

## 1. 三陸沖の地震

1989年11月23日および1992年7月18日に三陸はるか沖でM7.1とM6.9の地震が発生した(図Ⅱ-1-5, 図Ⅱ-1-7参照)。三陸はるか沖では1920年代から1930年代にかけて, 1928年岩手県沖のM7.0, 1933年三陸はるか沖のM8.1(日本海溝直下の正断層型巨大地震), 1935年三陸はるか沖のM6.9の地震など地震活動が非常に活発であった。さらに, 1960年代も1960年三陸はるか沖のM7.2とM6.7, 1968年岩手県沖のM7.2の地震などが発生し活動が活発であった。その後はM7クラスの地震は発生せず静穏な期間が続いていたが, 上記の1989年M7.1, 1992年M6.9の地震が発生し, 地震活動が最近また活発化している(図Ⅱ-1-1, 図Ⅱ-1-2参照)。これら二つの地震の震源域は隣接しており一部分重複している(図Ⅱ-1-6, 図Ⅱ-1-8参照)。発震機構の解析から, これらの地震はプレート境界で発生するプレート境界地震の特徴である低角逆断層型のメカニズム解を持つことがわかっている。

東北地方の太平洋側はるか沖に近接して発生した1981年の宮城県沖の地震(M7.0), 1989年の三陸沖の地震(M7.1), 1992年の三陸沖の地震(M6.9)の前震・本震・余震の震央分布を図Ⅱ-1-9に示す。これらの地震活動の特徴として, 最大地震の数時間~数日前に顕著な前震活動が発生していることがあげられる。このことは, この地域に発生する大地震の直前予知において極めて重要な情報である。もう一つの特徴として, 三陸沖では地震がまったく発生していない地域があるということがあげられる。たとえば1981年1月19日の地震(M7.0)の震源域(図Ⅱ-1-9(A))のすぐ北側は東北大学の微小地震観測の開始以来, 地震活動の空白域のままであり, 大きな地震の余震活動もこの地域を避けて発生しているように見える。

この特徴は図Ⅱ-1-10に, より顕著にみられる。図は北海道大学, 弘前大学, 東北大学の各微小地震観測網の観測データを併合処理し, 再決定した地震の震央分布である。この併合処理により北海道から東北地方までの広大な地域を包括する観測網が実現し, 地震の検知能力が格段に向上したため, 三陸沖で発生した地震の震源決定精度が改善されている。この図から, 東北地方の太平洋側はるか沖では, 地震はいくつかの「巣」に分かれて発生しており, これらの「巣」では繰り返して地震が発生するが, それぞれの「巣」と「巣」の間では地震は発生していないことがわかる。このような地震活動の空白域が, 将来発生するであろう地震の震源域となるのか, あるいは非地震的にすべりが生じて地震を起こさない場所であるのかは, 今後さらに検討を進めて行くべき重要な課題である。

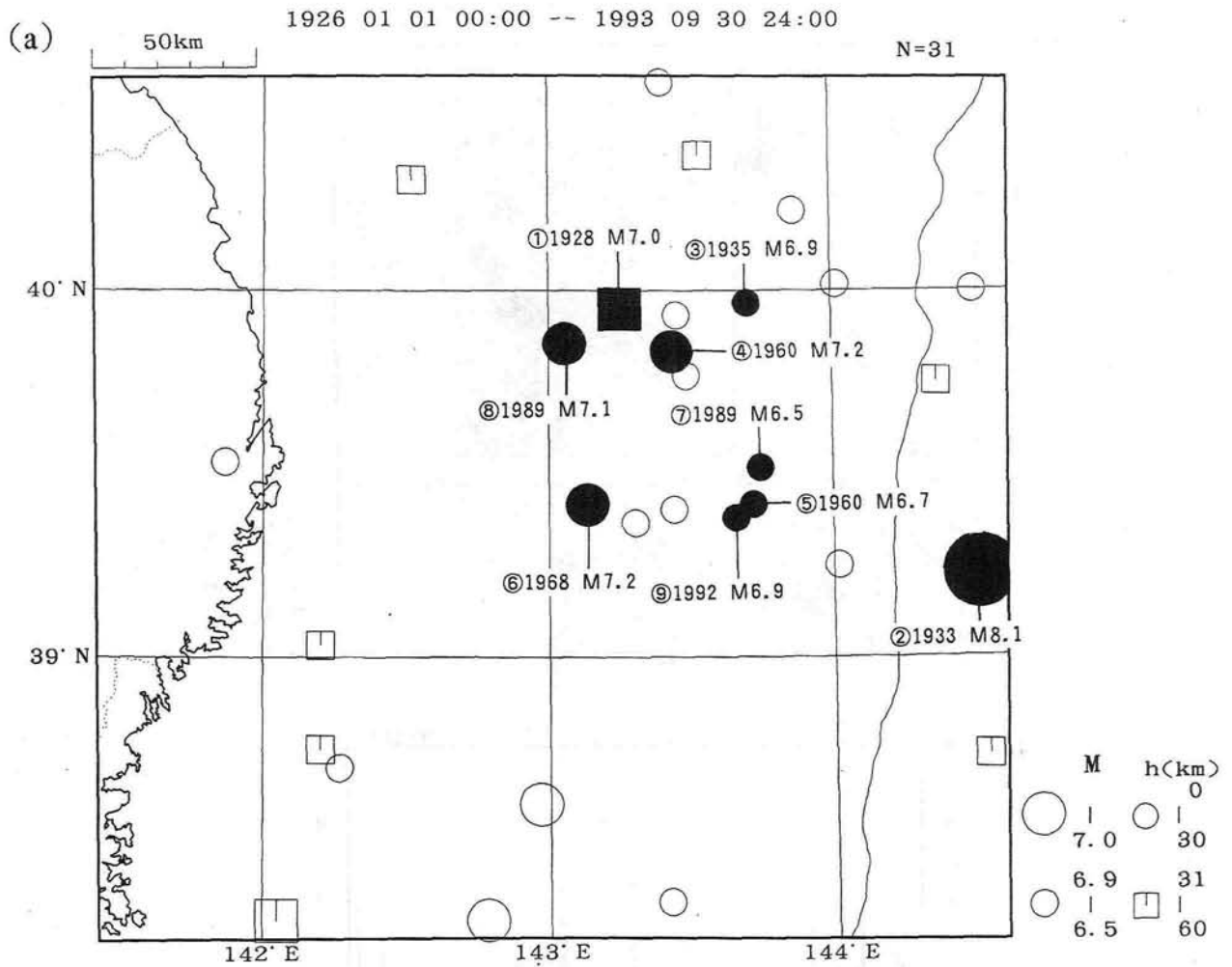
三陸沖に発生する地震のP波とS波の間に顕著なsP波が観測される場合がある。このsP波とP波の走時差を利用して震源の深さを精度よく決定した結果, 1989年および1992年の三陸沖の地震の余震活動は, 日本海溝から陸側に向かって高々10度程度の非常に低角度で傾斜した面上に分布していることがわかった(図Ⅱ-1-11)。1992年7月18日のM6.9の地震発生後, 震源域直上に海底地震計が設置され, 余震の詳細な震源分布が得られた(図Ⅱ-1-12)。この結果でも, 極めて低角度で傾斜した震源分布が示された。1989年および1992年の本震のメカニズム解が低角(14度および11度; Dziewonski et al., 1990, 1993)逆断層型であることから, この余震分布は太平洋プレートの上部境界面の位置を表していると考えられ, プレート境界域のダイナミクスを理解する上で重要な情報となる。

これら二つの地震に伴って、複数の観測点で本震直後から数日間にわたって余効的な歪変化が観測された。ただし、1989年の地震については、震源に最も近い宮古観測点（MYK）で余効変動と考えられる歪変化が観測されているが、ノイズの多い時期に発生したこともあって、あまり明瞭ではない。1992年の地震発生後、宮古観測点（MYK）では、顕著な余効変動が検出された（図Ⅱ-1-13）。国立天文台水沢の江刺観測点（ESS）でも同様の余効変動が検出された。特に余効変動が顕著なMYKの伸縮計2成分（EXT1, EXT3）とESSのEW成分について、本震後の歪変化の時定数を求めた結果、各々0.41日、0.48日、0.50日となった（図Ⅱ-1-14）。この観測事実は、プレート境界で本震時のすべり量を上回る非地震性すべりが発生した可能性を示すもので（例えば川崎, 1992）、この地域のサイスミックカップリングを議論する上でも極めて重要な情報を与える。

[長谷川 昭]

#### 参 考 文 献

- 1) Dziewonski, A. M. et al. : Phys. Earth Planet. Inter., 62 (1990), 185-193.
- 2) Dziewonski, A. M. et al. : Phys. Earth Planet. Inter., 79 (1993), 287-297.
- 3) 日野亮太・ほか：地球惑星科学関連学会1993年合同大会予稿集, (1993), 29.
- 4) 川崎一郎：月刊地球, 号外No. 4 (1992), 106-116.
- 5) 松澤 暢・ほか：地球惑星科学関連学会1994年合同大会予稿集, (1994), 197.
- 6) 三浦 哲・ほか：シンポジウム「これからの地殻変動研究・観測と地震予知」収録 (1993), 130-136.
- 7) 田村良明・ほか：地震学会1992年度秋季大会講演予稿集, (1992), 326.
- 8) 海野徳仁・ほか：地震学会1992年度秋季大会講演予稿集, (1992), 193.



