

12 - 3 千島海溝沿い小繰り返し地震の解析結果について Small repeating earthquakes along the Kuril Trench

東北大学理学研究科
Graduate School of Science, Tohoku University

中小地震の活動から大地震のすべり域の特徴を知ることができれば、将来起こりうる地震像を明らかにするための有効な情報となりうる。本研究では小繰り返し地震（相似地震）の活動およびそれから推定されるプレート間すべりについて、千島海溝沿いでの特徴を2011年にM9の地震が発生した東北地方東方沖での特徴と比較することにより、北海道南東沖の巨大地震発生ポテンシャルについて考察した。2011年東北地方太平洋沖地震の解析では、そのすべり域周辺に対して以下の4つの特徴があることが分かった。1) 大すべり域を中心とする広域で高いカップリング率が推定される。2) プレート境界型地震の発生域下限付近まで高カップリング領域が存在。3) プレート境界型地震の発生域下限付近でのM7クラスの地震（の繰り返し）が存在。4) 海溝近傍の低地震活動と低繰り返し地震活動。これらが巨大地震の発生域の特徴として普遍的なものであるかどうかは、いまだ明らかではないが、巨大地震の発生と関係すると考えられる理由はいくつかあげられる。1)は将来地震を発生させる場所では、すべり欠損を蓄えている必要があり、巨大地震のすべり域では、それが広範囲に及ぶ必要があることによると思われる。2)はカップリング領域の *downdip* 方向の拡がりを示しており、飯尾・松澤(2012)¹⁾では、断層の幅方向の拡がり巨大地震発生の重要な要因として指摘している。3)は大きな固着領域の *downdip* 領域での応力集中による間欠的な固着のはがれ、4)は浅部プレート境界での固着の表れと解釈できる。したがって同様な特徴が北海道南東沖で見られるかどうかは、十分検討に値すると考えられる。

第1図に、1992～2011年の北海道東方沖での小繰り返し地震グループの分布を示す。小繰り返し地震は、コンターで示した3つの大地震（1968年十勝沖地震、1973年根室半島沖地震、2003年十勝沖地震）のすべり域の中心付近には少ない傾向がある。比較的広い小繰り返し地震の空白域として、根室半島はるか沖の海溝近傍の領域A（以下、空白域A）と海溝折れ曲がり近傍の領域B（以下、空白域B）があることがわかる（特徴4）。これらの領域は、小繰り返し地震以外の地震活動も低い。第2図に小繰り返し地震の積算すべりとプレート収束速度²⁾より見積もった1993～2007年のカップリング率分布を日本海溝沿いの結果³⁾とともに示す。なお、解析期間中に2003年十勝沖地震(M8.0)が発生しており、小繰り返し地震からもその余効すべりが推定されている(Uchida et al. 2009⁴⁾、第3図；青色で表示)。その影響で、この地震のすべり域周辺では若干カップリングが小さく推定されている可能性がある。カップリング率の空間分布をみると、東北地方東方沖に加え、北海道南東沖でも比較的広域に高カップリング域（第2図橙色丸）が存在する（特徴1）。このような特徴は、各領域での積算すべり（第3図、傾きがすべりレートを示す）でも確認することができる。また、第3図をみると、プレート境界型地震の *downdip limit* 付近（領域1, 2, 3, 4, 7, 11, 15;赤色で表示）では概ねすべりレートが大きく、定常的なすべりがみられる。そのうち空白域Aの深部の領域2, 3, 4ではすべりレートがそれほど大きくはない（特徴2）。また、空白域Aの深部に1973年根室半島沖地震(M7.4)が発生している

(第2図緑コンター, 特徴3). 一方, 空白域Bのプレート沈み込み方向深部には, M7-8クラスの地震は知られておらず, すべりレートも比較的速い(第3図, 領域11). この付近の低地震活動はプレートの折れ曲がり影響している可能性も考えられる.

