

2-2 東北地方およびその周辺の微小地震活動 (1993年11月～1994年4月)

Microearthquake Activity in and around the Tohoku District (November, 1993–April, 1994)

東北大学 理学部

Faculty of Science, Tohoku University

1993年11月～1994年1月と1994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図と第2図(震源の深さ40km以浅)、第3図と第4図(震源の深さ40km以深)にそれぞれ示す。また、1993年11月～1994年4月の期間の各1ヶ月毎の震央分布を第5図から第10図に示す。

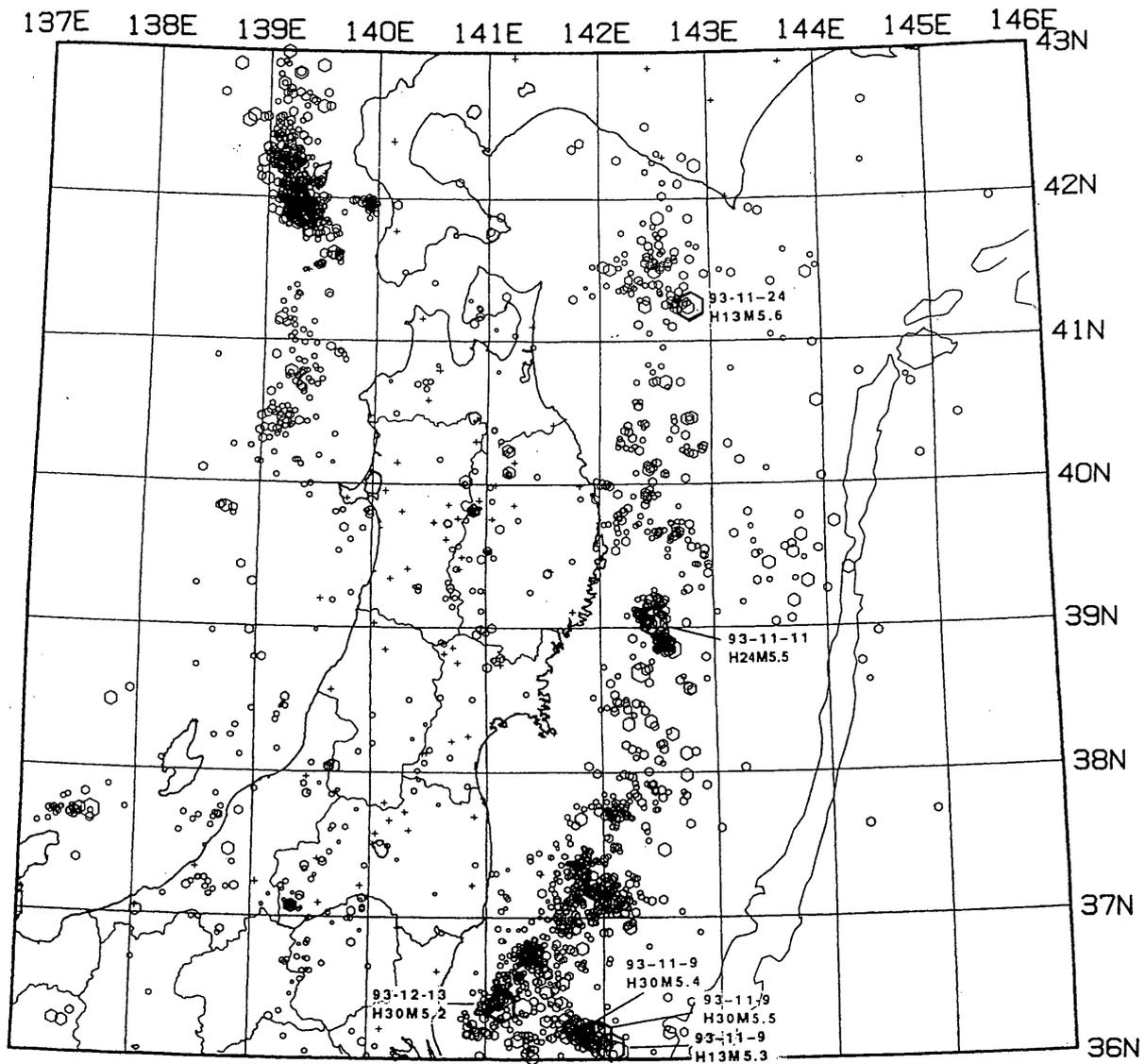
1993年11月9日に福島県南西部においてM3級の地震が2個発生した。この地域の活動の状況を第11図に示す。これらは過去の地震の巣のすぐ西側で発生している。M3級にしては余震が比較的多く、また本震発生後3ヶ月にわたって余震が続くという特異なパターンを示した。

1993年11月27日に宮城県北部でM5.9の稍深発地震が発生した(第12図)。この地震は1993年5月6日に岩手県南部で発生したM5.6の稍深発地震と同様、二重深発地震面の下面の地震である。これら二つの地震のメカニズム解(第12図E)を見ると主張力軸がかなり低角になっている。震源分布の断面図から見ても、この付近で沈み込んだ海洋性プレートが局地的にかなり低角になっている可能性がある。

1994年4月8日に三陸のはるか沖でM6.6の地震が発生した。この周辺の震央分布と時空間分布を第13図と第14図にそれぞれ示す。この付近では過去にも活動が見られる。今回の地震は典型的な本震-余震型であり、このすぐ南側の領域では前震-本震-余震型や群発型の活動を示すことが多いのと対照的である。

1993年11月～1994年1月と1994年2月～4月の期間に内陸で発生したM3以上の浅発地震の震央分布とメカニズム解を第15図と第16図にそれぞれ示す。いずれも主圧力軸が北西-南東ないし東西に向いた逆断層型か横ずれ断層型の地震となっている。

東北地方の日本海下と内陸下に発生した浅発地震および稍深発地震の時空間分布を第17図に、 b 値の変化を第18図に示す。また東北地方の太平洋下に発生した地震のM-T図を第19図に、 b 値の変化を第20図に示す。1991年頃から地震活動が全体的に復調してきていたのが、北海道南西沖地震後、またやや活動が低調になっているようにも見える。この傾向は稍深発地震(第17図C)と三陸沖(第19図のW領域)で顕著である。また、内陸北部(第17図B)と福島県沖(第19図と第20図のY領域)では最近5年間、活動が低調のままである。



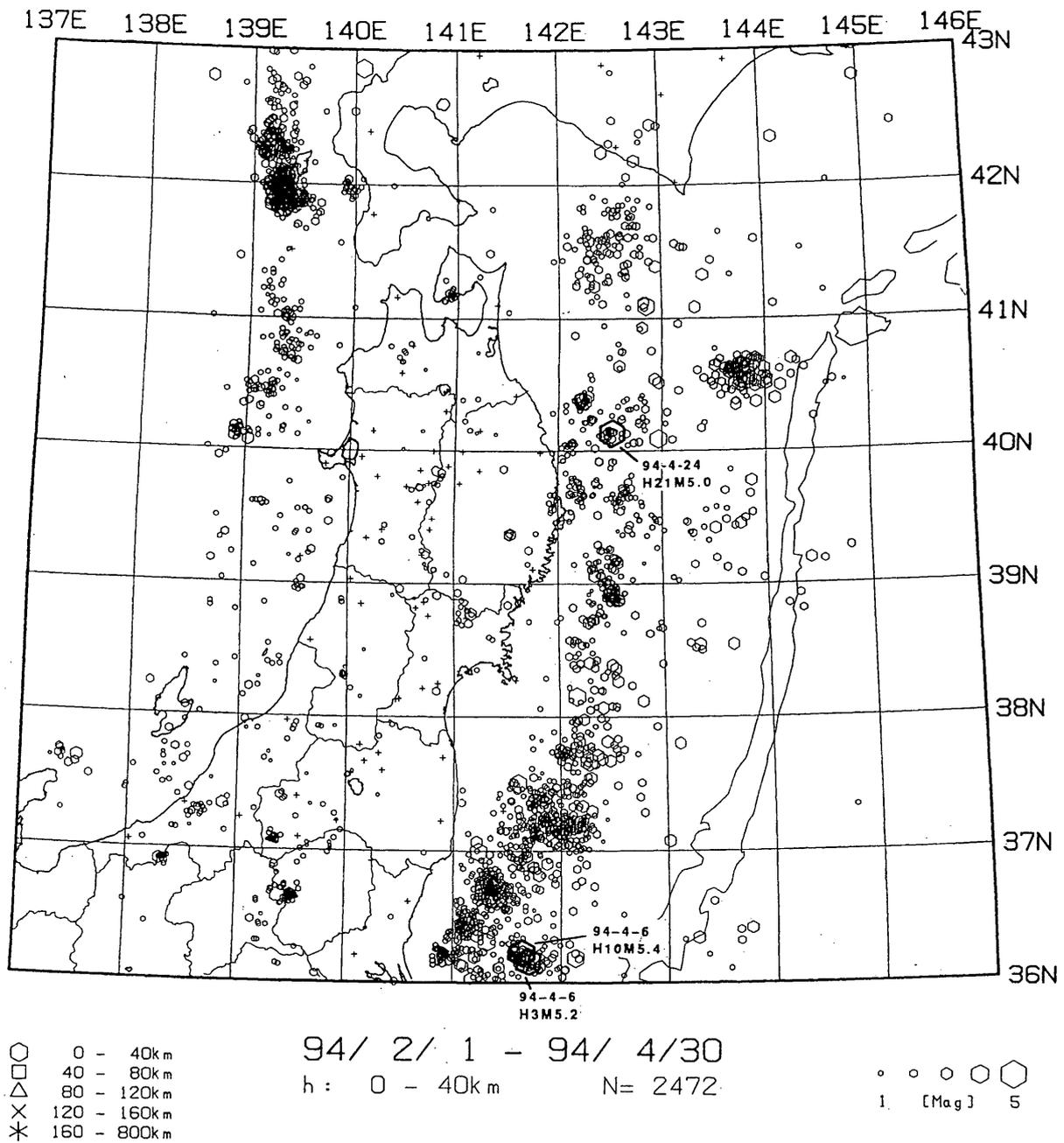
- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

