

44. 宇佐美において観測された 1980年伊豆半島東方沖地震前後の傾斜変化

地震研究所 柳 沢 道 夫

(昭和55年10月22日受理)

1. はじめに

伊豆半島中部の群発地震活動に伴う地殻隆起の各種調査は、1975年頃より開始されたが、地殻変動連続観測は実施されなかった。一方地震活動および重力変化の状況などから、活動域が半島北部へ移動することが予想されたため、各種の観測を半島北部において実施する必要性が示唆されていた(萩原ほか, 1976)。こうした事情から、地震予知の有効な手法である地殻変動連続観測も緊急に行うべきであるとの見地に立ち、伊豆半島北部の宇佐美に傾斜臨時観測点を設置した(柳沢, 1980a)。

本報告においては、1980年6月29日に発生したM6.7の伊豆東方沖地震の前後の、宇佐美における観測結果について述べ、とくに地震の先行現象と思われる傾斜変化および地震時における傾斜変化について考察してみたい。宇佐美の観測坑は降水の影響を極めて多く受けるため、降水量を入力とし、傾斜変化を出力とする線形の伝達関数を決定することによって、降水を原因とする傾斜変化を予想することができる(柳沢, 1980b)。この方法による傾斜変化を補正すれば、傾斜データのSN比が向上し、preseismicな変化をより明瞭に検知し得るのである。

2. 観測点の概要

臨時観測点はFig. 1に示すように、静岡県伊東市宇佐美にある。宇佐美の地形は、東側は相模灘に面し、他の三方は山地に囲まれている。この宇佐美付近の地質は久野(1952)による詳しい説明がある。宇佐美と伊東市の中心街との間にはかなり大きな山地があり、海岸までせまっている。この山地は宇佐美火山(TSUYA, 1938)の噴出物であって、亀石峠から南方に向かって主尾根を構成し、しだいに東方に湾曲しつつ海中に没している。この半円形の主尾根は当時の宇佐美火山壁の後退したものと思われる。この噴出年代は、NAGATA *et al.* (1957)による古地磁気学的方法をもとに、倉沢(1972)が、第4紀最古の70~80万年前のものと述べている。宇佐美臨時観測点は、この宇佐美火山噴出物の最北端に位置していると思われる。

宇佐美における傾斜観測は1979年7月初めに開始した。観測に用いたのは、TEM傾斜計(坪川ほか, 1970; 柳沢, 1971)が4台である。

観測坑は堀削から約100年余経過した旧坑を利用して、Fig. 3に示すように扉を3枚用いて仕切りをした。観測室を2分するかのように、中央部に垂直な断層があるため、これ

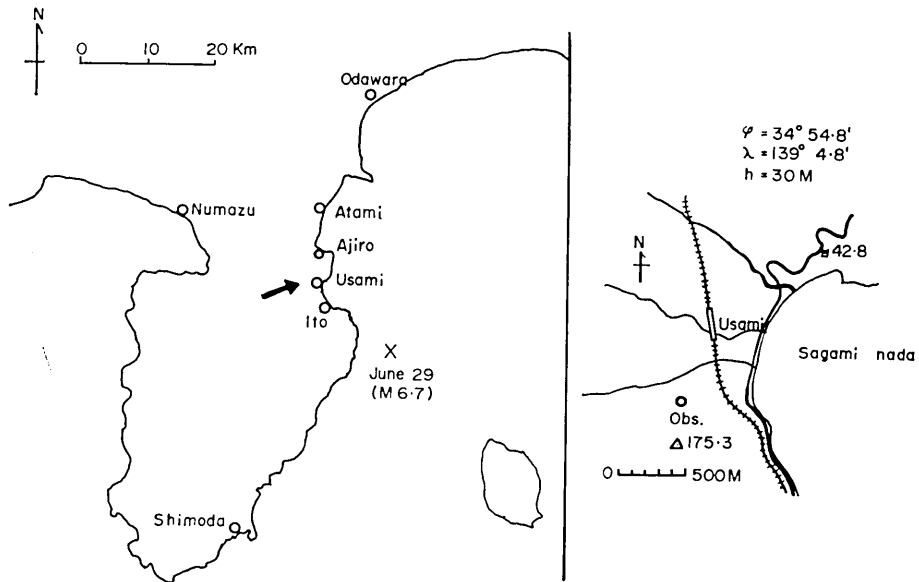


Fig. 1. Location of the Usami observation site.

