

火山列島周辺の海底地形・地質構造[†]

渡辺 一樹*

THE SEA-BOTTOM TOPOGRAPHY AND THE GEOLOGICAL STRUCTURE AROUND THE KAZAN RETTO IN SITITO-IOZIMA RIDGE[†]

Kazuki WATANABE*

Abstract

The detailed topographic and geological surveys have been carried out with Survey Vessel 'Takuyo' and a unmanned automated survey craft 'Manbou' around the Kazan Retto in 1991~92. About the geological structure and the history of the volcanic activity at the Kazan Retto, the survey results are summarized as follows.

(1) Because of the extent of the submarine erosion, the order of the volcanic eruptions around the Kita-Io Sima is ①'the western longrise', ② Kita-Io Sima, ③ Funka-Asane. Because of the records of the volcanic eruptions and the diastrophism, the growth of the coral reef around the volcanic islands, the recent activity level about the eruption of the volcanos in the Kazan Retto is high in order of ① Fukutokuoka-no-ba, ② Io Sima, ③ Funka-Asane.

(2) After forming the submarine staratovolcano, Io Sima has experienced the large collapse at the south part of the volcano, the forming a caldera on its top and the aggradation of them. The blank of the volcanism turned out at 500~800 year B.P. around Io Sima. Recently the western and northwestern part of the coast is upheaving lively, the sandy beach at 'Ido-ga Hama' is expanding rapidly. The average upheaving velocities of cays are 12cm/year at Kangoku Iwa, 16cm/year at Kama Iwa, 10cm/year at Hanare Iwa and 0.5cm/year at Higasi Iwa.

(3) The volcanic activity of Minami-Io Sima has closed, Fukutokuoka-no-ba volcano is active now. For the short period the magma type has been changed into the alkalic magma type. Volcanic rocks released from Fukutokuoka-no-ba in 1992 belong in the alkaline rock series. The blank of the volcanism turned out at 200~450 year B.P. around Minami-Io Sima, then the coral reef grew around its coast.

1. はじめに

火山列島は東京からおよそ1200km, 伊豆一小笠原海嶺の中軸をなす七島一硫黄島海嶺の南端に位置する (Fig. 1, Fig. 2)。北から北硫黄島, 硫黄島,

南硫黄島の順に火山島が配列していて, 1891年に当時の日本政府によって, 日本領とすることを公示された。

北硫黄島(Photo 1)は周囲約8km, 南北約3.3km, 東西約2.1kmの楕円形の小島で, 島の頂は海拔792m

[†] Received 15th November 1993

* 沿岸調査課 Coastal Survey and Cartography Division

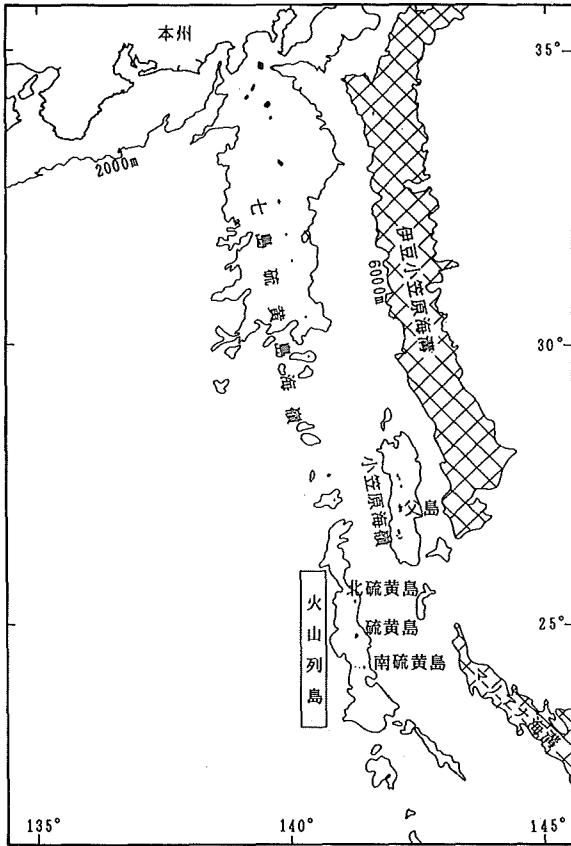


Fig. 1 The location map of the Kazan Retto.

である。北硫黄島の海岸は、急峻な海食崖とその前面に発達する礫浜によって形成されている。島の中央部には南北に連なる山峰があり、この稜線南部には最高頂の神ヶ峰があり、新期北硫黄火山の一部を成している。稜線北部の海拔538mの峰は、古期北硫黄火山の山体の一部に当たる(菊池・今泉, 1984)。

北硫黄島はかつて帰属前は「サン・アレサンドロ島」と呼ばれ、1899年から太平洋戦争以前までの間は島民が生活していたが、現在は無人島である。北硫黄島自体は有史以降の噴火記録は無いが、その西方沖に存在する噴火浅根は1880年以降しばしば噴火の記録がある(岩淵, 1989)。

硫黄島(Photo 2)は周囲約22km, 南北約8 km, 東西約6 kmで北東-南西に長く、島の面積は約22km², 頂は摺鉢山で海拔161mである。1940年には村制が施行されたが、1944年に強制疎開、1951年に米国に施

政権譲与、1963年に返還され東京都小笠原支庁の所管となった。

硫黄島の地形は北東部の台地状火山体の元山、南西部の角錐台状の火山碎屑丘の摺鉢山と、これらを連結する三角形の砂地の千鳥ヶ原地峡により構成されている。硫黄島の海岸線は島の著しい隆起と海岸侵食、漂砂によって大きく形を変えている。島の東方には東岩、島と砂州で連結した釜岩の北側には監獄岩と呼ばれる岩礁がある。

硫黄島は現在なお活動を続けていることを示す噴気孔や水蒸気爆発による陥没孔など、特異な地形が随所に見られる。硫黄島の火山活動は活発な地形変動を伴い、島全体が著しい隆起運動を継続している。最近では、元山地区で内陸部より海岸付近の方が隆起量が大きく、摺鉢山地区と元山地区の内陸部は隆起量が少なくなっている(Fig. 3)。また、貝塚ほか(1981)は、元山地区の頂部(海拔108m)で採取された造礁サンゴの¹⁴C年代が500~800 Y.B.P. (大八木・熊谷, 1977)という値を用いて、元山地区の平坦化の時代は500~800年前で、その後の平均的隆起速度は15~20cm/年としている。

南硫黄島(Photo 3)は東西約1.9km, 南北約2.2km, 海拔916mのほぼ円錐形の火山島である。火山列島の中で最も標高が高く、島の面積は約3.51km², 周囲約7.5kmである。1891年に帆船で3人が漂着し、救助されるまで4年間生活した記録はあるが、現在は無人島である。南硫黄島には噴火の記録は無いが、溶岩流と火山碎屑性堆積物との互層およびそれを貫く岩脈からなる成層火山である(湯浅・玉木, 1982)。福山(1983)は南硫黄島の溶岩流と岩脈の熱残留磁化方位がすべてノーマルであることから、古くとも数十万年前までに小規模な楯状の火山島を形成したとしている。

南硫黄島の北北東約5 kmにある福德岡ノ場は1904, 1914, 1986年に活発な海底噴火を起こしている。それぞれ高さ約150 m, 120 m, 10 mの新島が出現したが、いずれの時も数カ月から十数カ月で波食により水中に没している。最近の火山活動の内、1986

