

## 38. 1980年伊豆半島東方沖の群発地震活動

地震研究所	唐 鎌 郁 夫
	萩 野 泉
	津 村 建四朗
	神 定 健 二
	高 橋 正 義
	瀬 川 律 子

(昭和55年10月31日受理)

### 1. ま え が き

1980年6月22日頃から伊豆半島東方沖(川奈崎沖)で、群発地震が発生し始め、間歇的に集中的な活動をくりかえしながら次第に活発化し、6月29日16時20分にマグニチュード6.7(気象庁による)の地震(1980年伊豆半島東方沖地震、以下では主震と呼ぶ)が発生した。この地震により、伊豆半島東部では、負傷者7名、住家半壊1棟、同一部破損665棟(静岡県調べ)等の被害を生じた。主震発生後も、その直接の余震と思われるものの他に、間歇的に活発な群発活動がくりかえされたが、7月末頃ほぼ収まった。この地域では、1978年11月~12月、1979年3月および5月にも、群発地震が発生しており、最近約2年間では、伊豆半島周辺で、もっとも活動レベルの高い場所となっていた。また、富戸にある伊東駿潮所では、1978年10月頃から1979年前半にかけて約10cmの隆起が観測され、水準測量でも、この付近の隆起が確かめられて(国土地理院地殻調査部、1980)、その後の活動が注目されていた。

地震研究所では、地震移動観測班を主体として、1975年後半より、伊豆半島に微小地震観測網を展開し、1976年河津地震(M5.4)や1978年伊豆大島近海地震(M7.0)を含む同半島周辺の最近の異常地殻活動に伴う地震活動の経過を詳細に明らかにしてきた(津村ほか、1977; 1978)。同観測網は、引続き維持されているので、1978年11月以降の伊豆半島東方沖の一連の群発地震活動についても、多くのデータが得られており、その概要は地震予知連絡会に逐次報告してきた(地震研究所地震予知移動観測室ほか、1979; 1980a; 1980b)。本報告は、今回の群発地震活動について、地震研究所の伊豆半島観測網(臨時観測点を含む)および関東地方の地震テレメータ観測網(堂平微小地震観測所および地震予知観測室)のデータを用いて調査した結果を中間的にとりまとめたものである。

### 2. 観測およびデータ処理

伊豆半島における地震研究所の高感度地震観測点(1980年6月—1980年8月に観測が行われていたもの)の位置、計器および観測期間を第1表に、その配置図を第1図に示す。前報(津村ほか、1978)以降、伊豆半島周辺の地震活動の北上傾向、特に、1978年6月の伊

Table 1. List of the seismographic stations in the Izu Peninsula, maintained by the Earthquake Research Institute.

Name	Code	Latitude (N)	Longitude (E)	Height	Seismograph	Observational period
奥野 (Okuno)	OKN (OK)	34°55'55"	139°04'14.3"	140 m	SP (V, H)	Nov. '71-Apr. 22, '80*
市山 (Ichiyama)	ICY (YI)	34°54'12"	138°56'00"	210 m	SP (V)	Nov. 22, '75-
河津 (Kawazu)	KWZ (KZ)	34°45'45"	138°59'24"	65 m	SP (V)	Sep. 7, '75-
奈良本 (Naramoto)	NRM (NR)	34°49'35.7"	139°03'52.1"	200 m	SP (V)	Feb. 7, '76-Jun. 14, '79
祢宜畑 (Neginohata)	NGH (NG)	34°48'44.0"	138°49'41.2"	160 m	SP (V, H)	Dec. '77-***
筈木山 (Hokigiyama)	HOK (HO)	34°50'55.5"	139°02'28.8"	900 m	SP (V, H)	Dec. '77-**
広河原 (Hirogawara)	HGW (HG)	35°09'30.2"	139°03'30.9"	285 m	SP (V)	Nov. 9, '78-
大仙山 (Daisenzan)	DSZ (DS)	35°04'41.1"	138°58'27.3"	44 m	SP (V, H)	Jun. 1, '79-
川奈 (Kawana)	KWN (KN)	34°57'03.9"	139°08'42.9"	5 m	SP (V, H)	Jun. 26- Jul. 8, '80

\* temporarily operated on July 1-3, 1980, again.

\*\* telemetered to Tokyo.

\*\*\* horizontal component added on Dec. 21, 1979.

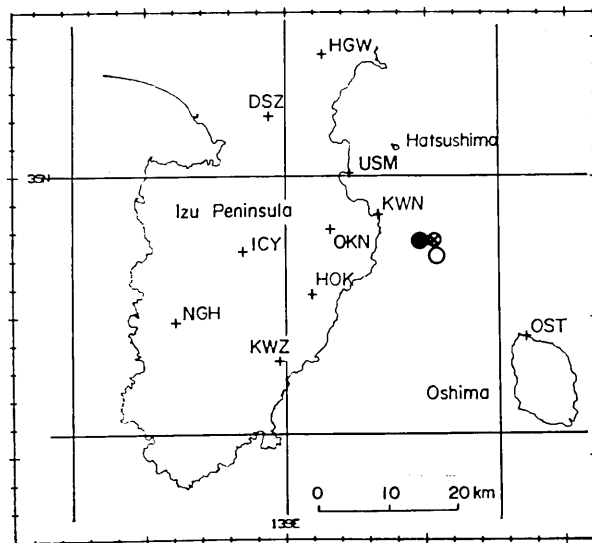


Fig. 1. Distribution of the routine and temporary stations with highly sensitive seismographs in the Izu Peninsula region, operated by the Earthquake Research Institute (ERI) in 1980. USM is a temporary station of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering (IISEE) used in this study. The solid, open and crossed circles are the epicenters of the main shock (M6.7) on June 29, located by the ERI Izu Peninsula network, the ERI Kanto network shown in Fig. 2, and the Japan Meteorological Agency (JMA), respectively.

東付近の微小群発地震活動に注目して、伊豆半島北部に広河原(湯河原) HGW, 大仙山(函南) DSZ の2観測点を1978年11月と1979年6月にそれぞれ新設した。これらの観測点は、伊豆半島東方沖の群発地震に対して北西側に位置し、震源決定精度を上げる上で有効なデータを提供した。一方、奥野観測点 OKN は1971年11月以来、ほとんど欠測なく観測が続けられ、伊豆半島周辺の微小地震活動を長期的に調べる上で基準的な観測点となっていたが、委託先の転居に伴ない1980年4月22日で観測を中止した。従って、今回(1980年)の群発地震の際には同点を含んでいないので、データの連続性という意味では若干問題を残すことになった。群発地震活動開始後、6月26日午後から7月8日午前まで、川奈 KWN において、また、7月1日から3日まで、OKN において臨時観測を行った。

伊豆半島観測網の観測方式は、無線テレメータ化されている HOK を除き、インク・ペン書きのドラムレコーダの委託観測 (OKN, ICY, KWZ, HGW) あるいは、インク・ペン書きの長時間記録計 (三栄型) による準無人観測であって、いずれも紙送り速度は 4 mm/sec である。刻時は毎時の NHK 時報を記録に重畳して更正している。なお、KWN および OKN における臨時観測では、ポータブルのインク・ペン書き記録計 (Sprengnether MQ-800) と DAR 方式のカセットテープレコーダ (5日巻) による観測を併用して行い、磁気テープ記録は 10 mm/sec の紙送り速度で再生した。よみとりは、原則として 1/10秒の精度で行い、従来と同じ方法 (津村ほか, 1977; 1978) で処理した。即ち、震源時を  $V_p/V_{s-p}=1.37$  を仮定して、各点の P と S-P から計算した値の加重平均値 (S-P の逆数を weight とする) として求め、これを固定して各点の P 波走時残差の2乗和を最小にするように震源を求めた。走時の計算には、P 波速度と厚さが、5.45 km/s (5.06 km); 6.05 km/s (14.94 km); 6.80 km/s (10.0 km); 7.80 km/s ( $\infty$ ) である水平成層構造を仮定した。計算途中で深さが負となった場合は、5 km に固定される。マグニチュード M は、各点の振動継続時間 F-P (秒) から、堀 (1973) の式、

$$M = -2.56 + 2.94 \log (F-P),$$

により求め、その平均値を採用した。但し、気象庁で M が求められている場合は、本報告の議論にはそれを用いた。ドラムあるいは長時間記録計によるインクペン書き記録では、集中的な活動の際には、記録線が重なり合い、よみとりが困難となるため、伊豆半島観測網の記録のみでは、集中的活動については、その前後のやや活動度の低下した時間帯から適当地震を抽出して震源決定をせざるを得なかった。そのため、地震数の増減の調査や、やや大きい地震の均質なサンプリングによる震源分布図の作成等の目的には、第2図に示す関東地方のテレメータ観測点 (下線を引いた点) の多チャンネルのトリガーあるいは連続流し記録 (送り 10 mm/s および 1 mm/s のインクペン書き) を用いた。なお、テレメータ観測点のデータは、FM 方式のデータレコーダ (SONY, UFR-L) にも連続収録されており、必要に応じ、このデータも再生して用いた。

テレメータ観測網のデータによる震源決定は、P 時刻のみを用いて、generalized inverse 法 (LAWSON and HANSON, 1974) によって行った。速度構造は、関東地方の震源決定にこれまで多く用いられている MIKUMO (1966) のモデルの1つ (E-3A3) を仮定した。また、ISHIDA and ASANO (1979) による station correction を加え (一部は新た

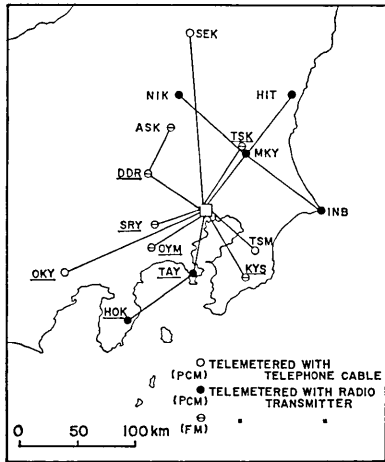


Fig. 2. The ERI telemetering network in the Kanto region. The stations underlined were used for the determination of hypocenters of larger earthquakes in this study.

ため、気象庁の鎌田観測点で S-P 6 秒以下の地震の日別回数を示した (気象庁による)。これらの図から、伊豆半島では、1974 年伊豆半島沖地震を契機として地震活動が活発化し

に決定した値を用いた), さらに, よみとり精度, 震央距離および走時残差に応じて weight を変えることにより, 精度の悪いデータの影響をできるだけ小さくするよう工夫した。主震発生直後から 30 日 17 時頃まで, 震源に近い HOK が故障欠測したので, この間は, 建築研究所の宇佐美観測点 USM のトリガー方式の感熱式流し記録を借用してよみとり, データを補った。本報告の段階では, 伊豆半島観測網のデータとテレメータ観測網のデータは, HOK が共通に用いられている他は, 独立に処理されている。

### 3. 今回の群発活動までの経過

第 3 図は, 1974 年以降の伊豆半島周辺の主な地震活動の位置を模式的に示したものである。第 4 図は, OKN における 1971 年から 1980 年 3 月の S-P 5 秒以下の地震の日別回数の変化である。1980 年 4 月~9 月は, 奥野の観測がない

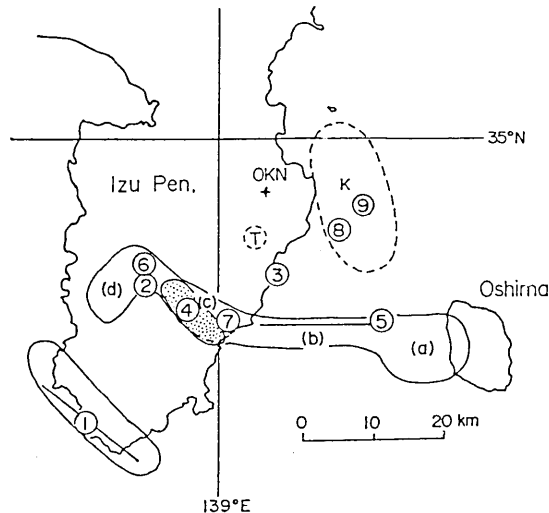


Fig. 3. Map showing the seismicity in the Izu Peninsula region since 1974. The epicenters of major earthquakes are shown by circles with the same event numbers as in Fig. 4. The aftershock areas and the areas of active earthquake swarms are enclosed with solid and broken lines.

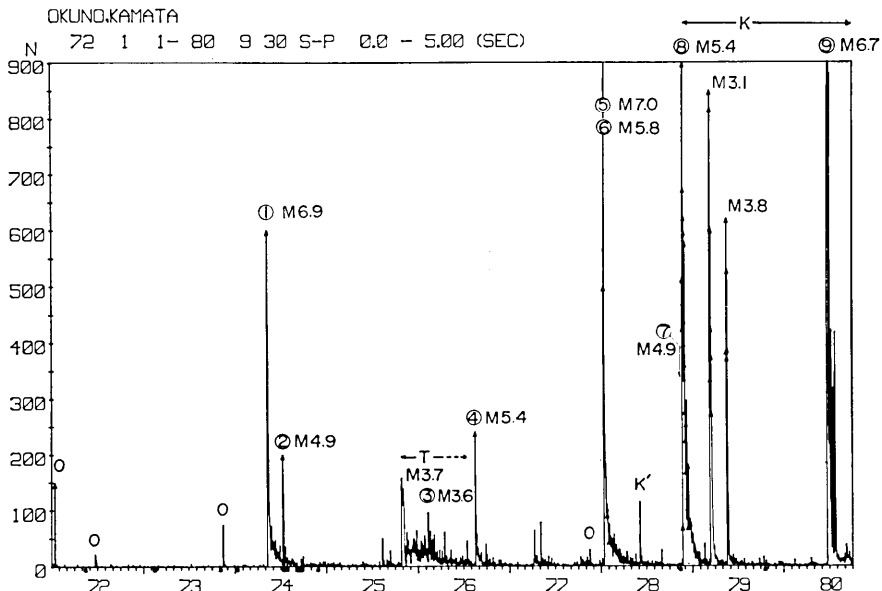


Fig. 4. Daily number of earthquakes (with  $S-P \leq 5.0$  sec) recorded at Okuno (OKN). From April through September 1980, the daily number of earthquakes (with  $S-P \leq 6.0$  sec) recorded at Kamata (a JMA station) near OKN is shown, as OKN discontinued operation in April 1980. Numbers in the circles correspond to those in Fig. 3. T, K, K' and O indicate the earthquake swarms east off the Izu Peninsula (off Kawanazaki), near Togasayama, near Kawana and near Oshima respectively.

