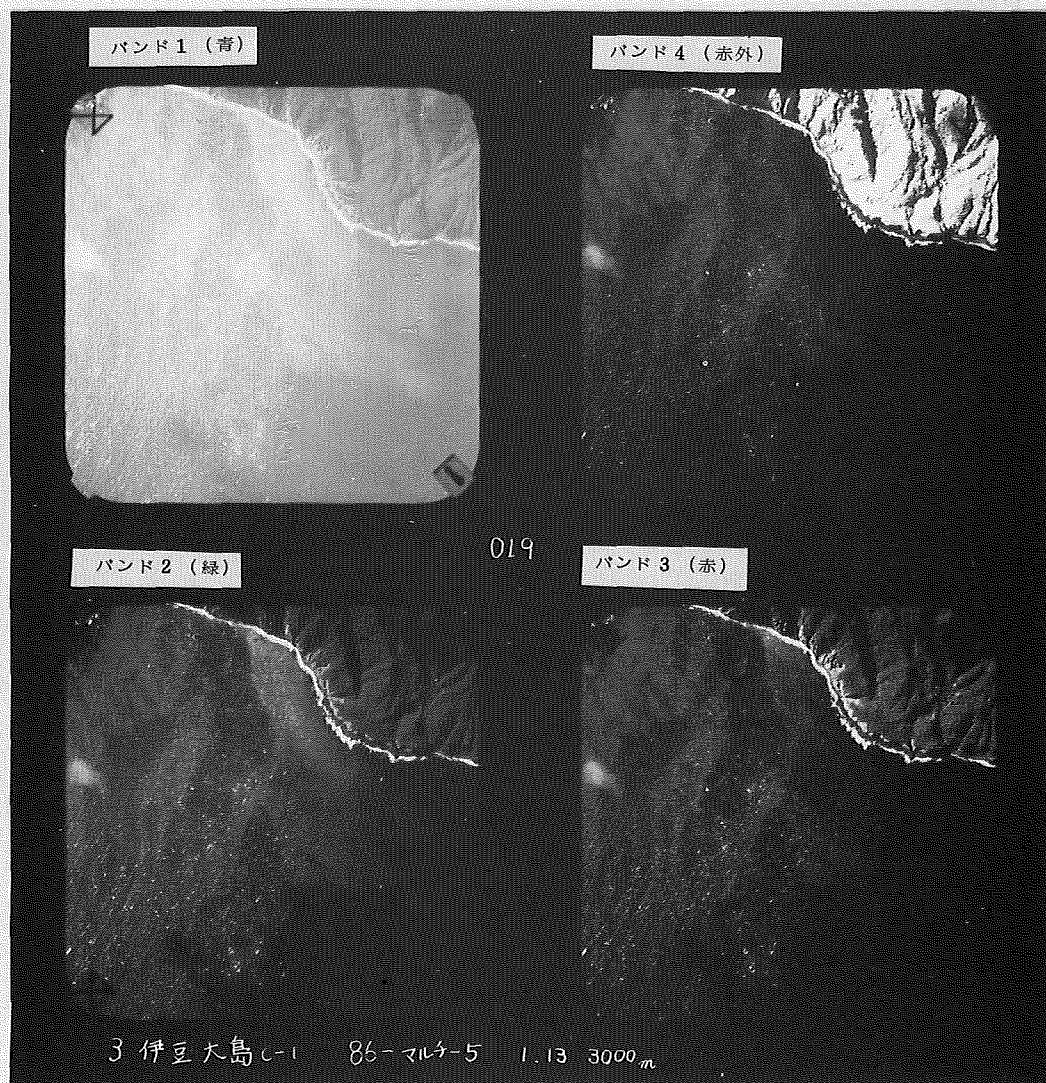


Figure 13 Multiband photograph around Hude-sima on Jan. 13, 1987

変色水の判別には用い難いことも多いが、薄緑色系～青白色系の変色水の識別には有効であり、場合によっては浅海の海底地形を写し出すこともある。

第14図は3月3日に撮影した三原山の噴火口のマルチバンド写真であり、A火口及びB火口がよく判る。陸地の場合、バンド4（赤外）は植生を非常によく反映するが、第14図では溶岩及び降灰のみであり、植物は認められない。熱赤外放射温度計と同様に60%のオーバーラップ（場合によっては80%）で撮影しており、実体視をすることができる。

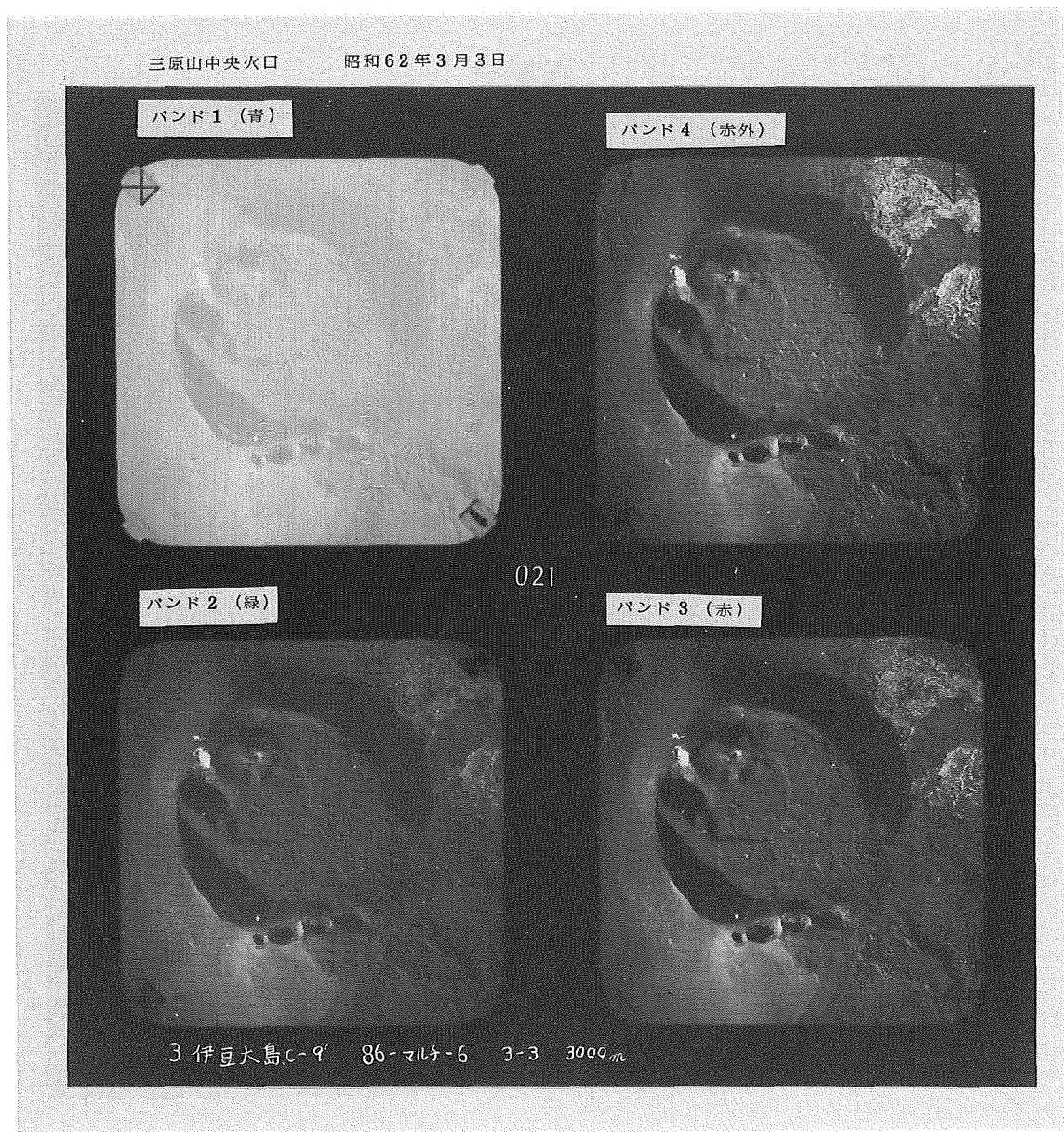


Figure 14 Multiband photograph of the Miharayama crater on Mar. 3, 1987

噴火がおさまり、中央火口丘を埋めつくした溶岩の源である地下のマグマの圧力が弱まれば中央火口丘の火口底は沈降することが予想される。その沈降量を見積るために火口のマルチバンド撮影を実施したのであるが、まだ顕著な沈降は認められていない（国土地理院，1987）。三原山山頂の調査は今後も継続して実施することとしており今回の資料はその基礎となるものである。

4. まとめ

熱赤外放射温度計により、大島周辺に見られた変色水及び噴火口（A 火口、B 火口、C 火口）の航空機からの温度測定を11月22日から3月18日まで延べ14日間実施した。

その結果、

- (1) 変色水は周囲海水に較べて1~2°C低温であり、高温の変色水は確認していない。
- (2) 変色水の濃度が濃い場合、その発生源と海水の低温源は一致することが多く、変色水域と等温線の相関はかなり良い。
- (3) 海水の低温源は必ずしも変色水になるとは限らない。むしろ、変色水にならない低温源の方が多い。
- (4) 変色水の濃度が薄い場合、変色水域と等温線との相関は低い。
- (5) 日出前の調査は、微妙な海水温度分布の測定には最適である。
- (6) 日中調査においても、場合によっては海水の微妙な温度分布を測定できることがある。しかし、測定条件が不明のため、いかなる条件の時に日中調査で海水の微細温度分布が測定できるのかは見当がつかない。多くの場合、日中調査では海水温度は一様な分布を示し、微細な温度分布は測定できない。
- (7) A 火口は調査期間中高温を維持しており、3月になってむしろ温度上昇の傾向が見られる。
- (8) B 火口は温度下降の傾向が見られるが事例が少い。火口温度は3月になっても比較的高温である。
- (9) C 火口は範囲が広く、温度測定の条件は良くないが、温度は下降の傾向を示している。火口温度は3月にはほぼ常温にまで低下した。
- (10) A 火口、B 火口、C 火口のすべての火口が12月18日の小噴火の前に温度上昇の傾向を示している。ただし、測定条件が毎回異なっており、火山活動と火口温度の関係を論じるまでの解析は行っていない。

等が判明した。

謝 辞

今回の調査は第三管区海上保安本部羽田航空基地の皆様の絶大なる御支援により実施することができた。特に3回にわたる日出前調査においては、整備士をはじめとする関係者には徹夜に近い作業をお願いした。ここに記して、感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 植田義夫・中川久穂・小野寺健英・長屋好治・熊川浩一・朝尾紀幸 1987：伊豆大島噴火に伴う磁気測量、水路部研究報告，Vol. 23，伊豆大島噴火特集号，205~267ページ
- 海上保安庁水路部 1982：南硫黄島周辺海底火山の最近の活動等について，火山噴火予知連絡会会報 No.25，53~56ページ
- 国土地理院 1987：伊豆大島旧火口沈下量測定結果，第43回火山噴火予知連絡会資料
- 土出昌一 1978：西之島火山に対する噴火予知研究（第2報）—予備的数値解析，水路部研究報告，Vol. 13，111—126ページ
- 土出昌一・佐藤寛和・小西直樹 1984：空中熱赤外放射温度計による三宅島（1983年10月5日）の表面温度測定，火山集2集，Vol. 29，三宅島噴火特集号，153—157ページ

- 土出昌一・加藤茂・打田明雄・佐藤寛和・小西直樹・小坂丈子・平林順一 1985：海徳海山の海底火山活動，水路部研究報告，Vol. 20，47—82ページ
- 土出昌一・佐藤寛和 1986：福徳岡ノ場（1986）の火山活動について，写真測量とリモートセンシング，Vol. 25, No4, 12—18ページ
- 土出昌一・柴山信行・背戸義郎・桑木野文章・佐藤寛和・小坂丈子・信国正勝・當重 弘・福島秀生 1987：伊豆大島沿岸に見られた変色水の分析，水路部研究報告，Vol. 23，伊豆大島噴火特集号，15—128ページ
- 早川由起夫 1987：伊豆大島1986年噴火の噴出量と噴出率，月刊地球，Vol. 9，366—371ページ
- 茂木昭夫・土出昌一 1978：日本近海の海底火山の活動とその監視，火山第2集，Vol. 23，91—100ページ

伊豆大島周辺海域の海底調査

加藤 茂*ほか伊豆大島近海海底調査班

SEABOTTOM SURVEY AROUND O-SIMA ISLAND OF IZU-OGASAWARA ARC

Shigeru Kato* and Seabottom Survey Group around
O-Sima Volcano after 1986 Eruption

Abstract

Bathymetric, seismic, geomagnetic and gravity survey around O-Sima volcano was carried out by the survey vessel Takuyo of the Hydrographic Department of Japan, after vast volcanic eruption of O-Sima volcano in 1986. The survey revealed that several geological and geophysical characteristics of the adjacent area of O-Sima Island are as follows:

i) NW-SE topographic and geomagnetic elongations due to underwater fissure eruptions were recognized in the area off Tigasaki, northwestern end of O-Sima Island and off Habu, southeastern end of O-Sima Island.

ii) U-shaped bathymetric high adjacent to the west coast of O-Sima having high magnetic anomaly, or the Senba Spur, is considered to be an old volcano mass contiguous to O-Sima volcano.

1. はじめに

水路部では三原山噴火に伴う大きな火山災害に対処して海域及び空域において諸種の測量・観測を実施した。本稿は、それらのうち、測量船「拓洋」(2,600トン、橋本堅船長)による調査の結果明らかとなった伊豆大島近海の海底地形、海底地質構造、地磁気、重力異常分布の特徴を記述するとともに若干の考察を加えたものである。

火山島は一般に火山体の山頂部が海面上に姿を現したもので、陸上の火山ならば居住に不適当と考えられる山頂周辺部にも多数の集落が形成されている場合が多い。その意味で火山島の調査は非常に重要であるが、従来陸上部分の調査が主であって火山体の大部分を占める海底下の山体についての調査がほとんどなされていない。伊豆大島周辺については、これまで断片的に地形、地磁気等の調査がなされていたが、伊豆大島を中心に配置した測量やデータのとりまとめは行われていなかった。今回の「拓洋」の調査は伊豆大島火山を対象としたもので、データのまとめには、これまでの1954年、1974年、1981年、1983年の測量結果も総合して検討された。

なお、本調査の概要は、1987年春の火山学会で発表された(大島ほか、1987)。

Received 16 June 1987.

* 大陸棚調査室 Continental Shelf Surverys Office.

2. 調査及びデータ処理等

調査は昭和61年12月5日から8日までの4日間、第1図に示す海域において、測量船「拓洋」のナローマルチビーム測深機（シービーム）、音波探査装置（音源はエアガン、使用チャンバー352立方インチ、プロトン磁力計、海上重力計により調査を実施した。測位はGPS、NNSS、ロランCにより行った。調査測線は第2図に示すとおり、島の南西部で0.5海里間隔、その他で1海里間隔とし、方向は東西が主である。1海里間隔で調査した海域は、1976年以降順次詳しい測量が行われ、海底地形等のデータがかなり整備されている海域である。これらの旧資料の他、沿岸部については1954年の水深測量のデータを取り入れ、その他の旧資料を参考にしつつ縮尺5万分の1の海底地形図、海底地質構造図、地磁気全磁力異常図、重力フリーエア異常図を作成した。データ処理の時期は、伊豆大島の島民が東京都区内の小中学校体育館等で3週間に及ぶ不便な避難生活を送っている時期にあたり、同島の経済活動上の観点からも強い帰島希望が表明されて、国としても同島の火山活動の予知のため、なによりも観測データを必要としていた時期である。そのため、水路部では水深、地磁気、重力のデータについては磁気テープ記録の電算処理により昼夜にわたる作業を実施し、それぞれの素図を得た後、直ちに印刷用原図を作成した。こうして明らかとなった伊豆大島周辺海域の海底地形、地質構造、地磁気、重力異常は、以下に述べるように、伊豆大島の火山としての特性は陸上だけでなく周辺海域までのび、陸上だけのデータでは不十分である事を如実にものごとっている。

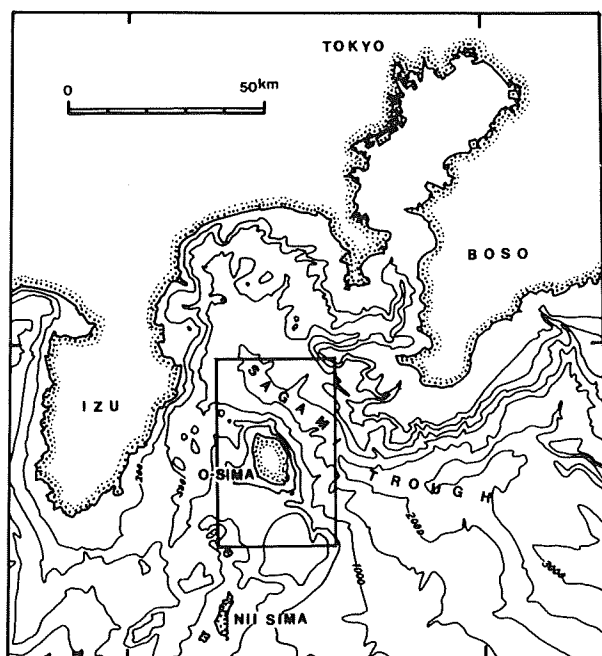


Figure 1 Location map of the survey area and major bathymetric features.

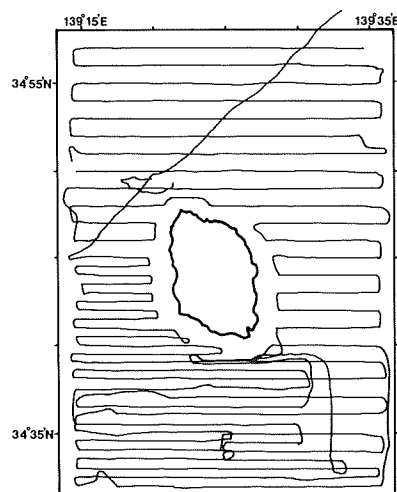


Figure 2 Track lines by the survey vessel Takuyo.

3. 調査結果

3-1 海底地形（第3図）

伊豆大島周辺の海底地形のおもな特徴は次の4点である。

- a 急斜面をなす島の北・東側と、緩斜面をなす島の西・南側とできわだった対照を示す。伊豆・小笠原

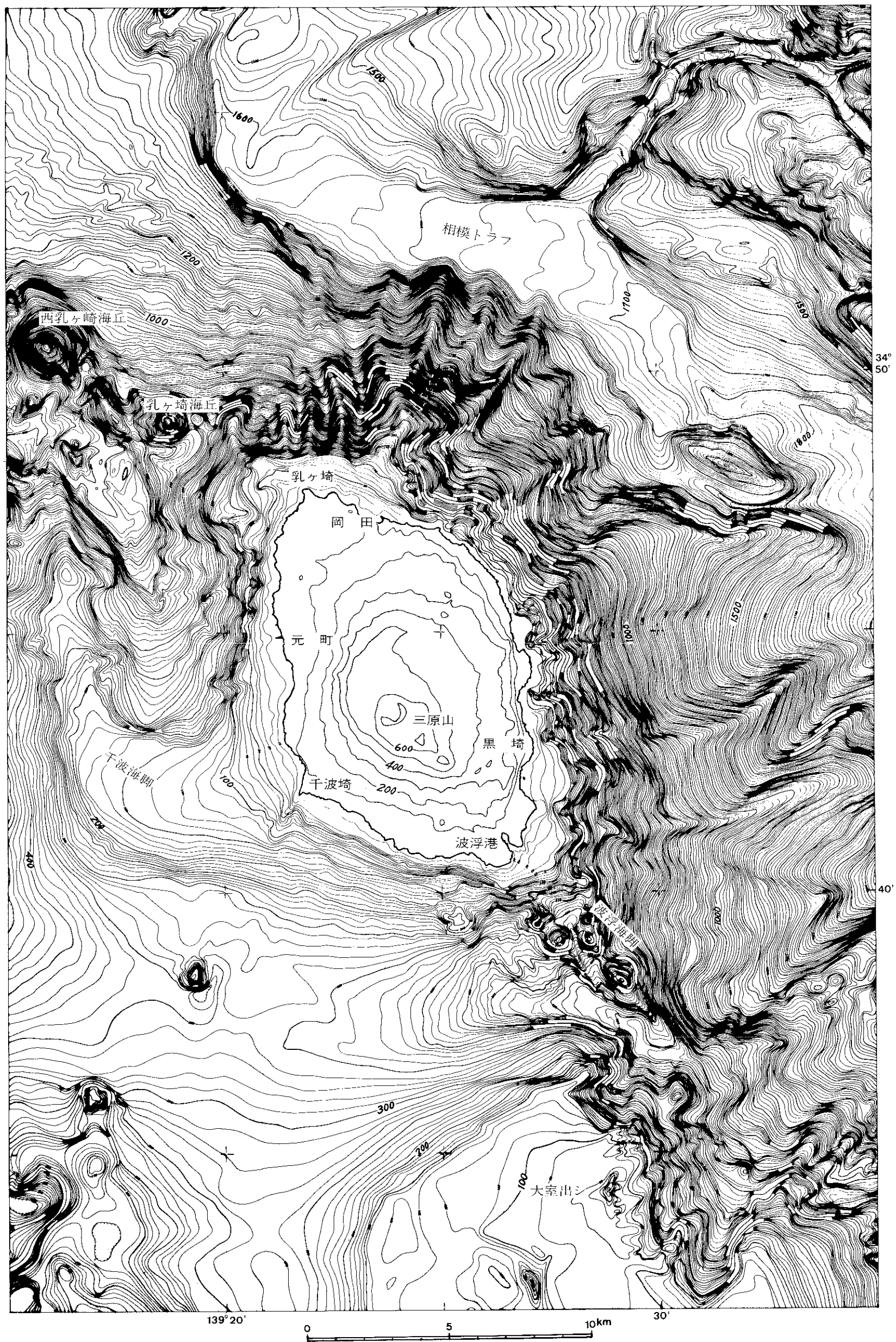


Figure 3 Bathymetric map around O-Sima Island. Contour interval 10m.

弧の火山フロントに位置する伊豆大島は、これと同時にプレート境界である相模トラフに極めて近い位置にある。島の北・東側の急斜面は、この相模トラフに続く斜面である。これに対し、西方は伊豆半島へ続く浅海部、南方は大室出シに続く浅海域である。伊豆大島をとりまくこの斜面の顕著な非対称性は注目される。

b 伊豆大島の北西延長部、南南東延長部に海丘列ないし海脚状の地形的高まりがのびている。伊豆大島の長軸や噴火割れ目がほぼこの方向に集中し、地殻の応力を反映したものとして注目されている（中村, 1963）。

北西延長部は、乳ヶ埼海丘（最浅部217m, 比高約350m）、西乳ヶ埼海丘（最浅部314m, 比高約500m）などからなる高まり（ここでは、乳ヶ埼海丘列と呼ぶこととする。）で、東伊豆沖単成火山群（葉室ほか, 1980, 1983）に続く。南南東延長部は波浮海脚である。波浮海脚ではこの拓洋の調査の後に天洋による詳細な地形調査が実施されている（本号別項参照）。

c 北に開く馬蹄形をした凹地形が伊豆大島のすぐ西に隣接している。千波埼から西にのび、約7 km沖合から北に方向を変える千波海脚によって囲まれたこの凹地は幅、長さ共に伊豆大島の陸上部分に匹敵する。

d 伊豆大島周辺の陸棚外縁水深は地域的な違いが大きい。元町から乳ヶ埼をまわり岡田の沖合の陸棚は外縁水深50–150mである。陸棚の幅は岡田や乳ヶ埼沖で2–2.5kmとやや広い。岡田から黒埼（筆島北方の岬）までは、水深50m以浅と浅く、幅も1 km以下と狭い。筆島と波浮港沖では約50mと外縁水深は浅く、1–2 kmとその幅は広い。波浮沖から千波埼までの陸棚は1 km以下の狭い幅で、20–30mと外縁は浅い。千波埼から元町の沖合には大部分が200m以浅の、海食を受けたとみられる平坦面を持つ千波海脚がのびている。千波海脚では、陸棚に相当する平坦面は約10km、水深210mまではりだしている。この他、第3図の海域の南端にある大室出シの陸棚外縁水深は北西側で130から140mを、東側で90から110mを示す。

3-2 地磁気異常の分布（第4図）

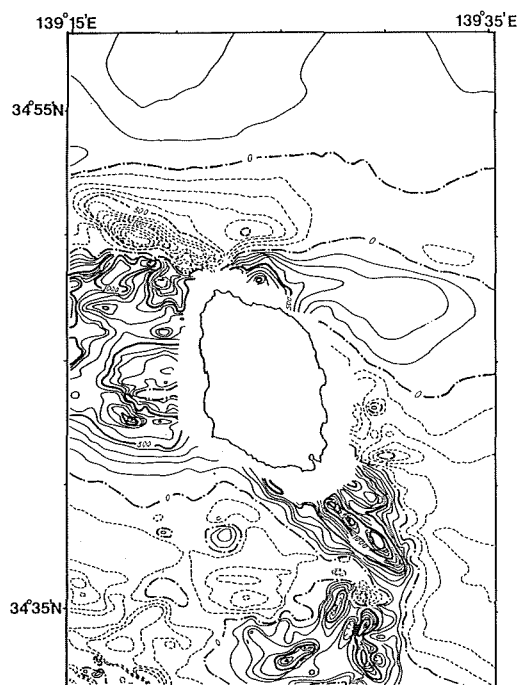


Figure 4 Geomagnetic anomaly map around O-Sima Island. Contour interval 100 nT.

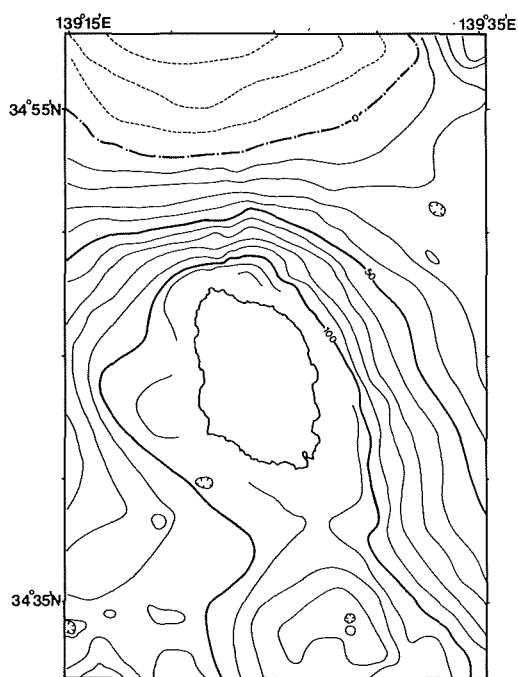


Figure 5 Gravity anomaly map around O-Sima Island. Contour interval 10 mGal.

伊豆大島周辺海域の地磁気異常分布をみると、波浮海脚、乳ヶ埼海丘列、千波海脚、大室出シで大きな異常がみられる。

波浮海脚では、地形の高まりに対応して長さ約8kmの+1700nTに達する正異常帯が認められる。乳ヶ埼海丘列では乳ヶ埼海丘、西乳ヶ埼海丘いずれも高まりの南側に正の、北側に負の異常が認められ、負の異常が顕著である。とりわけ乳ヶ埼海丘の北では、-1500nTに達する。千波海脚では伊豆大島からのびるようにみえる+1000nTに達する異常が認められる。大室出シでは波浮海脚の異常とは別に+1000nTから-500nTにおよぶ異常を伴っている。

相模トラフ海域での地磁気異常は、伊豆大島周辺と比べると対照的に平穏である。伊豆大島の斜面と相模トラフ底との境界に東西に長い高まり地形があり（頂部水深1415m、比高約200m）、これに対応した南に正、北に負のダイポール磁場が認められる程度である。

3-3 重力異常の分布（第5図）

伊豆大島を中心とする正の異常（中心は陸域にあるため最高値は不明）と、大室出シの地形的高まりに対応する+140mGalの正の異常が顕著である。大島の北方の相模トラフでは、異常値は北に向かってしだいに低下し図の北端では負の異常域が広がる。

4. 考 察

4-1 大島火山の北西-南東の方向性

今回の大島火山の噴火割れ目は北北西-南南東むきであり、地震活動も島の北部や南部及びそれらの沖合で見られ（気象庁地震火山部地震予知情報課データ処理係、1987）、強い方向性を示した。過去の噴火も三原山の南南東にあたる丘の平（1421年噴火のスコリア丘）、波浮の爆裂火口（9世紀中ごろの割れ目噴火による）など、やはり北北西-南南東ないし北西-南東の方向性を示している（中村、1963）。

海底地形で島の北北西端の乳ヶ埼のさらに北西沖をみると、陸棚が海脚状に北西にのびてその先に乳ヶ埼海丘、西乳ヶ埼海丘等の円錐形の高まりが分布し、両海丘の間にも北西-南東に細長い海丘状の高まり（最浅部485m、比高約200m）が存在する。これらの高まりは全体が伊豆大島から北西に突き出した海脚状の高まりとなっている。乳ヶ埼海丘はその北側が急斜面となっており、相模トラフに傾く斜面の最上部となっている。なお、島の北方及び東方の海底は相模トラフ（海盆底の水深約1600-1700m）に向かって約10度の傾きで下がる急斜面となっており、斜面には1-2kmの間隔でひだのような凹凸が見られる。このひだ状の地形は斜面の崩壊を示すものと推定され、伊豆大島北方と東方の海底では、相模トラフに向かって、斜面が崩壊、滑落する現象が今も盛んに続いているものと考えられる。島の東方では、そのひだ状の凹部が海底谷のような地形になっている。相模トラフ側がより急な斜面からなる大島火山の非対称傾向は、大島火山全体の相模トラフ側への（北東への）傾動を示している可能性がある。

島の南端に波浮からさらに南東には、約9km沖合まで波浮海脚の地形の高まりがのびている。海脚地形の上にはいくつかの小さな海丘が連なっている。

これらの島の北西沖及び南東沖の地形の高まりには大きな振幅の地磁気異常が伴っており、強く磁化した岩体であることを示している。陸域の三原山についても、航空磁気測量（高度約900m）で+2500nTを超す地磁気異常が見いだされており（本号別項参照）、これら西乳ヶ埼海丘、乳ヶ埼海丘、三原山、波浮海脚を結ぶ北西-南東の帯状の範囲は、現在の三原山の噴火割れ目の方向の延長上にあっており、これらが一連の火山として形成された可能性を示している。いいかえれば、乳ヶ埼海丘列や波浮海脚は、その地形・地磁気

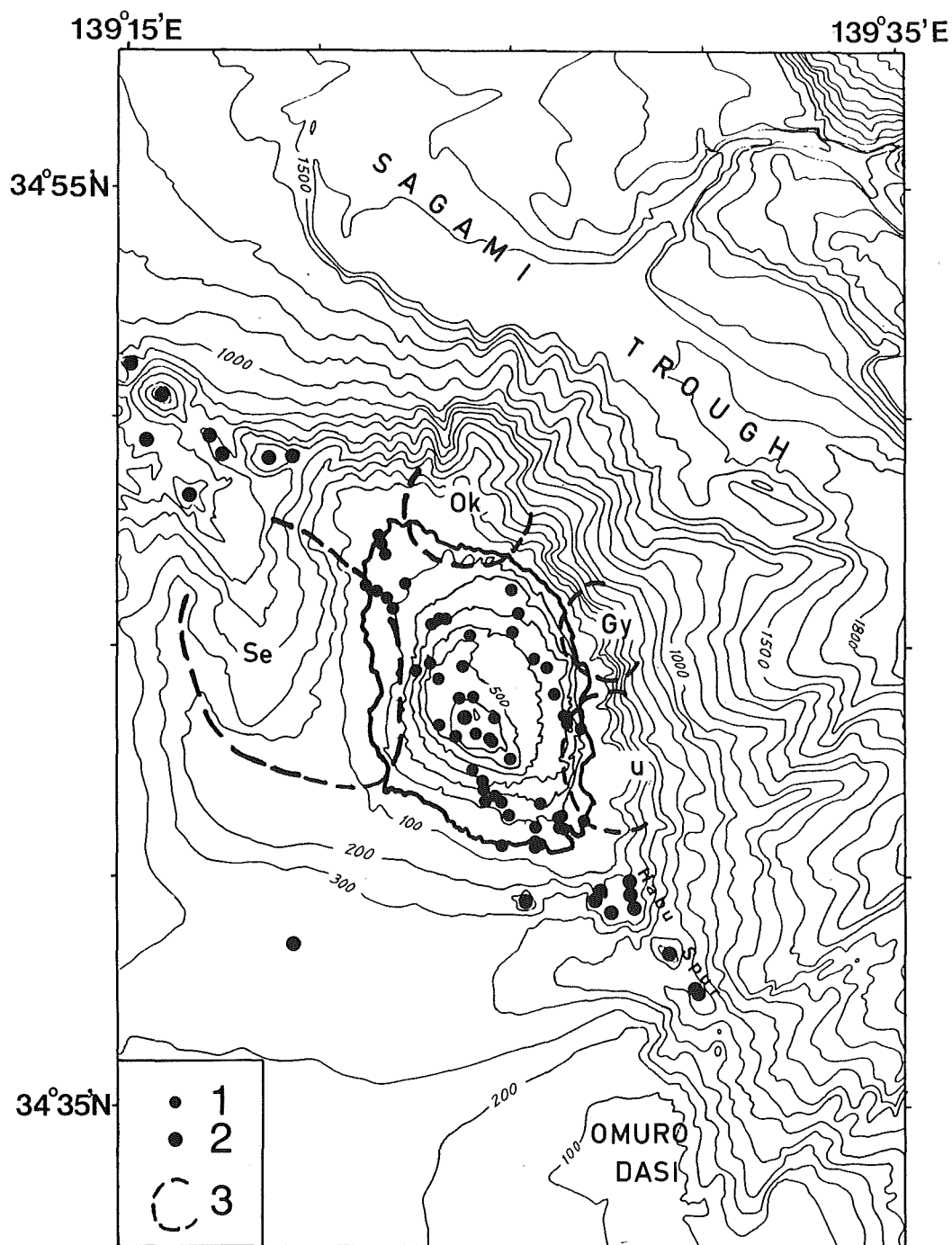


Figure 6 Schematic map of O-Sima volcano. Bathymetric contour interval 100m. 1: flank craters on island (after Oki et al., 1978), 2: submarine knolls, 3: old volcanoes. Gy: Gyozya-no-iwaya Volcano, Hu: Hudesima Volcano, OK: Okata Volcano, Se: Senba Volcano.

異常から伊豆大島火山の一部をなすものであることが明らかとなった。

4-2 伊豆大島西岸に接する古い火山体について

伊豆大島南西部の千波埼から西にのびる半島状の高まりは、千波埼の西約7kmで北に向きを変え、さらに10km北まで続いて途切れている。この高まりのつけ根付近の水深約150m以浅の部分は千波瀬と呼ばれており、沖合の北向きにのびる水深150-280mの尾根を示す部分は千波海脚と呼ばれている。これとは別に、島の北西端付近では大島空港付近の地形の高まりが西に張り出し、ここから海岸沿いに南へ、元町沖、野増沖から千波瀬に続く水深100m以浅の広い陸棚平坦面が顕著である。以上の海底の高まりは全体として馬蹄形をなし、馬蹄形の開口部は北に向く形をしている。馬蹄形の内部は凹地をなし、北下りの地すべり地形のような特徴を示す。凹地の水深は南側で約300m、北側の開口部で約650mで、この凹地はさらに北西に傾き下がるトラフ状の地形に続き、さらに相模トラフに接続されている。

地磁気異常分布図によれば、上述の馬蹄形の高まりには+1000nT程度の地磁気異常が伴っており、これを構成する岩石が強く磁化している事を示している。

重力フリーエア異常分布図では、馬蹄形の内部に-5mGal程度の負の異常がみられ、これは地形の凹みに対応するものと考えられるが、元町の西方ではより深部の構造に関係している可能性もある。

エアガンによる音波探査記録は、千波海脚の最上位に厚さおおむね50mの堆積層と、その下位の音響層理の乱れた層を示す。馬蹄形の内部の凹みでは最上位にやはり厚さ約50mの堆積層とその下位の音響層理の乱れた層が見られるほか、海底下200m程度にかなり明瞭な音波反射面が認められる。なお、3.5KHzの表層探査記録では、千波海脚でも凹地内でも、共に海底の反射のみを示し、音響層理を全く示さないことから、粗い火山性の堆積物等が海底を覆っていると考えられる。

以上の特徴は、大島西岸に接する直径約10kmの馬蹄形の高まりが全体として火山体を形成していた事を伺わせるものであり、現在の大島の西部の基盤をなす古い火山体(千波火山と呼んでおく。)である可能性が高い。

伊豆大島の東海岸沿いには、大島火山の基盤をなす古い岡田、行者窟、筆島の各火山が知られており(一色, 1984)、千波火山もこの一員ということになる。

一方、大島北西部の大島空港付近で行われたボーリング調査結果によると、深さ350から440m付近に鮮新統末期と推定されている変質の著しい安山岩質火砕岩が得られており(一色, 1984)、大島西部の古い火山体はこの層と対比できるかもしれない。

なお、この古い火山体が、やや北西に傾く馬蹄形の高まりとなった過程としては、もともとこの山体がカルデラ状の構造をなしていたためか、侵食によるものか、その両方によるものか、現在得られているデータのみでは不明である。

5. おわりに

伊豆大島はわが国でも最も活動的な火山のひとつであり、火山噴火予知対策の基礎的資料を整備するうえで、周辺海域を含めた大島火山全体の基本データが、まずはじめに必要なものと考えられる。今回の調査によって、周辺海域の地形、地質、地球物理学的な基本図が整備されたことは、この点で意義深いものと考えられる。むしろ、これまで整備されていなかったことが不思議な気がする。水路部では、大島の近傍で何度か精密な測量を実施してきたが、いずれも相模トラフ海域をターゲットにした地震予知のための基礎資料を整備するためのものであった。

今回の伊豆大島噴火は、火山災害が地震に負けず劣らず大きくかつ衝撃的なものであることを痛感させるものであった。我が国には、伊豆大島以外にも多くの火山島がある。これら火山島の周辺海域を含めた火山体の基礎的データを整備することは、急務と考えられる。

参 考 文 献

- 葉室和親・荒巻重雄・加賀美英雄・藤岡換太郎 1980：東伊豆沖海底火山群—その1—。地震研究所彙報，55，259—296ページ
- 葉室和親・荒巻重雄・藤岡換太郎・石井輝秋・田中武男・宇都宮浩三 1983：東伊豆沖海底火山群—その2—および伊豆諸島近海海底火山。地震研究所彙報，58，527—557ページ
- 一色直記 1984：大島地域の地質（5万分の1図幅）。地質調査所
- 気象庁地震火山部地震予知情報課データ処理係 1987：大島三原山噴火に伴う地震活動について，地震学会講演予稿集，No.1，29ページ
- 中村一明 1963：伊豆大島火山の噴火史—火山の tephrochronology—。科学，33，141—147ページ
- 大島章一・加藤茂・伊豆大島近海海底調査班 1987：伊豆大島近海の海底調査その1 測量船「拓洋」による概査。日本火山学会講演予稿集，No.1，88ページ
- Oki, Y., Aramaki, S., Nakamura, K. and Hakamata, K. 1978：Volcanoes of Hakone, Izu and Oshima. Hakone Town Office, 88 ページ

波浮海脚の海底調査

土出昌一*・村井弥亮**・浅田 昭***・服部敏男**

OCEAN SURVEY IN HABU SPUR

Masakazu Tsuchide*, Mitsuryou Murai**, Akira Asada*** and Toshio Hattori**

Abstract

Hydrographic Department of Maritime Safety Agency has surveyed off southeast of Osima, Habu Spur, on Feb. 5, 1987 and on Mar. 3, 1987 by a newly-built survey vessel "Ten-yo".

She is equipped with a narrow multi-beam echo sounder (Hydrochart) for shallow water (up to 1,000m), so the very precise bathymetric chart of Habu Spur (scale 1/20,000) has been made and some specific topography has become clear.

The results from the analysis of Hydrochart records are as follows.

- (1) Habu Spur is composed of many lateral volcanoes which are arranged in two parallel lines trending the northwest to the southeast with the space of about 800m.
- (2) The direction of the lines of lateral volcanoes is coincided with the direction of lateral volcanoes existing on the flank of Osima, Miharayama.
- (3) Two lines of lateral volcanoes are clearly straight line and are composed of continuous narrower ridges, which suggest something like intrusive dikes.
- (4) A lateral volcano of 185m below the sea surface is discovered in the middle of the northeastern line of lateral volcanoes.
- (5) Some water depths surveyed in 1987 have become deeper than those in 1954 on the northeastern line of the lateral volcanoes (maximum change is 100m).
- (6) The change of water depth from 1954 to 1987 on the lateral volcano located in the southern end of the northeastern lateral volcanoes line is divided into two patterns. One, a southeastern part of the volcano, is remained unchanged and the other, a northwestern part, has become deeper.

The cause is unknown.

Received 29 July 1987.

