

3-8 東北地方周辺における b 値の空間分布

Spatial variation of b-value in northeastern Japan.

気象庁気象研究所

Meteorological Research Institute, JMA

1. はじめに

弘瀬・他¹⁾²⁾では、東北日本太平洋下の b 値の空間分布を推定し、Yamanaka and Kikuchi³⁾により推定されたアスペリティは高 b 値域を避けるように分布していることを報告した。今回、地震データの期間を延長することで、b 値の空間分解能を上げた。その結果について報告する。

2. データ・解析手法

1990 年から 2011 年 2 月までの期間に決定された気象庁一元化震源 ($M \geq 3.0$, 深さ 90 km 以浅)のうち、太平洋プレート境界付近および二重深発地震面の上面で発生している地震を抽出した(第 1 図)。震源の抽出には、地震検索・地震活動解析プログラム REASA⁴⁾を用いた。

b 値の推定には Wiemer による解析ツール ZMAP⁵⁾を用いた。0.05 度グリッドを配置し、各グリッドから最寄りの 200 個の地震を取り出し、そのグリッドでの下限マグニチュード M_c を Wiemer and Wyss の手法⁶⁾で推定した。この方法は、地震の大きさ分布は G-R 式に従うものと仮定し、地震の検知能力を、観測された規模別頻度分布と理論的な G-R 式との適合の度合い (R 値) から推定するものである。R 値が 90 以上の最小のマグニチュードを下限マグニチュード M_c とし、R 値が 90 未満の場合は、そのグリッドで b 値を推定しない。データが G-R 式に従うという仮定が成り立たない場合(上に凸、下に凸、蛇行、折れ曲がり)に、このようなことが発生する。以上のような手続きから推定できた M_c 以上の地震を用いて、最尤法⁷⁾で b 値を推定した。ただし、 M_c 以上の地震が 50 個未満の場合も b 値を推定しないこととし、第 2 図では灰色で示している。

3. 結果・議論

推定した b 値の空間分布を第 2 図に示す。使用したデータが異なるものの、弘瀬・他¹⁾²⁾の結果同様、次の 2 つの大きな特徴が挙げられる。

- ・太平洋下浅部では、b 値は海溝側で小さく陸側で大きい。
- ・高 b 値域は、プレート境界上のアスペリティを避けるように分布している。

岩石実験⁸⁾からは、応力が高いと b 値は小さく、応力が低いと b 値は大きくなることが知られており、低 b 値域はアスペリティ近傍で応力が高いことを反映していると考えられている。そのため、低 b 値域(第 2 図の青い領域)は未知のアスペリティの存在も示している可能性がある。

(弘瀬冬樹)

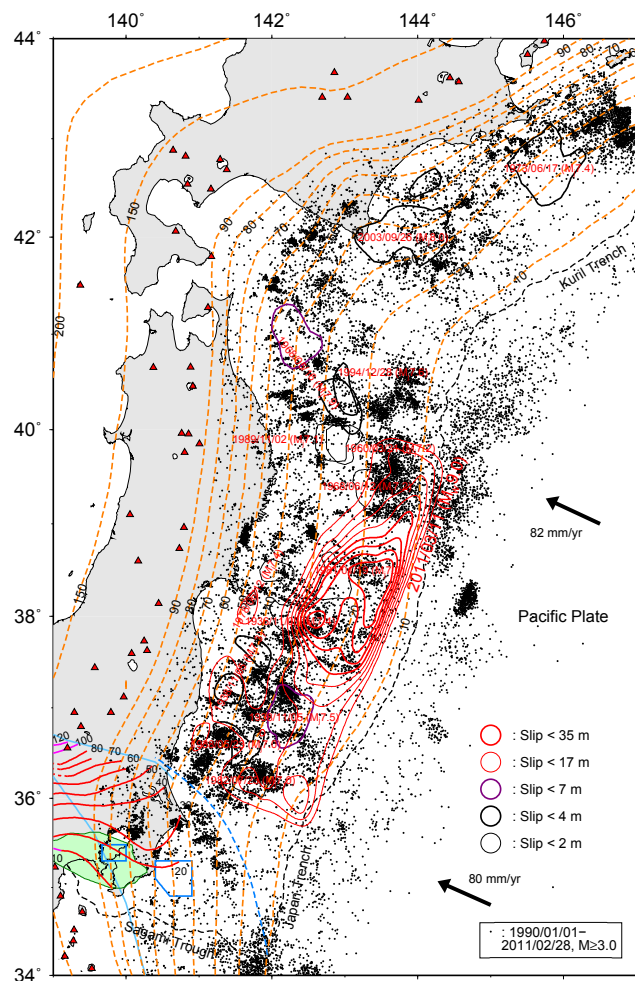
参 考 文 献

- 1) 弘瀬冬樹, 中村綾子, 長谷川昭, アスペリティの破壊に伴う b 値の変化－東北日本太平洋下の b 値の時空間分布－, 地震 2, 55, 249-260 (2002).
- 2) 弘瀬冬樹, 高山博之, 前田憲二, 日本周辺の b 値の空間分布, 日本地球惑星科学連合 2006 年大会,

S110-P015 (2006).