(b)

三陸はるか沖の被害・津波地震 (1926年～1993年)

No.	年 月 日	時 分	震央地名	緯度(N)	経度(E)	深さ km	M	津波の最大波高と被害
1	1928 5 27	18 50	岩手県沖	39° 57'	143° 15'	40	7.0	25cm(石巻)
2	1933 3 3	02 31	三陸はるか沖	39° 14'	144° 31'	10	8.1	23m(白浜) : 死者・不明 3,064
3	1935 10 13	01 45	三陸はるか沖	39° 58'	143° 42'	0	6.9	33cm(八戸)
4	1960 3 21	02 07	三陸はるか沖	39° 50'	143° 26'	0	7.2	81cm(八戸) : 震害あり
5	1960 3 23	09 23	三陸はるか沖	39° 25'	143° 43'	0	6.7	29cm(鮎川)
6	1968 6 12	22 41	岩手県沖	39° 25'	143° 08'	0	7.2	78cm(鮎川)
7	1989 10 29	14 25	三陸はるか沖	39° 31.1'	143° 44.6'	0	6.5	7cm(宮古) (高さの最大)
8	1989 11 2	03 25	岩手県沖	39° 51.3'	143° 03.4'	0	7.1	53cm(宮古) (高さの最大)
9	1992 7 18	17 36	三陸はるか沖	39° 22.8'	143° 39.3'	0	6.9	23cm(大船渡) (高さの最大)

図Ⅱ-1-1 1926年以降の三陸はるか沖の地震活動。(a) 被害・津波を伴った地震の震央分布と、(b) 地震の表(気象庁による)。

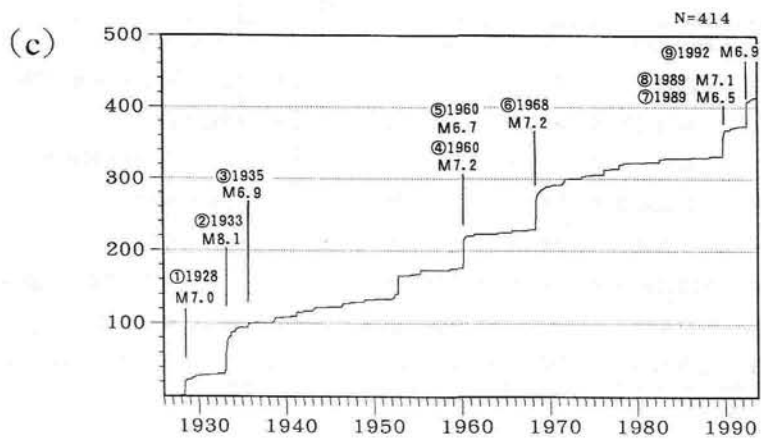
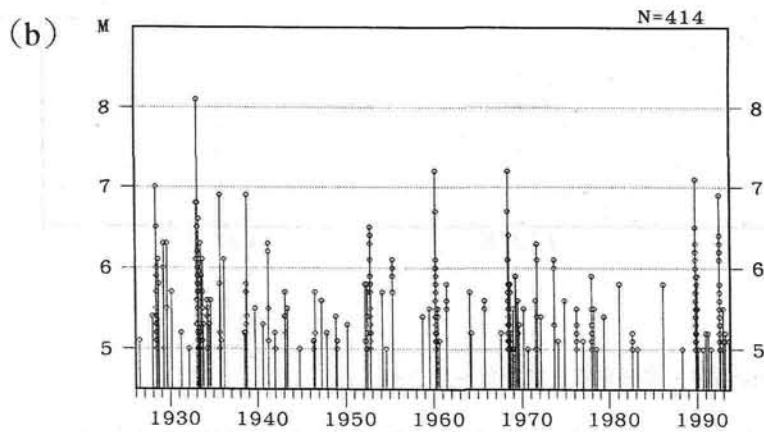
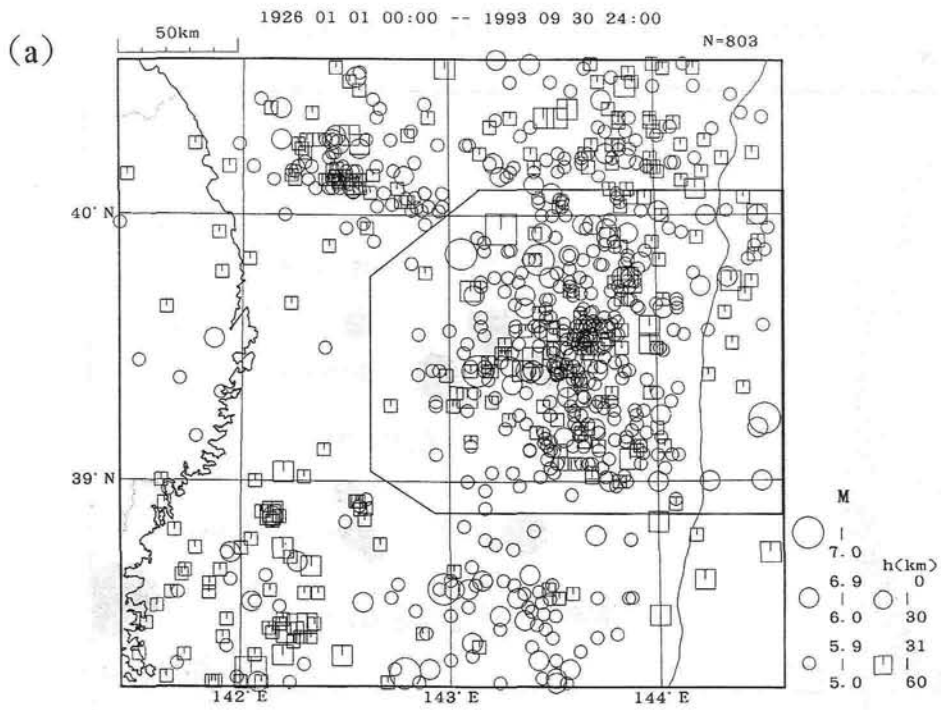
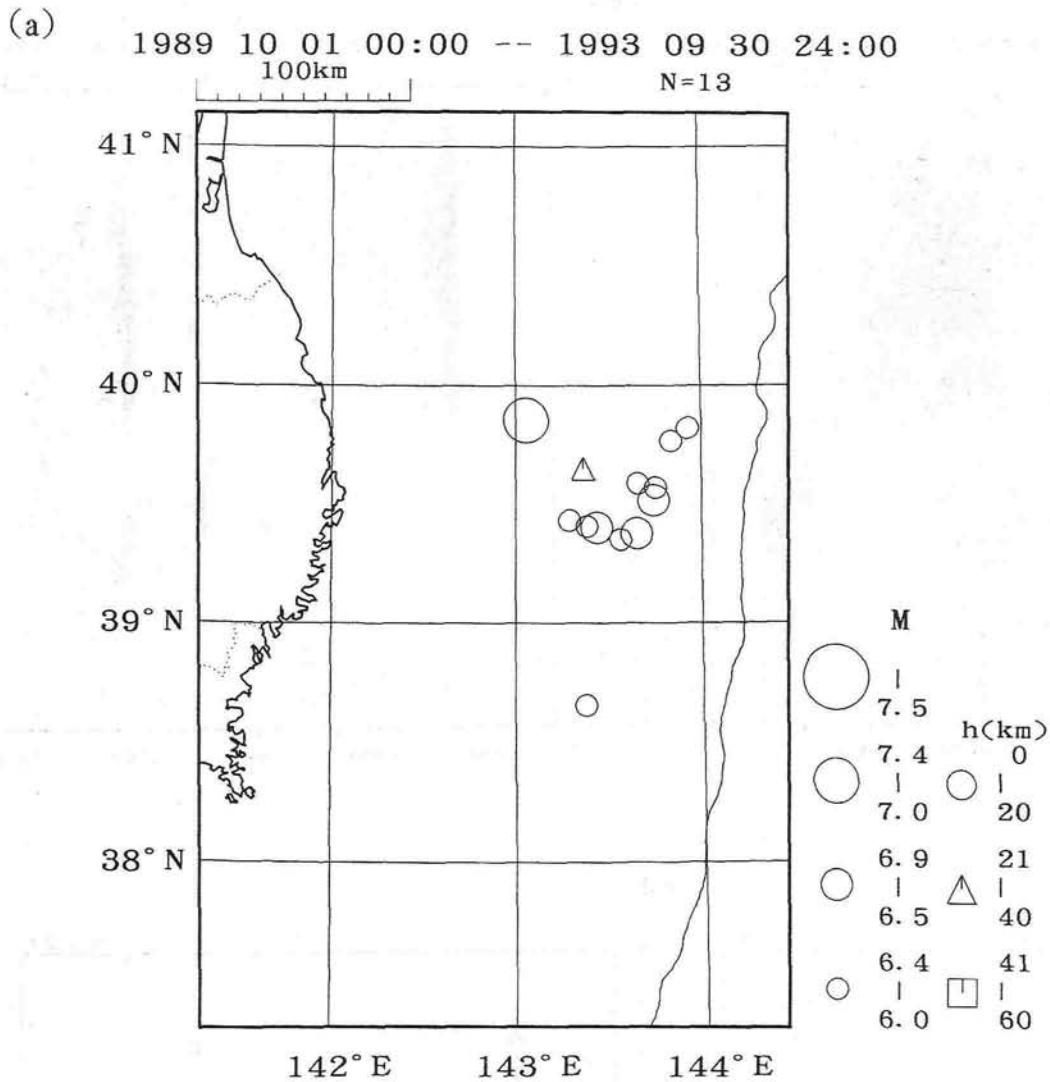


