

硫黄島の第7回地殻変動測量

著者	磯 巳代次, 川野 辰男, 斉藤 英二, 高橋 博
雑誌名	国立防災科学技術センター研究速報
号	50
ページ	5-20
発行年	1983-10-20
URL	http://id.nii.ac.jp/1625/00002780/

硫黄島の第II回地殻変動測量

磯巳代次*・川野辰男・斉藤英二

工業技術院 地質調査所

高橋 博

国立防災科学技術センター

The Second 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, Japan*

Hiroshi Takahashi

*National Research Center for Disaster Prevention, Science and
Technology Agency, Japan*

Abstract

The National Research Center for Disaster Prevention has been conducted continuous observation of the tectonic movement of faults on Iwo-jima (Sulphur Island), in the Volcano Islands, since the retrocession of the island in 1968, due to awareness of the enormously rapid uprising of the island (T.Kumagai and H.Takahashi, 1976). As steam explosions and unexpected depressions repeatedly occurred in various places of the island, the Research Center projected a study of the crustal deformation of the island, concentrating especially on the horizontal strain and vertical movement, in cooperation with the Geological Survey of Japan. It was hoped that the island's geologic activity could be to some degree predicted.

The Geological Survey provided a network of observation stations as shown in Fig.1 and measured the position of each observation stations by the trilateration method, measuring distances between each stations of the network with a Geodimeter MD-60 (Nominal accuracy : $\pm 4\text{mm} + \frac{\text{distance obtained}}{100,000}$); the initial measurement was made in March 1976.

In January 1977, the second measurement of the position of observation stations was conducted by trilateration with the same geodimeter, which detected the deformation of the network by crustal movements. The height of the control point was obtained by observing sea-level changes with a hydropressure tidal gauge as 4.245m (Fig.2). The metal plate (Fig.13) of the control point at the summit of Mt. Osaka (110.6m) provided by the U.S. Navy for topographic survey of the island was added as a new station to the observation network.

* 現在, 資源コンサルタント(株)

Though the time span between the first and second observations was only about 10 months, deformation of the network was recognized. Both negative and positive areas of vertical movement as well as of horizontal movement clearly appeared in the area of the network. The average upheaval in the positive area was about 10cm, and downsinking in the negative area also averaged about 10cm. The average shrinkage of distance between stations in the negative area was about 5cm, and the average stretch in the positive area was about 5cm also.

It is known that Iwo-jima (Sulphur Island) has risen from 1.1 to 2.7m during the 9 years between 1968 and 1977.

The vector of displacement of each observation station and the quantity of distortion in each of the triangular areas which form the network were calculated from the quantity of change of distance between each pair of observation stations. Quantitative answers for the qualitatively known compression in the northeastern area of Motoyama and northerly stretch in other places in the island were thus obtained.

Further observation of the tectonic movement on Iwo-jima (Sulphur Island) will be conducted repeatedly by the National Research Center for Disaster Prevention, using the network provided by the Geological Survey of Japan.

ま え が き

火山列島硫黄島では、戦後発生した異常隆起が現在も進行しており、1968年返還以来国立防災科学技術センター(以下、防災センター)では、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しばしば起るので、その予知の一環として、島の地殻変動測量を行い、水平歪と上下変動の解析につき、防災センターと地質調査所が共同研究を行った。

1976年3月地殻変動観測網(図1)を設け第I回目の観測を行い(磯ほか, 1976)、更に1977年1月に変動をみるための第II回目の観測を実施した。観測には、前回と同じ光波測距儀DM-60(公称精度 $4\text{mm} + \frac{\text{測定距離}}{100,000}$)を用い、観測点間の距離すなわち辺長距離から三辺測量により各観測点の位置を求めた。また平均海面の観測を水圧式験潮儀により実施し、標高の基準4.245m(図2)を定め、各観測点の標高を得た。なお、大坂山(110.6m)頂上の米軍が設置した基準点の金属標(図3)を新たに観測点No.13として観測網に加えた。

地殻変動としては、第I回と第II回の間隔が約10カ月の短い期間であった。しかし、両観測から、辺長において平均5cmの伸(+), 縮(-)の変化があり、垂直方向において平均約10cmの沈降(-), 隆起(+)の変化があった。

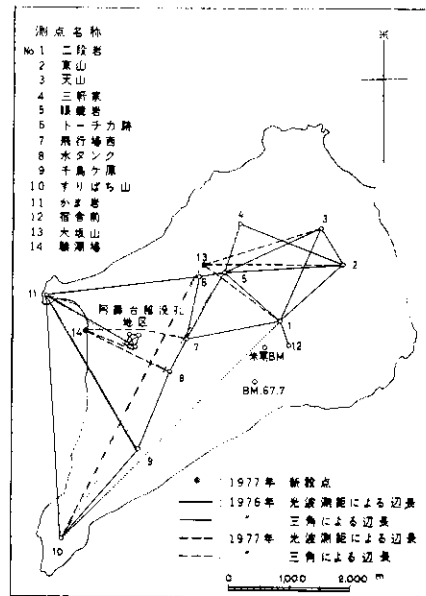


図1 観測点網図(1977 - 1976)

