

2 - 3 東北地方およびその周辺の微小地震活動 (1997 年 11 月 ~ 1998 年 4 月)

Microearthquake Activity in and around the Tohoku District (November, 1997-April, 1998)

東北大学大学院理学研究科
Graduate School of Science, Tohoku University

1997 年 11 月 ~ 1998 年 1 月と 1998 年 2 月 ~ 4 月の各 3 ヶ月間に震源決定された微小地震の震央分布を第 1 図 ~ 第 4 図に示す。また, 1997 年 11 月 ~ 1998 年 4 月の期間の 1 ヶ月毎の震央分布を第 5 図 ~ 第 10 図に示す。

1997 年 11 月 ~ 1998 年 4 月に東北地方の内陸部に発生した M 3 の地震のメカニズム解を第 11 図と第 12 図に示す。ほぼ東西方向の圧縮軸をもつ逆断層型のメカニズム解であるが, 1998 年 4 月 16 日の山形県の地震は正断層型となっている。

東北地方の日本海下と内陸の浅発地震, および稍深発地震の時空間分布を第 13 図に, 同じ領域の b 値の変化を第 14 図に示す。また, 東北地方の太平洋下の地震の M - T 図と b 値の変化を第 15 図と第 16 図に示す。

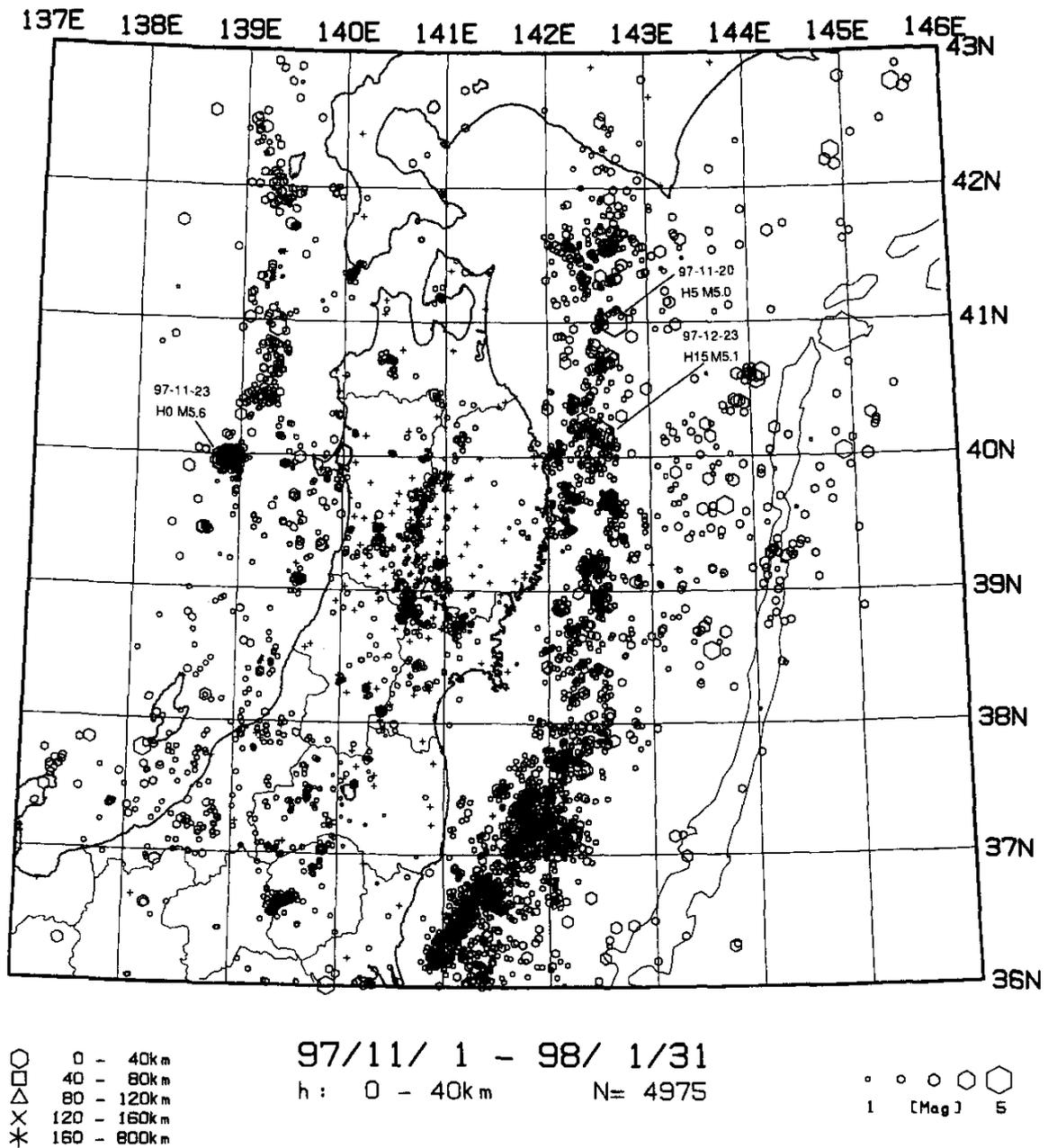
1997 年 11 月 23 日に秋田県沖で M5.6 の地震が発生した。この地震は 1983 年日本海中部地震の震源域の南端に隣接して発生した。sP 波 (第 18 図) を用いて決めた余震の深さ分布と本震のメカニズム解 (第 17 図) から, 本震は東傾斜の断層面で発生したことが明らかになった。

松澤 (1996)¹⁾ の「空白域」を含む地域の地震の時空間分布を第 19 図に示す。空白域内では依然として地震が発生していない。

岩手山に発生した浅発微小地震の時空間分布を第 20 図に示す。モホ面近傍に発生したいわゆる低周波微小地震の活動も活発化している (第 21 図)。

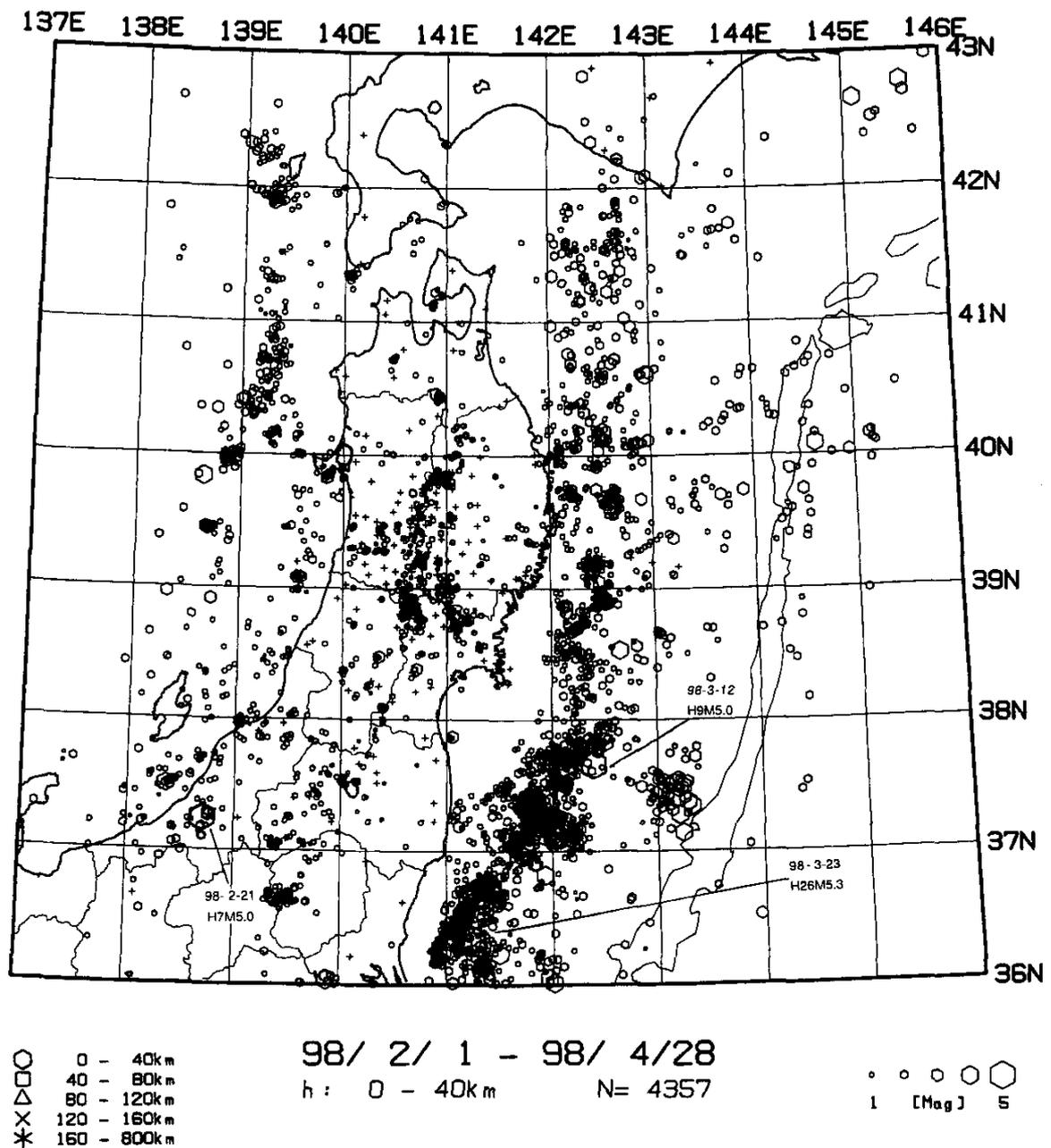
参 考 文 献

- 1) 松澤, 最近の秋田・山形県沖の地震活動について, 東北地域災害科学研究, 32, 293-302, 1996.



