

## 硫黄島の第1回地殻変動測量\*

磯巳代次, 川野辰男, 斎藤英二

通商産業省工業技術院地質調査所

**The First Crustal Movement Survey in Iwo-jima**  
By  
**Miyoji ISO, Tatsuo KAWANO and Eiji SAITO**  
*Geological Survey of Japan, Agency of Industrial Science and  
Technology, Ministry of International Trade and Industry  
Hisamoto 135, Takatsu-ku, Kawasaki-shi 213*

### Abstract

The objective of the crustal movement survey in Iwo-jima is to make clear the realities of the crustal movement and to get the fundamental data of prediction of such a vapor eruption by the periodical side survey and levelling on the measure-points.

The first survey was carried out in March, 1976, and its results are as follows:

- 1) In the astronomical survey, the azimuth angle of the direction from Point No. 12 to No. 1 gotten by the polestar observation was  $340^{\circ} 3' 5.2''$ .
- 2) In the side survey on 11 points covering the whole island and the rhombus base lines laid across the Asodai fault, each side length was measured. The side survey was done by the CUBITAPE DM-60, electro-optical distance meter.
- 3) The levelling based on the already constructed bench marks was done by the NIKON AUTO-LEVEL AE, levelling instrument. The comparison between the elevations in this survey and Iwo-to map (1:25,000) issued in December, 1968, is as follows:

	This survey (March, 1976)	Iwo-to map (1:25,000) (December, 1968)
Bench-mark	67.7m*	67.7m
No. 1 (Nidan-iwa)	119.0	119.8
No. 2 (Higashiyama)	118.7	119.5
No.10 (Suribachiyama)	159.7	161.0

\* As the observation of mean sea level was not done in this survey, the bench-mark elevation used in this survey was based upon the bench-mark elevation (67.7m) in Iwo-to map (1:25,000).

1. はじめに

火山列島硫黄島では戦後発生した異常隆起現象が現在も進行しており、水蒸気爆発などによる在島者の安全をはかるため、1968年返還以来防災センターでは全島8カ所ほどにおいて断層の変動観測を行ってきた。(熊谷, 高橋, 1976)しかし、水蒸気爆発や陥没は島内各所で起こるので、その予知のためには、現在行なわれている程度の観測では、その発生箇所の発見が困難なことが1975-6年の阿蘇台陥没孔の水蒸気噴出でたまたま明らかとなったので、同島の主要部をおおう地殻変動、とくに水平歪の繰返し観測の必要が痛感された。筆者らは、このような要望に対し、効果的な性能と精度を有する光波測距儀DM-60(米国CUBIC社製, 写真-1)による地盤変動の測定・研究に着手していた所であるので、防災センターの依頼により、同島の火山性地殻変動の共同研究を行なうことにした。その第一回の測量を昭和51年3月に実施した。地殻変動は島内全域におよんでいるので、測点の配置は、変動量測定が可能な位置であり、かつ今後続けられるであろうこの種の測量に支障のないよう測点の設置に努めた。

測量作業開始に際しては、防災センター所長、第二研究部長から、硫黄島には高温の水蒸気噴気孔付近の軟弱地盤、また、高温の変質地帯など多数あるうえ、第二次世界大戦当時の不発弾が時折発見される危険な地帯であるから「健康と安全」については、とくに慎重に行動し、安全をすべてに優先するようにとの注意を受けた。

測量の計画、実施に当っては、同センターの熊谷、大八木両技官の懇切なご指導ご援助を受け、また、厚木気象班ならびに、硫黄島航空基地分遣隊気象班の幹部諸氏からは特別なご協力を賜った。それらの方々には衷心より感謝の意を表する。

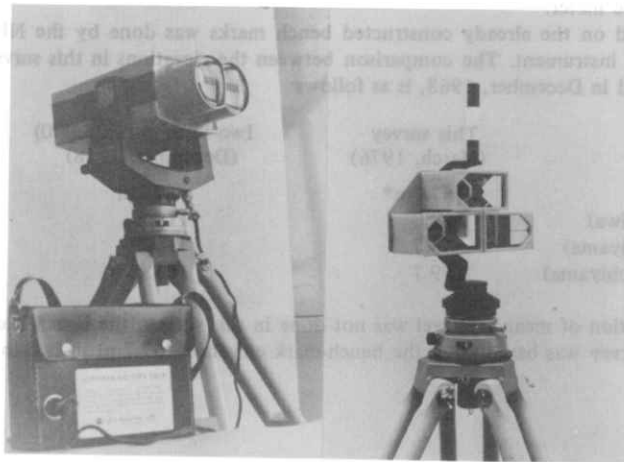


写真1 光波測距儀DM-60本体とバッテリー(左), 反射鏡プリズム3素子(右)

