

4-2 伊豆半島付近の地震活動（1989年5月～10月）

Seismic Activities in the Izu Peninsula and its Vicinity (May–October, 1989)

東京大学地震研究所 地震予知移動観測室
地震予知観測室
気象庁気象研究所

Earthquake Research Institute, University of Tokyo
Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

第1図a)～f)に1989年5月～10月の伊豆半島付近の地震活動を示す。

第2図に1989年5月～10月、伊豆半島東方沖群発地震活動の時空間系列を示す。

1989年、伊東沖を中心とした伊豆半島東方沖群発地震活動は5月の前駆的活動、7月9日以降の微動の発生、海底火山噴火、城が崎沖の群発活動を含め次の7ステージに分けられる。即ち、

- I) 5月21日～6月12日にかけての前駆的小群発活動。
- II) 6月30日開始、7月4日～5日3時頃までの最も活発な群発活動。
- III) 5日11時～9日にかけての周期的なバースト活動（全部で7回）。

バースト活動の再来周期は15～18時間

前期；5日11時～8日5～7時にかけての周期的なバースト活動（5回）。

全般的な活動は減衰傾向を示す。

後期；全般的な活動は増加傾向に転じる。

8日19時～20時、6回目のバースト活動。

- IV) 7回目のバースト活動に同期して9日11時09分、最大地震M5.5の地震とその余震活動が発生。
- V) 10日5時～13日18時にかけて低周波地震、大きな微動が繰り返し発生。
- VI) 13日18時、海底火山の噴火。群発地震活動は急速に減衰。
- VII) 7月14日～8月31日にかけての終息期。7月21日、最後の微動発生。

8月15日、城が崎沖で群発地震発生のはかは低調な活動にもどる。

第3図は気象庁、鎌田観測点における1時間毎の地震発生回数から見たバースト活動（X, Y, A, B, C, D, E, F, G）である。第4図は地震研究所、箒木山観測点における10分毎の地震発生回数から見たバースト活動である。第5図はそれぞれのバーストに対応する震央分布図である。

第1表は群発活動ステージ（STAGE）、バースト活動のコード（CODE）および開口割れ目と右横ずれ断層の形成に関連した群発地震活動の特性（SEISMICITY）を示す。第6図は7月4日から5日にかけて発生した伊豆半島東方沖群発地震の伊豆大島と熱海でのP波到着時刻の差の時間変化を示す。第7図はこれに対応する震央の移動を示す。この間に震源は南東から北西へ約2.5km、震源の深さ8kmから4kmへ移動したと推定される。この震源移動は群発活動の最盛期（4日6時～12時）におけるマグマの貫入と開口割れ目の形成によるものと考えられる。同様の震源移動は1984年

9月、1988年7月の伊豆東方沖群発地震についても検出されている（地震研究所、1989）。

第8図に鎌田観測点における地震回数（日別）の変化と東伊豆の体積歪変化を示す。体積歪変化は時定数約50時間の緩和現象と見ることができる。これは活動ステージ（Ⅱ）と（Ⅲ）の前期に対応する。この期間に開口割れ目が形成され割れ目全体にわたる群発活動が発生した。

第9図にこれまでの東伊豆における体積歪変化と伊豆東方沖群発地震の日別回数の関係を示す。体積歪変化の時定数は5例中4例が50～67時間である。

第10図に箒木山観測点におけるP波振幅のスペクトル比（3 Hz／12Hz）の時間変化を示す。震源移動が認められた群発活動の最盛期（7月4日6時～13時）にスペクトル比が0.4から2.0まで増加（低周波成分が卓越）した。同様なスペクトル比の変化が1988年8月31日7時～9時にかけて発生した。この時も震源の移動を伴った。

第11図に7月9日、M5.5の地震発生後の地震発生回数の変化を示す。13日の噴火後やや増加傾向がみられるが、直線（ $p=1.6$ ）でよく近似できる。参考のために1988年7月～8月の群発活動の尾部についての地震発生回数の変化の直線性（ $p=1.7$ ）を示す。

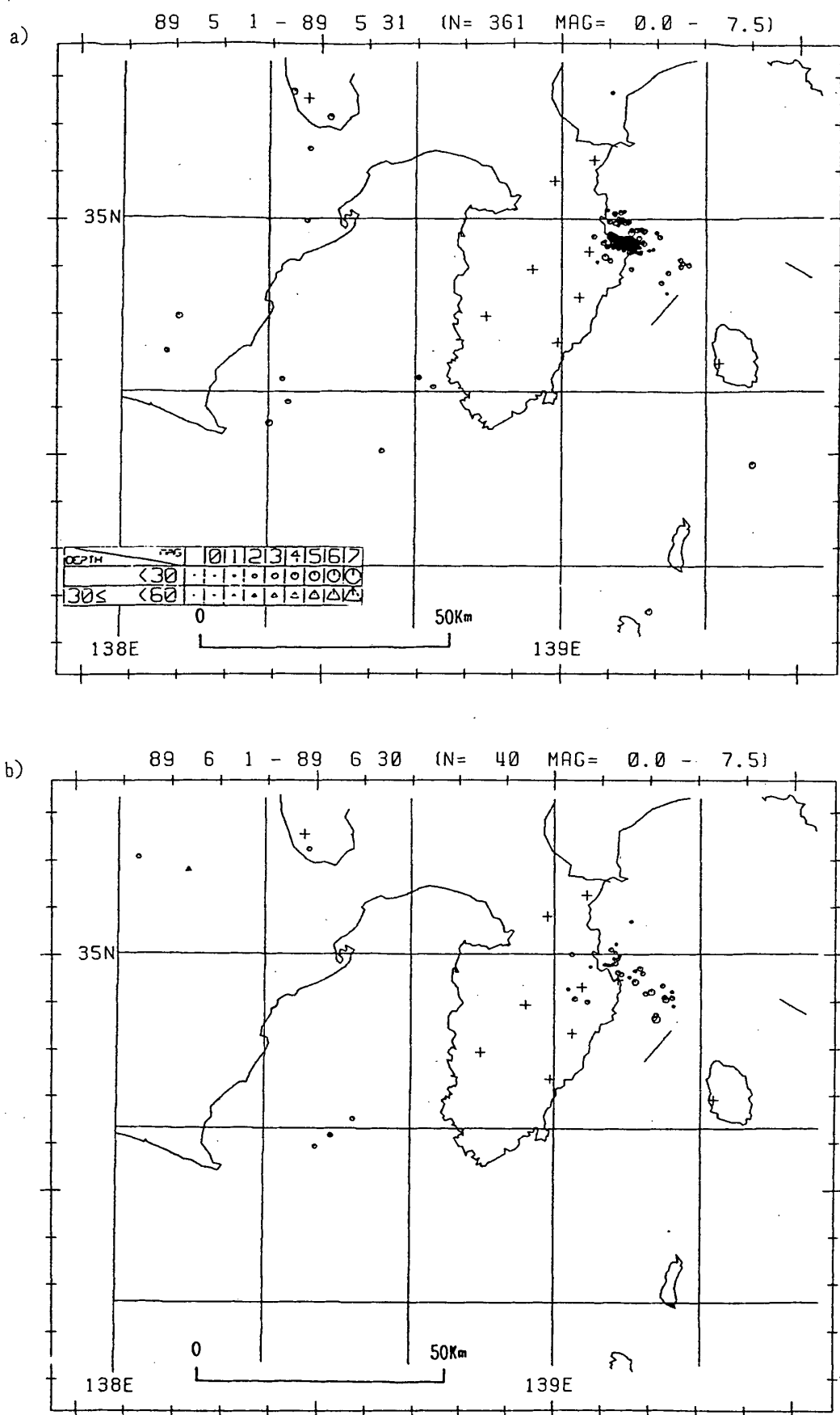
第12図に7月9日、M5.5の地震と主な地震のメカニズム解を示す。

第13図に7月11日、12日および13日に発生した大きな微動の記録を示す。第14図にA) 7月11日、B) 12日およびC) 13日の微動のバンド・パスフィルターによる記録を示す。A), B), C)の順で低周波成分がより卓越している。

