

14. 松代群発地震にともなう水準測量 (第1報)

地震研究所 { 坪 川 家 恒
岡 田 惇
田 島 広 一
村 田 一 郎
長 沢 工
井 筒 屋 貞 勝
伊 藤 裕

(昭和40年11月24日, 同12月21日, 昭和41年1月25日, 同4月26日, 同7月19日,
同9月27日, 同10月25日, 同12月27日発表—昭和41年12月28日受理)

内 容

1. 緒 言
2. 北信地域全般に関する概況
3. 松代周辺における垂直変動
4. 皆神山周辺および北東部における垂直変動
5. 考 察
6. 謝 辞

1. 緒 言

1965年(昭和40年)8月以降引続いて発生している長野県松代周辺の群発性地震については、すでに多くの調査研究がなされている。^{1),2),3)} 地震研究所では地震発生以来地殻変動調査の一環として震央域である松代町周辺および北信地域を含む広域地帯について、国土地理院との協同作業による一等水準測量の繰返しを行い、水準点の変動量より得られる地殻の垂直変動の調査を実施してきた。地震々央域である松代町、若穂町附近における新設路線の頻繁な反覆測量により、著しい隆起運動が時間と共に増大することが認められた。

群発性地震活動の消長と水準測量の反覆実施の時期および水準点増設の関係は Fig. 1 および 2 に示す通りである。地震活動は発生以来1ヶ年以上を継続しているが、この間において3回の最盛期を経過し、夫々の地震々央域は多少移動しているようであるが、その範囲はほぼ松代町、若穂町にまたがる山岳地域を含む限られた区域にある。水準路線の新設も震央域周辺に隣接した山間部および千曲川流域にまで逐次拡大増設して行き、かなり頻繁に測量が繰返されている。しかしこれらの背景をなす広域の隣接地域についての測量

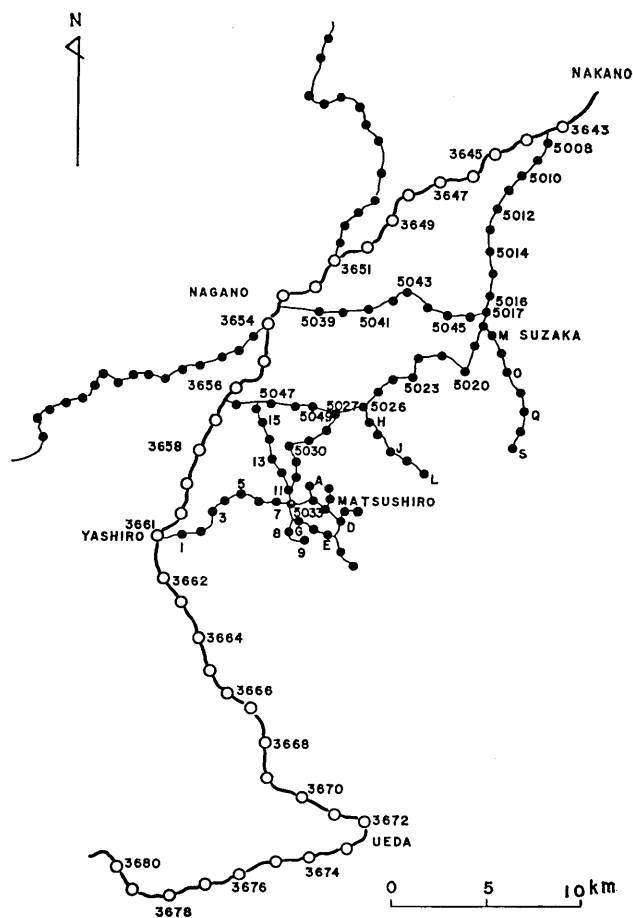


Fig. 1. Route map of levelling lines.

Hollow circle: GSI 1st order bench marks.

Black circle: GSI and ERI 2nd order bench marks.

は経費及び作業力による制限のために充分の頻度では行われていない。

本報告では、便宜上水準路線の地域を震央分布と地形とを考慮して次の3つの地区に分けて述べることにする。すなわち

- 1) 北信地域の一般的な地殻変動—松代群発地震の背景をなす広域地帯。
- 2) 震央域を含む松代町および長野市、更埴市の一部を含む千曲川流域地帯。
- 3) 異常隆起と地表面における異変現象の発生した松代町皆神山周辺と北東隣接地帯。

以上の地域について1966年12月までの測量結果を集約して序報的に述べることとす

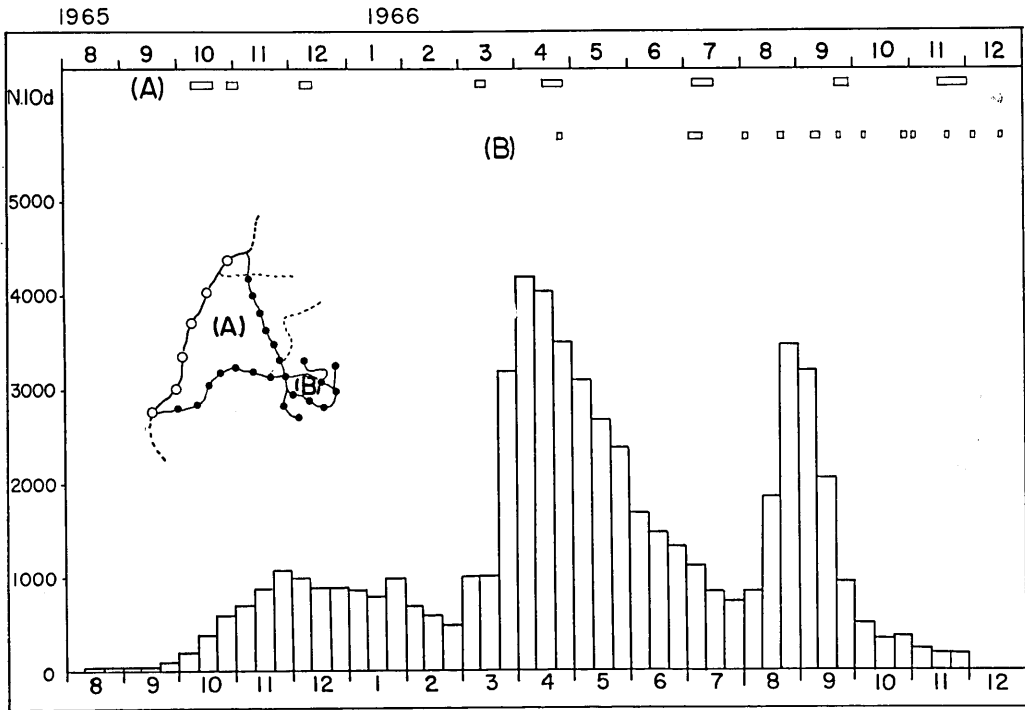


Fig. 2. Periods of respective surveys in the closed routes (A) and (B), and numbers of felt earthquakes (sum of every 10 days).

