

1999年3月の地震活動について

1 主な地震活動

- 新島・神津島近海で、3月14日にマグニチュード(M)4.7、3月28日にM5.0の地震が発生し、ともに一時地震活動が活発化した。

2 各地方別の地震活動

(1) 北海道地方

- 特に目立った活動はなかった。

(2) 東北地方

- 3月8日に秋田県沿岸南部の深さ約20kmでM4.2の地震が発生した。この地震は2月26日に発生したM5.1の余震域内で発生し、その余震と考えられる。2月26日の地震の余震の活動は低調で、ほぼ終息した。
- 3月11日に岩手県沿岸北部の深さ約30kmでM4.6の地震が発生した。発震機構は南北方向に圧縮軸を持つ逆断層型で、過去(1996年6月5日)にこの地震の南西約30kmに同様の発震機構のM4.1の地震が発生している。
- 3月19日に青森県東方沖M5.7の地震が、プレート境界で発生した。

(3) 関東・中部地方

- 3月2日に関東東方沖でM6.2の地震が発生した。2月20日にはM5.8とM5.7の地震が発生している。
- 新島・神津島近海(神津島の北西部)で3月14日にM4.7の地震が発生し、一時的に地震活動が活発化した。活動は1日程度で終息した。発震機構は概ね東西方向の張力軸を持つものであった。神津島の北西部のGPS観測点で、西向きの地殻変動を観測した。ほぼ同じ地域では2月14日と3月28日(最大M5.0)にも同様な地震活動があった。
この地域では1991年頃から地震活動が活発化している。潮位観測結果によると1990年前後から神津島は隆起しており、最近のGPS観測結果からは神津島が膨張隆起していることがわかっている。
- 3月26日に茨城県北部の深さ約60kmでM4.9の地震が発生し、被害を伴った。太平洋プレートの沈み込みに伴う低角逆断層型の地震であり、プレート境界で発生したものであった。
- 三重県中部で1月下旬から始まった地震活動については、3月中旬頃から、地震の発生数が少なめに推移している。
- 東海地方のGPS観測の結果には特段の変化は見られない。

(4) 近畿・中国・四国地方

- 3月16日に滋賀県北部の深さ約10kmでM4.9の地震が発生した。発震機構は東西方向に圧縮軸を持つ逆断層型であった。なお、震源近くの観測点で地震前の地下水位及び歪の観測結果に変化がみられた。

(5) 九州・沖縄地方

- 3月9日に熊本県阿蘇地方の深さ約10kmでM4.5の地震が発生し、被害を伴った。地震の直後は、地震活動は活発であったが、その後は低調になっている。
- 3月24日に奄美大島近海でM6.0の地震が発生した。

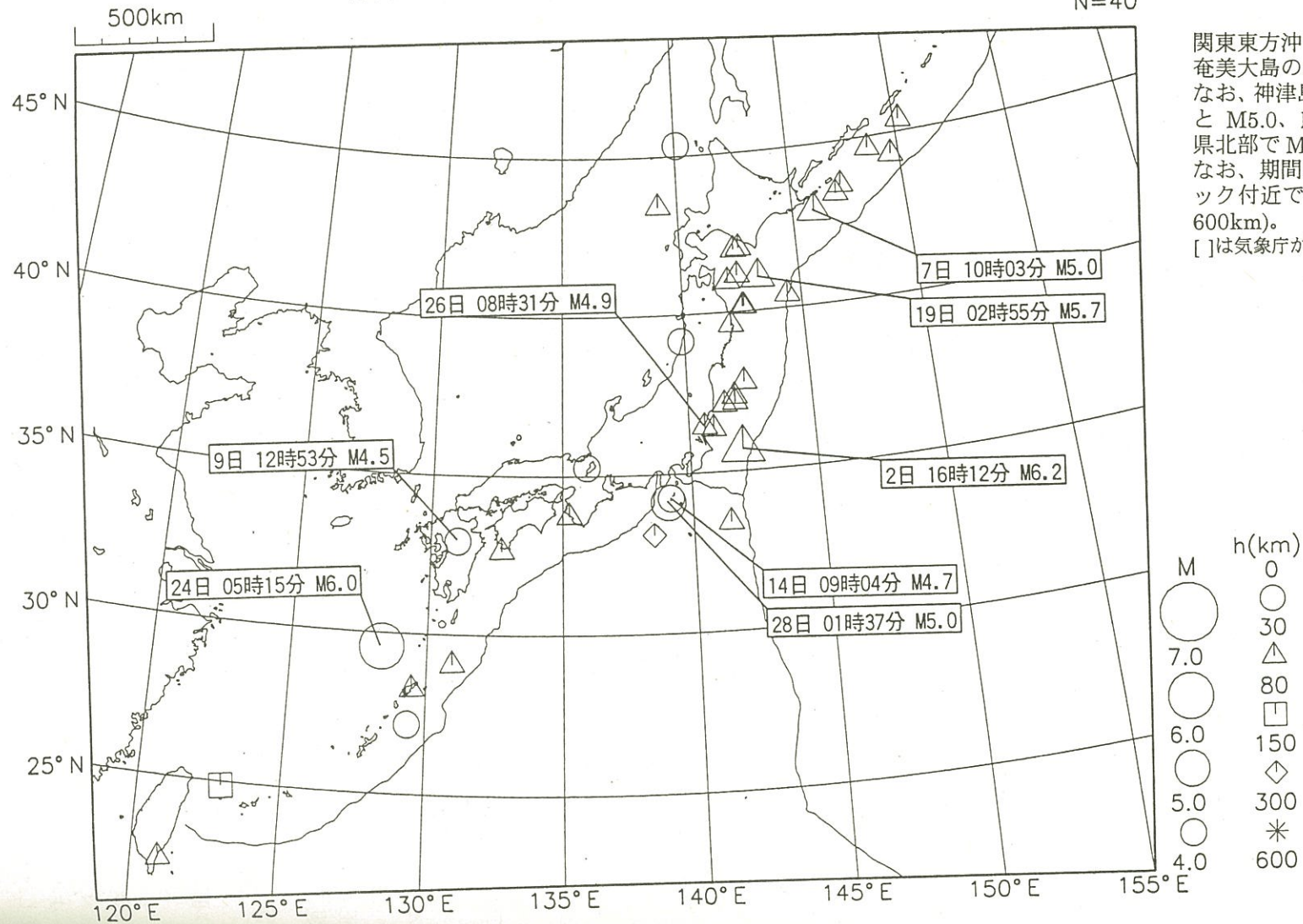
補 足

- 4月3日に鹿児島県薩摩地方の深さ約10kmでM4.1の地震が発生した。
- 4月8日にウラジオストク付近(ロシア)の深さ約600kmでM7.2の地震(深発地震)が発生した。

全国 $M \geq 4$ (1999/3/1-1999/3/31)

1999 03 01 00:00 -- 1999 03 31 24:00

N=40



関東東方沖でM6.2、青森県東方沖でM5.7、奄美大島の北西でM6.0の地震があった。
 なお、神津島付近[伊豆半島南方沖]でM4.7とM5.0、熊本県阿蘇地方でM4.5、茨城県北部でM4.9の地震が発生した。
 なお、期間外であるが4/8にウラジオストク付近でM7.2の地震があった(深さ約600km)。
 []は気象庁が情報発表に用いた震央地名である。

北海道地方

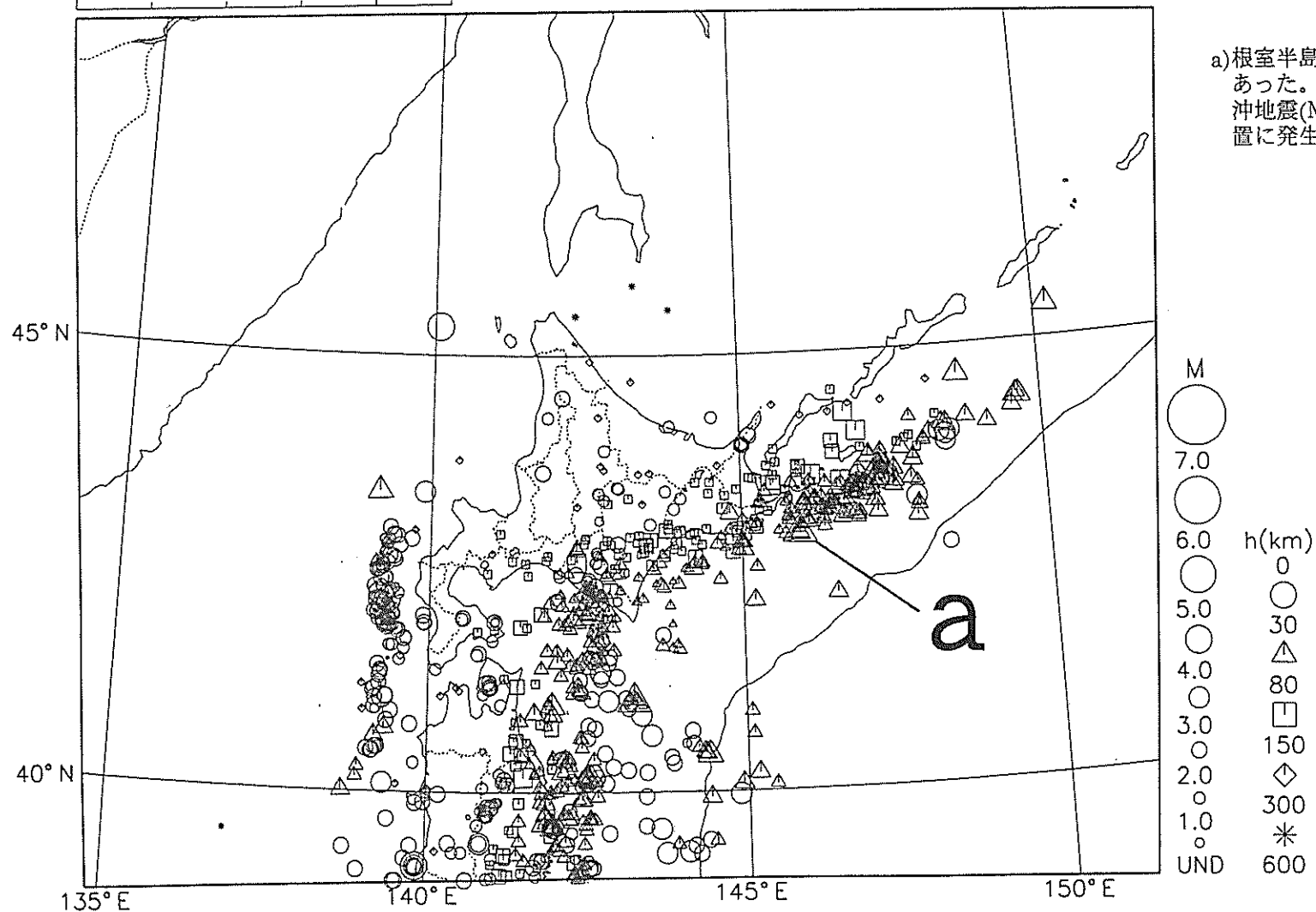
1999 03 01 00:00 -- 1999 03 31 24:00

500km

N=943:

a) 根室半島南東沖で 3/7 に M5.0 の地震があった。この地震は 1994 年北海道東方沖地震(M8.1)の余震域からやや外れた位置に発生した。

-55-

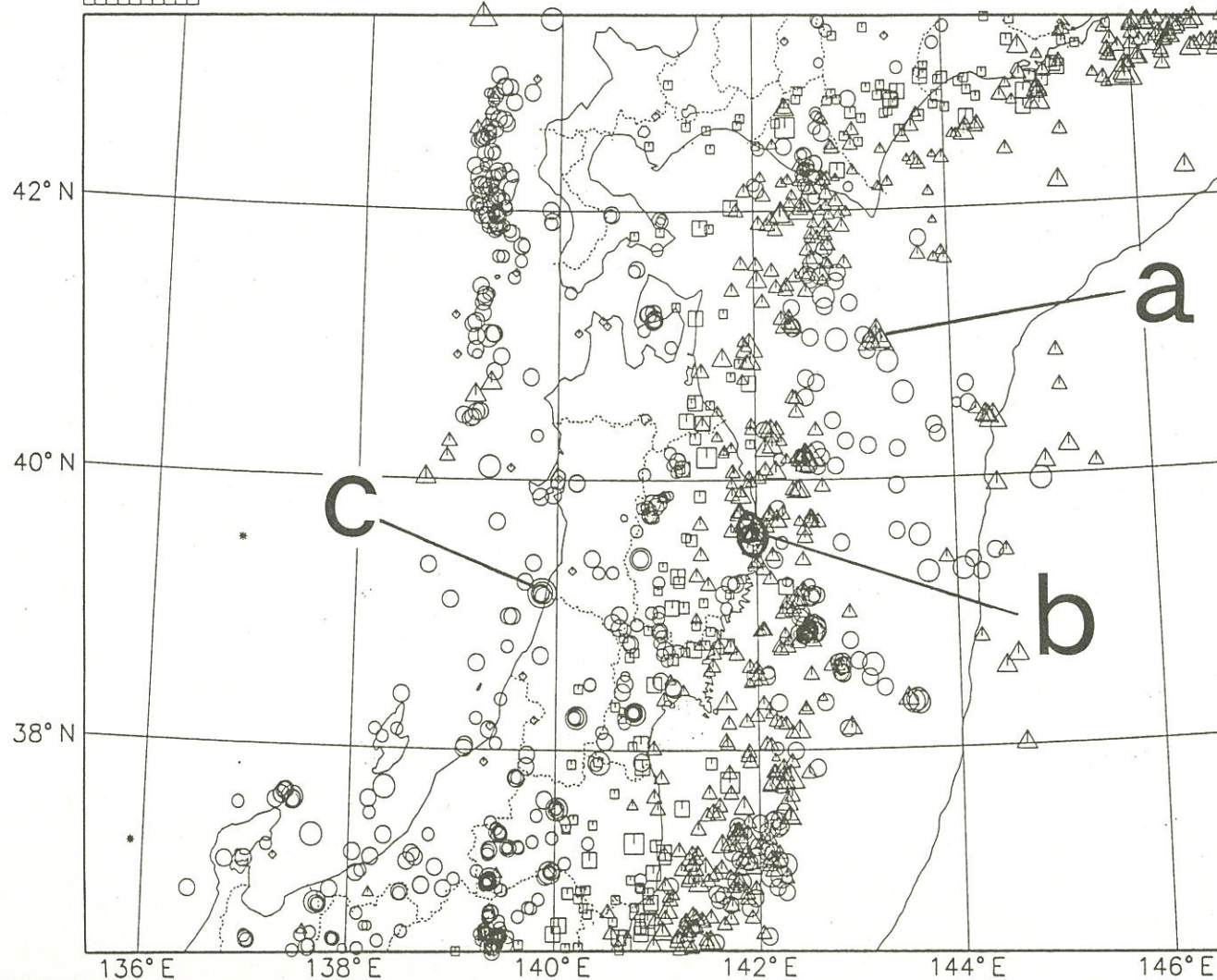


東北地方

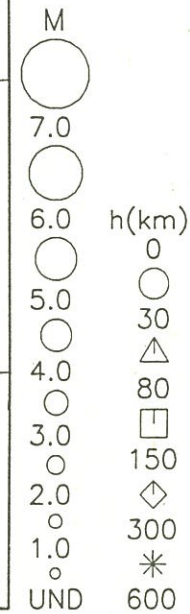
1999 03 01 00:00 -- 1999 03 31 24:00

100km

N=1451

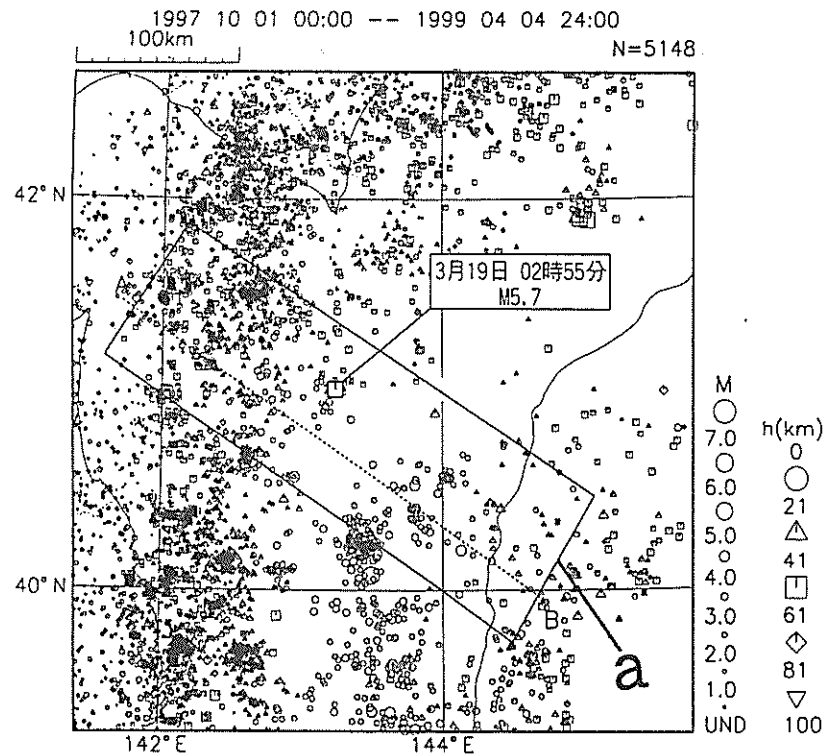


- a) 青森県東方沖で 3/19 に M5.7 の地震があった。
 - b) 岩手県沿岸[岩手県沿岸北部]で最大M4.6の地震(3/11)を含む地震活動があった(最大震度 3)。
 - c) 秋田県沿岸南部で 3/8 にM4.2 の地震があった(最大震度 3)。
- []は気象庁が情報発表に用いた震央地名である。



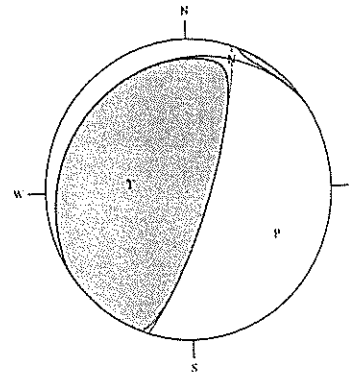
青森県東方沖の地震活動

震央分布図(M5.5以上)

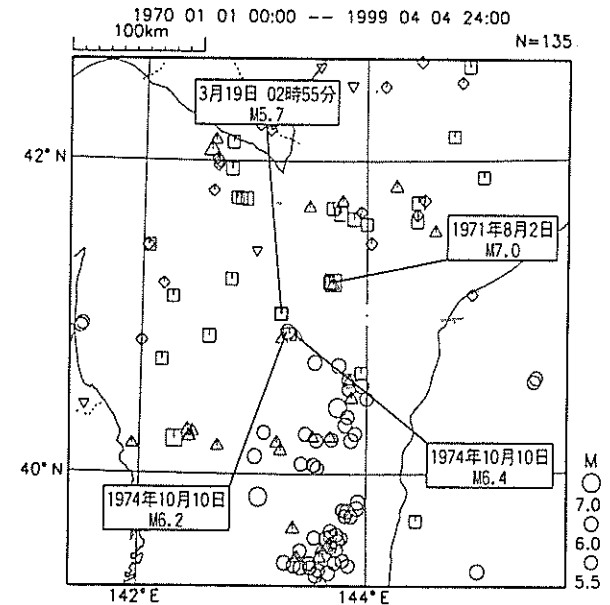


CMT解

3/19 02:55 M5.7

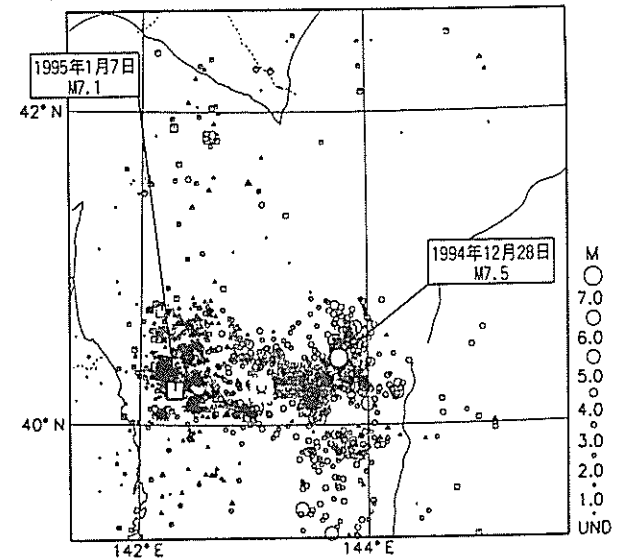


$M_0 = 6.10 \times 10^{17} \text{ Nm}$ ($M_w = 5.8$)
(strike/dip/slip): 19/ 78/ 80 238/ 15/ 129
T-axis: $M_0 = 6.10$ plg= 55.9 azi= 276.3
N-axis: $M_0 = -0.10$ plg= 9.5 azi= 20.6
P-axis: $M_0 = -6.00$ plg= 32.4 azi= 116.7
 $\epsilon = 0.01$ Variance Reduction=30.6%

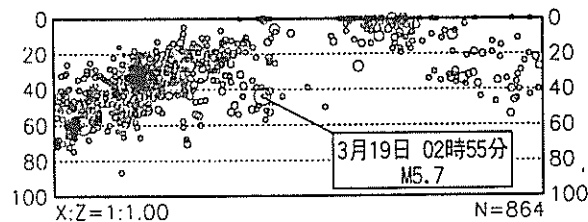


平成6年(1994年) 三陸はるか沖地震後

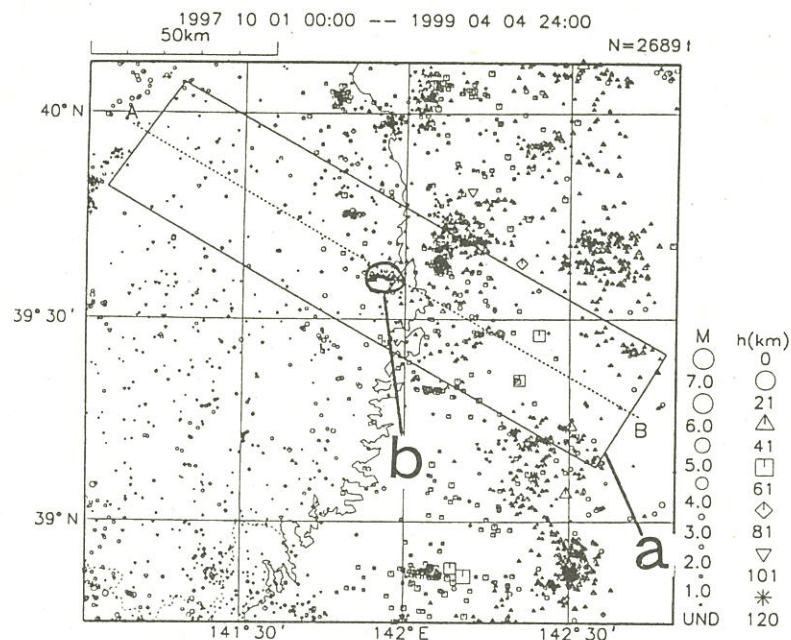
1ヶ月間の震央分布



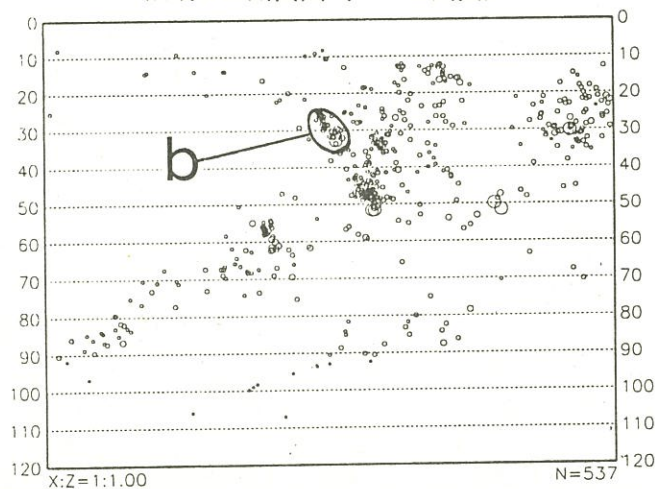
領域aの断面図 (A-B断面)



