

12-4 関東下のプレート構造と地震活動 Plate structures and seismicity beneath Kanto

中島淳一

Junichi Nakajima

東京工業大学

Tokyo Institute of Technology

稠密な地震観測網で記録した良質の地震波形データを用いたこれまでの研究により、関東地方のプレート構造と地震テクトニクスが徐々に進んできた。たとえば、1885年以降に発生した5つのM7クラスのうち、1921年茨城県南部の地震と1987年千葉県東方沖地震はフィリピン海プレート最東端部の地震波低速度・高減衰域の西縁で発生した横ずれ地震であり、その発生メカニズムはプレート東側の沈み込み遅れで説明できる¹⁾。また、1922年の浦賀水道の地震のメカニズム解は関東地震のアスペリティの固着によって生じるフィリピン海プレート内の応力分布で説明できることもわかっている²⁾。

フィリピン海プレートの沈み込みと密接に関係した構造として、1923年関東地震のアスペリティの深部延長の深さ30–50 kmに見出されているフィリピン海プレート直上の低速度域がある。この低速度域は蛇紋岩化したマンテルウエッジと解釈されていたが³⁾、少なくとも深さ40 km以深の低速度域はプレート境界直下の海洋性地殻であるとの指摘もある⁴⁾。この低速度域周辺ではプレート境界地震は発生していないことから、この低速度域がプレート境界の摩擦特性を規定している可能性がある。深さ30–40 kmの低速度域の成因を明らかにし、プレート境界での摩擦特性を理解することが関東地方における今後の研究の重要な課題の一つである。

1995年アントファガスタ地震（チリ）や2011年東北地方太平洋沖地震では地震発生後の数ヶ月間に上盤側の構造変化や地震活動の活発化が報告されている。これは巨大地震によりプレート境界の不透過層が破れ、上盤に水が供給されたことに起因すると解釈されている。本稿では、最新の研究としてスロースリップと解釈できるプレート境界すべりに伴う排水の可能性を報告する。茨城県南西部で発生しているフィリピン海プレート境界上の繰り返し地震（第1図）を用いて、プレート境界のすべり速度を推定したところ、プレート境界では約1年周期ですべり速度が大きくなることが明らかになった。この地域ではスロースリップの発生は報告されていないが、このプレート境界のすべり速度の周期性は、そこでスロースリップが周期的に発生していることを強く示唆している。次に、その上盤で発生する地震（第1図）の活動度変化を調べたところ、2011年東北地方太平洋地震前は、スロースリップよりも約0.3年遅れて上盤の地震活動が活発化していること、2013年以降はその遅れは約0.1年に縮まったことが明らかになった。さらにP波スペクトル比法を用いて、プレート境界直上の減衰の時間変化を推定したところ、スロースリップの発生時に減衰が大きくなることが明らかになった。プレート境界のスロースリップ、上盤の地震活動、プレート境界直上の減衰変化に時間的な相関があるという観測事実は、プレート境界すべりがその原因であることを強く示唆している。

