

4-4 地殻変動より見た1989年伊東沖の地震・火山活動

Off Ito Seismo-volcanic Activity in 1989 as Revealed by Crustal Movement Data

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

1989年5月から7月にかけて静岡県伊東市沖で発生した群発地震及び火山活動に関しては、主として伊東市川奈における地殻傾斜連続記録および群発地震の震源分布に基づいて、ひとつの速報的な断層モデルを提出した¹⁾。その後、諸機関よりこの活動に関するより詳細なデータが報告され、特に豊富な地殻変動データをより良く説明する改訂モデルが得られたので報告する。

第1図に、今回の活動域の周辺でなされていた地殻変動関連の観測体制を示す。点および星印は、群発地震の震央および海底噴火の発生地点を示している。第2図は、川奈における5月から7月にかけての傾斜記録およびそのベクトル傾動図（原データ及び移動平均）であり、また第3図に、5月下旬および7月上旬における群発地震活動と傾斜変動の関連を示す。主要な地震活動および地殻変動は7月4日からの1週間で終了し、海底噴火はその後発生しているが、噴火に伴う地殻変動は観測されていない。この他、東伊豆における体積歪観測²⁾、伊東-初島間の自動光波測距³⁾および連日GPS観測⁴⁾、伊東市周辺の辺長測量⁵⁾⁶⁾および水準測量⁵⁾がなされ、それぞれに大きな変動が検出されている。第4図～第6図は、それぞれの観測結果を、後述するモデルによる計算結果と比較して示したものである。

地震活動と地殻変動が非常に良い相関を示すこと。及び地震の規模の割に地殻変動が大きいことから、この活動の主たる原因は群発地震域におけるマグマ貫入であると予想し、5月及び7月の活動に対応する開口型断層F1、F2、並びに7月9日11時09分の最大地震(M5.5)に対応する右横ずれ逆断層F3からなるモデルを設定した。最大地震の発震機構及び直後の震源分布よりF3のパラメータを定めたのち、主な観測値をコントロールデータとしてグリッドサーチ方式により主要断層F2のパラメータを求めた結果、走向N125°E、断層面傾斜角85°、大きさ3km×6km、上端の深さ1km、開口量110cmを得た。なお、断層F1のパラメータについては、F2の値を一部仮定して求めている。第7図に、得られたモデルの平面図を、各時期の群発地震の震央域および東北大学⁷⁾による精密余震観測結果（ハッチ部）と共に示した。

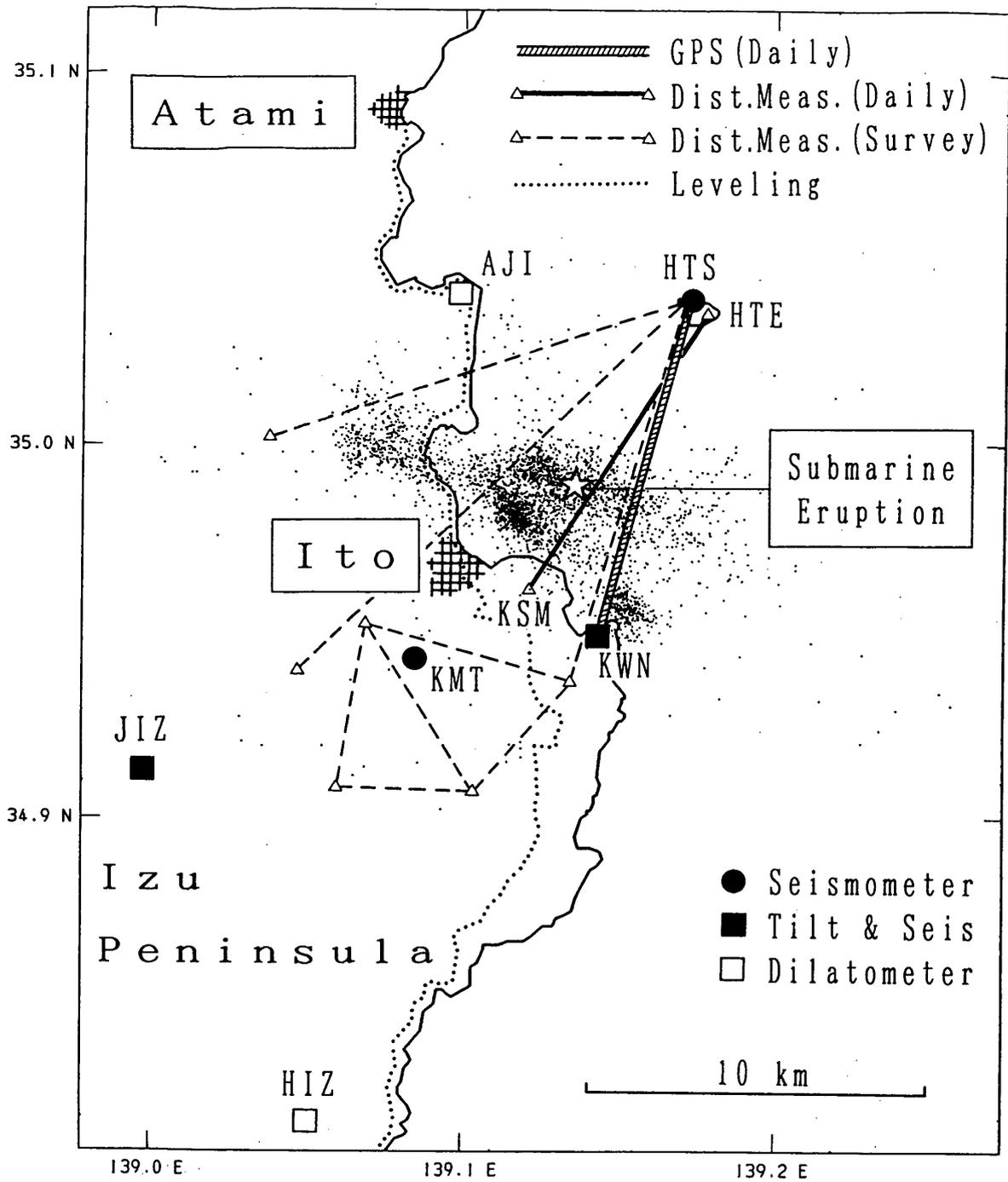
次に、川奈における傾斜ベクトルの方向変化（第2図）を説明するため、断層F2の精密化を図った。第8図は、断層の位置と幅及び開口量を固定して垂直方向の長さを変えた場合に川奈で期待される傾斜変化を示す。この図を第2図と比較することにより、断層F2の深部、中間部、浅部をA、B、Cとして、第9図に示すような開口量集積及びその時間経過を推察した。ここで、最終段階におけるC部の欠損体積を $3\text{ km} \times 2\text{ km} \times 30\text{ cm} = 1.8 \times 10^6\text{ m}^3$ と見積ると、これは水路部⁸⁾によって発見された手石海丘のおよその体積 $4\pi/3 \times (150\text{ m})^2 \times 25\text{ m} / 2 = 1.2 \times 10^6\text{ m}^3$ とほぼ一致する。噴火発生地点が断層面F2とF3の交点に近いことを考えると、マグマは断層F3の衝突により上昇し、固体部分から海底の未固結層底部に流出して手石海丘を作り、固体部分には何も地殻変動を

