

地震活動に関係した地殻変動 (2)

—東海地方東部の地震活動と伊豆長岡で観測された地殻変動—

田中 豊・加藤正明・伊藤芳朗*

CRUSTAL MOVEMENTS RELATED TO THE SEISMIC ACTIVITY IN RESTRICTED AREA (2)

—RELATION BETWEEN THE SEISMIC ACTIVITY
IN THE EASTERN PART OF THE TŌKAI DISTRICT
AND THE CRUSTAL MOVEMENTS OBSERVED
AT THE IZUNAGAOKA STATION—

By *Yutaka* TANAKA, *Masaaki* KATŌ and *Yoshiro* ITŌ

Synopsis

The present paper reports the results of a continuous observation for the crustal movements at Izunagaoka, Shizuoka Prefecture, by means of tiltmeters and extensometers.

The seismic activities in the Izu-peninsula and its vicinity were comparatively lower during the period of observation. Two groups of earthquakes, however, occurred within 30 km of the observation station and in both cases anomalous ground-tilts appeared and had a good similarity on the mode of crustal movements. Moreover, just before and after the occurrence of the first earthquake of each group peculiar changes were found on all components of tiltmeters and extensometers.

On the other hand, considering the existence of the annual variation and effects of atmospheric pressure, further observation is necessary to get the accurate conclusion for the observational results.

1. 緒 言

第一報の細倉観測室について、今回は、伊豆長岡観測室の4年半の観測結果についてのべる。観測は1960年7月に開始されたが、狩野川洪水調節用放水路トンネルの掘さくが行なわれ、その影響があらわれはじめたので、観測を中止し、この間に、観測用坑道の正式借用契約も成立したので、1968年1月から、本観測を再開の予定である。しかし以上の事情から3年間の欠測期間ができたので、この機会に前期の観測結果を整理し、観測再開のための参考資料を作っておくことにした。前期観測期間中、とくに顕著な異常変化は観測されなかったし、短期間の資料ではまだ年変化の影響を十分とりのぞくことができないので、地震と関係のある異常変化らしいものは認められてはいるが、確認するには到っていない。しかし観測室の安定度、年変化の程度などが明らかになったので、予備観測としての効果は十分あったと考えられる。

* 関東学院大学工学部、元防災研究所

2. 伊豆長岡観測室の沿革

伊豆長岡観測室は故西村英一教授の地殻変動観測所増設計画の第1次として、また地殻構造および変動観測特別事業の一つとして、紀伊長島、志摩両観測室と同時期に新設された。地かく変動部門の観測所は、当時近畿を中心として分布し、表日本側は紀伊長島、志摩両観測室の新設で、かなり整ってきたが、東海地方には当時東京大学佐久間観測所しかなく、東海地方の東部と西部に観測所の設置が痛感された。その頃著者の一人伊藤は防災研究所から関東学院大学に転じ、この機会に西村教授の指導の下に東海地方東部の観測を受持つことになり、西村教授と著者らが伊豆長岡の候補地を調査し、選定したものである。この地域は昭和5年の有名な伊東群発地震や北伊豆地震の発生地に近く、このような群発地震と地殻変動の関係を解明すると共に、関東大地震の発生地である相模湾を監視し、中規模地震発生地である駿河湾をひかえて各種の地震と地殻変動の関係を研究することを目的として設けられたものである。なお将来志摩との間の観測網を密にし、さらに上宝地殻変動観測所あるいは名古屋大学犬山、三河(計画中)両観測所との空間を埋めて、中部地方の地殻変動観測を充実する目的で、愛知県鳳来附近に観測室の設置が望まれている。

このようにして伊豆長岡の観測は、旧長岡採石所の大丁場内に、傾斜計2台、伸縮計2台を設置して、1960年度から地かく変動部門の観測事業として開始された。西村教授没後は、一戸時雄教授の指導下にある。観測開始の当初より坑内の採石はすでに終止しており、一部はマッシュルームの栽培(伊豆産業KK)に

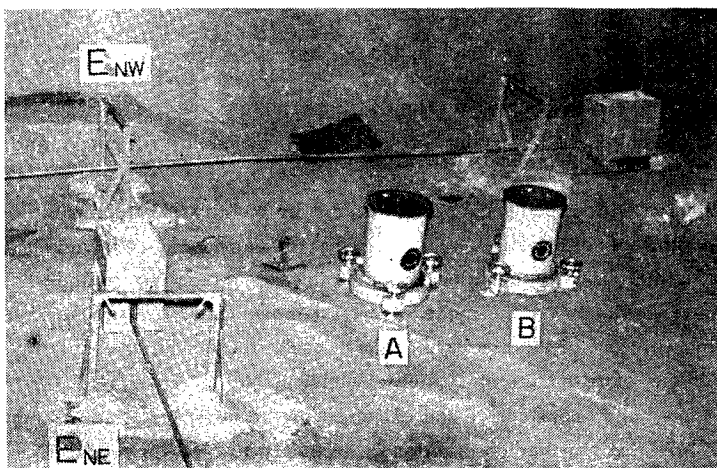


Photo. 1 Observational room in the adit of Izunagaoka.

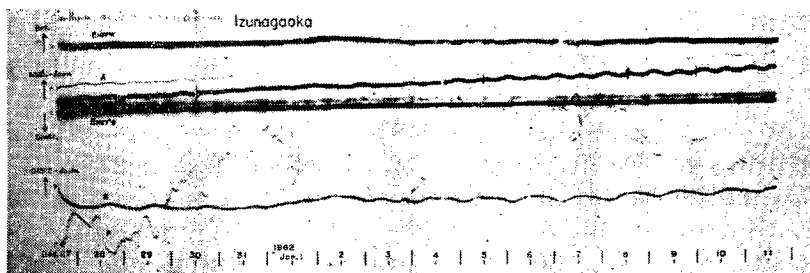


Photo. 2 Record of tiltmeters, extensometers and variometer of atmospheric pressure.