* 企 画 課 Planning Division

** 沿岸調査課 Coastal Surveys and Cartography Division

*** 海洋調査課 Ocean Surveys Division

1. はじめに

海上保安庁水路部は、昭和61年11月に勃発した伊豆大島三原山の噴火による全島民の島外避難に対処するため、同年12月に測量船「拓洋」により伊豆大島周辺海域の海底調査を緊急に行い（加藤他，1987）、伊豆大島周辺の海底地形を明らかにしたが、その際複雑な地形が注目され、また微小地震の震源分布域（山岡，1987；松村，1987）でもあった、伊豆大島南東沖にある波浮海脚について、昭和62年2月5日及び同年3月3日の2日間、水路部所属の測量船「天洋」（高橋清吉船長）によって詳細な海底地形調査を実施した。

本報告は、その概要を記したものである。

なお、「拓洋」及び「天洋」の調査結果に基づく伊豆大島周辺の海底地形は、沿岸の海の基本図「伊豆大島」（海図番号第6363号⁷、縮尺5万分の1）として昭和62年5月15日に水路部より発行された。

2. 測量船「天洋」とハイドロチャート

調査を実施した測量船「天洋」（総トン数430トン）は、昭和61年11月に就役したばかりの最新の測量船であり、最先端の科学技術を取り入れた新鋭の観測機器を搭載している。

測量船「天洋」の主要目及び主な観測機器を第1表に示す。

Table 1 Survey vessel "Ten-yo" particulars and instruments

総トン数 430トン	複合測位装置	NNSS, GPS, ロランC等による精密船
全 長 56メートル		位測定装置及びデータロガー
型 幅 9.8メートル	ハイドロチャート	水深の2.5倍の幅の範囲を面的に測深
喫 水 2.9メートル		最大水深1000メートル
航海速力 13ノット	中深海音響測深機	最大水深5000メートル
航続距離 5400海里	水深測量自動集録	電波測位機、多素子音響測深機のデータ
搭載人員 最大38名（内乗組員24名）	処理装置	結合・処理及び図化

Table 2 Hydrochart and Seabeam

	ハイドロチャート	シ ー ビ ー ム
合成ビーム数	17本（5°×3.5°～6.5°）	15本（2 $\frac{3}{4}$ °×2 $\frac{3}{4}$ °）
発振周波数	36KHz	12KHz
測 深 幅	水深の2.5倍	水深の0.8倍
最大水深	1,000メートル	11,000メートル
測位データ	同時記録	個別記録（結合処理が必要）
音速度補正	要	要
潮 汐 補 正	要	不 要
ヒープ補正	要（センサー組入済）	不 要
送 受 波 器	左右2組 （各送信24個×受信36個）	中央1組 （送信20個×受信40個）
送信パルス間隔	0.1秒～4秒 （水深により自動調整）	1.0秒～15秒 （水深により自動調整）

測量船「天洋」が搭載しているハイドロチャートは、測量船「拓洋」が搭載しているシービームの浅海型としてアメリカのG.I.社が開発したナローマルチビーム測深機であり、我が国では初めて装備されたものである。

ハイドロチャートとシービームの比較を第2表に示す。

ハイドロチャートのデータはシービームのそれと同様に磁気テープに収録されるが、測位データも同時に記録される等シービームのデータとはフォーマットが異なっており、シービームデータ解析のため水路部がこれまで開発してきたプログラムはそのままではハイドロチャートのデータ解析には使用できない。

ハイドロチャートのデータ解析プログラムについては現在鋭意開発中であり、今回の伊豆大島のデータ解析は浅田がシービームのデータ解析を参考に、新たにプログラムを開発しつつ行ったものである。

3. 調査結果

測位は電波測位機（トリスポンダー）を使用し、従局は2月5日、3月3日両日とも伊豆半島白浜にある白浜水路観測所と伊豆大島竜王埼灯台に設置した。

調査項目は、2月5日はハイドロチャートによる精密海底地形調査及び地層探査機による海底地層調査であり、3月3日はサイドスキャンソナー（ハイドロチャート併用）による海底微地形調査及び採泥であった。

調査海域を第1図に、2月5日及び3月3日の測線を第2図及び第3図に示す。

2月5日の調査は、南東－北西方向に500メートル間隔で7本の測線を調査した。ハイドロチャートは第2表に示したように水深の2.5倍の測深幅があり、調査海域の水深は伊豆大島寄りの最も浅い海域で約200メートルであるため、500メートルの測線間隔であれば完全な面測量を行っており、その地形調査に調査もれはない。

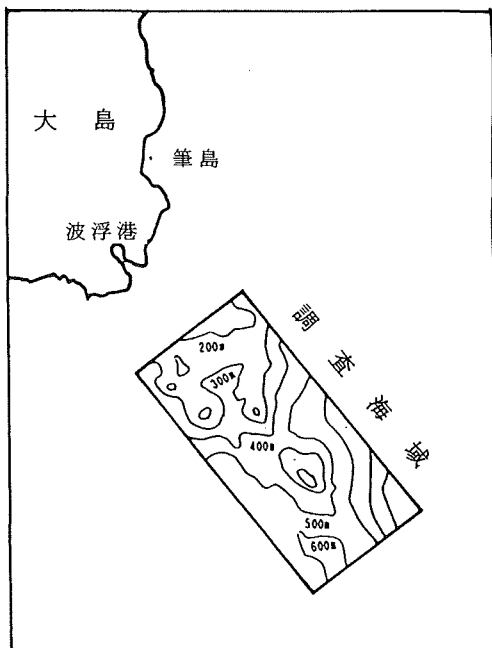


Figure 1 Survey area

3月3日の調査は、2月5日の調査で発見した側火山を集中的に調査することを目的とし、採泥及びサイドスキャンソナーによる調査を行ったため、その測線は短く、調査海域の北西側に偏っている。

2月5日のハイドロチャートデータを中心に、3月3日のハイドロチャートデータも加えて、浅田の開発したプログラムを用い計算機処理によって描いた波浮海脚の海底地形を第4図に示す。

調査の結果、波浮海脚は南東－北西方向に平行する2列の側火山列から形成されていることが判明した。

2列の平行する側火山列は、その間隔が約800メートルで極めて一定であり、北東側の側火山列は波浮港から二子山を経て三原山噴火口に連なり、南西側の火山列はイマサキ沖の水蒸気爆発地点から岳の平、小穴、大穴と連なる側火山列に連なっており（一色，1984）。

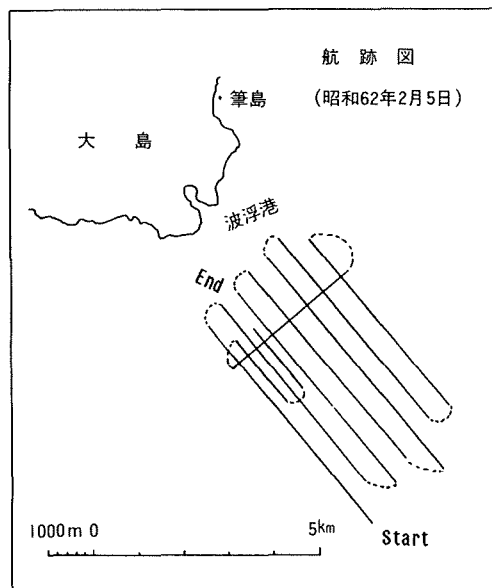


Figure 2 Survey lines on Feb. 5, 1987

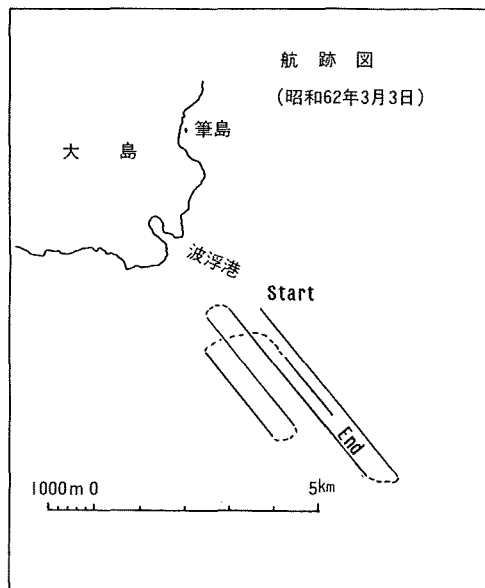


Figure 3 Survey lines on Mar. 3, 1987

中村のいう $N30^{\circ}W$ 方向に圧縮主応力軸のあるような応力場の中に伊豆大島火山がある（中村，1969；中村 1978）とする考えが，伊豆大島南東沖の波浮海脚にもあてはまることを支持するが，調査海域の北端付近において2列の側火山列は共にその向きを北～北々東方向に転ずるような地形も見られる．今回は伊豆大島南東岸の水深200メートル以浅の沿岸海域は調査をしておらず，また詳細な測量データがない海域でもあるため，将来，この海域の詳細な海底地形測量がなされたならば，伊豆大島南東地域～波浮海脚は単純な南東－北西方向の側火山列ではないという知見が得られる可能性もあるが，その場合も大地形は南東－北西方向であり，応力場の方向に変化をもたらすような大きなものではないと思われる．

2列の側火山列，特に北東側のものは幅50メートル程度の極めて狭い高まりが連続しており，岩脈の貫入を思わせる地形である．

2列の側火山列中に見られる顕著な高まり（側火山）について，その頂部近傍を測深しているハイドロチャートの記録データを詳細に検討してみると5メートル前後のへこみが認められる場合がある．噴火口らしい地形であるが，再現性に乏しく，またデータのS/N比が悪いため，側火山頂部に噴火口があると断定し得るデータではない．質の良いデータの取得を行う必要がある．

4. 海底地形の変化

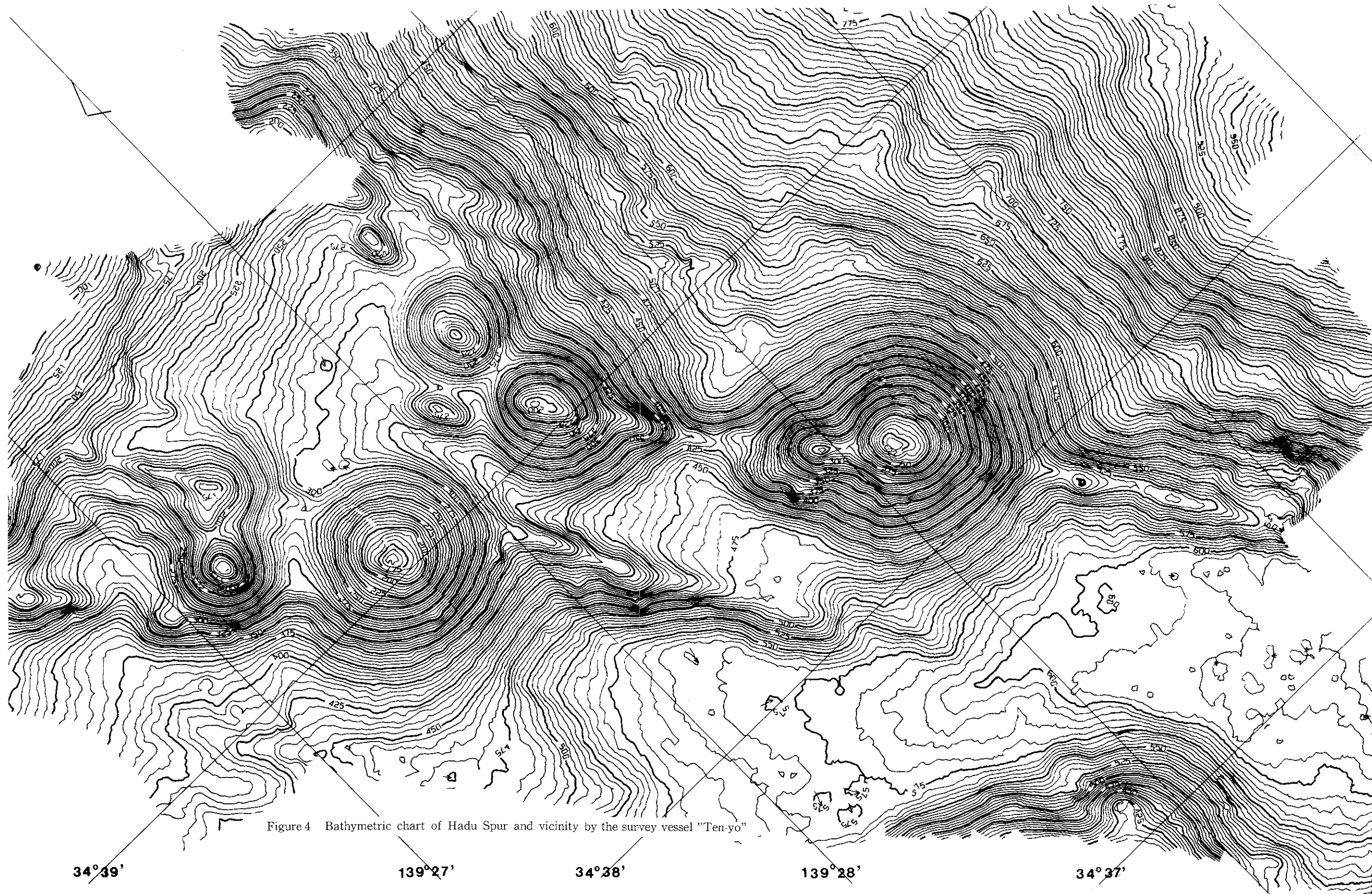
海上保安庁水路部では，伊豆大島の沿岸測量（縮尺5万分の1）を昭和29年に実施しているが，その時の測量原図の一部を第5図に示す．測深は音響測深機を用い，測位は伊豆大島を基準にとった三点両角法によっており，沿岸から沖合に向う放射状の測線で測量を行っている．

第5図の測量原因を基に描いた波浮海脚付近の海底地形図と，今回のハイドロチャートの描いた海底地形図を並べて第6図に示す．

両者を比較すると，北東側の側火山列の中央付近に，今回の調査によって新たに水深185メートル，比高約100メートルの側火山（以後185m火山を記す）が確認でき，また南西側の側火山列の北端付近に比高約50メートルの二子山（以後双耳峰と記す）が確認できる．

*** HYDROCHART • OSIMA ***

PROJECTION IS T.M.(TOKYO DATUMN 34.39 E 139.29) 1/20000



地形の変化を見るため、昭和29年の測量原図と今回の調査による成果とを較べてみる(第7図)。第7図の黒丸は昭和29年の測深地点を示し、今回の調査と較べて水深が10メートル以上変化した地点について、黒丸の下に数字でその変化量(＋で深く、－で浅くなった)をメートル単位で示したものである。

さらに、海底地形との相関を見るため第4図と第7図を重ね合わせて一枚の図にしたものを第8図に示す。

第7図及び第8図より、水深値の増加は北東側の側火山列で大きく、特にその南端の水深223mの側火山(以後223m火山と記す)の北西斜面は広範囲にわたって最大100メートルもの水深増加がある。一方、水深の

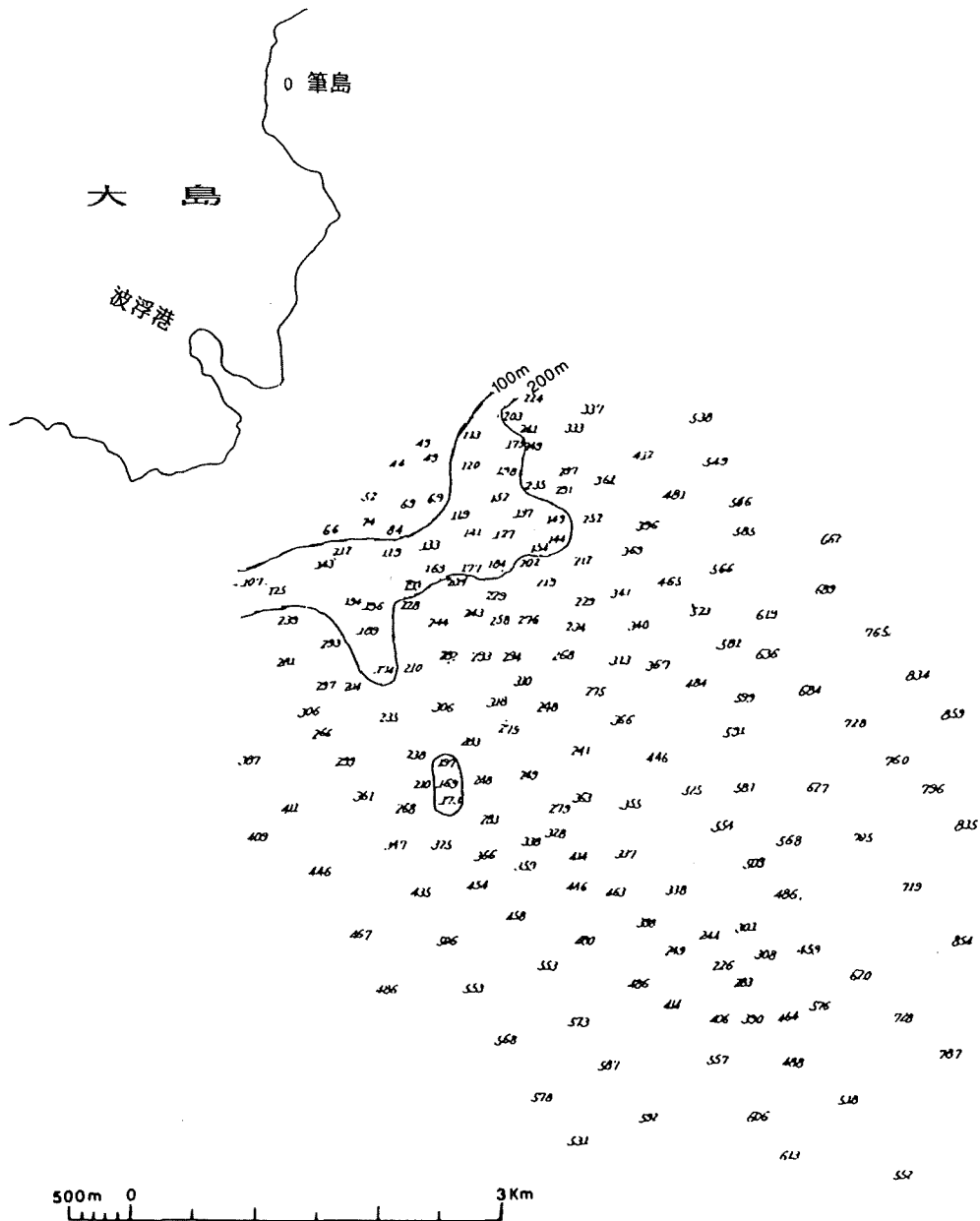


Figure 5 Part of smooth sheet around Osima surveyed in 1954

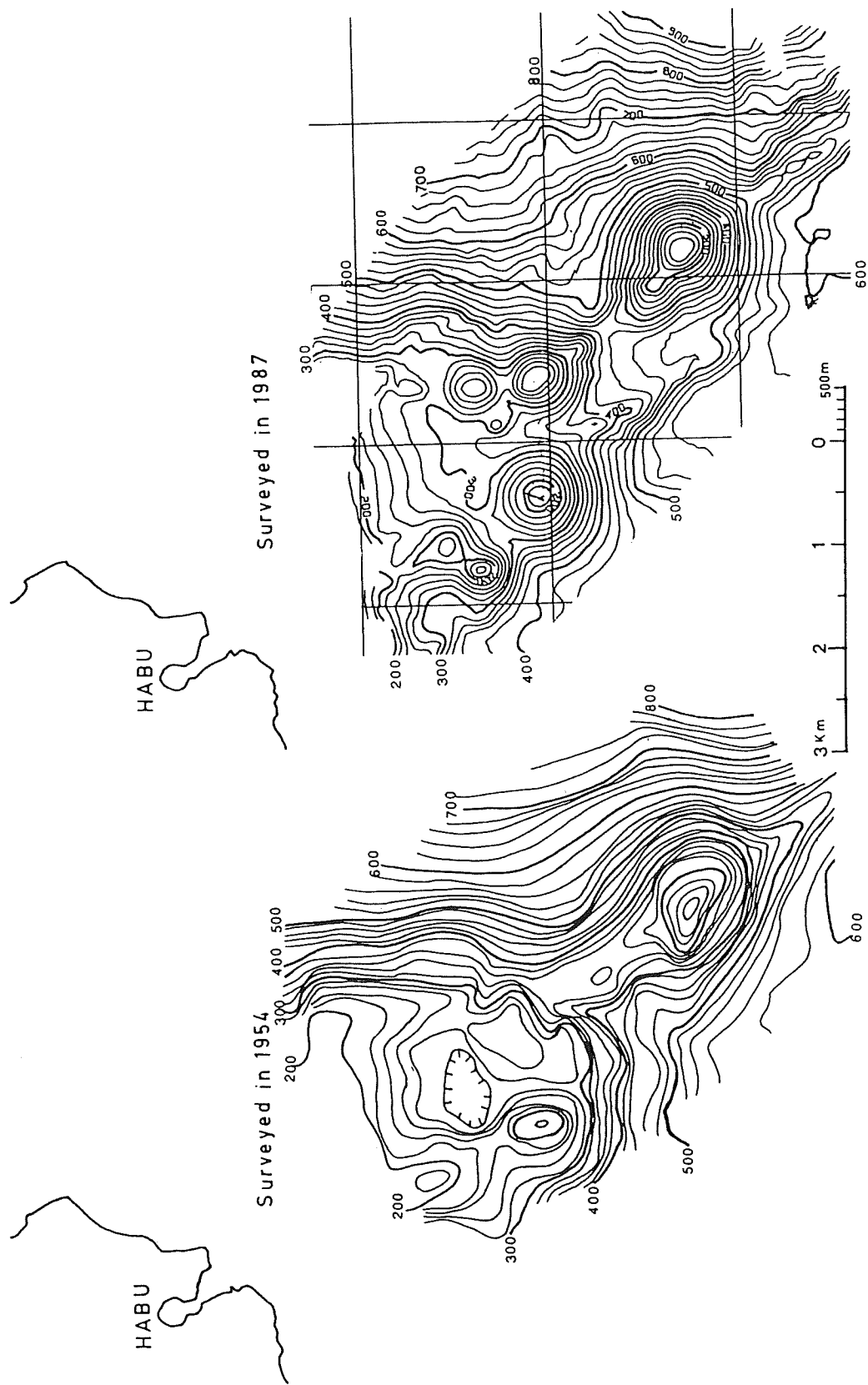


Figure 6 Bathymetric charts of Habu Spur surveyed in 1954 and 1987

減少は185m 火山の頂部に限られる。

双耳峰については、第8図から明らかな通り、昭和29年の測量ではちょうどその山麓をとりまくように測深しており山頂付近は測深を行っていないため、双耳峰の存在が確認できなかったものであることがわかる。山麓部分の水深値には全く変化がない。

185m 火山は、昭和29年の測量ではその山頂部の水深値は368メートルであった。山麓部は50メートル程度水深が深くなっており、頂部だけが浅くなっているのは不自然であり、185m 火山の西側及び北側(測深地点は山麓部のみであるが)の側火山については、昭和29年と較べて全く水深値は変化していない。185m 火山付



Figure 7 Sounding points in 1954 and depth changing (more than 10m) points from 1954 to 1987

近だけに大きな水深変化があり、2列の側火山列の間の谷地形は極めて明瞭になった。

なお、第7図の水深変化量は潮汐補正等を行っていない、ハイドロチャートの生データを用いたものであり、185m火山の頂部については各種補正の検討を行い、当初198メートルと公表したものを185メートルに修正したため185m火山と称しているものである。

現在、波浮海脚の水深図を作成中であり、それによって今回の調査による正確な水深が決定される。したがって、第7図の数値は今後水深図の完成により変わる可能性があるが、その大勢には影響がないと思われる。

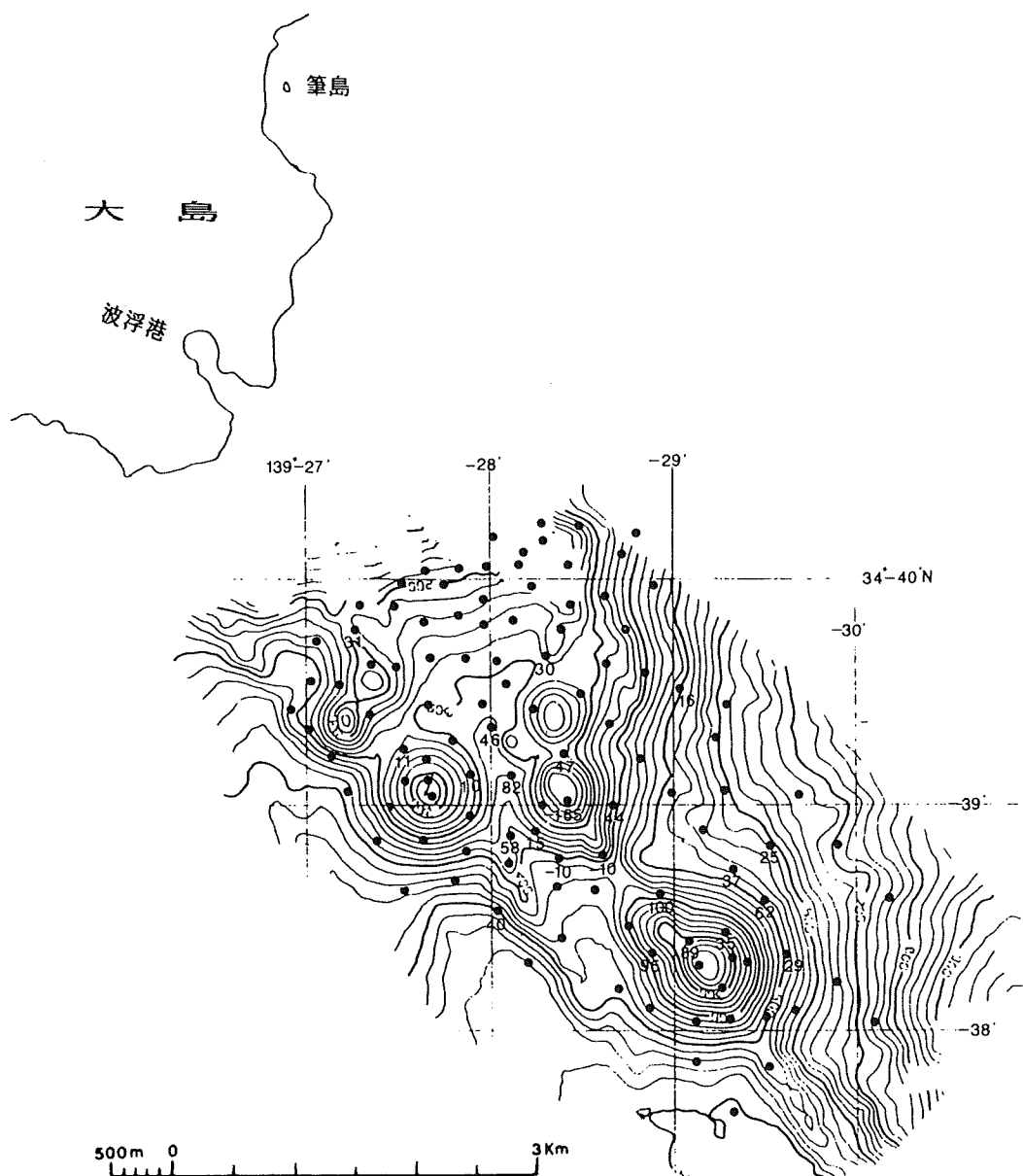


Figure 8 Sounding points in 1954 on the bathymetric chart in 1987

昭和29年の測定の精度について一考してみる。

第7図及び第8図から明らかな通り、水深が変化した海域は185m 火山周辺、及びその南東にある223m 火山の北西斜面に集中しており、他の海域については急傾斜地及び平坦地を問わず水深値は極めて良く一致していること。伊豆大島南東岸から3 km～5 kmしか離れておらず、測位（三点両角法）は十分な精度で行い得ること（測量実施者に直接聞いたところ伊豆大島はよく見えていたとのことである）。伊豆大島から放射状の測量を行っており、測深の初め（伊豆大島沿岸部）と終りの水深値が一致していれば、その途中の水深値だけを読み間違えることは考えにくいこと。等から、その測定の精度に問題はないものと考えられる。

すなわち、185m 火山については昭和29年の測量後昭和62年の測量前までに何らかの原因により形成されたものと解釈されるが、その山体の周辺で昭和29年以降50m～80m もの水深増加が見られることは、山体の隆起に伴う周辺地域の沈降と見るには沈降量が大きく、また山頂部に近すぎることもあり適当ではないと思われるが、変化量の大きい部分はちょうど2列の側火山列によって形成された谷筋にあたっており、侵食作用が働いている可能性があり、沈降と侵食が複合したものを見なすことができるのかもしれない。

北東側の側火山列の南端にある223m 火山については、その頂部は昭和29年の測量では226m あり、山体の南東斜面の水深も昭和29年と今回で差は認められない。しかし、山体の北西斜面は185m 火山との鞍部付近において100m もの水深値の増加が見られるほか北西斜面全体に極めて大きな水深値の増加が見られることは、223m 火山は側火山列の方向である南東－北西方向に直交し頂部を通る南西－北東方向の直線によって山体の水深が不変部分と大幅増の部分に2分されることになる。

北西斜面の水深変化については、斜面の大規模な崩壊と見るには、付近の海底地形に崩壊地形が見られず、また崩壊物質の堆積した場所も見当たらない。沈降と見るには、その原因が不明であり規模が大きすぎる。また山体の半分だけ沈降するというのも不自然である。侵食と見るには谷地形がない。山頂部を含めて山体の南東側の水深値に変化がないことから、既に述べたように昭和29年の測定の誤差の問題でもない。

185m 火山周辺の水深変化も含めて、波浮海脚の北東の側火山列は、30数年間によって生じた地形の変化量が、一般に陸上でみられるものとは桁違いに大きく、その原因究明のために、より詳細な調査及び解析が必要と思われる。

参考として185m 火山の東側斜面のサイドスキャンソナーの記録（12-59-00～13-00-00と記されている部分）を第9図に示す。

流れが強い海域における作業であったため操船が難しく、かつ使用したサイドスキャンソナーが水深200 m用のものであったため良質な記録を得ることはできなかったが、写真1より185m 火山の東側斜面は直径数mの岩塊らしいものが多数あることがわかり、185m 火山のすぐ北にある側火山の山頂付近（12-53-00と記されている部分）と較べると地表面の荒いことがわかる。

採泥については、185m 火山の山頂付近で数度試みたものの条件に恵まれず、資料の採取はできなかった。

第10図は波浮海脚を真南から伏角45度で眺めた鳥瞰図であり、海底地形の3次元情報を平面に投影処理し、海底を水深に応じて段採し、海底の傾斜に対応して影を付けて表現したものである（浅田、1986）。

平行する2列の側火山列、幅の狭い直線状の高まり、2列の側火山列に挟まれた谷地形等がよくわかる。

5. まとめ

海上保安庁水路部所属の測量船「天洋」に搭載したハイドロチャート等により、波浮海脚の精密海底地形調査を実施した。その結果、

1. 波浮海脚は南東—北西方向に平行な、間隔800mの2列の側火山列からなっている。
2. 2列の側火山列は共に極めて直線的であり、かつ幅の狭い高まりが連続している。
3. 北東側の側火山列に、水深185mの側火山を新たに確認した。
4. 昭和29年に実施された測量成果と比較すると、北東側の側火山列に水深の増加が著しく、最大100mも
の水深増加がある。
5. 北東側の側火山列の南端にある側火山は、側火山列の方向と直交する直線によって南東部は不変、北
西部は水深の大幅増とその変化が2分される。
6. 水深増加の原因については、沈降、崩壊、侵食等が考えられるがデータも少なく不明である。
等が判明した。

謝 辞

高橋船長をはじめとする測量船「天洋」の乗組員の皆様、特に平尾観測長には、流れの強い海域におけるサイドスキャンソナー及び採泥作業を実施するにあたり、献身的な努力をもって作業にあたって頂いた、記して厚く感謝いたします。

6. 追 記

測量船「天洋」は、海洋測量作業に従事中の昭和62年4月16日に、185m火山の山頂部において採泥を実施し、資料（スコリア）を採取した。

岡山大学小坂教授による分析値を第3表に示す。

小坂教授によれば、「水分は1%以下であり、変質の少ない新鮮な石であって、伊豆大島の岩石としてふさわしいものである」とのコメントがあった。

Table 3 Analysis of scoria dredged at 185m lateral volcano of Habu Spur

	重 量%
SiO ₂	51.44
TiO ₂	1.42
Al ₂ O ₃	16.87
Fe ₂ O ₃	2.54
FeO	10.13
MnO	0.36
MgO	5.14
CaO	9.21
Na ₂ O	1.20
K ₂ O	0.53
H ₂ O ⁺	0.65
H ₂ O ⁻	0.12
計	99.61

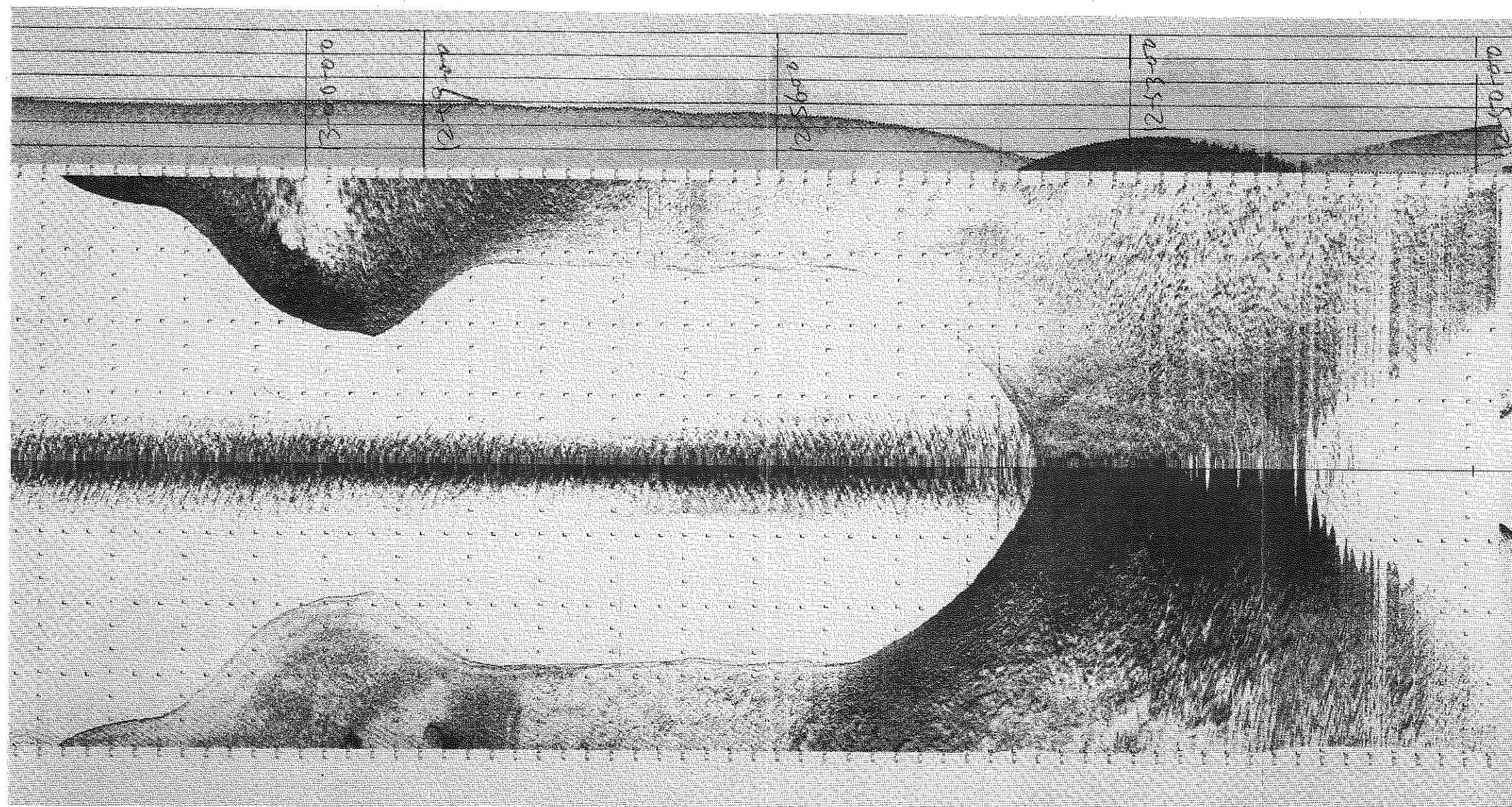


Figure 9 Record by the sidescan sonar along an east slope of the 185m lateral volcano.

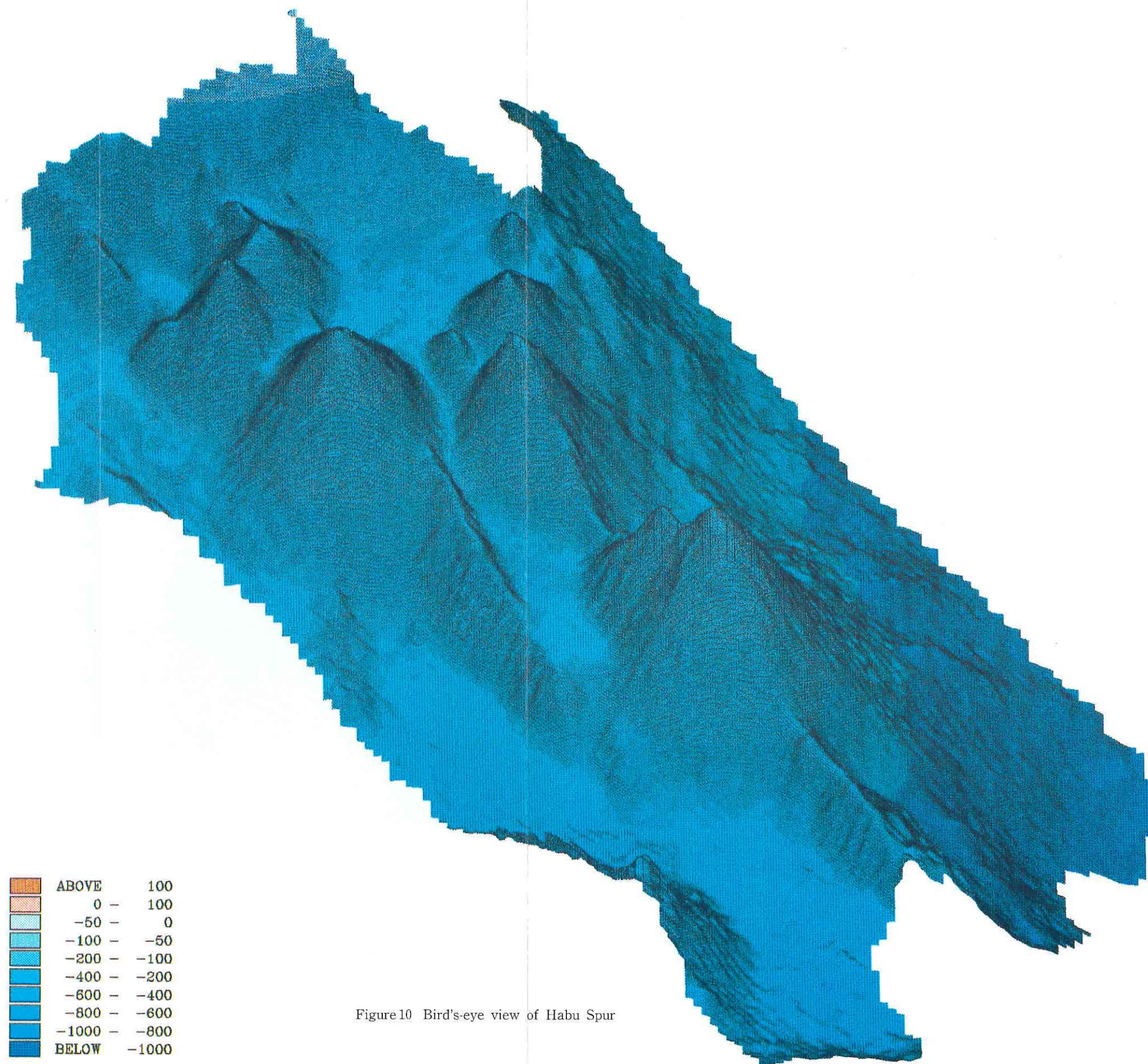


Figure 10 Bird's-eye view of Habu Spur

参 考 文 献

- 浅田 昭 1986：シービームデータによる三次元表現法，水路部研究報告，No.21, 113—133ページ
- 一色直紀 1984：大島地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，133ページ
- 加藤 茂ほか伊豆大島近海海底調査班 1987：伊豆大島周辺海域の海底調査，水路部研究報告，No.23，大島特集号， ～ ページ
- 中村一明 1969：広域応力場を反映した火山体の構造—側火山の配列方向— 火山第2集，Vol.14, 8—20ページ
- 中村一明 1978：火山の話，岩波新書（黄版）35，岩波書店，228ページ
- 松村正三 1987：1986年伊豆大島噴火に伴う地震活動とその発生機構，月刊地球，Vol.9, No.7, 391—396ページ
- 山岡耕春 1987：伊豆大島割れ目噴火と地震活動，月刊地球，Vol.9, No.7, 386—390ページ

伊豆大島噴火に伴う磁気測量

植田義夫*・中川久穂**・小野寺健英**・長屋好治**・熊川浩一**・朝尾紀幸***

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

Yoshio Ueda*, Hisaho Nakagawa**, Kenei Onodera**, Yoshiharu Nagaya**
Koichi Kumagawa** & Toshiyuki Asao***

Abstract

Hydrographic Department, M. S. A. Japan conducted airborne/land magnetic survey on Osima island to investigate magnetic structure and their magnetic change accompanid by volcanic activity after eruption on Nov. 1986.

In airborne magnetic survey, total intensity was measured by proton precession magnetometer every two seconds. Positions just over island were fixed using video image, and that over sea were determined by VLF/OMEGA positioning system. Positioning error over island was assumed less than 100m in the usual condition. Detailed magnetic anomaly maps were made based on above survey data as shown in this report. These magnetic anomaly maps may play an important role for future study of magnetism of Osima volcano accompanied by volcanic activity.

Using the above survey data, three dimensional magnetic analysis were conducted by Talwanis method. These results show that magnetization vector of Mt. Mihara become nearly half of that of Osima volcanic edifice, which may imply thermal demagnetization process of Mt. Mihara. The total intensity field derived by magnetic survey in Dec, 1986 were also compared with that in Sept 1964, which were reported by Utashiro et al. (1972) to obtaine magnetic change for these 22 years. This comparision shows drastic magnetic decrease amounting more than 1000nT near Mt. Mihara, although there still remain some problems to confirm such a large amount of magnetic change. In addition, some model calculations on thermal demagnetization were shown for interpretation of magnetic change accompanied by volcanic activity.

