

2-1 東北地方およびその周辺の微小地震活動 (1992年11月～1993年4月)

Microearthquake Activity in and around the Tohoku District
(November, 1992–April, 1993)

東北大学理学部

Faculty of Science, Tohoku University

1992年11月～1993年1月, 1993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1992年11月～1993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。

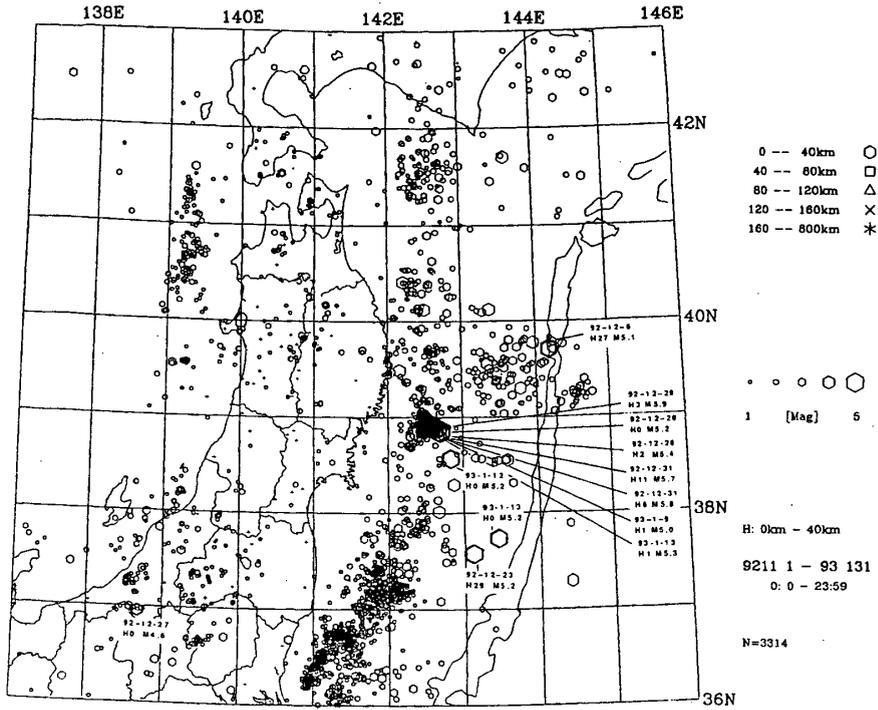
1992年12月28日1時21分にM5.9の地震が宮城県沖で発生した。この前後の地震活動の推移を第11図に示す。この付近では微小地震活動は活発であったが, $M \geq 5$ の地震は, 1926年の気象庁の観測開始以来発生していなかった。第12図は主な地震のメカニズム解であるが, これと第11図Eの断面図から, 今回の地震はプレート境界で発生した逆断層型の地震であると考えられる。ただし, この付近の地震の深さの決定精度はあまり良くないことに注意する必要がある。今回の地震の余震活動の変化を第13図と第14図に示す。今回の地震は本震がM6に達しなかったにもかかわらずM5級の余震が多数発生しており, また規模のわりに余震活動が長く続くが余震域は拡大していない等, 群発地震的な活動となっている。三陸沖では海溝軸周辺ではこのような群発的活動はしばしば見られるが, 今回のように海岸に近いところで群発的な地震が発生するのは非常にめずらしい。

1993年2月に青森県下北半島で, 2月11日のM3.7の地震を最大地震とする群発地震が発生した。第15図にこの周辺の地震活動の推移と主な地震のメカニズム解を示す。この周辺では過去に何度か群発的な活動を起こしているが, 今回程度の規模の活動は約4年ぶりである。

1993年3月13日に山形県東部でM4.1の地震が発生した。その余震活動と主な地震のメカニズム解, および過去の震央分布を第16図に示す。今回の地震は活断層の下で発生しているが, この地域では過去には活動は見られなかった。メカニズム解がもともった余震はいずれも逆断層型だが, 本震は逆断層型か横ずれ断層型のどちらの型であってもP波初動の押し引き分布は満足する。

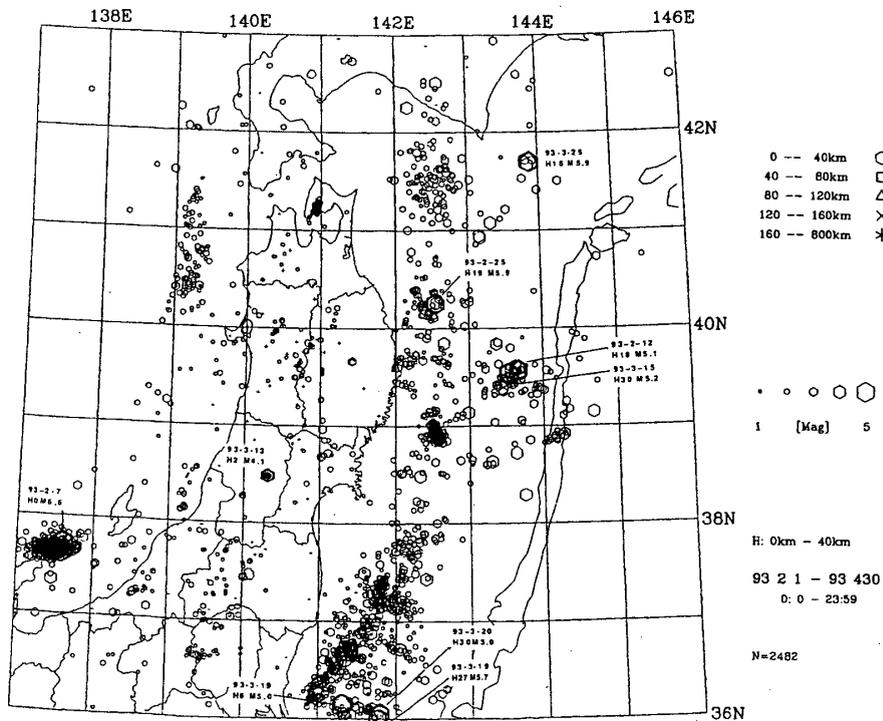
東北地方に発生した $M \geq 3$ の浅発地震の震央分布と主な地震のメカニズム解を第17図と第18図に示す。1992年12月24日に岩手県北東部に発生したM4.0の地震は, 明らかに沈みこんだ海洋プレートよりも浅いところがかつモホ面より深いところで発生しており, 注目に値する。

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, 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り, 今後注意を要すると思われる。



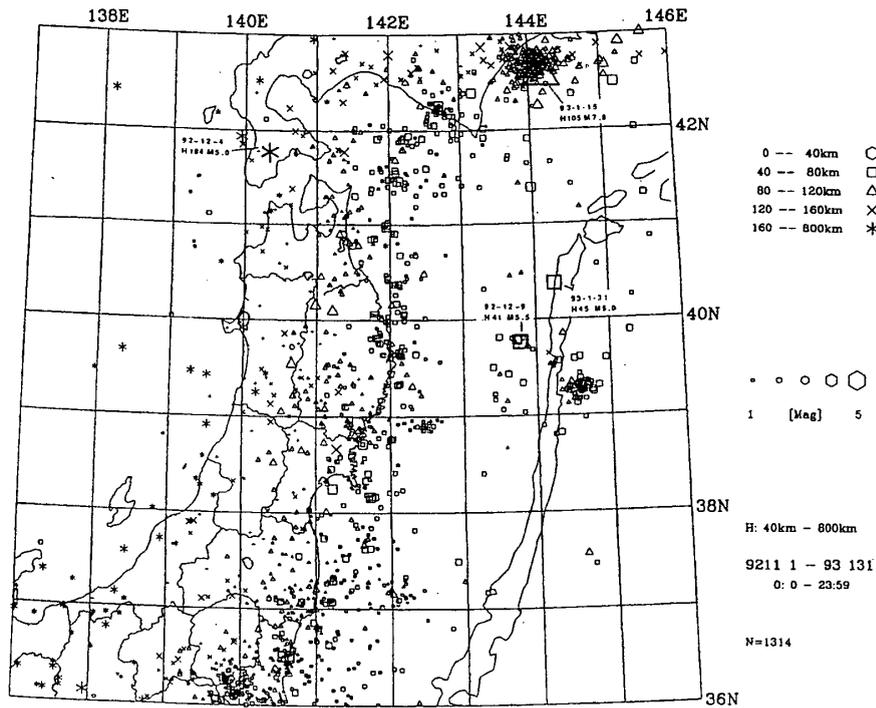
第1図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1992年11月~1993年1月)

Fig.1 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ($h < 40\text{km}$) in the Tohoku District (November, 1992—January, 1993).