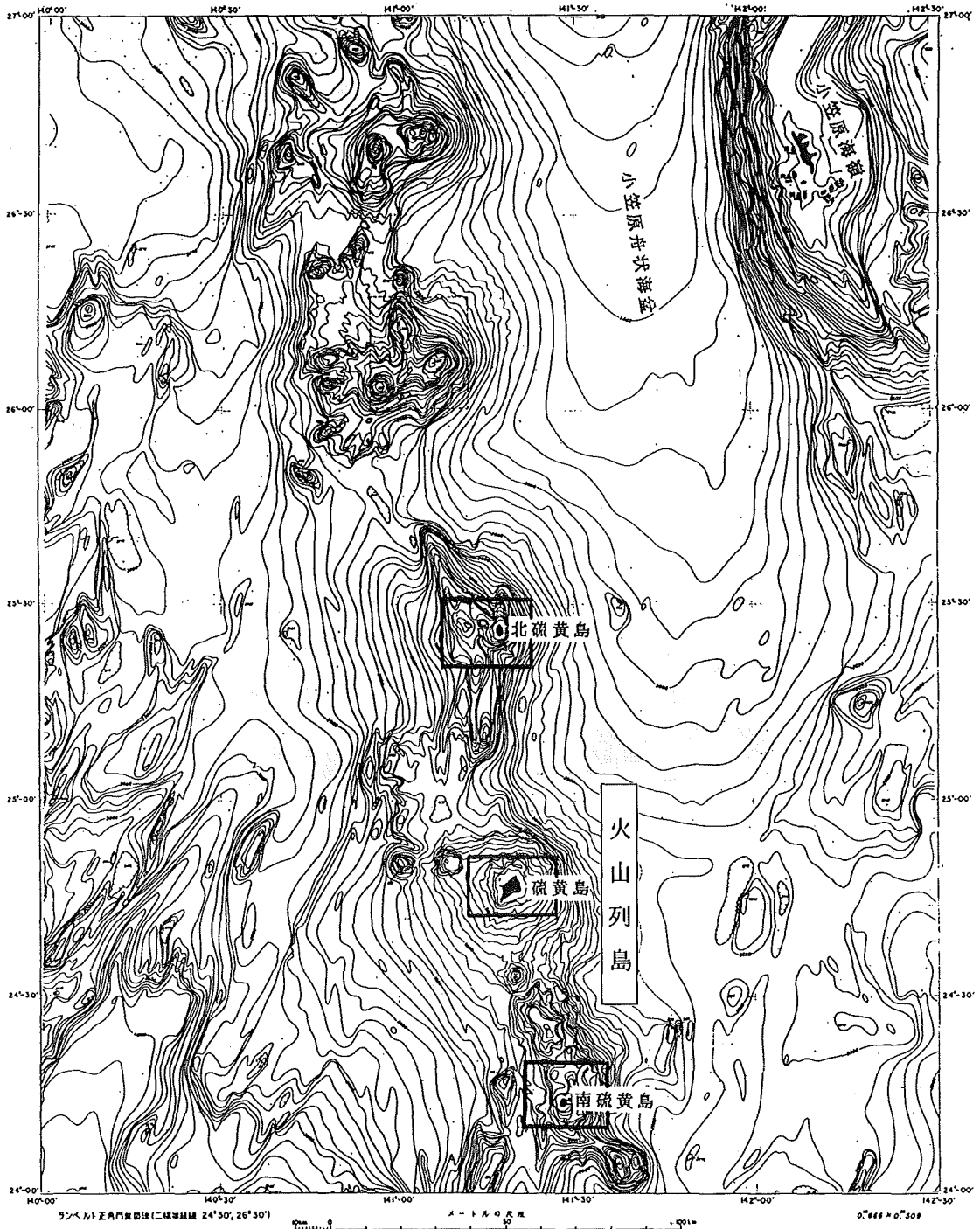


Fig. 2 The bathymetric chart around the Kazan Retto. The three survey areas are indicated by the rectangles. The scale of the existent chart is 1/500,000.

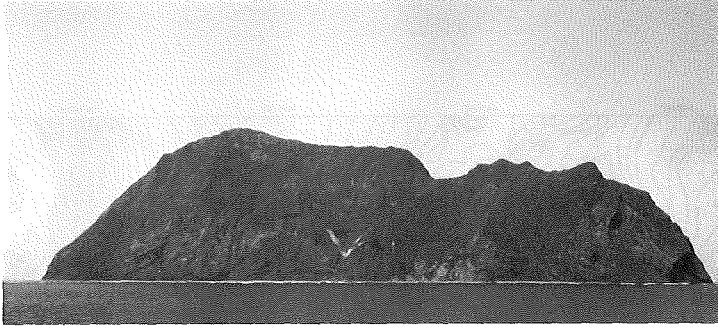


Photo 1 The view photograph of Kita-Io Sima. The view direction is from east.



Photo 2 The view photograph of Io Sima. The view direction is from southwest.

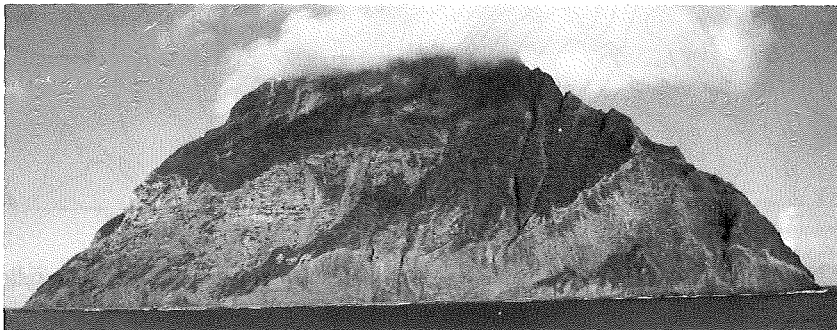


Photo 3 The view photograph of Minami-Io Sima. The view direction is from east.

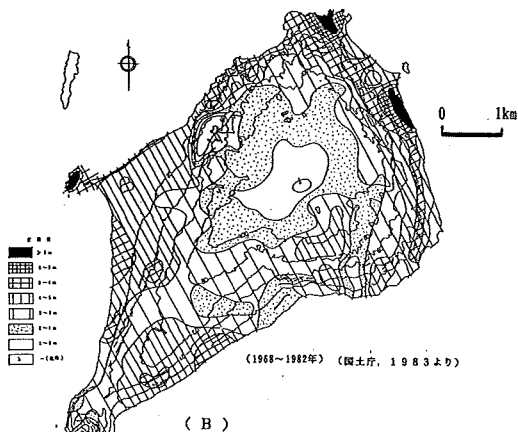
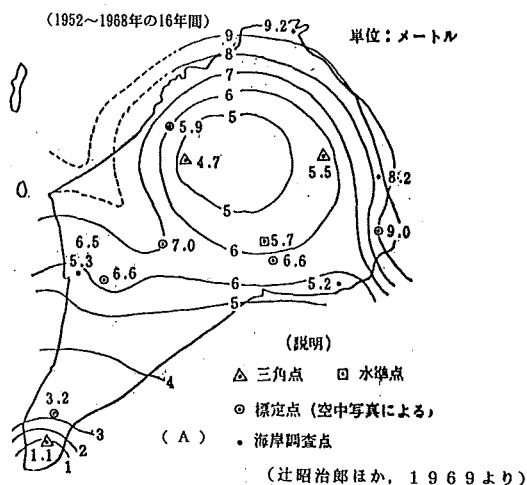


Fig. 3 The distribution map of the volcanic upheaving of Io Sima.

年1月の福徳岡ノ場の噴火は、マグマ水蒸気爆発を繰り返し、軽石からなる火砕丘の小島を造り上げたが、1986年3月には波食により島は消滅した。この時噴出した軽石は、南硫黄島に大量に漂着し、小笠原諸島の父島や遠く南西諸島の八重山群島や沖縄本島でも漂着が確認されている。

1992年11月10日の福徳岡ノ場の小規模な噴火は、軽石等の産状からマグマ水蒸気爆発であると推察される。噴火現象そのものは撮影されていないが、淡緑色の変色水と、軽石と見られる噴出物が長さ10km

Table 1 The Chemical analyses of the volcanic rocks released recently from Fukutokuoka-no-ba. (wt%)

試料 成分	1986年の噴火		1992年の噴火	
	No. 7-3	7-4	92111001	92111002
SiO ₂	57.22	59.36	59.38	59.59
TiO ₂	0.50	0.53	0.53	0.53
Al ₂ O ₃	16.27	16.88	14.52	14.98
Fe ₂ O ₃	4.72	4.51	5.60	5.63
MnO	0.13	0.14	0.14	0.15
MgO	2.63	1.73	3.45	3.31
CaO	3.91	2.93	4.70	4.72
Na ₂ O	6.30	6.17	5.02	5.29
K ₂ O	4.21	4.51	3.94	3.90
P ₂ O ₅	0.20	0.21	0.27	0.29
合計	96.09	96.97	97.55	98.39

単位：(wt%)

幅3kmの帯状に広がっているのが確認された。その時の噴出物は全岩化学組成分析の結果、1986年に噴出したものほとんど同じであり、アルカリ系列安山岩に属する (Table 1)。

火山列島の3島はいずれの島もその地理的事情により、これまでの地球科学的研究例は数少ない。水路部は1986年から「離島の海の基本図」測量の一環として、南方諸島及び南西諸島の離島周辺の海底地形・地質の調査を実施している。1991年には硫黄島・南硫黄島、1992年には北硫黄島の調査を行った。海底地形調査は主に、測量船「拓洋」のナローマルチビーム測深機 (シービーム) を用いた。島の海岸線近くでは「拓洋」搭載の測量艇の音響測深機を、北硫黄島の西方沖の噴火浅根と南硫黄島の北北東沖の福徳岡ノ場では、自航式パイ「マンボウ」を用いて測深した。海底地質構造調査は、測量船「拓洋」の深海用音波探査装置 (エアガン) と3.5 kHz 表層探査装置を用いた。

