

2-6 微小地震観測網による1994年三陸はるか沖地震の余震活動

Aftershock activity of the 1994 Far Off Sanriku Earthquake observed by a microearthquake observation network

東北大学理学部

Faculty of Science, Tohoku University

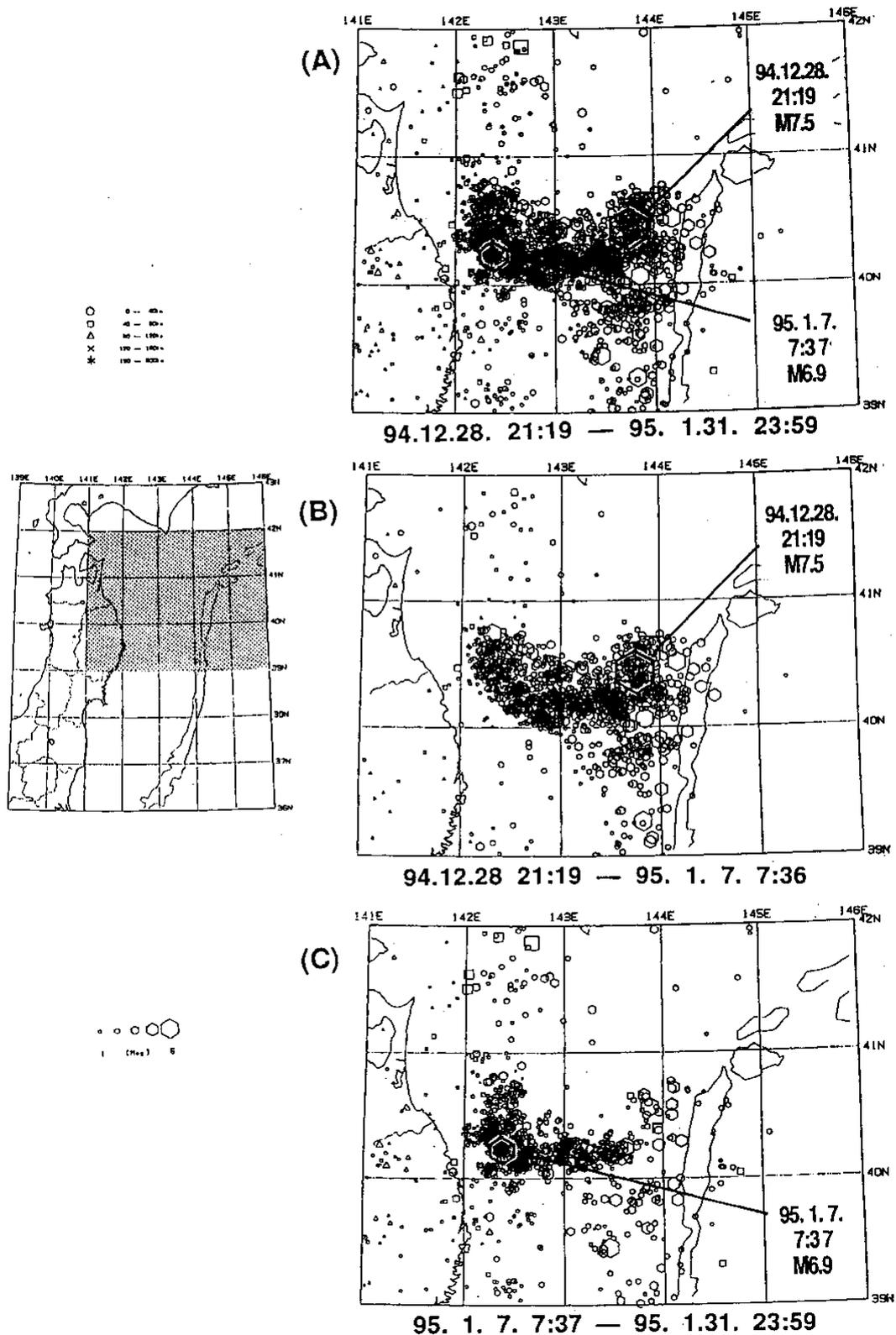
1994年12月28日に発生した三陸はるか沖地震(M7.5)の余震分布を第1図(A)に示す。1995年1月7日に発生した最大余震(M6.9)の前後で余震活動を分けて示したのが、第1図の(B)と(C)である。最大余震は余震域の南西側を拡大する形で発生し、その後は最大余震が発生した付近で活発に余震が発生している。

三陸はるか沖地震の発生前後の震央分布を時間を追って示したのが第2図である。背景の地震活動(第2図(A))を見ると、今回の震源域の南西と北東にクラスターが存在しており、北東のクラスターでは、1994年4月8日にM6.6の地震が発生している(第2図(B))。本震の発生前約一ヶ月間は震源域では地震が発生しておらず、いわゆる静穏化現象が起きていたことがわかる(第2図(D))。地震発生4日後の1995年1月1日にはM6.7の余震が余震域を北東に拡大する形で発生している(第2図(H))が、この位置は前述の北東のクラスターに一致している。その後、余震活動は西側が活発になり(第2図(I))、最大余震が余震域を南西に拡大して発生した(第2図(J))。この最大余震はバックグラウンドの南西側のクラスターで発生していることがわかる。すなわち、最大の2つの余震は余震域を拡大する形で発生しているが、どちらもバックグラウンドのサイスミシティの高い領域で発生し、その部分は本震の時には破壊していなかったことになる。このような活動の推移は第3図に示した余震活動の時空間分布を見ると明瞭である。

