

42. 1980年伊豆半島東方沖地震と伊豆船原、 柿木における水位変化の異常

地震研究所 山口 林 造

(昭和55年10月27日受理)

1. 序 言

1980年6月29日の伊豆半島東方沖地震 ($M=6.7$) により、伊豆船原および柿木において明瞭な地下水位の変動を記録した。これらの記録は、前に報告〔山口・小高 (1978)〕した1978年伊豆大島近海地震の時に得られた記録とともに地震予知の立場からも非常に貴重な資料となるであろう。

伊豆半島およびその周辺地域では、1974年の伊豆半島南端に起った伊豆半島沖地震 ($M=6.9$) 以来、伊豆半島東部の異常隆起、群発地震群の発生、1978年伊豆大島近海地震 ($M=7.0$)、さらに今回の地震というように近來にない活発な状態が続いている。それら地震活動は隆起地域の周辺を次第に北上するように見える。これらに関する、いろいろな観測も頻繁に行われ数多くの報告がある〔例えば茂木 (1979)〕。

筆者は1974年伊豆半島沖地震の調査〔山口・小高 (1974)〕以来、主として温泉の変動に注意を向け地震との関連について報告を重ねてきた〔例えば山口 (1979)〕。また調査当初の頃の結果をも参考にし、1976年秋からは伊豆船原および柿木において地下水位を観測し、いろいろと検討を続けてきた〔山口・小高 (1977, 1978)〕。

2. 船原の水位変化

一般に地下水位の変化は複雑である。地震と関係している地殻内部に原因をもつもの以外にも、気圧、潮汐、降雨、さらには人為的なものなど、いろいろな要因がある。したがって地震の前兆現象を問題とするときは、これら他の要因に対し、できるだけ補正をしなければならぬ。したがって観測値は、できるだけ補正量が小さくてすむものが望ましく、また地震について敏感に反応しやすい場所であることが要求される。さらには観測にともなう問題もいろいろある。それらを総合的に判断して修善寺の南約6kmにある船原で1976年秋から水位の連続観測を開始した。測定している源泉の深さは600mで現在使用されていない。観測開始当初の事情および、いろいろ検討し得られた結果については前報告〔山口・小高 (1977, 1978)〕を参照されたい。

今回の伊豆半島東方沖地震 ($M=6.7$) は、観測点船原の東方約30kmに起ったが、地震前3ヶ月間にわたる船原の水位変化を Fig. 1 に示す。この図は気圧補正をしたものであり縦軸の値は観測開始当初を基準にとっている。潮汐あるいは地震波による短周期の小さい変動は除かれている。この図から分るように地震時の急激な水位低下は約40cmにも及んでいる。