Twice of Land magnetic survey were conducted, First one was from Jan 26 to Feb 2, 1987 and second from Mar 2 to Mar 6, 1986. Vector component of magnetic field were measured by GSI first order magnetometer and proton magnetometer at three station, SO (near weather observatory), FU (near Mt. Futago), UR (eastern slope of Osima island), besides total intensity were measured at five

Received 1 August 1987.

* 企 画 課 Planning Division

** 航法測地課 Geodesy and Geophysics Division

*** 白浜水路観測所 Shirahama Hydrographic Observatory

points within caldera-rim. No distinctive magnetic change were observed between two land magnetic surveys, however comparison with magnetic contour map made by Yokoyama I. (1954) show a large amount of change at FU station.

1. はじめに

伊豆大島は玄武岩質の熔岩と降下火砕物で構成される代表的な活火山で、歴史的にも100~150年を周期に大噴火をくり返している。1777年から1792年にかけての安永の噴火では総計6.6億トンもの火山噴出物を放出している。大島のような磁性の強い玄武岩質の火山では噴火に伴う地磁気変化が古くから報告されている。1950年から1951年にかけての噴火活動期には、陸上での地磁気測量が力武や横山ら(Rikitake, 1951; Rikitake & yokoyama, 1955)により実施され、2ヶ月の間で伏角が全島にわたり最大25'減少したことが報告されている。また、伊豆大島西岸の野増観測所では、三成分連続変化観測が実施され、噴火に先行して偏角が西偏することが、Yokoyama (1957), Yokoyama (1969) により明らかにされた。このように、1950年~1951年の噴火活動期には、地磁気変化量は最大200~300nTに達しており、このような地磁気変化をもたらす熱消磁モデルも、Rikitake (1951), Uyeda (1961) 等により出されている。

同島の航空磁気測量は、1960年代半ばに「上部マントル計画」の一環として海上保安庁水路部や東北大学により実施された。このうち水路部によるものは、1964年9月に高度3000ftでヘリコプターを使って実施したもので、それによると同島の地磁気全磁力異常は2500nT以上に及ぶものであることが確認された (Uta-shiro et al, 1972)。

1986年11月の噴火では総計約5000万トンの噴出物が放出されている。この量は前回の1950年~1951年の噴出時(約4000万トン)の量よりも多く、活動の推移に伴う地磁気変化がどの程度のものかということは、非常に興味を持たれる点である。海上保安庁水路部では昨年11月の噴火後(12月5日)から同島の航空磁気測量をくり返し実施し、火山活動期における同島の精密な磁気図を作成するとともに噴火後の地磁気変化の監視に努めた。また航空磁気測量の結果を補足し、陸上での地磁気変化を検出するため、島内移動観測も実施した。本報告では、これらの測量の概要を紹介するとともに、それらの資料にもとづく若干の考察結果を述べる。

2. 磁気測量の概要

2-1 航空磁気測量

昭和61年伊豆大島噴火に係る伊豆大島総合調査の一環として1986年12月5日を第1回目として1987年3月18日までの延べ7回にわたり伊豆大島の航空磁気測量を実施した。この間の測量日時、飛行高度、コース、及び測量班の構成を第1表にまとめた。

航空磁気測量は、海上保安庁所属 LA701型機 (YS-11) により実施した。プロトン磁力計はバリンジャー GM123型磁力計を用い約2秒毎に全磁力値を計測した。センサーは、機体磁気雑音の影響を防ぐため、機体尾部からのびた Tail Stinger 内に設置した。飛行機の位置は、陸上部についてはビデオ映像と対地写真の比較により決定した。この方法による測位誤差は較差点での全磁力値差などから推定し、±100m以内に収まるものと考えられる。海上部分の測量では、オメガ測位値を参考にし、陸上部との接続を考察して測位値の補正を行った。

1986年12月5日、17日の測量では、同島上空3000ftの磁気図を作成することを目的とし、測線を南北方向

Table 1 Summary of airborne magnetic survey from Dec 5, 1986 to Mar. 19, 1987.

	測量年月	飛行コース	飛行高度(ft)	測量班
1	1986年 12月 5日	大島上空精査 海域部測量	3,000 3,500	植田, 中川, 長屋
2	12月17日	大島上空捕測 照査線 " "	3,000 1,000 3,500 4,000	朝尾, 中川, 小野寺
3	12月24日	照査線 " " "	3,000 3,500 4,000 5,000	植田, 朝尾, 長屋
4	1987年 1月19日	大島周辺海域部 及び照査線	3,000	朝尾, 小野寺, 長屋
5	1月20日	大島上空精査	4,000	朝尾, 小野寺, 長屋
6	3月17日	照査線 大島上空精査	3,000 6,000	中川, 松本, 白井
7	3月18日	補測 大島周辺海域部	6,000 4,000	中川, 松本, 白井

に設定した。この二回にわたる測量により、伊豆大島上空については平均0.2~0.3マイル間隔の測線にもとづく精密な磁気図を作成することが可能となった。17日の測量翌日には、三原山のA火口で小規模な噴火が発生した。このため、火口周辺を南北に縦断する測線は危険であるとのことで、この日以降は伊豆大島をNE-SWに横断する照査線を設定し、その測線に沿ってくり返し測量を行うことにした。1987年1月19日、20日の測量では、照査線の測量及び大島周辺の海域部において3000ftの測量を実施するとともに、高度4000ftにおける測量を行った。3月17日、18日の測量では、同じく高度4000ftにおける測量と、山頂上空を南北に縦断する高度6000ftの測量を実施した。

2-2 島内移動観測

伊豆大島の噴火後における地磁気変化を検出し、航空磁気測量データを補足する見地から、1987年1月下旬、及び1987年3月上旬において、伊豆大島島内移動観測を実施した。観測点は、地震研究所の地磁気観測点に近接した島内3ヶ所（測候所、裏砂漠、二子山）及びカルデラ内の一ヶ所の計4地点で、カルデラ内の測点については標石を設置した。前者の3測点ではGSI型磁気儀及び携帯プロトン磁力計により、偏角、伏角、全磁力の測定を行った。カルデラ内の標石点では携帯プロトン磁力計による全磁力測定を行った。

カルデラ内については、三原山、西北西斜面から山麓部へいたる4地点に木杭を設置し、全磁力を測定した。各測点の位置は、1/5,000地形図（地理院による）上で、顕著な目標物をもとに六分儀で決定した。なお、カルデラ内の調査にあたっては伊豆大島火山観測所との連絡を密にし、安全確保に努めた。

3. 航空磁気測量

3-1 伊豆大島の地磁気異常と磁氣的構造

(1) 地磁気異常図の作成

航空磁気測量期間中の外部磁場変化の補正は、伊豆大島火山観測所、野増測点における全磁力連続記録をもとに行った。一般的に測量期間中の外部磁場変化は静穏であり、最大でも K 指数は 2 である。

資料整理の過程では、日変化補正とともに機体磁気補正が必要である。機体磁気雑音の測定は、潮岬 VOR の上空を 8 方位に飛行して測定し、その方位依存性を求めた。その結果、機体磁気雑音の振幅は 78nT、方位 152°, 332° で最大、最小となる。磁気異常の計算には IAGA の勧告にもとづき、IGRF1985 モデルを用いた。

(2) 地磁気異常の特徴

第 1 図は '86 年 12 月 5 日、17 日の測量結果をもとに作成した伊豆大島上空 3000ft の全磁力異常図でまた、第 2 図は、第 1 回目 ('86 年 12 月 5 日、第 1 表) から第 4 回までの測量結果をもとに作成した大島とその周辺海域の高度 3000ft における全磁力異常図である。第 1 図の異常図では、三原山付近から SE 方向に 200nT 以上の顕著な正異常域が延びている様子がわかる。また、まゆ状の外輪山の高まりに対応して高異常域がつかなり、北部外輪山付近では 1000nT 以上の正異常値を示す。大島北東部の峰の尻付近から三原山北側のカルデラ床にかけては、等値線がわん入しており、磁氣的に 300~400nT の凹部となっている。第 2 図の海域部を含めた磁気異常図では、第 1 図に見られた三原山付近から南東へ延びる正異常帯が、さらに海域部の波浮海脚付近にまで延びている様子がわかる。また、岡田港の北約 2 マイル付近には +300nT の正異常域が認められる。この異常域はさらに東へ延び、相模トラフに沈み込みつつある海丘の正異常と連続する。

第 2-1 図 a~c に沿う地磁気異常と地形の断面を第 3 図(a)~(c)にそれぞれ示した。a の N-S 断面では、伊豆大島の地形的高まりが相模湾の水深 1500m の海底から急傾斜で盛り上がり、山体の基底部を構成している様子がわかる。しかし、地磁気異常にはこのような地形的影響に伴う特徴は顕著でない。断面 b は大島の二子山を通る南西~北東にかけての断面であり、又、断面 c は、大島から連続する波浮海脚を同じ方向に切る断面である。両断面の比較から、断面 c の異常が、断面 b の 500~600nT 以下の磁気異常曲線とほぼ一致する様子がわかる。このことから、大島の磁気異常は、山体地形に伴う異常と断面 C で示されるほぼ 2 次元的な配列を有する異常とが重量したものであることが推察される。後者の二次元的な磁気異常の方向は、大島火山の側火口の配列と一致しており、この方向に沿って磁性岩体が深部から貫入しているものと考えられる。なお、各断面に沿う磁気異常による構造解析結果については目下検討中であり、別途、報告する予定である。

第 4 図は、'87 年 1 月 20 日及び 3 月 18 日の測量結果をもとに作成した高度 4000ft の磁気異常図である。測線間隔は 1~2 マイル間隔であるため、大島上空の短波長異常については必ずしも十分に捉えられているとは言えない。しかし、海域部を含めた全体的な磁気異常のパターンは 3000ft の場合と調和的である。

(3) 3 次元タルワニ法で求めた伊豆大島の磁氣的構造

第 2 図の高度 3000ft における磁気異常図をもとに、火山活動期における伊豆大島の磁氣的構造を求めるため、3 次元タルワニ法 (Talwani, 1965) にもとづき磁気異常の解析を行った。具体的な解析方法については、植田ほか、(1983) に述べてあるので参照されたい。

伊豆大島の 3 次元磁気異常の解析結果については、Vacquier & Uyeda (1967), Kodama & Uyeda (1978), 植田ほか、(1983) で報告されているが、これらの解析結果は 1960 年代に実施された測量結果にもとづくものであり、火山活動期の磁氣的構造を求めるという点からは、今回の解析結果が参考になるものと考えられる。

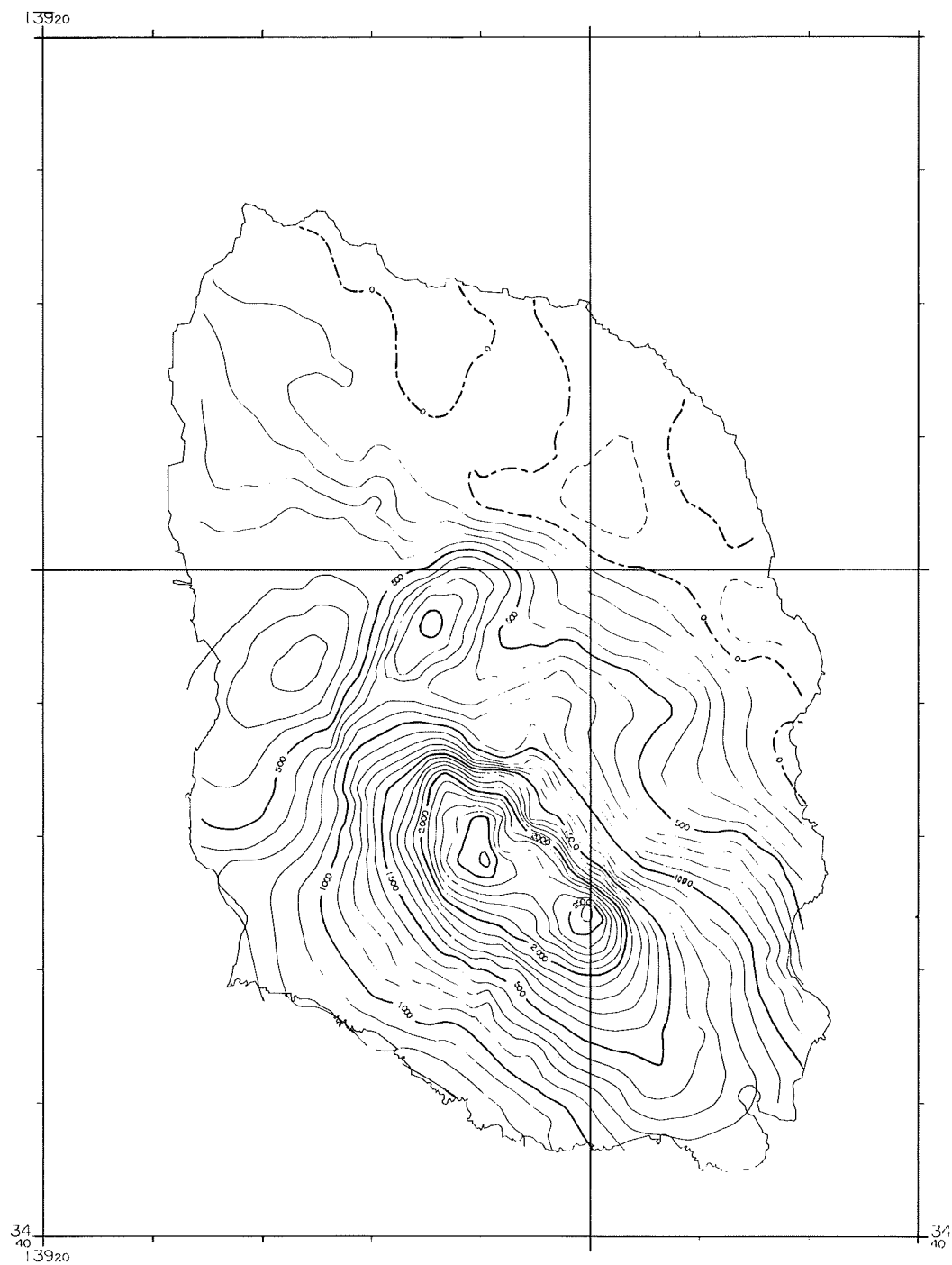


Figure 1 Aeromagnetic anomaly map over Osima Island at height of 3000ft.

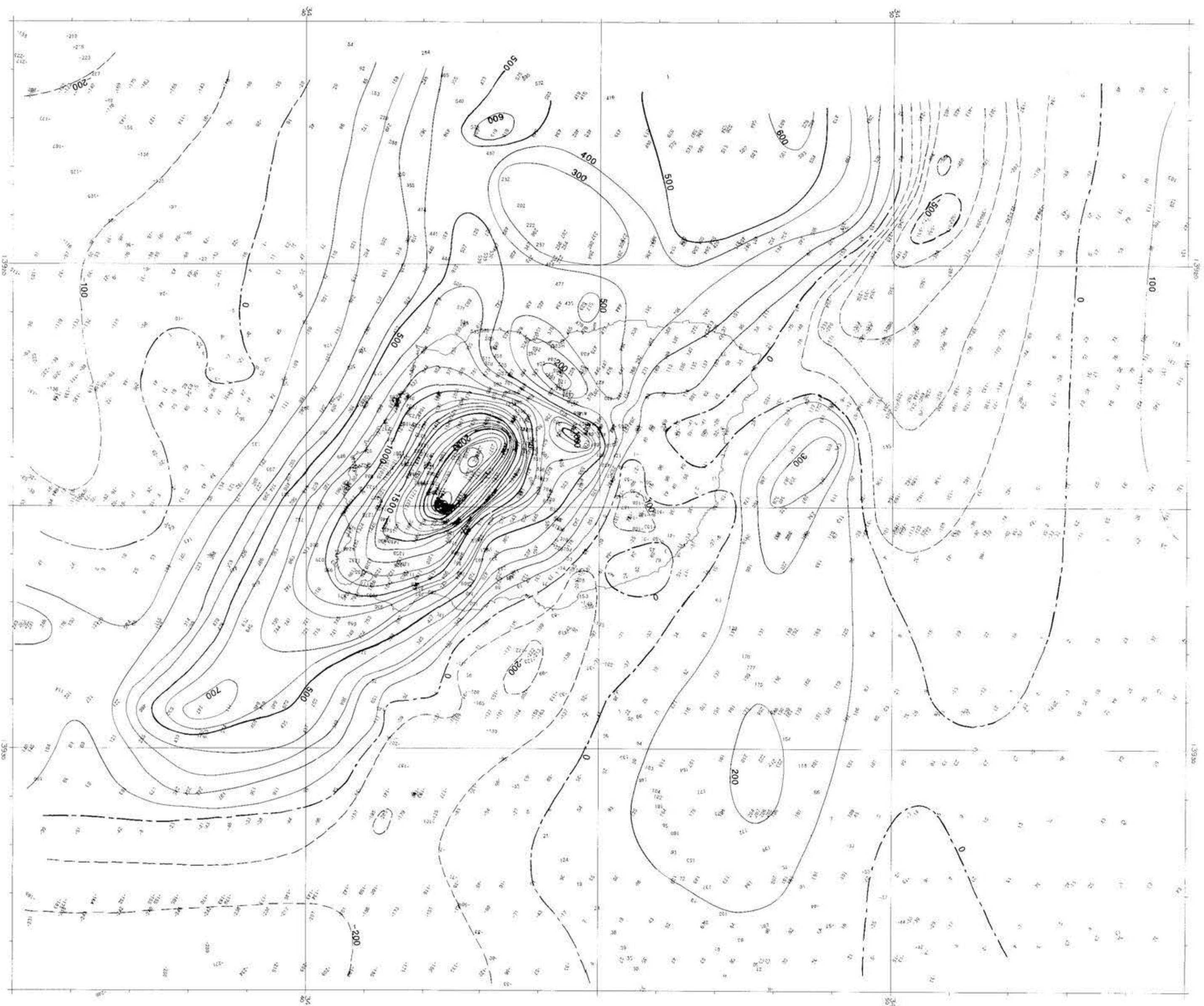


Figure 2 Aeromagnetic anomaly map over Osima Island and its adjacent sea area at height of 3000ft.
survey period : Dec 5, 1986 to Jan 19, 1987, unit in nT. Colour interval is 100nT.

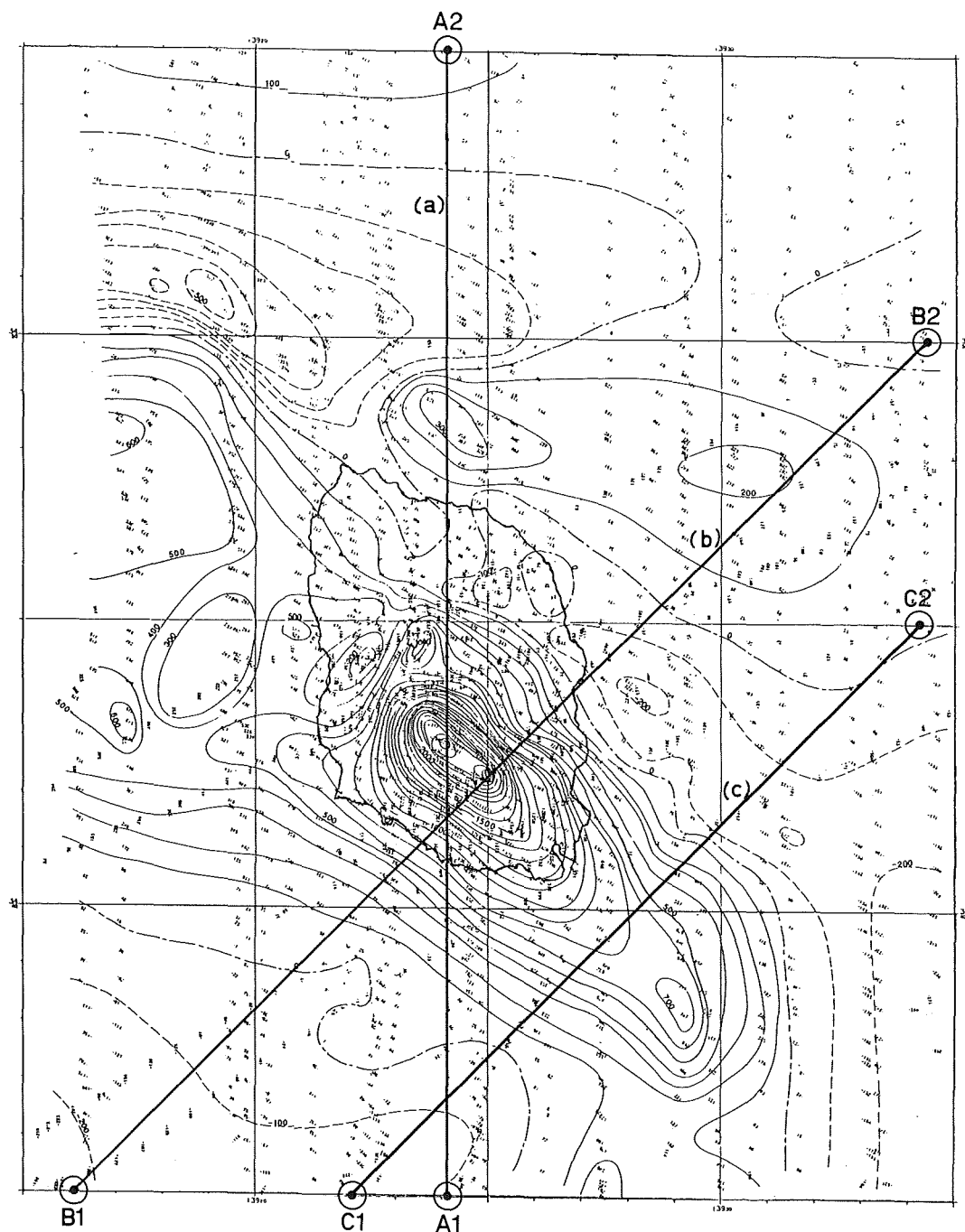


Figure 2-1 Aeromagnetic anomaly map over Osima Island and its adjacent sea area at height of 3000ft.
survey period : Dec 5, 1986 to Jan 19, 1987. unit in nT. Cotour interval is 100nT.

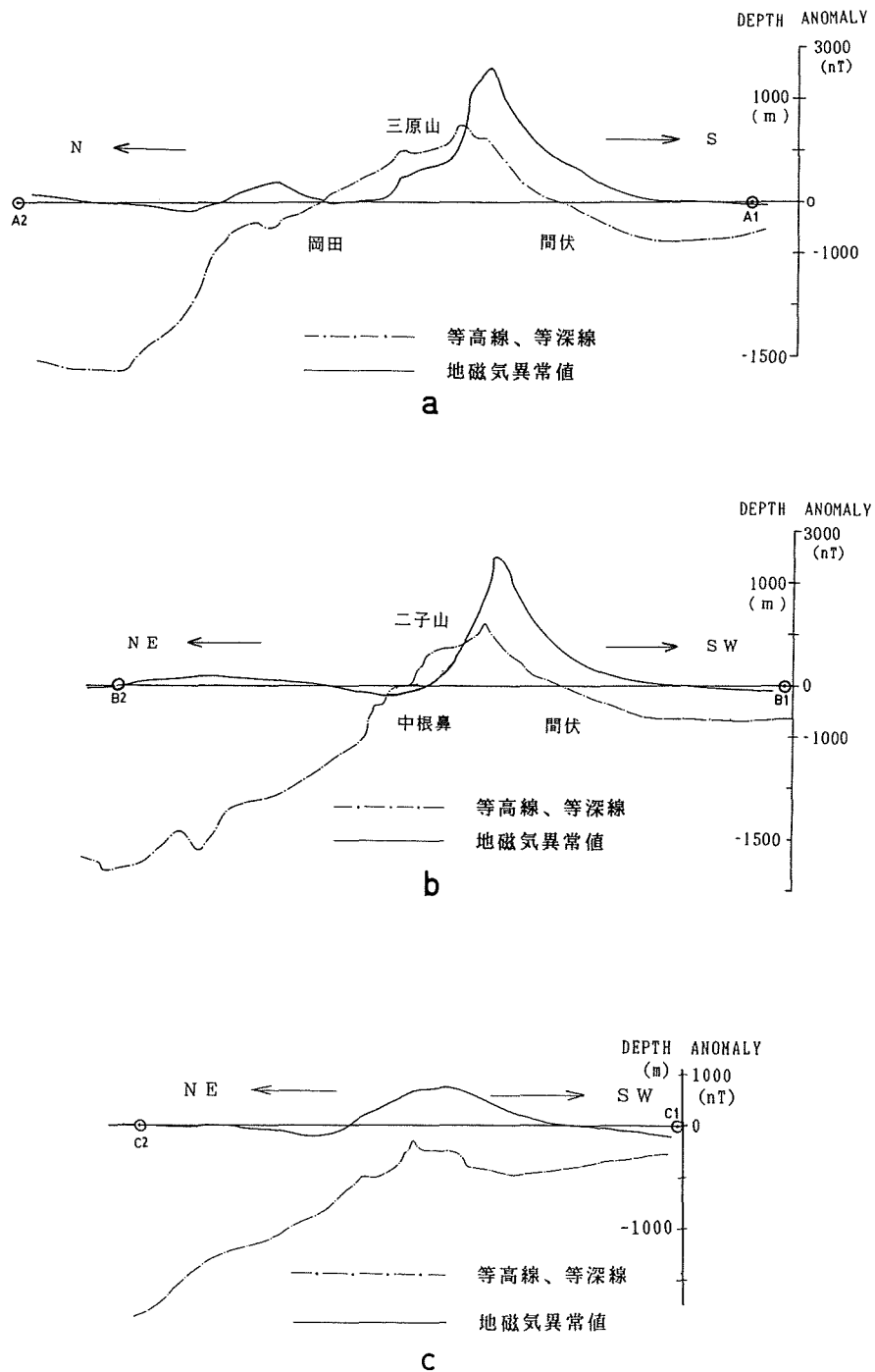


Figure 3 Magnetic anomaly profiles and their corresponding topographic cross section.
 (a) N-S profile running over Mt. Mihara.
 (b) SW-NE profile running over the summit of Mt. Futago.
 (c) SW-NE profile running over Habu spur.

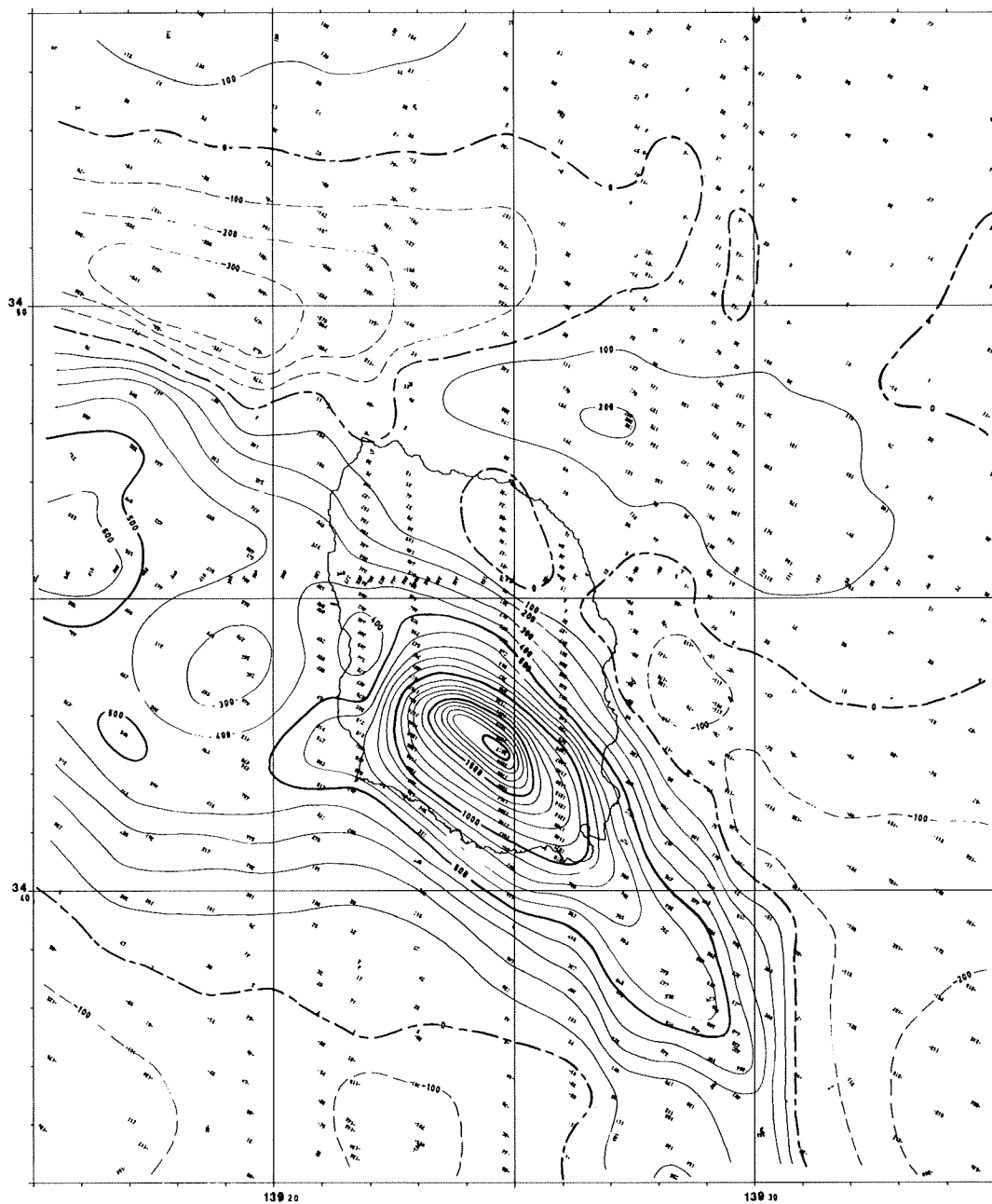


Figure 4 Aeromagnetic anomaly map over Osima Island and its adjacent sea area at height of 4000ft.

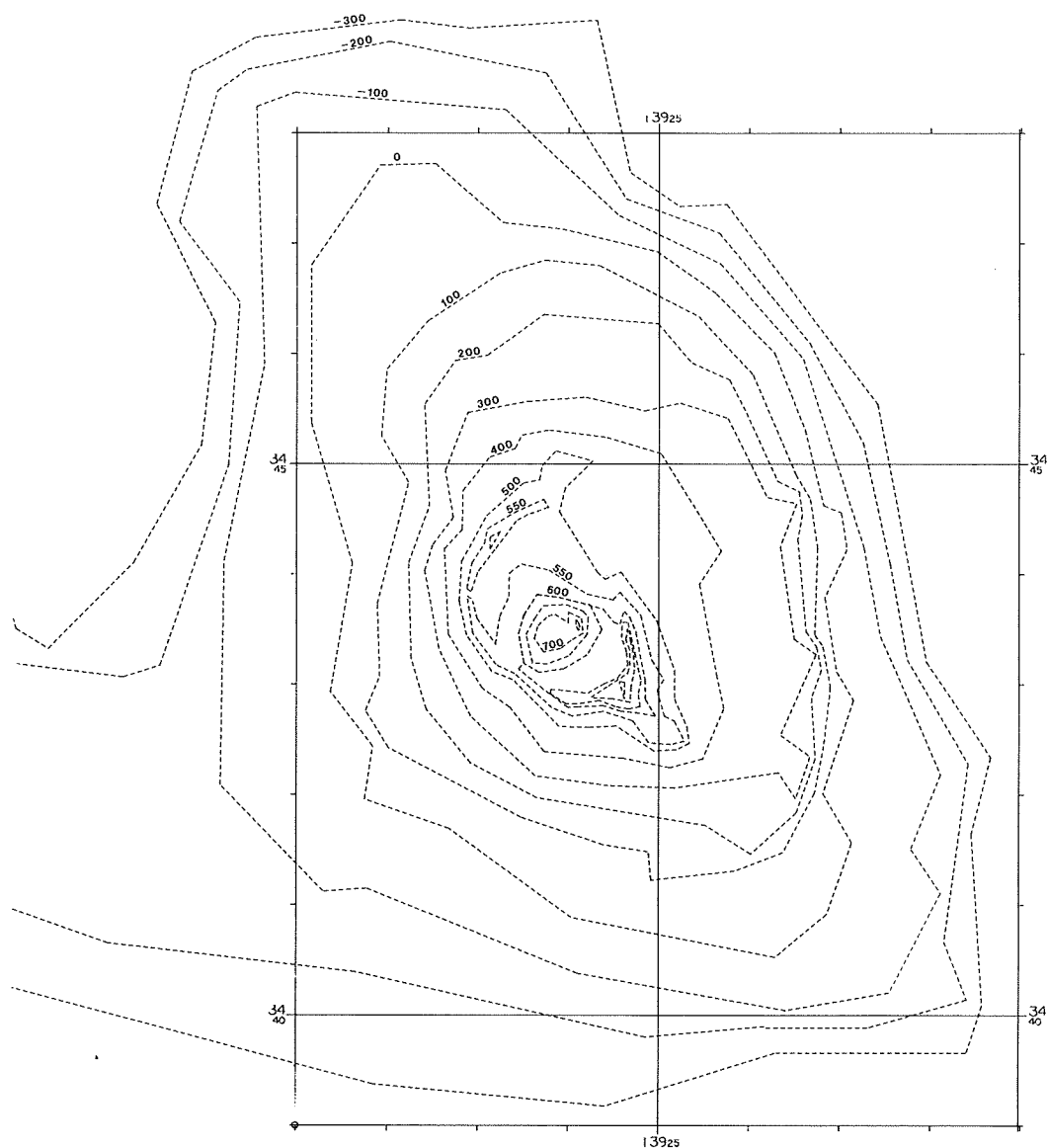


Figure 5 Results of three dimensional analysis on aeromagnetic anomaly measured at height of 3000ft above sea level.

(a) Approximated polygonal topography used in analysis

解析にあたっては外輪山及び標高600m以下の等高線で代表される大島の山体基盤と、カルデラ内の三原山のそれぞれの地形を多角形で近似し、第5図(a)に示すモデルをもとに解析を行った。また、高度3000ftの磁気異常を4000ft、6000ftに上方接続し、それらについても3000ftと同様の方法で解析を行った。

磁気異常の解析にあたっては、磁化方向と磁気モーメントを同時に求める場合（モード1）と、磁化方向をほぼ現在の磁場方向（Dec = 0°, Inc = 47°）と仮定し、各モデルの磁気モーメントを求める場合（モード2）の二つの方法で解析を行った。また、大島基盤の基底深度については、地形的には水深300m付近であるが、ここでは300mと500mの2つの場合について計算した。第2表は各モデルにもとづく解析結果をとりま

とめたものである。表中、モデル1～モデル4は3000ftの解析結果、モデル5, 6は4000ft、モデル7, 8は6000ftの解析結果である。モデル1, 3は、大島基盤の基底深度を水深300mと500mにした場合の結果である。解析精度を表すG-指数については(Uyeda & Richard, 1966)、モデル3(基底深度=500m)の方が大きい、残差平均値(Res)や標準偏差 σ では、モデル1(基底深度=300m)の方が良い。また、各変数の推定誤差を示すSDm, SDaについては、モデル1の方が全体的に小さくなっている。これらのことから判断して、大島の磁気基盤は、基本的には、地形的な基底深度である水深300m付近に一致するものと推定される。モデル1の解析結果では、大島基盤の磁化は、 $|J|=12.4\text{A/m}$, $\text{Dec}=25.4^\circ$, $\text{Inc}=61.4^\circ$ 、三原山が $|J|=6.7\text{A/m}$, $\text{Dec}=2.8^\circ$, $\text{Inc}=65.9^\circ$ の値となり、三原山の磁化強度が、大島山体基盤のそれに比べ約半分近い値となっていることがわかる。このような結果は、山体の磁化方向を現在の外部磁場方向に固定した場合(モード2)にも同じような結果が得られており(第2表, モデル2, モデル4)、三原山が熱消磁により磁化が減少している可能性を示唆するものとして興味深い。

Table 2 Results of three dimensional magnetic analysis on Osima island.