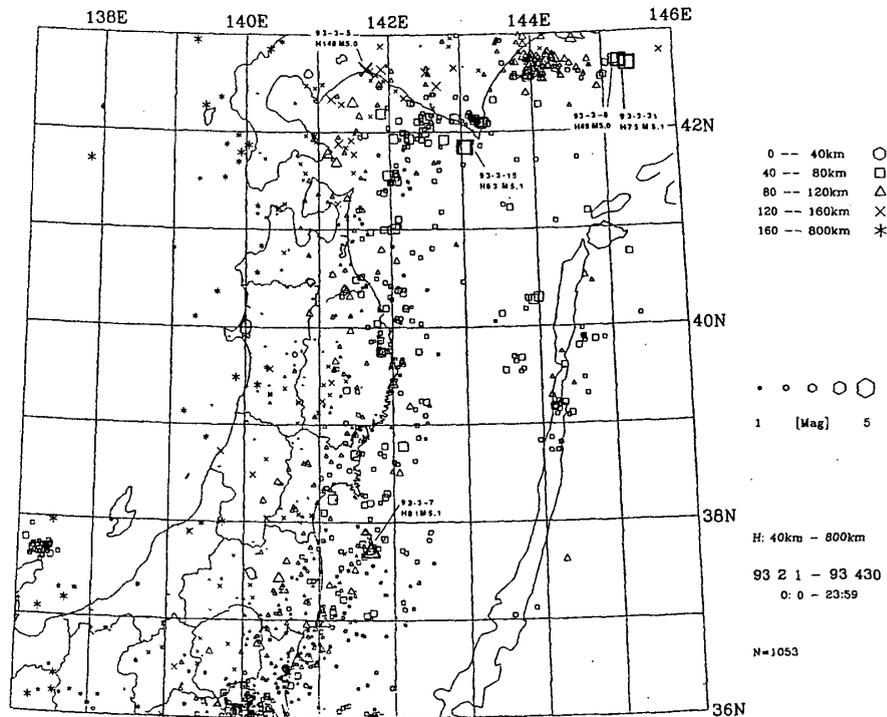
第2図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1993年2月~4月)

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



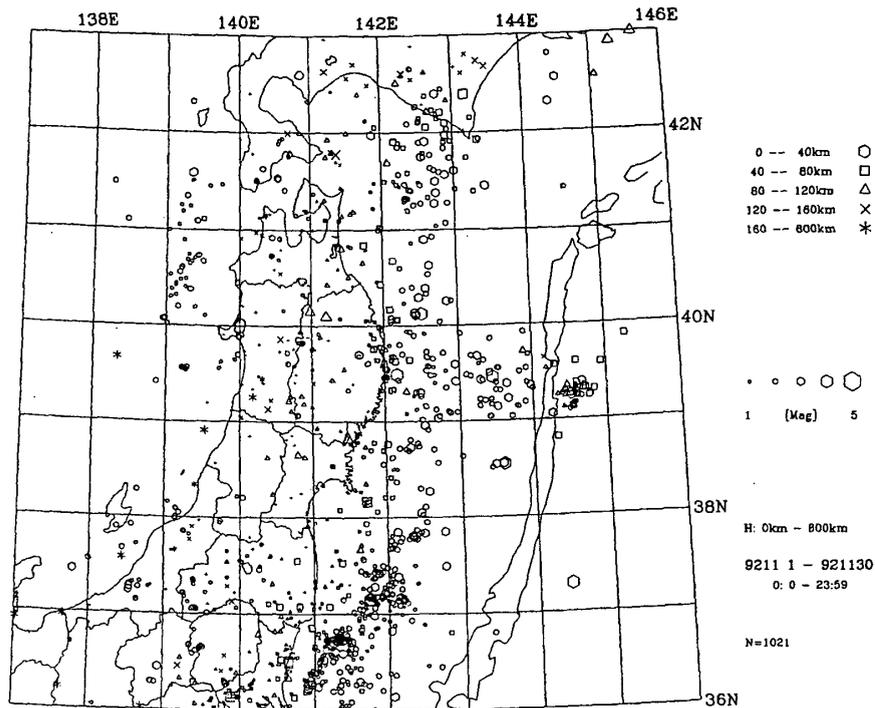
第3図 東北地方の $h \geq 40\text{km}$ の微小地震の震央分布 (1992年11月~1993年1月)

Fig.3 Epicenter distribution of microearthquakes ($h \geq 40\text{km}$) in the Tohoku District (November, 1992—January, 1993).



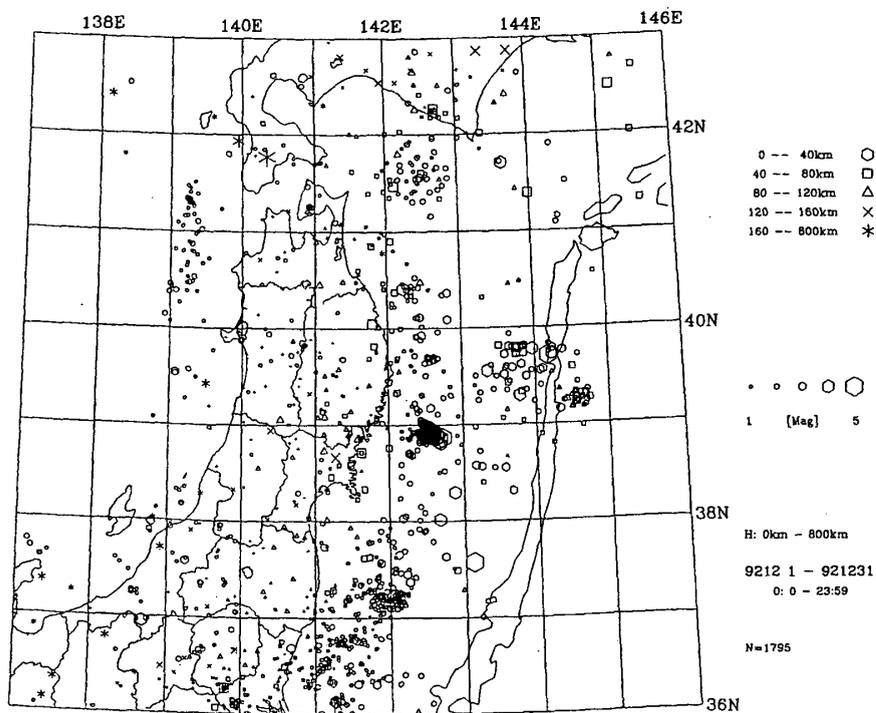
第4図 東北地方の $h \geq 40\text{km}$ の微小地震の震央分布 (1993年2月~4月)

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



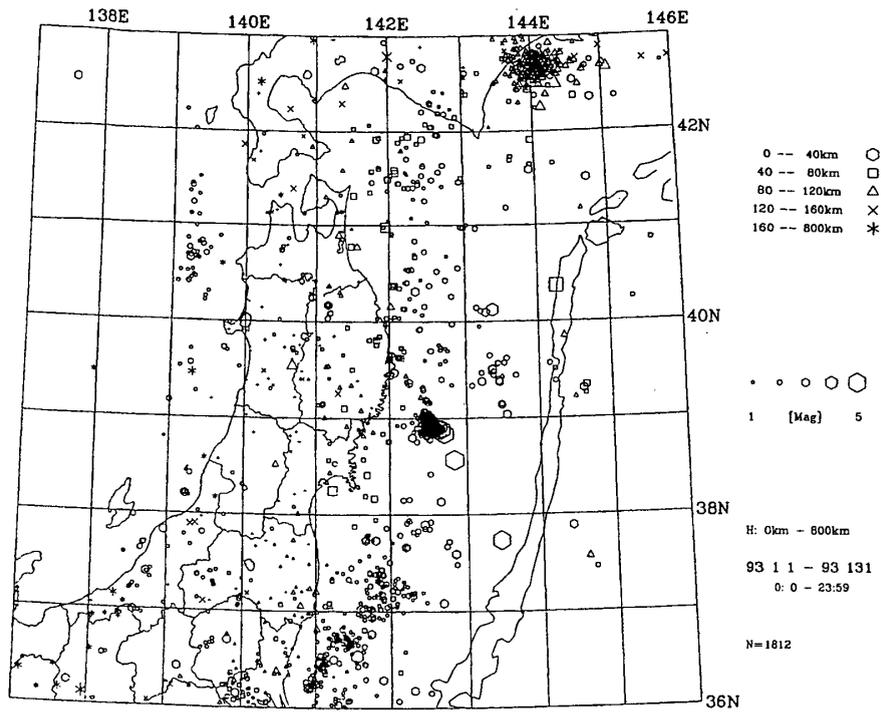
第5図 東北地方の微小地震の震央分布 (1992年11月)

Fig.5 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (November, 1992).



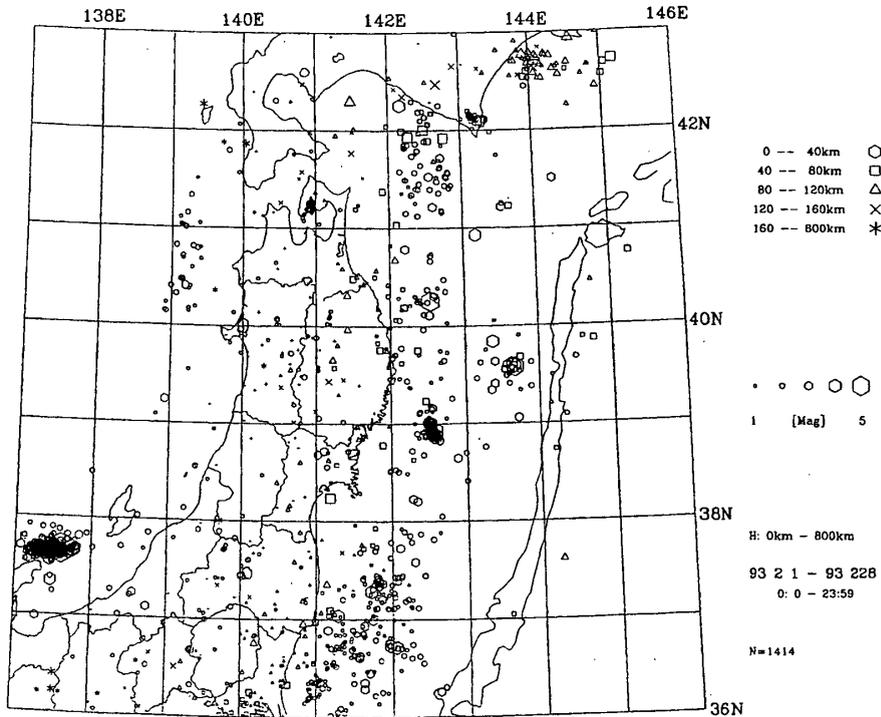
第6図 東北地方の微小地震の震央分布 (1992年12月)

Fig.6 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (December, 1992).