2. 位置, 地形概況

硫黄島は東京から南へ約1,250 Km離れた小笠原諸島の南方(図-1)で北緯24度46分, 東経141度20分の太平洋上に位置し, 行政区域は東京都小笠原村(●101-21)に属している。島の地形は長軸を北東方向に40度傾斜しその長さは約8 Km, 巾は北東部において約4 Km, 南西部にて約1 Kmに巾を狭めその端は島で最高の摺鉢山(161m)である。面積は2.25 Km<sup>2</sup>である。

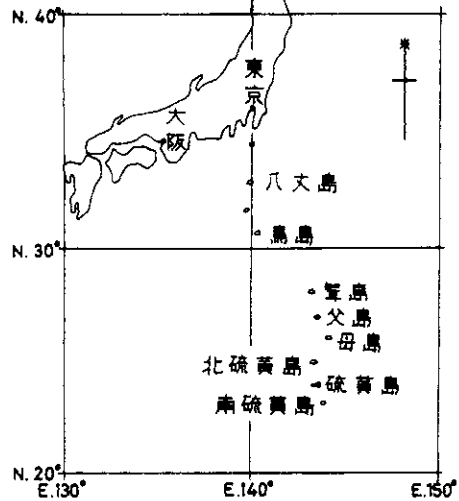
摺鉢山は周囲が急崖の火山体でその名にふさわしく摺鉢を臥せた容姿をしている。その麓の標高40 m付近から北東方に向かってゆるやかな千鳥ヶ原を経て, 極めてゆるやかな楯状火山の標高120 m級の元山平坦地に連なり, 東端は急崖をなして海に接している。空より眺めれば摺鉢山をカナメとした扇の形に似ている。洋上からはパイプを想像されるところからパイプ島とも称されている。島内のいたる所で噴気活動が活発で「硫黄の臭」のしない所はない。夜明けや湿気の多い時には噴気の水蒸気が白煙となって島の全面に立ちこめる。なお, 島の地質については一色(1976)がすでに報告している。元山平坦地には, 海上自衛隊航空基地の諸施設と, 北東部には米国沿岸警備隊の施設等(ローラン鉄塔410 m)がある。

戦前は一千余名の島民が住み, 鉱業(硫黄), 農業(薬草栽培)など営んでいたが, 戦後は一般人の在住が許されていない。

生活する水はすべて天水でまかなわれているが, 植物の育ちはよく, 戦後米軍が飛行機で蒔種したといわれるギンネムが全島に群生し, 大樹のガジュマル, ゴム, タコの木なども生えてジャングルをなし, その下にはオウゴンカズラ, タニワタリ, トラノオなどが繁茂し, また, 所によってはパパイヤ, パイナップル, 夏ミカンなどが自生している。竜舌蘭の葉は人の身丈けほどもあり花茎が3~5 mも成長し群生しているので, その茂みの中には一歩も入ることができない。

道路は島を一周する幹線のほとんどが舗装されているが, 道路の両側からはギンネム, ヒマ(戦前栽培)などが路面を覆うように繁茂している。

図-1. 位置図



3. 測量作業準備

3.1 踏査; 選点 この作業に当っては、既存の地形図、空中写真などより得られた地形情報をもととし、現地の事情にくわしい熊谷、大八木両技官からの地形的な状況判断などに基づいて、国土地理院、米軍関係にて設置された基準点を搜索し、それらと均衡よく配置できるような地点を新設点の候補地とした。

既設の基準点の中で確認できたものは、二段岩において国土地理院二等多角点 №1 (図-2-1)、東山にて米軍関係点 №2 (図-2-2)、摺鉢山にて米軍関係点 №10 (図-2-3)、摺鉢山山麓の国土地理院の水準点 40.1 m (図-2-4)、水準点 43.9 m などである。その他の既設基準点、水準点は惜しくも遂に確認することができなかった。新設点としては元山平坦地に6点、摺鉢山に1点、それらとの連結のため3点、釜岩(写真-2)に1点、阿蘇台断層地区に4点の計15点(図-2-5)を設置した。それらの測点を決定する際測点間の噴気孔の有無、視通線内へおよぼす噴煙の規模、風向による噴煙の影響、さらに、樹葉が風によって引き起す視通障害などをできる限り避けるようにした。

