

11 - 5 東北地方太平洋下のプレート境界におけるアスペリティ

Asperities on the plate boundary beneath the Pacific Ocean off the Tohoku District

東北大学大学院理学研究科

Graduate School of Science, Tohoku University

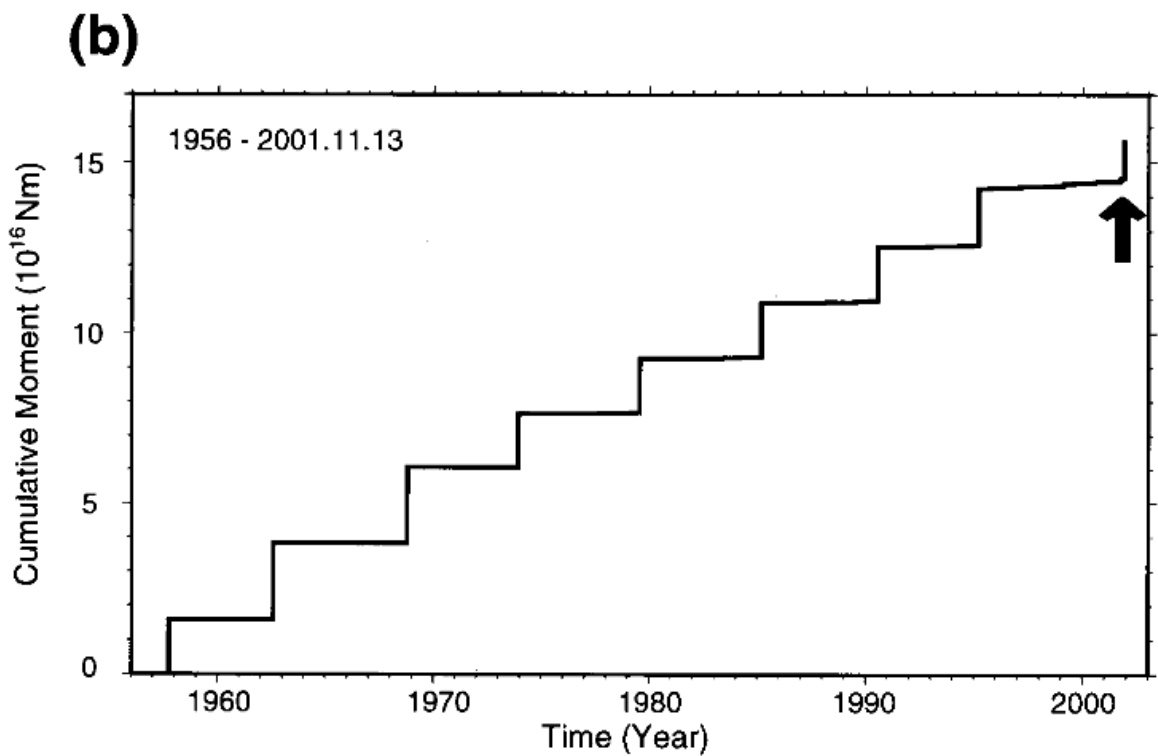
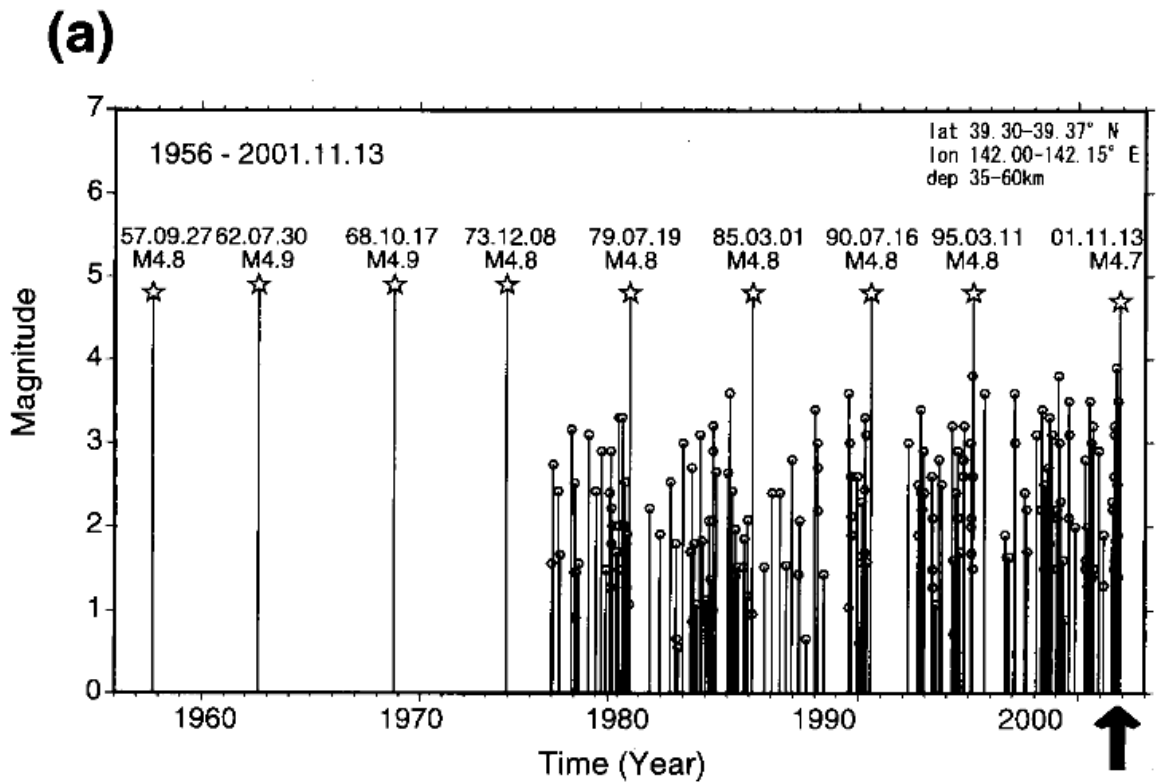
釜石沖のプレート境界では、 $M4.8 \pm 0.1$ の地震が平均間隔 5.35 ± 0.53 年で固有地震的に発生している。これらの地震は波形・発震機構解ともほぼ同じで、断層面の拡がりには $1 \sim 1.5$ kmと推定された。このような特徴的な地震活動は、安定すべり域に囲まれた小さなアスペリティの繰り返しすべりによると解釈される。近くに他のアスペリティがないことが、発生間隔がほぼ一定になる原因と考えられる。次回の活動は遅くとも今年中であろうと予測していた¹⁾ が、去る 11 月 13 日 16 時 45 分に予測通りの規模の地震(気象庁暫定マグニチュード 4.7)が予測通りの場所で発生した。この固有地震的活動の MT 図と積算地震モーメントを第 1 図に示す。また、この周辺の地震活動と一連の地震の波形例を第 2 図に示す。