	Model	Base (m)	Model description Top (m)	Flight level (m)	Decl ($^{\circ}$)	Incl ($^{\circ}$)	Magnetization SDa ($^{\circ}$)	vector Intensity A/m	SDm A/m	G-ratio	Res	σ
1	Osima	-300	600	909	25.4	61.4	1.97	12.35	0.425	3.13	160.0	200.5
	Mihara	600	750		2.8	65.9	17.29	6.70	2.02			
2	Osima	-300	600	909	present direction		1.55	14.17	0.38	2.86	183.5	232.4
	Mihara	600	750				16.48	6.46	1.86			
3	Osima	-500	600	909	33.4	59.6	2.09	12.36	0.45	3.55	166.0	211.6
	Mihara	600	750		-1.4	67.3	17.50	6.98	2.13			
4	Osima	-500	600	909	present direction		1.65	14.19	0.41	3.17	193.5	244.5
	Mihara	600	750				16.73	6.69	1.96			
5	Osima	-300	600	1212	21.4	58.2	1.54	12.90	0.35	4.24	105.8	130.2
	Mihara	600	750		268.1	58.2	13.56	14.42	3.41			
6	Osima	-500	600	1212	26.4	56.9	1.69	12.84	0.38	4.71	113.4	141.8
	Mihara	600	750		-88.3	57.9	13.52	15.72	3.71			
7	Osima	-300	600	1818	18.9	56.5	1.35	12.80	0.30	5.85	60.1	76.1
	Mihara	600	750		263.0	53.7	14.19	30.10	7.45			
8	Osima	-500	600	1818	25.7	55.9	1.54	12.48	0.34	6.24	67.0	85.6
	Mihara	600	750		-78.7	57.5	13.47	35.40	8.32			

Present direction ; Decl= 0° , Incl= 47.2°

第5図には、モデル1の場合の入力異常図(磁気異常値から1次平面トレンドを除去したもの)、計算異常図、及び残差分布図(入力異常値-計算異常値)を示した。残差分布図からは、(1)大島の中央部をNW-SE方向に沿って正の残差域が延びている、(2)大島東側斜面と南西部に負の残差域が分布する、(3)カルデラ内に+500nTに達する顕著な正の残差域が分布する、等の特徴が認められる。このうち、(2)については、大島東側斜面下に古期筆島火山の山体が広がっており、この影響によるものと考えられている(Kodama & Uyeda, 1978)。一方、(1)で述べた特徴は、大島の磁気異常がモデル地形で計算した値よりも短波長成分に卓越していることを意味しており、大島山体の中央部をNW-SE方向に沿って、周囲より磁化の強い岩脈状の岩体が分布していることを示唆する。又、(3)に述べたように、カルデラ内に認められる500nTに達する正の残差域は、カルデラ床内に形成された磁化の強い熔岩層の影響ではないかと推察される。

高度4000ft, 6000ftについての解析も3000ftの場合と同じ方法で実施した。その結果は第2表モデル5～8に示した。第6図、第7図には、上方接続した磁気異常図、入力異常図、計算異常図、残差分布図を示した。

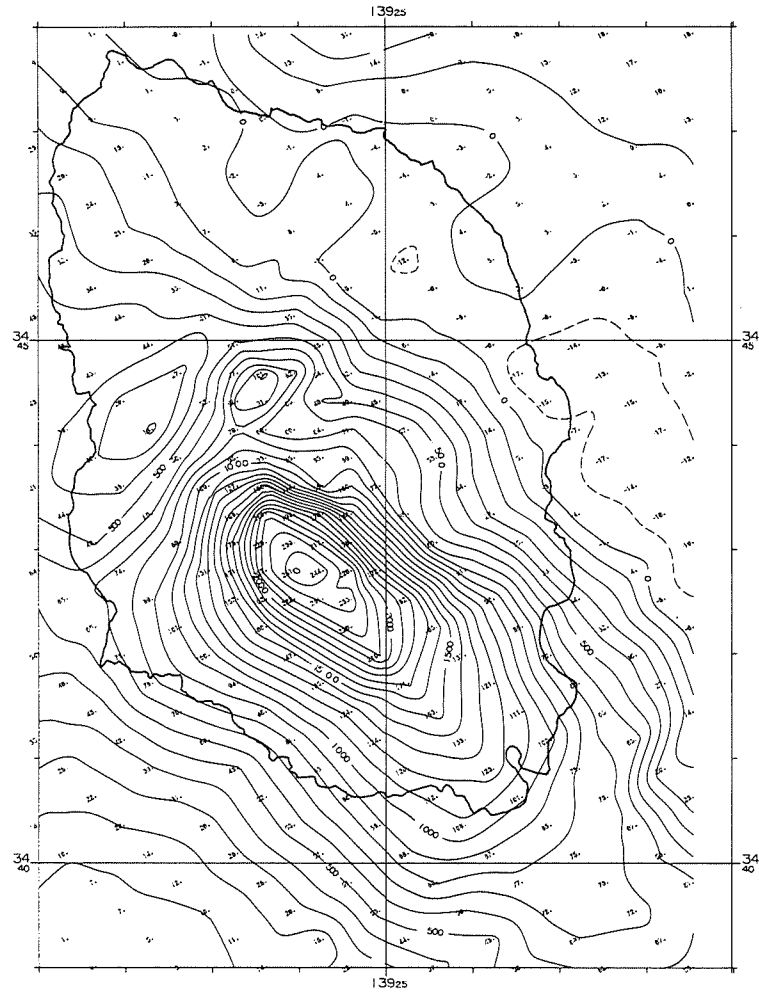


Figure 5 (b) Magnetic anomaly field at 3000ft used for analysis

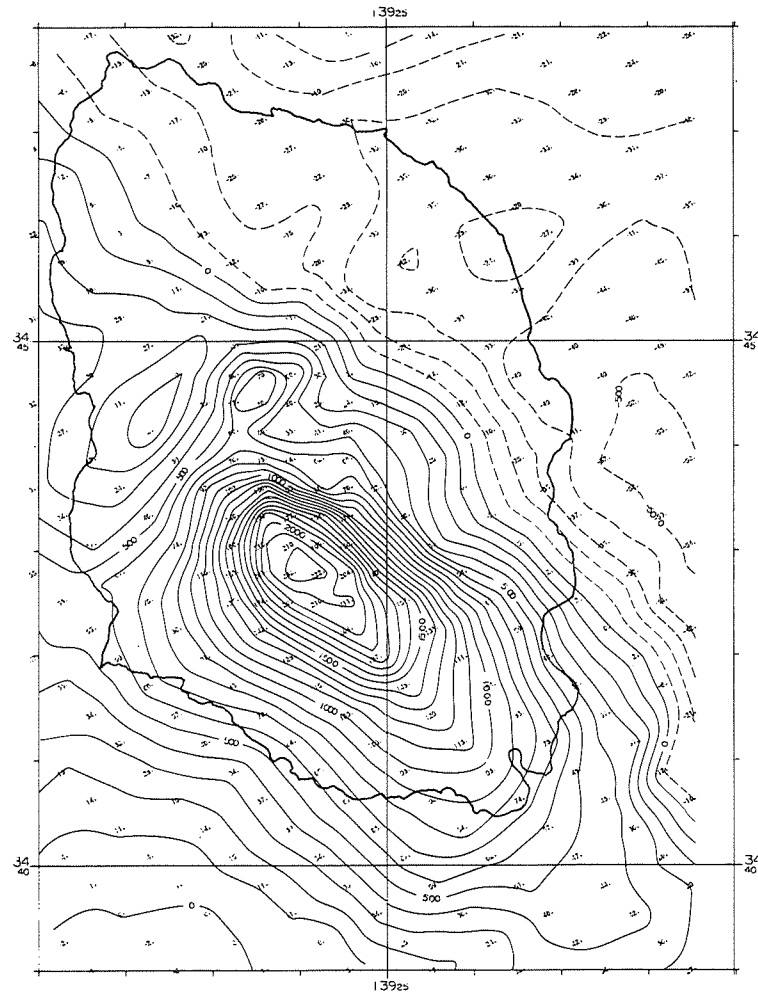


Figure 5 (c) Input anomaly field, which is derived by reduction of self calculated planar trend from observed magnetic anomaly field shown in (b)

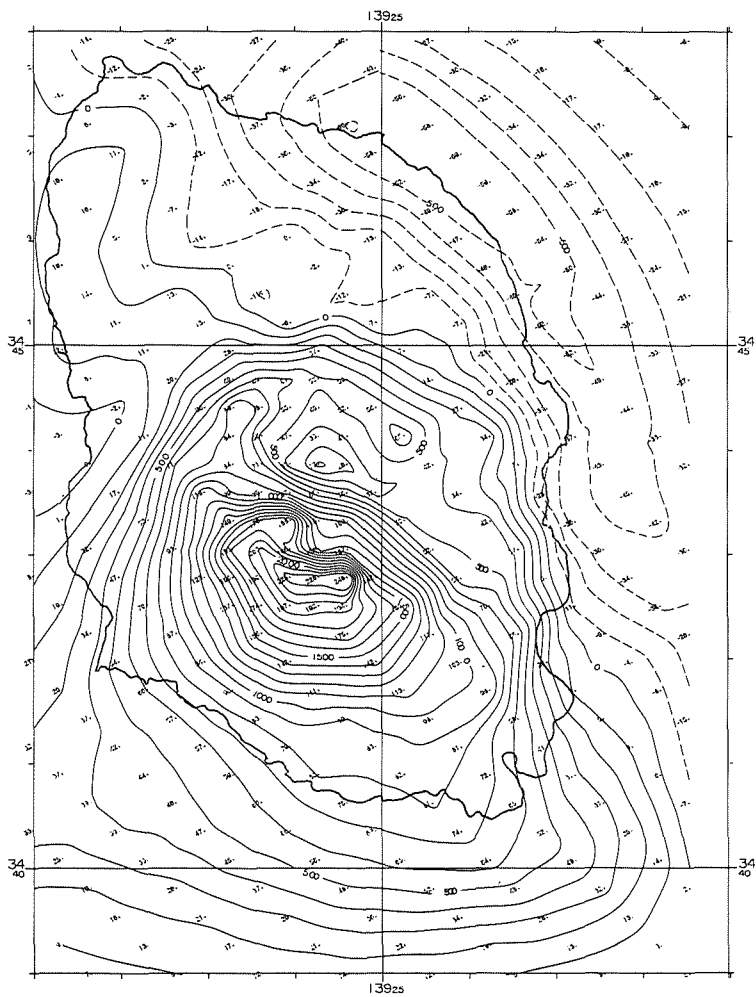


Figure 5 (d) Calculated anomaly field

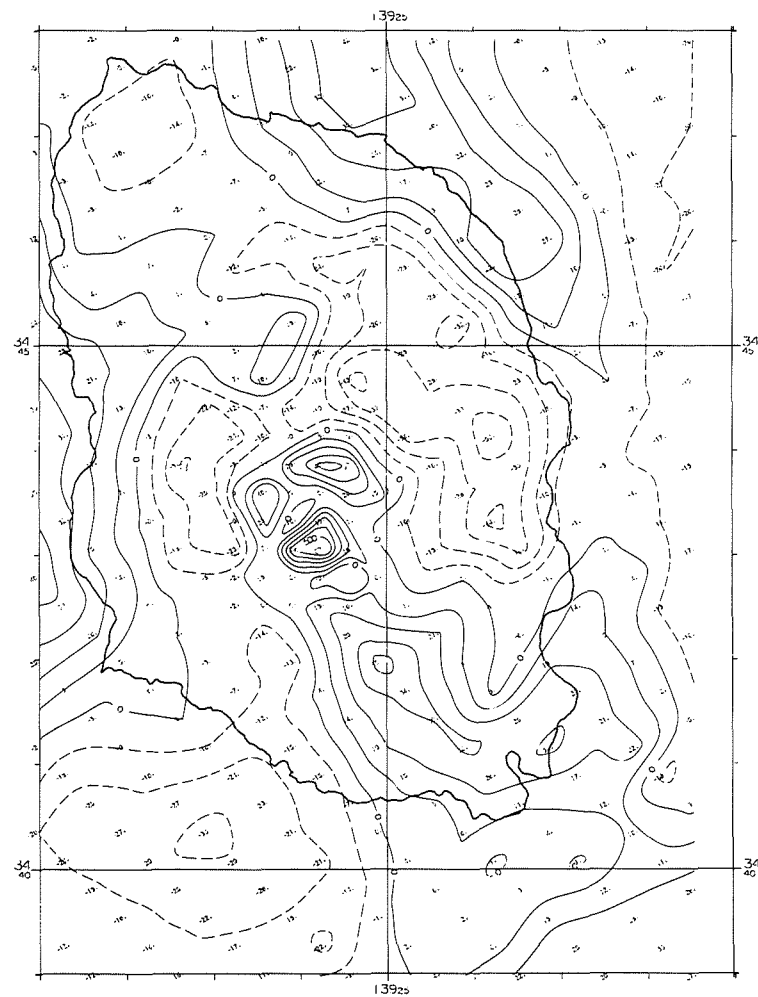


Figure 5 (e) Residual field, which is obtained by (c)-(d)

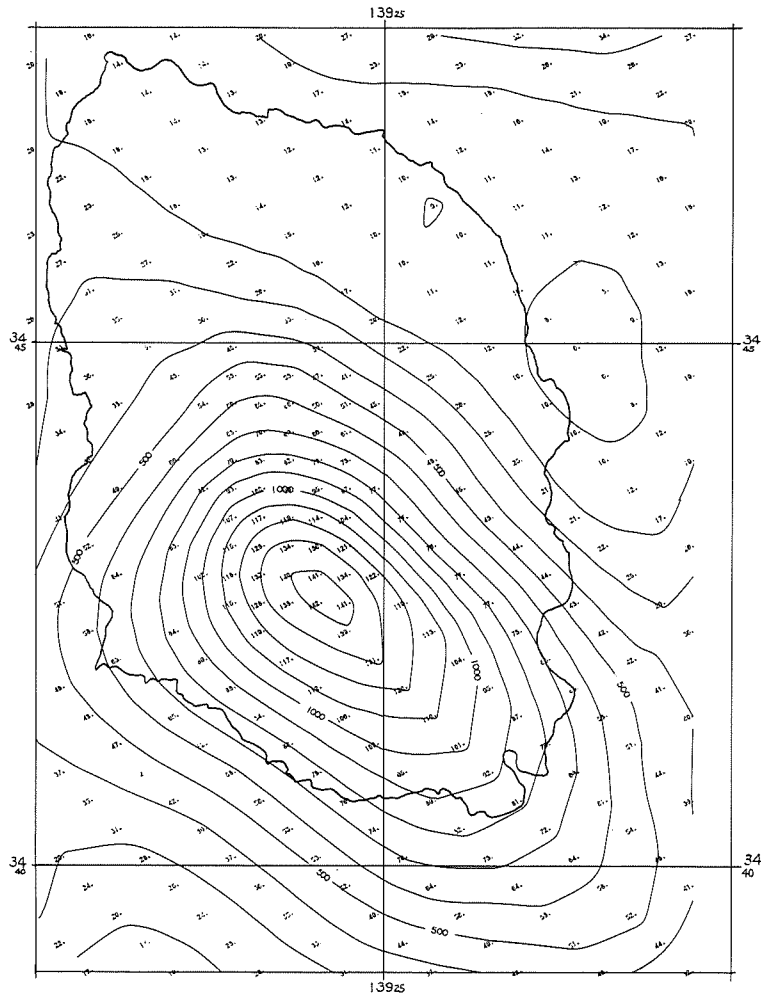


Figure 6 Results of three dimensional analysis on upward continued anomaly at 4000ft as shown in model 5 in Table 2.

(a) Upward continued magnetic anomaly at 4000ft, whose source field is shown in Fig. 5 (b)

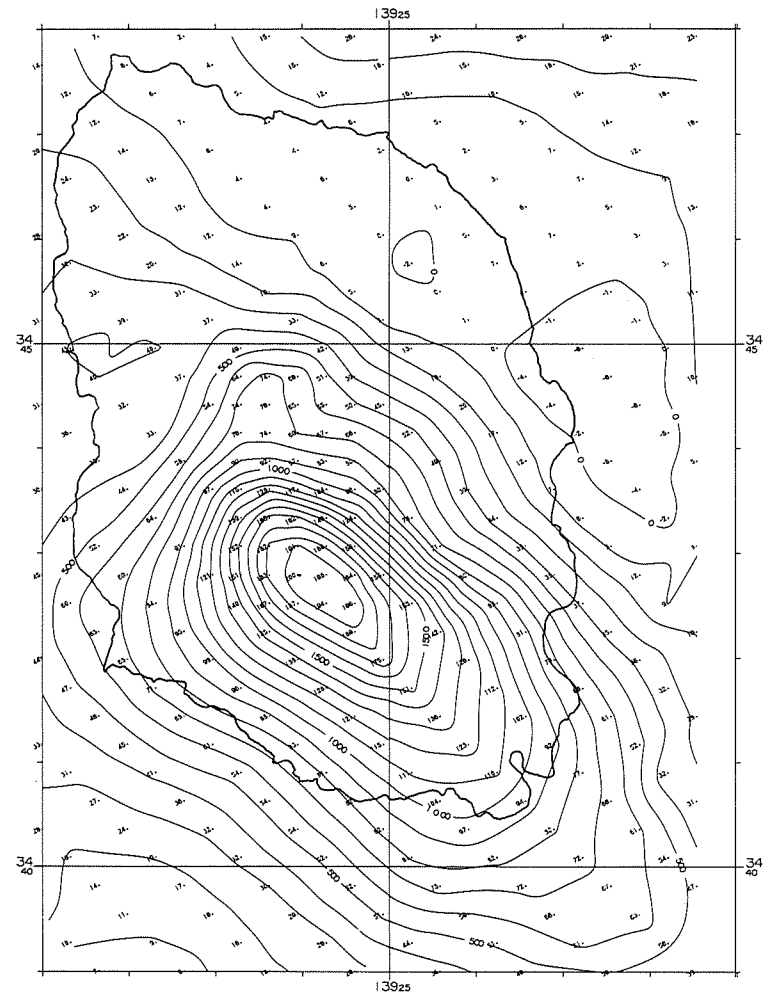


Figure 6 (b) Input anomaly field

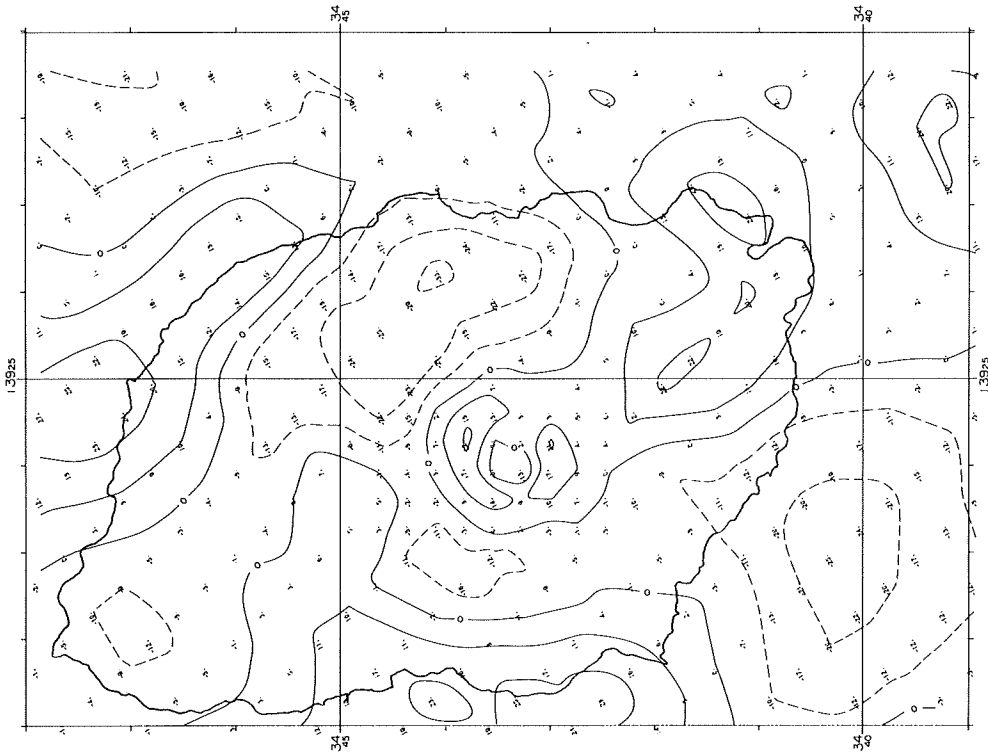


Figure 6 (d) Residual, which is obtained by (d)-(c)

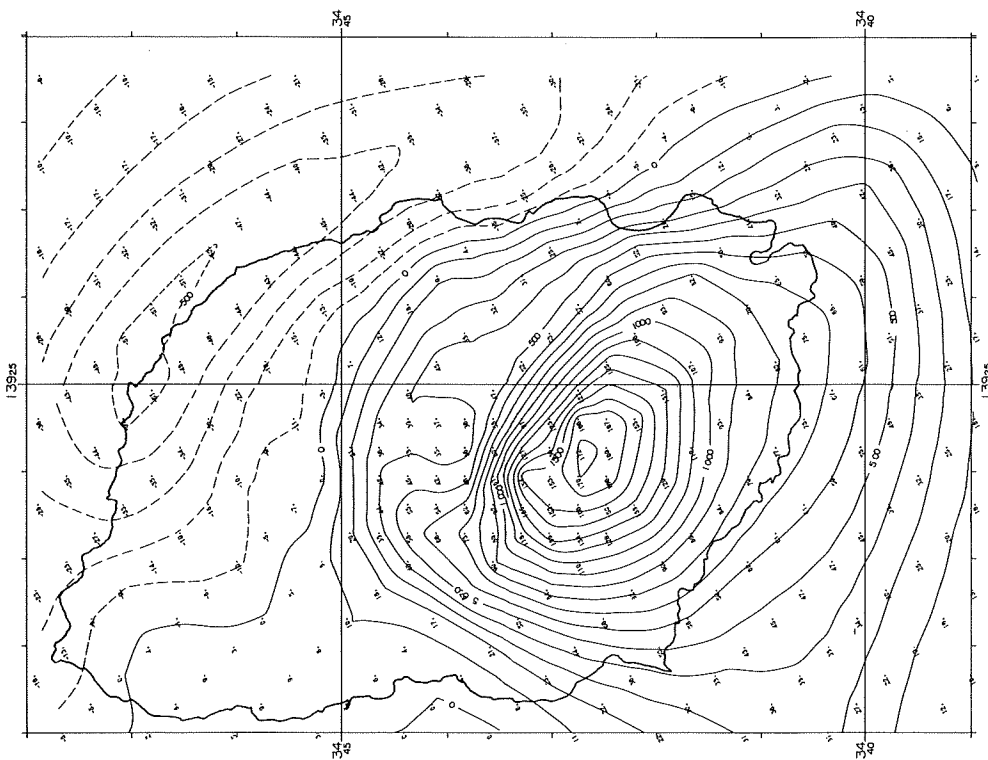


Figure 6 (c) Calculated anomaly field

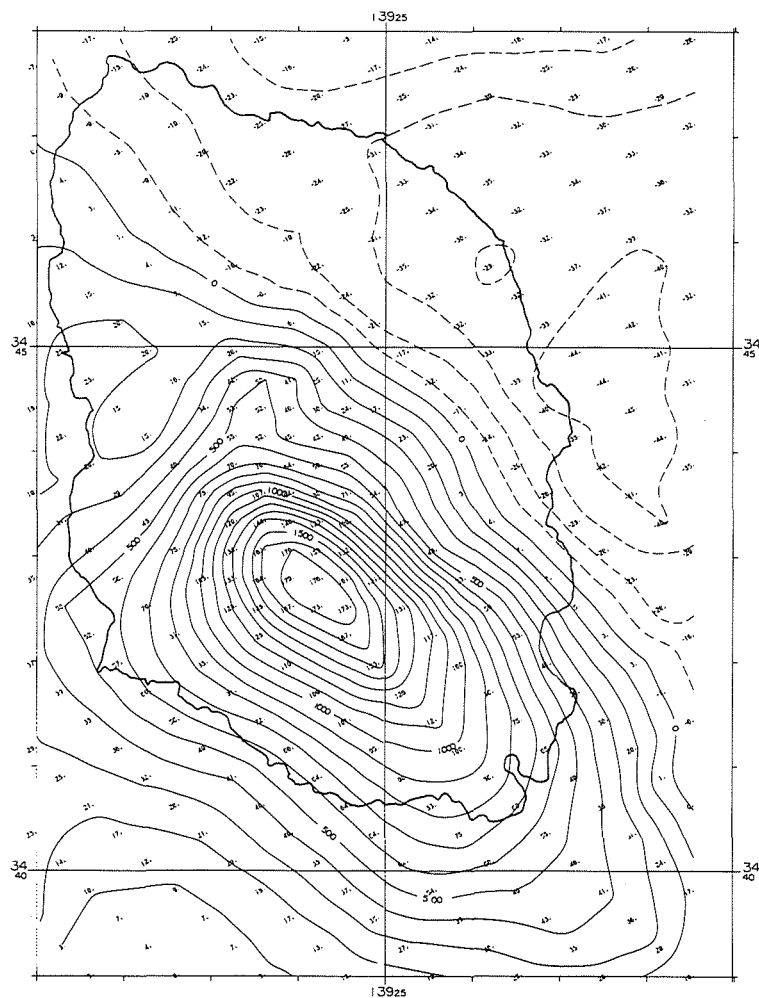


Figure 7 Results of three dimensional analysis on upward continued anomaly at 6000ft as shown in model 7 in Table 2.

(a) Upward continued magnetic anomaly at 6000ft, whose source field is shown in Fig. 5 (b)

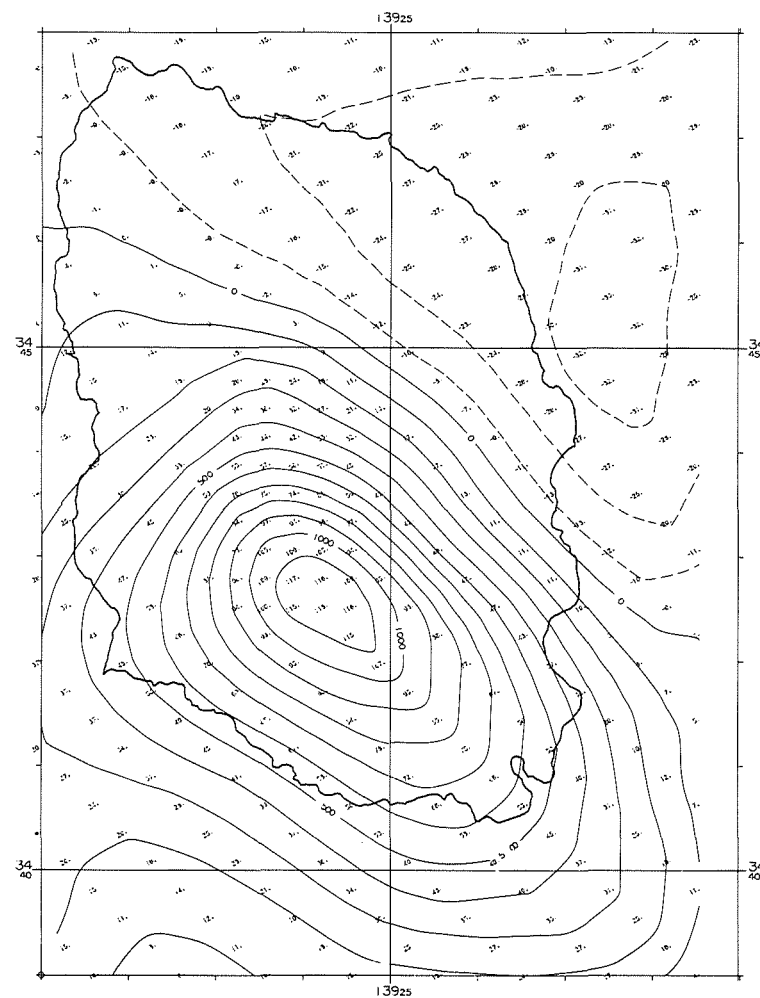


Figure 7 (b) Input anomaly field



3000ft の場合と比べ、4000ft, 6000ft の解析結果では、Goodness 指数も大きくなり、解析精度が向上していることがわかる。また、大島基盤の磁化強度、磁化方向の誤差範囲 (SDm, SDa) も減少しており、大島基盤に関しては高度6000ft の解析結果 (第2表モデル7) が最も信頼度が高いと考えられる。一方、三原山の磁化については、逆に高度が上昇するにつれて推定値の誤差が大きくなる。これは、高度が上昇するに伴い、三原山山体による短波長磁気異常が減衰し、逆に、大島基盤の磁気異常が強調されるためで、三原山の解析結果については、高度3000ft の解析結果の方がより信頼度が高いと言えよう。以上の解析結果を総合すると、伊豆大島山体基盤の磁化は、 $|J|=12.80\text{A/m}$, $\text{Dec}=18.9^\circ$, $\text{Inc}=56.5^\circ$, 三原山のそれは、 $|J|=6.70\text{A/m}$, $\text{Dec}=2.8^\circ$, $\text{Inc}=65.9^\circ$ となる。

3-2 伊豆大島の火山活動と地磁気変化

(1) 1986年12月の測量結果と1964年9月の測量結果との比較

水路部では1964年9月に上部マントル計画の一環として、伊豆大島の航空磁気測量を実施しており、そのときの結果が Utashiro et al (1972) によりまとめられている。伊豆大島は1964年以降、'74年当時に小噴火の活動が観測されているが、それ以後、今回の噴火に至るまでの間は、比較的静穏であった。伊豆大島では、1968年から西岸の野増観測所でプロトン磁力計による毎分値観測が実施されており、その結果によると、野増では1968年から1980年まで -1.8nT/年 の異常な全磁力の減少が継続していたことが明らかにされている (行式ほか, 1978, 1985)。また、1980年末頃からは、三原山南麓に設置されたプロトン磁力計の全磁力値が -6.5nT/年 の異常な減少を噴火直前まで継続していたことが知られており、(Yukutake et al., 1987)、今回の噴火活動の長期的前兆現象と考えられている。

第8回(a)は、今回の12月5日、17日の測量結果をもとに作成した全磁力図で、(b)は1964年の測量結果をもとに、プロッターで描画した全磁力等値線図である。それぞれの作成過程では、測線上に沿う全磁力値をもとに250m 間隔のメッシュデータを作成し、それをもとにプロッターで等値線を描画している。第8回(c)は、両者の差 ($V_{1986} - V_{1964}$) を示したもので、三原山の北側付近を中心に1000nT 以上に達する全磁力の減少域が認められる。'64年当時の全磁力図では、三原山の北側に凸状になって正異常域が延びているのに対し、今回の測量結果では、その凸状の部分が消失している。磁気異常の減少域は今回の噴火における B 火口の位置と良く一致している。一方、地質調査所では1978年9月に高度3500ft における大島の全磁力測量を実施しており、噴火後の測量結果 ('86年11月29日、30日に実施) との比較を発表している (中塚, ほか, 1987)。この結果では、第8回(c)に示したような1000nT 以上の減少は認められないとのことである。このことから判断すると、第8回(c)に示した全磁力の減少は1964年9月から1978年9月までの16年間の間に生じたことになる。残念ながら、このような変化量を地上観測でモニターしたものではなく、今回の地磁気変化量の妥当性については、今後さらに検討を加えて行きたい。

火山活動に伴う地磁気変化を議論する場合には、その変化が可逆的なものかどうか、さらには、噴火後の地磁気変化の経緯等についてもひきつづき監視する必要がある。その意味でも、今回の測量により、伊豆大島上空3000ft において精密な磁気図が作成でき、大島の磁気データベースが確立できたことの意義は重要であろう。今後は、今回の成果をもとに、大島の火山活動に伴う地磁気変化について、ひきつづき検討を加えるとともに、実際の測量を実施し、その変化の検出に努めたいと考えている。

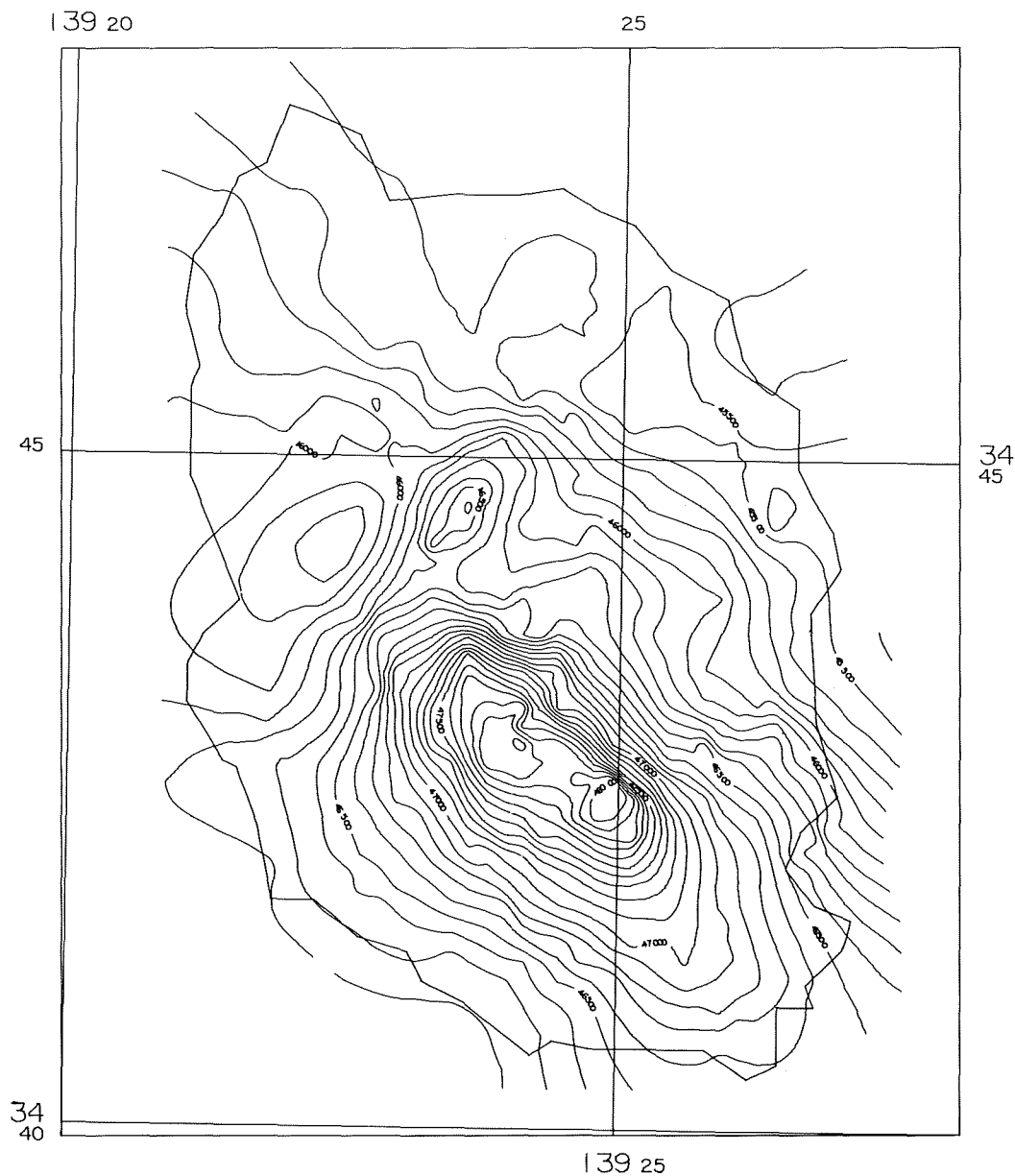


Figure 8 „ Comparison of total magnetic force over Osima island at 3000ft between two sources, one was surveyed on Dec 5 and Dec 17, 1986 and the other was surveyed in Sept 1964.

(a) Total magnetic force compiled magnetic survey data in Dec, 1986.

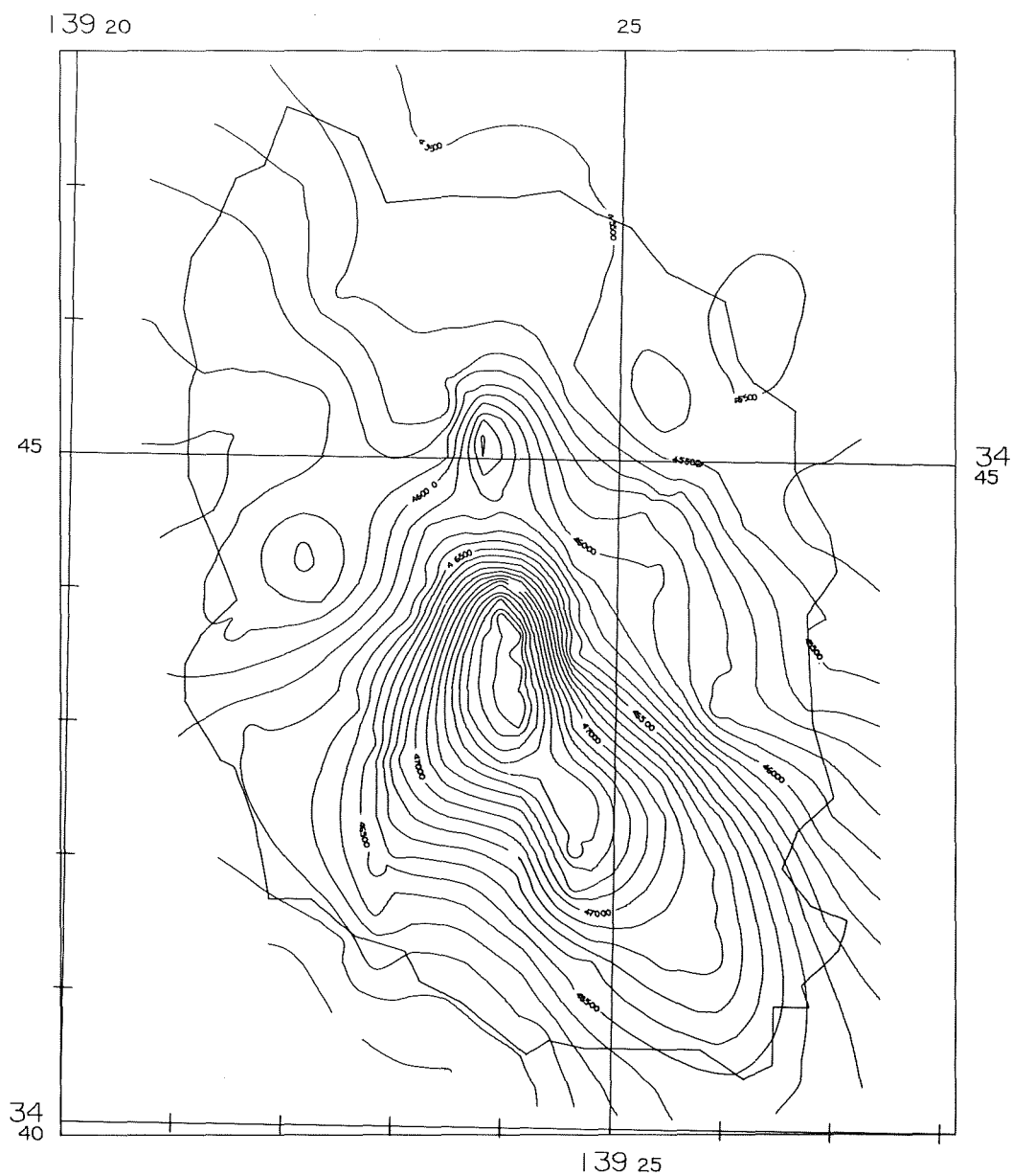


Figure 8 (b) Total magnetic force compiled from magnetic survey data in Sept, 1964.

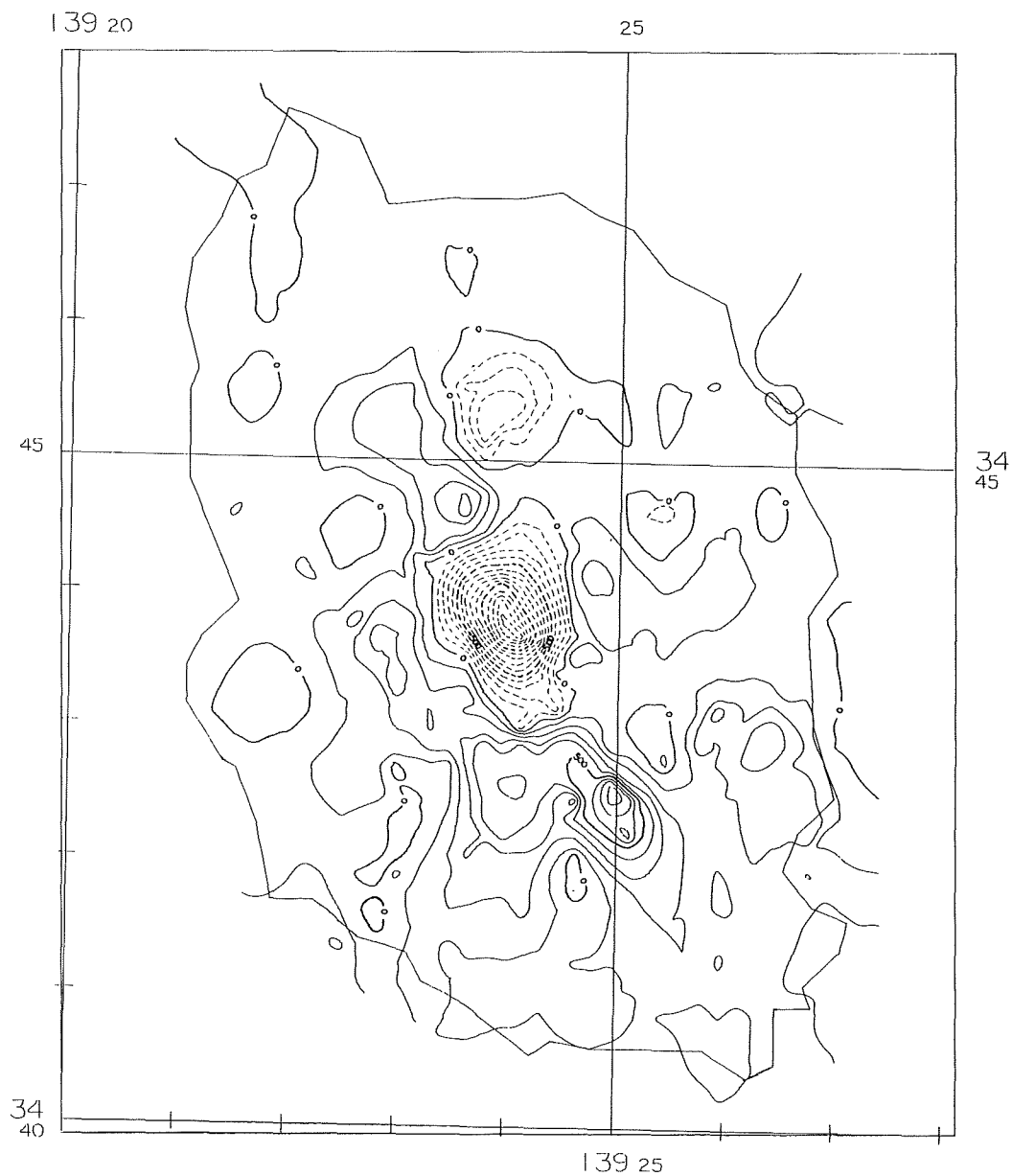


Figure 8 (c) Change of total force calculated by (a)-(b).

(2) 1986年伊豆大島噴火後の地磁気変化量の推定

伊豆大島の噴火後における地磁気変化の推移を求めるため、第8図(b)に示した全磁力図をベースにして、12月24日以降の各照査線における航空磁気測量結果との比較を行った。火山活動に伴う地磁気変化を議論する場合、①変化量の大きさとその分布域、②地磁気変化が検出された場合には、その後の地磁気変化の推移を、時間的経過とともに明らかにすること、の2点が重要である。今回の航空機による照査線上の地磁気のくり返し測定は、このような目的に向けた一つの試みである。

第9図は'86年12月24日と'87年1月19日の照査線の位置を全磁力図上に示したものである。

高度3000ftの測量では、三原山山頂からわずか150m余りしか離れておらず、第3回目以降の測量では再噴火の可能性もあるため火口直上を飛行する測線は設定できなかった。しかし、3回目、4回目(第1表)の照査線は、三原山北側のカルデラ内を横断しており、山体内部で大規模な磁氣的構造変化があれば、十分検出できるものと考えられる。

第9図(b)~(f)には、各照査線における全磁力の比較結果を示した。図中A測線は'86年12月24日、B測線は'87年1月19日の測線である。このような照査線での地磁気変化を検出しようとする場合には、航空機の測位誤差が重要な要素となる。そのため、有限の測位誤差の場合に、どの程度の地磁気変化が見かけ上生じるかを検討する必要がある。ここでは、第9図に示した大島上空の全磁力図をもとに、測位誤差50mの場合に予想される地磁気比較誤差量を計算した。作成方法は200mメッシュのデータを作成し、各グリッド点での最大水平勾配を求め、それに測位誤差を累ねることにより求めた。その結果が第10図である。この図によると三原山の南側から二子山へとつづく高異常帯に沿っては、急な磁気勾配を反映して比較誤差は100nT以上に達する。また、三原山山頂北側にも100nT以上に及ぶ比較誤差の大きい領域が認められる。測位誤差が100mであれば、ここで示した比較誤差も2倍となる。各照査線での比較結果では、概ね100~150nT以内の範囲で全磁力値が一致しており、測位誤差による比較誤差の範囲内に収まる。このことから、少なくとも、噴火後から'87年1月中旬頃では、顕著な地磁気変化はなかったものと推定される。

(3) 地磁気変化量のモデル計算

伊豆大島のような玄武岩質の火山では、山体の平均磁化は $|J|=0.012\text{emu/cc}$ にも達する。また、タルワニ法で解析した残差分布図(第5図(e))によれば、カルデラ床付近は周囲よりもさらに磁化が大きいものと推定される。このような火山ではマグマの上昇に伴い、山体内部の熱消磁過程が進行し、これに伴う地磁気変化が予想される。ここでは、マグマの貫入に伴う地磁気変化量について2、3の場合についてモデル計算を行った。これらの結果は、今回の伊豆大島噴火活動期間中の山体内部の物理的状態の変化を推定するうえで重要であろう。

① 火道部分の熱消磁による地磁気変化

第11図は、火道を一辺300mの4角柱で近似し、その部分が熱消磁した場合の地磁気変化の計算結果である。このモデルでは、山体の平均的磁化を $|J|=0.01\text{emu/cc}$ 、磁化方向は $\text{Dec}=0^\circ$ 、 $\text{Inc}=47^\circ$ と仮定した。また、火道の形成は、磁化した山体部分にマグマが貫入したものと仮定している。(A)また、測量高度は海面上915mと仮定した。この結果によると、マグマが測量高度から215mの距離まで上昇した場合、火口の南側では地磁気全磁力は約870nT減少する。また、北側では逆に300nT程増加する。 $|J|=0.014\text{emu/cc}$ の場合では、減少値は1200nT弱の値となり、第8図に示した地磁気変化量とほぼ同じ程度の減少量となる。しかし、この場合でも、マグマの上面が海面上300m付近まで上昇した場合でも、その変化量は100nT程度の減少にすぎない。このような変化がもともと磁気異常の平坦な場所で発生すれば、飛行機によるくり返し測量でも検

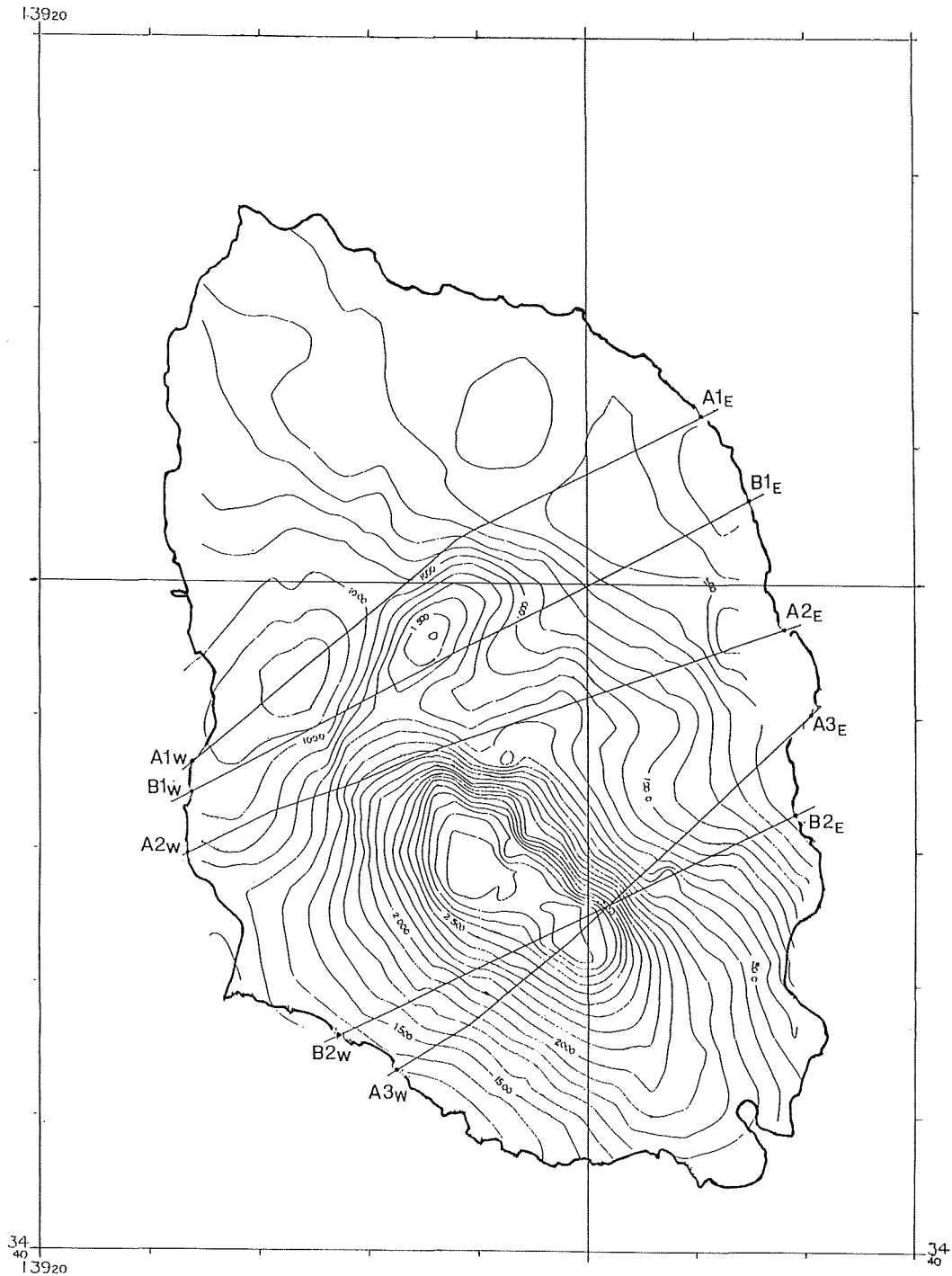


Figure 9 Magnetic survey along reference flight course from Dec 24, 1986 to Jan 19, 1987.

