

## 2-1 東北地方およびその周辺の微小地震活動（1993年5月～10月）

### Microearthquake Activity in and around the Tohoku District (May–October, 1993)

東北大学 理学部

Faculty of Science, Tohoku University

1993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1993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。今回の期間でもっとも大きな地震は7月12日に発生した北海道南西沖地震（M7.8）であるが、この地震については別に報告する。

7月24日21時56分にM5.1の地震が山形県沖で発生した。この地震の前後の微小地震活動の推移を第11図に示す。この周辺では過去に小さい地震は発生していたが、M5を越えるような大きな地震は気象庁の観測開始以来初めてである。この周辺の海底地形と活断層の分布<sup>1)</sup>および本震のメカニズム解を第12図に示す。この地震は佐渡海嶺の下で発生しており、この周辺の活断層の走行はほぼ北北東-南南西を向いているのに対し、メカニズム解の節平面の走行は北北西-南南東と北西-南東を向いている。

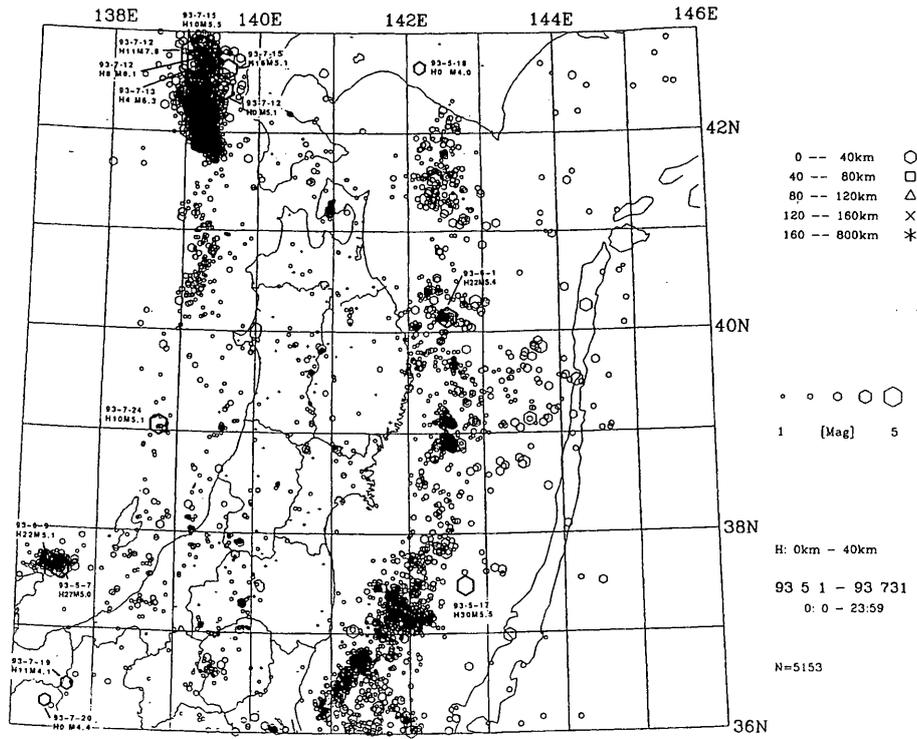
岩手県の遠野市で9月6日にM4.0の地震が発生した（第13図A）。この地震の特徴は、震源の深さが約19kmと非常に深いことである。爆破地震動研究グループによって求められた構造<sup>2,3)</sup>と比較すると地震の発生している深さのP波速度は6.5～6.6km/s位になる（第13図F）。この深さを検証するために、三陸地域地震火山観測所のデータを用いて震源決定を行った。結果を第14図に示す。この場合も深さは18～19km位となる。用いた速度構造は $V_p = 5.9\text{km/s}$ 、 $V_p/V_s = 1.73$ であり、爆破地震動研究グループによって求められた速度よりやや小さいため、真の深さはさらに深くなる可能性がある。この地震のメカニズム解（第13図D）は北北西-南南東にP軸が向いた逆断層型となる。この付近に最近発生した主な浅発地震のメカニズム解を第15図に、より広域でのP軸の向きの分布を第16図に示す。東北地方は概ね東西圧縮が卓越しているが、岩手県周辺では南北方向にかなりP軸が振れている地震がめずらしくない。

1993年5月～7月のM3以上の浅発地震の震央分布と主な地震のメカニズム解を第17図に、1993年8月～10月のM3以上の地震の震央分布と主な地震のメカニズム解を第18図に示す。

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19図に、b値の変化を第20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21図に、b値の変化を第22図に示す。これらの図から最近地震活動が全体的に復調してきているように見える。ただし、内陸北部（第19図B）、福島県沖（第21図と第22図のY領域）では活動が低調のままである。この数カ月のみ注目すると、襟裳沖（第21図と第22図のU）と三陸沖（第21図と第22図のW）ではb値が小さく（小さい地震の個数が少ない）になっており、逆に宮城県沖（第21図と第22図のX）ではb値が大きく（大きい地震の個数が少ない）になっており今後注意を要する。

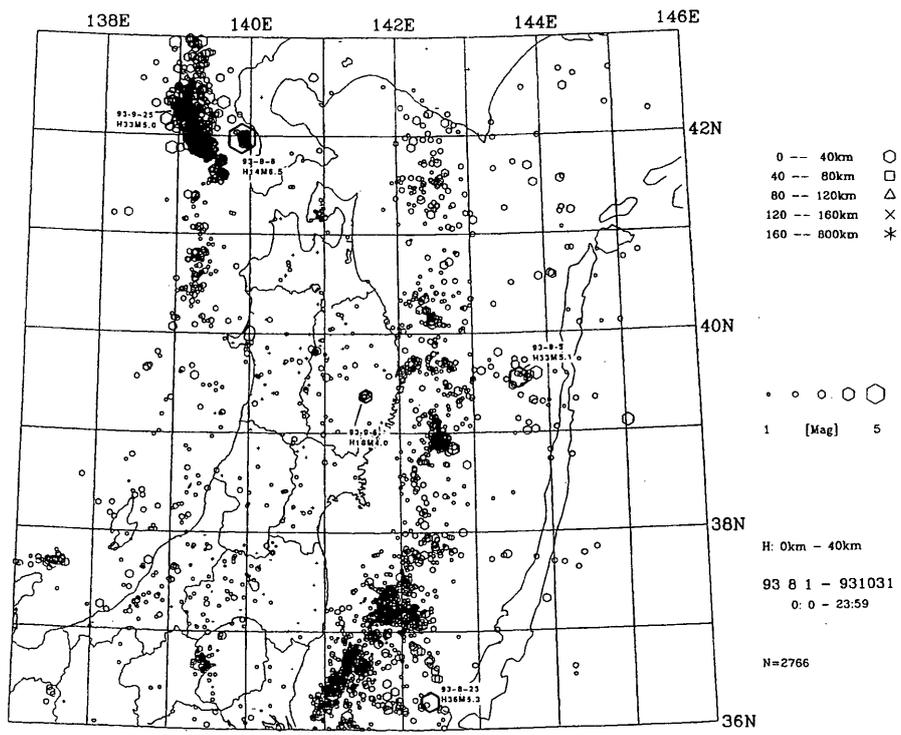
## 参 考 文 献

- 1) 活断層研究会編：〔新編〕日本の活断層—分布図と資料，(1991)，437pp.
- 2) 爆破地震動研究グループ：北上地域における爆破地震動の観測（久慈—石巻測線），地震学会講演予稿集，1991，No. 2（1991），p.211.
- 3) 岩崎他：爆破地震動観測による北上地域の地殻構造II（久慈—石巻測線），地震学会講演予稿集，1992，No. 1（1992），p.144.



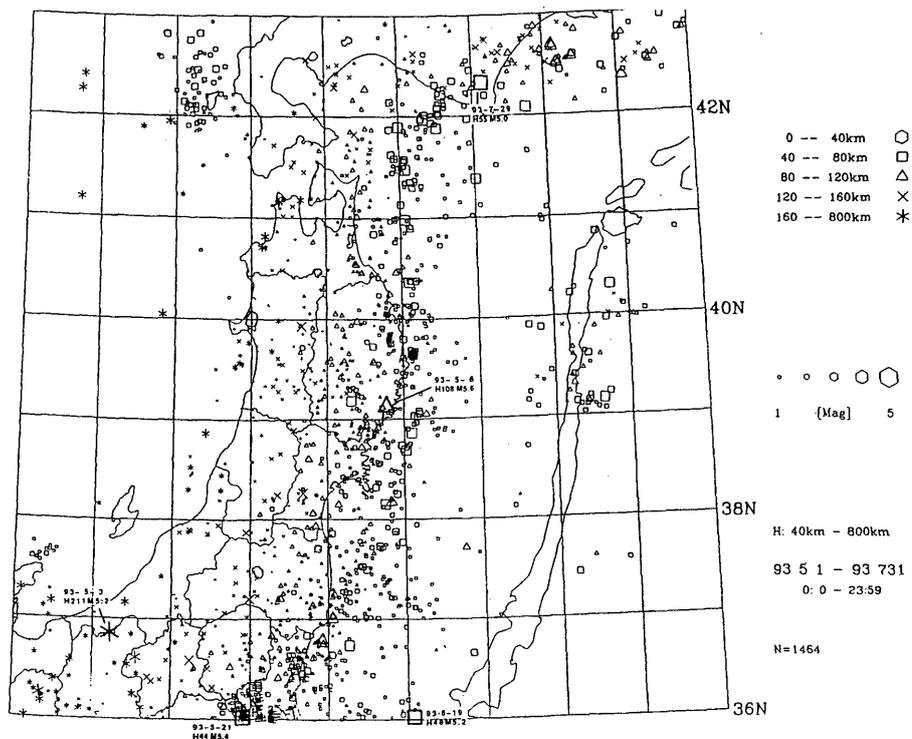
第1図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1993年5月~7月)

