

2-1 東北地方およびその周辺の微小地震活動（1997年5月～10月）

Microearthquake Activity in and around the Tohoku District (May-October, 1997)

東北大学 理学部

Faculty of Science, Tohoku University

1997年5月～7月と8月～10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1997年5月～10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。

1997年5月～7月、8月～10月の各3ヶ月間に東北地方の内陸に発生したM3以上の地震の震央分布とメカニズム解を第11図と第12図にそれぞれ示す。ほとんどの地震はほぼ東西圧縮の逆断層型である。

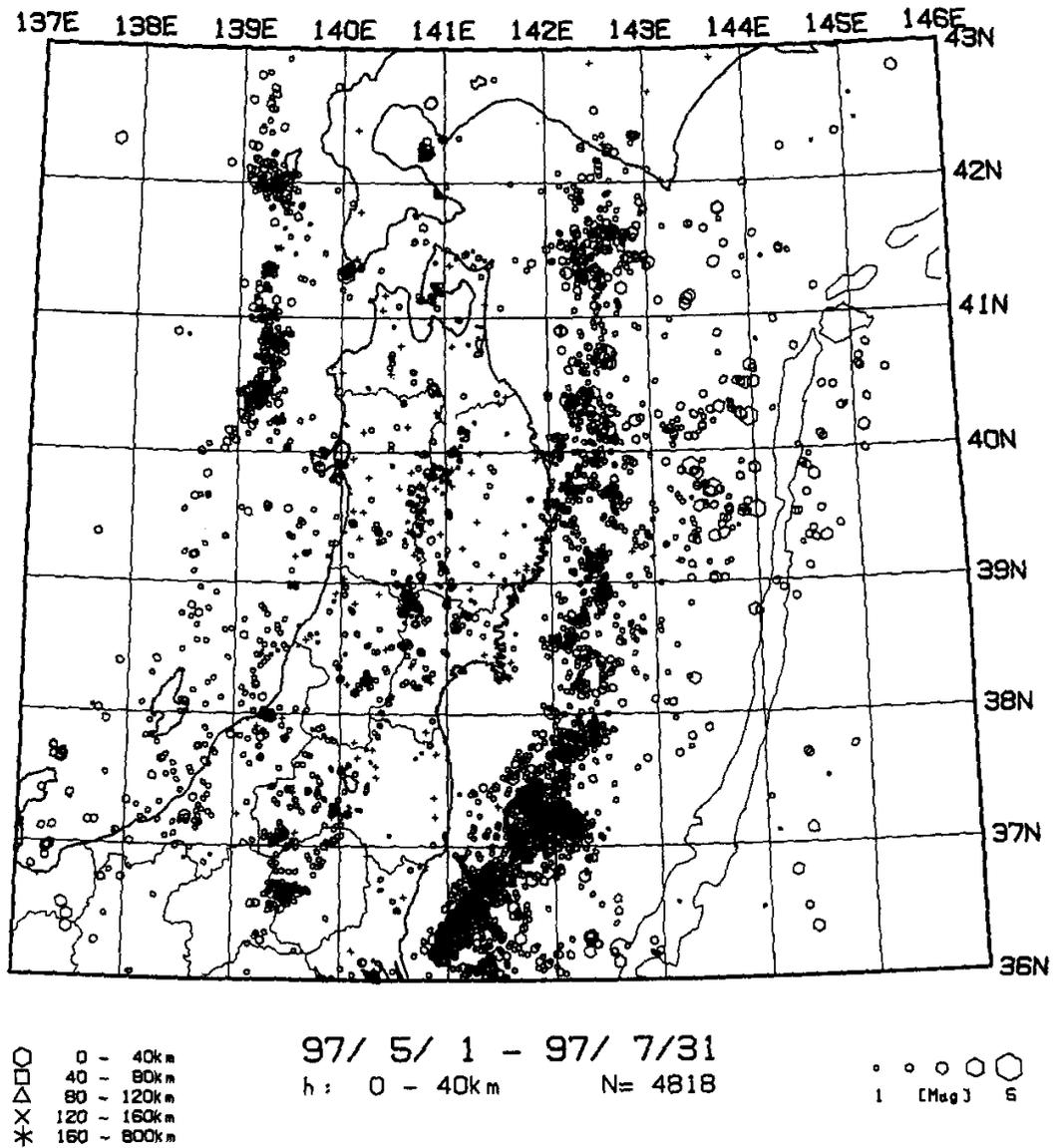
東北地方の日本海下と内陸の浅発地震、および稍深発地震の時空間分布を第13図に、同じ領域のb値の変化を第14図に示す。また、東北地方の太平洋下の地震のM-T図とb値の変化を第15図と第16図に示す。茨城県沖（領域Z）では最近約2年半の間、M4.5以上の地震の活動が低調であることがわかる。

1997年10月27日に秋田県・山形県の県境の直下でM5.1の稍深発地震が発生した。第17図にこの地震の震源とメカニズム解を示す。この地震は二重深発地震面の上面に発生しており、その震源の周辺では過去から地震が比較的活発に発生していたことがわかる。二重深発地震面の上面の地震はダウン・ディップ・コンプレッション型が卓越しているはずであるが、今回の地震のメカニズム解のP軸はかなり南北に振っている。今回の地震のメカニズム解が特殊であるかどうかを調べるために、この付近の地震の重ね合わせのメカニズム解と比較してみた。

第18図は、東北地方中央部における過去の地震の重ね合わせのメカニズム解を示している（Matsuzawa et al.¹⁾ に加筆）。この図のH領域で今回の地震が発生したわけだが、過去においても今回の地震と同様のメカニズム解の地震が卓越していたことがわかる。ただし、この図のUPPER PLANEのHのメカニズム解と比べると今回の地震のほうがP軸が南北に振っている。さらに詳しく調べるために、この地震の周辺の領域における過去の地震の重ね合わせのメカニズム解のP軸とT軸を第19図に示す。今回の地震のすぐ北側のグループはP軸が北西-南東を向いており、すぐ南側のグループでは北北東-南南西をむいている。したがって、両者のほぼ中間に位置する今回の地震はP軸が北北西-南南東を向いていても不思議はないと考えられる。

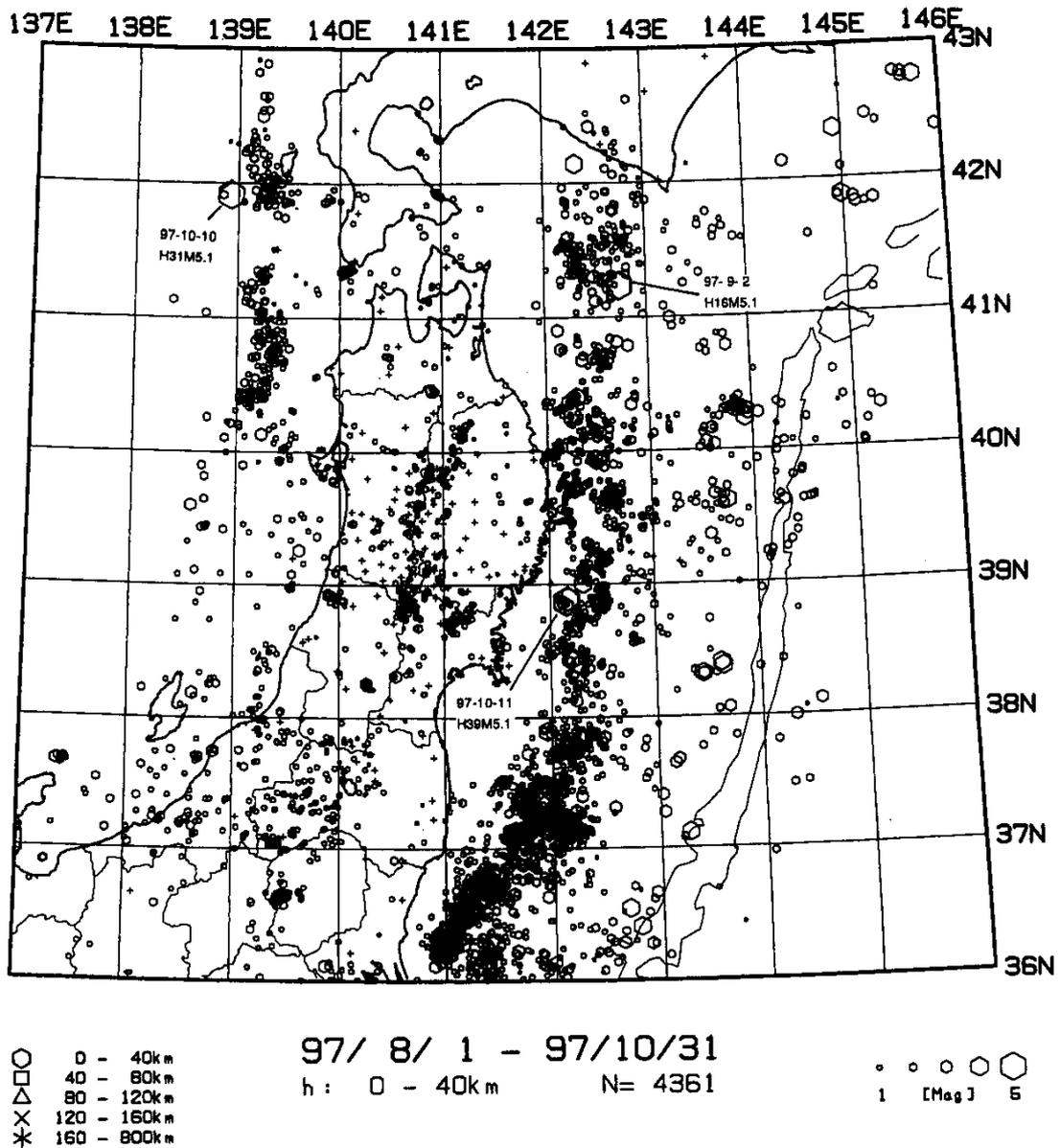
参 考 文 献

- 1) Matsuzawa et al., Normal fault type events in the upper plane of the double-planed deep seismic zone beneath the northeastern Japan arc, *J. Phys. Earth*, **34**, 85-94, 1986.



