

箱根火山の 地すべりを測る

技術部 地形課

位置・地形・経緯について

箱根火山の地表変動測定は国立防災科学技術センターが火山性地すべり研究の一環として 昭和39年9月～41年3月まで実施したものである。その調査位置は東経139°1'25'' 北緯35°14'20'' の神山 早雲山 冠ヶ岳の頂上付近の北西で 現在なお活発な噴気活動をしている大涌谷の大涌沢上流部斜面地帯 約20,000m²である。

地形は標高1,000m余りの大涌沢を夾む斜面地帯で火山変質岩でおおわれている。なおこの地域の鞍部に連なる神山は 標高1,400mの露岩地帯で この地に不動点を設定した(図1)。

調査の結果 局部地域の微変動を確認することができた。なお地質調査所でも このような特異地帯の測定方法の確立と地表変動の様相を把握し 地すべり発生機構研究の資料とするため 本年度も引き続き研究をつづけている。

精密測定の概要

地表の変動を知るには その地区局部のA・B二点間を計器により自動的に記録比較する比較測量法がありこれはA・B二点間の相対変位を直接示す利点はあるがA・B両者がそれぞれ異なった移動をしたかどうか 確

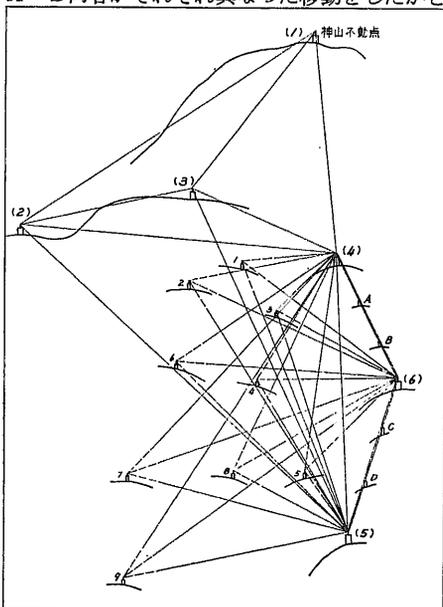
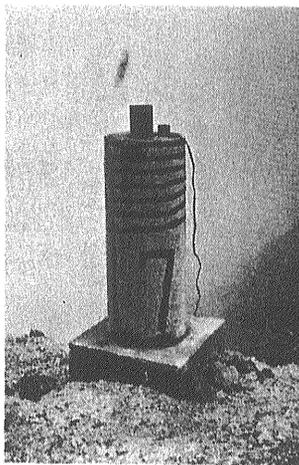


図1. 地すべり地帯の基準点および変動点配置図

定することはできない。地表変動量の絶対値を求めるには 変動地内の変動目標点と不動の基準点間の空間的位置関係を測定することが必要である。除々に微動を示しているこの地域において 動いているか 静止しているかを判定するには 耗単位の信頼度のある測定法によらなければならないが 直接測定法によることは この地内の地形では技術的に困難である。最近開発された光波距離測定機を用いれば能率的であるが 器機の性能よりみて 所要の精度は望みがたい。このような条件から 座標位置決定には 一等三角測量方式による精密三角測量を実施した。