使用されていたが、現在ではこれも行なわれていない。しかし、1963年狩野川放水路トンネルの掘さく作業が開始され、その影響で異常な傾斜があらわれはじめ、崩落の危険もあったので、1963年11月には観測を一時中止し、1964年夏、傾斜観測だけを再開したが、再び異常変化が大きくなって観測を休止せざるをえなくなった。1966年トンネル工事完成と共に観測を開始する予定であったが、この間、同採石所附近は放映土地株式会社所有となったため、京都大学側と同社との間に正式に横坑貸借契約を行ない、この機会に再整備を施すこととし、1967年6月契約同年11月末電気工事が竣工した。1968年1月早々に観測再開の予定である。なお、放水用トンネルは洪水危険時のみ使用され、常時観測に影響はない。

3. 伊豆長岡観測室周辺の地殻物理学的諸条件

伊豆長岡観測室は、静岡県田方郡伊豆長岡町の北部、上耕地山の旧長岡採石所の大丁場にある。この地は相模湾と駿河湾にはさまれた伊豆半島のつけ根にあたる地峡帯で、伊豆半島の中央部から北に流れる狩野川



Fig. 1 Topography around Izunagaoka.
▲: Observational room.

はこの地峡の西部を北へ流れて駿河湾に注ぎ、伊豆長岡町は狩野川流域の谷底平野にある。この付近には淡黄緑色の凝灰岩質砂岩の厚い層があり、伊豆石として建材に使用され、石切場が多数散在する。観測室はこの採石跡の横坑の奥の独立した1室を利用している。狩野川洪水調節用放水路は観測室の北北東最短水平距離 60 m 高低差約 30 m 下の地点を東南東から西北西に通ることになり、そのためこの放水路付近は、地質

調査やボーリング, 弾性波探査が十分になされ, 詳しい地質断面図が作られている。Fig. 2 は建設省中部地方建設局沼津工事事務所¹⁾ から提供された原図をもとにしたものである。

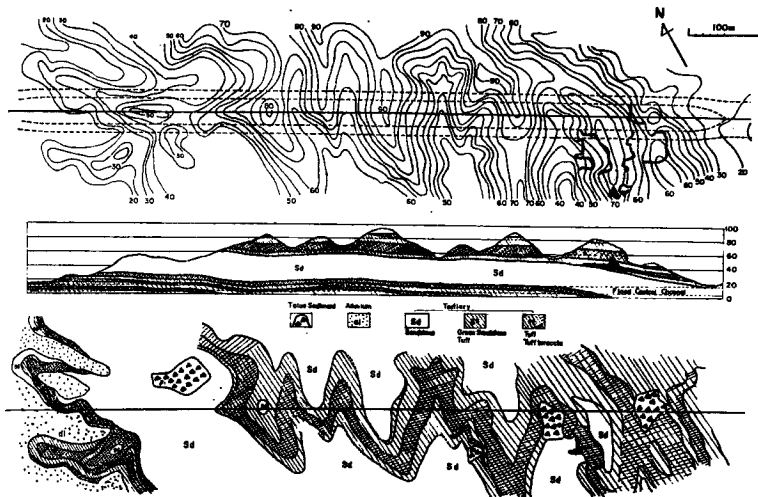


Fig. 2 Contour map, cross section and geologic map around the flood control channel.

▲ : Observational room.

この付近の地層の走向は北 10° ないし 30° 西で, 東方へ約 20° の傾斜を示しているが, 断面図からもわかるように, ほぼ水平な成層構造であるから, 侵蝕によって削られた地形の等高線と表面地質の境界線はほとんど同じ形を示している。

伊豆半島の基盤は第3紀中新世の海底噴出による安山岩, 石英粗面岩およびこれらの集塊岩, 凝灰岩である。半島には第4紀の火山が7つあるが, 有史以後活動の記録のある火山はなく, もっとも近い活火山は箱根と大島であり, 北部はほとんど第4紀の安山岩, 玄武岩で覆れている。半島は褶曲の少ない伊豆台地からなるが, Fossa Magna 南部褶曲帯に半ば囲まれていて, この隣接の褶曲帯は3つの隆起帯とそれにはほぼ平行する3つの沈降帯から成るとされている²⁾。それに対し伊豆台地はそのような著しい隆起も沈降もおこらず, 地殻変動上独立な塊をなしてかなり安定化しているといえるかも知れない。しかし一方, 水準測量の結果から, 坪井³⁾らはこの地域の地塊運動を見出し, 7 km ないし 14 km 位の地塊の集合体であるとしている。また関東大地震では震央地域に近接しているにもかかわらず地殻変動は小さかったが, 昭和5年2月, 3月と5月の伊東群発地震では, 水準測量の結果, 群発地震域の移動に伴って隆起地帯の移動が見出され⁴⁾, ついでその年の11月26日の北伊豆烈震には丹那断層が発現し水平移動や昇降運動はきわめて顕著なものがあつた⁵⁾。なお, 寺田, 宮部らは各半島の南傾運動を調べて, 伊豆半島は毎年約 $0.11''$ の傾斜速度をもって南傾しているとの結果を出している⁶⁾。また, 最近壇原は関東地方南部の昇降変動をまとめているが⁷⁾, それによれば, 関東大地震発生直後までの伊豆半島の変動はほぼ西下がりであるのに対し, 伊東群発地震と北伊豆烈震をはさむ6年間には半島ののびる方向, すなわち, 南南西の方向に傾斜していることが示されている。ただ, 伊豆半島を一周する水準測量はその後行なわれていないので, 結局地震のなかった平常時の運動というものがないが, 寺田, 宮部のいうように, 南または南南西方向の傾斜を行なっているのではないかと想像される。三角測量については, 一等三角点が半島に1つしかないので, 半島そのものの変動はわからない。ただ北伊豆烈震時に震源地周辺の三角測量が詳しく行なわれたにすぎない。