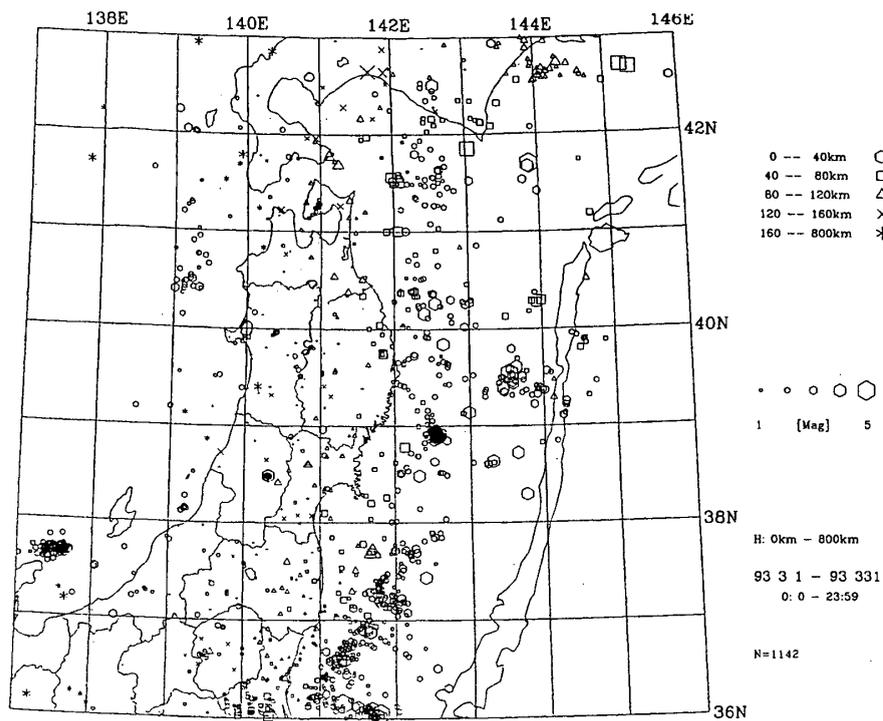
第7図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年1月)

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



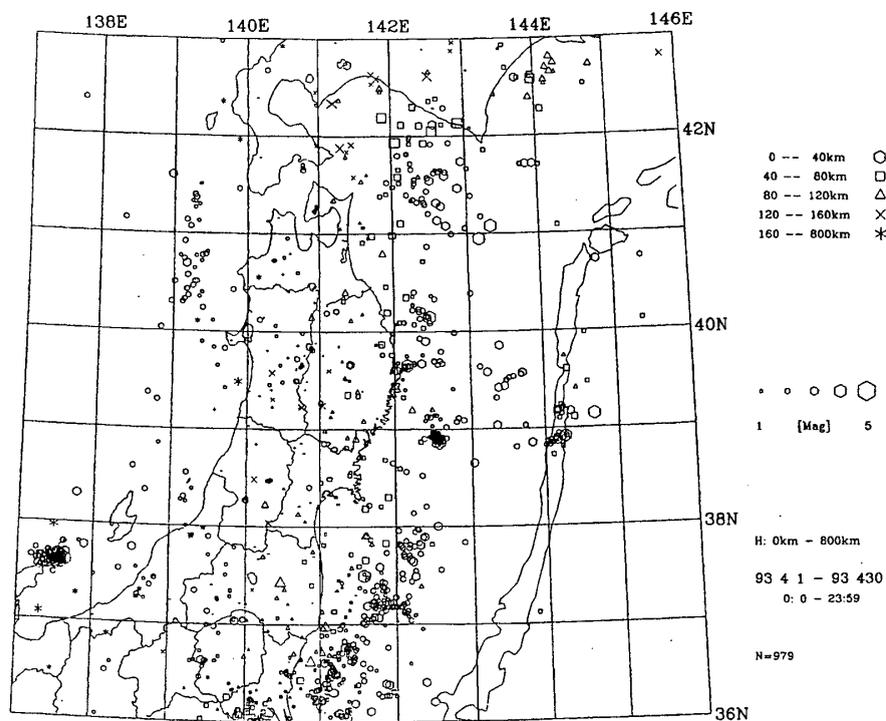
第8図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年2月)

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



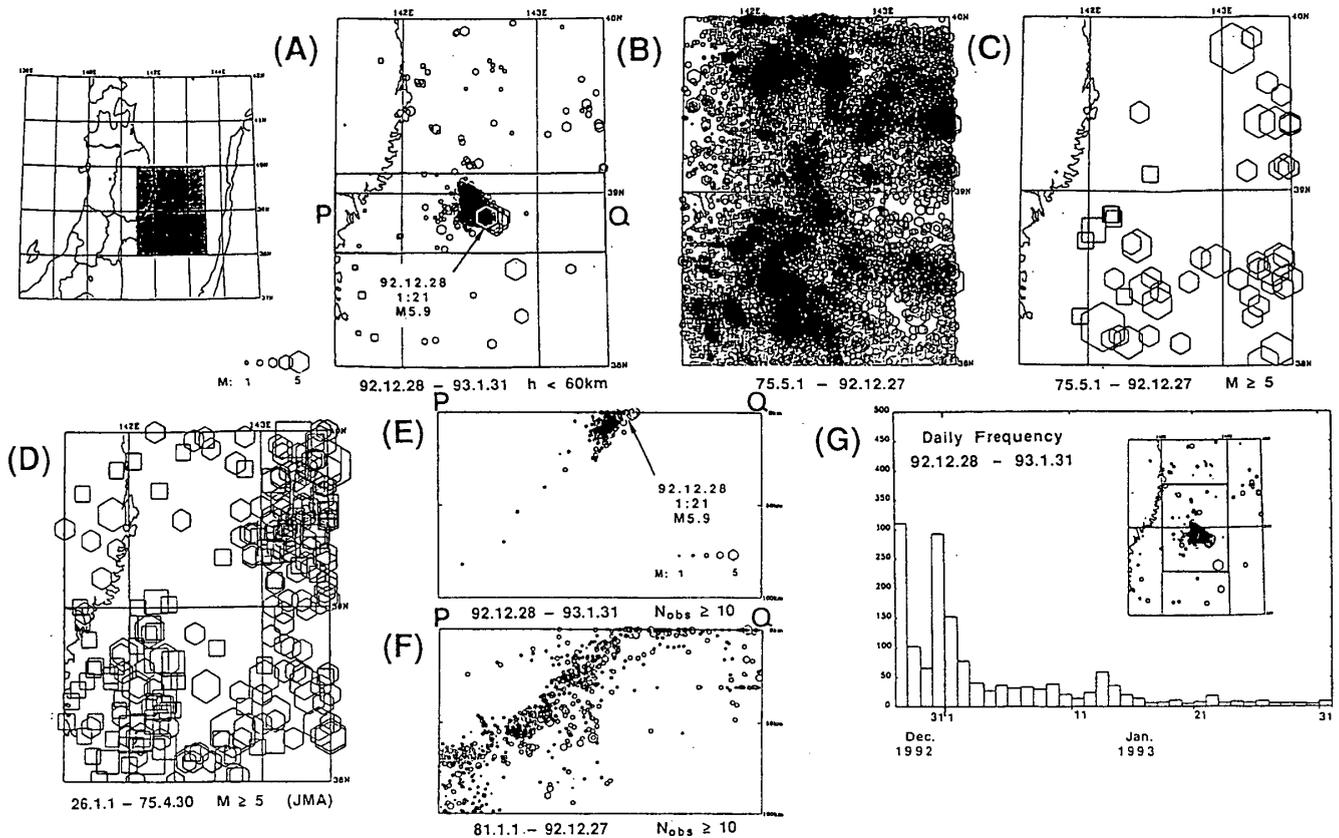
第9図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年3月)