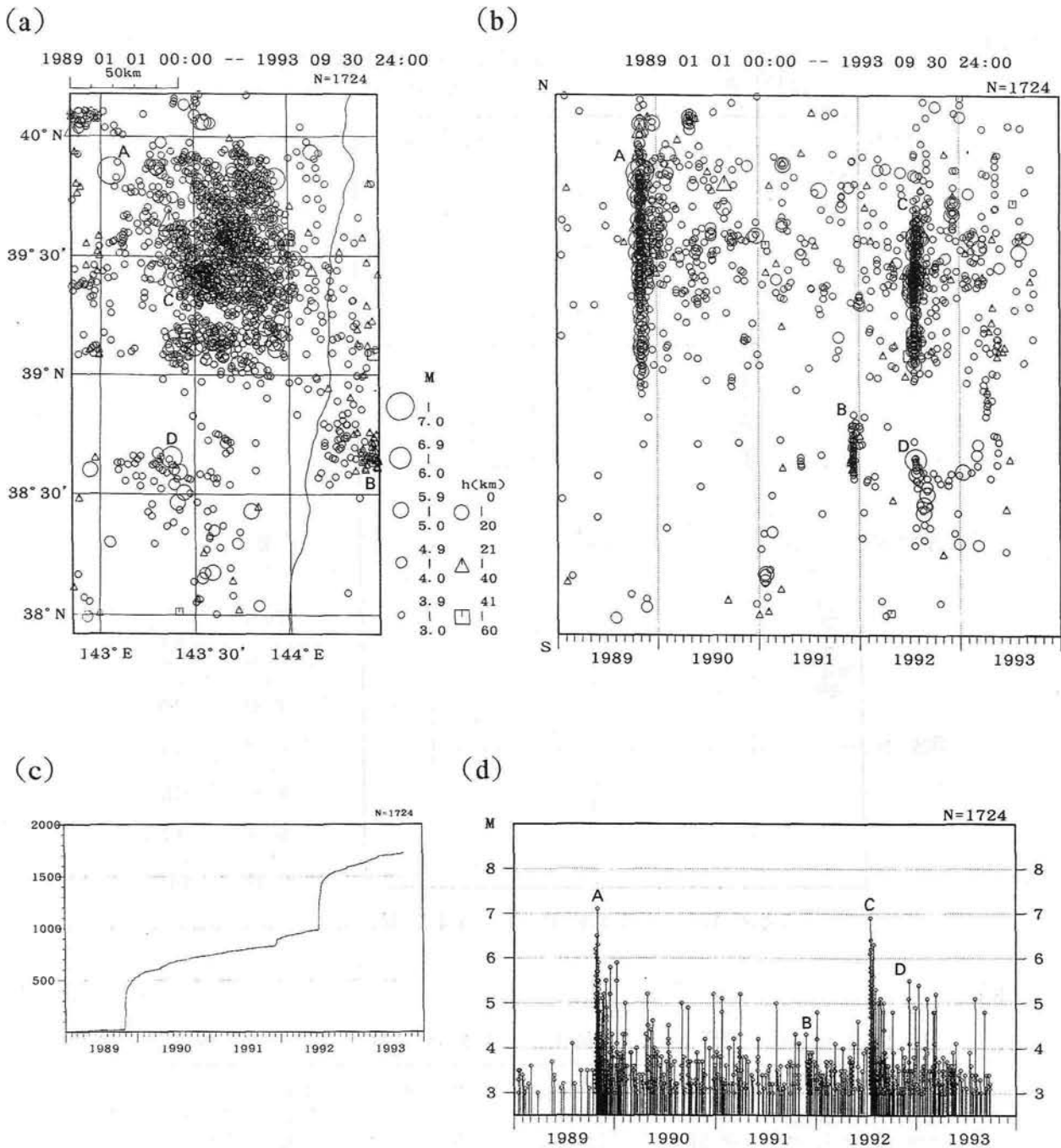
図 II - 1 - 2 (a) 1926年以降の三陸はるか沖のM5以上の地震の震央分布。(b) (a)図で枠で囲った領域内の地震のM-T (マグニチュード-時間) 図および, (c) 発生回数積算図 (気象庁による)。



(b)

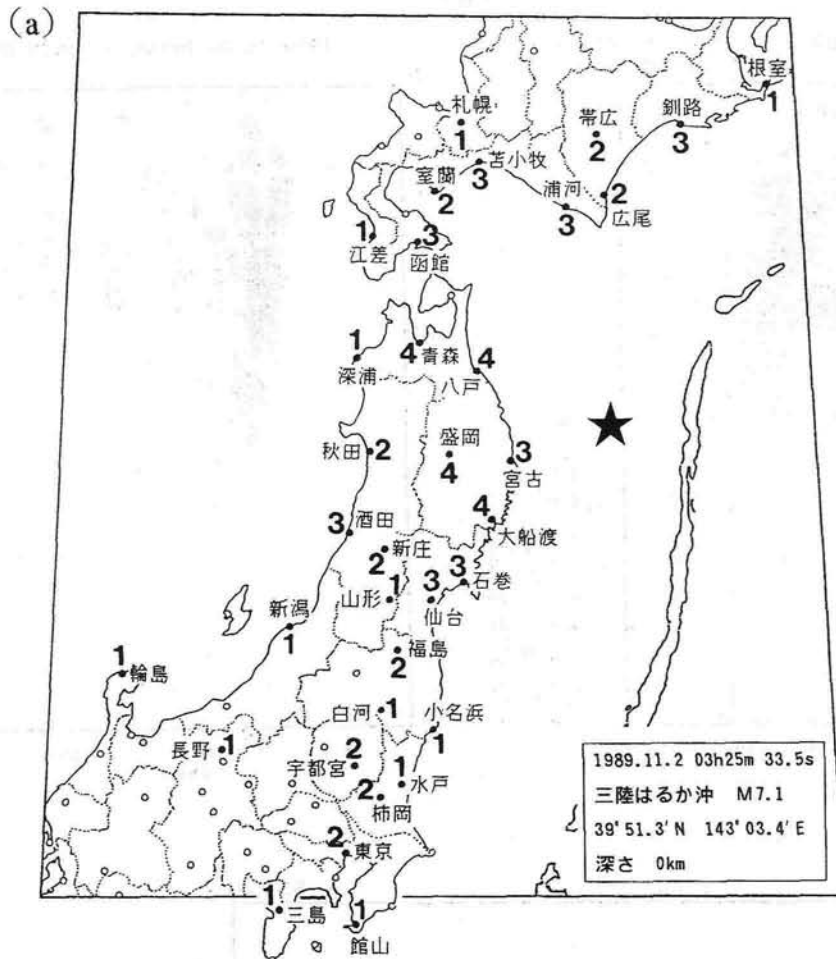
年 月 日 時 分	緯度(N)	経度(E)	深さ(km)	M	震央地名
1989 10 27 02:06	39°46.0'	143°50.3'	9	6.2	三陸東方はるか沖
1989 10 27 10:45	39°49.4'	143°55.8'	0	6.1	三陸東方はるか沖
1989 10 29 12:09	39°34.3'	143°45.3'	0	6.0	三陸東方はるか沖
1989 10 29 14:25	39°31.1'	143°44.6'	0	6.5	三陸東方はるか沖
1989 11 02 03:25	39°51.3'	143° 3.4'	0	7.1	三陸東方はるか沖
1989 11 02 03:36	39°39.1'	143°21.9'	29	6.3	三陸東方はるか沖
1992 07 16 09:00	39°21.2'	143°34.0'	1	6.1	三陸東方はるか沖
1992 07 18 17:36	39°22.8'	143°39.3'	0	6.9	三陸東方はるか沖
1992 07 18 17:39	39°24.2'	143°26.2'	0	6.9	三陸東方はるか沖
1992 07 18 19:20	39°24.5'	143°23.3'	3	6.4	三陸東方はるか沖
1992 07 18 22:56	39°26.0'	143°17.5'	0	6.2	三陸東方はるか沖
1992 07 25 11:53	39°39.2'	143°22.6'	0	6.0	宮城県東方はるか沖
1992 07 29 13:30	39°35.3'	143°39.6'	0	6.3	三陸東方はるか沖

