

## 2-1 東北地方およびその周辺の微小地震活動 (1990年11月～1991年4月)

Microearthquake Activity in and around the Tohoku District  
(November, 1990 – April, 1991)

東北大学 理学部

Faculty of Science, Tohoku University

1990年11月～1991年1月, 1991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  $h \leq 40\text{km}$ ), 第3図と第4図(震源の深さ  $h > 40\text{km}$ ) にそれぞれ示す。また1990年11月～1991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。

1990年の12月に山形県の朝日町で地震活動が見られた。これらの地震の震央分布と地震活動の推移, 主な地震のメカニズム解, 過去の地震活動を第11図に示す。山形県内は概して地震活動が低い, 今回の地震の発生した地域は例外的に活動が活発な地域である。

1991年の3月から4月にかけて, 秋田県皆瀬村と岩手県花泉町にM4クラスの地震が発生した。主な地震のメカニズム解と震央分布, 過去の地震活動を示したのが第12図である。この周辺, 特に宮城県北部地方は地震活動が活発な地域であるが, 今回発生した二つのM4クラスの地震はどちらも過去の活動の中心からややずれた位置に発生している。第13図にこの周辺に発生した過去の地震のメカニズム解を示す。東西圧縮型の地震に混じって南北圧縮型の地震がこれまでも時々発生していることがわかる。

栃木県宇都宮市の大谷石採掘跡地では大規模な崩落が発生しているが, この崩落による振動が微小地震計に捉えられている。波形記録とこれらの記録から震源決定された崩落地点を第14図に示す。

東北地方の太平洋下に発生した地震のM-T図と $\Sigma M-N$ 図を第15図と第16図にそれぞれ示す。また, 東北地方の日本海下・内陸下の浅発地震と稍深発地震の時空間分布図を第17図に,  $\Sigma M-N$ 図を第18図に示す。東北地方では1988年頃から全体的に活動が低調なままであり, b値も大きな値を示している。ただし, 内陸部の浅発地震に関しては活動がもとに戻ってきたようにも見える。

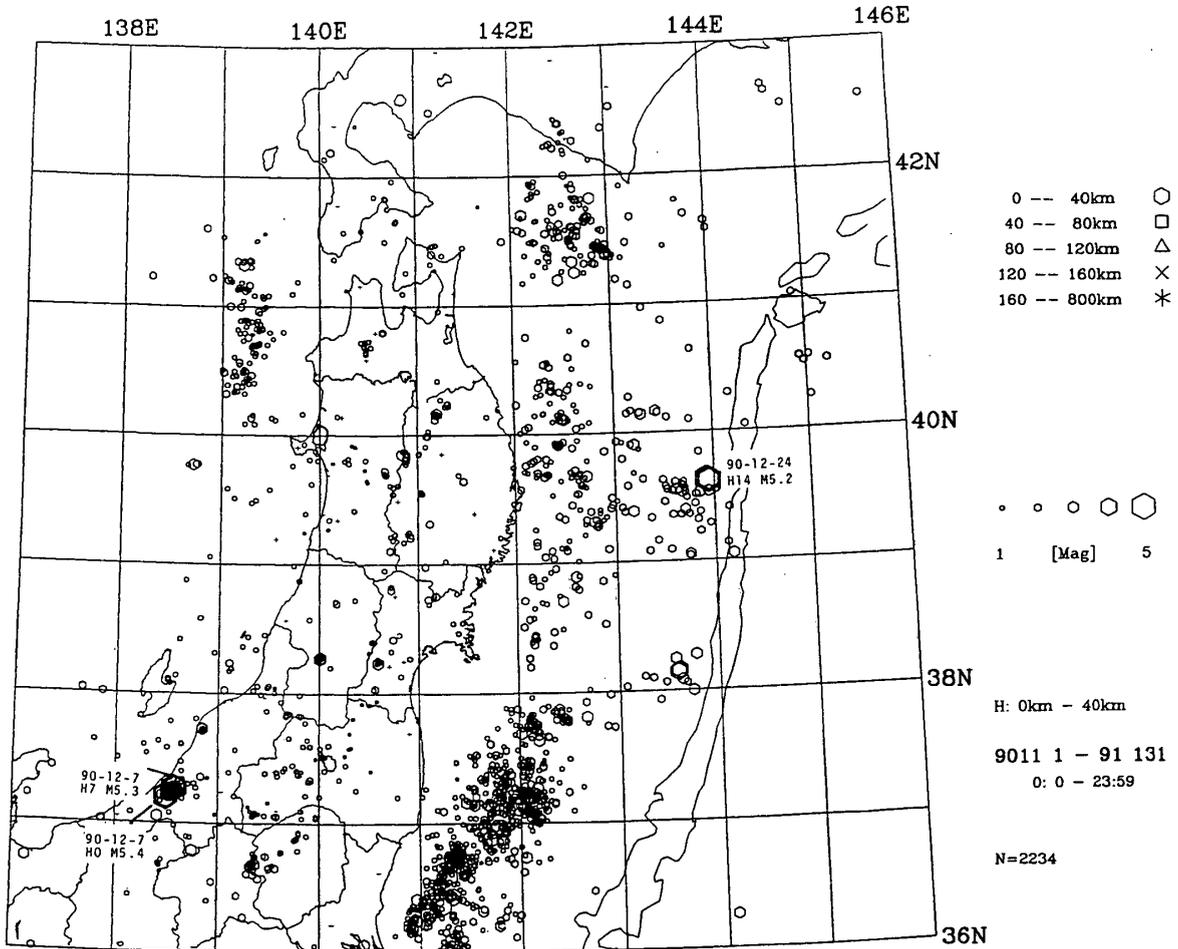
1931年小国地震(M6.5)の震源域において, 1990年10月～11月に北海道大学・弘前大学・宇都宮大学・山形大学と共同で内陸重点地域実験観測を行った。CDPケーブルを用いた稠密アレー観測から得られた結果を第19図に示す。爆破地震動研究グループによる人工地震を観測した波形の中には, 反射波と見られる顕著な後続波が現れており, 解析の結果, 反射面は北部北上帯と早池峯構造帯の境界付近にもとまった。また人工地震と自然地震のコーダ波の解析から, 北部北上帯は反射体がいくつも存在しているのに対して, 南部北上帯は地震学的にかなり「透明」であり顕著な反射波を生じないことがわかった。

### 参 考 文 献

- 1) 宇津徳治: 日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表: 1885年～1980年, 地震研究所彙報, 54, 253-308(1982).
- 2) 長谷川武司・堀 修一郎・長谷川 昭・笠原敬司・堀内茂木・小山順二: 1970年秋田県南東部