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



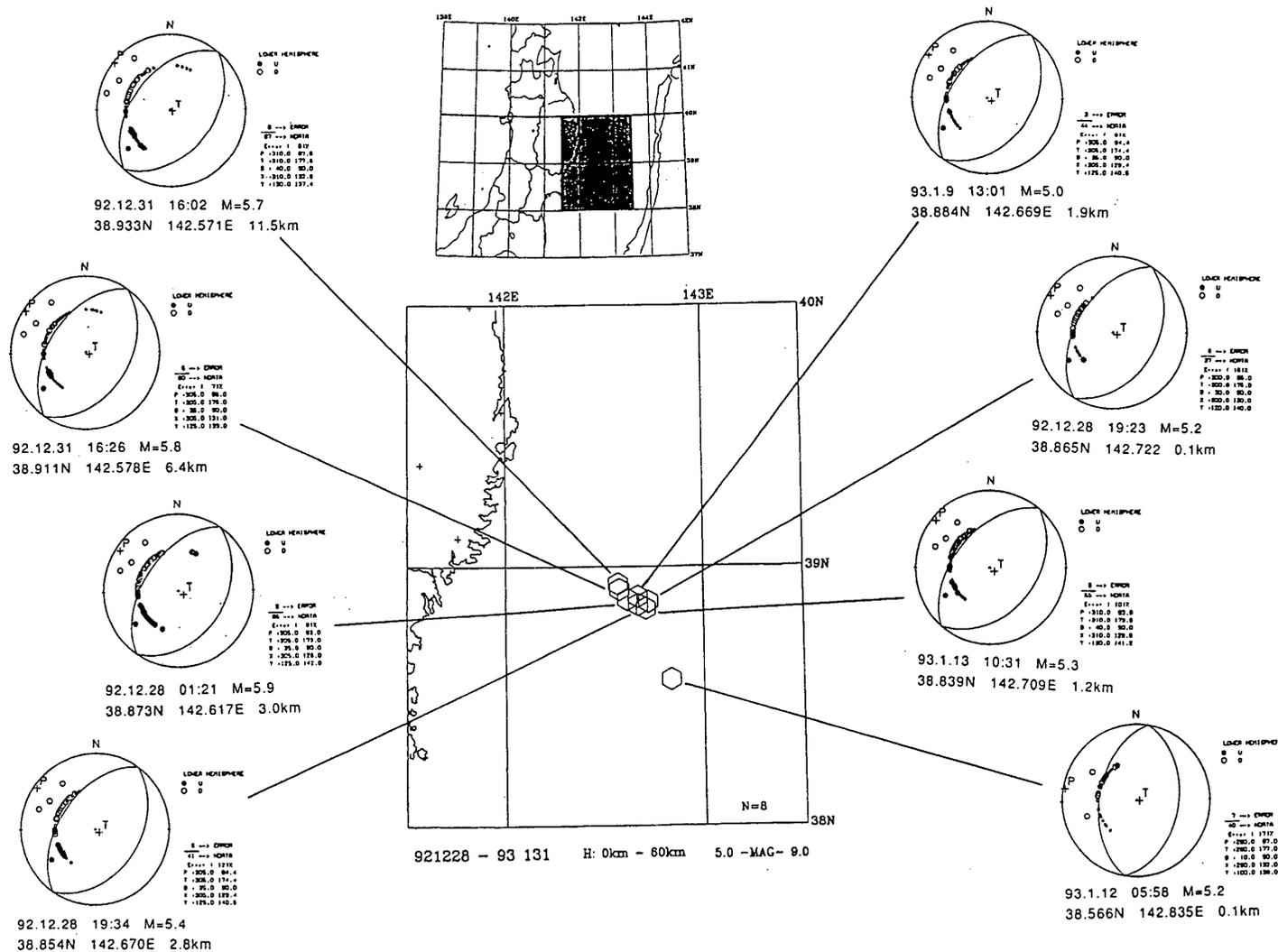
第10図 東北地方の微小地震の震央分布 (1993年4月)

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



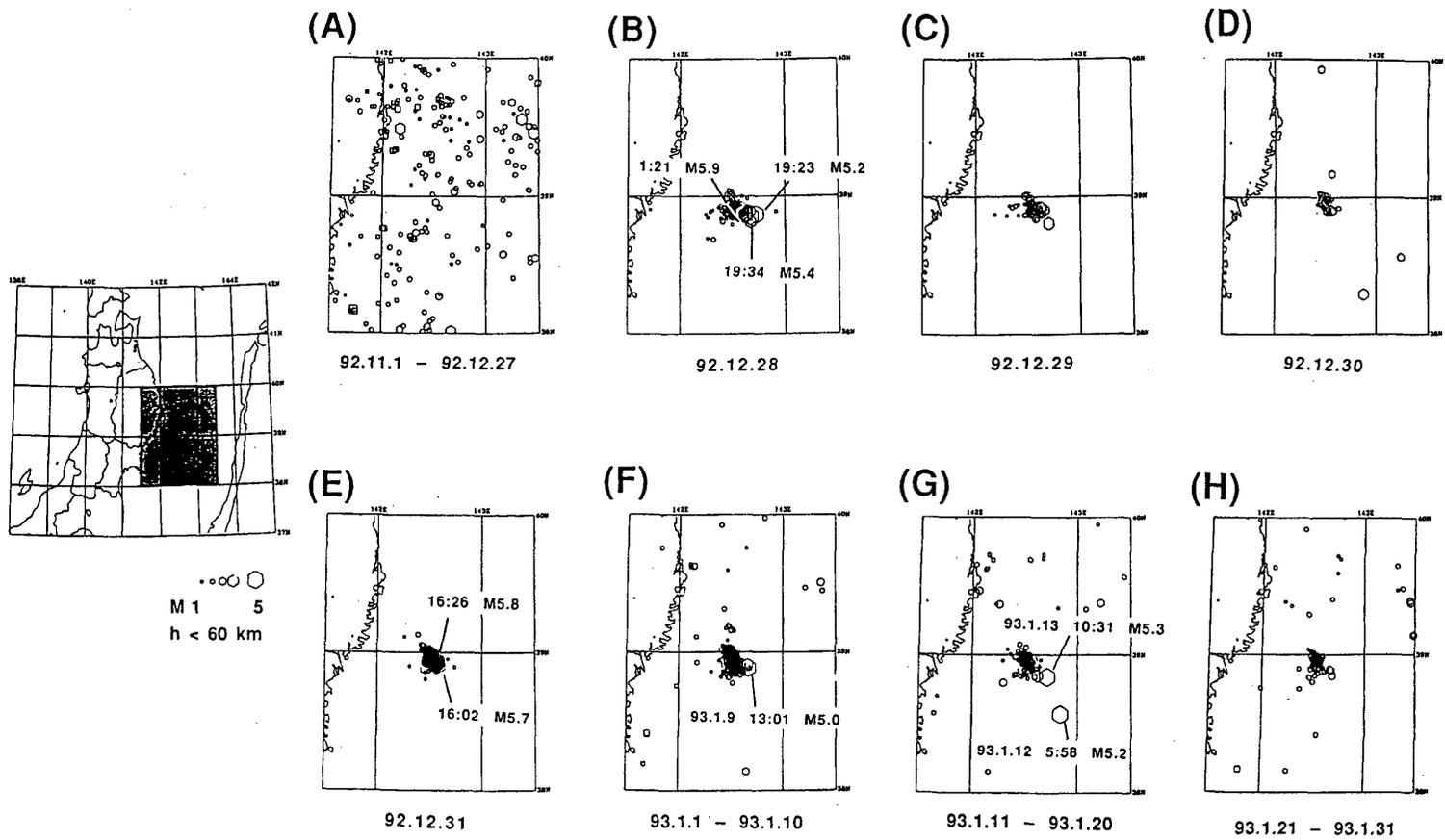
第11図 宮城県沖から岩手県沖にかけての地震活動。(A)1992年12月28日～1993年1月31日，(B)1975年5月1日～1992年12月27日に発生した微小地震の震央分布。(C)1975年5月1日～1992年12月27日，(D)1926年1月～1975年4月（気象庁による）に発生した $M \geq 5$ の地震の震央分布。(E)1992年12月28日～1993年1月31日，(F)1981年1月1日～1992年12月27日に図(A)のPQ領域内に発生した地震の東西鉛直断面図（10点以上の観測値を用いて震源決定された地震のみ）。(G)挿入図の枠内に震源決定された地震の日別頻度分布。

Fig.11 Seismic activity off Miyagi Prefecture and off Iwate Prefecture. (A) Epicenter distribution for the period from December 28,1992 to January 31,1993. (B) May 1,1975–December 27,1992. (c) May 1,1975–December 27,1992 ($M \geq 5$). (d) January, 1926–April, 1975 (after JMA). (E) Vertical cross-section for the events in the PQ region of fig. (A). (F) Same as fig. (E) but for the Period from January 1,1981 to December 27,1992. (G) Daily frequency for the events in the square in the inset.



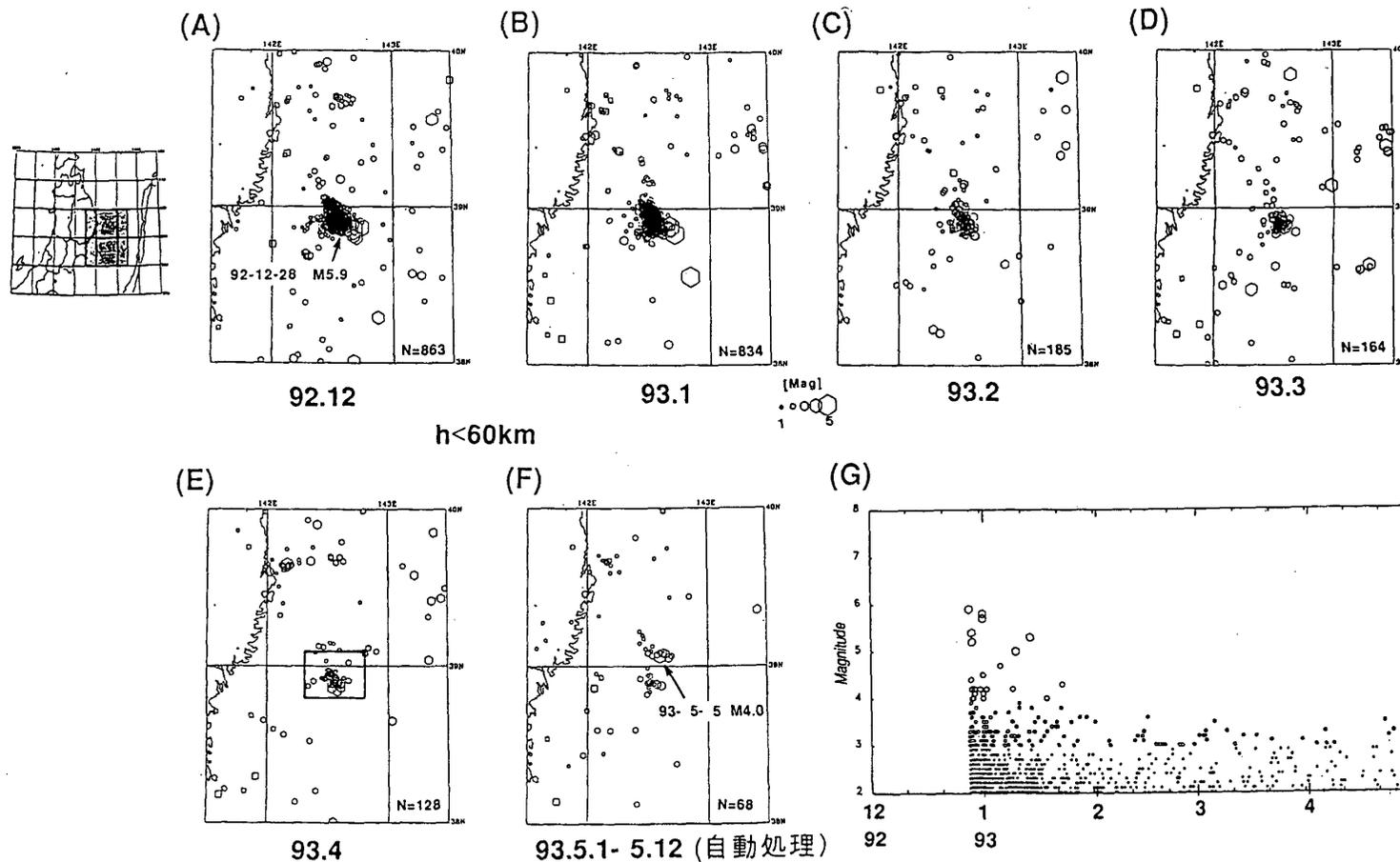
第12図 1992年12月28日～1993年1月31日に宮城県沖に発生したM≥5の地震のメカニズム解(下半球等積投影)。●が押し, ○が引きを表す。各軸の方位角(北から時計回り)と伏角(鉛直下向きから)をメカニズム解の右下に示す。B軸は水平面に固定している。

