

5. 堂平微小地震観測網による1974年伊豆半島沖 地震の余震観測

地震研究所 { 中 村 功
辻 浦 賢
津 村 建 四 朗

(昭和49年7月20日受理)

1. はじめに

1974年5月9日08時33分(日本時間)頃、伊豆半島沖において $M=6.9$ の地震が発生した。気象庁によって発表された本震の震源は $34^{\circ}34'N$, $138^{\circ}48'E$, 深さ10kmである。この地震は前震が2つと多くの余震をともなっていた。余震域は伊豆半島南端の活断層附近と、半島中部の天城附近に分布している。断層運動はほぼ垂直断層面の右横ずれ断層である(松田他, 1974)。これは顕著な前震をともなった1930年の北伊豆地震 ($M=7.0$) の断層運動(左ずれ断層)と異り興味あるところである。

今回の地震は堂平微小地震観測所の高感度地震観測網による定常観測の記録によってもかなり多くの余震が観測できた。現在堂平微小地震観測網では、堂平(DDR), 筑波(TSK), 清澄(KYS), 城山(SRY), 大山(OYM)の5点で定常観測をおこなっている。この5点の短周期地震計のデータは1mm/sec.の送り速度で流し記録によって記録されている。この内DDR, TSK, KYS, OYMは送り速度4mm/sec.で長時間ドラムレコーダによる観測もおこなっている。DDRの短周期地震計の低感度観測は送り速度1mm/sec.でドラムレコーダによりおこなっている。その他、長周期、中周期地震計のデータは磁気テープに収められている。以上は本震から記録されている。これらとは別に8チャンネルの流し記録によってDDR(V), TSK(V, H), KYS(V), SRY(V), OYM(V, H)が送り速度5mm/sec.で本震約7分後の08時40分に観測が開始された。短周期磁気テープによる観測は09時06分からスタートした。これらのデータを用い余震の特徴について調べた。

2. 前震および余震数の変化

$M \geq 5.5$ 以上の地震の75%には余震がともなう(宇津, 1957)が前震をともなう地震は非常に少ない。前震活動の時間経過と本震の発生に至る過程には、i) 前震の頻度および大きさが徐々に増加して本震発生に至る、ii) 初めに頻度が急に増し、一度減少して本震が起る(茂木, 1967)等の特徴があげられている。北伊豆地震(1930)は著しい前震の報告された数少ない例である。今回の前震は4月28日の11時10分(日本時間)と5月1日22時47分(日本時間)にそれぞれ余震域内で $M=2.6$ と $M=2.8$ (唐鎌他, 1974)が観測されている。それ以外には余震域に一番近いOYMでも前震は観測されていない。これを前震と呼んでよいものかどうかはこの地域の常時活動を詳しく調べてみなければ判断出来ない

が、ここでは一応前震としておく。Fig. 1にDDR Net.で観測された前震の記録例を示す。

本震直後の記録はドラム、或は流し記録共に本震の初動から飽和し10数分飽和にちかい震動をつづけている。このためこれらの記録の中から最初の余震の到着を明瞭にみつけだすことは困難であるが、DDRの短周期地震計によるOnline低倍率filter記録(辻浦, 1974)

