

# 島黄硫 島列山火 く動

川野辰男・斉藤英二（地形課） 磯 巳代次（元所員 現 資源コンサルタント[株]）

## I はじめに

硫黄島は1968年6月26日小笠原諸島とともに 米国よりわが国に返還されたが その後の調査と返還前同年2月撮影した空中写真との比較により 戦後に隆起のあったことが推察され さらにその後の調査により 戦前より数mも異常に隆起していることが確認された。そこで 地質調査所 国土地理院 海上保安庁 気象庁 防衛庁 国立防災科学技術センターは 防災上の必要から1968年8月硫黄島総合調査を実施し 国立防災科学技術センターはその後も引続き 防災と火山現象の研究のための調査を行ってきた。しかし 水蒸気爆発や地盤の陥没は島内の各所でしばしば発生し 従来行なわれてきた程度の断層変位観測（熊谷・高橋 1976）では その発生個所を予測するには 極めて不十分であることが1975年—6年の阿蘇台陥没孔の熱流水噴出でたまたま明らかとなったので 同島の主要部の地殻変動 とくに水平歪 垂直変動の繰り返し観測の必要が痛感された。当時効果的な性能を有する光波測距儀DM—60（米国CUBIC社製）による測定・研究に着手していた筆者らは 同センターの依頼により その第I回の観測を1976年3月 第II回の観測を1977年1月にそれぞれ実施した。2回の観測結果から 辺長において平均約 5 cm の伸縮

垂直方向には平均約 10cm の隆起または沈降が確認されるときに 1968年—1977年の9か年間に本島は1.1—2.7m 隆起したことが明らかになった。さらに 2回の観測成果から 変動ベクトル 歪量などを求め本島の地殻変動について考察を行なったのでここに紹介する。

なお 観測作業に際して 種々ご協力いただいた硫黄島航空基地分遣隊の運行隊 管理隊の方々 本稿をまとめるにあたって 種々御教示を戴いた国立防災科学技術センター高橋博第二研究部長 および データ解析にあたって直接御指導いただいた地質調査所岩崎一雄技官など 特別にご協力を賜った方々に衷心より感謝の意を表す。

## II 位置 交通・概況

硫黄島は 東京の南方洋上約 1,250km 東経141度20分 北緯24度46分の位置（図—1）にあり 面積約22.5 km<sup>2</sup> の亜熱帯に属する島である。

昭和43年6月の小笠原諸島返還に際し父島 母島 南島島などと共に日本に返還され 以来海上自衛隊が施設の維持 管理に当たっている。

硫黄島 摺鉢山といえば 太平洋戦争末期の日米の激戦地としてあまりにも有名である。亜熱帯に属するこの島は 年間平均気温22度ぐらいで ハイビスカス ハマユウ 大タニワタリ また パパイヤ パイナップル 夏ミカンなどが密林中に見られる情緒豊かな島である。戦前は1,000余名の島民が住み農 鋳業を営んでいたが戦後は一般人の居住は許されていない。島内いたる所で 噴気活動が活発で 夜明けや湿気の多い時には 噴気の水蒸気が白煙となって島全体に立ちこめる。本州からの交通機関は海上自衛隊の管理下にある。厚木から週1回の飛行機便があり 島内は自動車道路が整備されている。