本研究では、シービームにより得られた海底地形とエアガンによる音波探査解析結果を詳解し、火山列島の地質構造と活動史についての考察したい。

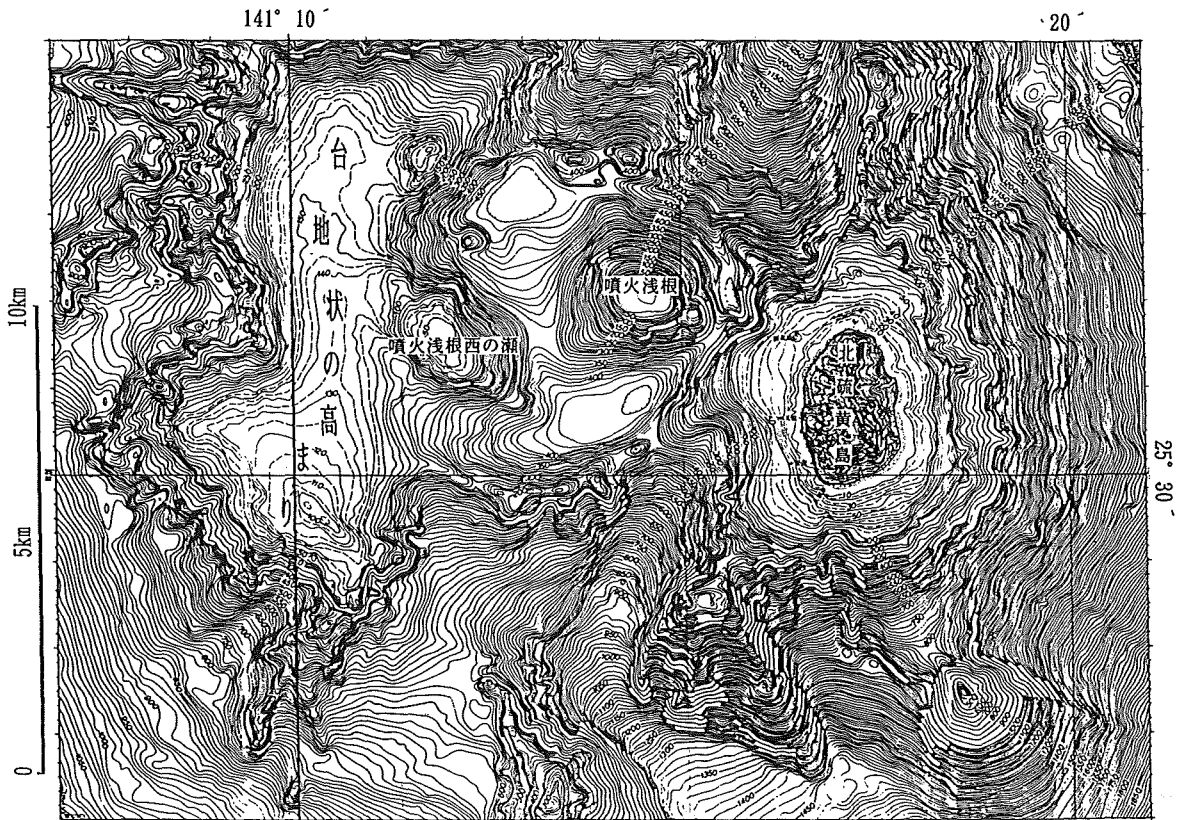


Fig. 4 The bathymetric chart around the Kita-Io Sima. The scale of the existent chart is 1/50,000.

2. 北硫黄島周辺海域の地形・地質

前記したように北硫黄島自体には噴火記録は無いが、島は玄武岩質溶岩と火山碎屑物の互層からなり、島の周囲には切り立った波食崖が発達している（菊地・今泉，1984）。特に島の南西端には、典型的な崖錐地形がみられる。海岸には離水サンゴは見受けられないが、現在の島の周囲には幅50～100m程の裾礁が形成されている。Fig. 4に示したように、島の周囲の水深100m以浅には波食による平坦面が形成されている。この浸食地形から元の火山島の地形を復元すると、南側が大きく北側が小さいひょうたん型の火山体が思い浮かぶ。波食される前は南北5km、東西3.5km程の島であったであろう。

北硫黄島の北端の北ノ岬の西方約1km、距岸約600mの鮪浅根の最浅水深は14mで、波食に耐えて残っ

た岩脈であろう。島のさらに西方約3.5kmには噴火浅根の高まりがあり、現在の最浅水深は14mである。さらにその西側には水深450mの凹地を挟んで最浅水深40mの南北に細長い台地状の高まりが存在する。この台地状の高まりは、古い海底火山の頂部が、氷河期を通じた長年の波食により浸食されたものと考えられる。噴火浅根を取り巻く凹地とさらにその周りの地形的高まりは、一見するとカルデラの様でもあるが、高まりの侵食の度合いにかなりの差があるので、一回の噴火によって形成されたカルデラではないようである。

よって、北硫黄島周辺の火山活動は時代の古い順に①台地状の高まり、②北硫黄島、③噴火浅根と移り変わってきたと考えられる。

Fig. 5に北硫黄島周辺海域の海底地質構造図を、Table 2に音響的層序区分の一覧表を示す。地質構

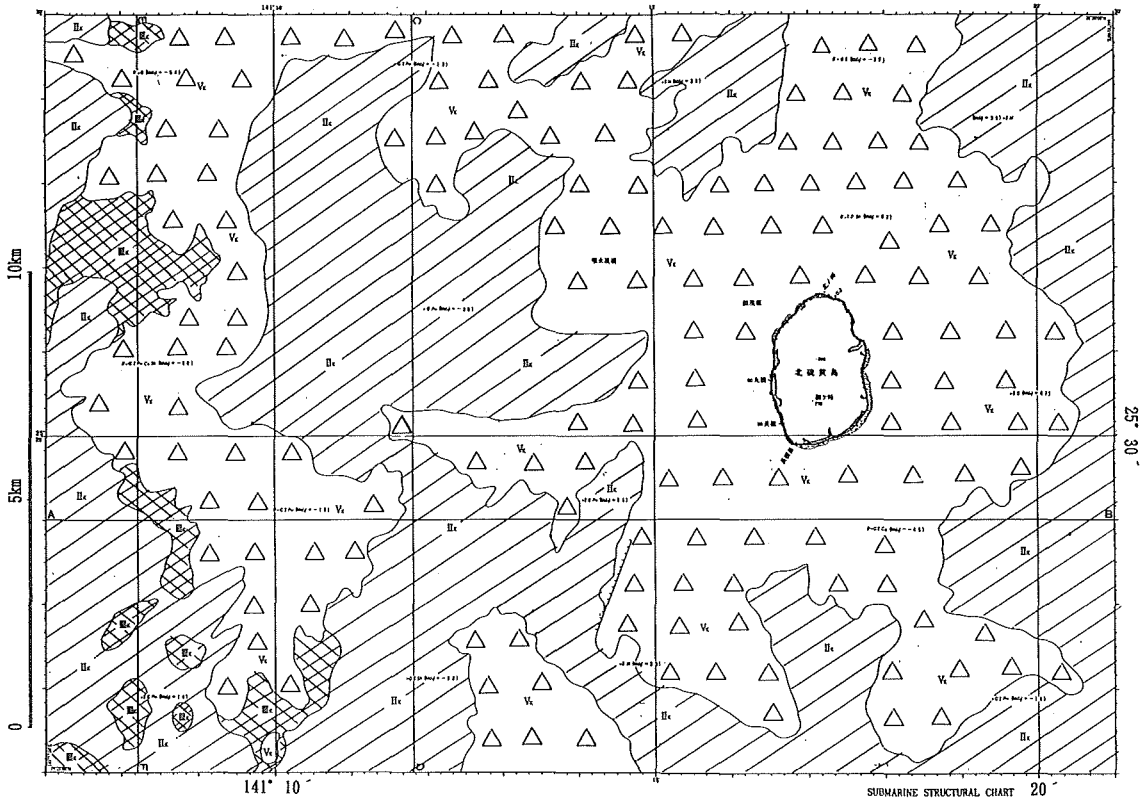


Fig. 5 The submarine geological structural chart around the Kita-Io Sima. The scale of the existent chart is 1/50,000.