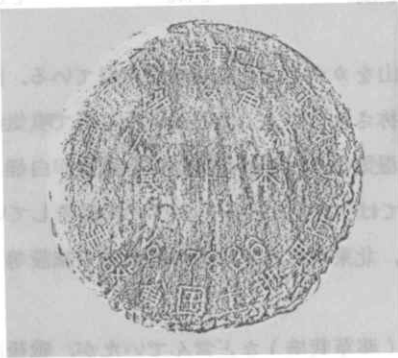


図-2-1 二段岩, №1, 国土地理院設置の金属標



図-2-2 東山, №2, 米軍設置の金属標



図-2-3 摺鉢山, №10, 米軍設置の金属標

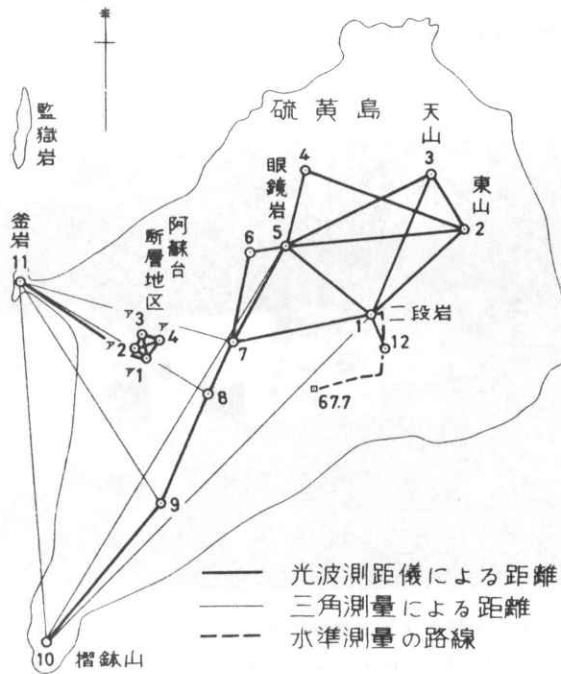


図-2-4 水準点; 40.1 m



写真2 釜岩, №11, 設置機関不明の金属釘, 波, 風により侵食され, 5cm突出している

図-2-5 三角多角測量網図



未確認の既設基準点の中で、大阪山は探すための伏探時間さえあれば発見可能と思われる。他の点は諸工事などにより損失された可能性が強く、水準点の場合は、路面の補修工事などによる倒、破壊(写真-3)や残土の投棄による埋没がほとんどと考えられる。地震研究所かとも思われるが設置機関名の明らかでない水準点2点を確認できた。確認できた既設点には後日の発見を助けるために目印の杭、または、保護石(写真-4)を積み、常に人、車から容易に見出せるようにした。



写真3 水準点4 3.9 mは標石の頭部を大破し大きく傾いている



写真4 水準点・設置機関不明ではあるが、後日のために保護石を積む(阿蘇台断層の南約200mの十字路)

3.2 測点埋設 測点の埋標には、永久性を保たせる必要があるので、できるだけ堅固な地盤を選び、鉄棒径3cm×長さ1.5mまたは、鉄管径5cm×長さ2m(写真-5)を金槌にて直接打込んで設けた。大部分の測点位置は固結度のやゝ低い凝灰岩(粗面安山岩質)であったから打込みは容易であった。これらの埋設標には、コンクリート施工を行なわなかったが、人や車の通路から離れた地点であるから長期の保存は可能と思われる。また、後日それらの測点を容易に見出せるよう、コンクリートブロックを積み重ね、さらに、白ペンキを塗布した。No.6, No.8, Aの3測点は、旧軍事施設の上であったので、コンクリートの盤上にノミで十字を彫んで測点とした。

#### 4. 測量実施

4.1 天文測量 硫黄島は全域にわたって、地殻変動が活発であるので、既設の基準点成果を直接利用することができない。今回はNo.12→No.1において、北極星による方位角の取付観測を実施した。観測器械はセオドライト1秒読(国産TH-01)によって6対回の観測を行ない、使用時計はオメガ-2針秒時計を用い耳目法によって観測時刻を読定した。この時計面の遅速については、気象班に地震観測用に設置されている標準時計と、観測の前、後に照合を行なった。(この標準時計はJJY報時と器差-0.1秒が確認してある。)表-1に示す。



写真5 測点の埋標、鉄管径5cm×2mの打込作業

表-1.