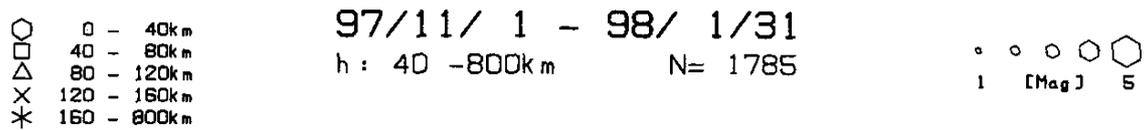
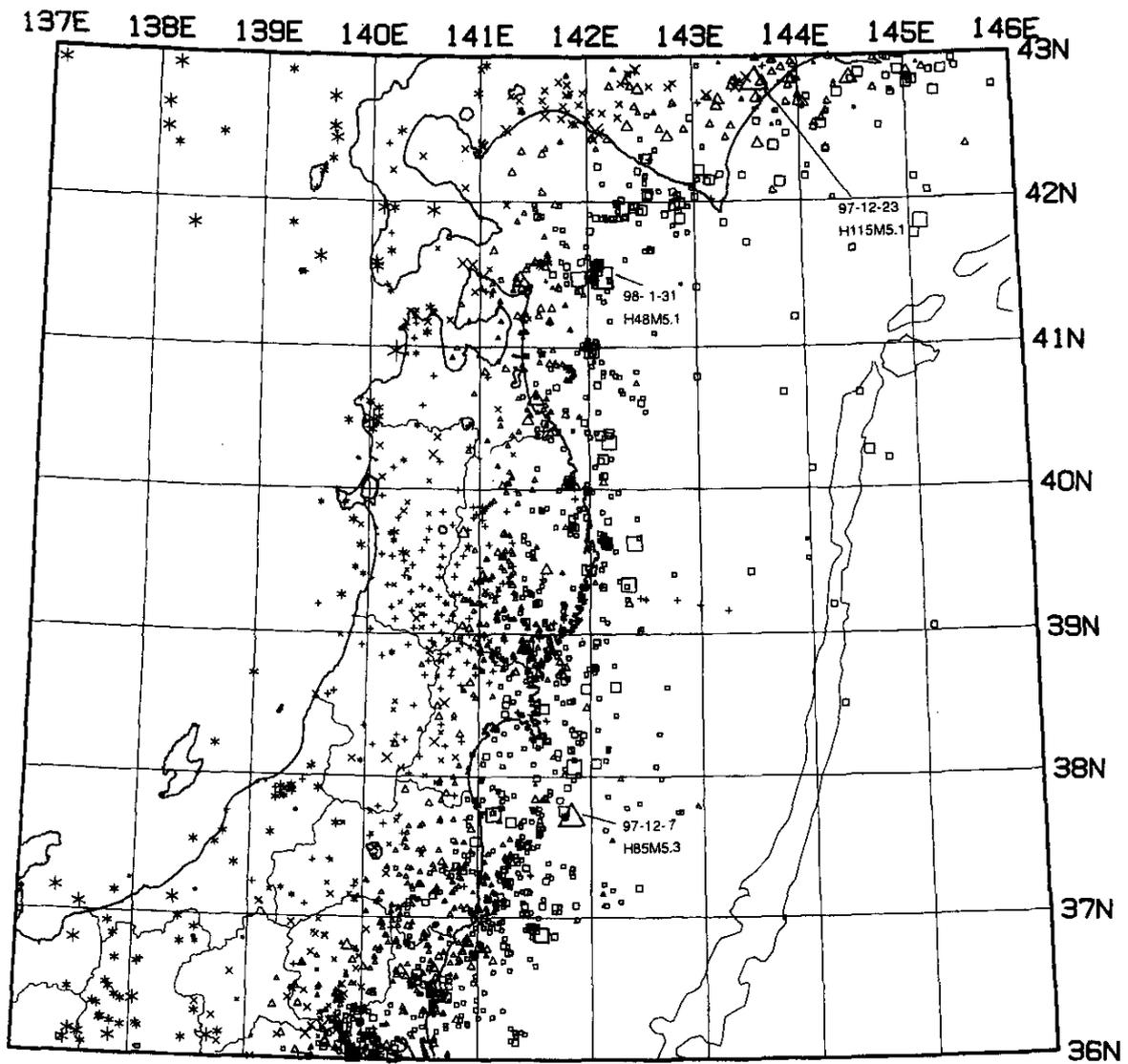
第1図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1997年11月~1998年1月)

Fig.1 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ($h < 40$ km) in the Tohoku District (November, 1997-January, 1998).



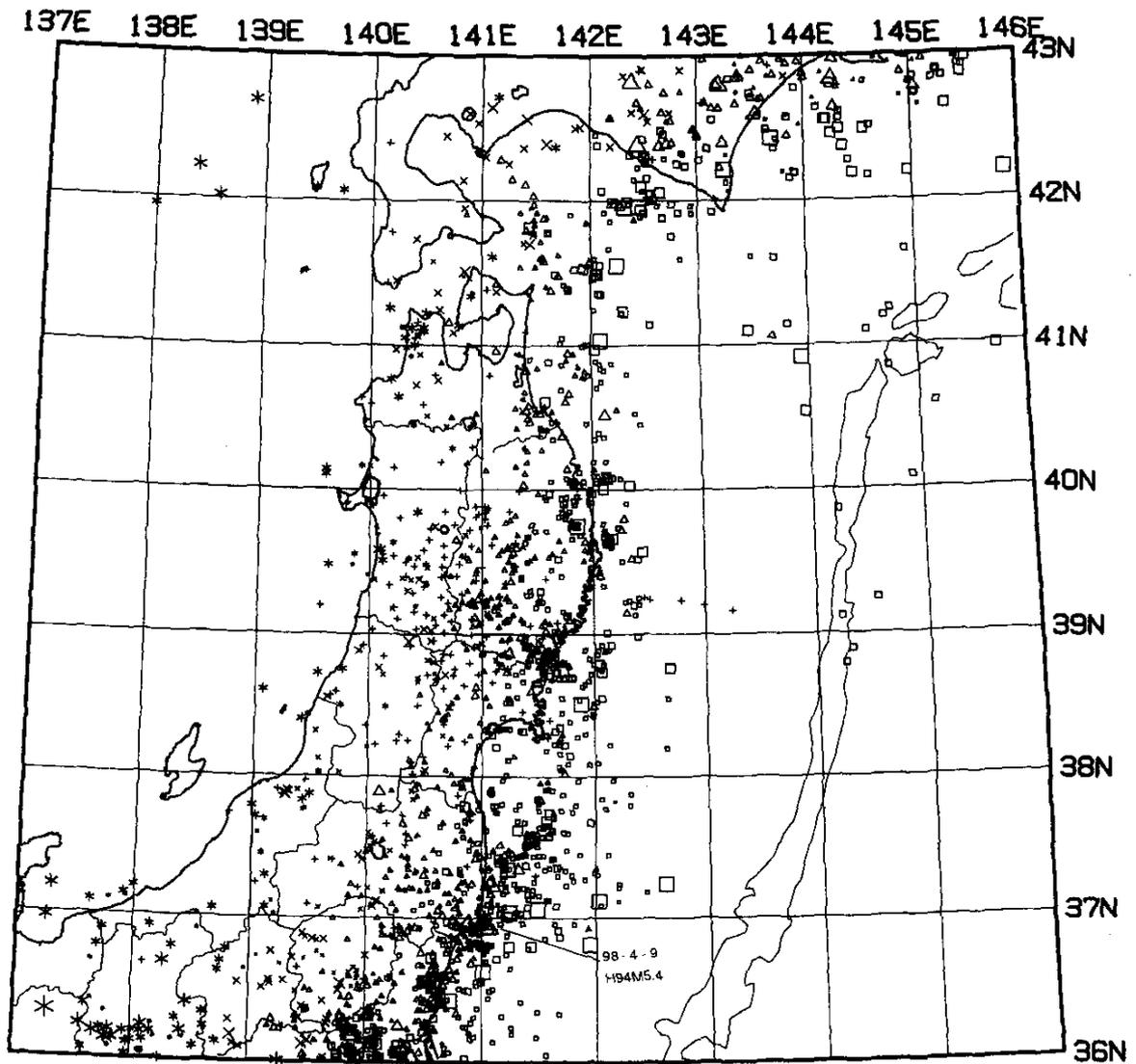
第2図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1998年2月~4月)

Fig.2 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ($h < 40$ km) in the Tohoku District (February-April, 1998).



第3図 東北地方のh < 40 km の浅発微小地震の震央分布 (1997年11月~1998年1月)

Fig.3 Epicenter distribution of shallow microearthquakes (h < 40km) in the Tohoku District (November, 1997-January, 1998).

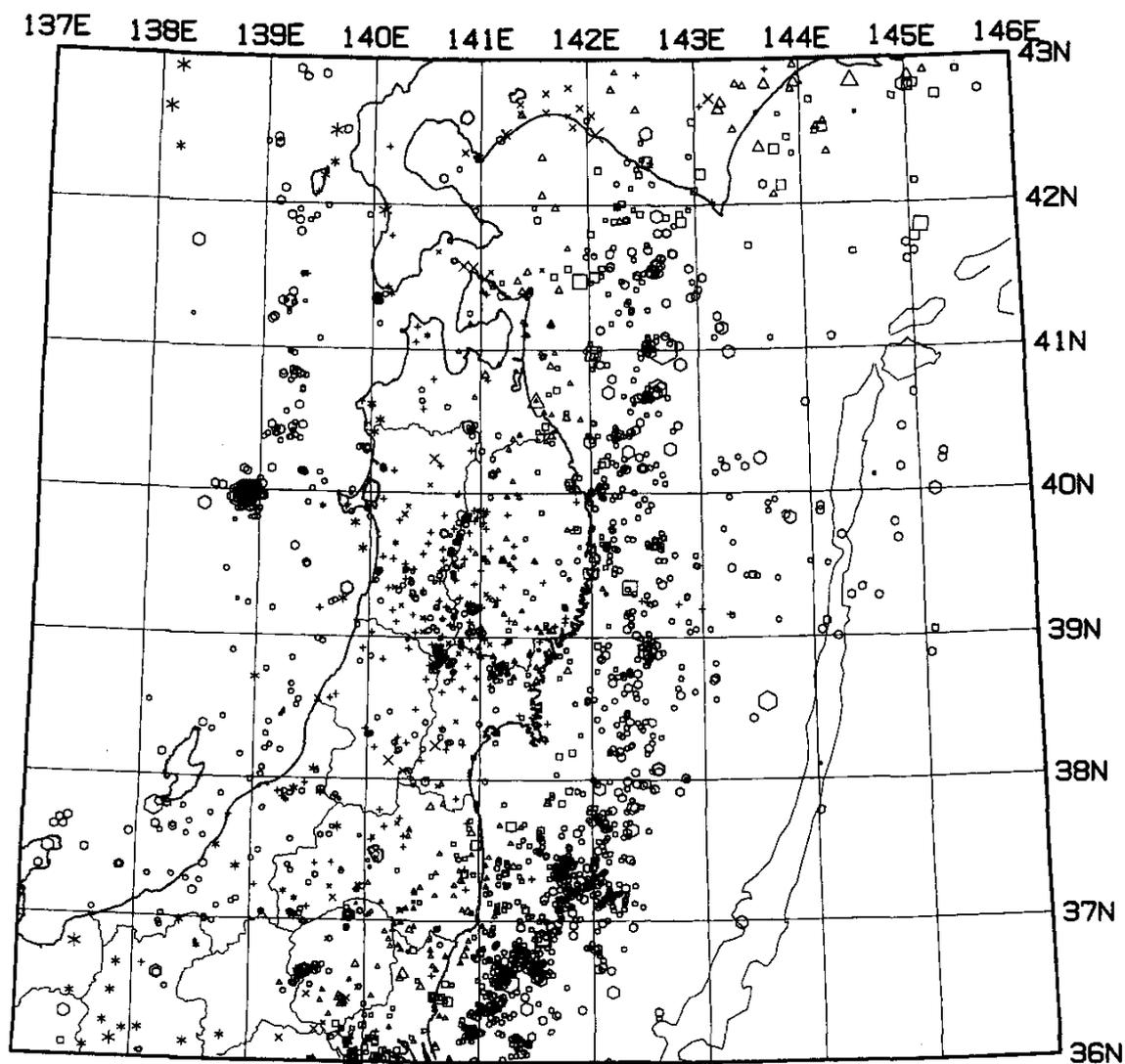


○ 0 - 40km
 □ 40 - 80km
 △ 80 - 120km
 × 120 - 160km
 * 160 - 800km

98/ 2/ 1 - 98/ 4/28
 h : 40 - 800km N= 1740

○ ○ ○ ○ ○
 1 [Mag] 5

第4図 東北地方のh < 40 km の浅発微小地震の震央分布 (1998年2月~4月)
 Fig.4 Epicenter distribution of shallow microearthquakes (h < 40km) in the Tohoku District (February-April, 1998).