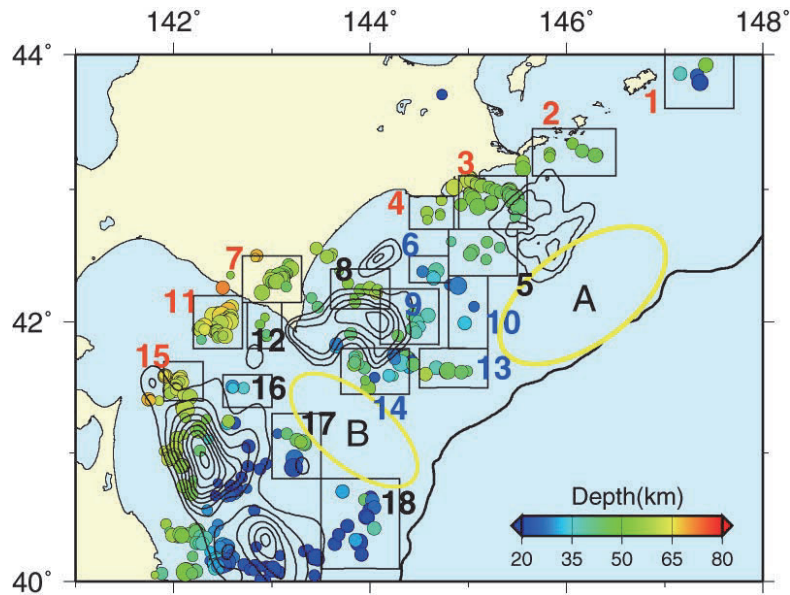
以上のように北海道南東沖では, 根室半島はるか沖の海溝近傍(空白域A)およびその周辺で東北地方太平洋沖地震の大すべり域周辺にみられた4つの特徴をもつことが分かった(第2図). この北海道東方沖の海溝近傍の繰り返し地震空白域・低地震活動域を中心とした周囲の領域が, 地質学的データから推定されている約500年間隔の地震⁵⁾の発生域の候補の1つとして考えられる. 一方, 島弧会合部である海溝折れ曲がり付近にも繰り返し地震活動の低い領域(空白域B)がありこの領域の地震ポテンシャルについても今後検討していく必要がある.

謝辞: 北海道周辺の解析においては主として北海道大学の長年のデータを使わせていただきました. 記して感謝申し上げます.

(内田直希)