Fig.12 Focal mechanisms for the events (M ≥ 5) off Miyagi Prefecture for the period from December 28, 1992 to January 31, 1993.



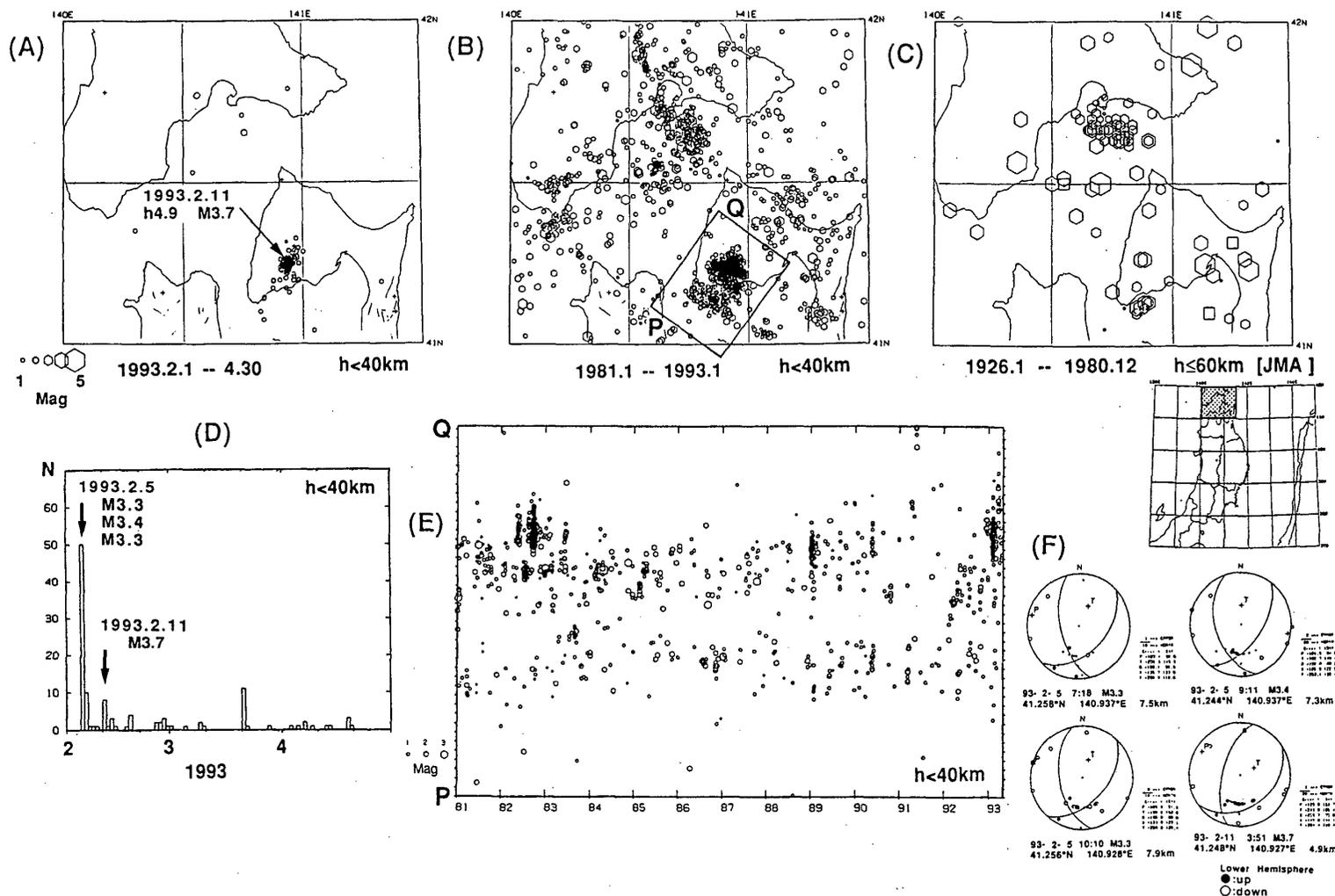
第13図 宮城県沖に発生した地震の震央分布 ($h < 60\text{km}$) (A)1992年11月1日~12月27日, (B)1992年12月28日, (C)12月29日, (D)12月30日, (E)12月31日, (F)1993年1月1日~1月10日, (G)1月11日~20日, (H)1月21日~31日

Fig.13 Epicenter distributions off Miyagi Prefecture for the periods (A) November 1–December 27,1992, (B) December 28,1992, (C) December 29, (D) December 30, (E) December 31, (F) January, 1–10,1993, (G) January, 11–20, (H) January 21–31.



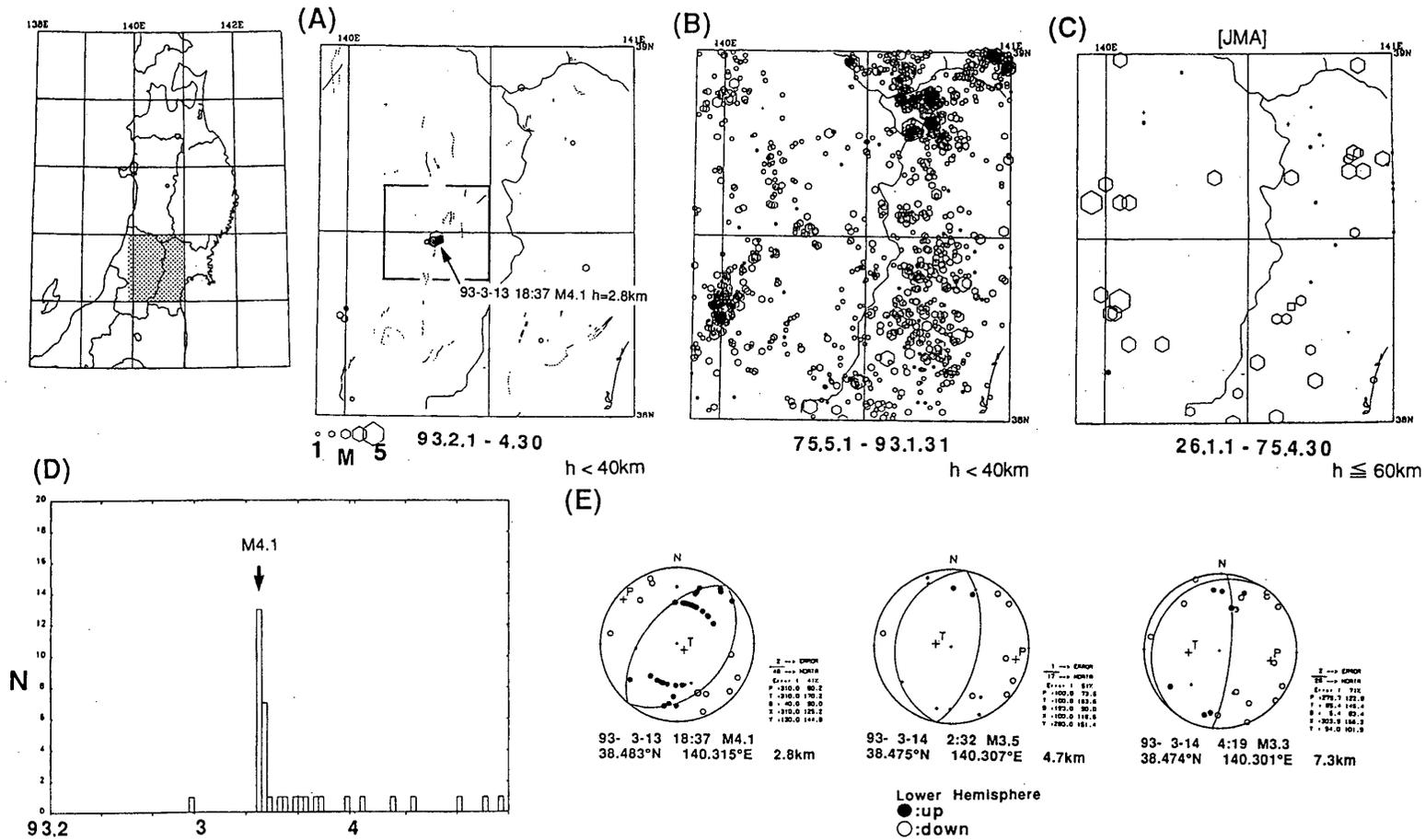
第14図 宮城県沖から岩手県沖にかけての地震活動 (A)1992年12月, (B)1993年1月, (C)2月, (D)3月, (E)4月, (F)5月1日~12日(自動処理による)の震央分布。(G)図(E)の枠内に発生した地震のM-T図。

Fig.14 Seismic activity off Miyagi Prefecture and off Iwate Prefecture. (A) Epicenter distribution in December, 1992. (B) January, 1993. (C) February. (D) March. (E) April. (F) May 1-12 (located by an automatic processing system). (G) Magnitude-time diagram for the events in the frame in fig. (E).