及ぼさないまま、なんらかの不安定性によって小規模なマグマ水蒸気爆発を行ったものと想像できる。第10図に最終的なモデルの見取図を示した。

このモデルより計算された理論地殻変動と観測値との比較は、第2図～第6図に既に示されているが、第11図は第5図の各基線長変化に関する理論値と観測値とを比較したものである。また、第12図は、川奈と初島の理論水平変動、及びその相対変化(枠内)を、開口断層とずり断層の寄与分に分けて表示し、十字の誤差範囲で示す観測値⁹⁾と比較している。(岡田義光・山本英二)

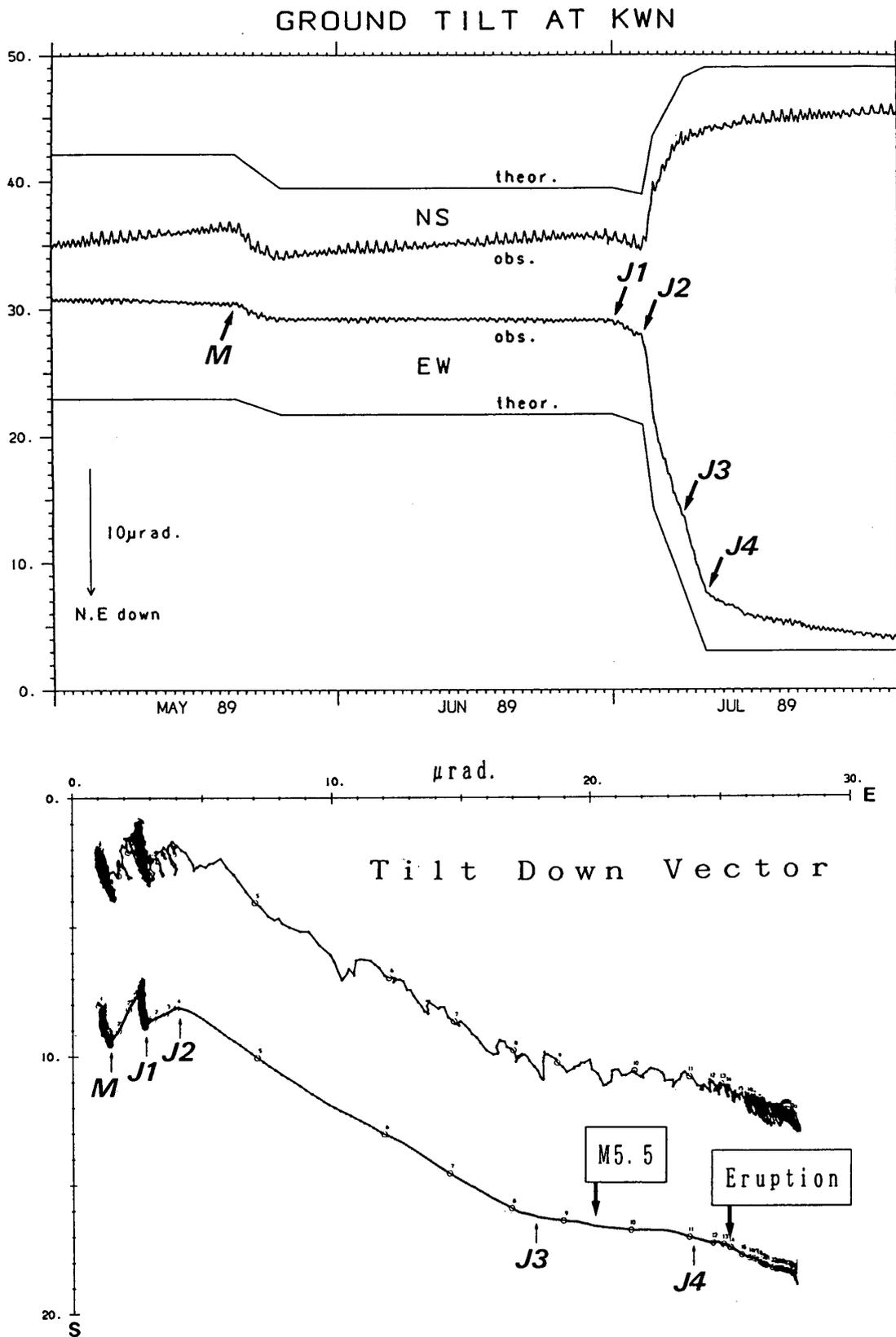
参 考 文 献

- 1) 国立防災科学技術センター：1989年伊東沖群発地震・火山活動の一解釈，連絡会報，**43** (1990)，200-208。
- 2) 気象庁地震予知情報課：1989年伊豆半島東方沖の地震活動と体積歪計による歪変化，連絡会報，**43** (1990)，284-289。
- 3) 東京大学地震研究所地質移動班：自動光波観測による伊東-初島測線と伊東-宇佐美測線の変位，連絡会報，**43** (1990)，253-257。
- 4) 国立防災科学技術センター：GPSによる初島-川奈間の地殻変動連続観測，連絡会報，**43** (1990)，258-260。
- 5) 国土地理院：伊豆半島の地殻変動，連絡会報，**43** (1990)，227-252。
- 6) 平田安廣ほか：伊東群発・噴火活動における光波測量結果，地震学会講演予稿集，**2** (1989)，113。
- 7) 東北大学理学部：伊豆半島東方沖海底火山付近の地震活動，連絡会報，**43** (1990)，182-190。
- 8) 海上保安庁水路部：手石海丘噴火前後の海底地形の変化，連絡会報，**43** (1990)，323-334。
- 9) 藤縄幸雄ほか：関東・東海固定点GPS観測網による地殻変動の観測(1)，GPS研究会(GPSシンポジウム1989)集録(1989)，40-45。