図 II - 1 - 3 最近(1989年以降)の三陸はるか沖の地震活動。(a) M6以上の震央分布と、(b)地震の表(気象庁による)。



- A : 1989年10月27日からの活動
- B : 1991年12月の日本海溝の東側の活動
- C : 1992年7月16日からの活動
- D : 1992年7月25日から宮城県沖に飛び離れた活動

図Ⅱ-1-4 最近(1989年以降)の三陸はるか沖の地震活動。M3以上の地震の(a)震央分布図、(b)時空間分布図、(c)発生回数積算図、(d)M-T図(気象庁による)。



(b) 三陸はるか沖の地震回数(宮古67型による)  
 1989.10.27.00h --- 11.8.24h

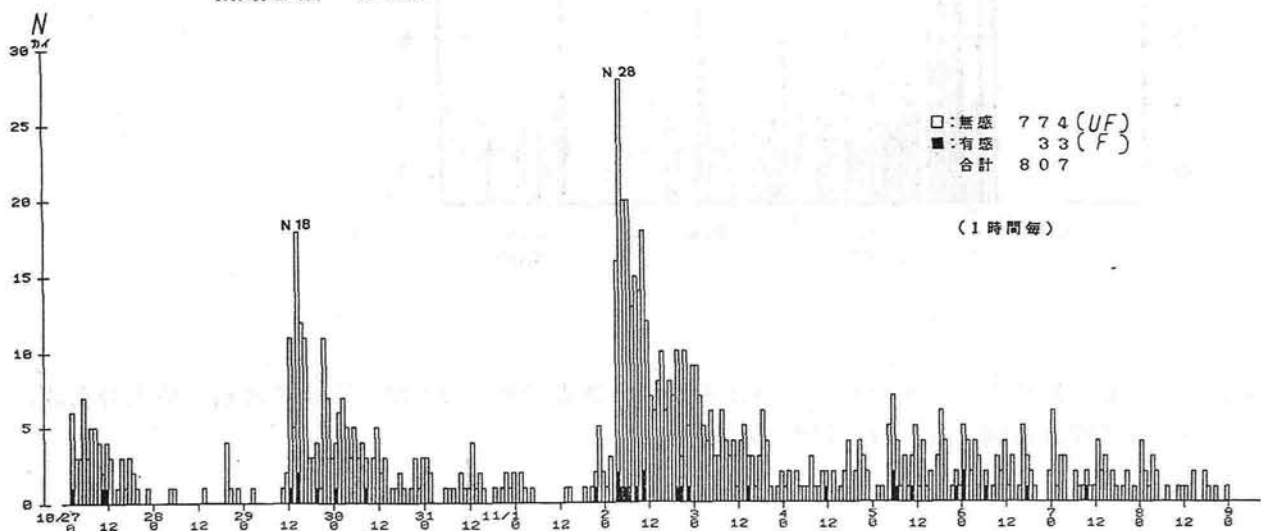
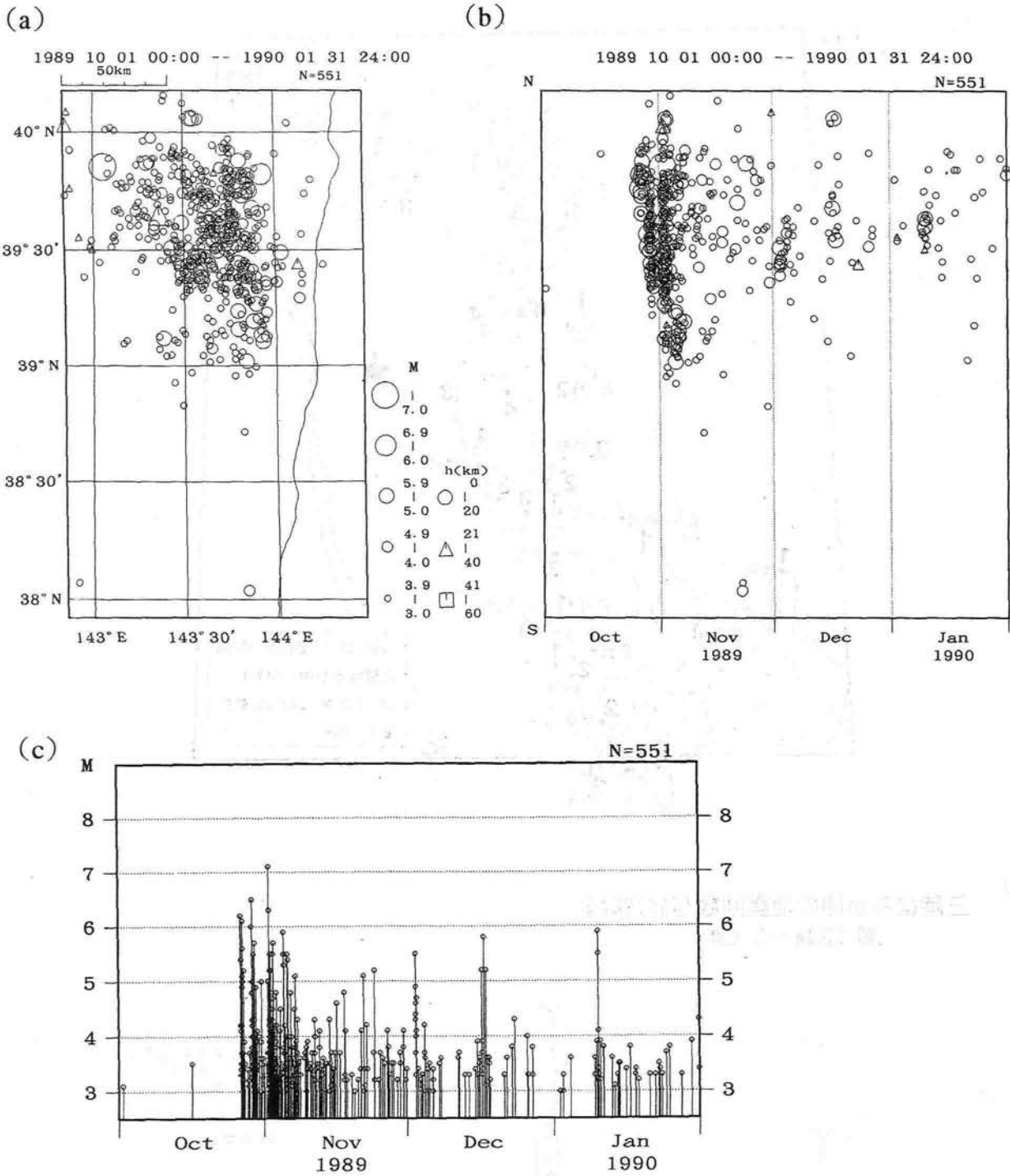