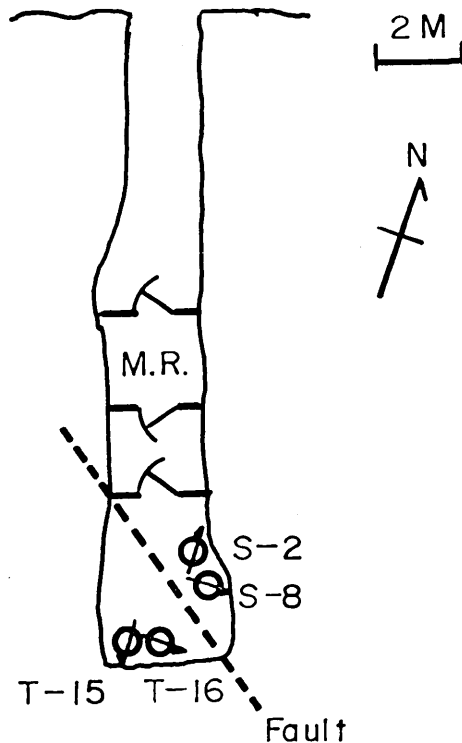


Fig. 2. Plan of the vault at the Usami observation site.

をはさんで各1組の傾斜計を設置した。断層の西側に T-15 (S-N 成分) と T-16 (E-W 成分) を、東側に S-02 (S-N 成分) と S-08 (E-W 成分) を配置した。

3. 地震前後の傾斜変化

Fig. 1 にみるように、1980年6月29日伊豆東方沖地震の震央は宇佐美観測点の東南方約 14 km のところにある。観測点において得られたこの地震の前後における傾斜観測の結果を Fig. 3 に示す。図中において、各成分について Obs. と記したものがそれである。なお、同図中において Cal. として示したものは次章において計算方法を説明する、降水を原因とする傾斜変化の予測値である。

1) coseismic な変化. Fig. 3 に示した傾斜計の観測記録のうち点線によって表わした部分が地震時における変化である。S-N 成分である T-15 と S-02 では、