造については、北硫黄島の南西沖約6 km付近に、 V_K 層の高まりが作る急斜面に沿って北北東-南南西方向の西落ち断層が認められる。火山活動により形成された火山岩類 V_K 層の活動前には、第三紀層に相当する IV_K 層が堆積していたと考えられる。 V_K 層の活動は IV_K 層の堆積層を貫き、 III_K 層と II_K 層は V_K 層を起源とする火山性碎屑物である。 V_K 層に相当する火山活動は、休止期をはさんだ段階的なものであったらしく、それぞれの活動に伴って、 III_K 層及び II_K 層が堆積したと思われる。また、 II_K 層は台地状の高まりの西側で欠如するので、供給源がより東側に存在すると考えられ、噴火浅根もしくは北硫黄島が供給源である可能性が高い。

3. 硫黄島周辺海域の地形・地質

硫黄島は水深2,000 mからそびえ立つ直径40 km以

上の巨大な火山体で、今回の調査海域は水深1,000 m以浅の山体部である。硫黄島はこの火山体の山頂部が海面に現れた部分である。硫黄島の陸上地形、特に海岸線変化は著しく、1911年当時西海岸の沖1.2 kmにあった釜岩は、1968年に硫黄島との間に形成された砂州の成長により結合し、トンボロが成長して、1978年には結合部の最小幅が205 mになった。Fig. 6に示すように、1991年にはさらにその結合部が拡大し、井戸ヶ浜が北方へ迫り出している。また短期的(2~3ヶ月毎)には、南西海岸で汀線が前進する時期には南東海岸で後退し、南西海岸で汀線が後退する時期には南東海岸で前進する関係にある(重村ほか, 1984)。

硫黄島周辺の海底地形 (Fig. 7) は、硫黄島を中心としてほぼ同心円上に等深線が取り囲んでいる。沿岸部の海底地形を見ると、水深50 m以浅に島を取

Table 2 A catalog of acoustical stratigraphy.

地層区分	北硫黄島 記録の特徴	層厚
I _K	(識別不能)	
II _K	やや連続する縞状パターン III _K 層, IV _K 層を覆う	60m前後 最大100m以上
III _K	透明層で, 内部には淡い 不連続な縞状のパターン II _K 層に覆われる	100m前後
IV _K	不透明な散乱状のパターン II _K 層, III _K 層に覆われる	最大300m以上
V _K	強い散乱状のパターン 音響的基盤層である	不明

地層区分	硫黄島 記録の特徴	層厚
I _I	淡く抜けるパターン	10~15m
II _I	所々層理面を伴った散乱状パターン IV _I 層が露出する海域を除き広く分布	40~50m 最大100m
III _I	内部反射面や乱堆積状の反射面 摺鉢山の南方海域に分布する	最大250m
IV _I	強い散乱状パターン 音響的基盤層である	不明

地層区分	南硫黄島 記録の特徴	層厚
I _M	(識別不能)	
II _M	やや濁った縞状パターン III _M 層, IV _M 層を覆う	50~80m前後 最大140m
III _M	比較的透明なパターン ほとんどII _M 層に覆われる	100m 最大150m
IV _M	散乱を伴った不透明なパターン 音響的基盤層	不明

注) 海底下の堆積物及び岩石中の音波伝播速度は, 水中と同じ1,500m/secとした。第I層は最終氷期最大海退期の堆積物とし, 第I層を剥ぎ取って地質分布図を作成したが, 3.5kHz表層探査記録の解析の結果, 硫黄島以外の調査海域では識別不可能であった。

Table 3 A catalog of acoustical stratigraphic divisions and geological age.

岩相	時代		音波探査層相		
			北硫黄島	硫黄島	南硫黄島
堆積岩類	第四紀	現世	I _K	I _I	I _M
		更新世	II _K	II _I	II _M
	III _K		III _I	III _M	
	新第三紀	鮮新世	IV _K		
火成岩類	第四紀		V _K	IV _I	IV _M

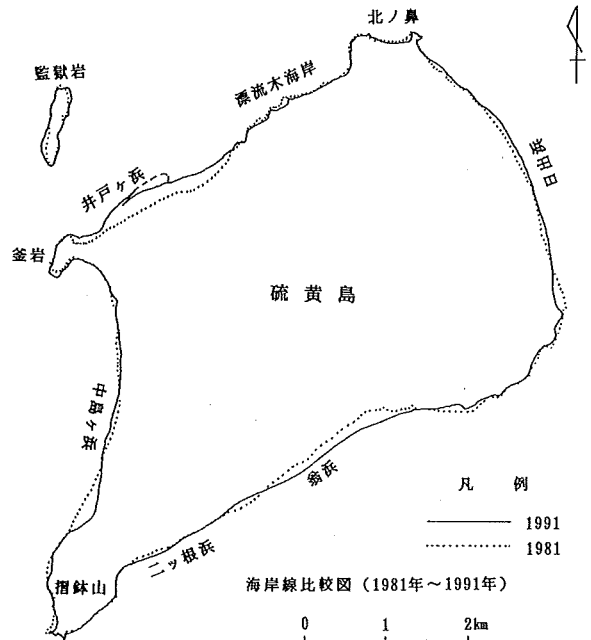


Fig.6 The comparison map of the coastline of the Iosima since 1981.

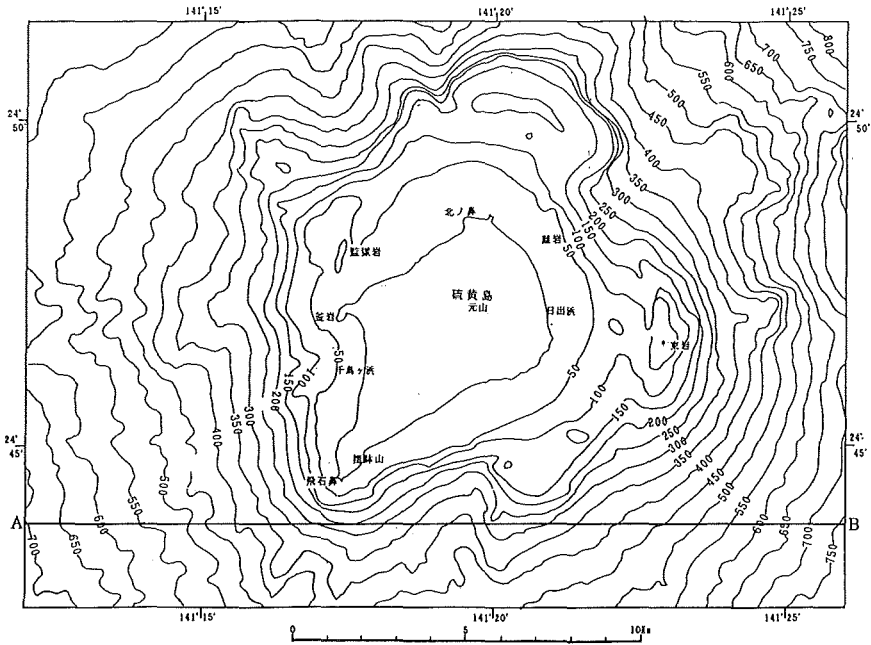


Fig. 7 The bathymetric chart around the Io Sima. The scale of the existent chart is 1/50,000.

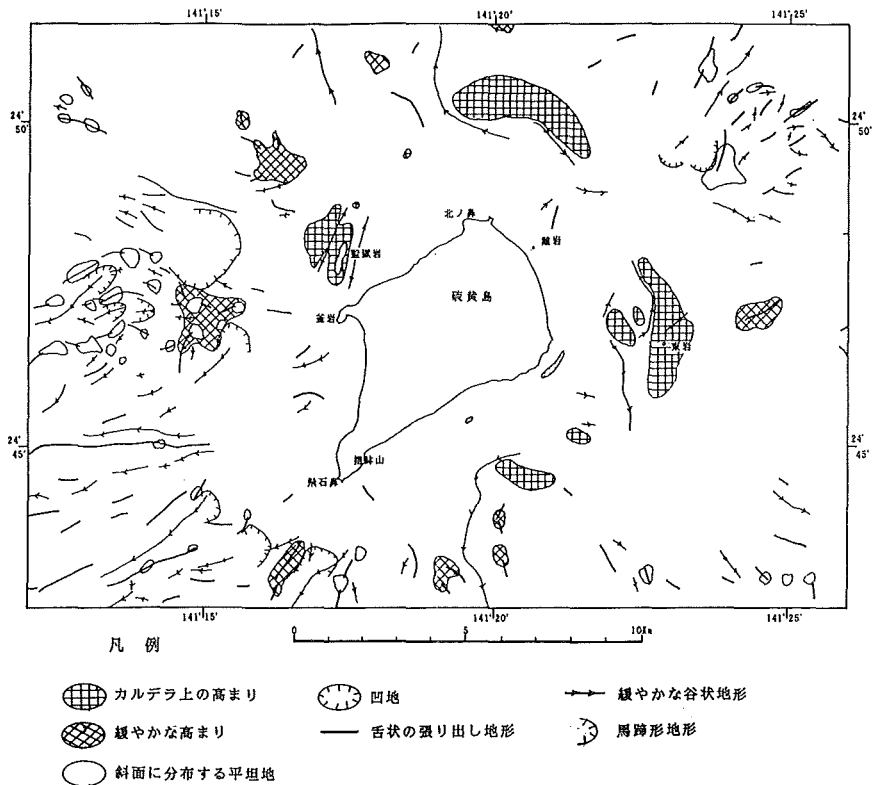


Fig. 8 The interpretation map of the topography around the Io Sima. There are crown cracks and head scarps of slumps.