Fig.1 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ( $h < 40\text{km}$ ) in the Tohoku District (May-July, 1993)



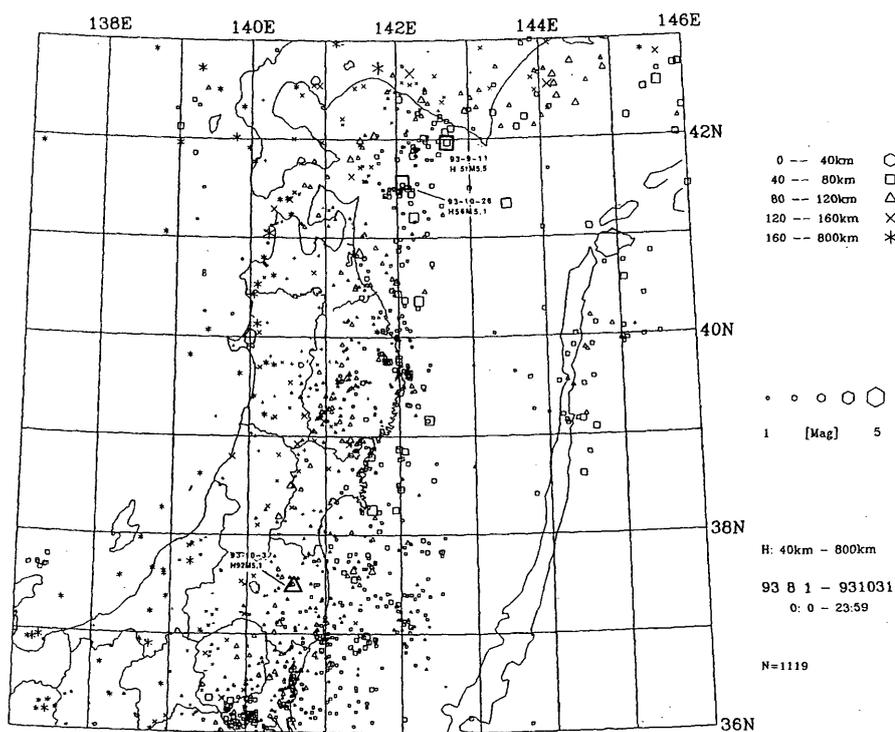
第2図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1993年8月~10月)

Fig.2 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ( $h < 40\text{km}$ ) in the Tohoku District (August-October, 1993).



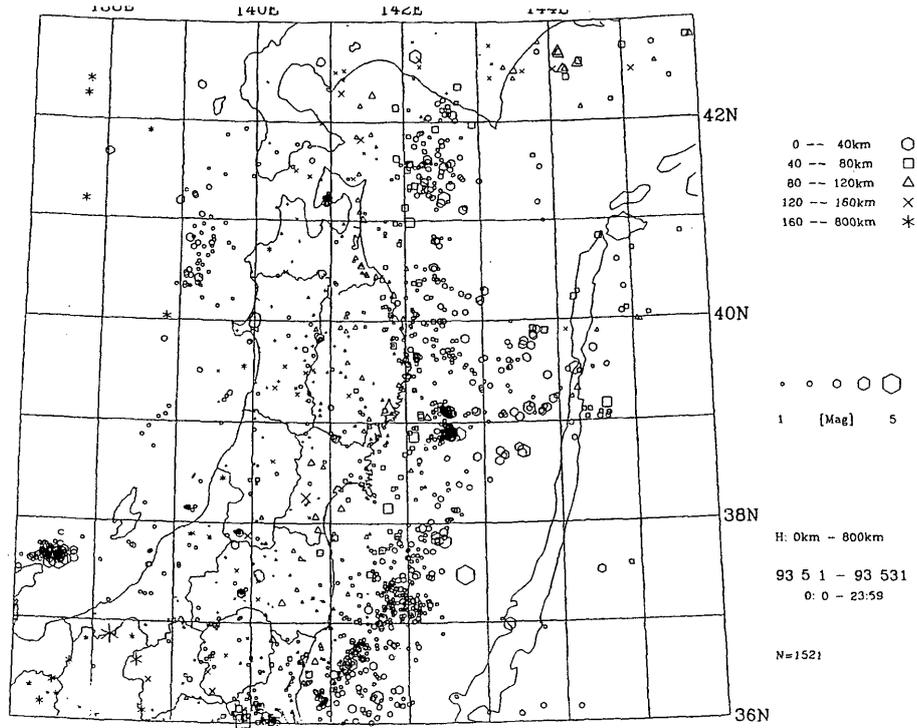
第3図 東北地方の  $h \geq 40\text{km}$  の微小地震の震央分布 (1993年5月~7月)

Fig.3 Epicenter distribution of microearthquakes ( $h \geq 40\text{km}$ ) in the Tohoku District (May–July, 1993).



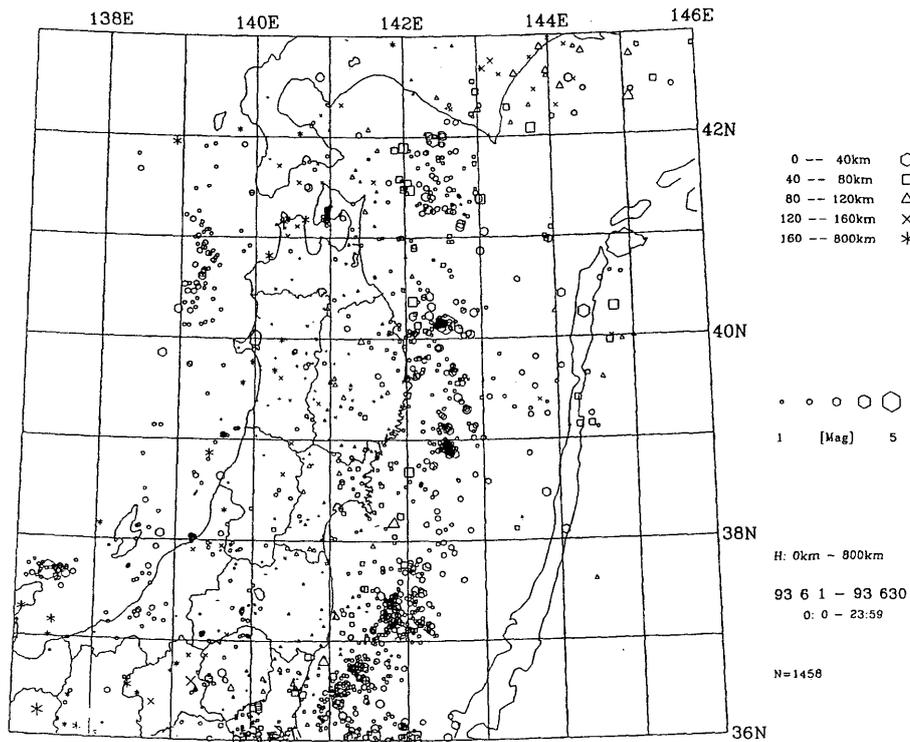
第4図 東北地方の  $h \geq 40\text{km}$  の微小地震の震央分布 (1993年8月~10月)

Fig.4 Epicenter distribution of microearthquakes ( $h \geq 40\text{km}$ ) in the Tohoku District (August–October, 1993).



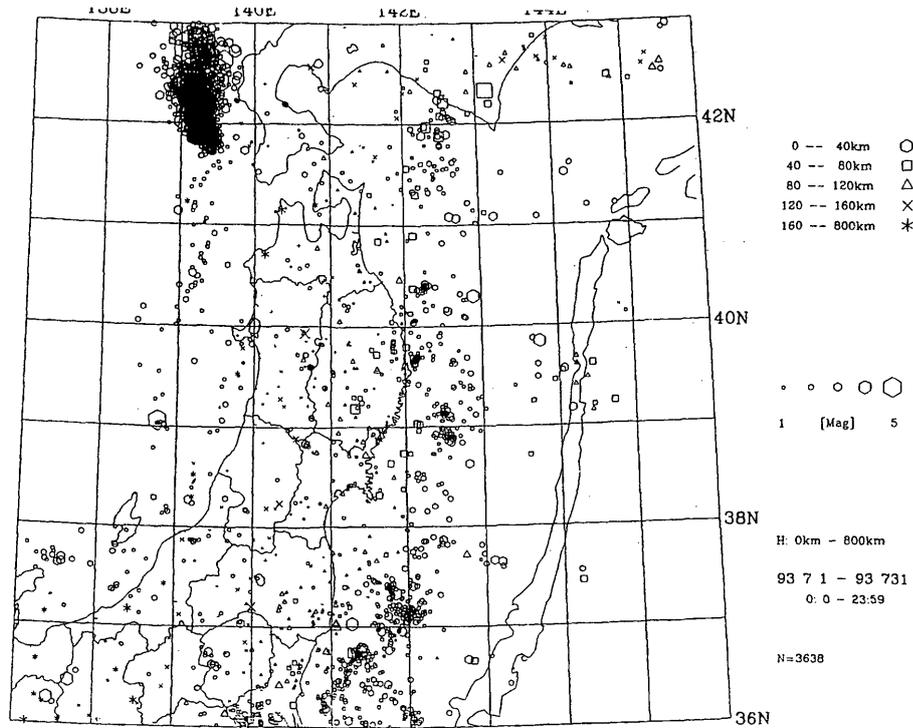
第 5 図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年 5 月)