(a) Reference flight courses are shown on total magnetic map at 3000ft derived from survey data of Dec 5, Dec 17, 1986, which is used as reference total field in comparison as shown in (b) to (f).

(1) 照査測線 A1 W-E (1986年12月24日測量) における全磁力値の比較結果

点線 : 12月 5日, 17日の全磁力等値線の値
実線 : 12月24日の測量結果

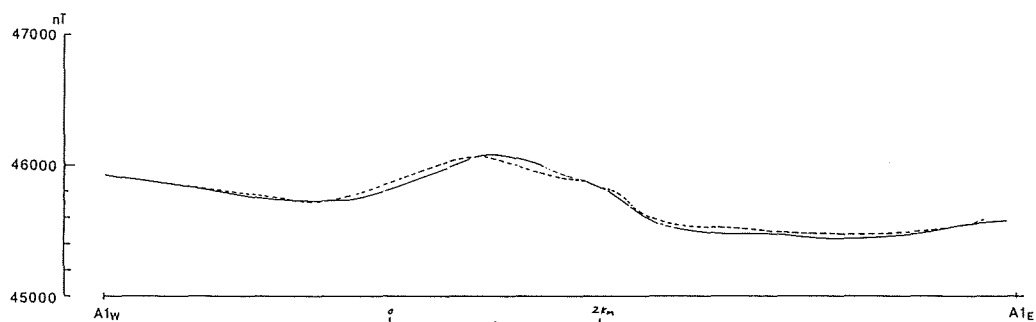


Figure 9 (b) Magnetic deference along reference flight cources.

(2) 照査測線 A2 W-E (1986 年12月24日測量) における全磁力値の比較結果

点線 : 12月 5日, 17日の全磁力等値線の値
実線 : 12月24日の測量結果

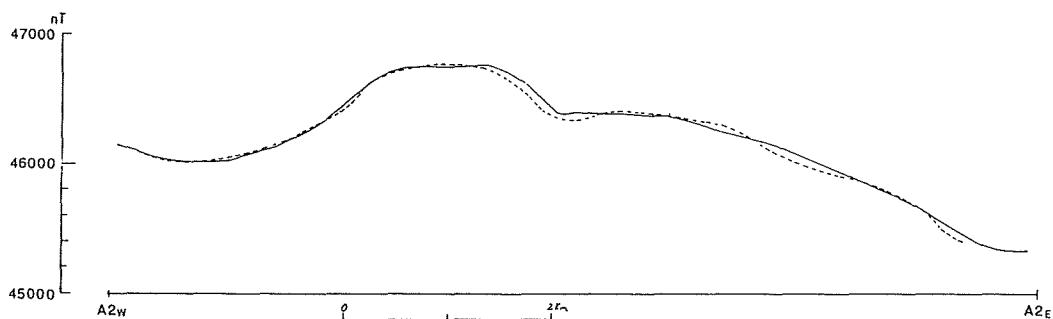


Figure 9 (c) Magnetic deference along reference flight cources.

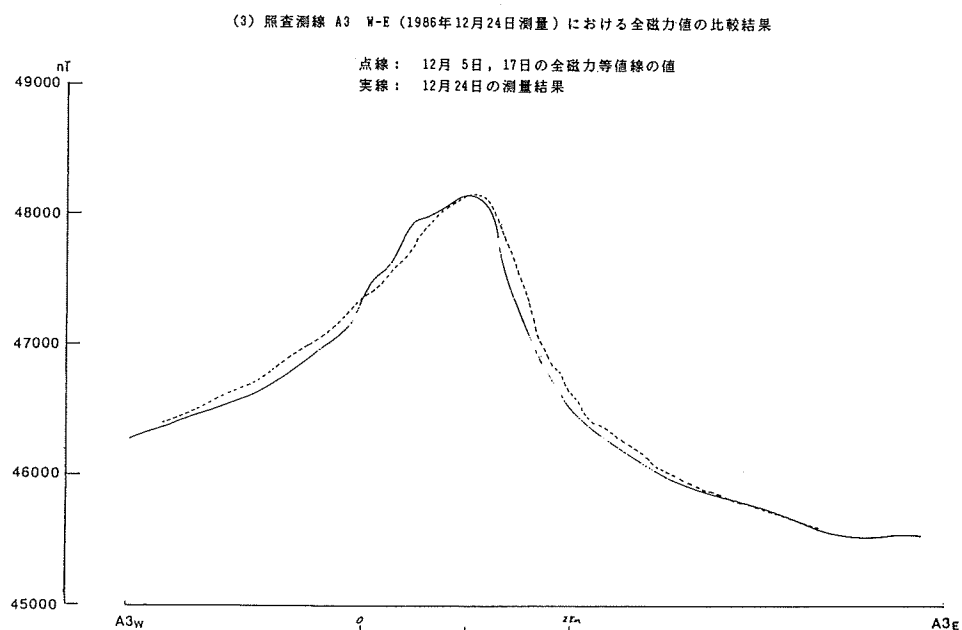


Figure 9 (d) Magnetic deference along reference flight cources.

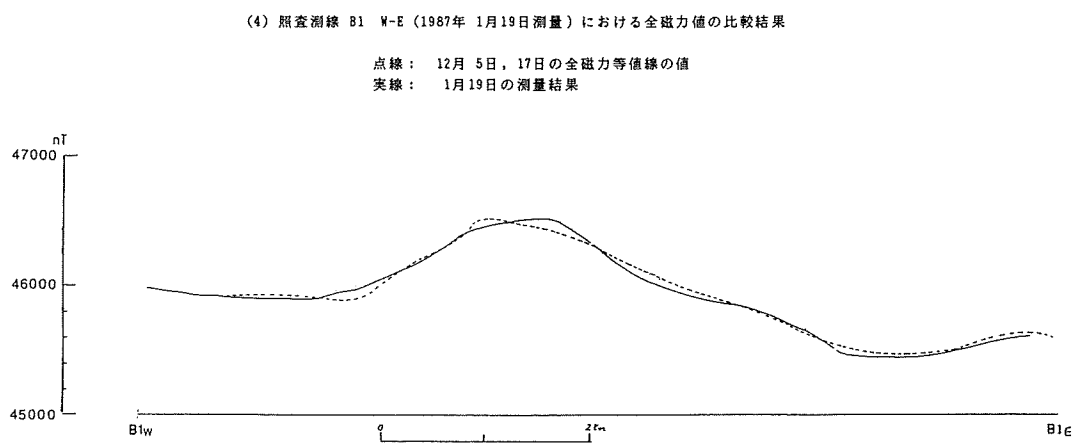


Figure 9 (e) Magnetic deference along reference flight cources.

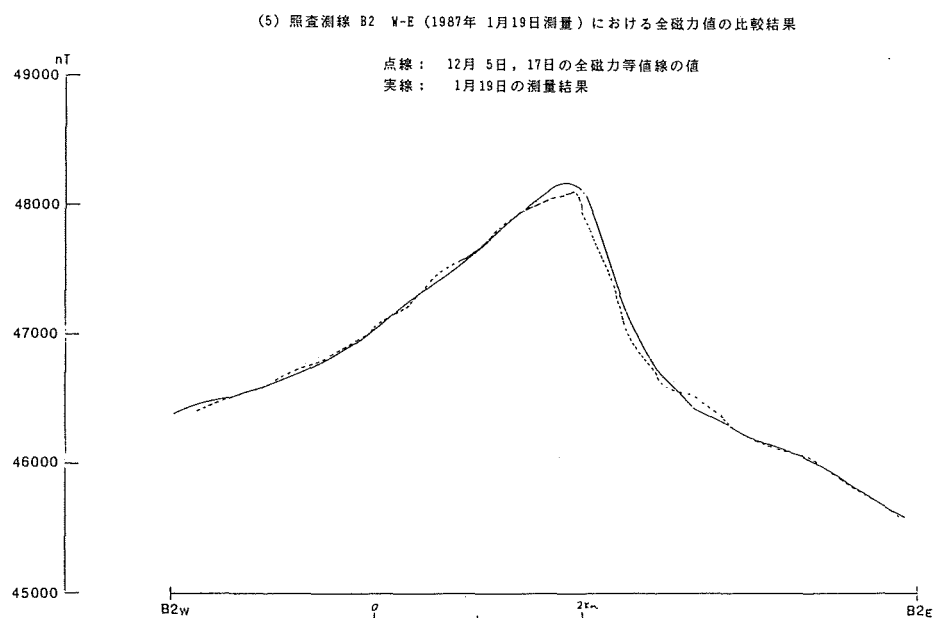


Figure 9 (f) Magnetic deference along reference flight cources.

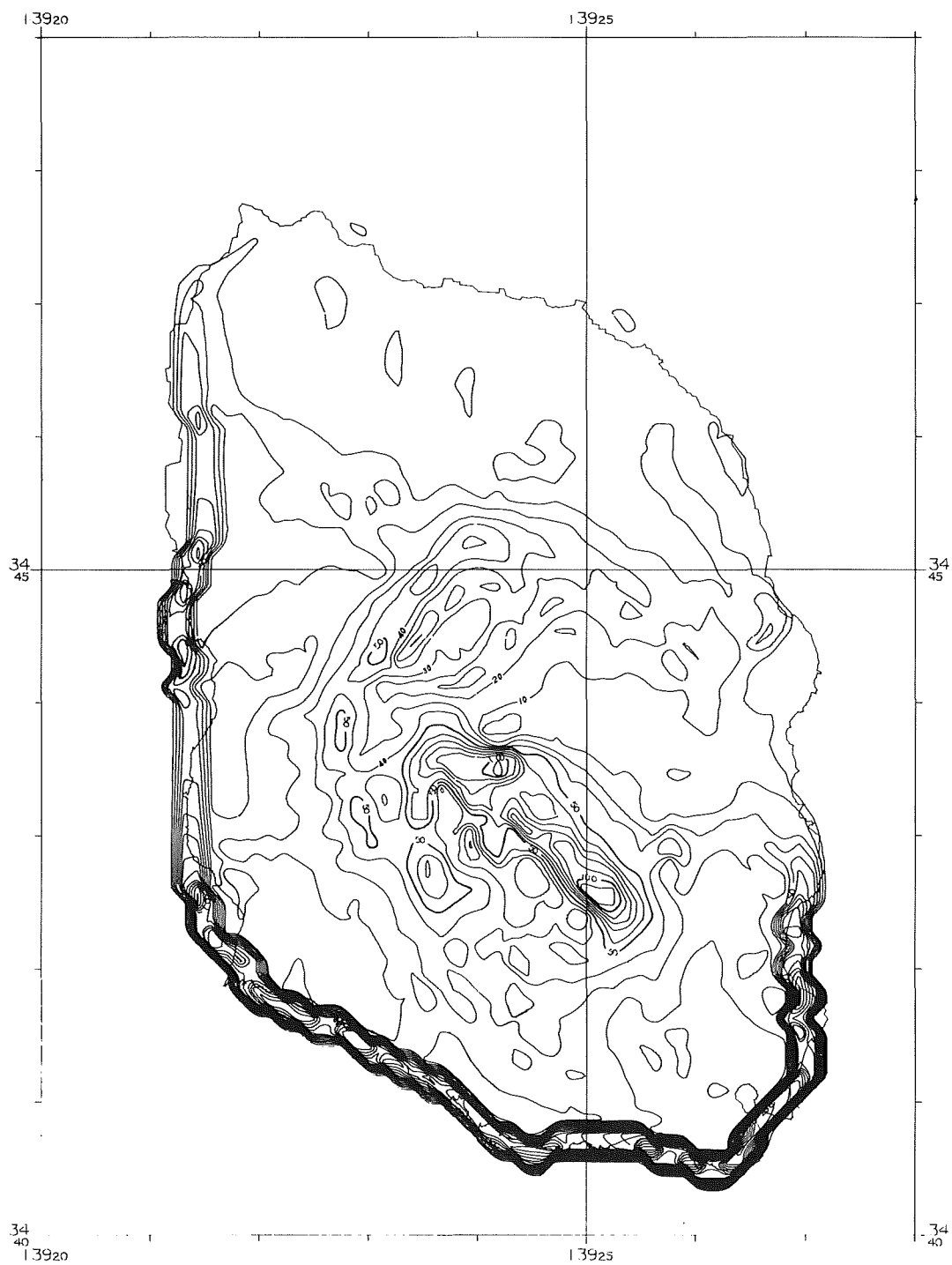


Figure 10 Estimated cross deference of total force under positioning error of 50m.

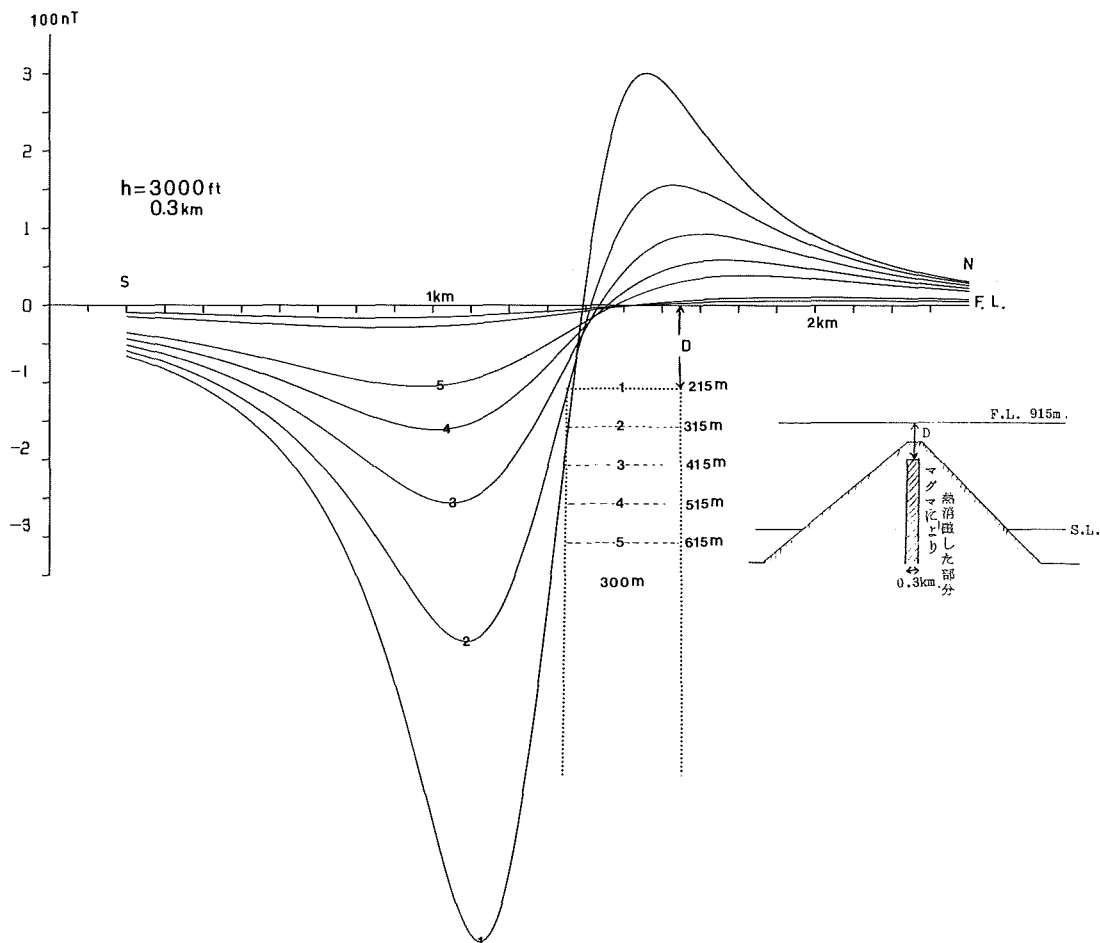


Figure 11 Magnetic change caused by demagnetization of prism shaped body. Horizontal length of prism is $300\text{m} \times 300\text{m}$. Assumed magnetization is $|J| = 10 \text{ A/m}$, $\text{Dec} = 0$, $\text{Inc} = 47$.

出できると思われるが、磁気異常の急峻な場所であれば、その検出は第10図の比較結果で示したように非常に困難であろう。しかし、飛行機の利点は、このような変化を陸上の場合のように点としてではなく、面的にとらえることができるところにある。航空機による地磁気のくり返し測量は、火山体内部の熱的状态の変化を把えるうえで重要な情報を我々に提供してくれるものであり、今後とも実施する必要がある。特に、大島の場合には、火口底高度が低下した場合に、地磁気がどのように変化するか、非常に興味を持たれる点である。

② ダイク状のマグマの貫入に伴う地磁気変化

'86年11月21日の大島噴火では、安永噴火以来の側噴火が外輪山を切って発生した。このときの噴火により C_1 から C_{12} の火口列が生じた。このような線状割れ目噴火に伴う地磁気変化量を推定するため、例として、一辺 3 km 、上面深度 300m 、下面深度 1200m 、走向方向の長さ 3 km 、周囲の平均磁化 $|J| = 0.01 \text{ emu/cc}$ とし、その貫入岩体の幅が 50m 、 20m 、 10m の場合について熱消磁に伴う地磁気変化量を計算した。その結果を第12図に示した。幅 50m のダイクでは、振幅にして約 250nT 、幅 20m では約 80nT 、幅 10m では 40nT の変化が、それぞれ予想される。

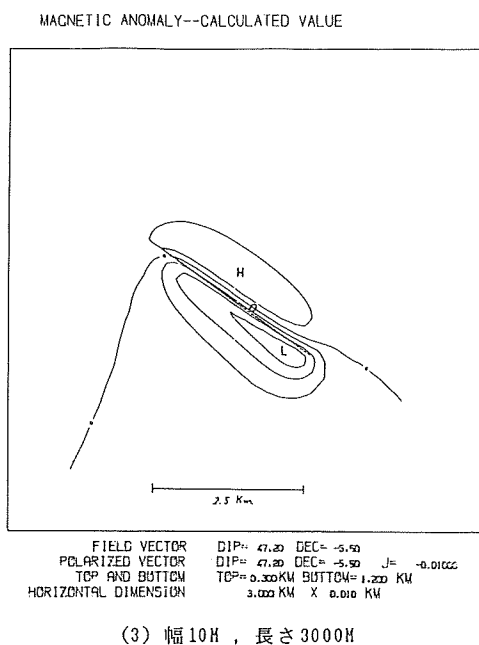
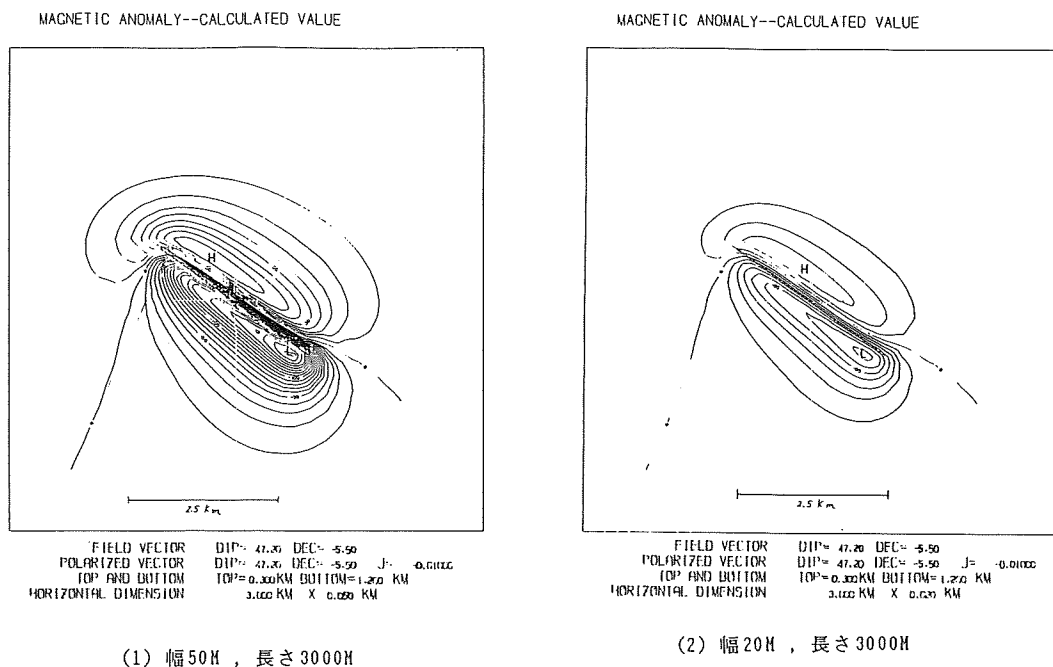


Figure 12 Magnetic change caused by demagnetization of tabular body.

一方、今回の噴火に伴う地殻変動の結果からも、複数の貫入ダイクモデルが出されている。それらのうちの代表的なものとして、中村（1987）や多田、橋本（1987）があげられる。前者では、走向方向の長さ20km、深さ数km、幅1 m、後者では、走向方向の長さ15km、深さ10km、幅2 mである。マグマの貫入に伴う熱消磁の部分は熱の伝導効果により、このような地殻変動から推定される幅と比べ、若干厚くなると予想されるが、大きく見積もったとしても幅20m以上の部分が、貫入に伴い熱消磁の影響を受けることは考え難い。それ故、ダイク貫入に伴う地磁気変化量としては、幅10m~20mのモデル計算結果に、より以上の量を期待することはむずかしい。このような貫入マグマに伴う地磁気変化量を検出するには、飛行高度をより低くすることが一つの手段であるが、現行のYS-11型機では危険が伴う。この意味で、もう少し小回りのきくヘリコプター等を使用することも今後は検討する必要があるだろう。

3-3 航空磁気測量のまとめ

昭和61年伊豆大島噴火を契機に、昭和61年12月5日から昭和62年3月19日にかけて、のべ7回にわたり同島の航空磁気測量を実施した。その結果、高度3000ftでの伊豆大島の精密磁気図を作成することができた。この成果は、今後の同島の火山体内部構造や、噴火に伴う地磁気変化等の研究にとって不可欠かつ重要な基礎的科学資料となるだろう。

本論文では、今回の測量結果をもとに作成された大島の磁気異常の特徴を述べるとともに、3次元タルワニの方法を用いた解析結果を紹介した。また、1964年当時の測量結果との比較、噴火後の地磁気変化量の判定結果、等についても、いくつかのモデル計算結果を合わせて若干の考察を行った。これらを要約すると下記のとおりである。

- ① 大島の磁気異常は、山体地形に伴う異常と、NW-SE方向に延びる2次元構造を有する磁気基盤の影響が重畳したものである。
- ② 大島山体の平均的磁化は $|J|=12\text{A/m}$ 、三原山のそれは $|J|=6\text{A/m}$ となり、三原山の磁化は平均的値の約半分となる。また、カルデラ床内には熔岩層によるとみられる強磁化層の存在が推定される。
- ③ 今回（'86年12月測量）の測量結果と1964年9月の測量結果を単純比較した結果では、三原山火口北側付近で最大1000nT以上の全磁力の減少域が認められる。
- ④ 噴火後に実施した高度3000ftの照査線での測量結果によると、12月5日、17日の時点から1月20日に至る間の地磁気変化には有意な変化が認められなかった。

4. 島内移動観測

4-1 GSI型磁気儀による偏角・伏角の観測

観測点は、C火口のほぼ延長上に位置する測候所（SO）、二子山（FU）と三原山東方の裏砂漠（UR）の三点で、いずれも伊豆大島火山観測所の全磁力測点の近傍である（第13図）。各測点ではGSI型磁気儀とプロトン磁力計による絶対観測を5対回実施し、その平均値を求めた。また、真方位は太陽の任意時観測法によった。なお、測点FUにおける後期の観測は、付近が工事のため実施できなかった。各測点における絶対観測の結果並びに、八丈を基準にして求めた測点SOとURにおける前期、後期間の変化量（後期-前期）を第3表に示した。磁気儀再設置の場合は高さが問題となるが、測点での鉛直磁気勾配はSOが10nT/m、URが15nT/mであり、第3表の変化量は磁気儀設置に伴う誤差量よりも一桁近く大きい。しかし、外部磁場変化補正量のバラツキを考慮に入れば、これらの変化が火山活動に伴うものかどうかは明瞭ではない。

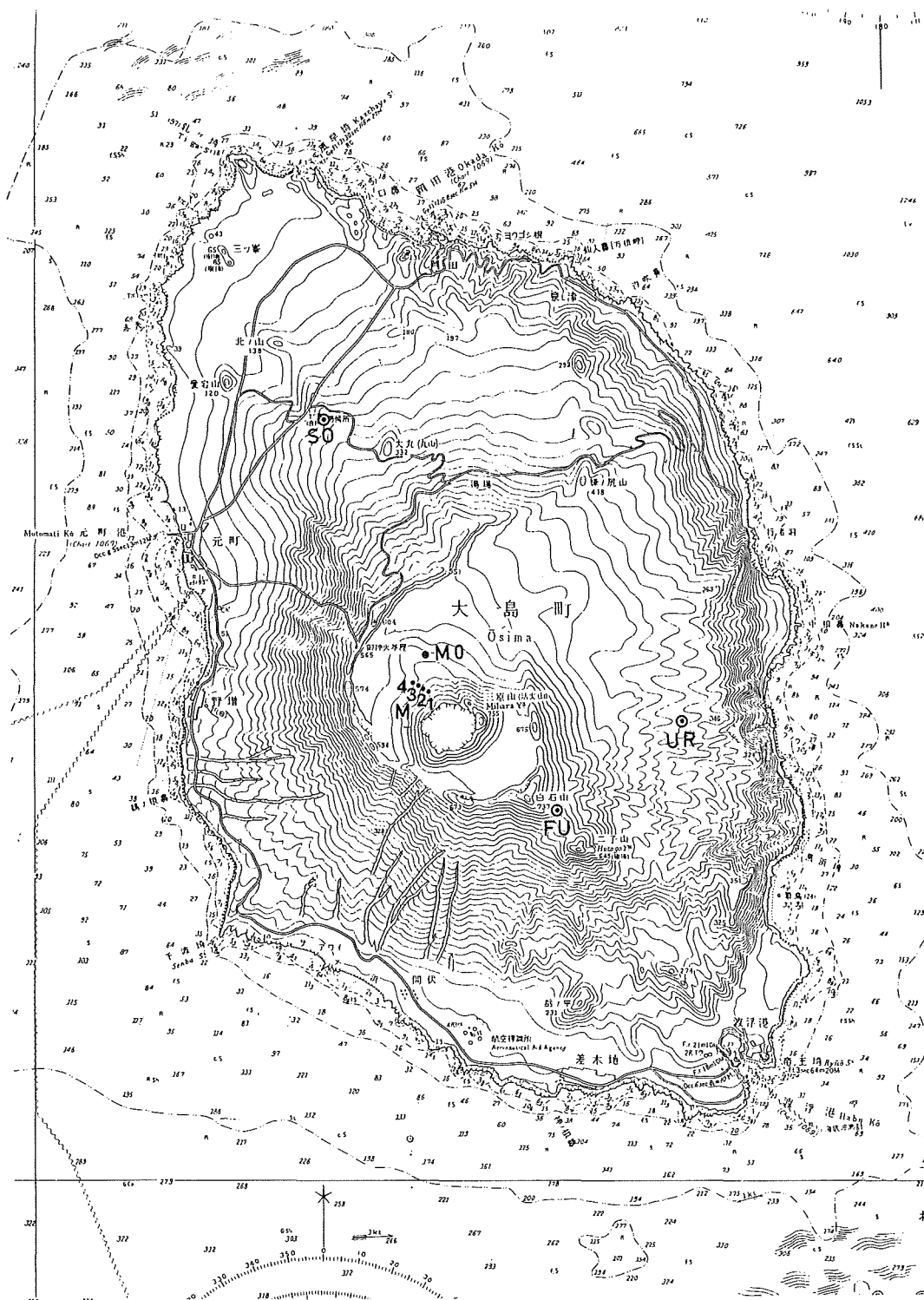


Figure 13 Distribution of land magnetic observation points.

Table 3 Results of land magnetic observation of vector component field.

測点	月日 時刻	D	I	H	Z	F
S O (測候所)	1 30 16 12	-7° 07.3′	49° 05.4′	29725 nT	34304 nT	45391 nT
	3 3 14 56	-7 08.5	49 04.6	29737	34302	45397
八丈を基準とし た変化量の差		0.3	0.5	4	-4	-2
U R (裏砂漠)	2 01 11 41	-7 33.9	49 30.4	29120	34104	44845
	3 5 11 33	-7 36.1	49 31.8	29089	34094	44817
八丈を基準とし た変化量の差		0.6	1.3	15	-4	7
F U (二子山)	1 30 11 23	-7 50.0	51 18.4	29468	36790	47137

島内における地磁気観測は1950年の噴火後にも力武、横山等によって実施されている。第4表は今回の測得値とこれらの値とを比較したものである。表中1953年の値は各測点の観測値より等値線図を作成してこれにもとづいて補間した。また、1956年については図より直接読み取った。地上での観測値は局地的な磁気異常の影響を受けるため、このような単純な補間では相当の誤差が含まれると予想される。また第4表下段には参考のため、柿岡における1953年、1956年から1986年までの変化量を示した。比較の結果、伏角はいずれも大きく増加しており、特にFUでは、その変化量は+4°にも達する。偏角はURで減少傾向がみられるが、他の2点では変化がないように見える。第14図は、これらの各測点における変化量をベクトル表示したものである。変化量としては、FUが最大で、UR、SOの順となる。解釈については、帯磁の減少、増加のそれぞれの場合について可能であるが、FUの変化については、その北側の山体内部が消磁したと考えた方が妥当であろう。プロトン磁力計の小型、軽量化に伴って、地磁気観測ではもっぱらプロトン磁力計が使用されるようになっているが、地磁気変化ベクトルを求めるには、やはりGSI型磁気儀による観測が不可欠であり、両者を併用した観測方法が重要であろう。

Table 4 Change of magnetic vector component derived from comparison with contour map compiled by Yokoyama, I (1954).

測点	I			D			H			Z		
	1953 Mar, Aug	1987 Jan, Mar	ΔI 1987-1953	1956.0	1987 Jan, Mar	ΔD 1987-1956	1956.0	1987 Jan, Mar	ΔH 1987-1956	1956.0	1987 Jan, Mar	ΔZ 1987-1956
S O	48° 10′	49° 05.0′	1° 00′	6° 50′	7° 07.9′	0° 20′	29600 nT	29731 nT	100 nT	33700 nT	34303 nT	600 nT
U R	48 10	49 31.1	1 20	8 0	7 35.0	-0 30	29500	29105	-400	35200	34099	-1100
F U	47 20	51 18.4	4 00	7 30	7 50.0	0 20	32000	29468	-2500	35700	36790	1100
K A K			-0 13.4			0 19.1			33			-164

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

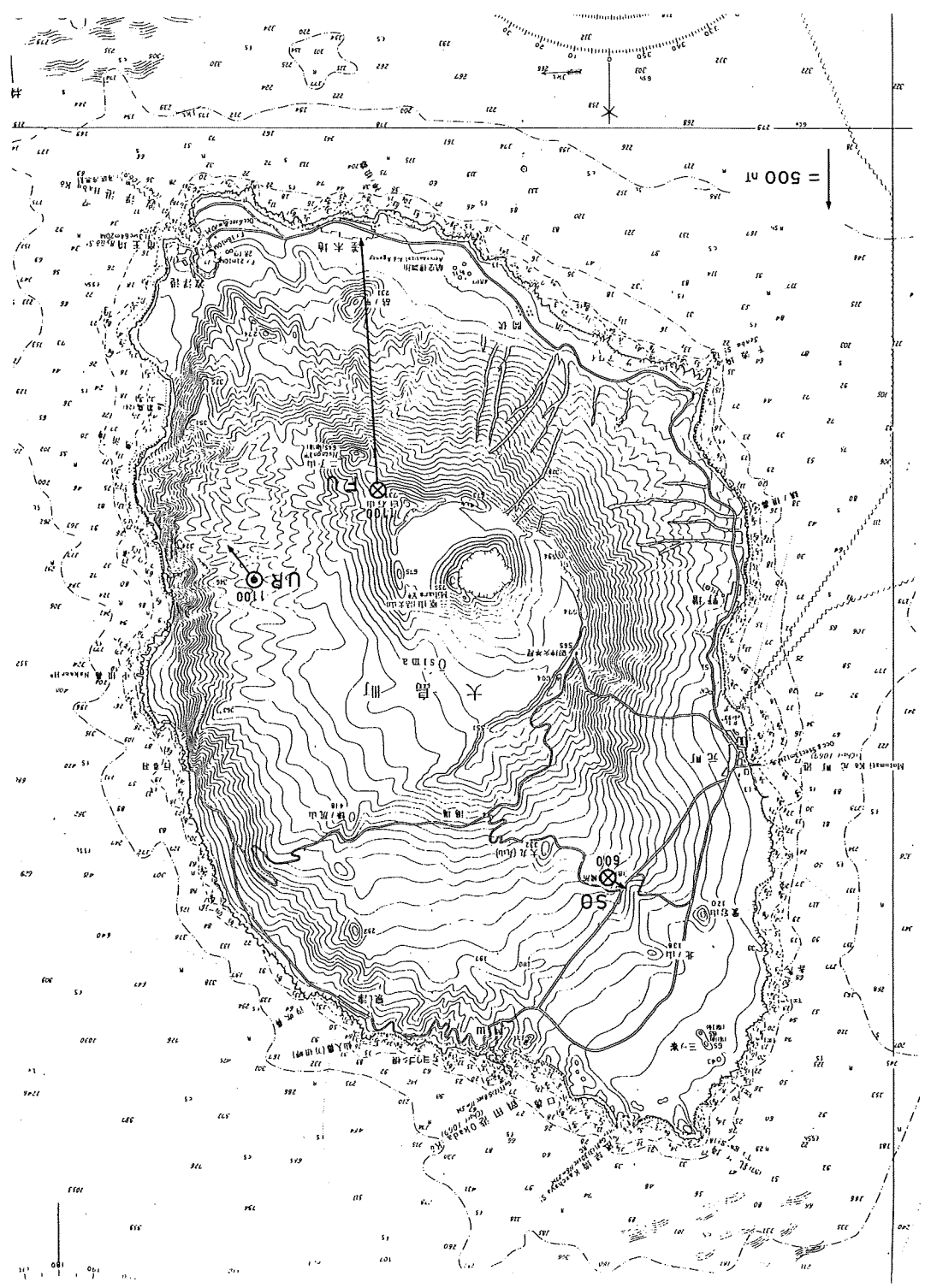


Figure 14 Magnetic change in vector component at three stations.

4-2 全磁力観測結果

三原山北北西約1kmの地点(MO)及び三原山火口西北西の斜面に約100m間隔で設けた4点(M1~M4)において全磁力の測定を行った。測点の位置を第13図、測定結果を第5表に示した。測点はいずれも新旧の熔岩流を避けた安定した観測データが得られる位置を選定し、測点MOには標石を、M1~M4には木杭を設置した。MOでは標石上1.93mの位置に検出器を固定し、10秒間隔で測定した。野増との差は前期が-18.3nT、後期が-19.2nTで、その差は0.9nTであり、この間に特に顕著な全磁力変化がなかったと考えられる。なお、MOにおける水平磁気勾配は最大70nT/mである。測点M1~M4についてはプロトン磁力計検出器を地表より1.98mの高さに設置し、10秒毎に測定し安定したデータの平均値を求めた(第5表)。測点が斜面であることと、支持棒の長さによる検出器高の制約もあって、測点の磁気勾配はMOに比べ大きく、最大で水平方向210nT/m、鉛直方向140nT/mである。後期はプロトン磁力計の故障により測定できなかった。今後の観測では検出器設置上の問題から数+nTの誤差が生じることが予想される。しかし、これらの利点は火口に近いところから、火口底の低下やマグマの消長による地磁気変化が検出が可能と考えられる。今後の移動観測での再測結果に興味が持たれる。

Table 5 Results of land magnetic measurement by proton precession magnetometer at stations from MO to M4.