93/11/ 1 - 94/ 1/31
 h: 0 - 40km N= 2226

- ○ ○ ○ ○
- 1 [Mag] 5

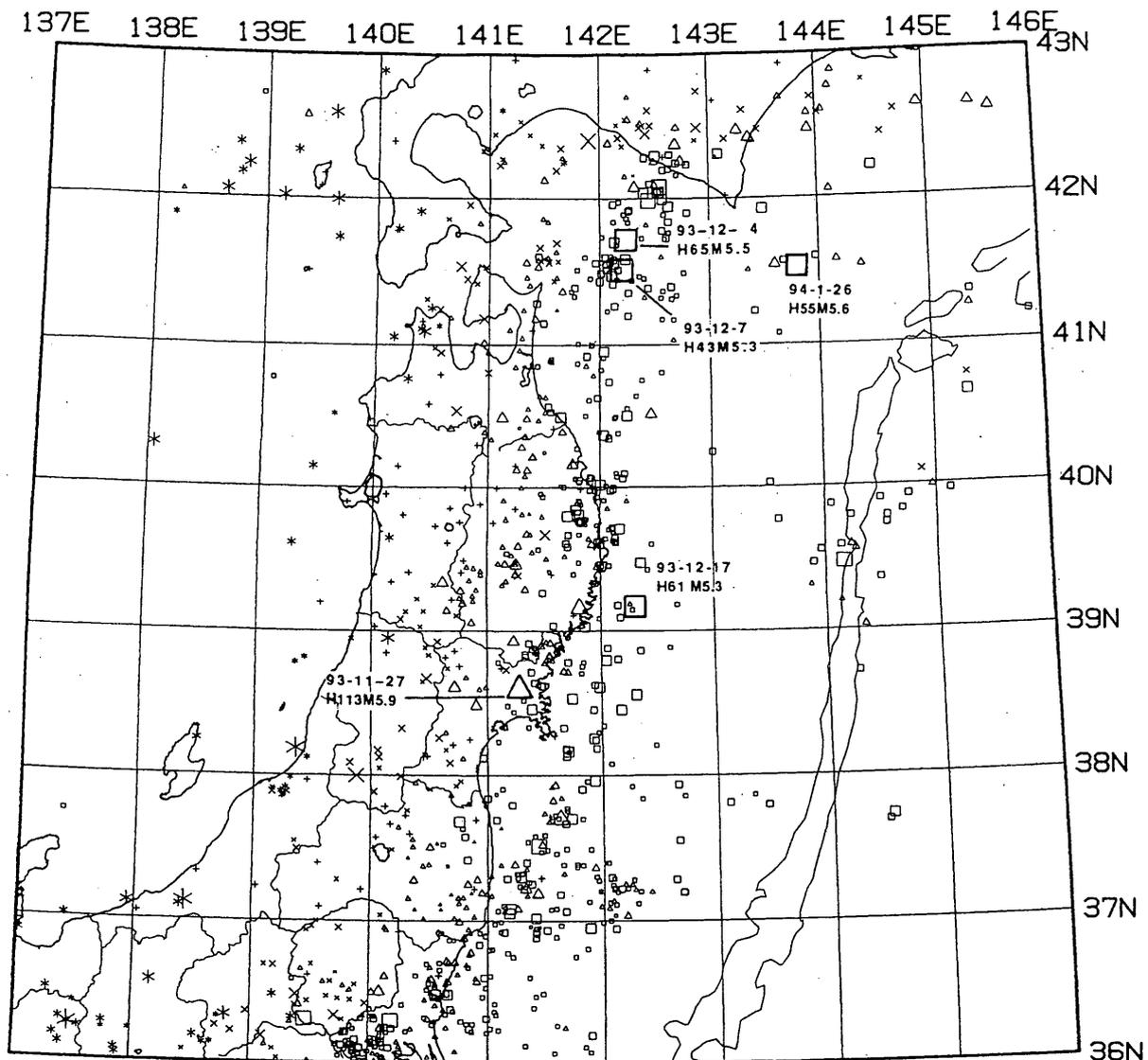
第1図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1993年11月~1994年1月)

Fig.1 Epicenter distribution of shallow microearthquakes (h<40km) in the Tohoku District (November, 1993-J January, 1994).



第2図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1994年2月~4月)

Fig.2 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ($h < 40\text{km}$) in the Tohoku District (February-April, 1994).



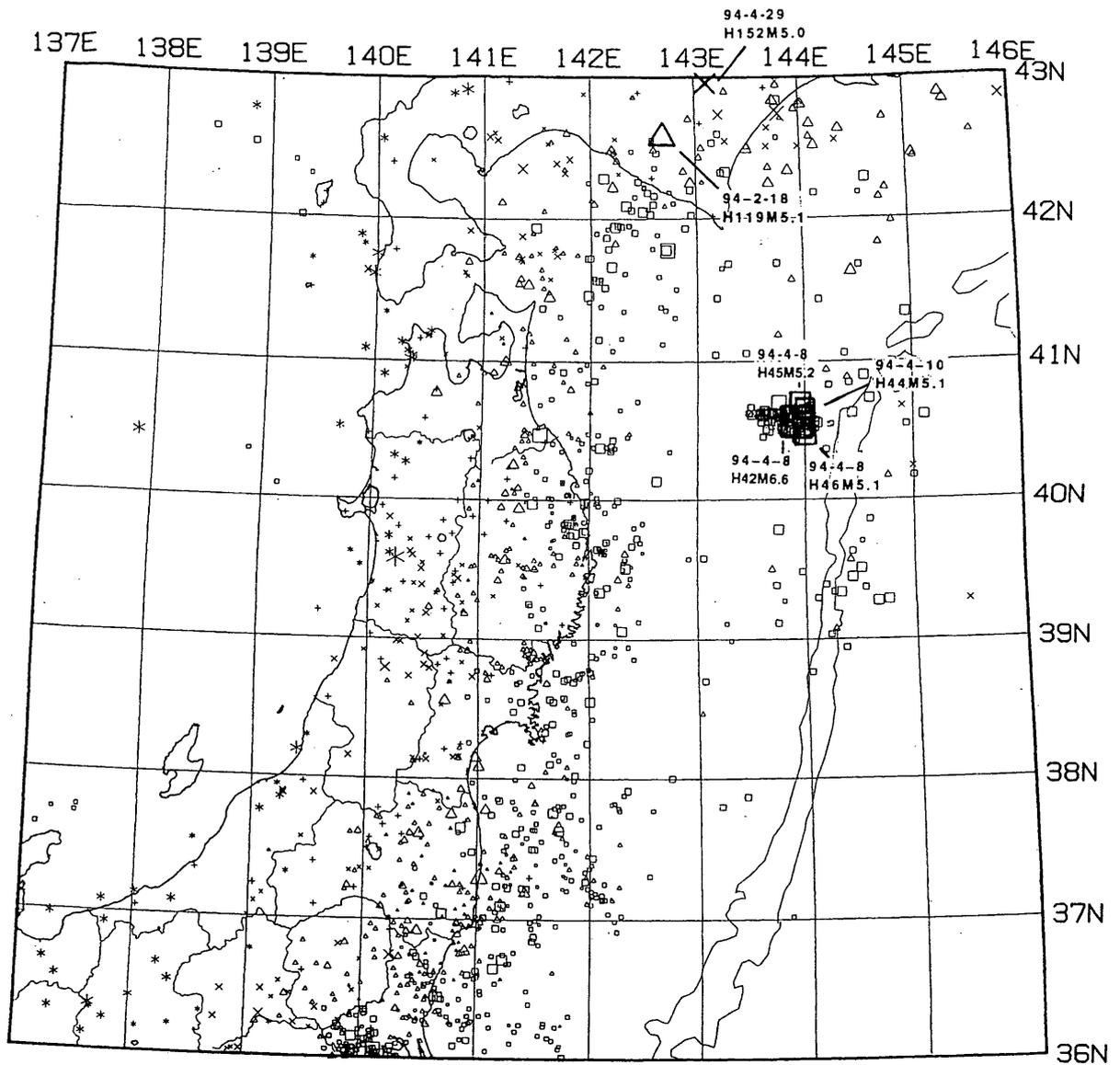
- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

93/11/ 1 - 94/ 1/31
 h : 40 - 800km N = 965

- ○ ○ ○ ○
- 1 [Mag] 5

第3図 東北地方の $h \geq 40\text{km}$ の微小地震の震央分布 (1993年11月~1994年1月)

Fig.3 Epicenter distribution of microearthquakes ($h \geq 40\text{km}$) in the Tohoku District (November, 1993—January, 1994).



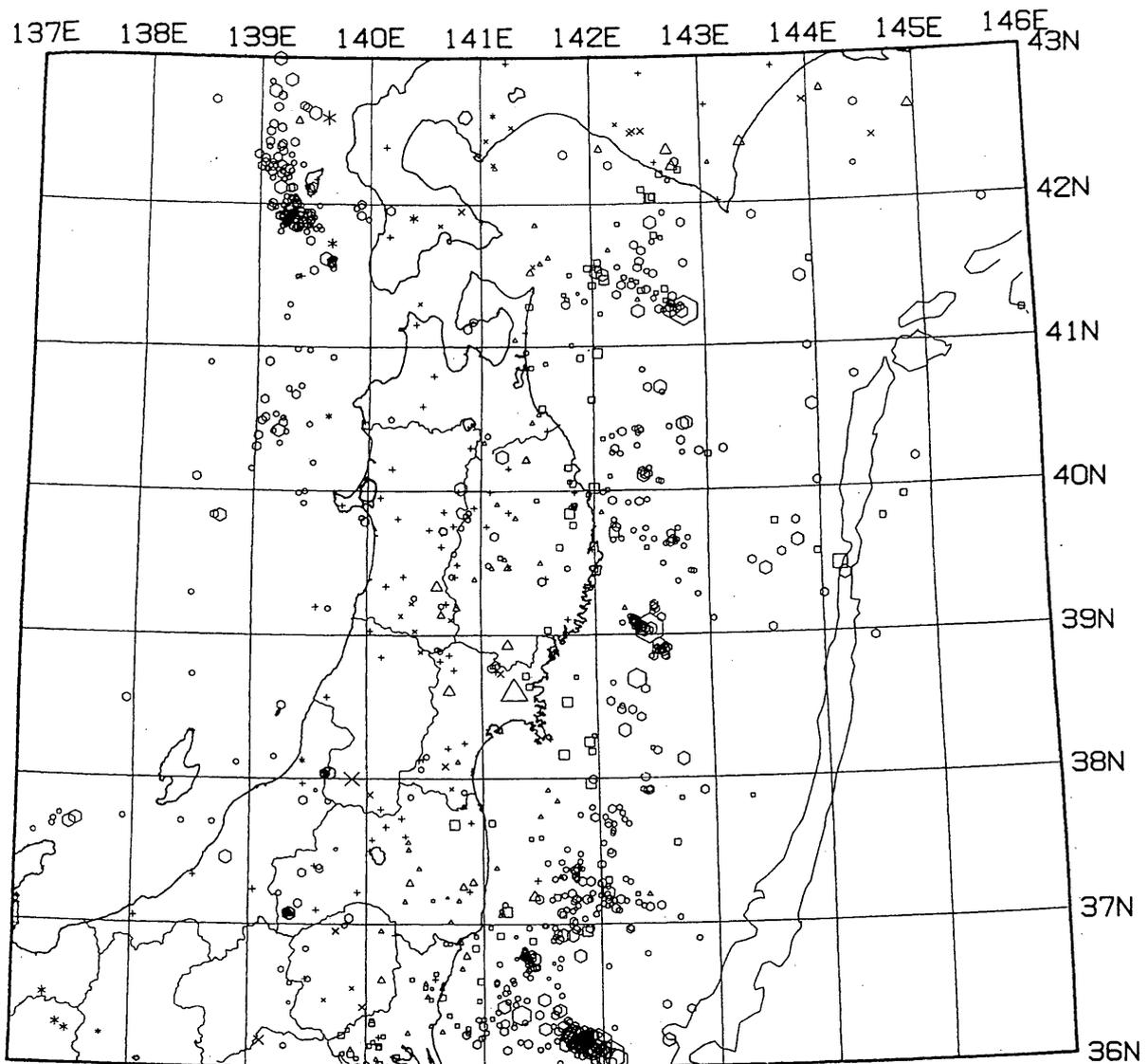
- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

94/ 2/ 1 - 94/ 4/30
 h : 40 - 800km N= 1227

- ○ ○ ○ ○ ○
- 1 [Mag] 5

第4図 東北地方の $h \geq 40\text{km}$ の微小地震の震央分布 (1994年2月~4月)

Fig.4 Epicenter distribution of microearthquakes ($h \geq 40\text{km}$) in the Tohoku District (February-April, 1994).