る。なお引続き地震は発生しているので更に今後の調査と研究をまたねばならない。

反覆測量の時期と気象庁発表による速報「地震と火山」より有感地震発生頻度の 10 日間集計は Fig. 2 のようである。

2. 北信地域全般に関する概況

松代群発地震の背景をなす北信地方全般に亘る広域の水準測量は国土地理院によって現在行われている。地震研究所ではこれら北信地方の水準路線のうち中野市より豊野、長野、屋代、上田市を経て青木村に至る一等水準路の再測量を国土地理院測地部と共同して実施した (Fig. 1)。観測は 1955 年 11 月~12 月, 1966 年 4~5 月, 1966 年 7 月, 1966 年 10 月, および 11~12 月に行われた。此の間国土地理院と地震研究所は広域調査のため更に路線を新設し繰返し測量を実施している。図中細線と黒点で示された路線は地震活動にともない震央域に逐次拡大された新設水準点を示すものである。

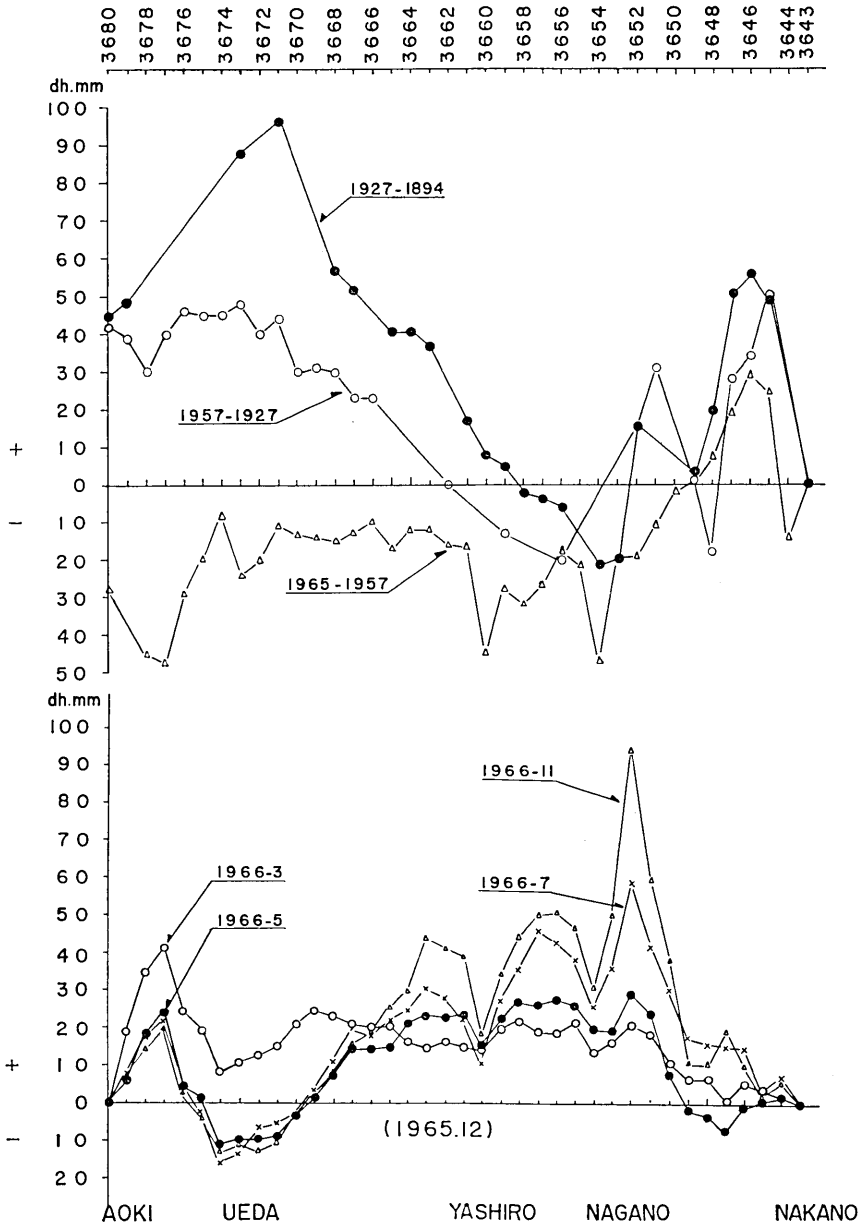


Fig. 3. Change of heights of bench marks along the route of 1st order levelling from Nakano-City to Aoki-Village (BM. No. 3643 in the upper figure and BM. No. 3643, 3680 in the lower are assumed to be fixed respectively).

Upper: Long interval before 1965. 12.

Lower: Short interval after 1965. 12.

2-1. 中野—長野—屋代—上田—青木に至る路線の変動量 (Fig. 3)

この路線は一等水準路で過去において数回繰返し測量が行われている。Fig. 3 上方には 1894 年第 1 回測量以後 1965 年 12 月に至る間の 4 回の測量結果による水準点の垂直変動量を示したもので、夫々測量期間毎の変動量が上方では中野市 BM. No. 3643, を不動としている。下方では 1965 年 12 月以降の松代地震にともなう短期間の変動であって BM. No. 3643 および青木村 BM. No. 3680 を不動として画かれてある。下方の図は 1965 年 12 月の測量結果に対する 1966 年 3 月, 5 月, 7 月, 11 月の変化を示している。

本路線における水準点の変動量の概況は各測量期間によってやや異った特徴を示しているけれども全般的に見て現在迄は中野市附近および青木村において相対的の顕著な変動はないと考えるのが妥当のようである。上方の変動図を概観すると、上田附近における隆起から沈下への逆転と千曲川に沿う、いわゆる善光寺平において 1965 年 12 月までは、ゆ

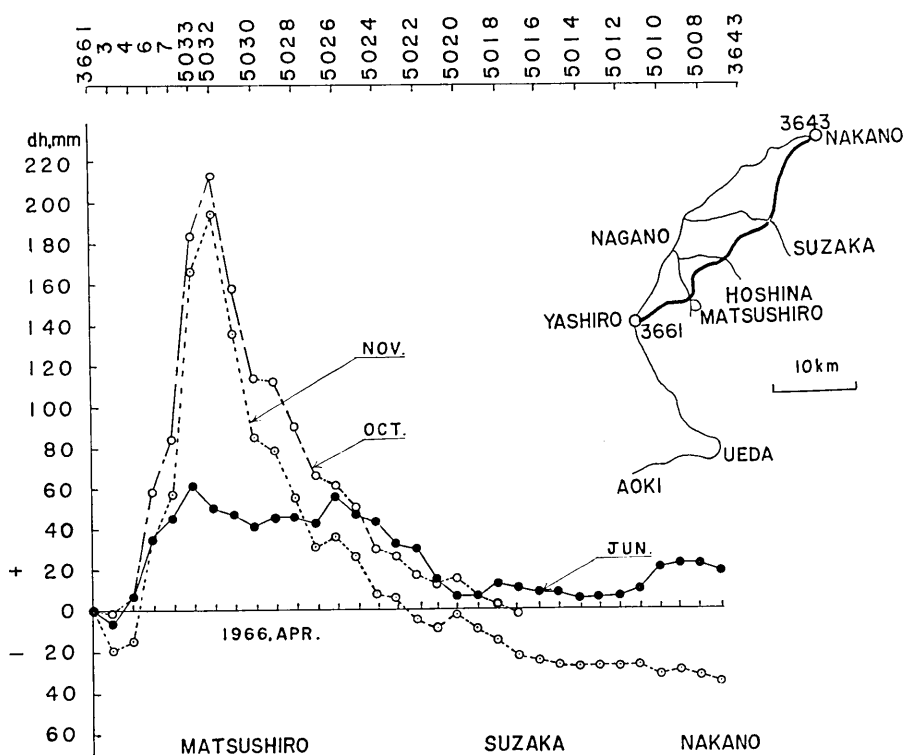


Fig. 4. Change of heights of bench marks along the route from Yashiro (BM. No. 3661) to Nakano (BM. No. 3643), BM. No. 3661 being fixed.

るやかな沈降が見られる。しかし乍ら下方の図から今回の群発地震の発生前後において事情が変化したように見受けられる。たとえば 1965 年 12 月～1957 年間の豊野町及び長野市附近における相対的な隆起変動、又 1966 年 3 月～1965 年 12 月間の上田市より青木村に至る区間の同程度の隆起量等特異な変動が見られる。前表の地域は 1941 年に発生した「長沼地震」と呼ばれる局地性地震により震央域の局所的な異常隆起が見出された地域であり⁴⁾、又地質構造の観点から活動褶曲の背斜軸にも対応することが指摘されている⁵⁾。何れも浅発性地震と関連するのではないかと考えられる。

しかしながら広域における地殻の垂直変動と地震との関係は調査も半ばであり、国土地理院による測量の結果とも合せて第 2 報以後にゆづることとする。

2-2. 屋代—松代—須坂—中野に至る路線の変動量 (Fig. 4)

この路線の一部(屋代—松代間)はすでに、1965 年 10 月地震研究所が水準点を新設し以後繰返し測量が行われている。その後 1966 年 3～4 月にわたる群発地震第 2 活動期において国土地理院によってさらに路線が延長され、7 月および 10 月～11 月に再測されている。夫々の期間における変動を Fig. 4 に示す。主要な変動は松代町附近を頂点とす