- 3) Yamanaka, Y., and M. Kikuchi, Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data, *J. Geophys. Res.*, 109, B07307, doi:10.1029/2003JB002683 (2004).
- 4) 明田川保, 伊藤秀美, 弘瀬冬樹, X Window System を用いた地震検索・地震活動解析プログラム (REASA) の開発, *験震時報*, 70, 51-66 (2007).
- 5) Wiemer, S. : , Analysis of seismicity, New techniques and case studies, Dissertation thesis, 151 pp, University of Alaska, Fairbanks, Alaska (1996).
- 6) Wiemer, S. and M. Wyss, Minimum magnitude of completeness in earthquake catalogs: Examples from Alaska, the western United States, and Japan, *Bull. Seism. Soc. Am.* 90, 859–869 (2000).
- 7) 宇津徳治, 地震の規模別度数の統計式 $\log n=a-bM$ の係数 b を求める一方法, *北海道大学地球物理研究報告*, 13, 99-103 (1965).
- 8) Scholz, C. H., The frequency-magnitude relation of microfracturing in rock and its relation to earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 58, 399-415 (1968).
- 9) 室谷智子, 菊地正幸, 山中佳子, 1938 年に起きた複数の福島県東方沖地震の破壊過程, *地球惑星科学関連学会合同大会予稿集*, S052-004 (2003).
- 10) 室谷智子, 菊地正幸, 山中佳子, 近地強震計記録を用いた 1982 年茨城県沖地震の震源過程, *日本地震学会講演予稿集秋季大会*, P029 (2003).
- 11) Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto and S. Aoki, Source process of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data, *Earth Planets Space*, 58, 1-5, doi: 10.5047/eps.2011.05.011 (2011).
- 12) Kita, S., T. Okada, A. Hasegawa, J. Nakajima, and T. Matsuzawa, Anomalous deepening of a seismic belt in the upper-plane of the double seismic zone in the Pacific slab beneath the Hokkaido corner: Possible evidence for thermal shielding caused by subducted forearc crust materials, *Earth Planet. Science Lett.*, 290, 415-426 (2010).
- 13) Nakajima, J., and A. Hasegawa, Anomalous low-velocity zone and linear alignment of seismicity along it in the subducted Pacific slab beneath Kanto, Japan: Reactivation of subducted fracture zone?, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L16309, doi: 10.1029/2006GL026773 (2006).
- 14) Nakajima, J., F. Hirose, and A. Hasegawa, Seismotectonics beneath the Tokyo metropolitan area, Japan: Effect of slab-slab contact and overlap on seismicity, *J. Geophys. Res.*, 114, B08309, doi:10.1029/2008JB006101 (2009).
- 15) 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭, Double-Difference Tomography 法による関東地方の 3 次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, *地震* 2, 60, 123-138 (2008).
- 16) Nakajima, J., F. Hirose, and A. Hasegawa, Seismotectonics beneath the Tokyo metropolitan area, Japan: Effect of slab-slab contact and overlap on seismicity, *J. Geophys. Res.*, 114, B08309, doi:10.1029/2008JB006101 (2009).
- 17) Uchida, N., T. Matsuzawa, J. Nakajima, and A. Hasegawa, Subduction of a wedge-shaped Philippine Sea plate beneath Kanto, central Japan, estimated from converted waves and small repeating earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 115, B07309, doi:10.1029/2009JB006962 (2010).