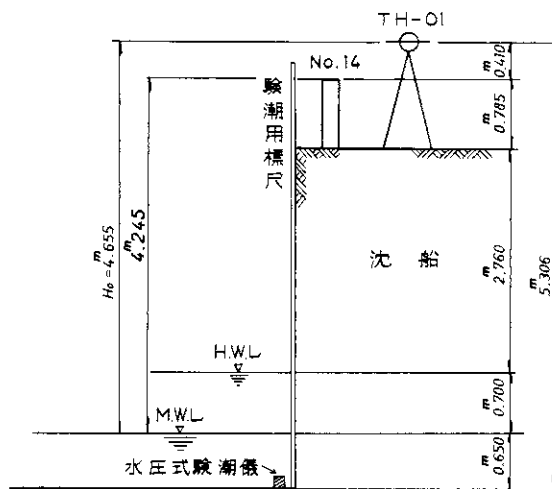


図2 験潮儀設置図



図3 大坂山(110.6m)に米軍が設置した基準点、図1のNa 13地点

辺長の変化量から変動ベクトル、変歪量などを求めた。

元山北東部の圧縮や南北方向ののびなど従来から知られていた地殻変動が量的に求められた。この変動観測は、今後も繰返し行う予定である。

1. 観測の概要

1976年3月に地殻変動観測を目的とした測定網を設置し、それらの間の距離測定を行った。その結果を前報(その2, 2-4)で報告した(磯ら・1977)。今回と同様な変動観測を1977年1月(Ⅱ回目)に実施した。観測の実施に当っては、観測ごとに精、粗のないように同じ観測方法を採用することに努めた。使用した観測器械は前回使用した中距離用光波測距儀DM-60, セオドライト1秒読TH-01, 水準儀と水圧式驗潮儀LPT-2型などである。観測網としては大坂山(110.6m)の米軍の設置した測点(金属標)(図3)をNa 13観測点として新たに加えた。さらに千鳥ヶ浜の驗潮場にNa 14観測点を追加し、標高原点+4.245m(図2)を水圧式驗潮儀の記録解析により定め、各観測点の標高を求めた。

1.1 方位角観測

本島は全域が地殻変動地帯であるから、安定地帯を得ることが困難である。従って観測ごとに天文方位角を観測する必要がある。第Ⅰ回目の観測方法に準じて、Na 12からNa 1の方向において、北極星による方位観測6対回を実施した。その結果 $340^{\circ}3'2.5''$ の成果を得た。第Ⅰ回目は $340^{\circ}3'5.2''$ であり両者の差は $-2.7''$ である。

1.2 光波測距儀による辺長観測

光波測距儀は直接距離が求められ、三角測量に比べて能率的である。観測点の位置は、観

測辺長から三辺測量を応用して求めるが、その精度は一等三角測量に匹敵ないしそれを上まわるといわれ、この種の観測に応用することはまことに有利である。

光波測距儀DM-60による辺長観測には、精度を高めるうえから往復観測を行い、同時に気圧と気温の測定と傾斜角を観測した。これらから気象補正と傾斜補正を行い、さらに、基準面投影補正を行って辺長距離とした。

1.3 平均海面の観測

平均海面をうるための潮位観測を行った。その方法としては、海中に標尺(験潮柱)を立てて、潮位を読取る方法と、験潮儀を用いて潮位を連続記録する方法とがある。今回は後者の方法を取り、測定機として、水圧式験潮儀LPT-2型(図2)を用いた。験潮儀の設置場所については、海底が泥土や砂地でないこと、荒い風、波を防ぐ地形であり、観測網との連絡が良好であることが必要とされる。

本島の周囲は常に荒波、強風を直接受けるので、その設置に適した地点が乏しく、場所の選定には慎重な考慮をはらった。偶然にも千鳥ヶ浜の沈船群の一隻は、船尾を砂浜に、船首を沖合にむけ突堤状に座礁しており、沖合から直接うける風、波を舷側によって避けられるので、その左舷(写真1)に験潮儀を設置した。

験潮記録としては、1977年1月14日9時から同年1月18日18時までの連続記録をえた。低潮時に欠録が生じたこともあったが、解析には支障のない程度であった。解析の結果からNo.14観測点を標高原点4.245mに決定した。

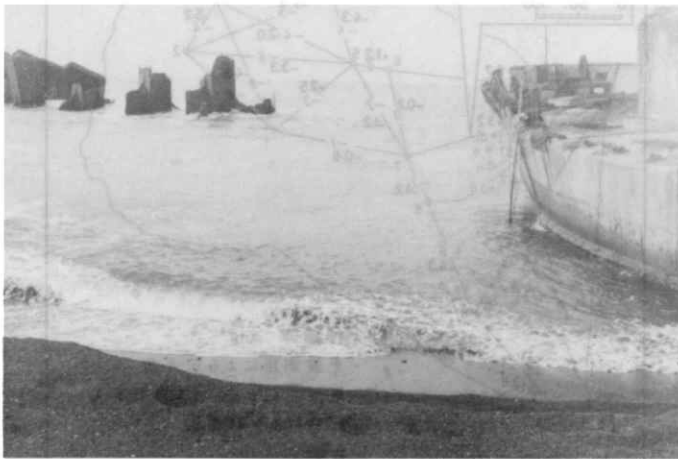


写真1：水圧式験潮儀(LPT-2型)の設置状況。写真右側の船から海中へケーブルがのびて、その先にセンサーが設置されている。千鳥ヶ浜には、第2次世界大戦当時、港建設のためコンクリート船を多く沈めた。その一つを利用したものである。