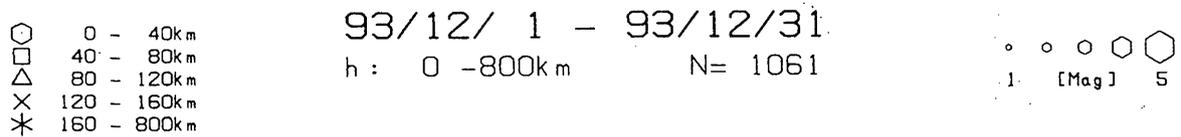
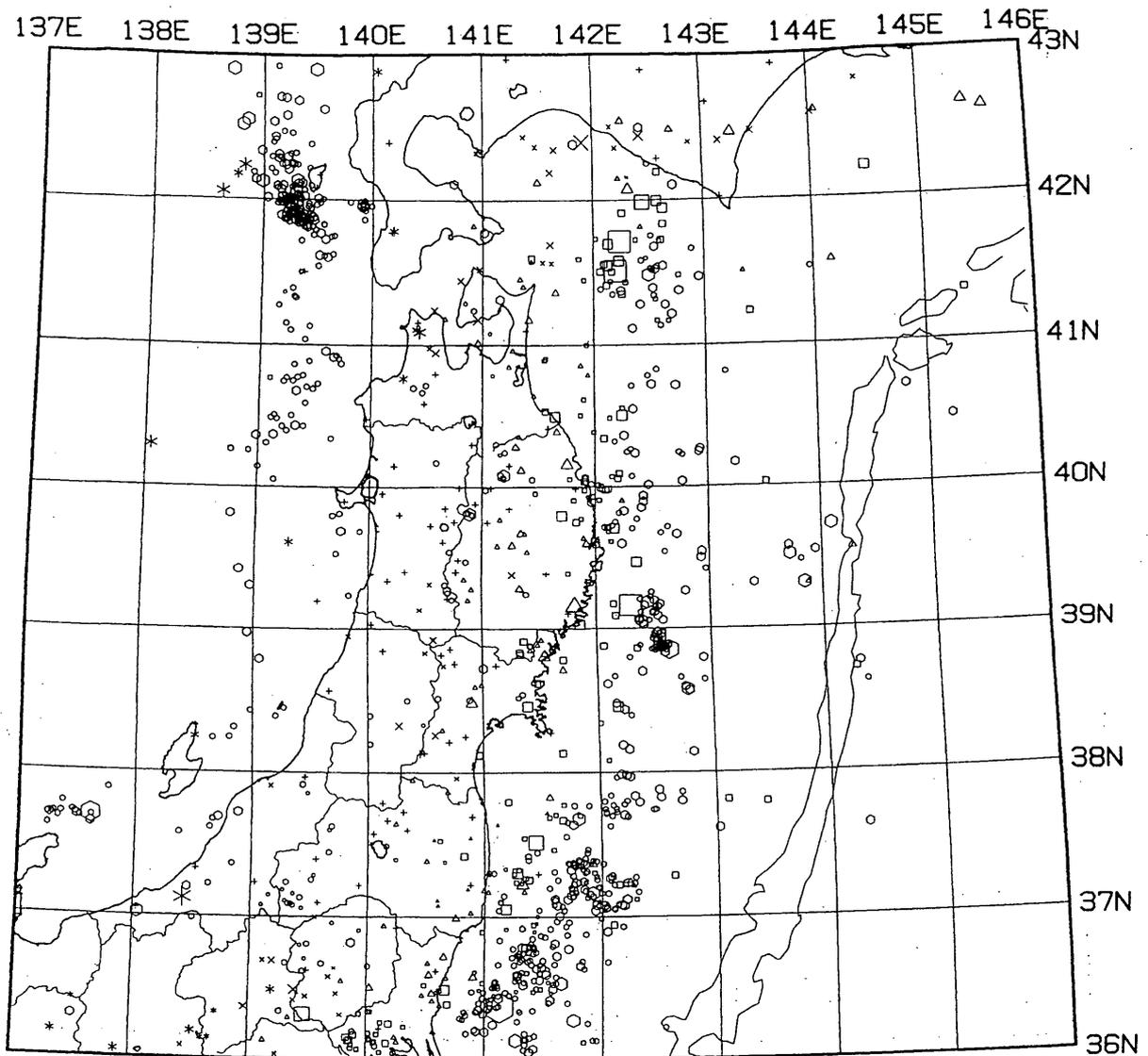
- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

93/11/ 1 - 93/11/30
 h : 0 -800km N= 919

○ ○ ○ ○ ○ ○
 1 [Mag] 5

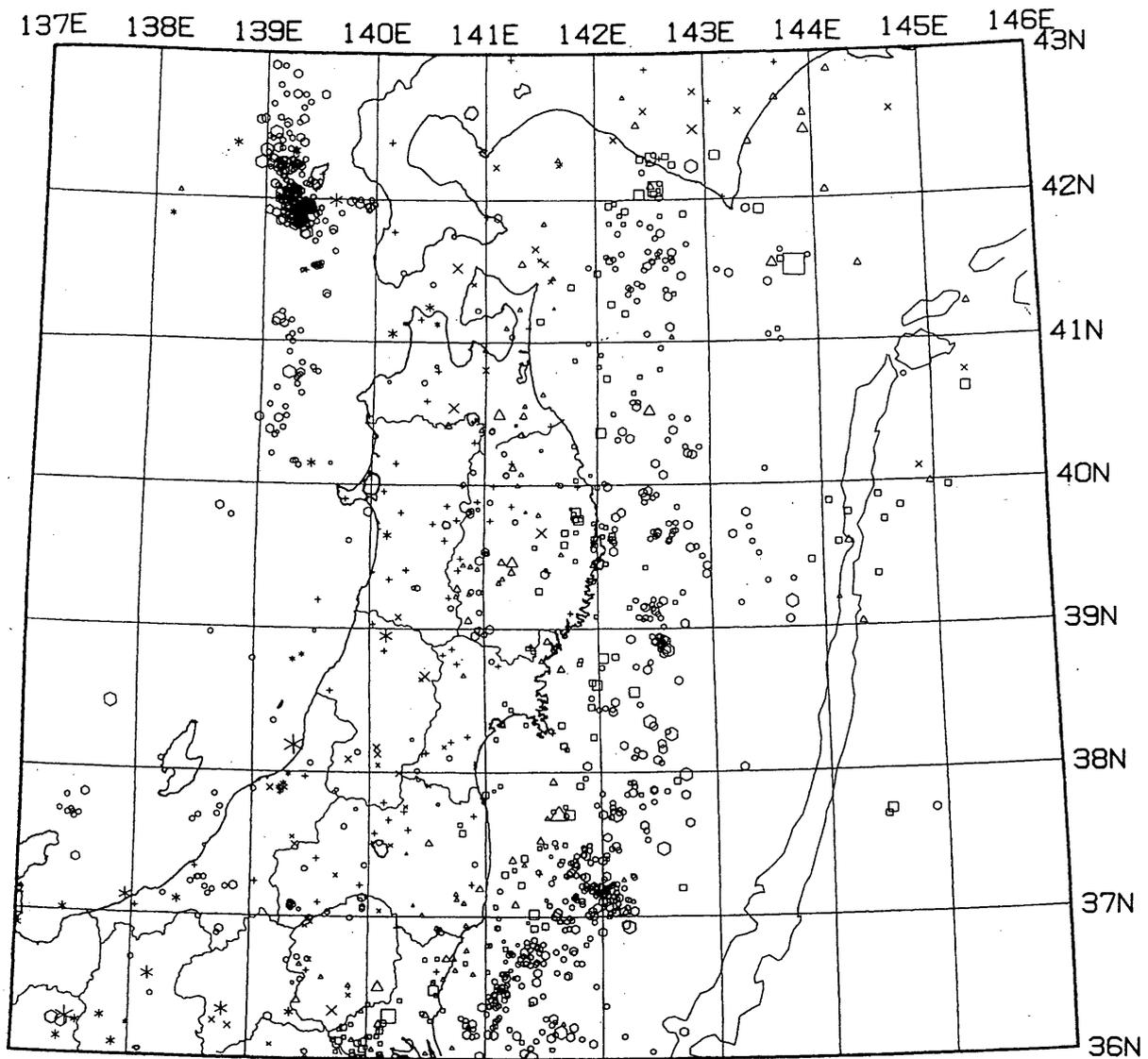
第5図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年11月)

Fig.5 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (November, 1993).



第6図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年12月)

Fig.6 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (December, 1993).