NO.	輪廊	方位角
I	0°	340° 3' 4.5
II	30	8.6
III	60	9.5
IV	90	4.0
V	120	2.1
VI	150	2.3
平均		340 3 5.2

4.2 水準測量 水準測量の基点である既設の水準点の中で、二段岩<sub>1</sub>に最も近い地点の水準点は遂に発見することができなかった。水準点67.7mの所在地点と思われる地点に、所属機関不明の測標（金属鋏）が路肩に堅固に設置されていたので、応急の措置としてこの測点を水準点67.7mと仮定して標高の基点とした。水準測量を実施するに当たって平均海水面の観測を行なうことが必要であったが準備不足から検潮儀を持込むことができなかった。そのため、硫黄島（1/25,000）地形図上の水準点の標高を利用したので、現時点における平均海水面からの標高を示していない。

水準儀は、NIKON AUTO-LEVEL AEを用い、標尺は2倍目盛のものを使用した。

水準点（仮定点）	67.7m	$\xrightarrow{1,500m}$	二段岩 <sub>1</sub>	119.0m
	"	$\xrightarrow{900m}$	米軍水準点	110.2m

の結果を得た。

水準測量作業は、もともと、余力で行なう計画であった。他の諸作業が難行したため、水準測量の作業量が大幅に縮小する結果となったことはまことに残念なことである。

4.3 光波測量 光波測距儀DM-60による測距の測定方法としては、3回の測距値を1組とし、その中良好な3組をもって採用値とし、往・復の測距測定を行なった。測距測定1組ごとに気温・気圧を測定し、関係測点の測距が終ってから、セオドライト1秒読みによって、各測点の高低角観測を行なった。

光波測距儀による測距測定中は、カゲロフ、噴気の水蒸気煙が視通線内に妨害を起さない時が最も好ましいので、早朝日没時に選んで実施した。また、洋上からの強風は光波測距儀と反射鏡にかなりの震動をおよぼしたため、作業に一層の困難をきたした。

測点間の往・復測距値を表-2に示す。

4.4 三辺測量 三辺測量とは、三角形の3辺に距離を与えて3つの内角を求める方法である。従って、辺長距離は高い精度であることが最も望まれる。光波測距儀DM-60は、精度 $\pm 4mm + \frac{\text{測定距離}}{100,000}$ で短時間に距離が求められるのでこの種の測量にはまことに能率的である。

測点間における往・復の水平距離（表-2）を算術平均した値に、基準面投影の補正を行なったものを各辺の距離とした。それらの辺長距離から所求する三角形の3つの内角を算出した。測点上で関係する方向角（内角）について点検を行なったものを表-3に示す。

表-3に示したように、元山地区において測定した辺長は700~2000m、阿蘇台断層地区における辺長は130~230mである。それらの地区ごとに方向角（内角）を点検した結果元山地区において秒位以下、阿蘇台断層地区にあって約6~9秒の差が検出された。上記2地区の対比から明らかなように、辺長が短距離で構成される三角形について、秒位以下の精度が要求されるならば、さらに、高い精度の測距儀が要求される。（光波測距儀の性能は、短距離ほど精度の低下がさげられない）



表-2 測点間の往復測距比較

方向	測距値	方向	測距値	方向	測距値
1-2	1404.193	5-7	1259.652	2-3	152.803
2-1	.194	7-5	.652	3-2	.802
	e = .001		e = .000		e = .001
1-3	1676.286	7-8	610.493	1-2	135.258
3-1	.254	8-7	.457	2-1	.259
	e = .032		e = .035		e = .001
1-6	1219.584	8-9	1377.351	2-4	229.201
5-1	.588	9-8	.358	4-2	.198
	e = .004		e = .007		e = .003
2-4	1848.073	9-10	1954.224	3-4	148.051
4-2	.073	10-9	.223	4-3	.051
	e = .000		e = .001		e = .000
5-4	841.887	1-3	218.418	11-1	1696.679
4-5	.882	3-1	.418	1-11	.672
	e = .005		e = .000		e = .007
5-6	408.843	1-4	196.805		
6-5	.843	4-1	.803		
	e = .000		e = .002		