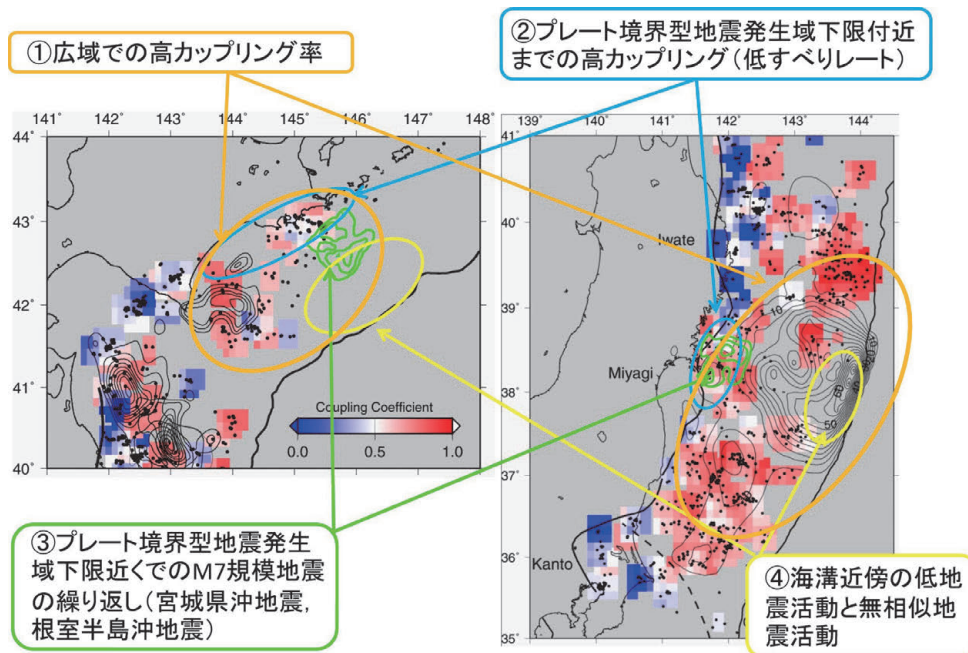
参 考 文 献

- 1) 飯尾能久・松澤暢. 東北地方太平洋沖地震の発生過程—なぜM9が発生したのか?—. *地質学雑誌*, 印刷中 (2012).
- 2) Sella, G. F., Dixon, T. H. and Mao, A. REVEL: A model for Recent plate velocities from space geodesy. *J. Geophys. Res.* **107**, 2081, doi:10.1029/2000jb000033 (2002).
- 3) Uchida, N. and Matsuzawa, T. Coupling coefficient, hierarchical structure, and earthquake cycle for the source area of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake inferred from small repeating earthquake data. *Earth Planets and Space* **63**, 675-679, doi:10.5047/eps.2011.07.006 (2011).
- 4) Uchida, N., Yui, S., Miura, S., Matsuzawa, T., Hasegawa, A., Motoya, Y. and Kasahara, M. Quasi-static slip on the plate boundary associated with the 2003 M8.0 Tokachi-oki and 2004 M7.1 off-Kushiro earthquakes, Japan. *Gondwana Research* **16**, 527-533 (2009).
- 5) Nanayama, F., Satake, K., Furukawa, R., Shimokawa, K., Atwater, B. F., Shigeno, K. and Yamaki, S. Unusually large earthquakes inferred from tsunami deposits along the Kuril trench. *Nature* **424**, 660-663, doi:http://www.nature.com/nature/journal/v424/n6949/supinfo/nature01864_S1.html (2003).
- 6) Yamanaka, Y. and Kikuchi, M. Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data. *J. Geophys. Res.* **109**, B07307, doi:10.1029/2003jb002683 (2004).
- 7) Iinuma, T., Hino, R., Kido, M., Inazu, D., Osada, Y., Ito, Y., Ohzono, M., Tsushima, H., Suzuki, S., Fujimoto, H. and Miura, S. Coseismic slip distribution of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (M9.0) refined by means of seafloor geodetic data. *J. Geophys. Res.* **117**, doi:10.1029/2012JB009186 (2012).
- 8) Uchida, N., Nakajima, J., Hasegawa, A. and Matsuzawa, T. What controls interplate coupling?: Evidence for abrupt change in coupling across a border between two overlying plates in the NE Japan subduction zone. *Earth Planet. Sci. Lett.* **283**, 111-121 (2009).