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



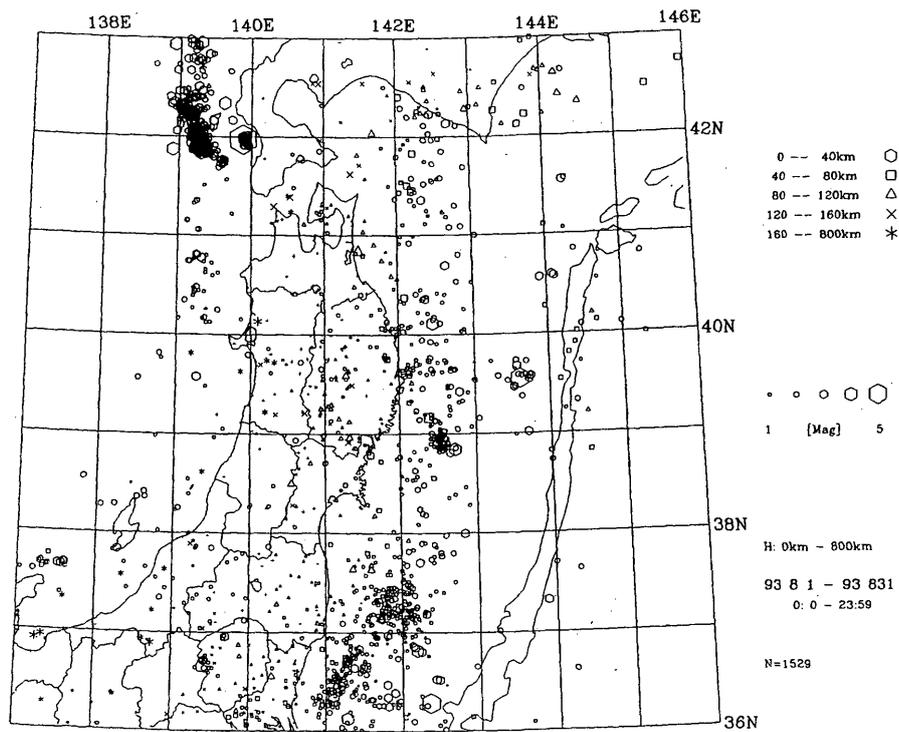
第 6 図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年 6 月)

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



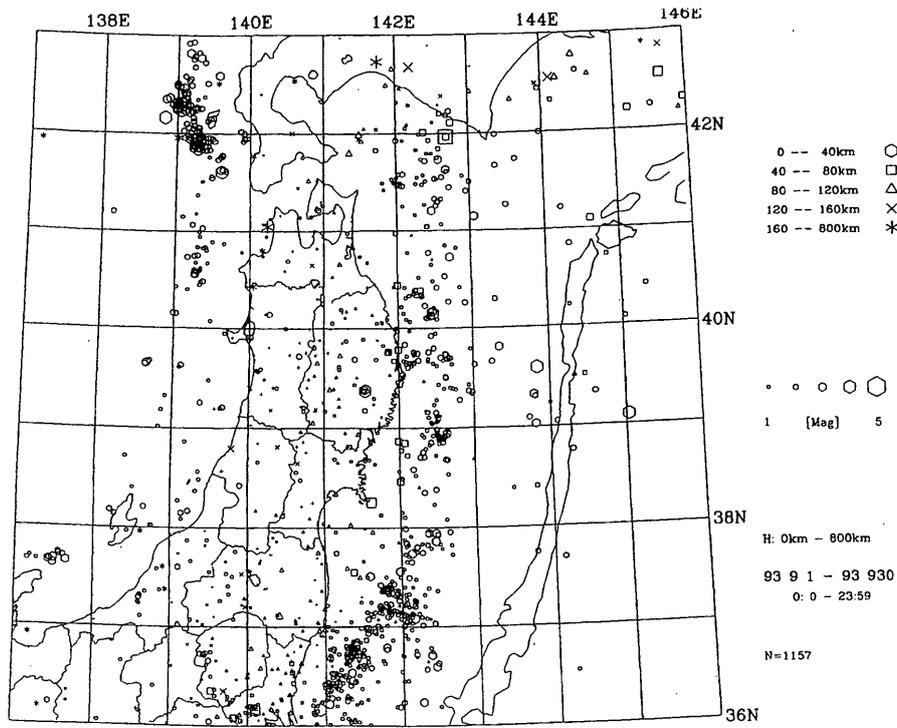
第7図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年7月)

Fig.7 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (July, 1993).



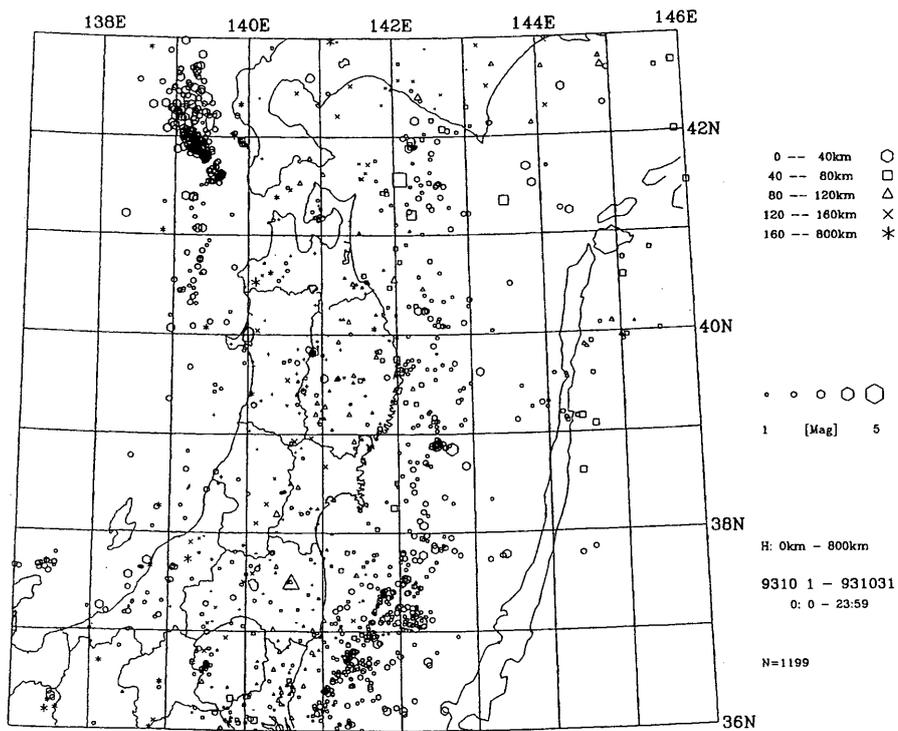
第8図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年8月)

Fig.8 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (August, 1993).



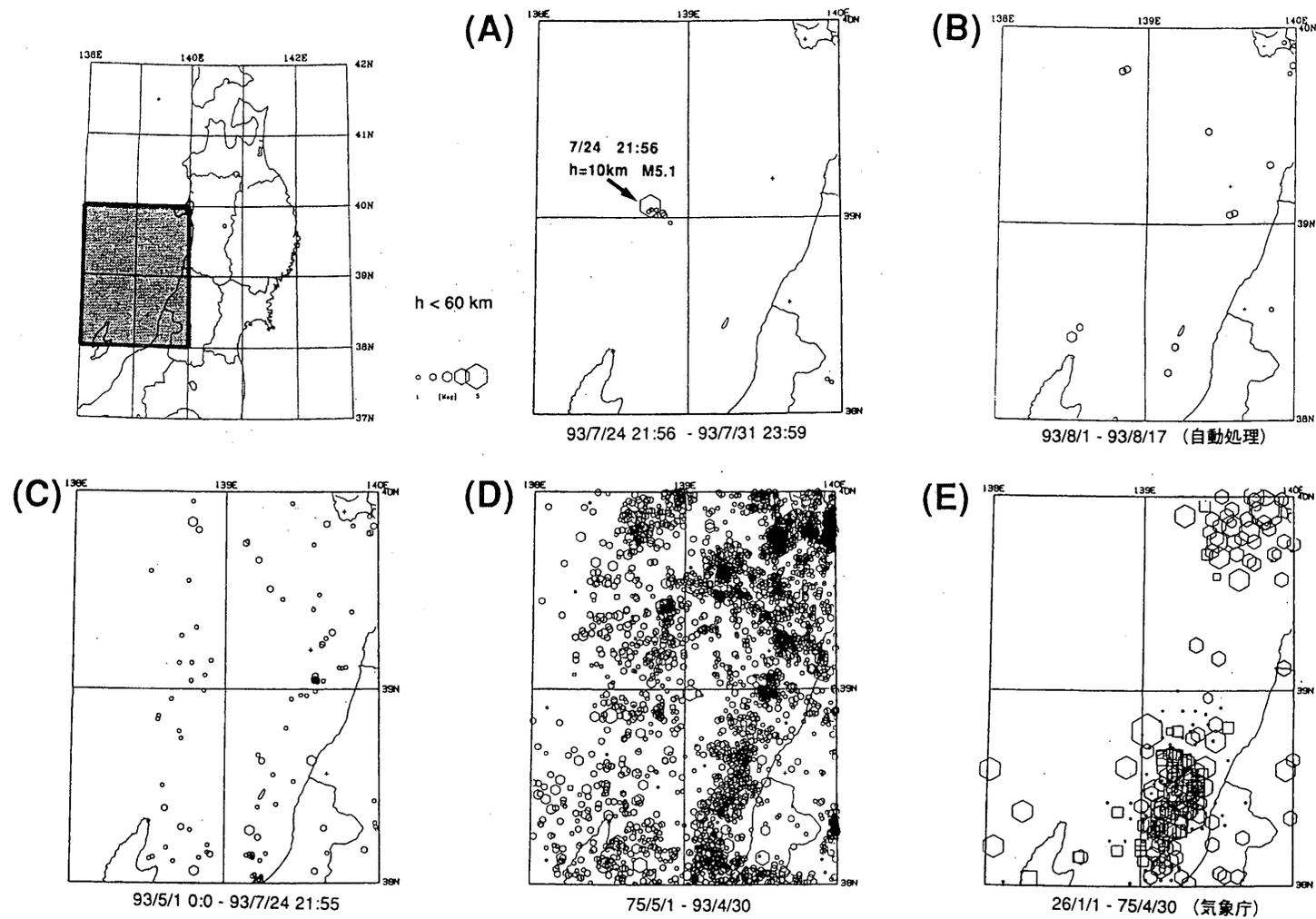
第9図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年9月)

Fig.9 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (September, 1993).