第4図は、本震の前後の地震の時空間分布であるが、本震の前約一ヶ月間、地震活動が低調であったことがわかる。より長期間の時空間分布を第5図に示す。今回と同様の静穏化が1989年の地震の際にも発生していたことがわかるが、そのときは一年以上、広い領域で静穏化していた。

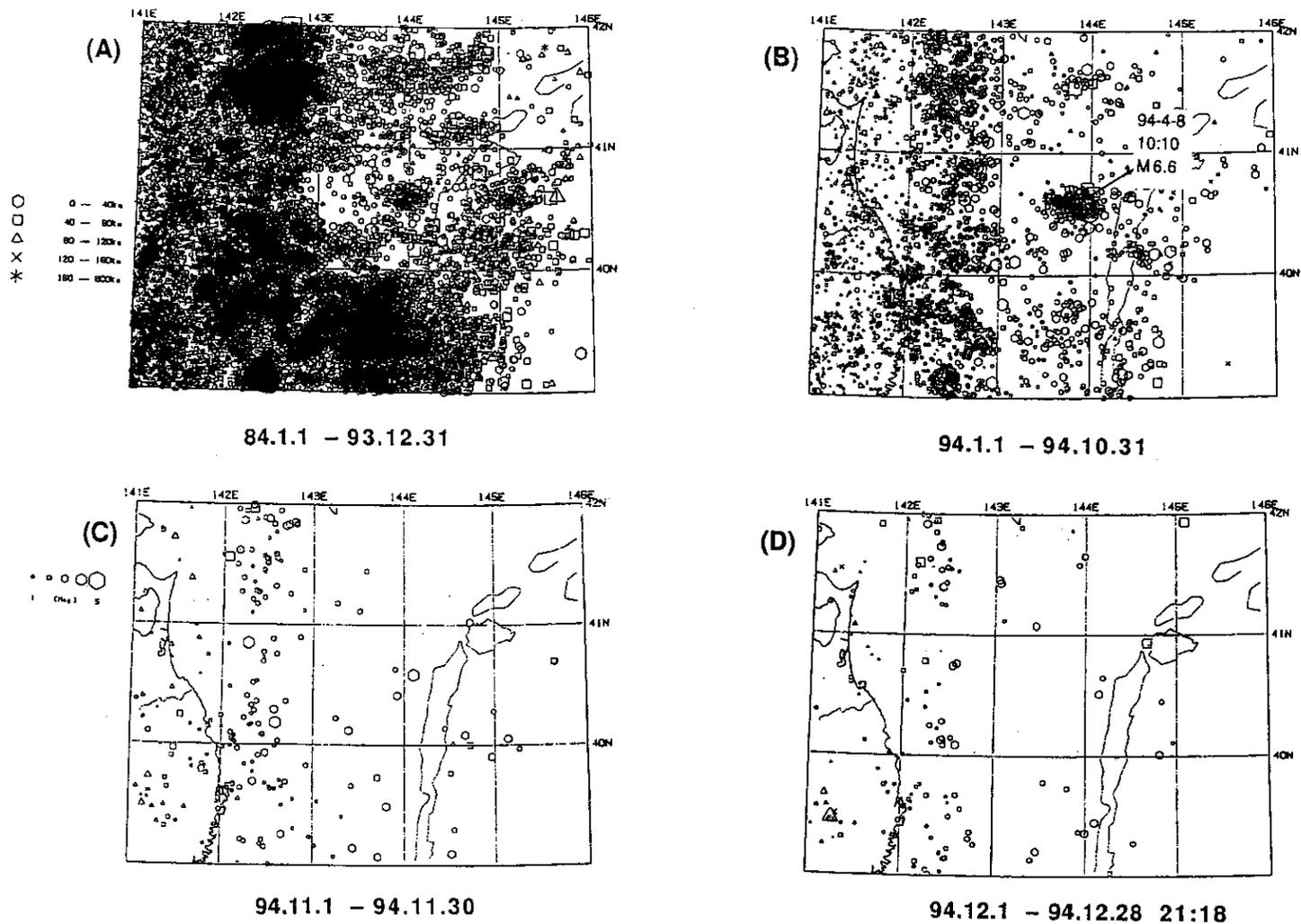
S P波によって深さが精度良く決められた余震の震源分布を第6図に示す。今回の地震がプレート境界で発生したことが明瞭に見てとれる。またプレート境界の傾きは東側で非常に低角であり、東経143度付近から西側で急激に高角になっていることがわかる。

今回の地震の本震とM5以上の余震の震央分布とメカニズム解を第7図に示す。この図には、1994年12月から1995年1月に発生した、余震以外のM5以上の地震も参考のため示してある(黒枠で囲まれた地震)。本震と余震はいずれも東西圧縮の逆断層型であり、西側に傾斜した節面が断層面であるとすれば、その傾斜角は東側の地震では非常に低角であるが、西側に行くに従って高角になっており、第7図に示した震源分布と調和的である。



第1図 1994年三陸はるか沖地震とその余震の震央分布。(A)本震発生から1995年1月まで。(B)本震発生から最大余震の直前まで。(C)最大余震以後。

Fig. 1 Epicenter distributions of the 1994 Far Off Sanriku Earthquake and its aftershocks for the periods (A) from the occurrence of the main shock to January 31, 1995, (B) from the occurrence of the main shock to just before the occurrence of the largest aftershock, and (C) from the occurrence of the largest aftershock to January 31, 1995.