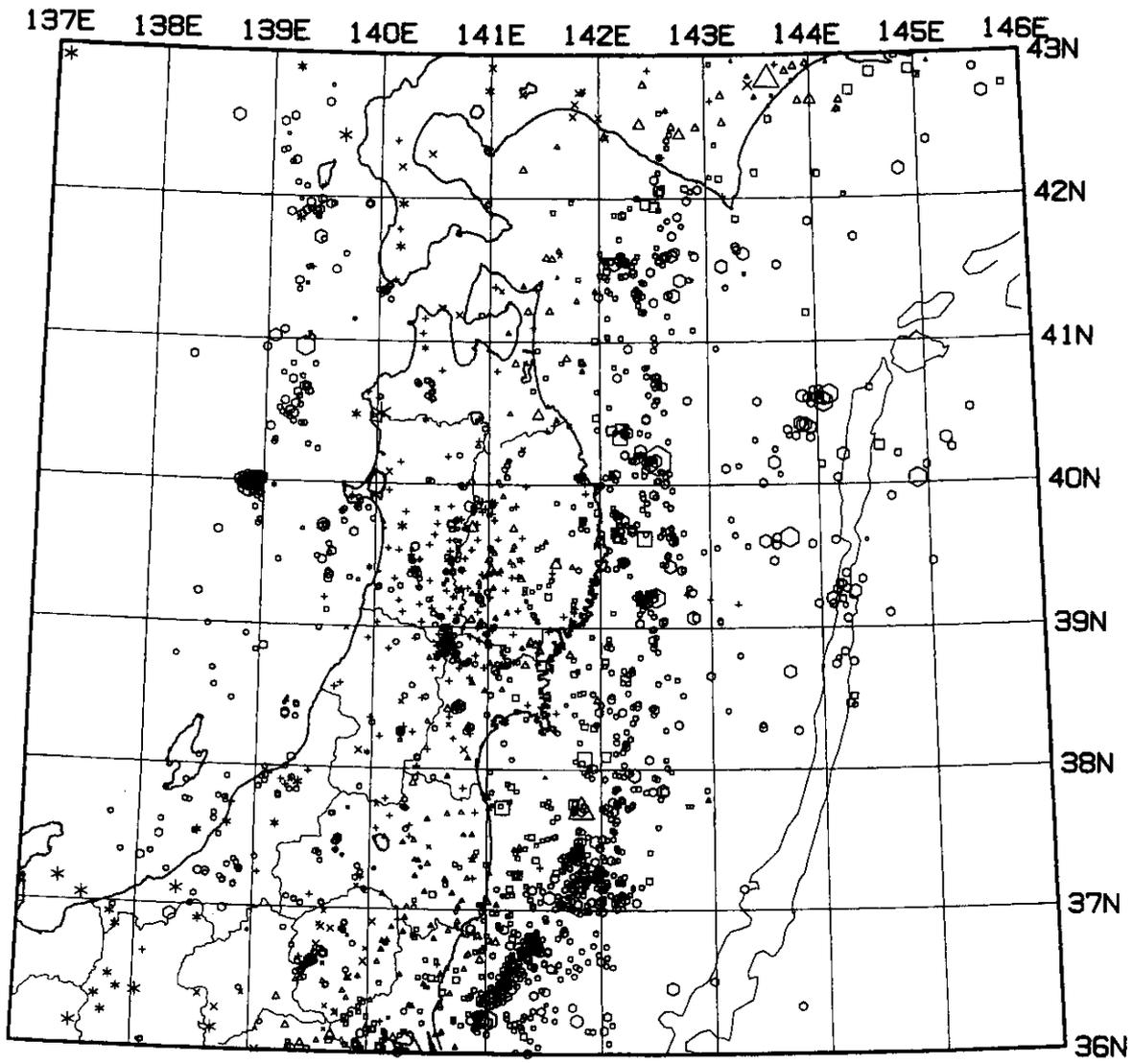
- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

97/11/ 1 - 97/11/30
h : 0 - 800km N= 2325

○ ○ ○ ○ ○
1 [Mag] 5

第5図 東北地方の微小地震の震央分布 (1997年11月)

Fig.5 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (November, 1997).



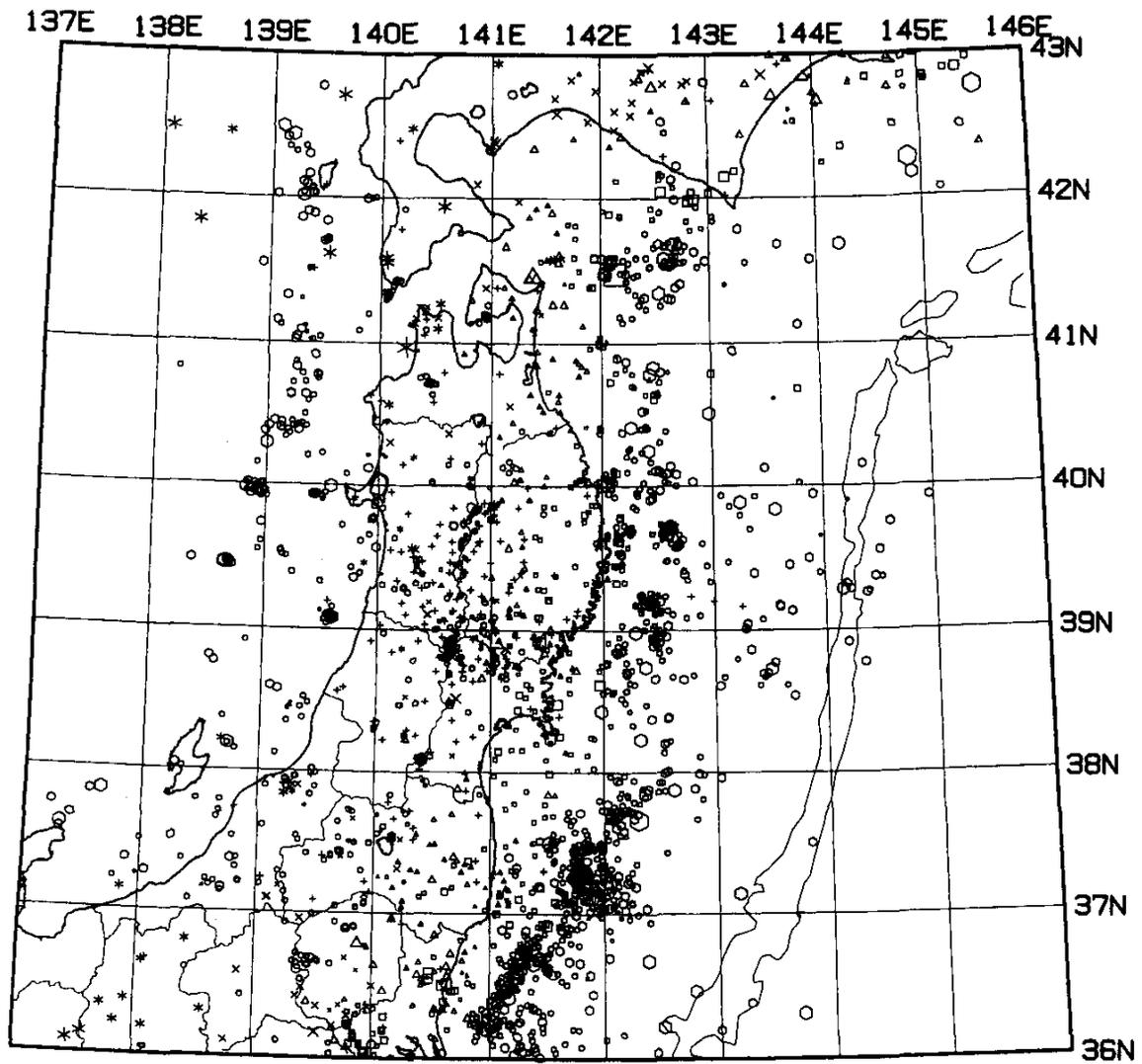
- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

97/12/ 1 - 97/12/31
 h: 0 - 800km N= 2091

- ○ ○ ○ ○
- 1 [Mag] 5

第6図 東北地方の微小地震の震央分布 (1997年12月)

Fig.6 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (December, 1997).



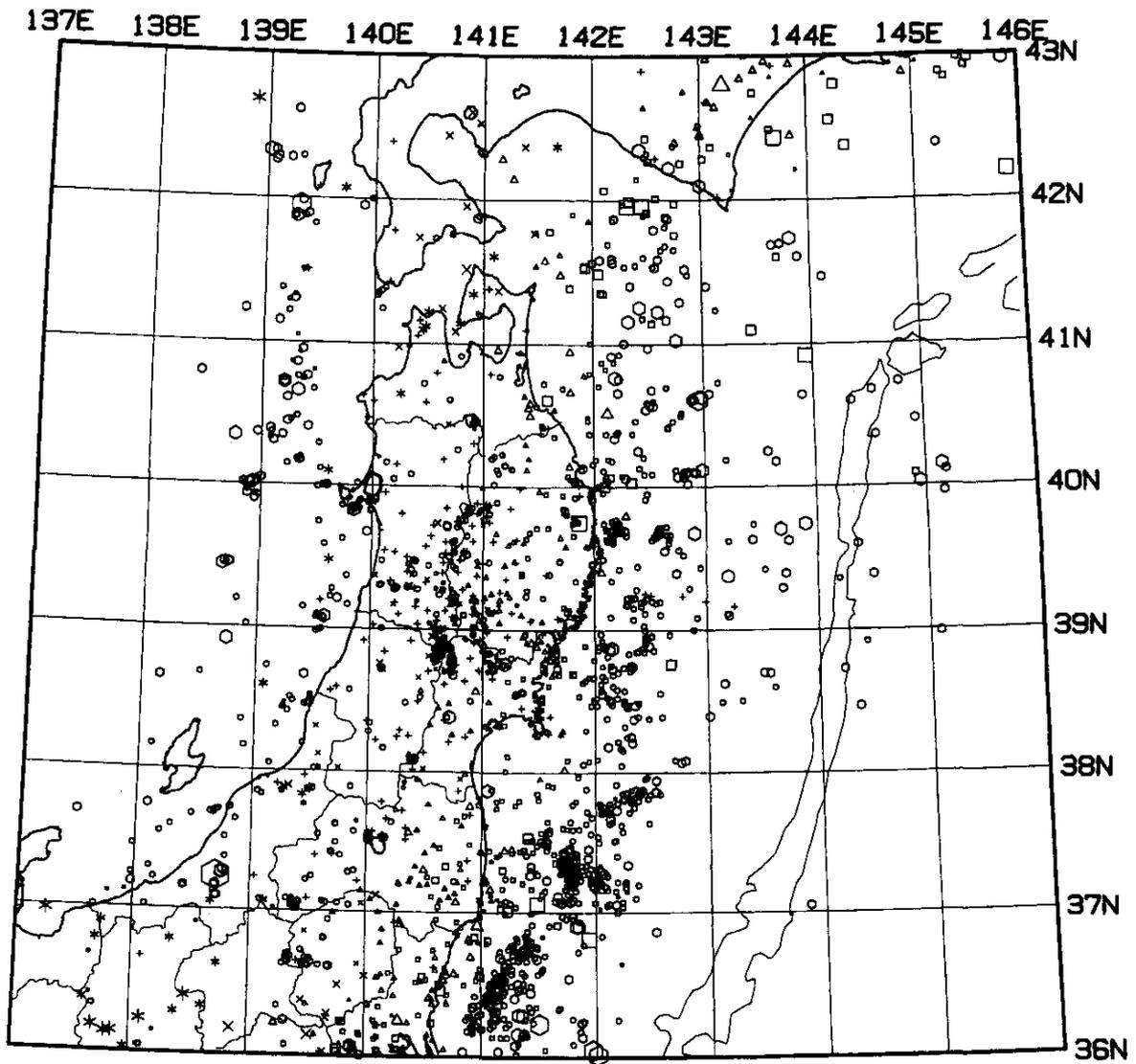
○ 0 - 40km
 □ 40 - 80km
 △ 80 - 120km
 × 120 - 160km
 * 160 - 800km

98/ 1/ 1 - 98/ 1/31
 h : 0 - 800km N= 2344

○ ○ ○ ○ ○
 1 [Mag] 5

第7図 東北地方の微小地震の震央分布 (1998年1月)

Fig.7 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (January, 1998).