このように伊豆半島の過去の地殻変動については, 他地域にくらべれば, かなり詳しく研究されているが,

地殻変動と地震活動の関係を調べるためには、観測地点周辺の地殻変動がどの範囲の地震あるいはどの地震活動域と直接関係しているかを調べることがきわめて大切である。たしかに地震が群発している地域は一つの地震活動域と考えることができる。市川の研究⁹⁾では、伊豆半島周辺の地震は、三宅島、伊豆半島東岸、丹沢付近、静岡付近の4つの Group に分けられ、その Group それぞれの中では群発的に起るが、Group 相互間に関連性がないという。しかし伊豆長岡の付近の地殻変動が、伊豆半島周辺の地震活動だけに関連があるのか、もっと広い範囲が関与しているのかはわからない。さし当って今後の観測の参考資料として広い範囲をとってみた。

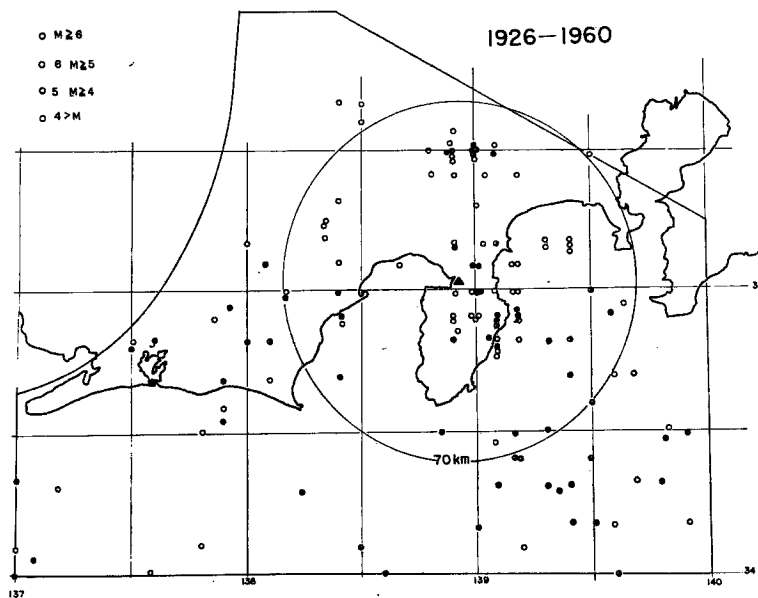


Fig. 3 Distribution of epicenters of the earthquakes occurred during the period from 1926 to 1960 in the eastern part of the Tōkai District.

Fig. 3 はその範囲と震央分布を示したものであり、北東は南部 Fossa Magna 褶曲帯の東縁、北西は中央構造線で区切り、東は東経 140° で境界を引いて房総沖地震を除外し、西は便宜上東経 137° の線で区切った。南の限界線は下鶴らの伊豆諸島の地震活動の空間的分布を示した図⁹⁾を参考として、三宅島、八丈島間に地震活動の高い地域と低い地域の境界があることから、北緯 34° をもって境界線とした。以上の範囲は、今のところ便宜上のものであって今後検討を加えて行くつもりである。Fig. 4 は伊豆長岡から半径 70 km 以内の地震による energy の放出状況と Fig. 3 に示した全域の地震による energy の放出状況を示している。1962年までは Catalogue により、1962年以後は地震月報によった。これによると、伊豆群発地震、伊東烈震以後、半径 70 km 以内の地域はかなり静穏である。1944年からは静岡県西部、遠州灘方面が活発化した、これはむしろ三河地震の系列と考えるべきであろう。

詳細については後に述べるが、伊豆長岡の観測開始は地震活動がやや活発化しはじめたときであり、あらかじめ活発化しはじめた頃に観測を中止しなければならなかったのはまことに残念である。なお、この地域の地殻変動の連続観測としては、高橋の「川奈における傾斜変化観測」¹⁰⁾があり、海洋潮汐負荷による土地傾斜変化の解析が有名である。

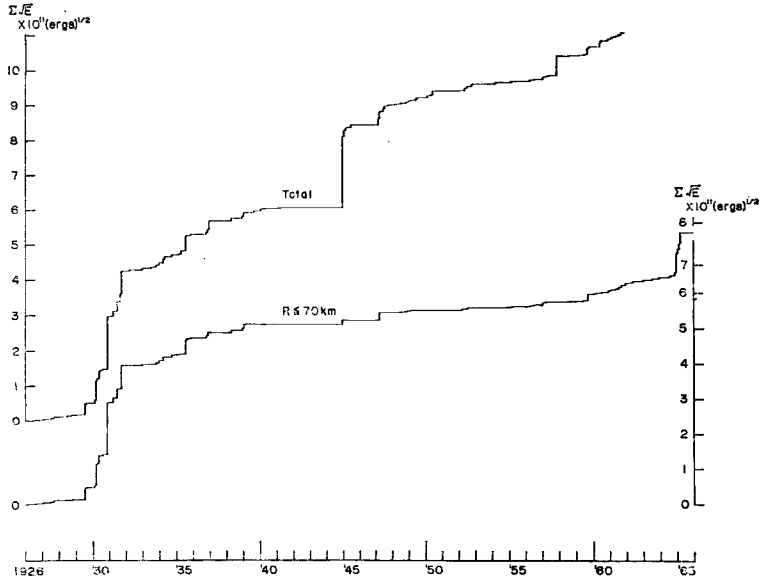


Fig. 4 Mode of energy release by shallow earthquakes in the eastern part of the Tokai District. (1926—1960).