第1表 群発地震活動ステージ、バースト活動コードおよび地震活動の特性

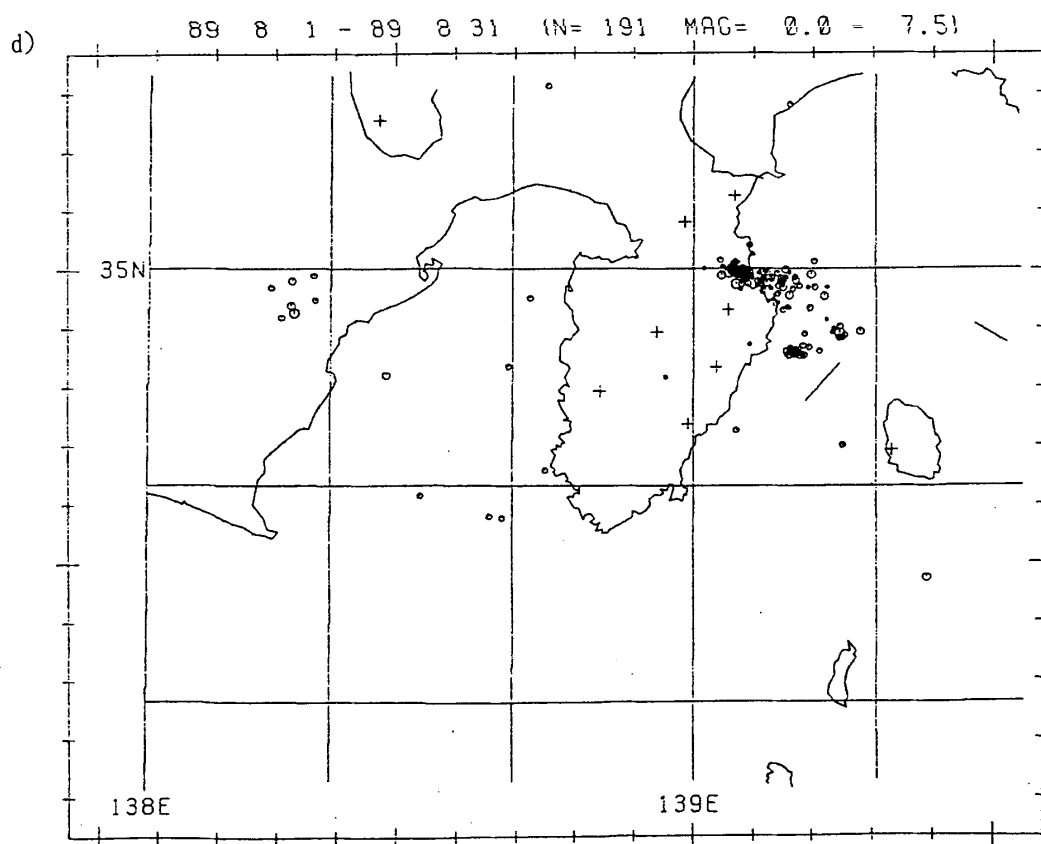
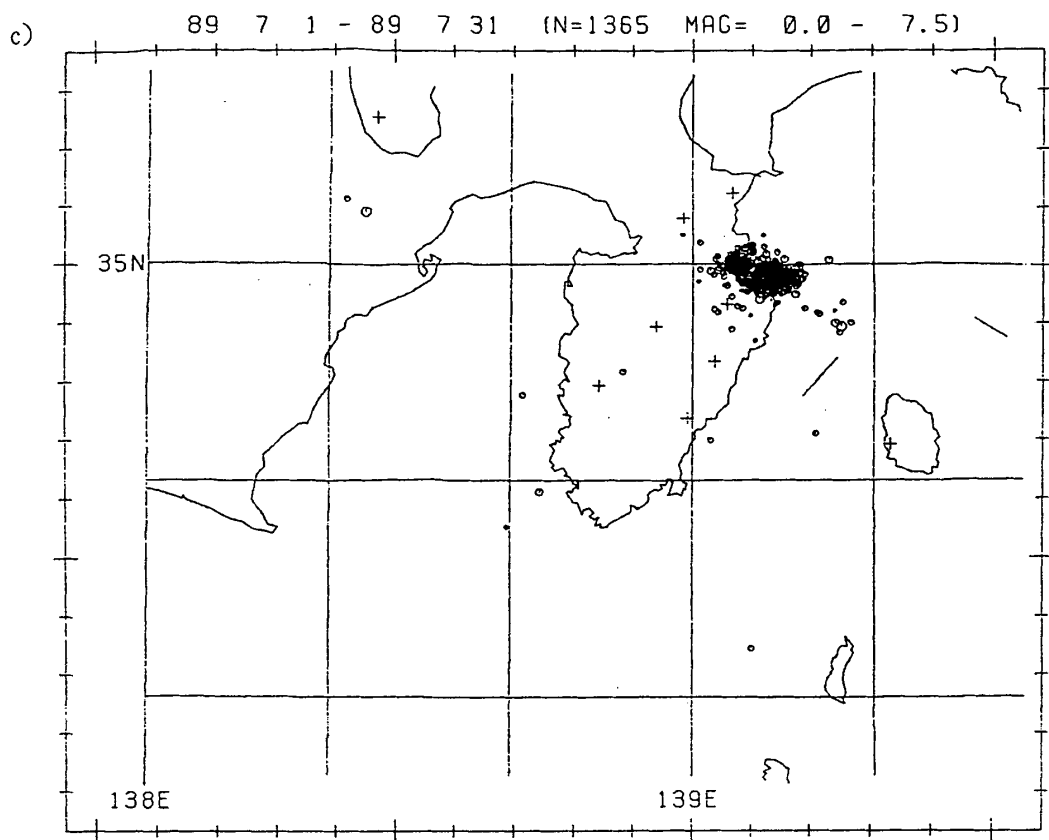
Table 1 Stage of earthquake swarm, code of burst type activities and characteristics of seismic activities.

S T A G E	C O D E	S E I S M I C I T Y
I	X	開口割れ目南東端での先駆活動
II	Y	開口割れ目の伝播に伴う活動
III	A	開口割れ目全体にそう活動
	B, C	開口割れ目北西端での活動
	D	開口割れ目南東端・中央部での活動
	D, E	右横ずれ断層上での先駆活動
	F	右横ずれ断層と開口割れ目の交点付近での活動
IV	G	右横ずれ断層の運動に伴うM5.5の地震と余震活動