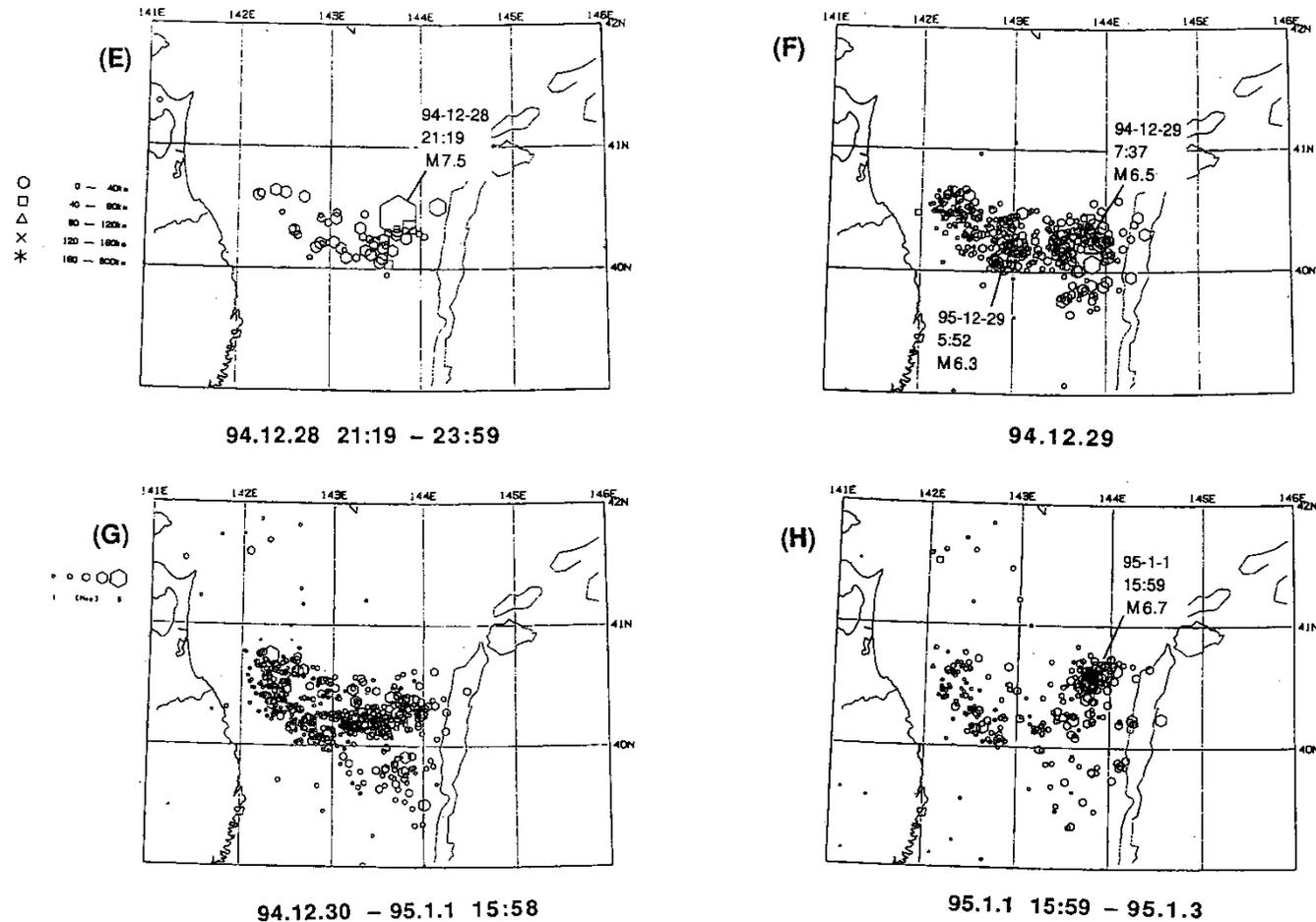


第2図 1994年三陸はるか沖地震の発生前後の微小地震の震央分布の時間変化

(A)1984年～1993年, (B)1994年1月～10月, (C)1994年11月, (D)1994年12月1日～12月28日の本震発生直前(自動処理による)。