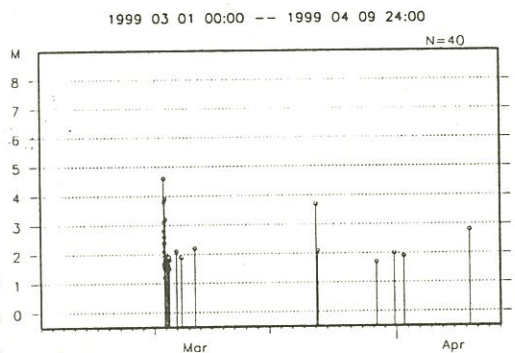
岩手県沿岸の地震活動



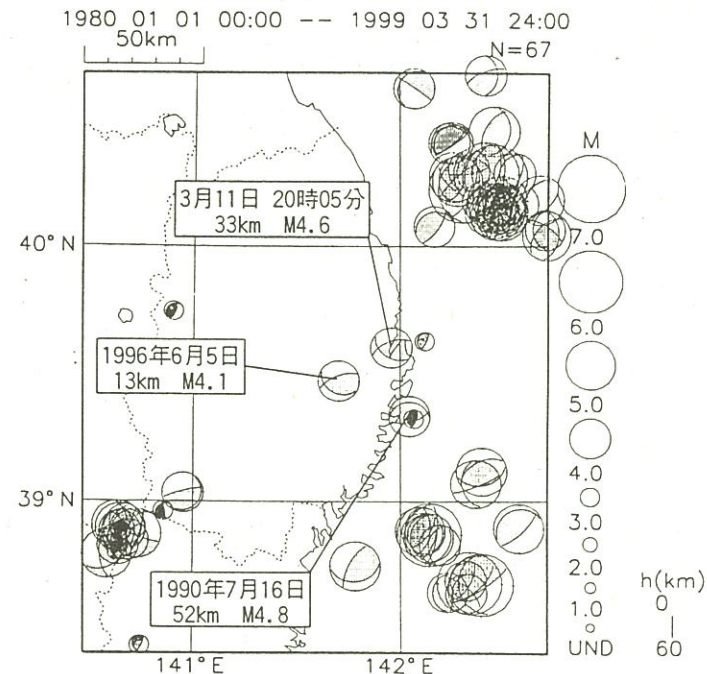
領域aの断面図 (A-B断面)



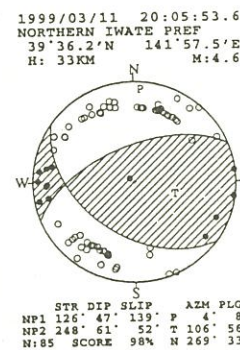
領域bのM-T図



主な初動のメカニズム解



初動のメカニズム解

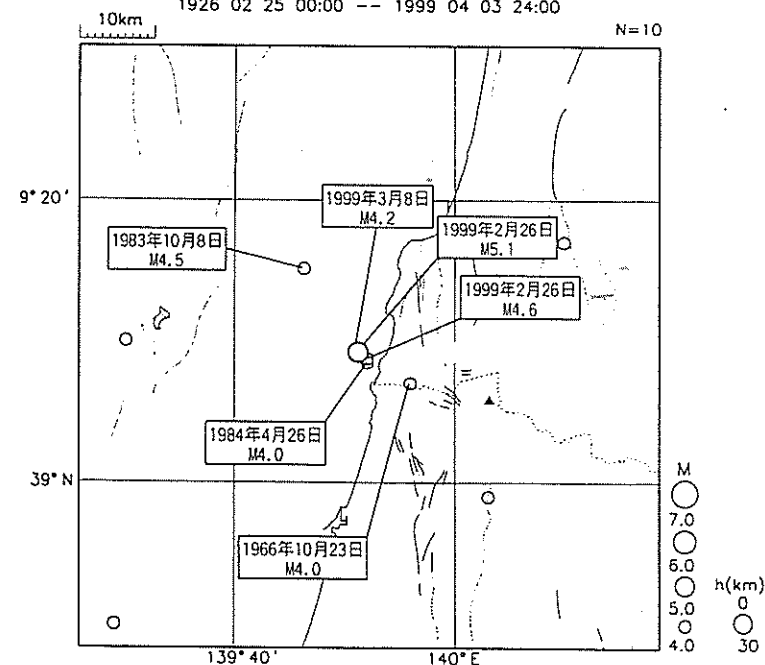
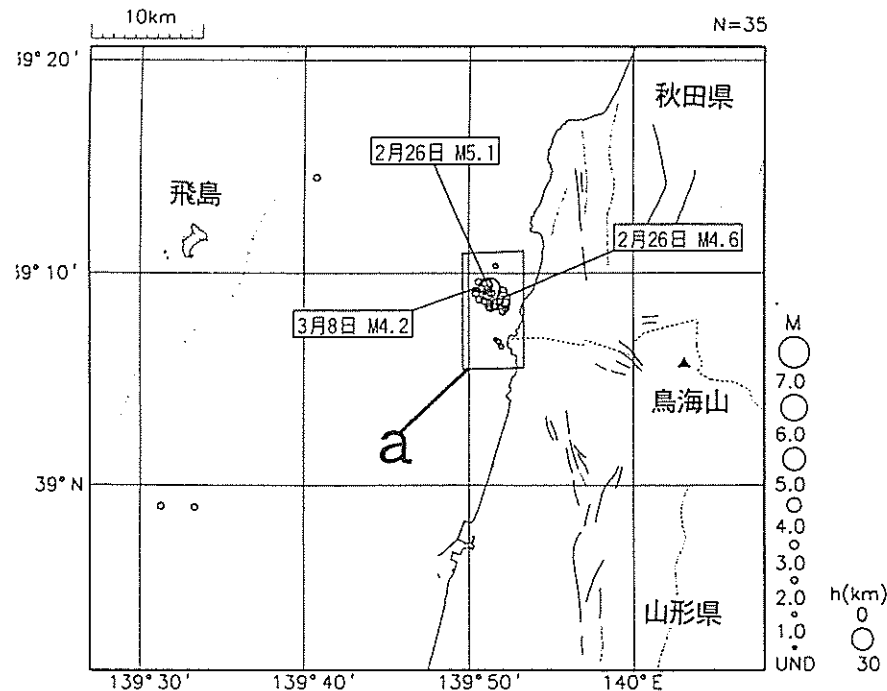


秋田県沿岸南部の地震活動

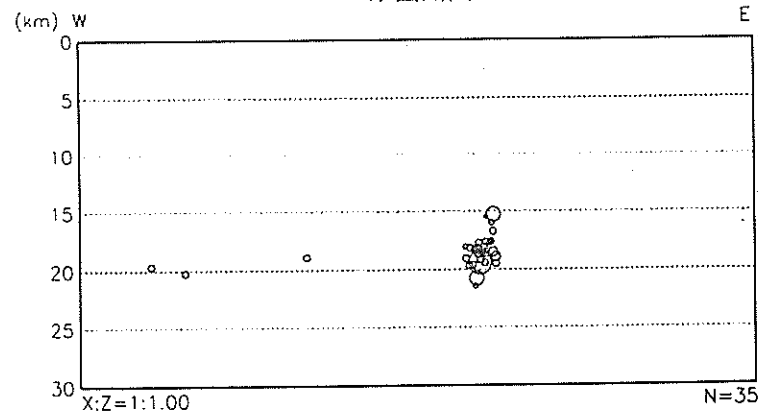
1999 02 25 00:00 -- 1999 04 09 24:00

震央分布図(M4以上)

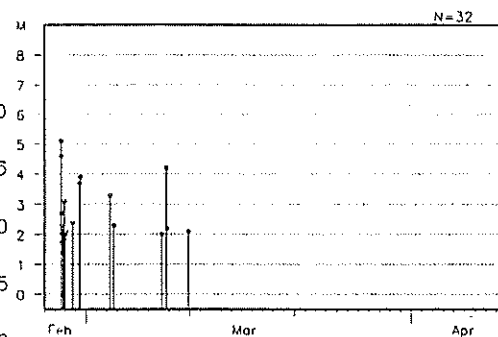
1926 02 25 00:00 -- 1999 04 03 24:00



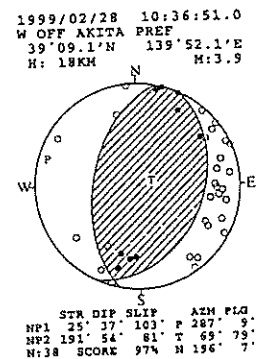
東西断面



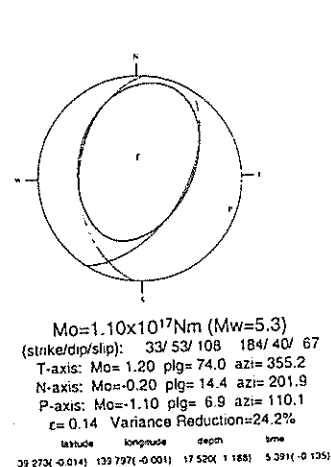
領域aのM-T図



初動のメカニズム解



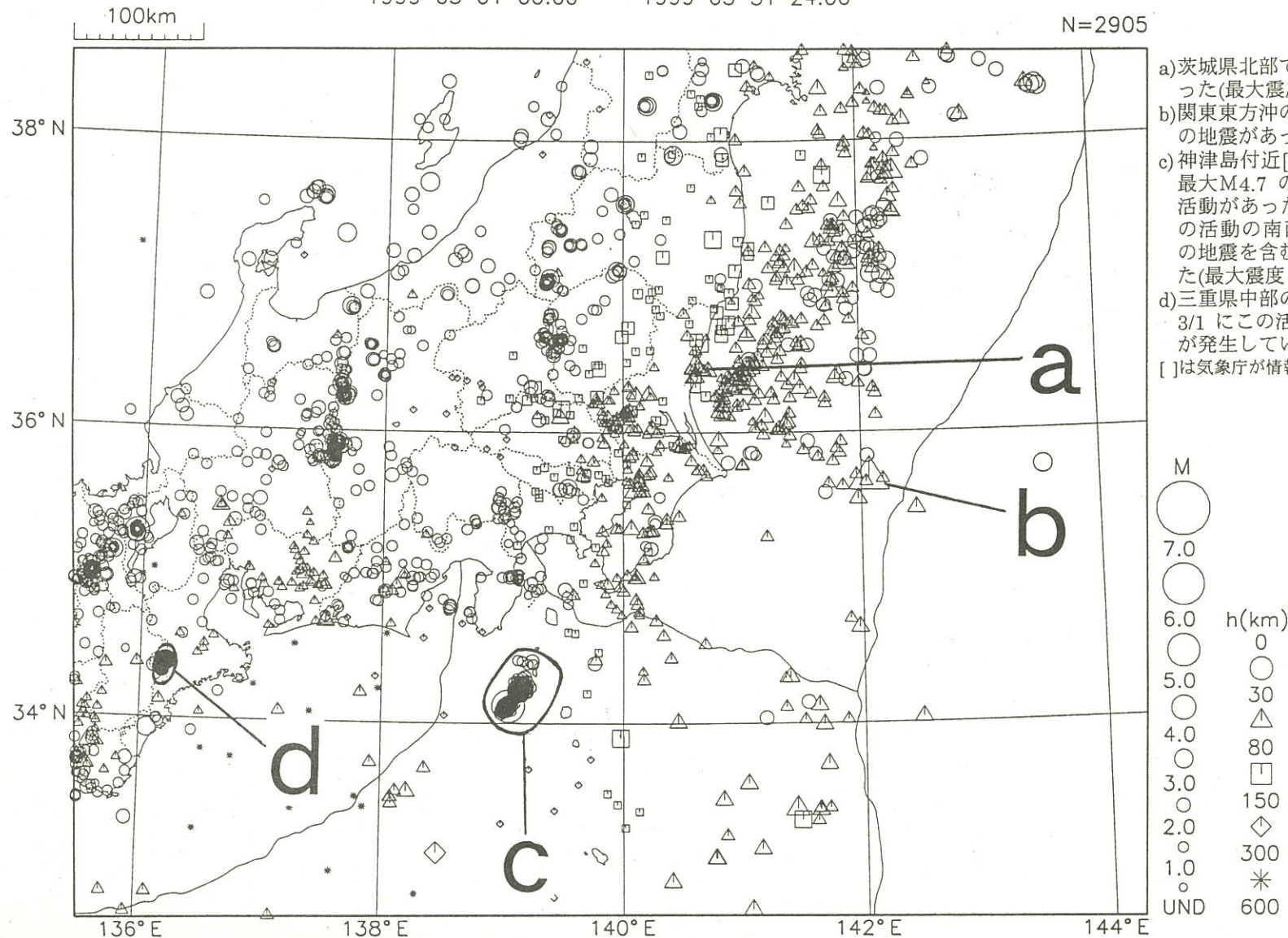
CMT解



関東・中部地方

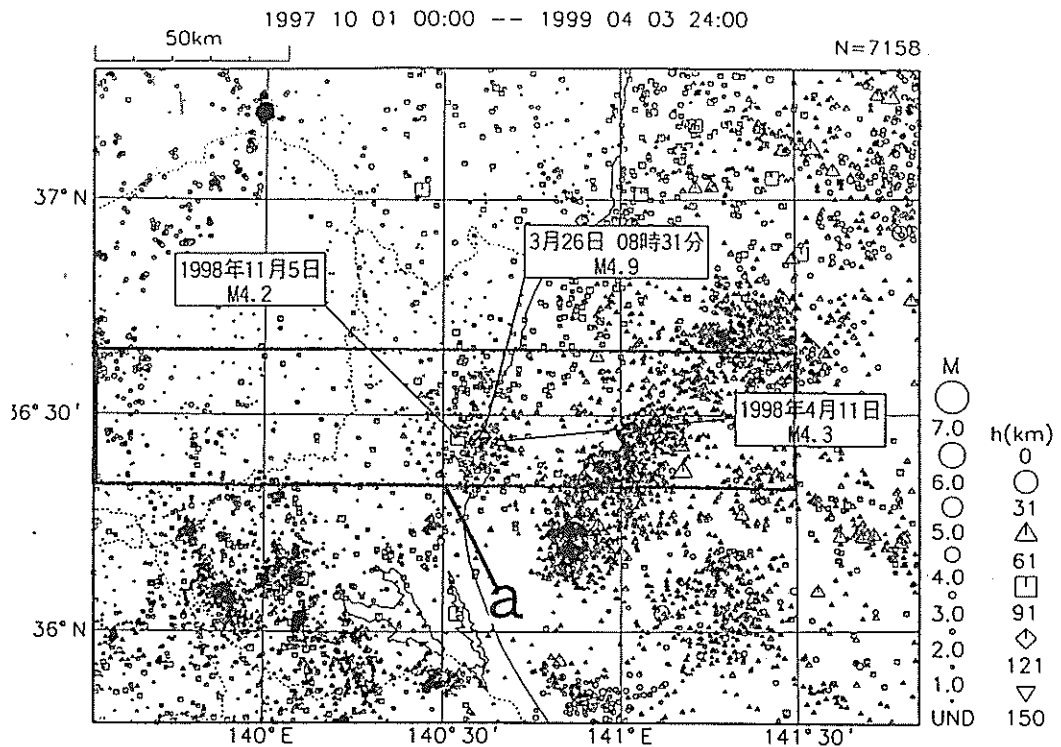
1999 03 01 00:00 -- 1999 03 31 24:00

N=2905

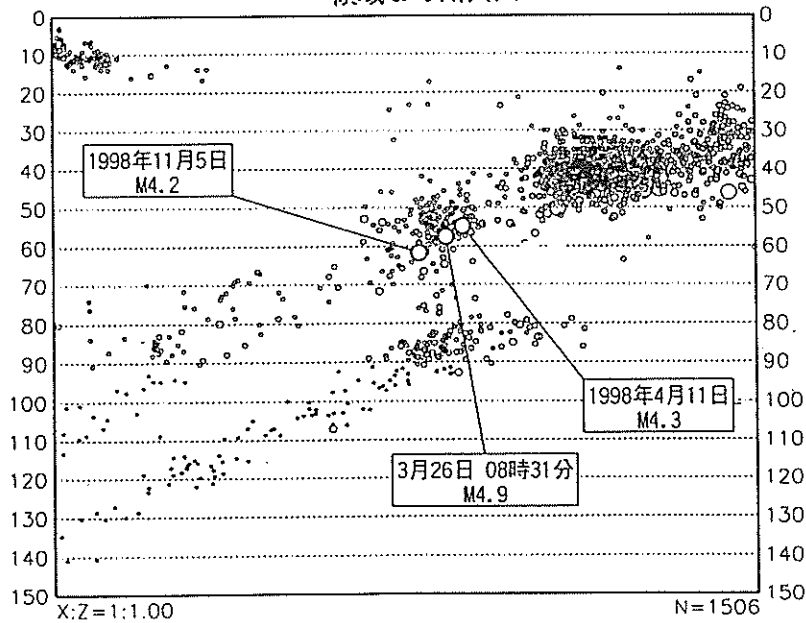


- a) 茨城県北部で 3/26 に M4.9 の地震があった(最大震度 4)。
 - b) 関東東方沖の海溝軸付近で 3/2 に M6.2 の地震があった。
 - c) 神津島付近[伊豆半島南方沖]で 3/14 に最大M4.7 の地震を含むまとまった地震活動があった(最大震度 5 弱)。さらにこの活動の南西側で 3/28 にも最大M5.0 の地震を含むまとまった地震活動があった(最大震度 4)。
 - d) 三重県中部の地震活動は継続しており、3/1 にこの活動では最大の M3.7 の地震が発生している。
- []は気象庁が情報発表に用いた震央地名である。

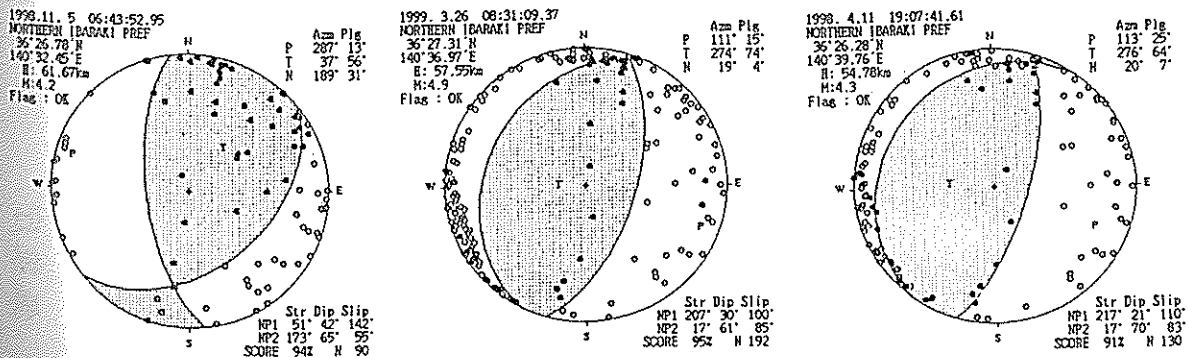
茨城県北部の地震活動



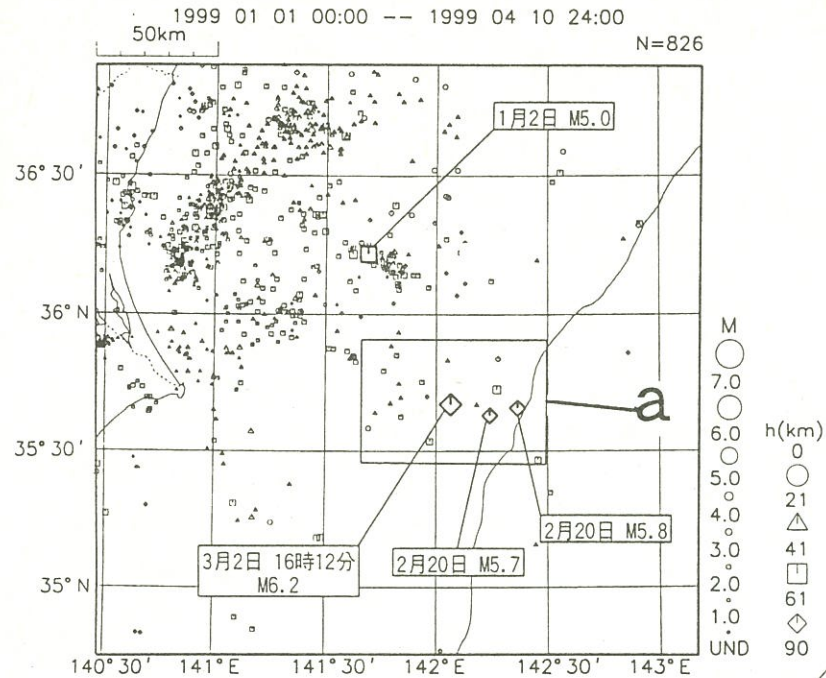
領域aの断面図



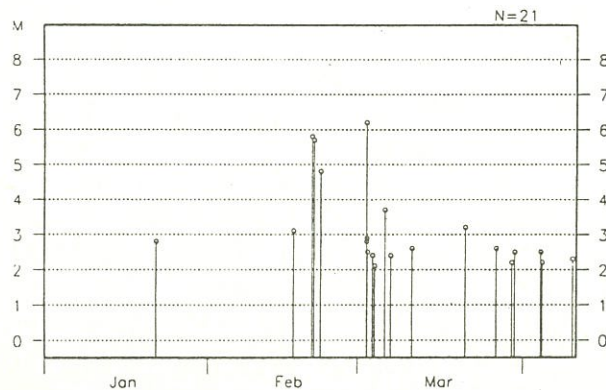
初動のメカニズム解



関東東方沖の地震活動

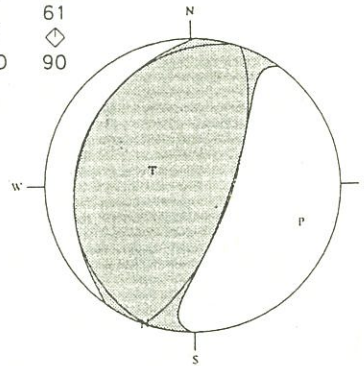


領域aのM-T図



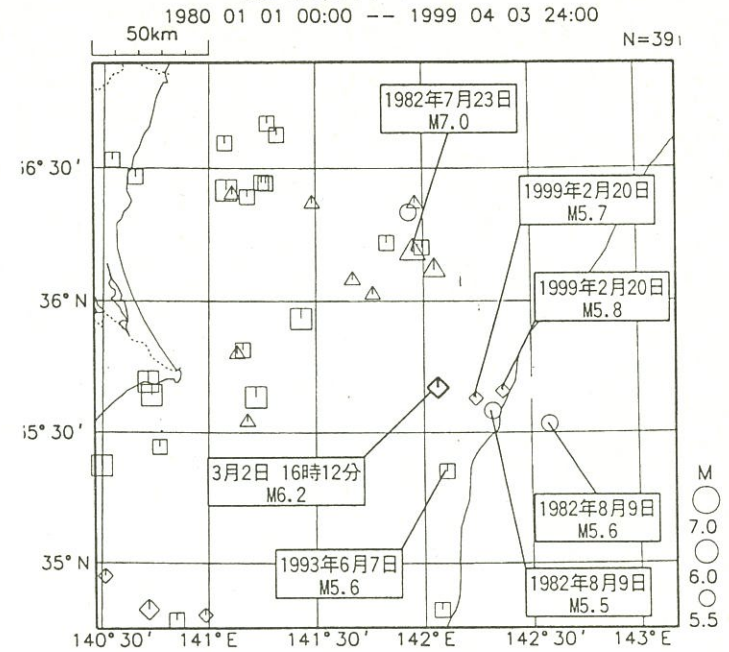
CMT解

3/2 16:12 M6.2

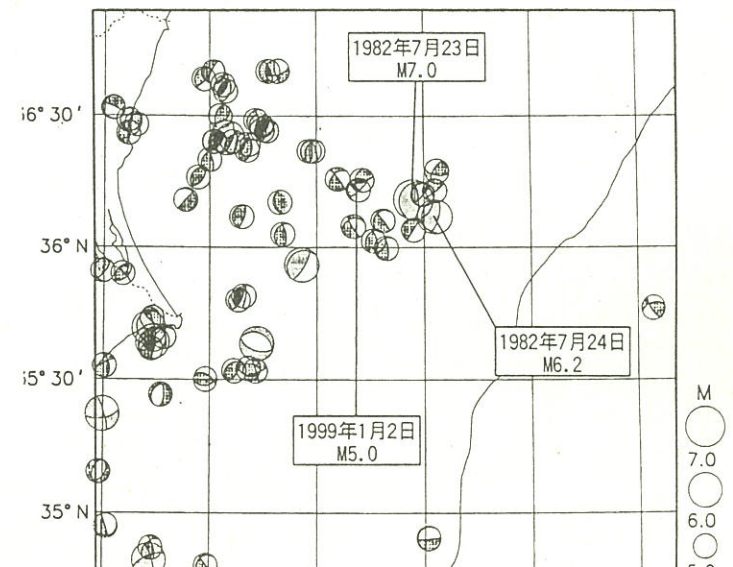


Mo=6.80x10¹⁷Nm (Mw=5.8)
(strike/dip/slip): 20/ 68/ 91 198/ 22/ 88
T-axis: Mo= 6.60 plg= 66.7 azi= 291.1
N-axis: Mo= 0.50 plg= 0.6 azi= 199.6
P-axis: Mo=-7.10 plg= 23.3 azi= 109.4
ε=-0.07 Variance Reduction=35.8%

震央分布図 (M5.5以上)