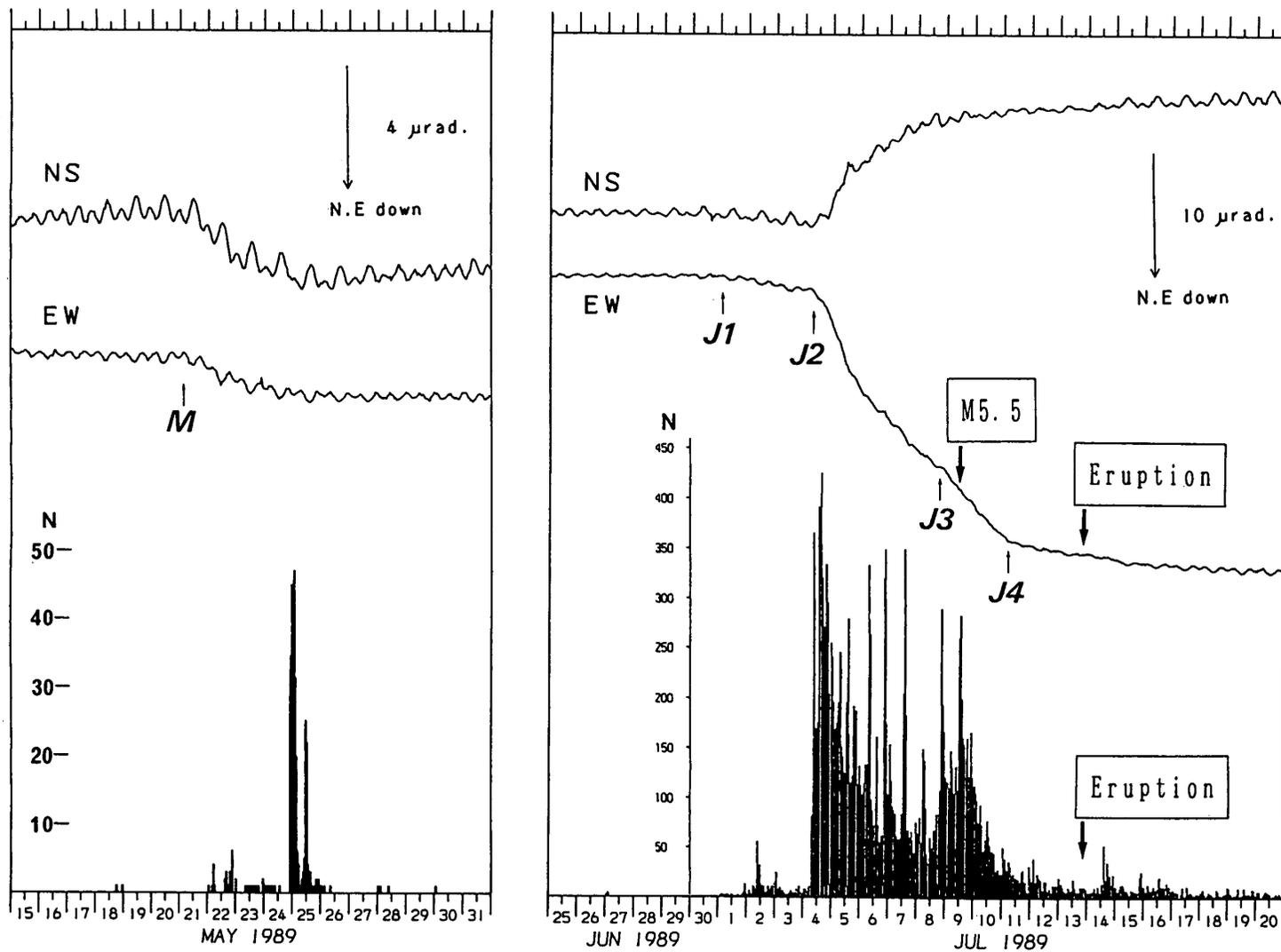
第1図 1989年伊東沖の地震・火山活動域周辺における地殻変動観測体制，点及び星印は群発地震の震央及び海底噴火発生地点を示す。

Fig. 1 Crustal movement observations which were carried out around Ito. Dots and a star represent swarm hypocenters and the point of submarine eruption, respectively.



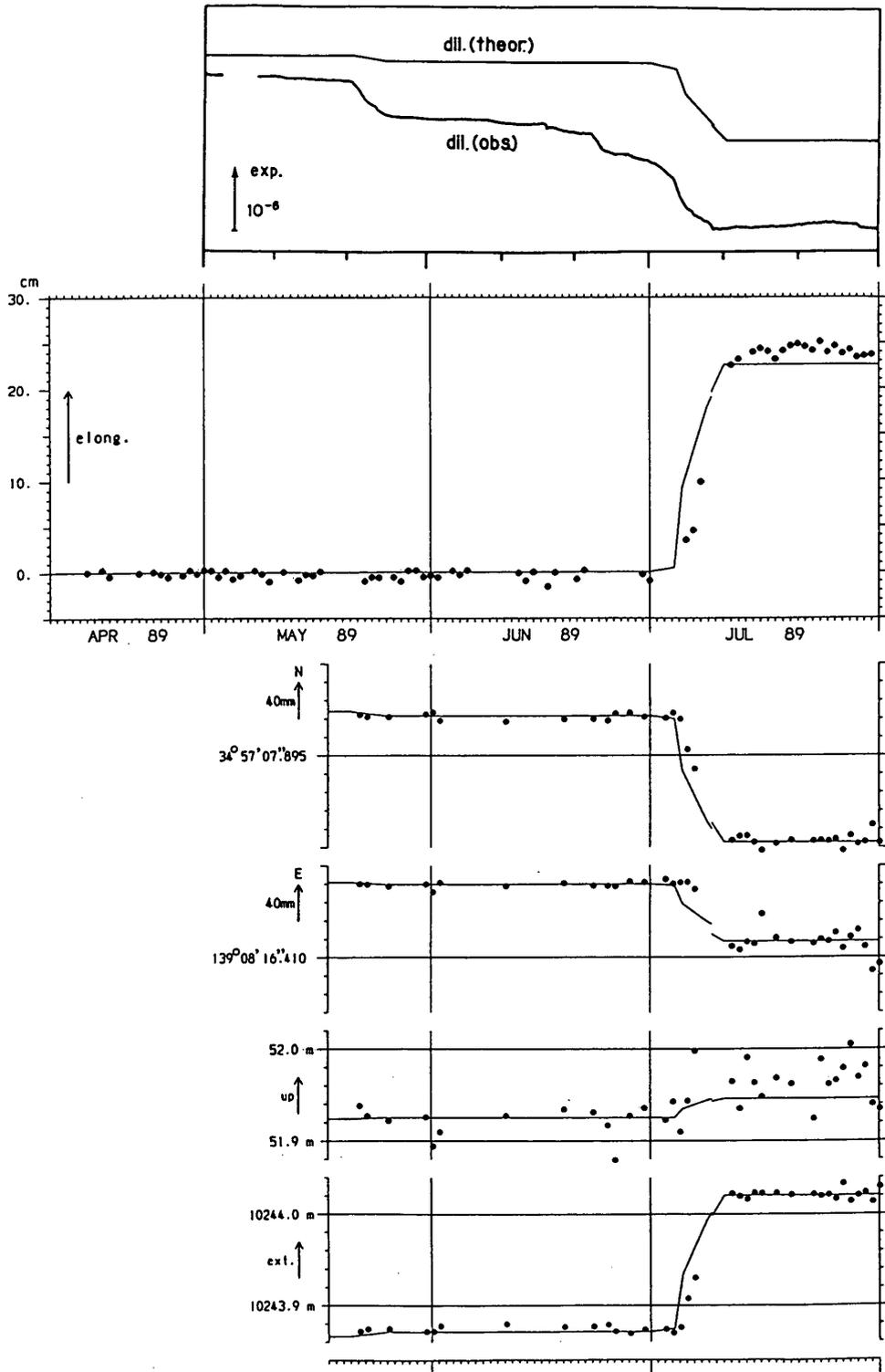
第2図 川奈における傾斜記録及びそのベクトル傾動図（原データ及び移動平均）とモデル計算結果。

