2-4 東北地方およびその周辺の微小地震活動(1994年5月~10月) Microearthquake Activity in and around the Tohoku District (May-October, 1994)

東北大学 理学部 Faculty of Science, Tohoku University

1994 年5月~7月,1994 年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1994 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。

1994 年7月31日に青森県東方沖で,M5.4の地震が発生した。この地震の余震の震央分布とこの 周辺に発生した過去の地震の震央分布を第11図に示す。この地震の震源域近傍では過去10年以上 の期間M5以上の地震が発生しておらず,また微小地震活動も活発ではなかった。

1994 年8月14日に宮城県沖で,同年8月16日に宮城・福島県境沖で,M6.0の地震が発生した。 これらの地震のメカニズム解とこの周辺の地震活動の推移を第12回に示す。過去の微小地震活動は どちらの地域でも活発であったが,大きな地震はあまり発生していない。8月14日の宮城県沖の地 震の余震活動はほとんどなかったのに対して,8月16日の宮城・福島県境沖の地震は余震活動が約 ーヶ月も続き,本震のマグニチュードが同じであるにも関わらず,余震活動に顕著な差が見られた。 海域の地震波速度構造を考慮して求めたメカニズム解は,いずれの地震もほぼ東西圧縮の逆断層型 となっている。

1994 年 10 月4日に北海道東方沖地震(M8.1)が発生した。この地震の発生前後の微小地震の震 央分布を第 13 図に,M4以上の地震の震央分布を第 14 図に示す。北海道東方沖地震の余震は、そ の個数が多いため、東北大学ではM4以上の地震について震源決定している。第 13 図(A)を見る と、北海道東方沖では、海溝の近くに地震が発生する領域と発生していない領域(145.0~146.5°E) があり、地震活動のブロック構造が見られる。北海道東方沖地震の余震域は、過去に海溝の近くに 地震が発生したブロックに一致している。

北海道東方沖地震(M8.1)が発生した直後に、蔵王山の近傍(第15図)と岩手山の近傍(第17図)で微小地震活動が見られた。第16図に蔵王観測点(ZAS)における連続記録を示す。蔵王山 近傍と岩手山近傍の群発地震活動は、北海道東方沖地震の発生の49分後と91分後から始まっている。

1994 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18 図と第19 図にそれぞれ示す。ほとんどの地震がほぼ東西圧縮の逆断層 型か横ずれ断層型である。

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20回に,また同じ領域のb値の変化を第21回に示す。b値の顕著な変化は最近では認められないが,第20回(C)から稍深発地震の活動が1993年の北海道南西沖地震以来,少し低下しているように見える。

東北地方の太平洋下の地震のM-T図とb値の変化を第22図と第23図に示す。福島県沖(領域 Y)では1988年以来依然として活動が低調である。東北地方の太平洋下のM4以上の地震の時空間 分布図とM-T図を第24図に、また1926年~1975年の活動については気象庁のデータをもとに第 25図に示す。三陸はるか沖(領域B)では活動に周期性が見られ、約3年、約9年、約35年の周期 で小規模、中規模、大規模な地震活動が発生しているように見える。



第1図 東北地方の浅発微小地震の震央分布(1994年5月~7月)

Fig. 1 Epicenter distribution of shallow microearthquakes (h<40km) in the Tohoku District (May-July, 1994).



第2図 東北地方の浅発微小地震の震央分布(1994年8月~10月)

Fig. 2 Epicenter distribution of shallow microearthquakes (h<40km) in the Tohoku District (August-October, 1994).



第3図 東北地方のh ≧40 kmの微小地震の震央分布(1994年5月~7月)

Fig. 3 Epicenter distribution of microearthquakes ($h \ge 40$ km) in the Tohoku District (May-July, 1994).



第4図 東北地方のh ≧40 kmの微小地震の震央分布(1994 年8月~10月)

Fig. 4 Epicenter distribution of microearthquakes ($h \ge 40$ km) in the Tohoku District (August-October, 1994).



第5図 東北地方の微小地震の震央分布(1994年5月) Fig.5 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (May, 1994).



第6図 東北地方の微小地震の震央分布(1994 年6月) Fig.6 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (June, 1994).



第7図 東北地方の微小地震の震央分布(1994 年7月) Fig.7 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (July, 1994).



第8図 東北地方の微小地震の震央分布(1994年8月) Fig.8 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (August, 1994).



第9図 東北地方の微小地震の震央分布(1994年9月)

Fig.9 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (September, 1994).





Fig.10 Epicenter distribution of microearthquakes in the Tohoku District (October, 1994).