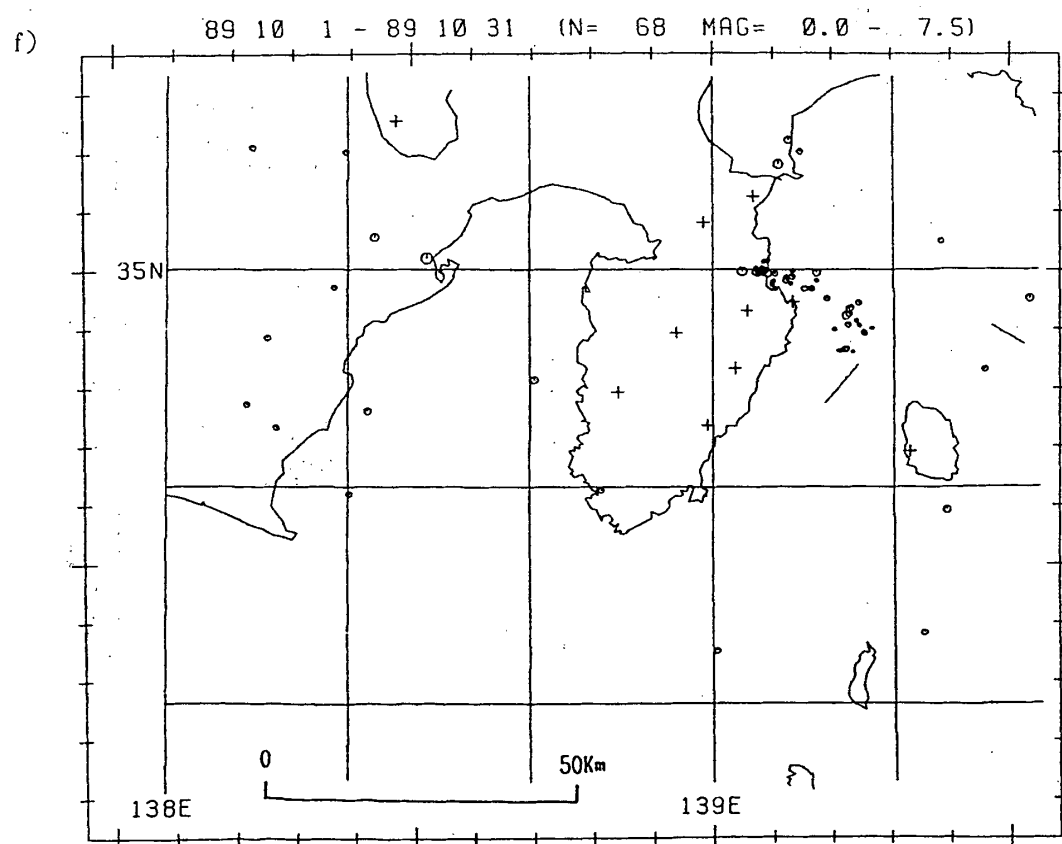
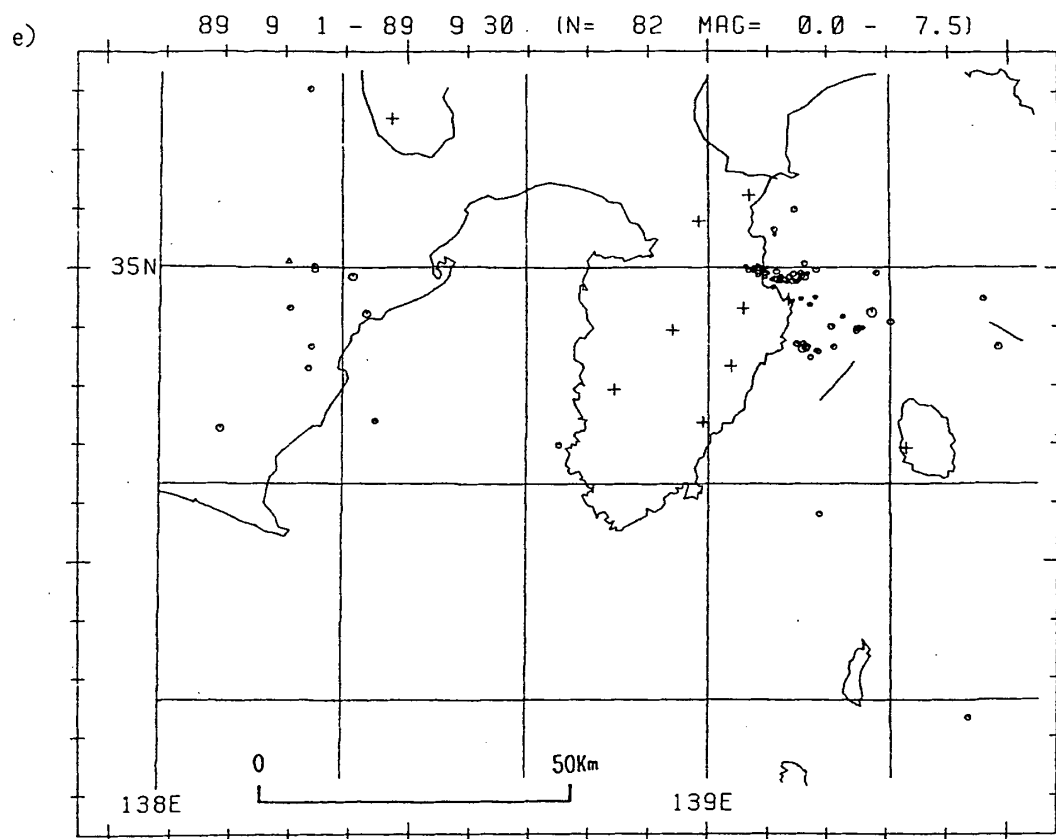
第1図 a) - f) 1989年5月～10月の毎月の震央分布

Fig. 1 Epicentral distributions of the each month in the periods from May to October, 1989.



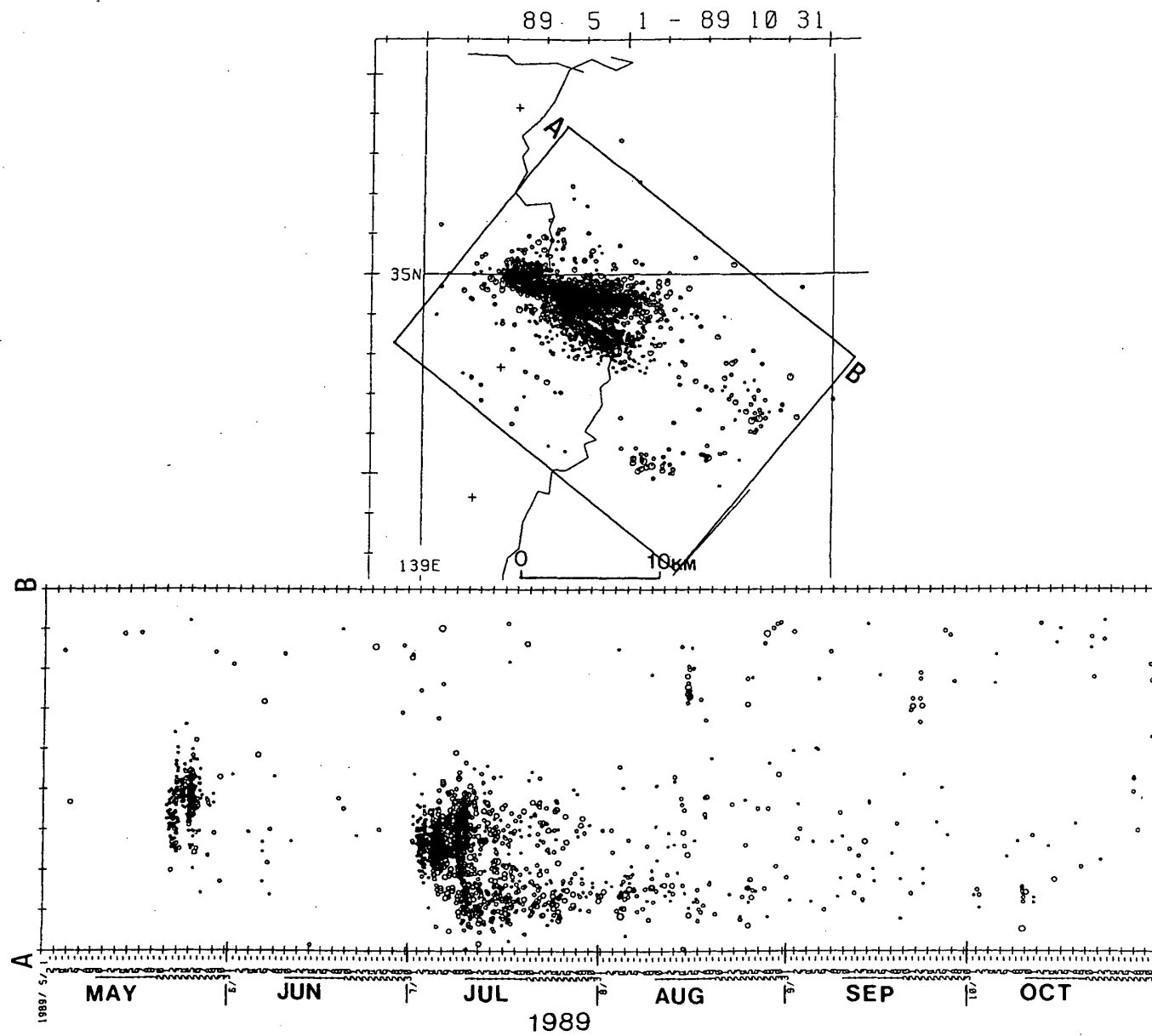
第1図 つづき

Fig. 1 (Continued)