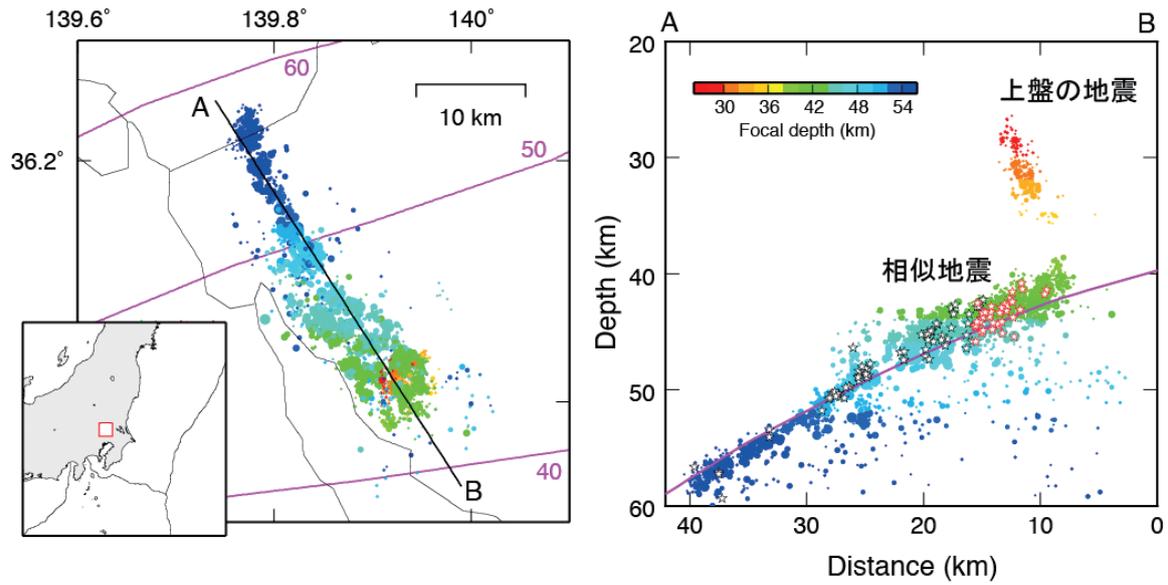
スロースリップによる応力変化が上盤側の地震活動や減衰の増加に影響を与える可能性も否定できないが、上盤地震が活発化するまでに0.1–0.3年の時間差があること、スロースリップが終わると減衰が小さくなることから、スロースリップによる静的応力変化のみが原因であるとは考えにくい。そこで巨大地震で報告されているプレート境界からの排水がスロースリップでも起きていると考え、

結果の解釈を行った。排水された水が上盤内を上昇するとそこでの減衰を大きくし、さらに浅部に移動する過程で間隙水圧を上昇させる場所があると、そこで上盤側の地震活動を誘発するであろう。スロースリップと上盤地震の時間差は流体の移動とそれに伴う間隙水圧の上昇に要した時間と解釈できる。

もしこの解釈が正しく、スロースリップに伴いプレート境界からの排水が起こるならば、それはプレート境界地震のポテンシャル評価に大きな意味をもつ。今回の領域では、排水された水は上盤内を上昇することを示唆しているが、もし上盤が不透水層であれば水はプレート境界に沿って浅部に移動するであろう。その際、浅部の固着域に十分な水が供給されると、そこでの有効法線応力が減少し、せん断破壊を促進する可能性がある。つまりスロースリップに伴って、これまで考えられてきた「stress transfer (応力擾乱)」だけではなく、「fluid transfer (水移動)」が起こることが示唆される。

参考文献

- 1) Nakajima, J. and A. Hasegawa, Cause of M~7 earthquakes beneath the Tokyo metropolitan area, Japan: Possible evidence for a vertical tear at the easternmost portion of the Philippine Sea slab. *J. Geophys. Res.*, **115**, B04301, doi:10.1029/2009JB006863, 2010.
- 2) Nakajima, J., A. Hasegawa, and F. Hirose, Stress regime in the Philippine Sea slab beneath Kanto, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L16318, doi:10.1029/2011GL048754, 2011.
- 3) Kamiya, S., and Y. Kobayashi, Seismological evidence for the existence of serpentinized mantle wedge, *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 819–822, 2000.
- 4) 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.



第1図 (左) 解析した地震活動. シンボルの色は深さに対応している. 紫の線はフィリピン海プレートの上部境界面の深さを表す. (右) 測線A-Bに沿う地震活動の鉛直断面図. 星は相似地震であり, すべり量の推定には赤色の星の地震を用いた.

Fig. 1 (Left) Seismicity analyzed in this study. Colors denote focal depths of earthquakes. Iso-depth contours of the Philippine Sea slab are shown by purple lines. (Right) A vertical cross section of seismicity along line A-B. Stars denote small repeating earthquakes. Slip rates on the megathrust are estimated using repeater sequences shown by red stars.