Fig. 2 Tilt record at KWN station and its vector diagrams for the original and the smoothed data. Simulated tilt is also shown.



第3図 1989年5月下旬及び7月上旬における群発地震活動と川奈における傾斜変動の比較。5月については地震個数，7月については鎌田（気象庁）における地震回数を示す。

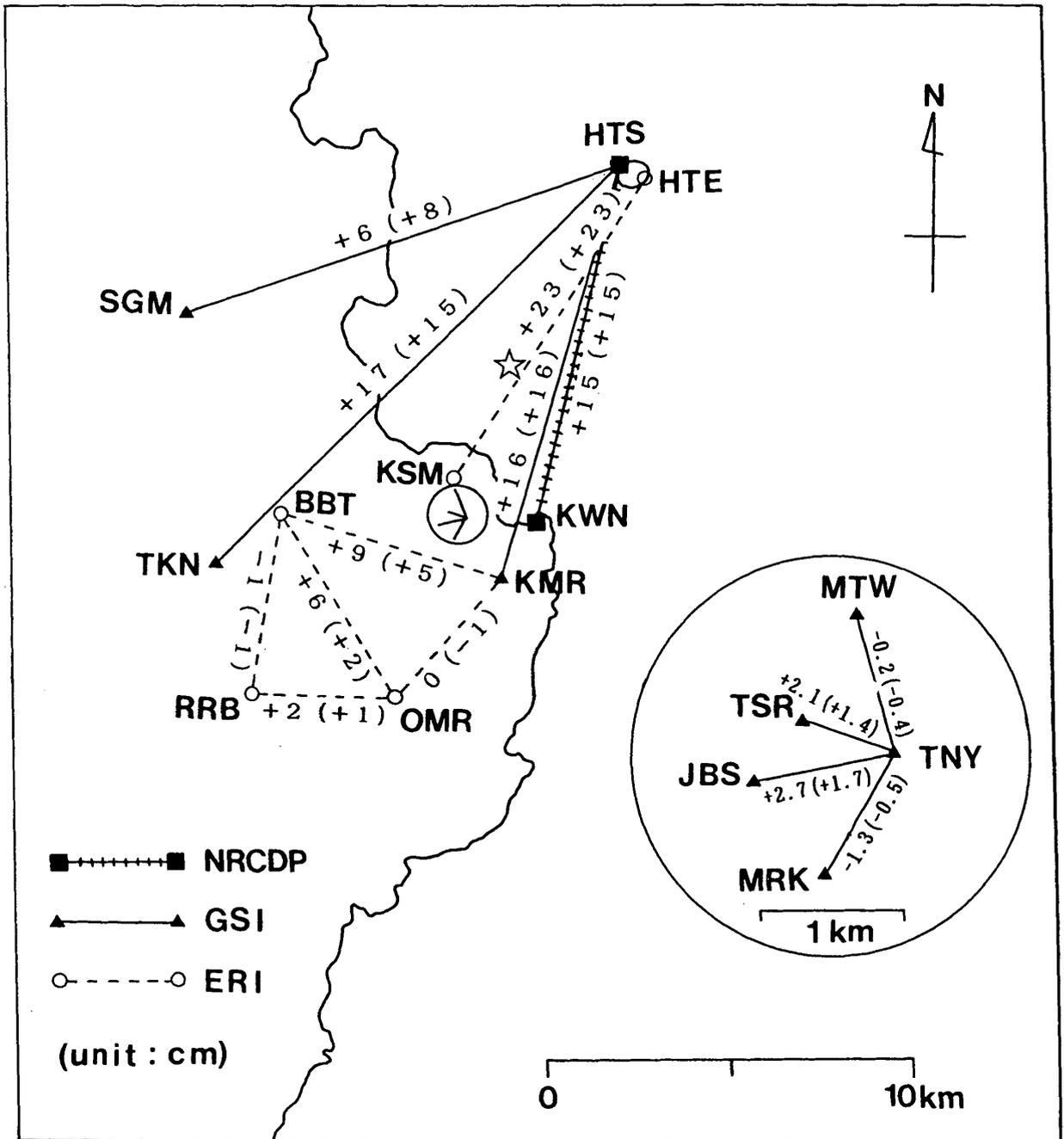
Fig. 3 Comparison between seismic activities and the tilt at KWN in late May and early July, 1989. Located earthquake numbers are counted for May activity, while earthquake numbers detected at KMT (JMA) are displayed for July activity.



