

地殻傾斜の連続観測で捉えた伊東市周辺の火山性地殻活動*

Ground tilt changes associated with volcanic activities in and around
Ito city, Izu Peninsula

防災科学技術研究所**

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

1998年4月20日の16時頃より、伊豆半島東方沖の群発地震が再発した。第1図に防災科研のルーチン処理で決めた今回の群発地震の震源分布を示す。第2図に防災科研の傾斜観測点の位置を示す。地震は、ITOのすぐ近くの川奈崎付近から東南東方向に伸びた場所で発生している。第3図にITO（伊東）における傾斜の生記録とBAYTAP-G¹⁾を用いて潮汐成分を取り除いた記録を、気象庁の鎌田における日別地震回数とともに示す。また第4図にOKA（岡）、TNG（徳永）、JIZ（中伊豆）における傾斜記録を、JIZにおける降水量とともに示す。震源に近いITO及びOKAにおいて、この群発地震に伴う変動が明瞭に捉えられている。第5図に両観測点におけるこの変動の傾斜ベクトルを示す。ITOにおいては、最初北北東下がりであったのが、図中P2で示す点から、変動方向が急に、西北西下がりになっている。OKAにおいても、最初北北西下がりであったのが、ITOと同じ時期に西下がりになっている。また、この時期を境に変動量が大きくなっている。川奈崎付近で始まった群発地震は4月21日の18時頃から東隣に移り、震源の深さが浅くなるとともに、活動が活発化した。ITO、OKAで変動方向が変わったのはこの時期に対応している。震源からやや離れたTNGでも西下がりであったのが、この時期に西南西下がりに変化している。西端に位置するJIZでは群発地震の発生前に生じた降雨の影響による変動が残っており、はっきりしない。僅かながらの西下がりの変動傾向が見て取れるのみである。

ITOでは、伊豆半島東方沖の群発地震に伴う変動をこれまでに捉えてきているが、特に、群発地震の規模の大きい1989年、93年、95年、96年、97年の活動時の変動はその量も大きい。第6図にこれらの群発地震の震央を示す。また第7図にITOで捉えたそれぞれの活動に伴う傾斜の変動ベクトルを示す。いずれもの時期の変動も今回と同じように、東北東から北北東下がりの小さな変動で始まり、その後に変動方向を変えたとともに、変動量が大きくなっている。

最近、この群発地震の始まる直前から地殻変動が生じているとの報告がなされている²⁾³⁾⁴⁾。このことについて、BAYTAP-Gを用いて潮汐成分を取り除いた記録で調べてみた。第8図にITO、OKAにおける今回の地震の発生前後の傾斜ベクトルを示す。図中の矢印は群発地震のおおよその開始時刻を示す。ITO、OKAとも地震の発生の約1日前から変動が生じている。群発地震の開始前の変動と開始後の変動の方向は同じであり、また、変動量にも大きな違いは認められない。また、第9図にこれまでの主な群発地震の発生前後のITOの傾斜の変動ベクトルをまとめて示す。いずれの時期も群発地震の発生前から傾斜変動が認められ、しかも今回と同様、地震の発生前からの変動と、その後の変動は、共に同じ方向である。傾斜変動が始まってから群発地震が始まるまでの時間は各活動で異なるが、おおよそ4～5時間から1日の範囲である。この時期の変動量も各活動で異なり、0.05から0.3マイクロラジアン程度である。

1989年の活動に対して、地震の活動度と傾斜の変動量との相関が極めて高いこと、また変動の様子等から、両者は岩脈の貫入により生じているとの解釈をしてきた⁵⁾。その後の活動に対しても同様であることを示してきた⁶⁾⁷⁾。今回の変動も、岩脈の貫入で定性的には説明可能である。岩脈の貫入モデルによるITOの変動は、比較的深い所での活動に対しては、活動域が多少ずれても傾斜の変動方向はそれほど変わらない。活動の初期の変動の方向が東北東から北北東下がりであり、いずれの時期も極端にその方向が変わらないのは、このことによるものと考えられる。一方、震