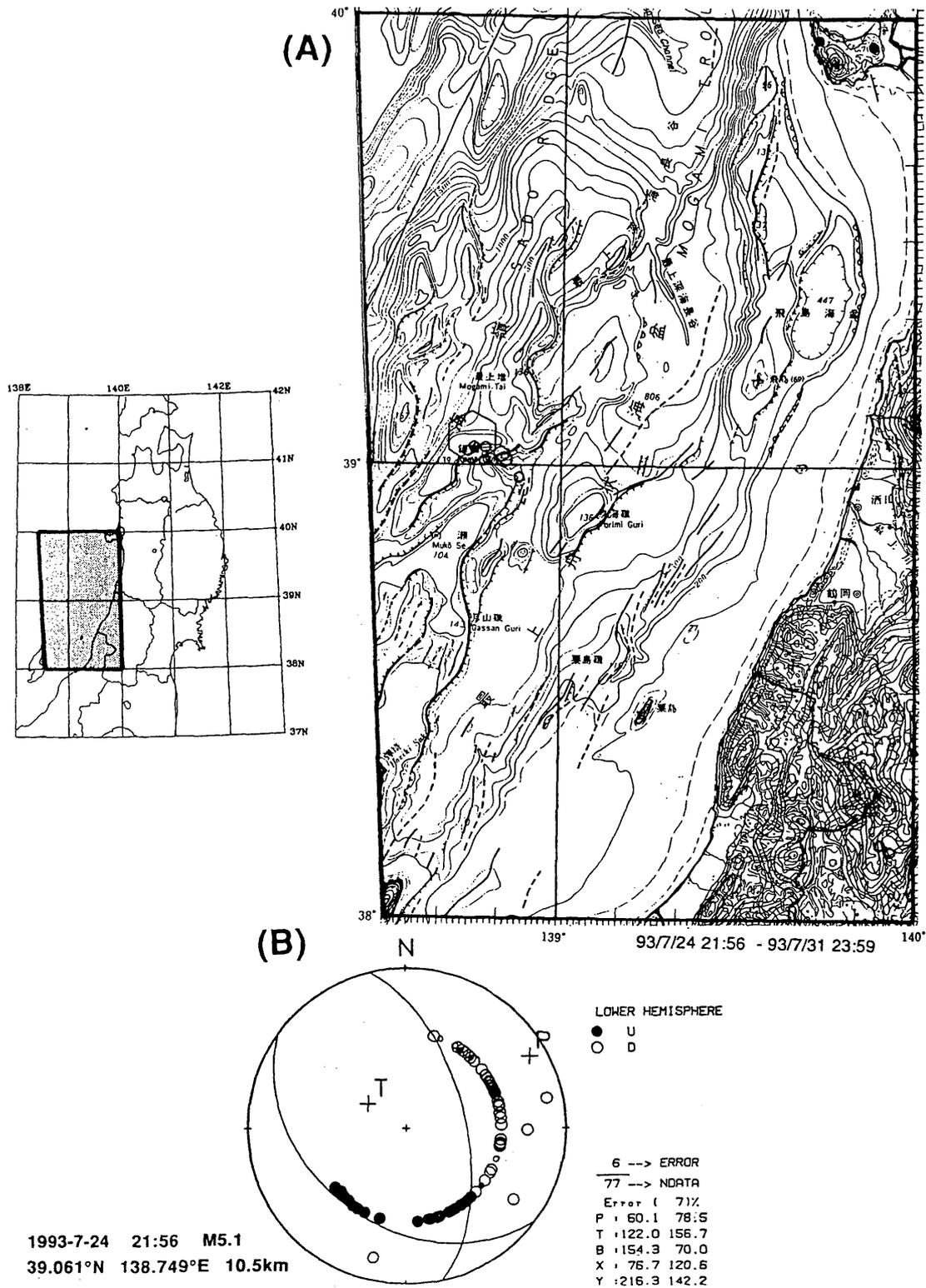
第10図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年10月)

Fig.10 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (October, 1993).



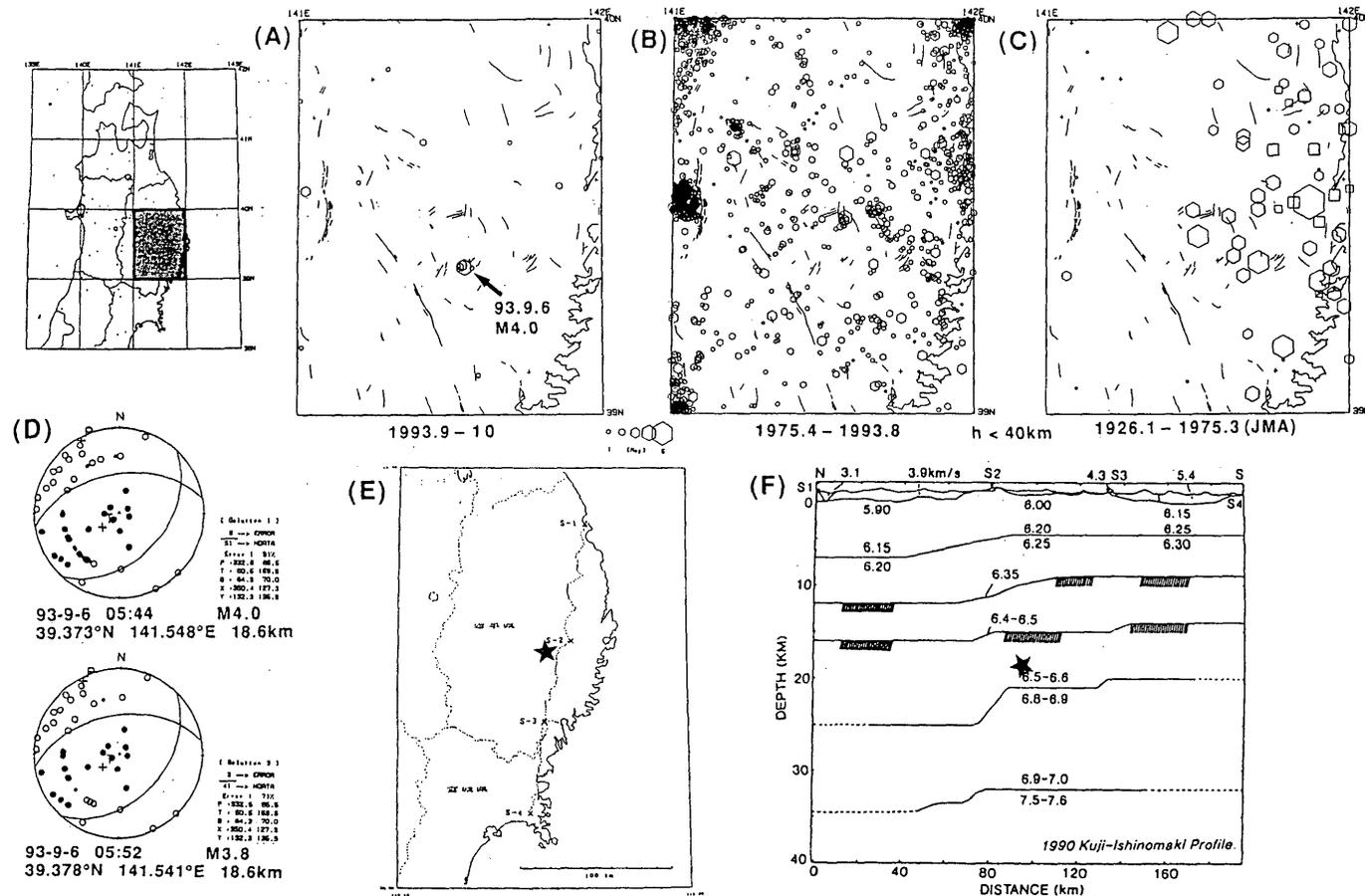
第11図 山形県沖に発生した微小地震の震央分布。(A)1993年7月24日21時56分～7月31日。(B)1993年8月1日～17日(自動処理による)。(C)1993年5月1日～7月24日21時55分。(D)1975年5月～1993年4月。(E)1926年～1975年4月(気象庁による)。

Fig.11 Epicenter distribution of microearthquakes off Yamagata Prefecture. (A) 21:56, July 24–July 31, 1993. (B) August 1–17 (determined by an automatic processing system). (C) May 1–21:55, July 24. (D) May, 1975–April, 1993. (E) 1926–April, 1975 (determined by JMA).