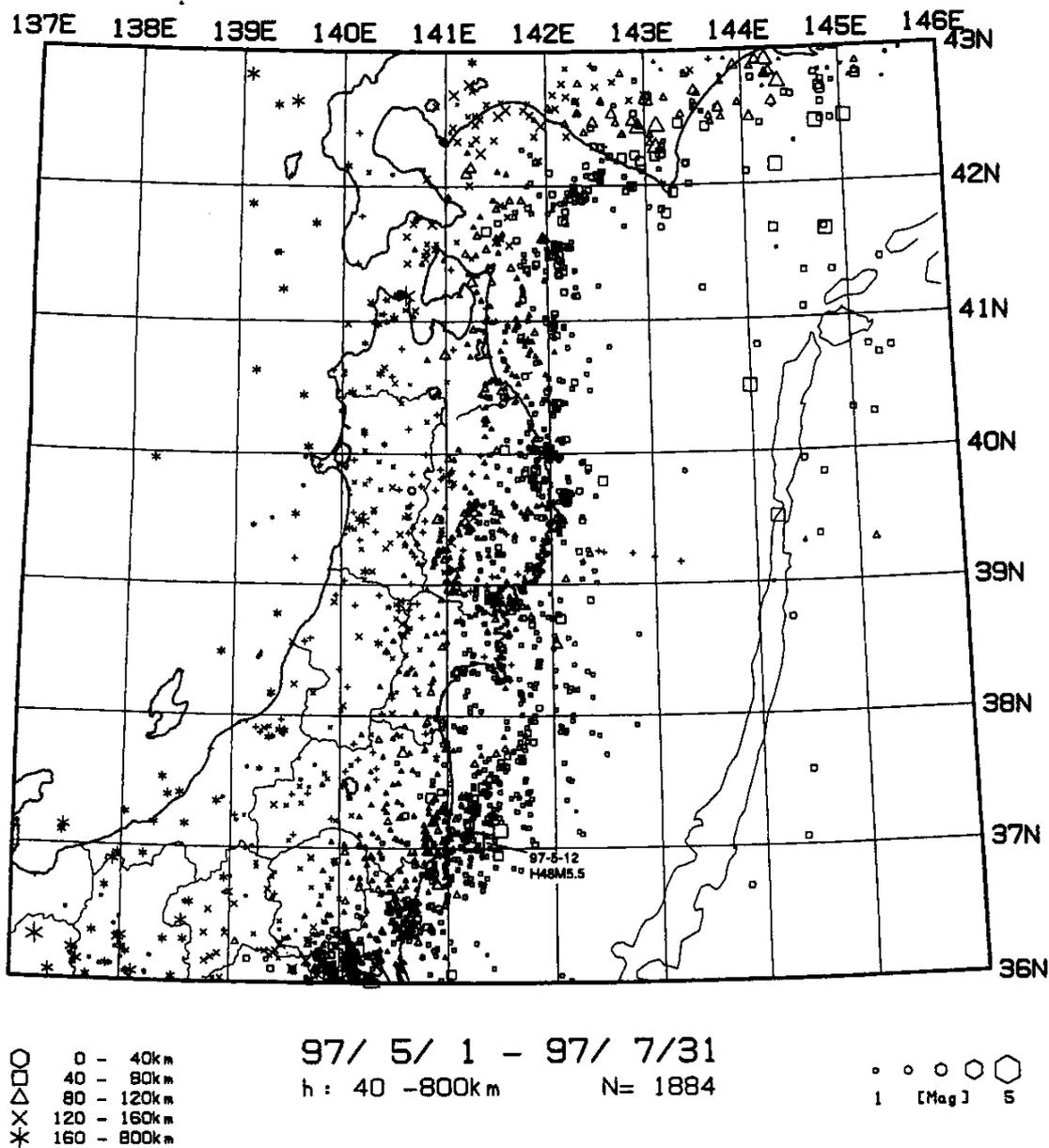
第1図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1997年5月~7月)

Fig.1 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ($h < 40\text{km}$) in the Tohoku District (May-July, 1997).

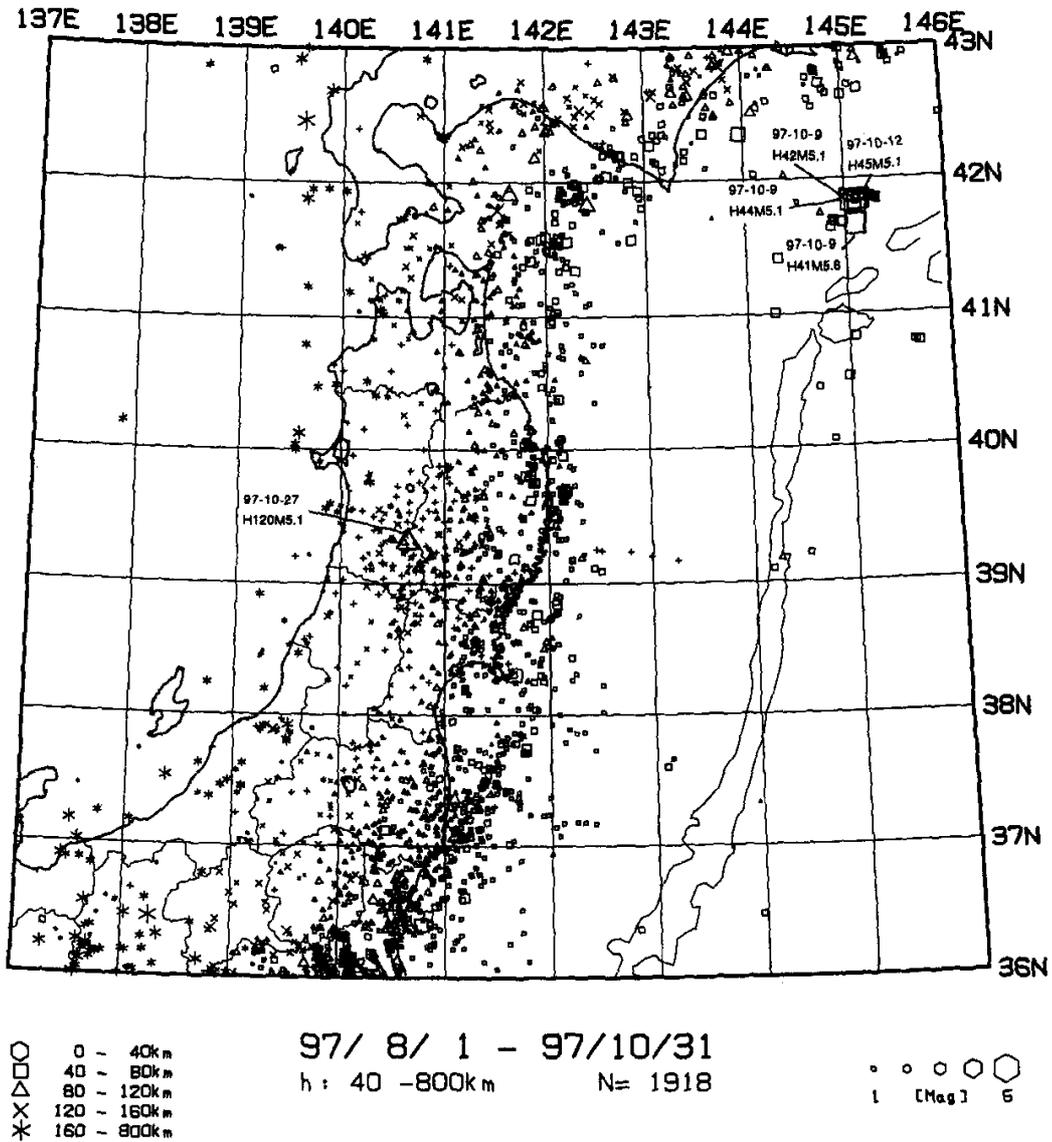


第2図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1997年8月~10月)

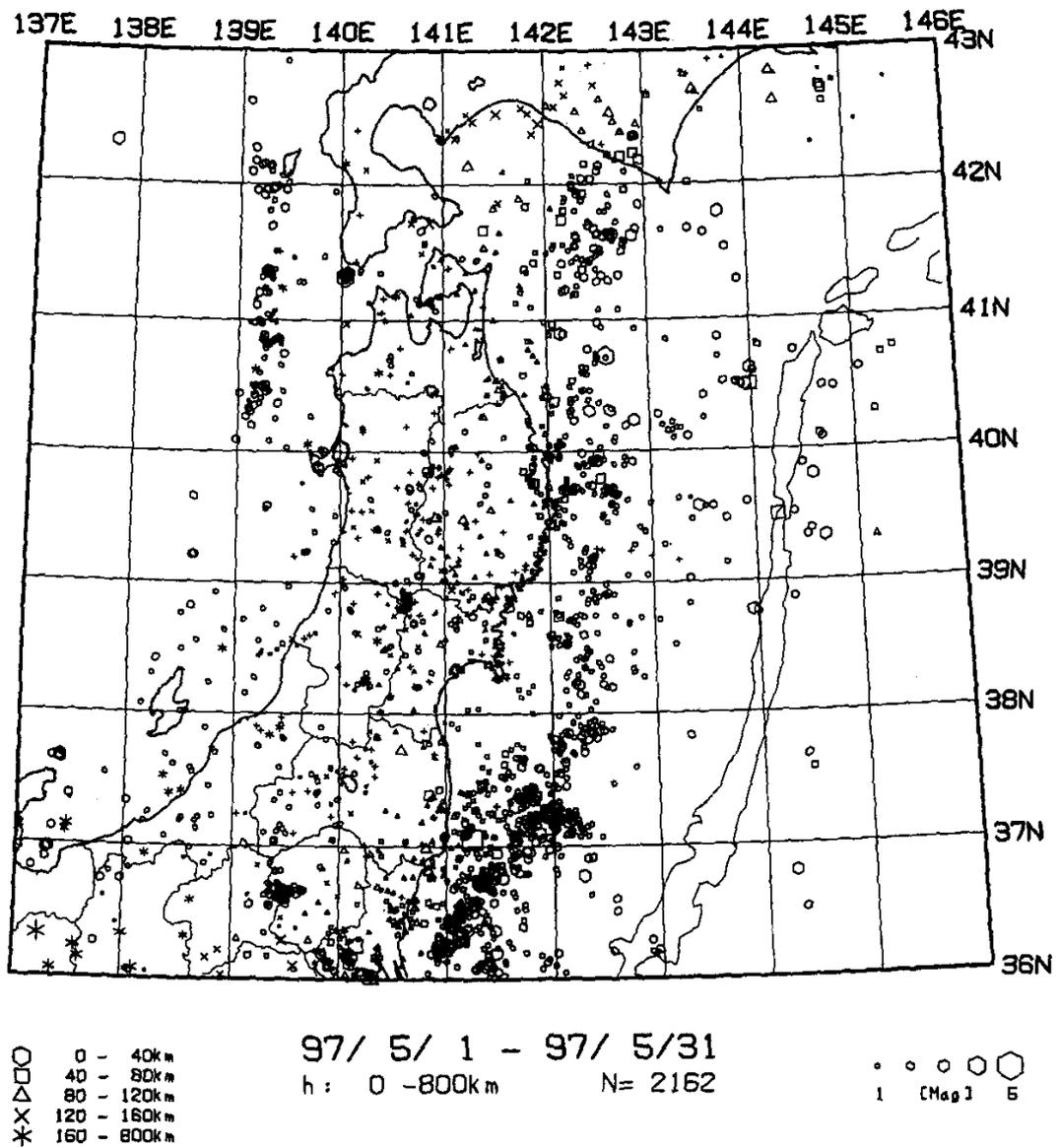
Fig.2 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ($h < 40$ km) in the Tohoku District (August-October, 1997).