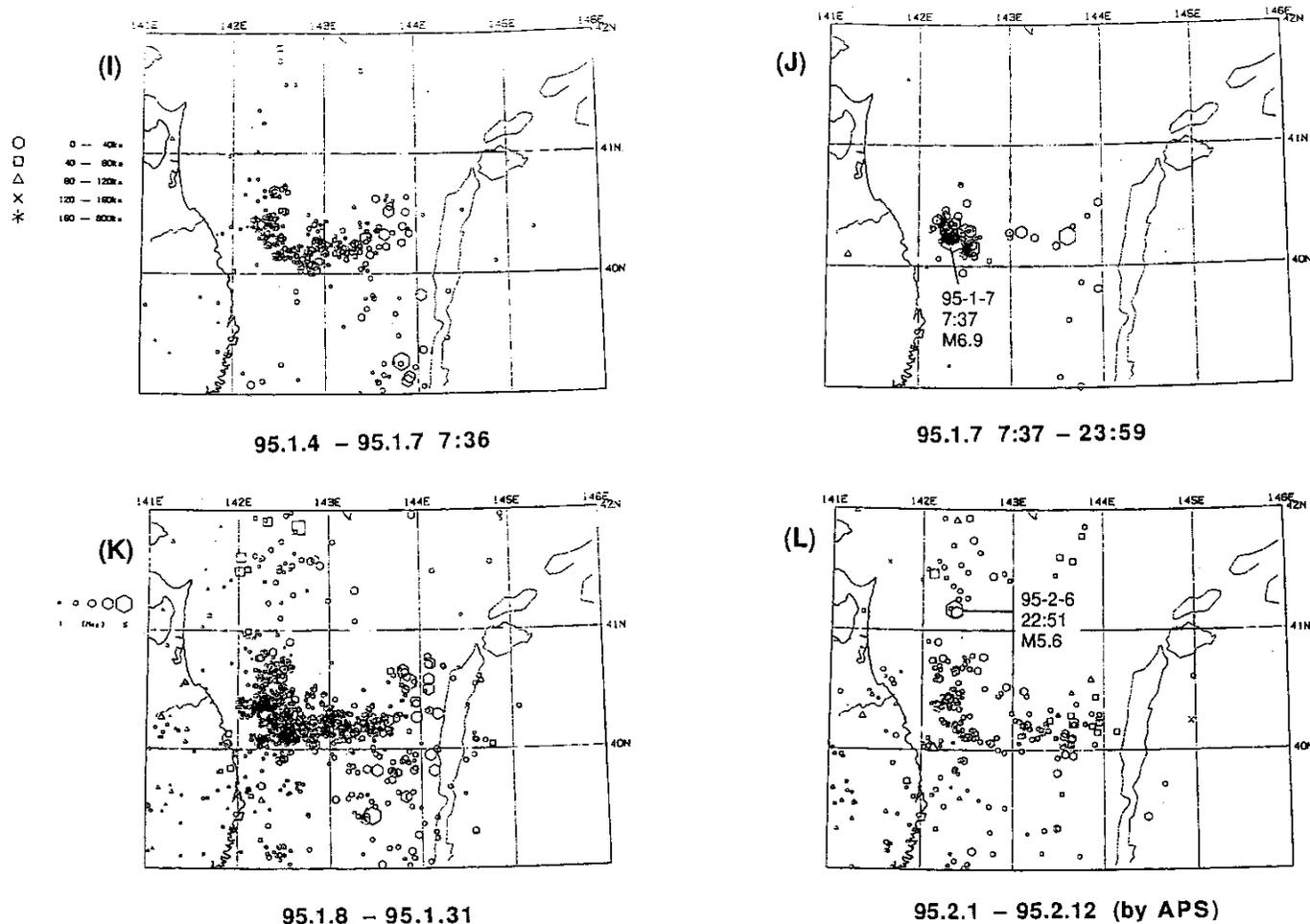
Fig. 2 Epicenter distributions of earthquakes far off Sanriku for the periods.

(A) from 1984 to 1993, (B) from January to October, 1994, (C) November, 1994, (D) from December 1, 1994 to Just before the occurrence of the main shock (located by the automatic processing system of the Tohoku Univ.).



第2図 つづき 1994年三陸はるか沖地震の発生前後の微小地震の震央分布の時間変化
 (E)1994年12月28日の本震発生～23時59分, (F)1994年12月29日, (G)1994年12月30日～1995年1月1日のM6.7の余震の発生直前, (H)1995年1月1日のM6.7の余震の発生～1月3日(自動処理による)。