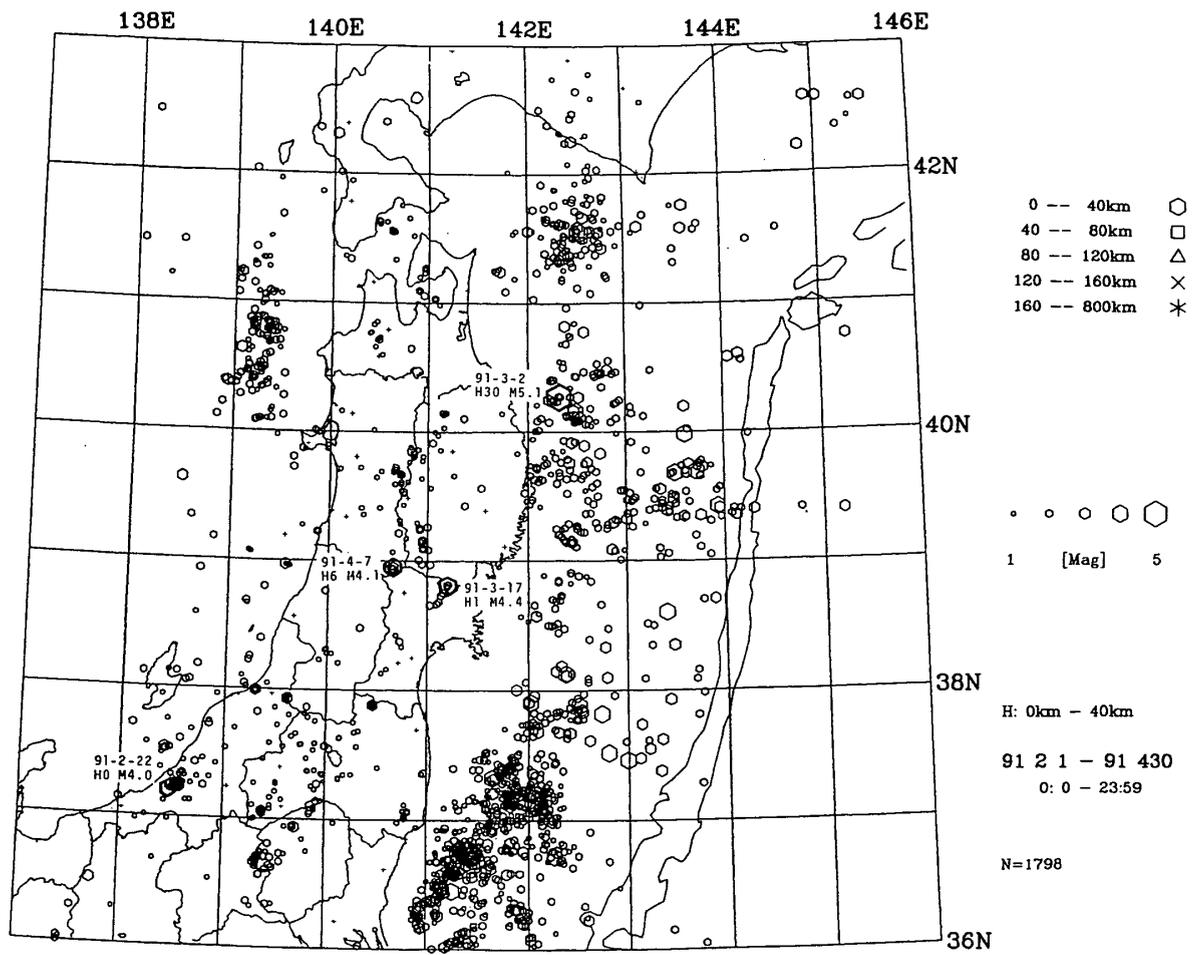
の地震の発震機構，地震 2，27，302-312(1974)。

3) 地質調査所：1：200,000地質図 盛岡(1984)。



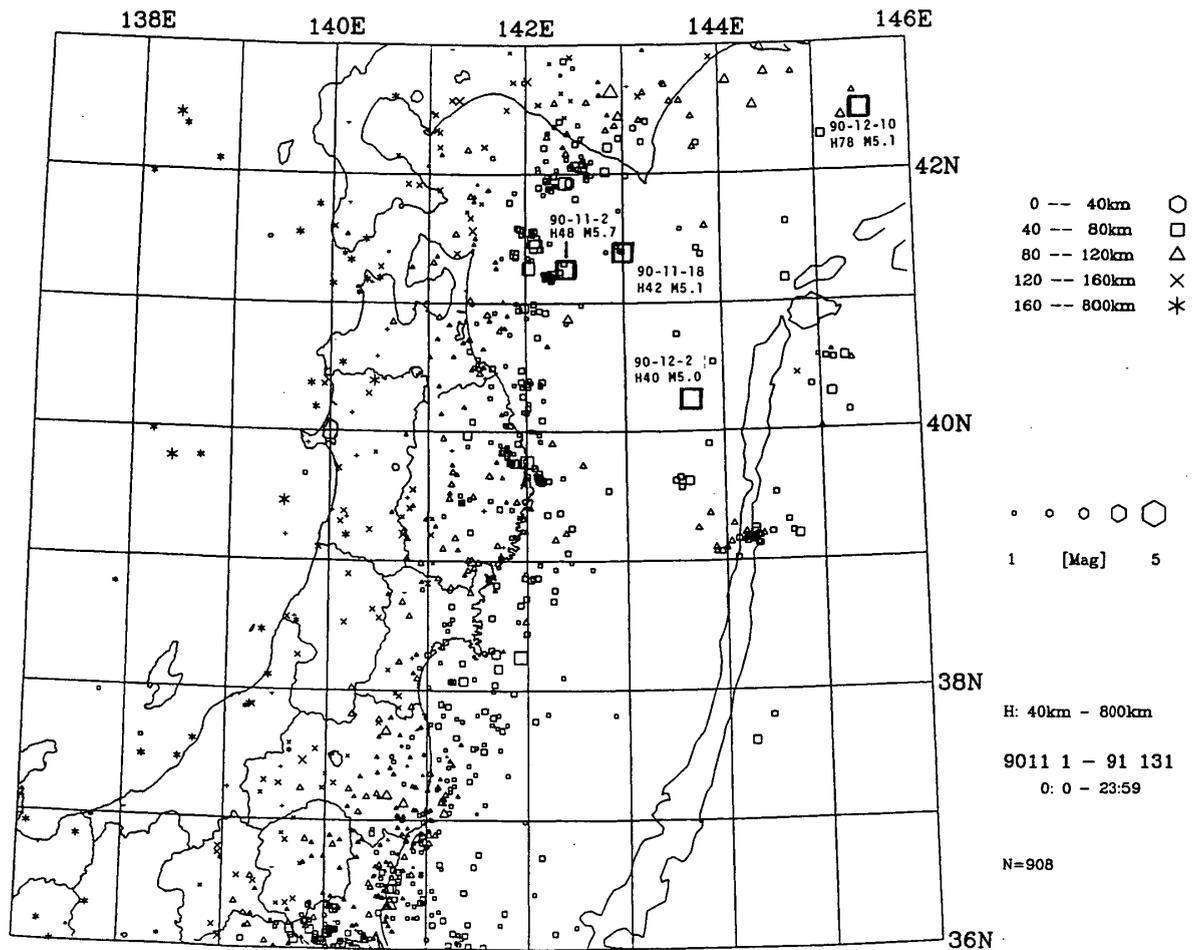
第 1 図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1990年11月～1991年1月)

Fig. 1 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ( $h \leq 40$  km) in the Tohoku District. (November, 1990 – January, 1991)



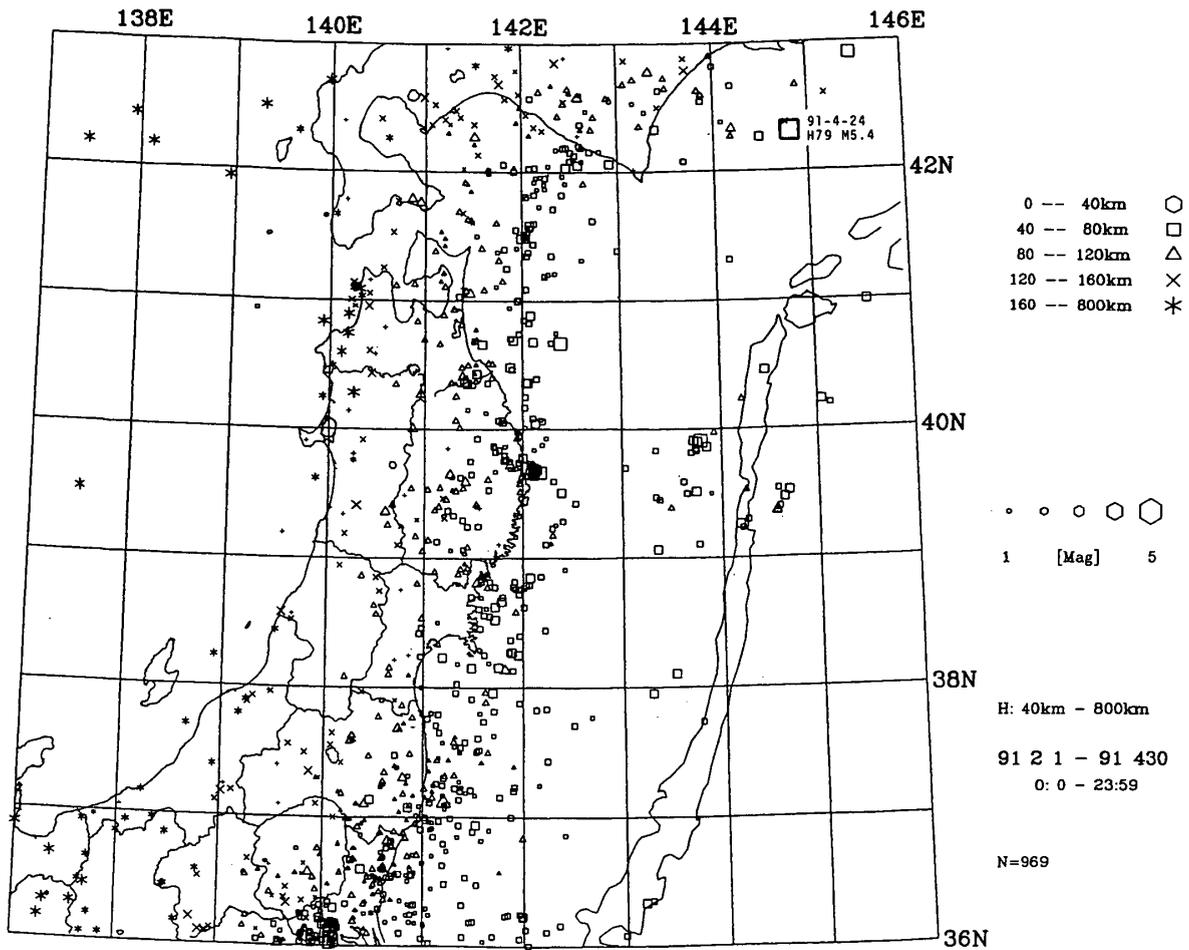
第2図 東北地方の浅発微小地震の震央分布 (1991年2月~4月)

Fig. 2 Epicenter distribution of shallow microearthquakes ( $h \leq 40$  km) in the Tohoku District. (February - April, 1991)



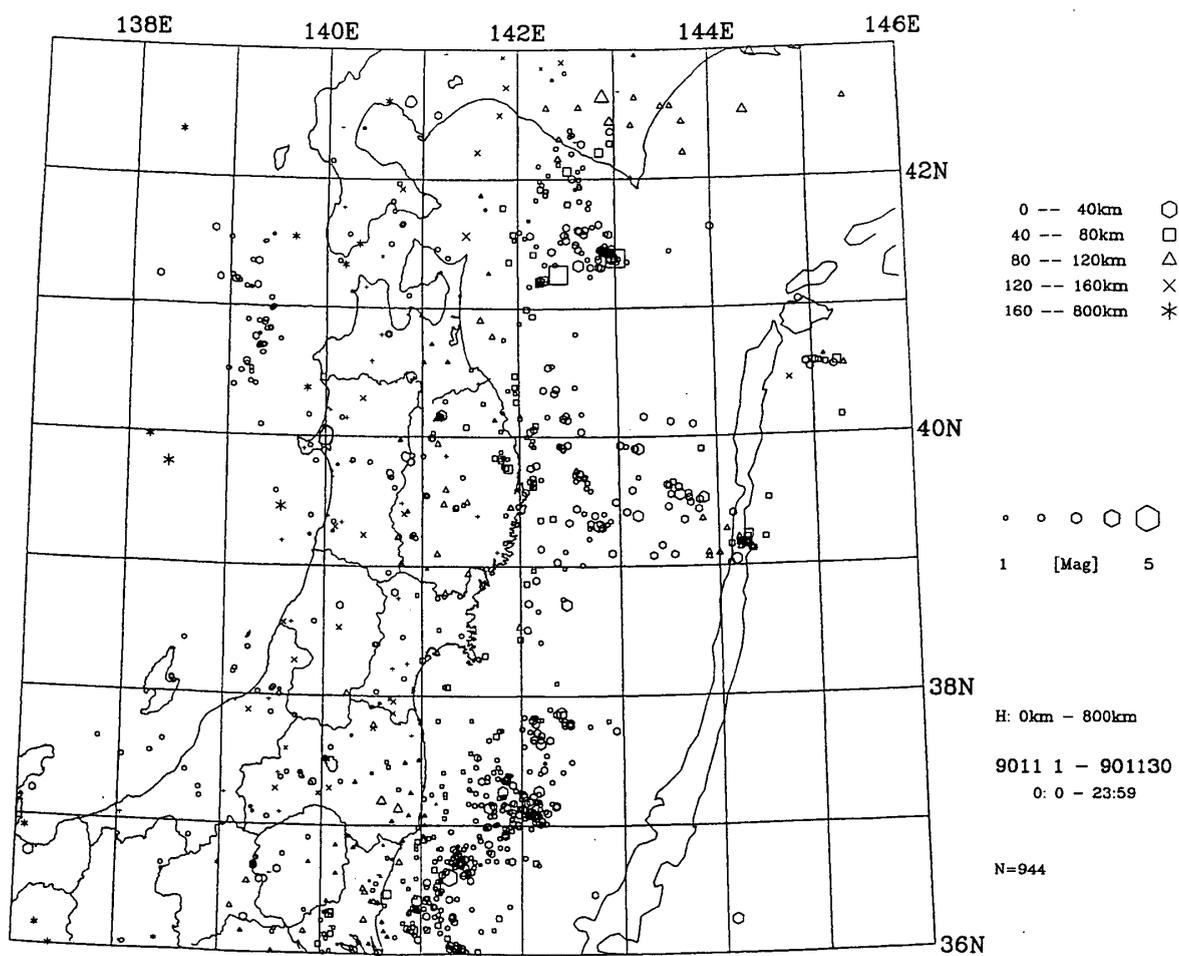
第3図 東北地方の  $h > 40\text{km}$  の微小地震の震央分布 (1990年11月～1991年1月)