第3図 東北地方の $h \geq 40\text{km}$ の微小地震の震央分布 (1997年5月~7月)
 Fig.3 Epicenter distribution of microearthquakes ($h \geq 40\text{ km}$) in the Tohoku District (May-July, 1997).

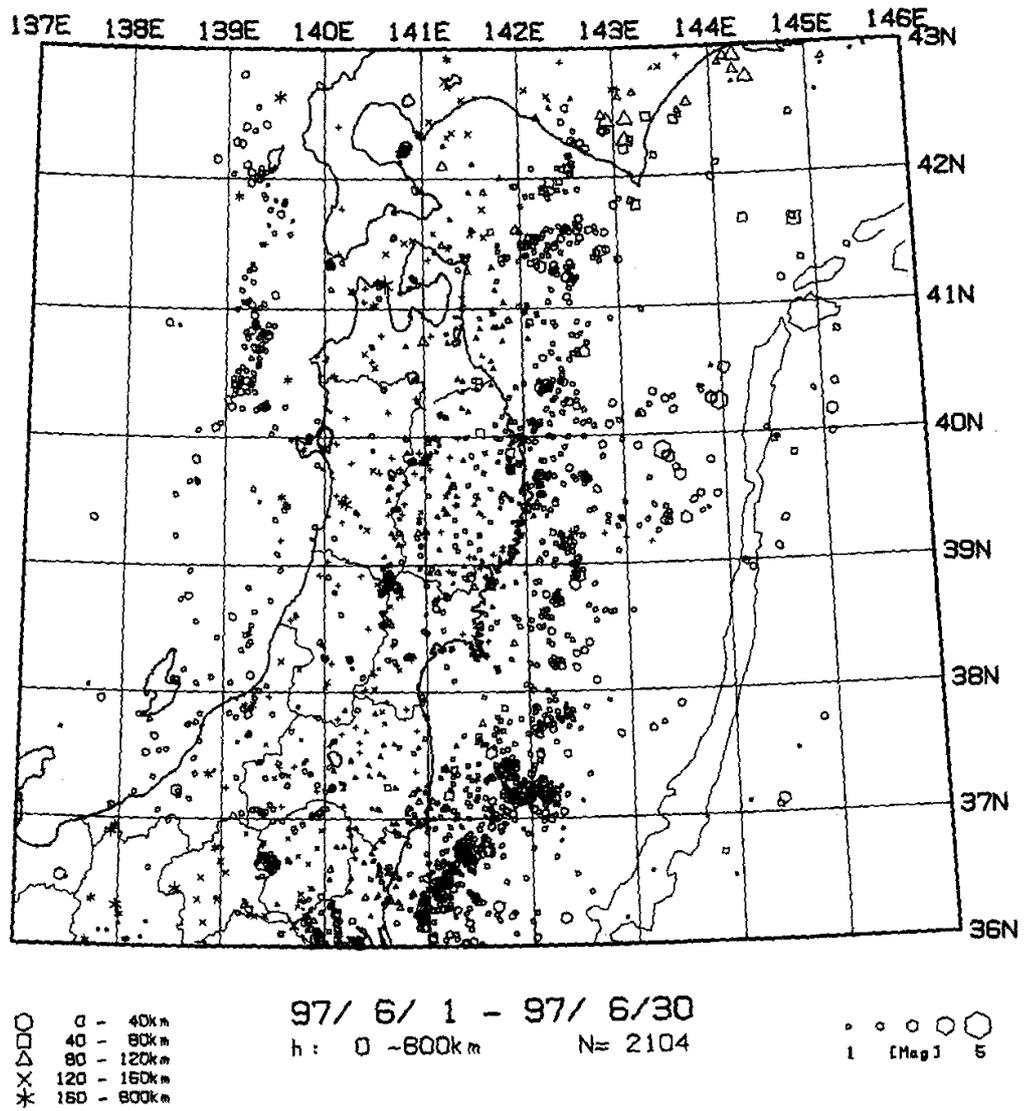


第4図 東北地方の $h \geq 40\text{km}$ の微小地震の震央分布 (1997年8月~10月)
 Fig.4 Epicenter distribution of microearthquakes ($h \geq 40\text{ km}$) in the Tohoku District (August-October, 1997).



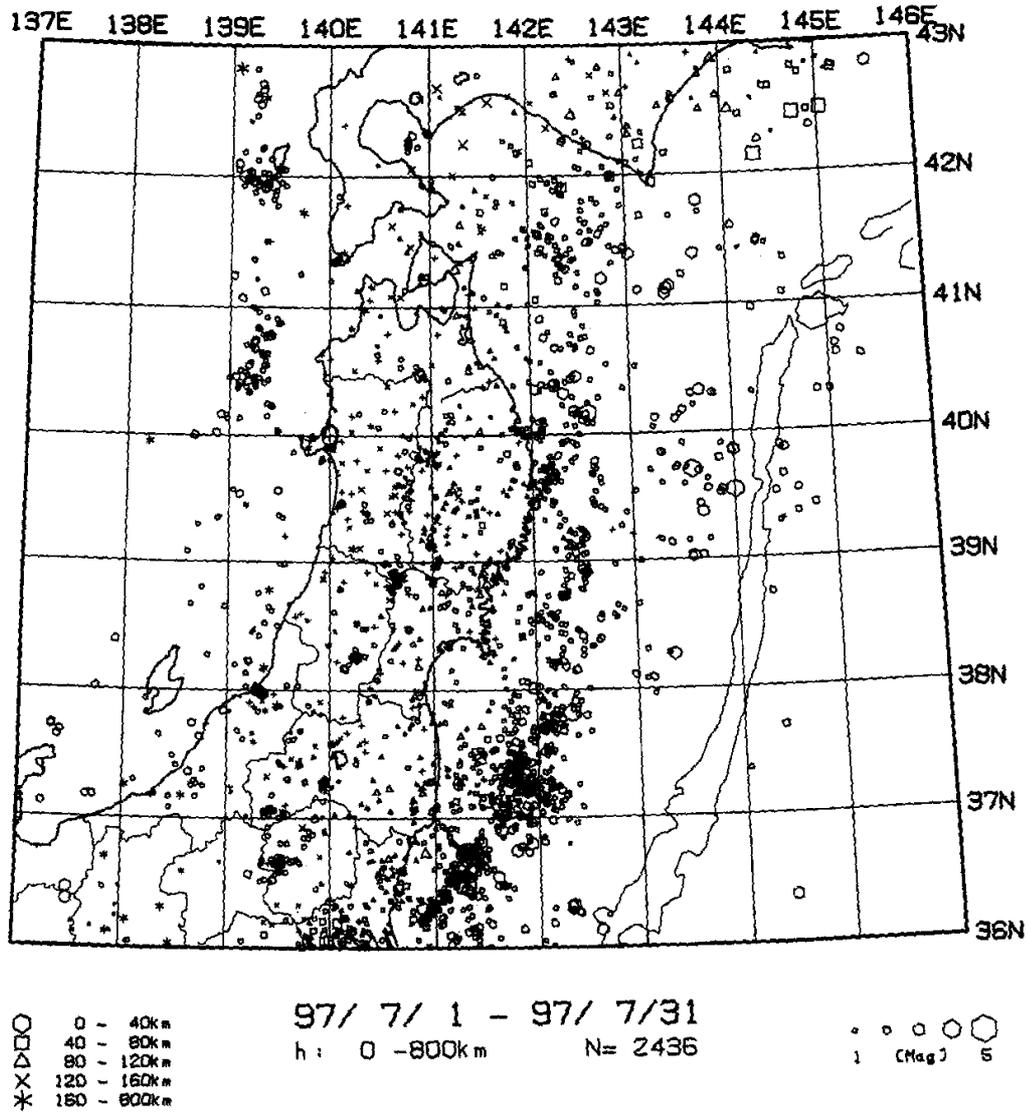
第5図 東北地方の微小地震の震央分布 (1997年5月)