第 4 図 上段：東伊豆における体積歪計の変化（気象庁）。中段：伊東－初島間の自動光波測距結果（東大震研）。下段：GPS による川奈の初島に対する位置変化を、南北，東西，上下及び辺長の変化として示す。各々に対するモデル計算結果も示す。

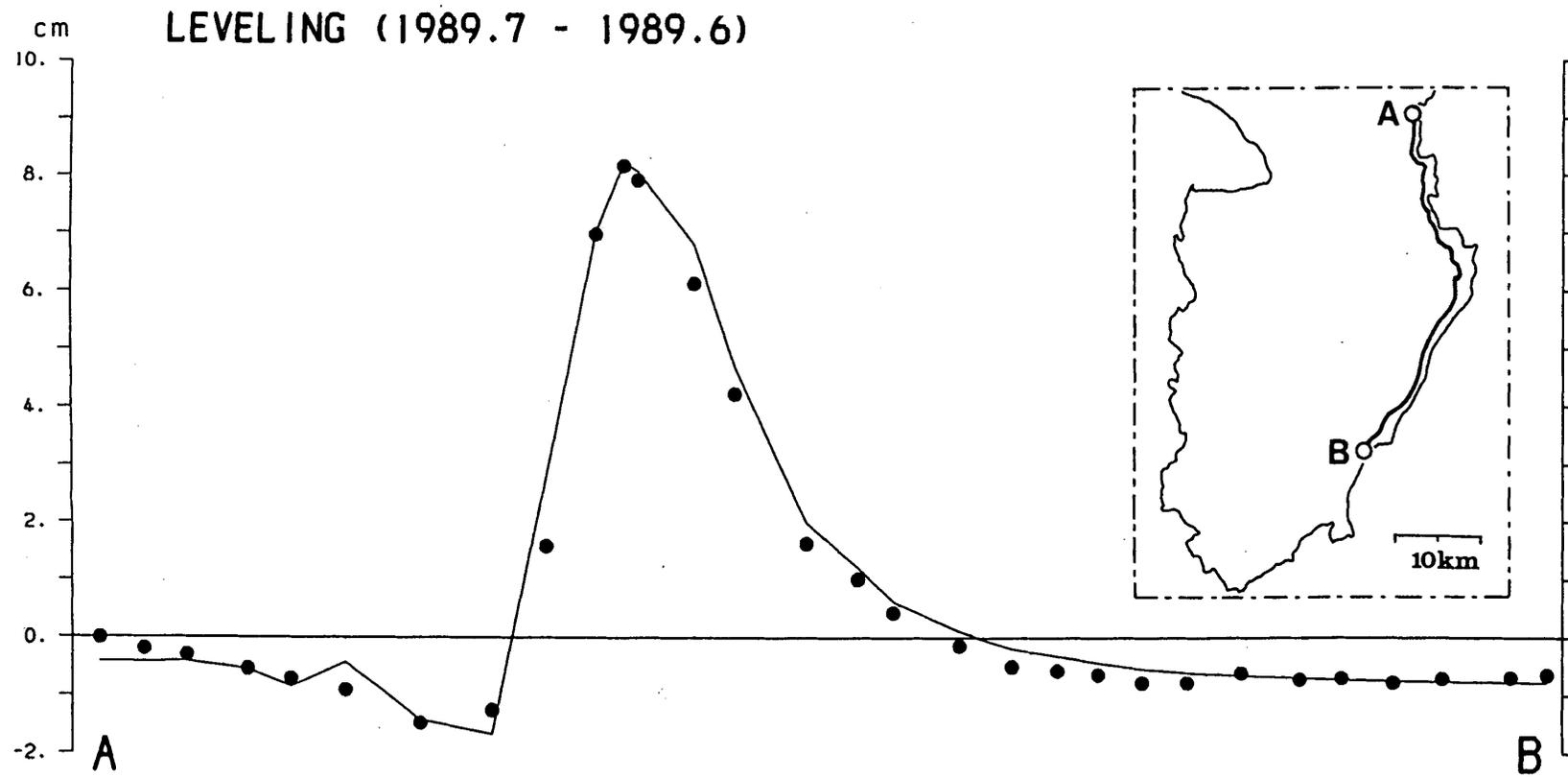
Fig. 4 Top: observed and theoretical dilatations at HIZ (JMA). Middle: observed and theoretical changes in the baseline length between KSM and HTE (ERI), Bottom: observed and theoretical position changes between KWN and HTS displayed by N-S, E-W, altitude and baseline length changes (NRCDP).

Distance Measurements obs. (theor.)



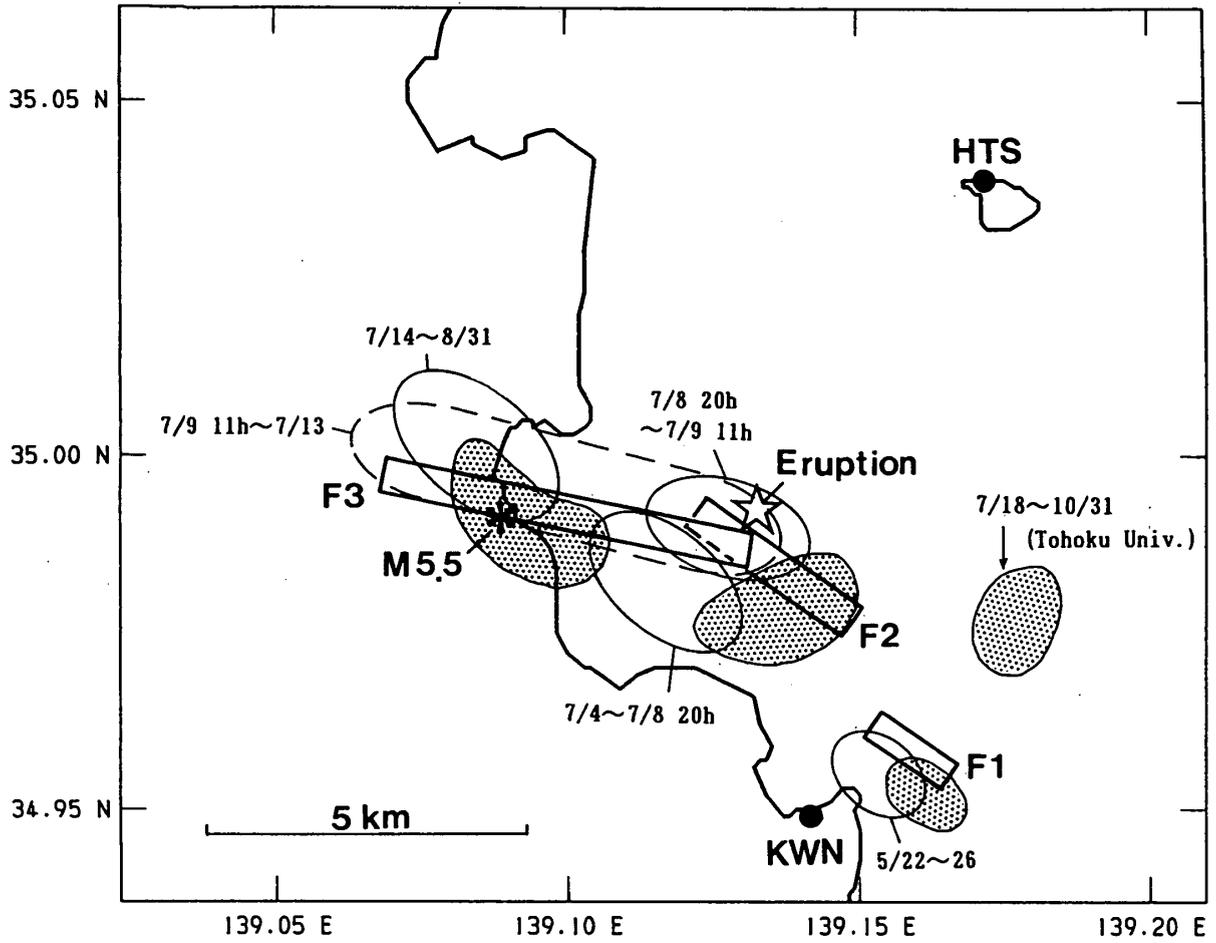
第5図 伊東市周辺の辺長測量結果(国土地理院, 東大震研)。括弧内はモデル計算値を示す。