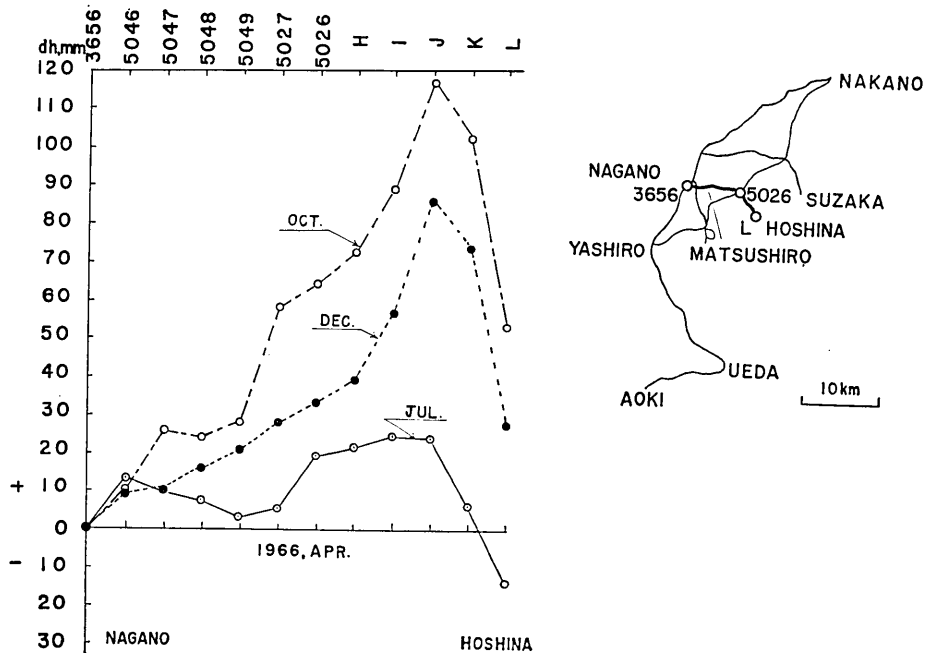


Fig. 5. Change of heights of bench marks from Nagano (BM. No. 3656) to Hoshina (BM. No. L), BM. No. 3656 being fixed.

る若穂町附近までの顕著な隆起である。路線は群発地震の震央分布地域を西南より北東によぎるが、隆起を示している水準点の分布から震央分布の中心域に近づいて隆起が最高を示すことは注目される。須坂一中野間に僅かに不連続があり、中野方向に上昇している。

2-3. 長野一若穂一保科に至る路線の変動量 (Fig. 5)

長野平野中央部千曲川左岸沿いに東西に横断する路線で、群発地震々央域を横ぎり山間部保科に至る地域である。すなわち震央分布の北辺を横ぎるため隆起地帯の一部を通過しているが保科温泉においては下降している。後節で述べる松代周辺の隆起帯の縁辺が若穂町の一部にまでおよんでいることを示すものと考えられる。2-2 で示したように若穂町よ

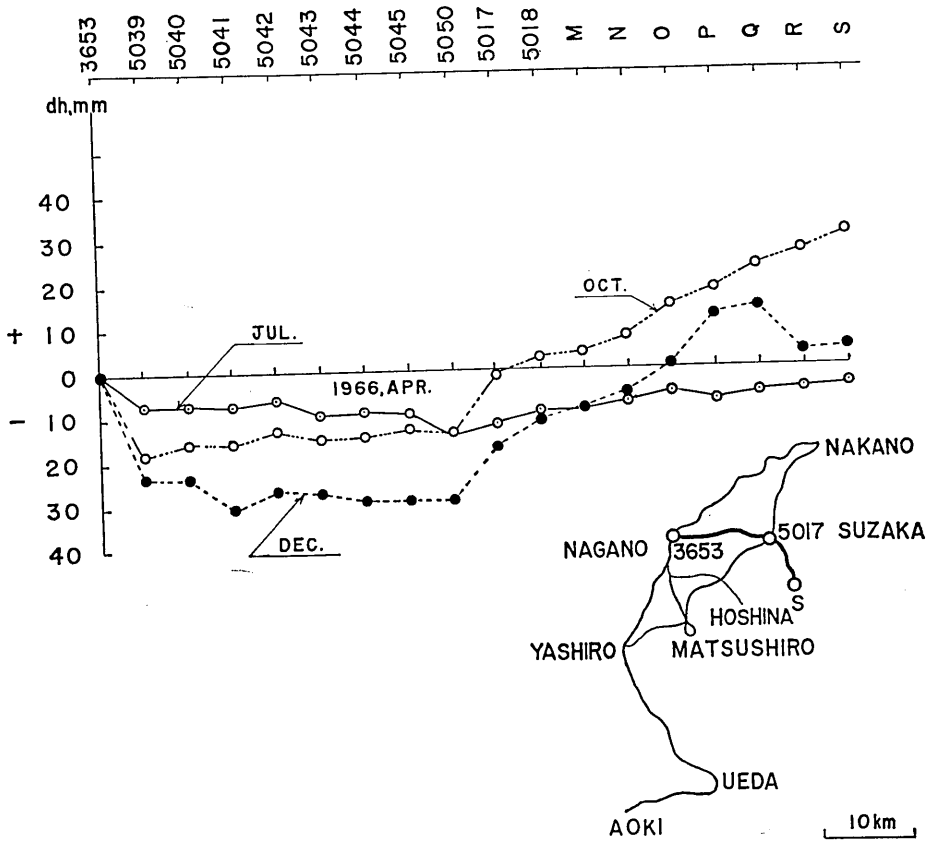


Fig. 6. Change of heights of bench marks along the route from Nagano (BM. No. 3653) to Azuma (BM. No. S). BM. No. 3653 being fixed.

り以北中野市方向へは顕著な変動量が見出されていないので群発地震にともなう隆起地震の中心部は若穂町より南東部であることは明らかである。

2-4. 長野一須坂一牟礼に至る路線の変動量 (Fig. 6)

長野平野北部に位置する本路線は2-3における路線と同様千曲川左岸沿い東西にのびて須坂市よりやや南東、東村牟礼に至る地域である。この路線の再測量の結果では特に目立つような変動量は見られない。

Table 1 は須坂および若穂地区における地震研究所新設水準路線の観測結果を示してある。

Table 1. Results of relevellings along the routes,
Suzaka (upper) and Wakaho (lower).

BM	Loc.	Obs.	I	II	III	IV
			1966 4,15~ 4,26	7, 2~ 8, 2	10, 1~10,24	11,30~12, 6
5018	須坂		m	m	m	m
M			+12.4567	+12.4567	+12.4576	+12.4588
N			+22.2442	+22.2466	+22.2477	+22.2478
O	村石		+48.9647	+48.9666	+48.9718	+48.9706
P			+51.0532	+51.0514	+51.0570	+51.0642
Q			+28.8200	+28.8215	+28.8250	+28.8220
R	西原		+41.9732	+41.9738	+41.9765	+41.9629
S			+88.8704	+88.8714	+88.8740	+88.8720
5026	若穂					
H			+ 0.8038	+ 0.8064	+ 0.8120	+ 0.8099
I			+16.4512	+16.4542	+16.4688	+16.4695
J	矢原		+55.9280	+55.9272	+55.9558	+55.9572
K			+48.6832	+48.6647	+48.6682	+48.6708
L	保科		+61.1256	+61.1063	+61.0768	+61.0786

3. 松代周辺における垂直変動

1965年10月群発地震の発生頻度の増加にともない松代町を中心として西部屋代、北部長野市丹波島橋(犀川)に至る間に臨時水準点を増設し一等水準路線に連結させた。最初