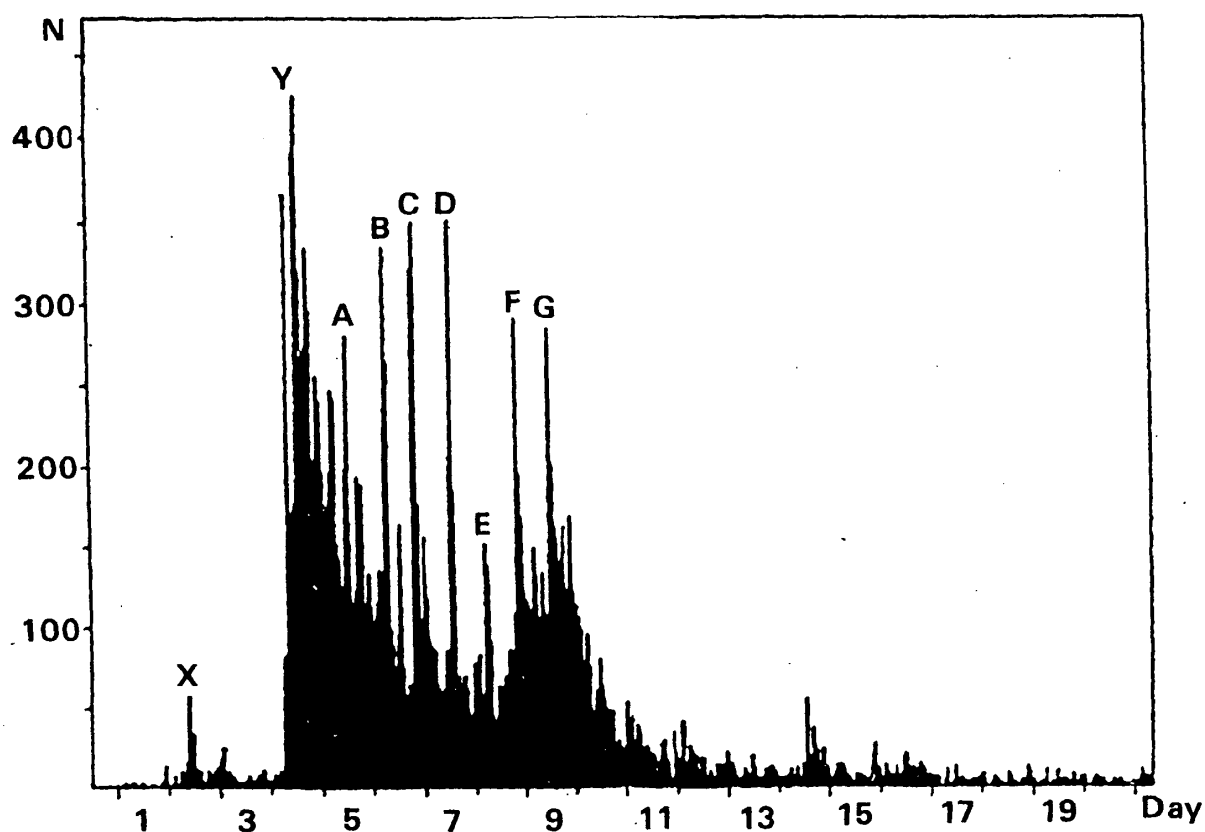
第1図 つづき

Fig. 1 (Continued)



第 2 図 1989 年 5 月～10 月，伊豆半島東方沖群発地震活動の時空間系列

Fig. 2 Time-space distribution of epicenters of the earthquake swarm off east coast of Izu Peninsula, for the period from May to October, 1989.



第3図 気象庁，鎌田観測点における1時間毎の地震回数とバースト活動
(X, Y, A, B, C, D, E, F, G)

バースト活動の時間帯

X (7月29日 9時00分～10時00分), Y (7月4日 6時00分～23時00分)

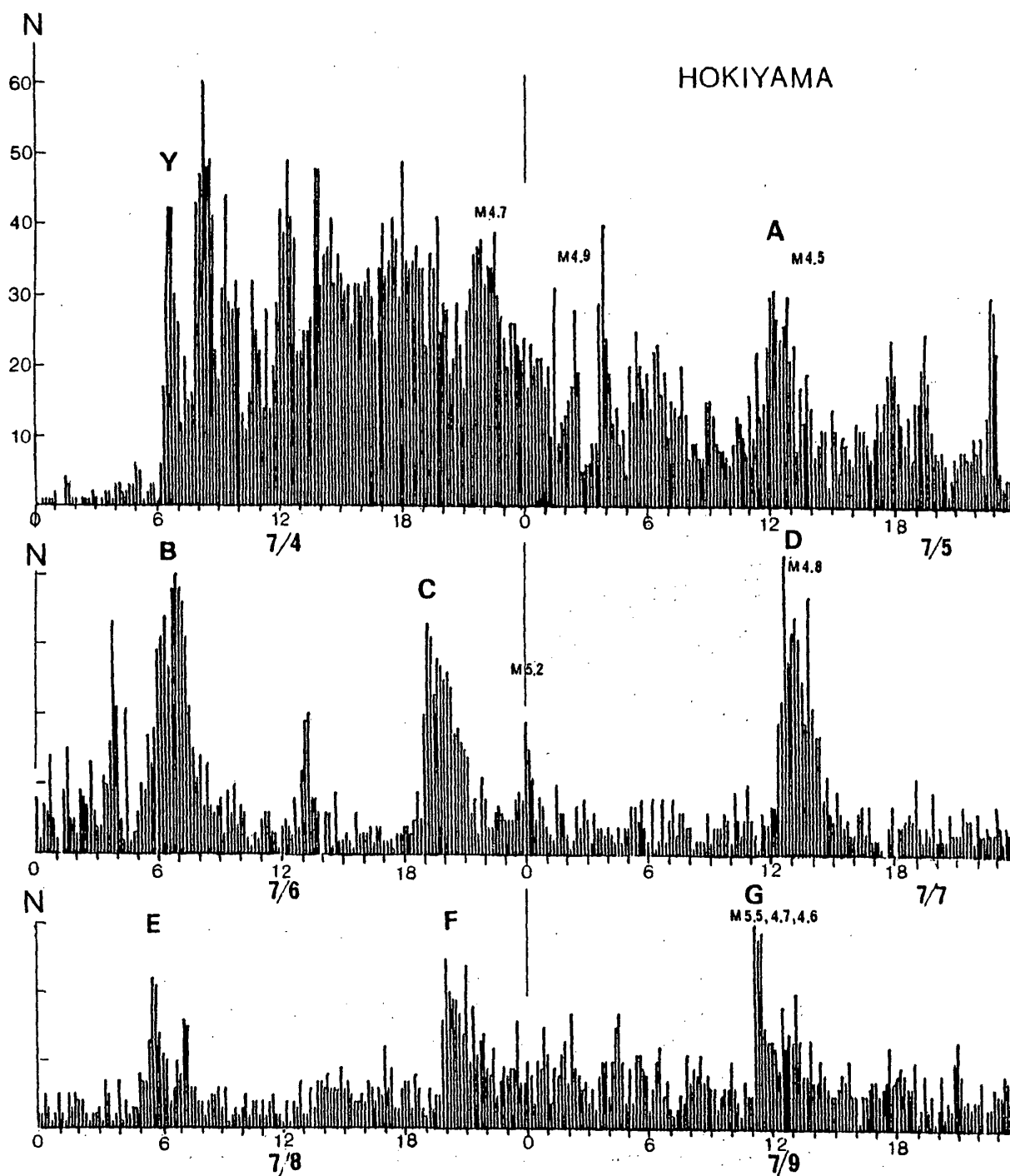
A (7月5日 10時00分～13時40分), B (7月6日 05時30分～08時20分)

C (7月6日 18時40分～21時10分), D (7月7日 12時20分～14時40分)

E (7月8日 05時30分～07時50分), F (7月8日 19時00分～22時20分)

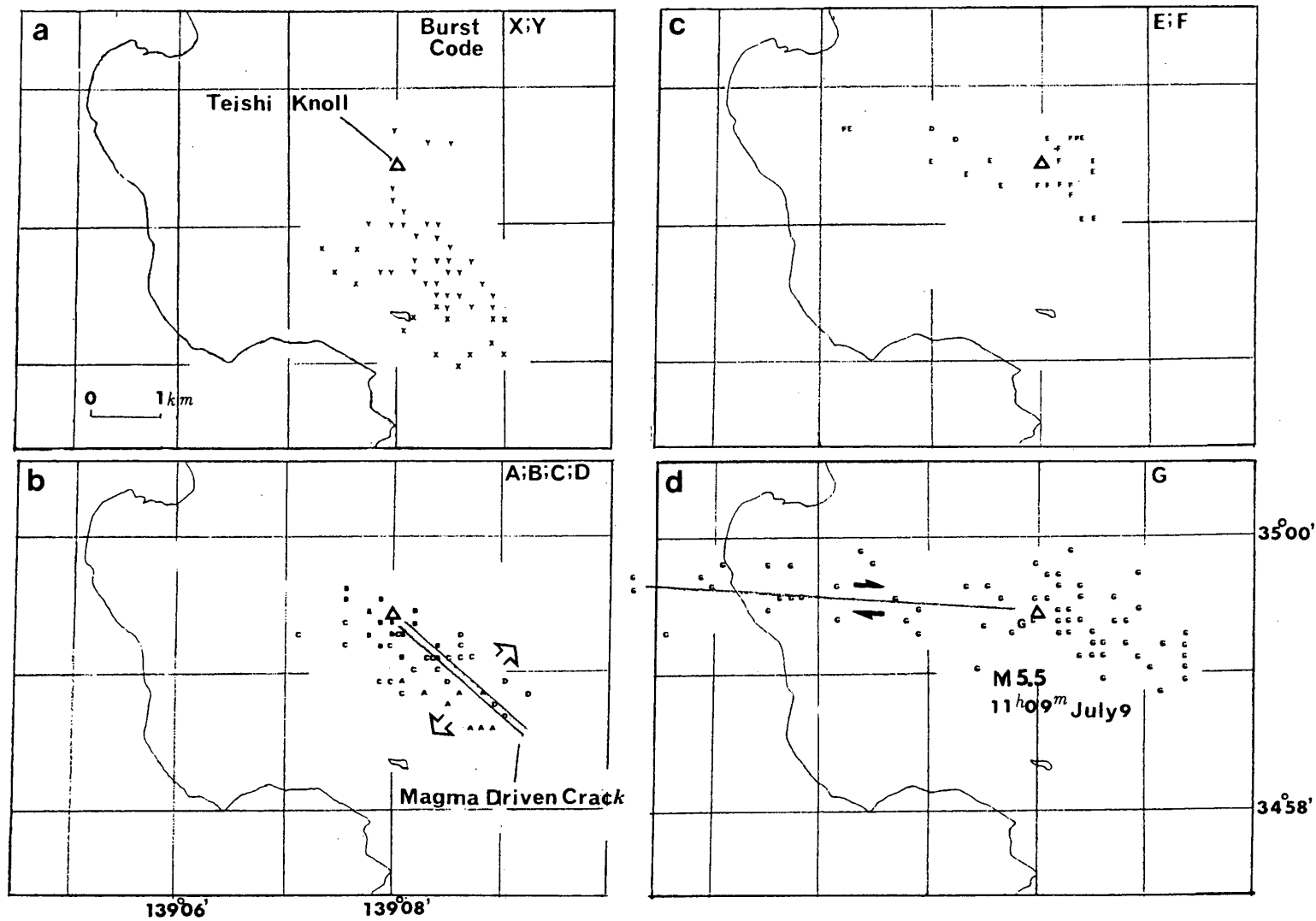
G (7月9日 10時10分～12時10分)