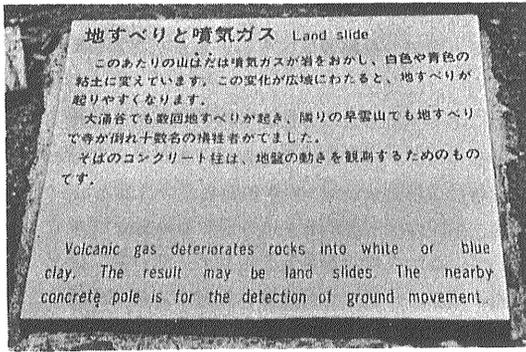
大涌谷の変動地帯内は 噴気ガス多く異常地熱がある上に標高1,000m余の山頂部で強風変気流等気象条件が悪く 地形的に基線場 観測点の選定にあたり 格好な地点が得られなかった。変動地内には径25cm長さ2mの鉄筋コンクリート柱の変動点9点(写真1)を築造し中心に精密目標的を固定する装置を設けた。基準観測台は径50cm 長さ2mの鉄筋コンクリート柱6点(写真2)を構築し その頂部に0.1mmの精確度で観測機械の中心と標的を合致させ なお噴気ガスにおかさねぬためにステンレス製の精密加工金具を埋定して観測精度の確保を期した。角観測にあたってはカールバンベルヒ一等経緯儀とウィルド T₃ 経緯儀の比較測定を実施したが 本観測においてはウィルド T₃ を用い 一方向に対して24回視準に相当する角観測法を採用した(写真3)。噴気 地熱 太陽等の影響を少しでも除くため 観測はすべて夜間に実施し 目標点標的は精度を高めるため種々のものを考案 試作しこれにより好成果をあげ得た。垂直方向の変動測定は 変動目標点の与点となる基準点に対しては 原則として一等水準儀をもって水準仮原点から結束して求め 変動点はウィルド T₃ による天頂角観測の間接測定法をもって決定した(写真4)。



① 変動点コンクリート柱



② 基準点コンクリート柱



地すべり観測点に作られた掲示板

基線は動かない平坦な場所に設定することが望ましいが この実験地ではそれが困難であったため傾斜地に折基線を選定した。 測定の時期毎に基線の両端点の変動しても 不動点と不動方向に連けいする観測基準点の相対関係は 同次数の一連の三角網により固定されるからさしつかえない。 基線長の測定には 25mインパーワイヤー基線尺を使用し 使用の前後には厳密な比較検定を行なってその性質を明らかにし 検定時と同一条件で測定を行ない 精度に影響する補正はこれを満すようにした。 基線場が傾斜地なるためカウンターウェイトの滑車装置等特種のものをも考案試作し これにより能率をあげた。 往復測定の基線比率精度は 各回70万分の1以上になるようつとめた(写真5)。

このようにして決定した基線長をもとにして 基準三角網(4)(5)(6)の座標を算出し 変動点(1)~(9)号点を三方向前方交会法をもって 角辺同時平均の条件式による厳密計算により観測値に対する最も確かな座標を決定した。 夾角の自乗平均誤差は毎回その中数±0.5秒内外である。 変動点の標高算出値も毎回その較差2~3mmであり まれに4mmのものもあるが 標高変動成果を検討するに 各点とも近距離ではあるが 特異気象の影響が一樣に及ぼされているものと推察される。 これは今後の研究課題としてとりあげるつもりである。

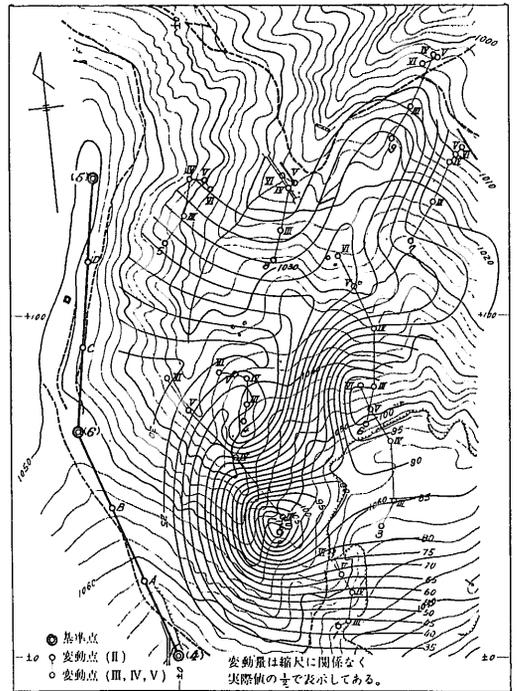
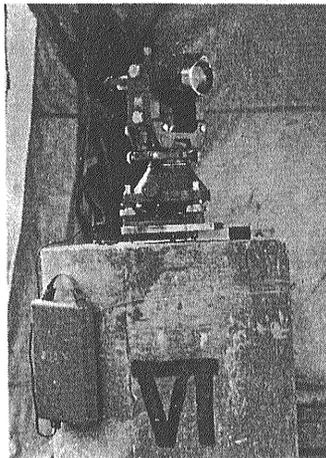