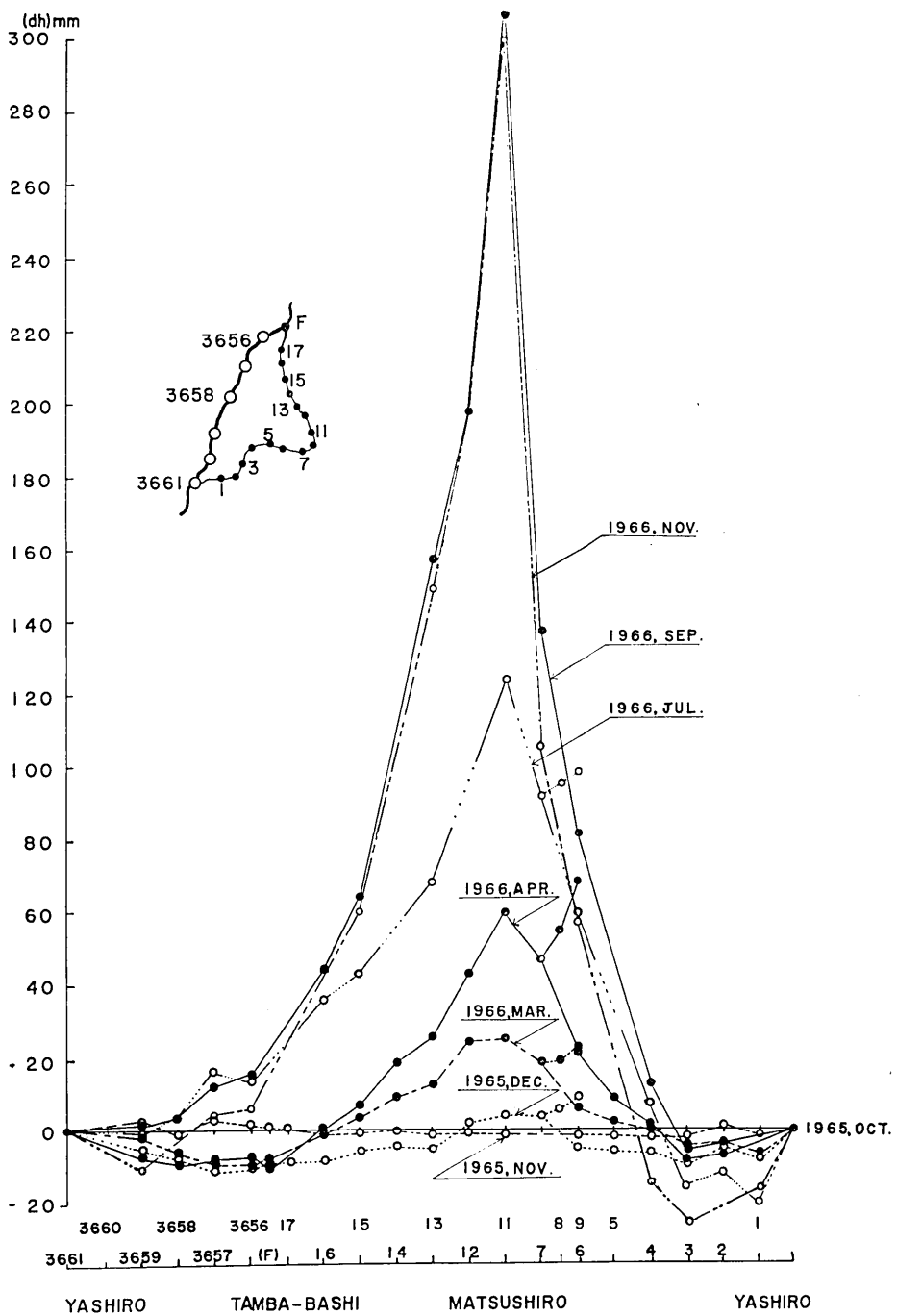


Fig. 7. Change of heights of bench marks along the route (A), Yashiro (BM. No. 3661)—Matsushiro (No. 11)—Tamba-bashi (No. 3656)—Yashiro.

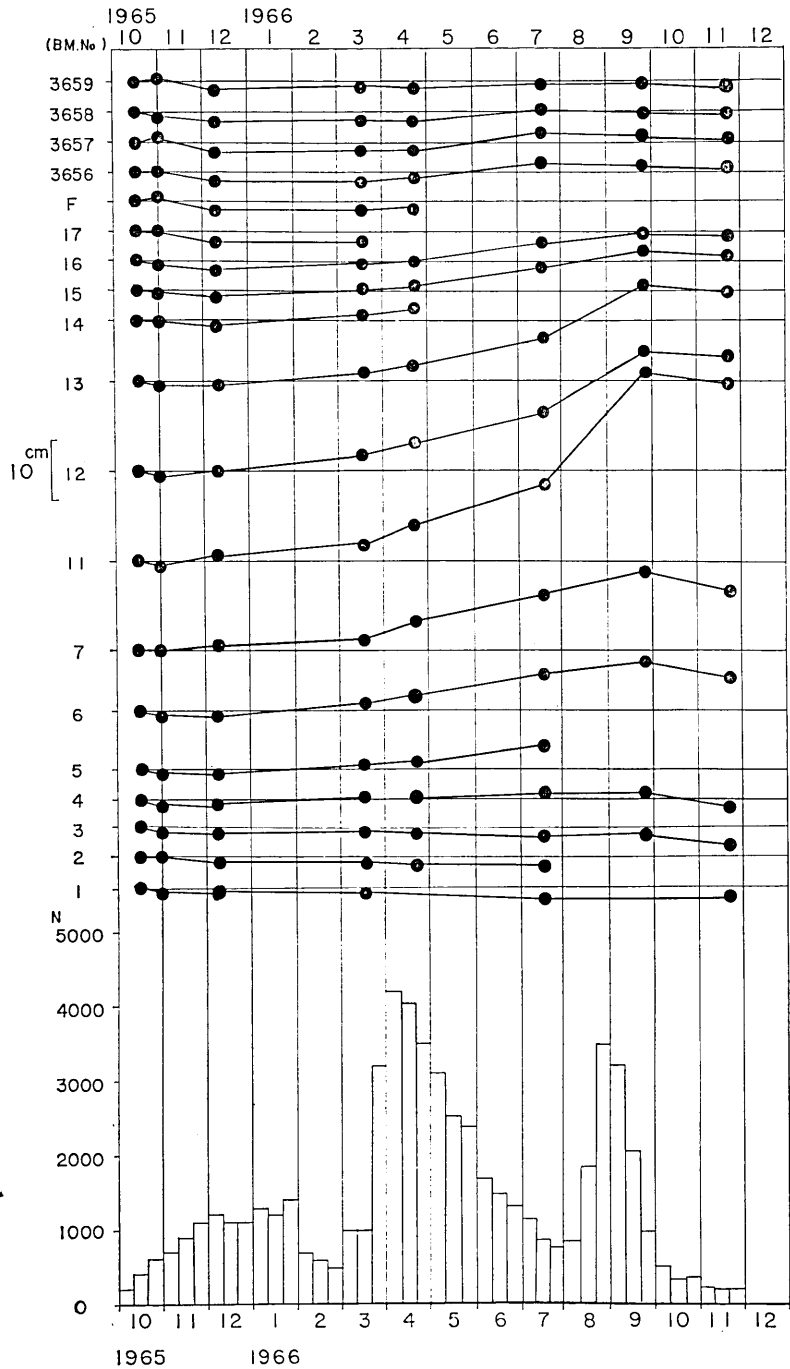


Fig. 8. Time variation of the vertical movements of bench marks along the closed route (A).