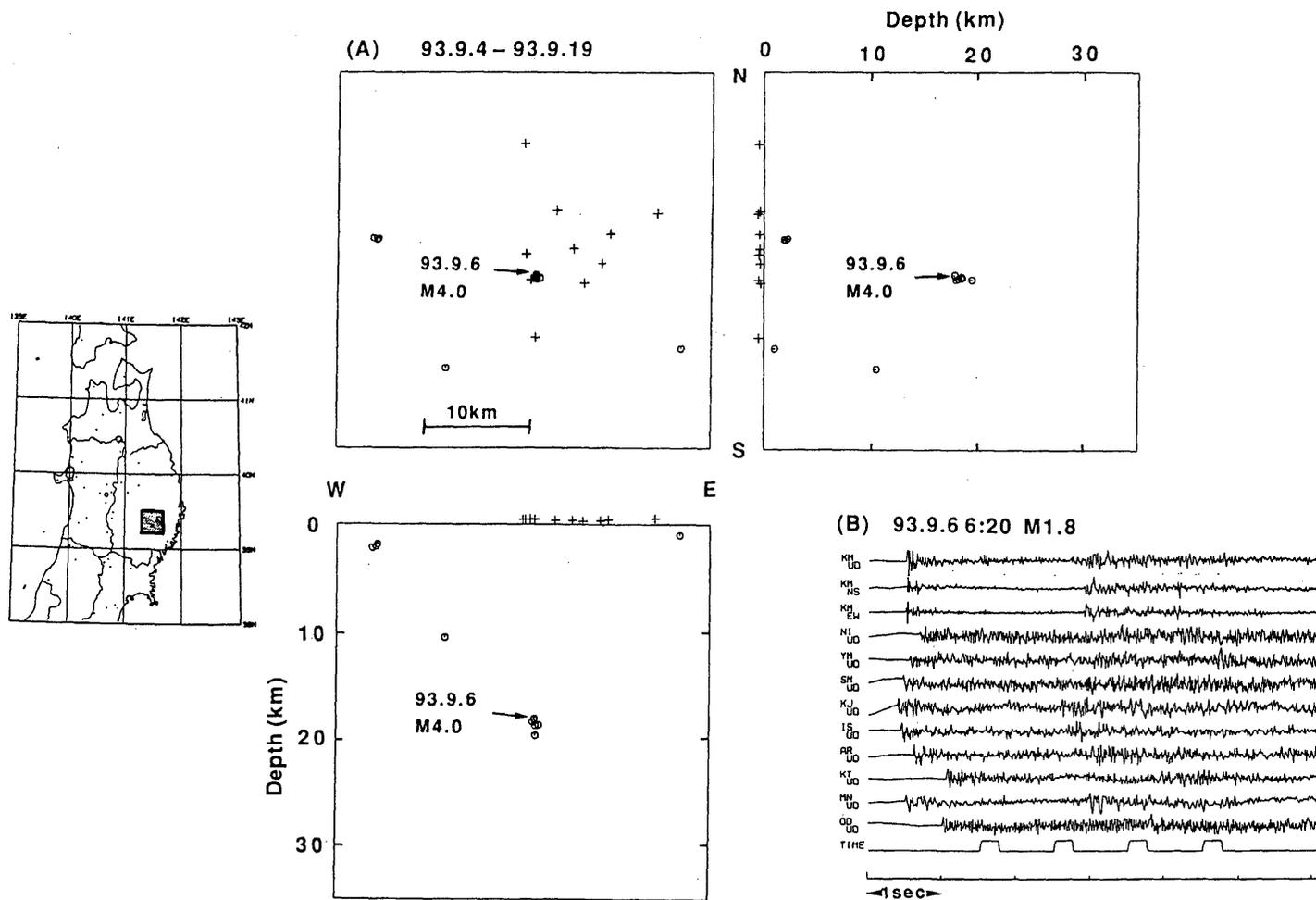
第12図 (A)1993年7月24日に発生したM5.1の地震とその余震の震央分布 (1993年7月24日21時56分~7月31日)。活断層と海底地形を合わせて示す (活断層研究会 (1991) による)。(B)本震のメカニズム解 (下半球等積投影)。

Fig.12 (A) Epicenter distribution of aftershocks of the event on July 24, 1993 (M5.1). (B) Focal mechanism solution for the main shock.



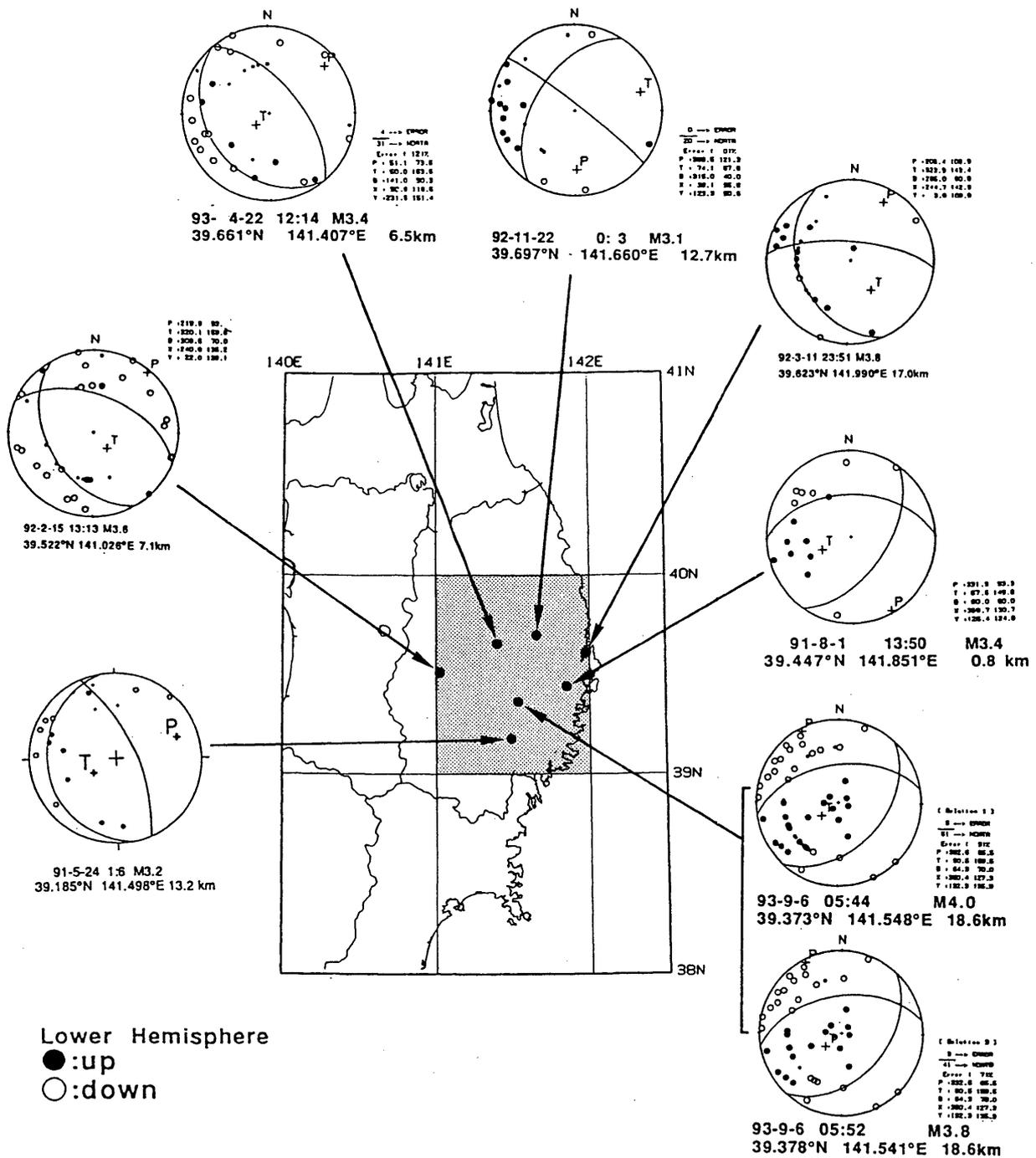
第13図 岩手県遠野市およびその周辺の浅発地震活動。(A)1993年9月～10月, (B)1975年4月～1993年8月, (C)1926年1月～1975年3月(気象庁による)の震央分布。実線は活断層の位置を示す。(D)1993年9月6日に遠野市で発生した地震のメカニズム解(下半球等積投影, ●が押し, ○が引きを表す)。(E)1990年11月に北上地域で行われた人工地震の爆破点と観測点の配置(爆破地震動研究グループ(1991)に加筆)。星印は1993年9月6日の地震の震央を表す。(F)人工地震探査によって求められた北上地域のP波速度構造(岩崎他(1992)に加筆)。斜線部は顕著な反射波の見られた境界面を示す。1993年9月6日の地震の震源を星印で示す。

Fig.13 Shallow seismic activity in and around Tono, Iwate Prefecture. (A) Epicenter distribution for the period September–October, 1993. (B) April, 1975–August, 1993. (C) January, 1926–March, 1975 (determined by JMA). (D) Focal mechanism solutions for the events on September 6, 1993. (E) Locations of shot and observation points for the 1990 seismic refraction experiment (after R.G.E.S., 1991). (F) P-wave velocity structure estimated from the 1990 experiment (after Iwasaki et al., 1992).