釜石沖の地震活動が安定すべり域に囲まれた小さなアスペリティの繰り返しすべりであるとする、そのような繰り返しすべりはプレート境界面の他の場所でも起っていることが期待される。そこで過去 16 年間に発生した地震の波形データを用いて相関係数を計算することにより 相似地震の検出を行った(第 3 図)。その結果、太平洋下のプレート境界で発生したと推定される相似地震を多数見出した¹⁾。Nadeau and Johnson²⁾ のスケーリング則が成り立つと仮定して、相似地震の時空間分布からプレート境界でのすべり速度の空間分布を推定した¹⁾ ところ、GPS 観測データに基づく推定結果³⁾ と比較的良い一致をみた(第 4 図)。

アスペリティは、地震時にすべり量の大きかった場所として検出される。また、プレート境界面の構造の違い、プレート境界付近の定常的な地震活動特性などからも検知されるかも知れない。後者の 1 例として、b 値とアスペリティの分布について調べた。太平洋下で発生した浅発地震を用いて、b 値の空間分布を求め、山中・菊池⁴⁾ のアスペリティの分布、岡田・他⁵⁾ の福島県沖のアスペリティの分布と比較した。アスペリティでは b 値が小さいという結果が得られた。

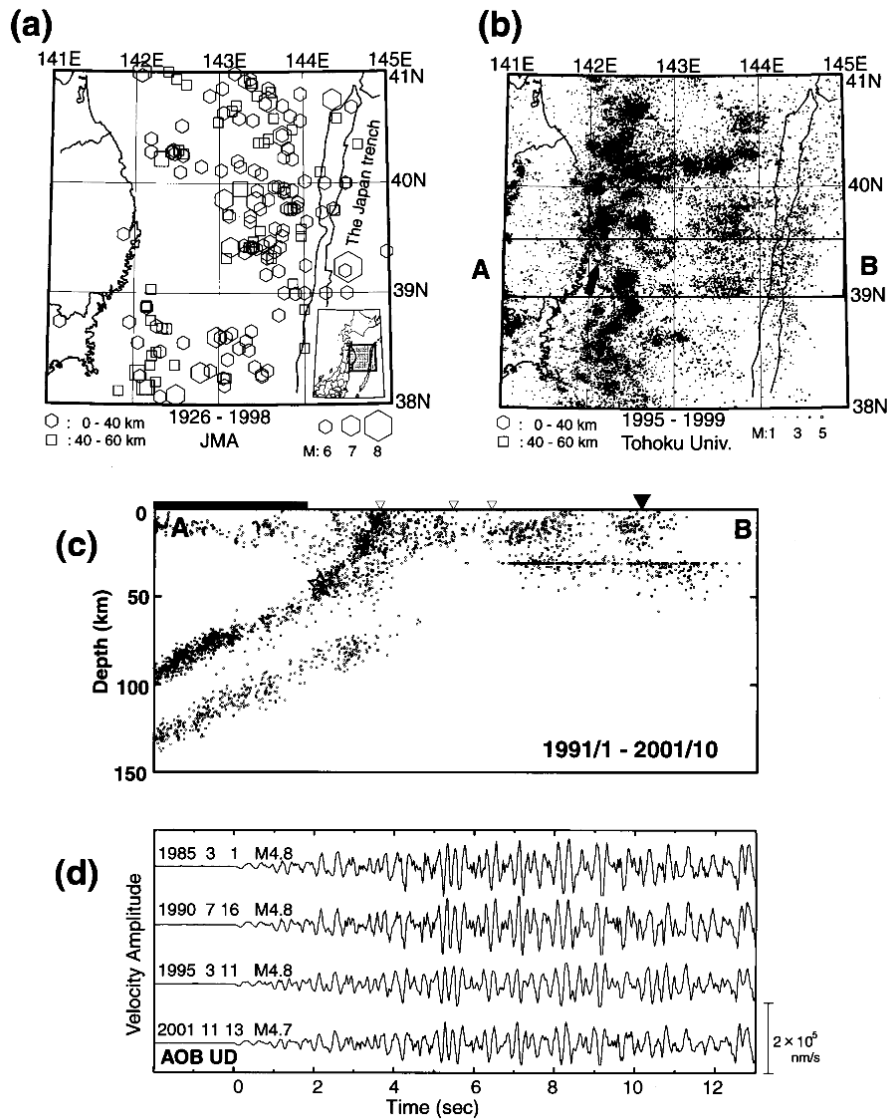
参 考 文 献

- 1) 五十嵐俊博, 東北日本弧におけるプレート沈み込み過程 - 小地震データ解析に基づく研究 -, 東北大学博士論文, 116pp., 2000.
- 2) Nadeau, R. M., and L. R. Johnson, Seismological studies at Parkfield VI: Moment release rates and estimates of source parameters for small repeating earthquakes, Bull. Seismol. Soc. Am., 88, 790-814, 1998.
- 3) 西村卓也, GPS データから推定された東北日本におけるプレート間相互作用の時空間変動, 東北大学博士論文, 123pp., 1987.
- 4) 山中佳子・菊地正幸, 日本付近のアスペリティマップ: 東北編, 地球惑星科学関連学会 2001 年合同大会, Sy-005, 2001.
- 5) 岡田知己・山下哲央・長谷川昭・小池二郎・高濱聡, 2001 年 2 月 25 日福島県沖に発生した地震 (M5.8) の発生過程, 日本地震学会秋季大会講演予稿集, C68, 2001.
- 6) Aki, K., Scaling law of earthquake source time-function, Geophys. J. R. astr. Soc., 31, 3-25, 1972.
- 7) Igarashi, T., T. Matsuzawa, N. Umino and A. Hasegawa, Spatial distribution of focal mechanisms for interplate and intraplate earthquakes associated with the subducting Pacific plate beneath the northeastern Japan arc: A triple-planed deep seismic zone, J. Geophys. Res., 106, 2177-2191, 2001.
- 8) Wiemer, S., and R. F. Zuniga, ZMAP - a software package to analyze seismicity, EOS, Trans., AGU Fall Meeting, AGU, 75, 456, 1994.