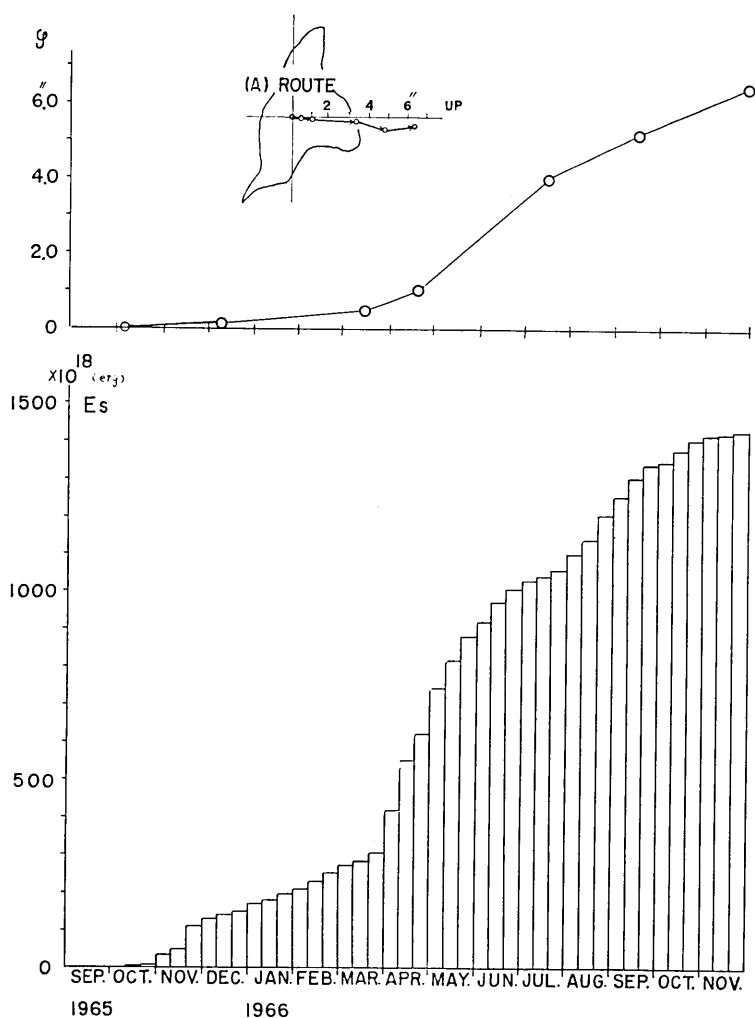


Fig. 9. Upper: Amount of ground tilting (A) area (by Prof. Sato's block movement method)

Lower: Integration of the released seismic energy (by Seismometrical Section of ERI).

の測量を 1965 年 10 月上旬に実施して以来 11 回の繰返しを行った。更に松代町より気象庁松代地震観測所に至る分岐線 (BM. Nos. 8 and 9) を設定、屋代 (BM. No. 3661)～長野市丹波島橋 (BM. No. 3656) 間の一等水準路線を含めて約 25 km の水準路線環が構成されている。繰返し測量結果は Table 1 に、又 1965 年 10 月第 1 回測量結果の観測値を基準とした各水準点の変動量は Fig. 7 に示す通りである。観測閉合誤差は $\pm 2.0 \text{ mm} \sqrt{S \text{ km}}$

の制度を採用し、均等に各水準点間の比高差に配分してある。

Fig. 7 は BM. No. 3661 より上記水準路線環を一周する水準点の変動量を示すもので、BM. No. 3661 を不動として閉合してある。これによると松代町 BM. No. 11 附近において隆起の頂点を示すことが明瞭である。夫々の測量期間では隆起上昇の割合が異っているがこれは地震活動の消長に関係するようと思われる。隆起のはげしい地域は松代町を中心とする半径数 km の地点である。これを時間的に見ると 1966 年 (第 5 回測量) 4 月上旬までの平均値に対し同 4 月 (第 6 回測量) 下旬より 10 月までの平均値は数倍に及んでいる。すなわち上昇率が 4 月以降急速に増し、4 月第 2 活動期より 8~9 月の第 3 活動期に入る間の上昇率は、8 月中旬より第 3 活動期に入る直前においてさらに加速していることが分る。



Fig. 10. Locations of the closed routes (A) and (B).

Table 3(a). Results of releveing surveys

BM.	Loc.	Obs.	I	II	III	IV	V
			1966 4,22~ 4,25	7, 2~ 7,11	8, 1~ 8, 2	8, 3~ 8, 4	8,17~ 8,22
5033	松 代		m + 1.7171	m + 1.7570	m + 1.7509	m + 1.7382	m + 1.7731
B	東 条		+24.7762	+24.7876	+24.7892	+24.7879	+24.7946
C			+70.9952	+70.9933	+71.0066	+71.0187	+71.0295
D	牧 内		-14.3288	-14.3714	-14.3791	-14.3756	-14.3964
E	平 林		-40.9077	-40.9214	-40.9240	-40.9233	-40.9354
F			-23.7991	-23.8067	-23.7999	-23.7972	-23.8197
G			-18.4529	-18.4384	-18.4437	-18.4487	-18.4457
5033	松 代		- 5.9876	- 5.9825	—	—	—
11							
B	東 条		- 6.9045	- 6.9321	—	—	- 6.9452
A	加 賀 井						
5033	松 代		+24.3865	+24.3664	—	—	—
8			+29.1964	+29.1852	—	—	—
9	地震観測所						

Fig. 8 は個々の水準点について、時間と共に上昇している様子を示したもので、BM. No. 3661 (屋代) を固定して 1965 年 10 月以降の変動量を表わしている。BM. No. 11 を頂点とする半径数 km 以内の一群の隆起の上昇速度の変化は活動期を境として異なっていることが判る。地震活動の消長に対する関係は、活発な時期を過ぎてから上昇率が増加するような傾向が認められる。同図の下方には 10 日間毎に集計した有感地震回数を示し地震活動との対照を示した。1966 年 10 月~11 月下旬の間にやや下降していることと地震活動の急激な減少との関係は注目される。

Fig. 9 は 1965 年 10 月水準測量開始以来の各測量時期に対する変動量より (A) 地域に Block 運動を仮定した時の傾斜量の大きさと方向を求めたものを示している。下方に放出された地震エネルギーの毎 10 日毎の積算値をグラフで対応させてある。

4. 皆神山周辺および北東部における垂直変動

1966 年 3~4 月第 2 期活動に入るや松代町東部および皆神山東北地区より奇妙山麓に沿い、瀬関、竹原、牧内地区に一連の地割れが顕著になった。これは地質学的考察によれば

along route (B) around Mt. Minakami.

VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
9, 7~ 9, 13	9, 21~ 9, 22	10, 4~ 10, 5	10, 27~ 10, 30	11, 1~ 11, 2	11, 17~ 11, 18	12, 3 12, 4	12, 19~ 12, 20
m	m	m	m	m	m	m	m
+ 1.9881	+ 2.0497	+ 2.0399	+ 2.0136	+ 2.0121	+ 2.0024	+ 2.0006	+ 1.9953
+24.8882	+24.9312	+24.9116	+24.8852	+24.8815	+24.8682	+24.8643	+24.8577
+70.9904	+70.9570	+70.9537	+70.9578	+70.9550	+70.9450	+70.9569	+70.9598
-14.4834	-14.5223	-14.5065	-14.4709	-14.4674	-14.4567	-14.4605	-14.4458
-41.0115	-41.0327	-41.0392	-41.0428	-41.0402	-41.0315	-41.0270	-41.0305
-23.8917	-23.9087	-23.9089	-23.9004	-23.9009	-23.8938	-23.8989	-23.8963
-18.4801	-18.4742	-18.4506	-18.4425	-18.4401	-18.4336	-18.4354	-18.4402
- 5.9241	- 5.9201	—	- 5.9150	—	—	—	—
- 7.0734	- 7.0948	- 7.0884	- 7.0696	—	—	—	—
+24.3790	+24.3656	+24.3555	+24.3562	—	+24.3519	—	—
+29.2153	+29.2006	+29.1862	+29.1908	—	+29.1889	—	—

地下における断層による現象であるといわれている⁹⁾。この時期において4月中旬より水準路線を皆神山一周の県道沿いに数点を増設し、狭い地域の地盤変動と断層の推移を監視することに役立たせた。一方隆起地域の中心位置を更に詳しく見出すことも期待した。9月に入り異常な進展を示していた断層群の発生地域と赤柴地区にさらに水準点の増設を行った。Fig. 10 はこれらの水準点の配置図である。

4-1. 皆神山一周路線の垂直変動

第1回測量を4月に実施して以来12月までの間13回の繰返し測量を行った。観測結果に前節同様閉合差を均等配分したものをTable 3(a)に示してある。Fig. 11は4月第1回観測値に対する各回との観測値の差を図示したものでBM. No. 5033(松代町役場)を不動とした一周路線の変動量である。図から明らかなように、8~9月に至る異常な隆起量は1日平均1cmに及んでいる。BM. No. 5033を固定した時この間の隆起変動量はBM. Dにおいて約40cmに達し、10月初旬以来やや上昇を減じ、下旬に至り停止し、12月までに僅かながら下降線をたどっている。個々の水準点について、BM. No. 5033