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



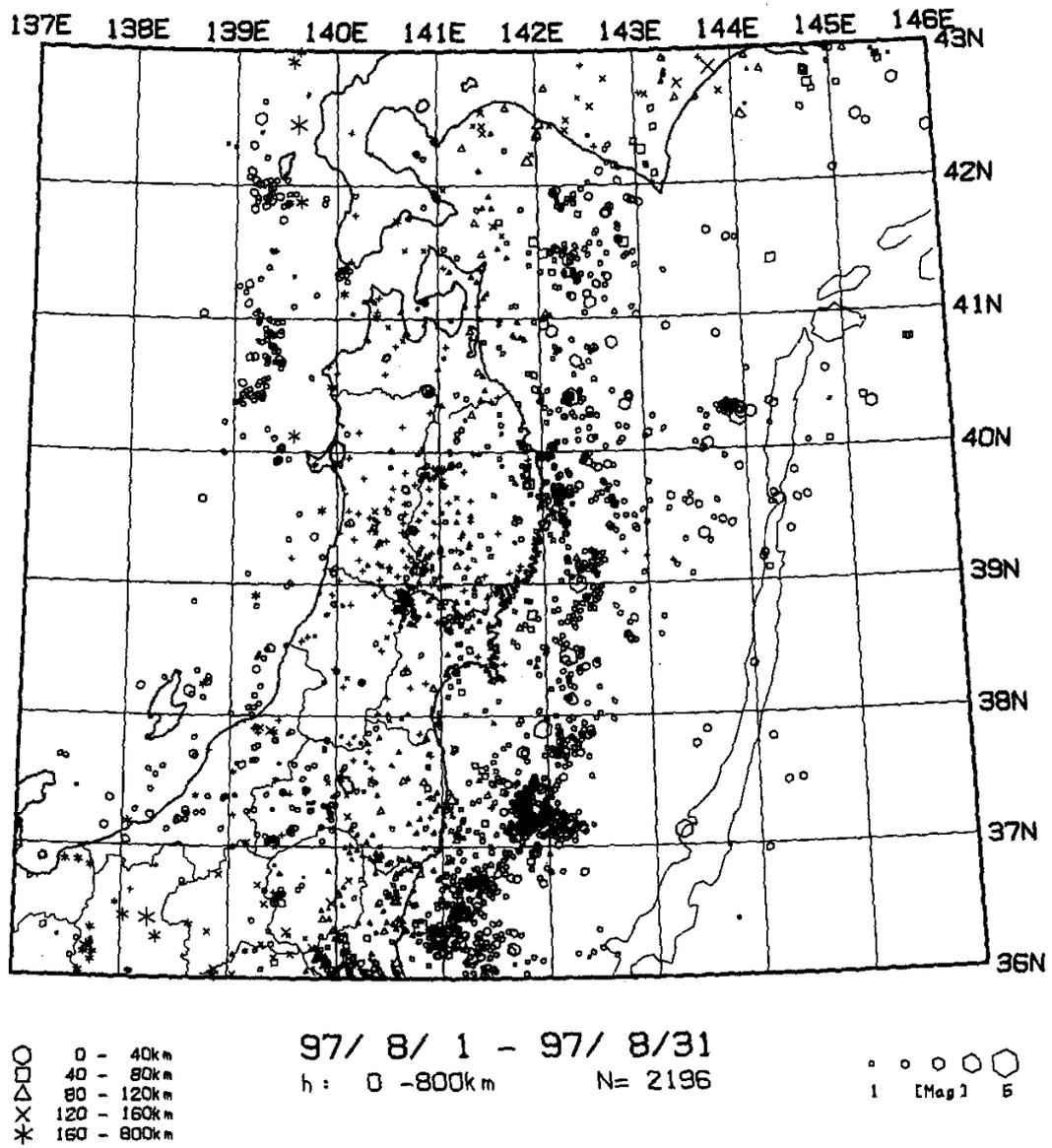
第6図 東北地方の微小地震の震央分布 (1997年6月)

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



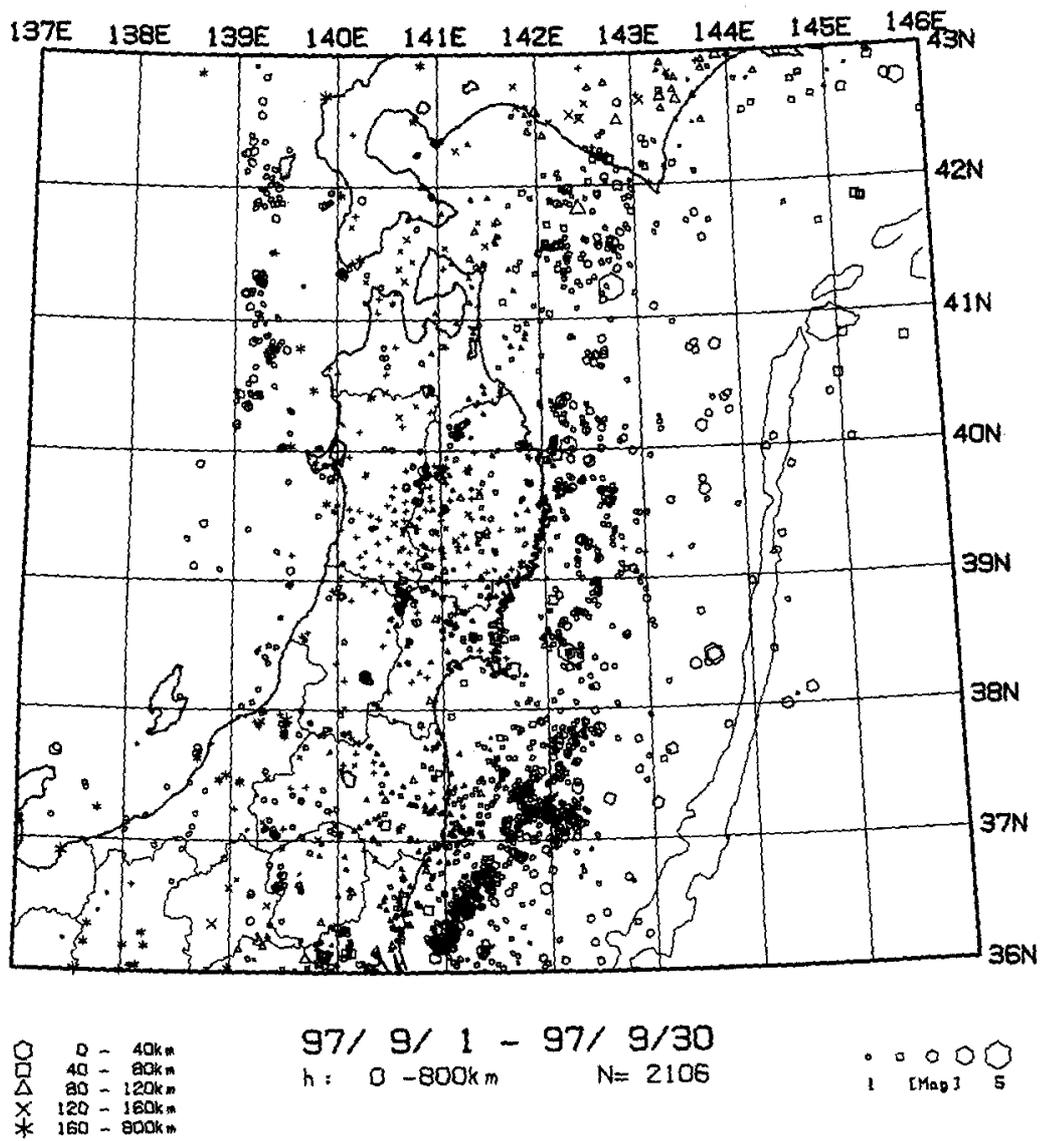
第7図 東北地方の微小地震の震央分布 (1997年7月)

Fig.7 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (July, 1997).



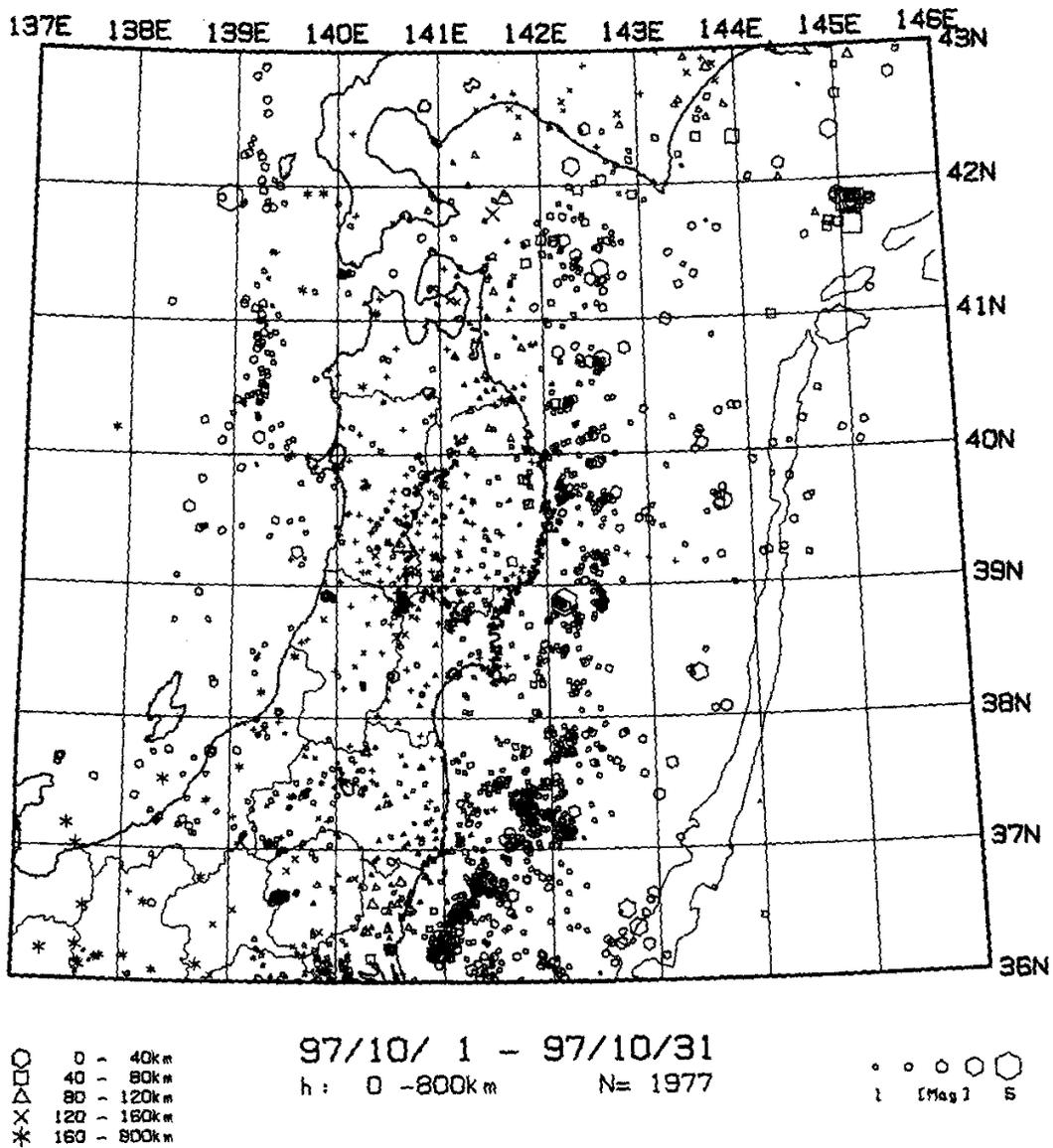
第8図 東北地方の微小地震の震央分布 (1997年8月)

Fig.8 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (August, 1997).