* Received 18 Sep., 1998

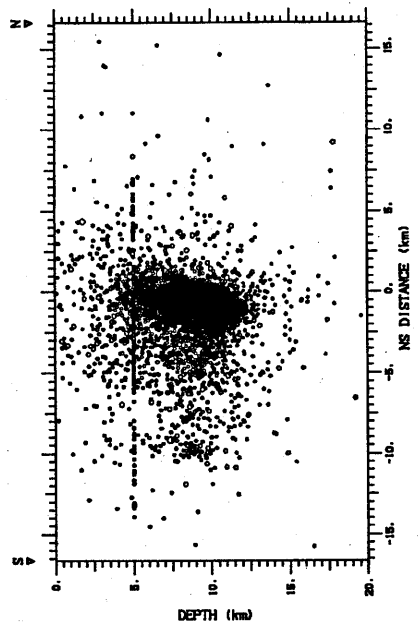
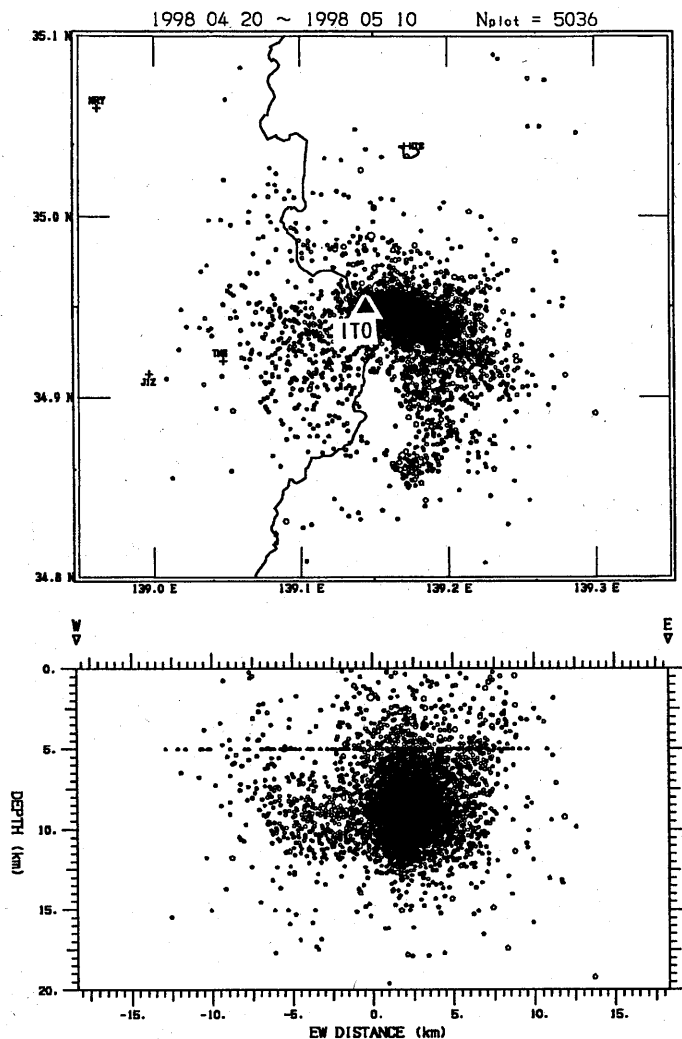
** 山本英二・岡田義光・大久保正

源が浅くなった場合には、このモデルでは、変動域が相対的に狭まるとともに変動量が大きくなる。このため、活動域に近い観測点では、両者の位置的關係により変動方向や変動量に大きな違いが生じることになる。初期の期間を経た後に ITO で変動方向が異なるのはこうしたことによるものと考えられるが、震源がほぼ同じである 89 年、93 年、96 年の活動時の変動方向はいずれも似ている。

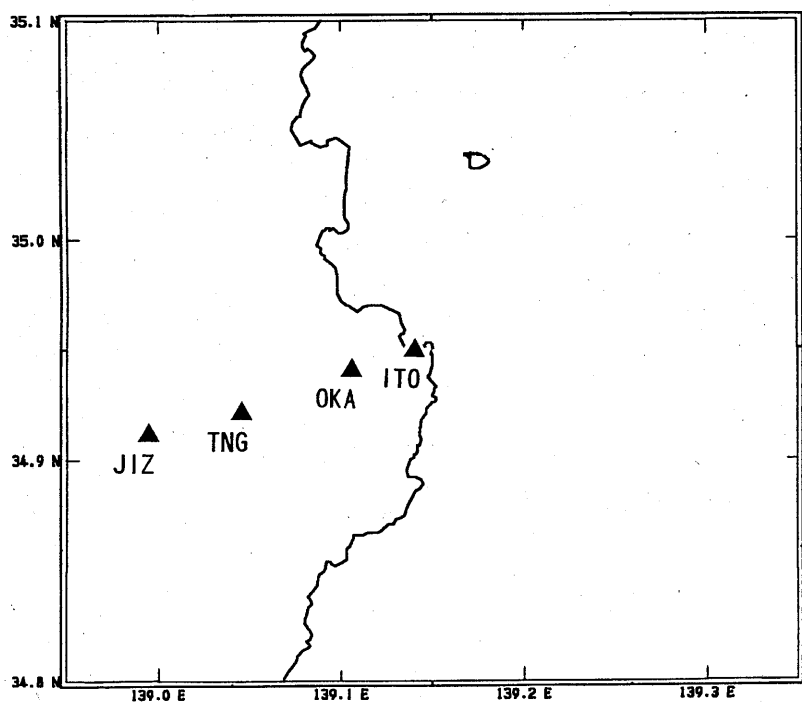
群発地震の開始直前の変動とその直後の変動とは、その方向が同じで、連続的に変化していることから、これらの変動の発生のメカニズムもほぼ同じであるものと推察される。伊東付近では、深い所での非地震性の活動で始まり、地震を伴う活動を経た後に、比較的浅いところでの活発な活動へと推移していつているようであり、こうした活動が毎回繰り返り起こっているものと思われる。いずれも岩脈の貫入過程を示しているものと推察する。

