

12 – 15 関東地方の地震テクトニクスと M7 クラスの地震について Seismotectonics and M7-class earthquakes beneath Kanto

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

関東地方下には太平洋プレートとフィリピン海プレートが沈み込んでおり、1923 年の関東地震を始めとする多くの被害地震が発生してきた。地震調査研究推進本部は、1885 年以降に発生した 5 つの M7 程度の地震（1894 年明治東京地震、1895 年、1921 年茨城県南部の地震、1922 年浦賀水道地震、1987 年千葉県東方沖地震）がランダムに発生したという仮定の下で、南関東での M7 クラスの地震の発生確率を計算し、その確率は今後 30 年間で 70%程度であると報告している¹⁾。しかしながら、推定に用いた 5 つの地震の発生メカニズムは必ずしもわかっておらず、首都直下の地震テクトニクスを理解するためには、この 5 つの地震の発生機構をプレートテクトニクスの枠組みの中で検討することが重要である。

最近の地震波速度トモグラフィをベースにした研究により、関東地方下では 1) 太平洋プレートとフィリピン海プレートの接触域が広く広がっていること^{2),3)}、2) フィリピン海スラブ最東端部のマントルが蛇紋岩化しており、その西縁はほぼ鉛直で北北東-南南西の走向をもつこと⁴⁾ など、関東地方の地震テクトニクスを理解する上で重要な成果が得られてきた。本報告ではそれら最近の研究で明らかになった地震波速度不均質構造と M7 クラスの地震との関係を整理する。

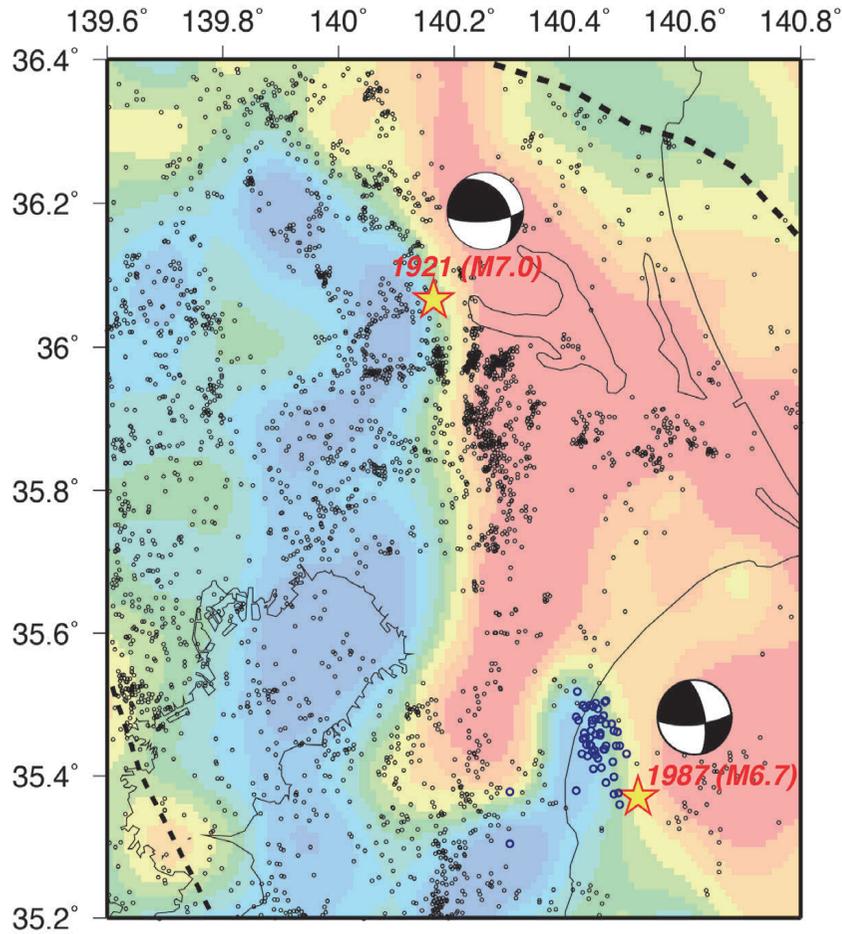
1987 年の千葉県東方沖地震 (M6.7) は、メカニズム解や余震分布からフィリピン海プレート内の北北西-南南東走向のほぼ鉛直な断層面での右横ずれ運動で発生したことが知られている⁵⁾。さらに、千葉県東方沖地震の余震は蛇紋岩化域の西縁に沿って発生しており、余震の走向は蛇紋岩化域西縁のそれとほぼ一致するという特徴がある(図1)。1921 年の茨城県南部の地震 (M7.0) のメカニズム解の一つの節面⁶⁾は蛇紋岩化域西縁の走向と一致し(図1)、余震の分布もほぼその走向とほぼ一致する。これら 2 つの M7 クラスの地震は蛇紋岩化域の西縁に沿う右横ずれ方向の運動によって生じた地震であると考えるとその発生メカニズムをうまく説明することができる。フィリピン海プレートの上境界での相似地震のすべり量^{7),8)}の空間変化からは、蛇紋岩域の西縁を挟んで年間約 0.5-0.9cm の相対変位があることが示唆される⁴⁾。

1922 年の浦賀水道地震 (M6.8) は、フィリピン海スラブ内で発生した地震であると考えられている⁹⁾。Nakajima et al. (2011)⁹⁾は、フィリピン海プレート内の微小地震のメカニズム解を推定し、P 軸、T 軸の方位・傾斜の空間変化が 1923 年関東地震のアスペリティの位置とよい対応関係を示すことを明らかにした。アスペリティ下で発生している微小地震、および 1922 年浦賀水道地震のメカニズム解は、アスペリティの固着によって生じる応力分布と矛盾しない(図2)。1922 年浦賀水道地震は、関東地震のアスペリティへの応力蓄積過程の最終段階で発生したのかもしれない。