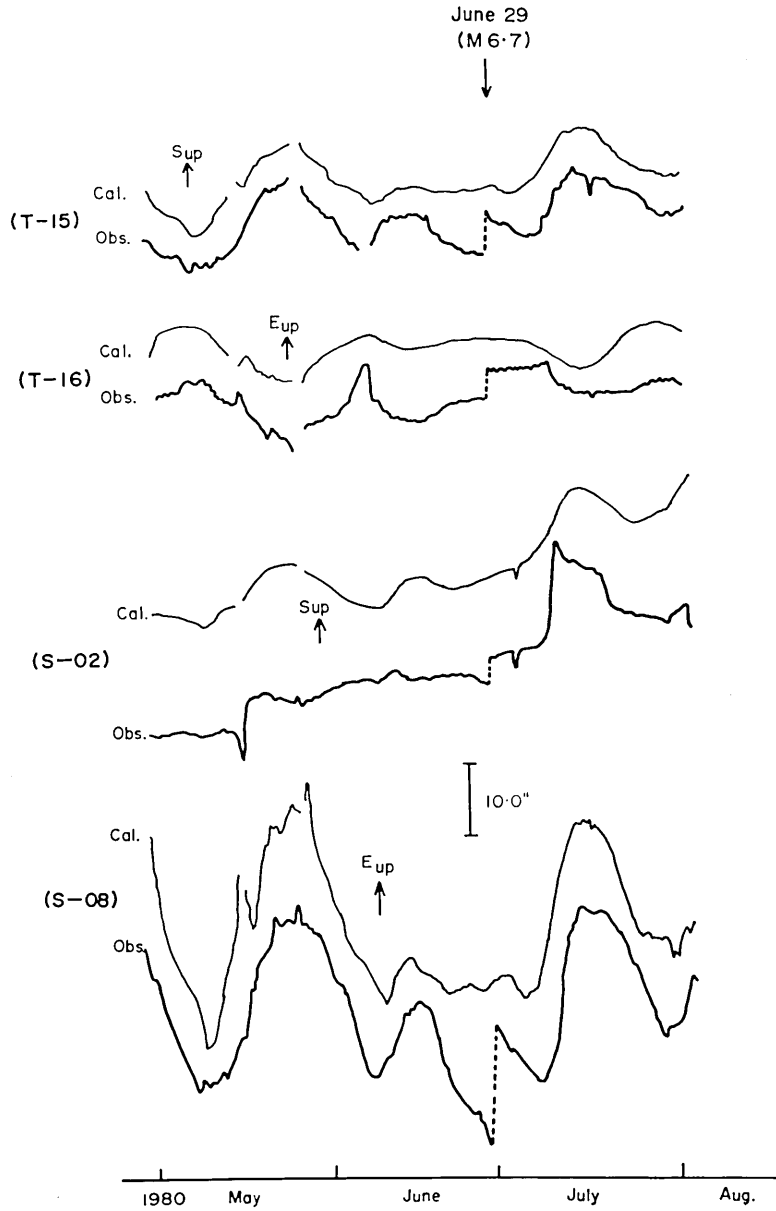


Fig. 3. Observed and calculated tilts before and after the earthquake of M 6.7 which occurred on June 29, 1980 off the eastern Izu Peninsula.

記録が地震発生と同時に記録紙外にスケールアウトしてしまったので、実際の傾斜変化量は不明で、図中には適当なスケールで記入してある。E—W 成分の T—16 では、スケールアウトはしたけれど、リセット時間などによって変化量を推定することができた。同じ成分の S—08 のみ記録が紙上に残ったので、coseismic な傾斜変化の実際の量を知ることができた。

この coseismic な変化は、宇佐美からみて震央方向が上るセンスである。

2) preseismic な変化. Fig. 3 において、傾斜変化の予測値と実測値について、それぞれの変化の対応が著しく異なっている部分がある。例えば coseismic な変化の直前の数日間をその例としてあげることができる。例年6月は梅雨期であるから降水量は比較的多いが、本年は降水量が比較的少なく、とくに6月下旬は傾斜変化を起こすような降水が少なかった。このことは、Fig. 3 の各4つの成分の予測値の変化が少ないことにあらわれている。

Fig. 3 に記号 Obs. によって示した傾斜変化と Cal. によって示した予測値を比較すれば、T—15 と S—08 については地震の前に、前兆とみられる傾斜変化の落ち込みが明瞭である。また T—16 と S—02 についても、僅かであるがこのような前兆変化があったことがうかがえる。

もしこれが地震の前兆であるとするならば、T—15 と S—08 については変化が明瞭であって、T—16 と S—02 においては明瞭でない原因は何であろうか。この原因には、たとえば次のようなものが考えられる。

第1に、降水などの外的原因による変化の大きい地層、すなわち、動き易い地層などが地震前の地殻変化にも容易に反応するためと考えられる。このことは preseismic な変化が S—08 において最も大きく、T—15 がその次に大きい点を説明できる。また、T—16 の動きは T—15 と同じ程度変化があるべきであるのに、実際には傾斜変化が少なかった理由として、第2に、preseismic な変化と降水の影響による変化が、T—16 において相殺されているのに対して、T—15 では重畳しているためと考えられる。第3に、S—02 preseismic な変化が小さな理由は、この断層の東側の S—N 成分は、降水を原因とする傾斜変化がステップ状であることで示されるように、特異な動きをする地層であるためと考えられる。