水位変化から地震の前兆現象を問題とする時は、地震時の変化量が信頼性の程度を決め

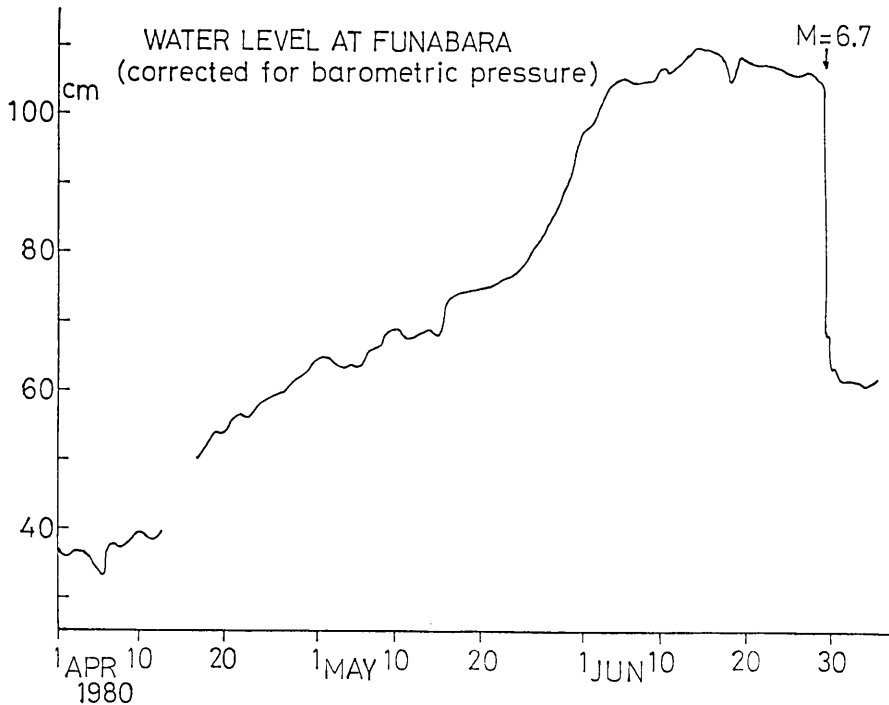


Fig. 1. Precursory changes in water level (corrected for barometric pressure) observed at Funabara prior to the Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake of 1980. The coseismic fall in water level is about 40 cm.

るとも言える。地殻内に蓄積された応力が地震によって解放されるが、この変化量は、その影響を見る尺度となるからである。したがって、このような変化が観測されないのに、地震前の異常を論ずるときは、その異常が地震に関係をもつかどうかを十分に検討する必要があると思われる。

Fig. 1 において 5 月 25 日から 6 月 5 日頃にかけての約 30 cm にもおよぶ水位の急上昇と、それに続く比較的安定した変化のパターンは、平常の観測では余り見られない変化である。これらは地震時の変化と考え合せるとき、前兆的な変化を示しているものと思われる。しかし、それ以前の上昇変化は季節的なもの、あるいは多量の降雨による影響も一部含まれている可能性がある。これらについては、地震による破壊活動ともなつて、それらの影響が変化してくることも考えられ、さらに長期間の資料を検討する必要がある。

上述の前兆的变化は、1978 年伊豆大島近海地震の時に見られた前兆とともに、地震の約 1 ヶ月前に現われる共通性が見られる。この共通性は今後のこの地域に起こる同様な地震に対して、予知の立場から重要な意味をもつものと思われる。地震時の変動量については、今回は伊豆大島近海地震の時の 7 m に比較し 1/10 にもならない。これは今回の地震のマグニチュードが小さいことが、その理由の一つである。気象庁の報告によると、初動分布から決められる発震機構も、既に伊豆半島沖地震の報告〔山口・小高 (1974)〕で推測したとおり、主圧力の方向は南東—北西方向の B グループに属する起こり方を示して

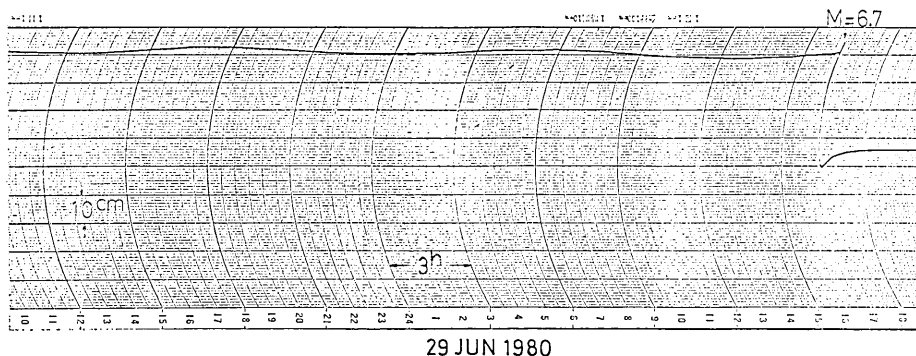


Fig. 2. Changes in water level recorded at Funabara during the day before the Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake of 1980. The earthquake ($M=6.7$) was centered nearly 30 km east from the recording well.

いる。したがって船原および柿木の観測点の位置が東西の節線の近くにあること、また震源域からの距離が遠いことなども、変動量が小さくなった理由にあげられる。単に形式的に震央距離で変動量を比較することは、伊豆大島近海地震のときのように、観測点が余震域〔津村ほか (1978)〕の西北端に近い所に位置していて、震央とはかなり離れている場合には適当ではなく注意すべきである。