Upper: for whole region shown in Fig. 3.

Lower: for region within 70 km of the Izunagaoka station.

4. 観測室, 観測器械, 観測精度

観測室の位置, 観測器械の種類と感度は Table 1, Table 2 に示すとおりである。

Table 1 Position of observational room (IZUNAGAOKA)

Latitude	Longitude	Height	Depth	Geol. formation	Epoch of observation
138°56'E	35°02'N	50m	25m	Tertiary Tuff	July, 1960~Dec., 1964 reopening: June, 1967

Table 2 Sensitivity of instruments

Instrument	Direc. obs.	Sensitivity	Opt. dist.	Period	Epoch of obs.
Super-invar tiltmeter of horizontal pendulum type (with oil damper)	N37° E—S 37° W	0.01"/mm	200cm	25sec	July 1960~Dec. 1964
	S 53° E—N 53° W	0.01"/mm	200cm	25sec	July 1960~Dec. 1964 resetting: Jan., 1968
Extensometer of bow-string type (Super-invar bar)	N37° E—S 37° W	2×10^{-8} /mm	500cm	length = 5m = 3.6m	July 1960~Nov. 1963
	N 59° W—S 59° E	4×10^{-8} /mm	500cm		July 1960~Nov. 1963 resetting: Jan., 1968

観測室は旧長岡採石所の採石場跡の1室であり, 複雑な坑が良質の伊豆石を追って迷路のように掘られてゐるが, 観測室はその南西端にある独立した石室である。

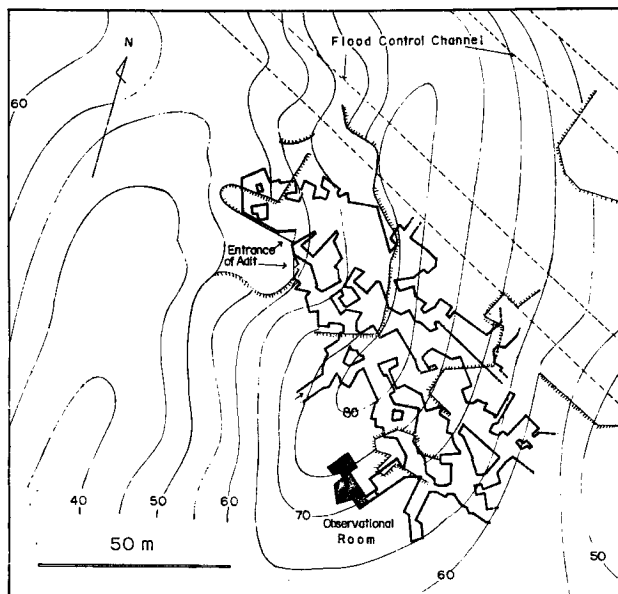


Fig. 5 Situation of the observational room to the adits of quarry and the flood control channels.

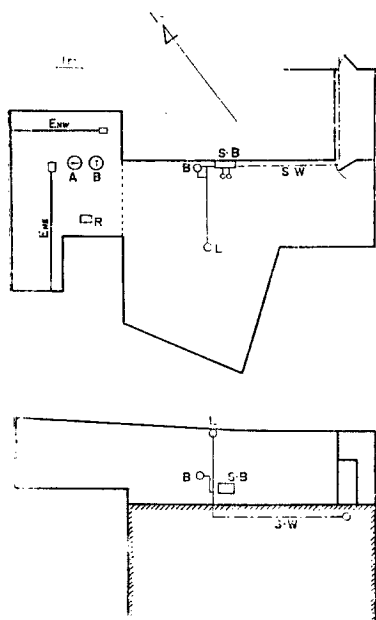


Fig. 6 Side view and plan of observational room, and arrangement of instruments.

観測室内の器械配置は Fig. 6 に示す。斜線の部分は破砕物で完全に埋められており、準備室として使用している。器械を設置できる面積は狭くないが、きわめて湿度が低く、坑内温度は平均 16.5°C 、年較差は 0.3°C で、理想的な観測室といえる (Photo. 1 参照)。

Table 1 に記したように、観測室の地表面からの深さは 25 m で観測室としては浅い方であり、それ故、年変化の振巾は傾斜変化で $3''$ 位に達する。伸縮変化の方も年変化が存在するはずであり、異常な変化があったため、振巾は今のところ正確にはわからないが、 1×10^{-8} 程度と予想される。降雨の影響についてこの期間の観測でめづらしいことがあった。すなわちこの観測室は浅いにもかかわらず、降雨による急激な異常変化はあらわれず、むしろ気圧変化と思われるようなゆるやかな変化をするだけである。これは凝灰岩質という地質によるものと考えられるが、1961年3月から6月までの間だけ不規則に雨の影響が大きく出た。その前に観測室内のくぼみに、水が溜ったという報告があったが、その時以来と考えられる。ところが同年6月この地方に梅雨前線豪雨が襲い、伊豆長岡町は狩野川の出水により大きな被害をうけた。坑内には何の異常もなかったが、その直後から降雨による急激な変化が再び現われなくなった。これはおそらく地下水の流路が変わったためと考えられるが、その後急激な降雨の影響がなくなったのは幸いであった。このように観測室は浅いにもかかわらず、気象影響としては年変化と気圧変化と多少の降雨の影響があるが、いずれもそ