Fig. 5 Observed baseline length changes (GSI, ERI) compared to the theoretical ones (numerals in parenthesis). A star denotes the position of the submarine eruption.



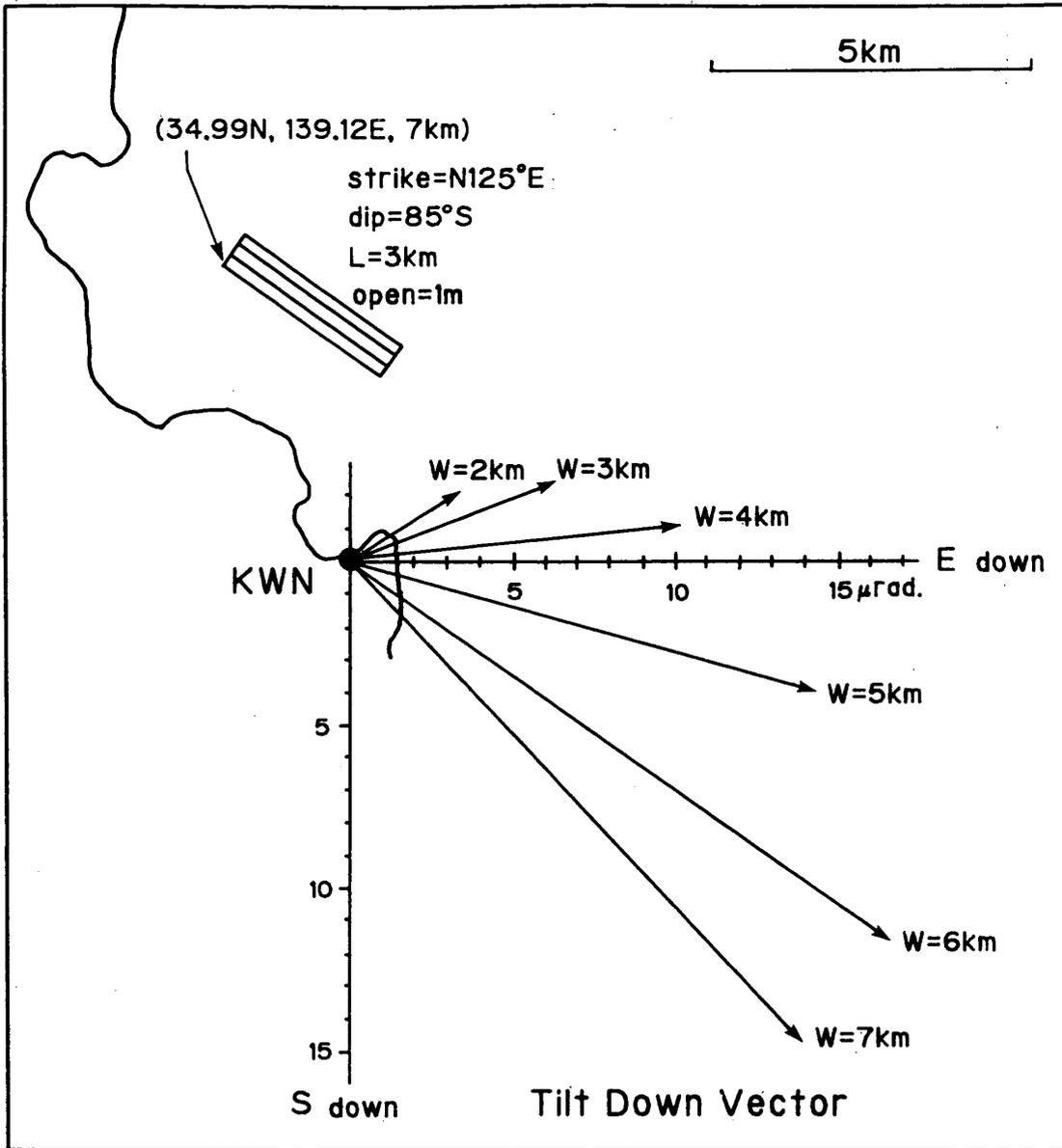
第6図 伊豆半島東岸に沿う水準測量結果（国土地理院）とモデル計算結果。

Fig. 6 Results of leveling survey (GSI) and theoretical vertical displacement.