たこと、活動が次第に北上していることがわかる。1978年伊豆大島近海地震の余震活動がほぼおさまった1979年6月5日—7日頃伊東市川奈付近で、第4図に K' で示した微小地震 ( $M < 2$ ) のみよりなる群発地震が発生した(津村ほか, 1979)。これが、今回の活動につながるさきかけの活動であったと考えられる。第4図にみられるその後の4回の活動のピークは、すべて伊豆半島東方沖(川奈崎沖)の群発地震活動によるものである。1978年の群発地震活動(川奈崎沖群発地震)は、11月24日から始まり、12月3日22時15分に、M5.4の最大地震が発生して、富戸付近に若干の被害を与えた。

この活動は、初期には、極めて狭い範囲に集中して発生していた(第5図(a))が、最大地震とともに、南方に震源域が拡大した(第5図(b))。活動の性質は、今回と同様に極めて間歇的であった(第6図)(地震研究所地震予知移動観測室ほか, 1979)。1979年に入って3月と5月に再発し、それぞれM3.1とM3.8を最大とする活動があった(第4図)。第5図(c), (d)は、それらを含む月の震央分布図である。1979年後半から1980年前半にかけて、伊豆半島一帯の活動は、次第に低下した(地震研究所地震予知移動観測室ほか, 1980a; 1980b)が、この期間(1979年7月—1980年4月)の震央を重ねてプロットしてみると第7図のようになり、1974年伊豆半島沖地震の余震域(その北西および南東への延長部を含む)、1978年伊豆大島近海地震の余震域および伊豆半島東方沖の3つの場所がやはり比較的活動であったことがわかる。1980年5月と6月(22日まで)は、第8図、第9図

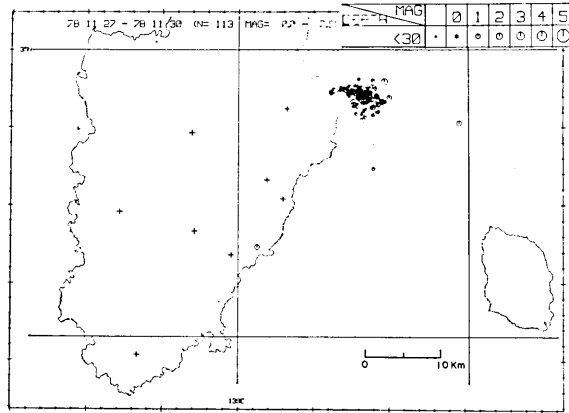


Fig. 5(a)

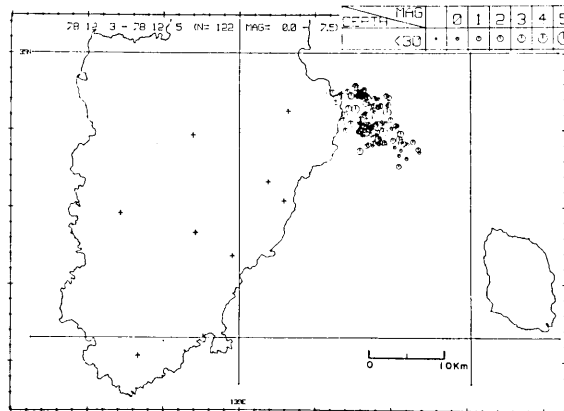


Fig. 5(b)

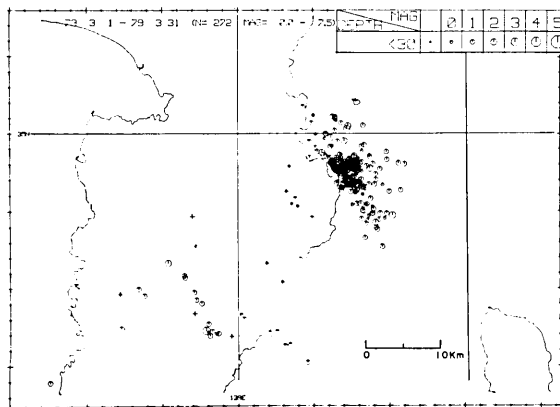


Fig. 5(c)

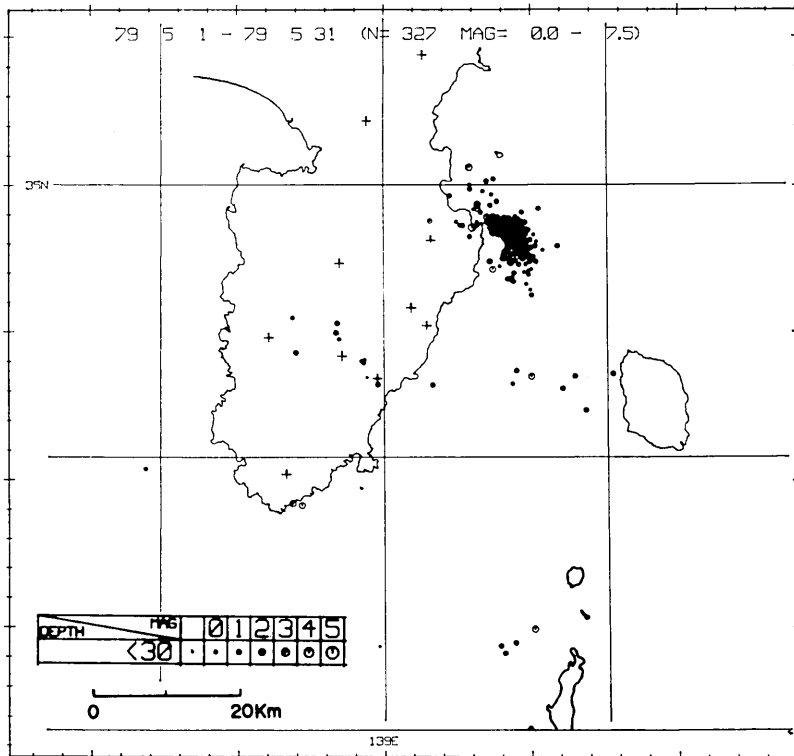


Fig. 5(d)

Fig. 5. Epicentral distributions of earthquakes in the Izu Peninsula region for major activities; (a) November 27-30, 1978 (early stage of the 1978 swarm), (b) December 3-5, 1978 (activity after the main shock of M5.4 on December 3), (c) March 1979, and (d) May 1979.

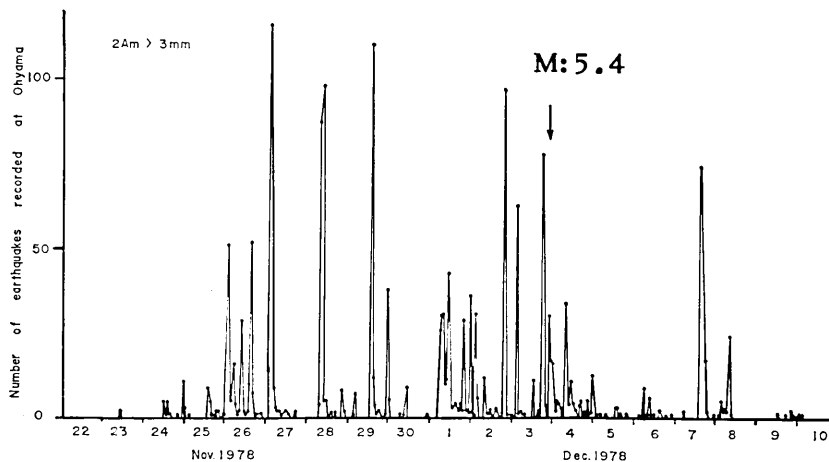


Fig. 6. Hourly number of earthquakes recorded at Ohyama (OYM) for the 1978 swarm off Kawanazaki.

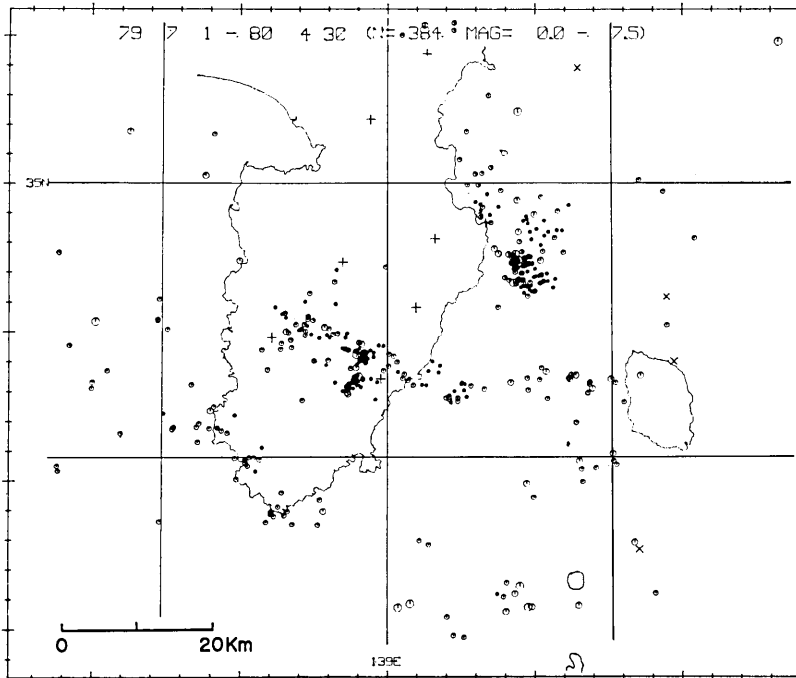


Fig. 7. Epicentral distribution of microearthquakes in the period of July 1979—April 1980. The seismicity in the Izu Peninsula region was comparatively low, and mainly clustered in the three regions, i.e., the aftershock areas of the 1974 Izu-Hanto-Oki and the 1978 Izu-Oshima-Kinkai earthquakes and the area east off the Izu Peninsula, where the swarms shown in Fig. 5 had occurred.

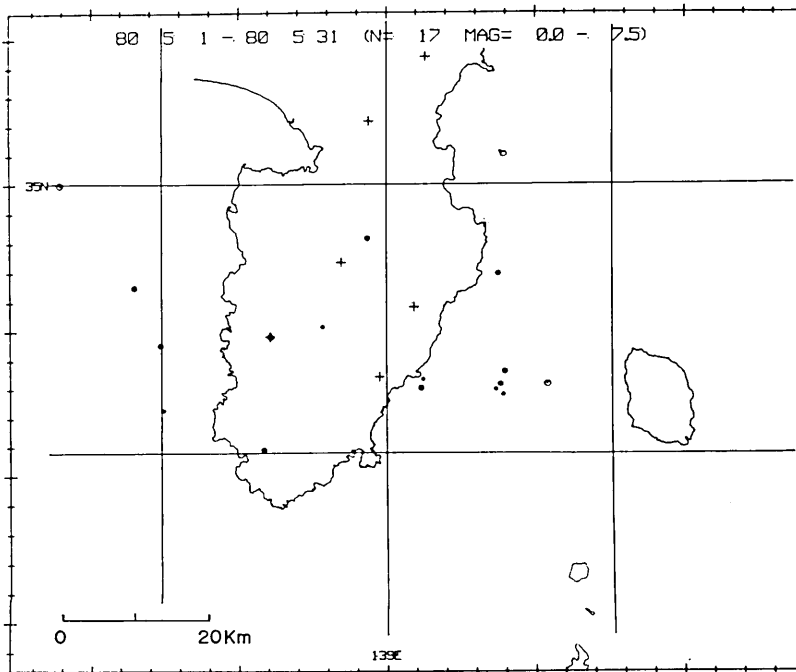


Fig. 8. Epicentral distribution of microearthquakes in May 1980.



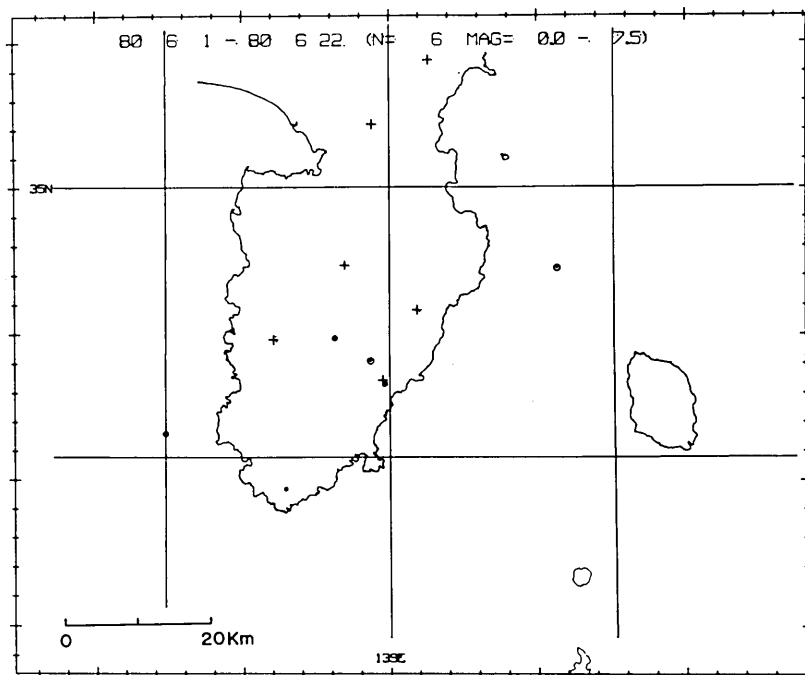


Fig. 9. Epicentral distribution of microearthquakes in the period of June 1-22, 1980. Figures 8 and 9 show extreme quiescency of seismicity during about two months prior to the present activity.

に示すように、伊豆半島周辺は全体に極めて静穏であった。大竹ほか(1980)は、この静穏状態は異常であったと考えている。

#### 4. 1980年伊豆半島東方沖の群発地震の活動経過

1980年6月22日23時23分に HOK で S-P 3.0 秒位の極微小地震が記録されたのが今回の群発地震の始まりであった。HOK における初期の1時間ごとの微小地震回数の変化は、第10図のとおりで、24日午後には1時間当りの地震回数が10回を越えるようになり、群発性の活動であることが明瞭となった。25日午前中には、さらに集中的な活動があった後、18時過ぎより連続的に

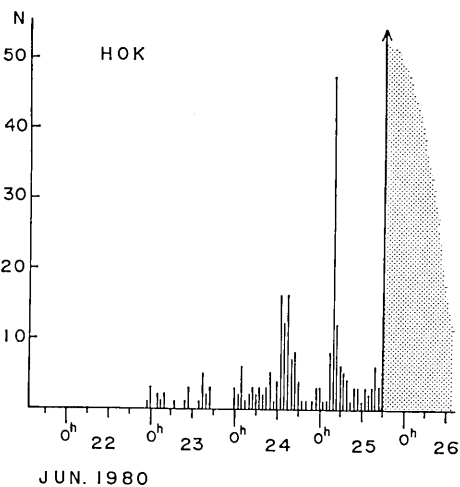


Fig. 10. Hourly number of microearthquakes recorded at Hokigiyama (HOK) during the initial stage of the present swarm.