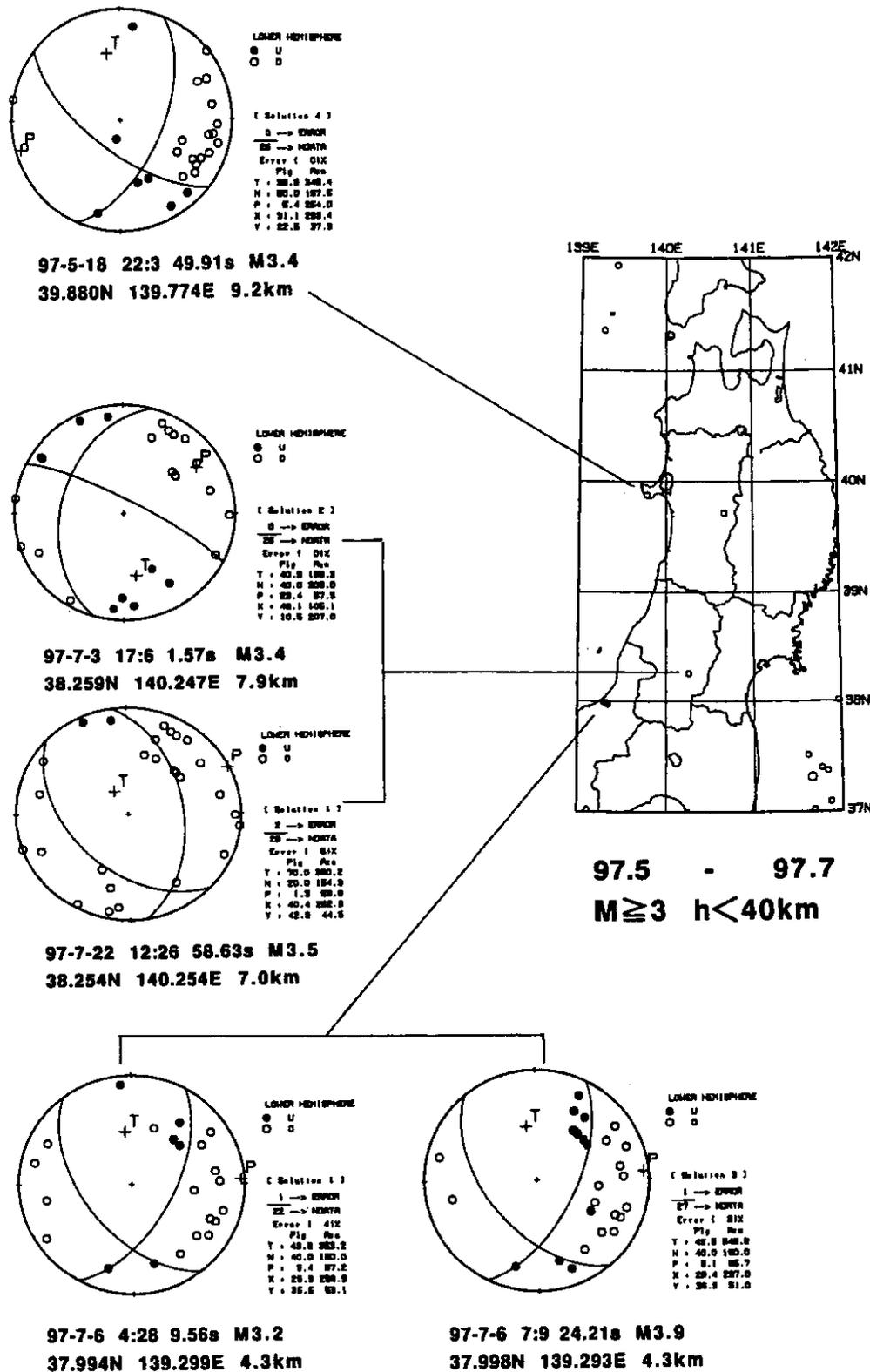
第9図 東北地方の微小地震の震央分布 (1997年9月)

Fig.9 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (September, 1997).



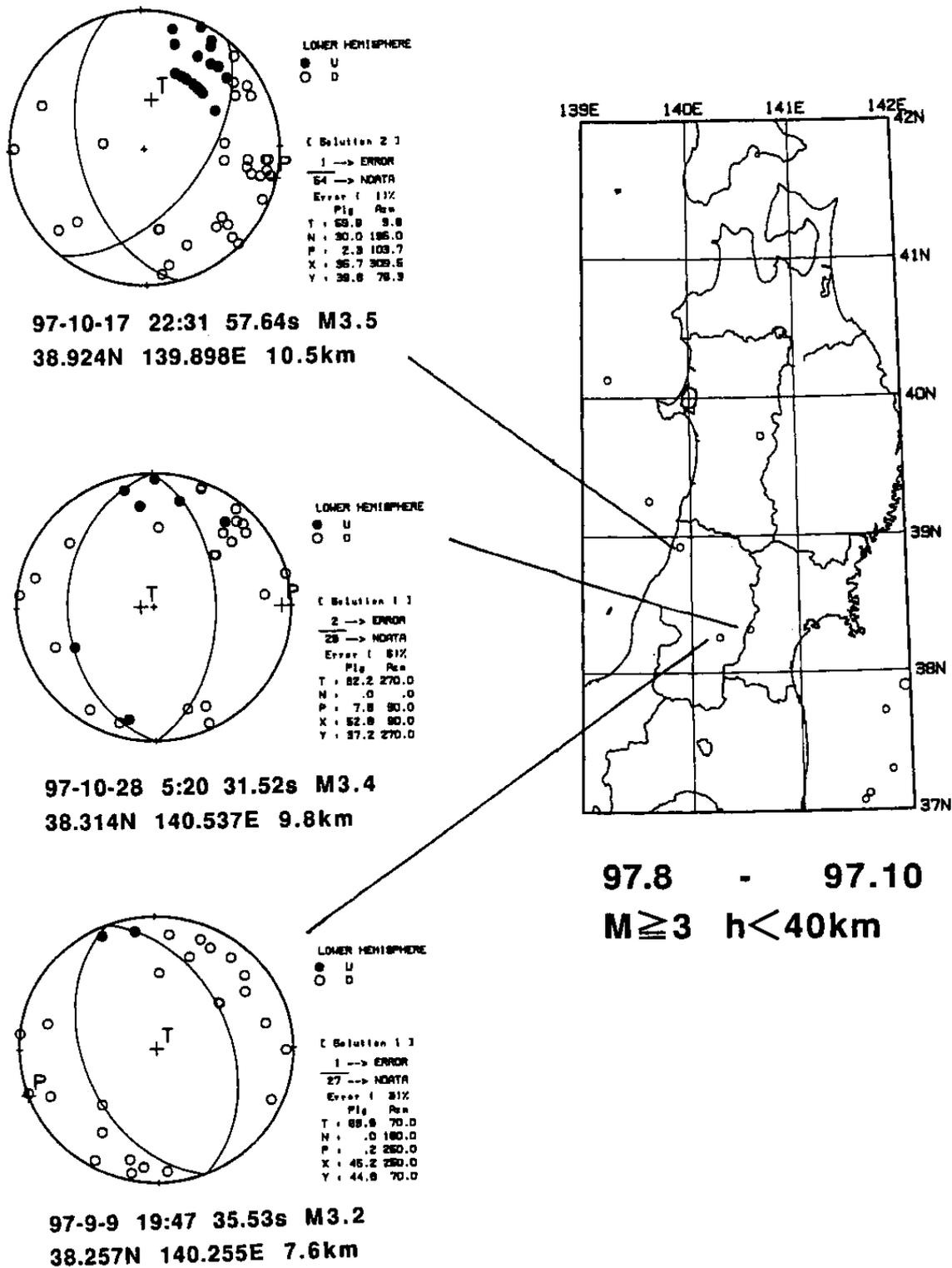
第 10 図 東北地方の微小地震の震央分布 (1997 年 10 月)

Fig.10 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (October, 1997).