Fig. 2 は地震前1日余りの水位変化の記録であり、下の数字が時間を示し、縦の太線の間隔が3時間になる。この間の気圧変化は非常に小さく、そのため潮汐変化が1 cm 程度の振幅で明瞭に記録されている。この記録からも分るように、地震直前の異常な変化は見られない。地震による水位の時間的变化は、先ず地震波による小さな振動を記録している。これは弾性的な被圧帯水層が地震波により体積変化を生じたためと見なされる。このようなことは、かなり前から観測されていて珍しいことではない。しかし、それに続く40 cm 程も低下する連続記録は、そう容易には観測できない。それに要する時間は10分余りで、その後2時間程で6 cm 上昇するといった変化を示している。これは次節で示す柿木の変化と比較し、より弾性的な動向を示している。その後 Fig. 3 に示すように徐々に

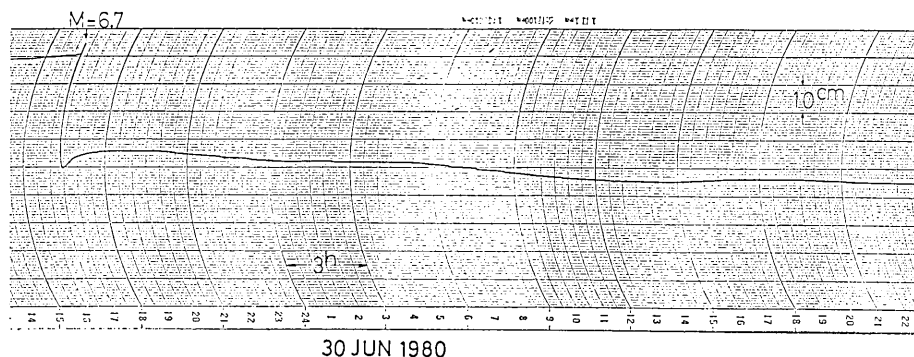


Fig. 3. Changes in water level recorded at Funabara during the day after the Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake of 1980.

低下する傾向を示している。これらの記録は、破壊にともなう応力場の時間的変化を見る上での重要な一つの参考資料となり、地震計などで得られる短周期変化と違って、長周期変動を見る上での貴重な記録である。

3. 柿木の水位変化

今回の地震による柿木の水位変化は、Fig. 4 に見られるように約 10 cm の低下を示した。船原の変化に比較して 1/4 に過ぎないが、地震と同時に明らかな変動を示した。この源泉の深さは 250 m であるが、図から見られるように降雨の影響が明瞭である。気圧および降雨との関係については、前の報告〔山口・小高 (1978)〕を参照されたい。ここでは船原の水位変化との比較のために、地震前 3 ヶ月間にわたる気圧補正をした水位変化を示してある。Fig. 1 と比較することによって両源泉の特徴の差が明瞭に見られるであろう。

地震との関連について言えば、震源に対する観測点の位置に関する影響は、距離および発震機構に関しては、船原とほぼ同様と考えられる。しかし変動量は船原の 1/4 で、これは伊豆大島近海地震の時の値に近い。このことは観測点近傍の地質条件その他観測点固有の差によるものと判断される。