伊豆東方沖地震において、preseismic な地殻変化が生じたとすると、S—08 と T—15 による変化から判断して、その変化の開始時期は6月21日頃である。これは、1980年伊豆半島東方沖群発地震における極微小地震レベルの活動がはじまったのが22日23時（唐鎌ほか、1980）であるという事実と付合している。この preseismic な変化量は、S—N 成分において 2~5"、E—W 成分において 3~10" 程度であり、その方向は宇佐美から震央に向う南東方向が下降するセンスである。

4. 降水を原因とする傾斜の予測値

いま、ある時刻において観測された傾斜量を $Y(t)$ とし、 $Y(t)$ は近似的に次の式で表すことができるものとした。

$$Y(t) = a_1 + a_2 t + a_3 t^2 + bT(t) + \sum_{i=1}^{50} c_i P(t - S_i) \quad (1)$$

ここで、 t は時刻、 $S_i (i=1, 2, \dots, 50)$ はサンプリング時刻、 T は室温、 P は降水量、 a_1, a_2, a_3 は傾斜計のドリフトおよび地殻の永年傾斜変化に対する係数、 b は室温に対する傾斜変化の係数、 $c_i (i=1, 2, \dots, 50)$ は降水を原因とする傾斜変化の係数である。ただし、永年傾斜変化はこの範囲で時間の二次関数として近似している。また、 c_i の変化は降水量を傾斜へ結びつける一種の伝達関数と考えることができる。

式 (1) の係数を具体的に求めるために、1日2回 (0 h と 12 h, JST) の傾斜観測値、同時刻の室温の計測値および宇佐美から北北東約 4.5 km 離れたところに位置する気象庁網代測候所より提供された毎時の降水量をデータとして使用した。降水量の値は1日2回の値にまとめ直して適用している。これらの数値を1980年3月末から8月初までの期間について式 (1) にあてはめ最小二乗法によって係数 a_1, a_2, a_3, b, c_i のそれぞれの値を求めた。こうして求めた c_i はの変化に対してかなりのバラツキを示すので、予測値計算に使用する場合には、上記の計算値を smoothing したものをを用いた。smoothing した c_i の変化を Fig. 4 に示した。

Fig. 4 でみると、こうして求めた線形伝達関数は各成分によって差がある。また時期による変化を考えるため、Fig. 4 の結果と図には示さないが1980年3月以前のデータを用いて同様に c_i の値を決めたものと比較をすると、断層の西側の T-15 と T-16 では大きな差がない。しかし、断層の東側の S-02 と S-08 は1980年初を境として c_i の値は大きく変化している。

予測値の計算は式 (1) の係数を決定することにより、過去の降水量24.5日分による49個の値 (計算時刻の降水量の伝達関数は0である) と、予測時刻の直前の室温 (室温日変化はゆるやかである) を式 (1) に適用することによって可能となる。Fig. 3 において Cal. と記した値はこのようにして求めたものである。伝達関数について詳しくは柳沢 (1980b) を参照されたい。