Table 4 The measurements of the height of cays around Io Sima and the average volcanic upheaving velocity.

水上岩	高さ	隆起量	期間	平均隆起速度
監獄岩	8.2→15.4m	7.2m	1934~91年(57年間)	12cm/年
釜岩	9.9→11.5	1.6m	1981~91年(10年間)	16cm/年
離岩	18.0→19.0	1.0m	1981~91年(10年間)	10cm/年
東岩	5.1→5.4	0.3m	1934~91年(57年間)	0.5cm/年

手法	最大隆起量	期間	平均隆起速度	文献
造礁サンゴ ¹⁴ C年代		500~800年前 から現在まで	15~20cm/年	大八木・鶴谷(1977) 貝塚ほか(1981)
水準測量	9.2m	1949~68年(19年間)	57cm/年	国土地理院 辻ほか(1969)
水準測量	2.86m	1968~78年(10年間)	20~36cm/年	東京都 小坂ほか(1979)
水準測量(釜岩 北の花, 温泉浜)	6.0m	1968~82年(14年間)	43cm/年	国土庁(1983)

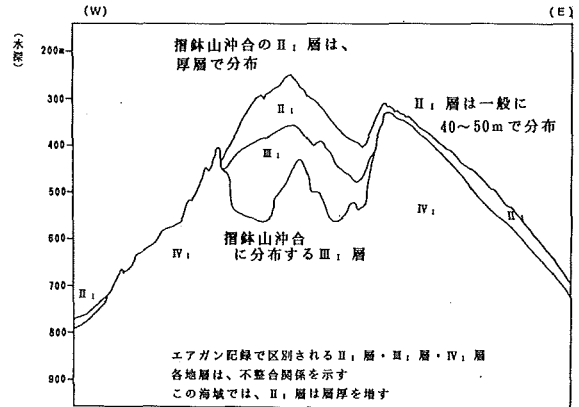
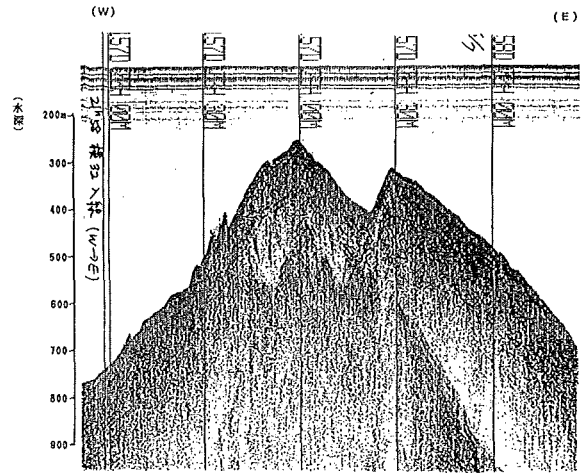


Fig. 9 The single-channel seismic profile along a line A-B off Suribati Yama of the Io Sima in Fig. 7.

り囲むような平坦面が形成されている。この平坦面は現在の海水面下で形成された海食台および堆積平坦面と考えられる。硫黄島を取り囲む最も特徴的な海底地形は、元山を中心に半径およそ5kmの同心円上に配列しているいくつかの高まりである。これらの高まりがその峰線が円弧方向に沿っていること、中でも東岩や監獄岩では元山側に急崖が形成されていることから、硫黄島火山はこれらの高まりを外輪山とするカルデラ地形を呈しているものと考えられる。

Fig. 8に示した海底地形概念図から、硫黄島の北側と南側にはそれぞれ2本ずつの谷地形が存在し、北東側と西側には馬蹄形の地形や舌状に張り出した地形、緩やかな谷地形が所々認められる。馬蹄形をした地形の内、最も顕著なものが監獄岩西側に認められ、音波探査の結果から判断して、これらの地形群は崩壊地形(岩屑崩壊)であると考えられる。褶鉢山南方沖には、音波探査記録断面にW型に現れる過去の大規模な山体崩壊地形が存在したが、現在は厚さ300mの堆積物により埋めつくされている(Fig. 9)。

Fig. 10に硫黄島周辺海域の海底地質構造図を示す。硫黄島周辺海域の海底地質は、第四紀更新世~現

世に噴出した火山岩類(IV層)、主に更新世に形成された下部および上部火山砕屑物(III層およびII層)、現世の沖積層(I層)からなる。IV層は音響的基盤層であり、大きく起伏する海底の岩礁地形を形成している。III層は褶鉢山南方沖に分布し、W型の大規模な山体崩壊地形を埋めている。II層は水深250m以深に広く分布し、表層探査記録から識別されたI層は、硫黄島周辺の浅海域に分布する。音波探査記録上で明瞭な断層、褶曲構造は識別できなかった。

Table 4に硫黄島周辺の水上市岩の高さ測定結果と、これにより求められた平均隆起速度を示す。水

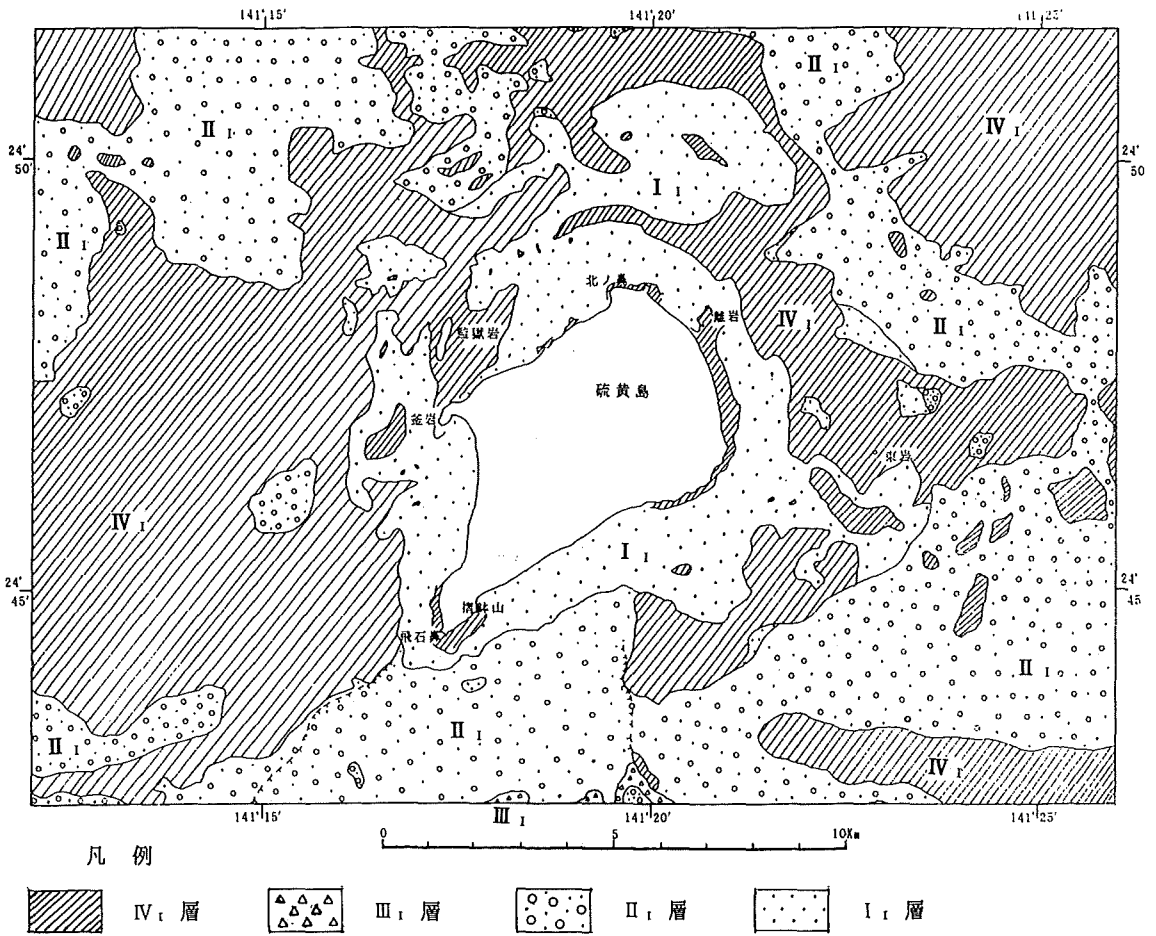


Fig. 10 The submarine geological structural chart around the Io Sima. The scale of the existent chart is 1/50,000.