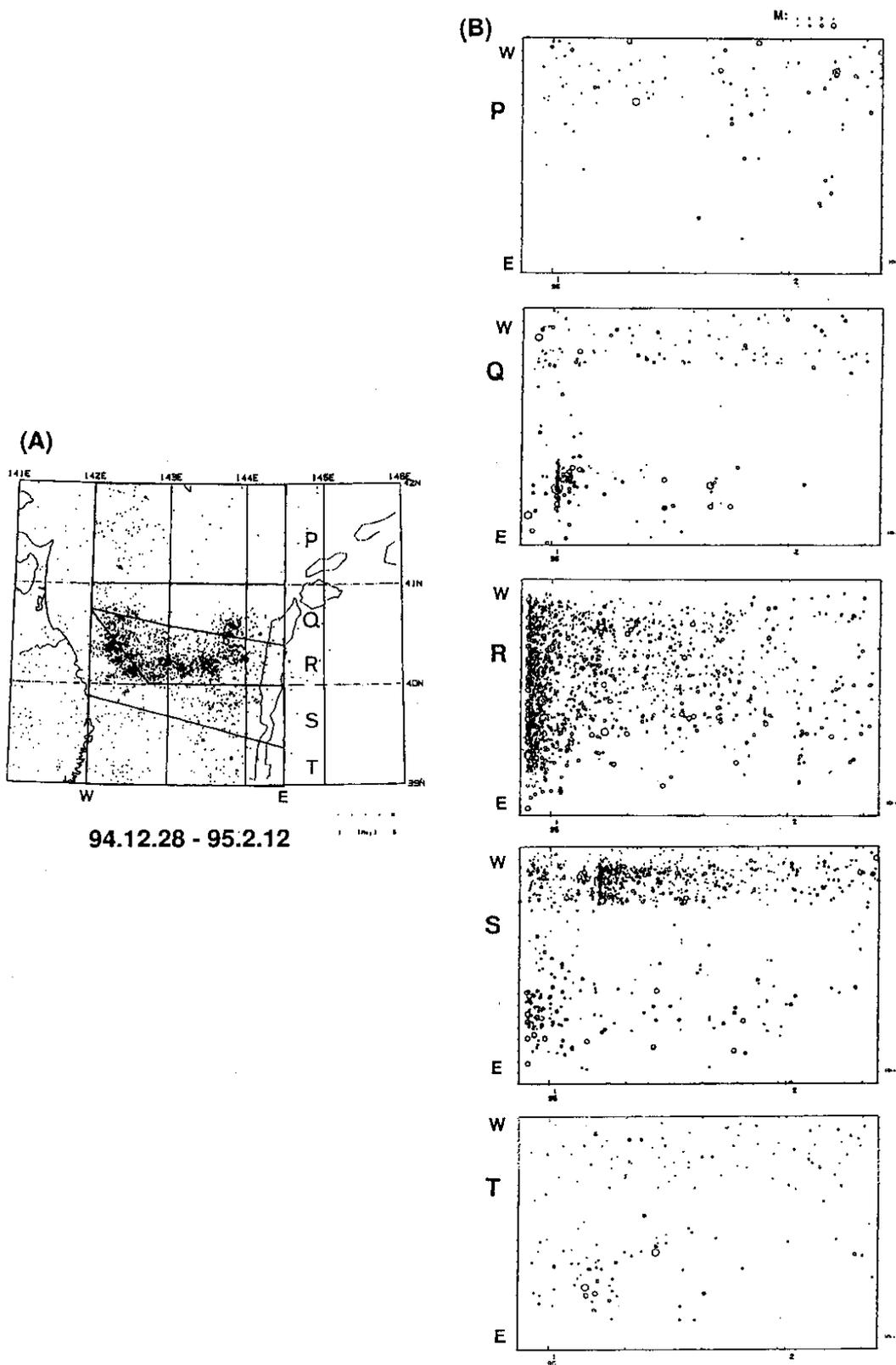
Fig.2 (Continued) Epicenter distributions of earthquakes far off Sanriku for the periods.
 (E) from the occurrence of the main shock to 23:59 on December 28, 1994, (F) December 29, 1994, (G) from December 30, 1994 to just before the occurrence of the second largest aftershock with M6.7 on January 1, 1995, (H) from the occurrence of the aftershock with M6.7 on January 1 to January 3, 1995 (located by the automatic processing system of the Tohoku Univ.).



第2図 つづき 1994年三陸はるか沖地震の発生前後の微小地震の震央分布の時間変化
 (I)1995年1月4日～1月7日の最大余震 (M6.9) の発生直前, (J)1995年1月7日の最大余震の発生～23時59分,
 (K)1995年1月8日～31日, (L)1995年2月1日～12日 (自動処理による)。

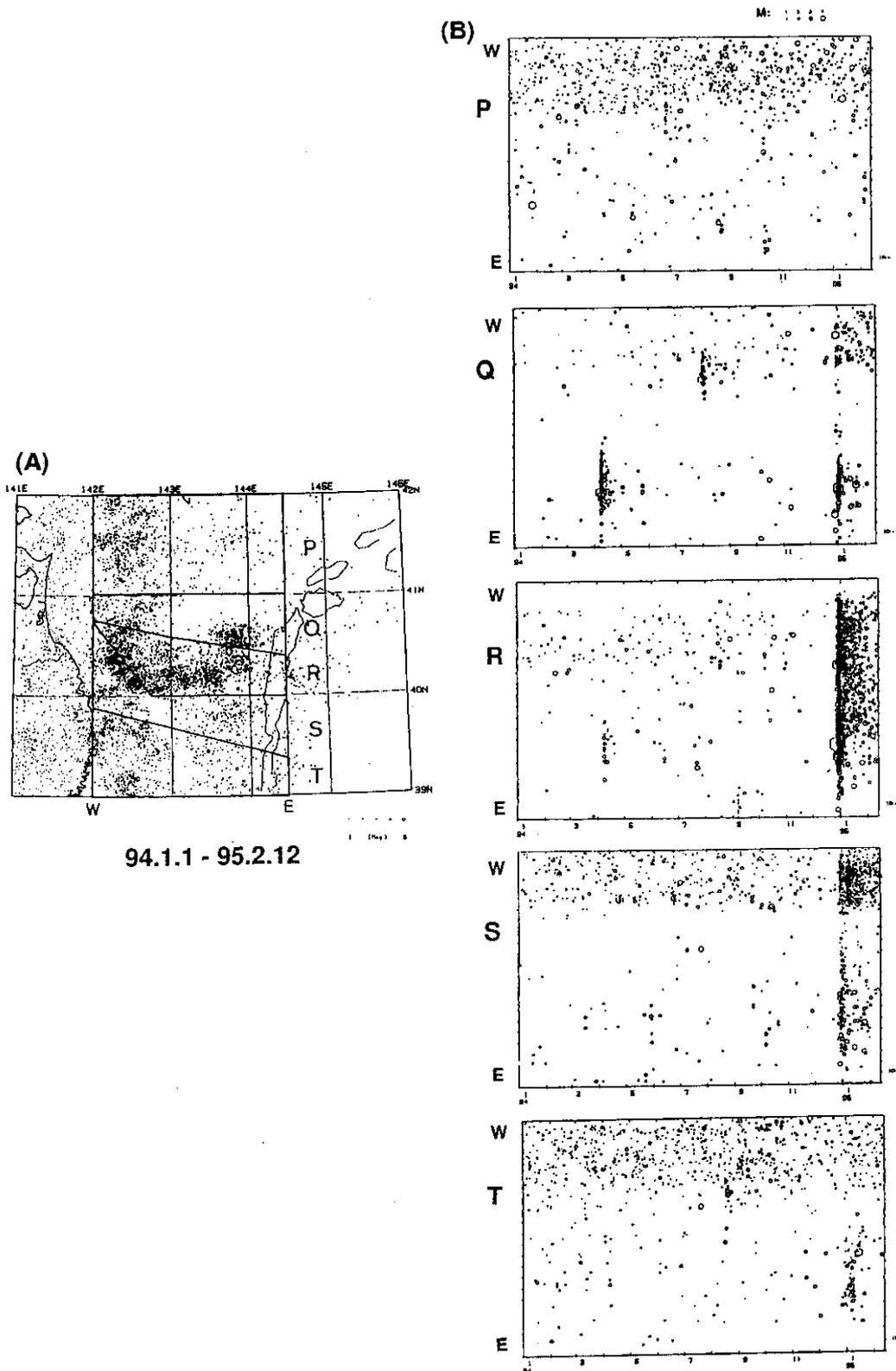
Fig.2 (Continued) Epicenter distributions of earthquakes far off Sanriku for the periods.