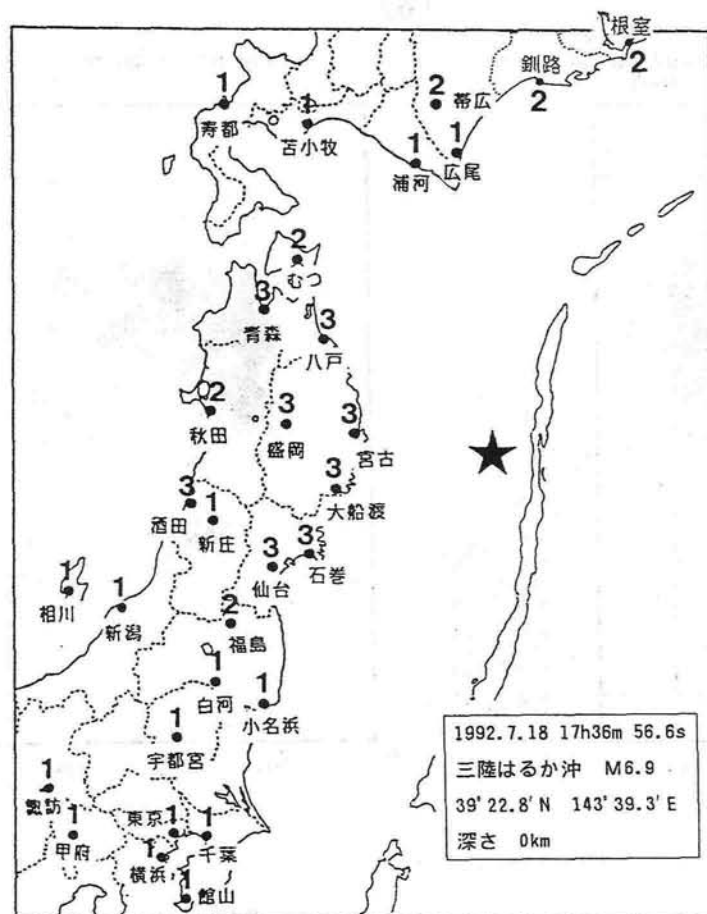
図 II - 1 - 5 1989年10月~11月の三陸はるか沖の地震活動。(a) 最大地震の震央(星印)と震度分布, (b) 宮古で観測された地震回数グラフ(気象庁による)。



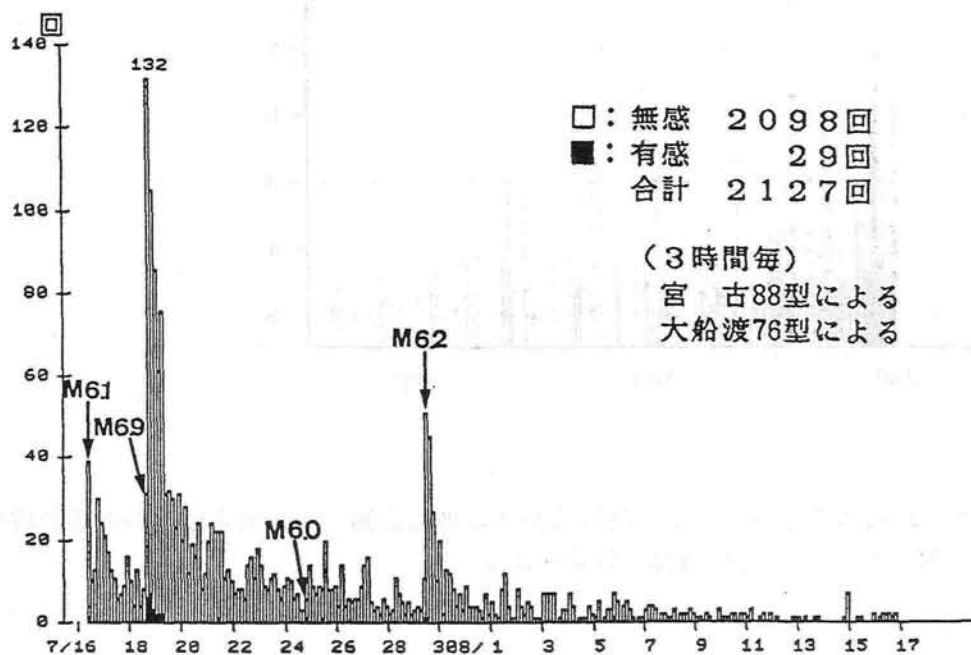
図Ⅱ-1-6 1989年10月～11月の三陸はるか沖の地震活動。(a) M3以上の地震の震央分布図，(b) 時空間分布図，(c) M-T図（気象庁による）。



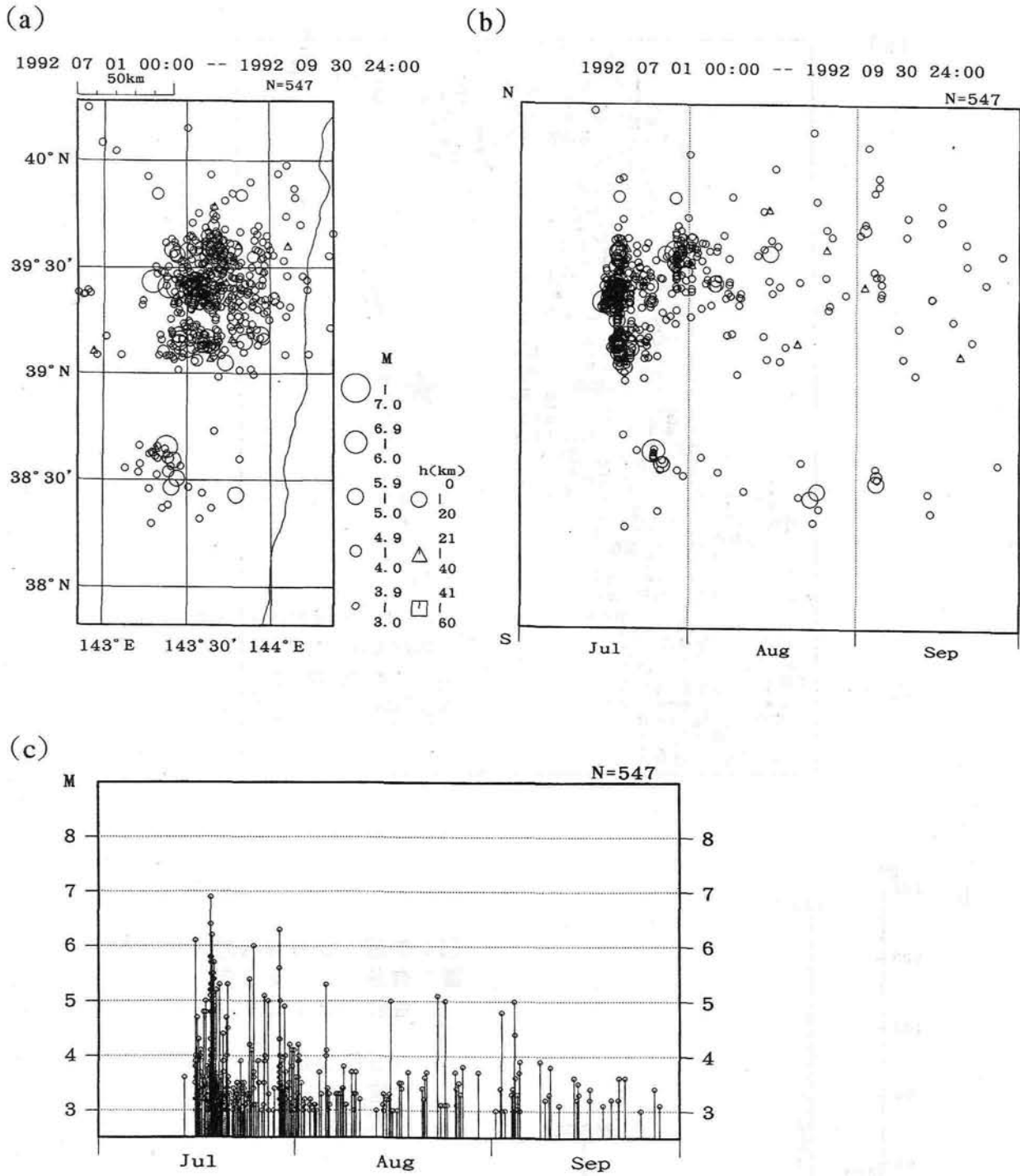
(a)



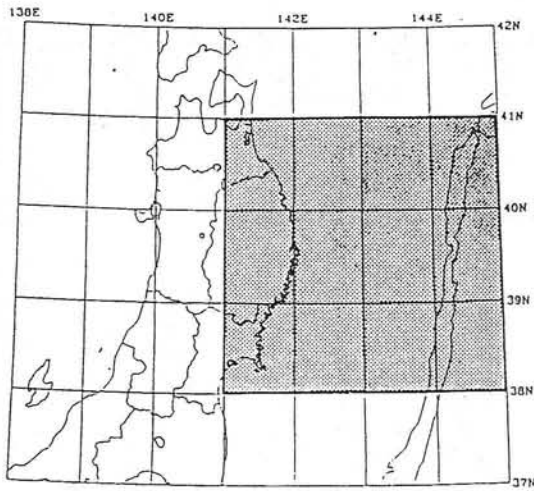
(b)