参 考 文 献

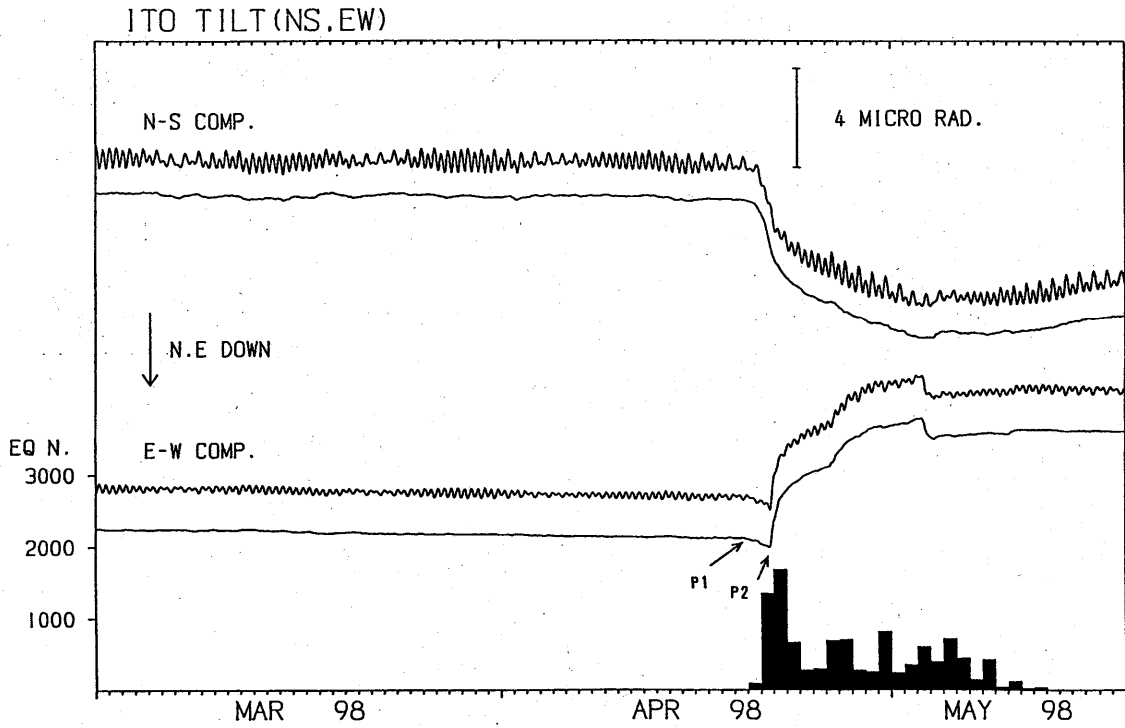
- 1) Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro (1991): A procedur for Tidal Analysis with a Bayesian Information Criterion. *Geophysical Journal International*, 104. 507~516.
- 2) 気象庁地震予知情報課 (1997): 伊豆半島およびその周辺の地震活動, 地震予知連絡会報, 58, 229~238.
- 3) 東大地震研究所 (1997): ボアーホール地殻活動総合観測装置で観測された伊豆半島東方沖群発地震, 地震予知連絡会報, 58, 254~263.
- 4) 防災科学技術研究所 (1998): 伊東沖群発地震活動に前駆する傾斜変動, 地震予知連絡会報, 60. 334~355.
- 5) Okada, Y and E. Yamamoto (1991): Dyke intrusion model for the 1989 seismo-volcanic activity off Ito, central Japan. *J. G. R.*, 96. 10361~10376.
- 6) 防災科学技術研究所 (1993): 1993年 5 ~ 6 月の伊豆半島東方沖の群発地震活動とそれに伴う傾斜変動, 地震予知連絡会報, 51. 336~340.
- 7) 防災科学技術研究所 (1996): 1996年 7 月及び 10 月の伊豆半島東方沖の群発活動とそれに伴う傾斜変動, 地震予知連絡会報, 57, 302~307.



第1図 1998年4月～5月に発生した伊豆半島
 東方沖群発地震の震源分布
 Fig. 1 Hypocenter distribution of earth-
 quake swarm east off Izu Peninsula in
 April-May, 1998.