Fig. 3 Hourly number of earthquakes off east coast of Izu Peninsula detected at Kamata station (JMA) with a specification of burst type earthquake swarms coded as (X, Y, A, B, C, D, E, F, G).



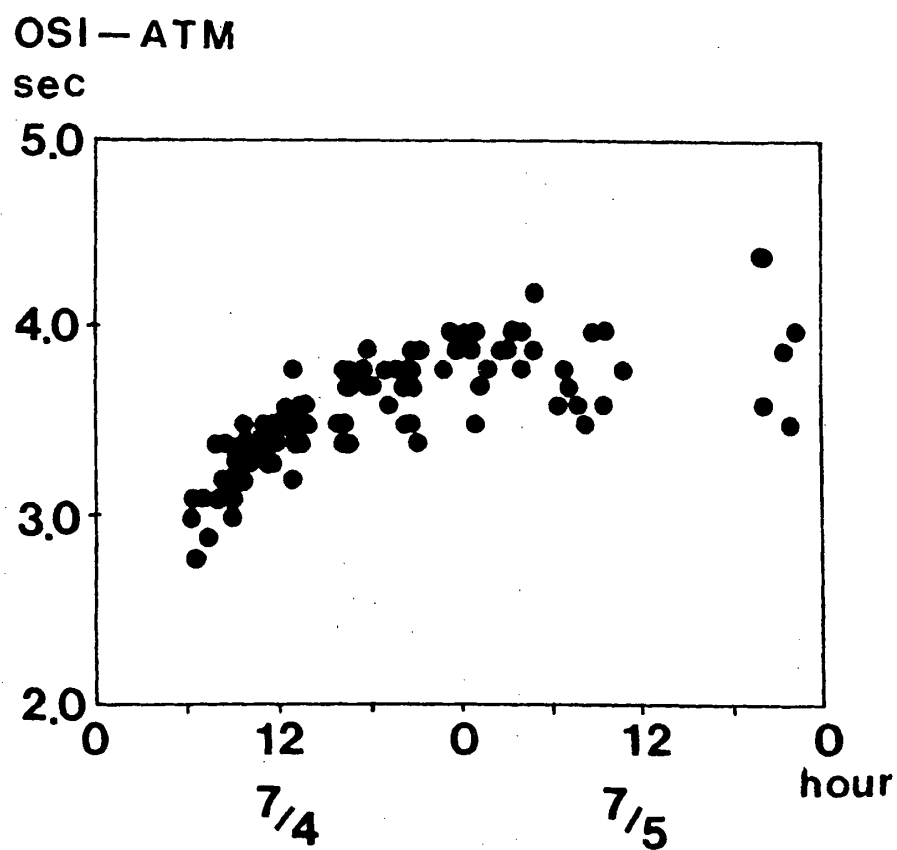
第4図 地震研究所，簾木山観測点における10分毎の地震回数とバースト活動
(Y, A, B, C, D, E, F, G)

Fig. 4 Number of earthquakes off east coast of Izu Peninsula for every 10 minutes detected at Hokiya station (ERI) with a specification of burst type earthquake swarms coded as (Y, A, B, C, D, E, F, G).



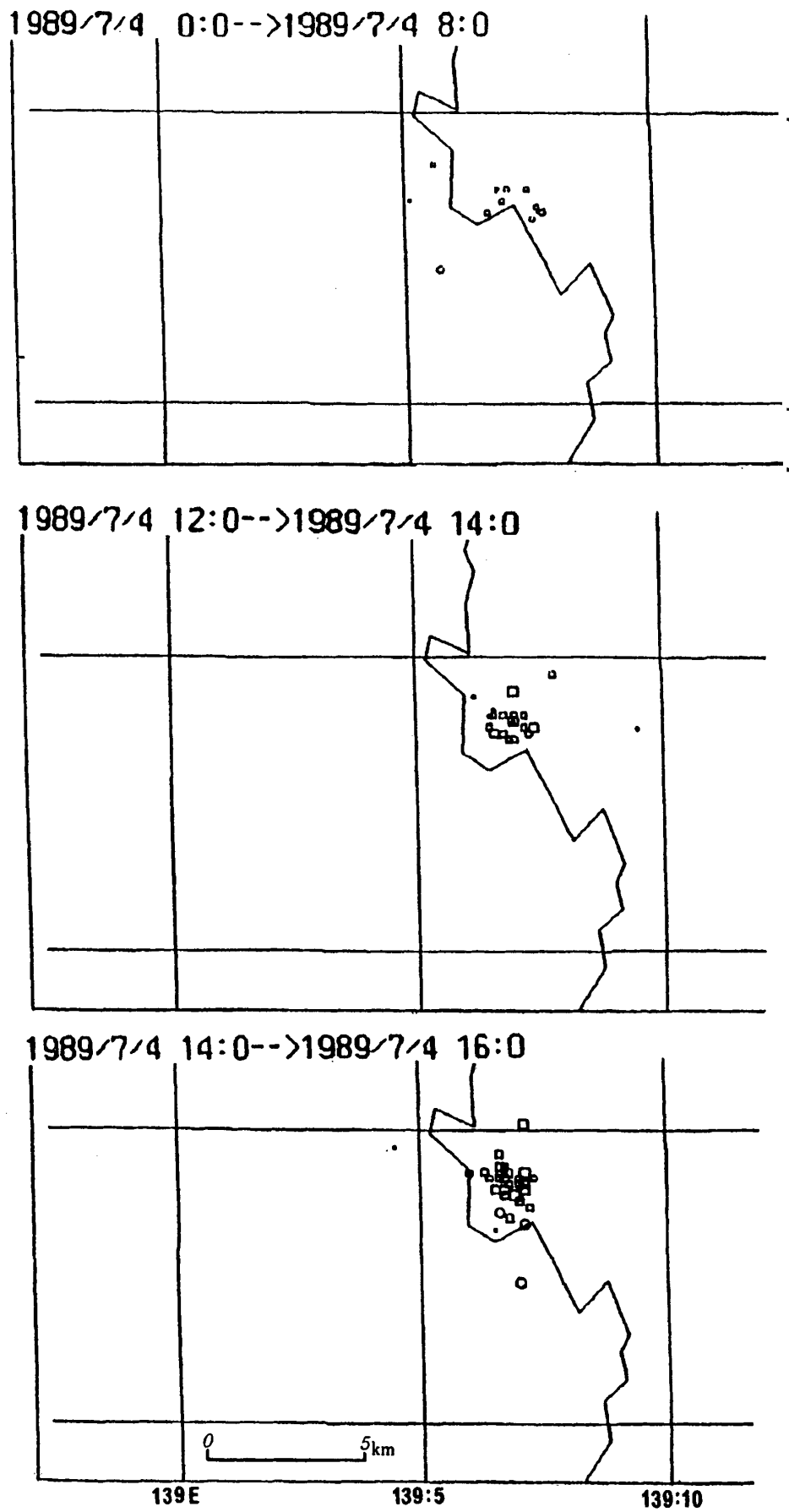
第5図 各々のバースト活動（第3図および第4図）の震央分布

Fig. 5 Epicentral distributions of the burst type earthquake swarm as specified in Fig. 3 and Fig. 4.