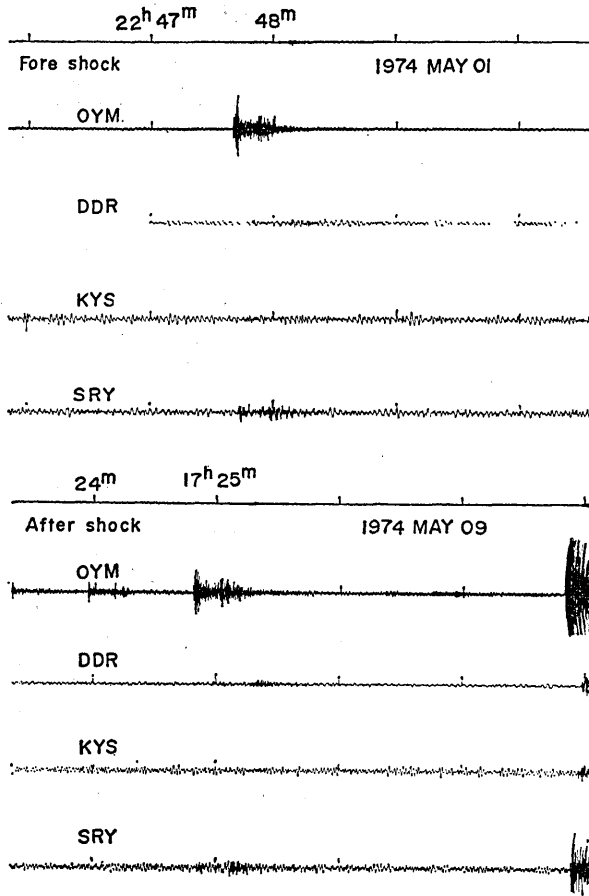


Fig. 1. An example of the seismogram for the foreshocks and aftershocks at Dodaira Micro-earthquake Observatory Network.

の活動が活発となり始めた。14日以降になるとこの活動もややおさまり、その後順調に減少している。Fig. 5に本震直後より30日後まで1日当りの数に換算した余震数の減少の様子を対数目盛で示した。本震後2日目から4日目にかけてのバラツキが大きいのは天城附近の活動が含まれているためである。この変化をのぞくと本震後30分以降の余震数の減少は、 $N(t) = At^{-p}$ でよく近似され $p=0.94$ である。本震直後30分までの余震数は、それ以降に比べかなり少ない数となっている。ひとつには本震のCoda Wavesに重なり小さな余震の読みおとしということも考えられる。しかし 200μ kine 以上の余震を読んで

によって本震後約3分の08時37分に最初の余震が認められる。Fig. 2に記録例を示す。Band-Pass filterの中心周波数は図の上より0.75, 1.5, 3, 6, 12, 24 Hzである。

余震の発生に関してはいくつかの統計的法則があるが、余震数の減少の様子については改良大森公式(宇津, 1957)

$$n(t) = A/(t+c)^p$$

によってよく近似できる。我々も定常観測網の1つであるOYMのデータを用い、余震数の減少について調べてみた。対象とした余震は 200μ kine 以上のものとした。又他の観測点の記録も参照することにより、余震以外の地震が含まれることを防止した。

Fig. 3にOYMの地震計からガルバノメーターまでの総合周波数特性を示す。Fig. 4に本震後の余震数の日別頻度分布を示した。余震は11日の午後あたりまで順調に減少していたが、この頃から天城附近