図2 大湧谷地表変動量表示図

地表変動の測地的成果

6回まで変動観測を行なった変動点座標値および標高成果を表に示し なお地表変動の移動状態を地形図上に等移動曲線をもって図示した(表1 図1)。

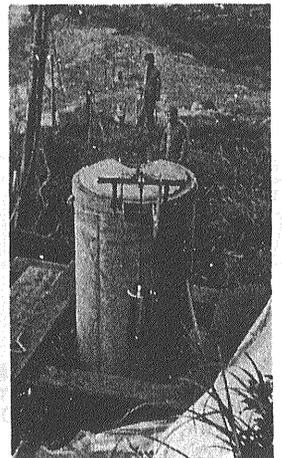
なお地盤の変動に起因して変動点のコンクリート標柱の傾斜が明らかになってきたので 第4回の観測から傾斜度の測定を記録し 径25cm 長さ2mのコンクリート柱を地下1.2mに埋設した基底部の座標を算出して 地表面の動きと地表面下1.2mの動きの差を求める資料とした(表2 図3)。 これらの成果や地形断面 地表の等移動量曲線 地下移動量曲線等をもって変位運動の考察を再検討しており なお41年度に細部変動点を増設してあるので 観測後の成果をあわせ解明したい。



③ 経緯儀 ウィルド T₃



④ 一等水準儀 ウィルド N₈



⑤ インパーワイヤーによる 基線長の測定

結果の検討と今後の抱負について

地すべり運動の微量な変動の状態を精密三角測量の手法をもって測定したのは、これがはじめてのころみであり、精密な信頼できる変動の絶対量を求めるには、基準となる堅固な不動点と不動の方向点が絶対不可欠の条件である。大涌谷地域においては変動地点近くに真の不動点を得ることが困難であり、またこの種の精密観測では通常夜間に行なわれるが、大涌谷では標高1,000 m余の山頂であり、前述の如く気象変化の激しい地点で硫黄ガスの流れや深い雲霧のため、これが視通障害となり、毎回10日間で行なっていた観測に際しては晴夜に恵まれること1~2日であり、加えるに初春、晩秋の候は零下を降る気温下のもと、強風をおして観測を実施する状態であったため、方向欠測等があり、毎回全網の観測ができずやむなく、(4)号基準点を仮不動点とし、成果を逆に統一して算出したが、その安定度については、点検基線

および基線網の変化値において、一応合理的な裏付けを得得るので、数耗の信頼度あるものとする。

とにかく、1年余にわたる6回の観測結果から、前述の精度にもとづく変動成果を得ることができたが、各変動点における移動量は、最少28mmのものから最大113mmに達し、年間の平均は50有余mmとなり、降斜面の方向性を示している。なお、変動観測をした一部の変動点と、ほぼ同一地点に傾斜計、伸縮計が設置されているが、これらの測定資料や物理探査・化学・試錐・地質資料等もあわせての総合的な面からの運動解析が望まれる。