## III 地 質

硫黄島の地質については 一色（1976）の報告があり その「まとめ」の項を紹介すれば つぎのとおりである。

硫黄島は粗面安山岩からなる火山島で 島の北東部を占める元山 南西端の摺鉢山および 両者を結ぶ千鳥ヶ原の地峡からなる。更新世末あるいは現世にはいつて

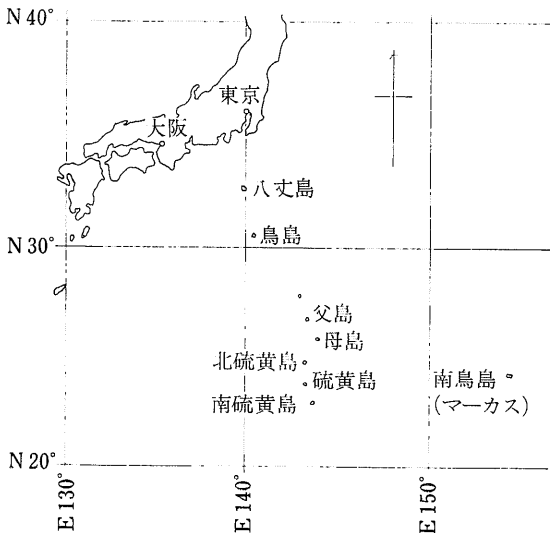


図1 位 置 図

から島の北東部元山の位置で海底火山活動が起こり比較的穏やかな溶岩流出とそれに引き続く爆発的な火砕物の抛出を行なった。摺鉢山の形成については不明な点が多いが少なくとも上部の火砕丘は陸上で形成された。局所的なドーム状隆起によって元山地区は海面上に姿を現わしその過程で摺鉢山とは砂州によってつながったものと思われる(図-2)。

大八木・熊谷(1977)によると北の鼻地区の火砕岩から産出された炭化木片の<sup>14</sup>C年代は2670y. B. P. から2860 y. B. P. 元山地区の硫黄丘北西方の火砕岩に着生したサンゴは525 695 770y. B. P. の値が得られた。

摺鉢山のサンゴは着生したものが発見出来なかった。標高約10mの段丘礫層中のサンゴが最も若い295y. B. P. を示し南東側の礫浜中のサンゴの礫は380y. B. P. と490y. B. P. を示した。摺鉢山地区で最も古い年代のサンゴは西側の海岸に転がっていたもので2980y. B. P. であった。硫黄島では現在でも噴気活動・地盤の隆起・沈降および断層運動が活発に行なわれている。この島の断層は元山と摺鉢山をつなぐ千鳥ヶ原に大部分が分布している(高橋・熊谷 1968) 図-3。

ここのおもな断層についてその変動量を水準測量(地震研究所 1968)により測定した結果を表-1に示した。1975年以降はジャングル化により測定点が不明確になったため測定していない。

また噴気孔はおびただしい数にのぼり島で地熱の低いのは大きくみて元山南東地域と千鳥ヶ原の摺鉢山寄

りの地域ぐらいである。この島で噴気温度が最も高いのは金剛岩の120°~125℃である。その他は92°~98℃である。

#### IV 地殻変動観測の概要

地殻変動の観測は水平変動 垂直変動を辺長測量と高低測量により求めることとし まず 1976年3月観測網の基準点を設置(図-4)し第I回の観測を行ない 1977年1月に第II回目の観測を実施した。

水平変動の観測には 光波測距儀 DM-60 (公称精度 ± 4 mm +  $\frac{\text{測定距離}}{100,000}$ ) を用い 観測点間の距離を直接に往復測定し それらの辺長距離から三辺測量を応用して観測点の位置を求めた。垂直変動の観測には 今回新たに平均海面の観測を 水圧式検潮儀 LPT-2型を用い 1977年1月14日9時から同月19日18時までの連続記録の解析から標高の基準4,245mを定め さらに各観測点の標高は セオドライト1秒読みTH-01の高低角を用いて順次求めた。なお No. 1→BM. 67.7mの路線は第I回の観測と同様に NIKON AUTO LEVEL AE 水準儀による水準測量を行なった。

#### V 変動考察

##### V-1 辺長変化

第I回 第II回の観測間隔10か月間における辺長の変化量は図-5に示されるとおりで元山 千鳥ヶ原 摺鉢山 釜岩および阿蘇台陥没孔地区などに地区的な変化がみられる。

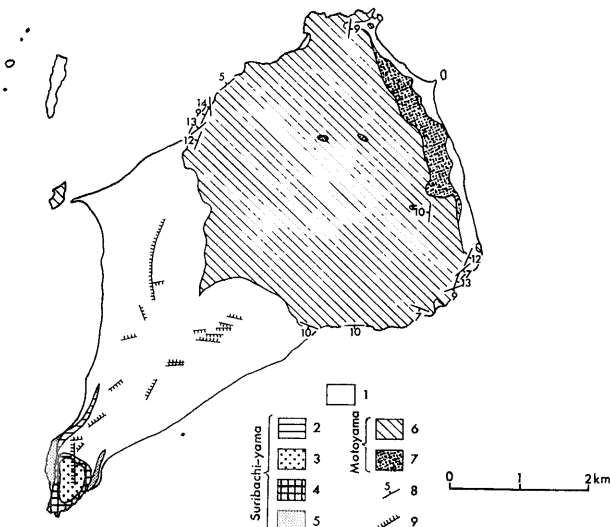


図2 硫黄島の地質図(一色 1976)。1 砂および礫 2 軽石質火山礫および火山灰 3 スコリアおよび礫灰岩(火砕丘) 4 溶岩流 5 軽石角礫岩 6 火砕岩 7 溶岩流 8 火砕岩の走向および傾斜 9 断層(短かい棒で示した側が落下側) 段丘礫層は省略してある