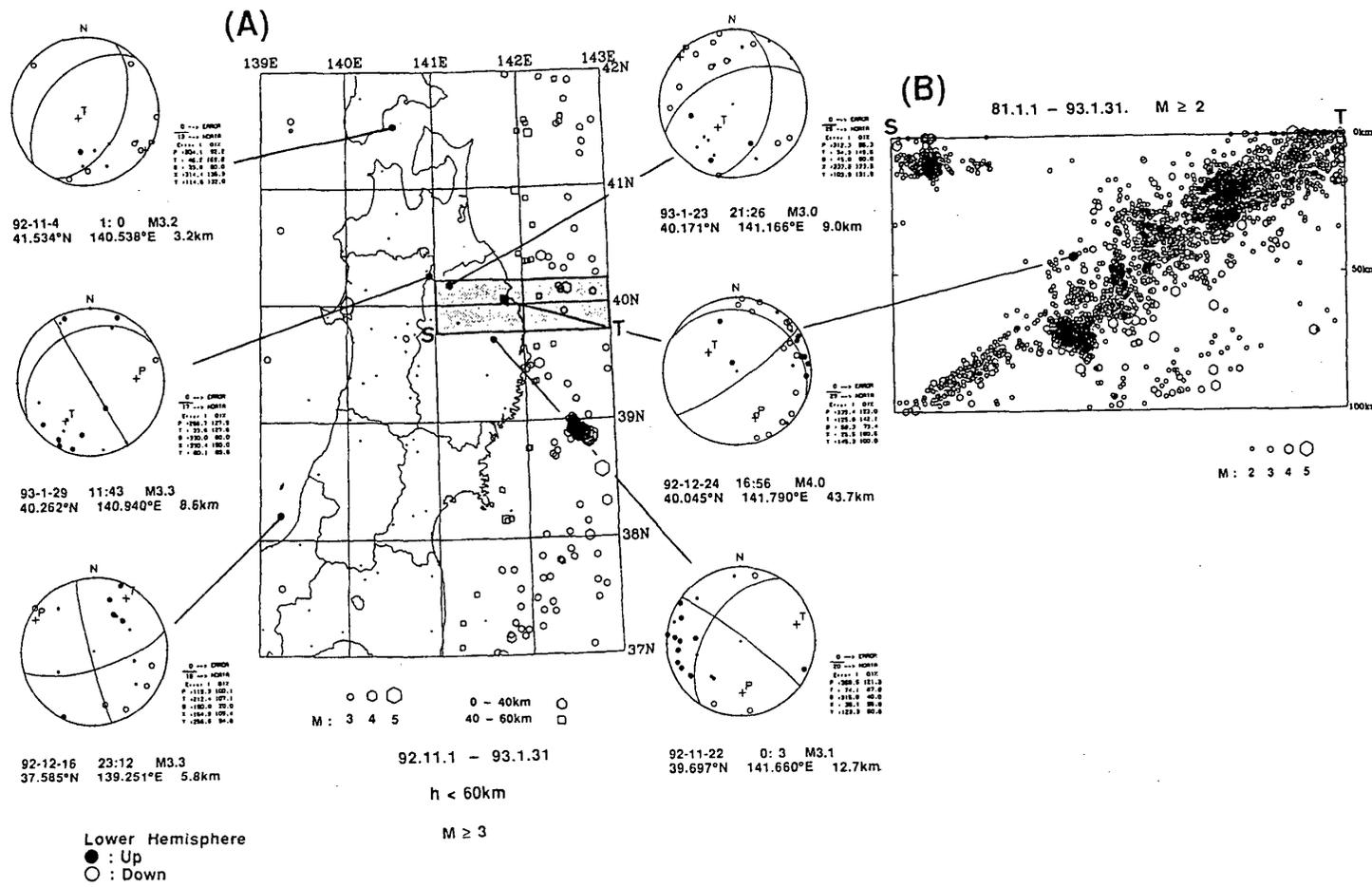
第15図 1993年2月の青森県下北半島の地震。(A)1993年2月～4月の浅発地震 ($h < 40\text{km}$) の震央分布。最大地震 ($M3.7$) の震央を矢印で示す。(B)1981年1月～1993年1月の浅発地震 ($h < 40\text{km}$) の震央分布。(C)気象庁データによる1926年～1980年の浅発地震 ($h \leq 60\text{km}$) の震央分布。(D)1993年2月～4月に図(B)中のPQで示した領域内に発生した浅発地震 ($h < 40\text{km}$) の日別頻度分布。(E)図(B)中の領域PQ内に発生した浅発地震 ($h < 40\text{km}$) の時空間分布。(F)1993年2月～4月に発生した $M \geq 3$ の地震のメカニズム解 (下半球等積投影)。

Fig.15 Shallow seismic activity in and around the north of Aomori Prefecture. (A) Epicenter distribution for the period from February to April, 1993. (B) January, 1981–January, 1993. (C) 1926–1980 (after JMA). (D) Daily frequency for the events in the PQ region indicated in fig. (B) (E) Space-time distribution for the events in the PQ region. (F) Focal mechanisms ($M \geq 3$).



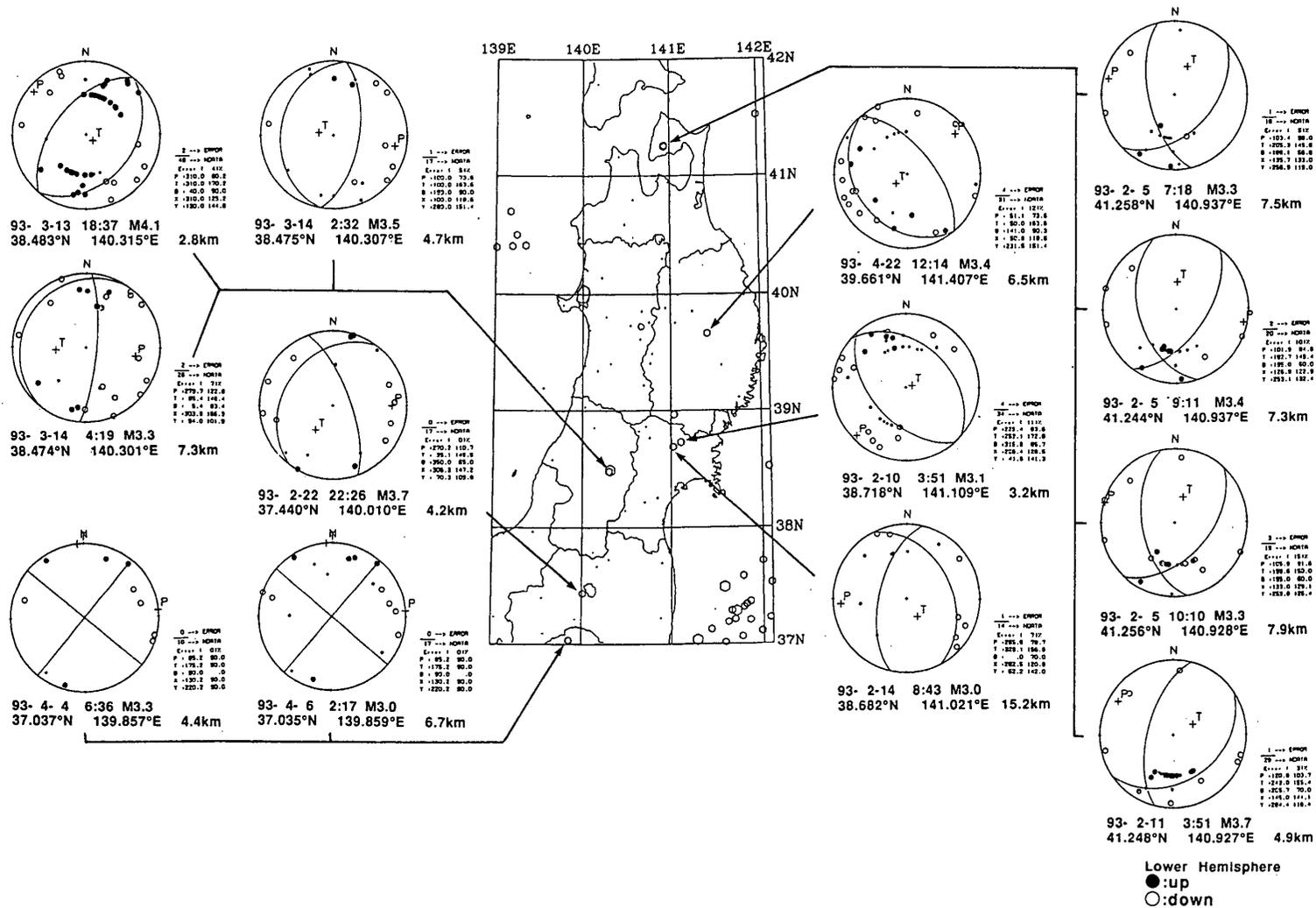
第16図 山形県東部に発生した地震の震央分布 (A)1993年2月～4月, (B)1975年5月～1993年1月, (C)1926年1月～1975年4月(気象庁による)。図中の実線や波線は活断層の位置を示す。(D)図(A)の枠内に震源決定された地震の日別頻度分布(1993年2月～4月)。(E)1993年3月に山形県東部に発生した主な地震のメカニズム解(下半球等積投影)。

Fig.16 Epicenter distributions in the east of Yamagata Prefecture for the periods (A) February–April, 1993, (B) May, 1975–January, 1993, (C) January, 1926–April, 1975(after JMA). (D) Daily frequency for the events in the square in fig. (A). (E) Focal mechanisms ($M \geq 3$).