- 第11図 東北地方北部の太平洋下に発生した地震の震央分布。(A)1994年7月31日 (B)1994年8月1日~8月17日(自動処理による) (C)1994年5月1日~7月30日 (D)1984年5月~1994年4月 (E)1984年5月~1994年4月(M≥5) (F)1982年1月~1984年4月(M≥5) (F)1982年1月~1984年4月(M 5;気象庁による) (G)1926年1月~1981年12月(M≥5;気象庁による)
 Fig. 11 Epicenter distributions of microearthquakes east off northem part of the Tohoku District.
- Fig. 11 Epicenter distributions of microearthquakes east off northern part of the Tohoku District.
 (A) July 31, 1994. (B) August 1-17, 1994 (by the automatic hypocenter determination system of Tohoku University). (C) May-July, 1994. (D) May, 1984-April, 1994.
 (E) May, 1984-April, 1994 (M≥5). (F) January, 1982-April, 1984 (M≥5; after JMA).
 (G) 1926-1981 (M≥5; after JMA).



第11図 つづき Fig. 11 (Continued)



- 第12図 東北地方南部の太平洋下の地震活動。 (A)1994年8月~10月 (B)1975年5月~1994年
 7月 (C)1975年5月~1994年7月(M≧5) (D)1926年1月~1975年4月(M≧5;
 気象庁による)の震央分布 (E)図(A)のM6.0の地震のメカニズム解(下半球等積投影)
 (F)図(A)の枠内に発生した地震の時空問分布
- Fig. 12 Seismic activity east off southern part of the Tohoku District. Epicenter distributions for the periods of (A) August-October, 1994, (B) May, 1975-July, 1994, (C) May, 1975-July, 1994 (M≥5), and (D) January, 1926-April, 1975 (M≥5; after JMA). (E) Focal mechanism solutions (lower hemisphere, equal area projections) for the events with M=6.0 in Fig. (A). (F) Space-time distribution for the events in the rectangular region shown in Fig. (A).



- 第13 図 北海道東方沖で発生した微小地震の震央分布。(A)1984 年~1993 年 (B)1994 年1月1日~10月4日22時21分 (C)1994 年10月4日 22時22分~10月31日 (D)1994 年11月1日~15日(自動処理による)
- Fig. 13 Epicenter distributions of microearthquakes east off Hokkaido. (A) 1984-1993. (B) January 1-22:21, October4, 1994.
 (C) 22:22, October 4-October 31, 1994. (D) November 1-15, 1994 (by the automatic hypocenter determination system).



- 第14図 北海道東方沖で発生したM≧4の地震の震央分布。(A)1984 年~1993 年 (B)1994 年1月1日~10月4日22時21分 (C)1994 年10月 4日22時22 分~10月31日 (D)1994 年11月1日~15 日(自動処理による)
- Fig. 14 Epicenter distributions of earthquakes with M≥4 east off Hokkaido. (A) 1984-1993. (B) January 1-22:21, October4, 1994.
 (C) 22:22, October 4-October 31, 1994. (D) November 1-15, 1994 (by the automatic hypocenter determination system).



- 第15図 蔵王山周辺における微小地震活動。(A)1975年5月~1980年12月 (B)1981年1月~1994年7月, (C)1994年8月~10月における微小地震の震央分布。三角印は蔵王山の位置を表す (D)1994年北海道東方沖地震(M8.1)の直後に発生した群発地震の時間別頻度分布。
 黒棒はZAS観測点の記録振幅が20mm以上の地震数を示す。
- Fig. 15 Seismic activity around Mt. Zao. Epicenter distributions for the periods of (A) May, 1975-December, 1980. (B) January, 1981-July, 1994, and (C) August-October, 1994. The location of Mt. Zao is shown by an open triangle. (D) Hourly frequency distribution of microearthquakes which occurred near Mt. Zao just after the 1994 East Off Hokkaido Earthquake (M8.1). Solid bars indicate the events whose trace amplitudes recorded at station ZAS are greater than 20mm.



- 第16図 1994年北海道東方沖地震(M8.1)の直後に蔵王山付近で発生した群発地震のZAS観測点における記録例。ZAS観測点の1秒地震計(上下動成分)のバンドパスフィルター(5~30Hz)記録を示す。M8.1の地震から約4分間の記録振幅は飽和している。星印は群発地震の最初の地震(10月4日23時13分)を示す。
- Fig. 16 An example of 1 Hz seismograms (UD component) at station ZAS for microearthquake swarm near Mt. Zao. The seismograms are band-pass filtered of 5-30Hz. The first event of the microearthquake swarm is indicated by an asterisk.