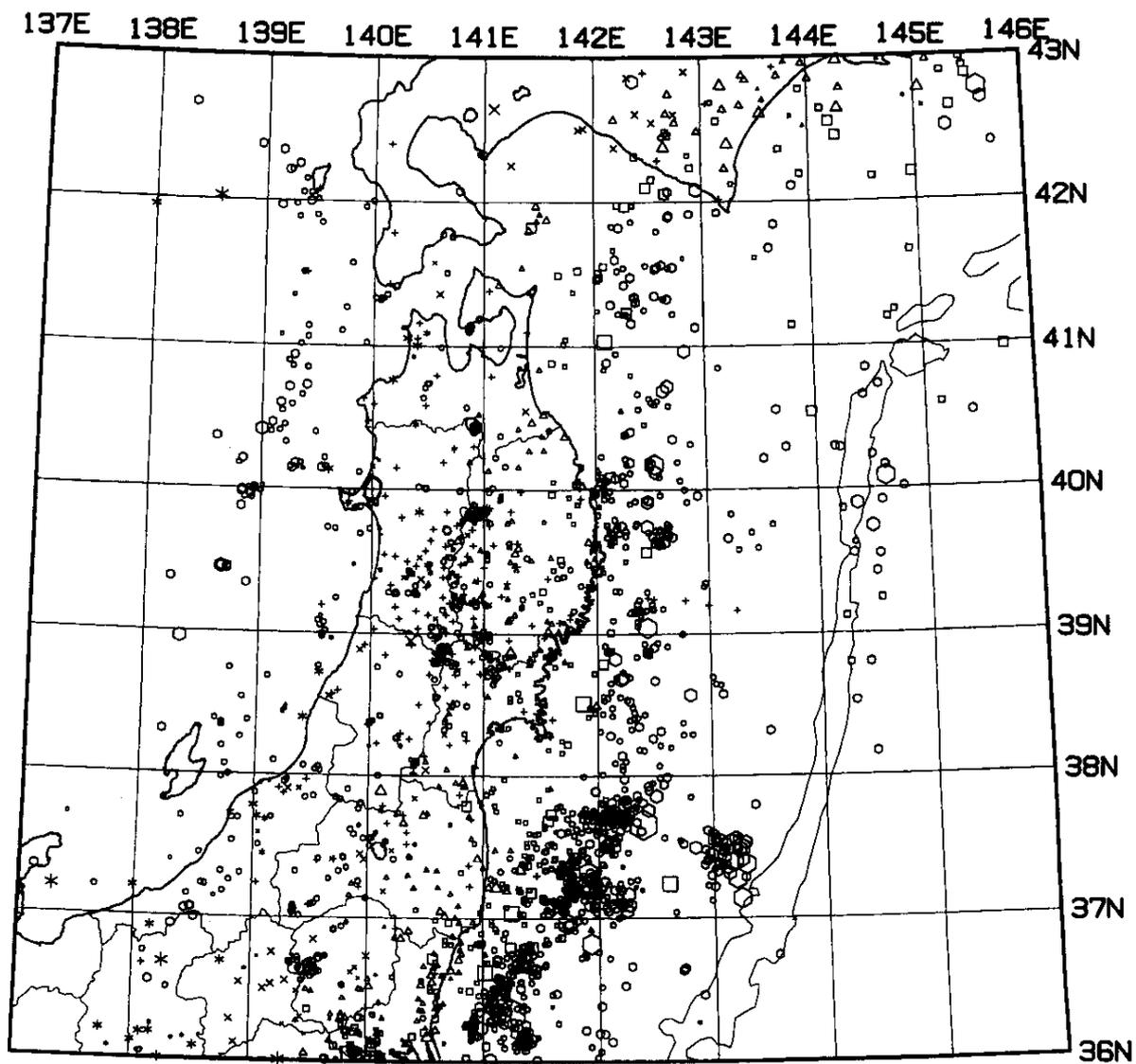
- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

98/ 2/ 1 - 98/ 2/28
 h: 0 - 800km N= 1950

○ ○ ○ ○ ○
 i [Mag] 5

第 8 図 東北地方の微小地震の震央分布 (1998 年 2 月)

Fig.8 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (February, 1998).



- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

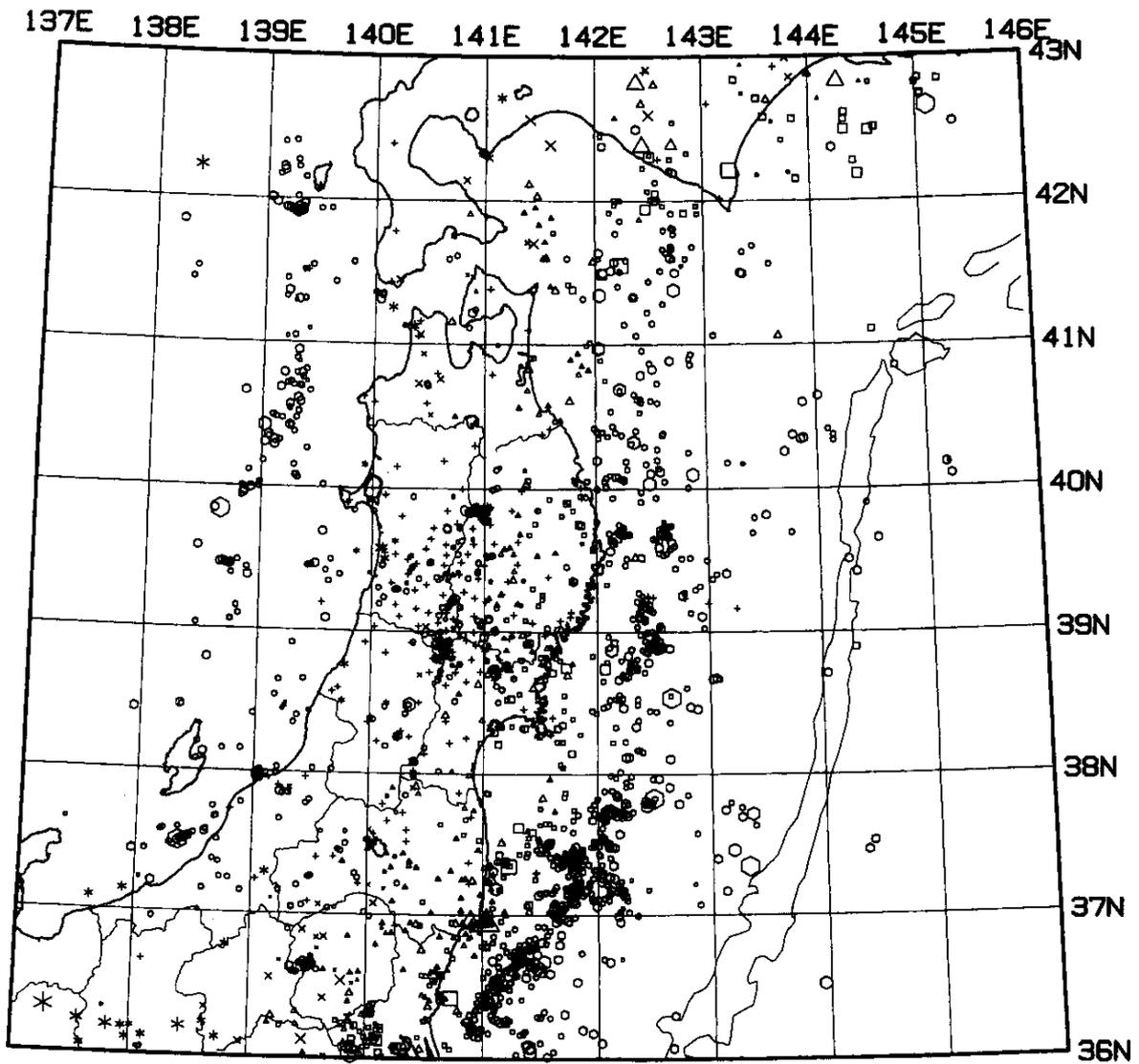
98/ 3/ 1 - 98/ 3/31

h : 0 - 800km N= 2129

○ ○ ○ ○ ○ ○
1 [Mag] 5

第9図 東北地方の微小地震の震央分布 (1998年3月)

Fig.9 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (March, 1998).



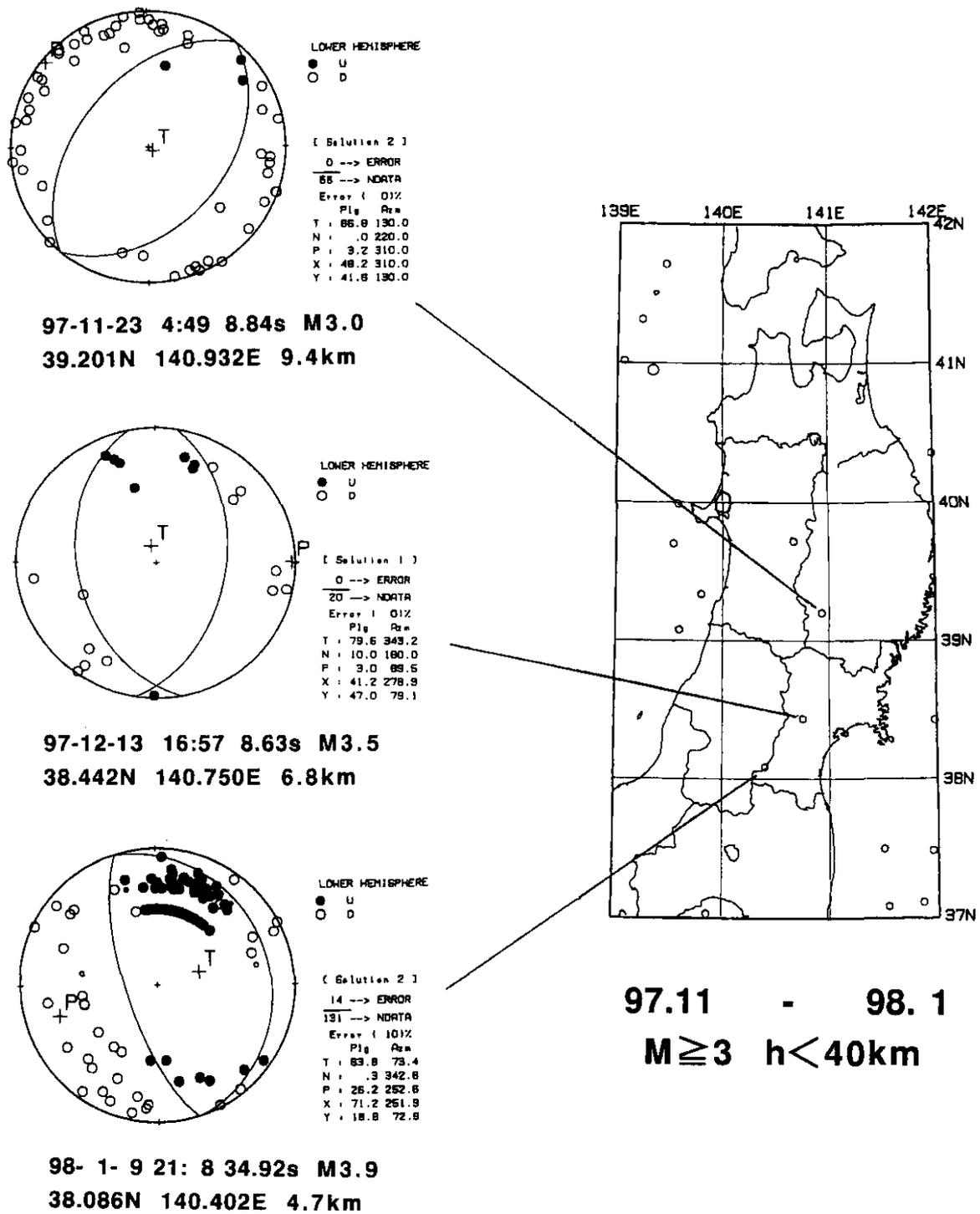
○ 0 - 40km
 □ 40 - 80km
 △ 80 - 120km
 × 120 - 160km
 * 160 - 800km