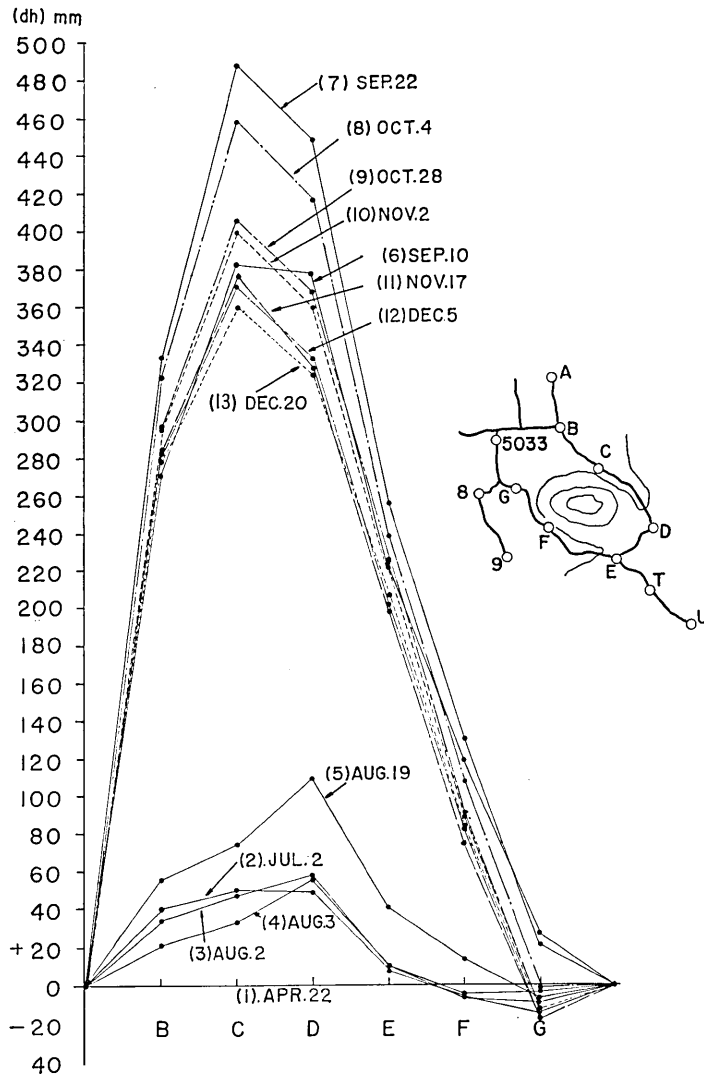


Fig. 11. Change of heights of bench marks around Mt. Minakami (route "B")

を不動として時間的变化の様子を示したのが Fig. 12 である。前節でのべた松代町 (BM. No. 11) を頂点とするやや広い範囲の変動の様子と全く同様に、4 月以降漸次上昇し 8~9 月の第 3 活動期の前後において異常な上昇が観測された。この間地表における地割れ群も極めて発達し遂に地下水の異常湧出等により大地すべりにまで発展した⁶⁾。

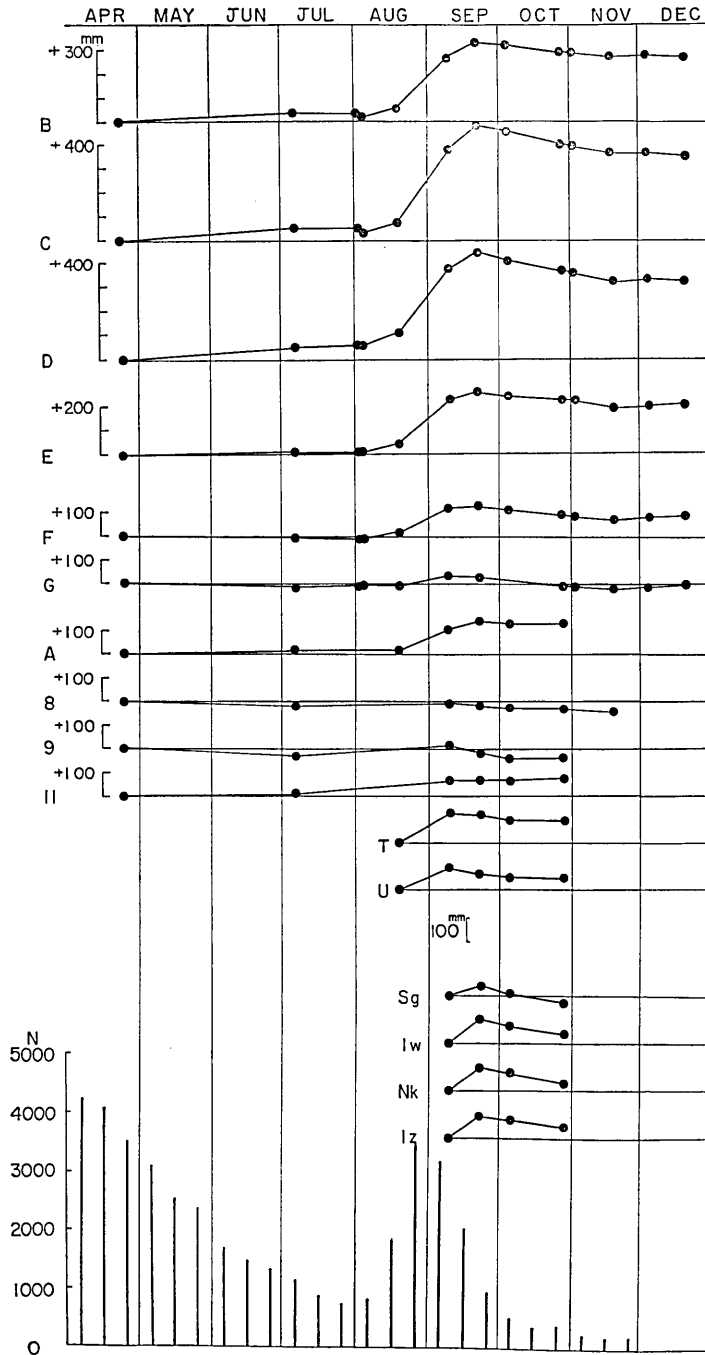


Fig. 12. Changes of heights of respective bench marks along Mt. Minakami route and those of bench marks on the fracture zone.

4-2. 瀬関, 岩沢地区の変動

9月始め BM. B, および D より更に東方奇妙山麓方向に新しく水準点を設定し地割れ群の示す断層線を横切って測量が数回繰返された。これによって隆起地帯の中心地域と断層との関係をやや明らかにすることができた。すなわち地上において観測された 10~20 cm の落差の東側落ち断層線に沿って牧内, 瀬関地区 (BM. C-D) 附近に隆起地帯中心部の存在することが推定された。これは Fig. 13 に見られるように新設水準路線の9月以降の相対的変動量 (8~9 cm) から明瞭である。また東側奇妙山麓より岩沢 (BM. Iw) において再び上昇が認められる。これは断層線を境とする東側近傍の下降は極めて表層的な現象で更に東側に向って漸次上昇していることはこの地域の基盤の隆起運動の性質を示すものと解釈できる。

以上の結果を平面的に眺めるために, 変動量を測量期間について Contour map で示したのが Fig. 14(a)~(c) である。

ここで附記すべきことは, 8月3日早朝震度 V (震央位置鏡台山附近) が発生したのであるが, 8月2日 (第2回) と8月3日 (第3回) の繰返し測量の結果では, 垂直変動に