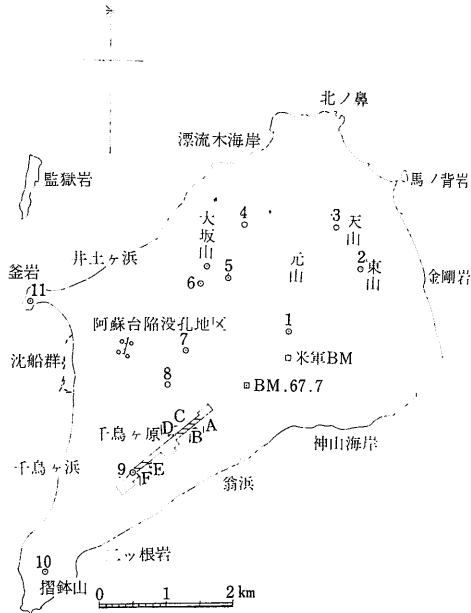


図3

表-1 旧千鳥飛行場の断層測定値

断層名	A	B	C	D	E	F
測定年	cm	cm	cm	cm	—	cm
1968*	150	69	60	48	—	39.3
(1968)	148.7	64.3	49.5	46.5	—	39.3
1969**	154.4	62.6	55.7 <sup>△</sup>	39.5 <sup>△</sup>	—	39.5
1970	159.8 <sup>△</sup>	68.1	58.9 <sup>△</sup>	39.8 <sup>△</sup>	—	43.5
1972	172.6 <sup>△</sup>	70.4	66.9	64.4	—	39.0 <sup>cm</sup> 14.7 <sup>△</sup>
1974	185.2	83.0	66.2 <sup>△</sup>	—	49.9 <sup>△</sup>	—

\*1969年以降の測定点と一致せずまた測定方法も異なる

\*\*1969年よりYレベルによる水準測量した値

△前回の測定点不明のため新しい点による測定

—は測定断層が不明

(1968)：地震研究所の測定値

それらは元山地区において 全般的に縮んでおり その中心地帯では島内最大の縮み 8 cm 同じく西南地帯では縮み 1 cm となり No. 8 9 10 を結ぶ島の中心線上では 急に伸び 5 cm と変化し さらに 釜岩と島の中心線を結ぶ各辺長においては 9~25cm の伸びがみられる。それらの伸縮から元山地区が圧縮され 釜岩摺鉢山が元山地区より離れ 中間の千鳥ヶ原地区が伸びるといふ 硫黄島の運動傾向がよくわかる。なお 阿蘇台陥没孔地区においては 断層に平行な辺長はほとんど変化していないが 断層を横切る辺長は 2 cm 伸び 断層の開く傾向をよくあらわしており この傾向は本島

と釜岩間が離れる傾向に合っている。

また 国土地理院が1968年に行なった測量と1952年の成果を比較したところによると (図-6) (辻ら 1969) 本島の南北方向が伸びるのに対して東西方向に収縮がみられ その量は 0.62m/km で年平均速度は 3.8cm/km である。

V-2 変動ベクトル

観測点 No. 1 を不動点として求めた 第 I 回および 第 II 回観測の座標値から観測点の変動した方向と距離を 図-7 に示す。

変動ベクトルにも地区的な傾向がみられ No. 1~6 の元山地区では南西方向へ 4~8 cm No. 7~8 の千鳥ヶ原東部では南東方向へ 4~5 cm 旧千鳥飛行場においては南西方向へ 9 cm また 摺鉢山 釜岩においては西方向へ 6~20cm とそれぞれ変位している。また 阿蘇台陥没孔地区では No. ア<sub>1</sub> を不動点とした場合 No. ア<sub>2</sub> と No. ア<sub>4</sub> は方向および 距離が対照的に変位しており また この地区を覆う No. 11 7 8 の変動ベクトルにおいてもほぼ似た傾向を示しており 各辺長の伸縮率 (図-5) と比べると島の変形状態がよく理解できるとともに これらは 断層が現在も活動している証拠である。