今後の研究課題として、白昼観測をもって必要精度をみたすべき方法を実験検討し、地すべり変動測定の能率化等測定技術の確立と運動機構の究明につとめたい(図4)。

変動点	第 I・II 回		第 III 回		第 IV 回		第 V 回	
	x	y	x	y	x	y	x	y
	m	m	m	m	m	m	m	m
1	+ 8.6804	+ 48.0820	+ 8.6838	+ 48.0875	+ 8.7007	+ 48.0905	+ 8.7116	+ 48.0828
2	+ 36.1212	+ 30.5672	+ 36.1307	+ 30.5692	+ 36.1655	+ 30.5416	+ 36.1935	+ 30.5125
3	+ 38.1030	+ 60.7603	+ 38.1172	+ 60.7676	+ 38.1528	+ 60.7659	+ 38.1715	+ 60.7541
4	+ 68.6979	+ 19.9298	+ 68.7077	+ 19.9318	+ 68.7225	+ 19.9321	+ 68.7254	+ 19.9247
5	+ 120.5486	- 3.4596	+ 120.5642	- 3.4481	+ 120.5852	- 3.4445	+ 120.5837	- 3.4367
6	+ 67.9601	+ 69.5644	+ 67.9816	+ 69.5677	+ 68.0155	+ 69.5677	+ 68.0402	+ 69.5619
7	+ 120.8888	+ 56.1656	+ 120.9119	+ 56.1707	+ 120.9348	+ 56.1707	+ 120.9391	+ 56.1590
8	+ 115.4532	+ 29.1573	+ 115.4706	+ 29.1615	+ 115.4952	+ 29.1667	+ 115.4981	+ 29.1700
9	+ 151.0350	+ 64.2856	+ 151.0532	+ 64.2968	+ 151.0831	+ 64.3106	+ 151.0818	+ 64.3131

変動量表

変動点標高および変動量表

変動点	I・II-III	III-IV	VI-V	I・II-V	第 I・II 回	第 III 回	第 IV 回	第 V 回	I・II-III	III-IV	IV-V
	δ	δ	δ	δ	h	h	h	h	Δh	Δh	Δh
	mm	mm	mm	mm	m	m	m	m	mm	mm	mm
1	6.5	17.2	13.3	31.2	1,067.888	1,067.891	1,067.892	1,067.882	+ 3	+ 1	+ 10
2	9.7	44.4	40.4	90.7	1,052.033	1,052.023	1,052.024	1,052.015	- 10	+ 9	- 9
3	16.0	35.6	32.1	66.8	1,064.308	1,064.308	1,064.299	1,064.291	0	- 9	- 8
4	10.0	14.8	7.9	28.0	1,041.090	1,041.091	1,041.090	1,041.094	+ 1	- 1	+ 4
5	19.4	21.3	7.9	41.9	1,037.108	1,037.112	1,037.110	1,037.105	+ 4	- 2	- 5
6	22.1	33.9	27.3	80.4	1,052.070	1,052.072	1,052.068	1,052.055	+ 2	- 4	- 13
7	26.5	25.2	5.4	57.0	1,030.447	1,030.440	1,030.436	1,030.431	- 7	- 4	- 5
8	17.9	25.1	4.4	46.6	1,030.966	1,030.967	1,030.963	1,030.956	+ 1	- 4	- 7
9	21.4	32.9	2.8	54.3	1,019.718	1,019.712	1,019.707	1,019.703	- 6	- 5	- 4

表1
変動点標高の心座標値表
(ただしV回まで)

表2
底部軸座標値表
(ただしV回まで)

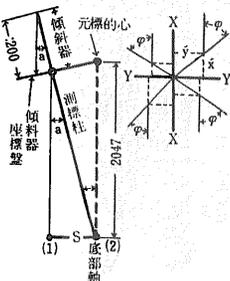
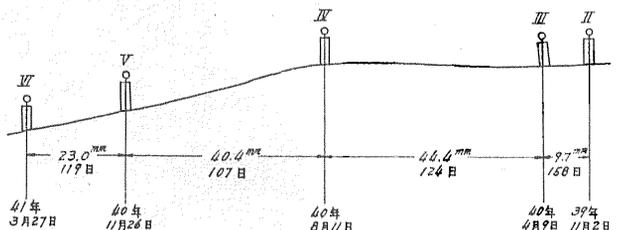


図3
傾斜用図

図4
2号変動点における移動量
(移動量は1:1で図示してある)



地上に64.5cm突出している変動点測標心座標を、地表面座標に誘導転換し、初期の垂直座標および底部軸座標と比較計算すれば、移動方向、移動量を知ることが出来る。なお断面図において、底部軸座標と地表移動点を結ぶ直線が、垂直測標線との交点(交点を作らない場合もある)をPとすれば、このP点の算出のみならず、P点に与える土圧についても、今後數理的に検討したい。