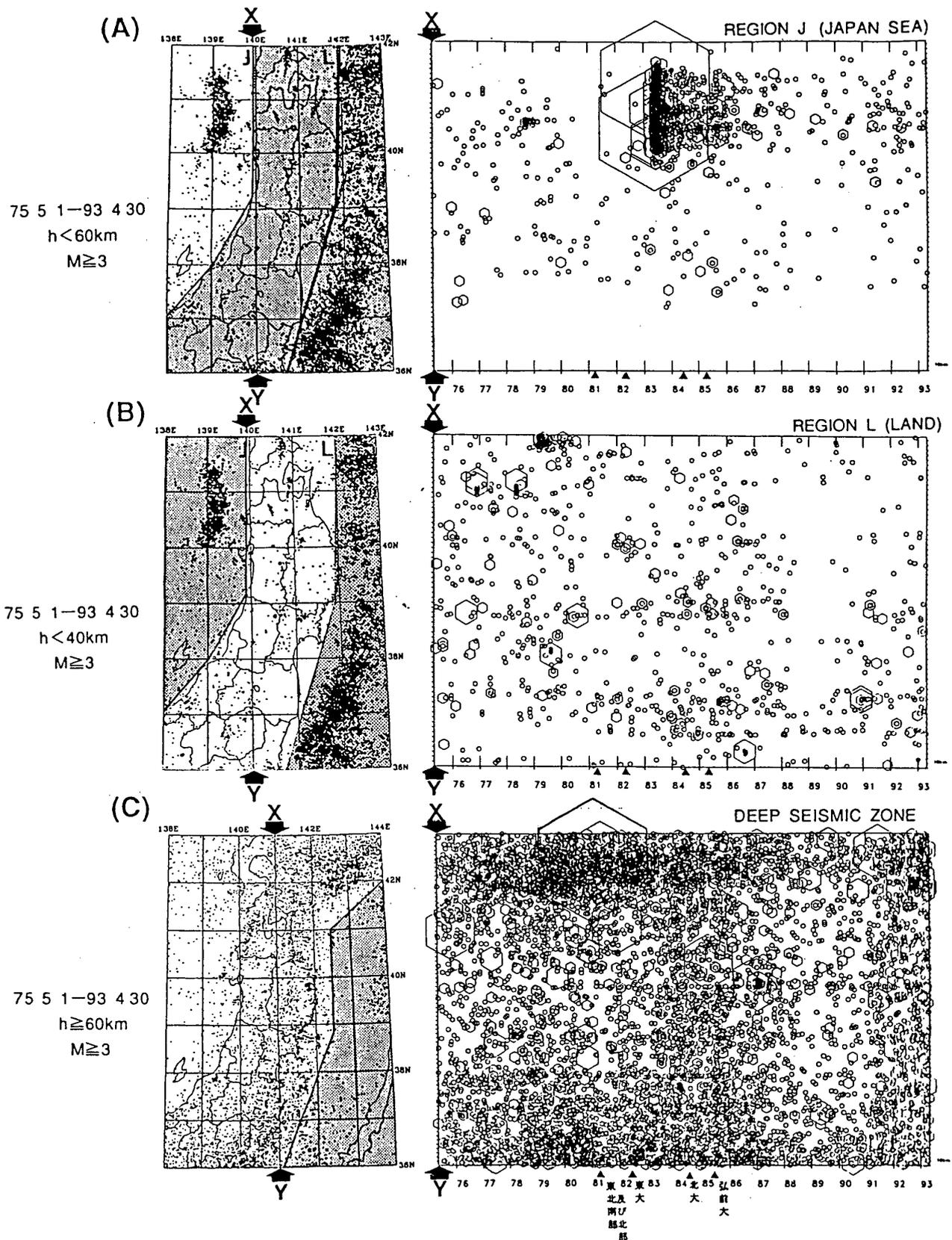
第17図 (A)1992年11月～1993年1月に東北地方で発生した $M \geq 3$ の浅発地震 ($h < 60\text{km}$) の震央分布と内陸で発生した地震のメカニズム解 (下半球等積投影)。●が押し, ○が引きを表す。各軸の方位角 (北から時計回り) と伏角 (鉛直下向きから) をメカニズム解の右下に示す。(B)図(A)のST領域に発生した $M \geq 2$ の地震の東西鉛直断面図 (1981年1月～1993年1月)。

Fig.17 (A) 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 (November, 1992–January, 1993). (B) Vertical cross-section for the events with $M \geq 2$ in the ST region indicated in fig. (A) for the period from January, 1981 to January, 1993.



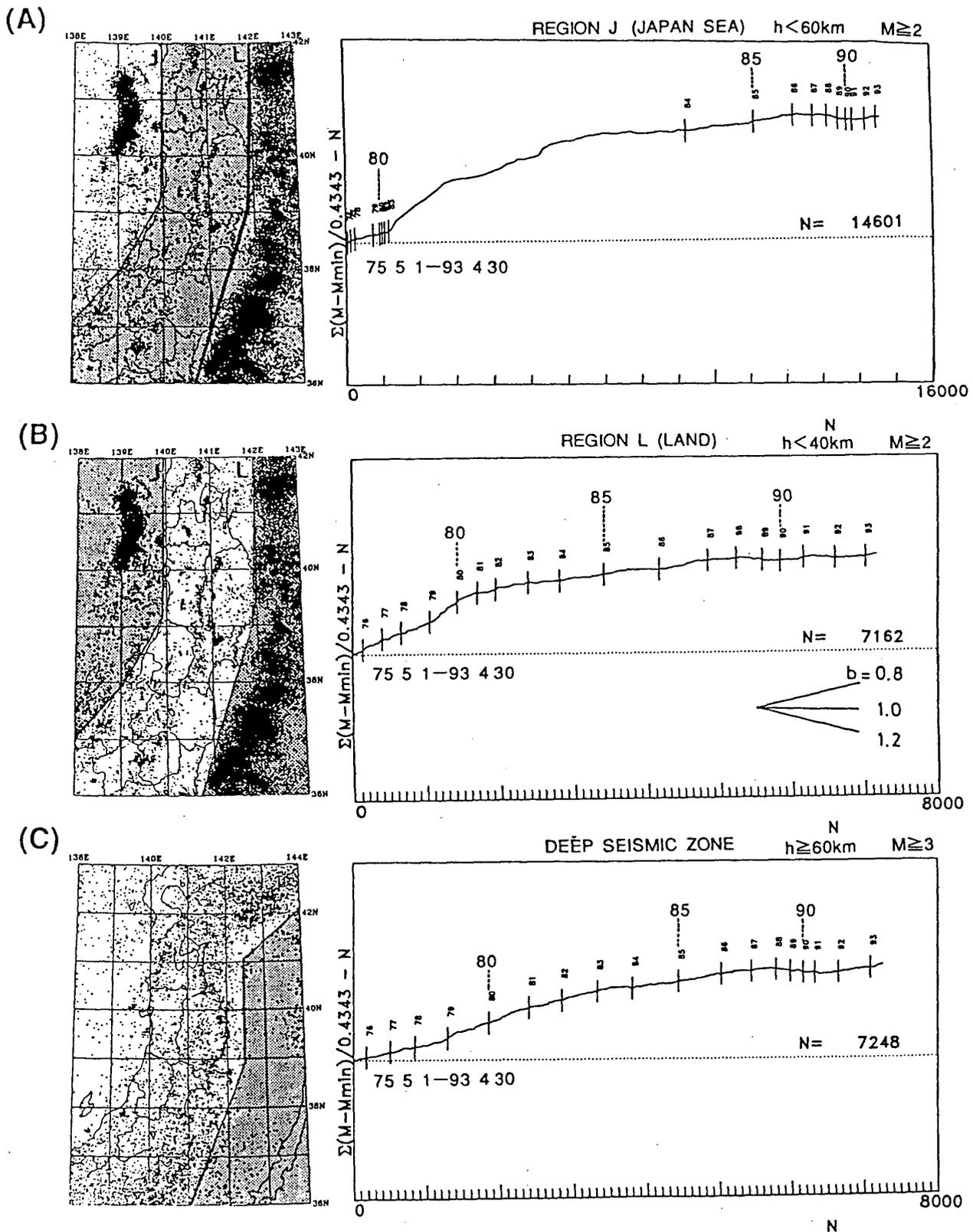
第18図 1993年2月～4月に東北地方で発生した $M \geq 3$ の浅発地震 ($h < 40\text{km}$) の震央分布と主な地震のメカニズム解 (下半球等積投影)。●が押し, ○が引きを表す。各軸の方位角 (北から時計回り) と伏角 (鉛直下向きから) をメカニズム解の右下に示す。

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 (February–April, 1993).