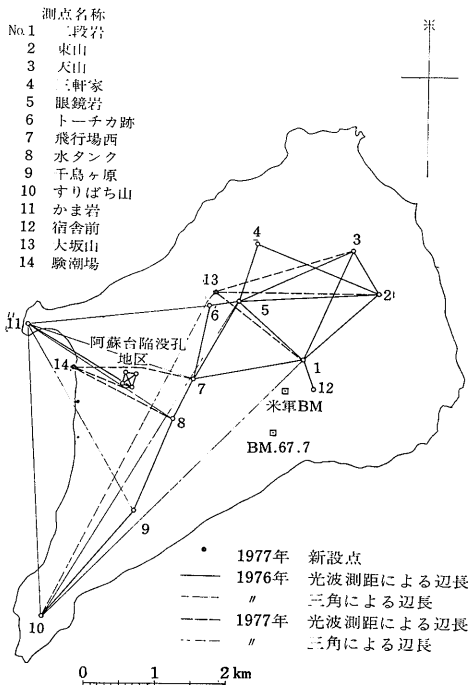


図4 観測点網図 (1976~1977)

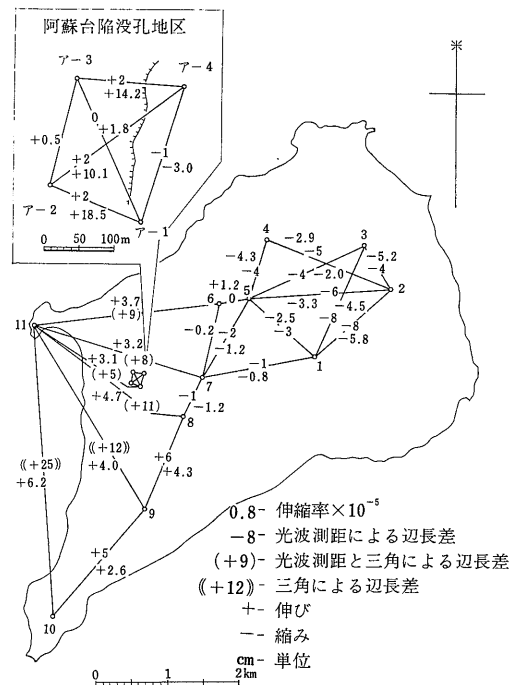


図5 辺長変化図 (1976~1977)

V-3 水平歪

観測間隔10か月間の島内の平面歪の進展をみるため各三角につき面積変化率 回転量 最大主歪軸 最小主歪軸および 最大剪断歪を求めた(図-8)。

まず No. 1 2 4 5 6 の元山中心部の三角網については 圧縮軸の方向が南北または 北北東-南南西方向を示し つぎに元山南西端の三角網についてみると圧縮 伸びともに最も少ない値を示し 千鳥ヶ原と元山を結ぶ三角網では 圧縮が強くほぼ北西-南東方向を示す 千鳥ヶ原および その北部と釜岩を結ぶ三角網では島内最大の張力を持ち北東-南西方向を示している。千鳥ヶ原と摺鉢山を結ぶ三角網にあつては ほぼ 東西方向の伸びを示すが これらは 釜岩 および 摺鉢山が本島に対して西に移動し 各辺が伸びているためであり 現在活発な活動をしている阿蘇台階層がこれら各三角網を切つて走っているためである。事実阿蘇台階没孔地区の同断層をまたぐ三角網においては 何れも大きな伸びを示している。それらは 同断層がやや開いて変動していることを示し 元山地区と対照的である。

V-4 垂直変動

垂直変動の考察にあたり まず 標高の取り扱ひについて説明を行なう 1976年3月の第I回観測時においては 元山地区のBM(67.7m)を仮定標高とし 1977年

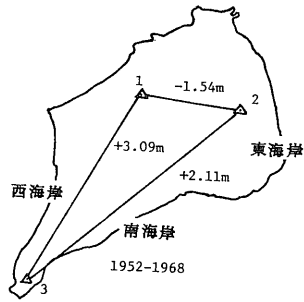


図6 1968年8月の建設省国土地理院の測量による原因:辻他(1969)