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

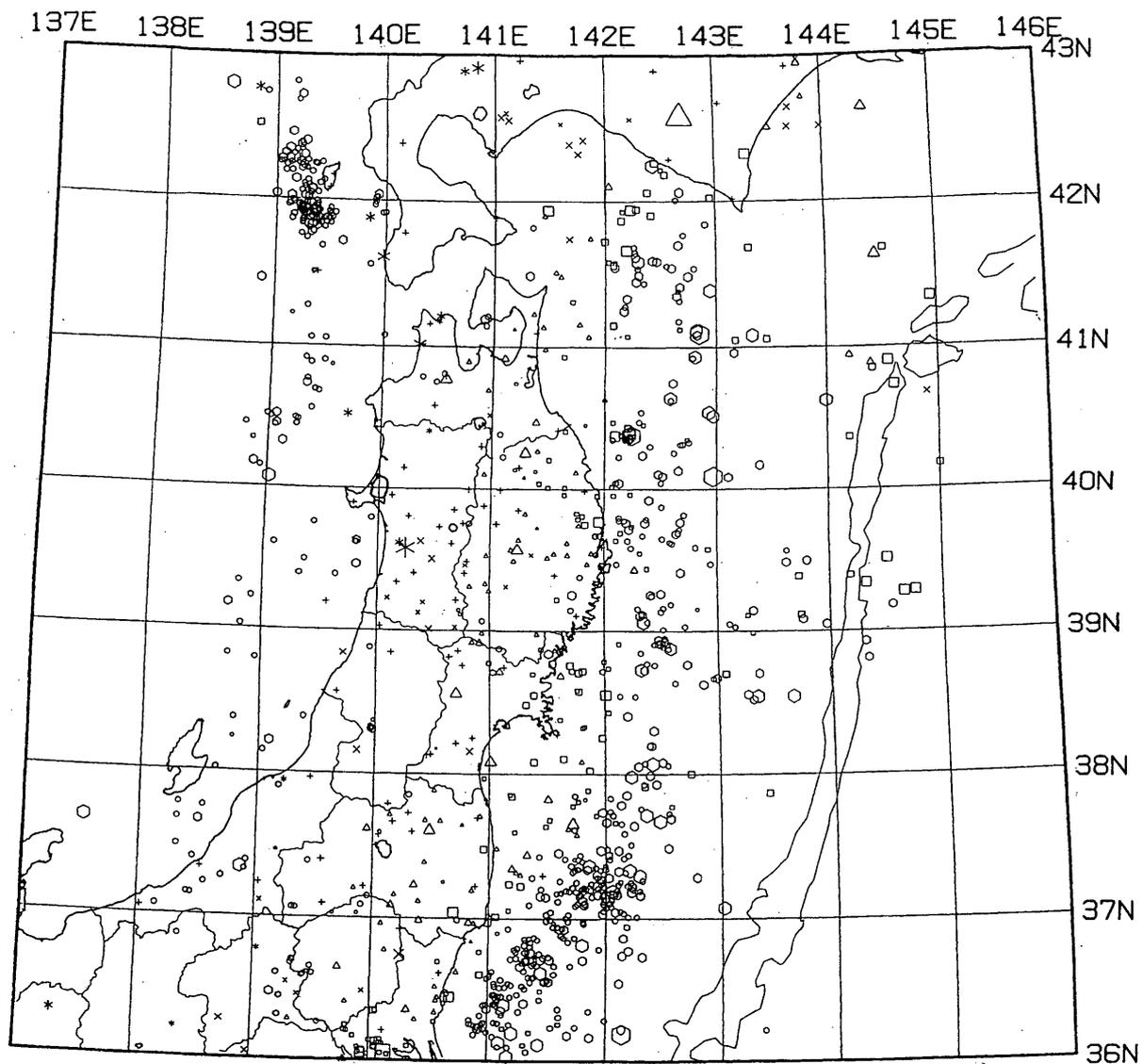
94/ 1/ 1 - 94/ 1/31

h: 0 - 800km N= 1211

○ ○ ○ ○ ○
1 [Mag] 5

第7図 東北地方の微小地震の震央分布 (1994年1月)

Fig.7 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (January, 1994).



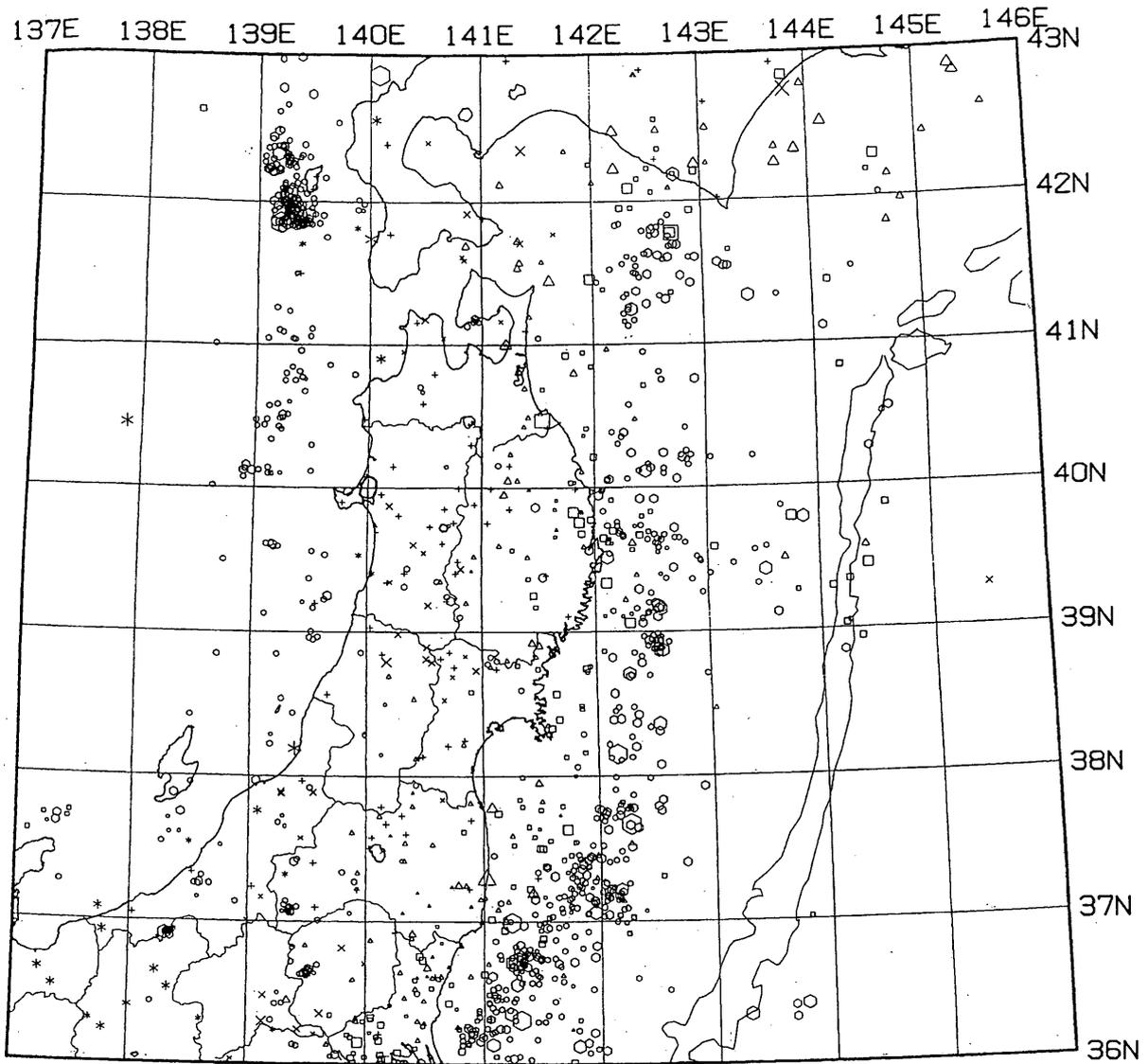
- 0 - 40km
- 40 - 80km
- △ 80 - 120km
- × 120 - 160km
- * 160 - 800km

94/ 2/ 1 - 94/ 2/28
 h : 0 -800km N= 1013

○ ○ ○ ○ ○
 1 [Mag] 5

第 8 図 東北地方の微小地震の震央分布 (1994年 2 月)

Fig.8 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (February, 1994).



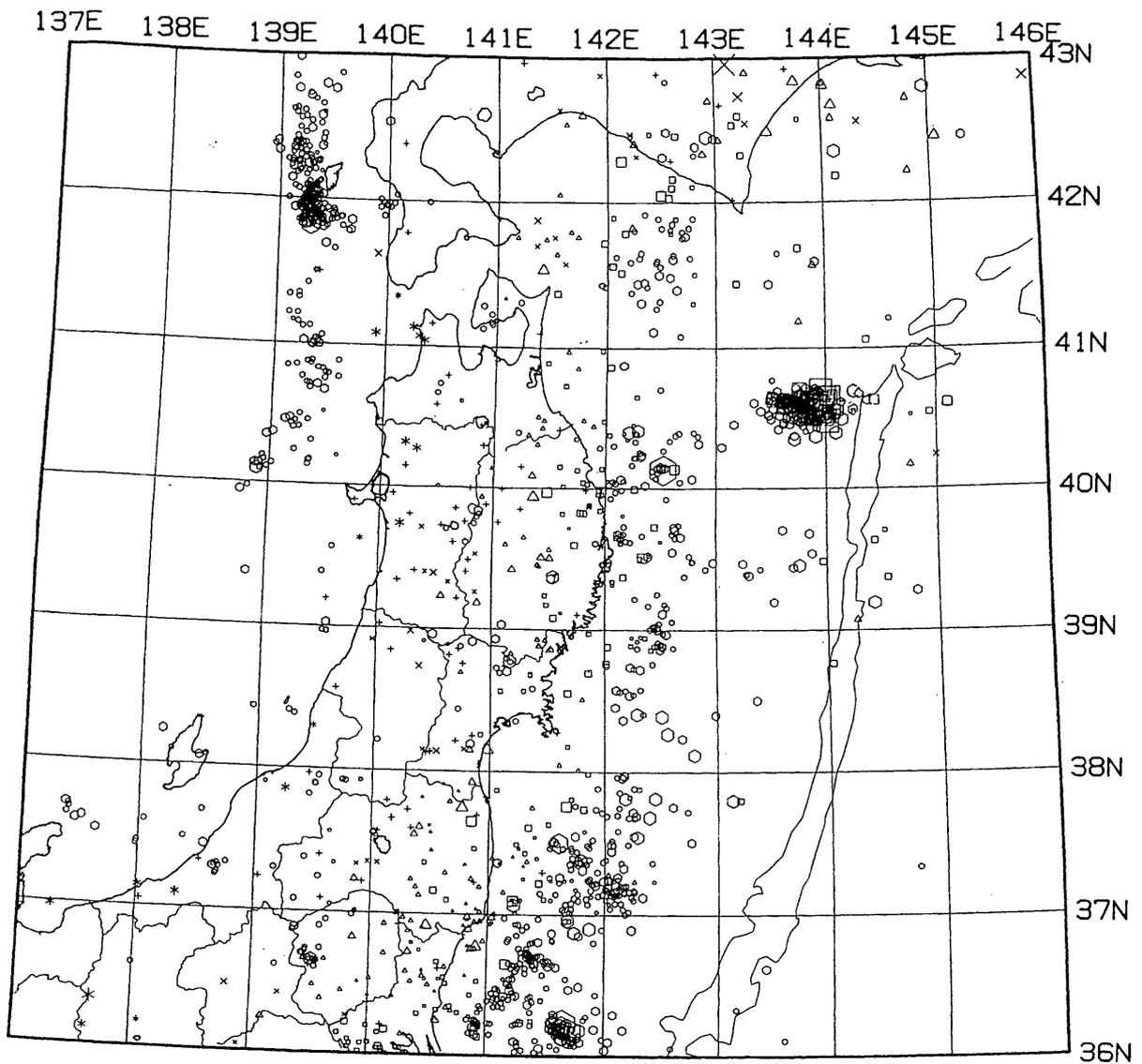
○ 0 - 40km
 □ 40 - 80km
 △ 80 - 120km
 × 120 - 160km
 * 160 - 800km

94/ 3/ 1 - 94/ 3/31
 h: 0 -800km N= 1221

○ ○ ○ ○ ○
 1 [Mag] 5

第9図 東北地方の微小地震の震央分布 (1994年3月)

Fig.9 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (March, 1994).