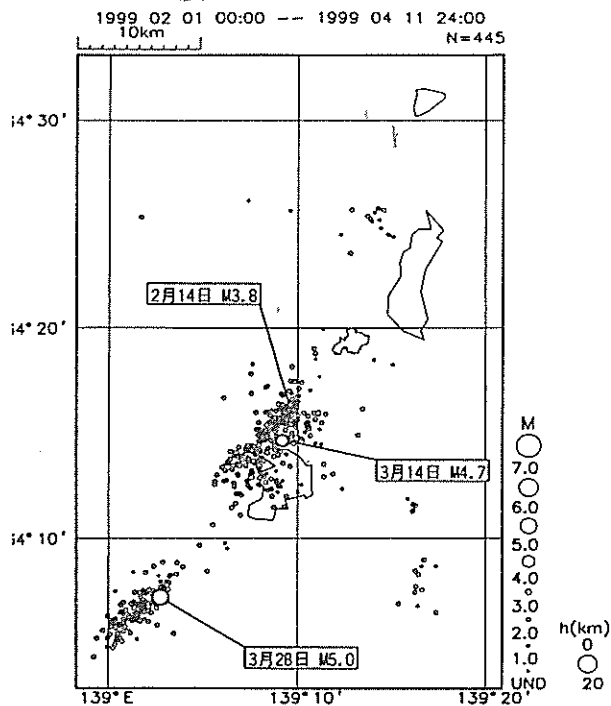


主な初動のメカニズム解

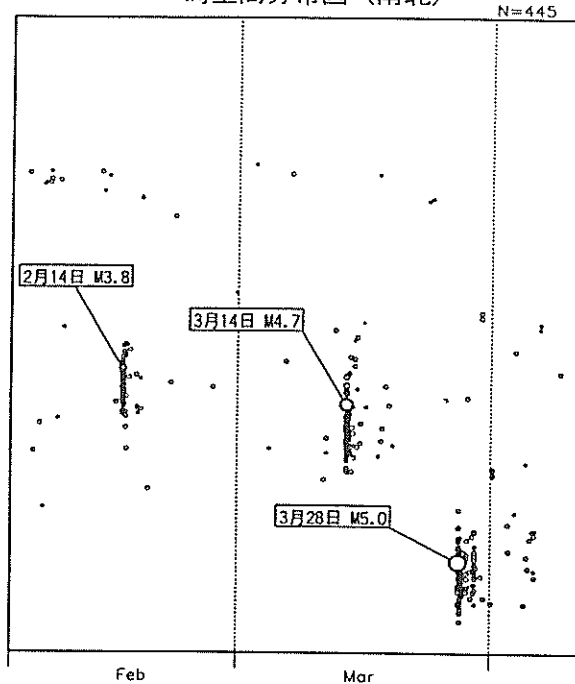


神津島付近の地震活動(1)

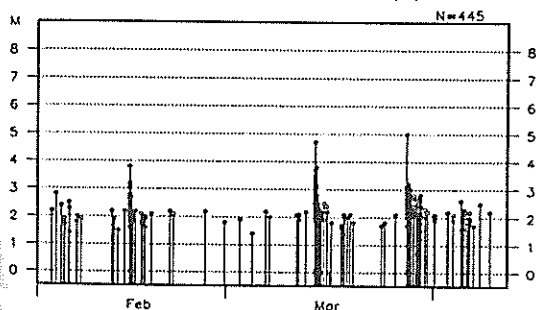
震央分布図 a



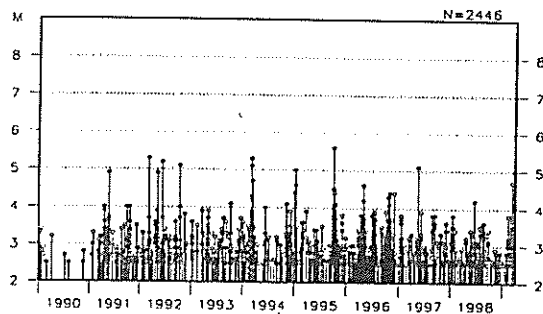
時空間分布図 (南北)



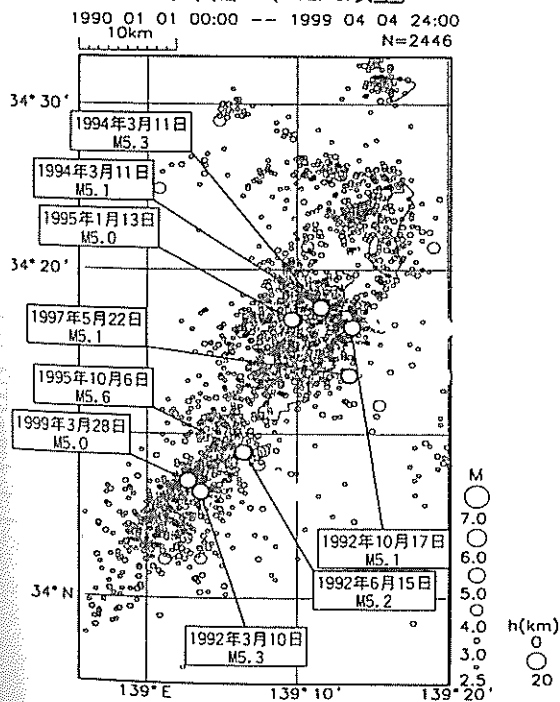
震央分布図 a の M-T 図



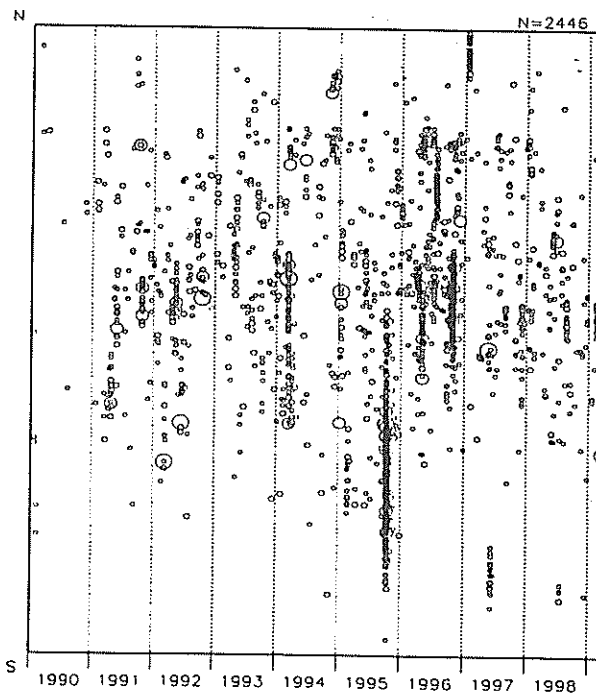
震央分布図 b の M-T 図



震央分布図 b (M2.5以上)

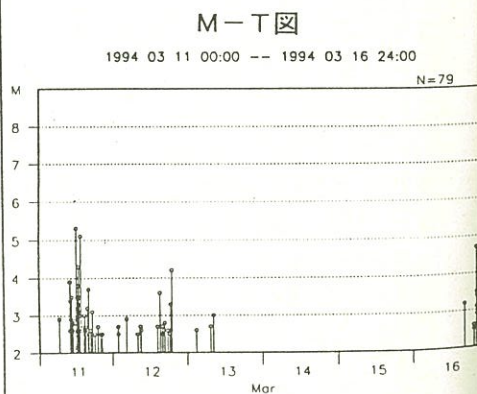
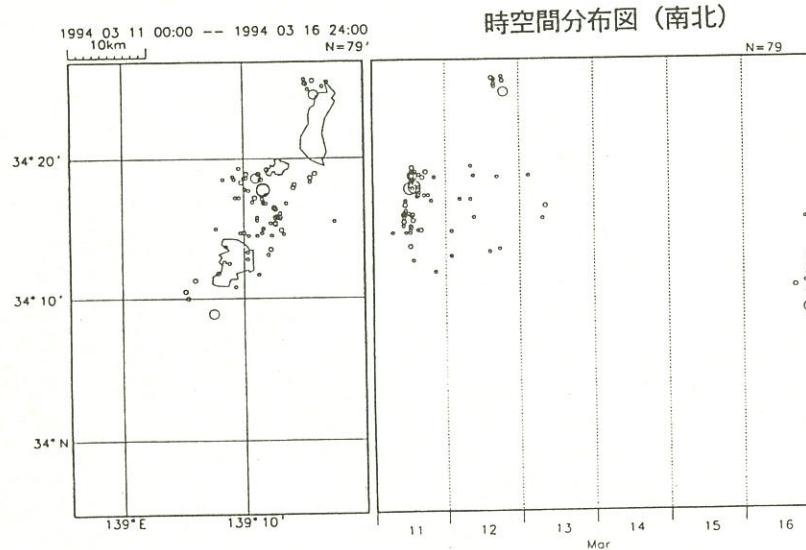
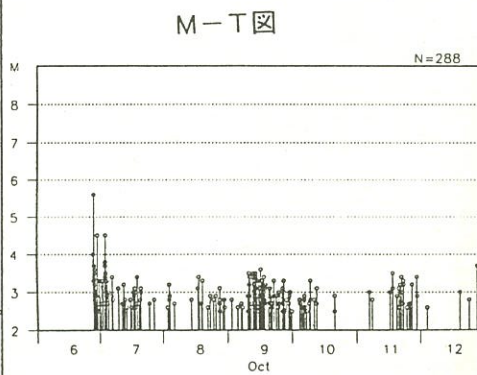
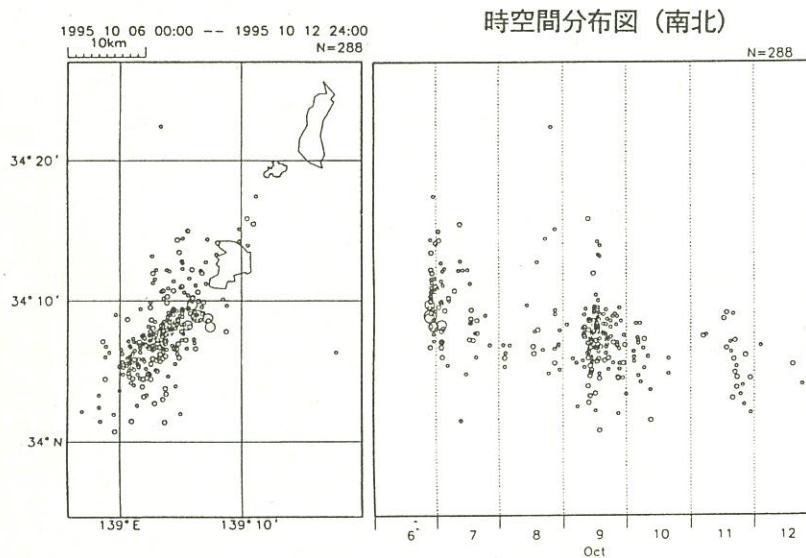
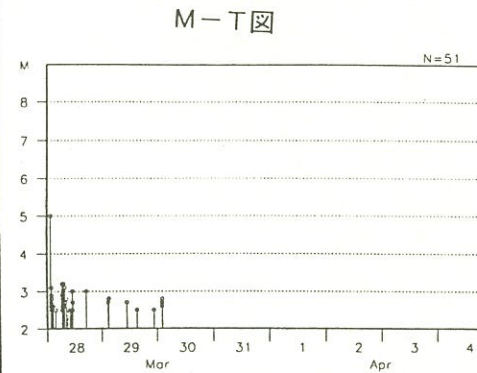
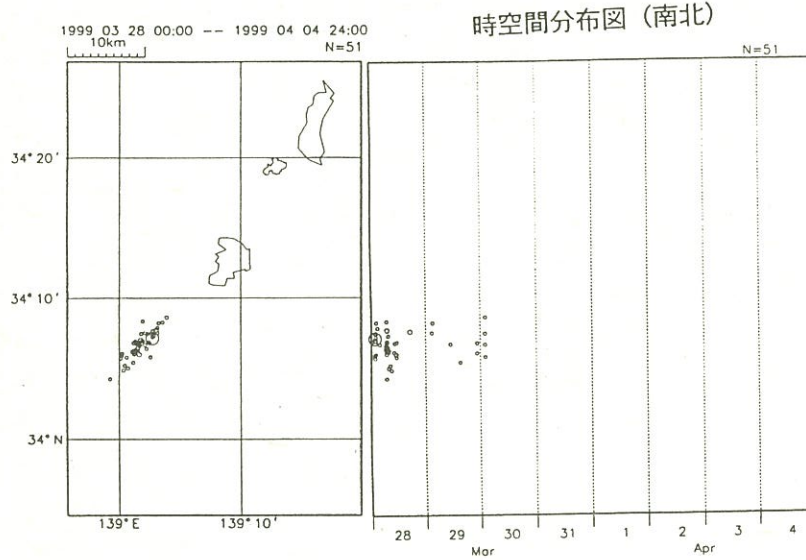


時空間分布図 (南北)

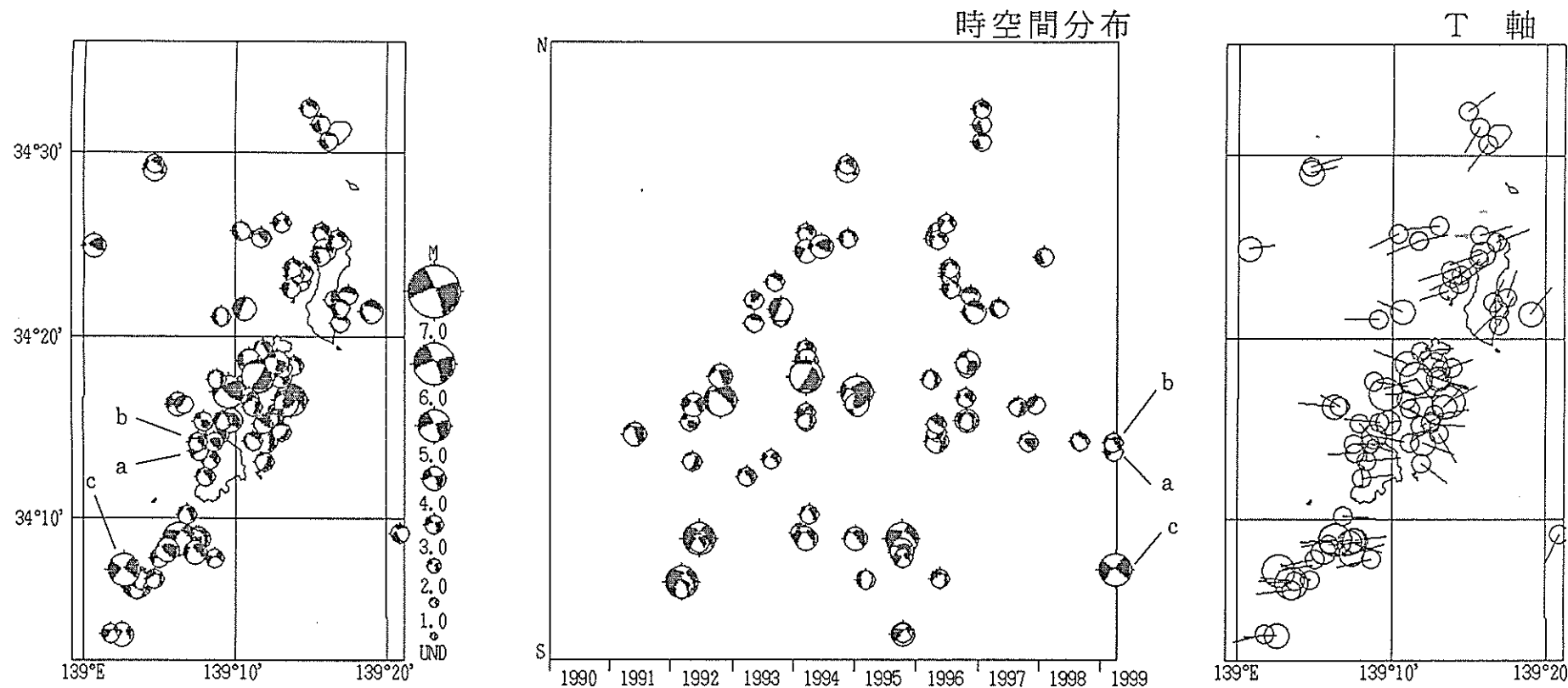


気象庁

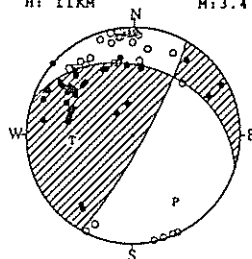
神津島付近の地震活動(2) (M2. 5以上)



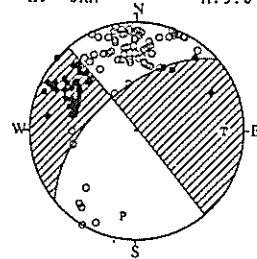
神津島付近の発震機構解 (1990.01.01~1999.03.31, $M \geq 3.0$, 30 km以浅)



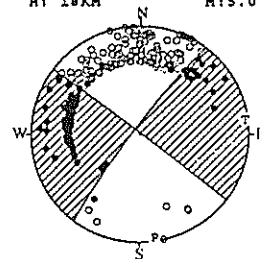
a
1999/03/14 09:01:10.2
NEAR NIIJIMA ISLAND
34°13.7'N 139°07.7'E
H: 11KM M: 3.4



b
1999/03/14 13:47:44.1
NEAR NIIJIMA ISLAND
34°14.2'N 139°07.6'E
H: 8KM M: 3.8



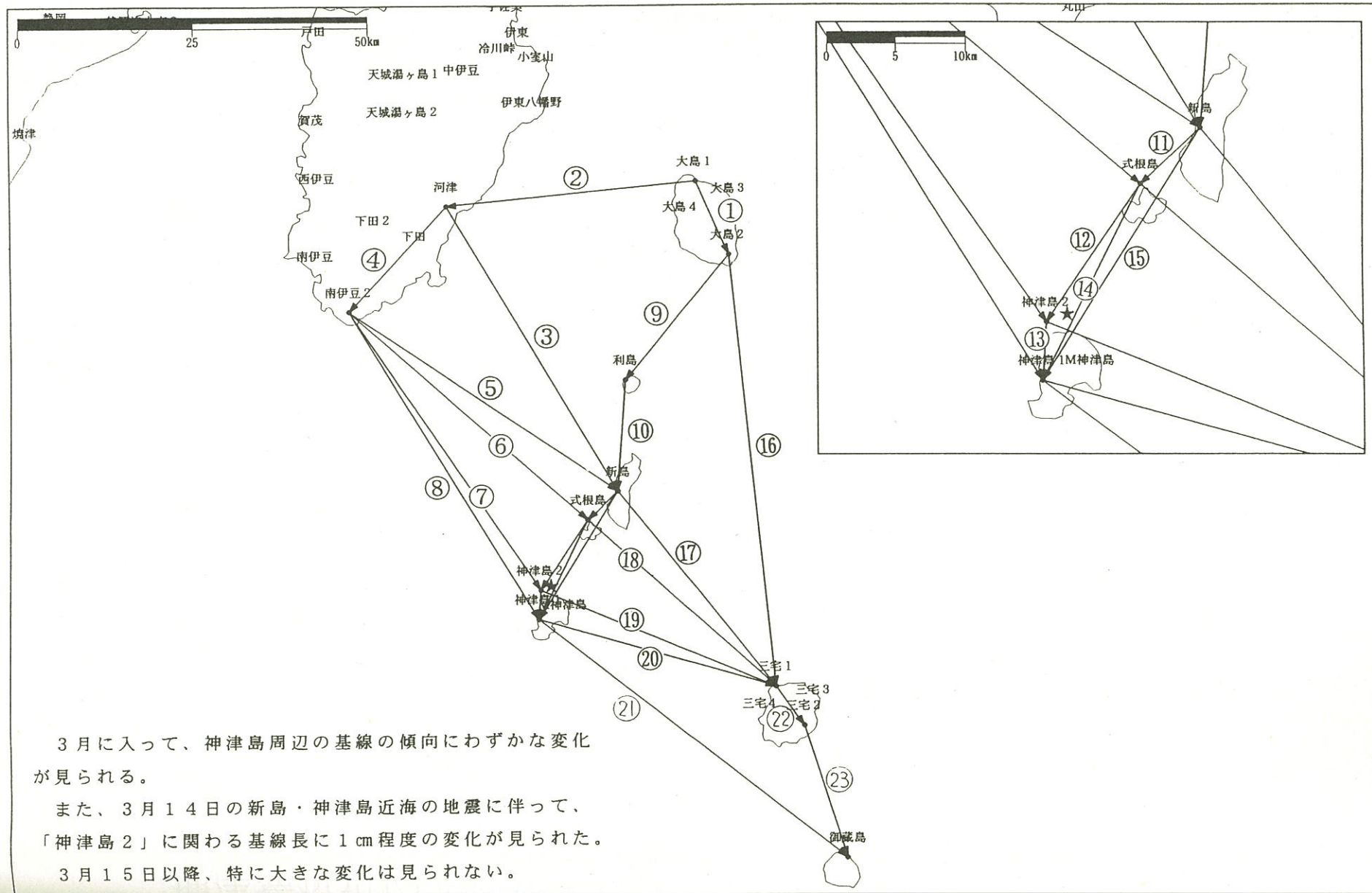
c
1999/03/28 01:37:03.9
NEAR NIIJIMA ISLAND
34°07.2'N 139°02.8'E
H: 18KM M: 5.0



(下半球等積投影)

基線図

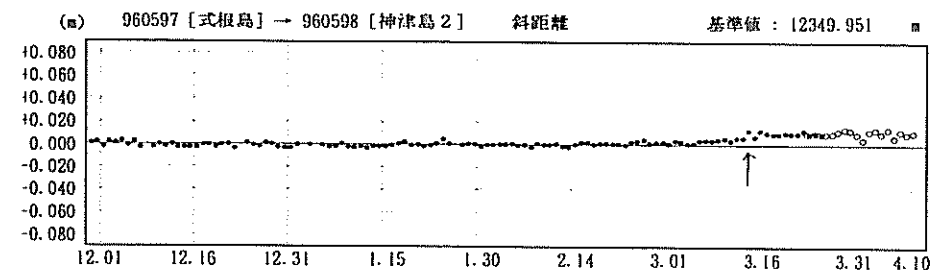
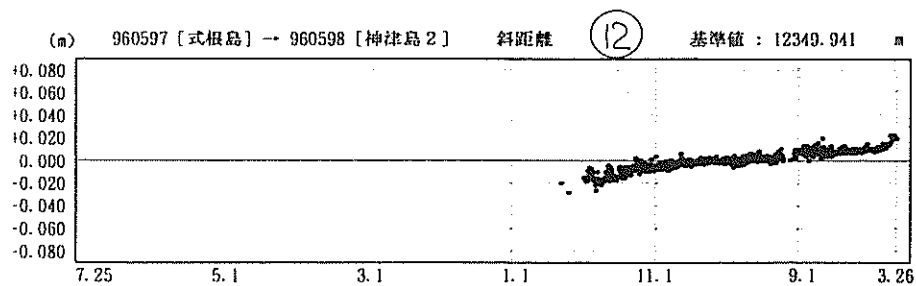
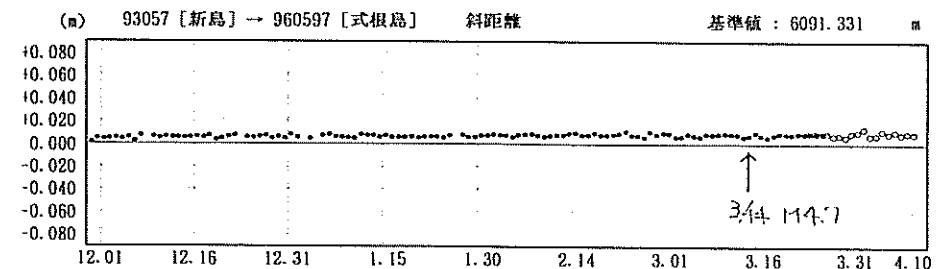
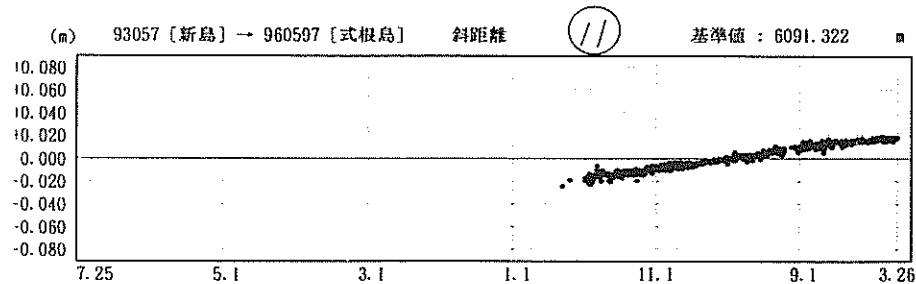
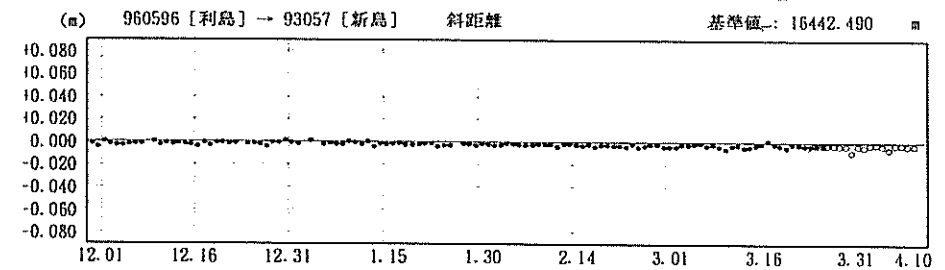
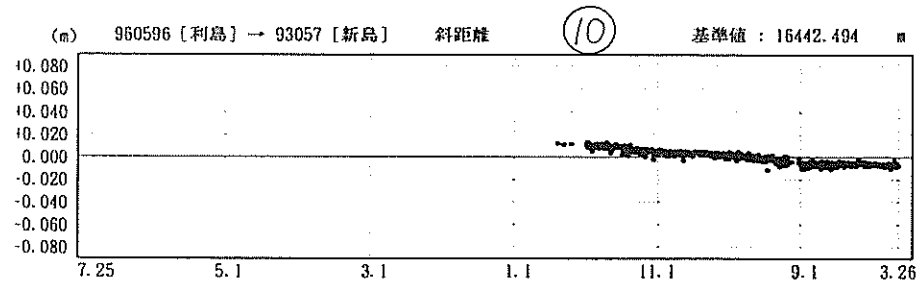
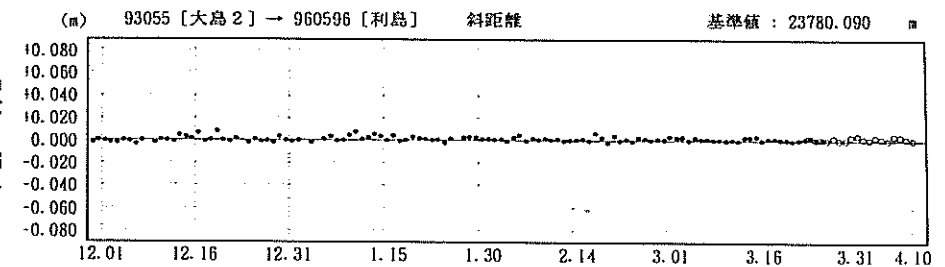
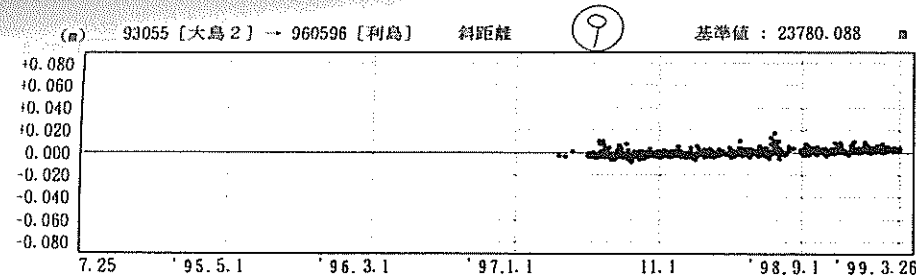
1999年 4月12日