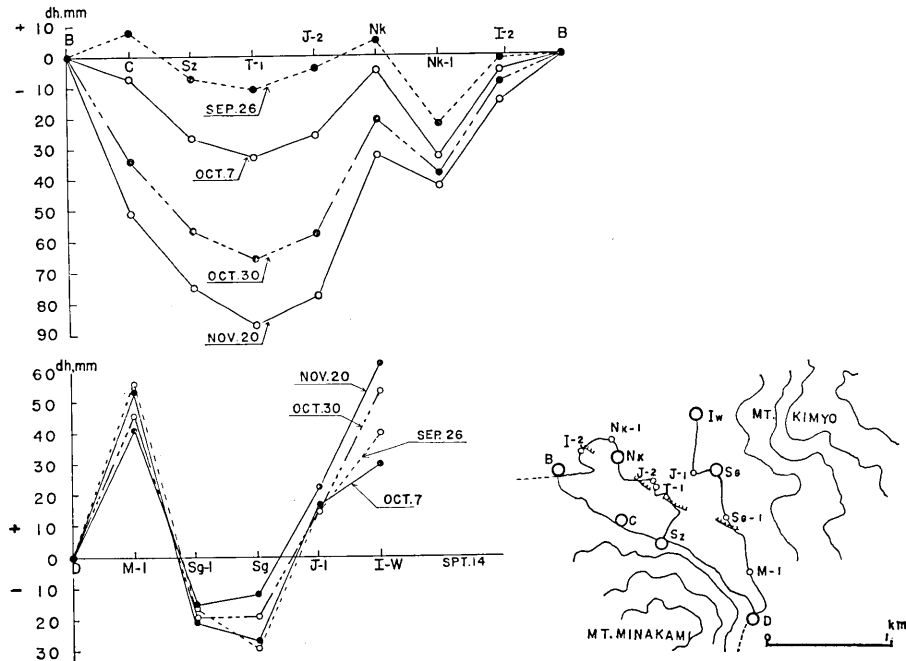
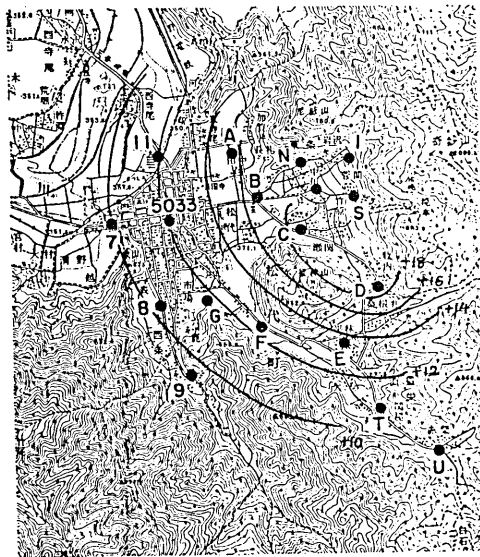
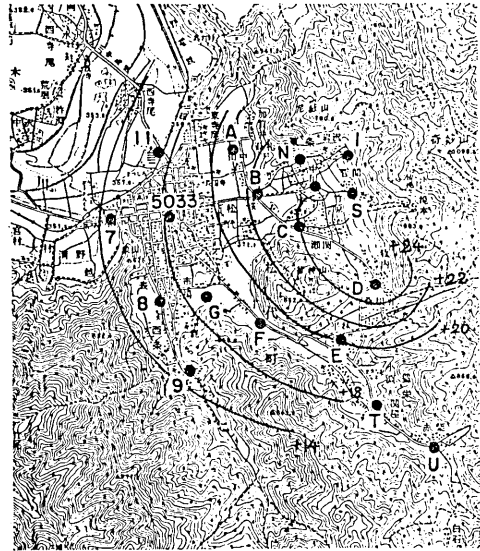


Fig. 13. Change of heights of newly established (Sept. 10) bench marks on the surface fracture zone.

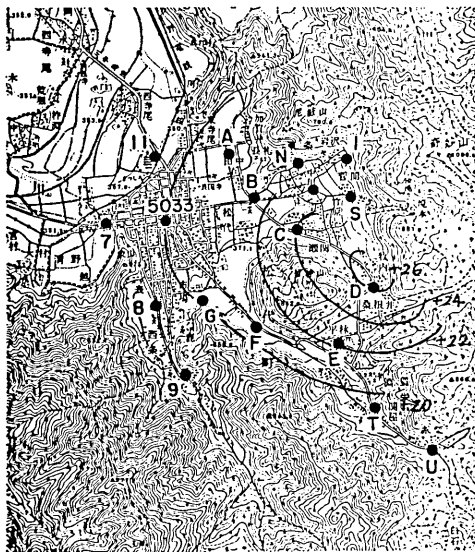
Fig. 14. Contour lines showing the amount of integrated upheaval since Oct. 1965 in cm.



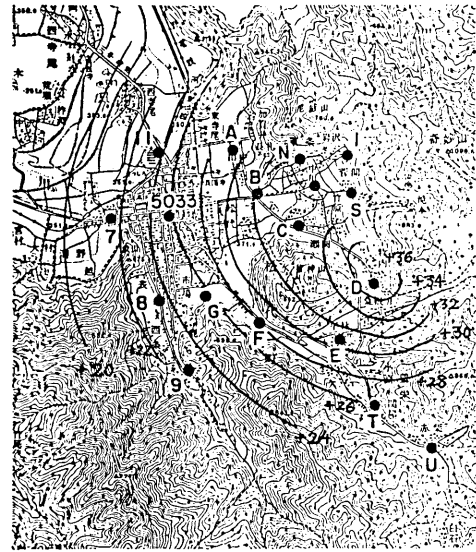
July 6, 1966



August 2



August 3



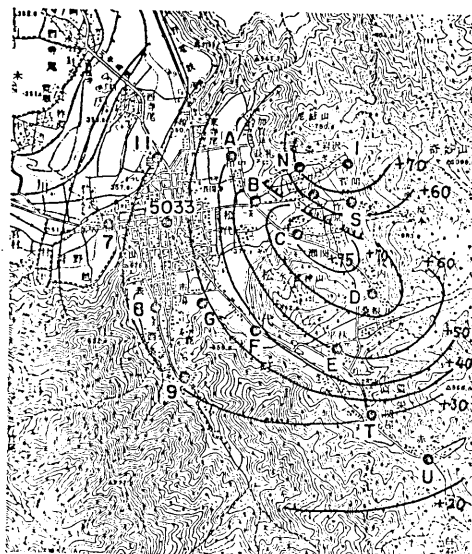
August 19

(to be continued)

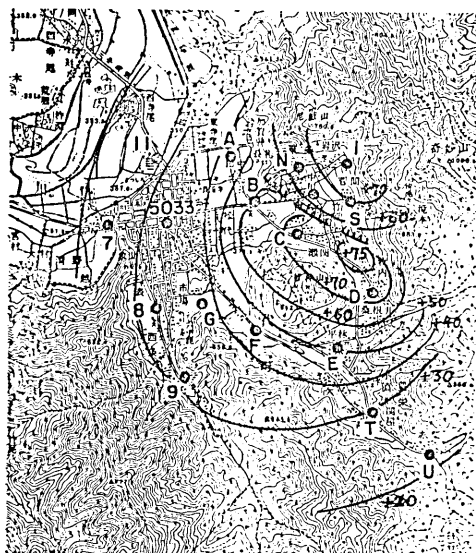
(continued)