98/ 4/ 1 - 98/ 4/28
 h: 0 - 800km N= 2018

○ ○ ○ ○ ○
 1 [Mag] 5

第 10 図 東北地方の微小地震の震央分布 (1998 年 4 月)

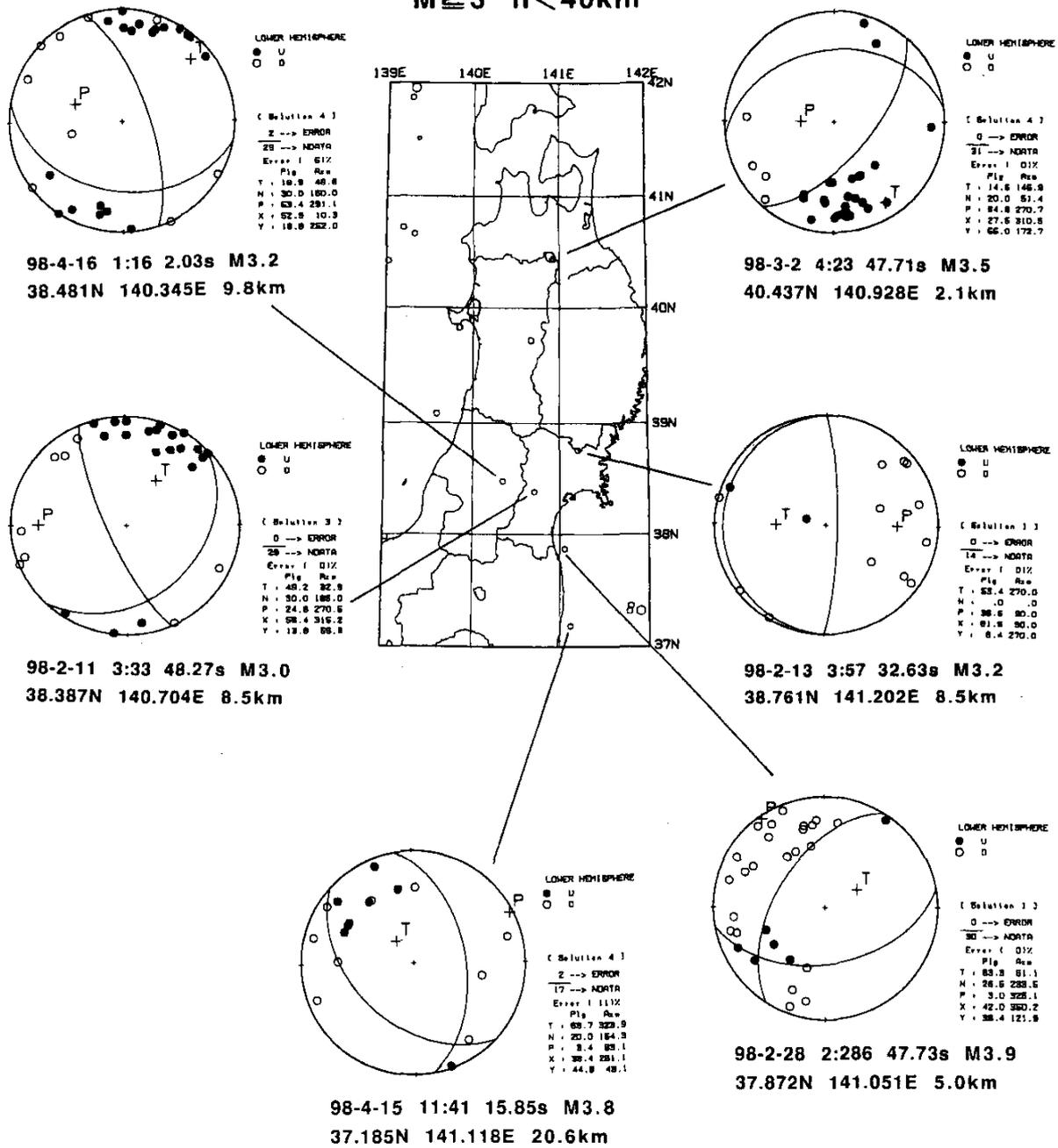
Fig.10 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (April, 1998).



第11図 1997年11月～1998年1月に東北地方で発生したM 3の浅発地震の震央分布と主要地震のメカニズム解（下半球等積投影）。 ●が押し、○が引きを表す。

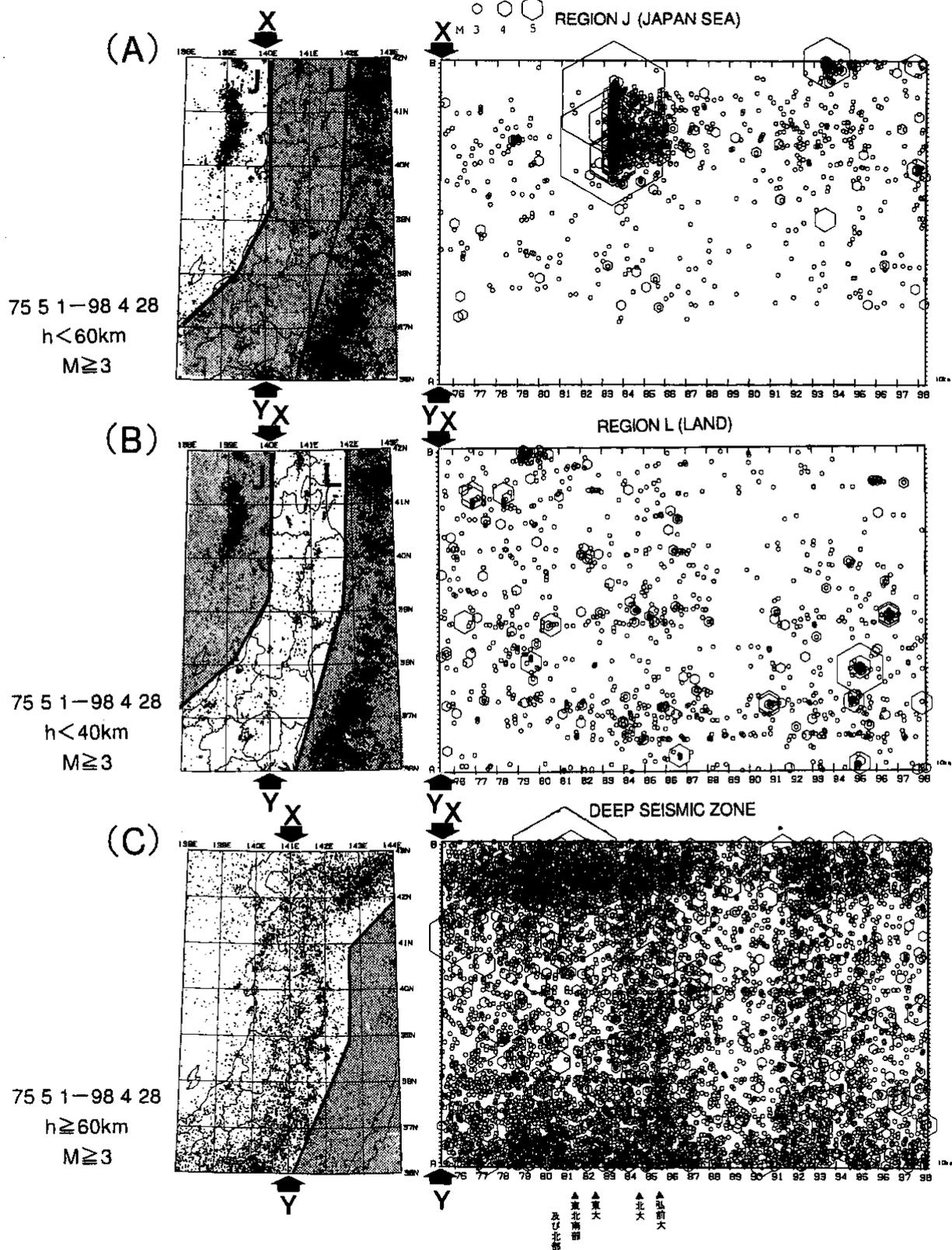
Fig.11 Epicenter distribution and focal mechanism solutions (projected onto a lower hemisphere) for the events with M 3 in the Tohoku District (November, 1997-January, 1998).

98.2 - 98.4
 $M \geq 3$ $h < 40$ km



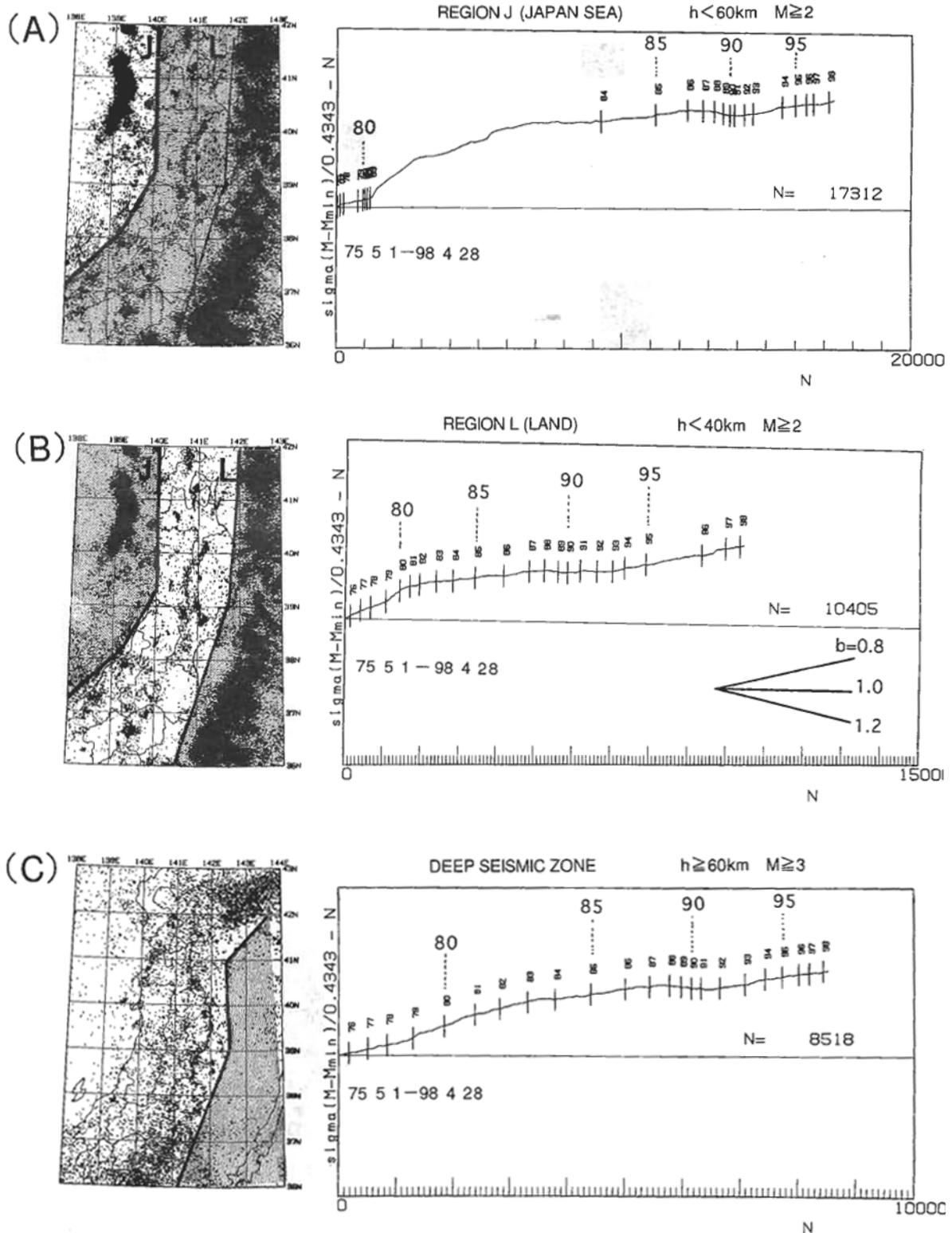
第 12 図 1998 年 2 月 ~ 4 月に東北地方で発生した $M \geq 3$ の浅発地震の震央分布と主な地震のメカニズム解 (下半球等積投影)。 \oplus が押し, \ominus が引きを表す。

Fig.12 Epicenter distribution and focal mechanism solutions (projected onto a lower hemisphere) for the events with $M \geq 3$ in the Tohoku District (February-April, 1998).