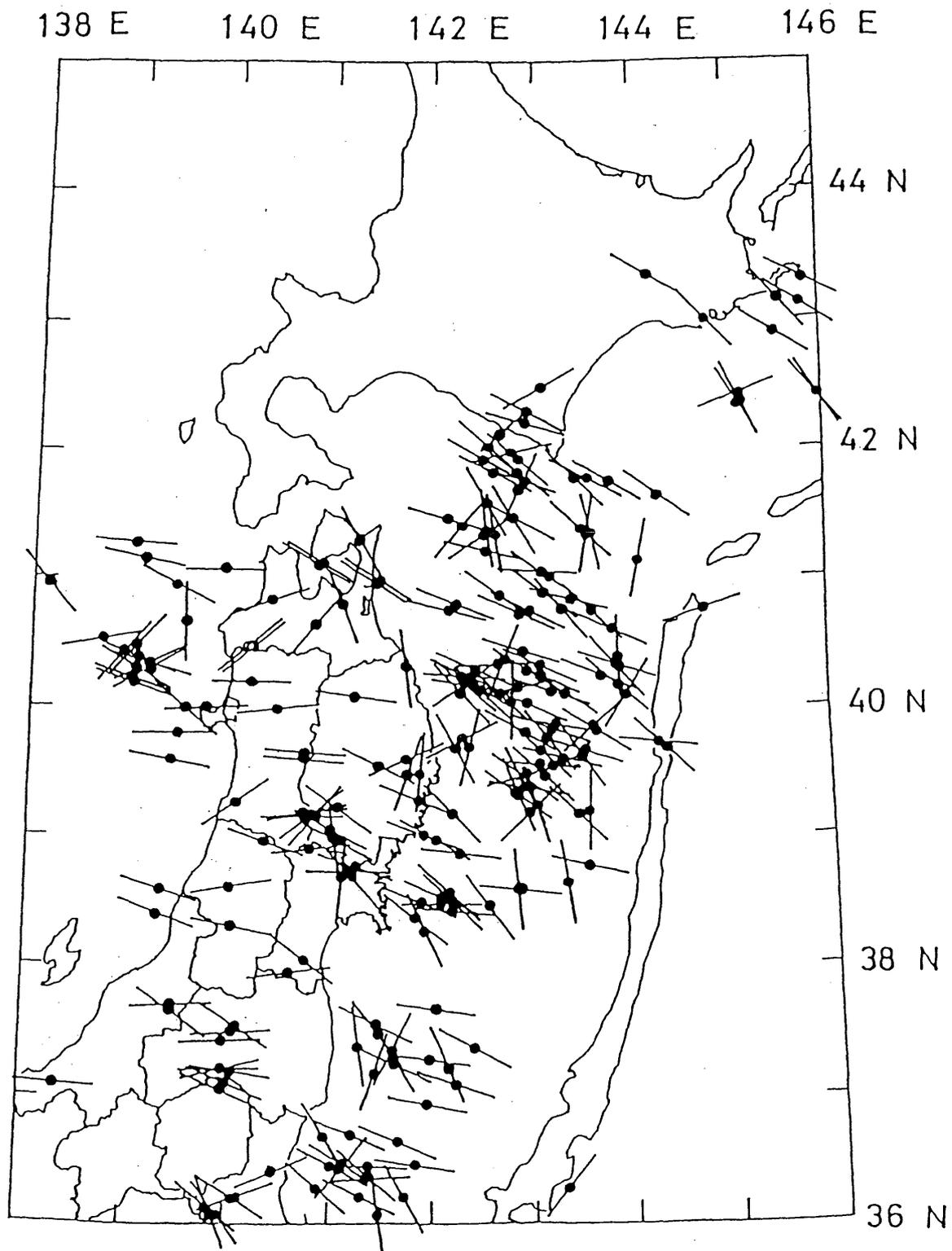
第14図 (A)三陸地域地震火山観測所の群列地震観測点のデータを用いて震源決定された震源の分布 (1993年9月4日~19日)。(B)群列地震観測点でとられた余震の波形例。

Fig.14 (A) Hypocenter distribution determined from seismic array data of Sanriku Observatory for Earthquakes and Volcanoes. (B) An example of the seismograms obtained by the array.



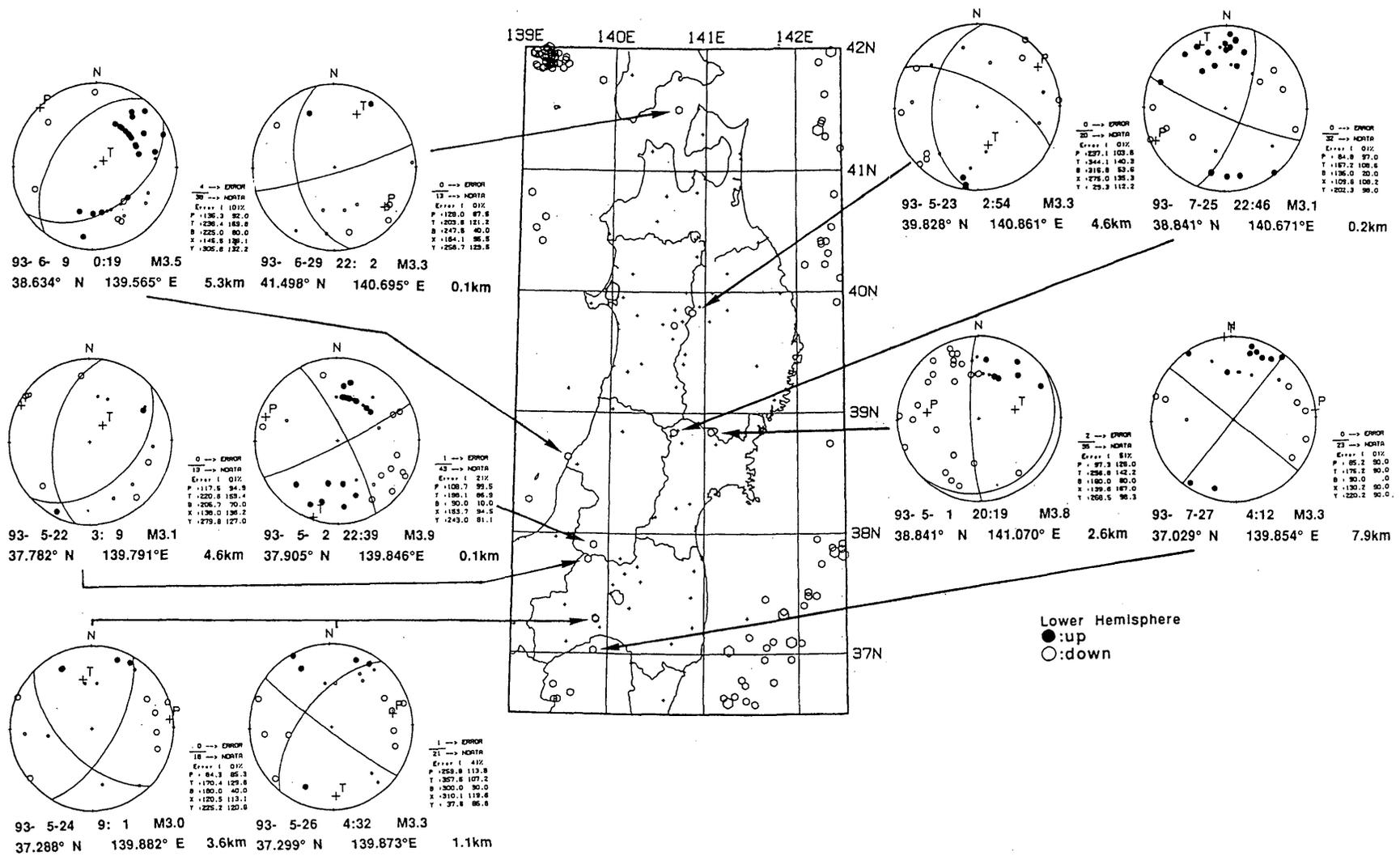
第15図 北上地域に発生した主な地震のメカニズム解。網目の領域内に発生した1988年～1993年10月の主な地震のメカニズム解を下半球等積投影法でしめす。

Fig.15 Focal mechanisms for the major events in Kitakami District.



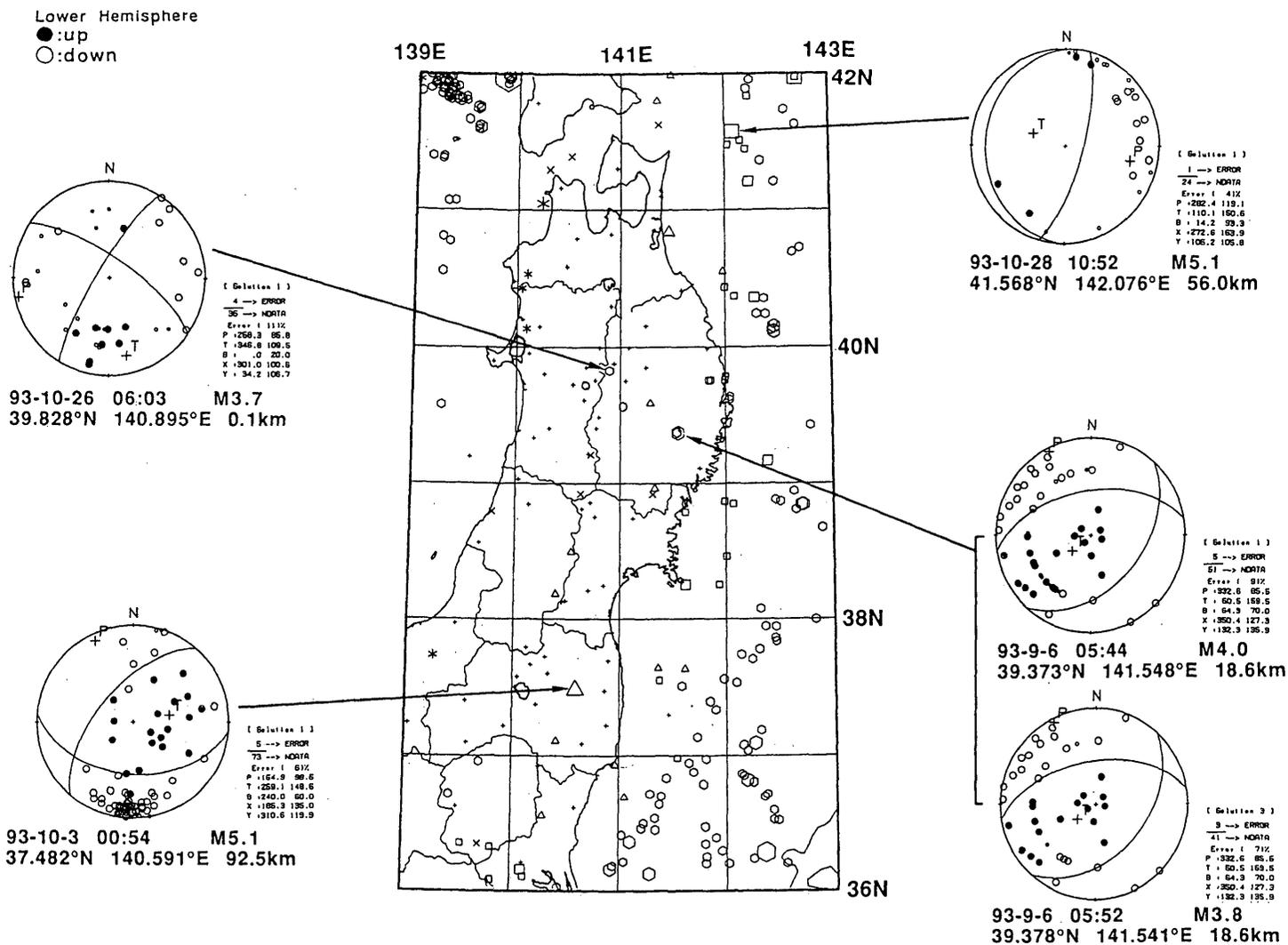
第16図 浅発地震（1926年～1972年，1982年1月～1988年5月）のメカニズム解の主圧力軸の分布。