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

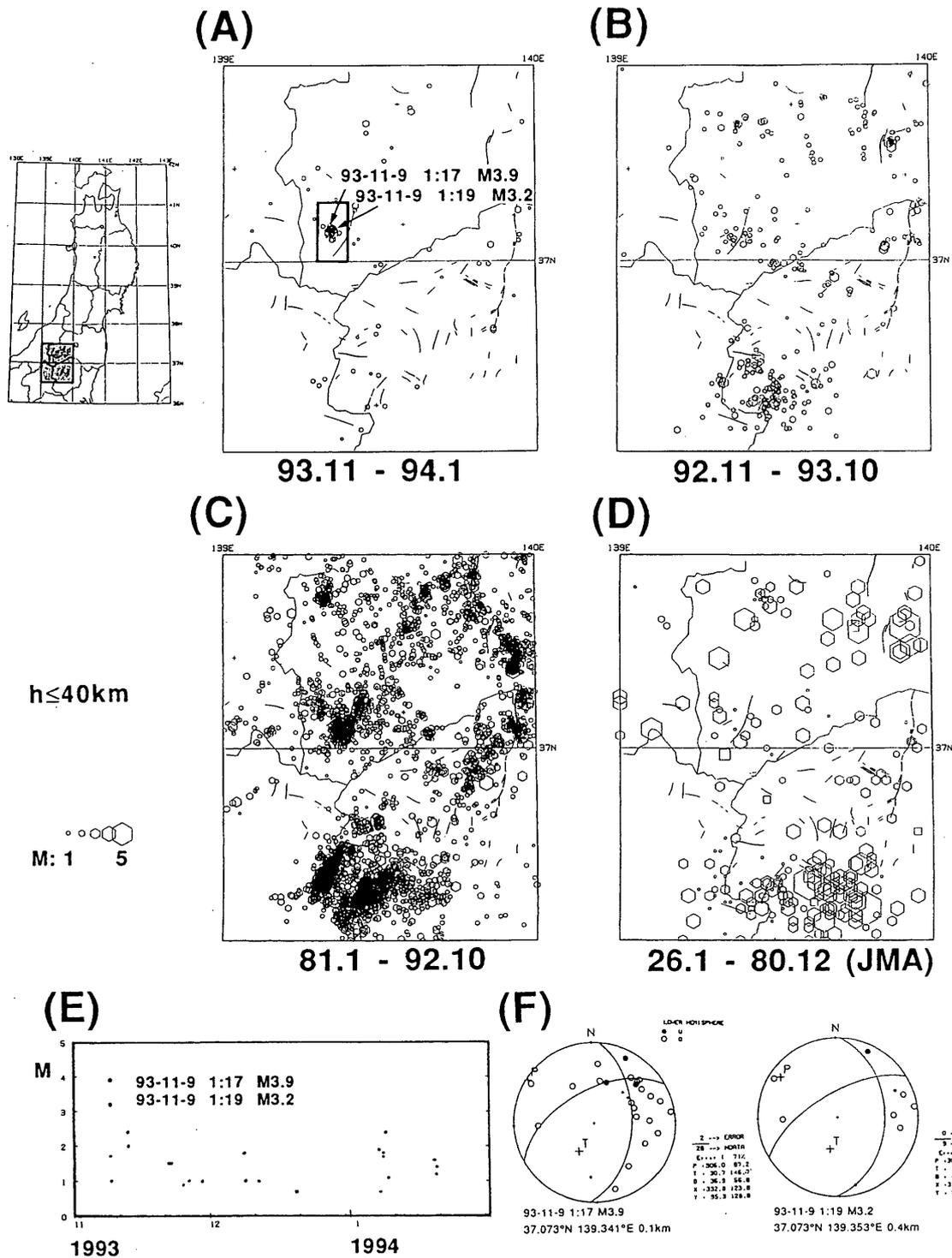
94/ 4/ 1 - 94/ 4/30

h : 0 -800km N= 1465

○ ○ ○ ○ ○ ○
1 [Mag] 5

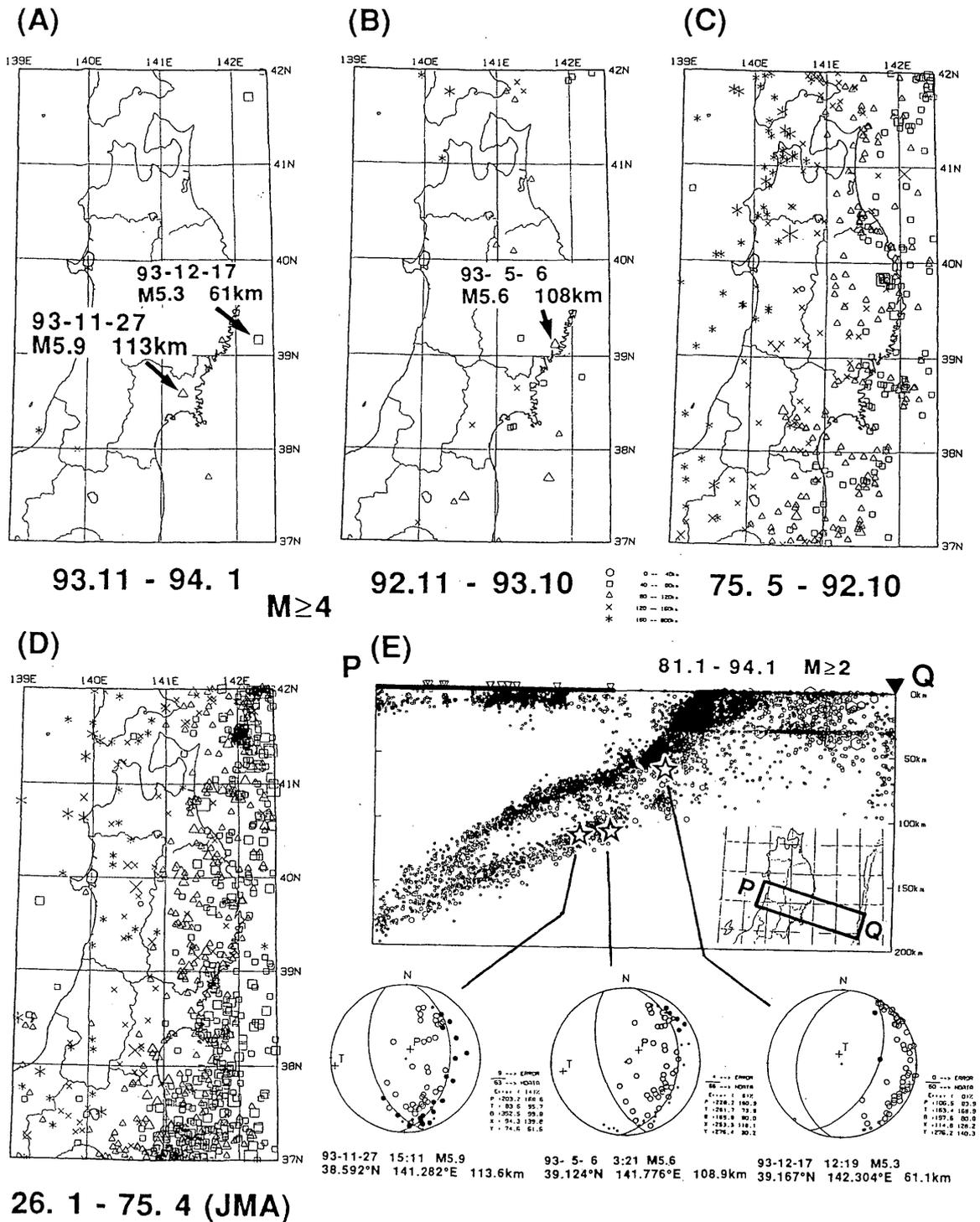
第10図 東北地方の微小地震の震央分布 (1994年4月)

Fig.10 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (April, 1994).



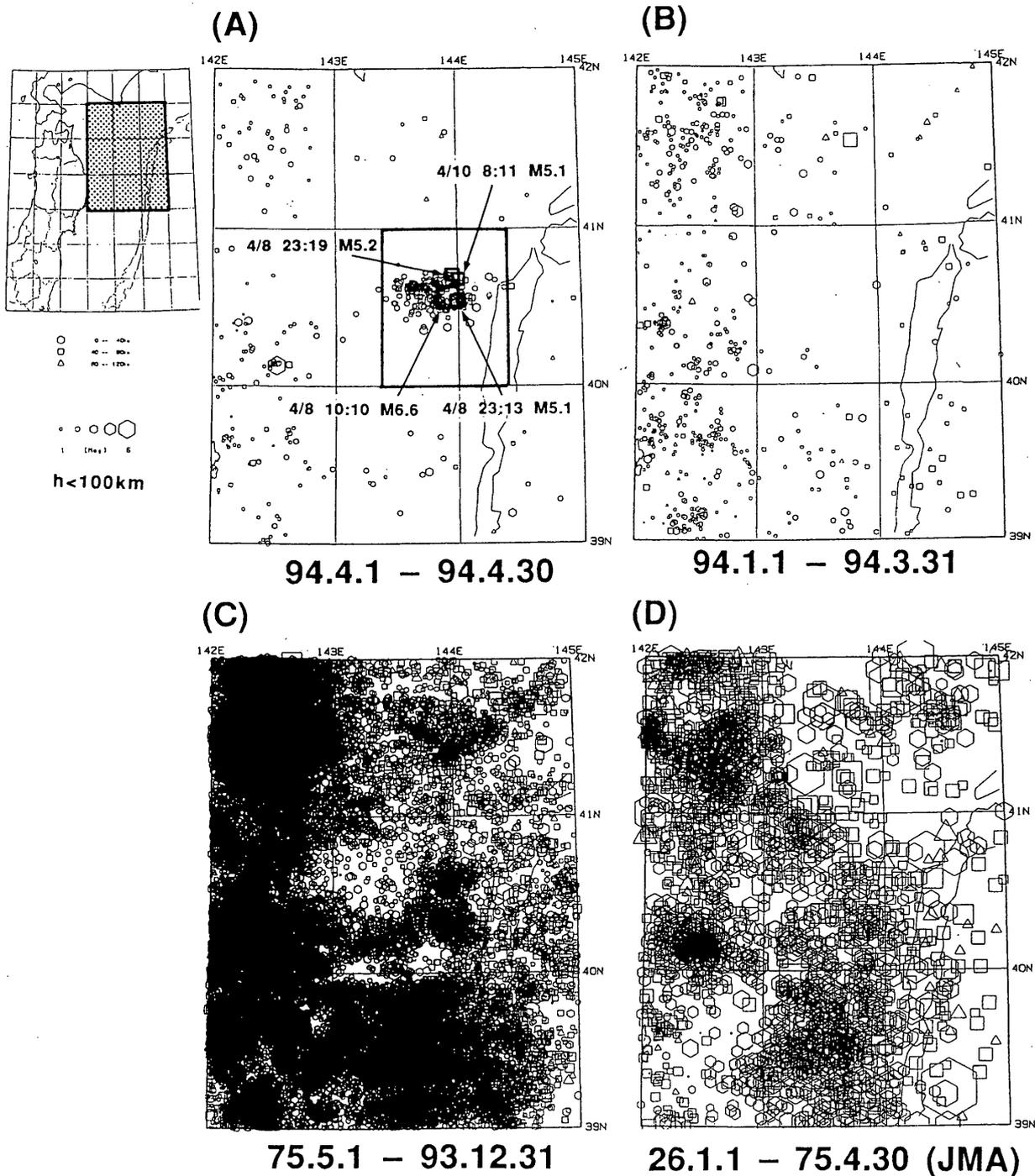
第11図 福島県南西部およびその周辺の地震活動。(A):1993年11月~1994年1月,(B):1992年11月~1993年10月,(C):1981年1月~1992年10月,(D):1926年1月~1980年12月(気象庁による)の期間の浅発地震の震央分布,(E):図(A)の枠内の地震のM-T図,(F):1993年11月9日に発生した地震のメカニズム解(下半球等積投影)。

Fig.11 Seismic activity in and around the southwestern part of Fukushima Prefecture. (A):Epicenter distribution for the period from November, 1993 to January, 1994. (B):November, 1992 to October, 1993. (C):January, 1981 to October, 1992. (D):January, 1926 to December, 1980(after JMA). (E):Magnitude-time diagram for the events in the rectangle shown in Fig.11 (A). (F):Focal mechanism solutions for the events on November 9, 1993 (projected onto a lower hemisphere).