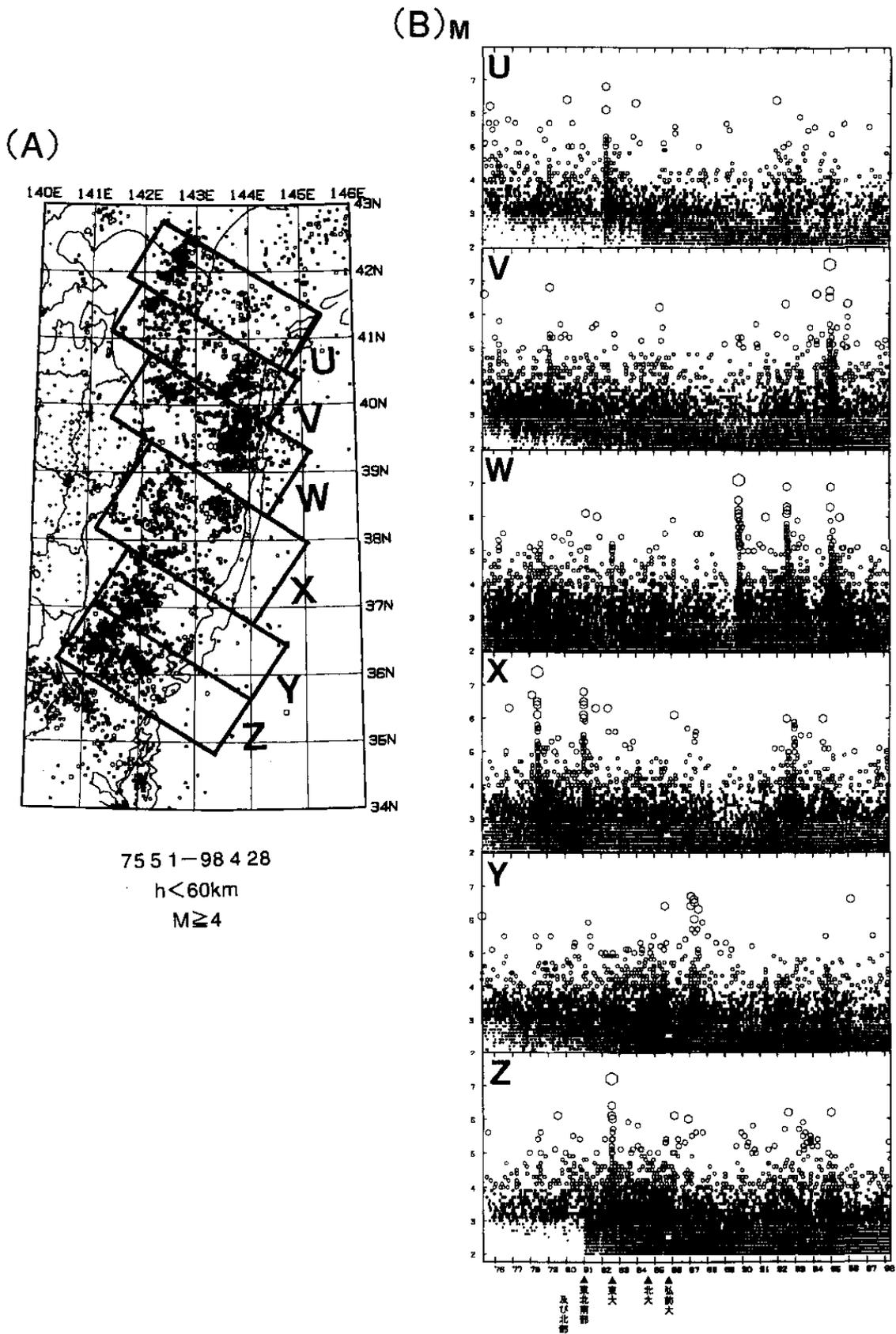


第 13 図 東北地方で発生した $M \geq 3$ の地震の時空間分布 (1975 年 5 月 ~ 1998 年 4 月)。挿入図に示した枠内の地震を XY 軸に投影して示す。(A)日本海下で発生した浅発地震。(B)内陸下で発生した浅発地震。(C)稍深発地震。

Fig.13 Space-time distribution of earthquakes with $M \geq 3$ (May, 1975-April, 1998). (A) Shallow events off the west coast of the Tohoku District. (B) Shallow events in the land area. (C) Intermediate-depth earthquakes.

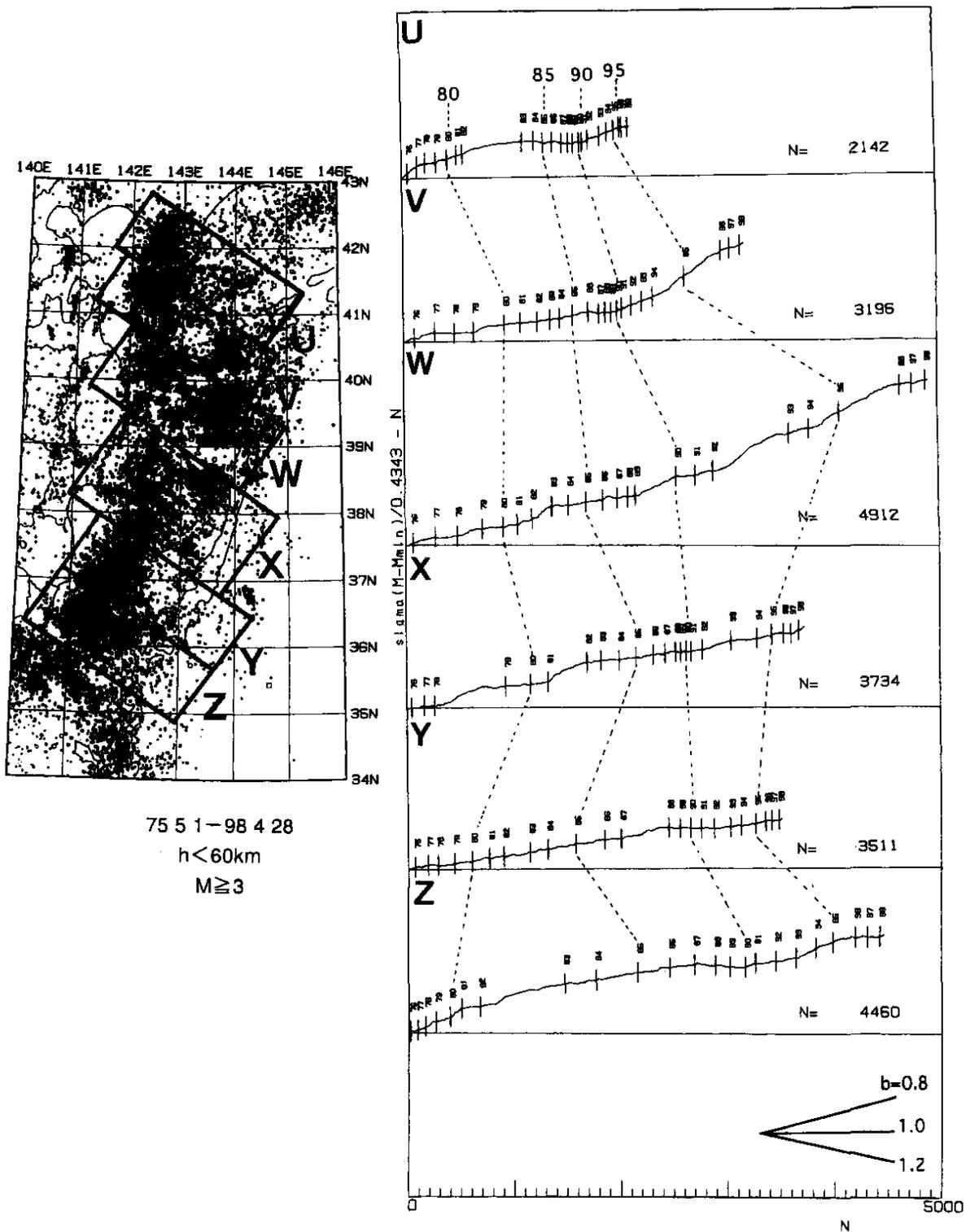


第 14 図 1975 年 5 月 ~ 1998 年 4 月に東北地方で発生した地震の $\Sigma M - N$ 図。(A)日本海下で発生した浅発地震($M \geq 2$)、(B)内陸下で発生した浅発地震($M \geq 2$)、(C)稍深発地震($M \geq 3$)。
 Fig.14 Cumulative magnitude-number ($\Sigma M - N$) diagrams of earthquakes in and around the Tohoku District (May, 1975-April, 1998). (A) Shallow events off the west coast of the Tohoku District ($M \geq 2$). (B) Shallow events in the land area ($M \geq 2$). (C) Intermediate-depth earthquakes ($M \geq 3$).