1.4 水準測量

観測点の標高は、驗潮儀設置地点のNo.14の標高4.245mを基準として、セオドライト1秒読による高低観測から順次決定した。

また、No.1からBM.67.7の間約1,500mは、水準儀による直接測量を行った。気象班庁舎南にある米軍の設置したBMも測量した。

2. 地殻変動

地殻の水平、垂直変動を解析する場合、不動点の仮定に問題がある。経年変動があるために不動点のとり方によって、変動ベクトルが異なることがある。硫黄島においては、不動点を設置できる安定地帯が得られないので、No.1を不動点に、また阿蘇台断層地区においてはア:1(位置は図4を参照)を不動点と仮定して、諸計算をすすめ考察を行う。

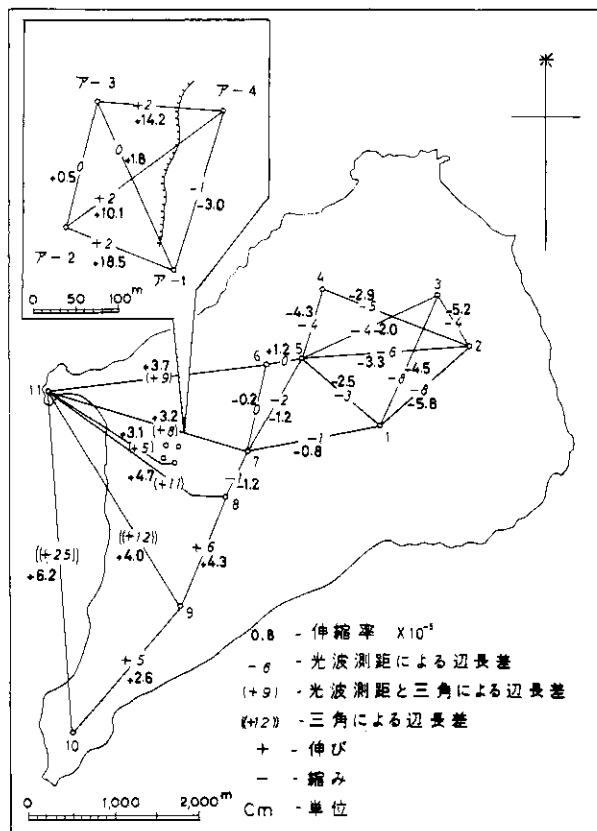


図4 辺長変化図(1977-1976)

表1 観測点間辺長比較一覧(1976～1977)

No.	観測辺	辺 長		(B)-(A)	縮 小 率 (B)-(A)/(A)
		1976.3 (A)	1977.1 (B)		
1	No1-No2	1,404. ^m 172	1,404. ^m 090	- 0.082	- 5.8 $\times 10^{-5}$
2	～ 3	1,676.243	1,676.168	- 0.075	- 4.5
3	～ 5	1,219.568	1,219.537	- 0.031	- 2.5
4	～13		1,560.023		
5	～ 7	1,563.561	1,563.548	- 0.013	- 0.8
6	～12	424.719	424.719	0.000	
7	2～ 5	1,974.632	1,974.567	- 0.065	- 3.3
8	～13		2,295.019		
9	～ 4	1,848.045	1,847.992	- 0.053	- 2.9
10	～ 3	705.722	705.685	- 0.037	- 5.2
11	3～ 5	1,758.820	1,758.784	- 0.036	- 2.0
12	～13		2,013.167		
13	4～ 5	841.887	841.844	- 0.036	- 4.3
14	5～ 7	1,259.635	1,259.620	- 0.015	- 1.2
15	～ 6	408.840	408.845	+ 0.005	+ 1.2
16	～13		353.596		
17	6～ 7	1,046.341	1,046.339	- 0.002	- 0.2
18	～11	(2,567.297)	2,567.391	(+ 0.094)	+ 3.7
19	7～ 8	610.439	610.462	- 0.007	- 1.2
20	～11	(2,444.297)	2,444.374	(+ 0.077)	+ 3.2
21	～14		1,662.024		
22	8～ 9	1,377.349	1,377.399	+ 0.059	+ 4.3
23	～14		1,540.697		
24	～11	(2,417.322)	2,417.435	(+ 0.113)	+ 4.7
25	9～10	1,954.192	1,954.243	+ 0.051	+ 2.6
26	～11	(2,965.062)	2,965.200	(+ 0.118)	+ 4.0
27	10～11	(4,028.617)	4,028.868	(+ 0.251)	+ 6.2
28	11～A1	1,696.674	1,696.727	(+ 0.053)	+ 3.1
29	A1～A2	135.261	135.286	+ 0.025	+ 18.5
30	～A3	218.421	218.425	+ 0.004	+ 1.8
31	～A4	196.807	196.801	- 0.006	- 3.0
32	A2～A3	152.805	152.806	+ 0.001	+ 0.5
33	～A4	227.203	229.226	+ 0.023	+ 10.1
34	A3～A4	148.054	148.095	+ 0.021	+ 14.2