Fig. 3 Epicenter distribution of microearthquakes ( $h > 40\text{ km}$ ) in the Tohoku District (November, 1990 – January, 1991).



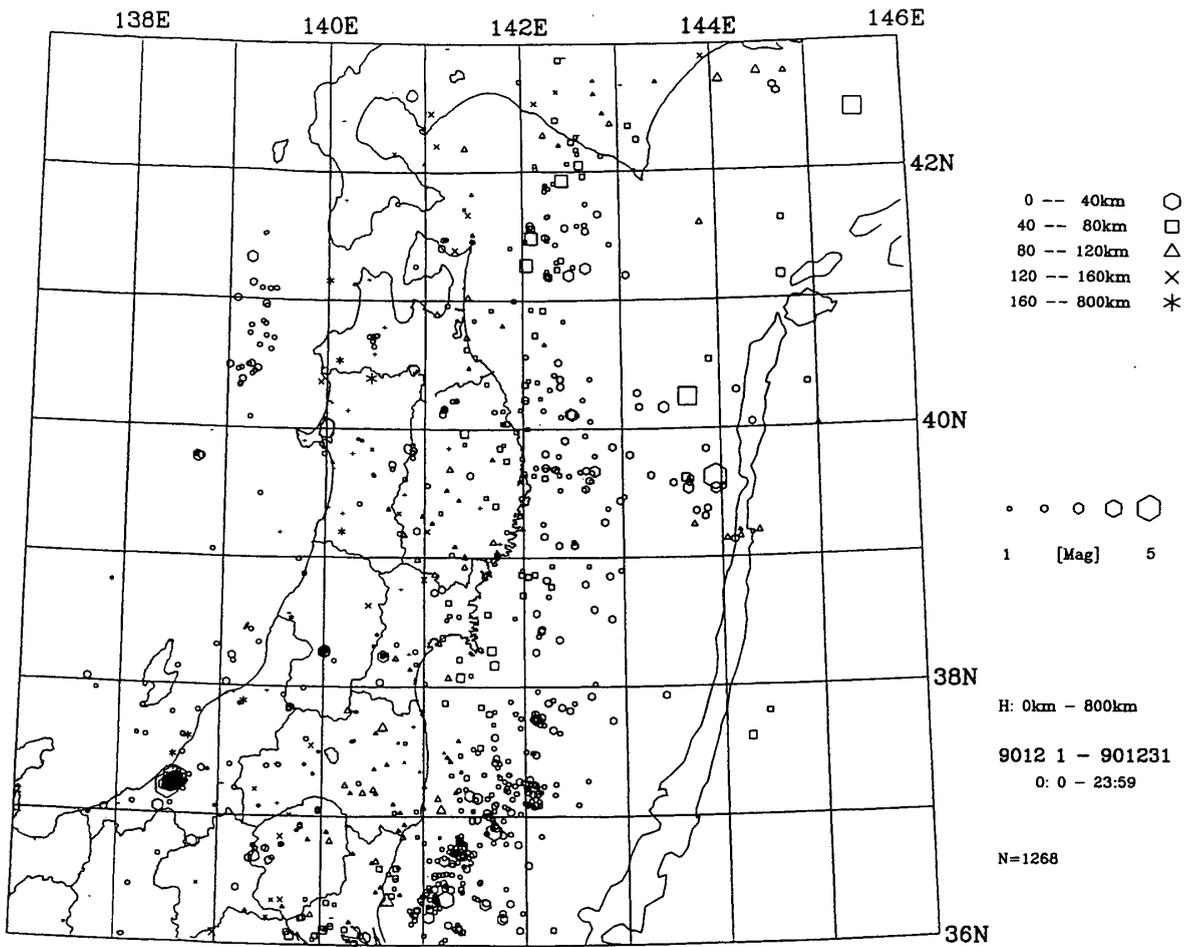
第4図 東北地方の  $h > 40\text{km}$  の微小地震の震央分布 (1991年2月～4月)

Fig. 4 Epicenter distribution of microearthquakes ( $h > 40\text{ km}$ ) in the Tohoku District (February - April, 1991).



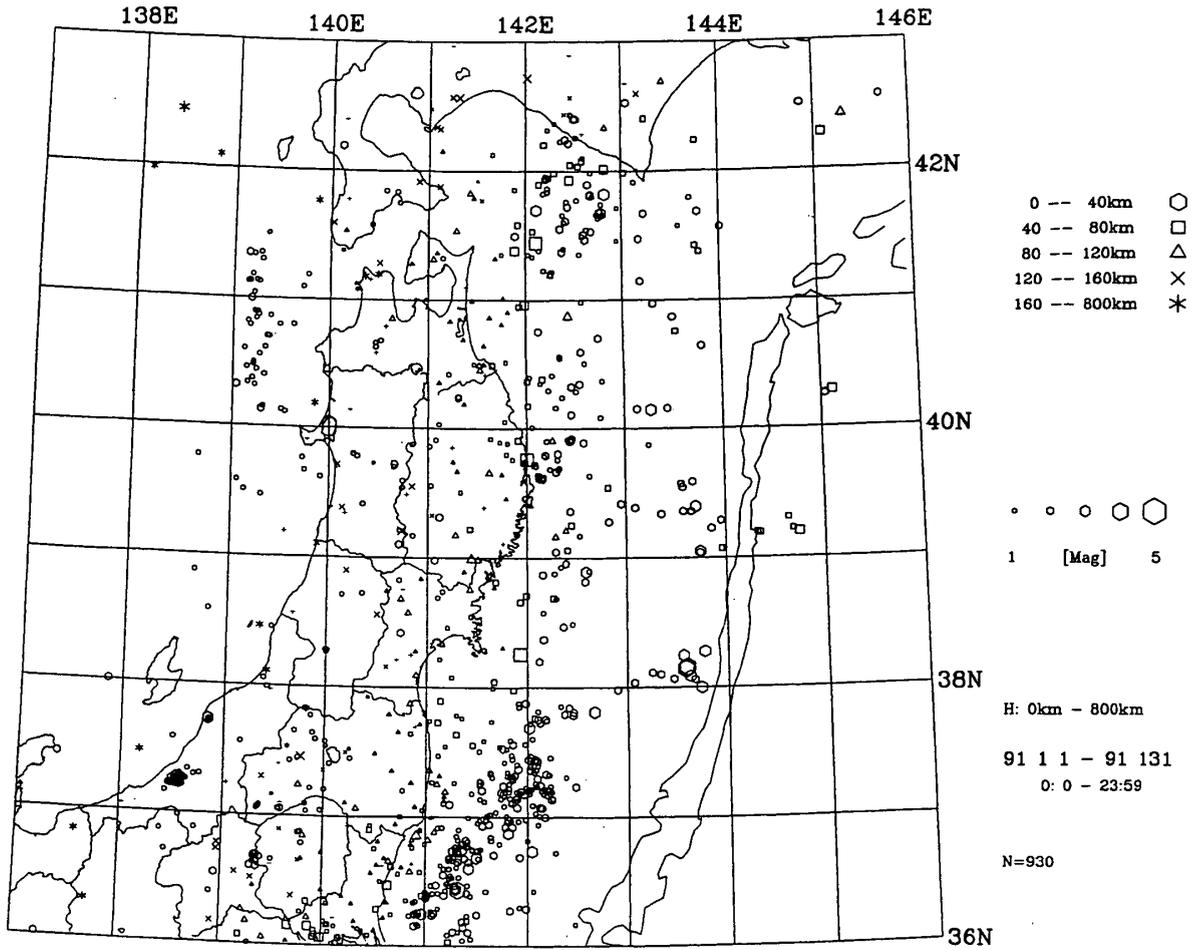
第5図 東北地方の微小地震の震央分布 (1990年11月)

Fig. 5 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (November, 1990).