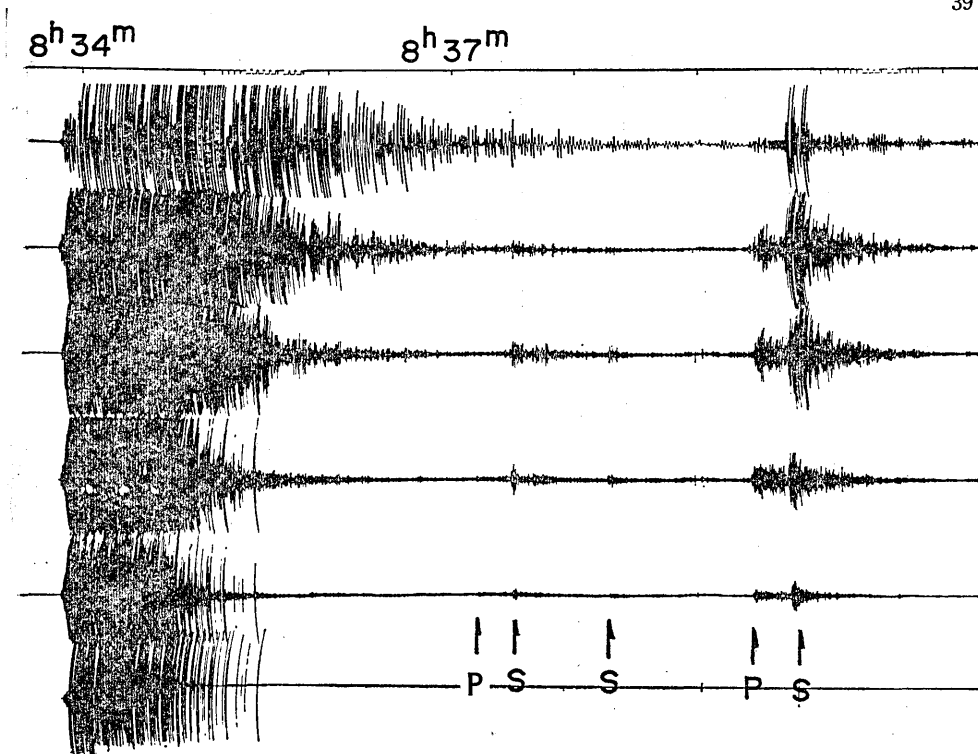


Fig. 2. Band-Pass filtered records of the main shock and aftershocks. Center frequencies are, from upper trace 0.75, 1.5, 3, 6, 12, 24 Hz respectively.

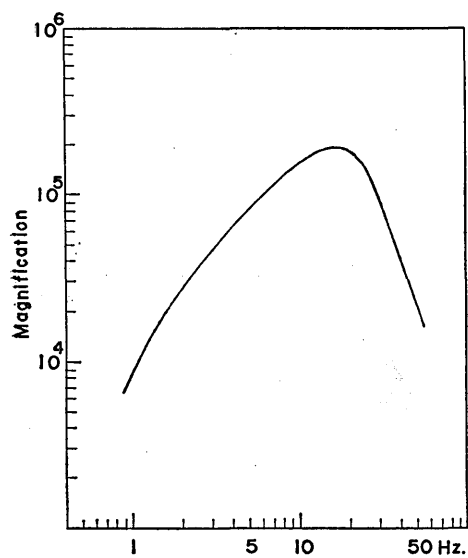


Fig. 3. Overall response curve of the recording system.

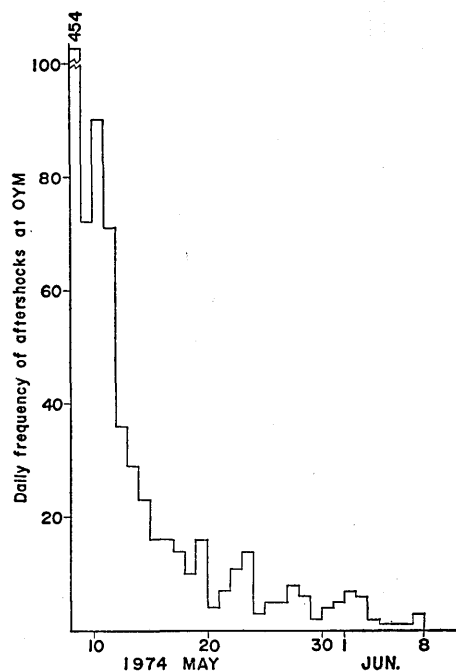


Fig. 4. Daily frequency of the aftershocks recorded at Ohyama station.

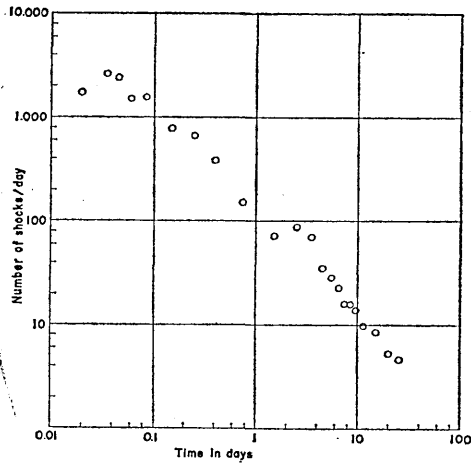


Fig. 5. Daily frequency distribution of the aftershocks observed at Ohyama station.