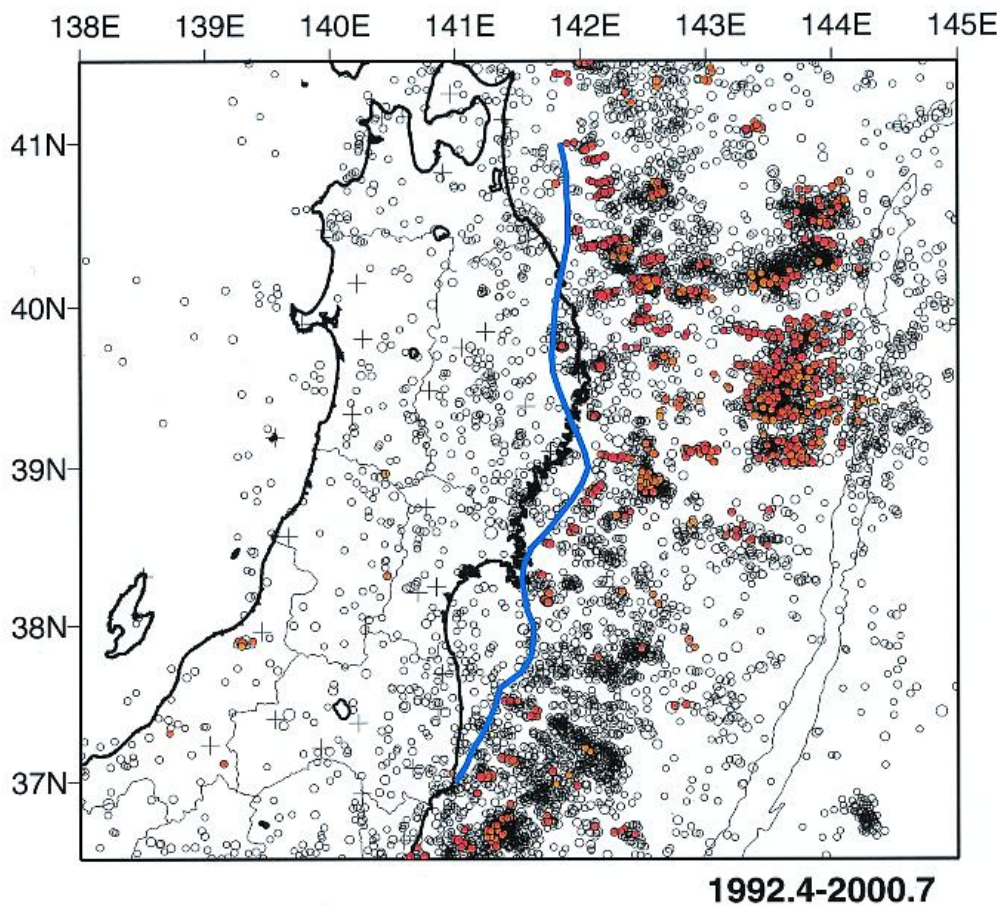
第1図 釜石沖の固有地震的活動。(a) 地震クラスターで発生した地震のM-T図。(b) 釜石沖の地震クラスターで発生した地震のモーメント積算分布。地震モーメント (M_0 ; Nm) は、Aki⁶⁾による $\log M_0 = 1.5 M + 9.0$ の経験式を用いてマグニチュード (M) から計算した。

Fig.1 Seismic activity for events belonging to the cluster off Kamaishi that shows 'characteristic' nature. (a) Magnitude-time diagram. (b) Cumulative seismic moment.