Table 2. Half-hourly number of

DAY HOUR	JUNE						JULY									
	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	7	2	0	38	23	12	10	0	0	0	3	5	2	2
	0	0	9	2	8	17	9	6	8	2	1	1	3	2	2	0
1	0	0	11	1	3	52	14	9	9	1	1	0	3	0	1	2
	0	0	7	1	2	44	31	3	4	5	3	0	1	2	2	2
2	0	0	12	2	0	15	99	8	2	5	4	0	3	3	3	2
	0	0	5	5	87	7	63	4	3	6	2	0	0	1	1	0
3	0	1	6	2	103	7	38	5	3	12	2	4	0	3	3	1
	0	3	3	1	20	11	13	5	0	6	3	1	1	3	1	1
4	0	10	6	2	10	10	13	6	0	5	0	0	0	0	0	0
	0	21	20	7	7	3	10	7	2	0	0	0	1	1	0	0
5	0	1	38	17	9	13	6	3	12	1	1	3	2	2	1	0
	0	3	12	75	5	14	4	7	1	2	1	0	2	0	1	0
6	0	0	2	89	7	11	5	4	2	4	1	0	2	1	3	1
	0	0	1	36	3	6	8	9	1	0	0	2	0	0	2	0
7	0	0	8	24	8	8	9	4	1	0	1	13	1	2	0	0
	0	2	2	16	2	17	8	6	3	0	2	72	4	2	0	0
8	0	0	7	13	2	7	17	6	2	1	3	120	1	1	1	0
	0	0	2	16	1	6	9	3	1	4	2	75	1	2	1	0
9	0	0	7	7	1	9	5	9	3	3	1	37	1	2	0	1
	0	0	0	4	2	6	12	4	1	2	2	16	1	2	2	2
10	0	0	2	10	4	3	14	8	5	3	1	11	3	1	1	2
	0	0	2	2	3	7	8	48	2	1	1	10	0	0	2	1
11	0	0	3	4	3	10	9	81	3	0	1	10	1	0	0	1
	0	0	3	21	68	22	3	72	1	2	0	5	2	3	1	0
12	0	0	3	40	109	62	9	21	9	3	0	1	1	0	2	0
	0	0	6	54	58	69	16	28	1	1	1	4	2	1	0	8
13	0	0	3	41	14	38	38	13	4	1	0	4	2	0	1	34
	1	0	3	32	18	6	5	5	4	1	3	4	6	0	0	6
14	0	0	4	59	6	2	10	6	11	1	1	4	87	1	0	1
	0	0	0	33	14	1	6	4	3	1	6	7	92	1	1	1
15	0	1	0	13	10	7	7	4	3	2	29	5	50	0	2	1
	0	2	0	6	4	1	3	7	3	8	12	2	24	0	0	1
16	0	5	2	3	74	13	8	4	0	3	1	0	18	0	0	2
	0	0	3	4	113	54	12	15	5	2	1	2	7	0	4	3
17	0	0	2	4	110	58	43	6	3	2	1	2	12	2	4	2
	0	0	1	4	33	56	64	7	1	0	0	0	4	0	1	0
18	0	11	1	2	28	56	93	3	12	2	3	1	4	0	2	0
	0	88	2	7	13	37	55	4	21	3	0	2	6	1	1	0
19	0	90	3	9	37	37	51	2	13	1	0	2	3	13	0	1
	0	58	1	6	22	33	19	10	30	1	0	1	5	57	1	1
20	0	23	2	8	13	30	23	5	36	0	0	3	7	87	0	1
	0	18	1	4	11	22	11	8	11	1	1	1	5	44	6	0
21	0	16	2	6	16	33	4	3	2	3	1	3	0	78	2	0
	0	32	3	2	5	34	5	49	4	13	1	4	1	59	2	1
22	0	47	3	5	12	24	9	51	4	9	1	2	0	11	3	0
	0	34	1	5	2	22	6	19	2	6	1	3	2	4	2	1
23	0	7	1	2	14	26	14	6	3	5	0	4	6	6	1	0
	0	13	3	5	51	23	9	3	3	3	2	3	3	8	1	0
TOTAL	1	486	225	713	1145	1087	950	612	267	137	98	444	383	411	66	82

earthquakes recorded at Ohyama (OYM).

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	3	0	0	0
1	0	0	1	0	11	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	4	0	0	0
2	1	1	2	1	38	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	2	1	53	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	3	1	0	0
2	0	0	0	0	13	1	0	3	0	1	0	0	1	4	1	0	3	1	2	0	0
2	0	1	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	2	0	0	1	2	0	0
0	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	1	42	0	0	1	0	0	0
2	0	2	1	0	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	14	1	0	2	1	0	0
0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	17	0	1	12	0	0	3	0	0	0
1	0	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	69	0	0	8	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	84	1	0	17	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	2	2	0	3	0	0	0	0	60	1	0	13	0	0	0	0	0	0
0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	21	0	2	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	0	0	0	0	0	2	1	1	1
0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	3	1	0	0	0	1	0	1	0	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0
20	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	1	0	2	1	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	1
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0
0	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	2	2	0	0	2	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	0	1	0
0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	4	0	0	0	0	33	0	0	0	0
1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	69	1	1	0	0
0	1	0	0	1	4	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	70	2	0	0	0
0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	51	1	0	0	0
1	0	0	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	0	2	0	0
0	4	0	8	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	12	0	0	0	0
1	0	0	11	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0
0	0	0	47	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	6	1	2	0	0	0
0	1	0	44	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0	9	1	0	0	0	0
1	0	0	42	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0
0	0	0	28	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0
0	1	0	11	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	4	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	11	2	0	0	0	1
55	17	18	236	23	157	19	11	17	10	14	5	311	14	25	118	23	305	48	18	5	6

地震が発生し始め、 $M$ も3を越え、有感地震を含むようになった。

これ以降の活動期間については、HOKの地震回数を数えることが難しいので、OYM ( $\Delta \approx 50 \sim 60$  km)における30分毎の地震回数の変化を第11図に示す(第2表は、そのデータである)。この図でわかるとおり、今回の活動も、1930年伊東群発地震(NASU *et al.*, 1931)や前記の川奈崎沖群発地震と同様に時間的に著しく集中した活動(バーストと呼ぶ

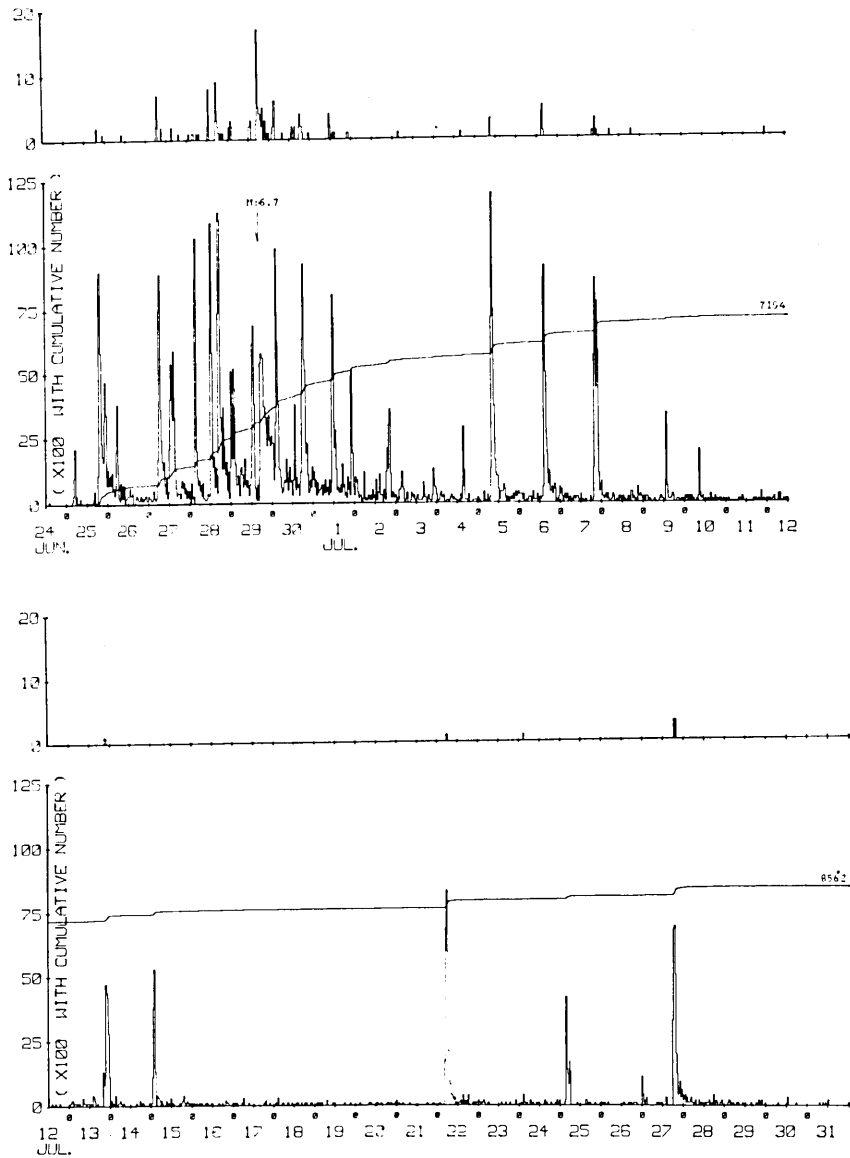


Fig. 11. Half-hourly number and cumulative number of earthquakes recorded at OYM, showing repeated burst-type activities during the present swarm. Number of larger events ( $M \geq 2.8$ ) is also shown (top).

Table 3. List of concentrated activities (bursts). Date, time of concentrated activity (FROM TO), its duration (T, min), total number of shocks in each burst recorded at OYM(N), rate of earthquake occurrence (RATE=N/T), event/min), magnitude of the largest shock (M0), with its time, difference of magnitudes of the largest and the second largest shocks (DIF), time interval between the start of burst and the largest shock (TB), min number of shocks until the largest shock (NB), and rate of earthquake occurrence before the largest shock (RATE2=NB/TB, events/min) are given.

NO	Y	M	D	FROM TO	T	N	RATE	M0(TIME)	DIF	TB	NB	RATE2
1	80	6	25	0427-0445	19	25	1.3	1.6(0442)	0.1	15	18	1.2
2	80	6	25	1824-1959	96	241	2.5	3.4(1845)	0.4	21	40	1.9
3	80	6	25	2150-2251	62	99	1.6	2.9(2200)	0.5	10	23	2.3
4	80	6	26	0449-0523	35	52	1.5	2.8(0515)	0.3	26	45	1.7
5	80	6	27	0516-0650	95	209	2.2	4.9(0606)	0.3	50	100	2.0
6	80	6	27	1147-1452	183	303	1.7	3.1(1449)	0.2	182	300	1.6
7	80	6	28	0232-0335	63	189	3.0	3.5(0300)	0.4	28	90	3.2
8	80	6	28	1140-1306	87	236	2.7	4.9(1205)	0.5	25	80	3.2
9	80	6	28	1605-1749	105	314	3.0	3.8(1647)	0.0	42	140	3.3
10	80	6	28	2333-0040	68	100	1.5	3.6(0027)	0.7	54	90	1.7
11	80	6	29	0108-0154	47	88	1.9	4.1(0147)	0.4	39	80	2.1
12	80	6	29	1144-1323	100	94	0.9	3.2(1150)	0.1	6	5	0.8
13	80	6	29	1620-0036		566	1.1	6.7(1620)	2.6	0	0	
14	80	6	30	0150-0345	116	228	2.0	4.9(0223)	0.3	33	100	3.0
15	80	6	30	1250-1326	37	49	1.3	3.1(1316)	0.2	26	40	1.5
16	80	6	30	1716-1930	135	310	2.3	3.6(1755)	0.1	39	100	2.6
17	80	7	1	1045-1206	82	205	2.5	3.4(1101)	0.1	26	40	1.5
18	80	7	1	2059-2224	86	119	1.4	3.2(2122)	0.3	23	35	1.5
19	80	7	2	1811-2039	149	117	0.8	3.0(1949)	0.0	98	50	0.5
20	80	7	4	1510-1554	45	39	0.9	2.9(1520)	0.3	10	20	2.0
21	80	7	5	0725-0945	141	326	2.3	3.3(0807)	0.0	42	110	2.6
22	80	7	6	1350-1547	116	254	2.2	4.1(1419)	0.1	29	55	1.9
23	80	7	7	1925-2204	159	336	2.1	4.5(1954)	1.0	20	50	2.5
24	80	7	9	1248-1345	58	48	0.8	2.5(1307)	0.3	19	15	0.8
25	80	7	13	2106-2304	119	165	1.4	3.2(2130)	0.3	24	40	1.7
26	80	7	15	0059-0205	67	99	1.5	2.8(0133)	0.4	34	45	1.3
27	80	7	22	0425-0611	107	238	2.2	3.5(0500)	0.0	35	85	2.4
28	80	7	25	0306-0546	161	106	0.7	2.9(0538)	0.4	152	100	0.7
29	80	7	27	1741-1927	107	224	2.1	4.6(1806)	0.9	25	42	1.7

ことにする)と静穏期がくりかえされるという特徴をもっており、7月末までに主震に伴った余震活動を含め、1回の活動でOYMで30個以上の地震が記録されたバーストは29回認められる。第3表は、それらの活動期間、OYMにおける地震回数、最大マグニチュード等のデータをまとめたものである(末尾の追記参照)。以下、特に断らない場合、地震数はOYMの10Hzで約5万倍の流し記録上で数えたものである。

25日夕刻からの顕著な活動(No. 2)の後、27日早朝まで、活動はややおさまりつつあるようにみえたが、27日05時過より著しく活発化し(No. 5の活動)、05時55分のM4.6、06時06分のM4.9の地震を含め、約1時間半の間に200個以上の地震が記録された。第12図(a)に、磁気テープからの遅送り再生記録で、その活動経過を示す。伊豆半島観測網に