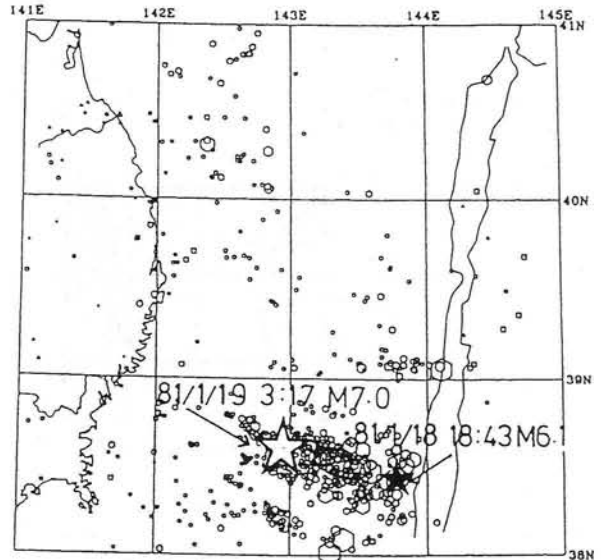
図II-1-7 1992年7月～8月の三陸はるか沖の地震活動。(a) 最大地震の震央(星印)と震度分布, (b) 宮古, 大船渡で観測された地震回数グラフ(気象庁による)。



図Ⅱ-1-8 1992年7月～8月の三陸はるか沖の地震活動。(a) M3以上の地震の震央分布図, (b) 時空間分布図, (c) M-T図 (気象庁による)。

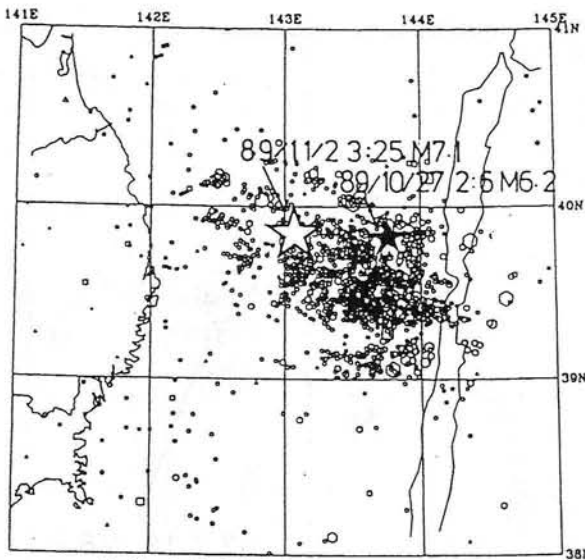


(A)



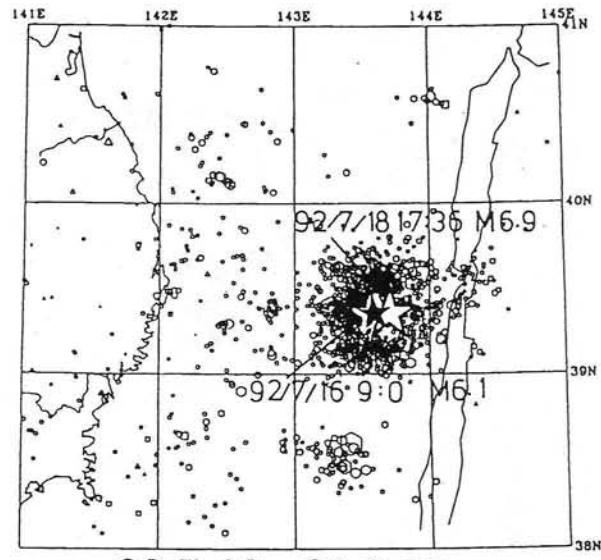
81.1.18 - 81.3.17

(B)

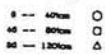


89.10.27 - 89.12.26

(C)



92.7.16 - 92.9.15



$M \geq 2$

$h < 100\text{km}$

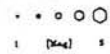
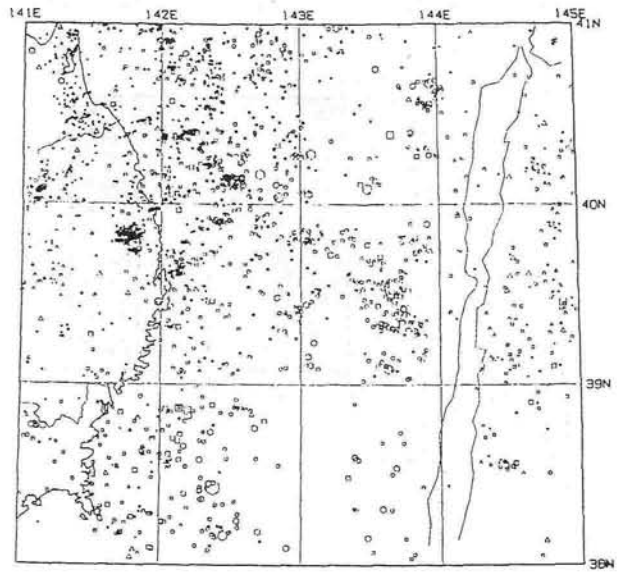
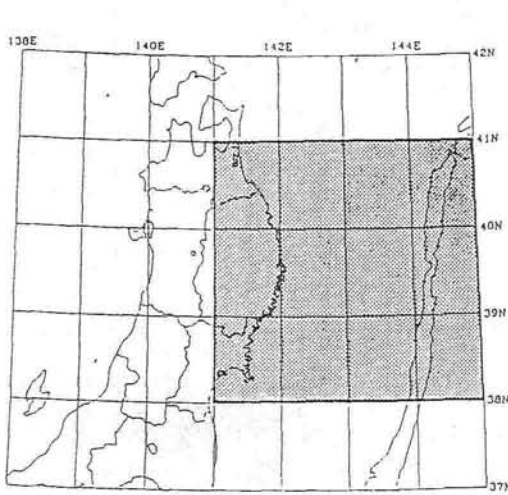


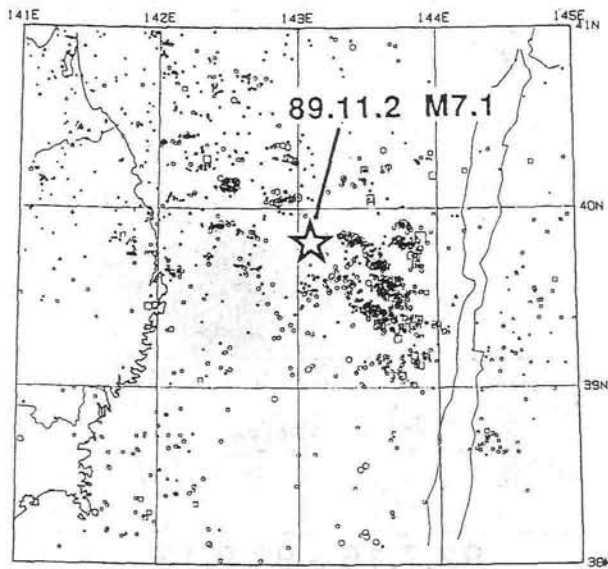
図 II - 1 - 9 三陸はるか沖に発生した地震の前震・余震活動 ( $M \geq 2$ )。各活動の最初の地震を★で、最大地震を☆でそれぞれ示す。(A) 1981年1月18日～3月17日。(B) 1989年10月27日～12月26日。(C) 1992年7月16日～9月15日(東北大学理学部による)。

(A)



84.1.1 — 89.10.26

(B)

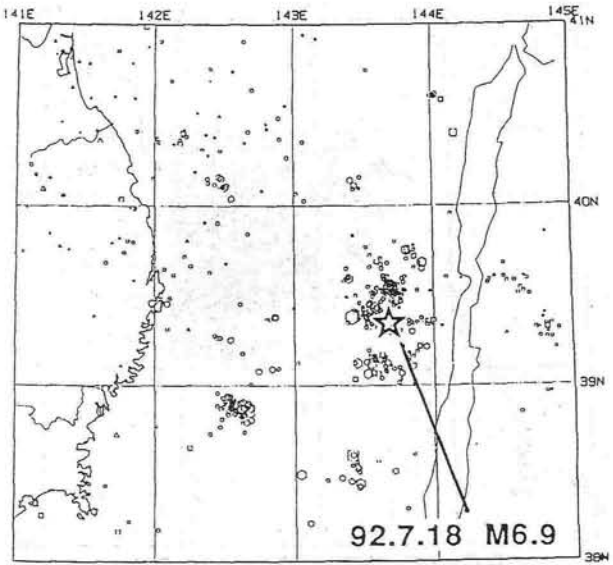


89.10.27 — 92.7.15

○ ○ ○ ○  
● ● ● ●  
■ ■ ■ ■

M ≥ 2

(C)