いることと、他の観測点を参照にしていることを考えると倍以上の読みおとしがあるとは考えにくい。仮に倍の数を上乘せしてもなおかつ本震後、30分以降の余震数に比べて少ない数である。今後本震直後30分、或は1日以内の余震活動の特徴を更に明らかにしていくことは破壊進行の様子をさらにする上で必要であると思われる。

3. 断層および天城附近の活動

断層附近の活動と天城附近の活動を区別し、本震後約5日間について30分毎の余震の頻度分布図を Fig. 6 に示す。 Σn は断層、天城両附近のそれぞれの活動の積算量を表す。Fig. 7 に9日から12日までの震源分布図を示す。この図は堂平微小地震

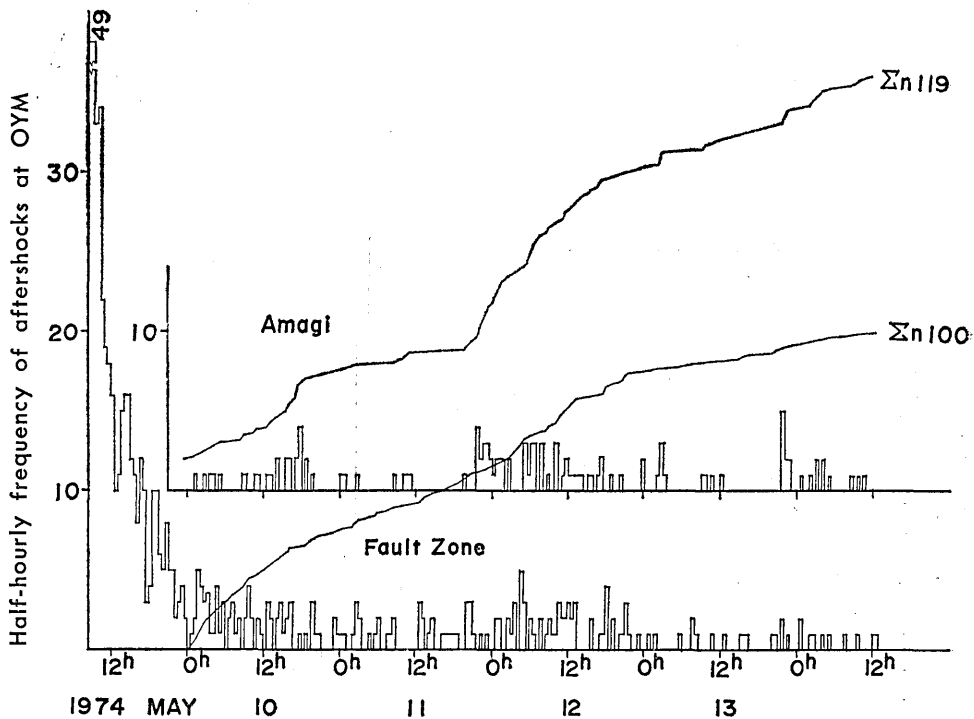


Fig. 6. Half-hourly frequency of the aftershocks and the cumulative number of aftershocks during a five day period following the main shock. The upper curve: Amagi region, The lower curve: Fault zone.