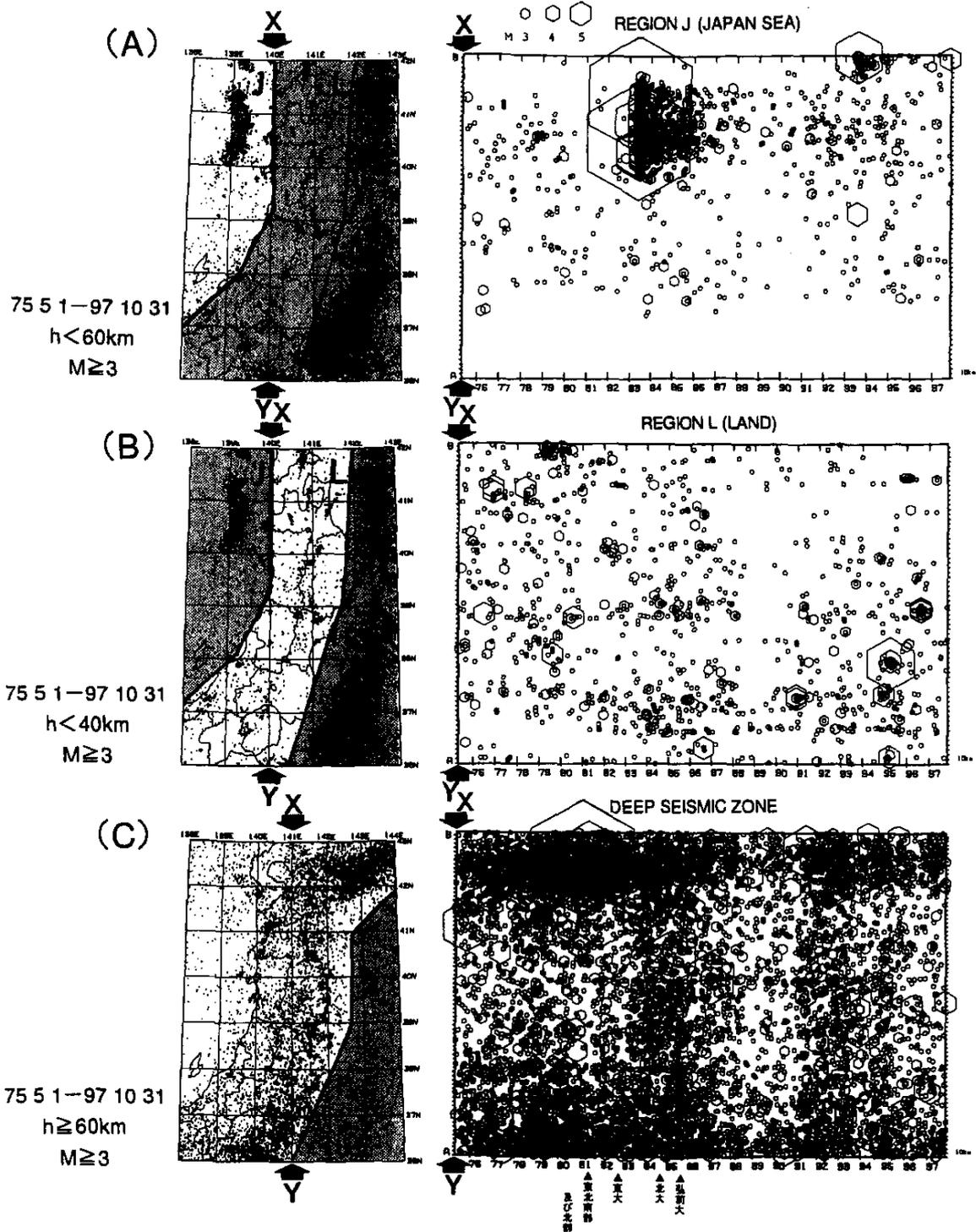
第 11 図 1997 年 5 月～7 月に東北地方で発生した $M \geq 3$ の浅発地震の震央分布と主な地震のメカニズム解（下半球等積投影）。●が押し，○が引きを表す。

Fig.11 Epicenter distribution and focal mechanism solutions (projected onto a lower hemisphere) for the events with $M \geq 3$ in the Tohoku District (May-July, 1997).



第12図 1997年8月～10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）。●が押し，○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 (August-October, 1997).



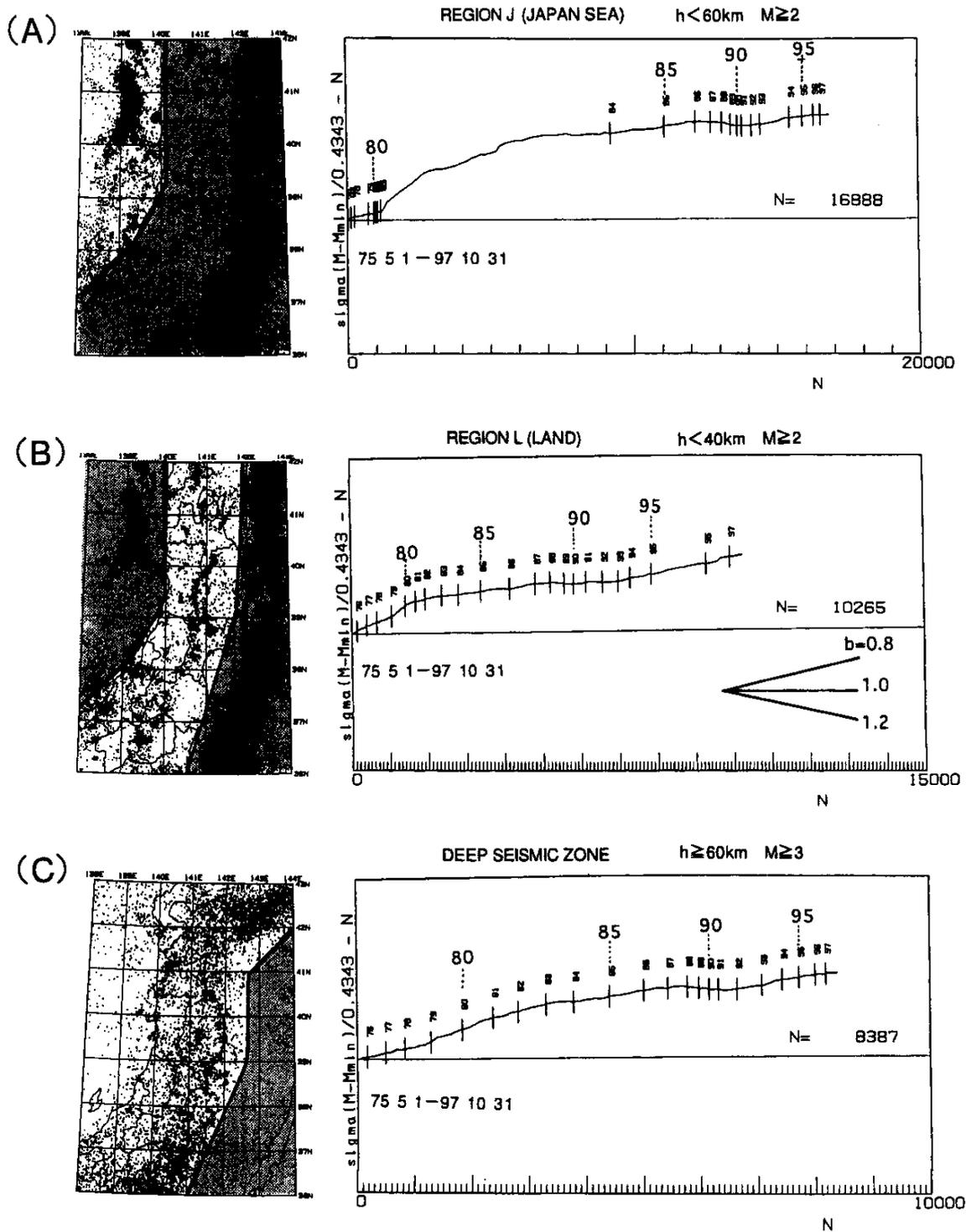
第 13 図 東北地方で発生した $M \geq 3$ の地震の時空間分布 (1975 年 5 月～1997 年 10 月)。挿入図に示した枠内の地震を XY 軸に投影して示す。

(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 distributions of earthquakes with $M \geq 3$ (May, 1975–October, 1997).

(A) Shallow events off the west coast of the Tohoku District. (B) Shallow events in the land area.

(C) Intermediate-depth earthquakes.

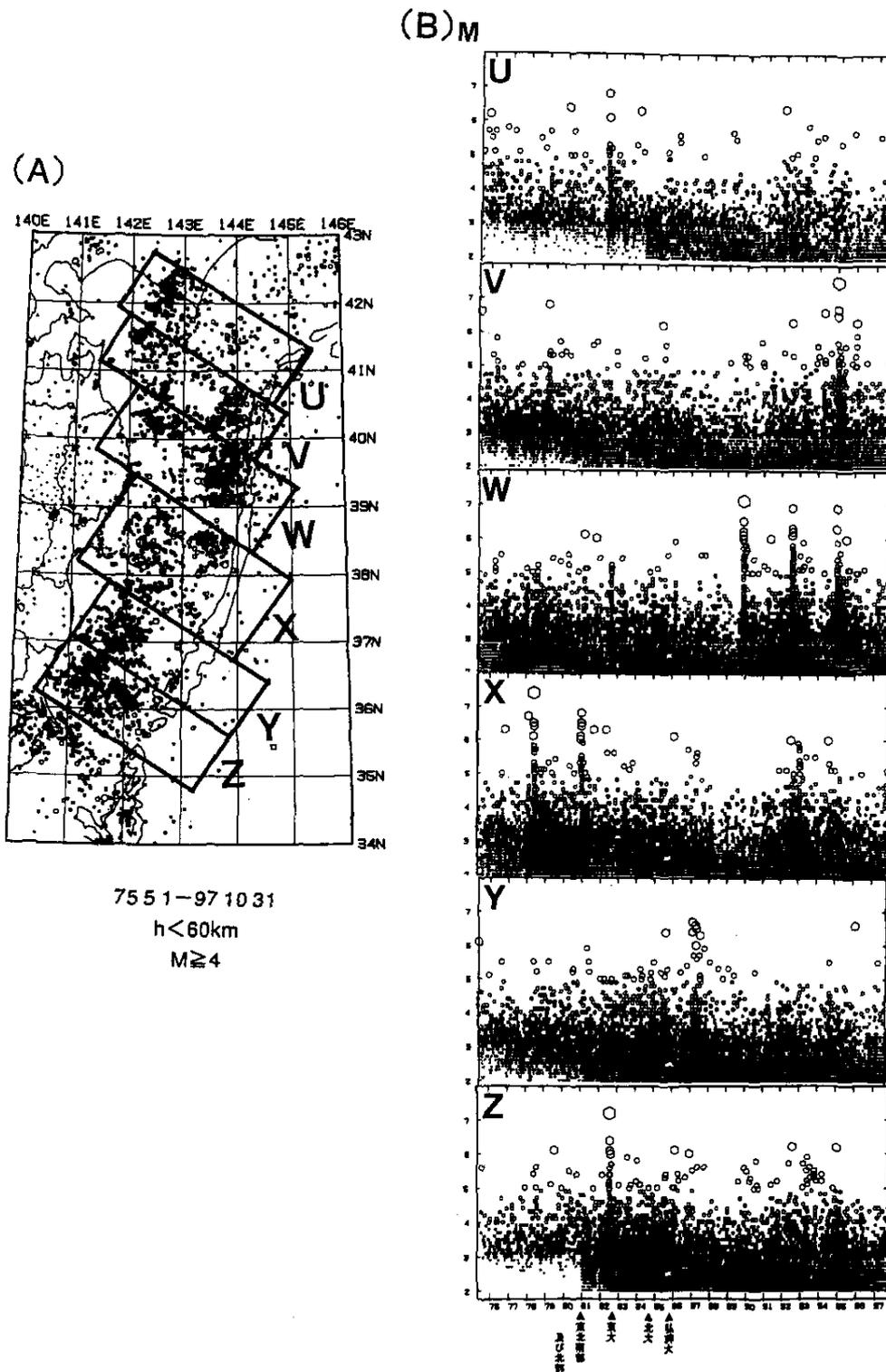


第 14 図 1975 年 5 月～1997 年 10 月に東北地方で発生した地震の $\Sigma M-N$ 図。

(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-October, 1997).