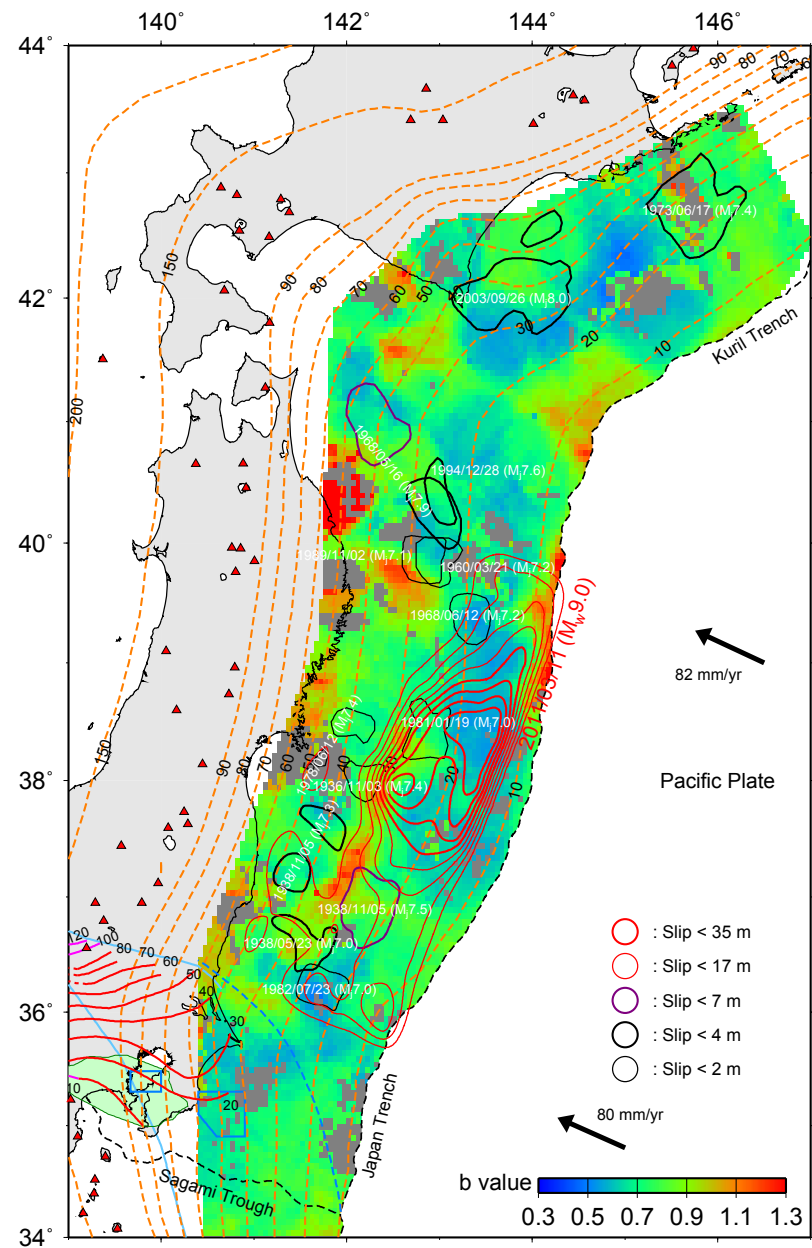
- 18) Wald, D. J., and P. G. Somerville, Variable-slip rupture model of the great 1923 Kanto, Japan, earthquake: Geodetic and body-waveform analysis, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 85, 159-177 (1995).
- 19) 広瀬一聖, 川崎一郎, 岡田義光, 鷲谷威, 田村良明, 1989年12月東京湾サイレント・アースクエイクの可能性, *地震* 2, 53, 1, 11-23 (2000).
- 20) Ozawa, S., S. Miyazaki, Y. Hatanaka, T. Imakiire, M. Kaidzu, and M. Murakimi, Characteristic silent earthquakes in the eastern part of the Boso peninsula, Central Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 30, 1283, doi: 10.1029/2002GL016665 (2003).
- 21) Sagiya, T, Interplate coupling in the Kanto district, Central Japan, and the Boso peninsula silent earthquake in May 1996, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 2327-2342 (2004).
- 22) Wei, D., and T. Seno, Determination of the Amurian plate motion, in “Mantle dynamics and plate interactions in East Asia” , *Geodynamics. Series*, 27, ed. by M. F. J. Flower, S. L. Chung, C. H. Lo, and T. Y. Lee, pp. 337-346, AGU, Washington D. C. (1998).



第1図 解析に用いた地震の震央とアスペリティ分布

1990年から2011年2月までの期間に決定された気象庁一元化震源 ($M \geq 3.0$, 深さ 90 km 以浅)のうち、太平洋プレート境界付近および二重深発地震面の上面で発生している地震を抽出。アスペリティはYamanaka and Kikuchi⁹⁾および室谷・他¹⁰⁾によるもので、最大すべり量の50%以上をアスペリティと定義して黒または紫で縁取っている。またYoshida et al.¹¹⁾による震源過程解析によって推定されたすべり量のコンターを4 m 間隔の赤実線で示し、最大すべり量の50%以上を太い実線で示している。その他に、橙破線は太平洋スラブ等深線^{12) 13) 14)}、関東地方の赤および紫実線はフィリピン海スラブ等深線^{15) 16)}をそれぞれ示す。青破線はフィリピン海スラブの北東端¹⁷⁾、青実線で挟まれた領域はフィリピン海スラブと太平洋スラブの接触域¹⁶⁾をそれぞれ示す。緑領域は関東地震¹⁸⁾のアスペリティを示す。青領域はスロースリップ域 [e.g. 広瀬・他 (2000)⁹⁾; Ozawa et al. (2003)²⁰⁾; Sagiya (2004)²¹⁾]を示す。矢印は陸のプレート (ユーラシア、アムール、およびオホーツクプレート) に対するフィリピン海プレートおよび太平洋プレートの沈み込みベクトル²²⁾を示す。

Fig.1 The asperity distribution and epicenters of earthquakes used in this study



第2図 推定されたb値とアスペリティ分布

b値の推定基準を満たしていない領域 (本文参照) は灰色で示している。その他のシンボルについては第1図参照。

Fig.2 Estimated b-value and asperity distribution