期 間: 1994年7月25日 ~ 1999年3月26日

基線長変化グラフ

期 間: 1998年12月1日 ~ 1999年4月10日



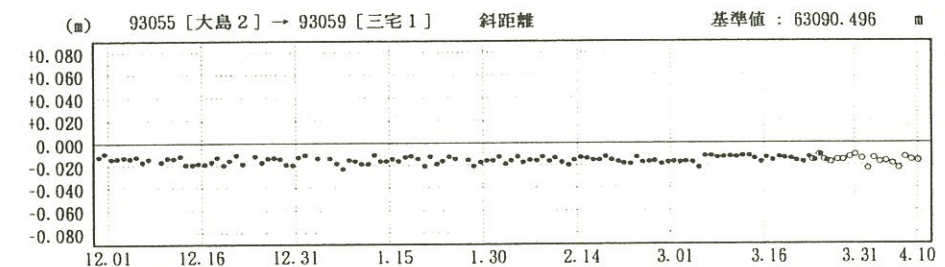
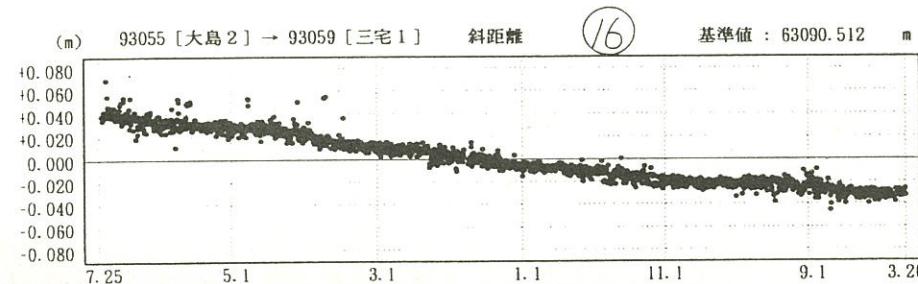
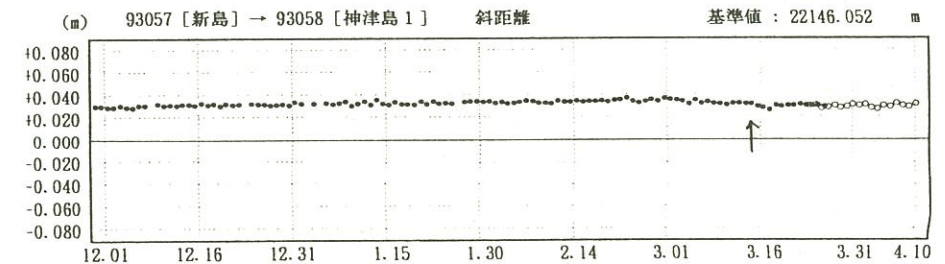
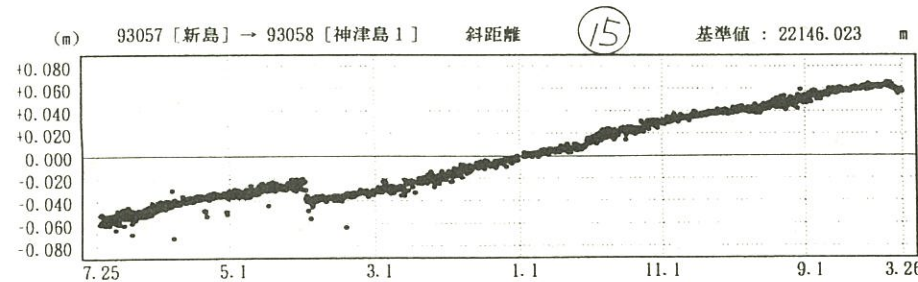
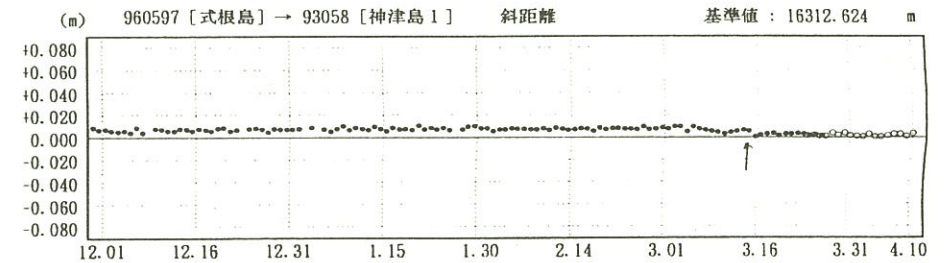
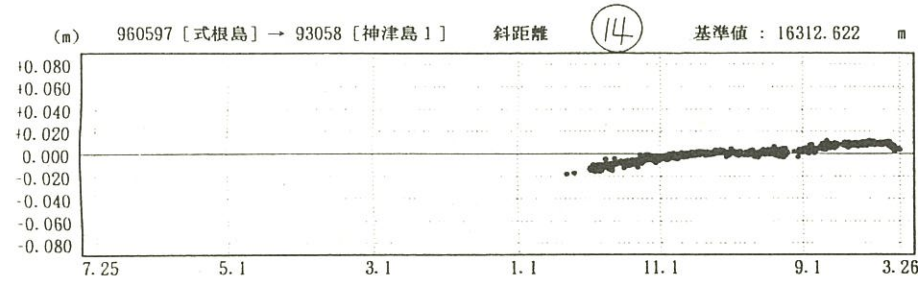
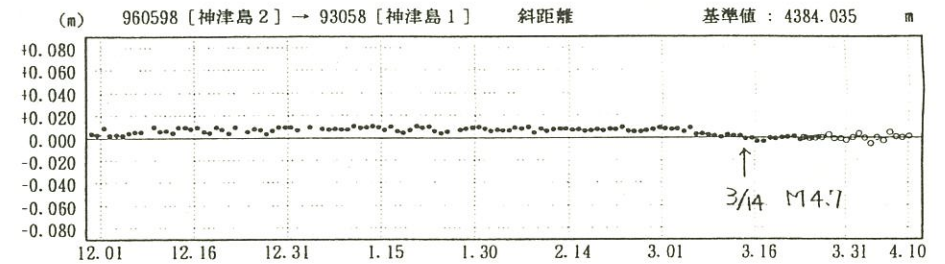
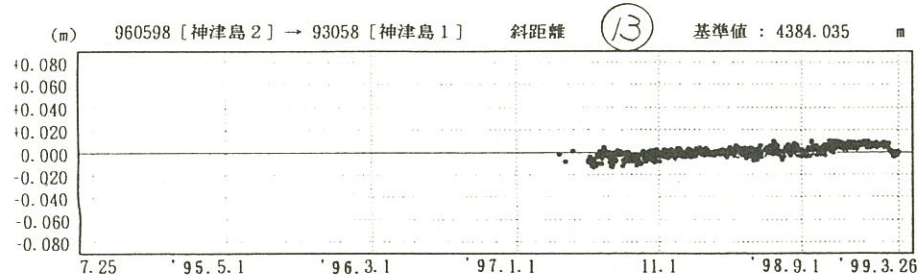
● --- Bernese[IGS暦]

● --- Bernese[IGS暦] ○ --- Bernese[組合せ暦] 建設省国土地理院

期 間：1994年7月25日 ～ 1999年3月26日

基線長変化グラフ

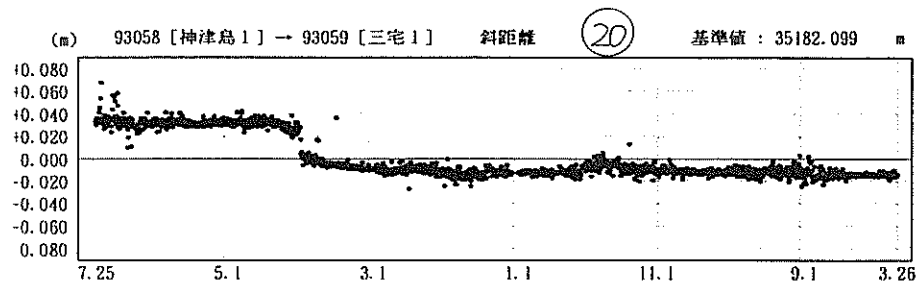
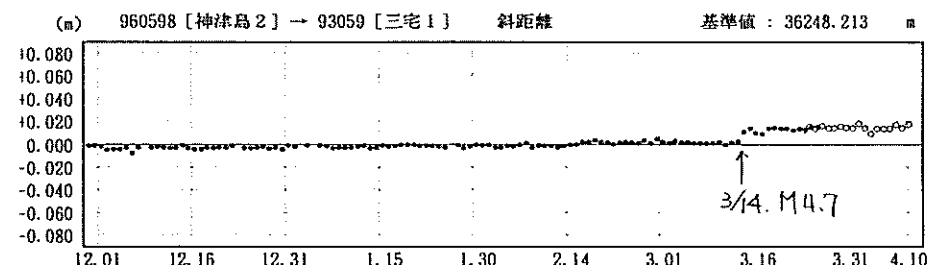
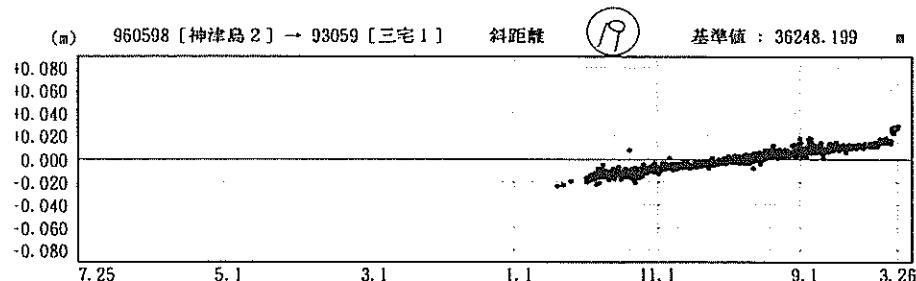
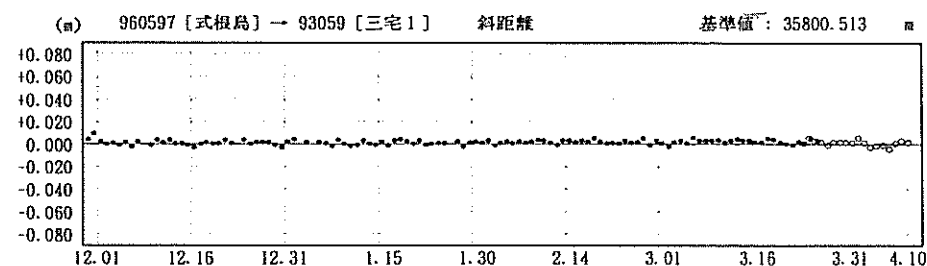
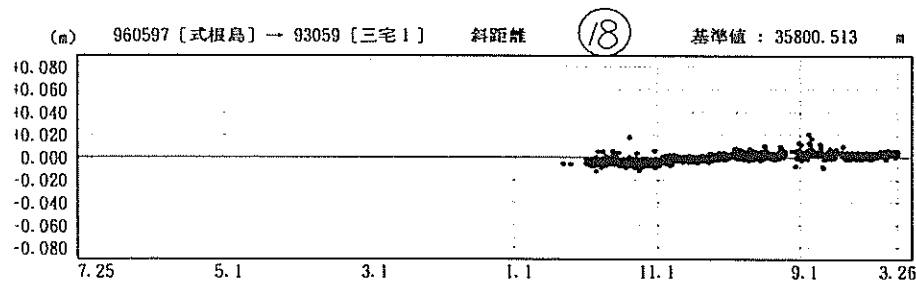
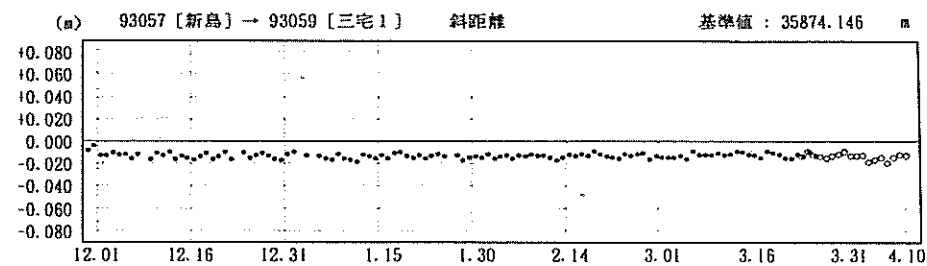
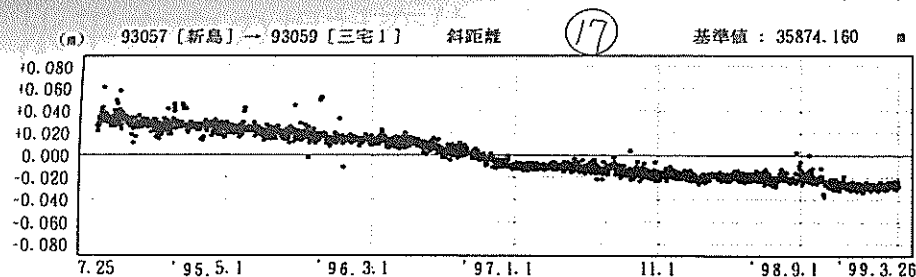
期 間：1998年12月1日 ～ 1999年4月10日



期 間: 1994年7月25日 ~ 1999年3月26日

基線長変化グラフ

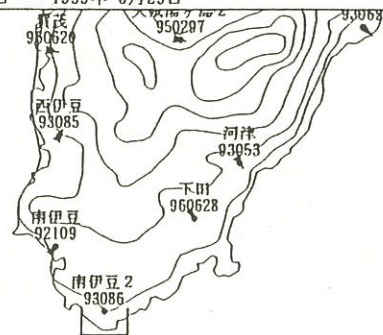
期 間: 1998年12月1日 ~ 1999年4月10日



ベクトル図

観測点ピラーの傾斜補正済

固定局：93086



利島

新

式根島

神津島2

持法記上

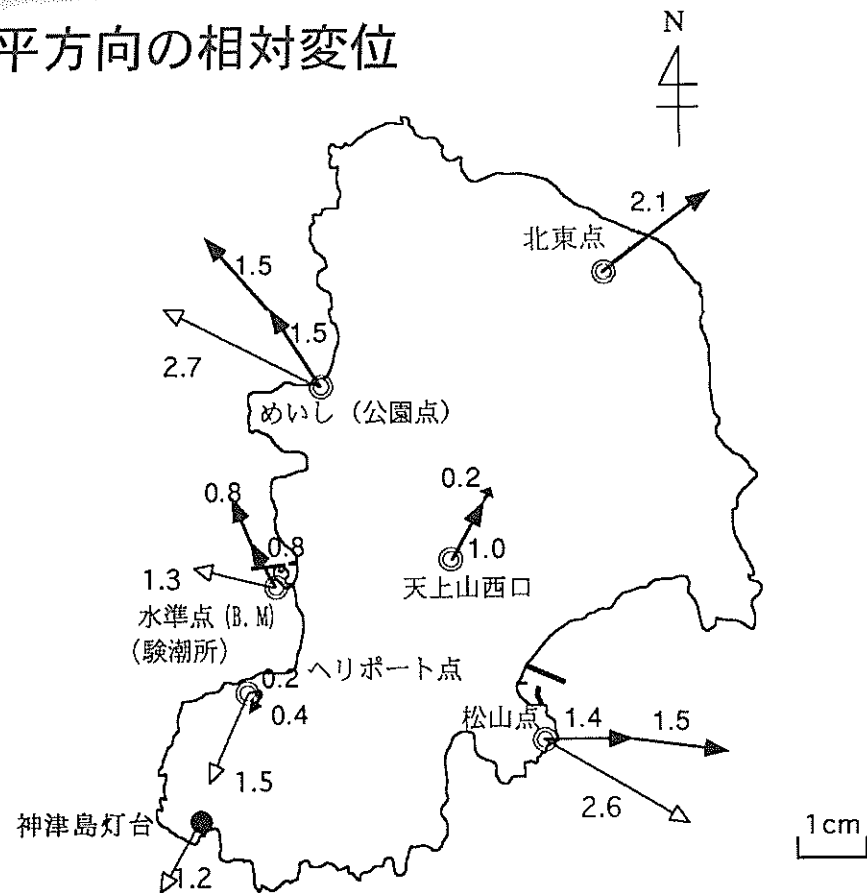


御蔭良



1 cm

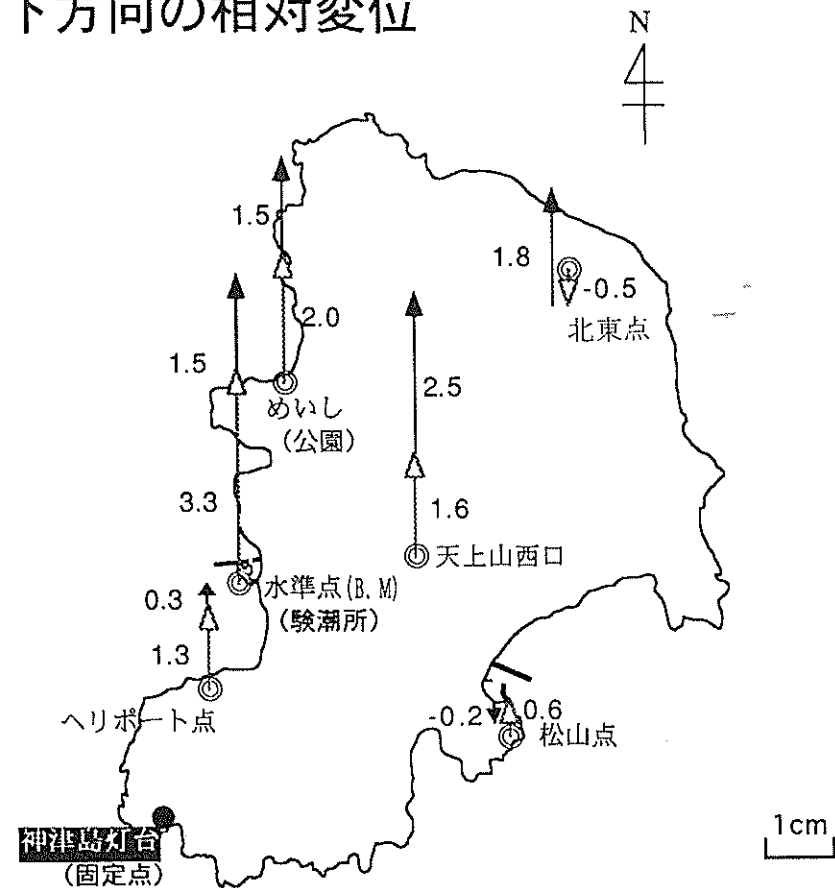
水平方向の相対変位



説明 ◎ → 神津島灯台を固定、
始点：97年1月、次点：97年11月、終点：99年2月
——▷ 天上山西口を固定
始点：97年1月、終点：99年2月

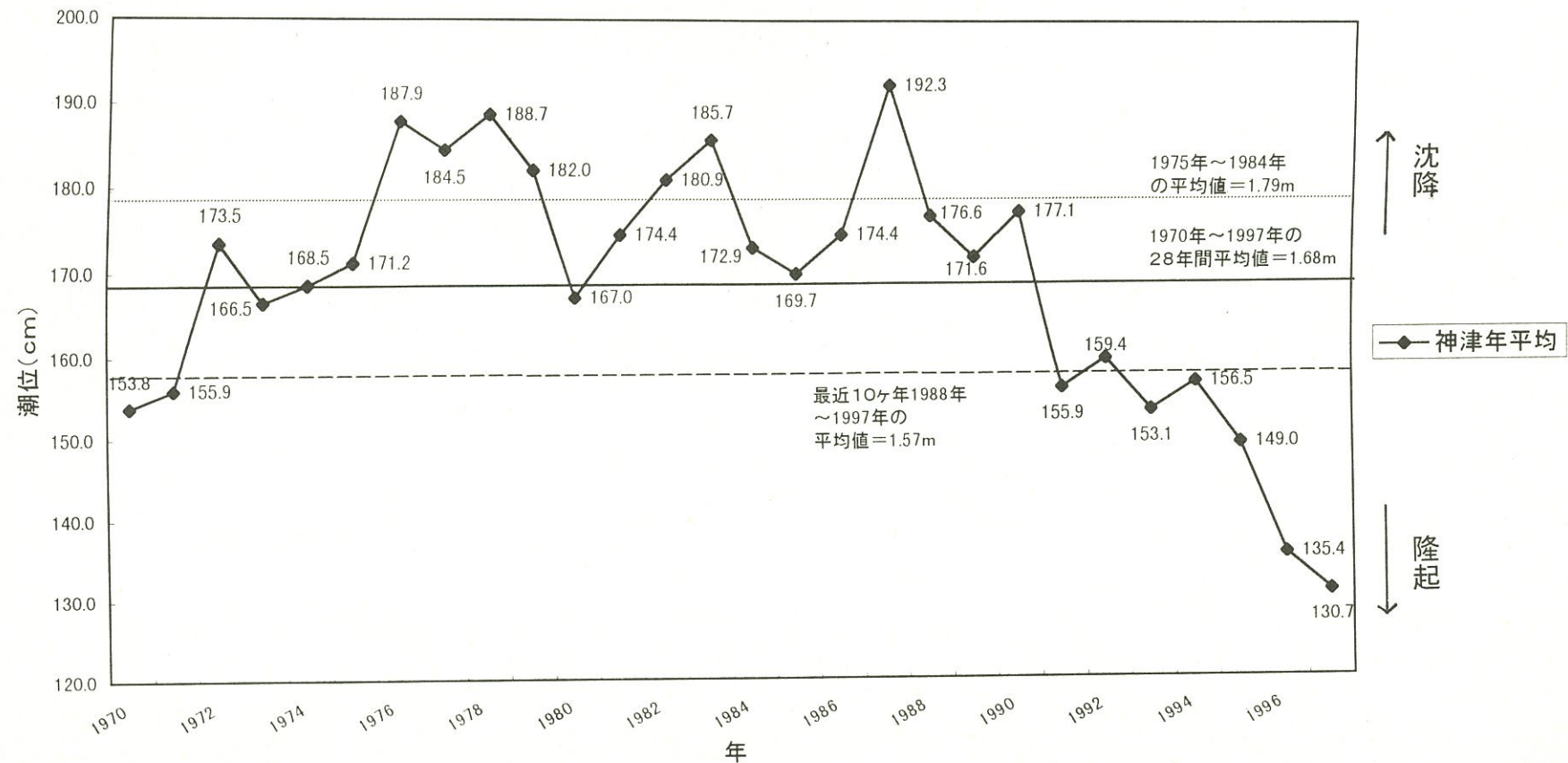
数字はそれぞれの相対変位ベクトルの大きさ(cm)