()は、光波による辺長と三角による辺長との差

2.1 辺 長 変 化

上述した 2 回の観測から、辺長の変化量を求め、その結果を表 1 と図 4 に示した。これらの観測の間の期間は 10 カ月で短い元山、千鳥ヶ原、摺鉢山、釜岩、さらに阿蘇台断層地区などに、変化の地区的な傾向が観察できる。すなわち、元山地区においては、表 1 の（以下同じ）辺長の観測番号 No. 1, 2, 7 は $-6 \sim -8$ cm, No. 9, 10, 11, 13 は $-4 \sim -5$ cm, No. 5, 14, 19 が $-1 \sim -2$ cm, No. 22, 25 は $+5 \sim 6$ cm, 釜岩を結ぶ辺長の観測番号 No. 18, 20, 26, 27 においては平均 $+10$ cm を示している。阿蘇台断層地区では辺長の観測番号 No. 31 が -1 cm, 同じく No. 29, 30, 33, 34 が $+1 \sim 2$ cm となっている。これらの地区的な変化を全体としてみると観測点 No. 8 付近と阿蘇台断層線を通る線を境として、その東側の辺長のほとんどが縮（-）、その西側は伸（+）の変化を示すはっきりとした傾向が観察される。それらの変動傾向は、本島のこれまで知られていた傾向であり、本当の（海上にあらわれた部分の）歪の進行形態を示唆しているものと考ええる。

また、阿蘇台断層地区では、阿蘇台断層をまたぐ辺長はすべて伸びており、同断層のひらく傾向が明白にあらわれている。

2.2 変動ベクトル

観測点 No. 1 を不動点とした第 I 回、第 II 回の座標値から変動量の方向角、距離を求めたものを変動ベクトルとして表 2、図 5、図 6 に示す。

変動ベクトルは、元山地区の No. 2, 3, 4, 5, 6 は西南方向へ $4 \sim 8$ cm, 千鳥ヶ原東部の No. 8, 9 は南東方向へ $4 \sim 5$ cm, 同じく西部 No. 9 は南西方向へ 9 cm, 摺鉢山 No. 10, 釜岩 No. 11 の両者はともに西方へ $6 \sim 20$ cm の変動を示している。阿蘇台断層地区では、No. ア. 1

表 2 観測点座標値および変動一覧（1976～1977）

観測点	1976.3 (I)		1977.1 (II)		(II) - (I)		変 動 量	
	X	Y	X	Y	ΔX	ΔY	方 向 角	距 離
No. 1	0 ^m 000	0 ^m 000	0 ^m 000	0 ^m 000	0 ^m 000	0 ^m 000	0° 0' 0"	0 ^m 000
2	+ 935.263	+ 1,047.367	+ 935.214	+ 1,047.303	- 0.049	- 0.066	233 24 32	0.082
3	+ 1,534.504	+ 674.604	+ 1,534.433	+ 674.573	- 0.071	- 0.031	203 35 13	0.077
4	+ 1,602.720	- 675.932	+ 1,602.640	- 675.954	- 0.080	- 0.022	195 22 34	0.083
5	+ 797.746	- 922.468	+ 797.693	- 922.469	- 0.048	- 0.001	181 11 37	0.048
6	+ 721.526	- 1,324.140	+ 721.488	- 1,324.148	- 0.038	- 0.008	191 53 19	0.039
7	- 303.594	- 1,533.804	- 303.637	- 1,533.782	- 0.043	+ 0.022	152 16 0	0.048
8	- 849.268	- 1,807.506	- 849.302	- 1,807.485	- 0.034	+ 0.021	148 17 55	0.040
9	- 2,124.040	- 2,329.062	- 2,124.105	- 2,329.121	- 0.065	- 0.059	222 13 47	0.088
10	- 3,611.540	- 3,596.425	- 3,611.533	- 3,596.648	- 0.007	- 0.223	271 47 53	0.223
11	- 407.866	- 3,872.268	- 407.871	- 3,872.311	- 0.005	- 0.063	265 27 44	0.063
ア. 1	- 433.494	- 2,398.884	- 433.494	- 2,398.884	0.000	0.000	0 0 0	0.000
ア. 2	- 383.362	- 2,524.511	- 383.353	- 2,524.535	+ 0.009	- 0.024	339 26 38	0.026
ア. 3	- 234.668	- 2,489.308	- 234.664	- 2,489.306	+ 0.004	+ 0.002	63 26 6	0.004
ア. 4	- 245.200	- 2,341.630	- 245.213	- 2,341.608	- 0.013	+ 0.022	149 25 15	0.026

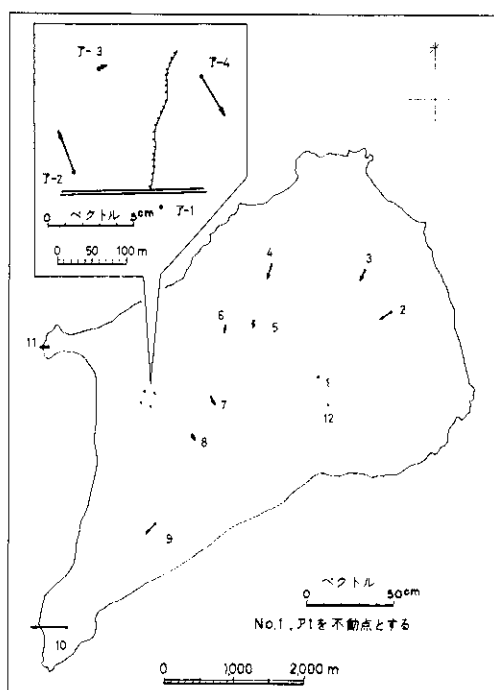


図5 観測点網ベクトル図(1977 - 1976)