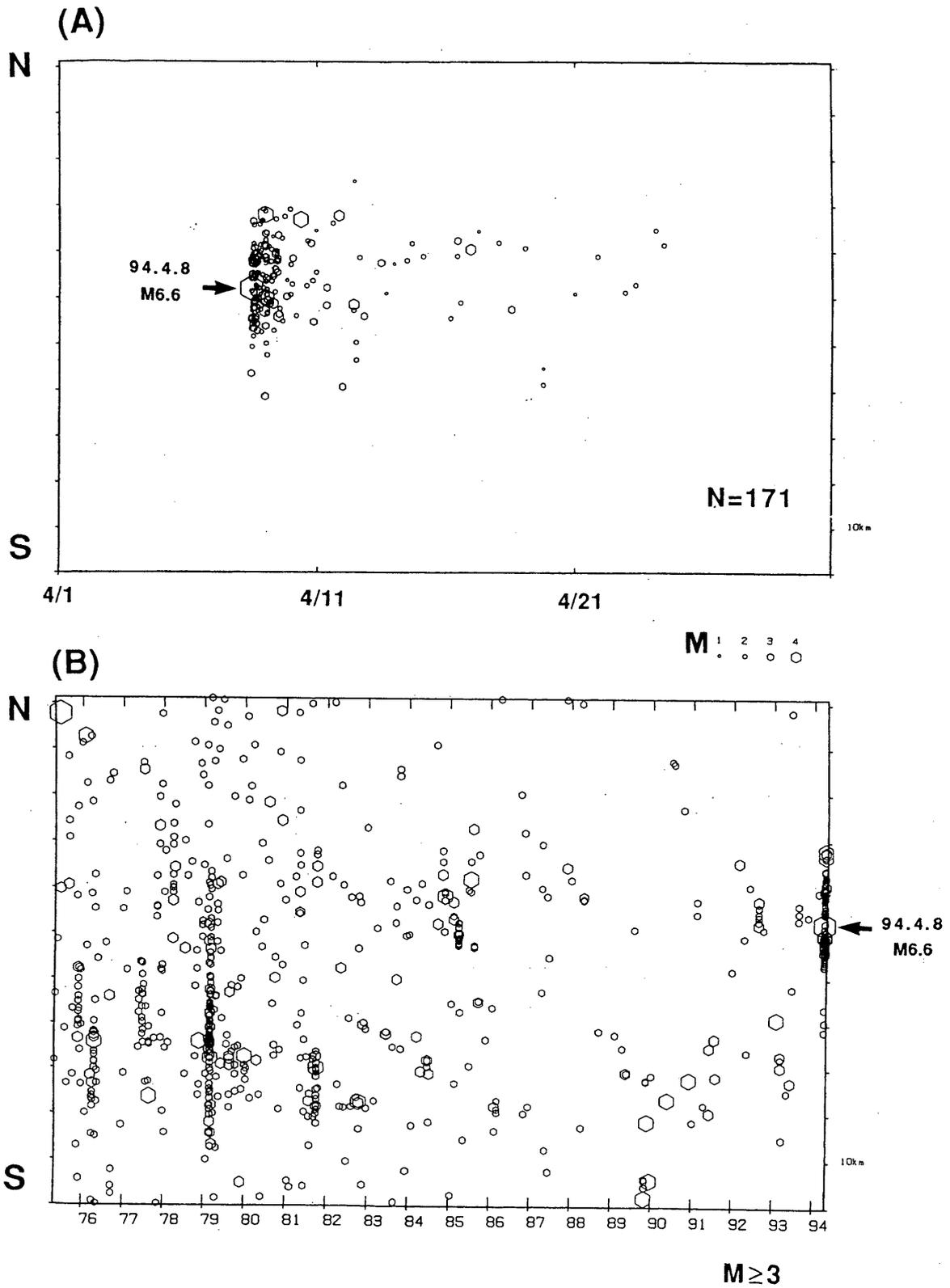
第12図 東北地方に発生した稍深発地震。(A)：1993年11月～1994年1月，(B)：1992年11月～1993年10月，(C)：1975年5月～1992年10月，(D)：1926年1月～1975年4月（気象庁による）の期間の $M \geq 4$ の稍深発地震の震央分布，(E)： $M \geq 2$ の地震の震源分布の鉛直断面（1981年1月～1994年1月）と，最近1年間に発生した $M \geq 5$ の稍深発地震のメカニズム解（下半球等積投影）。

Fig.12 Seismic activity for the intermediate-depth earthquakes in the Tohoku District. (A): Epicenter distribution for the events with $M \geq 4$ for the period from November, 1993 to January, 1994. (B): November, 1992 to October, 1993. (C): May, 1975 to October, 1992. (D): January, 1926 to April, 1975 (after JMA). (E): Vertical cross-section for the events with $M \geq 2$ (January, 1981–January, 1994) and focal mechanism solutions for the recent events with $M \geq 5$.



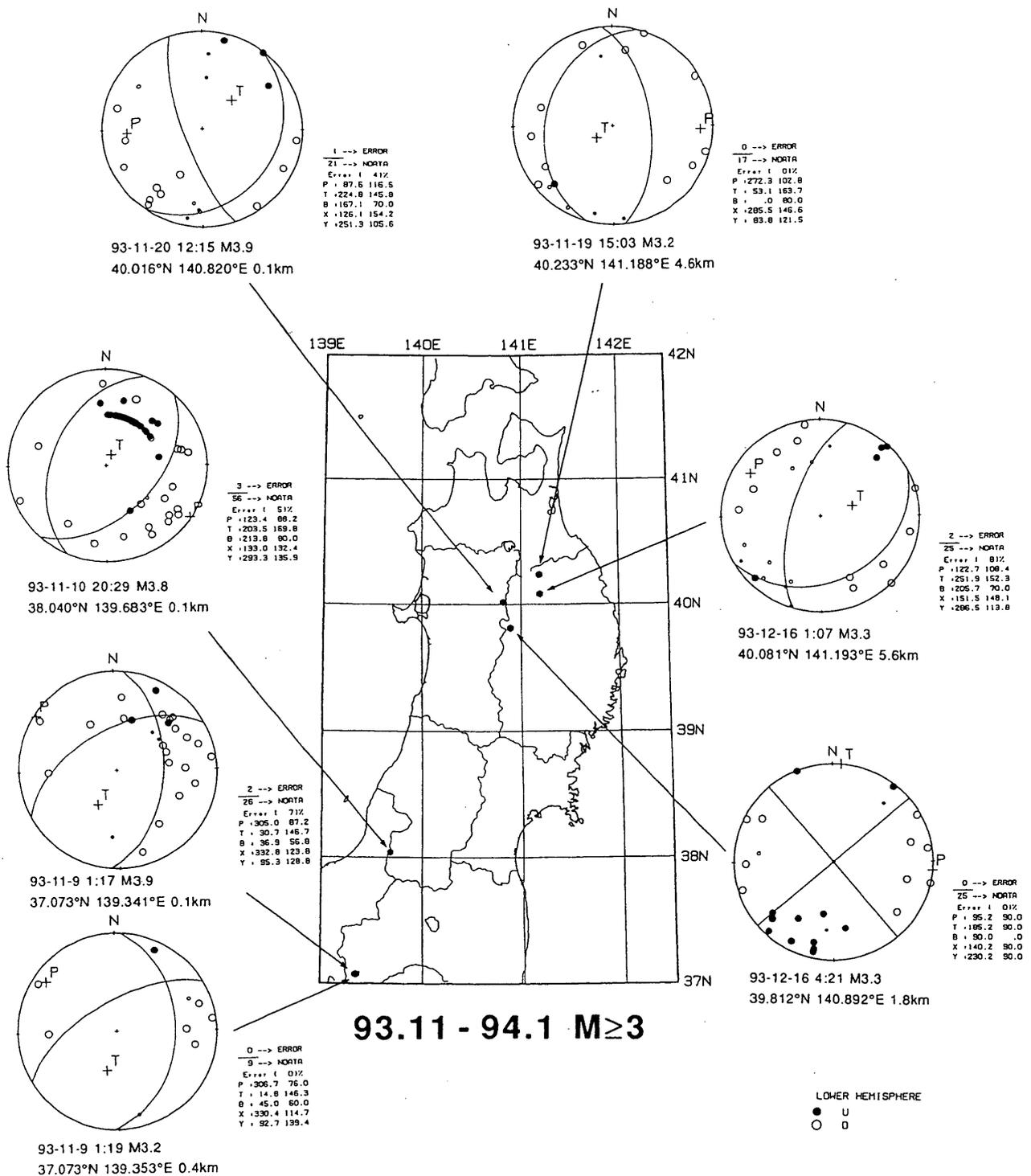
第13図 三陸はるか沖に発生した地震の震央分布。(A)：1994年4月，(B)：1994年1月～3月，(C)：1975年5月～1993年12月，(D)：1926年1月～1975年4月（気象庁による）。

Fig.13 Epicenter distributions far off Sanriku. (A):in April, 1994. (B):from January to March, 1994. (C):from May, 1975 to December, 1993. (D):from January, 1926 to April, 1975(after JMA).