上下方向の相対変位

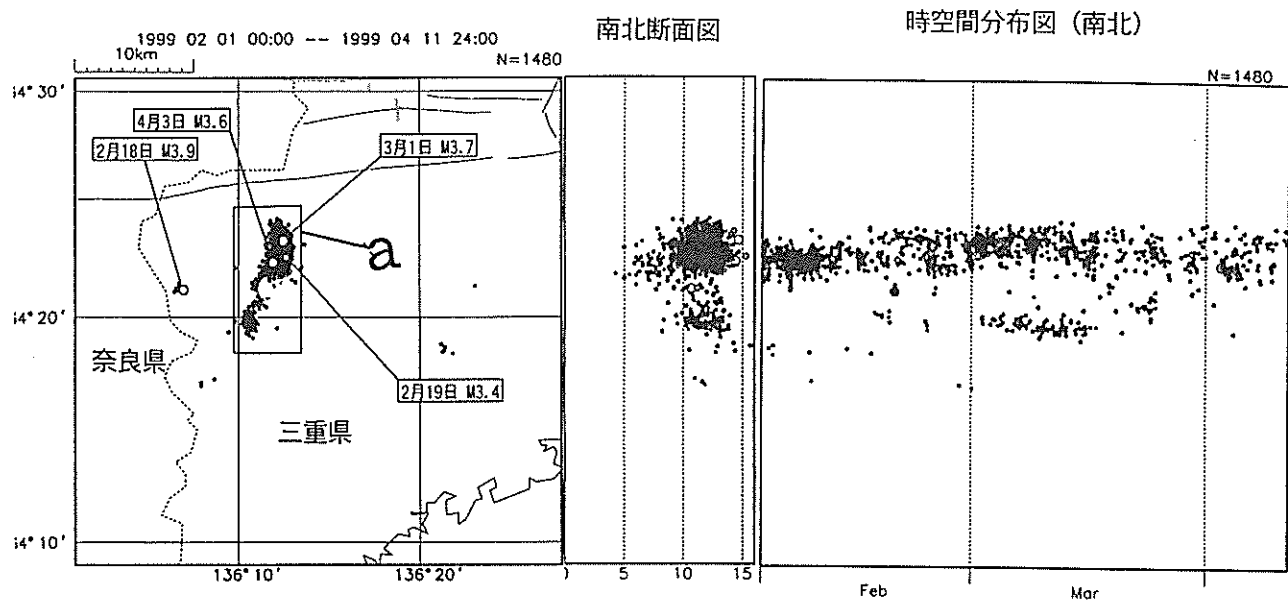


説明 ← : 97年 1月から97年11月の変化量
——▷ : 97年11月から99年 2月の変化量
数字は上下変位の量(cm)

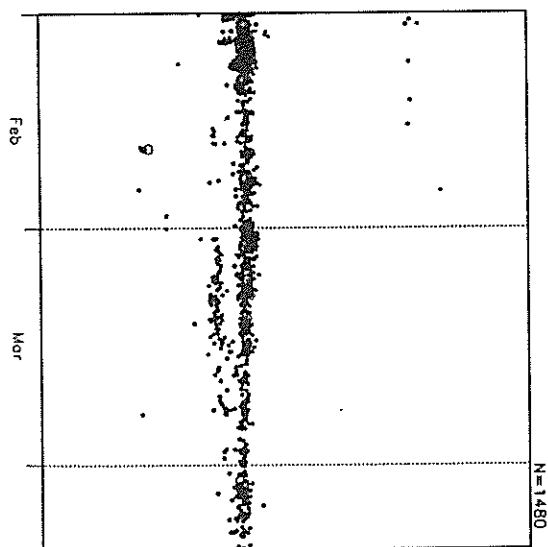
神津島年平均推移



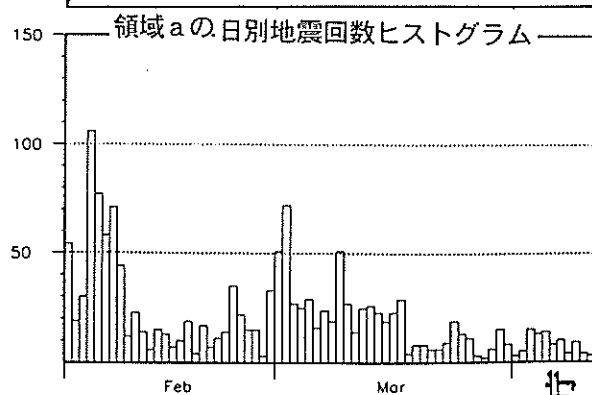
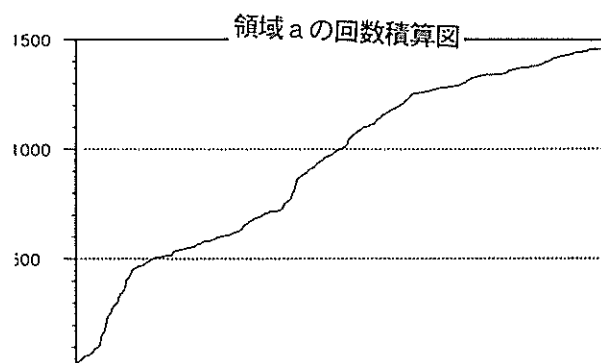
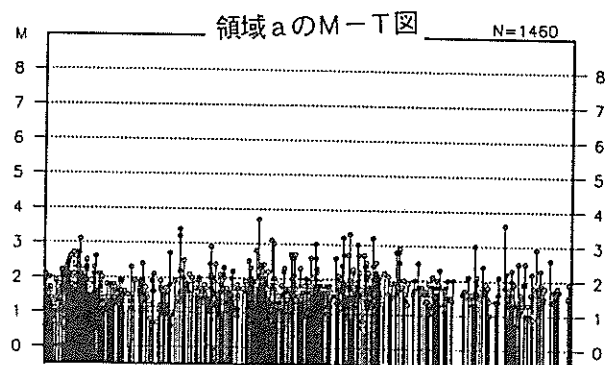
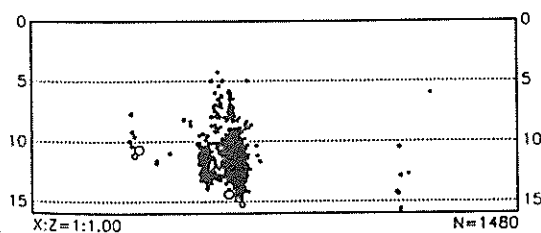
三重県中部の地震活動



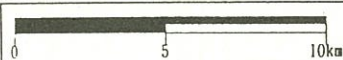
時空間分布図 (東西)



東西断面図

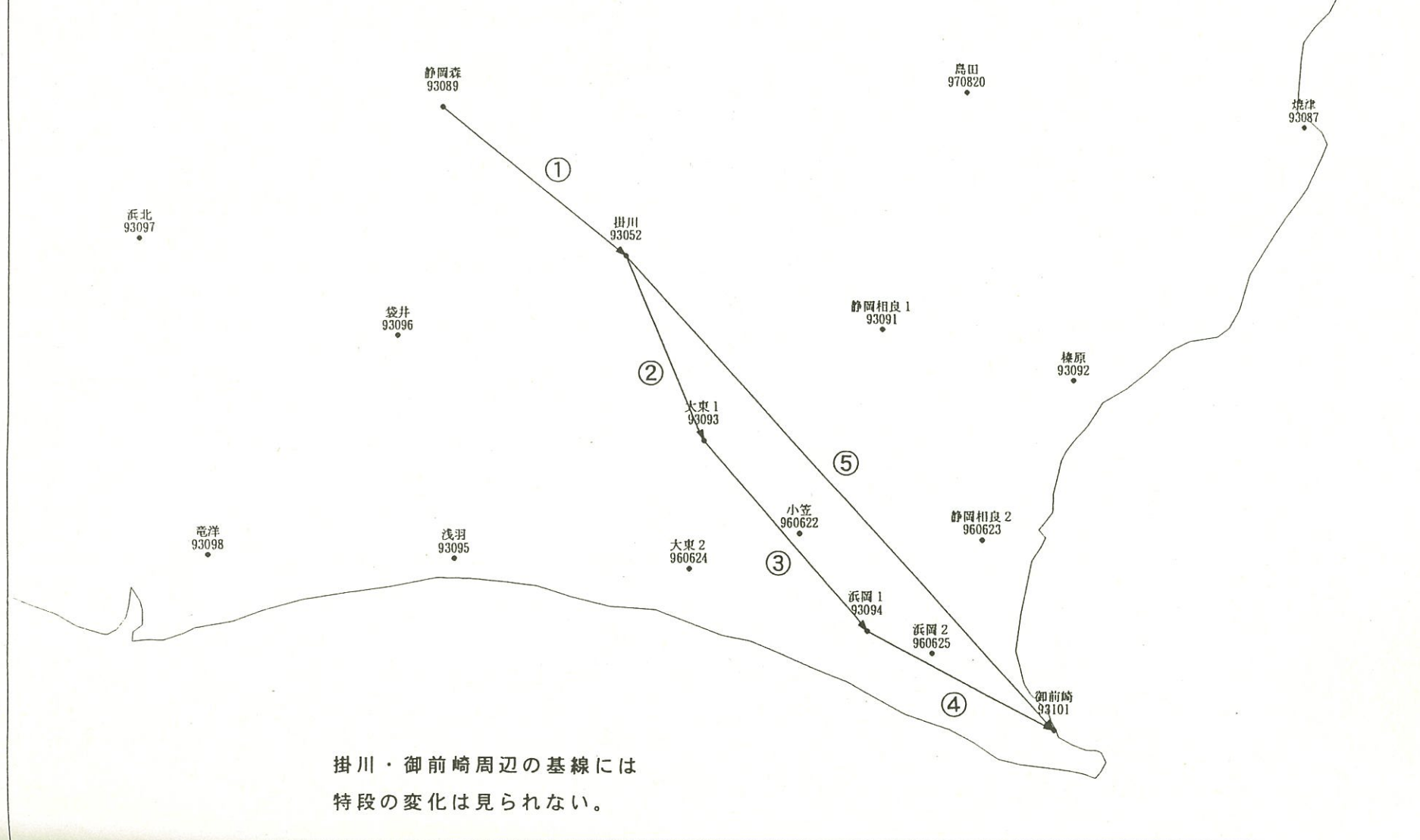


気象庁



GPS 連続観測 掛川・御前崎周辺

基線図

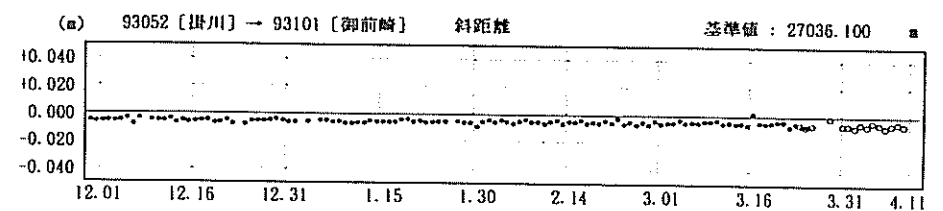
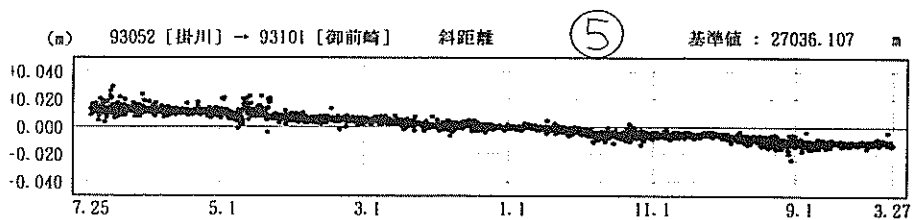
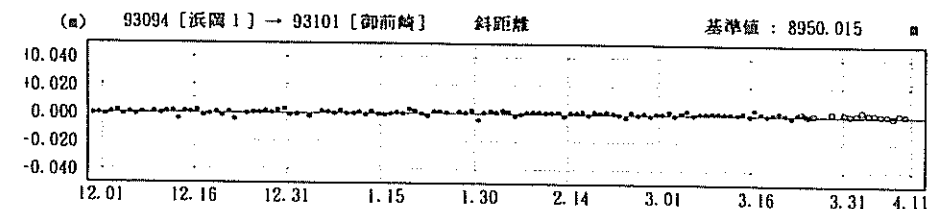
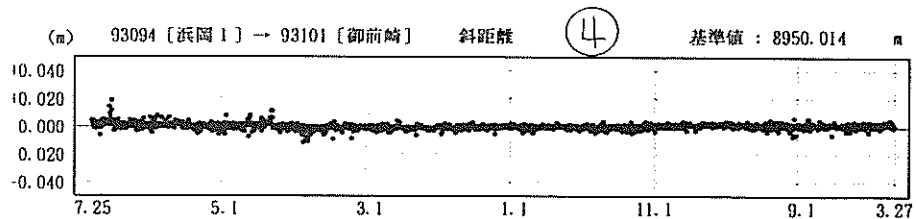
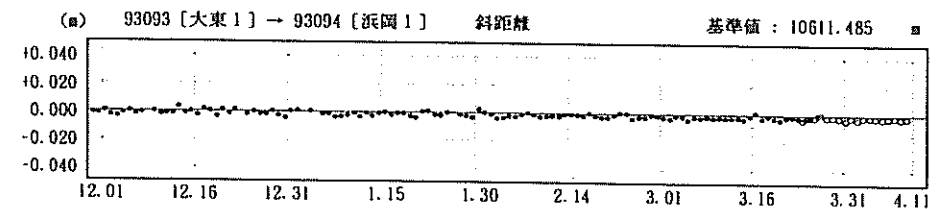
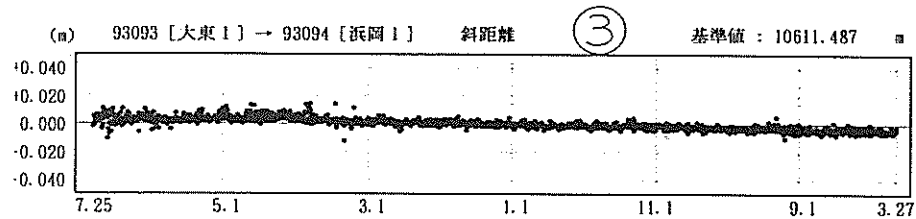
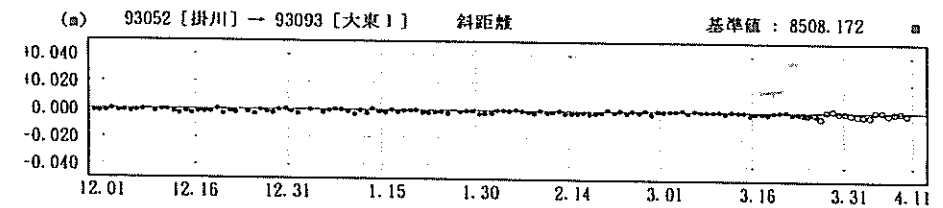
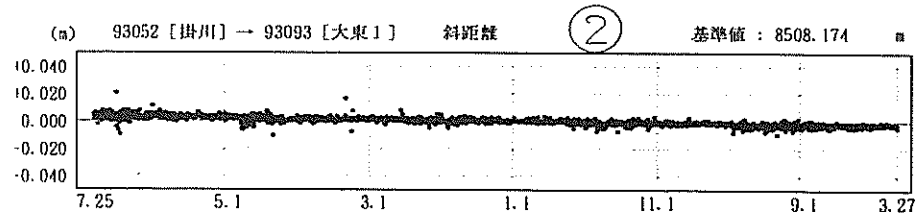
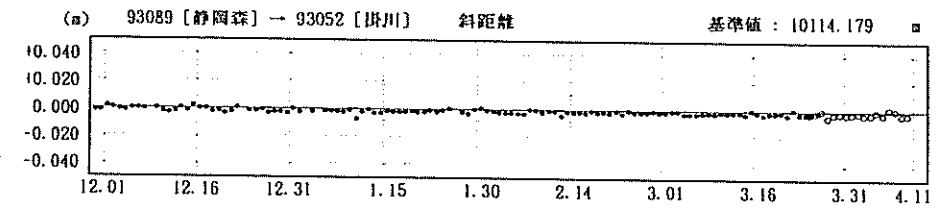
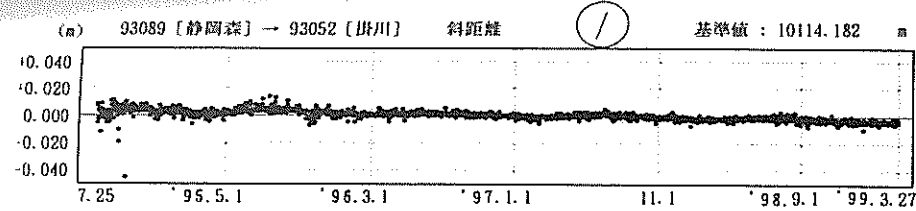


掛川・御前崎周辺の基線には
特段の変化は見られない。

期 間: 1994年7月25日 ~ 1999年3月27日
座標系: WGS84

基線長変化グラフ

期 間: 1998年12月1日 ~ 1999年4月11日
座標系: WGS84



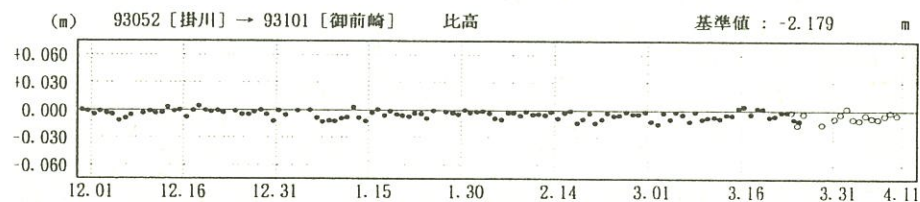
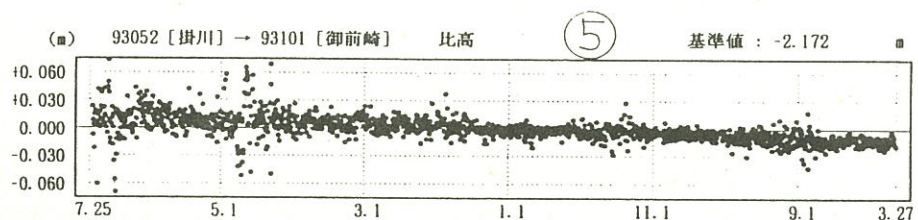
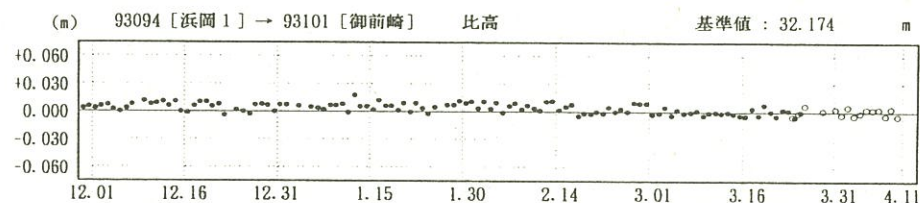
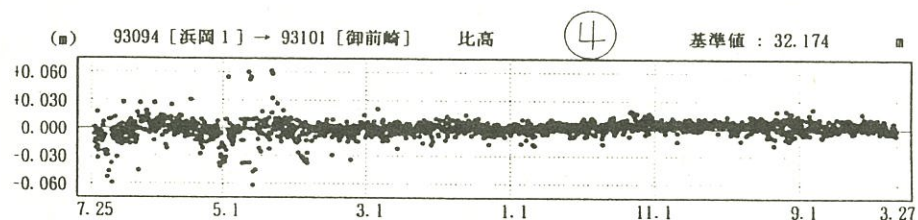
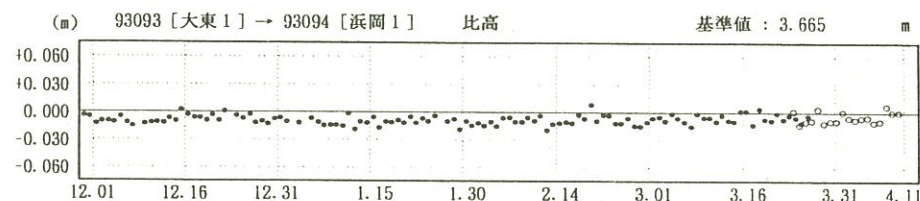
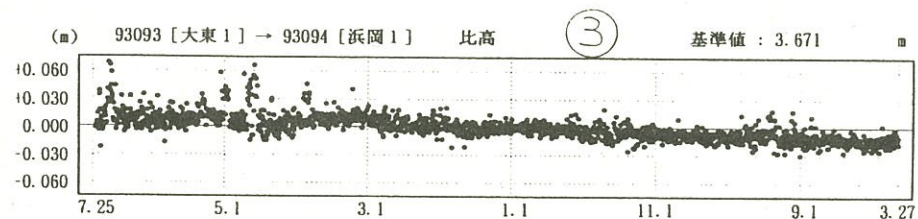
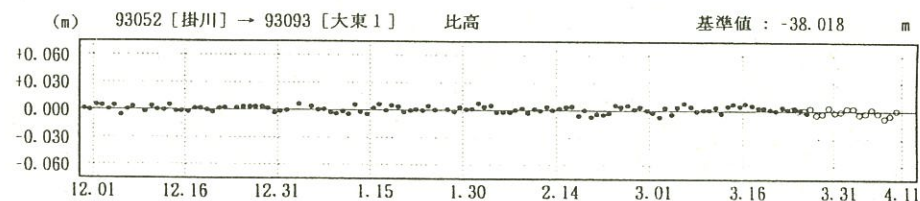
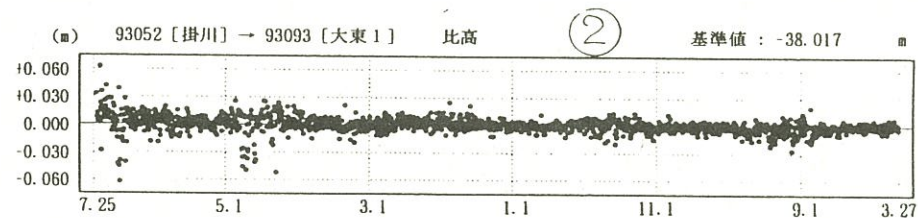
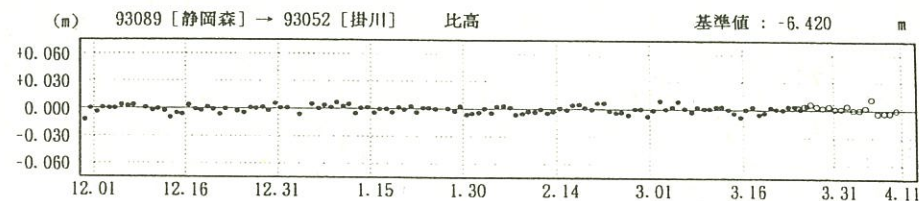
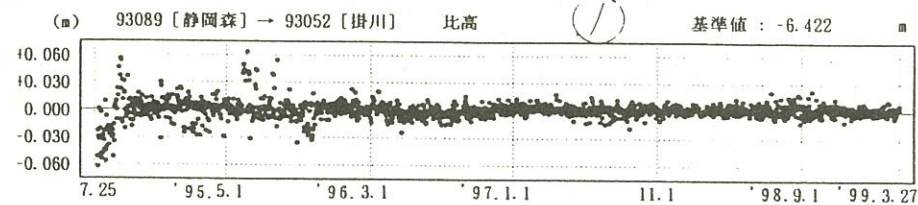
● --- Bernese[IGS暦]