上岩の高さは風化作用や波食により年々低くなると考えられるが、測定した4つの水上岩は過去の測定値に比べいずれも高くなっている。硫黄島西方の監獄岩は1934年の測量で高さ8.2mであったものが、1991年の測量では高さ15.4mに、釜岩は1981年の測量で高さ9.9mであったものが、1991年には高さ11.5mとなっている。離岩は1981年の測量で高さ18.0mであったものが1991年には高さ19.0mに、東岩は1934年の測量で高さ5.1mであったものが、1991年には高さ5.4mとなっている。したがって、平均すると監獄岩は12cm/年、釜岩は16cm/年、離岩は10cm/年で隆起していることになる。一方、東岩の隆起速度は

0.5cm/年と小さい値である。

4. 南硫黄島周辺海域の地形・地質

北硫黄島同様に南硫黄島にも噴火記録は無いが、島は玄武岩質溶岩と火山碎屑物の互層からなり、島の周囲には切り立った波食崖が発達している(福山, 1983)。海岸には離水サンゴは存在せず、現在の島の周囲にもサンゴ礁は存在しない。Fig. 11 に示したように、島の周囲の水深50m以浅には波食による平坦面が形成されている。この浸食地形から元の火山島を復元すると、侵食前は直径3.5kmのほぼ円形の火山島であったであろう。

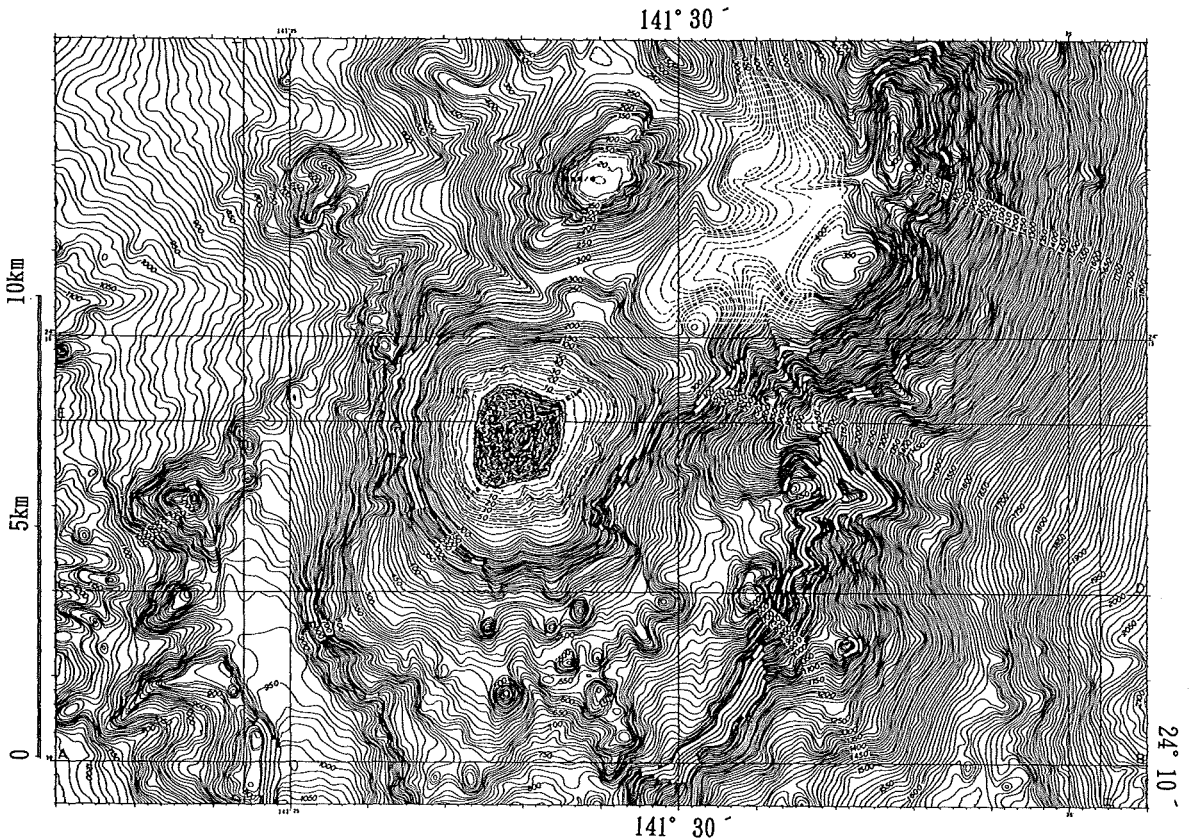


Fig. 11 The bathymetric chart around the Mimami-Io Sima. The scale of the existent chart is 1/50,000.

南硫黄島周辺海域の海底地形には、直径2 km程度の小規模な高まりが多く、いずれも第四紀の火山体であると考えられる。これらの火山体の中で最大のものが南硫黄島北北東沖の福德岡ノ場である。1991年7月の調査では福德岡ノ場の最浅水深は14 mである。南硫黄島南方の直径数百mの小さな山体は、火山体の崩壊により生じた「ながれ山」の可能性もある。①南硫黄島、福德岡ノ場とその北の水深120 mの高まりの列と、②南硫黄島東方沖の水深464 mと601 mの高まりと福德岡ノ場東方の水深340 mと366 mの高まりの列は、北北東—南南西方向に配列している。①の福德岡ノ場を含む列が現在活動中の火山列とすると、②の高まりの列は過去の活動期に形成された火山列であろう。

顕微鏡観察の結果 (Table 5), 南硫黄島の西岸に露出した岩脈を形成する岩石はアルカリ玄武岩であ

り、海底からドレッジにより採取された岩片にも、アルカリ玄武岩が数多く含まれている。南硫黄島周辺海域の音響的基盤層であるIV_M層は、南硫黄島および福德岡ノ場等の第四紀火山に対比され、この海域に広く分布するIII_M層とII_M層は、その第四紀火山を起源とする火山性碎屑物に対比される (Fig. 12)。IV_M層を形成した火山の活動は、小規模な休止期をはさんだ段階的なもので、それぞれの活動に伴ってIII_M層とII_M層が堆積したと思われる。南硫黄島南西沖に南北に軸を持つ谷地形の西斜面に沿って、長さ1400 m東落ちの断層が確認された以外、断層や褶曲構造は音波探査記録からは認められない。

南硫黄島の西海岸で採取した2つの造礁サンゴ片について、¹⁴C法により年代測定を行った結果をTable 6に示す。このサンゴ片は過去に南硫黄島の海岸周辺に生息した造礁サンゴが波浪により破碎さ

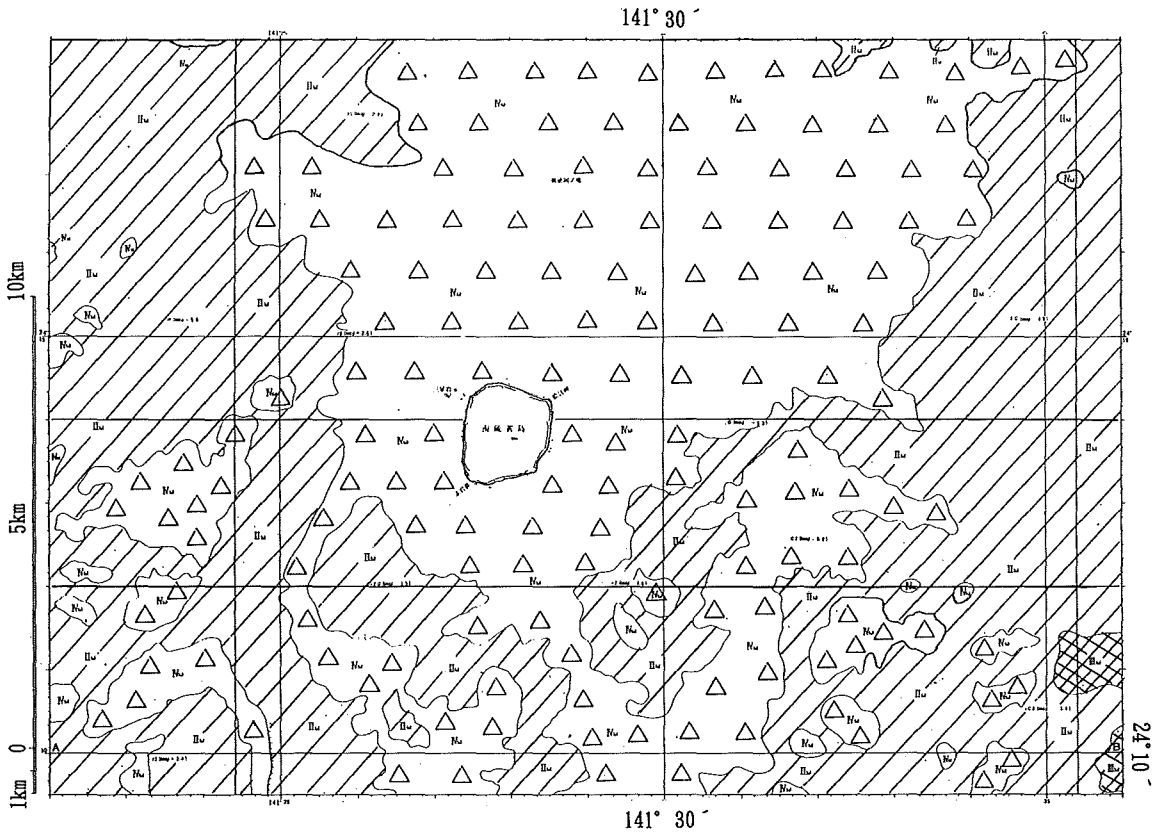


Fig. 12 The submarine geological structural chart around the Minami-Io Sima. The scale of the existent chart is 1/50,000.