測点	月 日	時 刻	F	F 野増	F - F 野増
M O	1 29	15 24	45949.1	45967.4	-18.3
	3 5	14 50	45960.8	45980.0	-19.2
M 1	1 31	13 50	44410	45987	-1577
M 2	〃	14 45	47124	45982	1142
M 3	〃	14 59	48406	45979	2427
M 4	〃	15 18	45556	45977	-421

4-3 島内移動観測のまとめ

水路部では航空磁気測量を補足するため、昭和62年の1月下旬と3月上旬の2回にわたって大島島内における3測点(測候所、二子山、裏砂漠)において偏角・伏角・全磁力の測定を実施した。また、カルデラ内においては標石を設置(MO測点)するとともにMO~M4の5測点において全磁力測定を行った。なおM1~M4については機器のトラブルが発生し、後期の全磁力測定が実施できなかった。

前期、後期の観測結果の比較では、カルデラ内のMO測点も含めその間には大きな地磁気変化は検出できなかった。また、約30年前の資料との比較から、測候所(SO)、二子山(FU)、裏砂漠(UR)における地磁気変化ベクトルを求めた。これによれば、二子山での変化が最も大きく、H成分の減少(約2000nT)、鉛直成分の増加(+1000nT)が認められる。ただし、比較においては旧資料の等値線にもとづき行ったので、相当の誤差が含まれていると考えられる。火山の地磁気移動観測ではプロトン磁力計の観測が主に実施されているが、各測点の地磁気変化ベクトルを求めるにはやはりGSI型磁気儀等による偏角、伏角の測定が必要となる。今後はプロトン磁力計とともに、このような方向角の観測も併用することが火山活動の地磁気変化を議論する場合には必要であろう。

おわりに

伊豆大島の航空磁気測量の実施にあたり、終始、熱心な御協力をいただいた第3管区海上保安本部羽田航空基地の皆様には厚くお礼申し上げる。また、東京大学地震研究所、行武毅教授他、関係者の皆様、並びに、伊豆大島火山観測所、渡辺秀文所長ほかの皆様には、野増観測所の地磁気データの提供、島内移動観測の便宜等を図っていただいた、ここに記して深く感謝の意を表したい。また、島内移動観測に際し、協力いただいた伊豆大島航路標識事務所小滝所長ほかの方々に改めてお礼申し上げる。島内移動観測、並びに、航空磁気測量の実施にあたり前航法測地課長、杉本喜一郎氏及び、水路部大島章一大陸棚調査室長のご協力を得ました。記してここに改めてお礼申し上げる。

参 考 文 献

- Kodama, K., Uyeda, S. 1978: Magnetization of Izu Island with special reference to Oshima volcano, J. Volcanol. Geotherm. Res., 6, 353-373.
- 中村一明 1987: 伊豆大島火山1986年噴火と広域応力場, 伊豆大島火山1986年噴火 シンポジウム予稿集
- 中塚 正・大熊茂雄・牧野雅彦・金子 力 1987: 伊豆大島火山1986年噴火前後の空中磁気異常, 第81回地球電磁気地球惑星圏学会講演予稿集, 122ページ
- Rikitake, T. 1951: The distribution of magnetic dip in Ooshima (Oo-sima) Island and its change that accompanied the eruption of Volcano Mihara 1950, Bull. Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo, 29, 161-181.
- Rikitake, T. and Yokoyama, I. 1955: Volcanic activity and changes in geomagnetism, J. Geophys. Res., 60, 165-172.
- 多田 堯・橋本 学 1965: 1986伊豆大島噴火と地殻変動, 月刊地球, 97, 396-403ページ
- Talwani, M. 1965: Computation with the help of a digital computer of magnetic anomaly caused by bodies of arbitrary shape. Geophysics, 30, 797-817.
- 植田義夫・登崎隆志・小野寺健英・兼子俊朗・大島章一 1983: 航空磁気測量成果から求めた本邦第4紀火

- 山の地磁気異常と磁気構造, Rept. Hydro. Res.,18, 37-64ページ
- Utasiro, S., Takigawa, U., Osima, S. and Kondo, T. 1972 : Aeromagnetic and marine magnetic survey around Japan, Commemoration publication of the centenary of the Hydrographic Department of Japan, Tokyo, 75-111.
- Uyeda, S. 1961 : An interpretation of the transient geomagnetic variation accompanying the volcano Mihara, Oshima Island, Japan „Bull. earthq. Res. Inst., 39, 579-591.
- Uyeda, S. and Richard, M. 1966 : Magnetization of four Pacific seamounts near the Japanese Islands, Bull. Earthq. Res. Inst., 44, 179-213.
- Vacquier, V., Uyeda, S. 1967 : Paleomagnetism of nine seamounts in the Western Pacific and of three volcanoes in Japan, Bull. Earthq. Res. Inst., 45, 815-848.
- Yokoyama, I. 1954 : Geomagnetic studies of Volcano Mihara, the 5th paper, Bull. Earthq. Res. Inst., 32, 170-188.
- Yokoyama, I. 1957 : Geomagnetic anomaly on volcanoes with relation to their subterranean structure, Bull. Earthq. Res. Inst., 35, 327-357.
- Yokoyama, I. 1969 : Anomalous changes in geomagnetic field on Oosima volcano related with its activities in the decade of 1950. J. Phys. Earth, 17, 69-76.
- 行武 毅・吉野登志男・大谷和美・大本栄次・下村高史・石川雄一 1978 : 伊豆大島における全磁力永年変化の異常, Bull. Earthq. Res. Inst. Vol 53, 881-892ページ
- Yukutake, T. et al., 1987 : Changes in the electrical resistivity of the central cone, Miharayama, of Izu-Oshima volcano, associated with its eruption in November, 1986. Proc. Japan Acad., 63, Ser. B., 55-58

Aeromagnetic Surveys (at 3000 ft)

- (1) The first column of this table indicate
observed date as follows,

A : Dec 5, 1986

B : Dec 17, 1986

C : Dec 24, 1986

D : Jan 19, 1987

- (2) Magnetic anomaly $\Delta F = F - \text{IGRF1985}$

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
A 34 47.1N	139 21.4E	45730	137	A 34 47.5N	139 22.6E	45579	-11
A 34 46.8N	139 21.4E	45827	237	A 34 47.6N	139 22.7E	45559	-31
A 34 46.6N	139 21.4E	45860	272	A 34 47.3N	139 22.7E	45578	-9
A 34 46.3N	139 21.4E	45874	288	A 34 47.1N	139 22.7E	45593	7
A 34 46.2N	139 21.4E	45884	300	A 34 46.8N	139 22.7E	45646	62
A 34 45.8N	139 21.5E	45887	307	A 34 46.6N	139 22.7E	45658	76
A 34 45.6N	139 21.5E	45916	338	A 34 46.5N	139 22.7E	45698	118
A 34 45.3N	139 21.4E	46007	431	A 34 46.1N	139 22.7E	45627	50
A 34 45.0N	139 21.4E	46051	477	A 34 45.8N	139 22.8E	45667	93
A 34 44.8N	139 21.4E	46066	494	A 34 45.6N	139 22.8E	45771	199
A 34 44.7N	139 21.4E	46050	479	A 34 45.3N	139 22.8E	46011	441
A 34 44.5N	139 21.4E	46023	454	A 34 45.1N	139 22.8E	46040	472
A 34 44.4N	139 21.7E	45926	359	A 34 44.8N	139 22.8E	45944	379
A 34 44.7N	139 21.7E	46019	450	A 34 44.6N	139 22.8E	45897	334
A 34 44.9N	139 21.7E	46049	478	A 34 44.5N	139 22.8E	45885	323
A 34 45.2N	139 21.6E	46005	431	A 34 44.3N	139 22.8E	45925	365
A 34 45.4N	139 21.6E	45940	364	A 34 44.5N	139 23.1E	46172	612
A 34 45.7N	139 21.5E	45876	297	A 34 44.7N	139 23.1E	46089	527
A 34 45.9N	139 21.5E	45877	296	A 34 45.0N	139 23.1E	46056	491
A 34 46.1N	139 21.5E	45890	307	A 34 45.2N	139 23.1E	45973	406
A 34 46.3N	139 21.4E	45886	301	A 34 45.6N	139 23.1E	45864	294
A 34 46.6N	139 21.4E	45851	262	A 34 45.8N	139 23.2E	45720	148
A 34 46.8N	139 21.3E	45814	224	A 34 46.1N	139 23.2E	45640	65
A 34 47.4N	139 21.7E	45642	49	A 34 46.3N	139 23.2E	45604	27
A 34 47.1N	139 21.8E	45663	72	A 34 46.6N	139 23.2E	45586	7
A 34 46.8N	139 21.8E	45727	139	A 34 46.8N	139 23.2E	45578	-2
A 34 46.5N	139 21.9E	45732	147	A 34 47.1N	139 23.3E	45575	-8
A 34 46.3N	139 21.9E	45736	153	A 34 47.1N	139 23.5E	45569	-12
A 34 46.1N	139 21.9E	45780	199	A 34 46.9N	139 23.5E	45549	-30
A 34 45.9N	139 22.0E	45825	247	A 34 46.5N	139 23.6E	45509	-67
A 34 45.7N	139 22.0E	45868	292	A 34 46.3N	139 23.6E	45541	-33
A 34 45.4N	139 22.1E	45972	399	A 34 46.0N	139 23.6E	45593	21
A 34 45.1N	139 22.1E	46018	447	A 34 45.8N	139 23.7E	45610	40
A 34 44.9N	139 22.2E	45973	404	A 34 45.5N	139 23.7E	45681	114
A 34 44.7N	139 22.2E	45877	310	A 34 45.3N	139 23.7E	45872	307
A 34 44.4N	139 22.3E	45745	181	A 34 45.0N	139 23.8E	46334	772
A 34 44.4N	139 22.4E	45711	148	A 34 44.8N	139 23.8E	46487	927
A 34 44.2N	139 22.4E	45739	178	A 34 44.6N	139 23.8E	46379	821
A 34 44.4N	139 22.5E	45757	194	A 34 44.4N	139 24.2E	46064	509
A 34 44.7N	139 22.5E	45858	293	A 34 44.5N	139 24.2E	46038	482
A 34 44.9N	139 22.5E	45958	391	A 34 44.7N	139 24.2E	46155	598
A 34 45.3N	139 22.6E	46033	463	A 34 44.9N	139 24.2E	46245	686
A 34 45.5N	139 22.6E	45923	351	A 34 45.2N	139 24.1E	45819	257
A 34 45.8N	139 22.6E	45734	159	A 34 45.4N	139 24.1E	45589	25
A 34 46.1N	139 22.6E	45638	60	A 34 45.6N	139 24.1E	45538	-27
A 34 46.3N	139 22.6E	45642	63	A 34 45.9N	139 24.1E	45644	75
A 34 46.6N	139 22.6E	45682	100	A 34 46.0N	139 24.1E	45666	96
A 34 46.8N	139 22.6E	45675	91	A 34 46.3N	139 24.1E	45642	69
A 34 47.0N	139 22.6E	45643	57	A 34 46.4N	139 24.1E	45627	54
A 34 47.3N	139 22.6E	45593	4	A 34 46.6N	139 24.1E	45579	4

*MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986*

245

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
A 34 46.8N	139 24.0E	45565	-11	A 34 44.2N	139 25.8E	45855	310
A 34 46.9N	139 24.0E	45574	-3	A 34 44.6N	139 25.8E	45650	102
A 34 47.0N	139 24.4E	45588	11	A 34 44.8N	139 25.9E	45589	39
A 34 46.8N	139 24.4E	45591	16	A 34 45.0N	139 25.9E	45522	-29
A 34 46.5N	139 24.4E	45622	50	A 34 45.2N	139 25.9E	45468	-84
A 34 46.3N	139 24.4E	45654	84	A 34 45.3N	139 25.9E	45477	-76
A 34 46.2N	139 24.5E	45665	96	A 34 45.6N	139 25.9E	45581	24
A 34 45.9N	139 24.5E	45639	72	A 34 45.8N	139 25.9E	45618	59
A 34 45.7N	139 24.5E	45566	1	A 34 45.9N	139 25.9E	45619	59
A 34 45.5N	139 24.5E	45511	-51	A 34 46.2N	139 25.9E	45593	31
A 34 45.2N	139 24.6E	45738	178	A 34 46.4N	139 25.9E	45555	-8
A 34 44.9N	139 24.6E	45880	323	A 34 45.9N	139 26.3E	45661	104
A 34 44.7N	139 24.7E	45871	316	A 34 45.7N	139 26.3E	45638	82
A 34 44.4N	139 24.7E	46122	570	A 34 45.4N	139 26.4E	45599	46
A 34 44.4N	139 24.6E	46055	503	A 34 45.2N	139 26.4E	45556	5
A 34 44.7N	139 24.6E	45878	323	A 34 44.9N	139 26.4E	45443	-104
A 34 44.9N	139 24.6E	45927	370	A 34 44.7N	139 26.5E	45392	-153
A 34 45.2N	139 24.6E	45708	149	A 34 44.4N	139 26.5E	45531	-11
A 34 45.4N	139 24.6E	45546	-14	A 34 44.6N	139 21.2E	46050	479
A 34 45.6N	139 24.6E	45495	-67	A 34 44.7N	139 21.5E	46033	463
A 34 45.7N	139 24.6E	45520	-43	A 34 44.8N	139 21.8E	46008	438
A 34 45.9N	139 24.6E	45595	29	A 34 45.0N	139 22.2E	45988	419
A 34 46.1N	139 24.7E	45611	43	A 34 45.1N	139 22.4E	45996	427
A 34 46.3N	139 24.7E	45605	35	A 34 45.1N	139 22.6E	46038	469
A 34 46.6N	139 24.7E	45576	3	A 34 45.2N	139 22.7E	45999	430
A 34 46.9N	139 24.7E	45553	-21	A 34 45.3N	139 22.9E	45911	342
A 34 47.1N	139 24.7E	45561	-15	A 34 45.5N	139 23.3E	45723	155
A 34 47.0N	139 24.7E	45540	-35	A 34 45.5N	139 23.5E	45669	101
A 34 46.7N	139 24.6E	45578	5	A 34 45.7N	139 23.9E	45566	-1
A 34 46.5N	139 24.6E	45603	32	A 34 45.7N	139 24.1E	45575	8
A 34 46.3N	139 24.6E	45610	40	A 34 45.9N	139 24.5E	45597	30
A 34 46.2N	139 24.6E	45607	38	A 34 46.0N	139 24.7E	45543	-22
A 34 45.9N	139 24.6E	45582	16	A 34 46.1N	139 25.1E	45484	-81
A 34 45.7N	139 24.6E	45510	-53	A 34 46.2N	139 25.3E	45491	-74
A 34 45.6N	139 24.6E	45496	-66	A 34 46.3N	139 25.6E	45523	-41
A 34 45.4N	139 24.6E	45590	29	A 34 46.4N	139 25.8E	45474	-90
A 34 45.2N	139 24.6E	45788	228	A 34 44.2N	139 21.7E	45868	303
A 34 44.9N	139 24.6E	45915	358	A 34 42.6N	139 21.3E	46240	688
A 34 44.7N	139 24.6E	45883	328	A 34 42.9N	139 21.3E	46172	617
A 34 44.4N	139 24.6E	46096	544	A 34 43.1N	139 21.3E	46082	525
A 34 46.5N	139 25.7E	45525	-40	A 34 43.4N	139 21.3E	45982	423
A 34 46.3N	139 25.7E	45551	-12	A 34 43.6N	139 21.4E	45940	379
A 34 46.1N	139 25.7E	45567	5	A 34 43.9N	139 21.4E	45915	351
A 34 45.9N	139 25.8E	45576	16	A 34 44.1N	139 21.4E	45940	375
A 34 45.6N	139 25.8E	45531	-25	A 34 44.0N	139 21.7E	45848	285
A 34 45.2N	139 25.8E	45460	-93	A 34 43.9N	139 21.7E	45860	298
A 34 45.0N	139 25.8E	45512	-39	A 34 43.7N	139 21.7E	45884	324
A 34 44.8N	139 25.8E	45581	31	A 34 43.4N	139 21.8E	45947	390
A 34 44.5N	139 25.8E	45725	178	A 34 43.2N	139 21.8E	45995	440
A 34 44.3N	139 25.8E	45863	317	A 34 42.9N	139 21.8E	46111	558

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
A 34 42.8N	139 21.8E	46286	735	A 34 41.6N	139 22.8E	46315	780
A 34 42.6N	139 21.8E	46293	743	A 34 41.7N	139 22.9E	46414	879
A 34 42.5N	139 21.9E	46281	733	A 34 41.8N	139 23.3E	46562	1027
A 34 42.3N	139 21.9E	46255	708	A 34 41.9N	139 23.5E	46679	1144
A 34 42.0N	139 21.9E	46208	664	A 34 42.0N	139 23.8E	46927	1393
A 34 41.8N	139 21.8E	46165	623	A 34 42.1N	139 24.1E	47156	1622
A 34 41.8N	139 22.7E	46412	875	A 34 42.2N	139 24.2E	47332	1798
A 34 42.1N	139 22.7E	46503	963	A 34 42.3N	139 24.4E	47562	2028
A 34 42.3N	139 22.6E	46544	1001	A 34 42.4N	139 24.6E	47826	2292
A 34 42.5N	139 22.6E	46559	1014	A 34 42.5N	139 24.8E	48039	2505
A 34 42.6N	139 22.5E	46547	1001	A 34 42.5N	139 25.0E	48025	2491
A 34 42.8N	139 22.5E	46450	902	A 34 42.6N	139 25.2E	47404	1871
A 34 43.1N	139 22.5E	46311	760	A 34 42.8N	139 25.5E	46447	914
A 34 43.3N	139 22.5E	46326	773	A 34 42.9N	139 25.7E	46529	996
A 34 43.7N	139 22.5E	46186	630	A 34 43.0N	139 26.1E	46026	493
A 34 43.9N	139 22.5E	46023	465	A 34 43.1N	139 26.3E	45897	364
A 34 44.2N	139 22.5E	45781	220	A 34 43.3N	139 26.6E	45622	89
A 34 43.9N	139 22.5E	45888	330	A 34 43.5N	139 26.9E	45512	-20
A 34 43.7N	139 22.6E	46096	540	A 34 44.0N	139 23.9E	46213	661
A 34 43.4N	139 22.7E	46476	923	A 34 43.9N	139 23.9E	46294	743
A 34 43.2N	139 22.8E	46520	970	A 34 43.7N	139 23.9E	46458	909
A 34 42.9N	139 22.9E	46685	1138	A 34 43.6N	139 24.0E	46644	1096
A 34 42.6N	139 23.0E	46838	1294	A 34 43.4N	139 24.0E	47380	1834
A 34 42.4N	139 23.0E	46819	1277	A 34 43.1N	139 24.0E	48107	2564
A 34 42.3N	139 23.1E	46731	1191	A 34 42.9N	139 24.1E	48078	2537
A 34 41.9N	139 23.1E	46620	1083	A 34 42.8N	139 24.1E	48184	2644
A 34 41.7N	139 23.1E	46523	988	A 34 42.6N	139 24.1E	47905	2367
A 34 41.4N	139 23.1E	46351	819	A 34 42.4N	139 24.1E	47604	2068
A 34 41.4N	139 22.9E	46327	793	A 34 41.9N	139 24.2E	47010	1479
A 34 41.8N	139 22.9E	46493	957	A 34 41.7N	139 24.2E	46856	1327
A 34 42.0N	139 22.9E	46587	1049	A 34 41.4N	139 24.3E	46627	1101
A 34 42.3N	139 23.0E	46724	1183	A 34 41.2N	139 24.3E	46485	961
A 34 42.5N	139 23.0E	46820	1277	A 34 40.8N	139 24.3E	46353	832
A 34 42.8N	139 23.0E	46909	1363	A 34 40.6N	139 24.3E	46297	778
A 34 43.2N	139 23.0E	46960	1411	A 34 40.8N	139 24.2E	46279	758
A 34 43.4N	139 23.0E	46958	1407	A 34 41.0N	139 24.2E	46337	814
A 34 43.6N	139 23.0E	46712	1159	A 34 41.3N	139 24.2E	46551	1025
A 34 43.9N	139 23.1E	46397	841	A 34 41.5N	139 24.2E	46694	1166
A 34 44.1N	139 23.1E	46294	736	A 34 41.8N	139 24.2E	46928	1398
A 34 44.1N	139 22.8E	46088	530	A 34 42.0N	139 24.2E	47109	1577
A 34 43.8N	139 22.8E	46424	869	A 34 42.3N	139 24.2E	47493	1958
A 34 43.6N	139 22.8E	46602	1049	A 34 42.5N	139 24.2E	47736	2199
A 34 43.4N	139 22.8E	46710	1158	A 34 42.8N	139 24.2E	48020	2481
A 34 43.0N	139 22.8E	46662	1113	A 34 42.9N	139 24.2E	47930	2390
A 34 42.7N	139 22.8E	46720	1174	A 34 43.0N	139 24.2E	47678	2137
A 34 42.5N	139 22.8E	46744	1200	A 34 43.1N	139 24.2E	47752	2210
A 34 42.2N	139 22.8E	46631	1090	A 34 43.2N	139 24.2E	47856	2313
A 34 42.0N	139 22.8E	46555	1016	A 34 43.4N	139 24.2E	47317	1771
A 34 41.7N	139 22.8E	46433	897	A 34 43.6N	139 24.2E	46402	855
A 34 41.5N	139 22.8E	46324	789	A 34 43.7N	139 24.2E	46335	787

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

247

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° ' "	° ' "	nT	nT	° ' "	° ' "	nT	nT
A 34 43.8N	139 24.2E	46420	871	A 34 41.2N	139 25.1E	46847	1326
A 34 43.9N	139 24.2E	46411	861	A 34 40.9N	139 25.1E	46635	1117
A 34 44.2N	139 24.2E	46174	622	A 34 40.7N	139 25.0E	46534	1017
A 34 44.2N	139 24.5E	46250	699	A 34 40.8N	139 24.4E	46312	792
A 34 43.9N	139 24.5E	46448	900	A 34 40.9N	139 24.6E	46406	886
A 34 43.7N	139 24.5E	46484	938	A 34 41.0N	139 24.9E	46617	1097
A 34 43.5N	139 24.5E	46834	1289	A 34 41.1N	139 25.2E	46795	1275
A 34 43.3N	139 24.5E	47097	1554	A 34 41.3N	139 25.5E	46986	1466
A 34 43.2N	139 24.5E	47077	1535	A 34 41.4N	139 25.7E	47010	1490
A 34 43.1N	139 24.5E	47078	1537	A 34 41.6N	139 26.0E	46965	1445
A 34 43.0N	139 24.5E	47544	2004	A 34 41.7N	139 26.2E	46745	1225
A 34 42.9N	139 24.5E	47858	2319	A 34 41.9N	139 26.5E	46544	1024
A 34 42.8N	139 24.5E	47873	2335	A 34 42.0N	139 26.7E	46335	815
A 34 42.7N	139 24.5E	47847	2310	A 34 42.2N	139 27.0E	46030	509
A 34 42.4N	139 24.5E	47715	2180	A 34 43.9N	139 25.8E	46027	485
A 34 42.2N	139 24.5E	47505	1972	A 34 43.7N	139 25.8E	45945	405
A 34 41.9N	139 24.5E	47173	1643	A 34 43.4N	139 25.8E	45903	365
A 34 41.7N	139 24.5E	46986	1458	A 34 43.2N	139 25.7E	46014	478
A 34 41.4N	139 24.5E	46630	1105	A 34 43.0N	139 25.7E	46259	725
A 34 41.1N	139 24.5E	46508	985	A 34 42.6N	139 25.7E	46629	1098
A 34 40.8N	139 24.5E	46384	864	A 34 42.4N	139 25.8E	46836	1307
A 34 40.6N	139 24.5E	46354	836	A 34 42.1N	139 25.8E	46979	1453
A 34 40.8N	139 24.6E	46422	903	A 34 41.9N	139 25.8E	46986	1462
A 34 41.1N	139 24.6E	46568	1046	A 34 41.5N	139 25.8E	46970	1449
A 34 41.3N	139 24.6E	46732	1208	A 34 41.3N	139 25.8E	46963	1444
A 34 41.6N	139 24.6E	47020	1493	A 34 41.0N	139 25.9E	46892	1377
A 34 41.8N	139 24.6E	47240	1711	A 34 40.8N	139 25.9E	46795	1282
A 34 42.2N	139 24.7E	47619	2087	A 34 40.5N	139 26.0E	46599	1089
A 34 42.4N	139 24.7E	47876	2343	A 34 40.6N	139 26.1E	46612	1102
A 34 42.5N	139 24.7E	47948	2413	A 34 40.8N	139 26.1E	46704	1192
A 34 42.6N	139 24.7E	47879	2343	A 34 41.1N	139 26.1E	46841	1326
A 34 42.8N	139 24.7E	47697	2159	A 34 41.3N	139 26.1E	46891	1374
A 34 43.1N	139 24.7E	47091	1550	A 34 41.6N	139 26.0E	46864	1344
A 34 43.3N	139 24.7E	46737	1194	A 34 41.8N	139 26.0E	46860	1338
A 34 43.7N	139 24.7E	46410	865	A 34 42.1N	139 26.0E	46825	1300
A 34 43.9N	139 24.6E	46421	874	A 34 42.3N	139 26.0E	46722	1195
A 34 44.2N	139 24.6E	46233	683	A 34 42.7N	139 25.9E	46476	946
A 34 44.2N	139 24.7E	46292	742	A 34 42.9N	139 25.9E	46237	705
A 34 44.0N	139 24.7E	46387	839	A 34 43.3N	139 25.9E	45926	390
A 34 43.8N	139 24.8E	46334	788	A 34 43.5N	139 25.9E	45871	333
A 34 43.7N	139 24.8E	46346	801	A 34 43.8N	139 25.9E	45943	402
A 34 43.4N	139 24.8E	46542	1000	A 34 44.0N	139 25.9E	46010	467
A 34 43.2N	139 24.8E	46729	1189	A 34 44.1N	139 26.6E	45612	71
A 34 42.9N	139 24.9E	46988	1451	A 34 44.0N	139 26.6E	45622	82
A 34 42.7N	139 25.0E	47371	1836	A 34 43.8N	139 26.6E	45586	49
A 34 42.5N	139 25.0E	48156	2623	A 34 43.6N	139 26.6E	45582	47
A 34 42.2N	139 25.0E	47952	2422	A 34 43.3N	139 26.6E	45662	129
A 34 41.9N	139 25.1E	47471	1944	A 34 43.1N	139 26.6E	45803	272
A 34 41.7N	139 25.1E	47262	1737	A 34 42.8N	139 26.7E	46062	534
A 34 41.4N	139 25.1E	47011	1488	A 34 42.6N	139 26.7E	46155	629

LAT		LONG		F	ΔF	LAT		LONG		F	ΔF
°	'	°	'	nT	nT	°	'	°	'	nT	nT
A 34	42.3N	139	26.7E	46266	743	A 34	37.9N	139	19.9E	45447	-68
A 34	42.2N	139	26.7E	46368	846	A 34	37.4N	139	19.9E	45425	-85
A 34	41.9N	139	26.7E	46417	898	A 34	37.3N	139	19.9E	45421	-88
A 34	41.7N	139	26.8E	46452	935	A 34	36.9N	139	19.9E	45430	-76
A 34	41.4N	139	26.7E	46556	1042	A 34	36.4N	139	19.9E	45448	-53
A 34	41.2N	139	26.8E	46592	1079	A 34	36.3N	139	19.9E	45450	-50
A 34	41.1N	139	26.8E	46598	1086	A 34	35.9N	139	19.9E	45439	-57
A 34	40.9N	139	26.8E	46583	1073	A 34	35.4N	139	19.9E	45410	-81
A 34	57.1N	139	17.4E	45872	168	A 34	34.9N	139	19.9E	45428	-59
A 34	56.9N	139	17.9E	45865	165	A 34	34.3N	139	19.9E	45372	-110
A 34	56.7N	139	18.3E	45873	178	A 34	34.4N	139	22.9E	45458	-10
A 34	56.4N	139	18.8E	45865	174	A 34	34.9N	139	22.8E	45389	-84
A 34	56.2N	139	19.2E	45851	164	A 34	35.4N	139	22.7E	45348	-131
A 34	55.9N	139	19.5E	45837	154	A 34	35.7N	139	22.6E	45344	-138
A 34	55.4N	139	19.6E	45823	145	A 34	35.9N	139	22.5E	45346	-138
A 34	54.9N	139	19.6E	45797	124	A 34	36.3N	139	22.4E	45370	-118
A 34	54.4N	139	19.7E	45754	86	A 34	36.4N	139	22.4E	45383	-106
A 34	53.9N	139	19.7E	45721	58	A 34	36.9N	139	22.3E	45450	-44
A 34	53.4N	139	19.8E	45676	17	A 34	37.4N	139	22.4E	45540	41
A 34	53.3N	139	19.8E	45664	6	A 34	37.9N	139	22.5E	45569	65
A 34	52.8N	139	19.8E	45604	-48	A 34	38.0N	139	22.5E	45572	68
A 34	52.3N	139	19.8E	45525	-122	A 34	38.4N	139	22.5E	45544	36
A 34	51.8N	139	19.9E	45402	-240	A 34	38.7N	139	22.6E	45533	23
A 34	51.2N	139	19.9E	45323	-314	A 34	38.9N	139	22.6E	45536	24
A 34	50.7N	139	19.9E	45244	-388	A 34	39.4N	139	22.7E	45590	74
A 34	50.2N	139	19.9E	45188	-439	A 34	39.9N	139	22.7E	45681	160
A 34	50.0N	139	19.9E	45185	-441	A 34	40.5N	139	22.7E	45819	294
A 34	49.6N	139	19.9E	45248	-374	A 34	41.0N	139	22.8E	46027	497
A 34	49.1N	139	19.9E	45459	-158	A 34	41.5N	139	22.8E	46322	788
A 34	48.6N	139	19.8E	45681	67	A 34	41.6N	139	22.8E	46377	842
A 34	48.0N	139	19.8E	45793	184	A 34	48.1N	139	22.7E	45563	-31
A 34	47.5N	139	19.7E	45884	280	A 34	48.5N	139	22.7E	45688	89
A 34	47.0N	139	19.7E	46020	420	A 34	49.0N	139	22.8E	45576	-26
A 34	46.4N	139	19.6E	46083	488	A 34	49.5N	139	22.8E	45438	-169
A 34	45.9N	139	19.6E	45985	395	A 34	49.9N	139	22.8E	45377	-234
A 34	45.4N	139	19.7E	45891	306	A 34	50.1N	139	22.8E	45370	-243
A 34	44.8N	139	19.7E	45840	260	A 34	50.4N	139	22.8E	45382	-233
A 34	44.4N	139	19.7E	45830	254	A 34	50.8N	139	22.8E	45439	-180
A 34	44.3N	139	19.7E	45831	256	A 34	51.3N	139	22.8E	45495	-128
A 34	43.8N	139	19.7E	45917	347	A 34	51.7N	139	22.8E	45551	-77
A 34	43.2N	139	19.7E	46022	457	A 34	52.2N	139	22.8E	45604	-28
A 34	42.7N	139	19.8E	46067	507	A 34	52.7N	139	22.8E	45656	18
A 34	42.1N	139	19.8E	45995	440	A 34	53.2N	139	22.8E	45709	67
A 34	41.6N	139	19.8E	45868	318	A 34	53.7N	139	22.8E	45741	94
A 34	41.0N	139	19.9E	45748	204	A 34	54.2N	139	22.8E	45778	127
A 34	40.5N	139	19.9E	45649	110	A 34	54.5N	139	22.8E	45799	145
A 34	39.9N	139	19.9E	45581	47	A 34	54.7N	139	25.8E	45679	38
A 34	39.4N	139	19.9E	45541	11	A 34	54.2N	139	25.7E	45659	22
A 34	38.9N	139	19.9E	45508	-16	A 34	53.7N	139	25.7E	45633	1
A 34	38.4N	139	19.9E	45486	-33	A 34	53.2N	139	25.6E	45616	-11

*MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986*

249

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
°	'		nT	°	'	nT	nT
A 34 52.8N	139 25.6E	45590	-33	A 34 43.8N	139 28.7E	45326	-200
A 34 52.7N	139 25.6E	45589	-33	A 34 44.3N	139 28.8E	45417	-113
A 34 52.6N	139 25.6E	45586	-35	A 34 44.8N	139 28.8E	45509	-25
A 34 52.1N	139 25.6E	45560	-57	A 34 45.3N	139 28.9E	45576	36
A 34 51.9N	139 25.6E	45554	-62	A 34 45.8N	139 28.9E	45626	82
A 34 51.6N	139 25.6E	45534	-79	A 34 46.3N	139 29.0E	45676	127
A 34 51.4N	139 25.6E	45521	-90	A 34 46.8N	139 29.0E	45723	170
A 34 51.1N	139 25.6E	45509	-99	A 34 47.3N	139 29.1E	45751	194
A 34 50.6N	139 25.6E	45491	-112	A 34 47.8N	139 29.1E	45770	208
A 34 50.1N	139 25.6E	45484	-115	A 34 48.3N	139 29.2E	45757	191
A 34 50.0N	139 25.6E	45491	-107	A 34 48.8N	139 29.2E	45721	151
A 34 49.5N	139 25.6E	45544	-49	A 34 49.2N	139 29.3E	45675	101
A 34 49.0N	139 25.6E	45657	67	A 34 49.7N	139 29.3E	45638	59
A 34 48.5N	139 25.6E	45773	188	A 34 50.2N	139 29.2E	45616	32
A 34 48.2N	139 25.7E	45784	202	A 34 50.8N	139 29.2E	45603	14
A 34 48.0N	139 25.7E	45781	200	A 34 50.9N	139 29.2E	45600	11
A 34 47.5N	139 25.7E	45656	80	A 34 51.3N	139 29.1E	45608	15
A 34 47.0N	139 25.7E	45564	-6	A 34 51.8N	139 29.1E	45619	21
A 34 46.5N	139 25.7E	45552	-13	A 34 52.3N	139 29.0E	45631	28
A 34 39.7N	139 26.2E	46165	663	A 34 52.8N	139 29.0E	45637	29
A 34 39.2N	139 26.2E	45963	466	A 34 53.3N	139 28.9E	45648	35
A 34 38.7N	139 26.3E	45850	358	A 34 53.8N	139 28.9E	45662	44
A 34 38.2N	139 26.3E	45710	223	A 34 54.3N	139 28.9E	45678	56
A 34 37.6N	139 26.4E	45590	108	A 34 54.8N	139 28.8E	45698	71
A 34 37.1N	139 26.4E	45502	25	A 34 55.3N	139 28.8E	45710	78
A 34 36.6N	139 26.4E	45481	9	A 34 55.8N	139 28.8E	45714	78
A 34 36.4N	139 26.3E	45477	6	A 34 55.9N	139 27.6E	45700	57
A 34 36.0N	139 26.3E	45491	24	A 34 55.4N	139 27.7E	45699	61
A 34 35.5N	139 26.2E	45504	41	A 34 54.9N	139 27.7E	45682	48
A 34 34.9N	139 26.2E	45524	66	A 34 54.4N	139 27.7E	45666	37
A 34 34.4N	139 26.1E	45586	133	A 34 54.0N	139 27.8E	45653	28
A 34 35.9N	139 28.8E	45568	114	A 34 53.5N	139 27.8E	45639	19
A 34 36.0N	139 28.8E	45557	102	A 34 53.0N	139 27.8E	45618	2
A 34 36.3N	139 28.9E	45585	127	A 34 52.5N	139 27.7E	45600	-11
A 34 36.8N	139 29.0E	45683	221	A 34 52.1N	139 27.7E	45590	-16
A 34 37.2N	139 29.1E	45931	466	A 34 51.6N	139 27.7E	45580	-22
A 34 37.7N	139 29.2E	46149	680	A 34 51.1N	139 27.7E	45569	-29
A 34 38.2N	139 29.1E	46221	747	A 34 50.6N	139 27.7E	45579	-15
A 34 38.7N	139 29.1E	46189	711	A 34 50.1N	139 27.7E	45599	9
A 34 39.2N	139 29.0E	46129	646	A 34 49.7N	139 27.7E	45650	64
A 34 39.3N	139 29.0E	46118	634	A 34 49.2N	139 27.7E	45706	125
A 34 39.5N	139 29.0E	46126	640	A 34 48.7N	139 27.7E	45745	168
A 34 39.7N	139 29.0E	46117	629	A 34 48.3N	139 27.7E	45766	192
A 34 40.2N	139 29.0E	46049	557	A 34 48.2N	139 27.7E	45762	189
A 34 40.6N	139 28.9E	45866	369	A 34 47.8N	139 27.7E	45749	181
A 34 41.2N	139 28.9E	45661	159	A 34 47.3N	139 27.7E	45702	138
A 34 41.7N	139 28.9E	45583	76	A 34 46.8N	139 27.7E	45652	93
A 34 42.2N	139 28.8E	45521	9	A 34 46.3N	139 27.7E	45589	34
A 34 42.7N	139 28.8E	45418	-98	A 34 45.8N	139 27.7E	45517	-33
A 34 43.3N	139 28.8E	45368	-153	A 34 45.4N	139 27.7E	45474	-71

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
A 34 44.9N	139 27.7E	45444	-97	A 34 49.0N	139 24.7E	45712	118
A 34 44.4N	139 27.7E	45395	-142	A 34 49.5N	139 24.7E	45528	-70
A 34 44.0N	139 27.6E	45334	-199	A 34 50.0N	139 24.7E	45438	-164
A 34 43.5N	139 27.6E	45394	-135	A 34 50.1N	139 24.7E	45434	-169
A 34 43.0N	139 27.5E	45509	-16	A 34 50.5N	139 24.6E	45445	-162
A 34 42.6N	139 27.5E	45765	243	A 34 51.0N	139 24.6E	45481	-131
A 34 42.1N	139 27.4E	45945	427	A 34 51.5N	139 24.6E	45530	-87
A 34 41.6N	139 27.4E	46105	592	A 34 52.0N	139 24.5E	45579	-42
A 34 41.0N	139 27.5E	46261	753	A 34 52.5N	139 24.5E	45621	-5
A 34 40.5N	139 27.5E	46248	745	A 34 53.0N	139 24.5E	45664	32
A 34 40.0N	139 27.5E	46219	721	A 34 53.5N	139 24.4E	45693	57
A 34 39.7N	139 27.5E	46236	741	A 34 53.9N	139 24.4E	45734	93
A 34 39.5N	139 27.5E	46232	739	A 34 54.4N	139 24.5E	45757	112
A 34 38.9N	139 27.5E	46121	632	A 34 54.9N	139 24.5E	45781	132
A 34 38.5N	139 27.5E	45963	479	A 34 55.4N	139 24.5E	45795	141
A 34 38.0N	139 27.5E	45794	314	A 34 55.9N	139 24.5E	45803	145
A 34 37.5N	139 27.5E	45590	115	A 34 54.7N	139 21.6E	45780	118
A 34 37.1N	139 27.5E	45539	68	A 34 54.2N	139 21.6E	45759	102
A 34 37.0N	139 27.5E	45544	74	A 34 53.8N	139 21.6E	45726	73
A 34 36.5N	139 27.5E	45595	129	A 34 53.3N	139 21.6E	45676	28
A 34 36.0N	139 27.5E	45651	190	A 34 52.8N	139 21.6E	45623	-20
A 34 35.5N	139 27.5E	45703	246	A 34 52.3N	139 21.5E	45571	-68
A 34 35.2N	139 27.5E	45716	262	A 34 51.8N	139 21.5E	45505	-129
A 34 35.0N	139 27.6E	45701	249	A 34 51.3N	139 21.5E	45435	-195
A 34 34.5N	139 27.6E	45662	214	A 34 50.8N	139 21.5E	45362	-264
A 34 34.1N	139 27.6E	45653	210	A 34 50.3N	139 21.4E	45333	-288
A 34 33.6N	139 27.6E	45628	189	A 34 49.9N	139 21.4E	45304	-313
A 34 33.3N	139 24.8E	45775	325	A 34 49.6N	139 21.4E	45290	-324
A 34 33.8N	139 24.8E	45703	249	A 34 49.4N	139 21.4E	45300	-312
A 34 34.3N	139 24.7E	45611	152	A 34 48.9N	139 21.4E	45408	-200
A 34 34.7N	139 24.7E	45512	48	A 34 48.4N	139 21.4E	45556	-48
A 34 35.2N	139 24.7E	45429	-38	A 34 47.9N	139 21.3E	45641	41
A 34 35.7N	139 24.6E	45388	-84	A 34 47.4N	139 21.3E	45691	95
A 34 36.0N	139 24.6E	45377	-98	A 34 46.9N	139 21.3E	45804	213
A 34 36.2N	139 24.6E	45384	-93	A 34 40.9N	139 21.9E	45905	371
A 34 36.7N	139 24.6E	45405	-76	A 34 40.4N	139 22.0E	45743	215
A 34 37.3N	139 24.6E	45461	-26	A 34 39.8N	139 22.2E	45631	109
A 34 37.7N	139 24.5E	45489	-2	A 34 39.3N	139 22.3E	45568	52
A 34 38.3N	139 24.5E	45540	43	A 34 38.7N	139 22.5E	45512	1
A 34 38.7N	139 24.5E	45624	123	A 34 38.4N	139 22.6E	45492	-14
A 34 39.2N	139 24.5E	45732	227	A 34 38.1N	139 22.6E	45499	-5
A 34 39.7N	139 24.5E	45916	406	A 34 37.6N	139 22.7E	45511	12
A 34 40.2N	139 24.5E	46164	650	A 34 37.1N	139 22.5E	45498	2
A 34 40.3N	139 24.5E	46256	740	A 34 36.6N	139 22.4E	45428	-63
A 34 40.6N	139 24.5E	46353	835	A 34 36.2N	139 22.2E	45399	-88
A 34 40.7N	139 24.5E	46368	849	A 34 36.0N	139 22.2E	45395	-91
A 34 47.5N	139 24.8E	45754	174	A 34 35.7N	139 22.1E	45395	-89
A 34 48.0N	139 24.7E	45914	329	A 34 35.2N	139 21.9E	45417	-63
A 34 48.1N	139 24.7E	45926	340	A 34 34.8N	139 21.9E	45426	-50
A 34 48.5N	139 24.7E	45887	297	A 34 35.8N	139 19.5E	45382	-116

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

251

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
°	'	nT	nT	°	'	nT	nT
A 34 36.3N	139 19.4E	45457	-46	A 34 58.1N	139 19.0E	45932	227
A 34 36.6N	139 19.4E	45467	-39	A 34 58.5N	139 19.1E	45931	223
A 34 36.8N	139 19.4E	45462	-46	A 34 57.0N	139 19.4E	45911	218
A 34 37.3N	139 19.3E	45434	-78	A 34 57.1N	139 19.8E	45914	222
A 34 37.5N	139 19.3E	45423	-91	A 34 57.3N	139 20.2E	45915	224
A 34 37.8N	139 19.4E	45423	-94	A 34 57.3N	139 20.3E	45919	228
A 34 38.3N	139 19.4E	45443	-78	A 34 57.4N	139 20.7E	45924	234
A 34 38.8N	139 19.5E	45503	-22	A 34 57.8N	139 21.5E	45914	223
A 34 39.3N	139 19.5E	45528	-1	A 34 57.8N	139 21.8E	45881	192
A 34 39.7N	139 19.6E	45557	23	A 34 57.3N	139 21.8E	45867	183
A 34 39.8N	139 19.6E	45566	31	A 34 56.8N	139 21.9E	45852	173
A 34 40.3N	139 19.6E	45610	71	A 34 56.3N	139 21.9E	45843	168
A 34 40.8N	139 19.5E	45669	125	A 34 55.8N	139 21.9E	45823	153
A 34 41.3N	139 19.4E	45754	205	A 34 55.3N	139 22.0E	45809	144
A 34 41.7N	139 19.4E	45849	296	A 34 54.8N	139 22.0E	45791	131
A 34 41.8N	139 19.4E	45873	319	A 34 54.3N	139 22.0E	45767	111
A 34 42.4N	139 19.3E	45990	431	A 34 53.8N	139 21.9E	45727	76
A 34 42.9N	139 19.2E	46085	521	A 34 53.3N	139 21.9E	45698	51
A 34 43.1N	139 19.2E	46093	527	A 34 52.7N	139 21.9E	45648	6
A 34 43.4N	139 19.2E	46068	499	A 34 52.2N	139 21.9E	45592	-44
A 34 43.9N	139 19.2E	45870	296	A 34 51.7N	139 21.9E	45530	-102
A 34 44.4N	139 19.3E	45785	207	A 34 51.3N	139 21.8E	45550	-78
A 34 44.9N	139 19.3E	45820	237	A 34 50.8N	139 21.8E	45378	-246
A 34 45.4N	139 19.3E	45865	278	A 34 50.3N	139 21.7E	45352	-268
A 34 45.9N	139 19.4E	45959	367	A 34 49.9N	139 21.7E	45326	-290
A 34 46.4N	139 19.4E	46102	506	A 34 49.8N	139 21.7E	45319	-296
A 34 46.7N	139 19.4E	46150	551	A 34 49.4N	139 21.6E	45317	-295
A 34 46.9N	139 19.4E	46135	534	A 34 48.9N	139 21.6E	45436	-171
A 34 47.4N	139 19.4E	46059	454	A 34 48.4N	139 21.7E	45524	-78
A 34 47.9N	139 19.4E	45962	352	A 34 47.9N	139 21.7E	45619	21
A 34 48.4N	139 19.4E	45855	240	A 34 47.4N	139 21.7E	45641	47
A 34 48.9N	139 19.4E	45789	170	A 34 41.0N	139 23.0E	45999	470
A 34 49.4N	139 19.4E	45704	80	A 34 40.5N	139 22.8E	45791	265
A 34 49.9N	139 19.3E	45350	-278	A 34 40.1N	139 22.7E	45656	134
A 34 50.4N	139 19.2E	45102	-531	A 34 39.6N	139 22.4E	45569	50
A 34 50.7N	139 19.1E	45090	-545	A 34 39.1N	139 22.2E	45509	-6
A 34 51.0N	139 19.1E	45127	-511	A 34 38.8N	139 22.1E	45492	-21
A 34 51.5N	139 19.0E	45245	-398	A 34 38.6N	139 22.0E	45504	-7
A 34 52.0N	139 18.9E	45399	-249	A 34 38.2N	139 21.7E	45533	24
A 34 52.5N	139 18.8E	45509	-144	A 34 37.7N	139 21.5E	45507	1
A 34 53.0N	139 18.9E	45597	-61	A 34 37.2N	139 21.4E	45445	-56
A 34 53.5N	139 18.9E	45674	11	A 34 36.7N	139 21.4E	45387	-110
A 34 54.0N	139 19.0E	45729	62	A 34 36.2N	139 21.4E	45360	-132
A 34 54.5N	139 19.0E	45778	106	A 34 36.0N	139 21.4E	45358	-133
A 34 55.0N	139 19.1E	45823	147	A 34 35.8N	139 21.4E	45369	-119
A 34 55.5N	139 19.1E	45850	169	A 34 35.3N	139 21.4E	45398	-86
A 34 56.0N	139 19.1E	45880	194	A 34 34.8N	139 21.4E	45409	-70
A 34 56.5N	139 19.1E	45893	203	A 34 35.4N	139 24.4E	45444	-26
A 34 57.1N	139 19.1E	45904	209	A 34 35.9N	139 24.6E	45413	-61
A 34 57.6N	139 19.0E	45923	223	A 34 36.3N	139 24.7E	45399	-78