表-3 三辺三角による算出角点検査

		元山地区	
		5 測点	3 測点
	7	20° 46' 16".654	5 55° 36' 56".350
	12	65 37 4.152	11 97 7 10.546
		44 50 47.498	41 30 14.196
	8	44 50 47.374	6 41 30 13.978
		e + 0.124	e + 0.218
		1 測点	2 測点
CD 0 = 1404.172	1 72° 52' 41".870	3 37° 46' 13".002	
BC 1 = 705.722	13 97 22 59.624	10 99 52 46.052	
AD 2 = 1219.568	24 30 17.754	62 6 33.050	
BD 3 = 1676.243	2 24 30 17.598	4 62 6 32.800	
AC 4 = 1974.632		e + 0.156	e + 0.250
AB 5 = 1758.820			

		阿蘇台断層地区	
		3 測点	4 測点
	7	61° 27' 56".934	5 36° 1' 2".324
	12	99 14 21.094	11 77 9 55.638
		37 46 24.160	41 8 53.314
	8	37 46 32.158	6 41 8 59.478
		e - 7.998	e - 6.164
		2 測点	1 測点
CD 0 = 135.261	1 39° 36' 39".428	3 43° 47' 25".894	
BC 1 = 196.807	13 98 26 1.948	10 85 9 26.590	
AD 2 = 152.805	58 49 22.520	41 22 0.696	
BD 3 = 229.203	2 58 49 31.086	4 41 22 7.428	
AC 4 = 218.421		e - 8.566	e - 6.732
AB 5 = 148.054			

5. 地殻変動の考察

地殻変動を考察するためには次回の観測をまたなくてはならないが、硫黄島1/25,000地形図（国土地理院発行昭和43年12月）の二段岩，東山，摺鉢山地点に示される標高位置と今期に測点としたNo.1, No.2, No.10は上記の地点と同一位置にあると思われるので、それら3測点の標高についてその対比を表-4に示す。

表-4

区 分		硫黄島1/2.5万(A)	今期測量(B)	(A)-(B)
年月・期間		昭和43年2月発行	昭和51年3月	約8年間
測 点	水準点 67.7m	67.7m	67.7m	0.0m
	二段岩 No.1	119.8	119.0	-0.8
	東山 .2	119.5	118.7	-0.8
	摺鉢山 .10	161.0	159.7	-1.3

過去約8カ年間に生じた両者の標高差は-0.8~-1.3mを示し急速的な変動とみなされるが、この変動は島の周辺部に比べて中心部の隆起が小さいという国土地理院の測量結果（辻ほか1968）と同じ傾向を示している。それらの測点は硫黄島の中腹・頂上部に限られる位置にあり、海岸地帯との関係を示す資料ではないが、島の地殻変動は引きつづき同じような運動を行なっていることを示唆しているものと考えられる。

7. おわりに

硫黄島の地殻変動量測定に当って、地殻の伸・縮，または、隆起・沈降を知るために、既設の基準点，水準点と新設点が調和するように配置した。今後はそれらの諸測点を定期的に反復測量観測を行なって、地殻変動量の実体を把握することが望ましい。

既設の基準点・水準点で今期において未確認であったものは、次回の測量時において確認を行なう必要がある。とくに、未確認の水準点の多くは、道路の補修工事などによって破損、埋没しているものと想像されるので、早急に安全対策を施す必要がある。

検潮儀を整備し、次回から平均海水面の観測を実施し測量成果の充実を計らねばならない。

光波測距儀は測定中視線内にカゲロフ，噴煙などがある場合は測距測定が不可能であるから、測定の季節および時刻を調整してそれらの障害を避けなければならない。

島内における日常生活は、隊の服務規則に従って行なわれているので、この点の調整を計らねば作業そのものは勿論その能率を高めることができない。

硫黄島の第1回の地殻変動測量一磯・川野・斉藤

既存の諸資料の提供をうければ、今期測量成果と対比、検討を行い、地殻変動研究に関する測地資料の提供を行いたい。

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
- 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

（1977年1月14日 原稿受理）