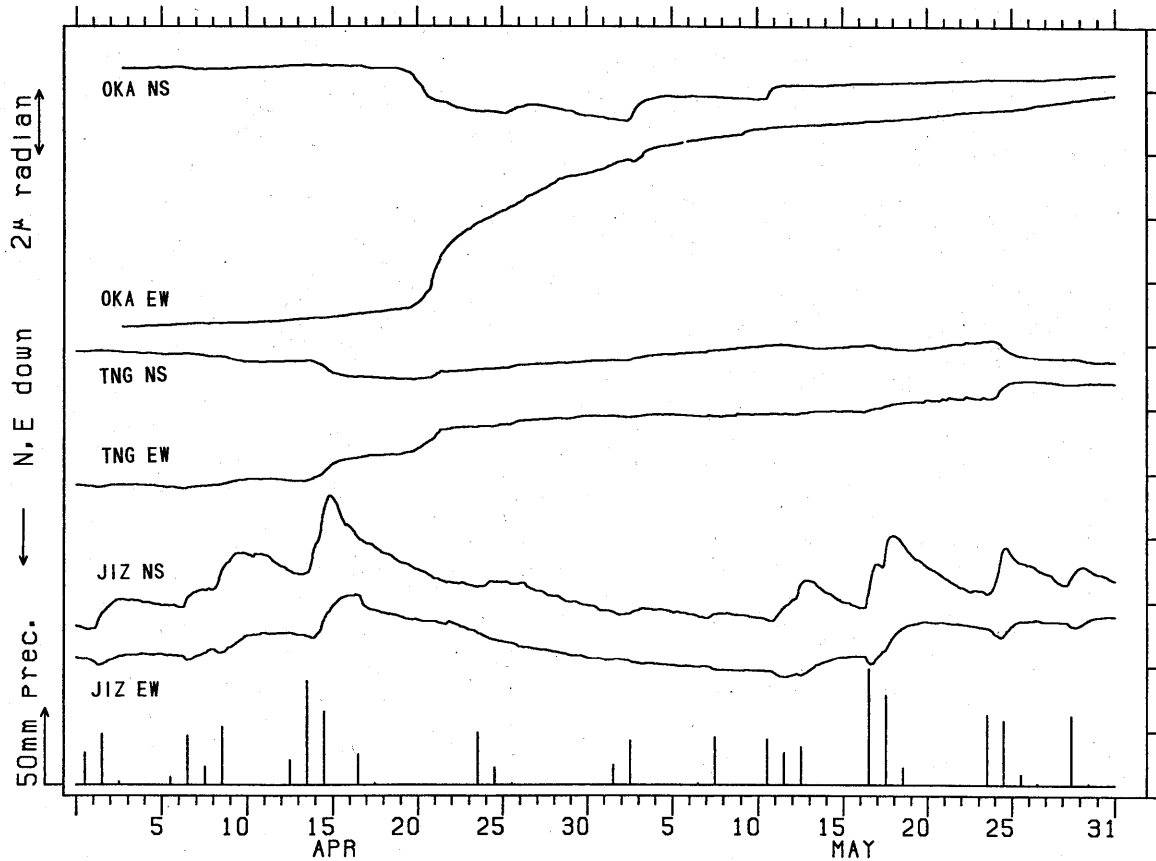


第2図 傾斜観測点の配置
 Fig. 2 Location of tilt
 stations.



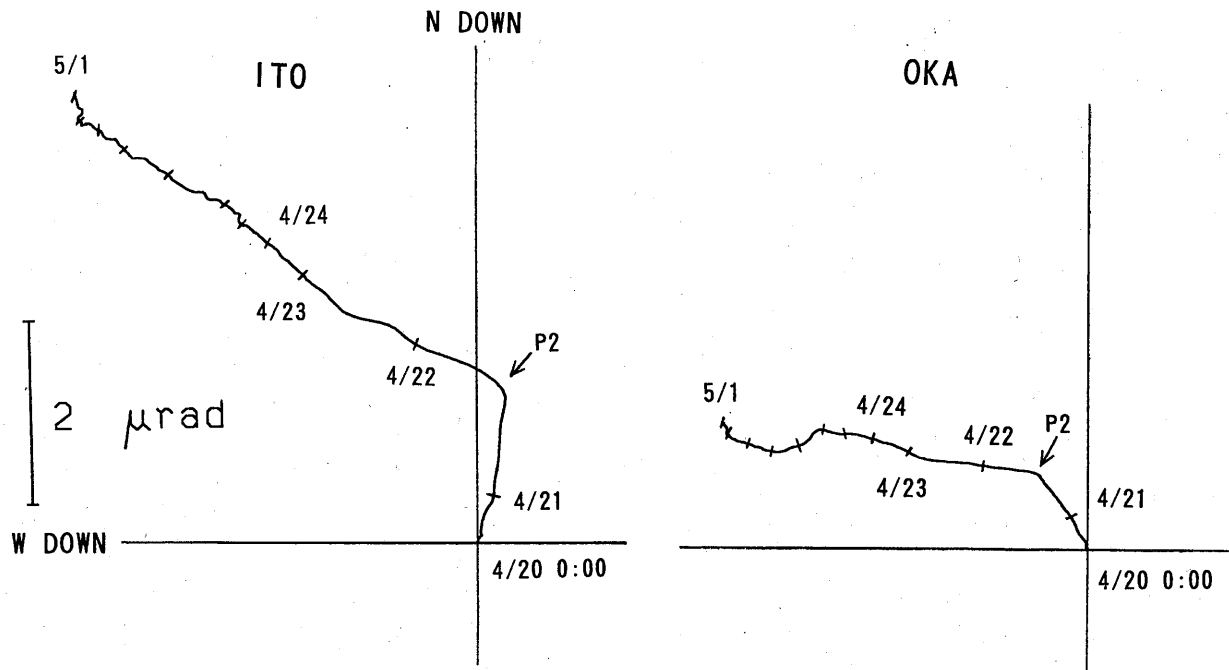
第3図 伊東観測点 (ITO) における傾斜記録と気象庁の鎌田における日別地震回数 (1998年3月1日から5月18日まで)

Fig. 3 Hourly tilt data at ITO and daily number of earthquakes in Kamata (JMA) from March 1 to May 18.