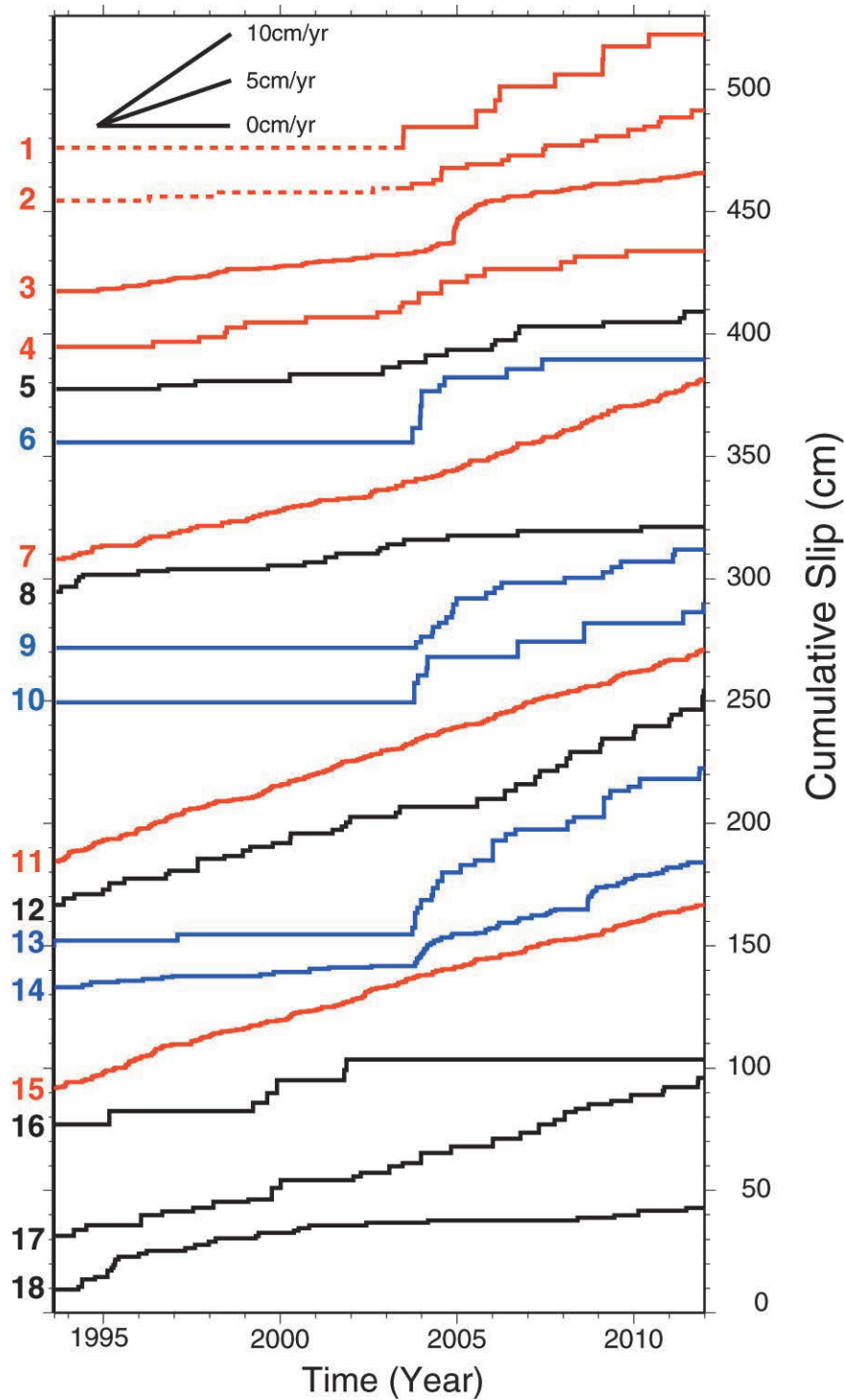
第1図. 北海道南東沖の小繰り返し地震グループの分布 (丸印). 丸の色はグループの地震の平均の深さを示す. コンターは Yamanaka and Kikuchi (2004)⁶⁾による M7 以上の地震のすべり量分布. 矩形は第3図で平均の積算すべりを推定した領域を示す. 黄色楕円は繰り返し地震活動が低い場所.

Fig.1 Distribution of small repeating earthquake groups (circles) southeast off Hokkaido. Color of circle shows averaged depth of the earthquakes in the group. Contours denote slip distribution of $M \geq 7$ earthquakes⁶⁾. Yellow ellipsoids represent regions of low repeating earthquake activities.



第2図. 北海道南東沖 (左) および東北地方東方沖 (右) の繰り返し地震分布 (黒丸) およびそれにより推定したプレート間カップリング率 (カラー) の比較. カップリング率は $0.3^\circ \times 0.3^\circ$ のグリッドごとに, 3つ以上の小繰り返し地震グループが存在する場所について推定した. 緑および黒のコンターは M7 以上の地震のすべり量分布 (Yamanaka and Kikuchi, 2004⁶⁾; Iinuma et al., 2012⁷⁾). 関東地方の沖の破線は, フィリピン海プレートの北東限 (Uchida et al., 2009⁸⁾).

Fig.2 Distribution of small repeating earthquake groups (black circles) and interplate coupling ratios (color) estimated from the repeating earthquake data. The coupling coefficient is estimated for each 0.3° by 0.3° degree window where three or more repeating earthquake groups exist. Green and black contours denote slip distributions of $M \geq 7$ earthquakes (Yamanaka and Kikuchi, 2004⁶⁾; Iinuma et al., 2012⁷⁾). Broken line off Kanto shows the northeastern limit of the Philippine Sea plate⁸⁾.



第3図. 北海道南東沖の小繰り返し地震の積算すべり. 第1図の18の矩形領域に存在するグループの平均の積算すべりを示す. 赤はプレート境界型地震の downdip limit 付近の領域, 青は2003年十勝沖地震の余効すべりがみられる領域, 黒はそれ以外の領域.

Fig.3 Averaged cumulative slip time series of small repeating earthquakes southeast off Hokkaido. Location of the analysed area for each time series is shown in Figure 1. The time series in red, blue and black are for regions that located near the downdip limit of interplate earthquakes, regions that show the afterslip of the 2003 Tokachi-oki earthquake and other regions.