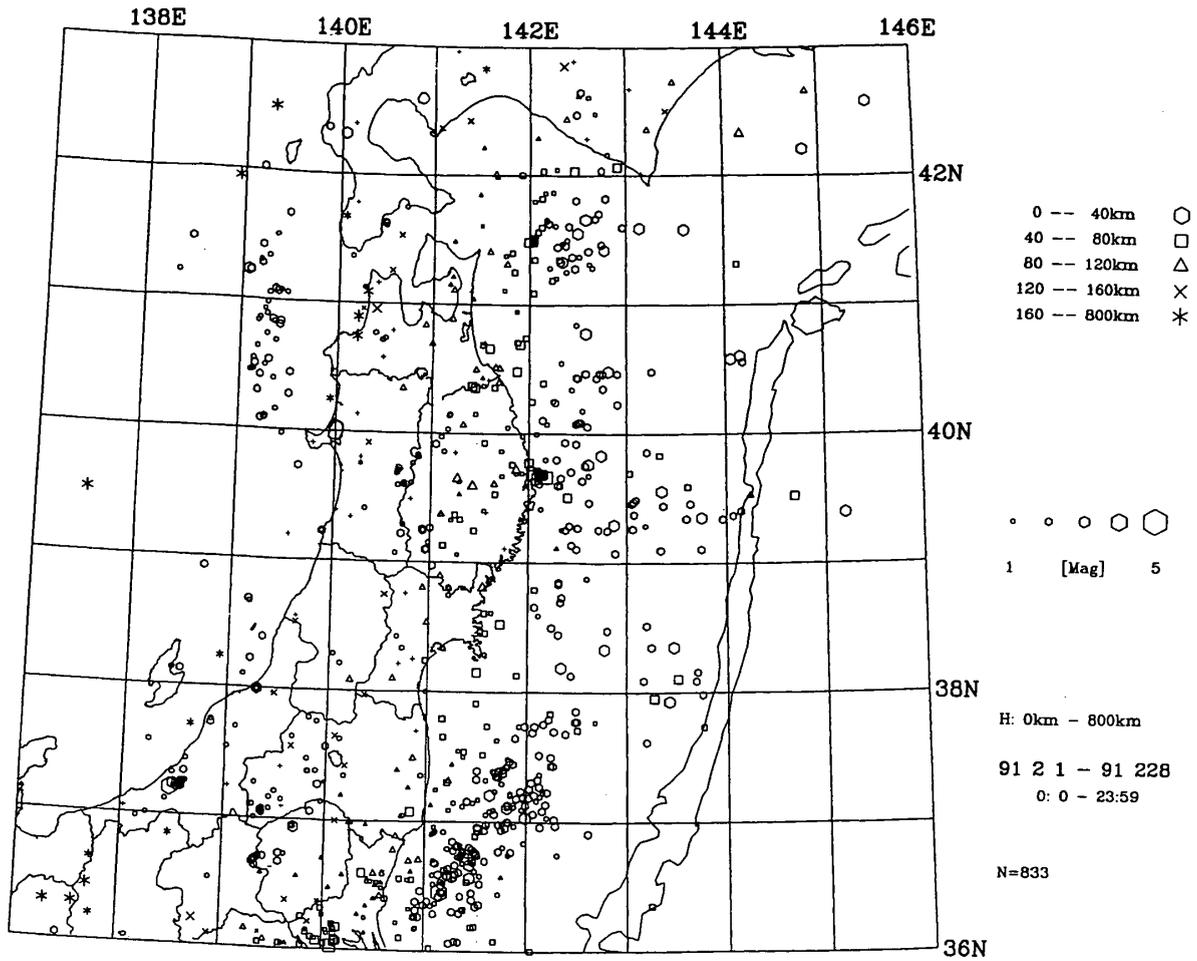
第 6 図 東北地方の微小地震の震央分布 (1990年12月)

Fig. 6 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (December, 1990).



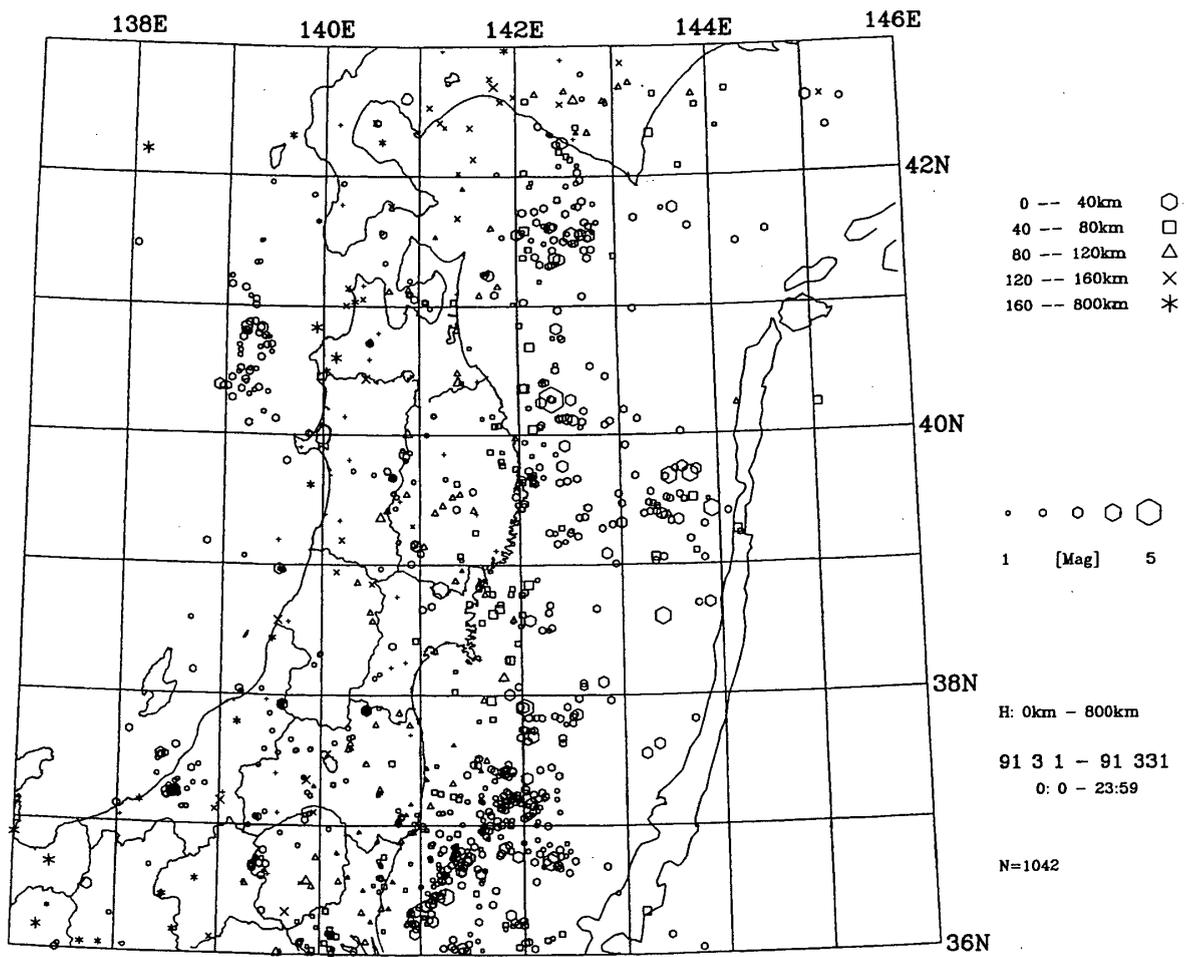
第7図 東北地方の微小地震の震央分布 (1991年1月)

Fig. 7 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (January, 1991).



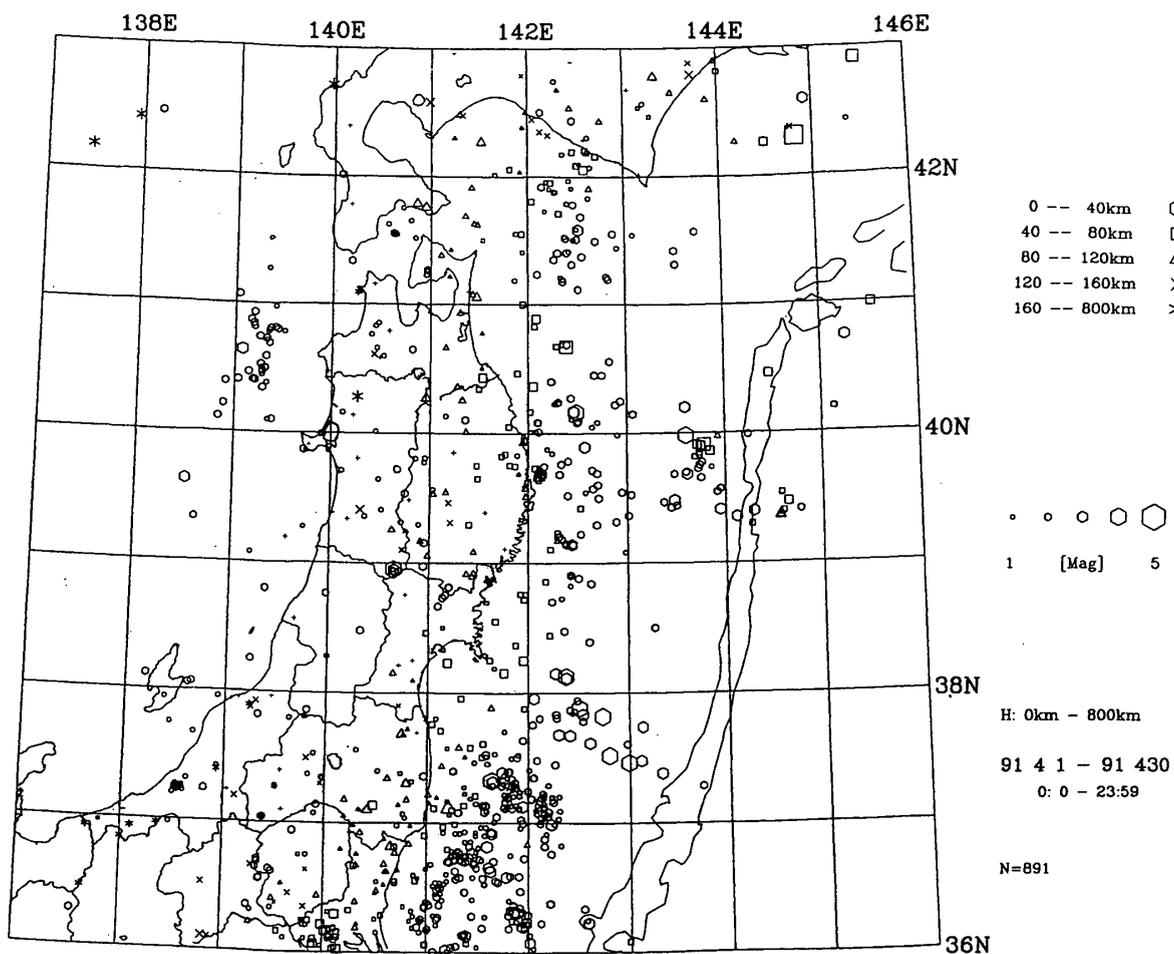
第 8 図 東北地方の微小地震の震央分布 (1991年 2 月)

Fig. 8 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (February, 1991).