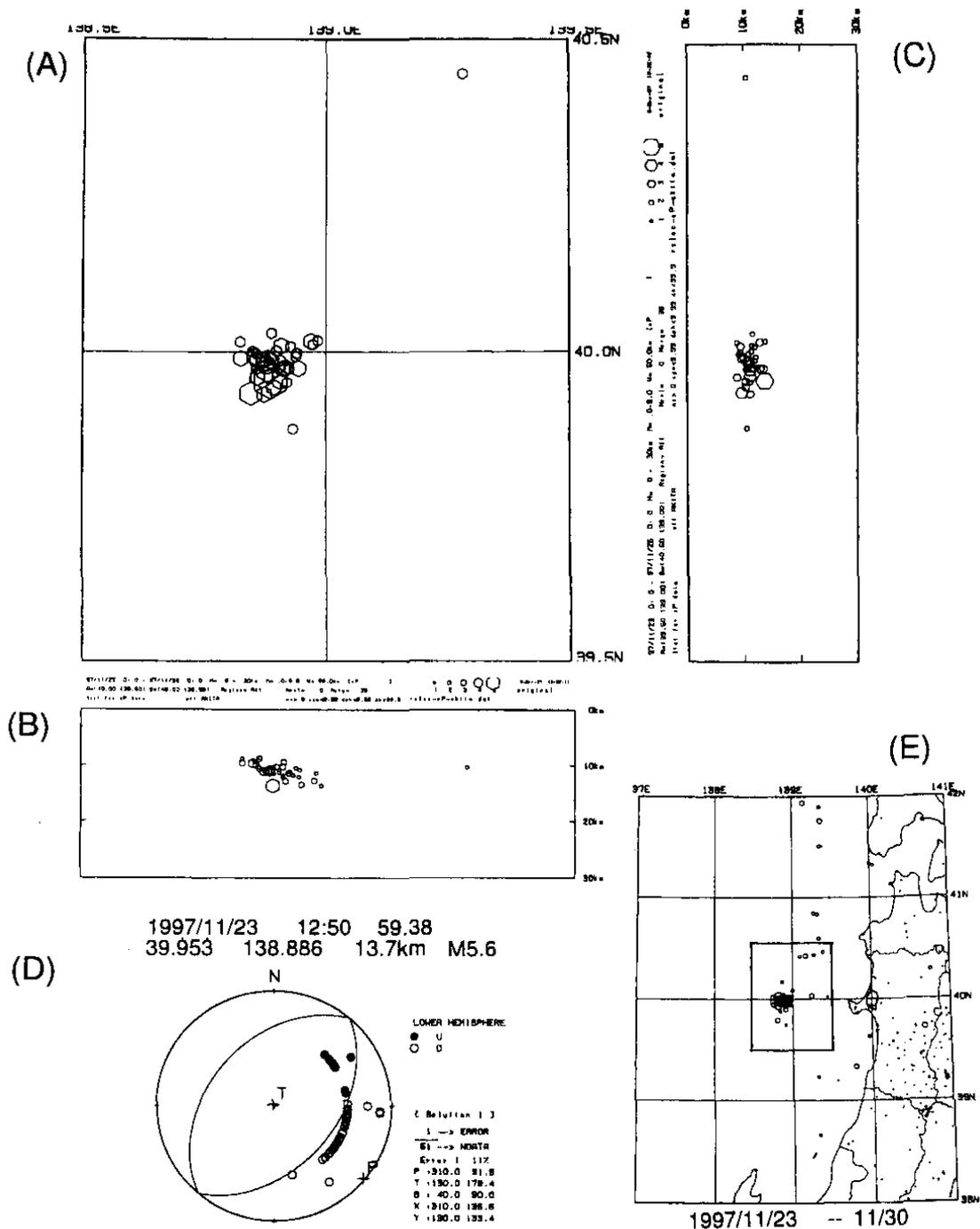
第 15 図 東北地方の太平洋下における浅発地震活動 (1975 年 5 月 ~ 1998 年 4 月)。 (A) $M \geq 4$ の地震の震央分布。 (B) 第 15 図 (A) の U ~ Z の枠内に発生した $M \geq 2$ の地震の M - T 図。 三角印は観測網の拡大に伴って検知能力が向上した時期を表す。

Fig.15 (A) Epicenter distribution of earthquakes ($M \geq 4$) with depths shallower than 60 km off the east coast of the Tohoku District (May, 1975-April, 1998). (B) Magnitude-time distributions of earthquakes ($M \geq 2$) in the regions shown in Fig.15(A).



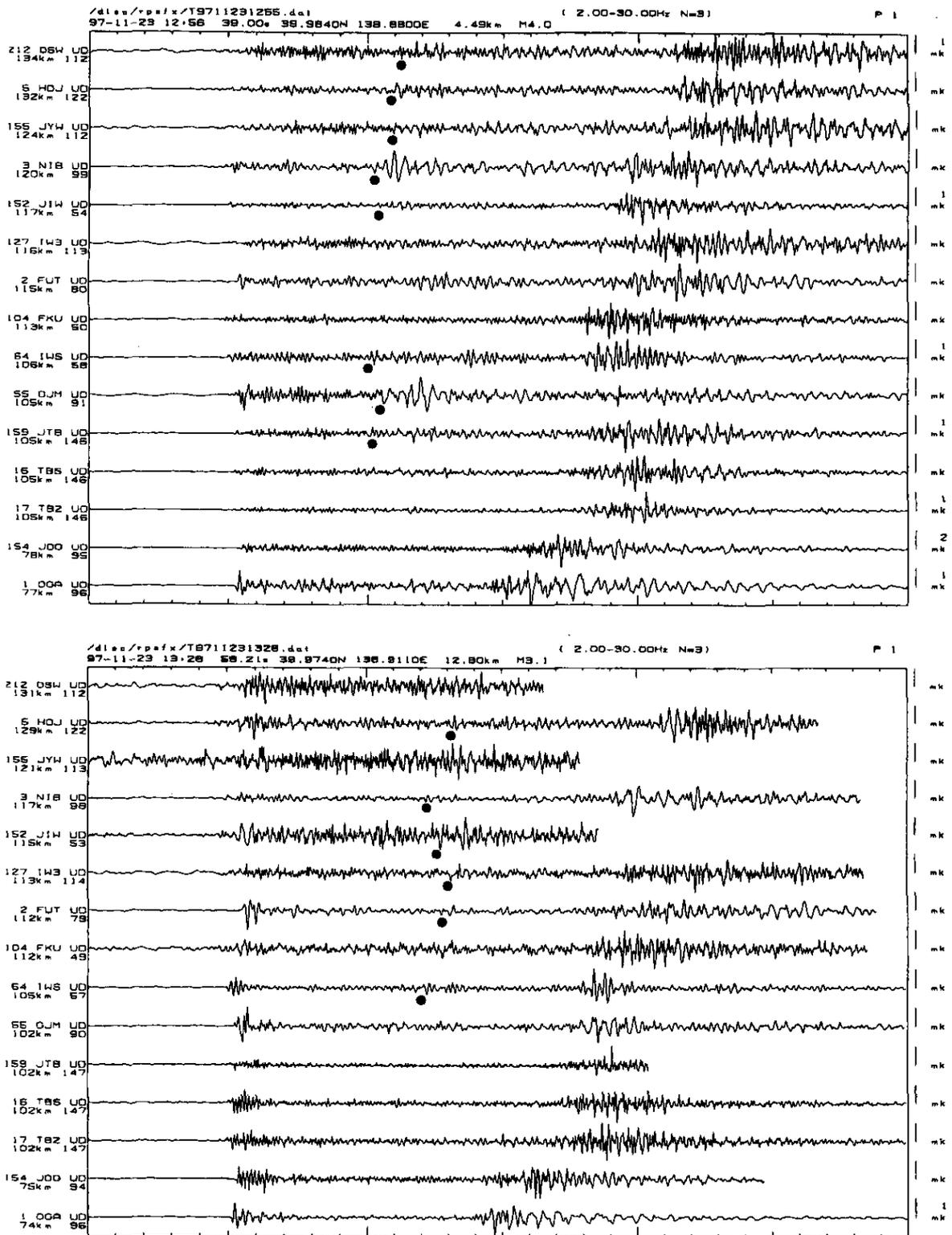
第 16 図 1975 年 5 月～1998 年 4 月に東北地方の太平洋下（挿入図の U～Z 領域）に発生した地震の $\Sigma M - N$ 図。縦軸と横軸はそれぞれ $M \geq 3$ の地震の積算マグニチュード (ΣM) と積算個数 (N) を表し、グラフの傾きが b 値の逆数に対応する（ただし、 b 値 = 1 で reduce してある）。縦棒は各年の 1 月 1 日を表す。

Fig.16 Cumulative magnitude-number ($\Sigma M - N$) diagrams of earthquakes ($M \geq 3$) with depths shallower than 60 km off the east coast of the Tohoku District (May, 1975-April, 1998). The inclination of the graph corresponds to the inverse of b -value. The vertical bars indicate the beginning of each year. Note : the graph is reduced with $b=1$.



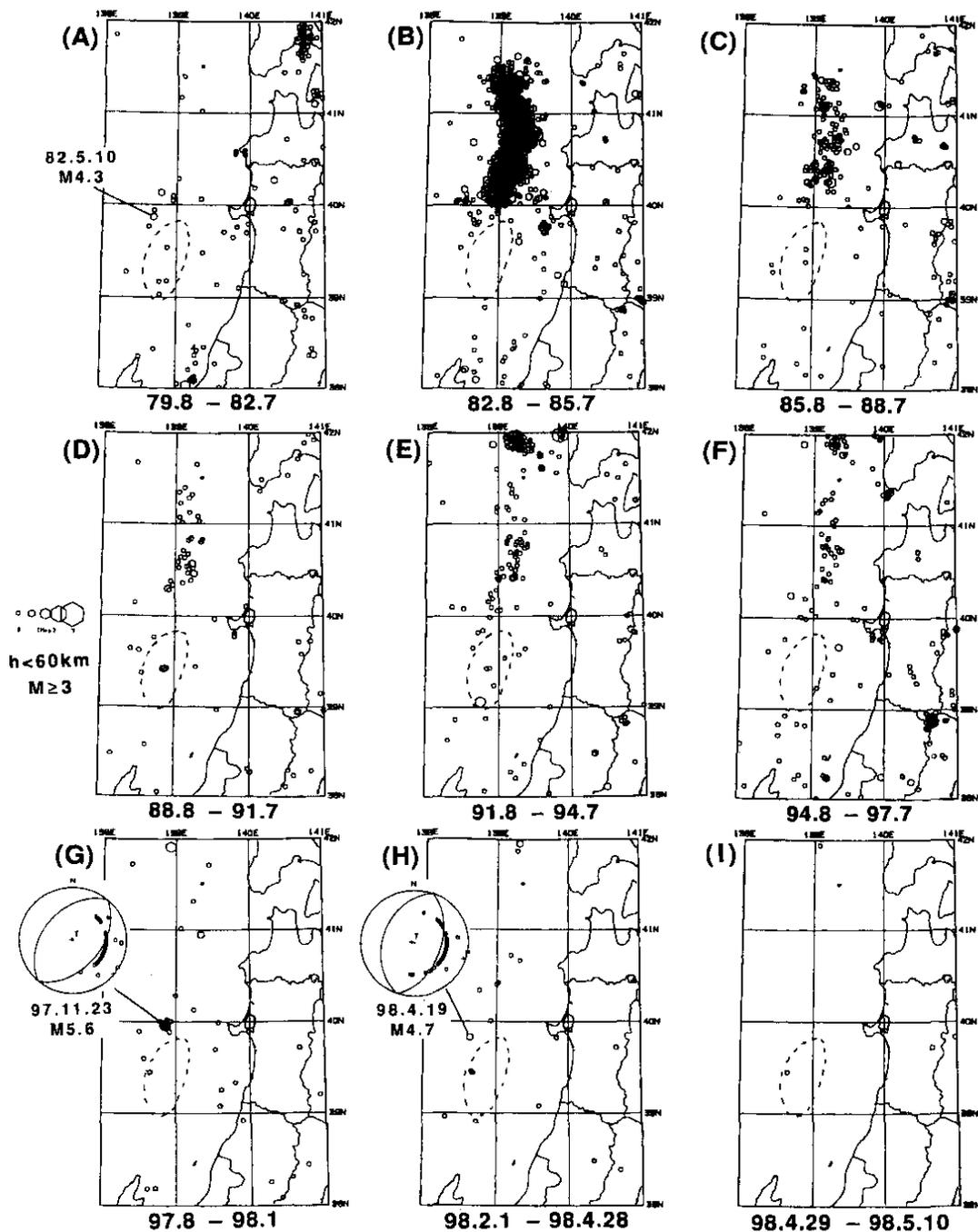
第 17 図 1997 年 11 月 23 日に秋田県沖に発生した地震の震源分布とメカニズム解。(A)sP 波の観測された地震の震央分布。(B)sP 波を用いて決めた震源の深さ分布(東西断面)。(C)sP 波を用いて決めた震源の深さ分布(南北断面)。(D)P 波の押し引き分布から求めた本震のメカニズム解(下半球等積投影)。(E)自動処理システムによる震央分布。太線枠は第 17 図(A)の範囲を表す。

Fig.17 Hypocenter distribution of earthquakes occurring off Akita Prefecture on November 23, 1997. (A) Epicenter distribution of earthquakes with distinct sP phases. The region is shown by a rectangle in Fig.17(E). (B) Focal depth distribution of earthquakes determined by sP depth phases (East-west cross section). (C) Focal depth distribution of earthquakes determined by sP depth phases (North-south cross section). (D) Focal mechanism solution of the main shock projected onto a lower focal hemisphere by an equal area projection. (E) Epicenter distribution of earthquakes occurring off Akita Prefecture during the period from November 23 to 30, 1997.