92.7.16 — 93.1.31

○ ○ ○ ○ ○ ○  
● ● ● ● ● ●

h < 100km

図Ⅱ-1-10 北海道大学, 弘前大学, 東北大学のデータの併合処理によって再決定された, 三陸はるか沖の地震の震央分布 ( $M \geq 2$ )。 (A) 1984年1月1日~1989年10月26日の震央分布。 (B) 1989年11月2日に発生した地震 ( $M7.1$ ) の前震・余震活動 (1989年10月27日~1992年7月15日)。 (C) 1992年7月18日に発生した地震 ( $M6.9$ ) の前震・余震活動 (1992年7月16日~1993年1月31日) (松澤・ほか, 1994)。

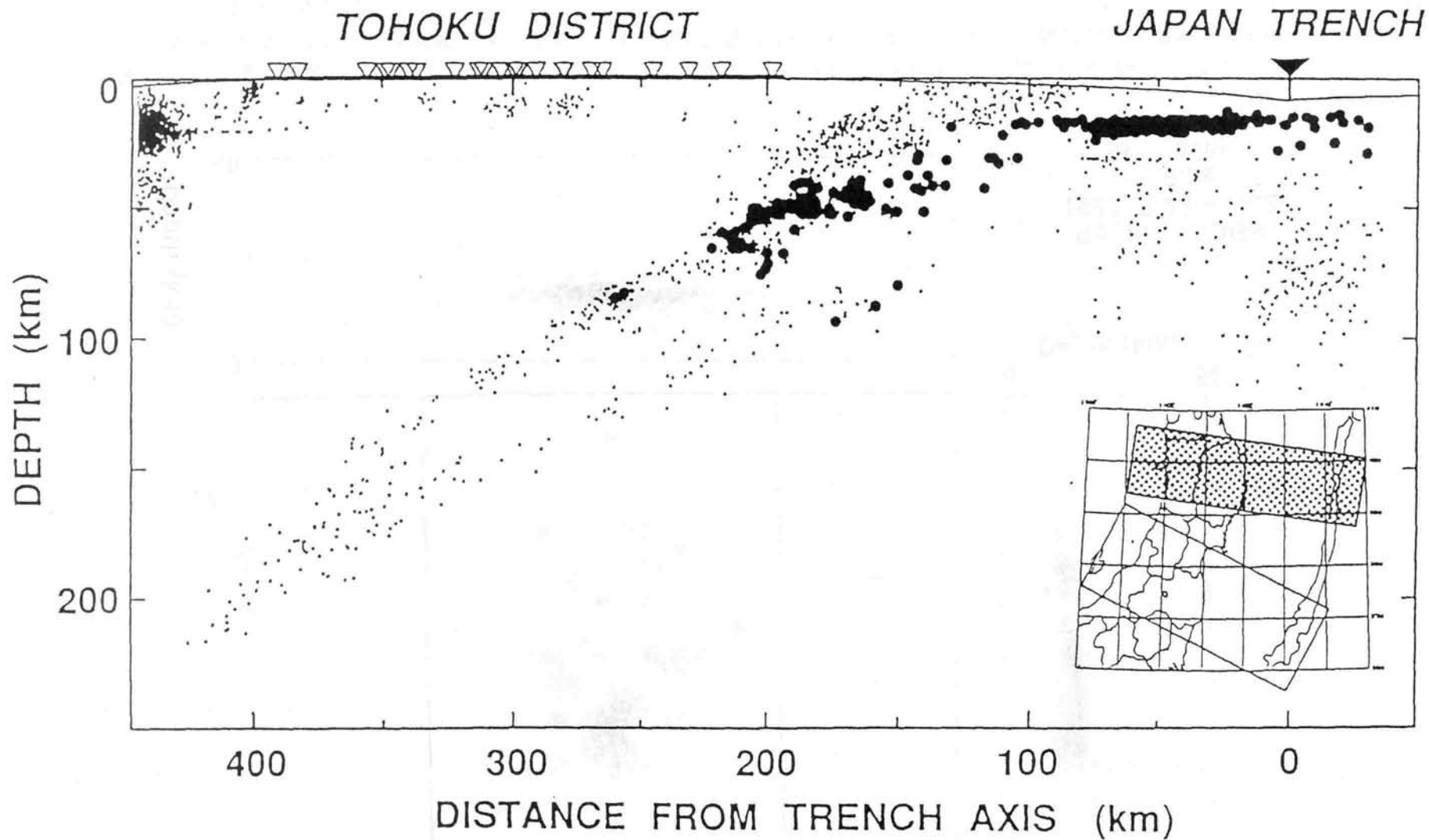


図 II - 1 - 11 sP波とP波の走時差により決定された三陸沖の地震の震源の深さ分布。挿入図の網目領域内の地震についてsP波で決定した震源の深さを大きい●印で、東北大学のルーチン処理による震源を小さい●印で示す（海野・ほか、1992）。