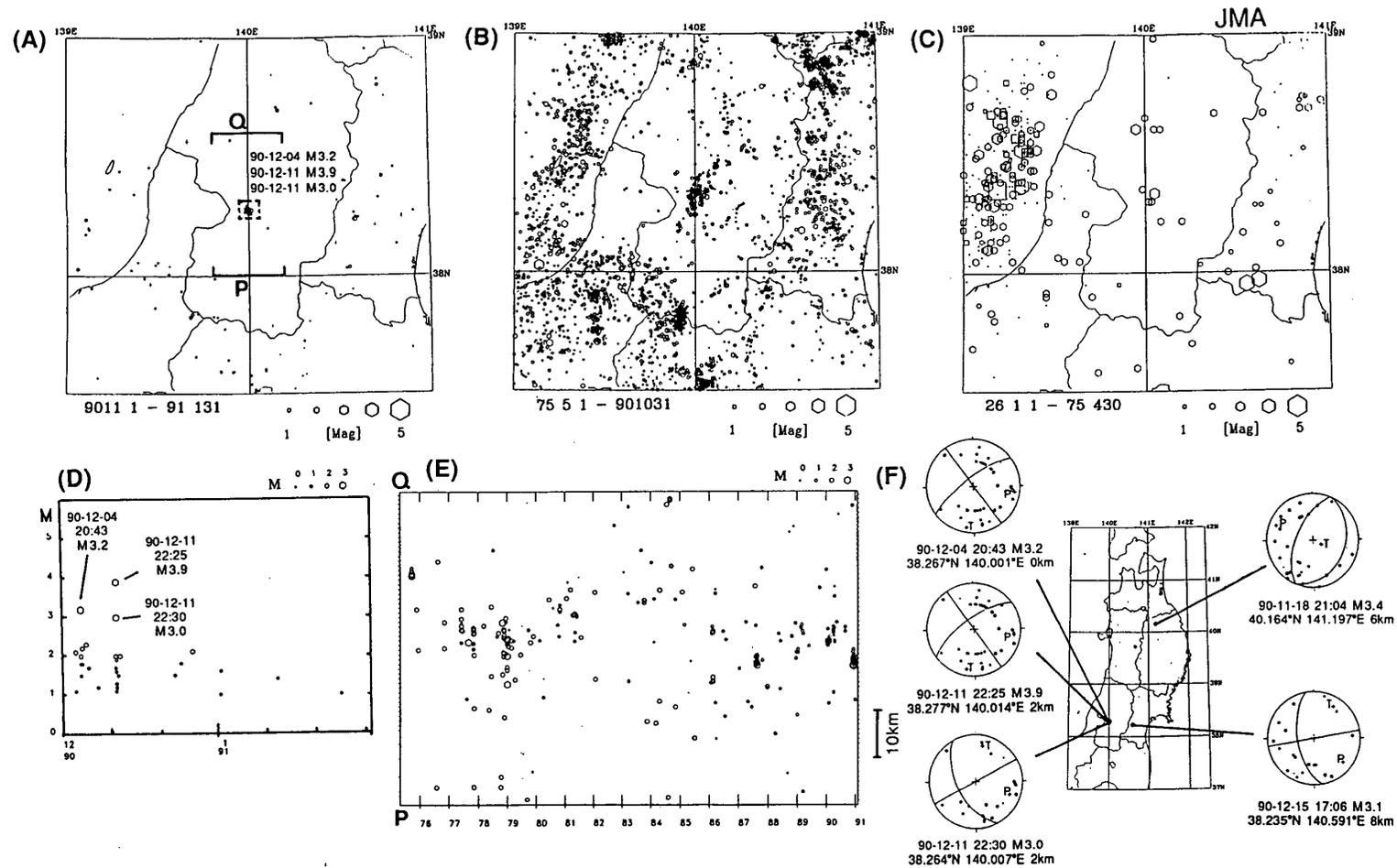
第9図 東北地方の微小地震の震央分布 (1991年3月)

Fig. 9 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (March, 1991).



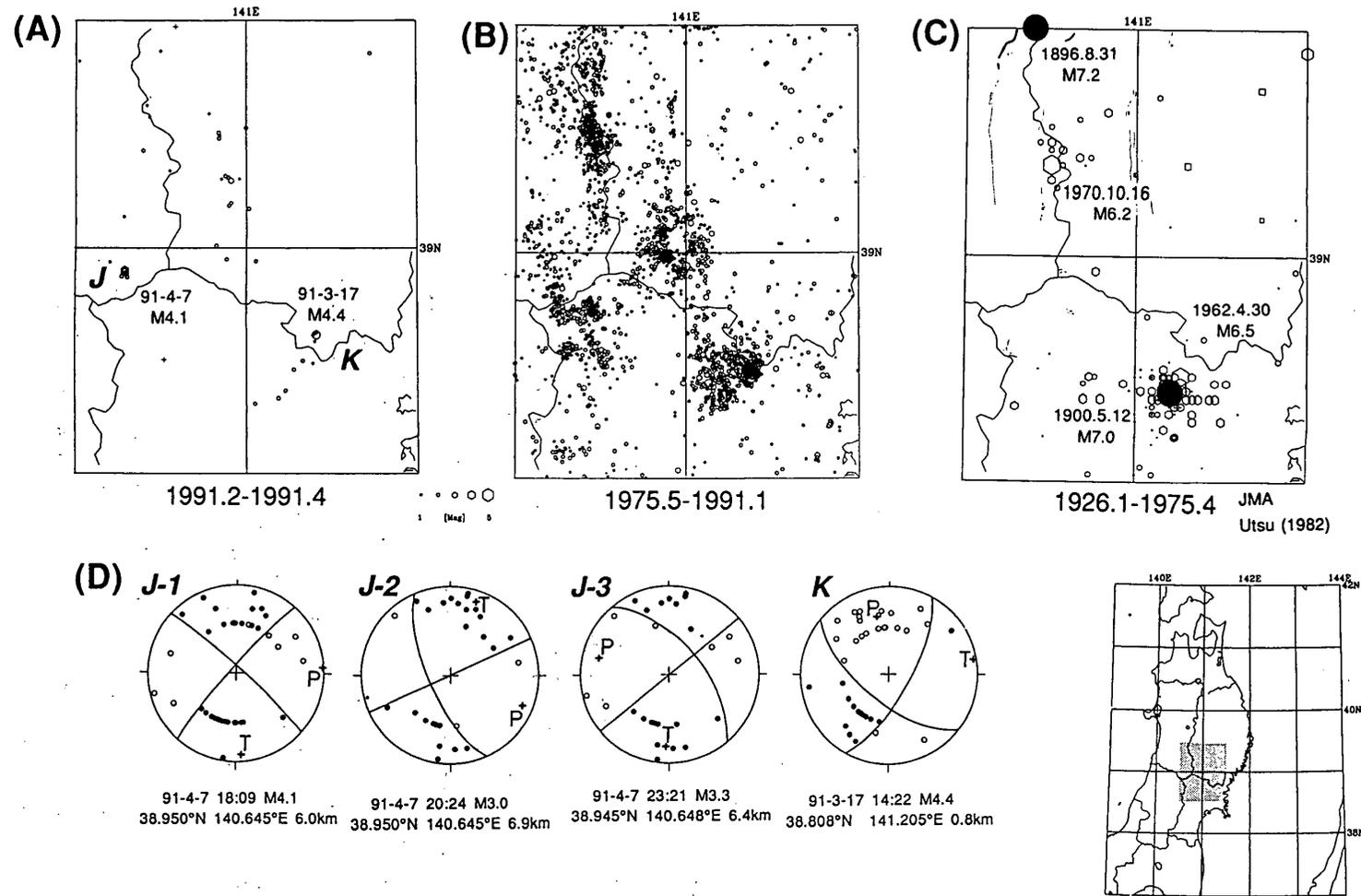
第10図 東北地方の微小地震の震央分布 (1991年4月)

Fig. 10 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (April, 1991).