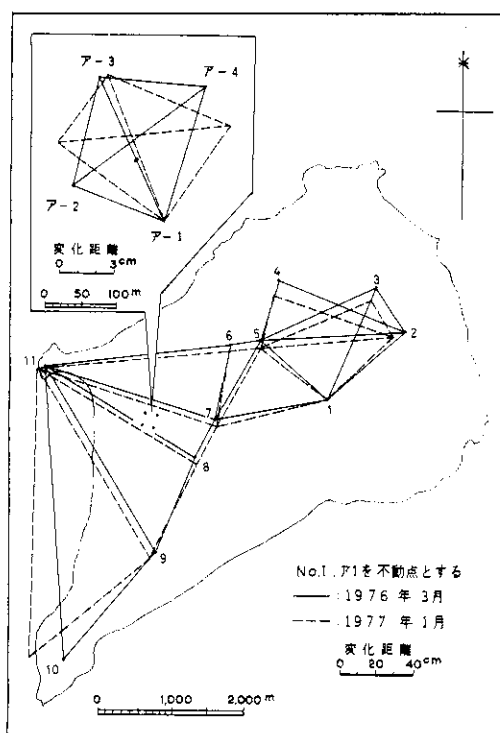


図6 座標変化図(1977 - 1976)

を不動点と仮定するとNa ア. 2は北西方向へ3cm, Na ア. 4は南東方向へ3cmと対称的に大きく変位しているが, Na ア. 3は北東方向へわずか0.4cm変位したことになる。

以上をみると元山地区, 千鳥ヶ原北部, 同南部, 摺鉢山, 釜岩など本島の変動ベクトルの方向性の分布に地域性がみられる。

2.3 水 平 歪 量

地殻の水平歪量は, 各三角形について, 独立して計算できる。面積変化率から, 最大主歪軸, 最小歪軸, 最大剪断歪, および回転量を求めた。その結果を表3, 図7, 図8に示す。

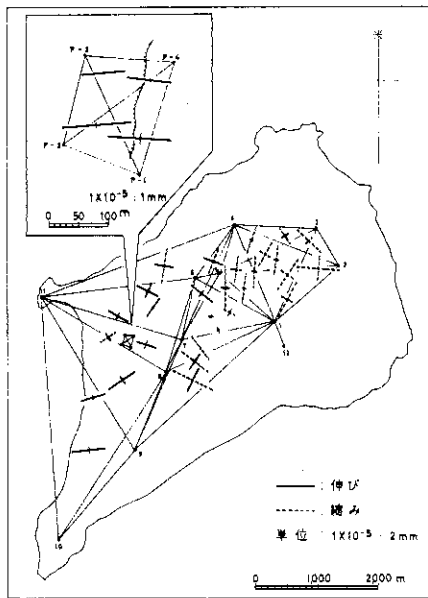


図7 観測網水平歪図(1977 - 1976)

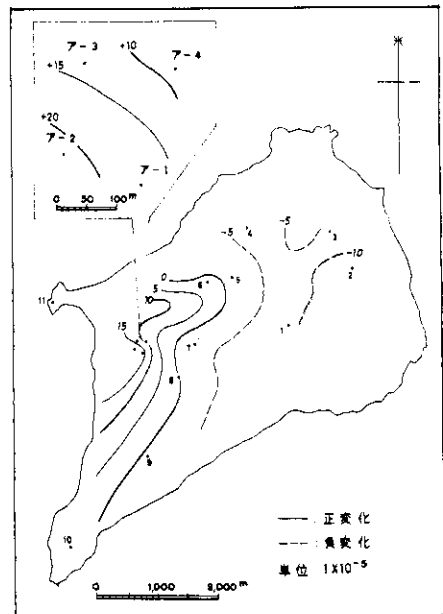


図8 面積変化率図(1977 - 1976)

表3 観測網水平歪量(1976~1977)