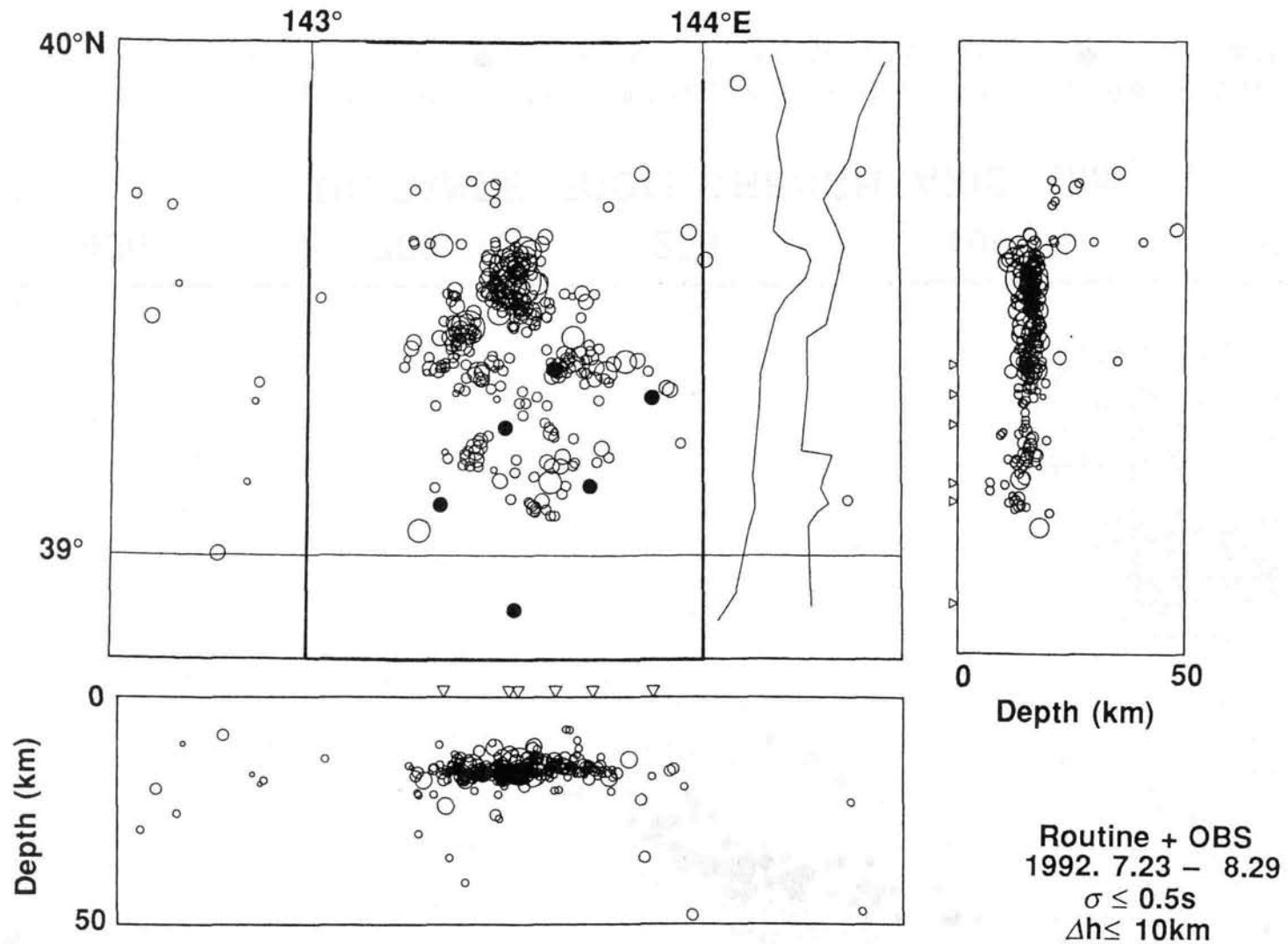
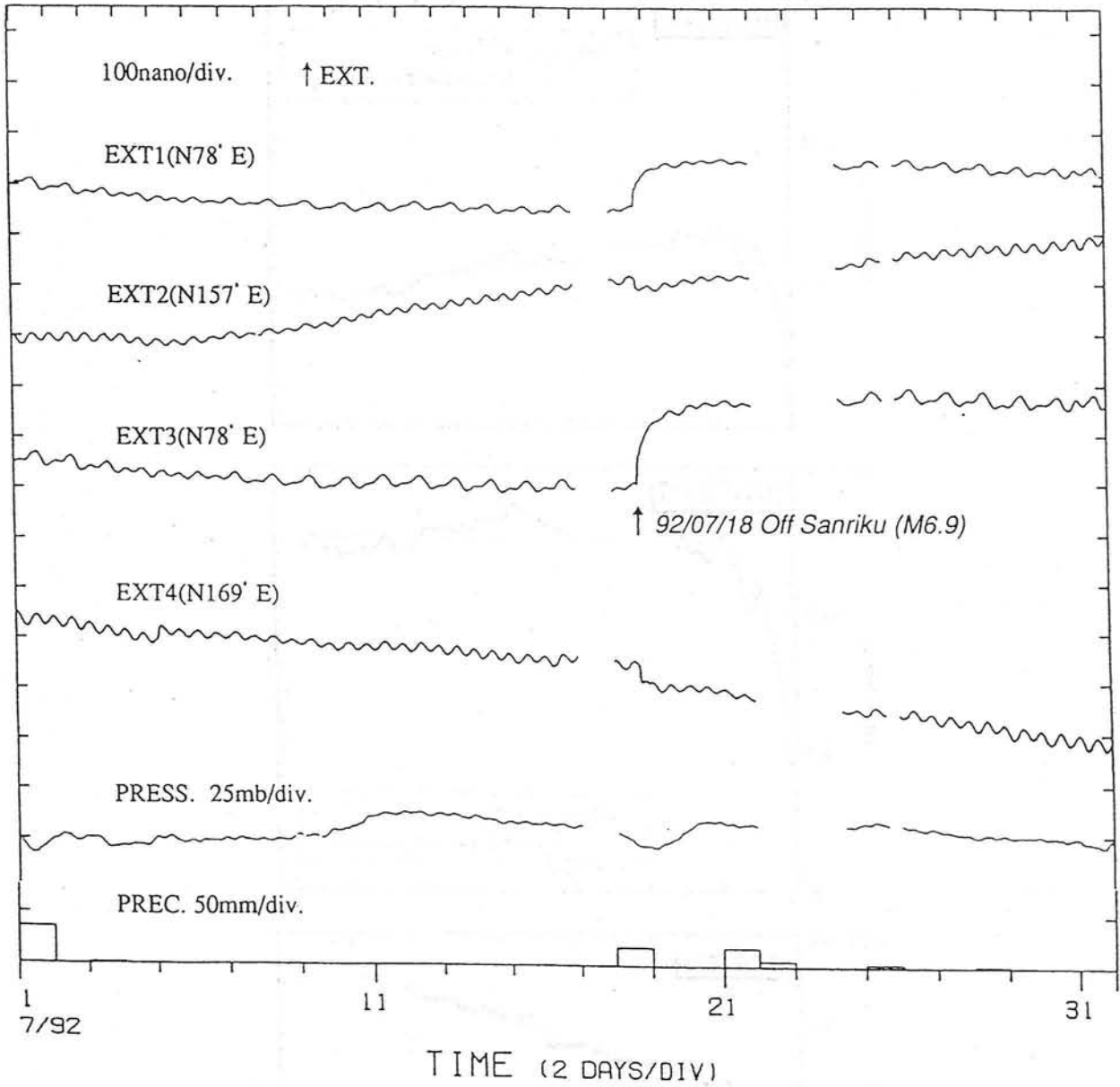
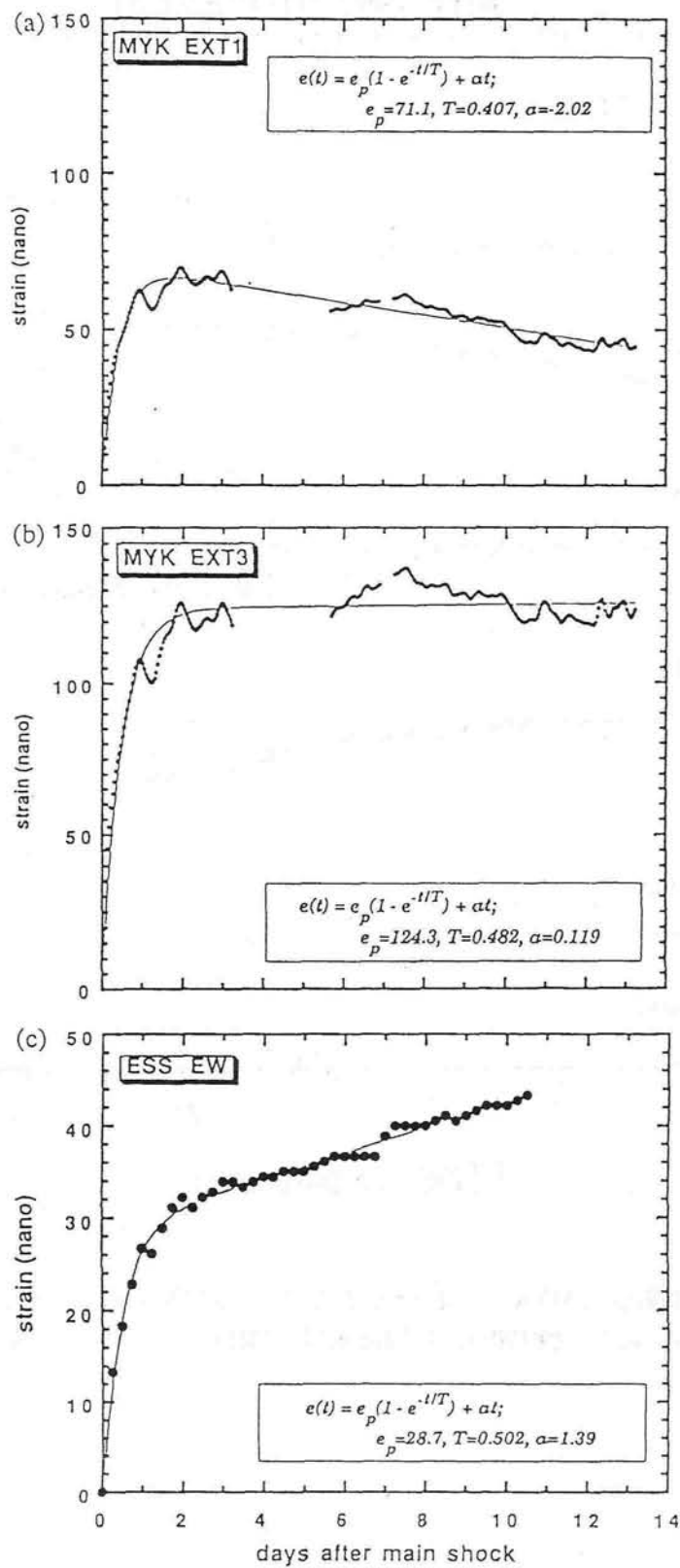


図 II - 1 - 12 海底地震観測によって得られた1992年三陸はるか沖の地震 (M6.9) の余震の震源分布。黒丸および鉛直断面図の三角印は、海底地震計の位置を示す。震源決定には、陸上の東北大学の微小地震観測点のデータも使った (日野・ほか, 1993)。

MYK 1992/7/1-1992/7/31



図Ⅱ-1-13 宮古観測点 (MYK) における歪変化 (1992年7月)。上から, 伸縮計4成分 (EXT1~EXT4), 気圧 (PRESS), 日別降水量 (PREC) を示す (三浦・ほか, 1993)。



図Ⅱ-1-14 上から、宮古観測点（MYK）における伸縮計のEXT1，EXT3，および国立天文台水沢の江刺地球潮汐観測施設（ESS）における伸縮計のEW（田村・ほか，1992）の各観測成分で観測された余効変動と推定された指数関数型の近似関数（三浦・ほか，1993）。