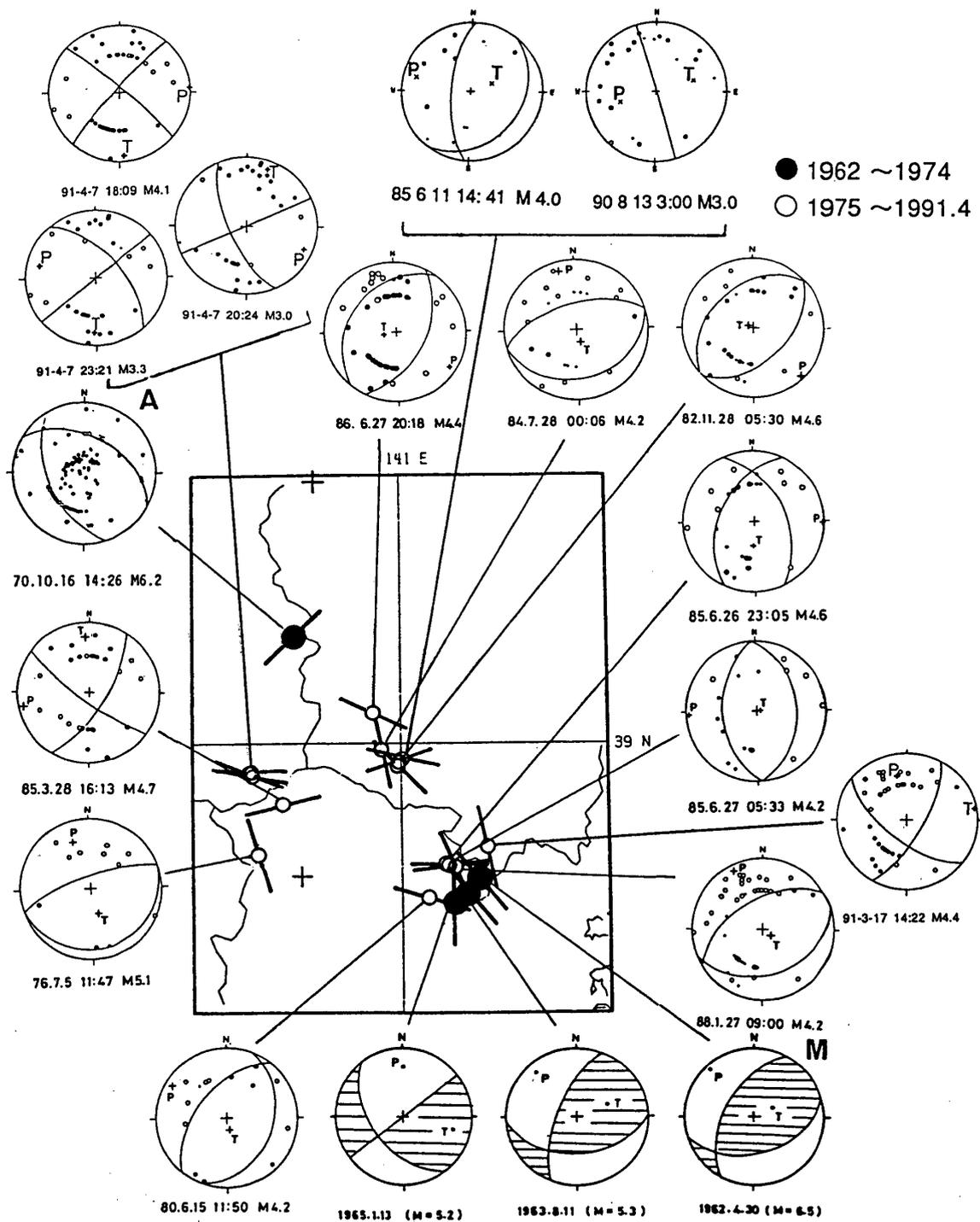
第11図 山形県朝日町に発生した地震の活動の推移とメカニズム解。(A)1990年11月～1991年1月, (B)1975年5月～1990年10月, (C)1926年1月～1975年4月(気象庁による)の山形県およびその周辺に発生した地震の震央分布。(D)図Aの破線で囲まれた領域に発生した地震のM-T図。(E)図AのP-Qで示した領域に発生した地震の時空間分布。(F)1990年11月～1991年1月に東北地方内陸に発生した $M \geq 3$ 地震の震央分布とメカニズム解(下半球等積投影)。

Fig. 11. Seismic activity in and around Asahi-machi, Yamagata Prefecture. Epicenter distribution for the period (A) November, 1990 – January, 1991, (B) May, 1975 – October, 1990 and (C) January, 1926 – April, 1975 (determined by JMA). (D) Magnitude-time distribution of earthquakes in the region indicated by broken line in Fig. (A). (E) Space-time distribution of earthquakes in the region indicated by PQ in Fig. (A). (F) Epicenter distribution and focal mechanism solutions (equal-area projection onto a lower hemisphere) for shallow events with  $M \geq 3$  in the land area of the Tohoku district (November, 1990 – January, 1991).



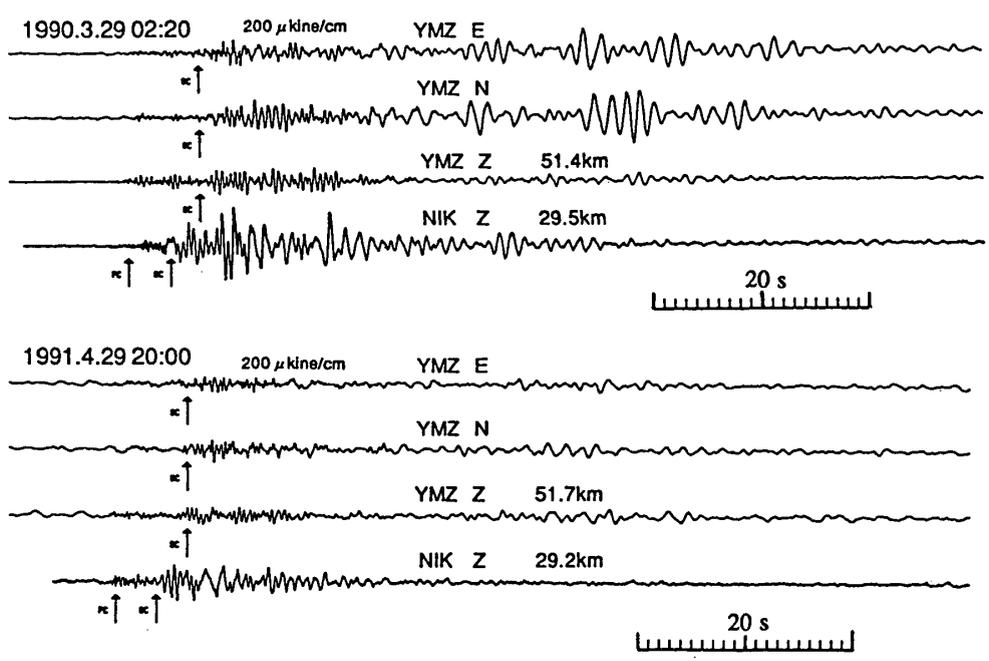
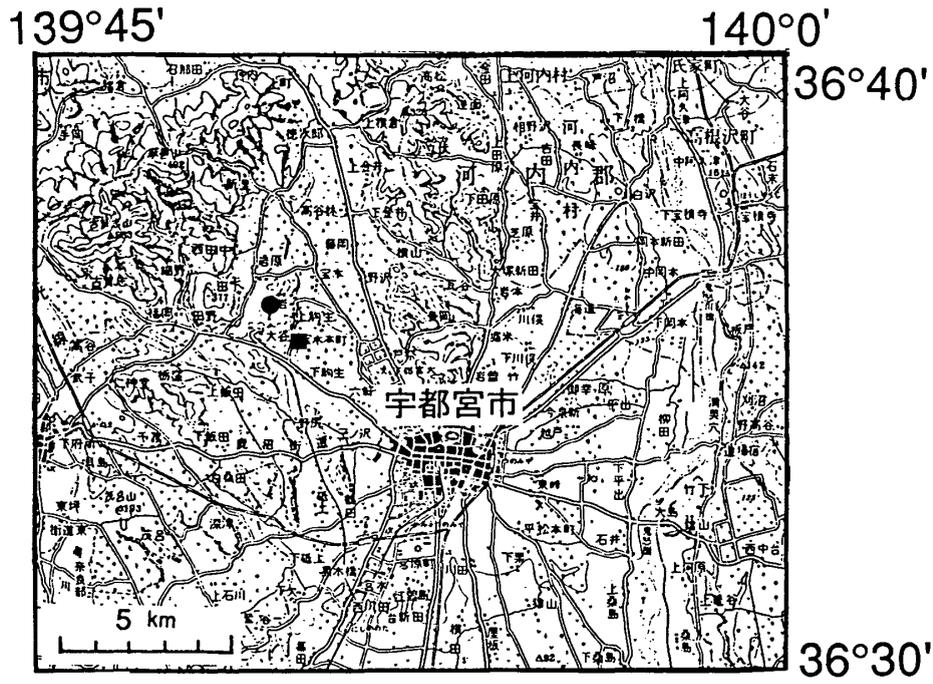
第12図 宮城・山形・岩手・秋田県境付近に発生した地震の震央分布とメカニズム解。(A)1991年2月～4月, (B)1975年5月～1991年1月, (C)1926年1月～1975年4月(気象庁による)に発生した地震の震央分布。宇津(1982)<sup>1)</sup>による1926年以前の被害地震の震央を黒丸で示す。(D)秋田県皆瀬村(J)と岩手県花泉町(K)に発生した主な地震のメカニズム解(下半球等積投影)。

Fig. 12 Epicenter distribution and focal mechanism solutions for shallow earthquakes in the central part of the Tohoku District. Epicenter distribution for the period (A) February – April, 1991, (B) May, 1975 – January, 1991 and (C) January, 1926 – April, 1975 (determined by JMA). In Fig. (C), destructive earthquakes before 1926 are also shown by solid circles (after Utsu, 1982). (D) Focal mechanism solutions (equal-area projection onto a lower hemisphere) for events with  $M \geq 3$  in and around Minase-mura (J), Akita Prefecture, and Hanaizumi-machi (K), Iwate Prefecture.