(I) from January 4 to just before the occurrence of the largest aftershock with M6.9 on January 7, 1995, (J) from the occurrence of the largest aftershock to 23:59 on January 7, 1995, (K) from January 8 to 31, 1995, and (L) from February 1 to 12, 1995 (located by the automatic processing system of the Tohoku Univ.).



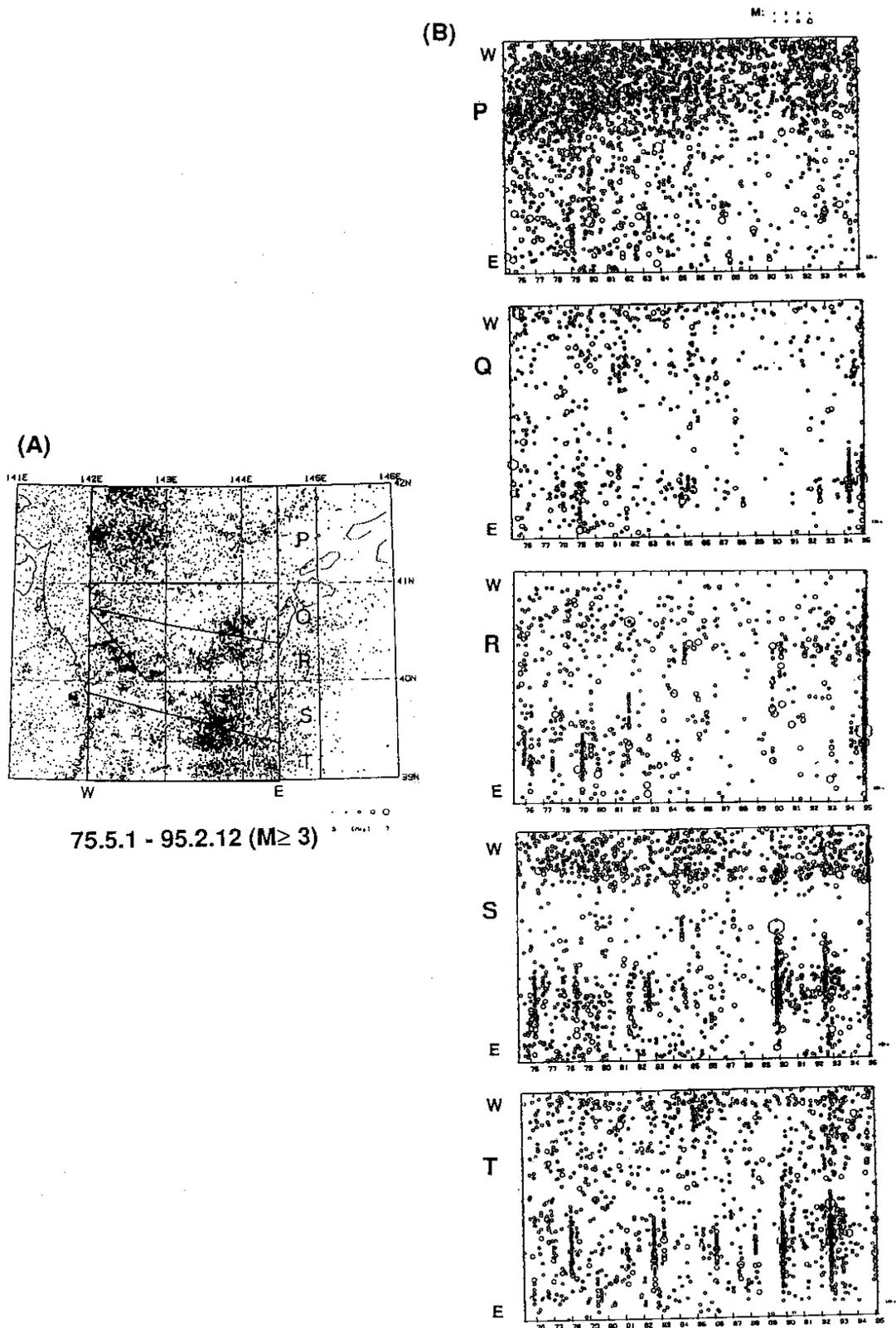
第3図 三陸はるか沖地震の余震活動（1994年12月28日～1995年2月12日）。1995年2月分のデータは自動処理による。(A)震央分布。(B)時空間分布。図(A)のP～Tの領域に発生した地震をE-W軸に投影して示す。

Fig. 3 (A) Epicenter distribution of aftershocks of the 1994 Far Off Sanriku Earthquake for the period from December 28, 1994 to February 12, 1995. (B) Space-time distribution for the events in the P-T regions indicated in Fig. (A).