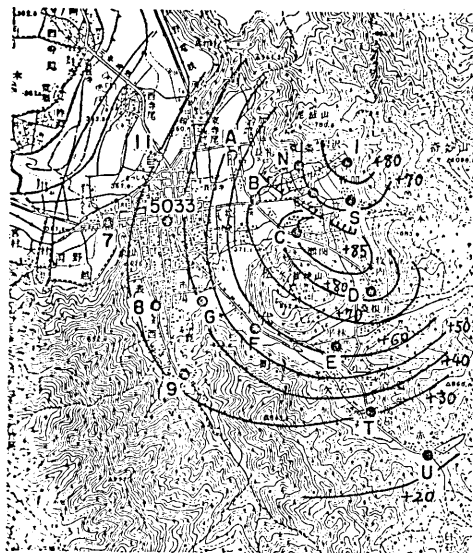
September 10, 1966



September 22



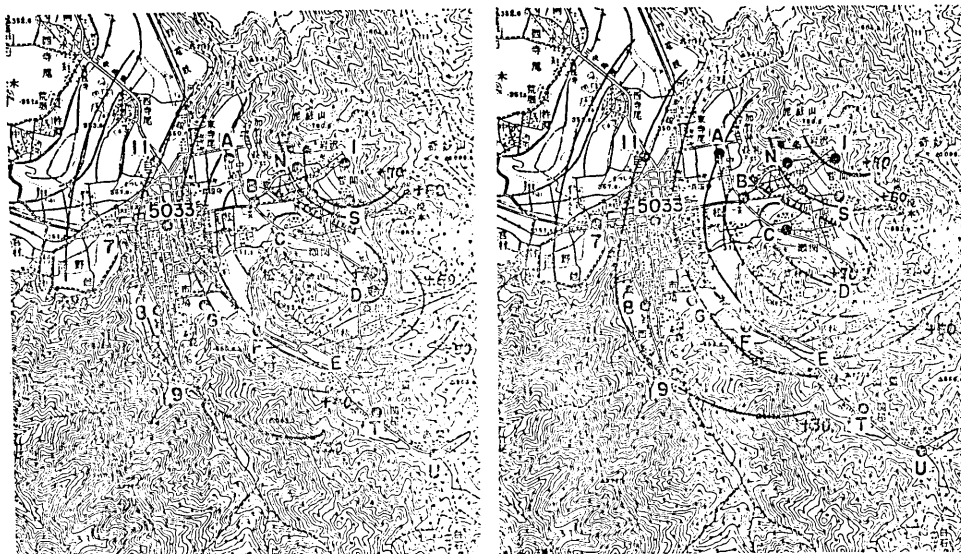
October 5



October 28

(to be continued)

(continued)



November 2, 1966

November 18

関する限り顕著な変化は見る事ができなかった。むしろ BM. C, D においては逆に僅かながら沈降現象が見られる。

5. 結果の考察

1965年8月より現在(1966年12月)まで1年4ヶ月を経過し、その間に3回の極めて活発な地震活動期が繰返され、これらの群発性地震の性状について多くの研究がなされている。地殻の水平変動についても光電的方法による距離測量の繰返しによって著しい変化が見出された⁷⁾。垂直変動の様子も本序報にのべたように広域に亘る大きい頻度の再測量により水平的な広がりについて大要の傾向をつかむことができた。現在までに得られた観測結果にもとづいて垂直変動が群発地震連続発生地域においてどのような経過をたどっているかを要約すれば

- (1) 地震計測から示される震央域の中心部における隆起とその上昇率が第3活動期(1966年8~9月)において異常な量を示した。
- (2) 異常隆起地域の範囲は震央域の中でも特に、震央位置の密集した地域に限られ、等隆起線の最小を示す部分は、震央分布の縁辺と良い一致を示している。
- (3) 地殻変動の進行と群発性地震の発生機構との間に密接な関係があることを示唆しているように見受けられる。
- (4) 震央域に隣接する広い地域については現在の段階では詳細をのべることができないが、国土地理院における調査結果と併せて、かつ構造地質学的な背景と関連して

Table 3(b). Results of relevellings near fracture zone.

		I	II	III	IV	V
		1966 9, 7~ 9, 16	9, 21~ 9, 27	10, 4~10, 8	10, 29~10, 30	11, 19~11, 20
Sz	瀬 関	m - 1.8839	m - 1.8882	m - 1.8898	m - 1.8929	m - 1.8960
T-1		+ 0.7364	+ 0.7437	+ 0.7427	+ 0.7450	+ 0.7458
J-2		-23.9149	-23.9060	-23.8934	-23.8779	-23.8695
Nk		- 0.0777	- 0.1059	- 0.1061	- 0.0949	- 0.0888
Nk-1		- 8.1853	- 8.1632	- 8.1564	- 8.1564	- 8.1565
I-2		- 3.6840	- 3.6827	- 3.6795	- 3.6749	- 3.6694
B	東 条	+24.9191	+24.9274	+24.9116	+24.8852	+24.8682
C		+12.0903	+12.0749	+12.0709	+12.0668	+12.0662
Sz	瀬 関					
D	牧 内	- 8.5297	- 8.4735	- 8.4752	- 8.4841	- 8.4878
M-1		+19.7694	+19.6960	+19.6936	+19.7042	+19.7106
Sg-1		-11.1377	-11.1494	-11.1435	-11.1374	-11.1327
Sg		-24.2285	-24.1828	-24.1847	-24.1935	-24.1938
J-1		+35.3234	+35.3365	+35.3463	+35.3614	+35.3635
Iw	岩 沢					

考察されなければならない。

- (5) 長野市を中心とする善光寺平を一般的に眺めると松代地域の異常隆起地域を除いて、長野市を中心とし、北東より西南 10~20 km の間に 2~3 のかなり大きいピークを持つ変動が系統的に認められている。

6. 謝 辞

水準測量による地殻の垂直変動調査について関係各方面の多大の御協力を得た。測量作業と成果の交換、および速報を数多く戴いた 国土地理院には 絶大なる御協力をいただいた。水準点の設置のため、位置の選定、断層線調査等には地震研究所地質部の方々にお世話になった。

調査測量全般について有益な御助言をいただいた地震研究所々長萩原尊礼教授をはじめ各部門にわたる多くの方々の御支援を受けた。

現地の作業に関しては、長野県松代町役場、長野県土木部屋代建設事務所、同上田建設

事務所, 若穂町役場, 須坂市役所, 豊野町役場より種々お世話になった。

観測結果の整理計算および図表作製にあつては平川紀子, 蓮池文子嬢をわづらわした。

調査費の殆んどは松代地震調査特別予備費によつて行われた。

ここに記して深甚の謝意を表する。

文 献

- (1) 松代地震群の研究 (1) 震研彙報 44 (1966), p. 307-445.
- (2) 地震調査報告—1965 年 8 月以降の長野県松代町附近の頻発地震— 昭和 41 年 1 月, 東京管区気象台, 長野地方気象台.
- (3) 同 上 —松代群発地震 (第 2 報)—(1966 年 1 月 12 日—6 月 30 日), 昭和 41 年 7 月, 東京管区気象台, 長野地方気象台.
- (4) 武井柳吉, “長野附近の水準改測”, 震研彙報 20 (1942), p. 237-239.
- (5) loc. cit. (1) p. 424.
- (6) 中村一明・恒石幸正, “横ずれ断層によると考えられる松代の地割れ群”, 1966 年 9 月 27 日地震研究所談話会.
- (7) 松代地震群の研究 (1) 震研彙報 44 (1966), p. 335-350.

14. *Levelling Resurvey Associated with the Area of Matsushiro Earthquake Swarms. (1).*

By Ietsune TSUBOKAWA, Atusi OKADA, Hirokazu TAJIMA,
Ichiro MURATA, Ko NAGASAWA, Sadakatu IZUTUYA
and Yutaka ITO,

Earthquake Research Institute.

After the earthquake swarms began in Aug. 1965 in the area of Matsushiro, North-eastern part of Nagano Prefecture, the Earthquake Research Institute and the Geographical Survey Institute repeated the first order levellings frequently along the routes in and near the region.

Shortly after the beginning of the earthquake swarms, the Earthquake Research Institute established the new route through the Matsushiro Town. Both ends of this route were connected to the bench marks of the national first order levelling route running on the highway apart from the Matsushiro town by about 6 km. This route and a part of the national route form a closed route and the surveys were repeated several times in the period from Oct. 1965 to Dec. 1966.

In April 1966 the Institute further established the new bench marks around Mt. Minakami located in the eastern part of Matsushiro, because the epicenters of the earthquake swarms were concentrated around there. Along this route surveys were repeated most frequently. From the results of the surveys some interesting features were found:

- (1) Apparently conspicuous crustal movement has taken place in the north-eastern area of Matsushiro Town. This movement, especially the ground upheaval, is

supposed to relate to the earthquake activities.

- (2) The maximum uplifted area is near the north-eastern foot of Mt. Minakami, the amount of upheaval reaching 80-90 cm.
 - (3) The upheaved areas roughly coincide with the epicentral areas of the earthquake swarms.
 - (4) Some deformations, however, are also found in the far outside of the areas. It is uncertain whether these deformations have any relation to the mechanism of the earthquake swarms or not.
-