5. おわりに

1980年6月29日、宇佐美臨時観測点の東南方向約 14 km に発生した、伊豆東方沖地震 (M 6.7) 前後における

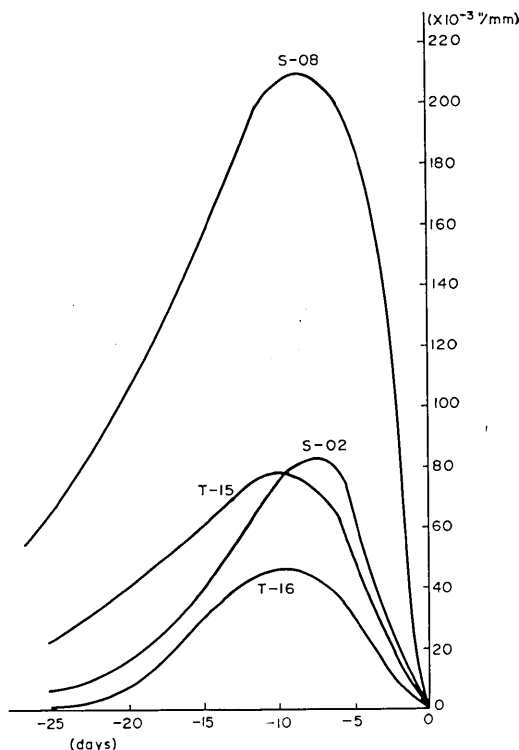


Fig. 4. Transfer functions of precipitation effects on the tilt motion.

傾斜観測結果を概観すれば次のようである。

1) preseismic な傾斜変化が認められるようである。変化は観測点から震央をみる方向が下降する向きで、観測点で南下り 2~5", 東下り 3~10" である。このとき、降水によって動き易い地層ほど変化量が大きく、また降水によって変則的な動きをする地層は preseismic な変化も変則的である。

2) coseismic な変化は preseismic な変化と逆センスである。

3) この観測点は降水による傾斜変化を大きく受けるので、線形の伝達関数を仮定することにより降水の影響を除去する工夫をした。その結果、preseismic な傾斜変化を明瞭に表すことが可能となった。

謝 辞

宇佐美臨時観測点の選定と用地の借用について協力をいただいた伊東市役所地震対策室の関係者の方々、観測坑の使用について快く協力して下された宇佐美の佐々木春弼氏、降水量の資料を提供して下さった気象庁網代測候所の塚田所長をはじめとする所員の方々に心よりの感謝の意を表します。

また、この論文作成にあたり助言を頂いた地震研究所、萩原幸男教授、村田一郎・長沢工両博士に感謝の意を表します。

文 献

- 萩原幸男・田島広一・井筒屋貞勝・花田英夫, 1976, 1975~1976年における伊豆半島東部の重力変化, 測地学会誌, 22, 201-209.
- 唐鎌郁夫・荻野 泉・神定健二・津村建四朗・高橋正義・瀬川律子, 1980, 地震学会講演予稿集, S55, No. 3, 3.
- 久野 久, 1952, 7万5千分1熱海地質図幅並説明書, 地質調査所.
- 倉沢 一, 1972, 伊豆半島の火山・火山岩, 伊豆半島, 東海大出版会.
- NAGATA, T., AKIMOTO, S., UYEDA, S., SHIMAZU, Y., OZIMA, M. and K. KOBAYASHI, 1957, Palaeomagnetic studies on a quaternary volcanic region in Japan, *Jour. Geomag. Geoelect.*, 9, 23-40.
- 坪川家恒・長沢 工・柳沢道夫・村田一郎・田島広一・佐藤忠弘, 1970, 電磁型傾斜計とそれによる観測, 測地学会誌, 16, 209-231.
- TSUYA, H., 1938, On the volcanism of the Huzi volcanic zone, with special reference to the geology and petrology of Idz and the southren island, *Bull. Earthq. Inst.*, 15, 215-357.
- 柳沢道夫, 1971, TEM傾斜計の電子回路と信頼性, 測地学会誌, 17, 160-169.
- 柳沢道夫, 1980a, 宇佐美臨時観測点における傾斜観測, 地震研究所彙報, 55, 183-198.
- 柳沢道夫, 1980b, 宇佐美臨時観測点における降水量と傾斜観測の関係, 測地学会誌, 26, 187-199.

44. *Tiltmeter Observations before and after the 1980 Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake at Usami, the Izu Peninsula.*

By Michio YANAGISAWA,

Earthquake Research Institute.

The purpose of the present study is to clarify the crustal tilt before and after the Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake. The measurements of crustal tilt at the Usami observation site has been carried out by using two sets of TEM-tiltmeters since July 1979. The pre- and coseismic tilt changes are clarified by a comparison with the predicted tilt.