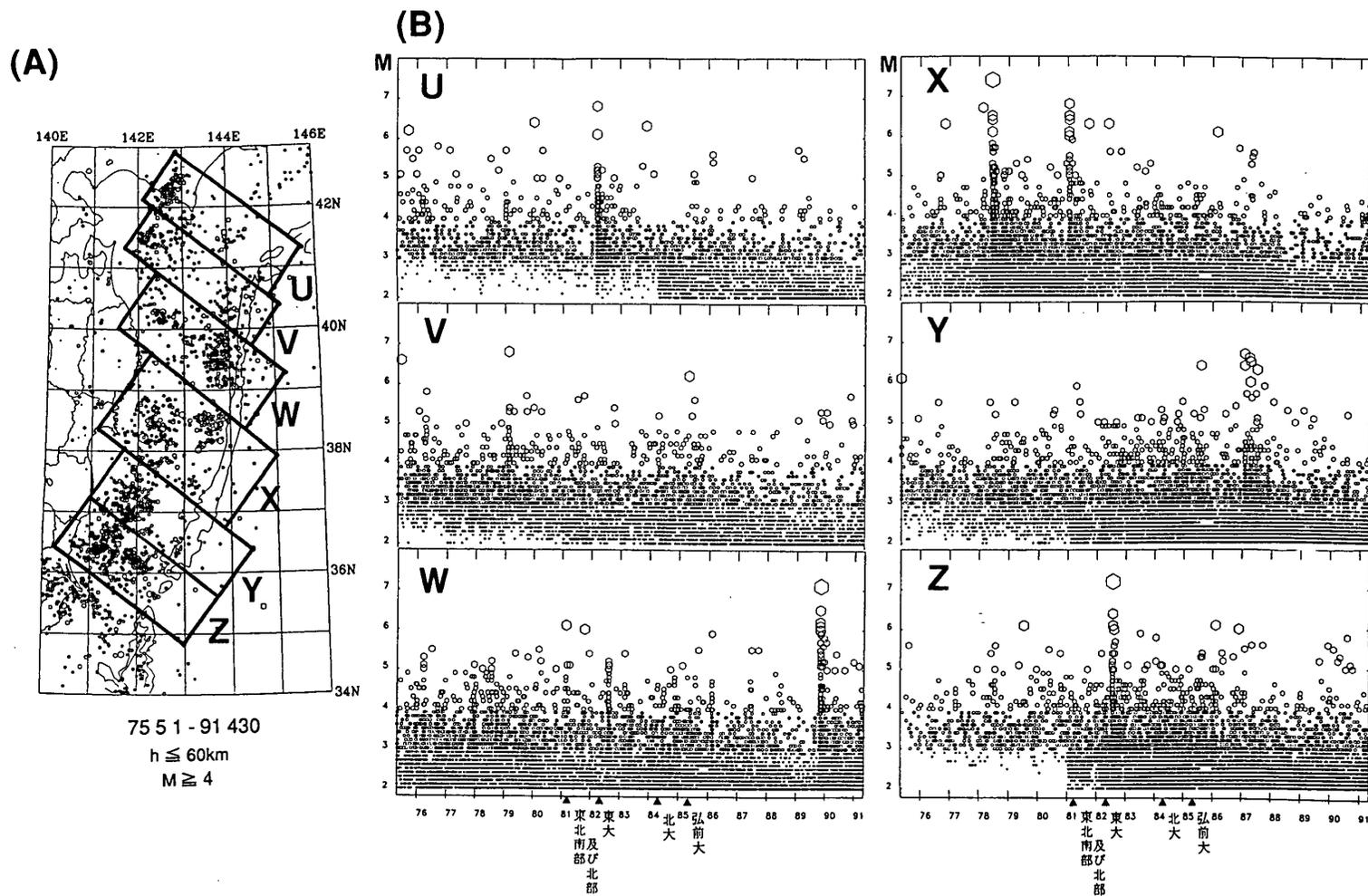
第13図 宮城・山形・岩手・秋田県境付近に発生した地震のメカニズム解（下半球等積投影）と主応力軸の分布。AとMはそれぞれ1970年秋田県南東部地震（M6.2）（長谷川他，1974）<sup>2)</sup>と1962年宮城県北部地震（M6.5）のメカニズム解を示す。

Fig. 13 Distributions of focal mechanism solutions and pressure axes for shallow earthquakes in the central part of the Tohoku District.



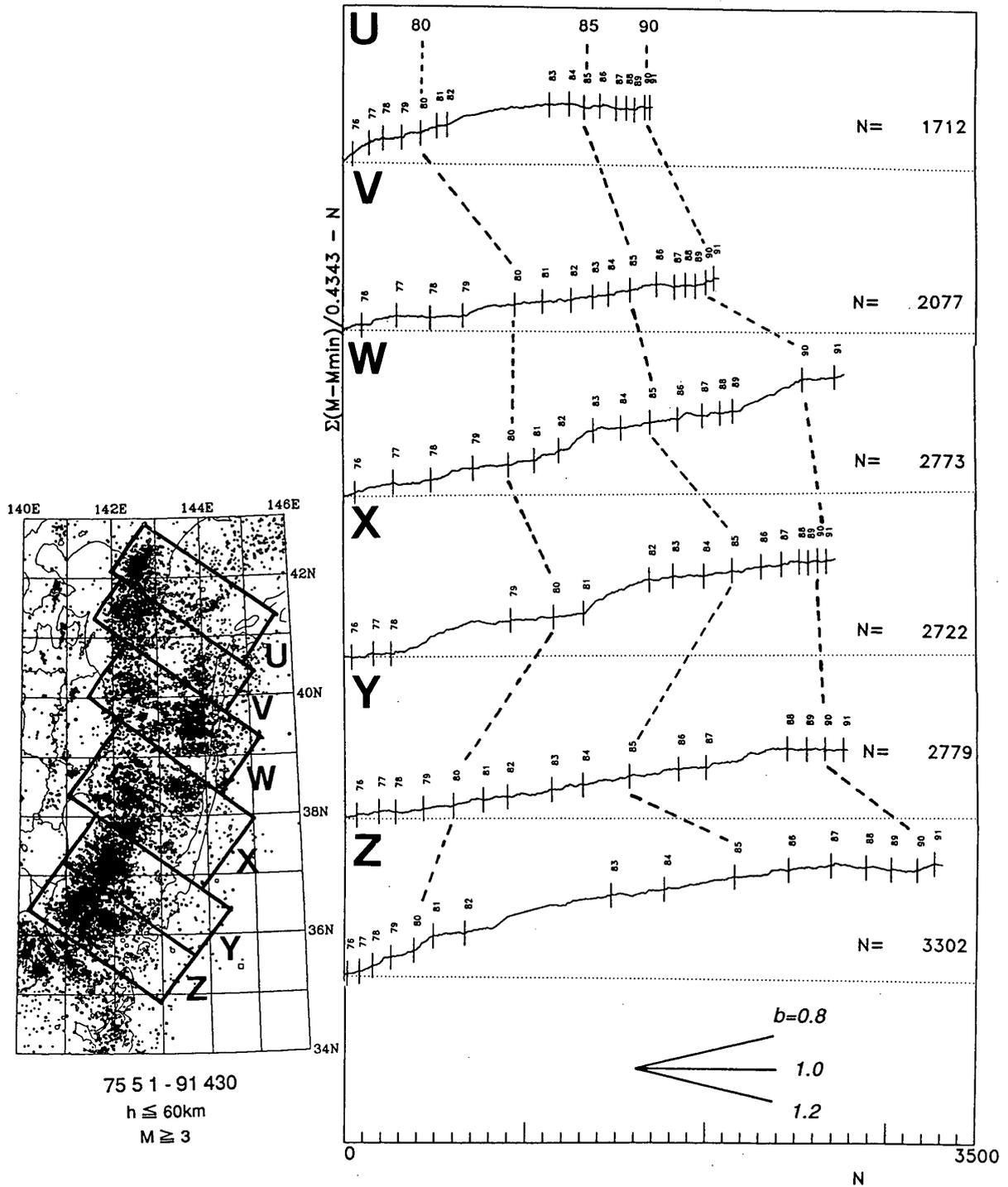
第14図 栃木県宇都宮市の大谷石採掘跡地の崩落による振動の観測記録例。地図中の黒四角は崩落現場地点，黒丸は決定された震源の位置を示す。

Fig. 14 Examples of seismograms showing ground motion caused by collapse of an abandoned Oya-ishi mine in Utsunomiya, Tochigi Prefecture. Location of the mine is indicated by a solid square in the map. A solid circle represents the "epicenter" located by the seismic network of Tohoku University.



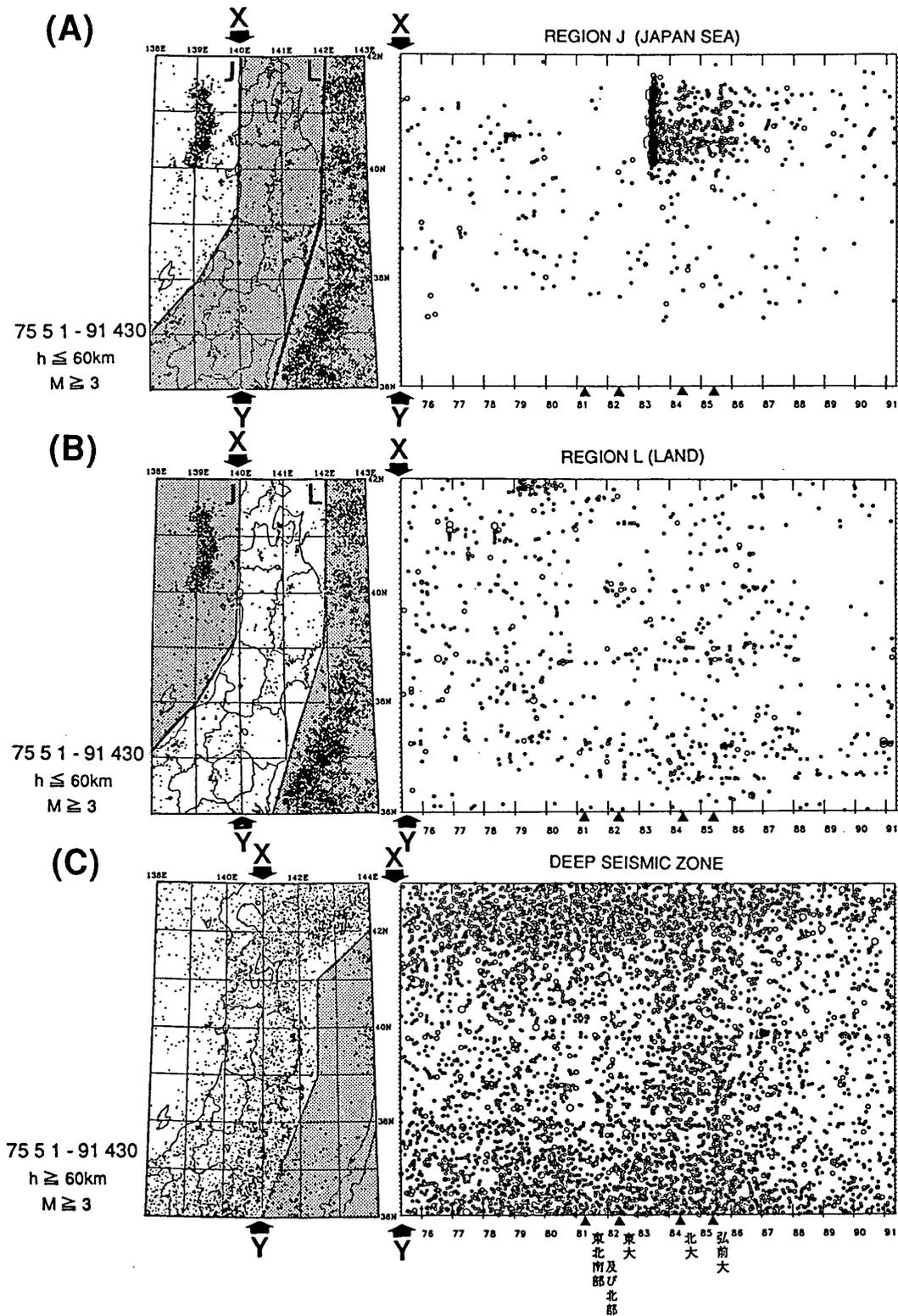
第15図 東北地方の太平洋下における浅発地震活動（1975年5月～1991年4月）。(A)  $M \geq 4$  の地震の震央分布。(B) 図(A)のU～Zの枠内に発生した  $M \geq 2$  の地震のM-T図。三角印は、観測網の拡大に伴って検知能力が向上した時期を表す。

Fig. 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, 1991). (B) Magnitude-time distributions of earthquakes ( $M \geq 2$ ) in the regions shown in Fig. (A).