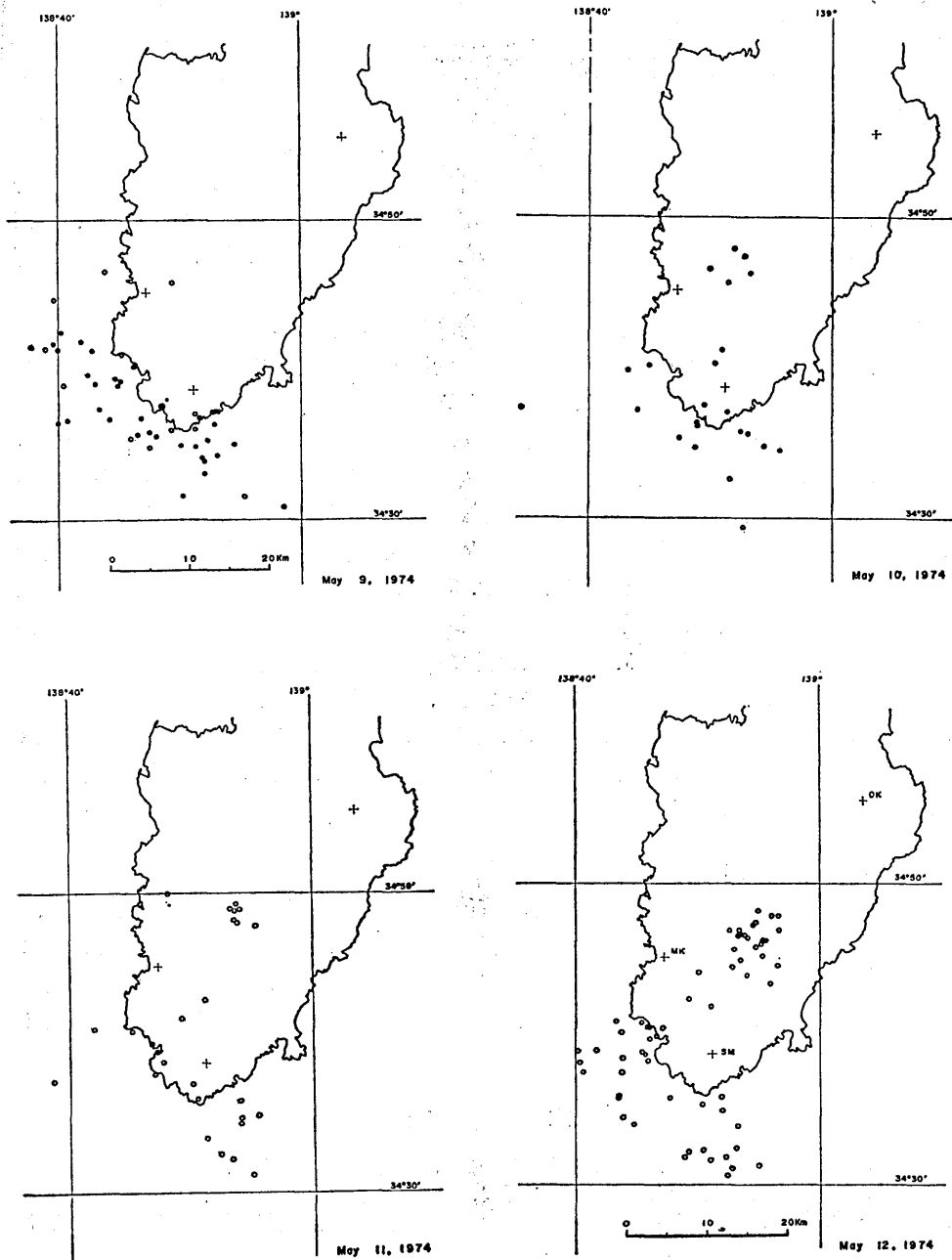


Fig. 7. Epicenter distribution from May 9 to 12 determined by the Dodaira Micro-earthquake Observatory Network and other ERI routine stations.

In comparison with more accurate determinations by temporary stations, these epicenters seem to shift systematically several km to the southwest, probably due to inadequate structure model assumed. ● Main shock.