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
°	°	nT	nT	°	°	nT	nT
A 34 36.4N	139 24.8E	45403	-75	A 34 55.7N	139 28.7E	45688	52
A 34 36.9N	139 24.9E	45421	-61	A 34 55.1N	139 28.7E	45673	42
A 34 37.4N	139 24.8E	45476	-10	A 34 54.6N	139 28.8E	45644	18
A 34 37.9N	139 24.8E	45525	33	A 34 54.1N	139 28.8E	45647	26
A 34 38.4N	139 24.8E	45591	95	A 34 53.5N	139 28.8E	45631	16
A 34 38.8N	139 24.8E	45672	171	A 34 53.0N	139 28.9E	45623	13
A 34 39.3N	139 24.7E	45804	299	A 34 52.5N	139 28.9E	45606	0
A 34 39.8N	139 24.8E	46071	562	A 34 52.0N	139 28.9E	45597	-4
A 34 40.3N	139 24.9E	46362	849	A 34 51.5N	139 28.9E	45584	-12
A 34 40.7N	139 25.0E	46519	1002	A 34 51.1N	139 28.9E	45579	-13
A 34 47.7N	139 24.8E	45741	160	A 34 50.6N	139 28.9E	45578	-9
A 34 48.2N	139 25.0E	45860	275	A 34 50.1N	139 28.8E	45605	21
A 34 48.6N	139 25.1E	45823	234	A 34 49.6N	139 28.8E	45647	67
A 34 49.1N	139 25.1E	45706	113	A 34 49.1N	139 28.7E	45694	119
A 34 49.6N	139 25.2E	45563	-33	A 34 48.5N	139 28.7E	45731	160
A 34 50.1N	139 25.3E	45496	-104	A 34 48.0N	139 28.6E	45752	186
A 34 50.2N	139 25.3E	45494	-107	A 34 47.5N	139 28.6E	45761	199
A 34 50.6N	139 25.3E	45501	-103	A 34 47.0N	139 28.5E	45694	137
A 34 51.1N	139 25.4E	45521	-88	A 34 46.5N	139 28.5E	45635	82
A 34 51.6N	139 25.4E	45657	43	A 34 46.0N	139 28.4E	45558	10
A 34 52.1N	139 25.4E	45584	-34	A 34 45.5N	139 28.3E	45506	-37
A 34 52.6N	139 25.3E	45623	0	A 34 44.9N	139 28.3E	45468	-71
A 34 53.1N	139 25.2E	45657	28	A 34 44.4N	139 28.2E	45398	-136
A 34 53.6N	139 25.2E	45692	58	A 34 43.9N	139 28.1E	45317	-213
A 34 54.2N	139 25.1E	45719	80	A 34 43.8N	139 28.1E	45307	-222
A 34 54.7N	139 25.0E	45754	110	A 34 43.4N	139 28.1E	45355	-171
A 34 55.1N	139 25.0E	45772	123	A 34 42.9N	139 28.0E	45450	-71
A 34 55.6N	139 25.0E	45787	134	A 34 42.4N	139 27.9E	45690	172
A 34 56.1N	139 24.9E	45805	147	A 34 41.9N	139 27.9E	45863	349
A 34 56.5N	139 24.9E	45812	150	A 34 41.4N	139 27.8E	46039	529
A 34 57.0N	139 24.9E	45816	149	A 34 40.9N	139 27.7E	46230	724
A 34 57.5N	139 24.9E	45826	155	A 34 40.7N	139 27.7E	46253	749
A 34 58.0N	139 24.8E	45831	155	A 34 40.5N	139 27.7E	46242	741
A 34 58.6N	139 24.8E	45834	153	A 34 40.2N	139 27.7E	46214	715
A 34 59.1N	139 24.8E	45836	150	A 34 40.0N	139 27.7E	46218	721
A 34 59.6N	139 24.8E	45839	148	A 34 39.5N	139 27.6E	46237	744
A 35 0.2N	139 24.8E	45844	148	A 34 39.0N	139 27.6E	46134	645
A 35 0.7N	139 24.8E	45850	149	A 34 38.5N	139 27.6E	45960	476
A 35 1.2N	139 24.9E	45843	138	A 34 38.0N	139 27.6E	45779	299
A 35 1.7N	139 25.0E	45845	136	A 34 37.5N	139 27.6E	45599	124
A 35 2.2N	139 25.1E	45847	134	A 34 36.9N	139 27.6E	45523	53
A 35 2.6N	139 25.2E	45845	128	A 34 36.4N	139 27.6E	45588	123
A 35 3.1N	139 25.3E	45837	116	A 34 35.8N	139 27.6E	45636	176
A 35 3.4N	139 25.5E	45822	100	A 34 35.3N	139 27.6E	45696	241
A 35 3.3N	139 25.6E	45774	53	A 34 35.1N	139 27.5E	45716	263
A 35 3.1N	139 26.1E	45783	66	A 34 34.9N	139 27.5E	45708	257
A 35 2.9N	139 26.6E	45777	65	A 34 34.6N	139 24.3E	45485	21
A 35 2.7N	139 27.2E	45774	67	A 34 35.1N	139 24.4E	45402	-65
A 35 2.4N	139 27.7E	45777	75	A 34 35.7N	139 24.6E	45381	-91
A 35 2.2N	139 28.3E	45785	88	A 34 35.8N	139 24.6E	45379	-94

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

253

LAT				LONG				F				ΔF			
° ' "				° ' "				nT				nT			
A 34	36.2N	139	24.7E	45396	-80	A 34	46.8N	139	20.9E	45875	282	A 34	46.8N	139	20.9E
A 34	36.8N	139	24.9E	45428	-52	A 34	47.3N	139	20.9E	45748	151	A 34	47.3N	139	20.9E
A 34	37.3N	139	25.0E	45478	-6	A 34	47.8N	139	20.9E	45719	117	A 34	47.8N	139	20.9E
A 34	37.7N	139	25.4E	45537	50	A 34	48.4N	139	20.8E	45563	-43	A 34	48.4N	139	20.8E
A 34	37.7N	139	25.4E	45551	64	A 34	48.9N	139	20.6E	45358	-254	A 34	48.9N	139	20.6E
A 34	38.0N	139	25.6E	45632	143	A 34	49.4N	139	20.5E	45267	-350	A 34	49.4N	139	20.5E
A 34	38.4N	139	26.0E	45781	290	A 34	49.5N	139	20.5E	45266	-353	A 34	49.5N	139	20.5E
A 34	38.8N	139	26.3E	45940	447	A 34	49.6N	139	20.4E	45266	-354	A 34	49.6N	139	20.4E
A 34	39.2N	139	26.5E	46105	610	A 34	50.0N	139	20.4E	45278	-345	A 34	50.0N	139	20.4E
A 34	39.7N	139	26.6E	46242	742	A 34	50.5N	139	20.2E	45323	-305	A 34	50.5N	139	20.2E
A 34	40.2N	139	26.7E	46435	931	A 34	50.9N	139	20.0E	45371	-263	A 34	50.9N	139	20.0E
A 34	40.7N	139	26.7E	46553	1045	A 34	50.5N	139	21.4E	45361	-262	A 34	50.5N	139	21.4E
A 34	40.9N	139	26.8E	46572	1062	A 34	49.9N	139	21.4E	45322	-296	A 34	49.9N	139	21.4E
A 34	46.4N	139	26.3E	45547	-15	A 34	49.6N	139	21.4E	45297	-317	A 34	49.6N	139	21.4E
A 34	46.5N	139	26.2E	45546	-17	A 34	49.3N	139	21.4E	45298	-314	A 34	49.3N	139	21.4E
A 34	47.0N	139	26.2E	45619	51	A 34	48.8N	139	21.4E	45374	-233	A 34	48.8N	139	21.4E
A 34	47.6N	139	26.2E	45740	166	A 34	48.2N	139	21.4E	45527	-75	A 34	48.2N	139	21.4E
A 34	48.2N	139	26.1E	45800	220	A 34	47.7N	139	21.4E	45622	24	A 34	47.7N	139	21.4E
A 34	48.7N	139	26.1E	45773	188	A 34	47.1N	139	21.4E	45690	97	A 34	47.1N	139	21.4E
A 34	49.3N	139	26.0E	45686	96	A 34	46.9N	139	21.4E	45827	236	A 34	46.9N	139	21.4E
A 34	49.9N	139	26.0E	45600	4	A 34	44.5N	139	21.4E	46023	455	A 34	44.5N	139	21.4E
A 34	50.4N	139	25.9E	45568	-32	A 34	44.2N	139	21.4E	45940	375	A 34	44.2N	139	21.4E
A 34	51.0N	139	25.9E	45558	-47	A 34	43.9N	139	21.4E	45915	351	A 34	43.9N	139	21.4E
A 34	51.5N	139	25.9E	45545	-66	A 34	43.6N	139	21.4E	45940	379	A 34	43.6N	139	21.4E
A 34	49.8N	139	23.8E	45791	185	A 34	42.6N	139	21.5E	46240	689	A 34	42.6N	139	21.5E
A 34	49.1N	139	23.8E	45912	313	A 34	42.0N	139	21.5E	46090	544	A 34	42.0N	139	21.5E
A 34	48.9N	139	23.8E	45920	323	A 34	41.5N	139	21.5E	45968	427	A 34	41.5N	139	21.5E
A 34	48.3N	139	23.9E	45854	263	A 34	41.0N	139	21.5E	45835	298	A 34	41.0N	139	21.5E
A 34	47.5N	139	23.9E	45674	90	A 34	40.5N	139	21.5E	45713	181	A 34	40.5N	139	21.5E
A 34	47.1N	139	24.0E	45583	3	A 34	40.0N	139	21.5E	45628	100	A 34	40.0N	139	21.5E
A 34	39.7N	139	24.2E	45807	295	A 34	39.5N	139	21.5E	45568	45	A 34	39.5N	139	21.5E
A 34	39.2N	139	24.2E	45649	142	A 34	39.0N	139	21.5E	45518	0	A 34	39.0N	139	21.5E
A 34	38.7N	139	24.2E	45554	51	A 34	38.6N	139	21.6E	45507	-6	A 34	38.6N	139	21.6E
A 34	38.2N	139	24.2E	45499	1	A 34	37.5N	139	24.0E	45463	-28	A 34	37.5N	139	24.0E
A 34	39.9N	139	20.6E	45628	98	A 34	37.6N	139	24.0E	45472	-20	A 34	37.6N	139	24.0E
A 34	40.3N	139	20.6E	45689	155	A 34	38.0N	139	24.2E	45561	65	A 34	38.0N	139	24.2E
A 34	40.8N	139	20.6E	45785	246	A 34	38.4N	139	24.3E	45588	89	A 34	38.4N	139	24.3E
A 34	41.3N	139	20.7E	45896	353	A 34	38.9N	139	24.5E	45695	192	A 34	38.9N	139	24.5E
A 34	41.7N	139	20.7E	46026	479	A 34	39.4N	139	24.5E	45881	374	A 34	39.4N	139	24.5E
A 34	42.3N	139	20.7E	46172	620	A 34	40.0N	139	24.6E	46130	618	A 34	40.0N	139	24.6E
A 34	42.8N	139	20.7E	46249	693	A 34	40.6N	139	24.6E	46378	861	A 34	40.6N	139	24.6E
A 34	43.3N	139	20.7E	46103	542	A 34	40.7N	139	24.6E	46399	881	A 34	40.7N	139	24.6E
A 34	43.8N	139	20.7E	46002	436	A 34	47.8N	139	24.3E	45871	286	A 34	47.8N	139	24.3E
A 34	44.0N	139	20.7E	45993	425	A 34	48.2N	139	24.3E	45955	367	A 34	48.2N	139	24.3E
A 34	44.3N	139	20.7E	46054	484	A 34	48.3N	139	24.3E	45947	358	A 34	48.3N	139	24.3E
A 34	44.7N	139	20.8E	46097	523	A 34	48.8N	139	24.3E	45895	301	A 34	48.8N	139	24.3E
A 34	44.8N	139	20.8E	46092	517	A 34	49.3N	139	24.3E	45619	20	A 34	49.3N	139	24.3E
A 34	45.3N	139	20.8E	46023	444	A 34	49.8N	139	24.3E	45466	-136	A 34	49.8N	139	24.3E
A 34	45.8N	139	20.8E	45965	381	A 34	50.3N	139	24.3E	45445	-162	A 34	50.3N	139	24.3E
A 34	46.3N	139	20.9E	45950	362	A 34	50.4N	139	24.3E	45419	-189	A 34	50.4N	139	24.3E

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
A 34 50.8N	139 24.3E	45476	-136	A 34 51.6N	139 22.4E	45495	-133
A 34 51.3N	139 24.3E	45514	-102	A 34 54.9N	139 22.3E	45777	117
A 34 52.4N	139 25.2E	45585	-37	A 34 54.4N	139 22.2E	45737	82
A 34 51.9N	139 25.3E	45543	-74	A 34 54.1N	139 22.2E	45723	70
A 34 51.4N	139 25.4E	45515	-96	A 34 53.9N	139 22.2E	45707	56
A 34 50.8N	139 25.5E	45498	-108	A 34 53.4N	139 22.3E	45668	21
A 34 50.4N	139 25.6E	45480	-122	A 34 53.3N	139 22.3E	45660	15
A 34 50.3N	139 25.6E	45488	-113	A 34 52.8N	139 22.4E	45611	-28
A 34 49.9N	139 25.6E	45496	-101	A 34 52.3N	139 22.5E	45553	-81
A 34 49.4N	139 25.6E	45564	-28	A 34 51.8N	139 22.6E	45495	-134
A 34 48.9N	139 25.6E	45699	110	A 34 51.3N	139 22.7E	45417	-207
A 34 48.5N	139 25.7E	45775	190	A 34 50.8N	139 22.8E	45364	-254
A 34 48.2N	139 25.7E	45786	204	A 34 50.5N	139 22.8E	45346	-269
A 34 48.0N	139 25.7E	45761	180	A 34 50.3N	139 22.9E	45351	-263
A 34 47.5N	139 25.8E	45636	61	A 34 49.7N	139 22.9E	45426	-183
A 34 46.9N	139 25.8E	45542	-27	A 34 49.2N	139 23.0E	45592	-12
A 34 46.6N	139 25.9E	45528	-37	A 34 48.9N	139 23.0E	45790	188
A 34 46.4N	139 25.9E	45552	-11	A 34 48.7N	139 23.0E	45772	172
A 34 40.0N	139 26.0E	46318	813	A 34 48.6N	139 23.0E	45776	177
A 34 39.5N	139 26.1E	46063	563	A 34 48.2N	139 23.1E	45728	133
A 34 38.9N	139 26.1E	45921	426	A 34 47.6N	139 23.3E	45616	28
A 34 38.4N	139 26.1E	45794	304	A 34 47.1N	139 23.5E	45571	-11
A 34 37.9N	139 26.2E	45630	145	A 34 39.7N	139 24.5E	45967	457
A 34 37.4N	139 26.1E	45534	53	A 34 39.1N	139 24.6E	45764	260
A 34 36.9N	139 26.1E	45487	10	A 34 38.5N	139 24.7E	45633	134
A 34 35.6N	139 22.6E	45344	-136	A 34 38.0N	139 24.8E	45545	52
A 34 35.8N	139 22.6E	45338	-144	A 34 37.5N	139 24.8E	45492	4
A 34 36.1N	139 22.6E	45350	-135	A 34 37.0N	139 24.9E	45436	-47
A 34 36.7N	139 22.7E	45418	-72	A 34 36.6N	139 24.9E	45396	-82
A 34 37.2N	139 22.8E	45496	1	A 34 36.1N	139 25.0E	45368	-106
A 34 37.5N	139 22.9E	45542	44	A 34 36.0N	139 25.0E	45361	-112
A 34 37.8N	139 22.9E	45550	50	A 34 35.6N	139 25.0E	45375	-94
A 34 38.0N	139 22.9E	45561	59	A 34 35.1N	139 25.0E	45412	-53
A 34 38.3N	139 23.0E	45545	41	A 34 34.6N	139 24.9E	45515	54
A 34 38.5N	139 23.0E	45543	37	A 34 34.1N	139 24.9E	45610	153
A 34 38.8N	139 23.0E	45541	32	A 34 33.6N	139 24.8E	45676	223
A 34 39.4N	139 23.0E	45595	81	A 34 33.1N	139 24.7E	45720	272
A 34 39.9N	139 22.9E	45712	192	A 34 33.0N	139 24.6E	45761	313
A 34 40.5N	139 22.9E	45834	309	A 34 32.5N	139 24.6E	45656	212
A 34 41.0N	139 22.8E	46026	496	A 34 34.8N	139 14.6E	45360	-152
A 34 41.6N	139 22.8E	46313	778	A 34 35.0N	139 15.2E	45323	-188
A 34 47.9N	139 22.6E	45488	-105	A 34 35.2N	139 15.7E	45287	-223
A 34 48.5N	139 22.7E	45620	20	A 34 35.2N	139 15.8E	45293	-217
A 34 48.8N	139 22.7E	45636	34	A 34 35.4N	139 16.4E	45309	-200
A 34 49.1N	139 22.7E	45598	-6	A 34 35.6N	139 17.0E	45331	-177
A 34 49.6N	139 22.6E	45453	-156	A 34 35.9N	139 17.6E	45340	-167
A 34 50.1N	139 22.6E	45385	-229	A 34 36.2N	139 18.1E	45383	-125
A 34 50.4N	139 22.5E	45373	-244	A 34 36.5N	139 18.6E	45400	-108
A 34 50.6N	139 22.5E	45382	-236	A 34 36.8N	139 19.1E	45414	-94
A 34 51.1N	139 22.4E	45443	-180	A 34 37.1N	139 19.6E	45423	-86

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

255

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° ' "	° ' "	nT	nT	° ' "	° ' "	nT	nT
A 34 37.4N	139 20.1E	45448	-61	A 34 43.3N	139 30.2E	45419	-95
A 34 37.6N	139 20.6E	45485	-24	A 34 43.1N	139 29.7E	45376	-139
A 34 37.9N	139 21.1E	45493	-16	A 34 42.9N	139 29.1E	45351	-165
A 34 38.2N	139 21.6E	45514	4	A 34 42.8N	139 28.8E	45330	-186
A 34 38.3N	139 21.8E	45513	3	A 34 42.7N	139 28.5E	45361	-156
A 34 38.4N	139 22.1E	45506	-3	A 34 42.6N	139 28.3E	45402	-115
A 34 38.5N	139 22.3E	45506	-3	A 34 42.4N	139 27.9E	45525	7
A 34 38.7N	139 22.7E	45516	6	A 34 42.2N	139 27.3E	45861	341
A 34 38.9N	139 23.0E	45517	7	A 34 42.1N	139 26.8E	46188	667
A 34 39.0N	139 23.2E	45546	36	A 34 40.7N	139 24.3E	46241	721
A 34 39.2N	139 23.7E	45642	133	A 34 40.5N	139 24.0E	46166	646
A 34 39.5N	139 24.2E	45807	298	A 34 40.2N	139 23.5E	45909	390
A 34 39.7N	139 24.7E	46030	521	A 34 39.9N	139 23.0E	45705	186
A 34 40.0N	139 25.3E	46241	732	A 34 39.6N	139 22.5E	45584	65
A 34 40.2N	139 25.8E	46408	900	A 34 39.3N	139 22.0E	45583	65
A 34 40.4N	139 26.1E	46547	1039	A 34 39.0N	139 21.5E	45521	3
A 34 40.5N	139 26.3E	46494	986	A 34 38.7N	139 21.0E	45512	-5
A 34 40.7N	139 26.8E	46379	871	A 34 38.4N	139 20.5E	45510	-7
A 34 40.9N	139 27.4E	46195	689	A 34 38.2N	139 19.9E	45497	-20
A 34 41.0N	139 28.0E	45879	374	A 34 37.9N	139 19.4E	45471	-46
A 34 41.2N	139 28.6E	45579	75	A 34 37.6N	139 18.9E	45420	-97
A 34 41.4N	139 29.2E	45357	-145	A 34 37.4N	139 18.3E	45393	-125
A 34 41.6N	139 29.8E	45303	-198	A 34 37.1N	139 17.8E	45380	-138
A 34 41.6N	139 29.9E	45300	-200	A 34 36.8N	139 17.2E	45360	-158
A 34 41.8N	139 30.3E	45313	-187	A 34 36.6N	139 16.7E	45458	-60
A 34 42.0N	139 30.9E	45353	-146	A 34 36.3N	139 16.1E	45311	-207
A 34 42.2N	139 31.5E	45397	-101	A 34 36.1N	139 15.8E	45295	-223
A 34 42.4N	139 32.1E	45418	-79	A 34 36.0N	139 15.6E	45303	-215
A 34 42.6N	139 32.6E	45425	-71	A 34 35.9N	139 15.3E	45308	-210
A 34 42.8N	139 33.2E	45440	-56	A 34 41.0N	139 21.7E	45871	336
A 34 43.1N	139 33.8E	45442	-53	A 34 41.3N	139 22.2E	46048	513
A 34 43.3N	139 34.3E	45435	-60	A 34 41.6N	139 22.7E	46325	789
A 34 43.6N	139 34.8E	45441	-53	A 34 41.6N	139 22.8E	46348	812
A 34 43.8N	139 35.4E	45453	-41	A 34 43.8N	139 27.9E	45408	-122
A 34 44.1N	139 35.9E	45469	-25	A 34 43.9N	139 28.1E	45407	-123
A 34 44.3N	139 36.4E	45634	140	A 34 44.1N	139 28.4E	45432	-99
A 34 46.6N	139 36.5E	45520	5	A 34 44.5N	139 28.8E	45499	-33
A 34 46.3N	139 36.0E	45526	11	A 34 44.8N	139 29.2E	45569	35
A 34 46.0N	139 35.4E	45542	27	A 34 45.2N	139 29.7E	45625	90
A 34 45.8N	139 34.9E	45548	33	A 34 45.5N	139 30.1E	45669	133
A 34 45.6N	139 34.6E	45545	30	A 34 45.8N	139 30.6E	45683	146
A 34 45.5N	139 34.4E	45550	35	A 34 46.1N	139 31.1E	45697	161
A 34 45.4N	139 34.1E	45554	39	A 34 46.4N	139 31.7E	45696	160
A 34 45.2N	139 33.8E	45551	36	A 34 46.7N	139 32.3E	45689	153
A 34 44.9N	139 33.3E	45539	24	A 34 46.9N	139 32.8E	45673	137
A 34 44.7N	139 32.8E	45534	19	A 34 47.2N	139 33.4E	45636	100
A 34 44.4N	139 32.3E	45639	124	A 34 47.5N	139 33.9E	45599	63
A 34 44.1N	139 31.8E	45536	21	A 34 47.7N	139 34.4E	45566	30
A 34 43.8N	139 31.3E	45519	5	A 34 47.8N	139 34.5E	45557	21
A 34 43.5N	139 30.8E	45478	-35	A 34 48.0N	139 34.9E	45529	-6

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
$^{\circ}$ $'$	$^{\circ}$ $'$	nT	nT	$^{\circ}$ $'$	$^{\circ}$ $'$	nT	nT
A 34 48.2N	139 35.2E	45535	0	A 34 41.6N	139 22.9E	46382	847
A 34 48.3N	139 35.4E	45524	-11	A 34 48.2N	139 23.1E	45800	205
A 34 48.4N	139 35.6E	45513	-22	A 34 48.8N	139 23.1E	45783	183
A 34 48.5N	139 35.9E	45512	-23	A 34 49.4N	139 23.0E	45548	-57
A 34 48.8N	139 36.4E	45512	-22	A 34 49.9N	139 22.9E	45403	-207
A 34 51.0N	139 35.1E	45540	-21	A 34 50.5N	139 22.9E	45387	-229
A 34 50.7N	139 34.6E	45528	-33	A 34 51.1N	139 22.8E	45430	-191
A 34 50.4N	139 34.1E	45519	-42	A 34 51.6N	139 22.7E	45491	-136
A 34 50.1N	139 33.6E	45516	-44	A 34 52.2N	139 22.6E	45572	-60
A 34 49.8N	139 33.1E	45473	-87	A 34 52.7N	139 22.6E	45637	-1
A 34 49.5N	139 32.5E	45507	-53	A 34 53.3N	139 22.5E	45689	45
A 34 49.2N	139 32.0E	45527	-33	A 34 53.8N	139 22.4E	45726	77
A 34 49.0N	139 31.5E	45568	7	A 34 54.2N	139 22.2E	45767	113
A 34 48.7N	139 30.9E	45627	66	A 34 54.6N	139 22.1E	45793	135
A 34 48.4N	139 30.4E	45679	118	A 34 55.0N	139 21.9E	45816	154
A 34 48.1N	139 29.8E	45716	154	A 34 55.4N	139 21.7E	45837	170
A 34 47.9N	139 29.3E	45729	167	A 34 55.7N	139 21.6E	45847	176
A 34 47.7N	139 28.7E	45738	175	A 34 56.2N	139 21.4E	45873	197
A 34 47.5N	139 28.3E	45740	177	A 34 56.6N	139 21.1E	45881	200
A 34 47.4N	139 28.1E	45733	170	A 34 57.1N	139 20.9E	45906	219
A 34 47.2N	139 27.5E	45693	129	A 34 57.5N	139 20.6E	45925	233
A 34 47.0N	139 26.9E	45628	63	A 34 58.0N	139 20.4E	45938	241
A 34 46.8N	139 26.4E	45534	-31	A 34 58.4N	139 20.1E	45949	246
A 34 44.4N	139 20.8E	46006	435	B 34 44.1N	139 21.6E	45897	332
A 34 44.2N	139 20.4E	46048	477	B 34 44.2N	139 21.7E	45875	310
A 34 44.1N	139 20.0E	45983	411	B 34 44.3N	139 21.9E	45849	284
A 34 43.9N	139 19.6E	45859	287	B 34 44.3N	139 22.0E	45774	209
A 34 43.8N	139 19.2E	45795	222	B 34 44.4N	139 22.2E	45770	205
A 34 43.6N	139 18.8E	45775	202	B 34 44.4N	139 22.3E	45742	178
A 34 43.3N	139 18.3E	45855	282	B 34 44.4N	139 22.4E	45743	179
A 34 43.1N	139 17.7E	46053	480	B 34 44.5N	139 22.5E	45754	190
A 34 42.8N	139 17.2E	46152	578	B 34 44.5N	139 22.6E	45782	218
A 34 42.5N	139 16.7E	46114	540	B 34 44.6N	139 22.7E	45824	260
A 34 42.3N	139 16.1E	45979	405	B 34 44.6N	139 22.8E	45883	319
A 34 42.0N	139 15.7E	45857	284	B 34 44.7N	139 22.9E	45950	386
A 34 35.4N	139 22.1E	45256	-225	B 34 44.7N	139 23.0E	46032	468
A 34 35.6N	139 22.1E	45248	-235	B 34 44.8N	139 23.1E	46139	576
A 34 35.8N	139 22.2E	45239	-245	B 34 44.8N	139 23.2E	46220	657
A 34 36.1N	139 22.3E	45376	-111	B 34 44.8N	139 23.4E	46239	676
A 34 36.6N	139 22.4E	45437	-54	B 34 44.9N	139 23.5E	46231	668
A 34 37.1N	139 22.5E	45532	36	B 34 44.9N	139 23.6E	46228	665
A 34 37.7N	139 22.6E	45562	61	B 34 45.0N	139 23.7E	46250	687
A 34 38.0N	139 22.6E	45557	54	B 34 45.0N	139 23.8E	46255	692
A 34 38.4N	139 22.7E	45547	40	B 34 45.1N	139 23.9E	46204	641
A 34 38.6N	139 22.7E	45540	31	B 34 45.1N	139 24.0E	46101	538
A 34 39.0N	139 22.8E	45553	41	B 34 45.2N	139 24.1E	45973	410
A 34 39.7N	139 22.8E	45629	111	B 34 45.2N	139 24.2E	45843	280
A 34 40.3N	139 22.9E	45764	241	B 34 45.3N	139 24.3E	45719	157
A 34 40.8N	139 22.9E	45917	390	B 34 45.3N	139 24.4E	45633	71
A 34 41.3N	139 22.9E	46201	669	B 34 45.4N	139 24.5E	45563	1

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

257

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
B 34 45.4N	139 24.6E	45502	-59	B 34 44.5N	139 23.3E	46455	895
B 34 45.5N	139 24.8E	45456	-105	B 34 44.6N	139 23.2E	46361	800
B 34 45.5N	139 24.9E	45429	-132	B 34 44.7N	139 23.3E	46292	730
B 34 45.6N	139 25.0E	45404	-157	B 34 44.8N	139 23.3E	46195	632
B 34 45.6N	139 25.1E	45410	-151	B 34 44.9N	139 23.3E	46084	520
B 34 45.7N	139 25.2E	45415	-146	B 34 45.0N	139 23.3E	46005	440
B 34 45.7N	139 25.3E	45438	-123	B 34 45.1N	139 23.3E	45926	360
B 34 45.8N	139 25.4E	45452	-109	B 34 45.2N	139 23.3E	45855	288
B 34 45.8N	139 25.5E	45489	-72	B 34 45.4N	139 23.3E	45779	211
B 34 45.9N	139 25.6E	45530	-31	B 34 45.5N	139 23.3E	45726	157
B 34 45.9N	139 25.7E	45570	9	B 34 45.6N	139 23.3E	45698	128
B 34 46.0N	139 25.8E	45604	43	B 34 45.7N	139 23.3E	45677	106
B 34 46.0N	139 25.9E	45619	58	B 34 45.8N	139 23.3E	45664	92
B 34 46.1N	139 26.1E	45623	62	B 34 45.9N	139 23.3E	45640	67
B 34 46.1N	139 26.2E	45612	51	B 34 46.0N	139 23.3E	45615	41
B 34 47.6N	139 22.1E	45610	15	B 34 46.1N	139 23.3E	45595	20
B 34 47.5N	139 22.1E	45616	22	B 34 46.2N	139 23.3E	45577	1
B 34 47.4N	139 22.1E	45626	33	B 34 46.3N	139 23.3E	45560	-16
B 34 47.3N	139 22.1E	45631	39	B 34 46.5N	139 23.3E	45542	-35
B 34 47.2N	139 22.1E	45647	56	B 34 46.6N	139 23.4E	45533	-45
B 34 47.1N	139 22.1E	45669	79	B 34 46.7N	139 23.4E	45527	-52
B 34 47.0N	139 22.1E	45692	103	B 34 46.8N	139 23.4E	45531	-49
B 34 46.9N	139 22.1E	45714	126	B 34 46.9N	139 23.4E	45548	-33
B 34 46.8N	139 22.1E	45724	137	B 34 47.0N	139 23.4E	45562	-20
B 34 46.7N	139 22.1E	45730	144	B 34 47.1N	139 23.4E	45569	-14
B 34 46.6N	139 22.2E	45720	135	B 34 47.2N	139 23.3E	45561	-23
B 34 46.5N	139 22.2E	45708	124	B 34 47.1N	139 23.3E	45559	-24
B 34 46.4N	139 22.2E	45688	105	B 34 47.0N	139 23.3E	45556	-26
B 34 46.3N	139 22.2E	45687	105	B 34 46.9N	139 23.3E	45550	-31
B 34 46.2N	139 22.2E	45694	113	B 34 46.8N	139 23.3E	45539	-41
B 34 46.1N	139 22.2E	45715	135	B 34 46.6N	139 23.3E	45529	-50
B 34 46.0N	139 22.2E	45748	169	B 34 46.5N	139 23.3E	45537	-41
B 34 45.9N	139 22.3E	45818	240	B 34 46.4N	139 23.4E	45527	-50
B 34 45.8N	139 22.3E	45848	271	B 34 46.3N	139 23.4E	45561	-15
B 34 45.7N	139 22.3E	45891	315	B 34 46.2N	139 23.4E	45582	6
B 34 45.6N	139 22.3E	45941	366	B 34 46.1N	139 23.4E	45598	23
B 34 45.5N	139 22.3E	45983	409	B 34 46.0N	139 23.4E	45614	40
B 34 45.4N	139 22.3E	46020	447	B 34 45.9N	139 23.4E	45632	60
B 34 45.2N	139 22.3E	46043	471	B 34 45.8N	139 23.4E	45656	85
B 34 45.1N	139 22.3E	46047	476	B 34 45.7N	139 23.4E	45668	98
B 34 45.0N	139 22.3E	46042	472	B 34 45.5N	139 23.4E	45683	114
B 34 44.9N	139 22.3E	46014	445	B 34 45.4N	139 23.4E	45721	153
B 34 44.8N	139 22.3E	45975	407	B 34 45.3N	139 23.5E	45775	208
B 34 44.7N	139 22.3E	45925	358	B 34 45.2N	139 23.5E	45856	290
B 34 44.6N	139 22.3E	45873	307	B 34 45.1N	139 23.5E	45943	378
B 34 44.5N	139 22.3E	45823	258	B 34 45.0N	139 23.5E	46052	488
B 34 44.4N	139 22.3E	45785	221	B 34 44.9N	139 23.5E	46365	802
B 34 44.3N	139 22.3E	45755	191	B 34 44.8N	139 23.5E	46508	946
B 34 44.2N	139 23.3E	46527	969	B 34 44.7N	139 23.5E	46618	1057
B 34 44.4N	139 23.3E	46542	983	B 34 44.5N	139 23.5E	46639	1079

LAT		LONG		F	ΔF	LAT		LONG		F	ΔF
° /		° /		nT	nT	° /		° /		nT	nT
B 34	44.4N	139	23.6E	46524	966	B 34	42.7N	139	22.3E	46388	839
B 34	44.3N	139	23.6E	46377	820	B 34	42.6N	139	22.3E	46423	875
B 34	44.3N	139	25.3E	45986	437	B 34	42.5N	139	22.3E	46428	881
B 34	44.4N	139	25.3E	45918	368	B 34	42.4N	139	22.3E	46423	877
B 34	44.5N	139	25.2E	45853	302	B 34	42.3N	139	22.3E	46414	869
B 34	44.6N	139	25.2E	45795	243	B 34	42.2N	139	22.3E	46398	854
B 34	44.7N	139	25.2E	45758	205	B 34	42.1N	139	22.3E	46401	857
B 34	44.8N	139	25.2E	45704	150	B 34	42.0N	139	22.3E	46387	844
B 34	45.0N	139	25.2E	45633	77	B 34	41.9N	139	22.3E	46371	829
B 34	45.1N	139	25.1E	45557	0	B 34	41.8N	139	22.3E	46350	809
B 34	45.2N	139	25.1E	45503	-54	B 34	44.1N	139	23.3E	46283	726
B 34	45.3N	139	25.1E	45457	-101	B 34	44.0N	139	23.3E	46357	801
B 34	45.4N	139	25.1E	45426	-133	B 34	43.9N	139	23.3E	46530	975
B 34	45.5N	139	25.1E	45418	-142	B 34	43.8N	139	23.3E	46654	1100
B 34	45.6N	139	25.1E	45433	-128	B 34	43.6N	139	23.3E	46786	1234
B 34	45.7N	139	25.0E	45466	-96	B 34	43.5N	139	23.3E	46976	1425
B 34	45.8N	139	25.0E	45485	-78	B 34	43.4N	139	23.3E	47152	1602
B 34	45.9N	139	25.0E	45498	-66	B 34	43.3N	139	23.3E	47220	1671
B 34	46.2N	139	25.0E	45519	-47	B 34	43.2N	139	23.4E	47298	1750
B 34	46.3N	139	25.0E	45529	-38	B 34	43.0N	139	23.4E	47412	1865
B 34	46.4N	139	25.0E	45535	-33	B 34	42.9N	139	23.4E	47440	1894
B 34	46.6N	139	24.9E	45540	-30	B 34	42.8N	139	23.4E	47370	1825
B 34	46.8N	139	24.9E	45536	-36	B 34	42.7N	139	23.4E	47280	1736
B 34	47.0N	139	24.9E	45534	-40	B 34	42.6N	139	23.4E	47230	1687
B 34	45.6N	139	26.5E	45585	30	B 34	42.5N	139	23.4E	47157	1615
B 34	45.5N	139	26.5E	45578	24	B 34	42.4N	139	23.4E	47084	1543
B 34	45.4N	139	26.5E	45571	18	B 34	42.3N	139	23.4E	47020	1480
B 34	45.2N	139	26.4E	45556	4	B 34	42.2N	139	23.4E	46955	1416
B 34	45.1N	139	26.4E	45527	-23	B 34	42.1N	139	23.5E	46891	1353
B 34	45.0N	139	26.4E	45488	-61	B 34	42.0N	139	23.5E	46828	1291
B 34	44.9N	139	26.4E	45436	-112	B 34	41.9N	139	23.5E	46765	1229
B 34	44.8N	139	26.4E	45386	-161	B 34	41.8N	139	23.5E	46696	1161
B 34	44.6N	139	26.4E	45358	-188	B 34	41.7N	139	23.5E	46632	1098
B 34	44.5N	139	26.4E	45360	-185	B 34	41.6N	139	23.5E	46563	1030
B 34	44.4N	139	26.4E	45462	-82	B 34	41.5N	139	23.5E	46491	959
B 34	44.3N	139	26.4E	45545	1	B 34	41.4N	139	23.5E	46372	841
B 34	44.2N	139	22.3E	45743	180	B 34	41.3N	139	23.6E	46315	785
B 34	44.1N	139	22.3E	45755	193	B 34	41.2N	139	23.6E	46266	737
B 34	44.0N	139	22.3E	45797	236	B 34	41.1N	139	23.6E	46216	688
B 34	43.9N	139	22.3E	45863	303	B 34	40.8N	139	24.1E	46269	746
B 34	43.8N	139	22.3E	45998	439	B 34	41.0N	139	24.1E	46297	773
B 34	43.7N	139	22.3E	46052	494	B 34	41.1N	139	24.1E	46345	820
B 34	43.6N	139	22.3E	46120	563	B 34	41.2N	139	24.1E	46393	867
B 34	43.5N	139	22.3E	46163	607	B 34	41.3N	139	24.1E	46450	923
B 34	43.4N	139	22.3E	46180	625	B 34	41.4N	139	24.0E	46510	982
B 34	43.3N	139	22.3E	46191	637	B 34	41.5N	139	24.0E	46567	1038
B 34	43.2N	139	22.3E	46196	643	B 34	41.6N	139	24.0E	46632	1102
B 34	43.1N	139	22.3E	46225	673	B 34	41.7N	139	24.0E	46770	1238
B 34	43.0N	139	22.3E	46265	714	B 34	41.8N	139	23.9E	46835	1302
B 34	42.8N	139	22.3E	46331	781	B 34	41.9N	139	23.9E	46945	1411