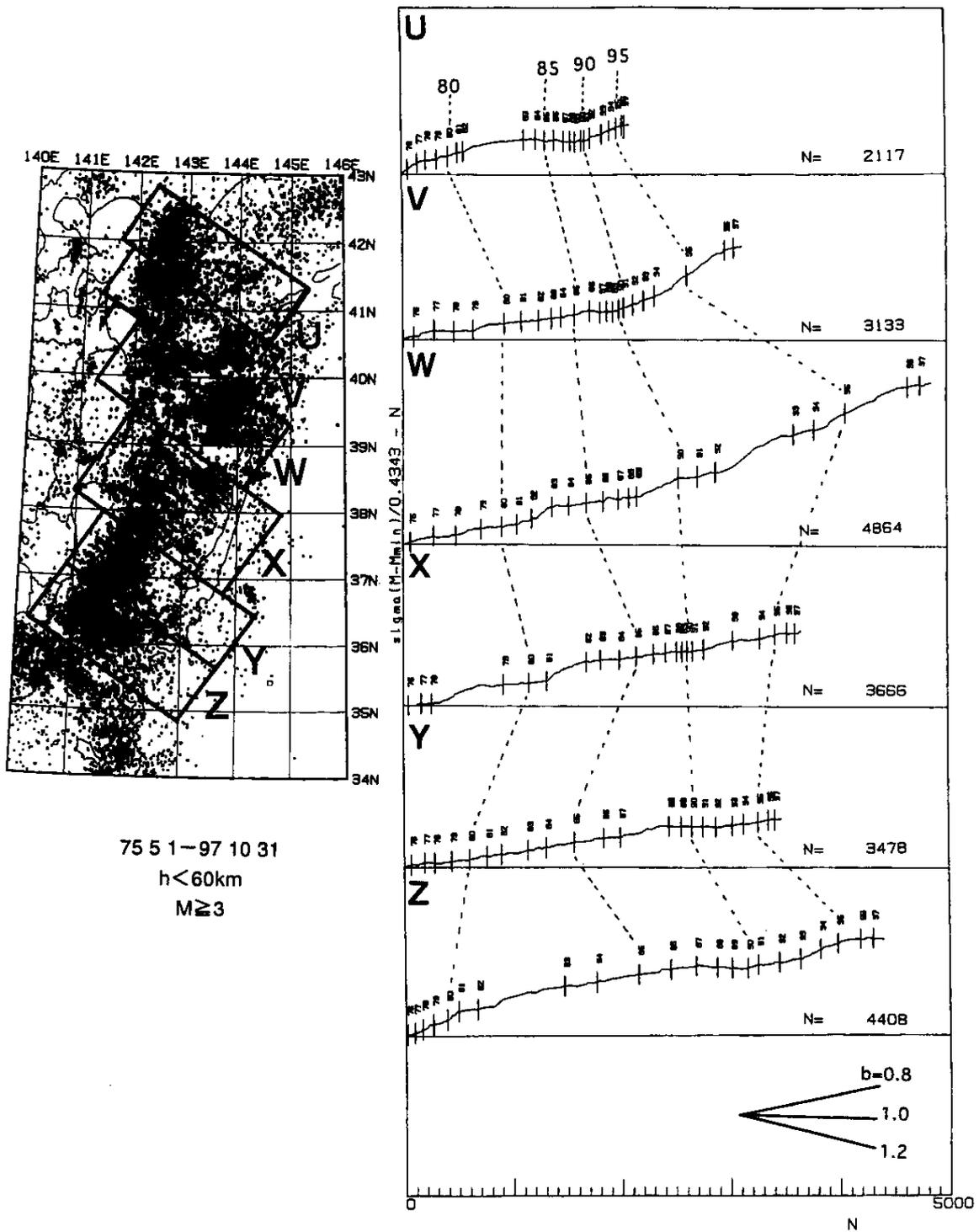
(A)Shallow events off the west coast of the Tohoku District ($M \geq 2$).(B)Shallow events in the land area ($M \geq 2$).(C)Intermediate-depth earthquakes ($M \geq 3$).



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~1997 年 10 月)。

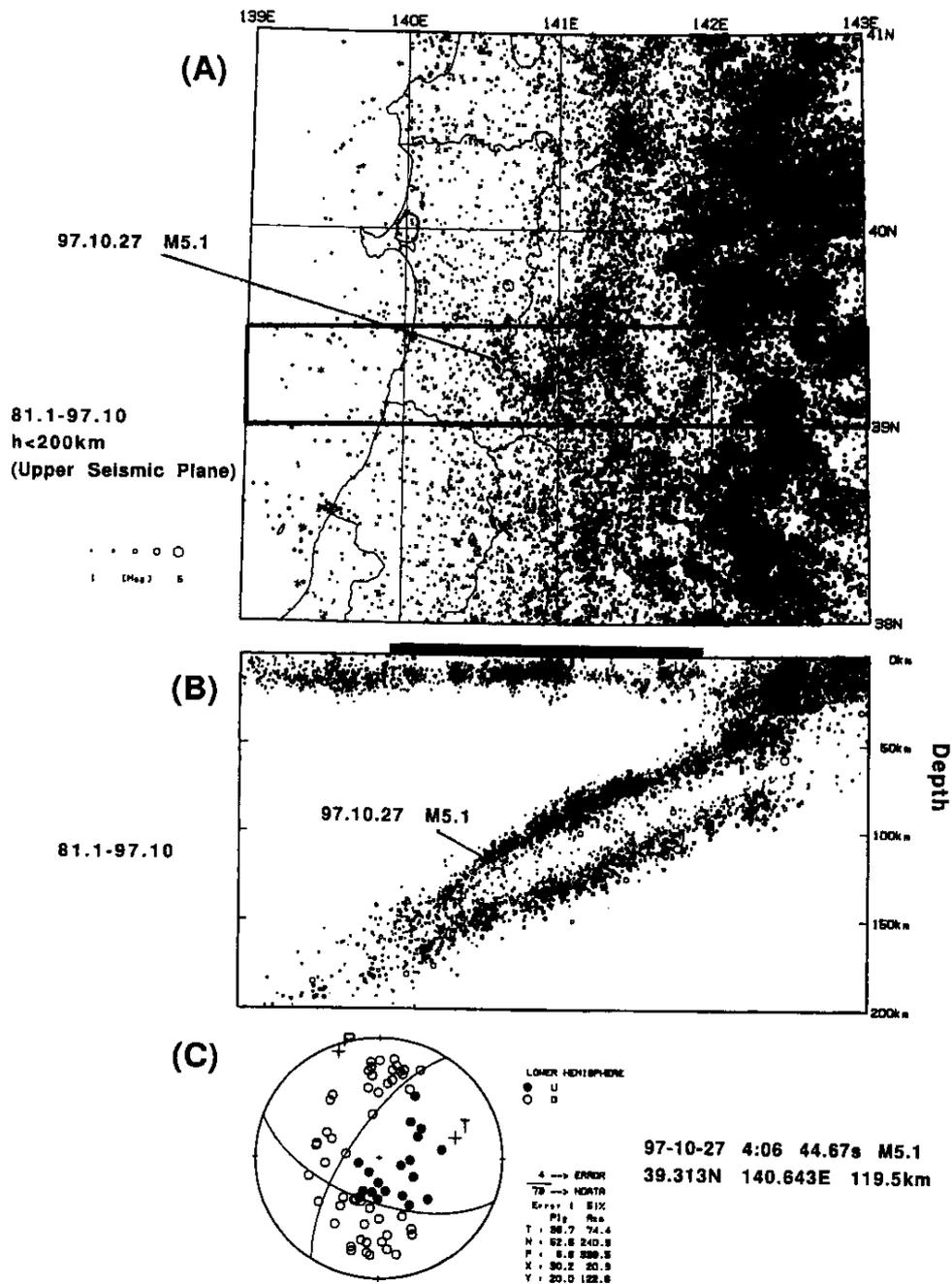
(A) M震の震央分布。(B) 図 (A) の U~Z の枠内に発生した $M \geq 2$ の地震の M-T 図。三角印は観測網の拡大に伴って検知能力が向上した時期を表す。

Fig.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-October, 1997). (B) Magnitude-time distributions of earthquakes ($M \geq 2$) in the regions shown in Fig. (A).



第 16 図 1975 年 5 月～1997 年 10 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-October, 1997). 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 $b=1$.