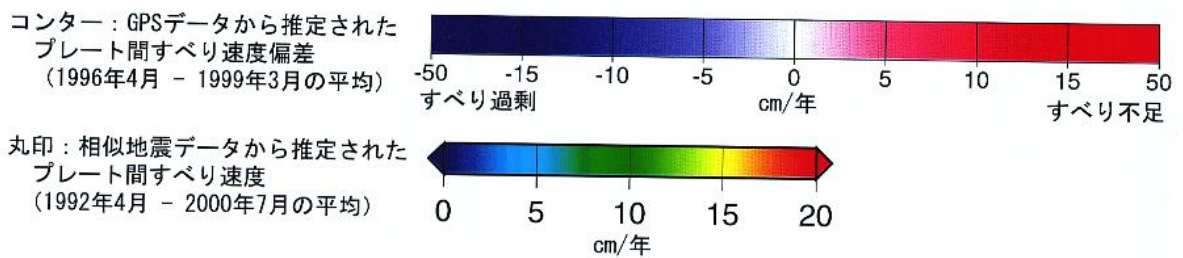
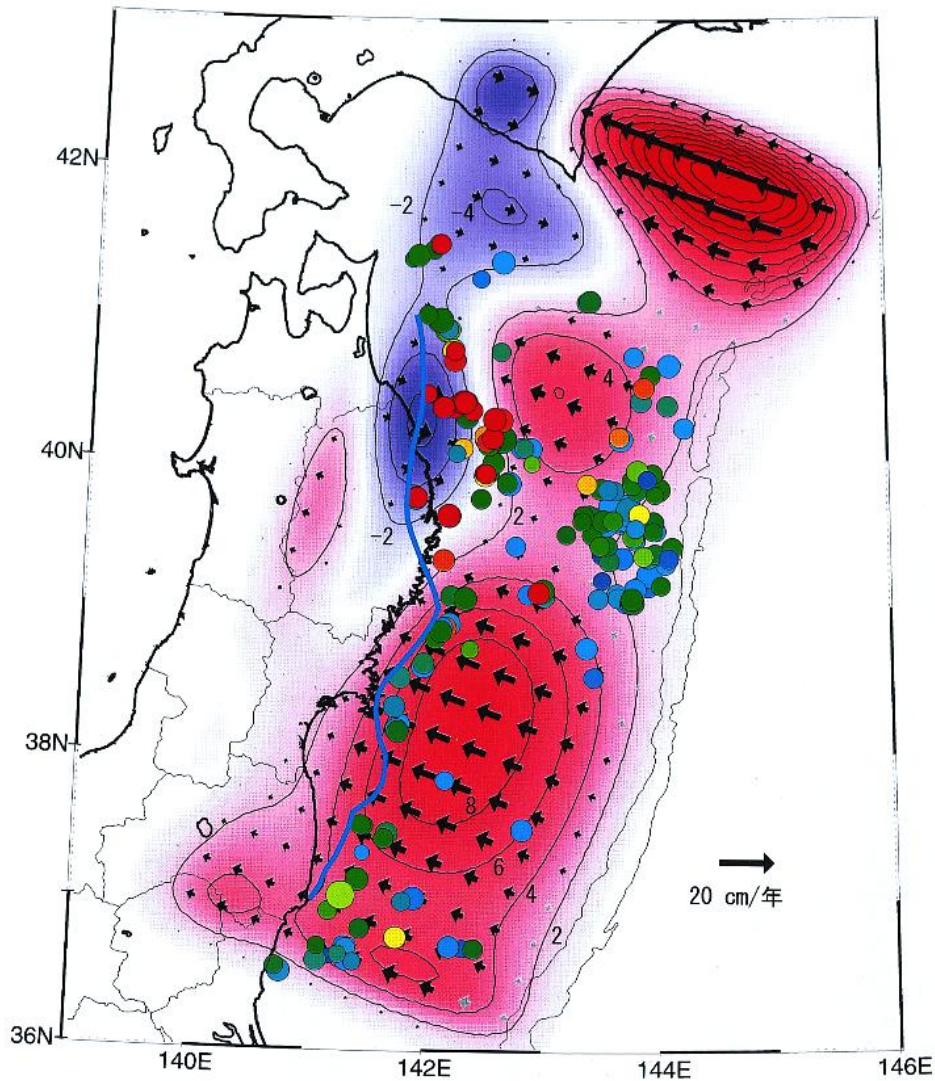
第2図 釜石沖周辺の地震活動と固有地震的クラスターの波形例。(a) 1926年-1998年に発生した $M6$ 以上の浅発地震の震央分布(気象庁地震月報による)。(b) 1995年-1999年に発生した微小地震($h < 60$ km)の震央分布。釜石沖の固有地震的クラスターを矢印で示す。(c)釜石沖の地震活動の深さ分布。図(b)に示した領域AB内の地震の東西鉛直断面を示す。2001年11月13日の地震($M4.7$)の位置を \star 印で表す。 ∇ 印は光ケーブル式海底地震計, \blacktriangledown 印は日本海溝,上部の太実線は陸地の位置を示す。(d)釜石沖の地震の波形例。青葉山観測点(震央距離約160km)の1秒地震計で記録された上下動速度波形記録を,1985,1990,1995,2001年の地震について示す。