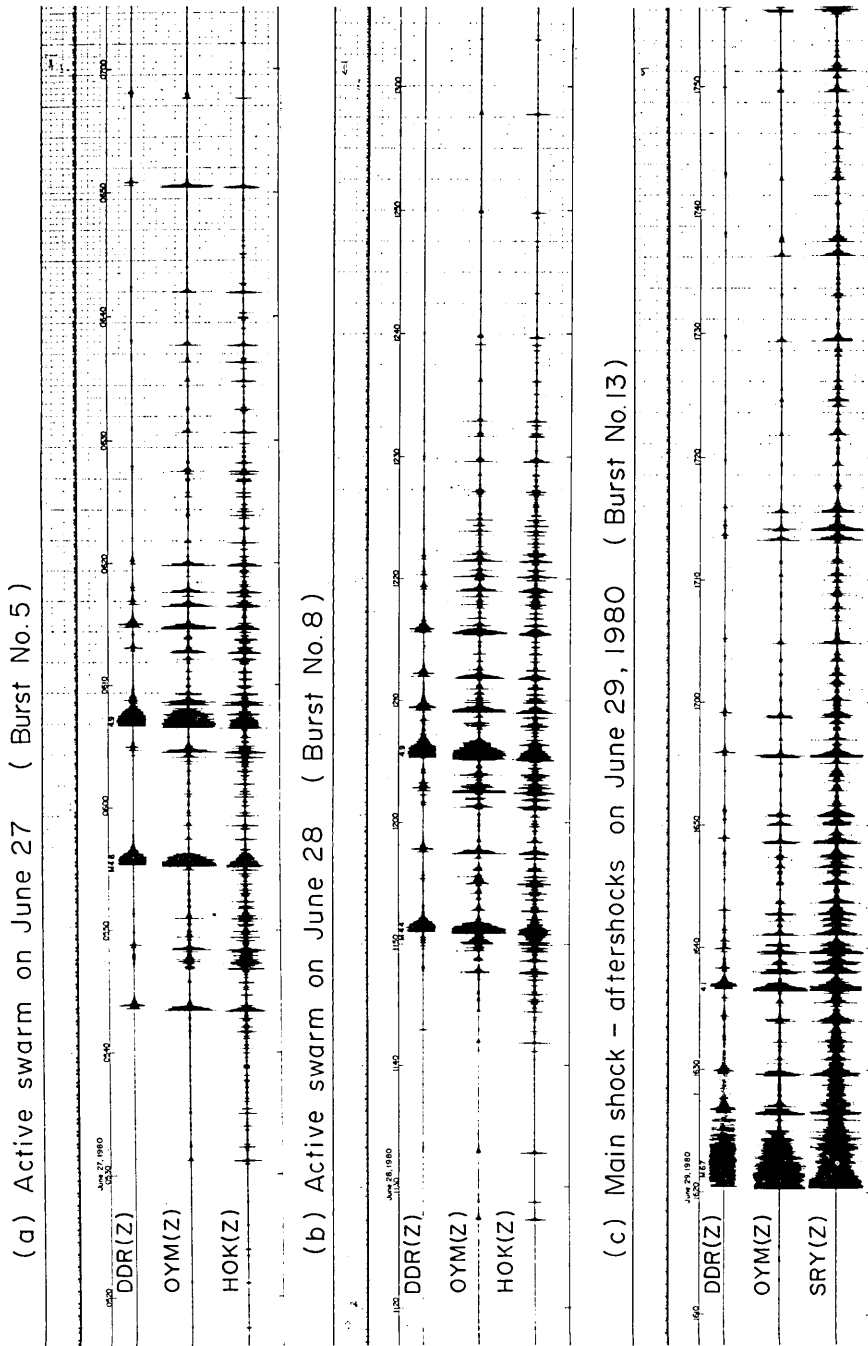
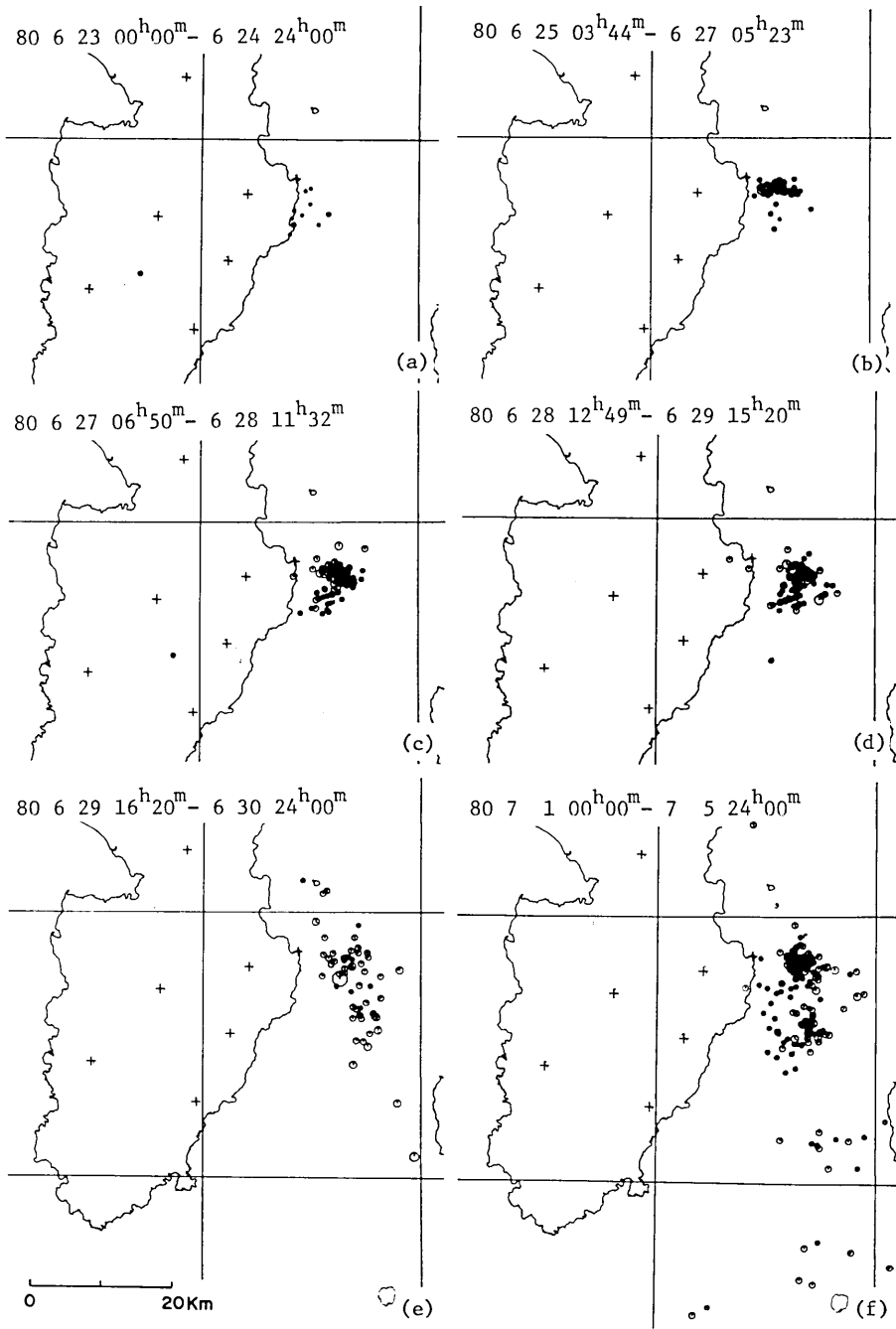


Fig. 12. Slow speed records of three major activities reproduced from magnetic tapes. It is noted that the main shock with M6.7 occurred quite suddenly, while other larger shocks with M4.9 were preceded by many smaller shocks.



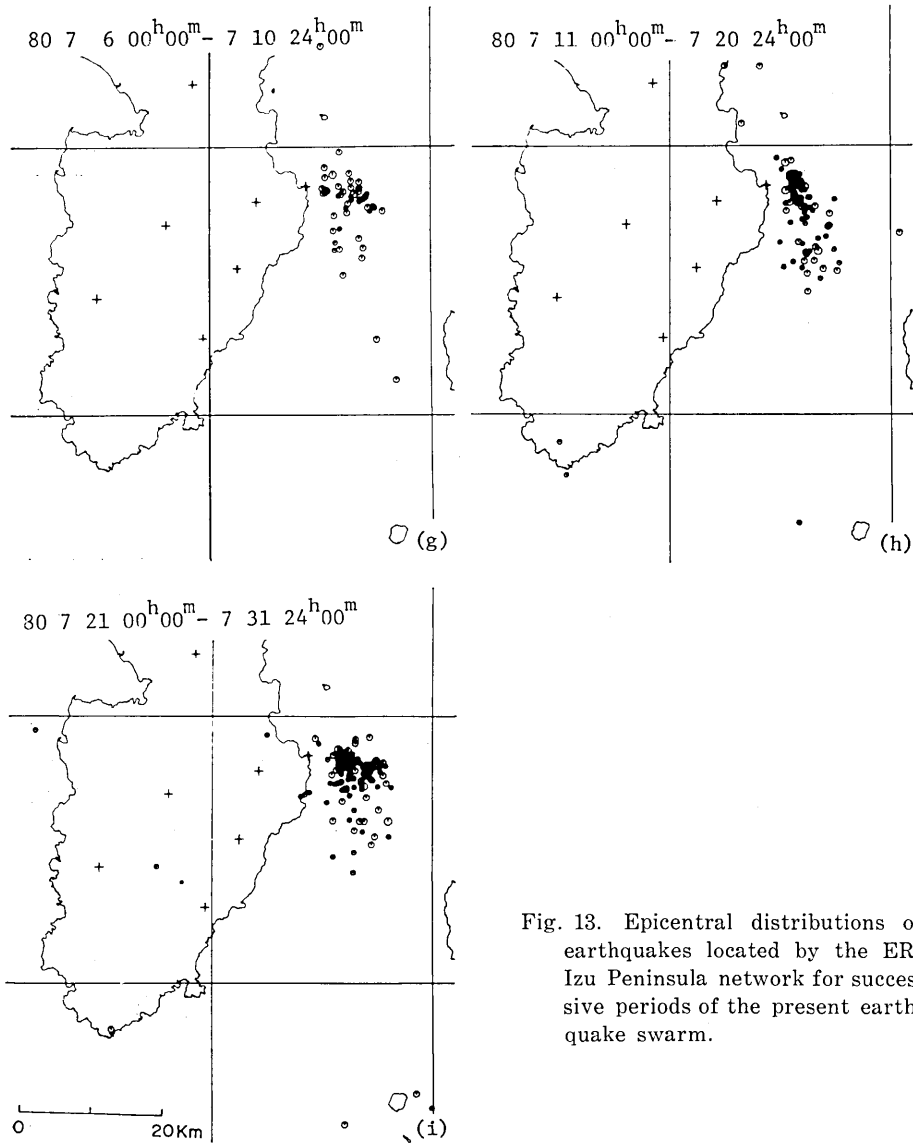


Fig. 13. Epicentral distributions of earthquakes located by the ERI Izu Peninsula network for successive periods of the present earthquake swarm.

より求められた震源は、それまでは、第13図 (b) のように、1978年の群発活動の初期 (第5図 (a)) と同じく主として川奈崎沖の長さ 6 km, 幅 3 km 位の狭い範囲に密集していたが、この活動から南側に 4 km 位拡大した。これは 1978年の活動で M5.4 の地震に伴って南に拡大した経過 (第5図 (b)) と似ている。この震源域の変化は、名古屋大学理学部の観測結果でも、戸田と南伊豆観測点の走時差の変化として示されている (第51回地震子知連絡会資料)。なお、第13図 (a) に示した極く初期の M の小さい地震の震央は、観測点数が少ない上、HWG が欠測であったため、第13図 (b) との違いの有意性については検討の余地がある。



27日午後と28日早朝にも、バースト的な活動 (No. 6 と 7) が発生し、地震回数は多かったが、Mは比較的小さく、最大が3.1と3.5であった。しかし、28日11時40分頃から約1時間半にわたって27日朝の活動と同規模のMの大きい地震を含む活動 (No. 8) があり、第12図 (b) に示すように、11時50分に M4.4、12時05分に M4.9 の地震が発生した。この活動の前後では、第13図 (d) に示すように、震源域に目立った変化はみられなかった。

28日午後から29日昼頃にかけて、さらに4回のバースト的な活動 (No. 9~12) がみられたが、29日14時頃から静穏化し、以後本震が発生する迄に、OYM では10個を記録しているにすぎない。15時30分頃から八丈島近海でも群発地震が発生したので、一部はその記象でマスクされたおそれはあるが、本震直前の30分間は、明らかに静穏であった。

16時20分に、M6.7 の主震がそれまでの群発活動域の南側 (群発活動域の中心から約3 km 南) に発生した。HOK の S-P を3.0秒と仮定して求めた伊豆半島観測網による震央は、 $34^{\circ}55.0'N$ 、 $139^{\circ}12.6'E$  深さは14.5 km であった。本震後、余震域が約10 km 南側に拡がり、また、それ迄の群発域と、その少し北方 (初島付近) でも活動がみられた (第13図 (e))。主震のメカニズムは、諸機関の初動の押し引きのデータを総合して、既に大竹ほか (1980) や、気象庁 (1980) によって求められており、余震分布を考慮して、ほぼ南北走向の水平左ずれの断層運動であったと推定されている。余震域の南北両方向への拡大は、その延長上にある HGW の S-P 時間の変化から直接証明される。同点では、主震前は S-P が3.6~3.9秒であったが、主震後は、南側への拡大を示す5.0秒位までの地震とともに、3.0~3.3秒位のものが混るようになり (最初の確実なものは16時42分の S-P 3.1秒のものである)。19時46分には、さらに短い1.9秒のものも発生しており、6月30日夜までに S-P 3.4秒以下の地震は合計30個余り記録されている。第12図 (c) は、主震後約1時間半の余震活動状況である。HOK が欠測となり、OYM でしか比較できないが、余震活動よりも、28日正午前後の群発活動の方がはるかに活発であったことがわかる。余震分布からみると、主震は bilateral な断層運動であったと考えられるが、たとえば、初島付近にやや離れて発生したものが、主破壊面を直接示すものであるかどうかはわからない。石田 (1980) は、波形の特徴からみると、主破壊は、北方へはせいぜい5 km 程度しかのびていないと推定している。海底地形の調査から、川奈崎沖約7 km には、南北にのびる (北半分は北北東にのびる) 全長約23 km の活断層が推定されており (東京都防災会議, 1977)、余震分布は、今回の主破壊がこの活断層の南半分とその南への延長部の活動であったことを示している。破壊は、活断層の走向が北北東に変る場所で停止したとみられる。茂木ほか (1980) は、高周波振動の観測結果から地震断層はこの活断層のさらに1 km 位東側に生じたと推定しているが、ここで扱った震源決定結果では、余震と活断層との位置関係を2 km 以下の誤差で議論することは難しいので、これを裏付けることはできない。なお、羽鳥 (1980) は、津波の到達時間から、余震域とほぼ一致する長さ17 km の津波波源域を求めている。

主震に伴った直接の余震とみられる活動が30日0時半頃からやや急に衰える傾向を示した後、01時50分頃から、主震後最初のバーストが、ほぼ主震発生前の活動域で始まり、M4.9を含む活動が約2時間続いた (No. 14)。その後は、第11図に示されているように、十数回のバーストをくりかえしながら次第に収まり、7月27日のを最後に顕著なバースト

的活動はみられなくなった。

7月に入って、主震の震央付近の活動度が低下し、活動域が南北に分れる傾向がみられ、南側にくらべ最初から群発活動が続いていた北側の方が活発であった。また、7月前半には、主な活動域の南北への延長方向に当る真鶴岬付近、大島西方、利島付近などで地震活動がみられた（第13図(f), (g)）が、第7～9図に示した平常の活動度からみて、こ

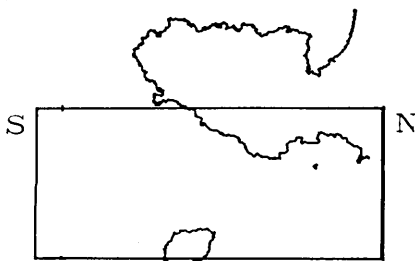
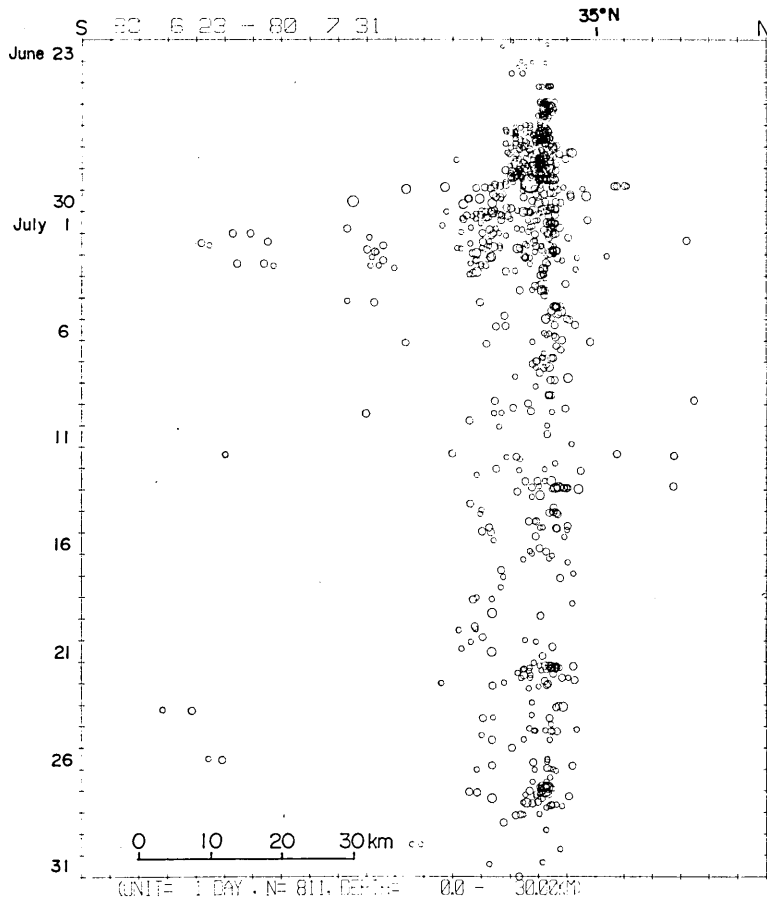


Fig. 14. Space-time plot of epicenters located by the Izu Peninsula network. Note that sampling is not uniform during very active periods.