Fig.16 Distribution of pressure axes for the shallow events.



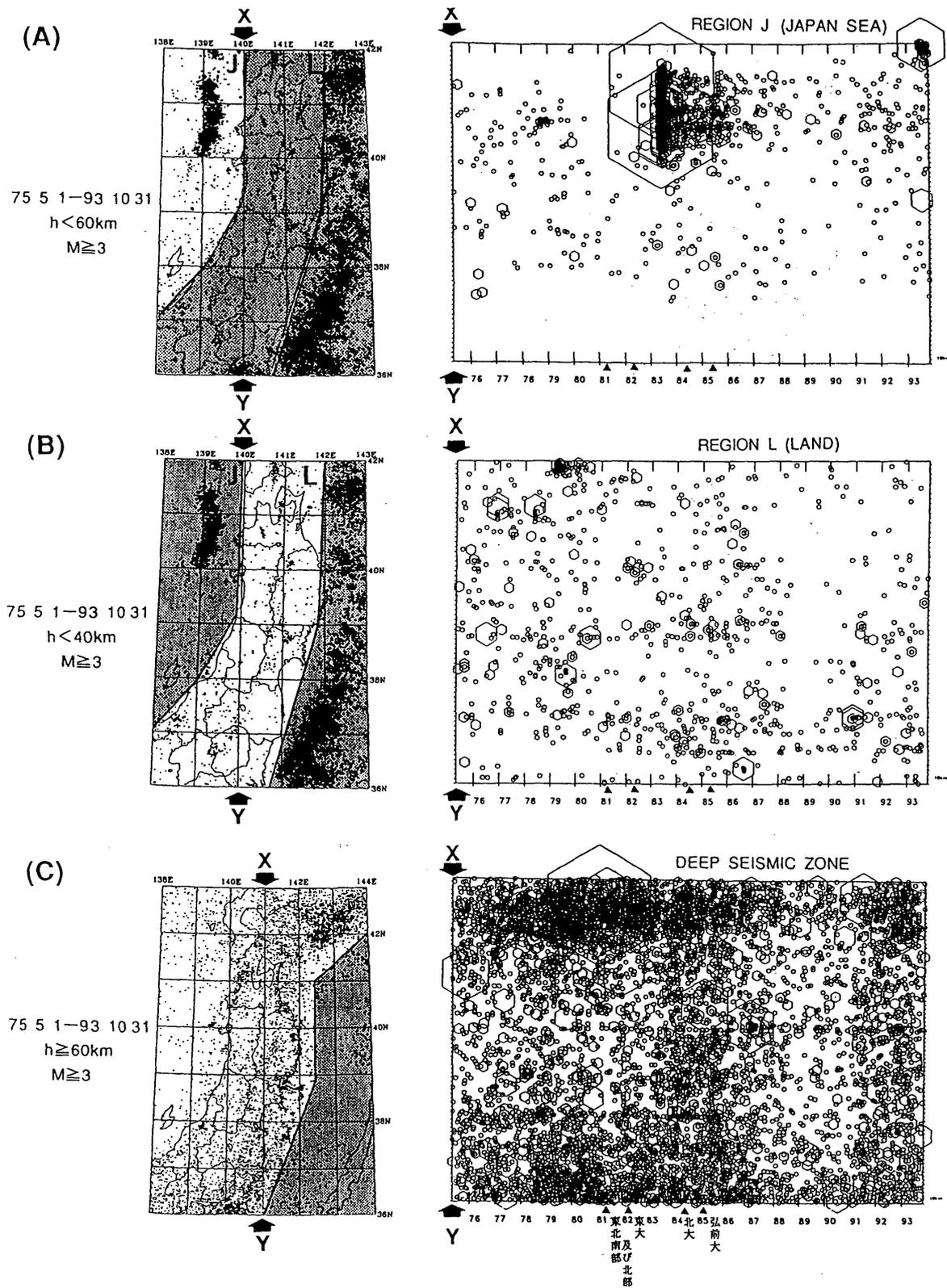
第17図 1993年5月～7月に東北地方で発生した $M \geq 3$ の浅発地震の震央分布と主な地震のメカニズム解(下半球等積投影)。 $\bullet$ が押し, $\circ$ が引きを表す。各軸の方位角(北から時計回り)と伏角(鉛直下向きから)をメカニズム解の右下に示す。

Fig.17 Epicenter distribution and focal mechanism solutions (projected onto a lower hemisphere) for the shallow events with  $M \geq 3$  in the land area of the Tohoku District (May–July, 1993).



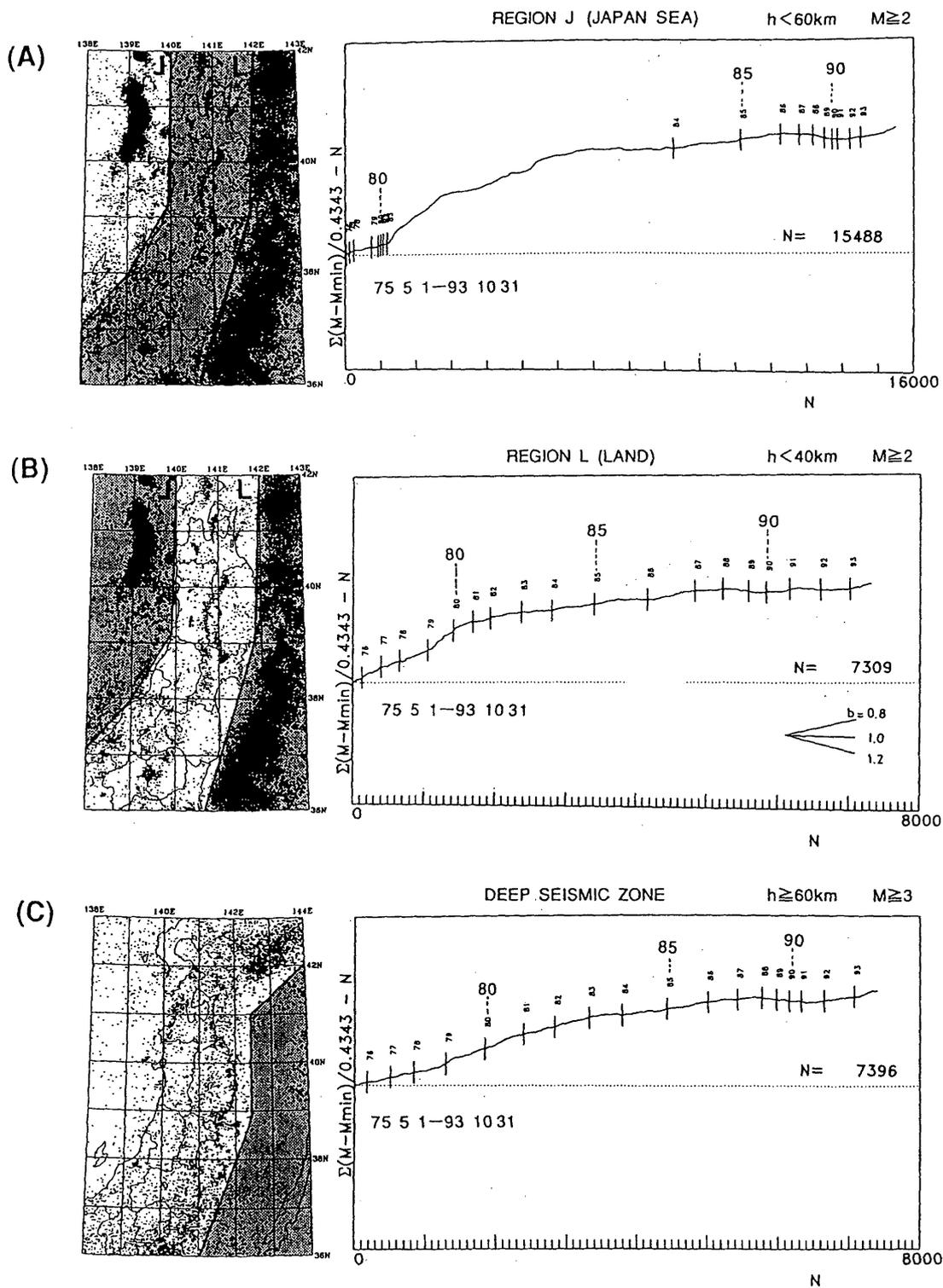
第18図 1993年8月～10月に東北地方で発生した $M \geq 3$ の地震の震央分布と主な地震のメカニズム解（下半球等積投影）。●が押し，○が引きを表す。各軸の方位角（北から時計回り）と伏角（鉛直下向きから）をメカニズム解の右下に示す。

Fig.18 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 (August–October, 1993).