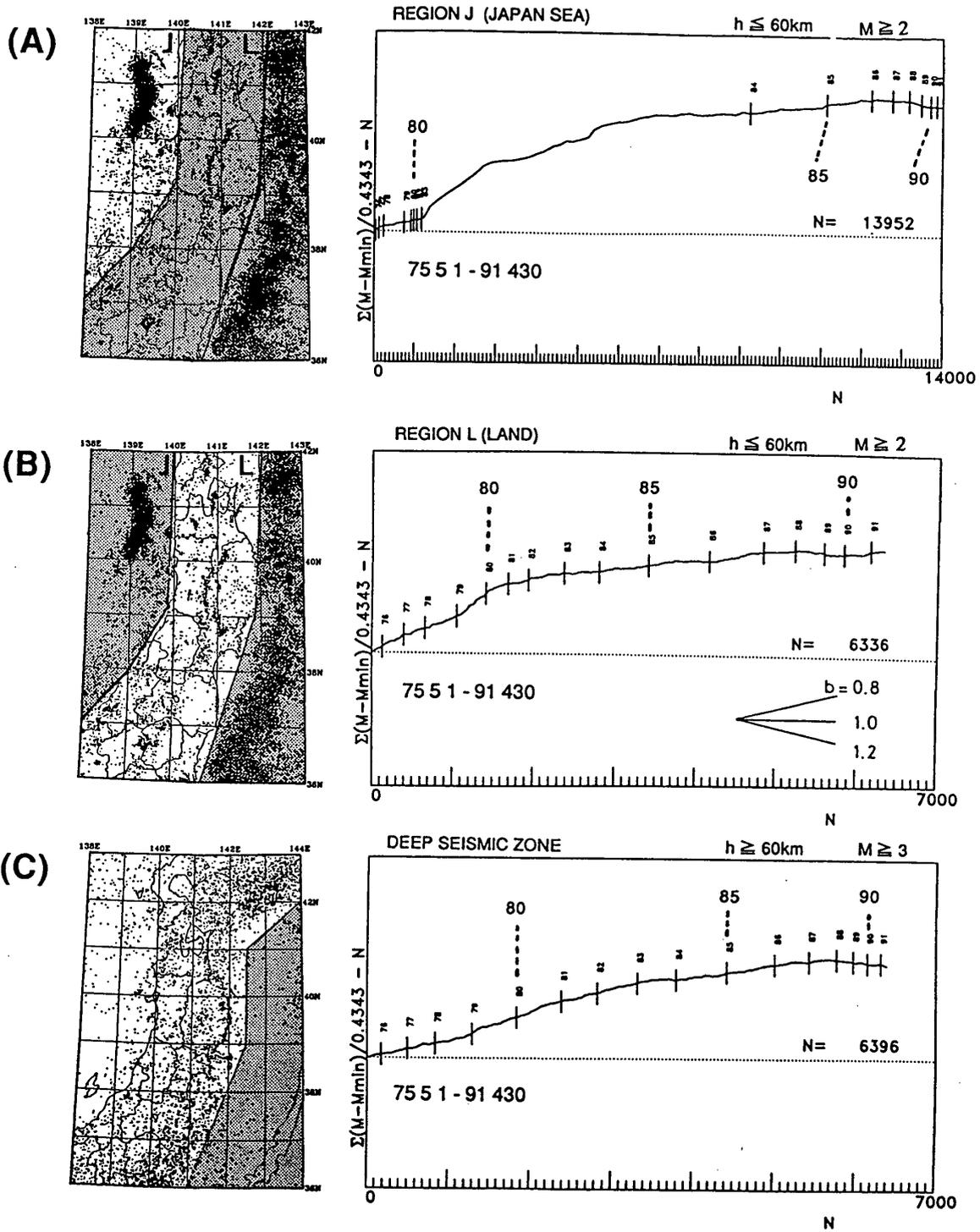
第16図 1975年5月～1991年4月に東北地方の太平洋下（挿入図のU～Z領域）に発生した地震の  $\Sigma M-N$  図。縦軸と横軸はそれぞれ  $M \geq 3$  の地震の積算マグニチュード ( $\Sigma M$ ) と積算個数 ( $N$ ) を表し、グラフの傾きが  $b$  値の逆数に対応する（ただし、 $b$  値 = 1 で reduce してある）。縦棒は各年の1月1日を表す。

Fig. 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, 1991). 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  $b = 1$ .



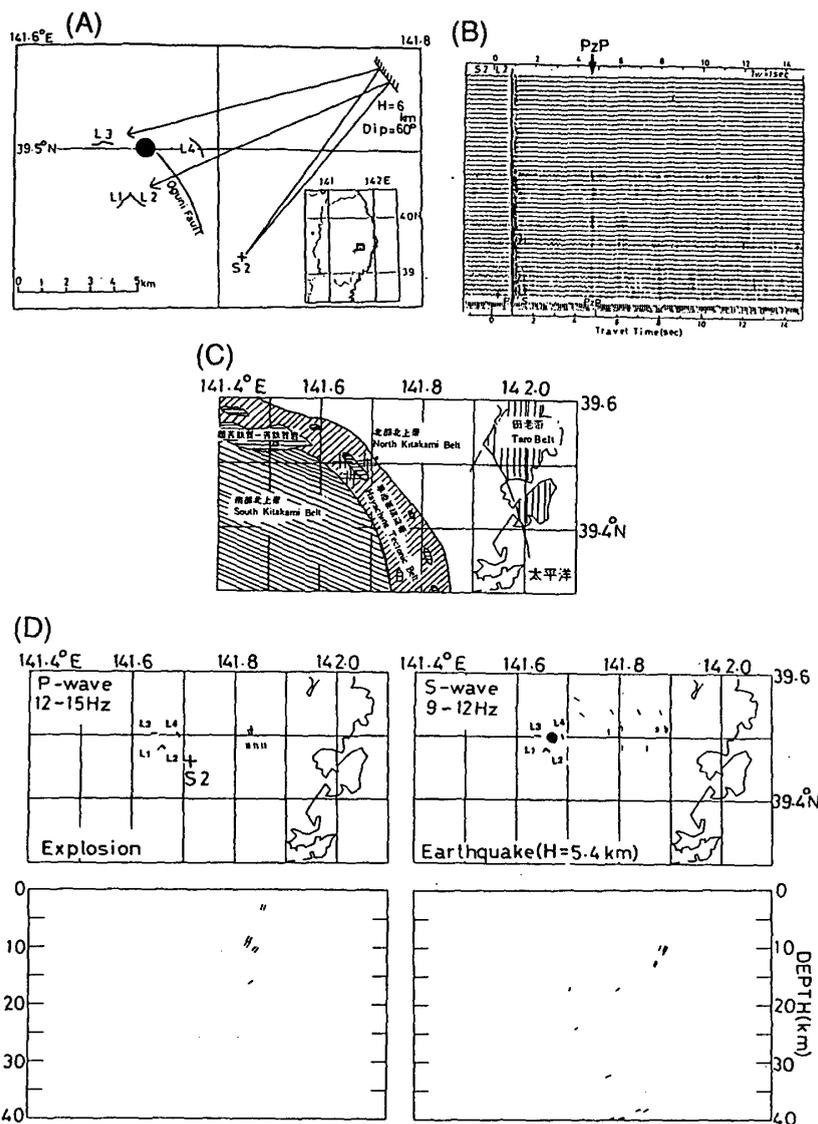
第17図 東北地方で発生した $M \geq 3$ の地震の時空間分布 (1975年5月～1991年4月)。挿入図に示した枠内の地震をXY軸に投影して示す。(A)日本海下で発生した浅発地震。(B)内陸下で発生した浅発地震。(C)稍発地震。

Fig. 17 Space-time distributions of earthquakes with  $M \geq 3$  (May, 1975 – April, 1991). (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～1991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, 1991). (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19図 岩手県川井村で北海道大学・弘前大学・宇都宮大学・山形大学と共同で行った内陸重点地域実験観測のCDPケーブルによる観測の結果。(A)1990年11月1日の人工地震(爆破地震動研究グループによる)の観測波形中に現われた顕著な反射波から得られた反射面の位置。L1~L4はCDPケーブルの測線の位置を表す。また+印と●印はそれぞれ人工地震の爆破点と実験期間中に観測されたM2.3の自然地震の震央を表す。(B)測線L2で観測された人工地震S2の波形記録(AGC補正後)。顕著な反射波をPzPで示す。(C)川井村周辺域の地質図(地質調査所, 1984)<sup>3)</sup>。(D)人工地震(左図)及び川井村で発生した自然地震(右図)のコーダ波のセンブルランスから求めた地震波反射点の分布。

Fig. 19 Results of seismic observation using CDP cables in Kawai-mura, Iwate Prefecture. The observation is performed in cooperation with Hokkaido University, Hirosaki University, Utsunomiya University and Yamagata University. (A) Location of the reflector determined by the use of reflected waves, which are detected in seismograms for an explosion carried out by RGES on November 1, 1990. L1-L4 indicate observation sites of the CDP cables. Shot point of the explosion is indicated by a cross. Solid circle indicates an earthquake (M2.3) whose seismogram was also recorded. (B) Record section for the explosion obtained at L2 (corrected for the attenuation). A conspicuous reflected wave is indicated by PzP. (C) Geological map in and around Kawai-mura (after Geological Survey of Japan, 1984)<sup>3)</sup>. (D) Distribution of reflection points obtained from semblance analysis of coda wave for the explosion (left) and the earthquake (right).