● --- Bernese[IGS暦] ○ --- Bernese[組合せ暦] 建設省国土地理院

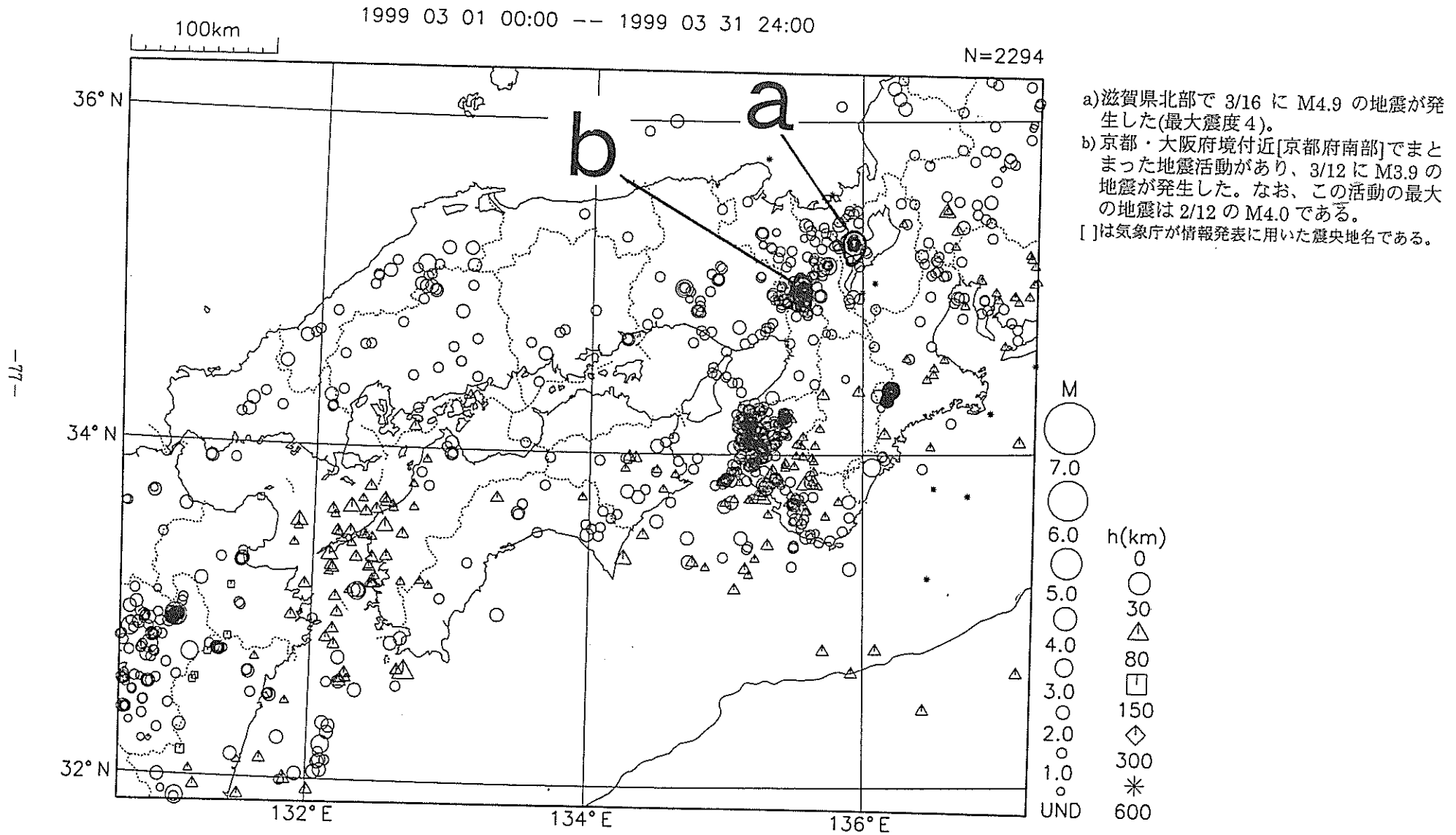
期 間：1994年7月25日 ～ 1999年3月27日
座標系：WGS84

比高変化グラフ

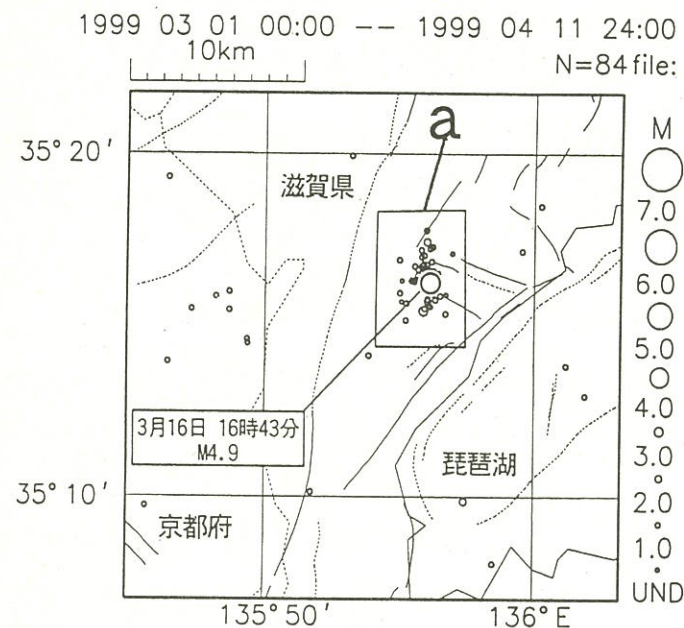
期 間：1998年12月1日 ～ 1999年4月11日
座標系：WGS84



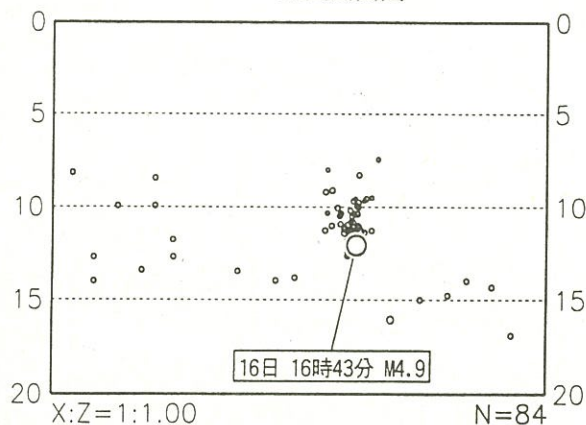
近畿・中国・四国地方



滋賀県北部の地震活動

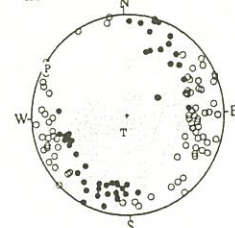


東西断面図

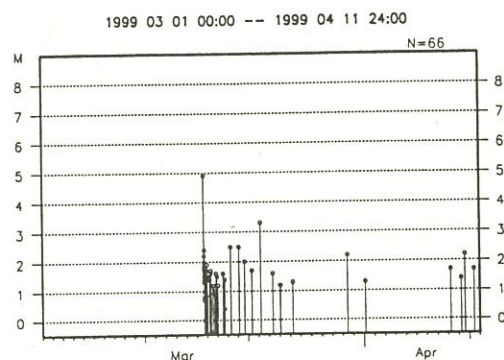


初動のメカニズム解

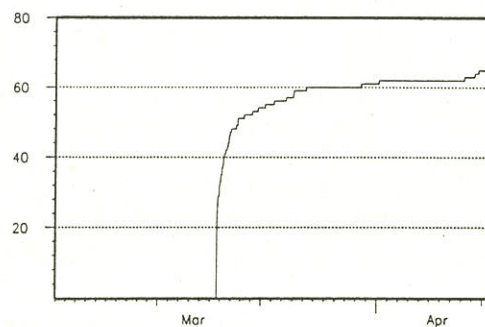
1999/03/16 16:43:35.6
NW SHIGA PREF
35°16.3'N 135°56.1'E
H: 12KM M:4.9



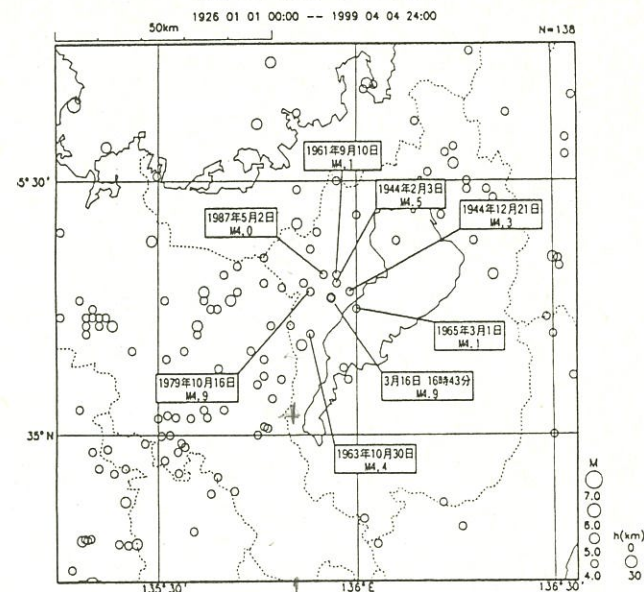
領域aのM-T図



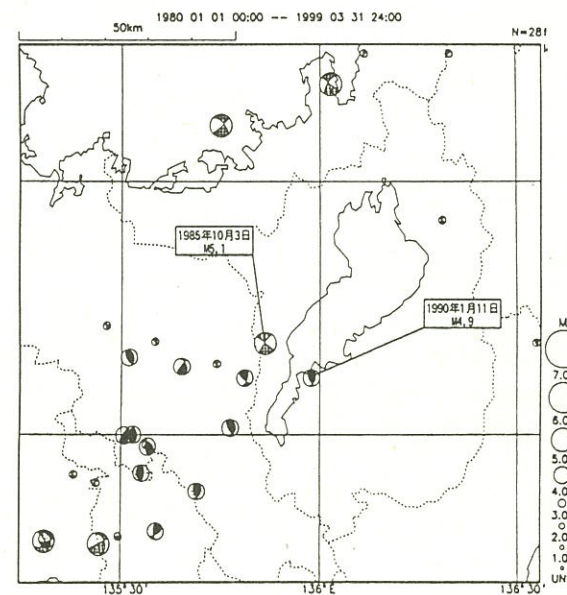
領域aの回数積算図

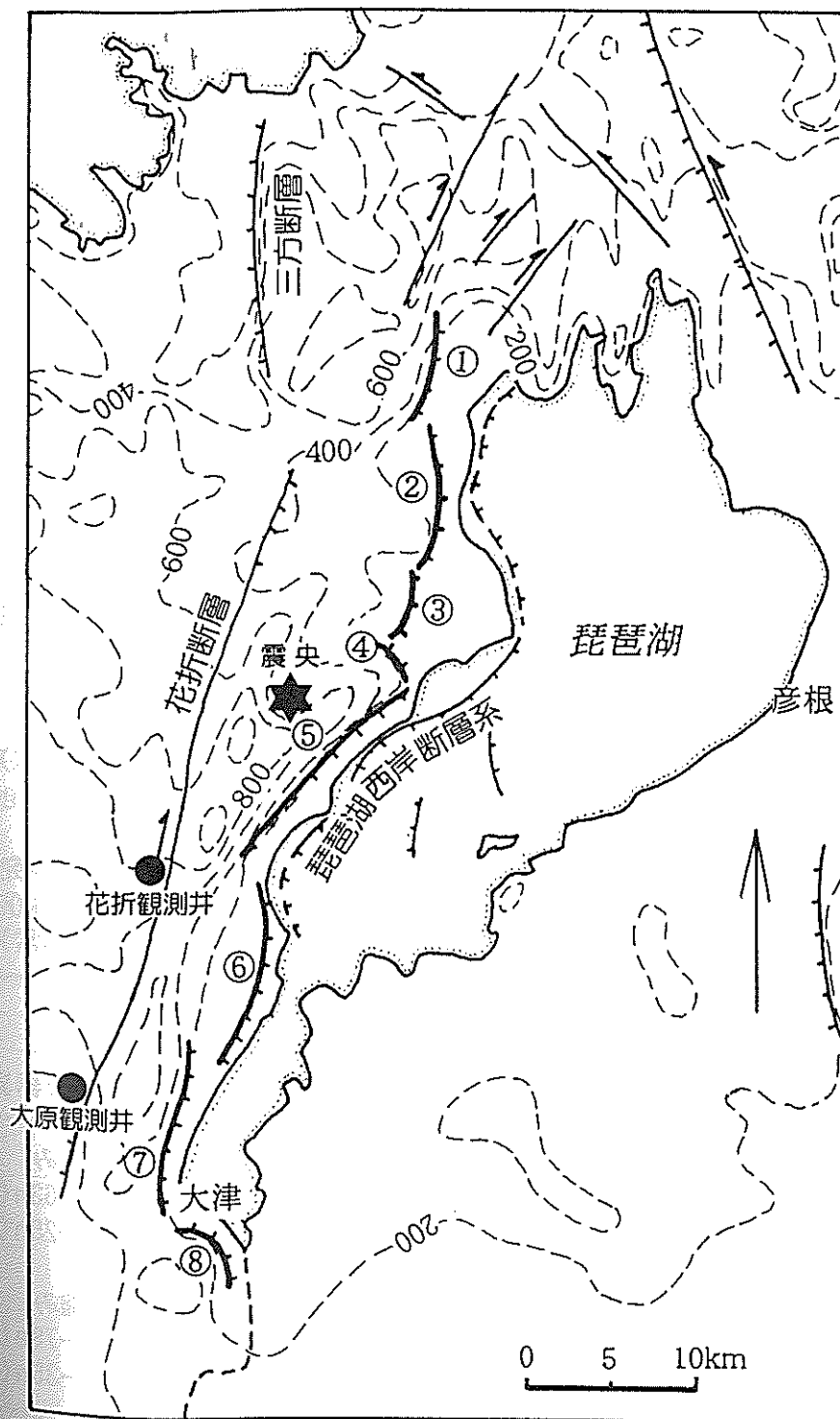


震央分布図 (M4以上)



主なメカニズム解





3月16日の滋賀県北部の地震の震央付近の活断層

- ①酒波断層, ②嬰庭野断層, ③上寺断層, ④拝戸断層, ⑤比良断層, ⑥堅田断層,
⑦比叡断層, ⑧膳所断層.

<地殻歪変化>

花折観測井と大原観測井での地殻歪は、地震後の4月9日現在で、地震以前の定常的変動傾向に復帰してきている。従って、以下に述べる地殻歪変化は3月16日の地震に関するものである。花折観測井で観測された地殻歪の変化量は、大原観測井より一桁大きく明瞭である。大原観測井での地震後の縮みは、地下水位上昇に起因する可能性がある。

表2. 地殻歪変化（滋賀県北部の地震（3月16日16時43分 M4.9）前後）

	花折観測井	大原観測井
データ期間	1998/11/16 ~ 1999/4/6 (少雨期)	1998/11/16 ~ 1999/4/6 (少雨期)
地震前（4ヶ月）	N102 : 2/4~3/16 縮み 積算量 -300n(raw data) -150n(Baytap-G) (断層とほぼ直交) N342 : 3/2~3/16 伸び 積算量 +120n(raw data) + 80n(Baytap-G) (断層とほぼ平行) N222 : — (口元圧変化に鋭敏)	N308 : 3/7~3/16 縮み 積算量 ? (raw data) -14n(Baytap-G) (断層とほぼ直交) N188 : 変化なし (断層とほぼ並行) N 68 : — (計器異常)
地震前（9日）	N102 : 3/14~ 縮み加速 N342 : 3/14~ 伸び加速 N222 : 3/15~ 縮み? (雨)	N308 : 定常 (縮み) N188 : 3/14~ 伸び発生 3/16~ 縮み? (雨) N 68 : — (計器異常)
地震時	N102 : +1100n? (オートシフト作動) N342 : +1500n? (オートシフト作動) N222 : -160n	N308 : +24n N188 : +16n N 68 : -25n? (計器異常)
地震後	N102 : 縮み ~4/6積算 -440n(raw data) -210n(Baytap-G) N342 : 伸び ~4/6積算 +310n(raw data) +170n(Baytap-G) N222 : 縮み ~3/28積算 -80n? (Baytap-G)	N308 : 3/20~ 縮み ~3/24積算 -63n(raw data) -25n(Baytap-G) N188 : 3/20~ 縮み ~3/25積算 -78n(raw data) -35n(Baytap-G) N 68 : 3/20~ 縮み? ~3/25積算 -60n(raw data)

$$100n \times 40GPa = 4 \text{ kPa} = 0.04\text{bar}$$

$$100n \times 60GPa = 6 \text{ kPa} = 0.06\text{bar}$$

$$10n \times 60GPa = 0.6 \text{ kPa} = 0.006\text{bar}$$

地質調査所資料

＜地下水位変化＞

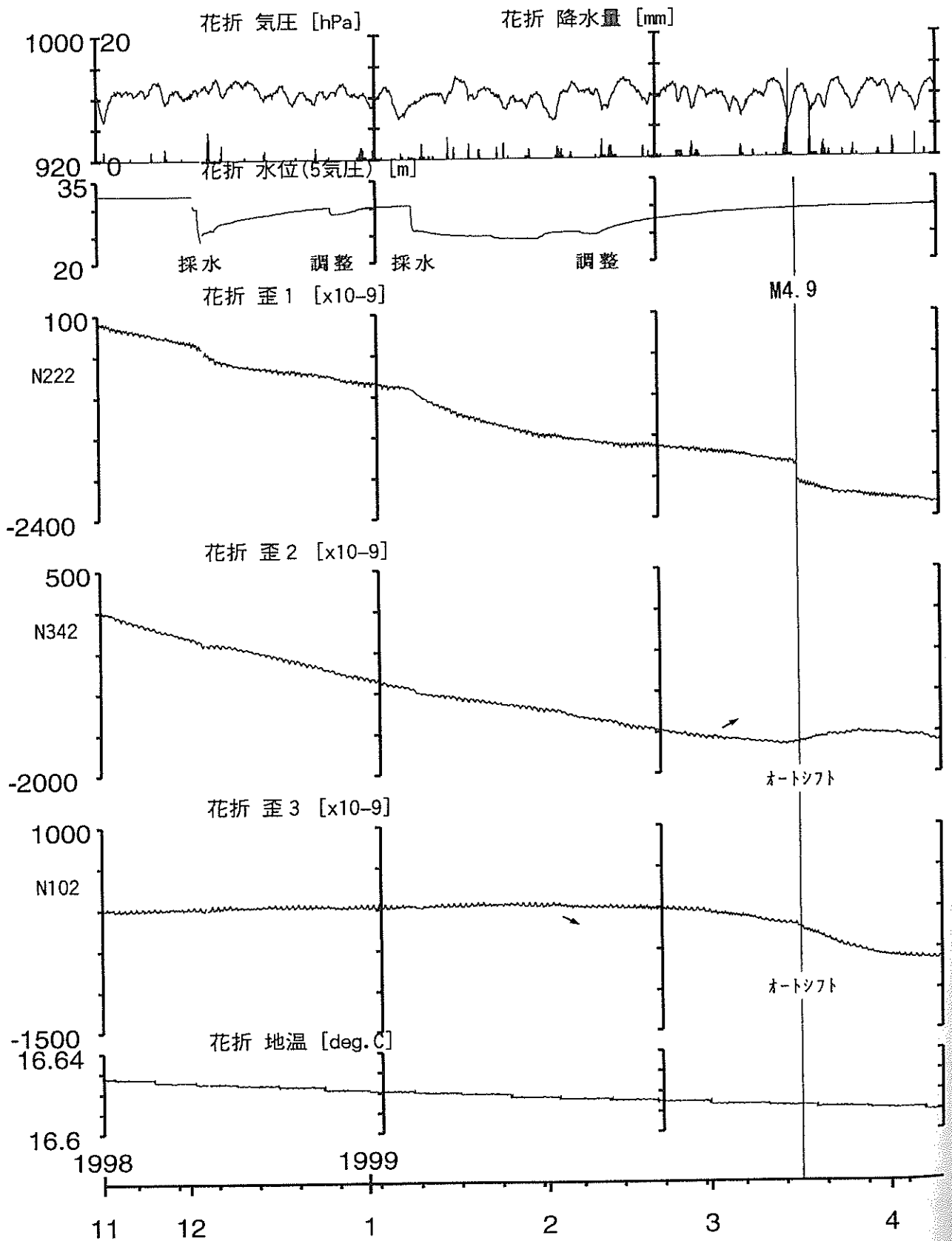
大原観測井での地下水位は、地震後の4月9日現在で、地震以前の定常的な水位に復帰してきている。従って、以下に述べる地下水位変化は3月16日の地震に関係するものである。

花折観測井では、湧水採取に伴う人為的な水圧変動があり、長期的変動における変化を検出できていない。

表3. 地下水位変化（滋賀県北部の地震（3月16日16時43分 M4.9）前後）

	花折観測井（水圧）	大原観測井（水位）
データ期間	1998/11/16 ～ 1999/4/6 （少雨期）	1998/11/16 ～ 1999/4/6 （少雨期）
地震前（4ヶ月）	—（湧水採取作業中）	2/13～2/25：水位上昇 +76mm (Baytap-G) 2/26～3/16：水位一定 亀岡の地震(1999/2/12, M4.4) (震源距離：30km) 1/16～1/26：水位上昇 +55mm (Baytap-G) 1/27～2/12：水位一定
地震前（9日）	—	水位一定
直前（90分）	20分前から水圧低下？ -4mm相当	90分前から水位低下 -6mm（対翌日比）
地震時	水圧増加	水位低下
地震後	変化なし	～3/17：低下？（雨） -19mm (Baytap-G) 3/20～3/25：水位上昇 +114mm (Baytap-G) 3/26～4/1：水位低下 亀岡の地震（2/12）後 2/14～？：水位上昇？ （3/16の地震前期間と重なる）

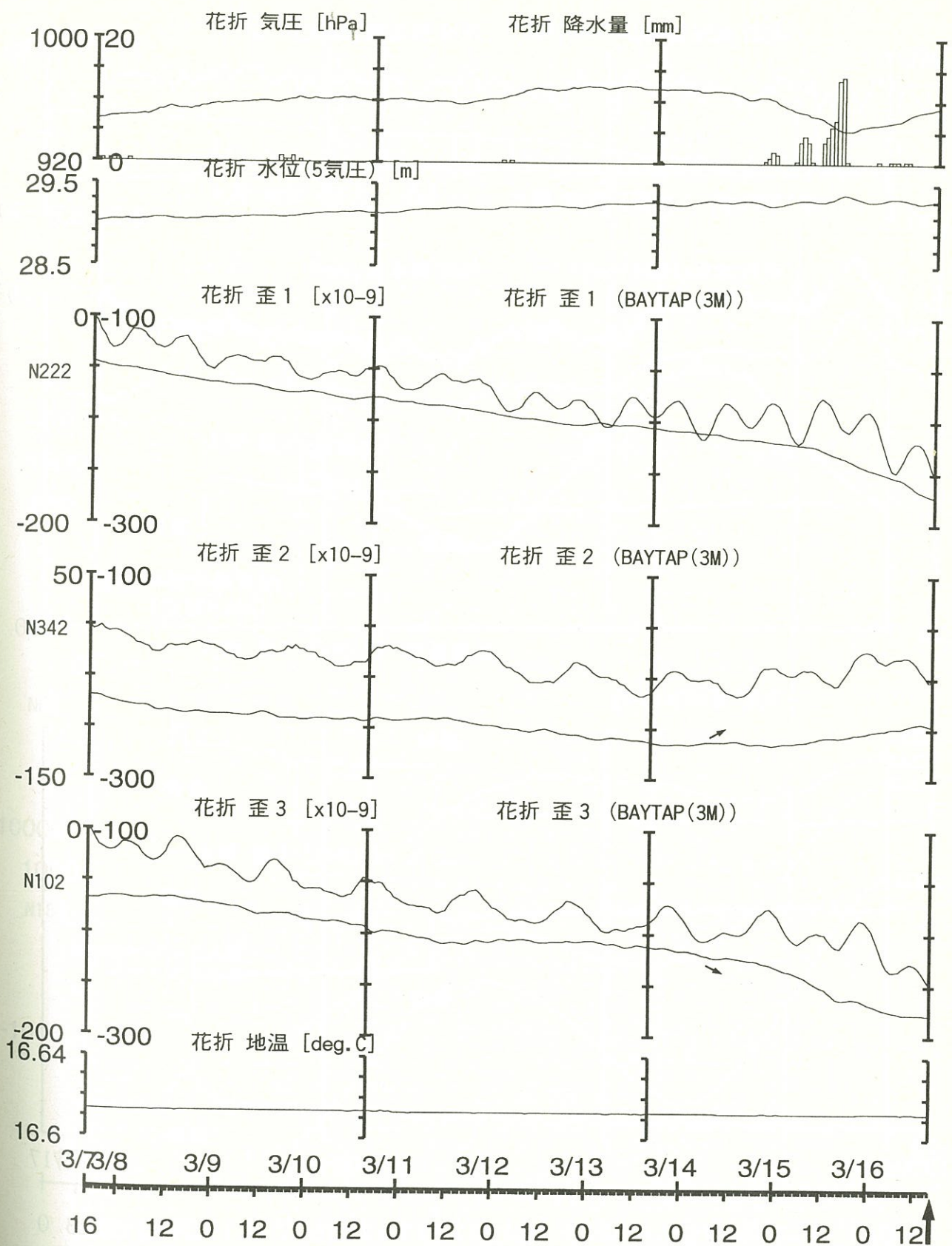
花折観測井（大津市）（時間値） （ 1998/11/16 00:00 - 1999/04/10 00:00 ）