1月の第II回観測時にあつては 平均海面の観測から標高を求めたので 両者の標高を直接対比することができないので 垂直変動を求めるために釜岩 No. 11 (海面に近い)を不動点とした場合のそれぞれの比高を求め その比高差を相対的変動とした(図-9)(図-10)。

地区的に元山中心部の2~7cm沈降 その北東地帯の約3cmの隆起 千鳥ヶ原の約8cmの隆起 摺鉢山の24cmの沈降の現象がみられ また 隆起と地形の関係を図-11 図-12にみると比高100mをほぼ境として高い地形に沈降 低い地形に隆起の地域性が顕著である。この傾向は 1968年国土地理院(図-11)が発表した成果にもあらわれており 長年続いた地殻変動の結果で最近急に発生した変動とはいえない。

つぎに1968年硫黄島地図(1/2.5万)の標高と1977年1月の標高を対比するとBM. 67.7mはこの9か年間に

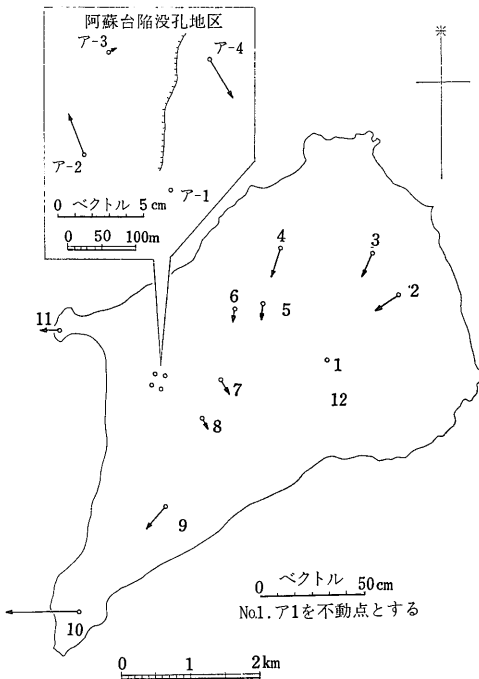


図7 観測点網ベクトル図(1976~1977)

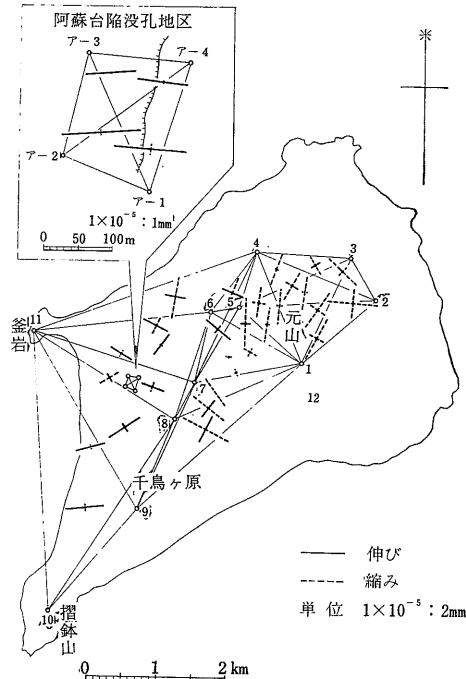


図8 観測網水平歪図(1976~1977)

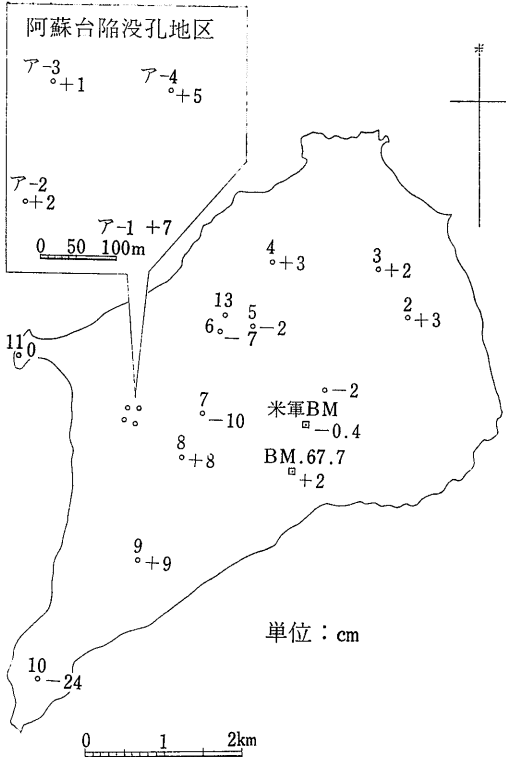


図9 垂直変動図(1976~1977) (不動点 No. 11)