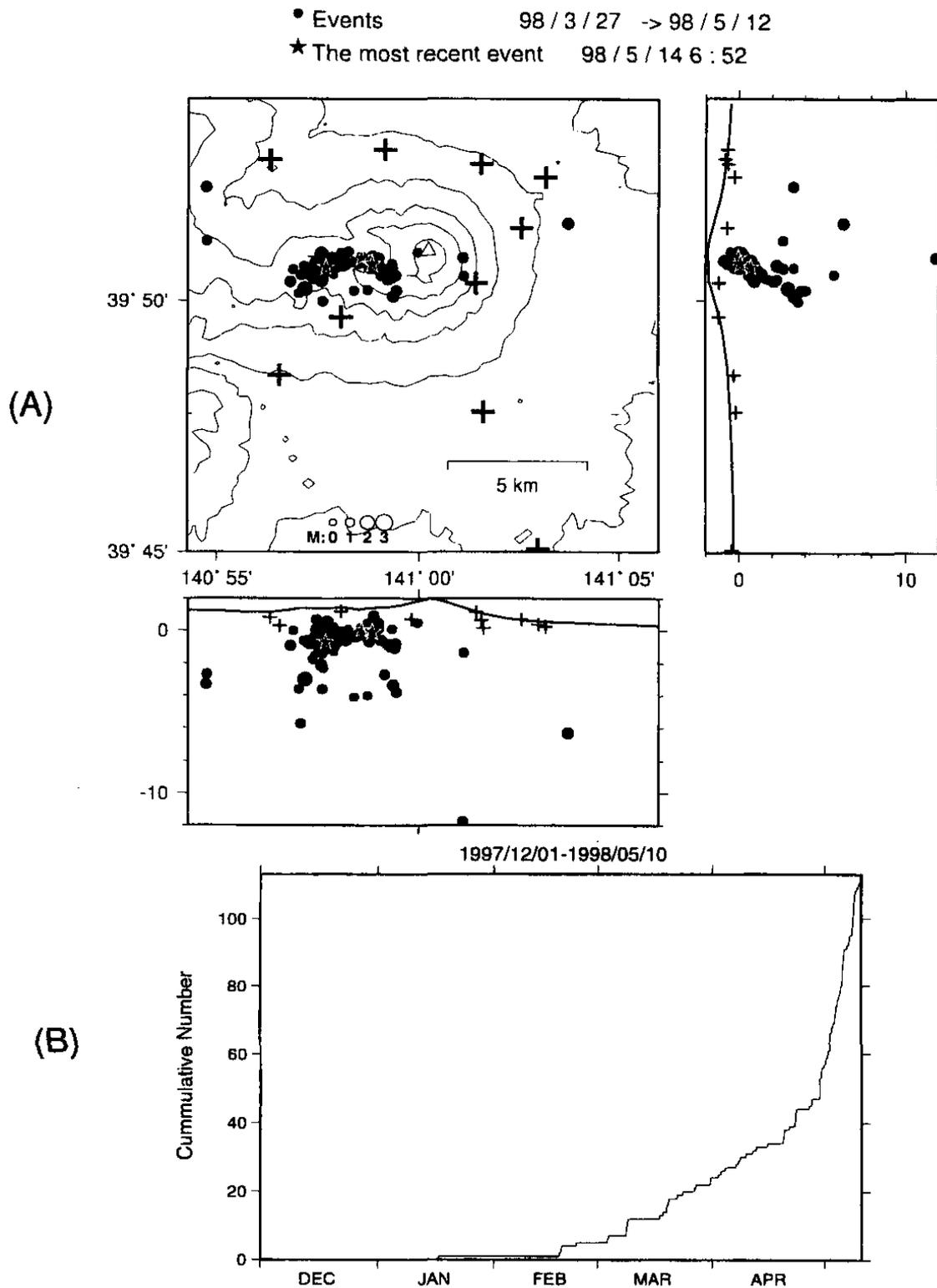
第 18 図 1997 年 11 月 23 日に秋田県沖で発生した地震にみられた sP 波の例。各観測点の上下動成分の記録を震央距離順にならべた。印が sP 波を示す。

Fig.18 Examples of sP phases. Soid circles denote the sP phases recorded on vertical component seismograms.



第 19 図 秋田・山形県沖のM 3 の浅発地震の震央分布。最近の主な地震のメカニズム解(下半球等積投影)をあわせて示す。(A)~(F)1979年8月~1997年7月の3年毎の震央分布。(G)1997年8月~1998年1月の震央分布。(H)1998年2月1日~4月28日の震央分布。(I)1998年4月29日~5月10日の自動処理システムによる震央分布。破線は松澤(1996)による「空白域」の位置を示す。

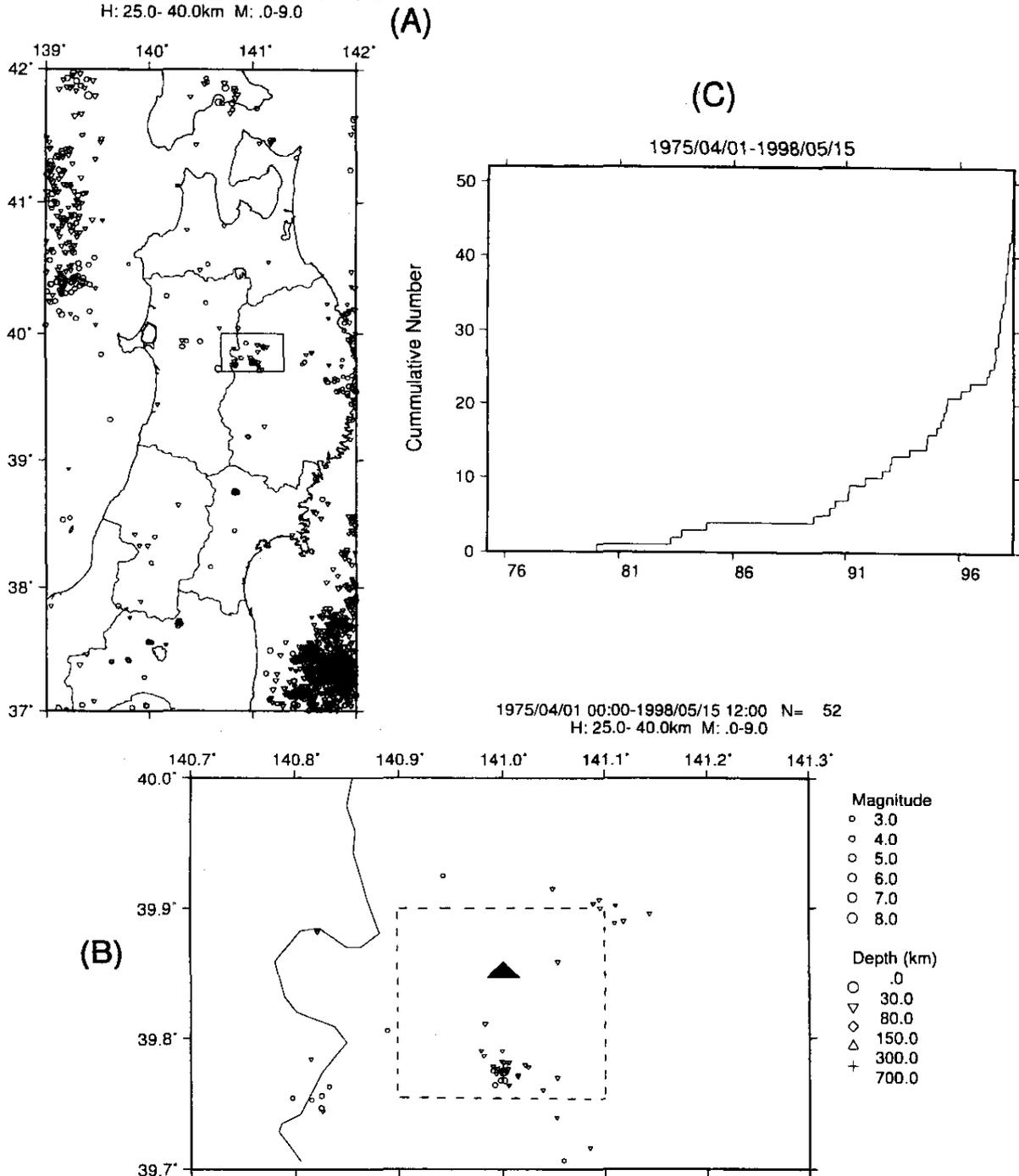
Fig.19 Epicenter distributions of earthquakes occurring off Akita and Yamagata Prefectures. (A)-(F) Epicenter maps every three years from August, 1979 through July, 1997. (G) Epicenter map from August, 1997 to January, 1998. Focal mechanism solution of M5.6 event is shown by an equal area projection onto a lower focal hemisphere. (H) Epicenter map from February 1 to April 28, 1998. Focal mechanism solution of M4.7 event is also shown. (I) Epicenter map from April 29 to May 10, 1998 located by an automatic hypocenter determination system of Tohoku University. A possible seismic gap off Akita Prefecture is shown by broken line (Matzuzawa, 1996).



第 20 図 岩手山に発生した地震の時空間分布。(A)1998 年 3 月 27 日 ~ 5 月 12 日に発生した地震の震源分布。+ 印は観測点，印は山頂の位置を表す。(B)岩手山に発生した微小地震の積算数 (1997 年 12 月 1 日 ~ 1998 年 5 月 10 日)。

Fig.20 Space-time distribution of shallow earthquakes occurring beneath Iwate-san volcano. (A) Hypocenter distribution of shallow earthquakes occurring from March 27 to May 12, 1998. Crosses and open triangle denote seismic stations and the summit of Iwate-san volcano, respectively. (B) Cumulative number of shallow earthquakes occurring beneath Iwate-san volcano from December 1, 1997 to May 10, 1998.

1975/04/01 00:00-1998/05/15 12:00 N= 1812
H: 25.0- 40.0km M: .0-9.0



第 21 図 モホ面近傍に発生した微小地震。(A)1975 年 5 月 ~ 1998 年 5 月 15 日にモホ面近傍 (深さ 25 ~ 40 km) に発生した微小地震の震央分布。(B)第 21 図(A)の実線の枠内に発生した微小地震の震央分布。破線の枠は第 20 図(A)の領域の位置を表す。(C)第 21 図(B)内に発生した微小地震の積算数。

Fig.21 Microearthquakes occurring in the vicinity of the Moho discontinuity. (A) Epicenter distribution of microearthquakes occurring in the vicinity of the Moho discontinuity from May, 1975 to May 15, 1998. The rectangle denotes the location of area shown in Fig.21(B). (B) Close-up view of epicenter distribution of microearthquakes shown in Fig.21(A). The rectangle shown by broken line indicates the study area of Fig.20(A). (C) Cumulative number of earthquakes from December 1, 1997 to May 10, 1998.