地質調査所資料

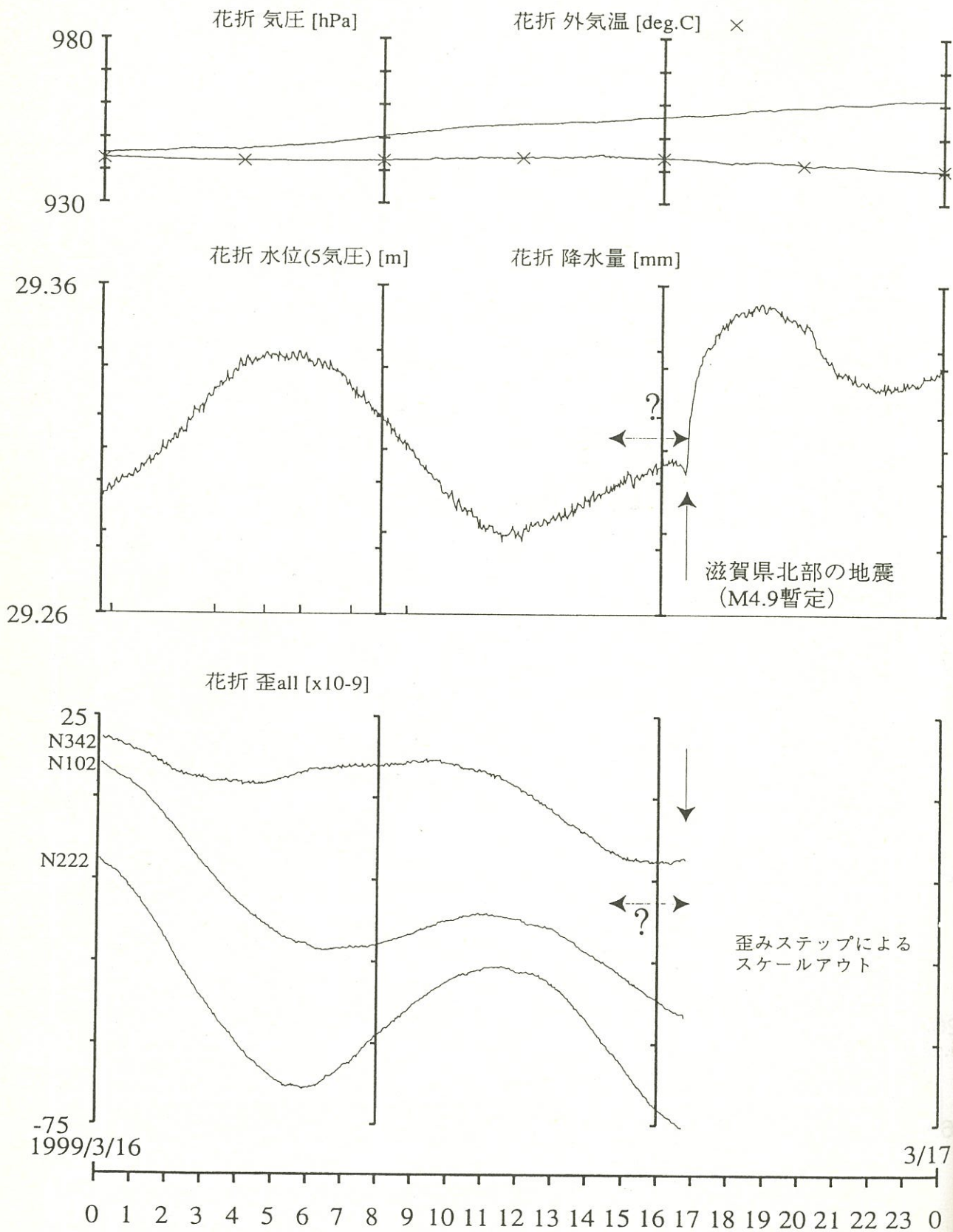
花折観測井（大津市）（時間値）

(1999/03/07 16:00 - 1999/03/16 16:00)



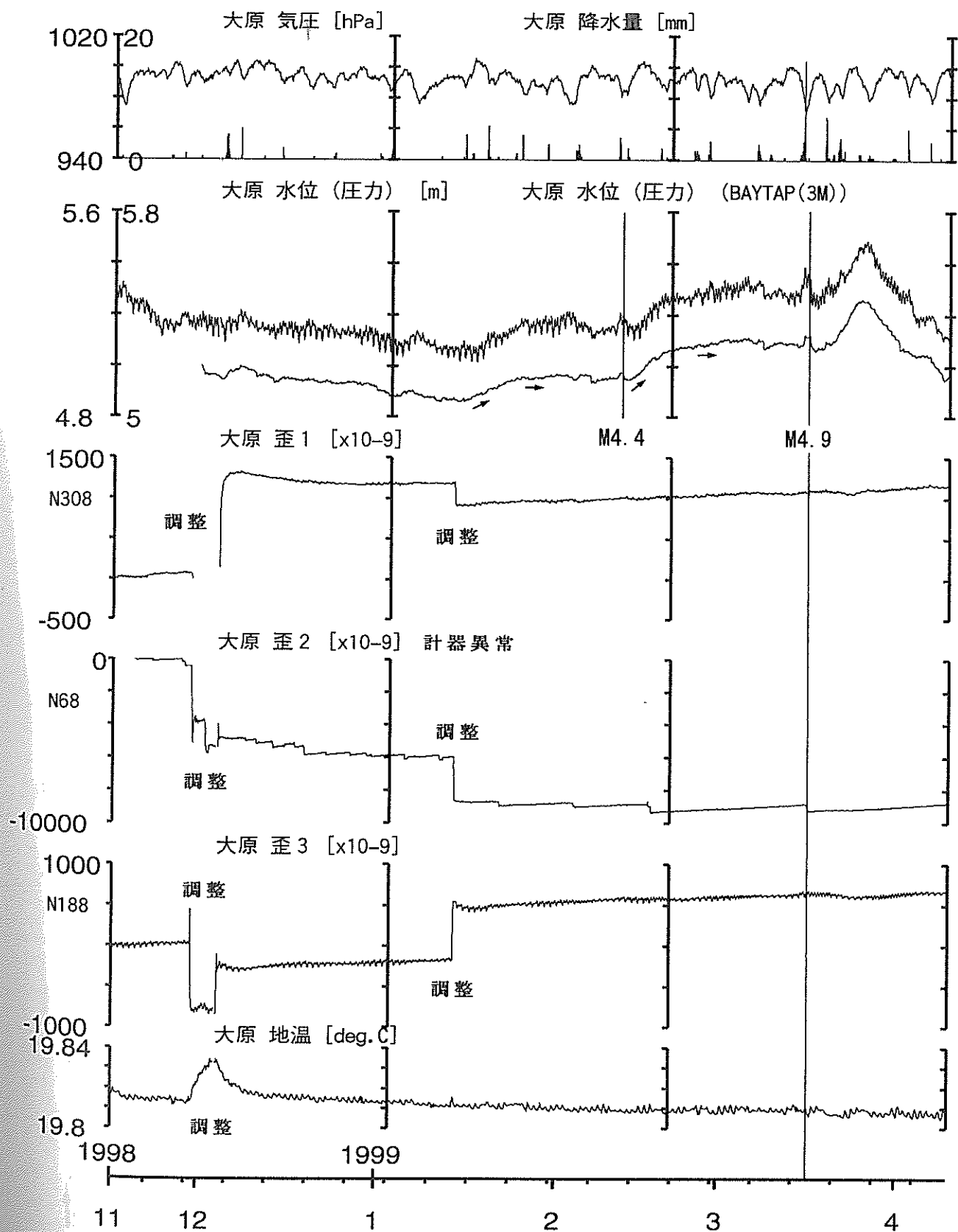
M4. 9

花折観測井（大津市）（2分値） （1999/03/16 00:00 - 1999/03/17 00:00）



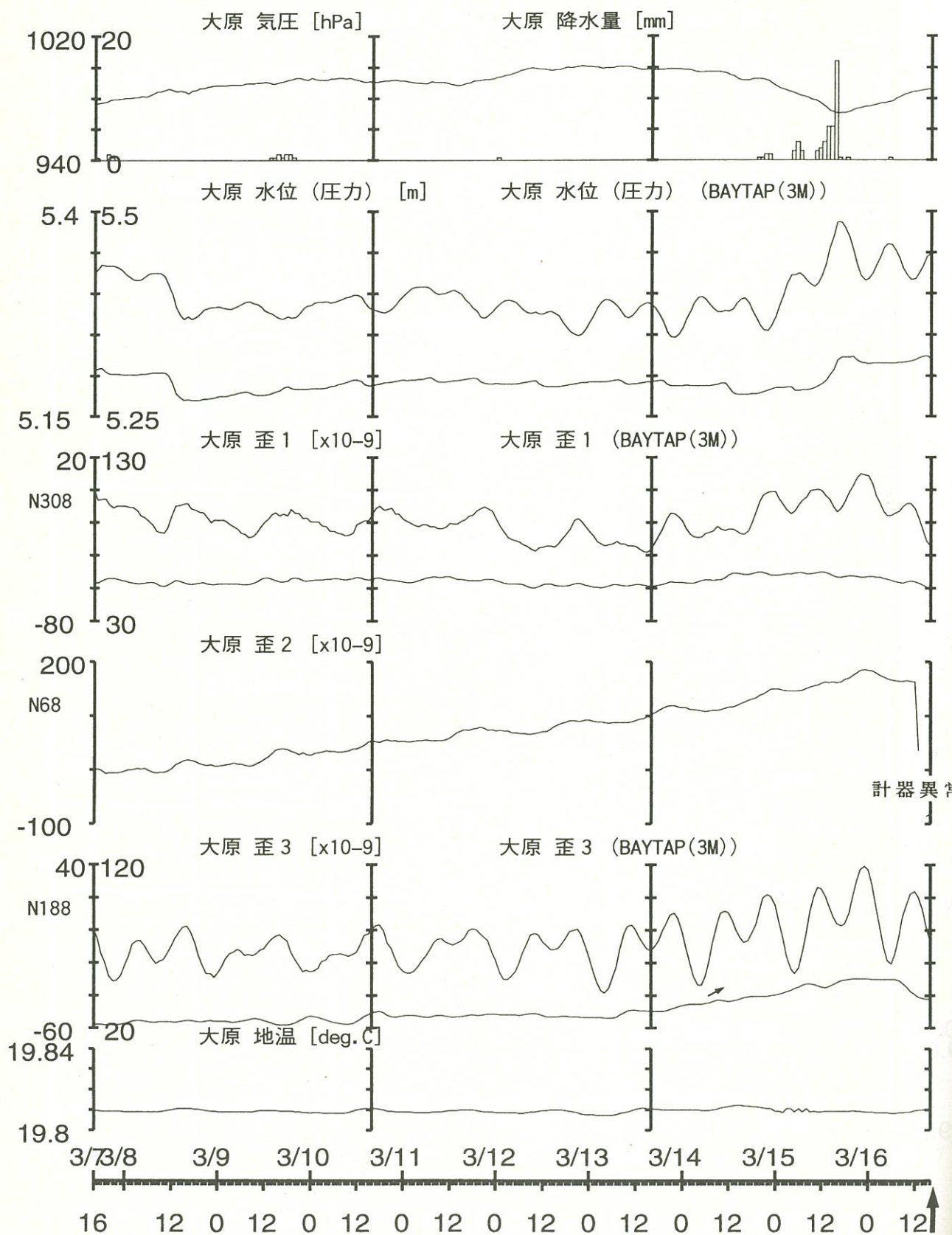
地質調査所資

大原観測井（京都市左京区）（時間値） （ 1998/11/16 00:00 - 1999/04/10 00:00 ）



地質調査所資料

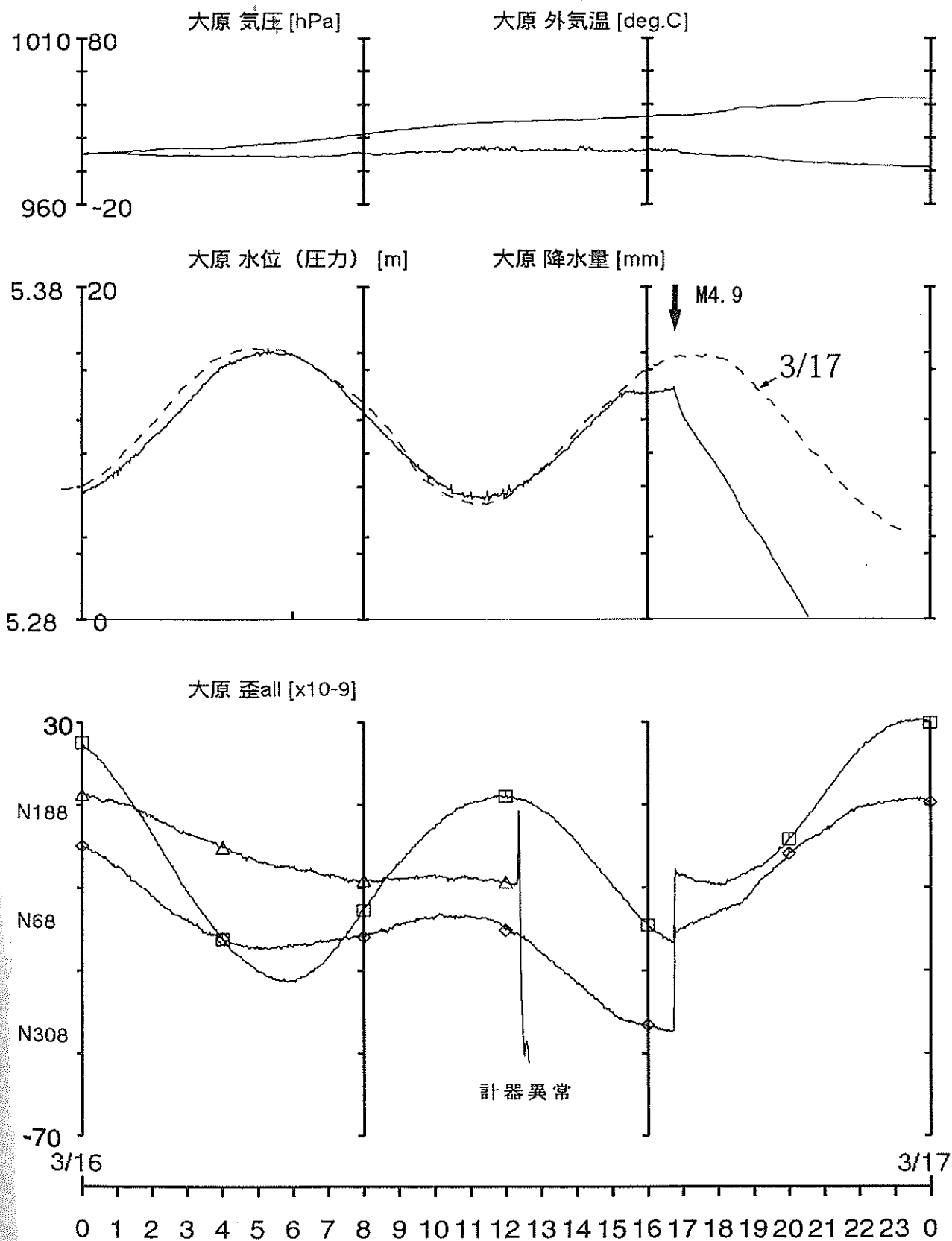
大原観測井（京都市左京区）（時間値） （ 1999/03/07 16:00 - 1999/03/16 16:00 ）



地質調査所資料

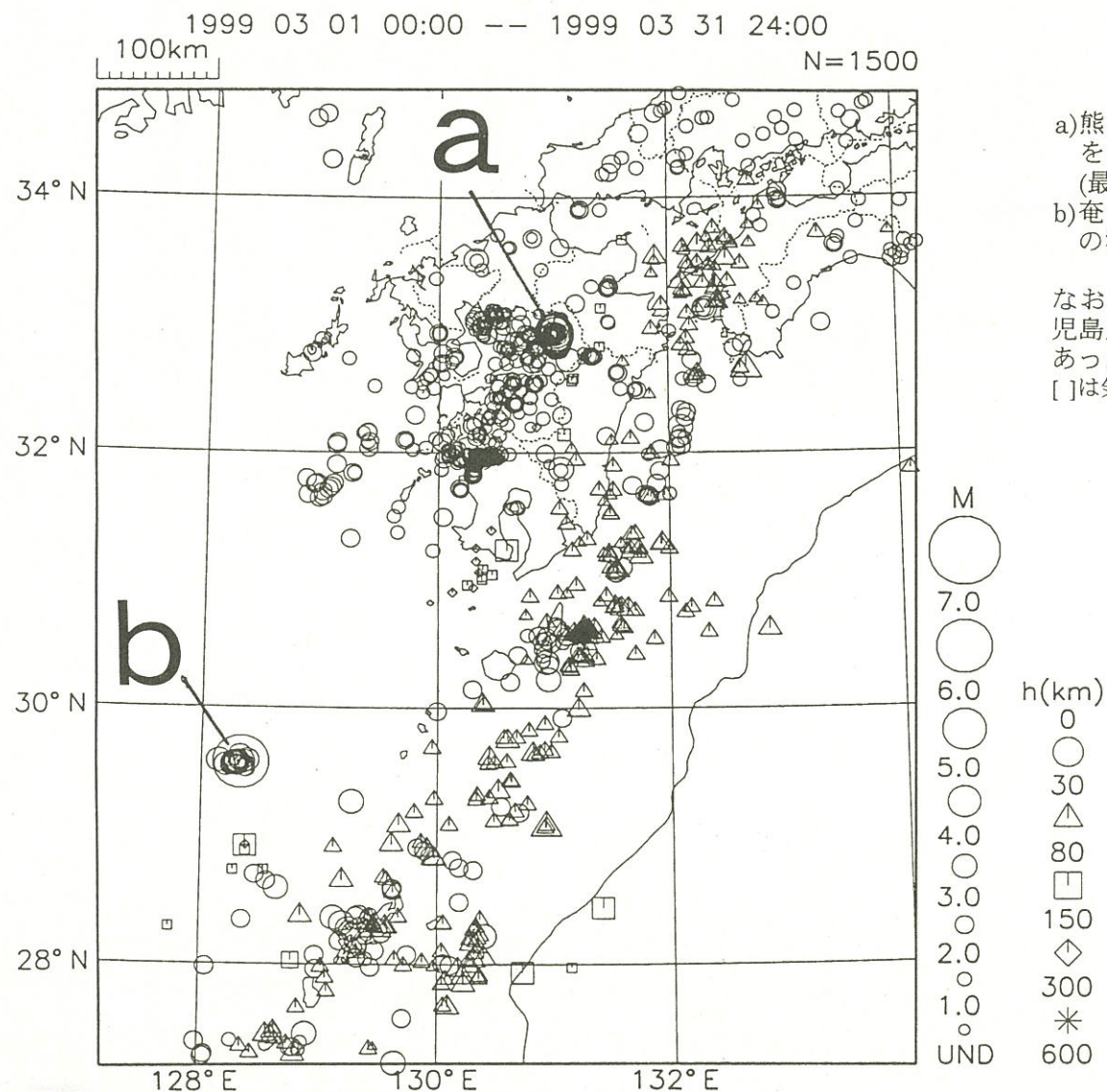
M4.9

大原観測井（京都市左京区）（2分値） （1999/03/16 00:00 - 1999/03/17 00:00）



地質調査所資料

九州地方



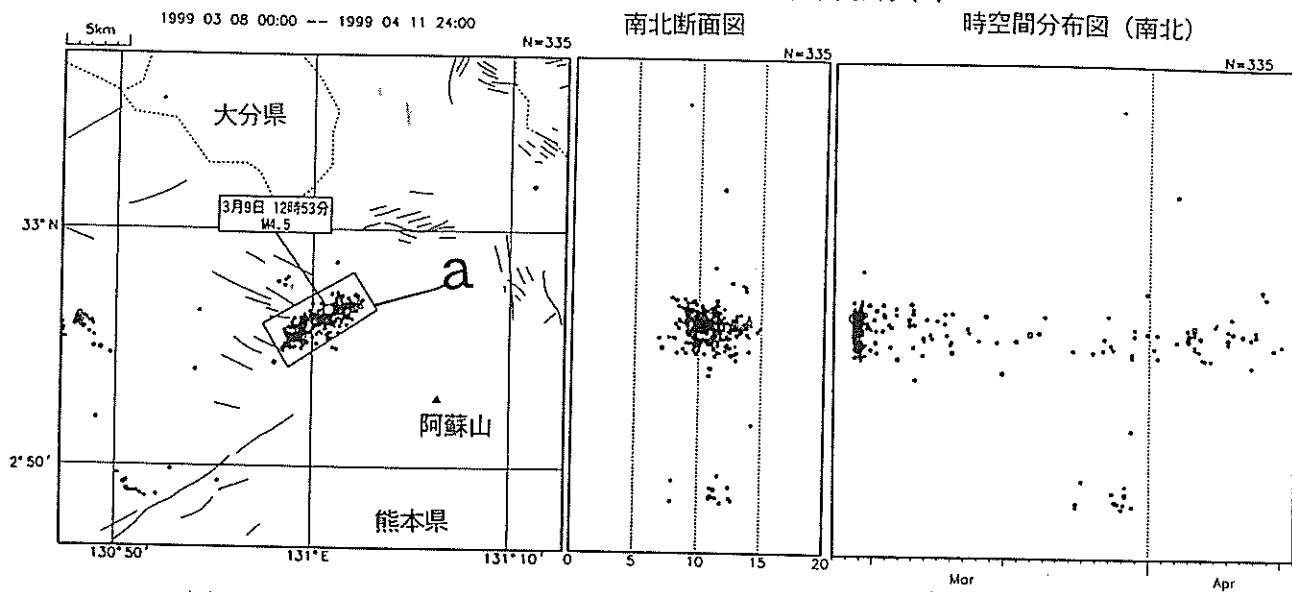
a) 熊本県阿蘇地方で最大M4.5 の地震(3/9)を含むややまとまった地震活動があった(最大震度4)。

b) 奄美大島北西沖[奄美大島近海]でM6.0の浅い地震が3/24に発生した。

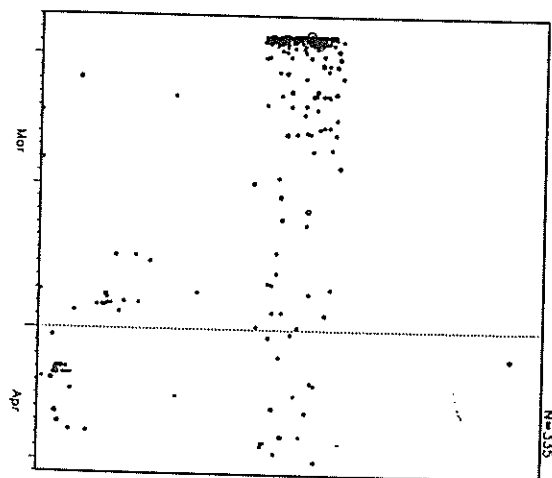
なお、期間外であるが鹿児島県北西部[鹿児島県薩摩地方]で4/3にM4.1の地震があった(最大震度3)。

[]は気象庁が情報発表に用いた震央地名である。

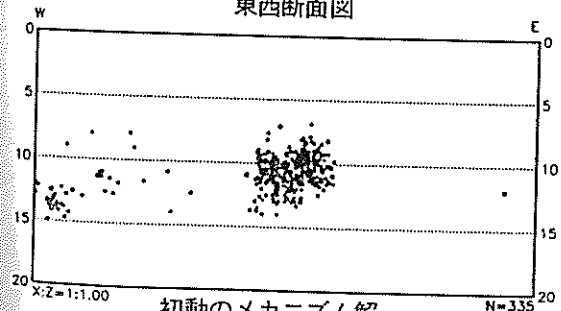
熊本県阿蘇地方の地震活動(1)



時空間分布図 (東西)