測室は浅いにもかかわらず、気象影響としては年変化と気圧変化と多少の降雨の影響があるが、いずれもそ

の効果を除去しやすい性質のもので、観測に支障はない。経年変化もかなり少なく、S53°Eの傾斜計で年間約1"、N37°Eの傾斜計で年間約2"程度に安定している。伸縮計は両成分とも年間 $1\sim 2\times 10^{-6}$ 程度である。なお後出の Fig. 8 に中部地方建設局伊豆長岡雨量観測所の月総雨量と月平均気温、網代測候所の月平均気圧を併示してある。傾斜変化の年変化は気温の年変化に1カ月遅れの位相差が認められる。

なお前回の第一報¹¹⁾に述べたような、観測の精度を示す値は、伸縮計については原因不明の大きな異常があったために、精度の限界を求めることは今のところできない。傾斜計については、気圧変化分を除外し、年変化を考慮すれば、0.01"~0.02"/day, 0.05"/week, 0.2"/month, 1"/year程度となる。つまりこれ以上の大きさないし速さをもった異常変化があれば検出可能である。なお観測室の床は石材を切り出した後の平らな岩盤がでているのでコンクリート台を作らず岩盤に直接傾斜計を設置してある。また観測を開始した1960年にはすでに採石作業は一切行なわれておらず、狩野川放水路トンネルの掘さくがはじまるまでは、採石掘さくの影響は全くなかった。

5. 伊豆長岡の傾斜・伸縮の永年変化と年変化

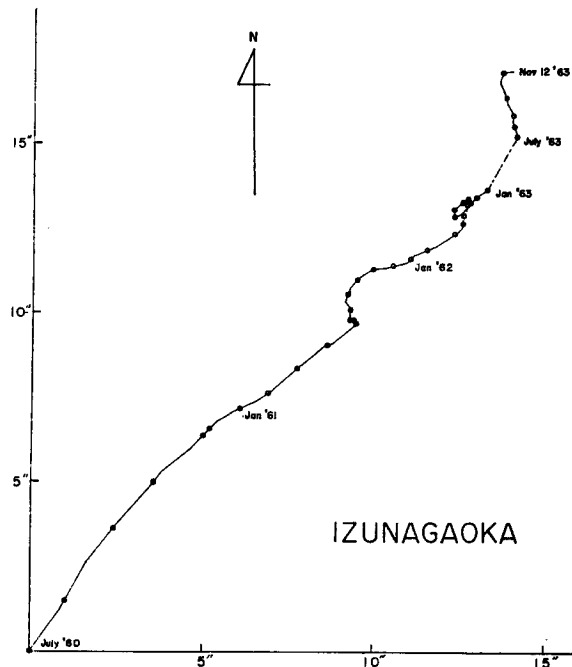


Fig. 7 Vector diagram of the ground tilts observed at Izunagaoka.

Fig. 7 は伊豆長岡で観測された傾斜変化の Vector 図であり、Fig. 8 は傾斜計、伸縮計の各成分の変化曲線を示す。Fig. 8 からわかるように伸縮計は設置後約3カ月ではほぼ安定した模様である。傾斜計の両成分も4カ月位で一応安定な状態に達したように見える。しかし傾斜計 N37°E 成分の変化を詳しくみれば、1961年3月以前と以後では平均傾斜変化速度がちがうようである。ここでは前にのべたようにコンクリート台を作らず、岩盤に直接器械を設置したので、設置後の影響は早くおさまるはずである。一方 N59°W—S59°E の伸縮計も同様、1961年1月末まで大きな変化をしており、これらの理由はわからない。見方によっては傾斜変化の方は1961年3月末に急激に折れまがっているようにもみえる。なお N37°E—S37°W の伸縮計の1961年3月から6月までの異常な振動的変化は、先に述べたように、この期間だけ降雨の影響が大きか

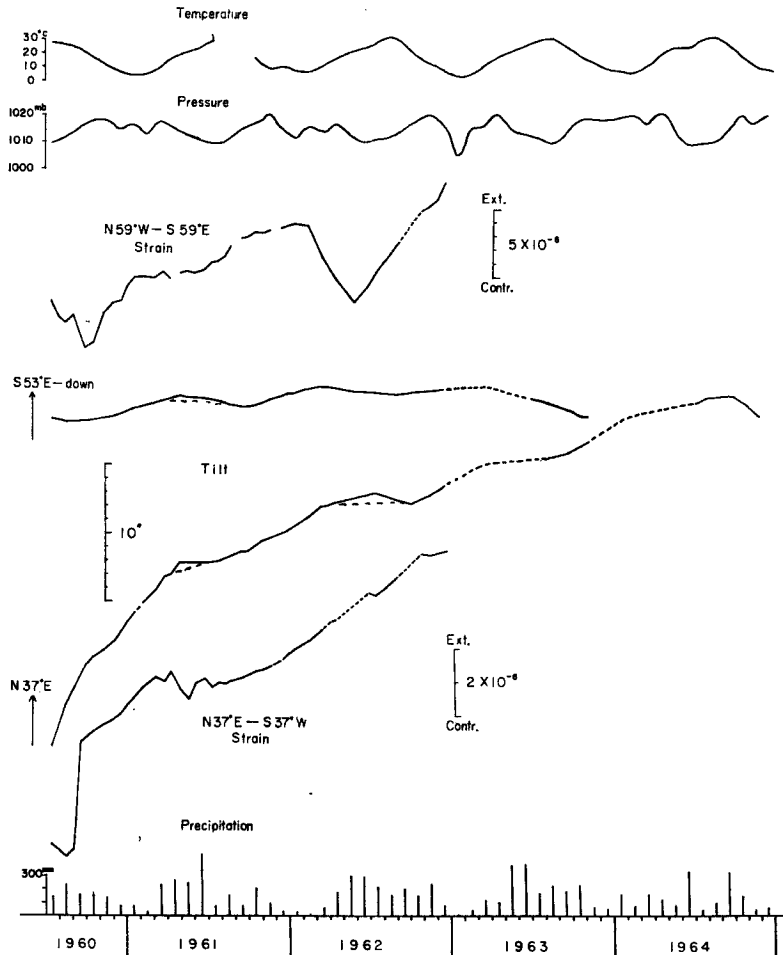


Fig. 8 Secular changes of ground tilts and strains observed at Izunagaoka.