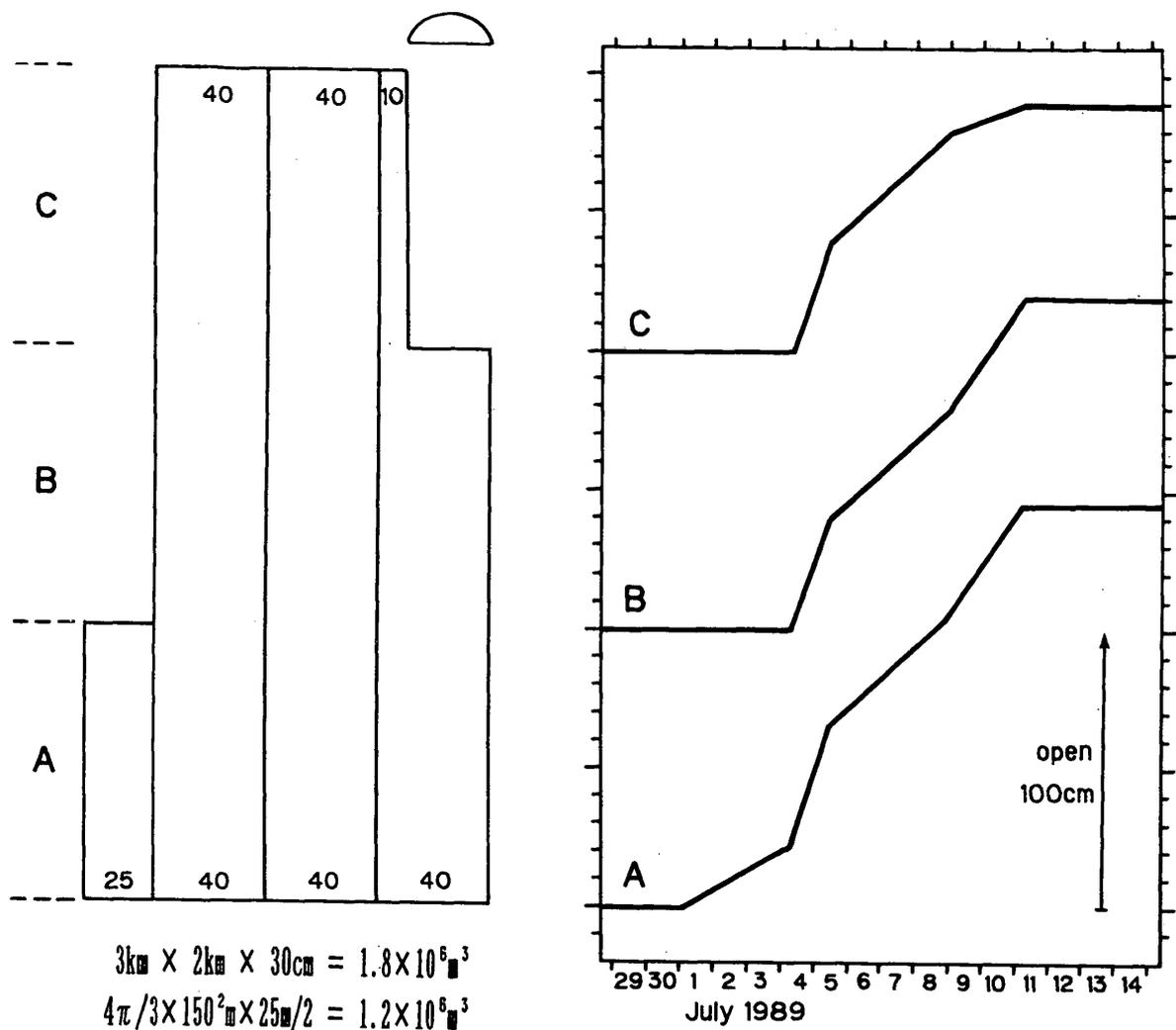
第7図 断層モデルの平面図と各時期の群発地震の震央域。ハッチ部は東北大学による精密余震観測結果を示す。

Fig. 7 Location of the obtained fault model and the swarm areas at several periods. Hatched parts show the precise aftershock distribution determined by Tohoku Univ. (1990).



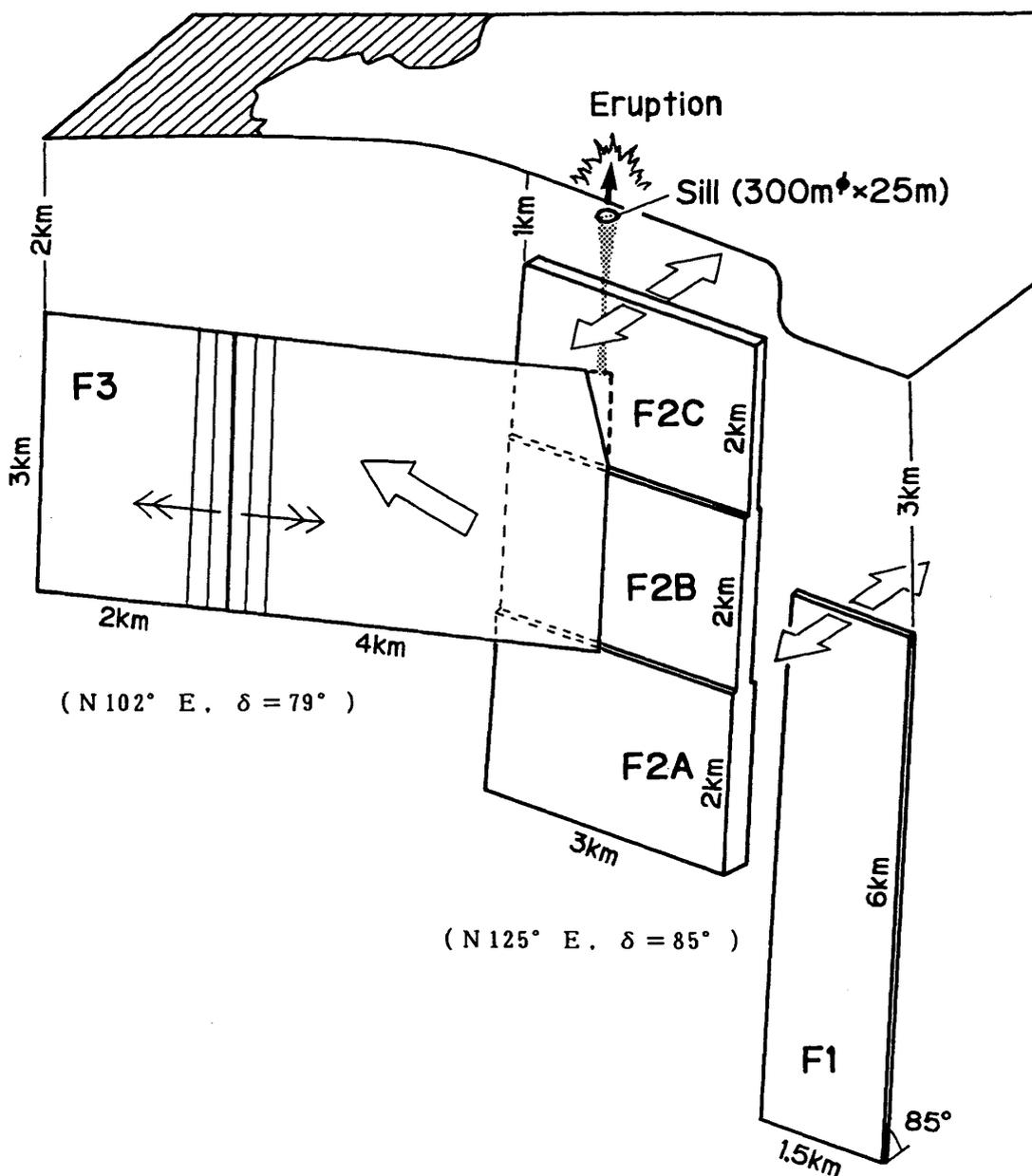
第 8 図 開口断層の垂直方向の長さを変えた場合に川奈で期待される傾斜変動ベクトル。