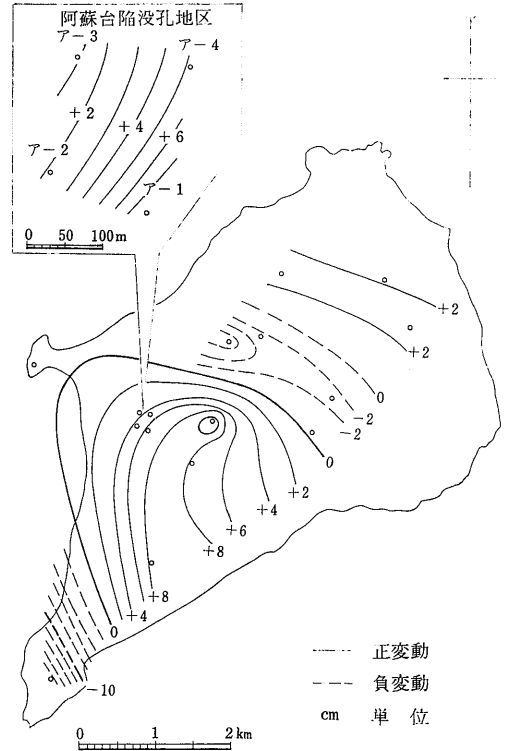


図10 垂直変動量図(1976~1977)

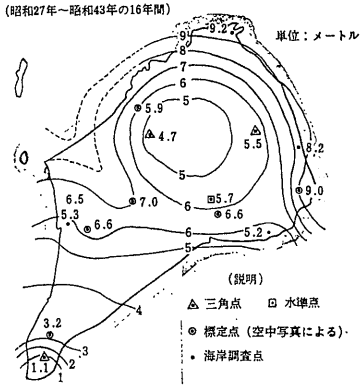


図11 1968年8月の建設省国土地理院の測量による 原因:辻他(1969)

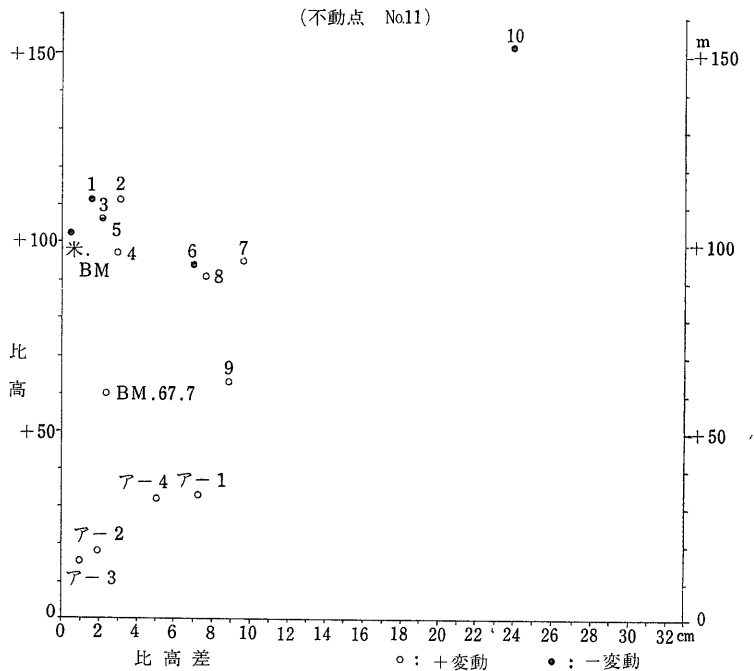


図12 比高差による変動量 (不動点 No. 11)