ったことを示している。また N59°W-S59°E 成分の伸縮計にあらわれた1962年2月以後の大きな異常変化の原因も不明であるが、その異常がまた半年ぐらいで回復しているのも理由がわからない。1963年1月から6月頃まで半年間は、観測者の都合で欠測が続いた。

観測が軌道にのった後、1963年秋頃から、放水路工事によると思われる大きな異常変化が出はじめて、同年11月には伸縮計を撤去した。トンネル工事が終了したとの連絡で、1964年6月から傾斜計による観測だけを再開したが、再び大きな異常変動があらわれて観測を中止した。伸縮計の観測はこの期間行なわなかった。結局、解析の対象となるのは1961年と1962年の2年間だけであって、年変化の値をきめるにも資料が十分でない位である。しかし永年傾斜変化の方向はほぼ北東方向、これに1"~2"程度の年変化が重なって、Vector図は loop を画いているのが平常の状態であるということは十分予想されるに到った。

6. 伊豆半島周辺の小地震 Group の発生と地殻変動

Fig. 9 は観測実施期間を含む1960-1965年の6年間に、伊豆半島周辺に発生した地震の震央分布図で、地震月報に位置の記載されている 60 km 以浅の浅発地震である。位置を記入した地震は、東経 138° 以東

と北緯 34° 以北および図中の実直線で囲まれた範囲内のものである。

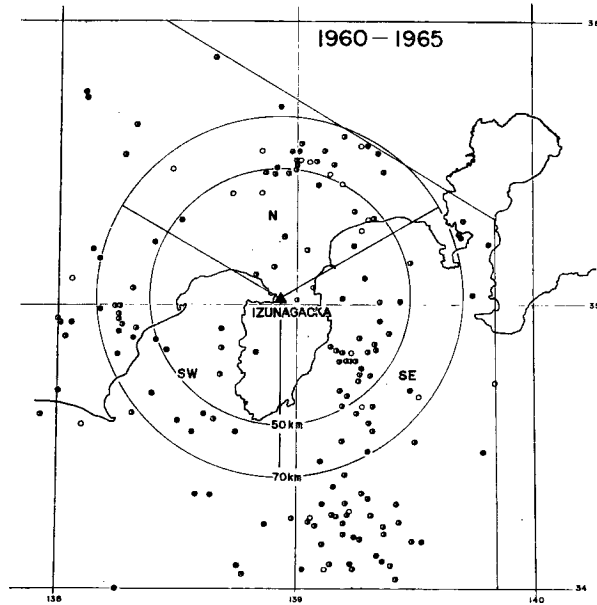


Fig. 9 Distribution of epicenters of the earthquakes occurred during the period from 1960 to 1965 in the Izu-peninsula and its vicinity.

ところで伊豆長岡から 70 km の範囲をとると、伊豆半島周辺の地震について市川の報告にあった、第 2 第 3、第 4 の地震群発生域をちょうど全部含むことになる。さらに好都合なことは南方向から 120° づつ 3 つの領域にこれを区分すれば、この 3 つの地震群の発生域はちょうど同面積の扇形の中におさまることになって、この 3 地域での energy release の様子をみるのにきわめて具合がよい。この 3 つの地域の energy release の様子を Fig. 10 に示す。

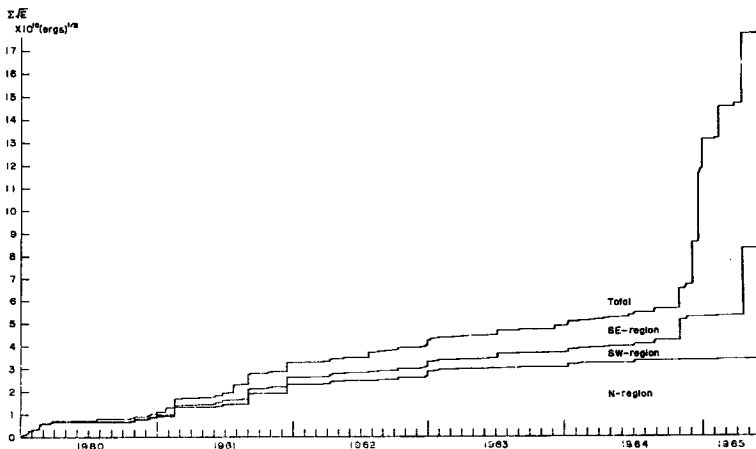


Fig. 10 Modes of energy release by shallow earthquakes occurred within 70 km of Izunagaoka for the three regions of fan shape.