れ、海岸に打ち上げられたものである。この年代測定結果から、今からおおよそ数百年前頃には、南硫黄島周辺はサンゴが成長できる環境にあった。すなわち火山性砕屑物が降り注ぎ、サンゴの生育を妨げるような環境でない時代が数百年前にあったと考えられ、この火山活動の小規模な休止期が前記したIII_M層とII_M層の境界の時期にあたる可能性もあるが、現時点では明言はできない。

5. 火山列島の地質構造と活動史についての考察

(1) 火山列島の火山の活動頻度について

北硫黄島周辺には生きたサンゴ礁（裾礁）が存在するのに対し、硫黄島と南硫黄島周辺には生きたサンゴ礁は存在しない。硫黄島にサンゴ礁が存在しない理由としては、島の周囲のいたるところで湧出している変色水と、海岸侵食により生じた流砂が、サ

ングの定着と繁殖を妨げていることが考えられる。波食崖の発達した北硫黄島の周辺に裾礁が存在するのに対し、同様に波食崖の発達した南硫黄島の周辺には生きたサンゴ礁は存在しない理由としては、南硫黄島北北東沖の福徳岡ノ場が現在もお活発に活動していて、噴出した軽石が大量に南硫黄島に漂着し、サンゴの定着と繁殖を妨げていることが考えられる。つまり、噴火浅根の噴火活動が北硫黄島周辺のサンゴの生息を妨げていないことを考えると、噴火浅根は少なくとも北硫黄島にサンゴの定着と繁殖を続けられたある程度の期間は、大量の軽石を噴出するような大規模な噴火活動は行っていないことになる。

また、国土庁（1983）による硫黄島における最近の噴火活動は、水蒸気爆発であり、溶岩や軽石の流出のような本格的なマグマの地表への噴出が無かつ

Table 5-1 The lithological description of the volcanic rocks from three volcanic islands in the Kazan Retto and the volcanic rocks dredged around them. (1/2)

島	試料	記	載
北硫黄島陸上	南海岸 (凝灰角礫岩中の角礫)	岩石名: アルカリ-カンラン石玄武岩 組織: ハイアロオフィティック組織 斑晶: カンラン石, チタン普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: 斑晶鉱物の小片, ガラス 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	
	南海岸 岩脈	岩石名: カンラン石玄武岩 組織: 間粒状組織 斑晶: カンラン石, 普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: 斑晶鉱物の小片, ガラス 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	
北硫黄島沖合海域	ドレージ 試料 No. 2	岩石名: ガラス質軽石 組織: 多孔質で斑晶をほとんど含まない 斑晶: 普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: ガラス 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	
	ドレージ 試料 No. 4	岩石名: アルカリ-カンラン石玄武岩 組織: 間粒状組織 斑晶: カンラン石, 普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: 斜長石, 普通輝石 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	
	ドレージ 試料 No. 10	岩石名: ガラス質玄武岩 組織: ハイアロオフィティック組織, 多孔質 斑晶: 普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: ガラス 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	
	ドレージ 試料 No. 16	岩石名: ガラス質軽石 組織: 多孔質で斑晶をほとんど含まない 斑晶: 普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: ガラス 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	
硫黄島陸上	東海岸 No. 1	岩石名: ガラス質単斜輝石デイサイト 組織: 斑状組織 斑晶: 斜長石(アルバイト), 単斜輝石 石基: 黒~茶褐色のガラス(弱い流理構造), アバタイト	
	東海岸 No. 2	岩石名: デイサイト質軽石凝灰岩 組織: 構成粒子の淘汰は悪く, 空隙や軽石の配列は不規則 構成粒子: 液滴状ガラス粒子, 斜長石(アルバイト), 単斜輝石, アバタイト	

Table 6 The ^{14}C age of the fragments of the reef coral gathered from the west coast of Minami-Io Sima.

試料	年代測定結果
A	350 ± 80年B. P.
B	290 ± 80年B. P.

Table 5-2 The lithological description of the volcanic rocks from three volcanic islands in the Kazan Retto and the volcanic rocks dredged around them. (2/2)

島	試料	記	載
南硫黄島陸上	北海岸	岩石名: アルカリ玄武岩 組織: 間粒状組織 斑晶: チタン普通輝石, カンラン石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: チタン普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物, ガラス 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	
	西海岸 岩脈	岩石名: アルカリ玄武岩 組織: 間粒状組織 斑晶: カンラン石, チタン普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物(チタン鉄鉱) 石基: チタン普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物(チタン鉄鉱)	
南硫黄島沖合海域	ドレージ 試料 No. 7	岩石名: アルカリ玄武岩 組織: 填間状組織, サブ・オフィティック組織 斑晶: カンラン石, チタン普通輝石, 斜長石, チタン鉄鉱 石基: チタン普通輝石, 斜長石, ガラス	
	ドレージ 試料 No. 10	岩石名: アルカリ玄武岩 組織: 半晶質(hyalocrystalline) 斑晶: チタン普通輝石, 斜長石 石基: ガラス	
	ドレージ 試料 No. 12	岩石名: アルカリ玄武岩 組織: 填間状組織 斑晶: カンラン石, チタン普通輝石, 斜長石 石基: ガラス	
福徳岡ノ場	1986年 2月18日 に噴出	岩石名: ガラス質軽石 組織: 多孔質で斑晶をほとんど含まない 斑晶: カンラン石, チタン普通輝石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: ガラス 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	
	1992年 11月10日 に噴出	岩石名: ガラス質軽石 組織: 多孔質で斑晶をほとんど含まない 斑晶: チタン普通輝石, カンラン石, 斜長石, 不透明鉱物 石基: ガラス 斜方輝石を含まないアルカリ岩系列に属する	

Table 7 The Chemical analyses of the volcanic rocks from three volcanic islands in the Kazan Retto. (wt%)

成分	北硫黄島		硫黄島摺鉢山		南硫黄島	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
SiO_2	48.49	48.74	58.91	58.59	45.39	45.02
TiO_2	0.76	1.02	0.82	0.74	0.70	0.75
Al_2O_3	18.72	18.81	17.71	16.54	15.21	19.94
Fe_2O_3	2.77	4.67	2.81	5.46	4.34	4.49
FeO	8.18	7.14	2.67	1.11	6.60	7.51
MnO	0.22	0.33	0.16	0.20	0.18	0.23
MgO	5.17	4.52	0.88	0.97	10.63	5.56
CaO	12.47	12.00	3.43	3.44	14.01	13.01
Na_2O	2.02	2.30	6.01	6.20	1.47	1.87
K_2O	0.33	0.27	3.94	3.69	0.47	0.63
P_2O_5	0.05	0.04	0.49	0.37	0.16	0.21
H_2O^-	0.38	0.34	0.34	2.42	1.04	0.04
H_2O^+	0.60		0.30		0.30	0.04
Total	100.16	100.21	100.23	100.40	100.50	99.30wt%

(1)津屋(1936), (2)岩崎(1937), (3)福山(1983), (4)湯浅・玉木(1982)

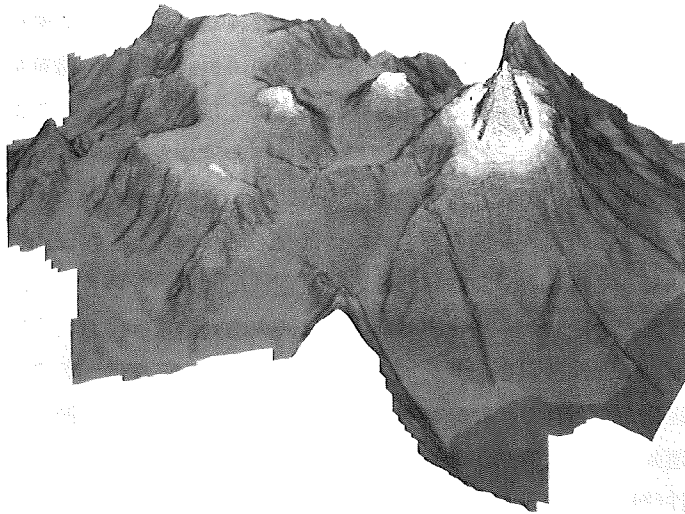


Fig. 13 The 3-dimensional image view map of the Kita-Io Sima. The view direction is from south.