Fig. 8 Variation of the tilt vector at KWN due to the change in the vertical length of an open-type fault.



第9図 断層F2の深部(A), 中間部(B), 浅部(C)における開口量集積及びその時間経過。

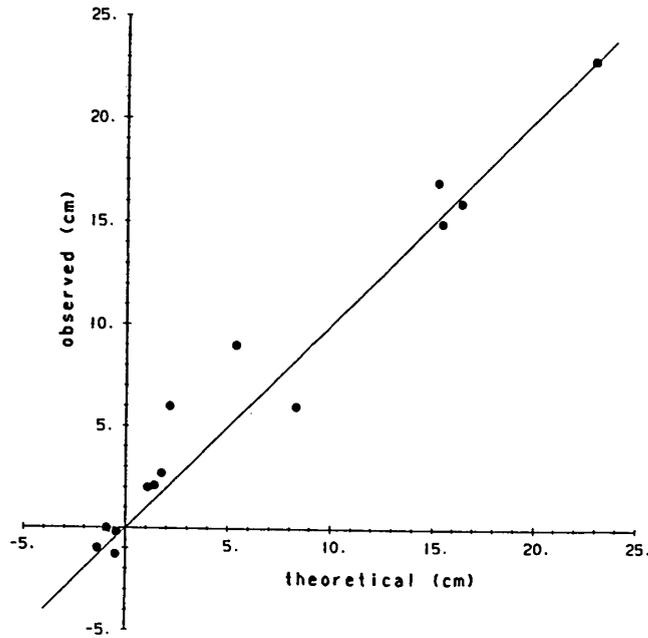
Fig. 9 Accumulation chart and time sequence of the opening of the fault F2, A, B and C denote the deep, middle and shallow one third of the fault F2, respectively.



Period		Open Dislocation (cm)				Shear Disl. (cm)
		F 1	F 2 A	F 2 B	F 2 C	F 3
M	May 21 - May 25	25	-	-	-	
J 1	Jul. 1 - 08h Jul. 4	-	25	-	-	
J 2	08h Jul. 4 - 11h Jul. 5	-	40	40	40	
	11h Jul. 5 - 20h Jul. 8	-	40	40	40	
J 3	20h Jul. 8 - 03h Jul. 11	-	40	40	10	
	11h09m Jul. 9 (M5.5)					30 ($\lambda = 155^\circ$)

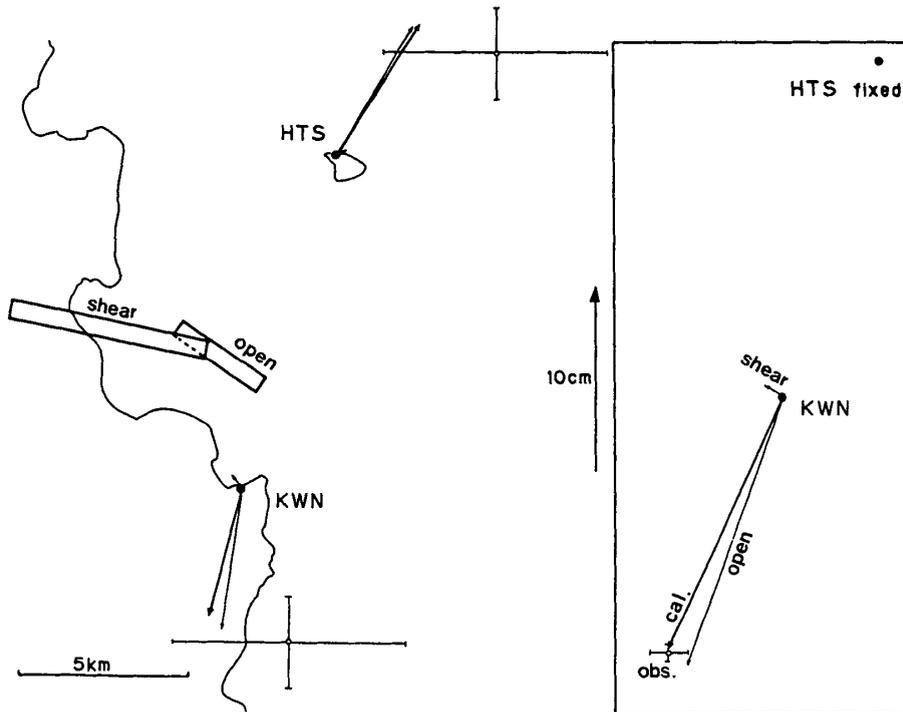
第10図 1989年伊東沖の地震・火山活動に対するモデル。

Fig. 10 A model for the seismo-volcanic activity off Ito in 1989.



第11図 第5図における各基線の辺長変化とモデル計算値の比較。

Fig. 11 Comparison between observed and theoretical baseline length changes in Fig. 5.



第12図 モデルから期待される地殻水平変動（太矢印）における開口断層の寄与分（長ベクトル）と横ずれ断層の寄与分（短ベクトル）。十字印はGPSにより検知された下田に対する初島・川奈の位置変化とその誤差範囲を示す。囲み内は初島に対する川奈の相対変化である。

Fig. 12 Contributions of opening fault (long vectors) and shear fault (short vectors) to horizontal displacements (thick arrows). Cross marks show the position changes and their errors detected by GPS at KWN and HTS relative to SMD. Inset shows the displacement of KWN relative to HTS.