Fig. 4 から、前に報告〔山口・小高 (1978)〕したように、ある程度降雨の補正もでき

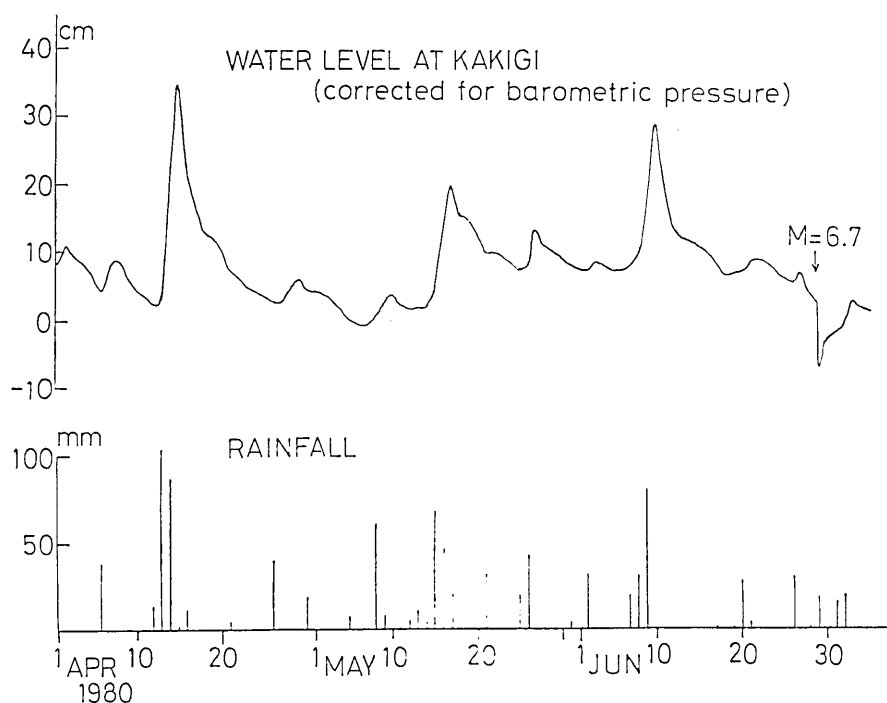


Fig. 4. Changes in water level (corrected for barometric pressure) and daily rainfall observed at Kakigi during the 3 months before the Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake of 1980. The coseismic fall in water level is about 10 cm.

る。そして見掛上は地震前1ヶ月にわたり数 cm の水位の上昇が推定できる。しかし伊豆大島近海地震の時と同様に前兆の可能性があると判断できない。それは降雨の影響する範囲と時間的変動のパターンと、さらには降雨前の条件が何時も同じとは限らず補正の不充分さが、かえって異常を生む危険があるからである。柿木の水位変化の役割は、船原の変化との特徴の差違を示すことによって十分に果していると思われる。

Fig. 5 は地震前1日余りの水位変化の記録である。船原の変化と比較して潮汐変化も小さいが認められる。また船原同様地震直前の異常な変化も見られない。地震による水位の時間的变化については、船原同様先ず地震波による振動を記録している。そして 10 cm 低下するのに1時間程を要している。これは船原の変化が敏感に大きく、そして弾性的に少し上昇に戻る変化を示したのに対し、いかにも変化に対し抵抗する動向を示している。これは水位が何時も前の状態に回復しようとする傾向が働いているためと見られる。

Fig. 6 には地震後の変化が示されているが、船原の変化とは違って次第に水位は回復して行く。これは Fig. 4 を Fig. 1 と比較して見て頂けば、柿木における水位の回復は、船原よりも遙かに早いことがわかる。

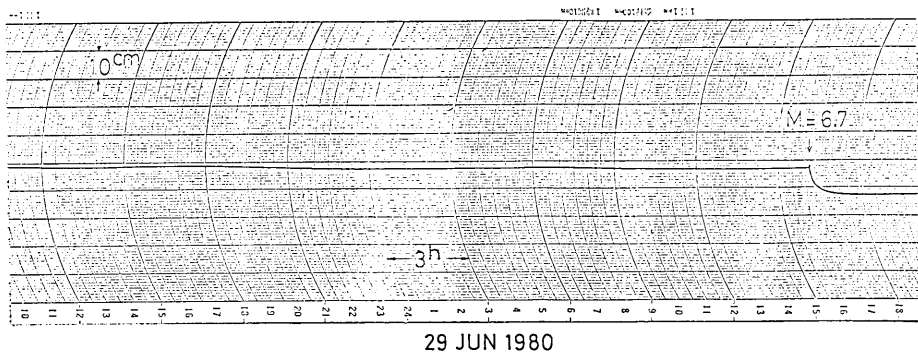


Fig. 5. Changes in water level recorded at Kakigi during the day before the Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake of 1980. The earthquake ($M=6.7$) was centered nearly 30 km east from the recording well.

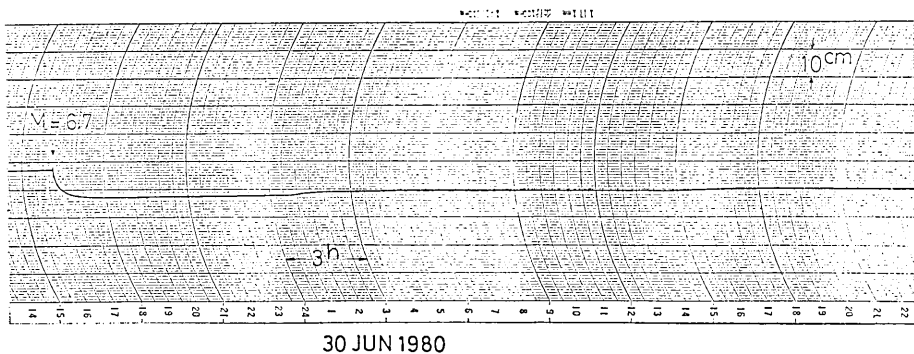


Fig. 6. Changes in water level recorded at Kakigi during the day after the Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake of 1980.