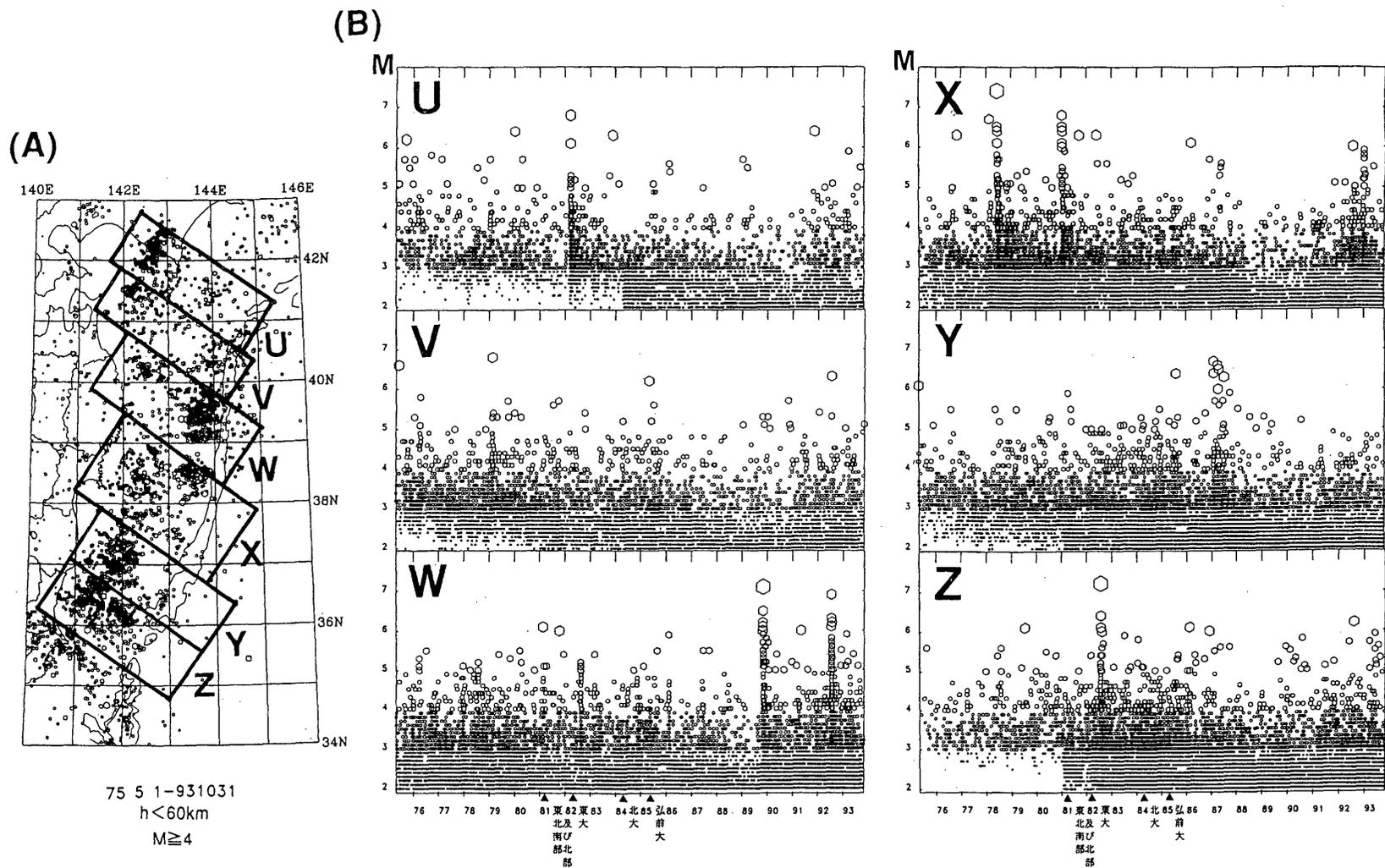
第19図 東北地方で発生した $M \geq 3$ の地震の時空間分布（1975年5月～1993年10月）。挿入図に示した枠内の地震をXY軸に投影して示す。(A)日本海下で発生した浅発地震。(B)内陸下で発生した浅発地震。(C)稍深発地震。

Fig.19 Space-time distributions of earthquakes with  $M \geq 3$  (May, 1975–October, 1993). (A) Shallow events off the west coast of the Tohoku District. (B) Shallow events in the land area. (C) Intermediate-depth earthquakes.



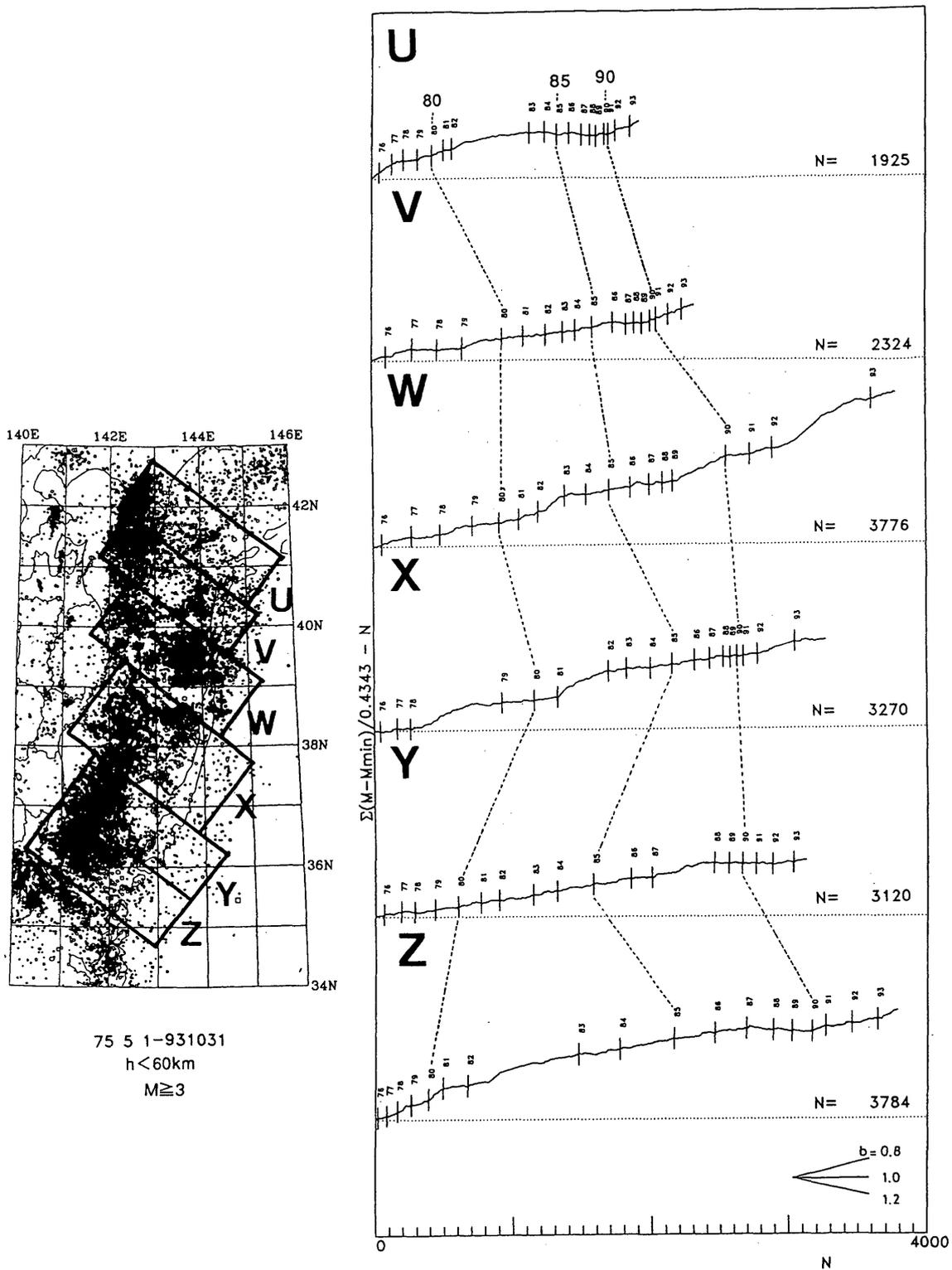
第20図 1975年5月～1993年10月に東北地方で発生した地震の $\Sigma M-N$ 図。(A)日本海下で発生した浅発地震 ( $M \geq 2$ )。 (B)内陸下で発生した浅発地震 ( $M \geq 2$ )。 (C)稍深発地震 ( $M \geq 3$ )。

Fig.20 Cumulative magnitude-number ( $\Sigma M-N$ ) diagrams of earthquakes in and around the Tohoku District (May, 1975 - October, 1993). (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21図 東北地方の太平洋下における浅発地震活動（1975年5月～1993年10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.21 (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, 1993). (B) Magnitude–time distributions of earthquakes ( $M \geq 2$ ) in the regions shown in Fig.(A).



第22図 1975年5月～1993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 ( $\Sigma M$ ) 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.22 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, 1993). 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  $b=1$ .