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

259

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
B 34 42.0N	139 23.9E	47045	1510	B 34 42.5N	139 25.4E	46993	1461
B 34 42.1N	139 23.9E	47173	1637	B 34 42.5N	139 25.5E	46819	1287
B 34 42.2N	139 23.9E	47308	1771	B 34 42.6N	139 25.6E	46735	1204
B 34 42.3N	139 23.8E	47444	1906	B 34 42.6N	139 25.7E	46671	1140
B 34 42.4N	139 23.8E	47515	1976	B 34 42.6N	139 25.8E	46624	1093
B 34 42.5N	139 23.8E	47723	2183	B 34 42.6N	139 25.9E	46509	979
B 34 42.7N	139 23.8E	47883	2342	B 34 42.6N	139 26.1E	46466	936
B 34 42.8N	139 23.8E	48028	2486	B 34 42.7N	139 26.2E	46411	881
B 34 42.9N	139 23.8E	48042	2499	B 34 42.7N	139 26.3E	46349	820
B 34 43.0N	139 23.7E	47930	2386	B 34 42.7N	139 26.4E	46291	762
B 34 43.1N	139 23.7E	47874	2329	B 34 42.8N	139 26.5E	46209	680
B 34 43.2N	139 23.7E	47923	2377	B 34 42.8N	139 26.6E	46098	569
B 34 43.3N	139 23.7E	47754	2207	B 34 42.8N	139 26.7E	45989	460
B 34 43.4N	139 23.7E	47697	2149	B 34 42.9N	139 26.8E	45869	340
B 34 43.5N	139 23.7E	47525	1975	B 34 42.9N	139 26.9E	45765	237
B 34 43.6N	139 23.6E	47083	1532	B 34 42.9N	139 27.0E	45678	150
B 34 43.7N	139 23.6E	46719	1167	B 34 43.0N	139 27.1E	45615	87
B 34 43.8N	139 23.6E	46536	983	B 34 41.0N	139 23.9E	46245	720
B 34 44.0N	139 23.6E	46342	788	B 34 41.0N	139 24.0E	46291	766
B 34 44.1N	139 23.6E	46226	671	B 34 41.1N	139 24.1E	46347	822
B 34 44.2N	139 23.6E	46245	689	B 34 41.1N	139 24.3E	46395	870
B 34 41.8N	139 22.5E	46376	837	B 34 41.1N	139 24.4E	46512	988
B 34 41.8N	139 22.7E	46420	881	B 34 41.2N	139 24.5E	46585	1061
B 34 41.8N	139 22.8E	46457	918	B 34 41.2N	139 24.6E	46657	1133
B 34 41.9N	139 22.8E	46486	948	B 34 41.3N	139 24.7E	46740	1216
B 34 41.9N	139 22.9E	46572	1034	B 34 41.3N	139 24.8E	46831	1307
B 34 41.9N	139 23.0E	46612	1074	B 34 41.3N	139 24.9E	46911	1388
B 34 41.9N	139 23.1E	46661	1123	B 34 41.4N	139 25.0E	46978	1455
B 34 42.0N	139 23.2E	46717	1180	B 34 41.4N	139 25.2E	47026	1503
B 34 42.0N	139 23.3E	46772	1235	B 34 41.4N	139 25.3E	47063	1540
B 34 42.0N	139 23.4E	46834	1297	B 34 41.5N	139 25.4E	47079	1556
B 34 42.0N	139 23.5E	46909	1372	B 34 41.5N	139 25.5E	47067	1545
B 34 42.1N	139 23.6E	46984	1448	B 34 41.6N	139 25.6E	47043	1521
B 34 42.1N	139 23.7E	47066	1530	B 34 41.6N	139 25.7E	47002	1480
B 34 42.1N	139 23.8E	47153	1617	B 34 41.6N	139 25.8E	46944	1422
B 34 42.1N	139 23.9E	47246	1710	B 34 41.7N	139 26.0E	46881	1359
B 34 42.2N	139 24.0E	47341	1806	B 34 41.7N	139 26.1E	46819	1297
B 34 42.2N	139 24.1E	47430	1895	B 34 41.8N	139 26.2E	46771	1250
B 34 42.2N	139 24.2E	47515	1980	B 34 41.8N	139 26.3E	46703	1182
B 34 42.2N	139 24.3E	47595	2060	B 34 41.9N	139 26.4E	46643	1122
B 34 42.3N	139 24.4E	47669	2135	B 34 41.9N	139 26.5E	46555	1034
B 34 42.3N	139 24.5E	47771	2237	B 34 41.9N	139 26.6E	46449	928
B 34 42.3N	139 24.6E	47880	2346	B 34 42.0N	139 26.7E	46359	838
B 34 42.3N	139 24.7E	47990	2456	B 34 42.0N	139 26.8E	46258	737
B 34 42.4N	139 24.8E	48089	2556	B 34 44.2N	139 25.3E	46067	519
B 34 42.4N	139 24.9E	48161	2628	B 34 44.1N	139 25.3E	46127	580
B 34 42.4N	139 25.0E	48144	2611	B 34 44.0N	139 25.3E	46170	624
B 34 42.4N	139 25.1E	47976	2443	B 34 43.9N	139 25.3E	46190	645
B 34 42.5N	139 25.2E	47646	2114	B 34 43.8N	139 25.3E	46134	590
B 34 42.5N	139 25.3E	47278	1746	B 34 43.7N	139 25.3E	46099	556

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° ' "	° ' "	nT	nT	° ' "	° ' "	nT	nT
B 34 43.6N	139 25.3E	46086	543	B 34 42.7N	139 26.3E	46348	819
B 34 43.5N	139 25.3E	46085	543	B 34 42.8N	139 26.3E	46259	729
B 34 43.4N	139 25.4E	46098	557	B 34 43.0N	139 26.3E	46146	614
B 34 43.3N	139 25.4E	46115	575	B 34 43.1N	139 26.3E	46008	475
B 34 43.3N	139 25.4E	46144	605	B 34 43.2N	139 26.3E	45879	345
B 34 43.2N	139 25.4E	46187	649	B 34 43.3N	139 26.3E	45789	254
B 34 43.1N	139 25.4E	46252	715	B 34 43.4N	139 26.3E	45730	194
B 34 43.0N	139 25.4E	46355	819	B 34 43.5N	139 26.4E	45701	164
B 34 42.9N	139 25.4E	46488	953	B 34 43.6N	139 26.4E	45674	136
B 34 42.8N	139 25.4E	46628	1094	B 34 43.8N	139 26.4E	45662	123
				B 34 43.9N	139 26.4E	45664	124
B 34 42.7N	139 25.4E	46767	1234	B 34 44.0N	139 26.4E	45672	131
B 34 42.6N	139 25.4E	46899	1367	B 34 44.1N	139 26.4E	45667	125
B 34 42.5N	139 25.4E	47074	1543	B 34 44.2N	139 26.4E	45621	78
B 34 42.4N	139 25.5E	47230	1700	B 34 40.7N	139 25.5E	46671	1156
B 34 42.3N	139 25.5E	47309	1780	B 34 40.7N	139 25.6E	46690	1175
B 34 42.2N	139 25.5E	47319	1791	B 34 40.8N	139 25.7E	46732	1218
B 34 42.1N	139 25.5E	47288	1761	B 34 40.8N	139 25.9E	46763	1249
B 34 42.0N	139 25.5E	47255	1729	B 34 40.9N	139 26.0E	46791	1277
B 34 41.9N	139 25.5E	47221	1696	B 34 40.9N	139 26.1E	46796	1282
B 34 41.7N	139 25.5E	47189	1665				
B 34 41.6N	139 25.5E	47156	1633	B 34 41.0N	139 26.2E	46795	1281
B 34 41.5N	139 25.5E	47123	1601	B 34 41.0N	139 26.3E	46769	1255
B 34 41.4N	139 25.6E	47083	1562	B 34 41.1N	139 26.5E	46736	1222
B 34 41.3N	139 25.6E	47048	1528	B 34 41.1N	139 26.6E	46690	1177
B 34 41.2N	139 25.6E	47010	1491	B 34 41.2N	139 26.7E	46633	1120
B 34 41.1N	139 25.6E	46963	1445	B 34 41.2N	139 26.8E	46566	1053
B 34 41.0N	139 25.6E	46899	1382	B 34 41.3N	139 26.9E	46515	1002
B 34 40.9N	139 25.6E	46840	1324	B 34 41.3N	139 27.1E	46449	936
B 34 40.8N	139 25.6E	46731	1216	C 34 43.7N	139 21.4E	45927	365
B 34 40.7N	139 25.6E	46679	1165	C 34 43.7N	139 21.5E	45902	340
				C 34 43.8N	139 21.6E	45884	322
B 34 40.5N	139 26.3E	46587	1078	C 34 43.9N	139 21.8E	45845	282
B 34 40.6N	139 26.3E	46633	1123	C 34 44.0N	139 21.9E	45817	254
B 34 40.7N	139 26.3E	46664	1153	C 34 44.1N	139 22.0E	45787	224
B 34 40.8N	139 26.3E	46708	1196	C 34 44.1N	139 22.1E	45759	196
B 34 40.9N	139 26.3E	46750	1237	C 34 44.2N	139 22.2E	45736	173
B 34 41.0N	139 26.3E	46793	1279	C 34 44.3N	139 22.3E	45725	161
B 34 41.1N	139 26.3E	46817	1302	C 34 44.4N	139 22.4E	45729	165
B 34 41.2N	139 26.3E	46804	1288	C 34 44.4N	139 22.5E	45737	173
B 34 41.4N	139 26.3E	46774	1257	C 34 44.5N	139 22.6E	45758	194
B 34 41.5N	139 26.3E	46745	1227				
B 34 41.6N	139 26.3E	46724	1205	C 34 44.6N	139 22.7E	45805	241
B 34 41.7N	139 26.3E	46723	1203	C 34 44.6N	139 22.8E	45865	301
B 34 41.8N	139 26.3E	46727	1206	C 34 44.7N	139 22.9E	45923	359
B 34 41.9N	139 26.3E	46721	1199	C 34 44.8N	139 23.0E	45983	418
B 34 42.1N	139 26.3E	46702	1179	C 34 44.9N	139 23.1E	46048	483
B 34 42.2N	139 26.3E	46654	1130	C 34 44.9N	139 23.2E	46083	518
B 34 42.3N	139 26.3E	46591	1066	C 34 45.0N	139 23.3E	46052	487
B 34 42.4N	139 26.3E	46520	994	C 34 45.1N	139 23.5E	45997	432
B 34 42.5N	139 26.3E	46453	926	C 34 45.2N	139 23.6E	45925	359
B 34 42.6N	139 26.3E	46406	878	C 34 45.2N	139 23.7E	45885	319

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

261

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
C 34 45.3N	139 23.8E	45811	245	C 34 43.7N	139 23.5E	46761	1208
C 34 45.4N	139 23.9E	45687	121	C 34 43.7N	139 23.4E	46754	1201
C 34 45.4N	139 24.0E	45585	19	C 34 43.7N	139 23.3E	46746	1193
C 34 45.5N	139 24.1E	45520	-44	C 34 43.6N	139 23.2E	46745	1192
C 34 45.5N	139 24.3E	45494	-70	C 34 43.6N	139 23.1E	46750	1197
C 34 45.6N	139 24.4E	45481	-83	C 34 43.6N	139 23.0E	46745	1192
C 34 45.6N	139 24.5E	45481	-83	C 34 43.5N	139 22.9E	46713	1159
C 34 45.7N	139 24.6E	45479	-85	C 34 43.5N	139 22.8E	46649	1095
C 34 45.7N	139 24.8E	45469	-95	C 34 43.5N	139 22.7E	46539	985
C 34 45.8N	139 24.9E	45456	-108	C 34 43.4N	139 22.6E	46433	879
C 34 45.8N	139 25.0E	45445	-118	C 34 43.4N	139 22.6E	46334	780
C 34 45.9N	139 25.1E	45441	-122	C 34 43.4N	139 22.5E	46256	701
C 34 45.9N	139 25.2E	45449	-114	C 34 43.4N	139 22.4E	46187	632
C 34 46.0N	139 25.4E	45461	-102	C 34 43.3N	139 22.3E	46129	574
C 34 46.0N	139 25.5E	45483	-80	C 34 43.3N	139 22.2E	46090	535
C 34 46.1N	139 25.6E	45513	-50	C 34 43.3N	139 22.1E	46060	505
C 34 46.1N	139 25.7E	45546	-17	C 34 43.2N	139 22.0E	46028	473
C 34 46.2N	139 25.9E	45566	3	C 34 43.2N	139 21.9E	46014	458
C 34 46.2N	139 26.0E	45579	16	C 34 43.2N	139 21.8E	46013	457
C 34 44.7N	139 26.7E	45342	-203	C 34 43.1N	139 21.7E	46018	462
C 34 44.6N	139 26.6E	45339	-206	C 34 43.1N	139 21.6E	46035	479
C 34 44.6N	139 26.5E	45337	-208	C 34 43.0N	139 21.5E	46061	505
C 34 44.5N	139 26.4E	45376	-169	C 34 43.0N	139 21.5E	46117	561
C 34 44.5N	139 26.3E	45435	-110	C 34 43.0N	139 21.4E	46141	585
C 34 44.5N	139 26.2E	45510	-36	C 34 41.3N	139 23.3E	46270	738
C 34 44.5N	139 26.1E	45600	53	C 34 41.4N	139 23.4E	46329	797
C 34 44.4N	139 26.0E	45674	127	C 34 41.5N	139 23.5E	46380	848
C 34 44.4N	139 25.9E	45741	194	C 34 41.5N	139 23.6E	46456	924
C 34 44.4N	139 25.8E	45809	261	C 34 41.6N	139 23.7E	46516	984
C 34 44.3N	139 25.7E	45867	319	C 34 41.7N	139 23.9E	46599	1067
C 34 44.3N	139 25.6E	45926	378	C 34 41.7N	139 24.0E	46684	1152
C 34 44.3N	139 25.5E	45984	436	C 34 41.8N	139 24.1E	46780	1248
C 34 44.3N	139 25.4E	46039	491	C 34 41.9N	139 24.2E	46889	1357
C 34 44.2N	139 25.3E	46094	545	C 34 41.9N	139 24.3E	47016	1484
C 34 44.2N	139 25.2E	46143	594	C 34 42.0N	139 24.4E	47159	1626
C 34 44.2N	139 25.1E	46181	632	C 34 42.1N	139 24.5E	47482	1949
C 34 44.1N	139 25.0E	46227	678	C 34 42.2N	139 24.6E	47656	2123
C 34 44.1N	139 24.9E	46259	709	C 34 42.2N	139 24.7E	47839	2306
C 34 44.1N	139 24.7E	46308	758	C 34 42.3N	139 24.8E	48003	2470
C 34 44.0N	139 24.6E	46344	794	C 34 42.4N	139 24.9E	48123	2590
C 34 44.0N	139 24.5E	46371	821	C 34 42.4N	139 25.0E	48127	2593
C 34 44.0N	139 24.4E	46378	827	C 34 42.5N	139 25.1E	47824	2290
C 34 44.0N	139 24.3E	46382	831	C 34 42.6N	139 25.2E	47295	1761
C 34 43.9N	139 24.2E	46387	836	C 34 42.7N	139 25.3E	46868	1334
C 34 43.9N	139 24.1E	46395	844	C 34 42.7N	139 25.4E	46602	1067
C 34 43.9N	139 24.0E	46402	851	C 34 42.8N	139 25.4E	46439	904
C 34 43.8N	139 23.9E	46397	845	C 34 42.9N	139 25.5E	46311	776
C 34 43.8N	139 23.8E	46508	956	C 34 43.0N	139 25.6E	46187	652
C 34 43.8N	139 23.7E	46623	1071	C 34 43.0N	139 25.7E	46078	542
C 34 43.8N	139 23.6E	46714	1162	C 34 43.1N	139 25.8E	45987	451

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
$^{\circ}$ $'$	$^{\circ}$ $'$	nT	nT	$^{\circ}$ $'$	$^{\circ}$ $'$	nT	nT
C 34 43.2N	139 25.9E	45922	386	C 34 45.6N	139 29.9E	45623	84
C 34 43.3N	139 26.0E	45869	333	C 34 45.5N	139 29.4E	45590	50
C 34 43.3N	139 26.1E	45826	290	C 34 45.3N	139 29.2E	45541	1
C 34 43.4N	139 26.2E	45780	243	C 34 45.0N	139 28.2E	45439	-102
C 34 43.5N	139 26.3E	45730	193	C 34 44.9N	139 27.4E	45409	-135
C 34 43.6N	139 26.4E	45671	134	C 34 44.7N	139 27.1E	45384	-159
C 34 43.6N	139 26.5E	45604	67	C 34 44.7N	139 27.0E	45395	-149
C 34 43.7N	139 26.6E	45555	18	C 34 44.6N	139 26.9E	45391	-153
C 34 43.8N	139 26.7E	45530	-7	C 34 44.3N	139 26.3E	45469	-74
C 34 43.8N	139 26.8E	45528	-9	C 34 44.3N	139 25.8E	45775	229
C 34 43.9N	139 26.9E	45547	9	C 34 44.2N	139 25.4E	46023	475
C 34 44.0N	139 27.0E	45543	5	C 34 44.1N	139 24.9E	46219	670
C 34 39.8N	139 20.5E	45568	37	C 34 43.9N	139 24.4E	46366	816
C 34 40.0N	139 21.2E	45608	78	C 34 43.8N	139 23.9E	46695	1144
C 34 40.4N	139 21.6E	45706	174	C 34 43.7N	139 23.7E	46784	1233
C 34 40.8N	139 22.1E	45833	300	C 34 43.6N	139 23.4E	46760	1208
C 34 41.1N	139 22.7E	46042	509	C 34 43.4N	139 22.9E	46787	1234
C 34 41.4N	139 23.4E	46319	787	C 34 43.2N	139 22.5E	46145	592
C 34 41.7N	139 23.9E	46677	1145	C 34 43.0N	139 22.1E	46062	509
C 34 42.0N	139 24.5E	47474	1942	C 34 43.0N	139 22.0E	46064	511
C 34 42.4N	139 24.9E	48126	2593	C 34 42.8N	139 21.4E	46137	583
C 34 42.8N	139 25.4E	46438	903	C 34 42.6N	139 21.3E	46116	563
C 34 43.2N	139 25.8E	45925	389	C 34 42.6N	139 21.2E	46142	588
C 34 43.6N	139 26.3E	45674	136	C 34 42.6N	139 20.9E	46126	571
C 34 44.0N	139 26.7E	45546	7	C 34 42.5N	139 20.4E	46056	500
C 34 44.3N	139 27.2E	45456	-83	C 34 42.3N	139 19.9E	46001	444
C 34 44.5N	139 27.6E	45420	-119	C 34 42.1N	139 19.4E	45999	441
C 34 44.5N	139 27.5E	45449	-90	C 34 41.9N	139 18.9E	45972	414
C 34 44.9N	139 28.3E	45503	-37	C 34 41.7N	139 18.4E	45944	385
C 34 45.3N	139 28.8E	45574	32	C 34 41.6N	139 18.2E	45888	330
C 34 45.7N	139 29.3E	45642	99	C 34 41.4N	139 17.5E	45848	288
C 34 46.5N	139 30.4E	45709	164	C 34 41.3N	139 17.0E	45787	226
C 34 46.8N	139 30.8E	45723	177	C 34 41.1N	139 16.5E	45715	153
C 34 47.1N	139 31.3E	45719	173	C 34 40.9N	139 16.0E	45655	92
C 34 47.5N	139 31.6E	45720	172	C 34 40.7N	139 15.5E	45618	54
C 34 47.9N	139 32.0E	45689	139	D 34 36.6N	139 16.9E	45350	-170
C 34 48.2N	139 32.4E	45626	75	D 34 36.9N	139 16.9E	45380	-143
C 34 48.5N	139 32.8E	45562	10	D 34 37.4N	139 16.9E	45400	-127
C 34 48.8N	139 33.2E	45507	-44	D 34 37.9N	139 16.9E	45418	-114
C 34 49.0N	139 33.6E	45495	-57	D 34 38.3N	139 16.9E	45444	-91
C 34 47.2N	139 34.7E	45529	0	D 34 38.7N	139 17.0E	45477	-62
C 34 47.0N	139 34.2E	45549	18	D 34 39.2N	139 17.0E	45517	-26
C 34 46.8N	139 33.6E	45577	45	D 34 39.7N	139 17.0E	45565	16
C 34 46.6N	139 33.1E	45594	62	D 34 40.1N	139 17.1E	45597	45
C 34 46.4N	139 32.7E	45605	72	D 34 40.6N	139 17.1E	45654	98
C 34 46.2N	139 32.1E	45627	93	D 34 41.0N	139 17.1E	45732	172
C 34 46.1N	139 31.6E	45630	95	D 34 41.4N	139 17.1E	45813	249
C 34 45.9N	139 31.0E	45639	102	D 34 42.0N	139 17.2E	45936	367
C 34 45.9N	139 30.9E	45641	104	D 34 42.4N	139 17.2E	46061	489
C 34 45.8N	139 30.4E	45641	103	D 34 42.9N	139 17.2E	46180	603

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

263

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
[°] D 34 43.2N	[°] 139 17.2E	^{nT} 46198	^{nT} 618	[°] D 34 47.6N	[°] 139 17.8E	^{nT} 46120	^{nT} 503
D 34 43.4N	139 17.2E	46192	610	D 34 47.4N	139 17.7E	46123	507
D 34 43.9N	139 17.2E	46135	549	D 34 47.1N	139 17.7E	46126	513
D 34 44.3N	139 17.2E	46024	434	D 34 46.7N	139 17.7E	46169	560
D 34 44.6N	139 17.2E	45995	402	D 34 46.5N	139 17.7E	46181	573
D 34 44.8N	139 17.2E	46002	408	D 34 46.2N	139 17.6E	46175	570
D 34 45.3N	139 17.2E	46037	438	D 34 45.8N	139 17.6E	46082	480
D 34 45.8N	139 17.2E	46122	518	D 34 45.1N	139 16.6E	46016	416
D 34 46.2N	139 17.2E	46186	579	D 34 44.7N	139 16.6E	46006	410
D 34 46.6N	139 17.2E	46208	597	D 34 44.6N	139 16.6E	46014	419
D 34 46.7N	139 17.2E	46198	586	D 34 44.1N	139 16.6E	46094	503
D 34 47.1N	139 17.1E	46150	534	D 34 43.9N	139 16.3E	46163	572
D 34 47.2N	139 17.1E	46143	526	D 34 43.7N	139 16.2E	46184	595
D 34 47.6N	139 17.0E	46165	544	D 34 43.6N	139 16.2E	46163	575
D 34 48.1N	139 17.0E	46229	603	D 34 43.0N	139 16.3E	46055	473
D 34 48.5N	139 17.0E	46251	622	D 34 42.5N	139 16.3E	45933	355
D 34 48.6N	139 17.0E	46232	602	D 34 42.0N	139 16.3E	45821	248
D 34 49.0N	139 16.9E	46107	473	D 34 41.5N	139 16.3E	45727	158
D 34 49.6N	139 16.9E	45933	293	D 34 41.0N	139 16.3E	45649	85
D 34 50.1N	139 16.8E	45697	52	D 34 40.5N	139 16.4E	45579	20
D 34 50.5N	139 16.8E	45413	-235	D 34 39.9N	139 16.4E	45532	-20
D 34 50.9N	139 16.7E	45250	-402	D 34 39.5N	139 16.4E	45494	-55
D 34 51.1N	139 16.7E	45229	-425	D 34 39.0N	139 16.4E	45458	-86
D 34 51.3N	139 16.7E	45242	-413	D 34 38.6N	139 16.4E	45425	-116
D 34 51.7N	139 16.7E	45352	-307	D 34 38.2N	139 16.5E	45393	-143
D 34 52.2N	139 16.6E	45477	-187	D 34 37.7N	139 16.5E	45377	-155
D 34 52.7N	139 16.5E	45585	-84	D 34 37.2N	139 16.4E	45365	-163
D 34 53.2N	139 16.4E	45669	-5	D 34 37.0N	139 16.4E	45351	-175
D 34 53.8N	139 16.3E	45721	40	D 34 36.8N	139 16.5E	45355	-169
D 34 54.2N	139 16.3E	45750	65	D 34 36.3N	139 16.5E	45379	-140
D 34 54.6N	139 16.3E	45776	87	D 34 35.9N	139 16.5E	45393	-122
D 34 55.1N	139 16.3E	45797	104	D 34 35.8N	139 16.5E	45392	-122
D 34 55.2N	139 16.3E	45800	106	D 34 35.3N	139 16.6E	45349	-160
D 34 54.8N	139 18.2E	45784	103	D 34 34.8N	139 16.6E	45281	-224
D 34 54.3N	139 18.3E	45746	70	D 34 34.4N	139 16.7E	45222	-279
D 34 53.9N	139 18.2E	45714	41	D 34 34.3N	139 16.7E	45213	-287
D 34 53.3N	139 18.2E	45656	-10	D 34 35.1N	139 20.2E	45375	-115
D 34 52.9N	139 18.2E	45574	-89	D 34 35.3N	139 20.1E	45388	-105
D 34 52.4N	139 18.2E	45479	-179	D 34 35.8N	139 20.1E	45410	-87
D 34 52.0N	139 18.1E	45368	-287	D 34 36.3N	139 20.1E	45463	-39
D 34 51.5N	139 18.0E	45230	-421	D 34 36.6N	139 20.2E	45483	-21
D 34 51.1N	139 18.0E	45187	-460	D 34 36.7N	139 20.2E	45496	-9
D 34 50.8N	139 17.9E	45081	-564	D 34 37.2N	139 20.2E	45479	-31
D 34 50.6N	139 17.9E	45179	-464	D 34 37.7N	139 20.1E	45564	48
D 34 50.1N	139 17.9E	45581	-58	D 34 38.0N	139 20.1E	45453	-64
D 34 49.7N	139 17.9E	45962	326	D 34 38.1N	139 20.1E	45462	-56
D 34 49.2N	139 17.9E	46092	461	D 34 38.5N	139 20.1E	45489	-33
D 34 48.6N	139 17.9E	46180	554	D 34 39.0N	139 20.1E	45532	4
D 34 48.4N	139 17.8E	46218	593	D 34 39.5N	139 20.1E	45545	13
D 34 48.1N	139 17.8E	46183	561	D 34 39.9N	139 20.1E	45571	35

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° /	° /	nT	nT	° /	° /	nT	nT
D 34 40.3N	139 20.2E	45610	71	D 34 48.4N	139 29.3E	45748	179
D 34 40.8N	139 20.2E	45662	118	D 34 48.2N	139 29.3E	45756	189
D 34 41.3N	139 20.1E	45737	188	D 34 48.1N	139 29.3E	45756	190
D 34 41.6N	139 20.0E	45830	278	D 34 48.0N	139 29.3E	45751	186
D 34 42.0N	139 20.0E	45950	394	D 34 47.5N	139 29.3E	45734	173
D 34 42.5N	139 20.0E	46076	516	D 34 47.0N	139 29.3E	45710	154
D 34 42.9N	139 19.8E	46104	539	D 34 46.5N	139 29.3E	45667	116
D 34 43.0N	139 19.8E	46104	538	D 34 46.0N	139 29.3E	45618	71
D 34 43.1N	139 19.7E	46097	530	D 34 45.5N	139 29.3E	45564	22
D 34 43.5N	139 19.7E	45997	426	D 34 45.0N	139 29.4E	45489	-47
D 34 43.8N	139 19.8E	45851	278	D 34 44.4N	139 29.4E	45394	-137
D 34 44.2N	139 19.8E	45809	232	D 34 44.0N	139 29.4E	45364	-163
D 34 44.3N	139 19.8E	45810	232	D 34 43.9N	139 29.4E	45368	-158
D 34 44.8N	139 19.7E	45847	264	D 34 43.6N	139 29.4E	45419	-104
D 34 45.3N	139 19.7E	45878	291	D 34 43.3N	139 29.4E	45420	-101
D 34 45.8N	139 19.7E	45978	386	D 34 43.1N	139 29.4E	45398	-121
D 34 46.2N	139 19.6E	46110	514	D 34 42.6N	139 29.5E	45405	-109
D 34 46.6N	139 19.6E	46158	558	D 34 42.5N	139 29.5E	45411	-102
D 34 46.8N	139 19.6E	46155	554	D 34 42.2N	139 29.5E	45388	-122
D 34 47.3N	139 19.5E	46077	471	D 34 41.6N	139 29.5E	45446	-59
D 34 47.6N	139 19.4E	46011	401	D 34 41.2N	139 29.5E	45613	111
D 34 48.1N	139 19.3E	45947	332	D 34 40.5N	139 29.6E	45844	349
D 34 48.6N	139 19.2E	45925	305	D 34 40.0N	139 29.7E	45927	437
D 34 49.1N	139 19.1E	45964	339	D 34 39.6N	139 29.6E	45922	435
D 34 49.2N	139 19.2E	45947	322	D 34 39.1N	139 29.6E	45941	459
D 34 49.6N	139 19.1E	45767	138	D 34 38.6N	139 29.7E	46051	574
D 34 50.1N	139 19.0E	45289	-345	D 34 38.3N	139 29.8E	46087	613
D 34 50.5N	139 18.9E	45060	-578	D 34 38.2N	139 29.8E	46063	590
D 34 50.6N	139 18.9E	45049	-590	D 34 37.8N	139 29.9E	45907	438
D 34 51.0N	139 18.9E	45120	-522	D 34 37.2N	139 29.9E	45718	255
D 34 51.5N	139 18.8E	45257	-390	D 34 36.7N	139 29.9E	45580	121
D 34 52.0N	139 18.7E	45425	-227	D 34 36.2N	139 30.0E	45523	69
D 34 52.5N	139 18.7E	45529	-128	D 34 36.0N	139 30.0E	45521	69
D 34 52.9N	139 18.8E	45612	-48	D 34 35.6N	139 30.1E	45552	104
D 34 53.3N	139 18.9E	45685	21	D 34 35.3N	139 30.1E	45590	145
D 34 53.8N	139 18.8E	45746	77	D 34 35.2N	139 30.1E	45584	140
D 34 54.3N	139 18.7E	45788	113	D 34 35.5N	139 30.6E	45551	106
D 34 54.7N	139 18.6E	45808	129	D 34 35.9N	139 30.6E	45537	89
D 34 53.7N	139 29.2E	45639	21	D 34 36.3N	139 30.7E	45519	68
D 34 53.2N	139 29.3E	45623	10	D 34 36.9N	139 30.8E	45559	103
D 34 52.7N	139 29.2E	45623	14	D 34 37.4N	139 30.8E	45639	178
D 34 52.3N	139 29.2E	45607	2	D 34 37.8N	139 30.8E	45710	245
D 34 51.8N	139 29.3E	45593	-6	D 34 38.0N	139 30.8E	45720	254
D 34 51.3N	139 29.3E	45587	-7	D 34 38.2N	139 30.8E	45710	242
D 34 51.2N	139 29.3E	45587	-7	D 34 38.6N	139 30.9E	45668	197
D 34 50.8N	139 29.3E	45594	3	D 34 39.1N	139 30.8E	45613	136
D 34 50.4N	139 29.3E	45616	29	D 34 39.5N	139 30.8E	45596	116
D 34 49.9N	139 29.2E	45651	68	D 34 40.0N	139 30.8E	45571	86
D 34 49.4N	139 29.3E	45684	106	D 34 40.5N	139 30.8E	45543	54
D 34 48.9N	139 29.3E	45723	150	D 34 40.9N	139 30.8E	45453	-39

MAGNETIC SURVEY ON IZU-OSIMA ISLAND AFTER
VOLCANIC ERUPTION IN NOV. 1986

265

LAT				LONG				F				ΔF			
° ' "				° ' "				nT				nT			
D 34 41.4N	139 30.8E	45356	-141	D 34 47.8N	139 31.4E	45759	206								
D 34 41.9N	139 30.8E	45311	-190	D 34 47.7N	139 31.4E	45759	207								
D 34 42.0N	139 30.8E	45309	-193	D 34 47.6N	139 31.4E	45755	204								
D 34 42.4N	139 30.8E	45329	-177	D 34 47.1N	139 31.4E	45745	198								
D 34 42.9N	139 30.7E	45376	-135	D 34 46.6N	139 31.4E	45717	175								
D 34 43.3N	139 30.6E	45419	-96	D 34 46.1N	139 31.4E	45692	154								
D 34 43.8N	139 30.5E	45457	-63	D 34 45.6N	139 31.4E	45658	125								
D 34 44.2N	139 30.5E	45465	-59	D 34 45.2N	139 31.3E	45628	98								
D 34 44.7N	139 30.5E	45493	-35	D 34 44.7N	139 31.3E	45579	54								
D 34 45.1N	139 30.4E	45558	25	D 34 44.2N	139 31.3E	45529	8								
D 34 45.6N	139 30.2E	45619	80	D 34 43.6N	139 31.4E	45487	-27								
D 34 46.1N	139 30.2E	45661	118	D 34 43.1N	139 31.4E	45455	-54								
D 34 46.6N	139 30.2E	45705	157	D 34 42.6N	139 31.4E	45422	-83								
D 34 47.1N	139 30.1E	45744	191	D 34 42.2N	139 31.5E	45375	-125								
D 34 47.5N	139 30.1E	45767	210	D 34 41.6N	139 31.5E	45316	-179								
D 34 47.8N	139 30.1E	45782	222	D 34 41.3N	139 31.5E	45287	-205								
D 34 48.0N	139 30.2E	45778	217	D 34 41.1N	139 31.5E	45295	-195								
D 34 48.1N	139 30.2E	45785	223	D 34 40.8N	139 31.5E	45331	-157								
D 34 48.7N	139 30.2E	45761	194	D 34 40.2N	139 31.6E	45386	-96								
D 34 49.3N	139 30.2E	45726	153	D 34 39.7N	139 31.6E	45433	-44								
D 34 49.7N	139 30.2E	45677	101	D 34 39.2N	139 31.6E	45435	-38								
D 34 50.2N	139 30.2E	45635	54	D 34 39.0N	139 31.6E	45438	-33								
D 34 50.7N	139 30.2E	45605	19	D 34 38.7N	139 31.7E	45422	-46								
D 34 50.9N	139 30.2E	45605	18	D 34 38.3N	139 31.7E	45421	-43								
D 34 51.1N	139 30.2E	45612	23	D 34 38.2N	139 31.7E	45422	-41								
D 34 51.6N	139 30.2E	45617	23	D 34 37.7N	139 31.7E	45435	-23								
D 34 52.1N	139 30.1E	45626	27	D 34 37.2N	139 31.8E	45445	-8								
D 34 51.4N	139 30.1E	45578	-13	D 34 36.8N	139 31.8E	45408	-42								
D 34 52.9N	139 30.1E	45652	46	D 34 36.1N	139 31.8E	45392	-51								
D 34 52.4N	139 30.1E	45596	-5	D 34 35.5N	139 31.8E	45339	-99								
D 34 53.9N	139 30.1E	45679	64	D 34 34.6N	139 31.9E	45321	-108								
D 34 54.5N	139 30.2E	45685	65	D 34 35.4N	139 33.1E	45263	-168								
D 34 55.1N	139 30.3E	45693	68	D 34 35.8N	139 33.1E	45251	-183								
D 34 55.2N	139 30.3E	45695	69	D 34 35.9N	139 33.1E	45257	-178								
D 34 54.0N	139 31.5E	45659	49	D 34 36.4N	139 33.0E	45276	-164								
D 34 53.6N	139 31.5E	45649	43	D 34 36.9N	139 33.0E	45293	-152								
D 34 55.1N	139 31.4E	45709	89	D 34 37.4N	139 33.0E	45294	-155								
D 34 52.7N	139 31.5E	45630	32	D 34 37.5N	139 33.0E	45295	-155								
D 34 52.2N	139 31.6E	45611	18	D 34 37.8N	139 33.0E	45288	-165								
D 34 51.6N	139 31.5E	45603	15	D 34 38.3N	139 33.0E	45288	-170								
D 34 51.2N	139 31.4E	45593	9	D 34 38.6N	139 33.0E	45277	-183								
D 34 50.8N	139 31.4E	45575	-5	D 34 38.7N	139 33.0E	45282	-179								
D 34 50.4N	139 31.4E	45562	-14	D 34 39.3N	139 33.0E	45294	-173								
D 34 50.3N	139 31.4E	45568	-7	D 34 39.7N	139 32.9E	45325	-146								
D 34 49.8N	139 31.4E	45577	5	D 34 40.1N	139 32.9E	45332	-143								
D 34 49.4N	139 31.4E	45616	48	D 34 40.2N	139 32.9E	45341	-134								
D 34 49.3N	139 31.4E	45676	109	D 34 40.7N	139 32.8E	45338	-142								
D 34 48.4N	139 31.4E	45720	161	D 34 41.0N	139 32.8E	45324	-159								
D 34 48.0N	139 31.4E	45751	196	D 34 41.2N	139 32.8E	45325	-160								
D 34 47.9N	139 31.4E	45759	205	D 34 42.1N	139 32.8E	45377	-116								

LAT	LONG	F	ΔF	LAT	LONG	F	ΔF
° ' "	° ' "	nT	nT	° ' "	° ' "	nT	nT
D 34 42.6N	139 32.7E	45420	-78	D 34 45.4N	139 33.6E	45540	19
D 34 43.0N	139 32.7E	45457	-45	D 34 44.8N	139 33.6E	45522	7
D 34 43.4N	139 32.7E	45490	-16	D 34 44.4N	139 33.5E	45494	-17
D 34 43.9N	139 32.7E	45526	15	D 34 44.0N	139 33.5E	45464	-43
D 34 44.4N	139 32.6E	45552	36	D 34 43.6N	139 33.5E	45433	-71
D 34 44.9N	139 32.6E	45574	53	D 34 43.1N	139 33.4E	45401	-99
D 34 45.3N	139 32.6E	45595	70	D 34 42.6N	139 33.4E	45370	-125
D 34 45.7N	139 32.7E	45618	90	D 34 42.1N	139 33.5E	45339	-151
D 34 46.3N	139 32.6E	45663	129	D 34 41.5N	139 33.5E	45311	-173
D 34 46.7N	139 32.6E	45685	148	D 34 41.0N	139 33.5E	45294	-186
D 34 47.2N	139 32.6E	45715	173	D 34 40.6N	139 33.5E	45275	-201
D 34 47.6N	139 32.7E	45729	184	D 34 40.1N	139 33.6E	45264	-207
D 34 48.0N	139 32.6E	45749	200	D 34 39.6N	139 33.5E	45250	-217
D 34 48.2N	139 32.6E	45742	191	D 34 39.3N	139 33.5E	45234	-230
D 34 48.3N	139 32.6E	45746	194	D 34 38.8N	139 33.5E	45224	-236
D 34 48.7N	139 32.5E	45719	163	D 34 38.3N	139 33.5E	45213	-242
D 34 49.2N	139 32.5E	45662	101	D 34 37.8N	139 33.5E	45205	-246
D 34 49.6N	139 32.6E	45591	27	D 34 37.3N	139 33.5E	45200	-246
D 34 50.1N	139 32.5E	45566	-2	D 34 36.8N	139 33.5E	45199	-242
D 34 50.3N	139 32.6E	45551	-18	D 34 36.2N	139 33.6E	45192	-243
D 34 50.6N	139 32.6E	45566	-6	D 34 35.8N	139 33.5E	45193	-239
D 34 51.0N	139 32.6E	45581	4	D 34 35.3N	139 33.7E	45196	-231
D 34 51.4N	139 32.6E	45601	21	D 34 35.0N	139 33.8E	45200	-224
D 34 52.0N	139 32.6E	45604	18	D 34 36.6N	139 35.0E	45186	-246
D 34 52.5N	139 32.7E	45624	34	D 34 37.6N	139 34.5E	45194	-250
D 34 53.0N	139 32.7E	45640	45	D 34 38.3N	139 34.0E	45194	-259
D 34 53.4N	139 32.7E	45650	52	D 34 38.6N	139 34.4E	45183	-271
D 34 53.9N	139 32.7E	45668	65	D 34 39.0N	139 34.5E	45223	-234
D 34 54.4N	139 32.7E	45670	63	D 34 39.5N	139 34.4E	45247	-215
D 34 54.9N	139 32.8E	45675	64	D 34 40.0N	139 34.4E	45258	-208
D 34 53.1N	139 32.8E	45613	18	D 34 40.4N	139 34.5E	45262	-208
D 34 53.9N	139 33.7E	45611	13	D 34 40.8N	139 34.5E	45274	-199
D 34 53.4N	139 33.7E	45597	4	D 34 41.2N	139 34.5E	45292	-185
D 34 52.9N	139 33.6E	45594	5	D 34 41.7N	139 34.4E	45311	-171
D 34 52.2N	139 33.7E	45574	-7	D 34 42.2N	139 34.4E	45330	-156
D 34 51.6N	139 33.7E	45569	-7	D 34 42.6N	139 34.4E	45357	-133
D 34 51.0N	139 33.7E	45553	-17	D 34 43.1N	139 34.5E	45374	-120
D 34 50.7N	139 33.7E	45539	-29	D 34 43.5N	139 34.5E	45412	-86
D 34 50.4N	139 33.6E	45526	-39	D 34 44.0N	139 34.5E	45445	-57
D 34 50.3N	139 33.6E	45531	-33	D 34 44.5N	139 34.4E	45475	-33
D 34 49.7N	139 33.7E	45534	-25	D 34 44.9N	139 34.4E	45511	0
D 34 49.2N	139 33.7E	45571	16	D 34 45.4N	139 34.3E	45544	27
D 34 48.8N	139 33.8E	45605	54	D 34 45.8N	139 34.3E	45556	35
D 34 48.3N	139 33.8E	45638	92	D 34 46.3N	139 34.3E	45572	47
D 34 47.9N	139 33.8E	45639	96	D 34 46.8N	139 34.3E	45583	53
D 34 47.8N	139 33.7E	45649	107	D 34 47.3N	139 34.3E	45591	56
D 34 47.3N	139 33.7E	45622	84	D 34 47.8N	139 34.3E	45592	53
D 34 46.8N	139 33.7E	45600	67	D 34 47.9N	139 34.3E	45597	57
D 34 46.2N	139 33.7E	45579	52	D 34 48.2N	139 34.3E	45593	50
D 34 45.9N	139 33.6E	45568	43	D 34 48.7N	139 34.3E	45579	32

267

LAT		LONG		F	ΔF	LAT		LONG		F	ΔF
°	'	°	'	nT	nT	°	'	°	'	nT	nT
D 34	48.7N	139	34.3E	45579	32						
D 34	49.3N	139	34.2E	45565	12						
D 34	49.7N	139	34.2E	45551	-5						
D 34	50.1N	139	34.2E	45545	-15						
D 34	50.2N	139	34.2E	45548	-13						
D 34	50.6N	139	34.1E	45561	-4						
D 34	51.1N	139	34.0E	45571	0						
D 34	51.6N	139	34.0E	45572	-2						
D 34	52.1N	139	34.0E	45584	4						
D 34	52.5N	139	34.0E	45587	3						
D 34	53.0N	139	33.9E	45612	23						
D 34	53.5N	139	33.8E	45622	28						
D 34	53.9N	139	33.8E	45629	32						
D 34	54.5N	139	33.8E	45635	32						