この水位回復に要する時間の差違が、伊豆大島近海地震の時も明瞭に見られたことは、前に報告〔山口・小高 (1978)〕した通りである。この差違は地震の前兆を問題とすると、したがって地震予知の立場からは重要な意味をもつものと考えられる。大雑把に言えば地下水の変化が地震予知に役立つとすれば、それは既に経験的に言われていることであるが、数日あるいは数ヶ月前の予知についてである。おそらく異常が観測されるとすれば、地震前3ヶ月間の変化の中に見出すことができよう。勿論異常かどうかの判断には、長期間の観測が必要であることは申すまでもない。

4. 結 語

伊豆船原、柿木における伊豆半島東方沖地震による水位変化ならびに、その前兆について述べてきた。伊豆大島近海地震の時に比較すれば、その変動量も一桁以上小さいものであったが、今後の地震予知に貴重な資料を提供したことになるろう。

伊豆半島のように、いろいろな観測を密にしても予知に役立つような良い記録を得ることは少ない。しかし一つ一つの良い観測記録を積み重ねて行くことが予知を可能にする道だと思っている。

終りに今回もまた非常に貴重な観測記録を得ることができたことは、修善寺保健所および各源泉所有者の御協力によるものであり、関係者の皆様に心より厚く御礼申し上げる。またこの報告には直接ふれてはいないが、1974年の伊豆半島沖地震以来温泉の調査をはじめ、いろいろな調査に際して多くの方々の御世話になっている。併せて心より厚く御礼申し上げます。

文 献

- 茂木清夫, 1979, 伊豆一最近の地殻活動一, 地震予知連絡会10年のあゆみ, 国土地理院, 121-140.
津村建四郎・唐鎌郁夫・萩野 泉・高橋正義, 1978, 1978年伊豆大島近海地震前後の地震活動, 地震研究所彙報, 53, 675-706.
山口林造・小高俊一, 1974, 1974年伊豆半島沖地震調査報告, 地震研究所速報, 14, 241-255.
山口林造・小高俊一, 1977, 伊豆船原, 柿木における水位変化および熱海などの温泉の変動について, 地震研究所彙報, 52, 191-207.
山口林造・小高俊一, 1978, 1978年伊豆大島近海地震の前兆一伊豆船原, 柿木における地下水位の変化一, 地震研究所彙報, 53, 841-854.
山口林造, 1979, 1978年伊豆大島近海地震後における温泉の変動について, 1979年秋季地震学会講演予稿集, 63.

42. *Changes in Water Level at Funabara and Kakigi before
the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake of 1980.*

By Rinzo YAMAGUCHI,

Earthquake Research Institute.

An earthquake with magnitude 6.7 occurred off the eastern part of the Izu Peninsula at 16 h 20 m on June 29, 1980. The earthquake was the largest one of the swarm which started on June 24 and centered nearly 30 km east from the recording wells at Funabara and Kakigi in the Izu Peninsula.

Measurements of the ground water level of deep wells have been made at Funabara and Kakigi since September 1976. The depths of the two wells are 600 m and 250 m respectively. In the record we can see small fluctuations with the earthquake. These fluctuations are presumed to result from compression and expansion of elastic confined aquifers by the passage of earthquake waves. After these small fluctuations falls of about 40 cm and 10 cm were recorded in the water levels at the respective wells associated with the earthquake. These wells have also showed remarkable coseismic drops of about 7 m and 1.5 m in connection with the Izu-Oshima-kinkai earthquake of January 14, 1978.

Remarkable changes in water level can be seen in the records at Funabara. The earthquake occurred about a month after a slow variations trend in water level changed to rapid rising. Precursory changes as observed at Funabara could not be detected at Kakigi. This may be partly because a shallow well tends to keep a constant water level.

As mentioned in a previous report, the water level affected by rainfall returns rapidly to the previous level and hence relatively slow variations of pore pressure (or originally of tectonic stresses) do not appear on the records. Therefore we believe that a deep well is more suitable than a shallow well for detecting precursory phenomena of an earthquake.