- 第17図 岩手山周辺における微小地震活動。(A)1975年5月~1994年7月 (B)1975年5月~1994年7月 (M≧3) (C)1994年8月~10月4日22時21分 (D)1994年10月4日22時22分~10月31日における震央分布。三角印は主な火山の位置を表す。1994年8月~10月に発生したM≧3の地震のメカニズム解(下半球等積投影)も示す。 (E)1994年北海道東方沖地震(M8.1)の直後に発生した群発地震の時間別頻度分布。黒捧はTMG観測点の記録振幅が20mm以上の地震数を示す。最初の地震は23時55分に発生している。
- Fig. 17 Microseismic activity around Mt. Iwate. Epicter distributions for the periods of (A) May, 1975-July, 1994, (B) May, 1975-July, 1994 ($M \ge 3$), (C) August-22:21, October4, 1994, and (D) 22:22, October 4-October 31, 1994. Active volcanoes are indicated by open triangles. Focal mechanism solutions (lower hemisphere, equal area projections) for the events with $M \ge 3$ which occurred during the period of August-October, 1994 are also shown. (E) Hourly frequency distribution of microearthquakes which occurred near Mt. Iwate just after the 1994 East Off Hokkaido Earthquake (M8.1). Solid bars indicate the events whose trace amplitudes recorded at station TMG are greater than 20mm.



- 第18図 1994 年5月~7月に東北地方で発生したM≧3の浅発地震の震央分布とメカニズム解 (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 (lower hemisphere, equal area projections) for the events with $M \ge 3$ in the Tohoku District (May-July, 1994).



- 第19図 1994年8月~10月に東北地方の内陸で発生したM≥3の浅発地震の震央分布とメカニズ ム解(下半球等積投影)。記号は第18図と同じ。
- Fig. 19 Epicenter distribution and focal mechanism solutions (lower hemisphere, equal area projections) for the events with $M \ge 3$ in the Tohoku District (August-October, 1994).



- 第20図 東北地方で発生したM≥3の地震の時空間分布(1975年5月~1994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. 20 Space-time distributions of earthquakes with M≥3 (May, 1975-October, 1994).
 (A) Shallow events off the west coast of the Tohoku District. (B) Shallow events in the land area.
 (C) Intermediate-depth earthquakes.



- 第21図 1975 年5月~1994 年10 月に東北地方で発生した地震のΣM−N図。(A)日本海下で発生 した浅発地震(M≧2) (B)内陸下で発生した浅発地震(M≧2) (C)稍深発地(M≧3)
- Fig. 21 Cumulative magnitude-number (Σ M-N) diagrams of earthquakes in and around the Tohoku District (May, 1975-October, 1994). (A) Shallow events off the west coast of the Tohoku District ($M \ge 2$). (B) Shallow events in the land area ($M \ge 2$). (C) Intermediate-depth earthquakes ($M \ge 3$).



- 第22図 東北地方の太平洋下における浅発地震活動(1975年5月~1994年10月)。(A)M≧4, h<6.0kmの地震の震央分布 (B)図(A)のU~Zの枠内に発生したM≧2, h<6.0km の地震のM-T図。三角印は観測綱の拡大に伴って検知能力が向上した時期を表す。
- Fig. 22 (A) Epicenter distribution of earthquakes ($M \ge 4$) with depths shallower than 6.0km off the east coast of the Tohoku District (May, 1975-October, 1994). (B) Magnitude-time distributions of earthquakes ($M \ge 2$) in the regions (U \sim Z) shown in Fig. (A).



- 第23 図 1975 年5月~1994 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 ΣM-N図。縦軸と横軸はそれぞれM≧3, h <6.0 k m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. 23 Cumulative magnitude-number (Σ M-N) diagrams of earthquakes (M \geq 3) with depths shallower than 6.0km off the east coast of the Tohoku District (May, 1975-October, 1994). The inclination of the graph corresponds to the inverse of b-value. The vertical bars indicate the beginning of each year. Note that the graph is reduced with b =1.



第24図 東北日本弧太平洋側における1975年5月~1994年の地震活動(h<100 km, M≥4)
 (A)時空間分布(B)M-T図

Fig. 24 Seismic activity east off the northeastern Japan Arc for the period of May, 1975-1994 $(h < 100 \text{ km}, M \ge 4)$. (A) Space-time distributions. (B) Magnitude-time distributions.



- 第25図 東北日本弧太平洋側における 1926 年1月~1975 年4月の地震活動(h<100 km, M≧ 4;気象庁による)。(A)時空間分布(B) M-T図
- Fig. 25Seismic activity east off the northeastern Japan Are for the period of 1926-April, 1975 (h<100km,
 $M \ge 4$; after JMA). (A) Space-time distributions. (B) Magnitude-time distributions.