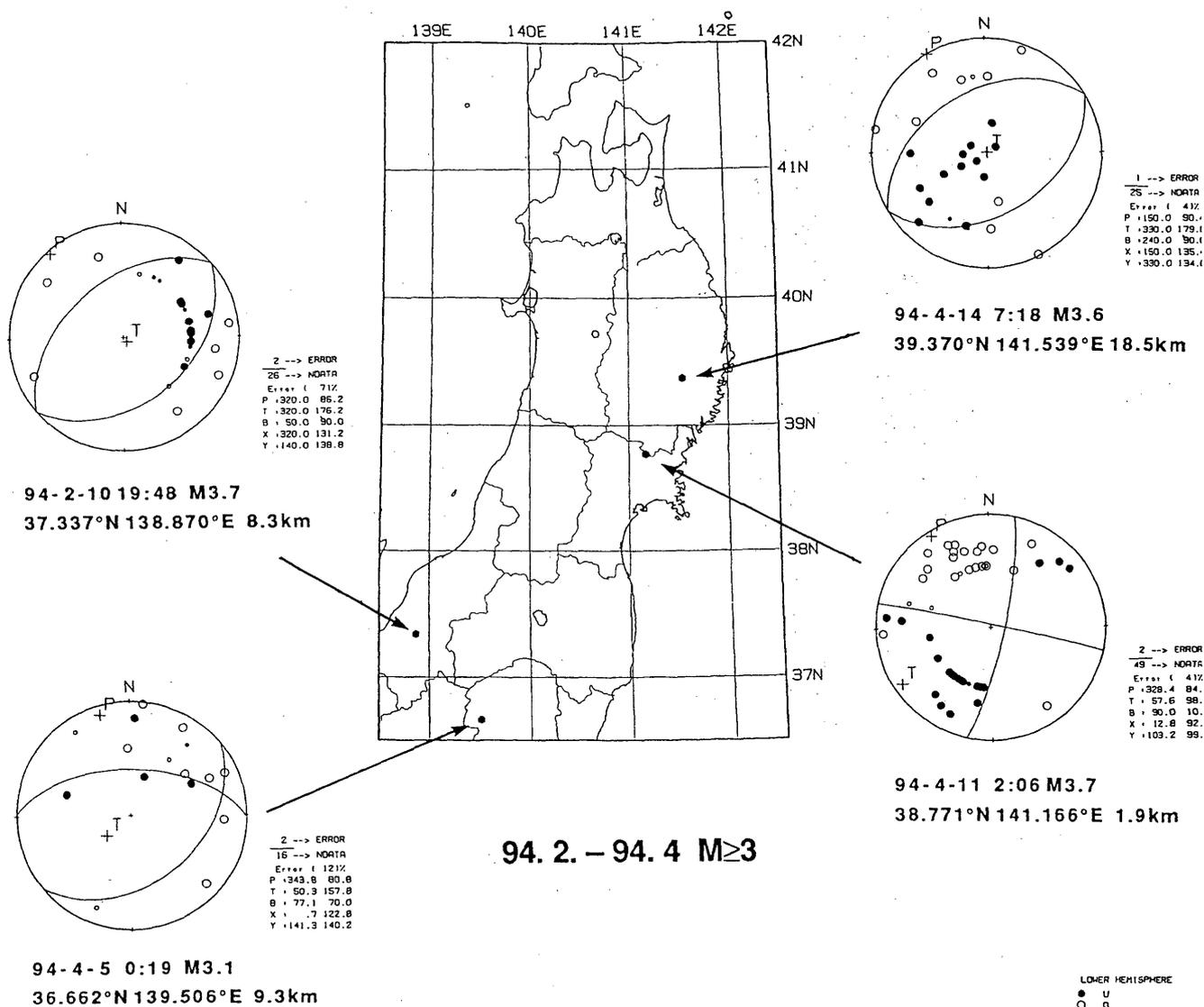
第14図 三陸はるか沖に発生した地震の時空間分布。第13図Aの枠内の地震を南北軸に投影して示す。(A)：1994年4月1日～4月30日，(B)：1975年5月～1994年4月 ($M \geq 3$)。

Fig.14 Space-time distributions for events in the rectangle shown in Fig. 13(A) for the period (A) : in April, 1994, and (B) : from May, 1975 to April, 1994 ($M \geq 3$).



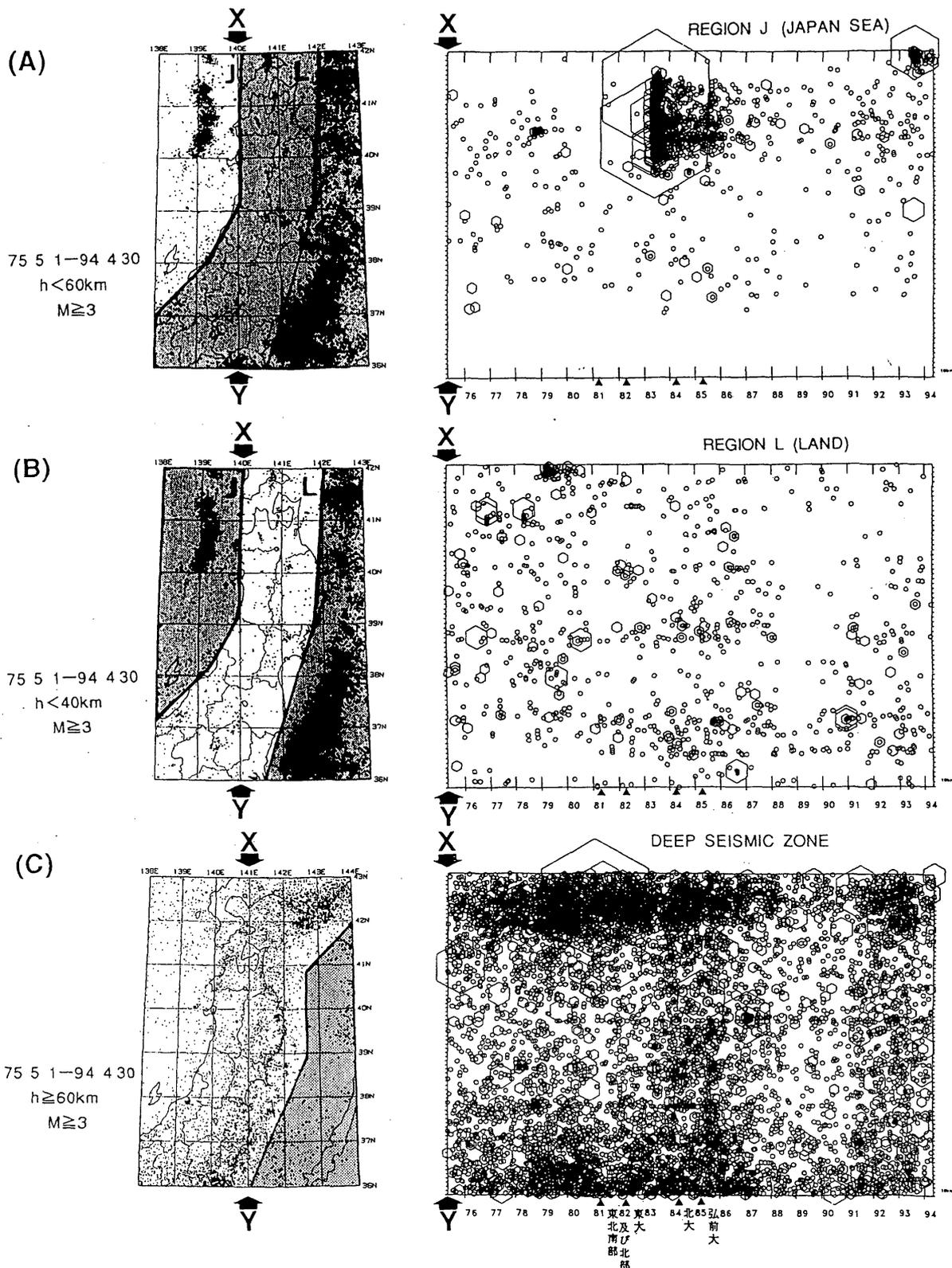
第15図 1993年11月～1994年1月に東北地方で発生したM_≥3の浅発地震の震央分布と主な地震のメカニズム解(下半球等積投影)。●が押し, ○が引きを表す。各軸の方位角(北から時計回り)と伏角(鉛直下向きから)をメカニズム解の右下に示す。

Fig.15 Epicenter distribution and focal mechanism solutions (projected onto a lower hemisphere) for the shallow events with M_≥3 in the land area of the Tohoku District (November, 1993—January, 1994).



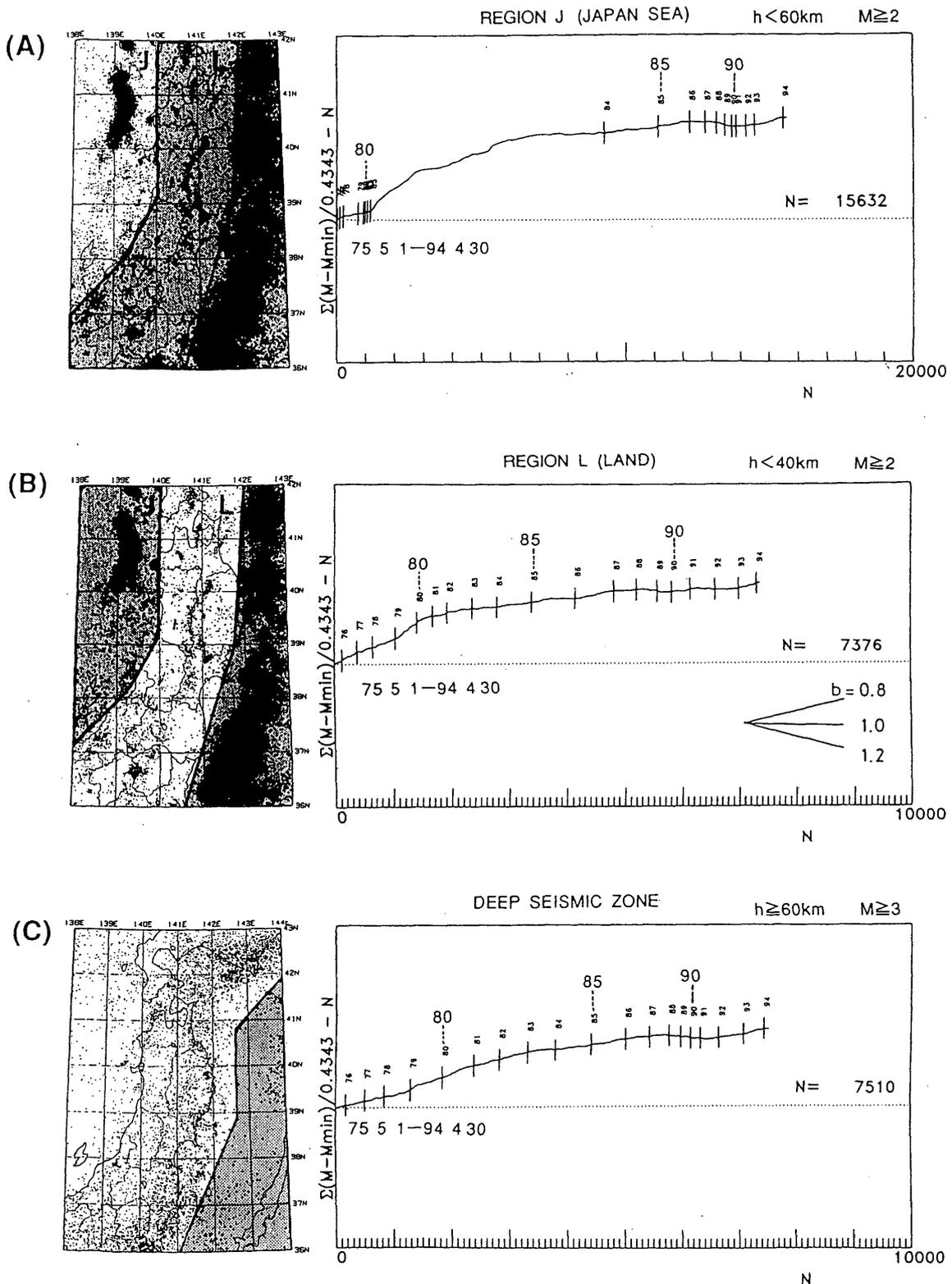
第16図 1994年2月～4月に東北地方で発生したM \geq 3の地震の震央分布と主な地震のメカニズム解（下半球等積投影）。●が押し，○が引きを表す。各軸の方位角（北から時計回り）と伏角（鉛直下向きから）をメカニズム解の右下に示す。

Fig.16 Epicenter distribution and focal mechanism solutions (projected onto a lower hemisphere) for the events with M \geq 3 in the land area of the Tohoku District (February–April, 1994).