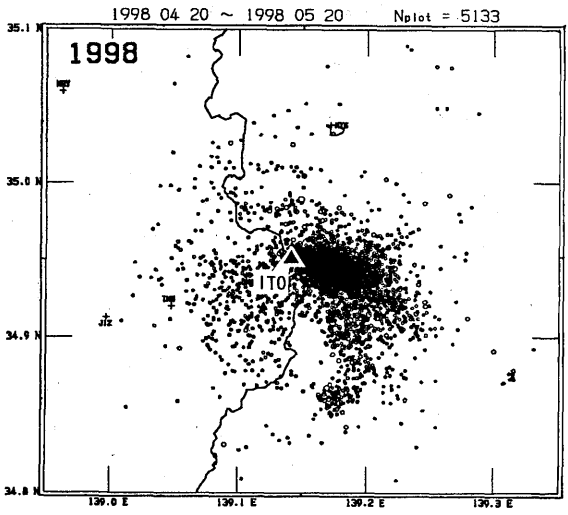
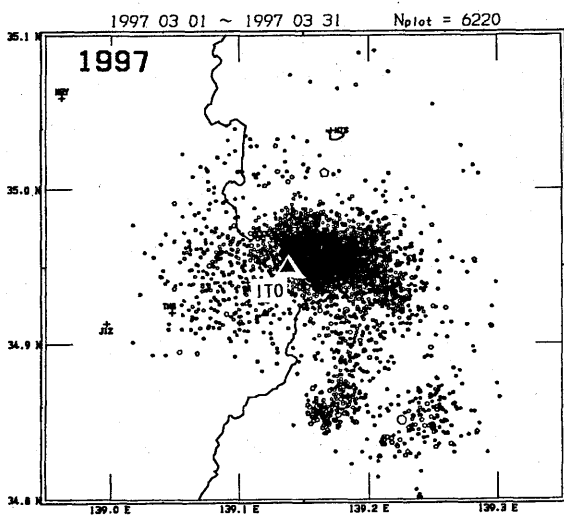
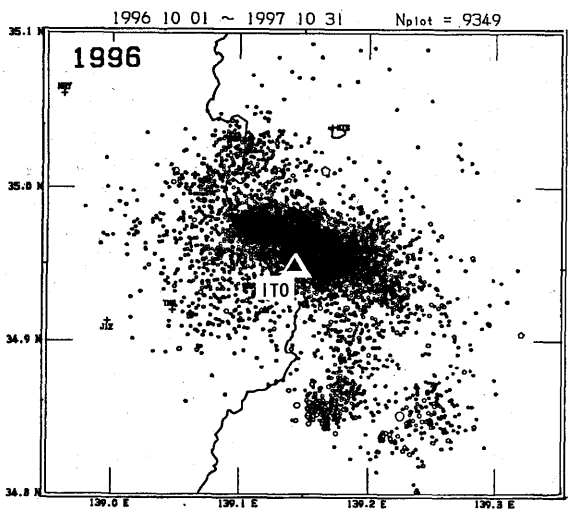
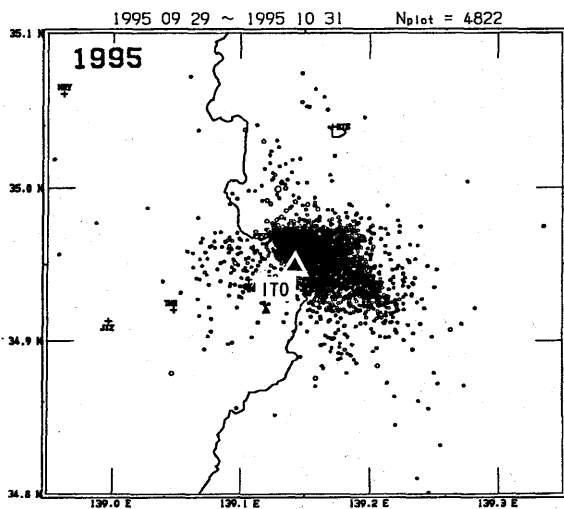
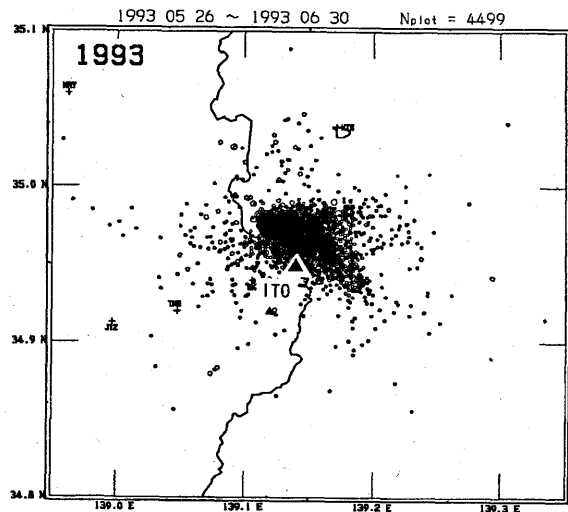
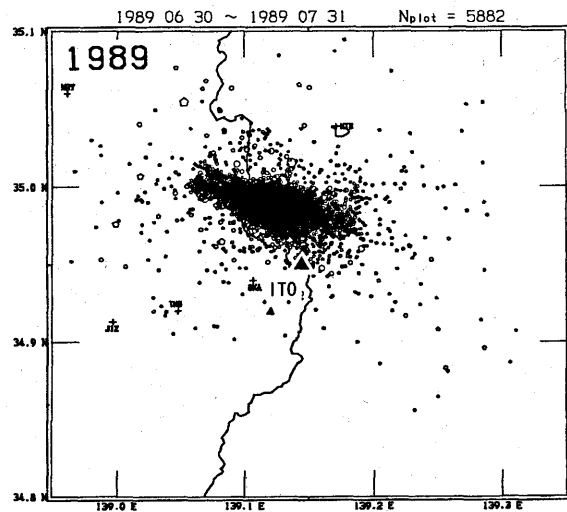