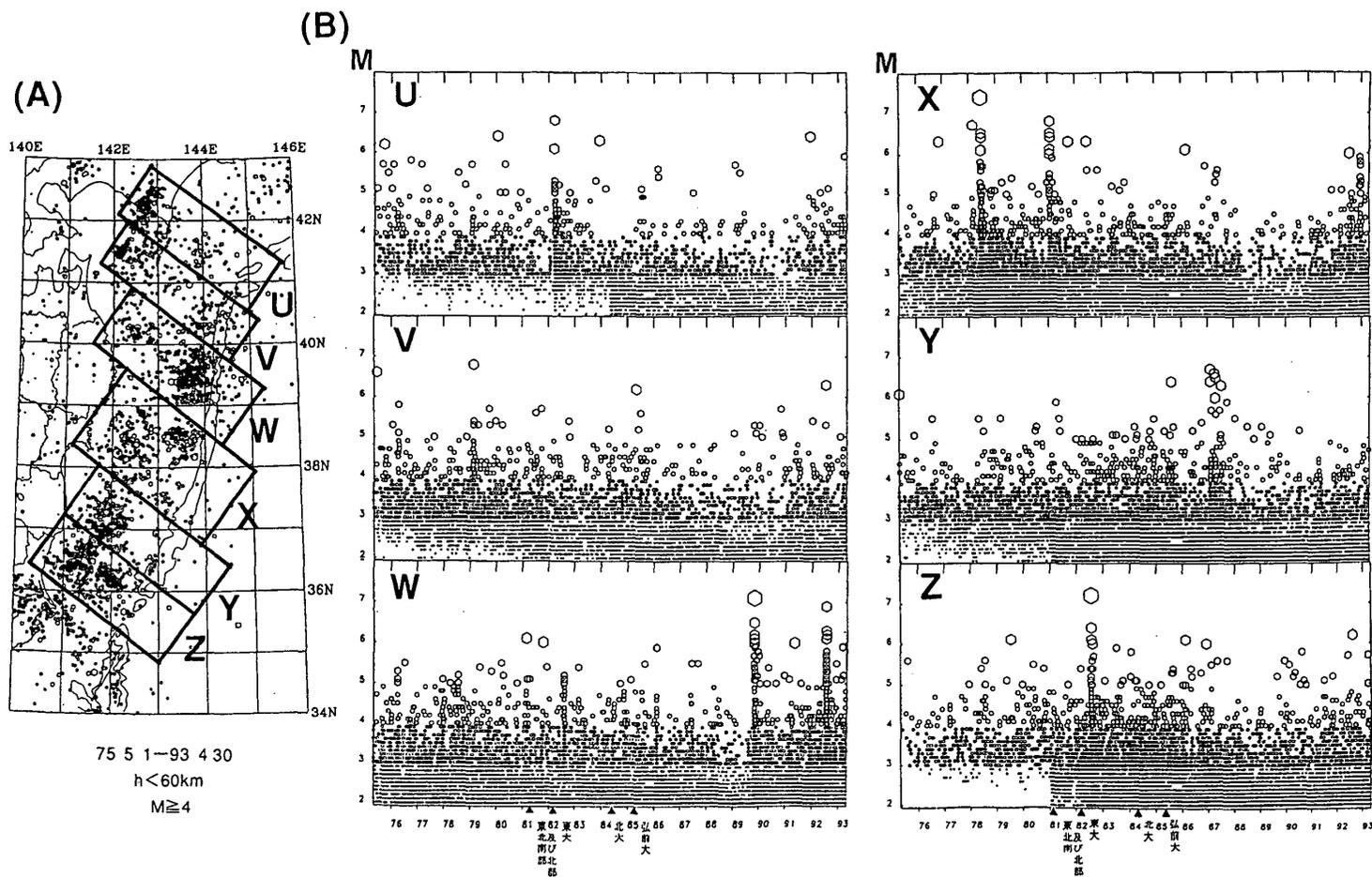
第19図 東北地方で発生した $M \geq 3$ の地震の時空間分布 (1975年5月~1993年4月)
挿入図に示した枠内の地震をXY軸に投影して示す。(A)日本海下で発生した浅発地震。
(B)内陸下で発生した浅発地震。(C)稍深発地震。

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



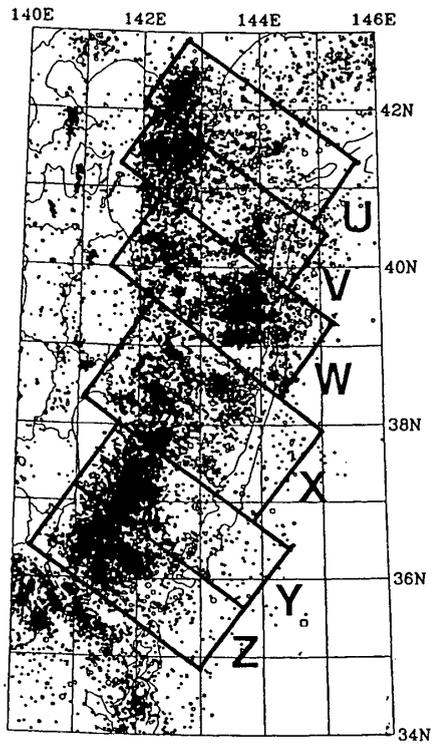
第20図 1975年5月～1993年4月に東北地方で発生した地震の $\Sigma M-N$ 図。(A)日本海下で発生した浅発地震 ($M \geq 2$)。 (B)内陸下で発生した浅発地震 ($M \geq 2$)。 (C)稍深発地震 ($M \geq 3$)。

Fig.20 Cumulative magnitude-number ($\Sigma M-N$) diagrams of earthquakes in and around the Tohoku District (May, 1975–April, 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 ($M \geq 3$).

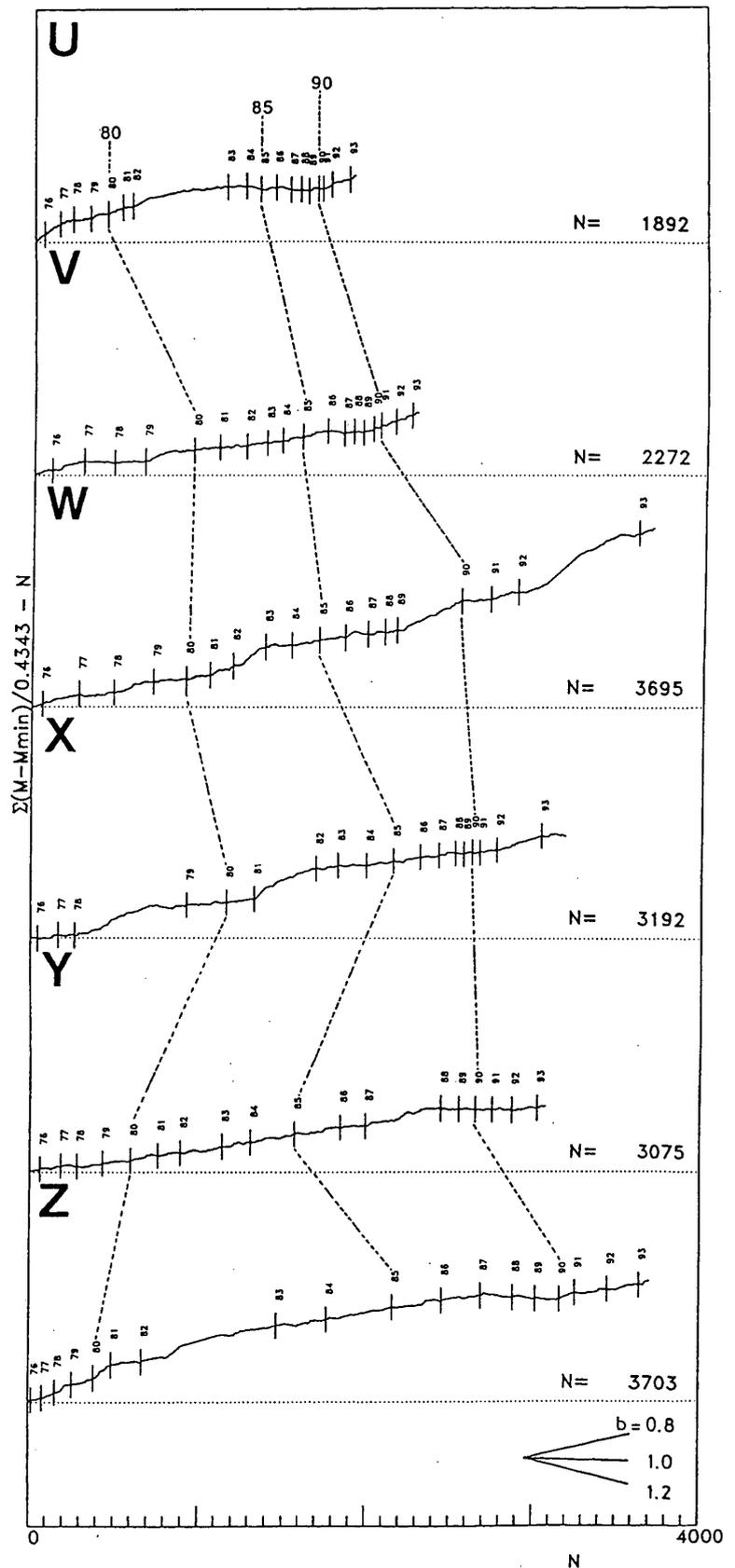


第21図 東北地方の太平洋下における浅発地震活動（1975年5月～1993年4月）。(A) $M \geq 4$ の地震の震央分布。(B) 図(A)のU～Zの枠内に発生した $M \geq 2$ の地震のM-T図。三角印は観測網の拡大に伴って検知能力が向上した時期を表す。

Fig.21 (A) Epicenter distribution of earthquakes ($M \geq 4$) with depths shallower than 60km off the east coast of the Tohoku District (May, 1975–April, 1993). (B) Magnitude-time distributions of earthquakes ($M \geq 2$) in the regions shown in Fig.(A).



75 5 1-93 4 30
 $h < 60\text{km}$
 $M \geq 3$



第22図 1975年5月～1993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.22 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, 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 $b=1$.