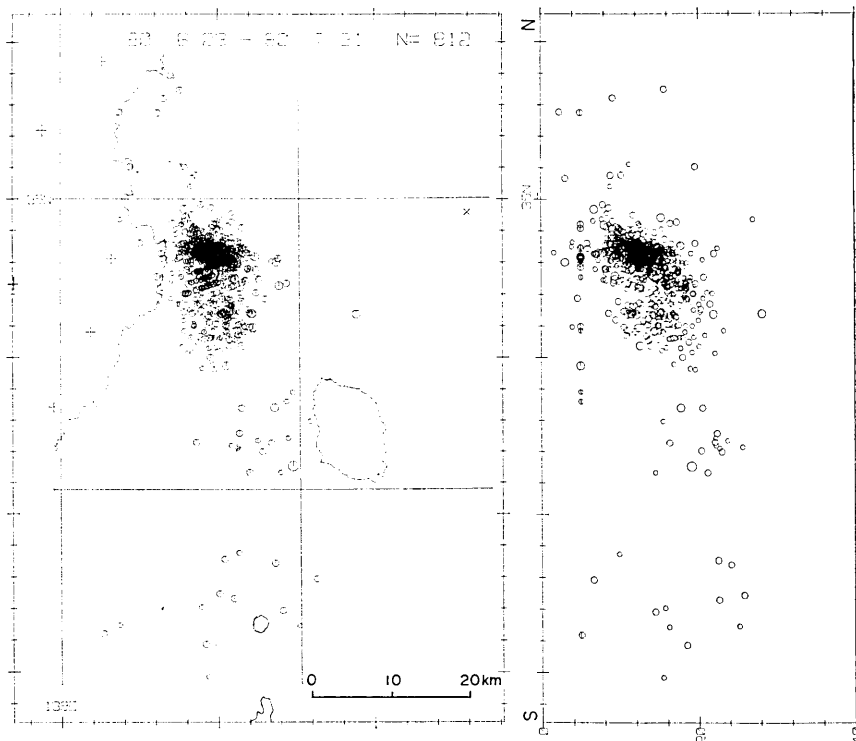


Fig. 15. Epicentral distribution of earthquakes located by the Izu Peninsula network and the N-S vertical section for the period of June 23-July 31, 1980.

れらは、今回の活動によって誘発されたものとみられる。以上の震央分布の変化は、時空間表示図（第14図）に明瞭に示されている。但し、この図には、既に述べた理由で、集中的な活動の部分は充分示されていない。

以上の震央分布図は、すべて伊豆半島の観測網のみにより求められたものである。これによる震源の深さは、5—20 km に求まるものが多い（第15図）が、片側のみからの決定であるため深さの決定精度にやや疑問がある。第16図は、臨時観測点 KWN, OKN, OST（大島灯台、地震研究所火山物理部門による）も加えて決定した7月1日—3日の震央分布図と南北断面の深さ分布図であって、震源域の東側にも観測点があるため精度が高いと考えられる。この図では、ほとんどの震源は深さ 7—17 km の範囲に求まった。また、主震付近の低活動域の存在が明瞭に示されている。なお、いろいろな観測点の組み合わせによる震央位置の違いは 2—3 km 以内であって、以前に決定した震央分布図と、今回示した各図とは、その程度の誤差を見込んで比較することができることがわかった。第5図および第7図と第13図～第19図に示す余震分布を比較してみると、主震より南にのびた部分を除き過去の活動域と重複している。しかし、密集している部分は、4—5 km 東へずれているようである。石田（1980）も、震源域の東西にある観測点における走時差の変化から、今回の活動域は、1978～79年の活動域より東にずれていると推定している。

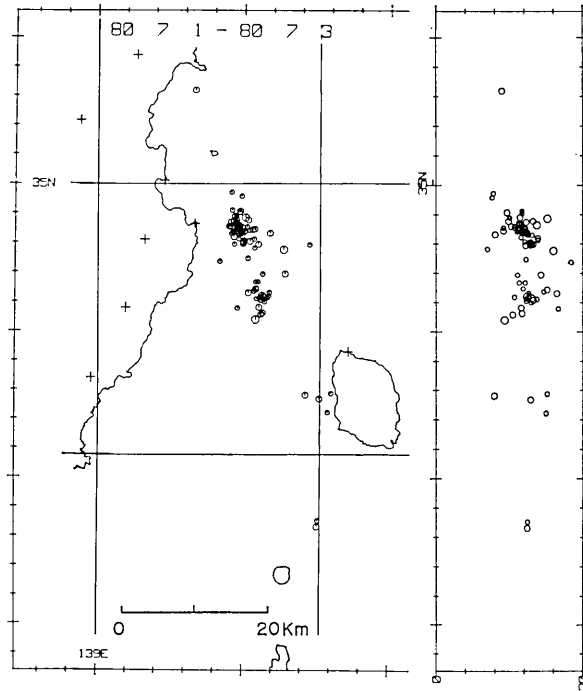


Fig. 16. Epicentral distribution and depth distribution of earthquakes located by using data from the Izu Peninsula network and a temporary station on Oshima, OST. The vertical section is supposed to be more accurate than that in Fig. 15.

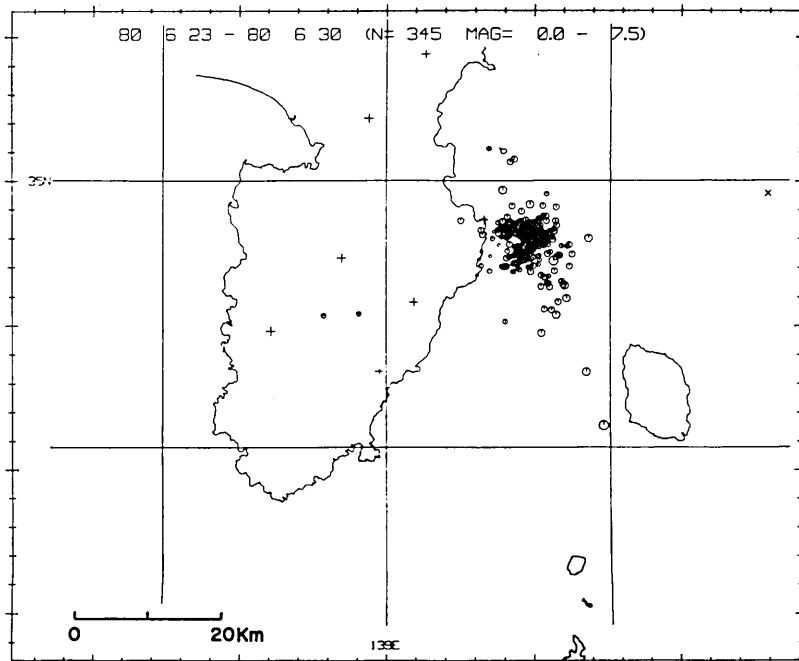


Fig. 17. Epicentral distribution of earthquakes in the period of June 23-30, 1980. The epicenters shown in Figures 17-20 were located by the Izu Peninsula network.

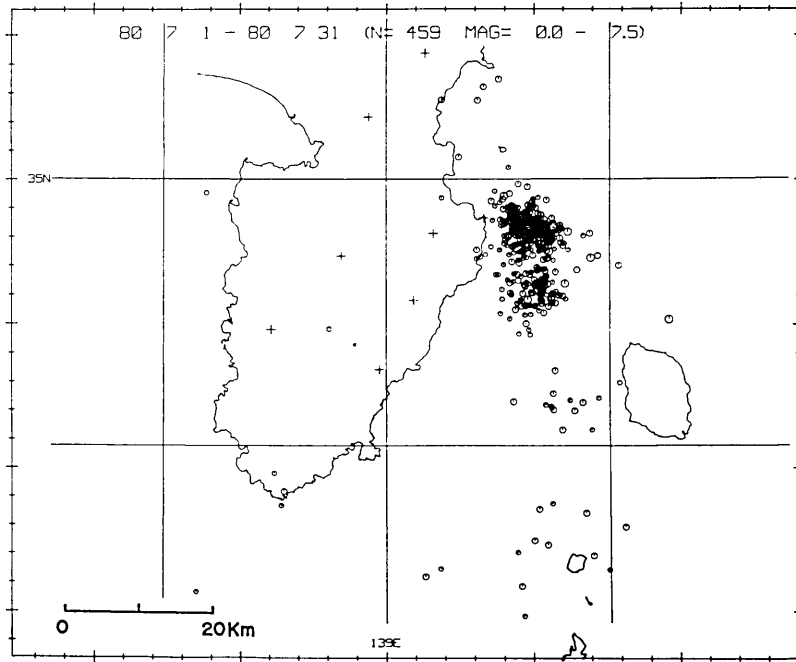


Fig. 18. Epicentral distribution of earthquakes in July 1980.

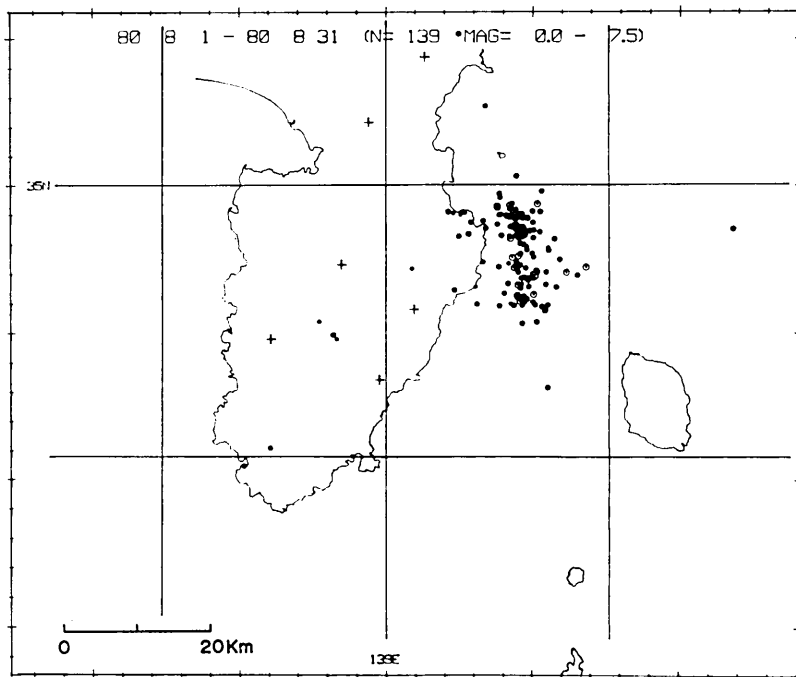


Fig. 19. Epicentral distribution of microearthquakes in August 1980.

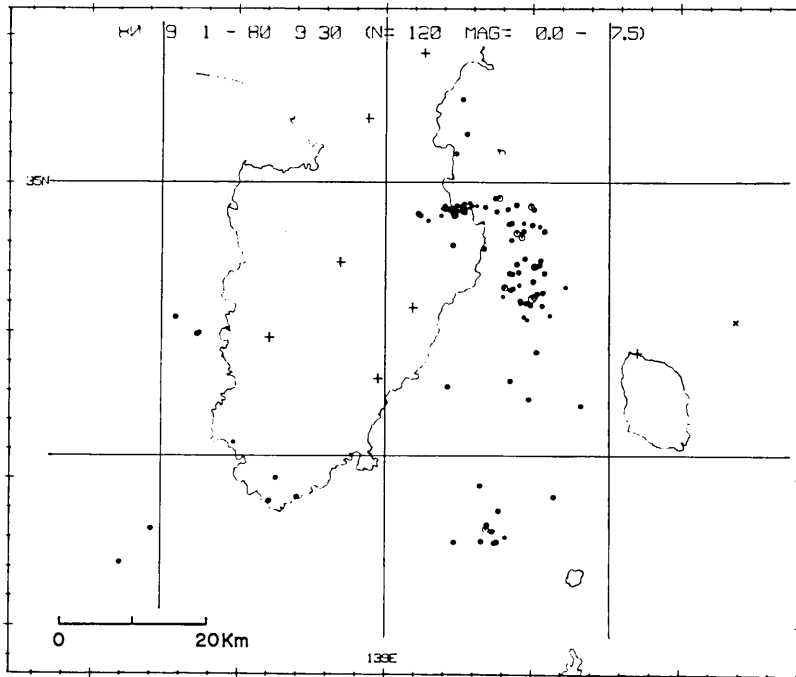


Fig. 20. Epicentral distribution of microearthquakes in September 1980.

第17～20図は、6月から9月までの各月ごと（6月は23日以降）の震央分布図である。7月中は、第11図に示されているようにペースト的な活動がやや間隔を置いてくりかえされ、北側の活動度が著しく高かったが、8月～9月には、ペースト的な活動はなくなり、活動度は南北であまり違わなくなったように見える。なお9月3日から9日頃に、伊東市の直下で小規模な群発活動がみられた（第20図）。

### 5. 主な地震の震源分布

伊豆半島の観測網では、既に述べたようにインク・ペン書ドラム記録が主体であるため、Mの大きい地震を多く含む集中的な活動の部分はよみとれない。そこでテレメータ観測点の流し記録を用いて、M3.0程度以上の地震を対象にして、できるだけもれなく震源を決めることにした。第21図は、その結果を活動期間別に示したものである。また、第22図は、6月25日から7月27日までの分をまとめてプロットしたものである。第23図は、第22図の震源分布の長軸方向の距離を横軸に、時間を縦軸にとって示した時系列図である。これらの図からよみとれる活動経過は、前節で述べた伊豆半島の観測網による結果とほぼ一致しており、主震は、それまでの群発活動域の南側で発生し、直接の余震とみられる活動が約8 km南側に拡がり、また北西方向へも数 km拡大したが、その活動は約1日で終り、その後は再び初期の活動域で集中的な活動がくりかえされたことが示されている。なお6月29日16時20分から30日17時頃までの期間は、震源に最も近いテレメータ点である

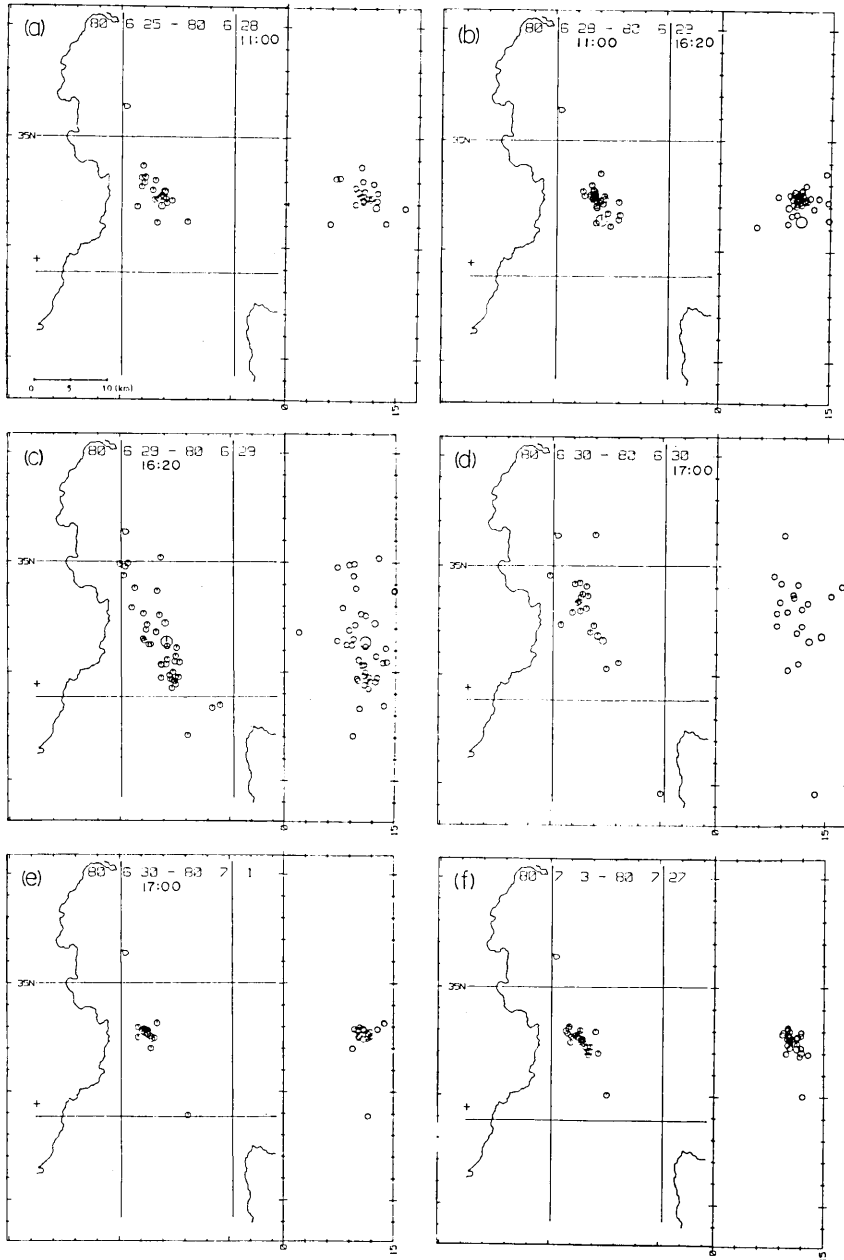


Fig. 21. Epicentral distributions of larger earthquakes ( $M \geq 3.0$ ) located by the ERI Kanto network and the N-S vertical sections for successive periods of the present earthquake swarm.