以上のように、地震調査委員会が目した 5 つの M7 クラスの地震のうち、1921 年茨城県南部の地震、1987 年千葉県東方沖地震はフィリピン海プレート内の蛇紋岩化域西縁で発生した地震、1922 年浦賀水道地震は関東地震のアスペリティの固着と密接に関係した地震である可能性が高い。今後はその他の地震についてもその発生メカニズムを検討することで、首都直下で発生する地震の理解が深まると考えられる。

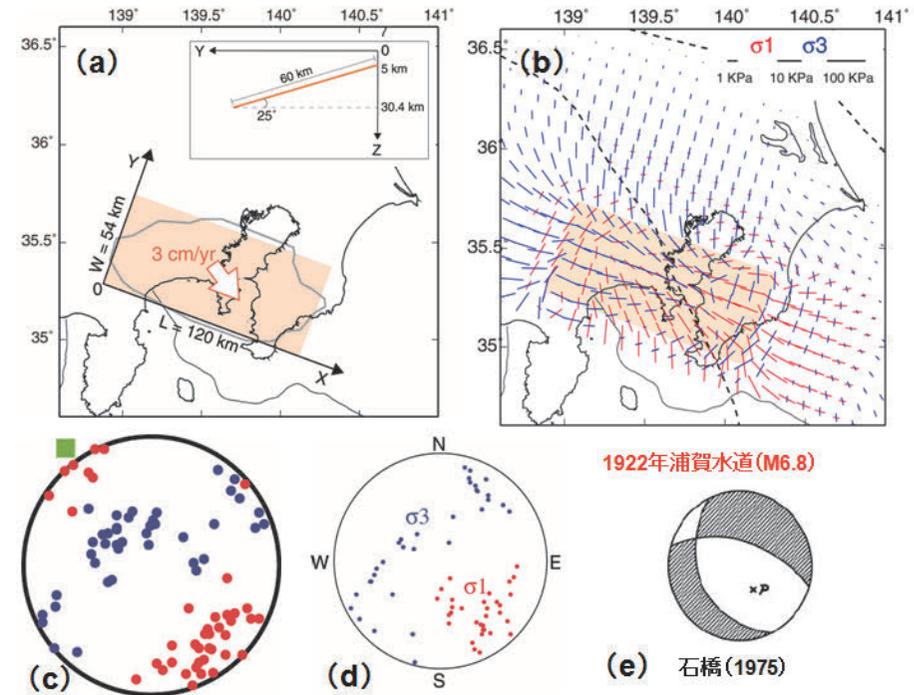
参考文献

- 1) 地震調査委員会, 相模トラフ沿いの地震活動の長期評価, http://www.jishin.go.jp/main/chousa/04aug_sagami/index.htm, 2004.
- 2) 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.
- 3) Uchida, N., J. Nakajima, A. Hasegawa, and T. Matsuzawa, 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.
- 4) 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.
- 5) Okada, Y. and K. Kasahara, Earthquake of 1987, off Chiba, central Japan and possible triggering of eastern Tokyo earthquake of 1988. *Tectonophysics*. 172, 351-364, 1990.
- 6) 石橋克彦, 関東大地震直前の関東内陸の起震応力-相模トラフ大地震発生の指標-, 地震学会講演予稿集, 1, 69, 1975.
- 7) Kimura, H., K. Kasahara, and T. Takeda, Subduction process of the Philippine Sea plate off the Kanto district, central Japan, as revealed by plate structure and repeating earthquakes. *Tectonophysics*, 472, 18-27, 2009.
- 8) 木村尚紀・笠原敬司・武田哲也関東沖のフィリピン海プレートの構造・沈み込み様式と地震テクトニクス, 月刊地球, 29, 455-464, 2007.
- 9) 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.



第1図 フィリピン海プレート内のS波速度分布⁴⁾、および1921年茨城県南部の地震⁶⁾、1987年千葉県東方沖地震⁵⁾の震源とメカニズム解。青丸は千葉県東方沖地震の余震(防災科学技術研究所関東東海地殻地震観測網によるデータ)、黒丸はフィリピン海プレート内の地震を表す。

Fig. 1 S-wave velocity structure and the hypocenters and focal mechanism solutions of the 1921 M7.0 and 1987 M6.7 earthquakes. Black and blue dots denote earthquakes in the Philippine Sea slab and aftershocks of the 1987 east off-Chiba earthquake.



第2図 (a) 1923年関東地震のアスペリティを想定して設定した固着域。計算では年間3cmの正断層の滑りを与えた。(b) 計算されたフィリピン海プレートから20km下の面に沿う応力分布。(c) 関東アスペリティ下で発生したフィリピン海プレート内の微小地震のP軸(赤)、T軸(青)の分布。緑四角はプレートの相対運動方向。(d) アスペリティの固着から計算されるアスペリティ下の応力分布。(e) 1922年浦賀水道地震のメカニズム解⁶⁾。

Fig. 2 (a) A locked zone that corresponds to the asperity of the 1923 Kanto earthquake. A normal-fault slip of 3 cm/yr is assumed. (b) Stress field in the Philippine Sea plate calculated for 20-km-below the plate interface. (c) Orientations of (red) P and (blue) T axes observed for small earthquakes that occurred in the Philippine Sea slab beneath the Kanto asperity. (d) Orientation of (red) σ_1 and (blue) σ_3 calculated for an area beneath the Kanto asperity. (e) Focal mechanism solution of the 1922 Uraga earthquake (M6.8).