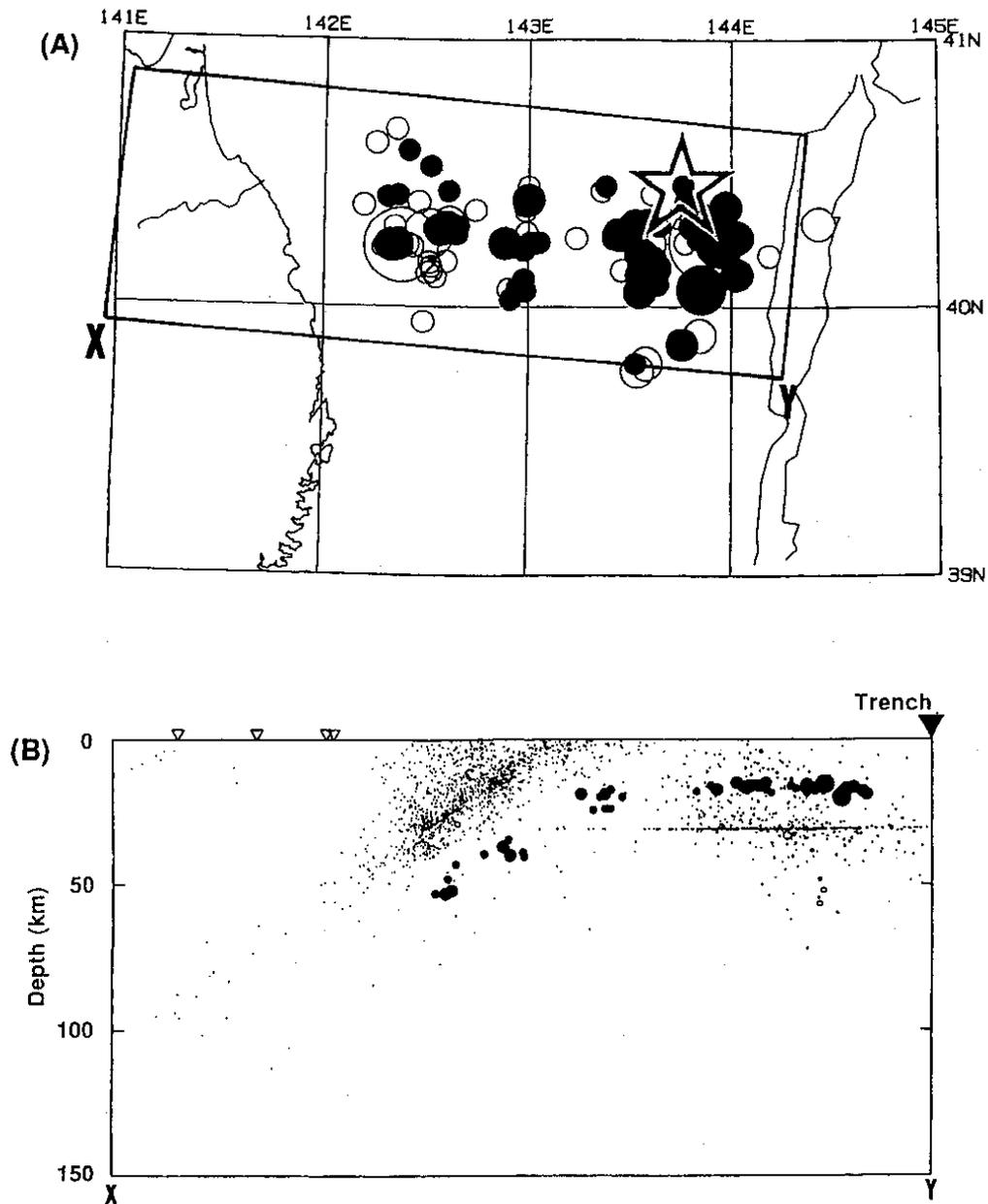
第4図 三陸はるか沖およびその周辺の地震活動（1994年1月1日～1995年2月12日）。1995年2月分のデータは自動処理による。(A)震央分布。(B)時空間分布。図(A)のP～Tの領域に発生した地震をE-W軸に投影して示す。

Fig. 4 (A) Epicenter distribution of earthquakes far off Sanriku for the period from January 1, 1994 to February 12, 1995. (B) Space-time distribution for the events in the P-T regions indicated in Fig. (A).