Fig.2 Seismic activity off Kamaishi and examples of waveforms for the 'characteristic' earthquakes. (2) Epicenter distribution of shallow events with $M6$ or larger for the period from 1926 to 1998 (after JMA catalogue). (b) Epicenter distribution of shallow microearthquakes for the period from 1995 to 1999. Arrow indicates the location of the cluster containing the 'characteristic' earthquakes. (c) Vertical cross-section of the hypocenter distribution for the events in the rectangle labeled AB in figure (b) but for the period from January 1991 to October 2001. Star denotes the hypocenter for the $M4.7$ event that occurred on November 13, 2001. Open and solid triangles represent the locations of OBS and the Japan trench, respectively. (d) Examples of UD component seismograms for the 'characteristic' earthquakes off Kamaishi observed at Aobayama station whose epicenter distance is about 160km. The seismometer is of velocity type with eigen-frequency of 1 Hz.



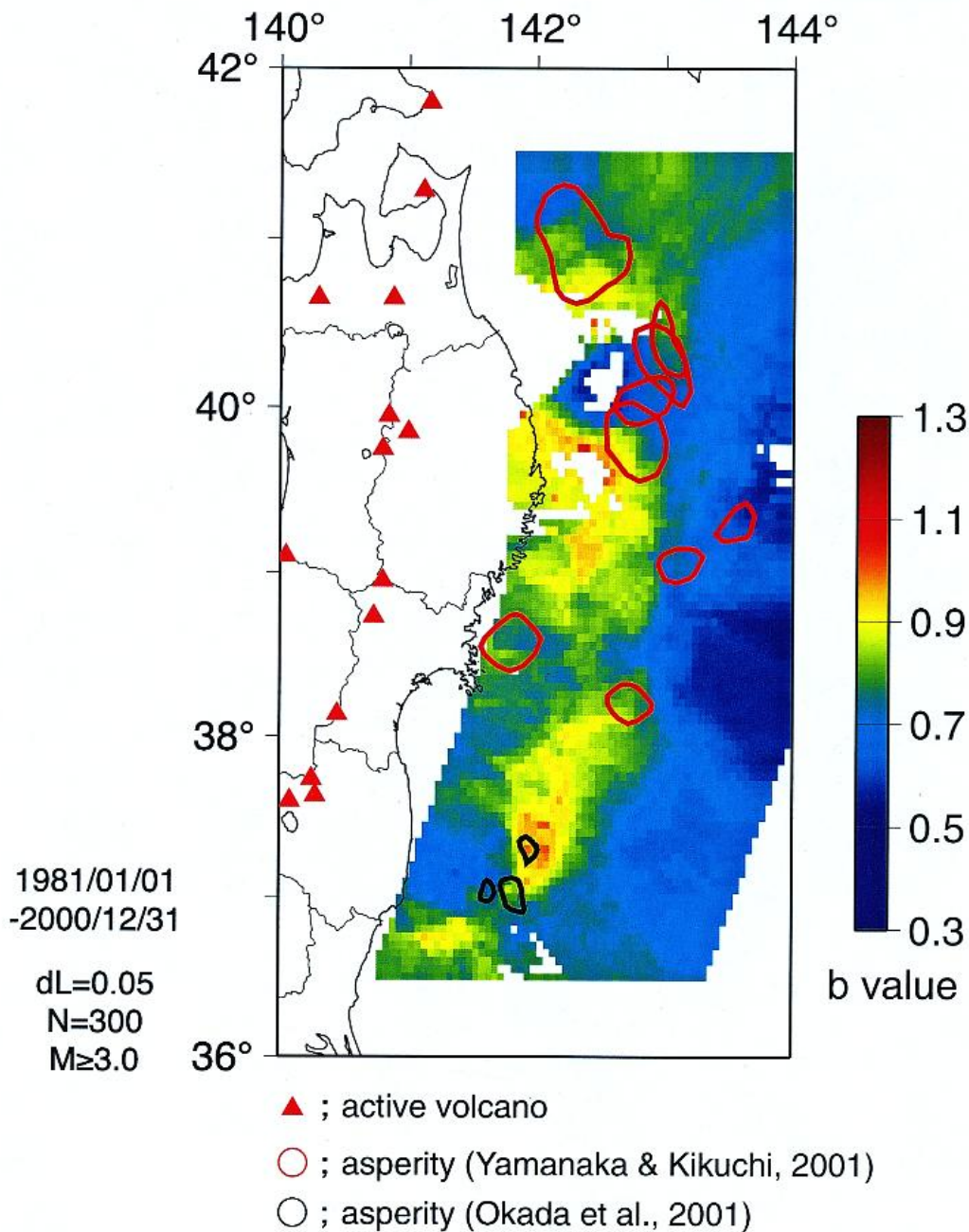
第3図 1992年4月から2000年7月の期間に、プレート境界およびプレート内で発生した相似地震の空間分布¹⁾ ($M \geq 3.0$ 以上)。複数の観測点で波形の相関係数が0.95以上となった地震を相似地震と判定し、赤丸で示す。白丸は相似地震ではないと判定された地震を表す。判定に使用した観測点をプラス印で示す。太平洋沿岸付近の青線は低角逆断層型地震の分布の西縁を示す⁷⁾。