	三角形 Triangle	回転量 Rotation	面積変化率 Dilatation	最大主歪軸 Major Principal Axis	最小主歪軸 Minor Principal Axis	最大剪断歪 Maximum Shear Strain
No.	1 3 2	+ 2.201	$\times 10^{-5}$ - 11.636	+ 3 - $\times 10^{-5}$ - 4.233	- 87 - $\times 10^{-5}$ - 7.413	- 42 + $\times 10^{-5}$ + 3.191
2	1 5 3	- 2.380	- 6.197	- 85 - 1.156	+ 5 - 5.041	- 40 - 3.885
3	1 5 2	- 4.115	- 8.667	- 64 - 2.238	+ 26 - 6.425	- 19 - 4.191
4	3 2 5	+ 3.541	- 7.101	+ 45 - 1.637	- 45 - 5.464	- 0 + 3.827
5	1 4 2	- 2.854	- 8.746	+ 33 - 6.063	- 57 - 2.683	- 12 - 3.380
6	1 4 3	- 2.179	- 5.565	+ 9 - 4.910	- 81 - 0.655	- 36 - 4.254
7	1 5 4	- 2.153	- 6.101	+ 7 - 4.447	- 83 - 1.655	- 38 - 2.793
8	1 6 4	- 1.498	- 5.097	+ 7 - 4.992	- 83 - 0.105	- 38 - 4.888
9	1 6 5	+ 1.598	- 5.846	- 1 - 7.300	+ 89 + 1.455	+ 44 + 8.756
10	3 5 4	- 2.915	- 4.902	+ 20 - 4.342	- 70 - 0.561	- 25 - 3.781
11	3 2 4	+ 5.266	- 3.745	+ 58 + 1.521	- 32 - 3.266	+ 13 + 6.787
12	4 5 6	- 1.541	- 1.036	- 69 + 3.365	+ 21 - 4.401	- 24 - 7.765
13	4 2 5	- 1.922	- 7.232	- 61 - 2.794	+ 29 - 4.438	- 16 - 1.644
14	5 7 6	- 3.521	+ 3.428	- 51 + 4.839	+ 39 - 1.411	- 6 - 6.250
15	1 7 6	- 5.739	- 0.980	- 87 - 0.893	+ 3 - 0.087	- 42 + 0.806
16	5 1 7	- 4.849	- 3.406	+ 29 - 2.760	- 61 - 0.646	- 16 - 2.114
17	1 8 7	- 2.549	- 5.026	+ 56 - 0.108	- 34 - 4.918	+ 11 + 4.810
18	1 9 8	+ 7.677	- 3.031	+ 26 + 4.338	- 64 - 7.369	- 19 + 11.707
19	4 6 11	+ 5.228	- 2.574	- 82 + 3.279	+ 8 - 5.853	- 37 - 9.132
20	11 6 7	- 1.922	+ 3.765	- 56 + 4.683	+ 33 - 0.918	- 11 - 5.601
21	11 8 7	+ 0.360	+ 1.982	- 71 + 3.314	+ 19 - 1.332	- 26 - 4.646
22	11 8 9	+ 5.588	+ 6.849	+ 55 + 5.431	- 35 + 1.418	+ 10 + 4.014
23	11 9 10	+ 11.215	+ 4.978	+ 84 + 5.832	- 6 - 0.854	+ 39 + 6.685
24	1 8 6	- 4.207	- 1.318	- 22 - 1.094	+ 68 - 0.224	+ 23 + 0.870
25	1 7 9	+ 2.835	- 2.552	- 53 - 5.642	+ 37 + 3.090	- 8 + 8.734
26	11 7 4	- 2.127	+ 1.708	- 64 + 4.190	+ 26 - 2.481	- 19 - 6.671
27	11 8 6	- 1.297	+ 2.704	- 60 + 3.676	+ 30 - 0.971	- 15 - 4.647
28	11 9 7	+ 5.169	+ 4.588	+ 57 - 3.157	- 33 + 1.431	+ 12 + 1.726
29	11 10 8	+ 9.938	+ 5.254	+ 73 + 4.739	- 17 + 0.514	+ 28 + 4.226
ア1	1 2 4	+ 14.530	+ 16.99	- 86 + 21.33	+ 4 - 4.34	- 41 - 25.66
ア2	1 3 4	- 19.749	+ 10.74	- 83 + 14.34	+ 7 - 3.60	- 38 - 17.93
ア3	2 3 4	+ 26.400	+ 13.91	+ 85 + 14.64	- 5 - 0.73	+ 40 + 15.37
ア4	1 2 3	+ 20.222	+ 22.31	+ 85 + 23.99	- 5 - 1.68	+ 40 + 25.67

これから三角形No 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12において, 面積変化率 $-3 \sim -11 \times 10^{-5}$, 最大主歪軸 $-1 \sim 4 \times 10^{-5}$, 最小主歪軸 $-1 \sim -7 \times 10^{-5}$, 最大剪断歪 -3 , または, $+4 \sim 11 \times 10^{-5}$, 三角形No 7, 8, 9, 10, 13にて面積変化率 $+2 \sim 7 \times 10^{-5}$, 最大主歪軸 $+3 \sim 6 \times 10^{-5}$, 最小主歪軸 $-1 \sim -5 \times 10^{-5}$ と $+1 \times 10^{-5}$, 最大剪断歪 $-5 \sim -9 \times 10^{-5}$ と $+4 \sim 6 \times 10^{-5}$ がそれぞれの地域で観察される. 阿蘇台断層地区においては, 面積変化率 $+10 \sim 22 \times 10^{-5}$, 最大主歪軸 $+15 \sim 23 \times 10^{-5}$, 最小主歪軸 $-1 \sim -4 \times 10^{-5}$, 最大剪断歪 $-18 \sim -25 \times 10^{-5}$ と $+15 \sim 25 \times 10^{-5}$ である. これらから元山地区と千鳥ヶ原東部において圧縮力が, また千鳥ヶ原西部, 摺鉢山, 釜岩地区に張力が強く作用していることがわかる. 阿蘇台断層地区は, 最大剪断歪が岩石の破断を起こしているが, これは断層が活動しているためである.

2.4 垂直変動

垂直変動の考察にあたり, 本研究における標高の取扱いについて説明する. 第I回観測においては, 元山地区のBM. 67.7を仮定標高として, 各観測点の標高を定め, 第II回の観測においては, 平均海面からの標高を採用した. 両者の事情から標高値を直接対比することができない.

よって, 垂直変動を求めるためNo 11釜岩(海面に近い測点)を起点として, 第I回, 第II回それぞれの相対変動量を求め, それらから比高差を算出し, 垂直変動量とした. それらを表4, 表5, 図9, 10, 11に示す.