この図では1961年は1960年に比べて地震の発生数が急増しているようにみえるが、これは地震月報の編集方法が変わったためかも知れない。しかし実際に3つのやや大きな地震が発生していることも考慮する必要がある。なお、この図は N-region の energy release 折線の上に SW-region の折線をつみ重ねたものであるから、両折線の間隔がその地域の energy release に相当し、最上部の折線が丁度 70 km 以内の地震全部の energy release になるようにしてある。

さて、N-region では地震活動は1961年以後徐々に弱くなっている。SW-region では1964年11月に Magnitude 5.4、1965年4月には Magnitude 6.1 の地震が静岡付近に発生して新しい活動が始まったように見える。SE-region では1964年12月に大島近海で地震活動が活発化し、主震と思われる地震は12月9日の Magnitude 5.8 のものであった。SE-region と SW-region の活動との間に関係があるかどうかは何ともいえない。ところで非常に残念なことに、伊豆長岡の観測は1964年9月に異常変化が増大し、放水路工事の影響と見て観測を中止したのであるが、トンネル工事はすでに完了して付帯工事だけであったので、この時の異常変化は SE-region あるいは SW-region の地震活動活発化と関係のある地殻の異常変動ではなかったかという考えも成立つはずである。

さて、Fig. 8 に示した傾斜の年変化を詳細に検討すれば、1961年4月の両傾斜変化の山の位置と1962年7月の N37°E 成分の山の位置が異常なことに気がつく。そこで異常な分を取除いて点線で結んでみた。このことについては著者同志の間で意見の相違があったが、点線で結んだものを正常な年変化と考えるならば、2成分の傾斜変化の位相は各山谷が一致し、また外気温の年変化にちょうど、1カ月おくれてこれとの位相差もよく一致することになる。実際には平均の年変化の形を定めることが先決であるが、2年余りの資料ではどうにもならないので便法を用いた。ここで点線からはずれた分を異常変化として Vector 図を描いたものが Fig. 9 に示してある。同時に、水準測量の資料として、1925年から1931年までの間の垂直変動の図を併示した。

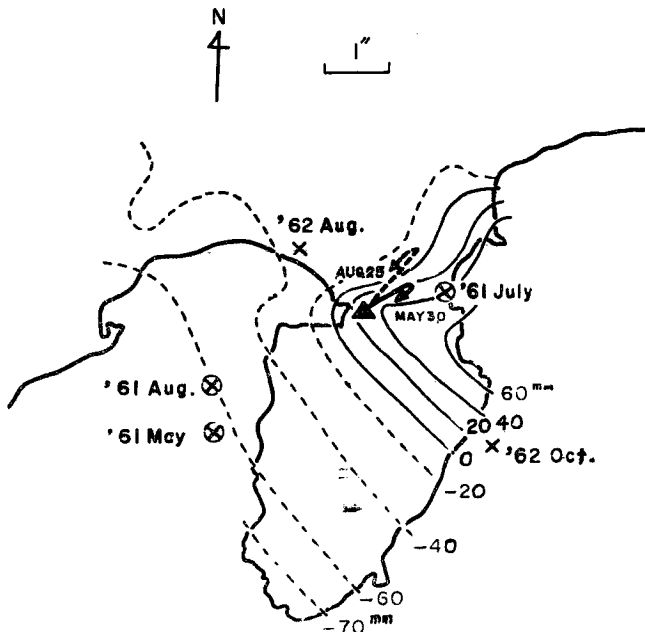


Fig. 11 Vertical movements in the period from 1925 to 1931 (after Dambara) and vector diagram of anomalous ground tilts for two groups of earthquakes.

Vector of solid line: Apr. — Aug., 1961.

Vector of dotted line: Apr. — Oct., 1962.

さて、観測の正常であった2年間に伊豆長岡から30 km以内に発生した地震(地震月報に震央を記載されたもの)は5つある。その震央の位置を同じく Fig. 11 に記入した。このうち3つの地震が1961年の異常変化と思われる期間に発生している。その間の異常 Vector は実線の Vector で示してある。また、1962年の異常変化期にちょうど一致して残りの2つの地震が発生している。このときの異常 Vector を点線で記入した。いずれの場合も、この2つの Group の最初の地震の発生直前に方向を逆転し、Vector の矢印の先端の位置で最初の地震が発生し、そして異常変動がちょうど回復した時期に最後またはあとの地震が発生している点は全く共通している。また異常 Vector の方向が南西下りの等垂直変動量線とちょうど直交していて、全く同じ方向の傾斜様式を示していることになる。便法による異常変化の量のとり出し方に多少の誤差はあるとしても、以上の傾向がそれ程大きくかわることはない。ただこれが本当に地震によるものか年変化の形が年によって異なるにすぎないためかは、これ以上今のところ判断の下しようがない。今後の精密な観測を待って、もし雨の変化を含んだ年変化の形を十分な精度できめることができれば、これを判定することができるであろうし、また今後同様な地震の Group で同じ様な変化が生ずれば、それも一つの証明になる。結論はそれまで保留しておきたい。

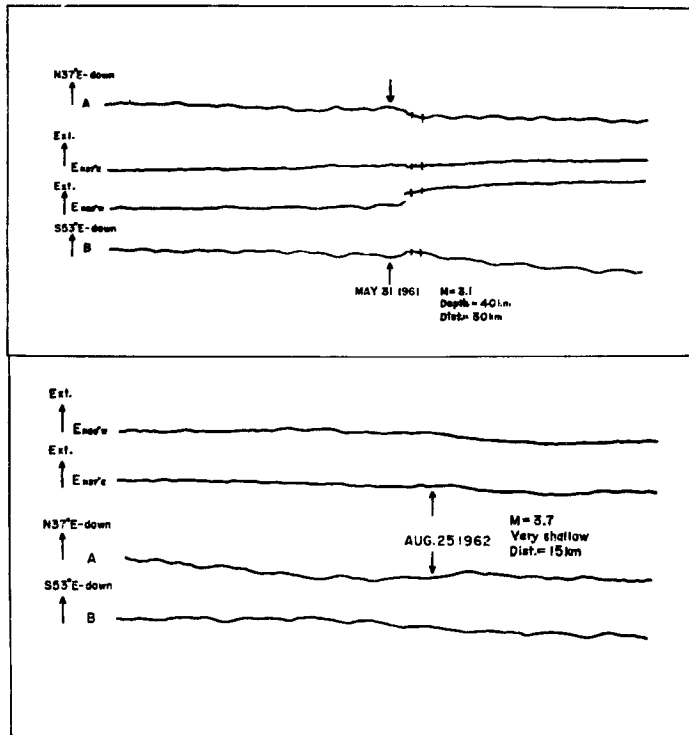


Fig. 12 Records of tiltmeters and extensometers before and after the earthquakes of May 31, 1961 (Upper) and Aug. 25, 1962 (Lower).