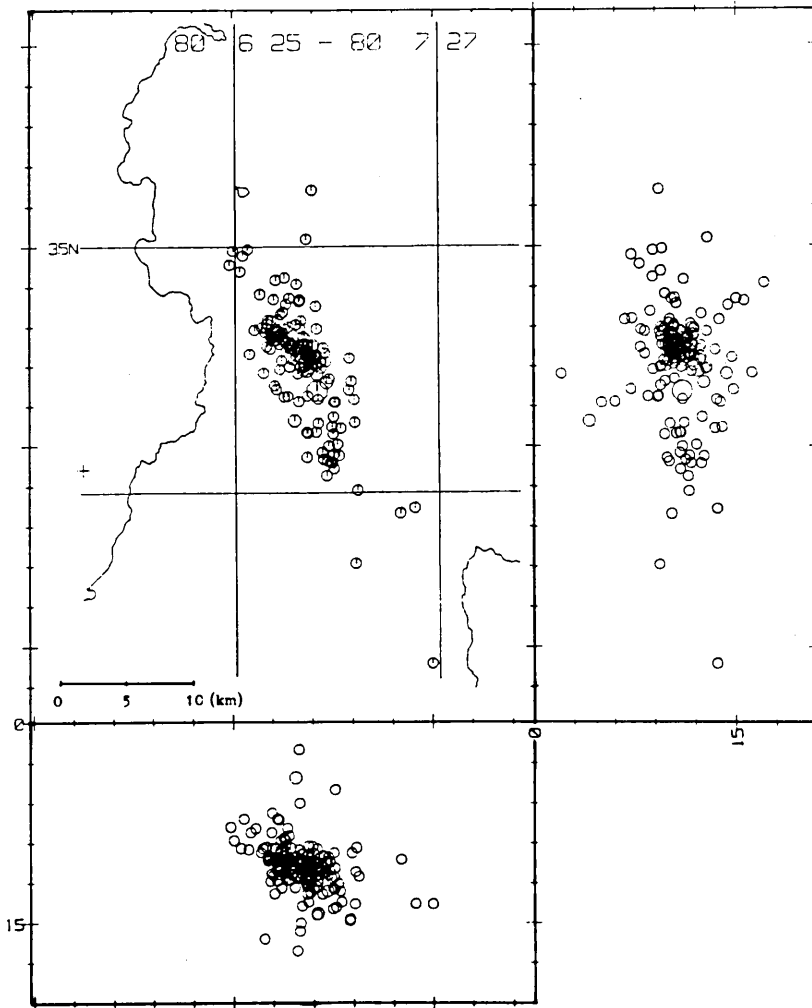


Fig. 22. Epicentral distribution and vertical distribution of larger earthquakes ( $M \geq 3.0$ ) determined by the ERI Kanto network for the whole period of active swarm, June 25-July 27, 1980.

HOK が本震による震動のため故障欠測となったので、USM (建築研究所の観測点) で補なつたが、この期間には、KYS が時々故障しており、やや精度が低くなっている部分を含んでいる。しかし、これらの影響による震央のずれは、3 km 以内におさまっており、第21図(c), (d) の期間の活動域の南北方向への拡大は、決定精度によるものではない。深さ分布は、伊豆半島観測網による結果にくらべやや浅く、10 km 前後に集中している。第4表は主な地震 ( $M \geq 3.0$ , DDR の  $F-P \geq 78$  sec) の震源決定結果である。

7月に入ってから、1個を除き、すべて主震の北側の北西-南東に配列する傾向をもつ狭い範囲に集中している。伊豆半島観測網による分布図(第13図(a)~(i))とは違った



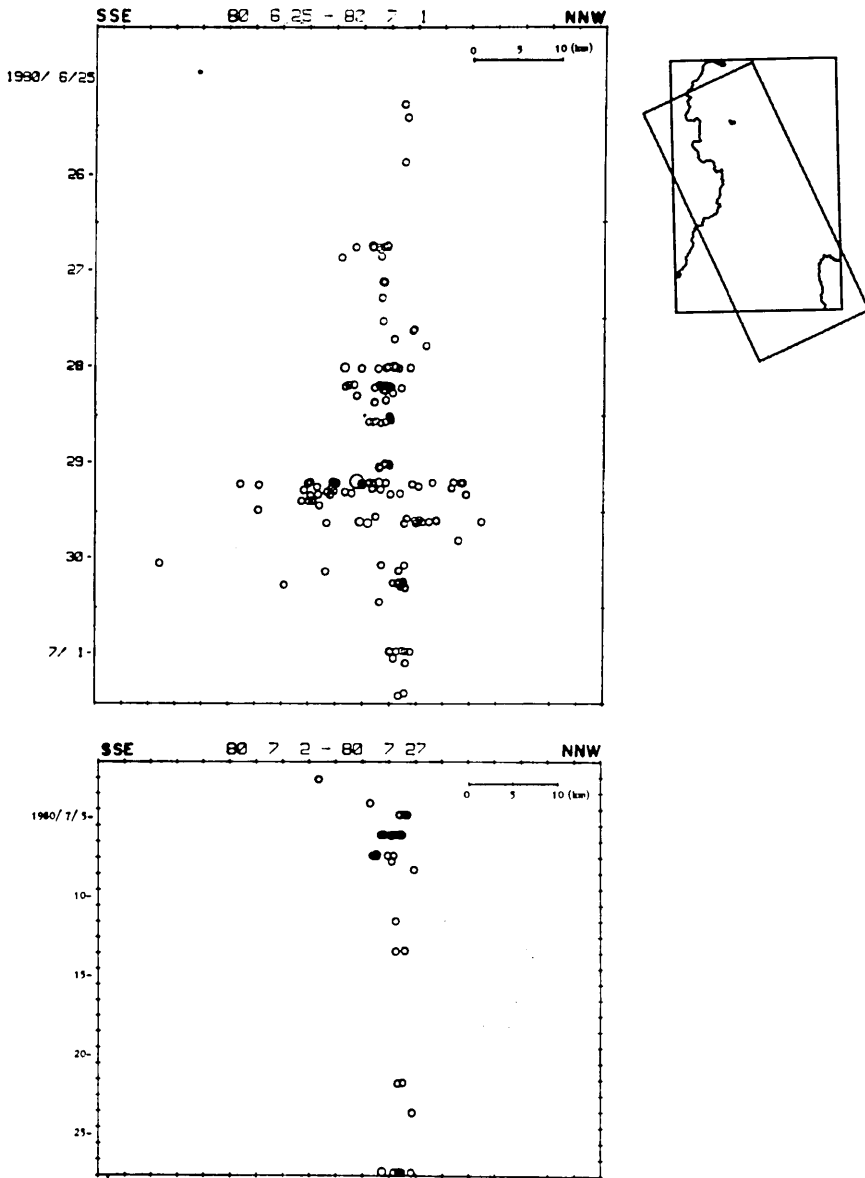


Fig. 23. Space-time plot of epicenters of larger earthquakes located by the Kanto network. Sampling is more uniform than Fig. 14.

感じを受けるが、サンプリングの仕方の違いによるもので、この期間の比較的大きい地震が、ほとんどバースト的な活動の中で発生したことを示している。

Table 4. List of major earthquakes ( $M \geq 3.0$ )

ORIGIN TIME					HYPOCENTER				MAG		BURST	
M	D	H	M	S	LAT.		LONG.		DEPTH KM	DDR	JMA	NO
					D	M	D	M				
6	25	18	48	12.0	34	56.3	139	11.8	9.4	3.3	3.0	2
			22	00	15.5	34	56.7	139	12.0	11.9	3.1	2.9
	26	09	02	52.5	34	56.8	139	13.0	10.4	3.0	3.0	
	27	05	43	17.8	34	56.0	139	13.8	12.4	3.8	3.5	5
				55	06.3	34	54.9	139	13.6	12.2	5.1	4.6
		06	04	23.6	34	55.6	139	13.4	11.6	3.3	3.2	5
			06	23.2	34	56.0	139	13.8	9.8	5.3	4.9	5
			12	29.7	34	55.7	139	13.6	10.1	3.3	3.4	5
			14	26.3	34	53.7	139	13.2	6.0	3.9	3.8	5
			16	19.2	34	55.4	139	13.9	10.4	3.2	3.1	5
			17	27.5	34	55.1	139	14.0	9.4	3.0	3.0	5
			19	37.9	34	55.3	139	14.5	10.5	3.1	3.1	5
			50	17.9	34	55.6	139	13.9	10.9	3.3	3.3	5
		08	33	25.6	34	55.6	139	13.7	11.2	3.2	3.2	
			47	16.4	34	53.8	139	15.9	13.6	3.0	3.1	
		14	49	36.4	34	54.9	139	11.4	16.2	3.2	3.1	6
			58	33.9	34	55.7	139	13.6	10.5	3.1	3.0	(6)
		18	48	22.9	34	55.5	139	13.3	11.4	3.2	3.0	
	28	00	35	24.8	34	55.4	139	12.9	12.4	3.2	3.1	
			02	39	20.9	34	57.0	139	11.8	6.8	3.3	3.1
		03	00	18.0	34	57.1	139	12.1	7.3	3.7	3.5	7
		05	03	06.4	34	56.1	139	12.8	10.7	3.2	2.8	
		06	44	43.5	34	57.9	139	11.9	10.2	3.4	3.0	
		11	50	41.6	34	56.3	139	13.4	11.1	4.5	4.4	8
			57	17.5	34	56.0	139	13.6	11.3	3.7	3.6	8
		12	02	18.4	34	56.4	139	13.3	11.2	3.6	3.5	8
			05	01.7	34	55.1	139	13.6	9.3	5.2	4.9	8
			08	51.4	34	55.7	139	13.3	9.8	4.0	3.8	8
			11	38.8	34	57.6	139	14.0	14.4	3.7	3.7	8
			18	48.4	34	54.6	139	14.6	10.4	3.3	3.3	8
			20	01.6	34	56.3	139	12.4	10.1	3.0	3.1	8
			21	17.5	34	55.4	139	13.9	10.4	3.0	3.0	8
			16	18	19.5	34	54.5	139	15.7	9.7	3.0	2.8
		21	29.5	34	54.2	139	15.6	14.8	3.3	3.3	9	
		23	15.4	34	55.7	139	14.4	10.4	3.3	3.1	9	
		32	10.1	34	55.7	139	13.4	10.4	3.7	3.5	9	
		35	46.2	34	55.8	139	13.5	12.3	3.0	3.1	9	
		39	42.6	34	55.5	139	13.7	10.9	3.4	3.4	9	
		42	50.3	34	56.0	139	13.4	10.5	3.3	3.3	9	
		43	45.6	34	53.7	139	14.9	5.0	3.2	3.2	9	
		47	02.3	34	55.5	139	13.6	11.5	3.9	3.8	9	
		54	46.6	34	55.5	139	13.6	11.6	3.2	3.2	9	
		55	18.0	34	56.0	139	13.1	9.5	3.8	3.7	9	
	17	01	37.1	34	55.3	139	14.2	11.1	3.8	3.6	9	
			11	14.1	34	56.7	139	13.2	11.7	3.6	3.5	9
			39	57.3	34	55.9	139	14.3	10.0	3.9	3.8	9

ORIGIN TIME					HYPOCENTER					MAG		BURST
M	D	H	M S		LAT.		LONG.		DEPTH KM	DDR	JMA	NO
			M	S	D	M	D	M				
6	28	17	48	07.3	34	55.6	139	13.3	10.3	3.6	3.3	9
		18	24	36.9	34	55.9	139	12.5	7.9	3.7	3.4	
		19	02	23.8	34	53.9	139	13.6	9.2	4.2	3.9	
		20	09	15.4	34	55.8	139	13.5	10.7	3.1	3.1	
	29	00	39	52.0	34	55.3	139	14.2	9.9	3.4	3.2	
			10	01.8	34	55.9	139	13.1	10.6	3.2	2.9	10
			27	33.4	34	56.0	139	13.3	10.9	3.8	3.6	10
		01	08	21.1	34	56.1	139	13.3	11.3	3.3	2.9	11
			21	58.5	34	55.2	139	13.6	10.4	3.8	3.7	11
			29	22.3	34	55.5	139	15.6	14.7	3.2	3.1	11
			32	04.6	34	55.8	139	13.6	13.5	3.0	2.8	11
			33	28.8	34	55.0	139	13.7	12.8	3.0	2.8	11
47			00.3	34	55.6	139	14.0	11.5	4.3	4.1	11	
11		50	40.8	34	55.7	139	13.5	11.7	3.3	3.2	12	
		55	06.0	34	56.0	139	13.6	10.9	3.0	2.8	12	
		12	11	15.5	34	55.7	139	13.4	10.8	3.0	2.9	12
24			12.5	34	56.1	139	13.5	9.9	3.3	3.1	12	
42			05.5	34	55.6	139	14.0	11.9	3.3	3.1	12	
53			24.2	34	55.6	139	13.9	10.6	3.0	3.0	12	
57			01.2	34	55.5	139	14.0	10.9	3.1	2.9	12	
50			07.2	34	54.1	139	14.0	11.0	6.9	6.7	13	
16		26	08.4	34	52.4	139	13.6	10.6	3.7	3.2	13	
	29		18.7	34	51.5	139	15.1	12.6	3.5	3.7	13	
	36		17.5	34	55.5	139	13.9	12.3	4.3	4.1	13	
	37	41.6	35	0.3	139	13.5	12.9	3.4	3.7	13		
	39	18.4	34	52.8	139	14.1	10.1	3.4	3.4	13		
	39	58.5	34	54.2	139	12.0	7.2	3.3	3.5	13		
	40	53.4	34	59.9	139	10.6	9.5	3.2	3.4	13		
	42	02.5	34	58.1	139	11.2	9.7	3.0		13		
	42	30.7	34	55.4	139	12.3	9.6	3.3	3.0	13		
	44	59.9	34	54.8	139	13.1	2.0	3.0		13		
	46	24.9	34	59.6	139	10.4	7.2	3.1	3.1	13		
	17	48	23.8	34	53.9	139	12.6	8.5	3.3	3.5	13	
49			50.4	34	51.2	139	14.8	12.4	3.2	3.1	13	
55			20.9	34	54.1	139	15.4	14.2	3.4	3.3	13	
58			32.3	34	47.1	139	15.9	9.4	3.3	3.2	13	
13			09.0	34	49.1	139	18.1	10.3	3.2	3.2	13	
15			23.8	34	53.9	139	12.4	9.2	3.0	3.0	13	
19		05.9	34	44.7	139	15.6	4.5	3.0	3.0	13		
		37	15.2	34	57.9	139	13.2	15.0	3.0	2.7	13	
		42	14.3	34	51.6	139	14.3	10.8	3.1	2.8	13	
		58	56.8	34	52.4	139	14.0	10.8	3.2	3.1	13	
		07	13.2	34	54.3	139	12.0	9.4	3.2	2.7	13	
		21	07.2	34	55.0	139	12.2	8.8	3.1	2.5	13	
18	27	19.8	34	50.9	139	14.9	10.9	3.9	2.8	13		
	38	50.0	34	52.4	139	13.5	10.9	3.0	2.8	13		
	55	16.4	34	52.6	139	15.2	13.4	3.8	3.7	13		