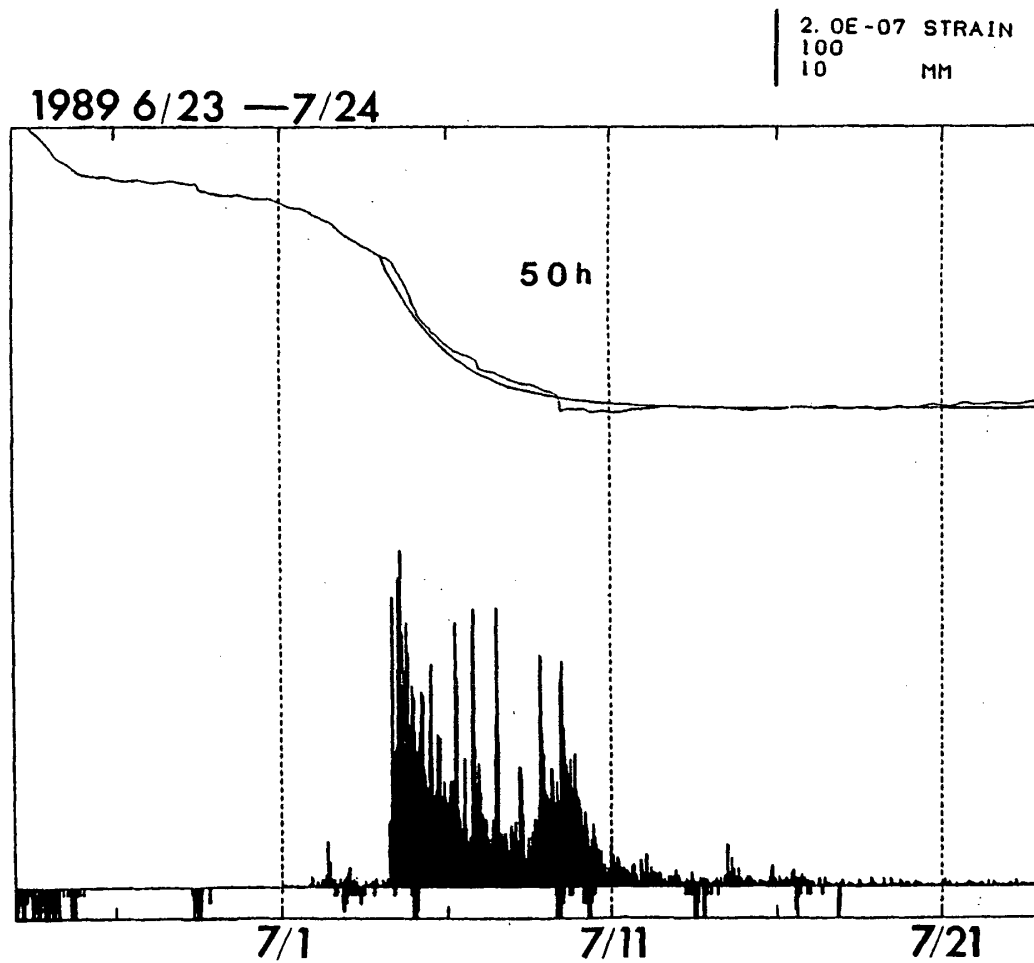
第 6 図 伊豆半島東方沖群発地震の伊豆大島と熱海での P 波到着時刻の差の時間的变化
(7 月 4 日 ~ 5 日)

Fig. 6 Temporal variation of arrival time difference of P-waves between Izu-Oshima and Atami for the period from July 4 to July 5, 1989.



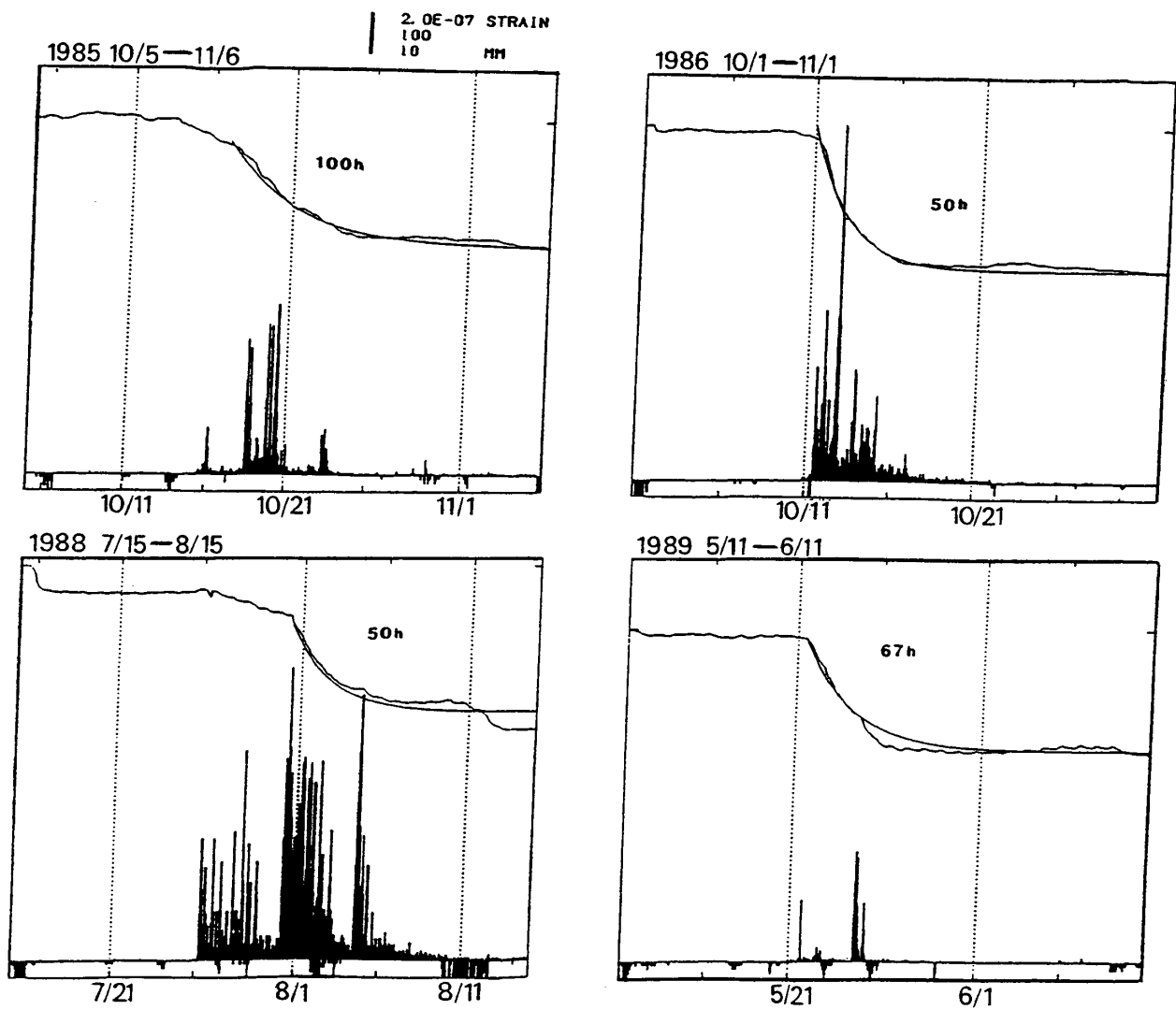
第7図 伊豆半島東方沖群発地震の震央の移動（7月4日～5日）

Fig. 7 Epicentral migration of the earthquake swarm off east coast of Izu Peninsula for the period from July 4 to July 5, 1989.