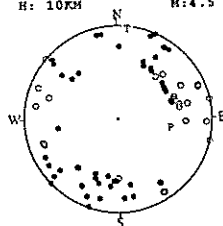


東西断面図



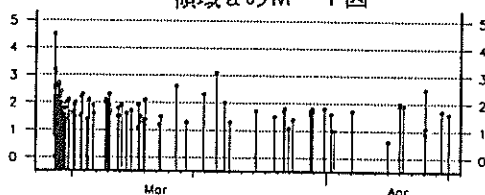
初動のメカニズム解

1999/03/09 12:53:52.9
NE KUMAMOTO PREF
32°56.6'N 131°00.8'E
H: 10KM M:4.5

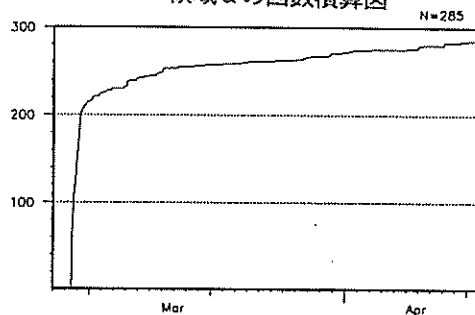


良く決まっていない

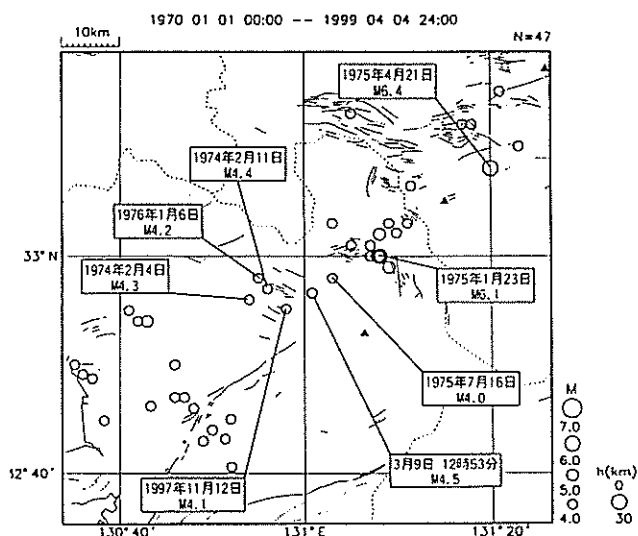
領域aのM-T図



領域aの回数積算図

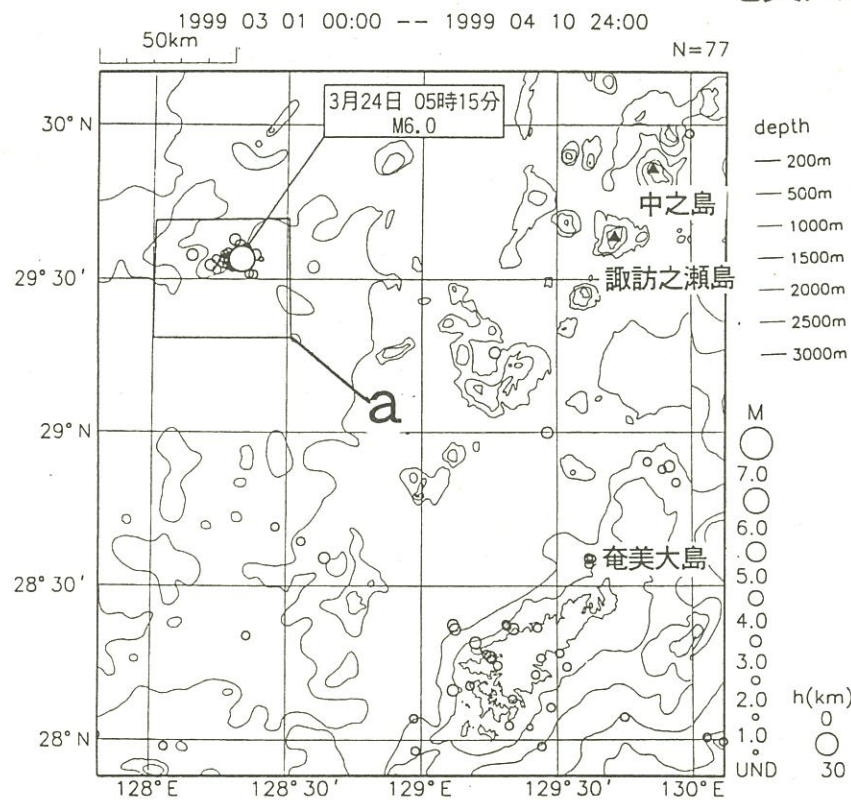


震央分布図 (M4以上)

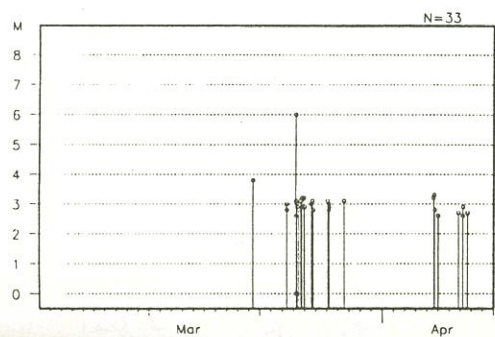


気象庁

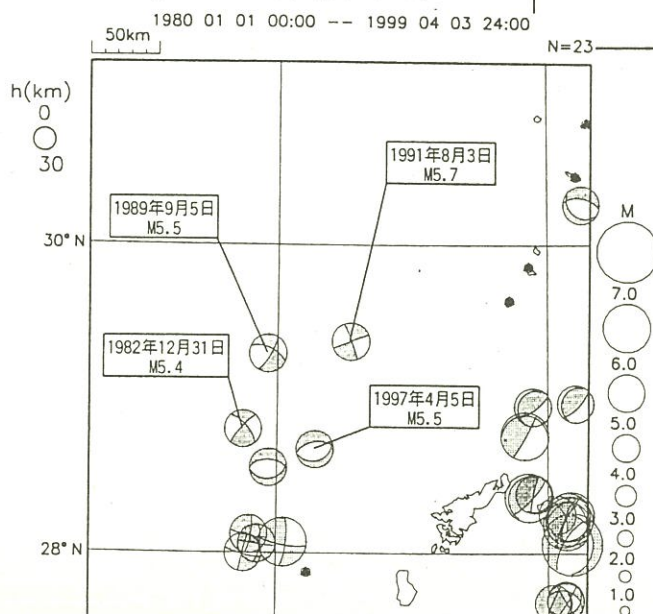
奄美大島北西沖の地震活動



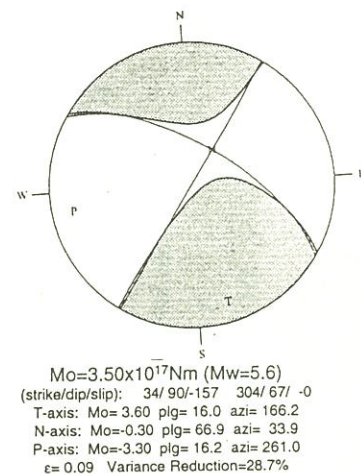
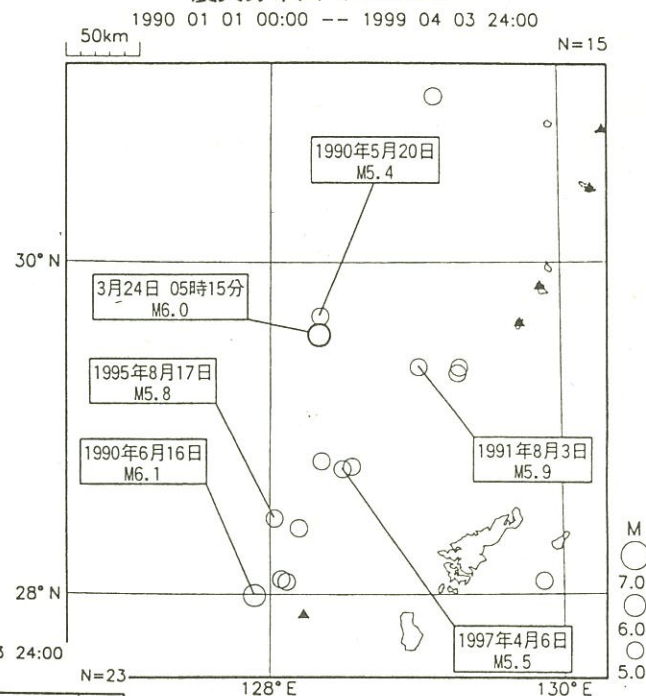
領域aのM-T図



主なメカニズム解 (ハーバード大学による)

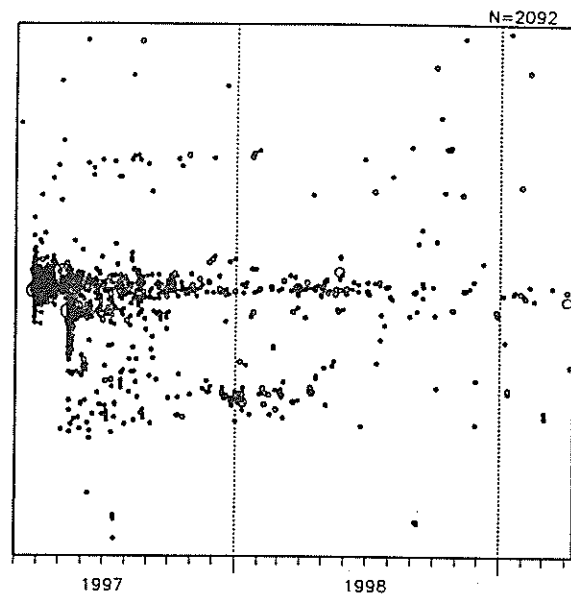
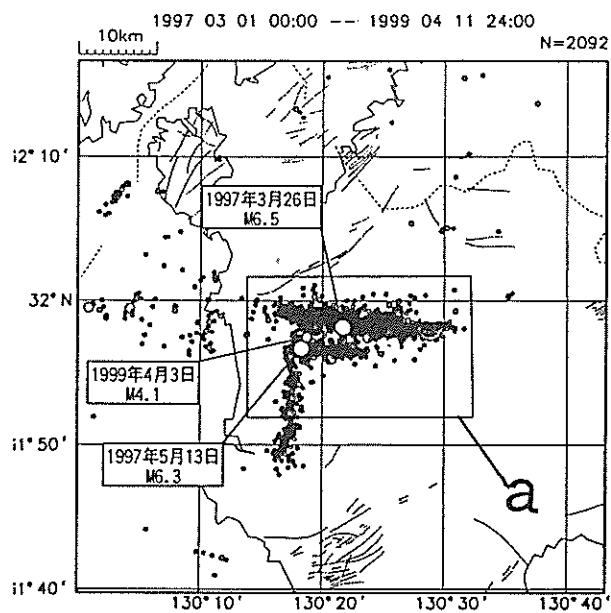


震央分布図 (M5以上)



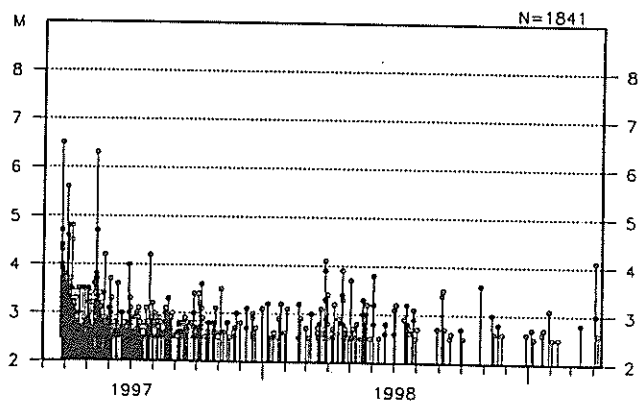
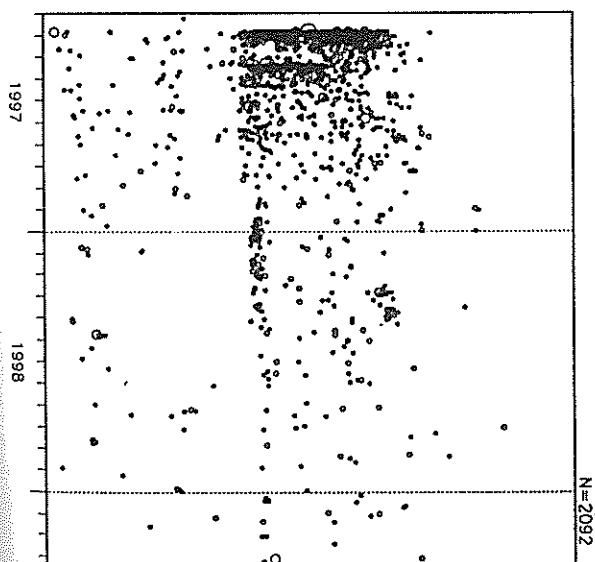
鹿児島県北西部(薩摩地方)の地震活動(1) (M2. 5以上)

時空間分布図 (南北)



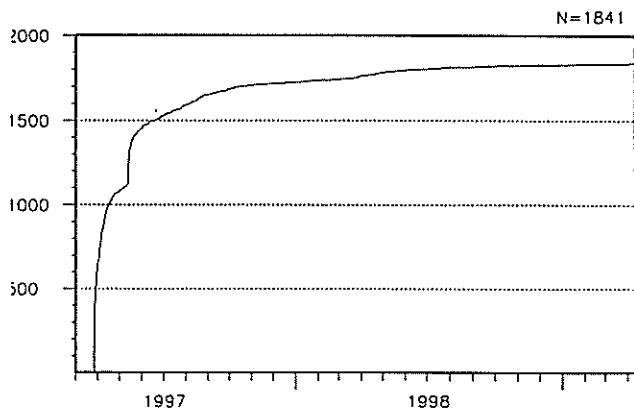
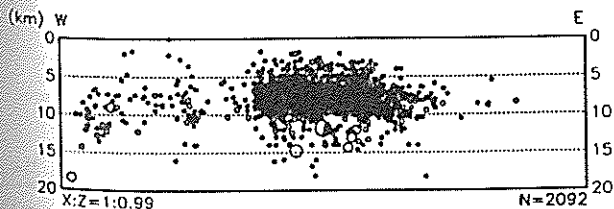
領域aのM-T図

時空間分布図 (東西)



領域aの回数積算図

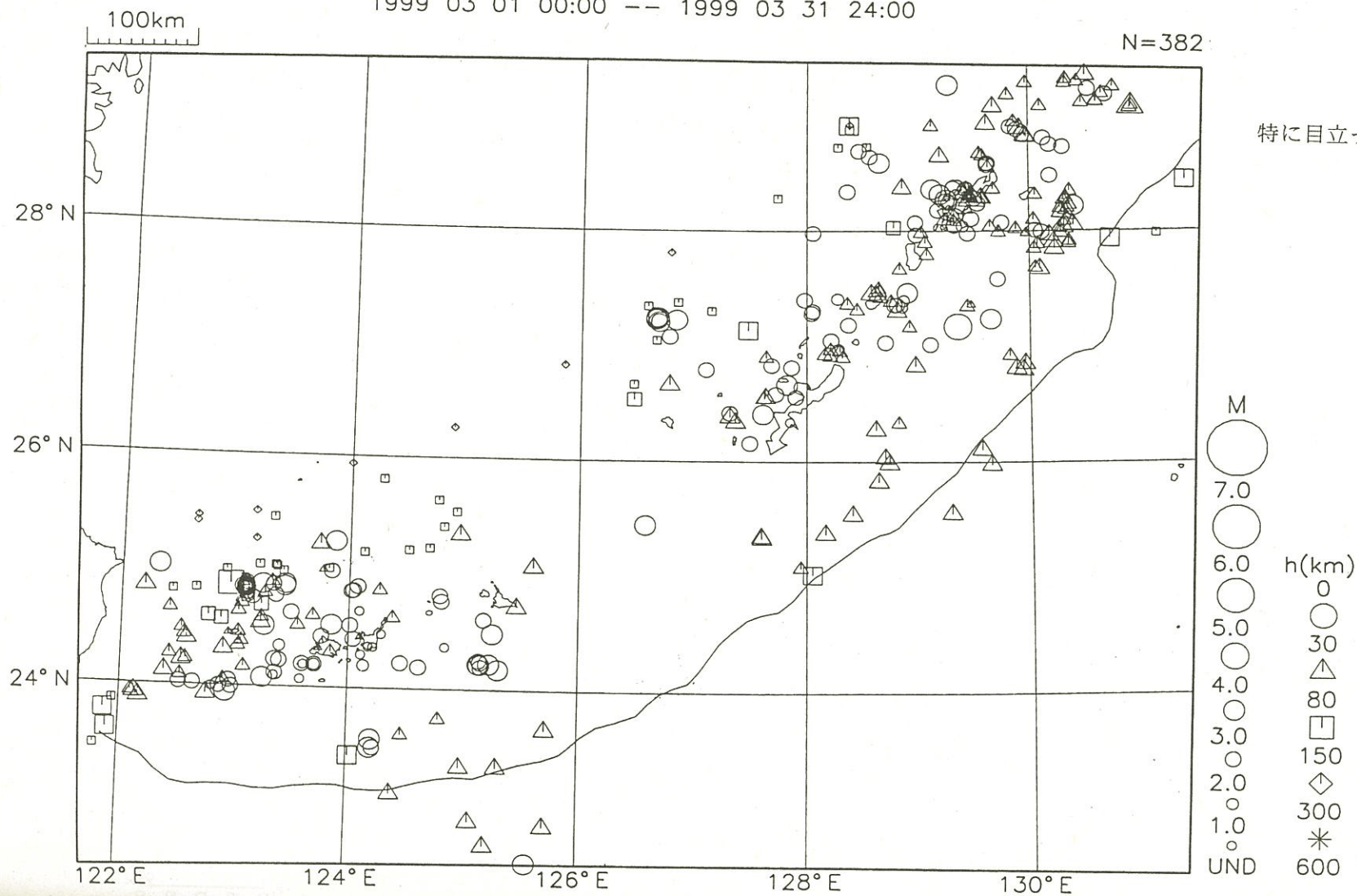
東西断面図



沖縄地方

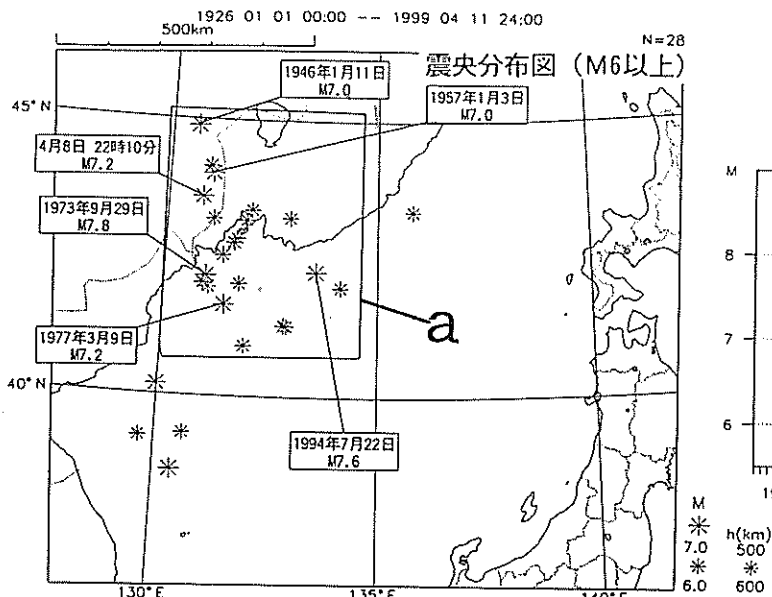
1999 03 01 00:00 -- 1999 03 31 24:00

N=382



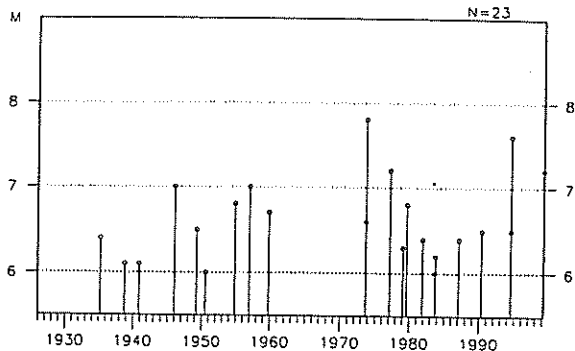
特に目立った活動はない。

ウラジオストク付近の地震(1999/4/8 22h10m M7.2 h=約600km)

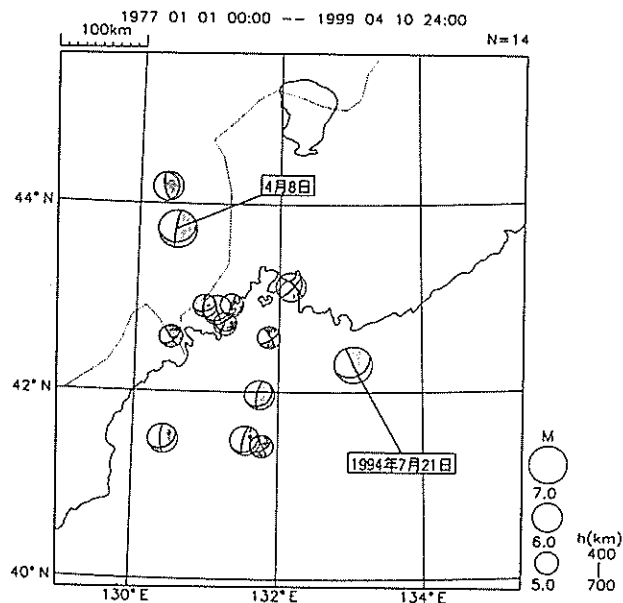


領域 a の M-T 図

1926 01 01 00:00 -- 1999 04 11 24:00

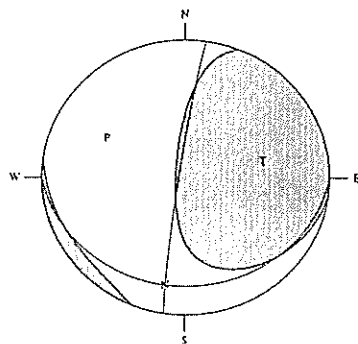


主なメカニズム解 (ハーバード大学による)



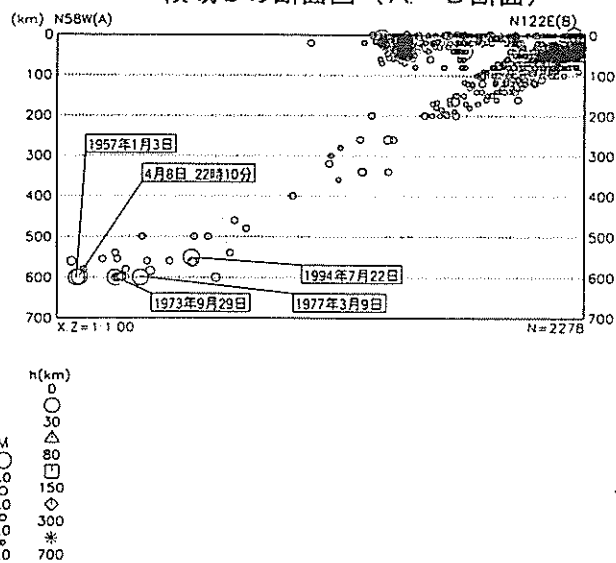
CMT解

1999/4/8 22:10:33.8

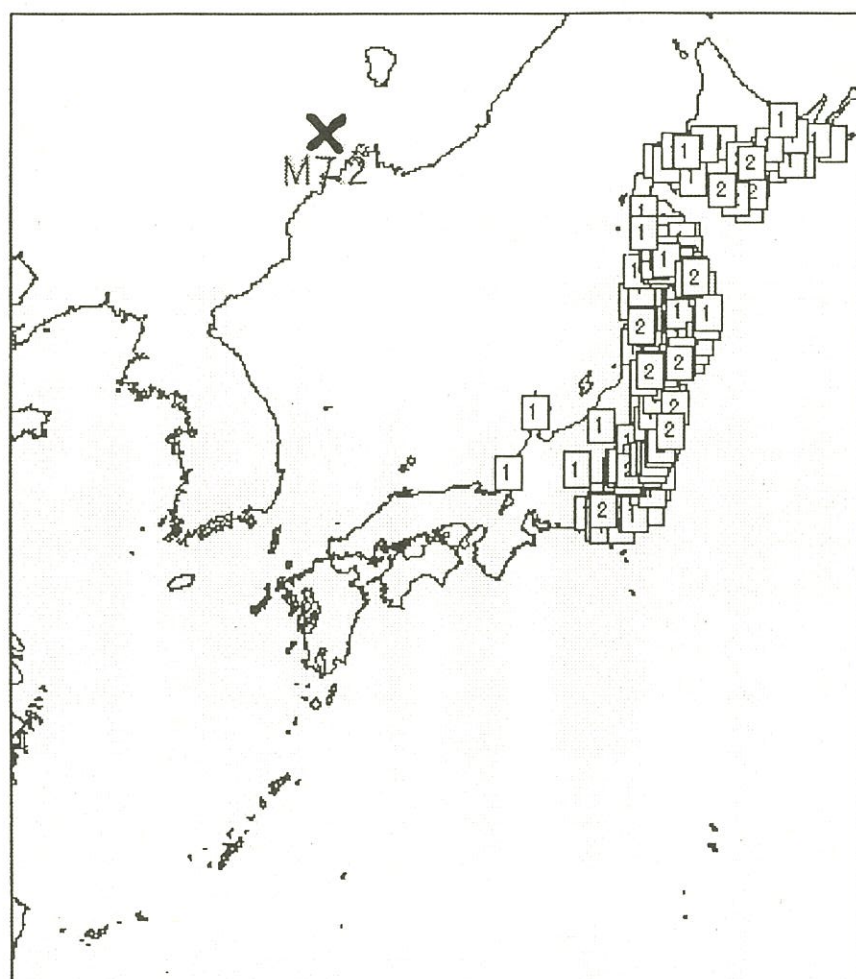


$M_0 = 4.75 \times 10^{19} \text{ Nm}$ ($M_w = 7.1$)
 (strike/dip/slip): 90/22/171 188/87/68
 T-axis: $M_0 = 5.26$ plg=44.1 azi=77.2
 N-axis: $M_0 = -1.02$ plg=21.6 azi=189.7
 P-axis: $M_0 = -4.24$ plg=38.1 azi=297.7
 $\epsilon = 0.19$ Variance Reduction=63.1%

領域 b の断面図 (A-B 断面)



震度分布図



凡例	
7	震度7
6	震度6強
6	震度6弱
5	震度5強
5	震度5弱
4	震度4
3	震度3
2	震度2
1	震度1

1999/04/08 22:10 9ウラジオストク付近 193K M7.2 43° 36' N 130° 48' E 598.0km