第4図 岡 (OKA), 徳永 (TNG), 中伊豆 (JIZ), 観測点における傾斜記録と JIZ における日雨量 (1998年4月1日から5月31日まで)

Fig. 4 Tilt data at OKA, TNG and JIZ, and rain data at JIZ from April 1 to May 31, 1998.



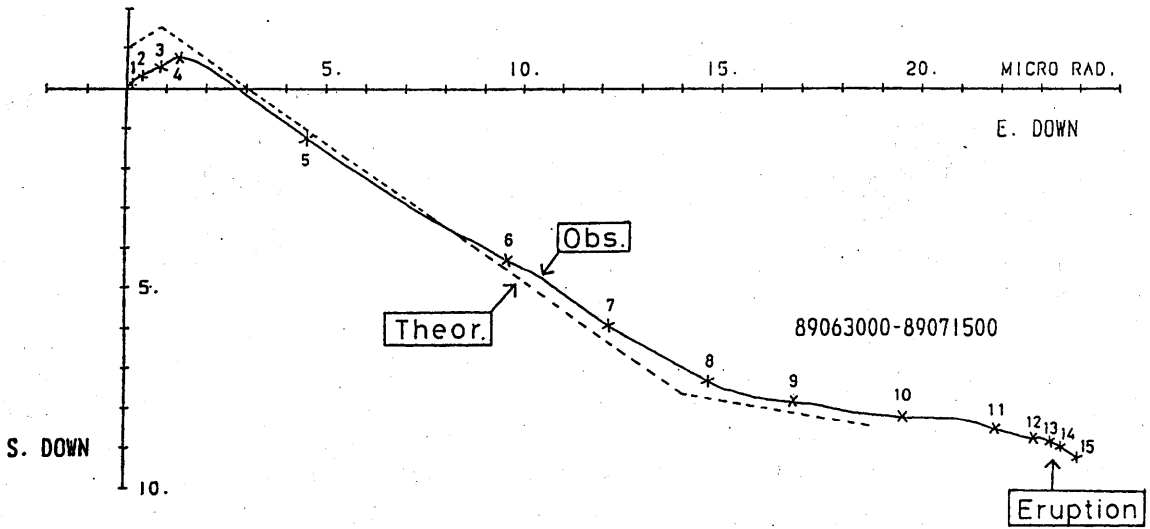
第5図 ITO, OKA における傾斜ベクトル (1998年4月20日0時~5月1日0時まで)
 Fig. 5 Tilt vector with time mark of every 1 day at ITO and OKA from April 20 to May 1, 1998.



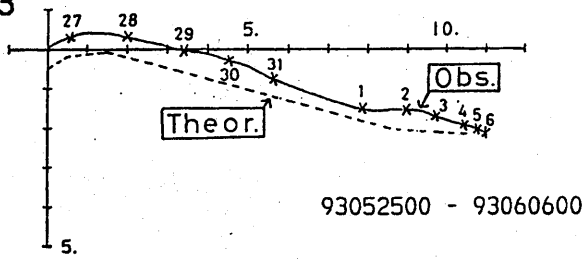
第6図 1989年、93年、95年、96年、97年、98年の伊豆半島東方沖群発地震の震央分布

Fig. 6 Epicenter distribution of the earthquake swarms east off Izu Peninsula in 1989, 1993, 1995, 1996, 1997 and 1998, respectively.