第17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～1994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。

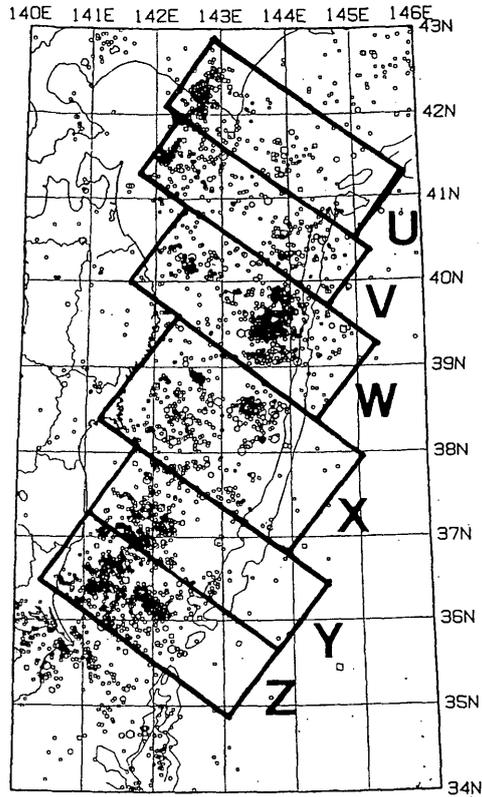
Fig.17 Space-time distributions of earthquakes with $M \geq 3$ (May, 1975 – April, 1994). (A): Shallow events off the west coast of the Tohoku District. (B): Shallow events in the land area. (C): Intermediate-depth earthquakes.



第18図 1975年5月～1994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 ($M \geq 3$)。

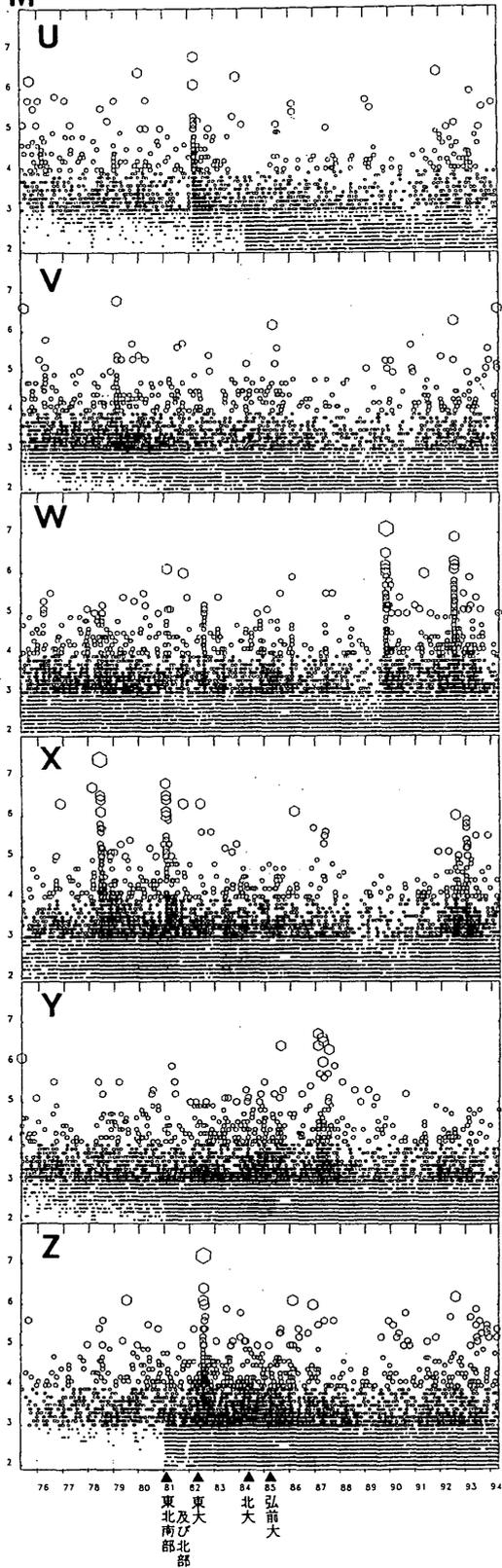
Fig.18 Cumulative magnitude-number ($\Sigma M-N$) diagrams of earthquakes in and around the Tohoku District (May, 1975–April, 1994). (A): Shallow events off the west coast of the Tohoku District ($M \geq 2$). (B): Shallow events in the land area ($M \geq 2$). (C): Intermediate-depth earthquakes ($M \geq 3$).

(A)



75 5 1-94 430
h < 60km
M ≥ 4

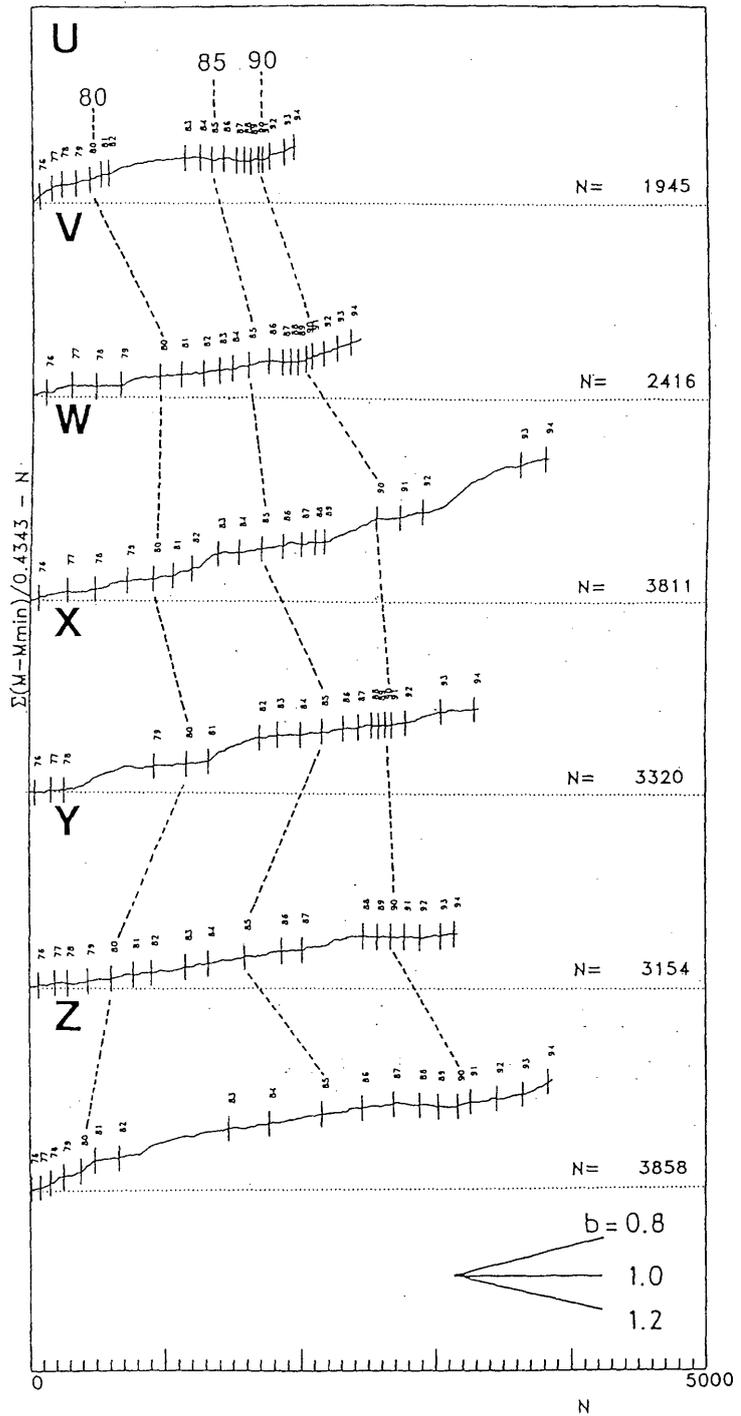
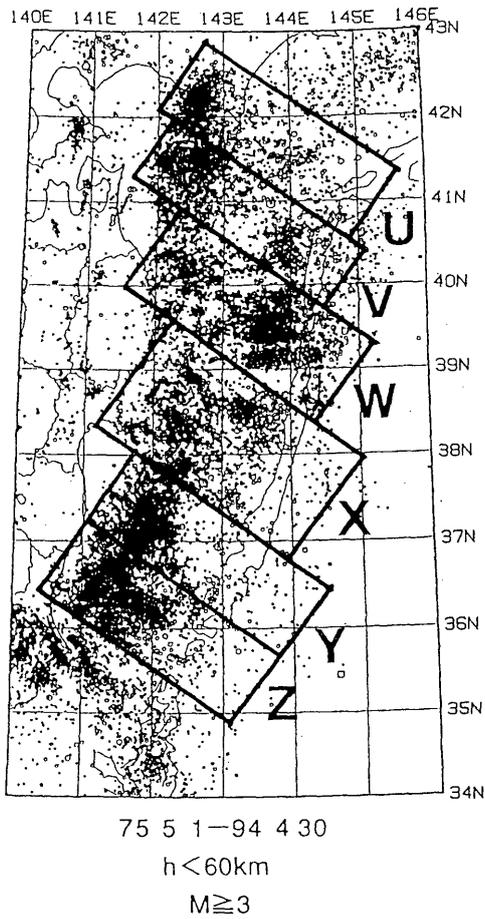
(B) M



第19図 東北地方の太平洋下における浅発地震活動 (1975年5月~1994年4月)。

(A): $M \geq 4$ の地震の震央分布。(B): 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.19 (A): Epicenter distribution of earthquakes ($M \geq 4$) with depths shallower than 60km off the east coast of the Tohoku District (May, 1975-April, 1994). (B): Magnitude-time distributions of earthquakes ($M \geq 2$) in the regions shown in Fig. 19 (A).



第20図 1975年5月～1994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ΣM-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.20 Cumulative magnitude-number ($\Sigma M-N$) diagrams of earthquakes ($M \geq 3$) with depths shallower than 60km off the east coast of the Tohoku District (May, 1975–April, 1994). 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 $b=1$.