表4 観測点比高差一覧(1976～1977)

観測点	1976.3 (I)		1977.1 (II)		比高差 (B)-(A)
	標高(仮)	比高(A)	標高	比高(B)	
No.11	m 7.692	m 0.000	m 10.324	m 0.000	0.000
1	119.027	+ 111.335	121.644	+ 111.320	- 0.015
2	118.702	+ 111.010	121.365	+ 111.041	+ 0.031
3	115.260	+ 107.568	117.915	+ 107.591	+ 0.023
4	104.206	+ 96.514	106.868	+ 96.544	+ 0.030
5	112.686	+ 104.994	115.296	+ 104.972	- 0.022
6	102.409	+ 94.717	104.968	+ 94.644	- 0.073
7	103.309	+ 95.617	106.038	+ 95.714	+ 0.097
8	98.784	+ 91.092	101.492	+ 91.168	+ 0.076
9	71.565	+ 63.874	74.287	+ 63.963	+ 0.089
10	159.730	+ 152.038	162.118	+ 151.794	- 0.244
12	111.932	+ 104.240			
ア 1	41.362	+ 33.670	44.066	+ 33.742	+ 0.072
2	24.923	+ 17.231	27.575	+ 17.251	+ 0.020
3	22.820	+ 15.128	25.462	+ 15.138	+ 0.010
4	40.083	+ 32.391	42.765	+ 32.441	+ 0.050
米BM	110.212	+ 102.520	112.840	+ 102.516	- 0.004
BM 67.7	67.7	+ 60.008	70.353	+ 60.029	+ 0.021

表5 1968年～1977年間に於ける比高差および標高差
(起点 BM.67.7)

既知点	1968		1976 (I)		1977 (II)		1976-1968	1977-1968	1977-1976	1977-1968	
	標高	比高(A)	標高(B)	比高(B)	標高	比高(C)	(B)-(A)	(C)-(A)	(C)-(B)	標高差	年変動量
BM.67.7	67.7 ^m	0.0 ^m	67.7 ^m	0.0 ^m	70.4 ^m	0.0 ^m	0.0	0.0	0.0	+ 2.7 ^m	+ 0.30 ^m
*軍BM	110.6	+ 42.9	110.2	+ 42.5	112.8	+ 42.4	- 0.4	- 0.5	- 0.1	+ 2.2	+ 0.24
No. 1	119.8	+ 52.1	119.0	+ 51.3	121.6	+ 51.2	- 0.8	+ 0.1	- 0.1	+ 1.8	+ 0.20
2	119.5	+ 51.8	118.7	+ 51.0	121.4	+ 51.0	- 0.8	- 0.8	0.0	+ 1.9	+ 0.20
13	110.6	+ 42.9			112.4	+ 42.0		- 0.9		+ 1.8	+ 0.20
10	161.0	+ 93.3	159.7	+ 92.0	162.1	+ 91.7	- 1.3	- 1.6	- 0.3	+ 1.1	+ 0.12

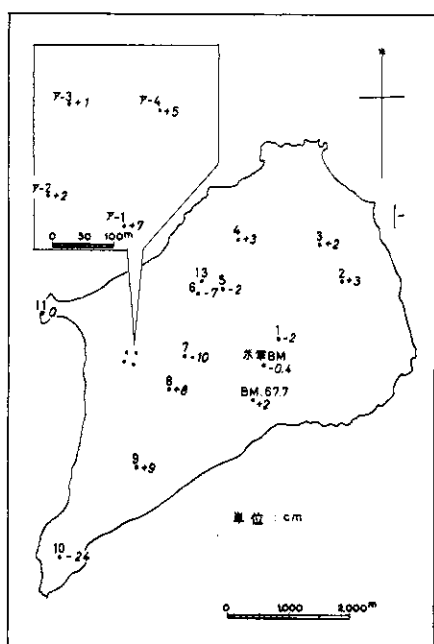
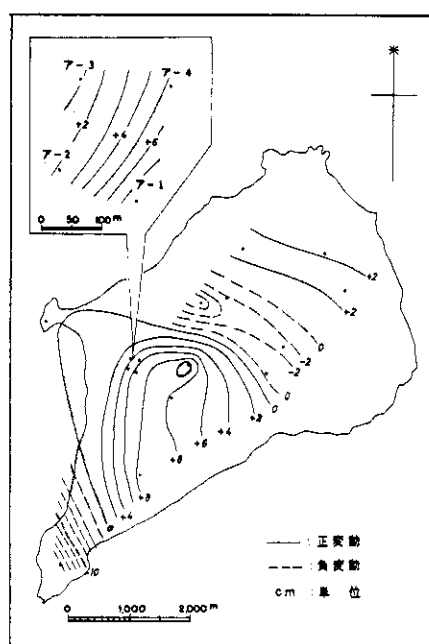

 図9 垂直変動量(1977-1976)
(起点No.11)


図10 垂直変動量図(1977-1976)