ORIGIN TIME					HYPOCENTER					MAG		BURST		
M	D	H	M	S	LAT.		LONG.		DEPTH KM	DDR	JMA	NO		
					D	M	D	M						
6	29	18	57	02.7	34	53.7	139	14.9	13.8	3.7	3.6	13		
		19	22	08.8	34	56.2	139	12.0	10.4	4.6	3.9	13		
			30	48.9	34	56.1	139	13.4	11.1	3.2	2.9	13		
			33	56.6	34	51.4	139	13.5	9.9	3.4	3.1	13		
			38	32.3	34	59.8	139	9.9	8.8	3.1	2.7	13		
			19	50	40.8	34	51.3	139	14.5	10.0	3.0	2.9	13	
			21	08	48.6	34	50.7	139	14.5	11.4	3.1	2.8	13	
				11	52.9	34	51.2	139	14.7	11.6	3.5	3.4	13	
				15	51.7	34	51.3	139	14.4	11.3	3.7	3.5	13	
			22	16	43.8	34	51.9	139	14.6	11.0	3.1	2.9	13	
			23	26	49.0	34	49.4	139	18.8	13.6	3.2	3.1	13	
			30	01	07	27.4	34	55.1	139	13.4	10.9	3.0	2.7	
				37	28.4	34	56.5	139	11.8	8.2	3.1	2.7		
				58	55.0	34	57.7	139	12.5	10.6	3.0	2.9	14	
				02	01	46.8	34	58.7	139	12.5	8.8	3.1	3.0	14
					06	50.9	34	57.3	139	12.3	12.4	3.4	3.4	14
					12	16.3	34	53.3	139	14.1	4.8	3.0	3.0	14
					18	44.1	34	58.6	139	12.0	11.1	3.1	3.0	14
					23	30.0	34	54.5	139	14.5	12.6	5.2	4.9	14*
					26	58.0	34	58.5	139	13.0	17.1	3.1	3.2	14
					29	20.3	35	2.3	139	13.8	9.3	3.0	2.7	14
					31	39.5	34	57.9	139	12.7	10.4	3.2	3.0	14
					37	07.3	34	57.8	139	13.2	15.6	3.4	3.4	14
				43	20.1	34	52.8	139	15.9	11.2	3.4	3.6	14	
				43	49.8	34	54.8	139	14.0	14.3	4.7	4.6	14*	
				45	51.7	34	57.4	139	12.4	8.6	3.0		14	
				49	34.9	34	56.7	139	12.5	9.6	3.6	3.5	14	
			07	09	49.9	34	59.3	139	9.7	7.8	3.0	2.9		
			12	46	38.7	34	42.9	139	19.7	13.4	3.6	3.5	15	
			13	16	48.3	34	55.6	139	13.7	11.6	3.0	3.1	15	
				20	30.4	34	56.8	139	13.0	11.6	3.0	2.9	15	
			14	44	19.1	34	55.6	139	10.7	8.2	3.4	2.9		
				53	35.3	34	52.4	139	14.8	9.7	3.3	3.2		
			17	19	05.6	34	56.5	139	12.4	10.3	3.0	2.8	16	
					24	01.7	34	56.3	139	12.5	11.8	3.7	3.5	16
					38	33.6	34	56.1	139	12.3	10.4	3.1	3.1	16
				44	55.3	34	56.0	139	12.7	11.8	3.5	3.3	16	
				46	04.4	34	56.4	139	11.9	10.2	3.3	3.1	16	
			55	41.7	34	56.2	139	12.4	11.6	3.7	3.6	16		
			59	58.3	34	56.5	139	12.2	11.0	3.5	3.4	16		
		18	11	15.3	34	50.1	139	16.0	11.5	3.3	3.3	16		
				36	34.6	34	56.3	139	12.1	11.4	3.2	3.2	16	
				54	42.2	34	57.0	139	13.3	13.8	3.0	3.0	16	
		19	01	21.0	34	56.6	139	12.1	10.9	3.0	2.9	16		
		22	31	34.0	34	55.1	139	12.7	9.4	3.4	3.3			
7	1	10	46	20.6	34	56.5	139	12.4	10.0	3.0	3.0	17		
			49	08.8	34	55.8	139	12.8	10.9	3.2	3.1	17		

ORIGIN TIME					HYPOCENTER				MAG		BURST	
M	D	H	S		LAT.		LONG.		DEPTH KM	DDR	JMA	NO
			M	S	D	M	D	M				
7	1	10	54	28.3	34	56.0	139	12.2	10.3	3.0	3.2	17
			56	21.6	34	56.6	139	12.0	10.9	3.0	2.8	17
		11	01	03.7	34	55.9	139	13.0	11.5	3.2	3.4	17
			01	55.3	34	56.7	139	11.6	10.3	3.3	3.3	17
		12	42	25.2	34	56.0	139	12.7	11.4	3.1	3.0	
			13	51	29.4	34	56.5	139	11.9	12.8	3.2	3.1
		21	22	44.5	34	56.6	139	12.2	9.6	3.2	3.2	18
			59	10.0	34	55.9	139	11.6	10.2	3.0	2.9	
	2	15	37	46.6	34	52.0	139	15.0	11.1	3.2	2.9	
			19	49	27.5	34	56.1	139	12.1	9.6	3.0	3.0
			53	18.1	34	56.3	139	12.0	10.5	3.1	3.0	19
			20	02	13.1	34	56.9	139	11.2	6.6	3.0	2.8
		22	01	08.3	34	56.2	139	11.8	10.5	3.1	3.0	
			3	02	41	36.4	34	51.9	139	15.0	12.1	3.6
4	15	20	13.4	34	55.0	139	14.3	12.9	3.0	2.9	20	
5	08	07	35.4	34	56.8	139	12.6	10.3	3.4	3.3	21	
		21	59.8	34	56.3	139	12.4	11.3	3.0	3.1	21	
		25	57.6	34	56.5	139	11.5	9.3	3.4	3.3	21	
		15	12	01.3	34	55.7	139	13.1	12.7	3.0	2.7	21
6	14	08	51.6	34	56.5	139	12.6	10.2	3.1	3.2		
		19	01.2	34	55.5	139	13.0	10.3	4.2	4.1	22	
		21	37.7	34	56.5	139	12.2	8.8	3.0	3.2	22	
		26	46.5	34	55.5	139	13.6	11.9	3.6	3.7	22	
		33	44.8	34	56.2	139	12.5	10.6	3.3	3.6	22	
		43	30.1	34	56.3	139	11.8	11.4	3.3	3.4	22	
		50	49.9	34	56.4	139	12.2	10.4	3.2	3.2	22	
		57	10.0	34	56.0	139	12.7	10.4	3.2	3.3	22	
	15	17	45.6	34	55.9	139	12.7	11.0	4.0	4.0	22	
		7	19	54	04.1	34	55.2	139	13.5	11.9	4.8	4.5
21	14	04.0	34	55.8	139	13.0	10.0	3.4	3.3	23		
		18	49.9	34	54.9	139	13.4	11.7	3.3	3.3	23	
		26	41.3	34	56.1	139	12.8	10.3	3.4	3.5	23	
		49	03.5	34	55.7	139	13.2	11.0	3.0	3.2	23	
	22	04	22.3	34	55.8	139	13.3	10.7	3.0	3.1	(23)	
		07	50.7	34	55.5	139	13.4	10.5	3.0	3.0	(23)	
	16	00.6	34	55.1	139	13.2	9.8	3.3	3.1			
	8	03	21	40.8	34	55.9	139	12.7	10.2	3.0	2.7	
	05	54	31.8	34	56.0	139	12.9	10.8	3.7	3.5		
	18	11	22.9	34	57.0	139	11.6	10.1	3.6	3.3		
11	23	36	08.3	34	56.7	139	14.0	11.9	3.6	3.5		
13	13	56	50.5	34	55.8	139	13.0	10.0	3.0	3.2		
		20	34	47.6	34	56.4	139	11.7	11.9	3.7	3.5	
	21	30	16.8	34	55.8	139	11.7	11.3	3.2	3.2	25	
	22	05	00	46.1	34	56.3	139	11.8	10.1	3.7	3.5	27
	24	56	28.4	34	56.2	139	12.3	10.0	3.7	3.5	27	
		02	11	32.8	34	56.9	139	11.6	10.0	3.2	3.1	
27	18	06	03.1	34	55.5	139	13.3	11.3	4.9	4.6	29	

ORIGIN TIME					HYPOCENTER					MAG		BURST	
M	D	H	LAT.		LONG.		DEPTH KM	DDR	JMA	NO			
			D	M	D	M							
7	27	18	11	57.6	34	56.5	139	12.1	9.3	3.0	3.0	29	
			25	06.6	34	56.2	139	12.0	10.2	3.1	3.1	29	
			29	28.0	34	56.2	139	12.4	11.2	3.6	3.7	29	
			53	38.5	34	56.2	139	12.4	9.9	3.0	3.0	29	
			19	06	19.2	34	56.1	139	12.9	10.6	3.1	2.9	29
			12	49.6	34	56.4	139	12.2	10.3	3.1	3.3	29	
			27	19.5	34	56.7	139	11.3	9.4	3.1	3.2	29	

\*: Epicenter is out of the area of burst No. 14.

## 6. 今回の群発地震の 2, 3 の特徴

今回の群発地震では、過去における伊豆半島北東部の地震活動、即ち、1930年の伊東群発地震、同年の北伊豆地震の前震、1978年の伊豆半島東方沖（川奈崎沖）の群発地震と同様に、バースト的な活動がくりかえされた。但し、伊東群発地震（NASU *et al.*, 1931）や、1978年の伊豆半島東方沖群発地震（地震研究所地震移動観測室ほか、1979）の初期にみられた潮汐との関連性は、第2表の地震回数の変化では認められないようである。

各バーストは、OYM の地震回数でみる限り、かなり明瞭な発生頻度の急増に始まり、

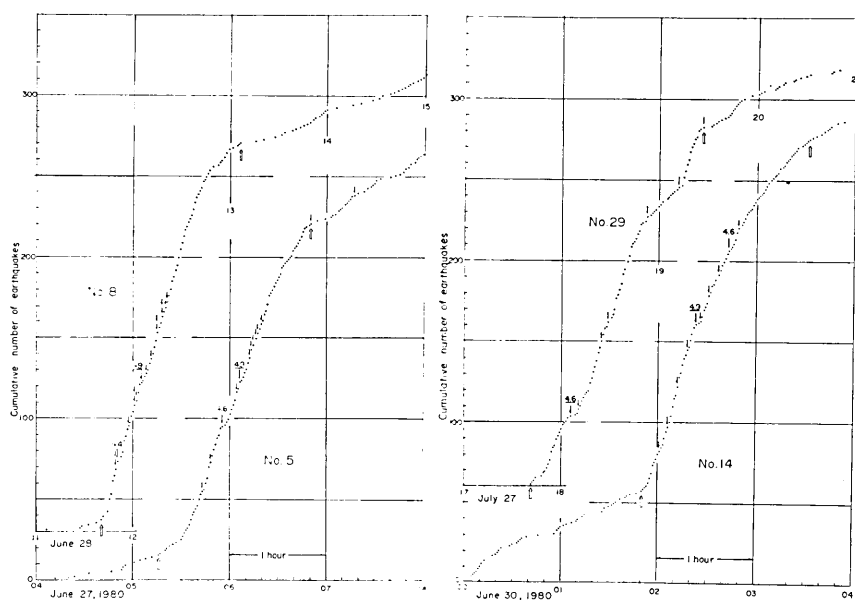


Fig. 24. Cumulative frequency curves of earthquakes recorded at OYM for major bursts of activity. Larger shocks ( $M_{JMA} \geq 3.0$ ) are indicated by arrows. The commencement and end of each burst of activity are marked by upward white arrows.

終りもまた不連続的な発生頻度の急減が認められることが多いが、終りは徐々に減衰する場合も若干みられる。第3表の始まりと終りの時刻は、OYMにおける地震の積算回数グラフで、発生速度が急増あるいは急減している点を主観的に選んだもので、それ以前あるいは以降に同グループの地震が少数発生している場合もすくなくない。第24図は、主なバーストについて地震回数の積算曲線の例を示した。

第25図～第27図は、各バーストの最大地震の  $M$  ( $M_0$ ) と、バーストの継続時間 ( $T$ )、バースト中に OYM で記録された地震総回数  $N$ 、平均発生頻度 ( $N/T$ ) の関係を示したものである。 $T$ 、 $N$ 、 $N/T$  の増加に伴ない、大きい  $M$  の地震の発生する可能性が高いことが示されているが、 $M_{3.5}$  位のバーストと  $M_{4.9}$  のバーストとの間ではあまり差がない。これらは、1つのバーストが終了してみないと判らない量であるので、実際の子知には役立たない。そこで、最大地震が発生する迄の活動に  $M$  と関係する特徴がみられるかどうかを調べてみた。第3表の  $T_b$ 、 $N_b$  は、各バーストが始ってからそれぞれの最大地震が発生する直前までの経過時間と、その間に発生した地震回数であって、RATE 2 は、その間の平均発生頻度 ( $N_b/T_b$ ) である。第28図～第30図は、これらの量と  $M_0$  との関係を示す。バーストの始まりから最大地震までの時間は20～40分であることが多く、 $M_0 \geq 3.5$  のバーストでは、最大地震が発生するまでに50箇以上の地震が記録されていることが多いことを示している。また、 $M_0 \geq 3.5$  のバーストでは、ほとんどが  $N_b/T_b \geq 1.7$ 、 $N_b \geq 50$  という条件を満しており、 $M_0 < 3.5$  の場合は、ほとんどこの条件を満していないことがわかる(第30図)。しかし、この場合も、バースト全体をみた場合と同様に、 $M_{3.5}$  位のバーストと  $M_{4.9}$  のバーストでは違いはみられない。従って、OYMにおける地震回数のモニターのみからは、やや大きい地震 ( $M \geq 3.5$ ) を含む可能性が高いという判断は、ある程度自動的に行えそうであるが、最大地震の  $M$  を予測することは難しい。辻浦(1980)は、1つの相似地震群では、相似地震の corner frequency が低いほどその群の最大地震の  $M$  が大きくなることを示しており、この関係と、第30図に示された発生頻度についての条件を組み合わせ、最大地震の  $M$  を含めた発生予測をバーストの開始から10数分間のうちに行なえば、第28図に示したように、最大地震の発生はバースト開始後20分以降であるので、最大地震の発生に間に合うことになる。実際には、刻々のモニター記録を眺めていて、地震が頻発してくれば大きい地震が発生しそうだという感じは得られるのであるが、それをやや定量的に分析してみると、以上のような内容になるわけである。

以上は、主震を除く、バーストについて得られた関係であるが、今回の主震は、直接の前震を伴わず突然発生しており、1930年の北伊豆地震や1978年12月3日の富戸沖の地震 ( $M_{5.4}$ 、この地震は約1分前に  $4.1$  の前震があった) も、同様であって、上記の多数のバーストとは、全く違った性質のものであると考えられる。これは、第3表の DIF の欄に示した各バーストの最大地震と次に大きい地震の  $M$  の差でも、ほとんどが  $0.5$  以内であるのに、主震の場合はその後8時間以内に起った最大余震の  $M$  は  $4.1$  (その後を含めた最大余震の  $M$  は  $4.9$ ) で、その差は  $2.6(1.8)$  と著しく大きいことにも表われている。従って、今回得られたバーストの活動についての結果は、肝心の群発地震全体の最大地震の直前子知には役立たないことになる。むしろ、全体として活動レベルが上っている中で急に静穏化する現象の方を重視すべきかも知れない。本震発生直前の静穏化の現象は、多く