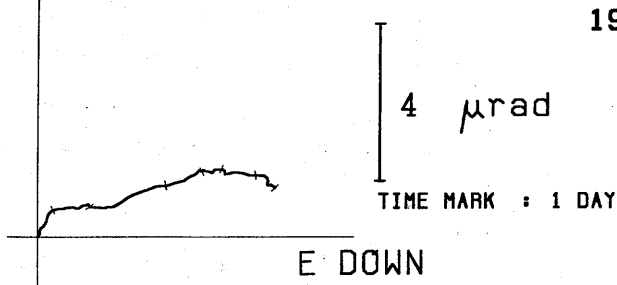
1989



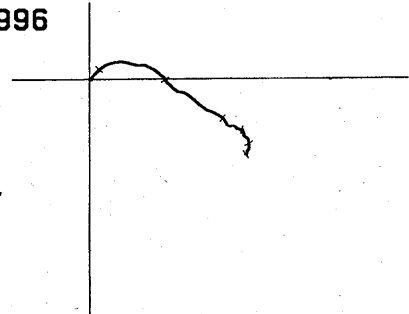
1993



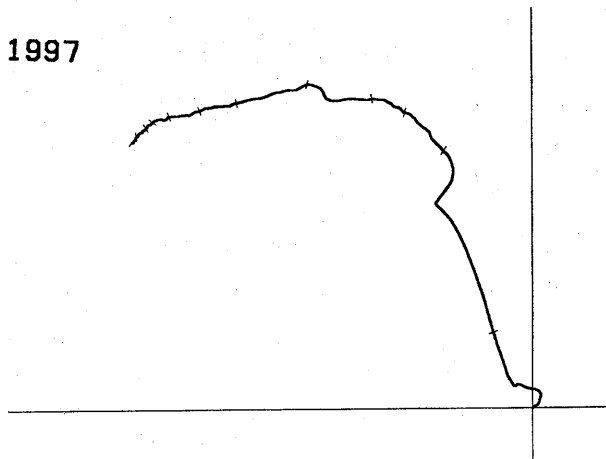
1995



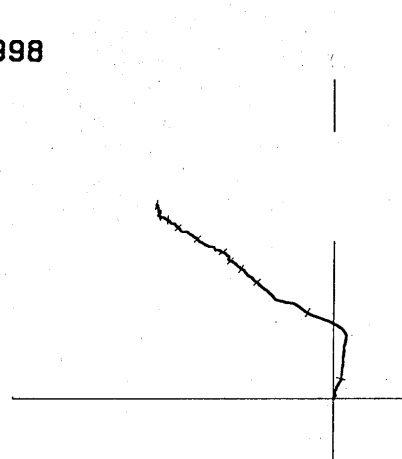
1996



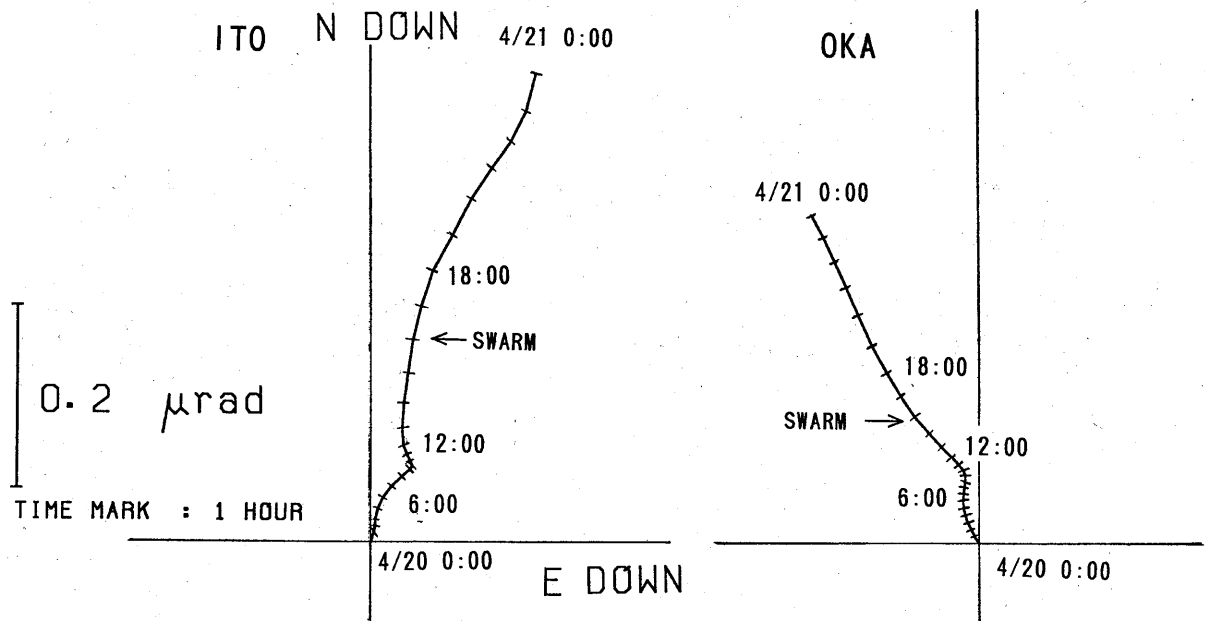
1997



1998

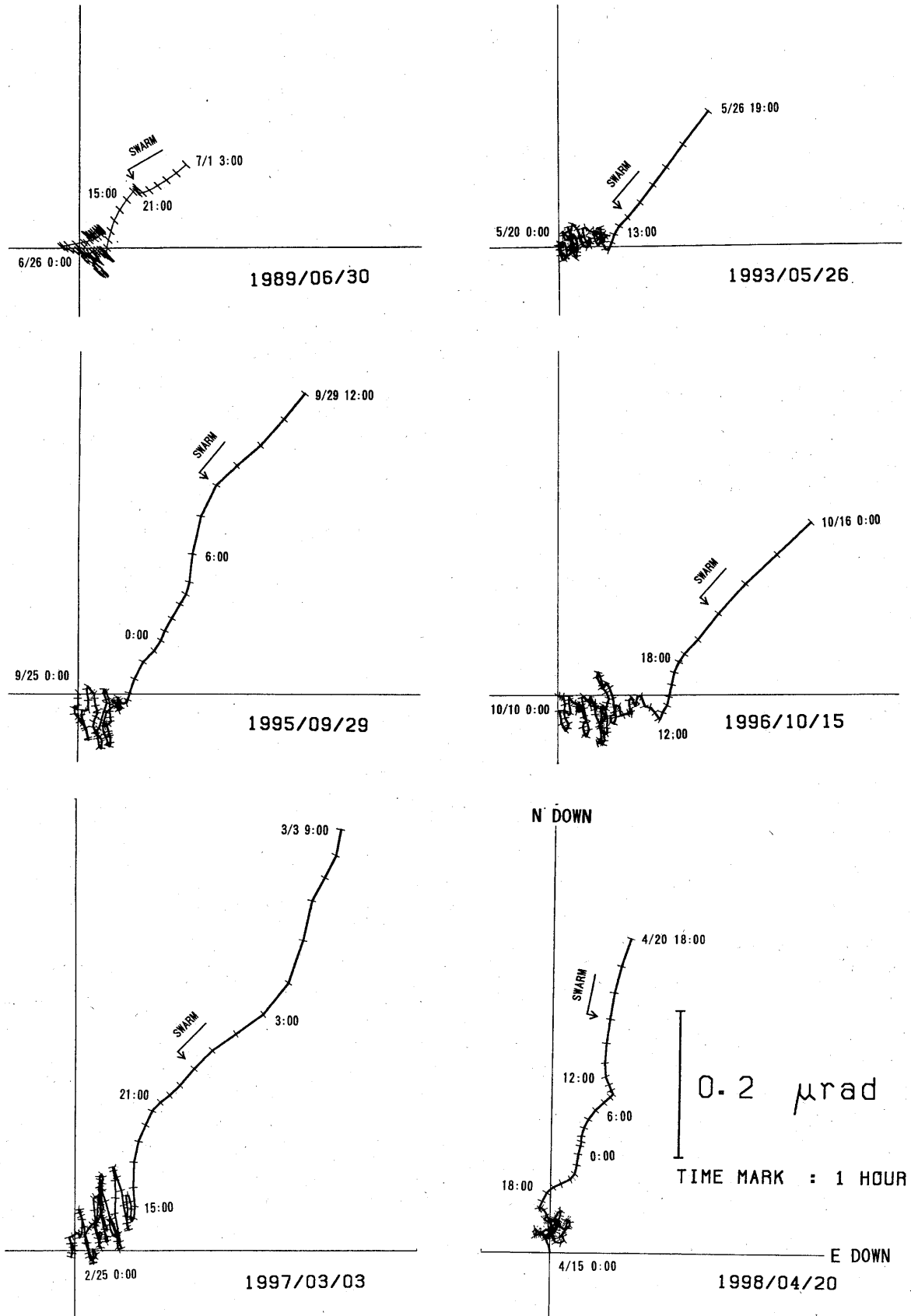


第7図 第6図に示す各群発地震に伴う ITO における傾斜変動
 Fig. 7 Tilt change at ITO associated with the swarm activities in Fig. 7.



第8図 1998年4月～5月の群発地震の発生直前から直後のITO, OKAにおける傾斜ベクトル (4月20日0時～4月21日0時まで)

Fig. 8 Tilt change detected at ITO and OKA, just before and after the commencement of the earthquake swarm in April-May, 1998.



第9図 第6図に示す群発地震の発生直前、直後のITOにおける傾斜変動
 Fig. 9 Vector presentation of tilt at ITO, associated with just before and after the commencement of the earthquake swarms in Fig. 7.