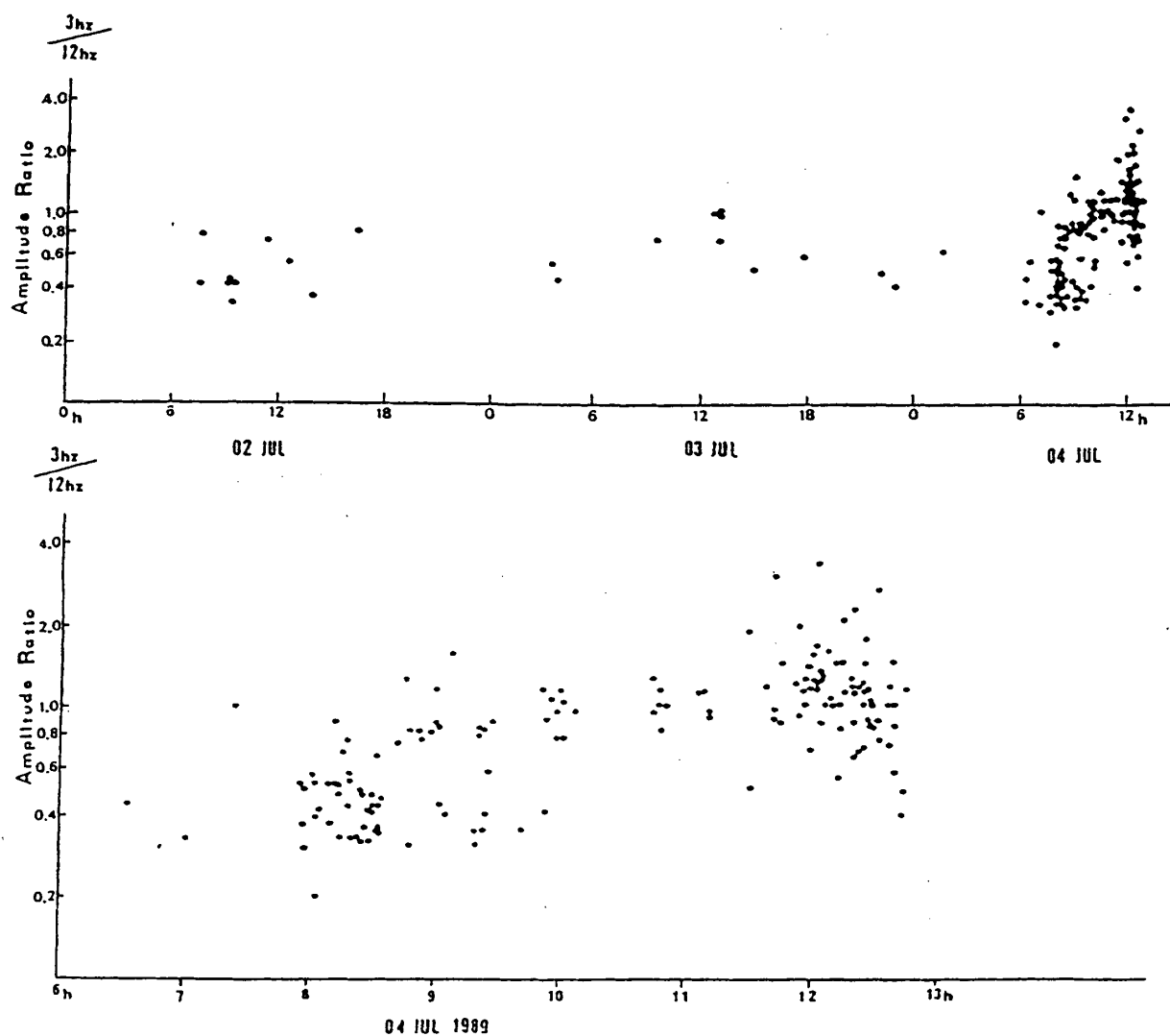
第 8 図 鎌田観測点における地震回数（日別）の変化と東伊豆の体積歪変化
体積歪変化の時定数；50時間（全体の $1/2$ の変化に至る時間）

Fig. 8 Hourly number of earthquakes off east coast of Izu Peninsula and change of crustal strain at Higashiizu.
Time-constant for crustal strain relaxation is evaluated as 50 hours.



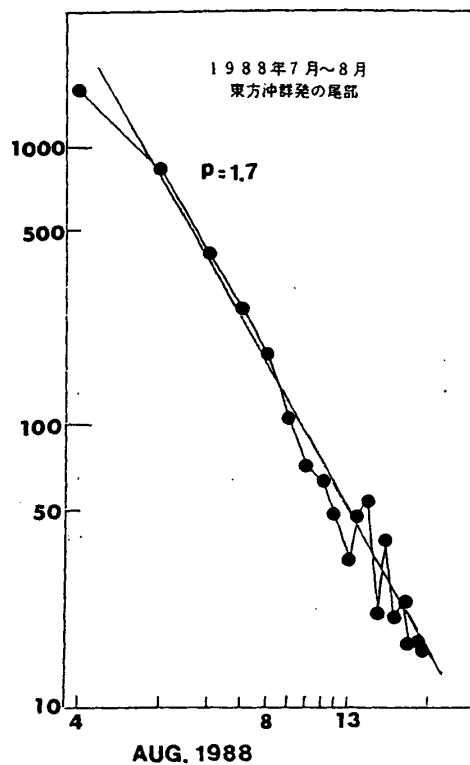
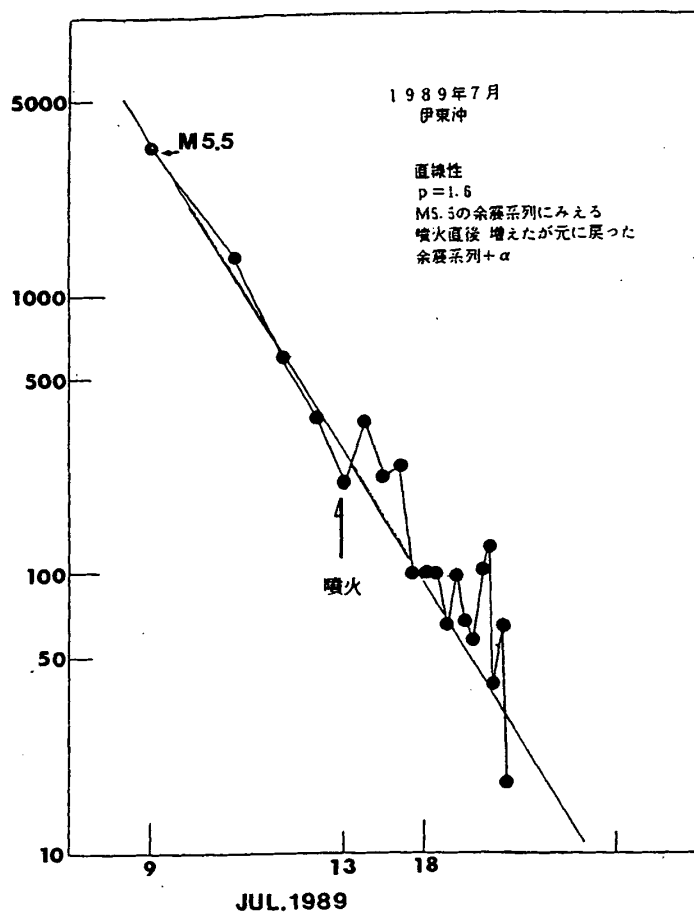
第9図 東伊豆における体積歪変化の時定数と伊豆東方沖群発地震の日別回数の変化

Fig. 9 Evaluation of time-constant for crustal strain relaxation at Higashiizu as compared to hourly number of earthquakes off east coast of Izu Peninsula.



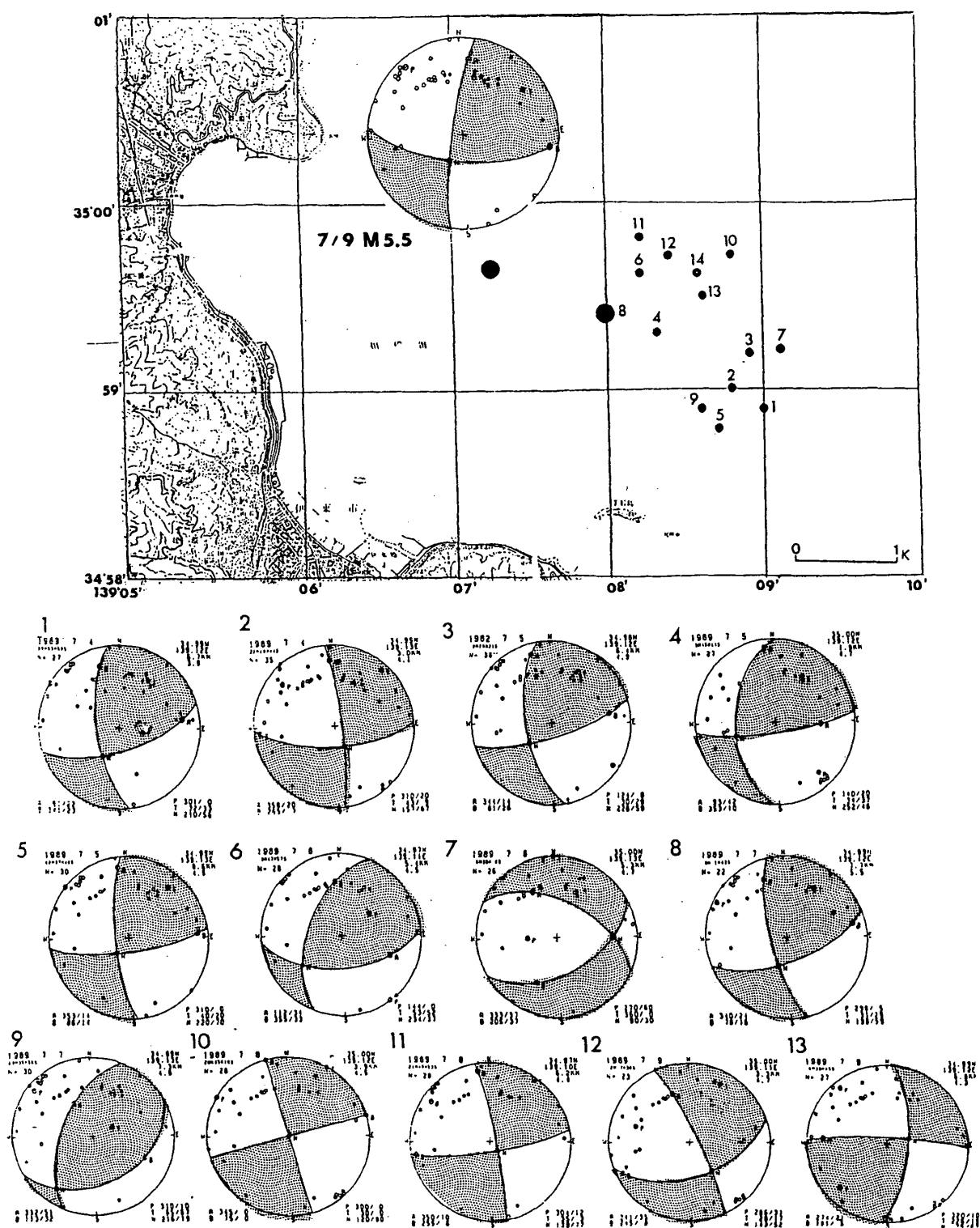
第10図 箒木山観測点におけるP波振幅のスペクトル比（3 Hz/12 Hz）の時間的变化