観測網及び南関東の委託観測点、奥野 (OKN)、武山 (TKE) および富士川地殻変動観測所 (FUJ) のデータをもとに決定されたものであるので誤差が大きいと思われるが、系統的なずれがあるにしても、相対的な余震域の変化についてはみることができる。ただし、ここでは主な地震だけについて震源を決めてあるので時間の推移における余震数の量的変化等の議論は、あまりはっきりしたことはいえない。以下における量的な検討結果については全ての余震の震源が決定された上で再度検討するつもりである。震源決定は地震研究所地震予知観測センターで定常のデータ処理に用いているプログラムによった。ただし、構造は ρ 波速度と層厚が 2.83 km/sec. (1.5 km), 6.0 km/sec. (22.5 km), 6.82 km/sec. (6.0 km), 7.8 km/sec. (∞), の水平成層を仮定した。

本震後の余震活動はほとんどが断層附近に分布しているが 1~2 個、内陸の松崎附近の地震も認められる。Fig. 6 で Fault と Amagi とに分けてあるが松崎附近での余震の数も Amagi のなかに入れてある。10 日になると松崎附近での余震は本震直後に比べて目立つ様である。その後 11 日の 20 時頃から 12 日にかけて天城附近の活動が活発となってきた。この間、断層附近の活動は南東部を残し、北西部の活動が減っているようである。事実、Fig. 6 にみるように断層附近の活動は順調に減少している。しかし天城附近の活動で注目すべきことは、それまで順調に減少していた断層附近の活動が天城の活動と時期を同じくして増してきたことである。(Fig. 6 の Σn のカーブを参照)。この天城附近の活動と同時に増えてきた断層附近の活動は本震後減ってきた断層の北西部の活動が再び活発化したようにも思われる。尚 12 日以降の震源分布図(唐鎌他, 1974) をみると断層附近の地震のほとんどが陸側に決まっているのは、余震観測点の下賀茂、松崎のデータを追加したための決定精度の違いと思われる。従って、臨時観測によって精密に決められた震源と定常観測網のみによって決められた同じ地震の震源を比較し、上記の結果を修正しなければならないと考えている。

4. おわりに

最近高感度地震観測網の整備により本震直後の余震活動も数多く調べられているが、Dynamic Range の広いデータでの報告は少いようである。多くは本震直後 30 分、或は 1 日以内のデータが飽和状態かそれに近い状態であることが多い。今後、ひろい周波数帯域とひろいマグニチュード範囲をおおう広範囲なデータがあつめられる観測体制が望まれる。

文 献

- 宇津徳治, 1957, 地震のマグニチュードと余震の起り方, 地震 [ii], 10, 35-45.
 宇津徳治, 1967, 余震・前震および地震群地震 [ii], 20 (20 周年特集号) 140-143.
 唐鎌郁夫・他, 1974, 1974 年伊豆半島沖地震の余震観測—伊豆半島下賀茂, 松崎および奥野における観測速報—地震研究所研究速報 14.
 辻浦 賢, 1974, 1974 年伊豆半島沖地震余震のスペクトル解析 (1) —マグニチュードと震源スペクトル—地震研究所研究速報 14.
 松田時彦・山科健一郎, 1974, 1974 年伊豆半島沖地震の地震断層, 地震研究所研究速報 14,
 茂木清夫, 1967, 余震・前震および地震群, 地震 [ii], 20 (20 周年特集号) 140-146.

5. *Observation of Aftershocks of the Izu-Hanto-oki
Earthquake of 1974.*

—By *Dodaira Micro-earthquake Observatory Network.*—

By Isao NAKAMURA, Masaru TSUJIURA and Kenshiro TSUMURA,
Earthquake Research Institute.

An earthquake of the magnitude 6.9 occurred off the Izu Peninsula on May 9, 1974. Two foreshocks and many aftershocks were recorded at the Dodaira Micro-earthquake Observatory Network from the beginning of the main shock. The epicenters of the aftershocks were distributed mainly in the fault zone along the southwestern coast of the Peninsula and the Amagi region. The daily frequency of aftershocks for a period of 30 days from the main shock is well represented by the formula, $n(t)=k \cdot t^{-p}$, with $p=0.94$.