2.7m隆起し 年平均速度0.3mである。

#### V-5 ま と め

以上の観測結果をまとめると

- 1) 辺長の変化において 元山平坦地帯の東から北東部にかけて圧縮が顕著にみられ その南西部では変動を示さず その南および西方地域 すなわち 千鳥ヶ原 摺鉢山 釜岩地区では伸びが顕著にあらわれている。
- 2) 変動ベクトルは 元山地区では中心にむかって集中する傾向と 千鳥ヶ原をその軸とする摺鉢山 釜岩の地区は西方に移動する傾向を示している。
- 3) 水平歪は 元山地区の東部 北東部は圧縮を示し 千鳥ヶ原 釜岩 摺鉢山地区は圧縮または伸びを示している。活断層を横切る所では $10^{-4}$  オーダーを示している。
- 4) 垂直変動の特色としては 千鳥ヶ原の隆起が著しく 天山地区は多少南傾斜で平均的に隆起し 摺鉢山はほとんど隆起していない 摺鉢山を除くと1968~1977年の9カ年間にみられる年平均変動量と著しく異なる所は見いだされない。

#### VI お わ り に

第I回 第II回の観測成果から 辺長の伸縮 高さについての隆起 沈降や変動ベクトル 水平歪などから硫黄島に関する地殻変動の数値的の基礎資料を得られたが2回の繰り返し観測には 光波測距儀DM-60により辺

長観測を実施した。もとより光波測距儀は経験的にも高い精度を期待できるものであるが 観測中の大気の影響によって不安定な要素をもっている。それらを除くためには 現段階では観測の時間帯を調整することが望ましいが 危険予防と交通上の制約などがあるため 気象条件を無視した作業をも強行せざるを得なかったのが実情である。

今後も継続した繰り返し観測が予定されているが 不動点とする安定地点を選べない地域であるため 経緯度観測ならびに 全域に水準網の設置 観測などによりさらに 観測資料の充実をはかる必要がある。

#### 参 考 文 献

- 一色直記(1976): 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 第23号 5—16
- 熊谷貞治・高橋博(1976): 断層変位簡易測定装置の概要 国立防災科学技術センター研究速報 第23号 25—28
- 大八木規夫・熊谷貞治(1977): 火山列島硫黄島の $^{14}\text{C}$ 年代 国立防災科学技術センター研究速報 第25号 5—17
- 高橋博・熊谷貞治(1968): 傾斜および地割れ活動の部 硫黄島調査報告 国立防災科学技術センター 37—45
- 辻昭治郎・栗山稔・鶴見英策(1969): 小笠原諸島調査報告 国土地理院時報 第37集 1—18

#### 新刊紹介

##### 地球内部の物理・化学——新地学教育講座5

本書は表題の通り地球の内部の物理的性質と化学組成について書かれたものである。この分野は教室に於て実験観察を行なうことが殆んど不可能である。しかしながら生徒はこの分野に対して比較的良好な興味を持って授業に接している。その理由は大陸を動かす派手さがあるせいもあるが 観察される事実から推論をしていく過程が論理的だからである。巷に氾濫する普及書や一部の教科書の中にはその過程を省略したために著しく非科学的ともとれるものがある。そのために生じがちな誤解を本書はある程度解消してくれるものと思う。

本書の最後の3分の1(6章)はプレート・テクトニクスについて書いてある。この章では日本列島の例について述べた所が多いためもあるが引用されている図表の著者には日本人の方が多い。基礎的な地殻の構造(3章)や隕石と地球内部の物質(4章)の章では逆に外国人の方が圧倒的に多い。特に地球内部構造を示した図90の中の12のモデルの提出者の中に日本人は1人もいないことは興味深い。よくプレート・テクト

ニクスは輸入された説だからと毛嫌いする人もいるが それ以前の基礎的なデータ量の差についても 本書は考えさせる機会を与えてくれるものと思う。

教師が本書を読む理由は 授業を進める時のアンチョコとして必要だからであり また教師自身の学習意欲によるものである。そういった意味では本書は前者の目的は十分に満たしてくれているものと思う。後者については引用文献の出典のリストが載っていないために多少の不便さを感じる。全巻刊行の折には総文献集でもおまけにつけてくれるとありがたい。(須藤 茂)

- 書 名 地球内部の物理・化学——新地学教育講座5  
著 者 大塚道男・河野芳輝・佐々木嘉三・島 誠・多田 堯・村松郁栄  
サイ ズ A5版 201頁 図154 表16  
定 価 1,600円  
発行年月 1977年6月  
出版 社 東海大学出版会  
東京都新宿区新宿3—27—4 東海ビル  
電話03—356—1541