つぎに、この2つの Group の地震のそれぞれについて、地震の直前直後の異常変化の有無を調べてみた。ところが両 Group の最初の地震だけに異常変化が認められた。これもその理由はわからない。その時の記録を Fig. 12 に示す。矢印は地震発生時を示す。5月31日の地震では28日に4.7mm、31日に5.0mmの降雨があっただけで雨の影響でないことは確かである。また、この異常変化は気圧変化による傾斜・伸縮

の変化とは型が違出し、この変化は傾斜伸縮の4成分全部にあらわれて器械的なものでないことは確かである。なおすぐあとに遠地震2つが発生している。この地震では地震後、震央方向には余り伸縮変化はなく直角方向に 10^{-6} 程度の伸びが認められ、傾斜方向は地震直後にはほぼ南下がり、約半日後その方向が反転している形跡がある。他方、8月25日の地震は5月の地震にくらべて Magnitude も大きく震央距離も近いが、25日に 84.3mm 26日に 40.3mm の降雨があったので、この時の異常変化が地震に関係したものかどうかは確信できない。ただし、この降雨量は網代測候所のもので、伊豆長岡でどの程度の降雨があったか明らかではない。またこの間気圧の大きな変動はなかった。このときの異常変化は伸縮計では地震直後両成分共縮みの変化を示し、傾斜計では半日前から北下がりの変化を行ない地震後半日くらいづつづいてはいるが、その後平常の変化率にもどっている。しかし以上のべたように、この異常変化の原因が、地震と関係のあるものか気象的なものかは、とくに8月の地震については、何らの確証もないので、この地震の直前直後の微変動については、資料の一つとして提示するとともに、詳細についてはさらに資料を集積するまでさしひかえたい。

7. 結 語

観測期間4年半のうち解析に耐える期間は1961年と1962年の2年間だけであり、その間にも1961年の梅雨前線豪雨などの影響があって、結局、平均傾斜変化の方向、降雨の影響、年変化の程度等観測室の特性がわかかったにとどまった。しかしその結果、今後の観測に期待できることが多いことも明らかとなったので、予備的観測の効果は十分果していると考えられる。また、2つの Group の地震の発生直後の変化と、2つの地震の直前直後の短期間の異常変化も、今後観測を続けて年変化や気圧変化の定量解析をほどこし、さらに同様の資料を蓄積すれば信頼できる結果が導けると予想される。伊豆長岡では同じ観測室で今後観測を続けて行くことになったから、2年間の観測資料はこの意味では貴重なものであると信ずる。

この観測と研究に終始御便宜を計っていただき、また御指導を賜った一戸時雄、岸本兆方両教授、ならびにこの研究を支持し御協力下さった地球物理学教室地殻物理学講座および地かく変動部門の御一同に深く感謝の意を表する次第である。また、小泉誠氏にはこの論文の作成に特に御助力を賜ったし、関東学院大学工学部の掛川文夫君には直接観測に当たって頂いた。なお、観測再開に際して放映土地株式会社、とくに丹羽芳行氏にはいろいろお世話になった。ここにお礼を申し上げるとともに今後の御協力をお願いする次第である。なお、この論文の資料の一部は建設省沼津工事事務所と伊豆長岡町建設課の提供によるもので合わせて感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 建設省沼津工事事務所：狩野川放水路工事誌，昭和42年9月。
- 2) 松田時彦：南部フォッサマグナの地殻構造に対する地質学的推定，震研彙報，第40号，1962，357—370頁。
- 3) TSUBOI, C.: Investigation of the Deformation of the Earth's Crust Found by Precise Geodetic Means, Jap. Journ. Astr. Geophys., Vol.10, No.2, 1933, pp.93—248.
- 4) TSUBOI, C.: Vertical Crustal Displacement in the Seismic Region of Itô, on the East Coast of the Idu Peninsula, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol.11, 1933, pp.488—499.
- 5) TSUBOI, C.: Notes on the Mechanical Strength of the Earth's Crust, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol.11, 1933, pp.275—277.
- 6) TERADA, T., MIYABE, N.: Tilting and Strength of Earth's Crust, Proc. Imp. Acad. Vol. VIII, No.7, 1932, pp.288—291.
- 7) DAMBARA, T., HIROBE, M.: Vertical Movements of the Earth's Crust in the Southern Part of the Kanto District, Journ. Geod. Soc. Japan, Vol.10, No.3—4, 1965,

pp. 146—153.

- 8) 市川政治：伊豆半島周辺の地震について，昭和42年地震学会秋季大会で講演。
- 9) 下鶴大輔，堀米和夫：神津島最近の地震活動について（附）伊豆諸島の火山活動と地震活動の空間的分布について，火山，第12巻，第1号，1967，11—25頁。
- 10) TAKAHASHI, R. : Tilting Motion of the Earth's Crust Observed at Kawana, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. X, Part 1, 1932, pp. 145—170.
- 11) 田中豊，加藤正明，小泉誠：地震活動に関係した地殻変動(1)，東北地方外帯の地震活動と細倉で観測された地殻変動，京都大学防災研究所年報第10号A，1967，123—140頁。