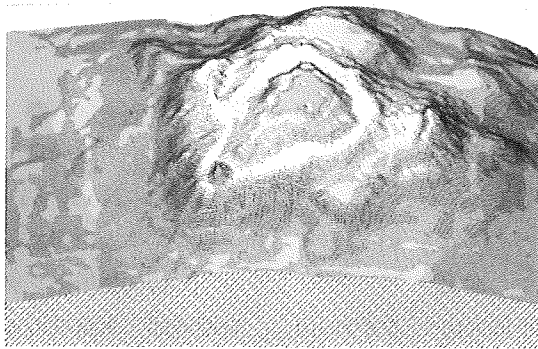


Fig. 14 The 3-dimensional image view map of the Io Sima. The view direction is from south.

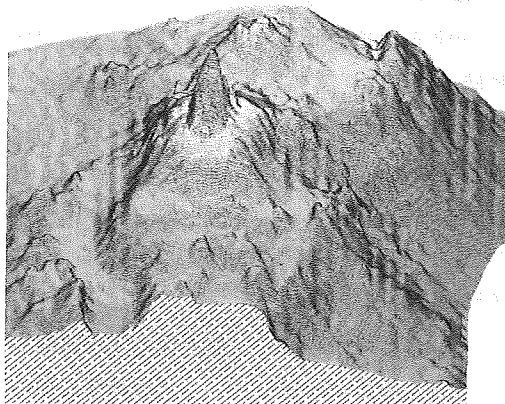


Fig. 15 The 3-dimensional image view map of the Minami-Io Sima. The view direction is from south.

たことを考えると、現在の噴火活動の頻度は福徳岡ノ場、硫黄島、噴火浅根の順に高いと言える。

(2) 硫黄島火山の発達史と隆起運動

硫黄島の発達史は、円錐形海底火山の形成、円錐形火山の南側での大規模な崩壊、この崩壊地形の埋没とカルデラの形成、カルデラ北東壁(外輪山)の崩壊、元山及び摺鉢山の噴火活動によるカルデラの埋積、島(山頂部)の隆起と西斜面の崩壊の順と考えられる。貝塚ほか(1981)によると、500~800年前の硫黄島(火山体山頂部)の隆起が本格化する前に、現在の元山地区上面に海面が停滞し、サンゴ礁の発達と元山地区の平坦化が行われた。サンゴ礁が発達したことは、隆起運動等の地殻変動が鈍く、変色水の湧出活動や火山性碎屑物の流入が無かったことを意味し、500~800年前に硫黄島の火山活動が小規模な休止期にあったことを表している。

最近10年間の隆起運動で、硫黄島西方の監獄岩は12cm/年、釜岩は16cm/年、離岩は10cm/年で隆起しているのに対し、東岩の隆起速度は0.5cm/年と小さい値である。Table 4にまとめたように、かつては元山が隆起運動の中心であったが、最近の隆起運動の中心は釜岩周辺の西~北西海岸付近に、移ってきているようである。

(3) 最近の噴火活動とマグマの変化

南硫黄島南方海底には古い単成火山や「ながれ」山地形が存在するが、南硫黄島とこれらの火山は、海食崖の著しい発達からみても活動を停止して久しく、噴火の中心は北側の福徳岡ノ場に移っている。南硫黄島の海岸周辺でも、200~450年前に造礁サンゴが発達したと考えられ、火山性碎屑物が降り注ぎ、サンゴの生育を妨げるような環境でない時代があったと考えられる。すなわち、火山活動の小規模な休止期が、前記した硫黄島の火山活動の休止期のすぐ後に存在した可能性がある。¹⁴C法による年代測定値の誤差を考えると、この「南硫黄島の200~450年前」と「硫黄島の500~800年前」という年代は、今からおよそ数百年前頃と同時期になる可能性があるが、現時点では年代測定値の数が少ないので明言はできな

い。

さらに興味深いことに、この間に噴出するマグマがアルカリの多いものに変化したことである。現在活動中の福徳岡ノ場、硫黄島、噴火浅根を構成する岩石はアルカリ岩で、それより古い北硫黄島と南硫黄島は非アルカリ岩もしくはアルカリ岩の中でも比較的アルカリの少ないものである。この地域ではなんらかの共通した原因でマグマが変化または置換されたに違いない(Table 7)。小坂ほか(1990)は、火山列島付近においてアルカリに富んだマグマが生成される環境は、テクトニック場の時間変化と密接に関係があると推測している。

6. おわりに

本論中の調査・研究に従事した水路部の堀井良一氏、阿部則幸氏、明石龍太氏、楠勝浩氏、守永健夫氏、鈴木英一氏、渡辺義和氏には資料の提供と多くの助言を頂いた。ここに明記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 福山博之：火山列島，南硫黄火山の地質，地学雑誌，**92**，No.1，55-67，(1983)
- 一色直記：火山列島硫黄島の地質と岩石，国立防災科学技術センター研究速報，**23**，6-24，(1976)
- 岩淵義郎：水路部の火山噴火予知計画，水路部研究報告，**25**，1-72 (1989)
- 碓京子：伊豆・小笠原弧，西七島海嶺——複合古島弧の可能性——，地学雑誌，**100**，No.4，475-468，(1991)
- 海上保安庁水路部：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，**16**，25-28，(1979)
- 海上保安庁水路部：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，**18**，40-41，(1980)
- 海上保安庁水路部：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，**21**，37-39，(1981)

- 海上保安庁水路部：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，**26**，62-63，(1983a)
- 海上保安庁水路部：硫黄島周辺海底地形・地質調査，火山噴火予知連絡会会報，**26**，64-67，(1983b)
- 海上保安庁水路部：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，**27**，36-38，(1983c)
- 海上保安庁水路部：水路部観測報告，大陸棚調査編，**5**，(1989)
- 海上保安庁水路部：本州南・東岸水路誌，書誌第**101**号，283-289，(1991)
- 貝塚爽平・長岡信治・宮内宗裕：硫黄島の地形・地質，小笠原諸島自然環境現況調査報告書，**3**，113-134，(1981)
- 加藤 茂・池田 勉：硫黄島周辺の海底地形，水路部研究報告，**19**，59-73，(1984)
- 菊池隆男：北硫黄島紀行(1)北硫黄島火山の地形と地質，小笠原研究年報，**5**，55-61，(1981)
- 菊池隆男・今泉俊文：北硫黄島の地形と地質，小笠原研究，**10**，(1984)
- 国土庁：昭和56年度硫黄島周辺海域海底地形・地質調査成果作成業務報告書，1-28，(1981)
- 国土庁：昭和57年度硫黄島地質・地形変動調査報告書，1-67，(1982)
- 国土庁：小笠原硫黄島火山活動調査総合評価案，1-48，(1983)
- 村内必典ほか：特集 硫黄島の地学，地学雑誌，**94**，No.6，(1985)
- 小野幹雄・小林純子：北硫黄島・硫黄島の陸上植物固有種の現況調査，小笠原諸島自然環境現況調査報告書，**3**，7-29，(1981)
- 小坂丈予・平林順一・松田敏二・大島章一・土出昌一・加藤茂：伊豆・小笠原弧海域の海底火山活動に伴って噴出した岩石とその付近に産出する火山岩の化学組成，**26**，61-85，(1990)
- 佐藤孫七・佐藤 久：海底火山と船舶，星野・青木編，「伊豆半島」，東海大出版会，341-365，(1972)
- 重村利幸・斉藤廣康・高見沢惇・工藤 誠：硫黄島の地形変化について，海岸工学講演会論文集，**31**，371-375，(1984)
- 地質調査所：小笠原島弧南部及びマリアナ島弧北部広域海底地質図，海洋地質図，**18**，(1982)
- 東京都：硫黄島基本調査報告書，1-181，(1975)
- 東京都総務局三多摩島諸対策室：小笠原硫黄島火山活動調査報告書(第Ⅲ報)，1-89，(1979)
- 辻 昭治郎・栗山 稔・鶴見英策：第2次硫黄島総合調査団に参加して，国土地理院時報，9-18，(1981)
- 宇都浩三：伊豆・小笠原弧の第四紀火山岩，月刊 地球，**5**，No.8，464-486，(1983)
- 湯浅真人・玉木賢策：魔の島—南硫黄島—，地質ニュース，**306**，36-43，(1980)
- 湯浅真人・玉木賢策：火山列島，南硫黄島の玄武岩，地調月報，**33**，531-540，(1982)
- 湯浅真人：伊豆・小笠原弧の地学現象にみられる南北対立，月刊 地球，**5**，No.8，459-463，(1983)
- 湯浅真人：伊豆・小笠原弧の地学現象にみられる南北対立はなぜ生じたか，地学雑誌，**100**，No.4，458-463，(1991)