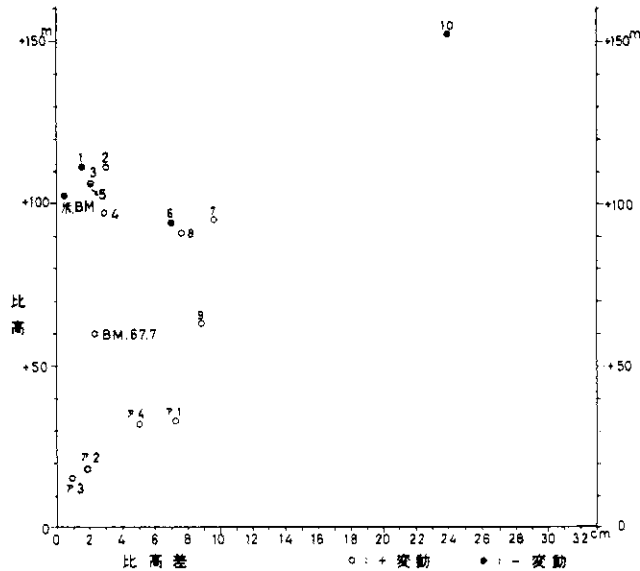


図11 比高差による変動量(1977 - 1976)
(起点 No.11)

垂直変動量(表4)はNa 1, 5, 6, 米軍BMにおいて $-0.4 \sim -7$ cm, Na 10, -22 cm, その他の観測点において $+3 \sim 10$ cmがあり, 阿蘇台断層地域において $+1 \sim 7$ cmの差異がみられる. 垂直変動の地区的な傾向としては元山地区の中央地帯は(-)また, その周辺地帯, すなわち, 平坦地の端に近づく地帯は(+), 摺鉢山頂は顕著な(-)がみられ, 従来から知られている傾向と一致した結果が得られた. また, 直接水準測量を行ったBM 67.7を起点(表5)とするそれぞれの観測点の比高差を比較すると(表4, 表5)元山周辺部に属するBM 67.7に比べて, 元山中央地帯(Na 1, 2, 13)は相対的に低くなっており, 摺鉢山(Na 10)地区は相対的に一層低くなったという変動傾向がみられ, 前記の傾向とあっている.

さらに, 1968年の硫黄島地図(1/2.5万)の標高と1977年1月の標高(表6)を対比すると $+1.1$ m $\sim$ 2.7 mの顕著な隆起がみられる. そして摺鉢山Na 10の $+1.1$ m, 元山地区の $+1.8$ m, BM 67.7の $+2.7$ mの変動は今回の測定で明らかになった地獄的な隆起の傾向と一致した地殻変動をしている.

表6 1968年～1977年間における垂直変動量
における垂直変動量

既知点	1968		1977・1		1977- 1968
	標高	比高(A)	標高	比高(B)	
B.M. 67.7	67.7 ^m	0.0 ^m	70.354 ^m	0.0 ^m	+ 2.7 ^m
*B.M.	110.6	+ 42.9	112.840	+ 42.5	+ 2.2
No. 1	119.8	+ 52.1	121.644	+ 51.3	+ 1.8
2	119.5	+ 51.8	121.365	+ 51.0	+ 1.9
10	161.0	+ 93.3	162.118	+ 91.8	+ 1.1
13	110.6	+ 42.9	112.419	+ 42.1	+ 2.2

2.5 ま と め

以上述べたように、辺長変化(表1)、(図4)には元山地区において、中央地帯とその北東周辺地帯に縮み(－)現象に片寄りがあり、またNo.8観測点を境にその東側は縮み(－)、西側は伸び(＋)の現象がはっきりと現れている。変動ベクトル(表2)、(図5)、(図6)は元山地区・千鳥ヶ原東部・同西部・摺鉢山・釜岩の5地区ごとにそれぞれ類似性が強く現れている。変歪量(表3)、(図7)、(図8)は元山地区が全体としては圧縮傾向が顕著にみられるが細かくみると複雑である。すなわち、その北東部では北西－南東方向の圧縮が顕著であるが、中心部では北北東－南南西方向の圧縮が顕著で、その西部では東西方向の伸びがみられる。垂直変動(表4)、(表5)、(図10)、(図11)としては、島全体の隆起が引きつづき進行している。しかし、元山の中央地区は、その周辺部に対してのみならず、釜岩に対しても沈降に示し、比高差をとってみると東山、天山地点などの周辺部は上昇をつづけている。また、摺鉢山は釜岩と比べ顕著な下降を示している。

3. お わ り に

第Ⅰ回、第Ⅱ回の観測結果から、硫黄島の地殻変動量を求め、辺長の伸縮、変動ベクトル、変歪量、高さについての上昇、下降などから本島に関する地殻変動の数値的基礎資料を得た。2回の観測とともに光波測距儀DM-60により辺長を求めた。もとより光波測距儀は経験的にも高い精度を確保できるものであるが、観測中の大気の揺動現象カゲローにより不安定な側面をもっている。それらを除くためには、観測の時刻を選択することが最も重要な条件である。本島は交通上の制約があったため上記の条件を完全に満たすことができなかった。今後も繰返し観測を実施することにより、地殻変動の推移の把握ができ、防災上の重要な資料を提供できるものと考えられる。

本研究に関する数式の教示、ご指導を岩崎一雄技官よりあおいだ。同氏に対して衷心より感謝する。

参 考 文 献

- 1) 一色直樹(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.
- 2) 磯田代次・川野辰男・斉藤英二(1977): 硫黄島の第I回地殻変動測量. 国立防災科学技術センター研究速報, 第25号, 19-30.
- 3) 岩崎一雄他3名(1974): 三浦北武・房総延命寺断層の測地観測による変動結果.
- 4) 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.
- 5) 日本測地学会(1974): 測地学の概観. 241-276.
- 6) 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.
- 7) 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7集, 1-18.

(1983年8月15日 原稿受理)