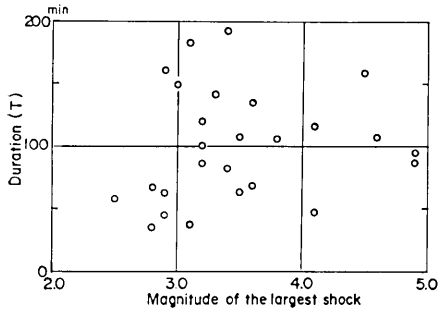


Fig. 25

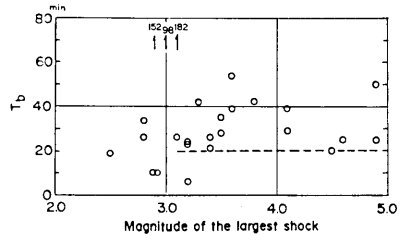


Fig. 28

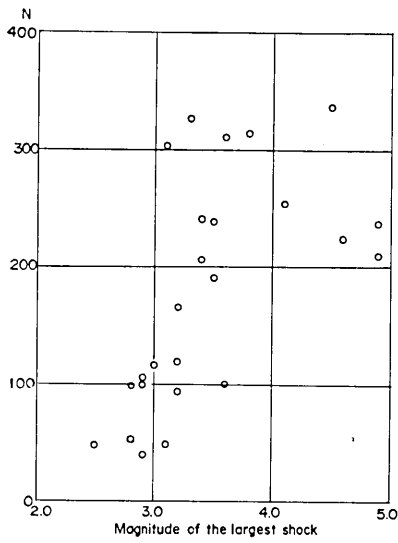


Fig. 26

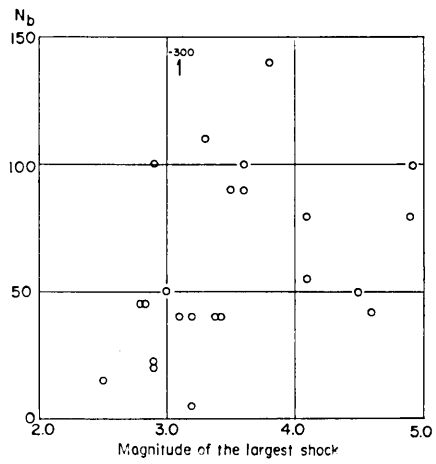


Fig. 29

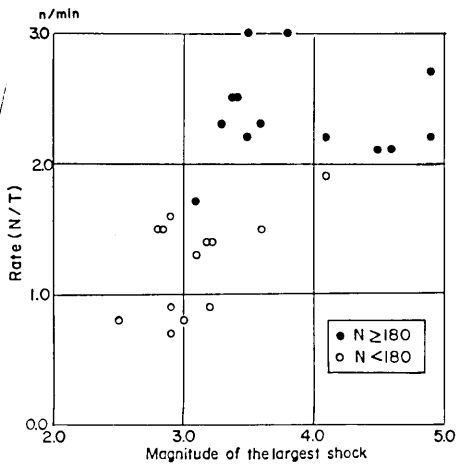


Fig. 27

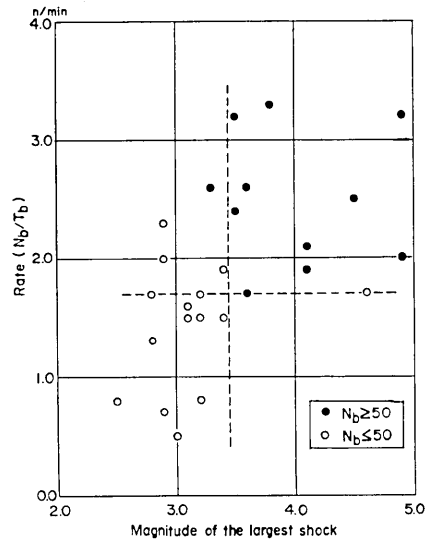


Fig. 30



の例が報告されており、直前予知の重要な判断材料であることは間違いない。しかし伊豆半島付近の群発地震のように、集中的な活動と静穏期とが何回もくりかえされる場合には、特定の静穏期を、前兆的静穏化であると判断する根拠が必要である。目下のところ、それが明らかでないため、伊豆半島周辺では、当面、群発地震活動がある程度以上活発化したら、それが続く間は警戒するという対応をとらざるを得ないであろう。

## 6. む す び

1980年伊豆半島東方沖の群発地震活動の経過について、伊豆半島の微小地震観測網および関東地方の地震テレメータ観測網のデータを用いて調査した結果、次のことがわかった。

1) 今回の活動は、1978年11月以降、伊豆半島東方沖（川奈崎沖）で続いている一連の群発地震の震源域（やや東にずれている）で発生した。この地域では、1978年11月—12月、1979年の3月と5月に活発であったが、その後衰え、今回の活動の前約2箇月間は特に静穏であった。

2) 今回の活動は、6月22日23時23分から始まり、バースト的な活動をくりかえしながら活発化し、25日夕刻には有感地震を含むようになった。初期の震源域は、1978年の活動の初期と同じ川奈崎沖に密集していたが、28日朝のM4.9を含む活動から数km南側に拡大した。

3) 今回の活動の最大地震（M6.7、本報告では主震と呼んだ）は、6月29日16時20分に、それ迄の群発活動域の南側（密集域の中心から3km位南）に発生した。主震発生直前の約2時間半は、活動は静穏化していた。

4) 余震域は、主震の南側に約10kmのびた他、それ迄の群発域の北側にも数km拡大し、全長約20kmに達した。新たに拡大した部分の活動は、急速に衰え、主震の約1日後以降に起った主な地震（ $M \geq 3.0$ ）はほとんど、主震発生以前と同じ場所で、バースト的な活動として発生した。南側の部分でも微小地震の余震活動が続いたが、主震の震央付近数kmは、主震発生直後を除き活動度が低かった。7月前半には、直接の余震域の外側の広い範囲に誘発されたとみられる活動が認められた。

5) 主震に伴った活動を除く、28回のバースト的な活動について調査した結果、各バース

Fig. 25. Relationship between magnitude of the largest shock and duration of burst activity,  $T$ .

Fig. 26. Relationship between magnitude of the largest shock and total number of shocks recorded at OYM in burst activity,  $N$ .

Fig. 27. Relationship between magnitude of the largest shock and mean rate of earthquake occurrence during burst activity,  $N/T$ .

Fig. 28. Relationship between magnitude of the largest shock and time interval between the commencement of burst and the time of largest shock,  $T_b$ , in burst activity.

Fig. 29. Relationship between magnitude of the largest shock and number of shocks during the period between the commencement of burst and the time of largest shock,  $N_b$ .

Fig. 30. Relationship between magnitude of the largest shock and mean rate of earthquake occurrence before the largest shock,  $N_b/T_b$ .

トの最大地震のMが3.5を越える場合それが発生する迄の活動状態は、(1)地震発生頻度が1.7個/分(OYMにおける記録数で)より大きい、(2)バーストの開始以降の地震数が50個を越えている、(3)バーストの開始以降20分以上経過している、という3つの条件を満たしていることがわかった。しかし、これらの条件は、 $M \geq 3.5$ の最大地震を含む可能性があることを示唆するだけで、最大のMが3.5でも4.9でも、変らない。

6) 主震のみは(5)で述べた条件の例外であって、静穏期間の後に突然発生した。また他のバーストでは、最大地震と次に大きい地震のMの差が、1.0以下、ほとんど0.5が以下であるのに対して、主震一余震の系列では1.8と極めて大きかった。このような特徴は、主震が、他の多くのバースト的活動の最大地震とは違った性質のものであったことを示唆しているようである。

## 7. 謝 辞

本報告に使用した伊豆半島観測網の常時観測データは、ほとんど委託観測によって得られたものである。長期間にわたり観測に当って頂いている小川一雄(奥野)、後藤利雄(河津)、堀井修二(市山)、佐藤洋子(称宜畑)、鈴木鋭雄(広河原)および早川毅(大山山)の皆様、および臨時観測に際し、御協力頂いた川奈漁業組合、高橋造船所、民宿源平、諏訪市海の家、(以上川奈)、天野詩朗(奥野)の諸氏に厚く御礼申し上げます。

地震研究所火山物理研究部門よりは、大島灯台における臨時観測のデータを、また建築研究所国際地震工学部の石橋克彦博士からは宇佐美観測点のデータを利用して頂いた。また、本震直後、余震分布の確認のため、名古屋大学理学部地震予知観測地域センターより、戸田および南伊豆観測点のデータを提供して頂いた。これらの方々には感謝致します。

伊豆半島観測網の維持は、地震予知計画にもとづく移動観測班経費と、関東・東海地域地殻変動特別観測経費により行われた。また、広河原観測点の新設は、東京海上各務記念財団よりの研究助成を得て行われた。これらの関係者各位にも感謝致します。

## 文 献

- 羽鳥徳太郎, 1980, 1980年伊豆半島東方沖地震による津波, 地震学会講演予稿集, No. 2, 7.  
堀 実, 1973, 堂平微小地震観測所の観測による近地地震のマグニチュードの決定, 地震研究所研究速報, 10(4), 1-4.  
ISHIDA M. and S. ASANO, 1979, A new seismicity map in the Kanto district, Japan, Journ. Phys. Earth, 27, 435-453.  
石田瑞穂, 1980, 伊豆半島川奈崎沖および東方沖群発地震と1980年伊豆半島東方沖地震, 地震学会講演予稿集, No. 2, 5.  
気象庁地震課地震予知情報室, 1980, 伊豆半島東方沖の群発地震について, 地震学会講演予稿集, No. 2, 1.  
国土地理院地殻調査部, 1980, 伊豆地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 24, 132-136.  
LAWSON, C. and R. HANSON, 1974, Solving least squares problems, Prentice-Hall, Inc. (New Jersey).  
MIKUMO, T., 1966, A study on crustal structure in Japan by the use of seismic and gravity data, Bull. Earthq. Res. Inst., 44, 965-1007.  
茂木清夫, 1980, 伊豆半島沖群発地震の高周波振動の解析——海底地震断層の位置の推定, 地震学会講演予稿集, No. 2, 12.

- NASU, N., KISHINOUE and T. KODAIRA, 1931, Recent seismic activities in the Idu Peninsula (Part I.), Bull. Earthq. Res. Inst., 9, 22-35.
- 大竹政和・井本政二郎・石田瑞穂・大久保正・岡田義光・笠原敬司・立川真理子・松村正三・山水史生・浜田和郎, 1980, 伊豆半島東方沖の地震(1980年6月29日)とその前後の地震活動, 国立防災科学技術センター研究速報, 43, 1-25.
- 辻浦 賢, 1980, 群発地震の活動様式(4)―最大地震の予測―, 地震学会講演予稿集, No. 2, 81.
- 津村建四郎・唐鎌郁夫・荻野 泉・酒井 要・高橋正義, 1977, 伊豆半島における群発地震の観測(1975~1977), 地震研究所彙報, 52, 113-140.
- 津村建四郎・唐鎌郁夫・荻野 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.
- 東京大学地震研究所地震予知移動観測室(地震移動班)・地震活動研究部門・堂平徹小地震観測所, 1979, 伊豆半島付近の地震活動(1978年11月~1979年4月), 地震予知連絡会会報, 22, 57-62.
- 東京大学地震研究所地震予知移動観測室(地震移動班)・地震活動研究部門, 1980a, 伊豆半島付近の地震活動(1979年5月~10月), 地震予知連絡会会報, 23, 41-44.
- 東京大学地震研究所地震予知移動観測室(地震移動班)・地震活動研究部門, 1980b, 伊豆半島付近の地震活動(1979年11月~1980年4月), 地震予知連絡会会報, 24, 108-112.
- 東京都防災会議, 1977, 首都圏の活構造と地形区分(貝塚夷平ほか編), 東京直下地震に関する調査研究(その4), 付属資料.

## 追 記

本文投稿後, 他機関のデータを含め震源再決定を行った結果, 本文でバースト No. 14 のメンバーとして扱った30日02時23分の M 4.9 と02時43分の M 4.6 の地震は, No. 14 の活動域とは異なる場所(南側)で起ったものであることが分った. これらを除くと, No. 14 の最大地震の M は 3.6 (02時43分) となり,  $DIF=0.1$ ,  $TB=53$  分,  $NB=150$ ,  $RATE=2.8$  となる. 従って, 時間的経過のみに着目すると, 本文は正しいが, 時空間的にみると, No. 14 が関連する事項について若干の変更を要することになる. 図 25~30 図については, No. 14 についてのプロットは削除した.

*38. The Earthquake Swarm East Off the Izu Peninsula of 1980*

By Ikuo KARAKAMA, Izumi OGINO, Kenshiro TSUMURA, Kenji KANJO,  
Masayoshi TAKAHASHI and Ritsuko SEGAWA,

Earthquake Research Institute.

An active earthquake swarm which occurred in the area east off the Izu Peninsula, central Honshu, in June and July 1980, has been studied by using the data of the ERI Izu Peninsula observation network and the telemetering network in the Kanto district.

The area of the present earthquake swarm had been active since November 1978. There were three periods of major activities, November-December 1978, March and May 1979. But the seismicity in that area was gradually decreasing, and it was especially low during the period of about two months before the present activity.

The present activity started with a microearthquake at 23<sup>h</sup>23<sup>m</sup> (JST) on June 22, 1980, and rapidly developed with repeated burst-type activities of rather short durations, mostly 1-2 hours. Felt earthquakes began to occur on June 25. The epicenters in those periods concentrated in a small region, several km in diameter, off Kawana-zaki, nearly the same place as in the early stage of the 1978 swarm. On the morning of June 27, an active swarm with a maximum shock of M 4.9 occurred and the epicentral region spread southwards slightly. A similar active swarm occurred on the next day again.

The main shock or the largest event throughout the present sequence (M 6.7) took place at 16<sup>h</sup>20<sup>m</sup> (JST) on June 29, and the epicenter was located about 3 km south of the center of the swarm of the preceding days. A quiescence period of about two and a half hours preceded the main shock. The aftershock area extended to the south and to the north-northwest about 10 km each, suggesting bilateral fracture. The activities in the newly enlarged areas decreased rapidly, and most of the larger shocks ( $M \geq 3.0$ ), except for those within about one day after the main shock, occurred as members of burst-type activities in a small area north of the main shock, where the preceding swarm had occurred, however microearthquake activity also continued in the southern part of the aftershock area. The seismicity near the main shock was low throughout the sequence except for a short period just after the main shock.

The largest shocks with  $M \geq 3.5$  in each burst-type activity occurred when the following conditions were met: (1) Mean rate of earthquake occurrence observed at OYM exceeded 1.7 events/min, (2) Cumulative number of earthquakes observed at OYM counted from the commencement of burst exceeded 50, (3) More than 20 minutes elapsed after the commencement of burst. But these criteria only suggest occurrence of larger events ( $M \geq 3.5$ ) and do not offer any further information about the magnitude of expected event.

The main shock is an exception to the above-mentioned criteria, as it occurred quite suddenly after a quiescence. The difference of magnitudes between the largest and the second largest event is 1.8 for the main shock-aftershock sequence, while much smaller differences, mostly less than 0.5, are common for other burst-type activities. These facts suggest different nature of the main shock from other larger events in the present sequence.