Fig.3 Epicenter distribution for similar earthquakes¹⁾. Red and open circles denote the epicenters of similar earthquakes and other earthquakes with $M \geq 3.0$, respectively.



第4図 GPSデータと相似地震データの解析によって推定された、プレート境界におけるすべり速度分布。西村³⁾がGPSデータによって推定した1996年4月から1999年3月の期間の平均速度分布を、コンターと矢印で示す。コンター間隔は2cm/yearであり、赤色の部分がバックスリップの領域を表す。丸印は相似地震群の分布を示し、このデータによって推定された1992年4月から2000年7月の期間の平均すべり速度を色で表す¹⁾。太平洋沿岸付近の青線は低角逆断層型地震の分布の西縁を示す⁷⁾。

Fig.4 Slip rate on the plate boundary estimated from GPS data and similar earthquake data. Contour line and arrow indicate the backslip rate estimated from the GPS data for the period from April 1996 to March 1999 after Nishimura³⁾. Circle represents the location of similar earthquake and its color indicates the slip rate estimated from the data for the period from April 1992 to July 2000¹⁾.



第5図 太平洋下浅部のb値とアスペリティ。赤実線と黒実線はそれぞれ、山中・菊地⁴⁾と岡田・他⁵⁾によって推定されたアスペリティの領域を表す。赤三角は活火山。1981年1月1日ー2000年12月31日に発生したM3以上の地震を使用した。0.05度間隔のグリッドを配置し、ZMAP⁸⁾を用いて、各グリッドから最寄りの300個の地震データから最尤法によりb値を推定した。

Fig.5 Map of b values estimated from the events with $M \geq 3.0$ shallower than 60 km depth beneath the Pacific Ocean. The b values are calculated from 300 event data every 0.05 degrees using ZMAP software⁸⁾. The maximum likelihood method was used to estimate the b values. The period covered by the data is 1981 through 2000. Red and black lines show asperities estimated by Yamanaka and Kikuchi⁴⁾ and Okada et al.⁵⁾, respectively. Active volcanoes are also shown by red triangles.