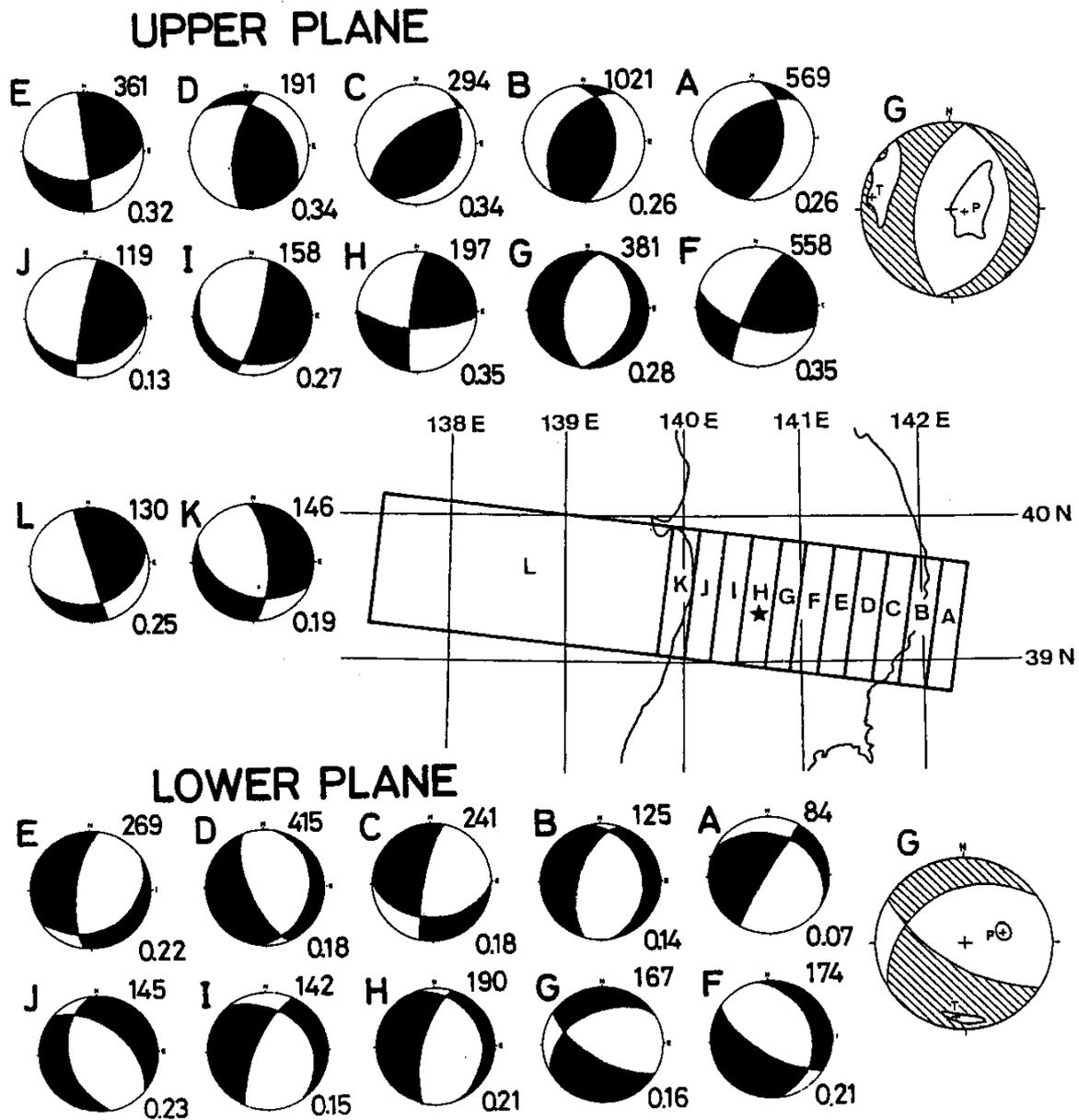


第 17 図 東北地方における稍深発地震の活動。

(A) 1981 年 1 月～1997 年 10 月に発生した二重深発地震面の上面の地震と太平洋下の浅発地震の震央分布。1997 年 10 月 27 日に発生した M5.1 の地震の震央を星印で示す。(B) 図 (A) の枠内に発生した地震の東西鉛直断面。(C) 1997 年 10 月 27 日に発生した M5.1 の地震のメカニズム解 (下半球等積投影)。

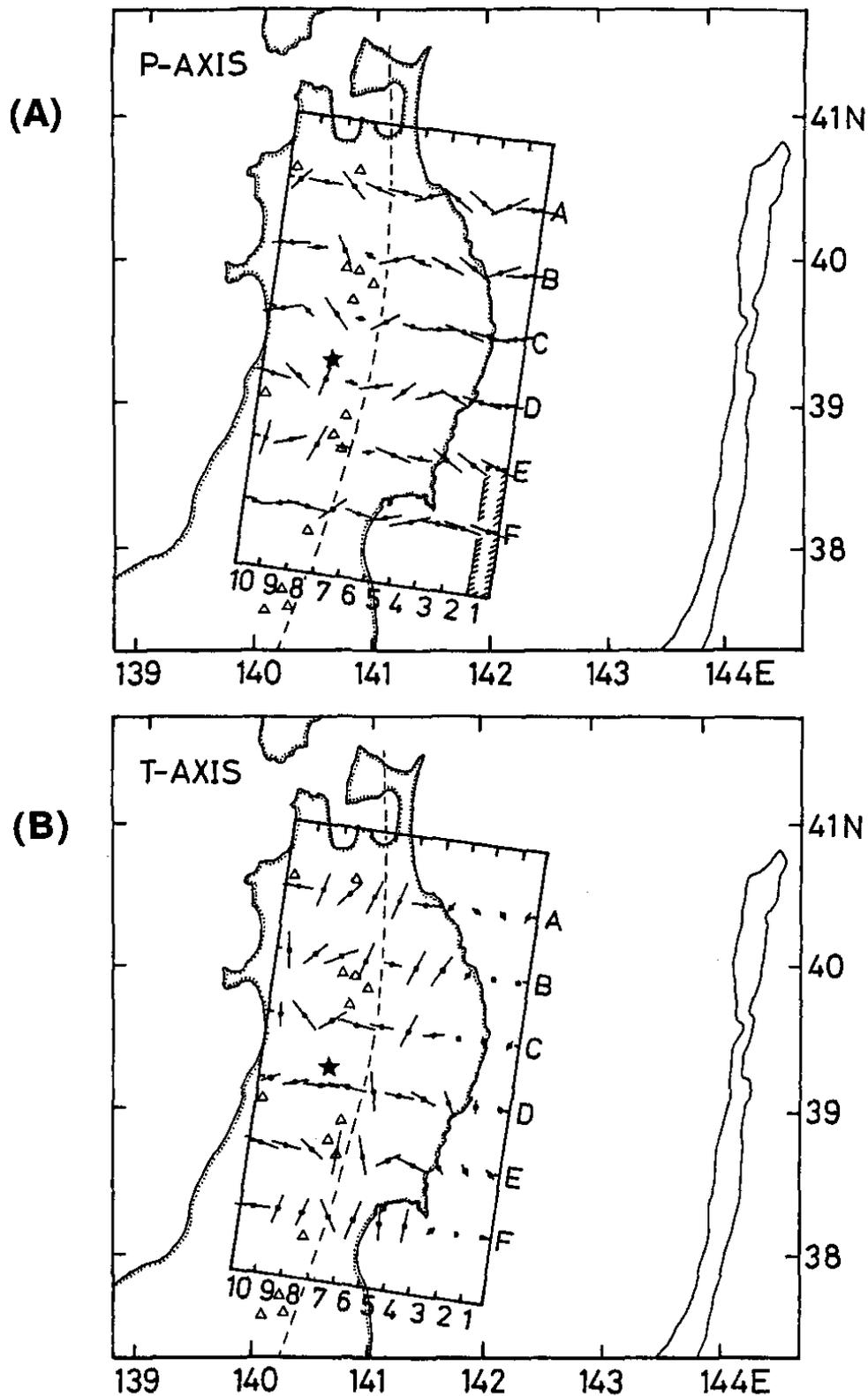
Fig.17 Activity of the intermediate-depth earthquakes beneath Tohoku District.

(A) Epicenter map for the events belonging to the upper seismic plane of the double-planned deep seismic zone and shallow events beneath the Pacific Ocean for the period from January, 1981 to October, 1997. The location of the event of M5.1 on October 27, 1997 is shown by a star. (B) East-west vertical cross-section for the hypocenters in the rectangle shown in Fig.(A). (C) Focal mechanism solution for the event of M5.1 on October 27, 1997.



第 18 図 東北地方中央部における稍深発地震の重ね合わせのメカニズム解 (Matsuzawa et al.¹⁾ に加筆)。解析期間は 1975 年 4 月～1981 年 7 月。挿入図の領域 A～J に発生した地震について、二重深発地震面の上面と下面に分けてポラリティの重ね合わせを行った。上面の地震については図の上部に、下面の地震については図の下部に示す。領域 K と L については、上面と下面に分けずに重ね合わせを行った。各メカニズム解で、影をつけた部分が押しの領域を示し、右肩の数字が用いた P 波初動データの個数、右下の数字が残差の割合（解に矛盾するデータ数とデータ総数との比）を表す。領域 G の解において残差の 10% 増を許容した時の P 軸と T 軸の存在しうる範囲を図の右端に示す。1997 年 10 月 27 日に発生した M5.1 の地震の震央を挿入図の星印で示す。

Fig.18 Composite fault-plane solutions of earthquakes in the upper and lower seismic planes of the double-planned deep seismic zone (modified from Matsuzawa et al.¹⁾). The location of the M5.1 event on October 27, 1997 is shown by a star in the inserted map.



第 19 図 二重深発地震面の上面の地震の重ね合わせのメカニズム解 (Matsuzawa et al.¹⁾ に加筆)。P 軸 (A) と T 軸 (B) を紙面に投影して示す。重ね合わせの領域の大きさ(100km × 20km)を 図 (A) のハッチで示す。白三角と破線はそれぞれ活火山と火山フロントの位置を表す。 1997 年 10 月 27 日に発生した M5.1 の地震の震央を星印で示す。

Fig.19 Maps showing the directions of P-axes(A)and T-axes(B)obtained from composite fault-plane solutions for events in the upper seismic plane (modified from Matsuzawa et al.¹⁾). The location of the M5.1 event on October 27, 1997 is shown by a star.