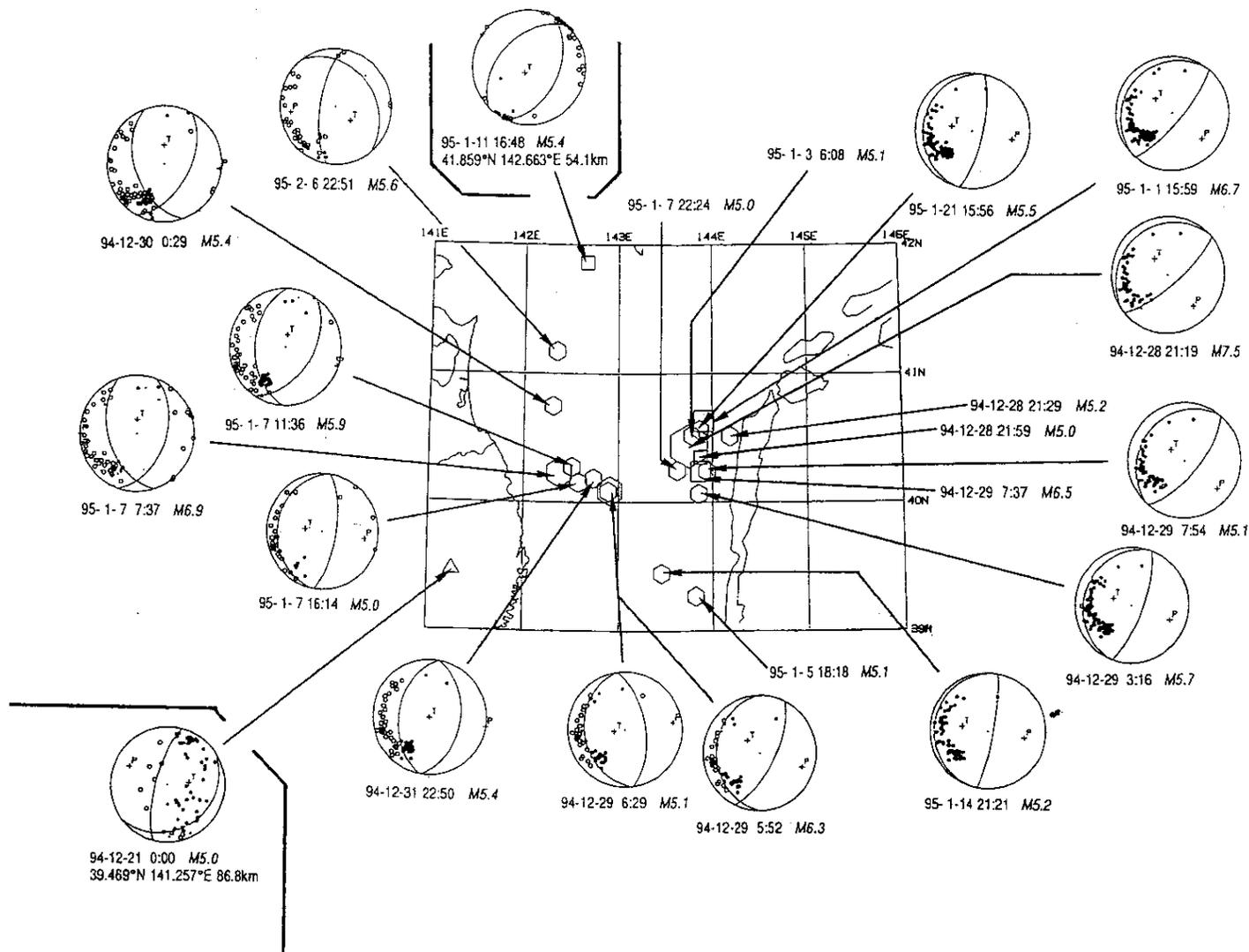
第5図 三陸はるか沖およびその周辺に発生した、 $M \geq 3$ の地震の活動（1975年5月1日～1995年2月12日）。1995年2月分のデータは自動処理による。(A)震央分布。(B)時空間分布。図(A)のP～Tの領域に発生した地震をE-W軸に投影して示す。

Fig. 5 (A) Epicenter distribution of earthquakes with $M \geq 3$ located far off Sanriku for the period from May 1, 1975 to February 12, 1995. (B) Space-time distribution for the events in the P-T regions indicated in Fig. (A).



第6図 s P波によって再決定された、1994年三陸はるか沖地震の $M \geq 3$ の余震の震源分布（1994年12月28日～1995年1月7日）。(A)解析した地震の震央分布。☆印は本震、●印はs P波の観測された余震、○印はs P波の観測されなかった余震を示す。(B)図(A)の枠内の地震の鉛直断面図。X-Y軸に投影して示す。●印はs P波によって深さが再決定された地震。小さな○印は東北大学のルーチン処理による余震の震源分布（1994年12月28日21時19分～1995年1月31日）。

Fig. 6 Hypocenter distribution of aftershocks of the 1994 Far Off Sanriku Earthquake with $M \geq 3$ located by using the observed sP-P times with small epicentral distances. (A) Epicenter distribution. Solid circles denote the events from which sP depth phases are observed, and open circles denote the events from which no sP depth phases are observed. The epicenter of the main shock is shown by an open star. (B) Cross-arc vertical cross-section of aftershocks (solid circles) located by using the observed sP-P times (December 28, 1994-January 7, 1995). Background seismicity located by the Tohoku University network within the rectangular area shown in Fig. (A) is also shown by small dots (21:19, December 28, 1994-January 31, 1995).



第7図 三陸はるか沖およびその周辺に発生したM \geq 5の地震の震央分布とメカニズム解 (1994年12月~1995年1月)

Fig. 7 Epicenter distribution and focal mechanism solutions for events with magnitudes 5 or larger for the period from December, 1994 to January, 1995.

Each focal mechanism is projected onto a lower hemisphere by equal-area projection.