Fig. 10 Temporal variation of P-wave amplitude spectral ratio (3 Hz/12 Hz) at Hokiya station.



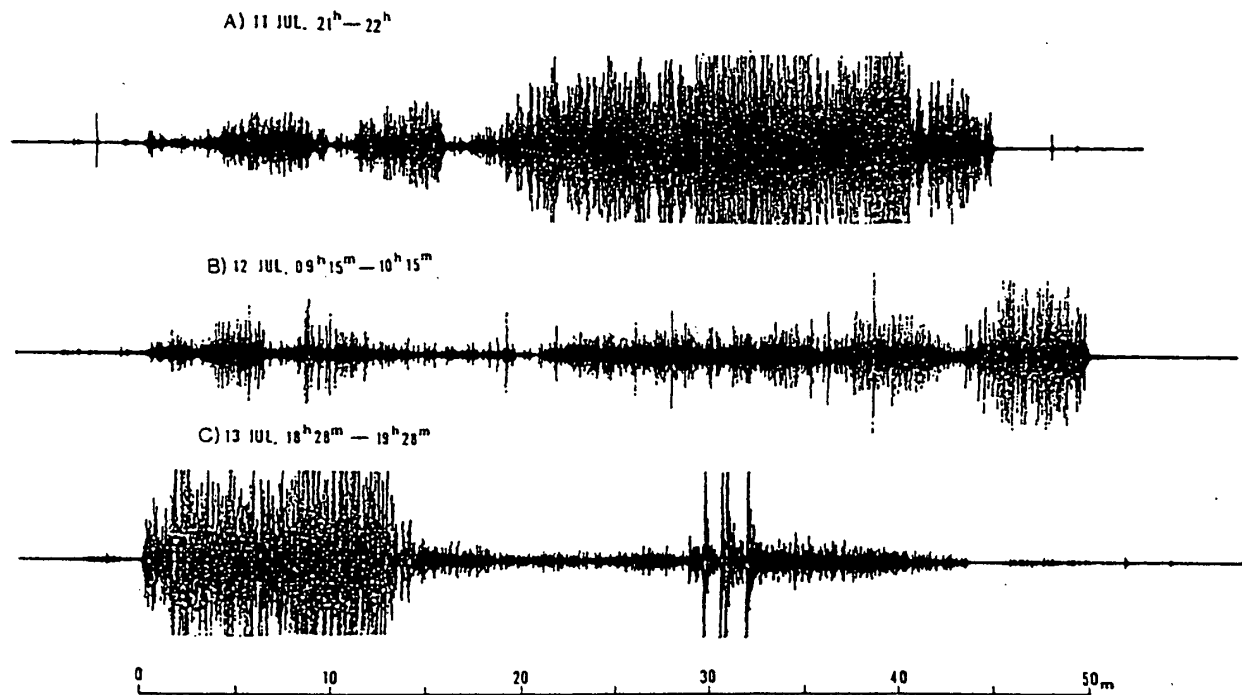
第11図 7月9日、M5.5の地震発生後および1988年7月～8月の群発地震の尾部についての地震発生回数の時間変化

Fig. 11 Change of earthquake frequency after the July 5 earthquake of M5.5 and that for the latter period of earthquake swarm in July – August, 1988.



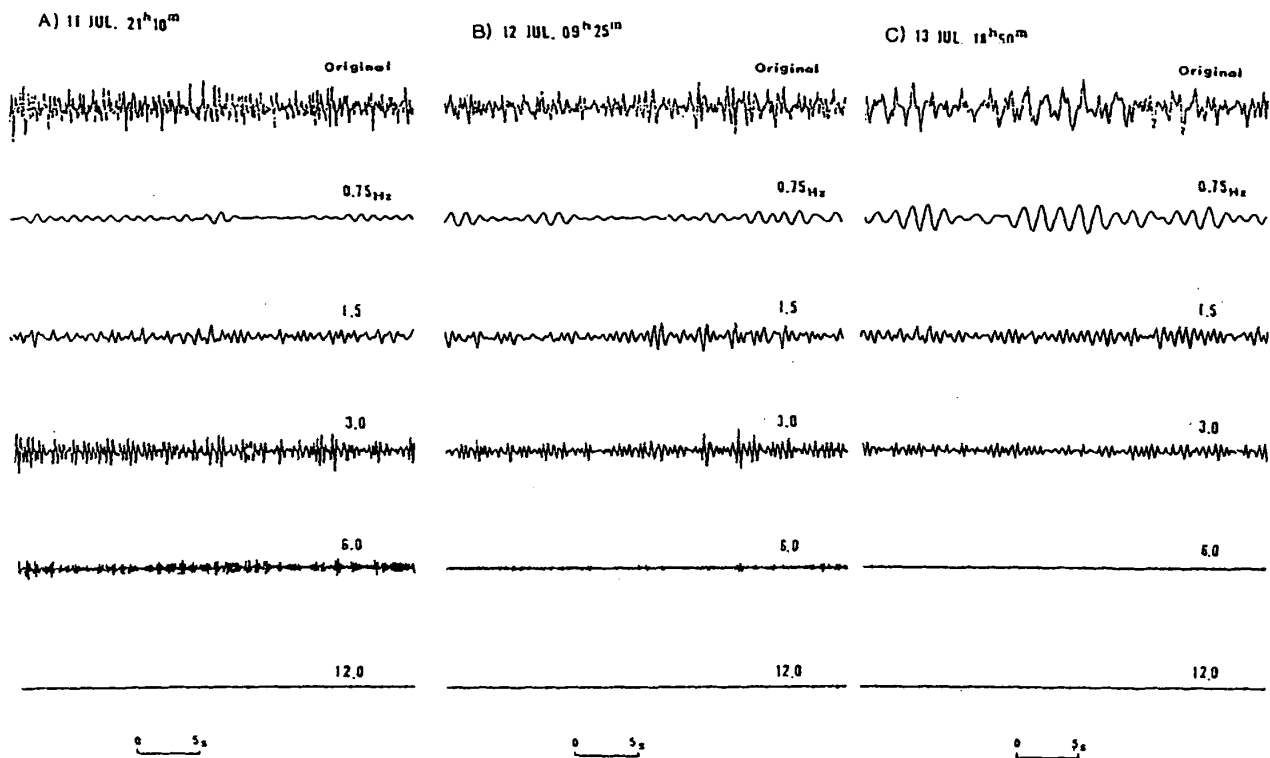
第12図 群発地震活動の主な地震のメカニズム解（下半球投影）

Fig. 12 Fault plane solutions of the major earthquakes of the swarm off east coast of Izu Peninsula (projected on lower hemisphere).



第13図 7月11日, 12日および13日に発生した大きな微動の記録

Fig. 13 Records of large amplitude volcanic tremors on July 11, 12 and 13.



第14図 7月11日、12日および13日に発生した大きな微動の
バンドパス・フィルターによる記録

Fig. 14 Band-pass filtering records of large amplitude volcanic tremors on July 11, 12 and 13.