

(5) 千葉大学大学院理学研究院

1. はじめに

千葉大学大学院理学研究科では、地球科学教室における地球物理学分野が中心になって地震に隣接する分野が共同して地震予知に関連した地震・地殻変動の観測と研究を行ってきた。この 10 年は「房総を襲う巨大地震サイクル解明のためのプロジェクト」(図 1) の下に、電磁気観測から地震前兆現象の把握、海域地殻変動調査から房総沖スロースリップ発生域の理解、陸統合地震探査からプレート境界の構造解明、岩石実験から震源断層の摩擦法則構築、変動地形から古地震復元に挑戦し、その成果が顕著になってきた。本稿ではこれらの成果を紹介する。

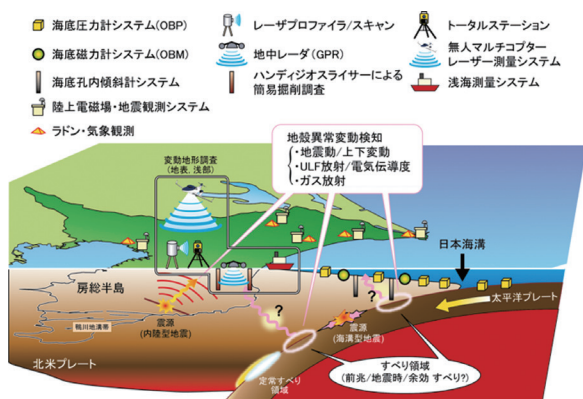


図 1 房総を襲う巨大地震サイクル解明のための地殻変動監視・復元プロジェクトイメージ

2. 海溝型地震前兆現象予測のための電磁気観測

これまでに、日本付近について地上地球磁場変動や電離圏総電子数の変動と地震活動について統計解析を実施し、観測された異常と地震との間に統計的に有意な相関があることを示した¹⁾²⁾。これらの異常出現には震央距離依存性や地震規模依存性があり、因果関係の存在も示唆している。また、Molchan Error Diagram (MED) 解析から上記の異常には前兆的な情報が含まれ、予測のために有効なパラメータであることも示した。本プロジェクトでは海溝型地震発生予測のための地震電磁気現象の発生機構の観測学的調査を行い、房総地域における陸海空シームレスな ULF 帯地球電磁場変動、電離圏電子変動および陸域ラドン変動の連続ネットワーク観測の確立とデータ蓄積を行い、地震準備段階における観測パラメータの振る舞いを精確に把握し、地震関連前兆現象の発生機構の解明に向けた観測・観測を継続している。

3. 房総沖スロースリップ観測

スロースリップの観測を通じて、地震発生サイクルモ

デルの構築を進めてきた。海溝型巨大地震は通常百年以上の長い間隔で発生し、全地震サイクルを観測し、そのサイクルを解明するには非常に長い時間が必要である。一方房総沖で発生するスロースリップ現象は海溝型(プレート境界型)の激しい地震動を伴わない地殻変動であるが、数年に 1 回繰返しほぼ同じ地域で発生している。地震の規模で表すと M6-7 クラスである。この地殻変動量の正確な把握を陸上の GPS 変位データや地震観測等とあわせて、プレート境界面でのすべり領域の発生やその時空間的規模をモデル化(図 2)し、計算機シミュレーションによって検証を行ってきた³⁾。

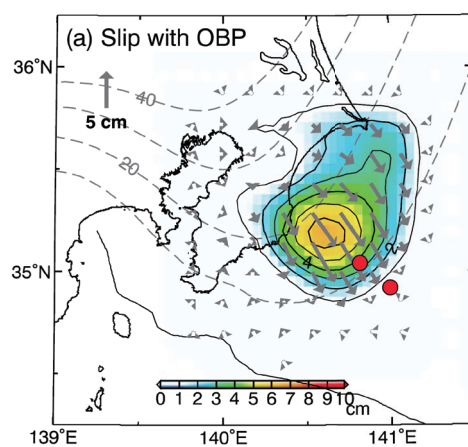


図 2 房総沖スロースリップ (Sato et al., 2017)

4. 地震断層の挙動に関する物質科学的実験的研究

より現実に近い地震断層の摩擦法則構築のための物質科学的・実験的研究を行ってきた。沈み込みプレート境界面には、プレート間同士がしっかり固着している領域(アスペリティ)と普段から安定的にすべる領域(非アスペリティ)が分布し、特に大地震につながるプレート境界型地震は“アスペリティの破壊によって起きる”と指摘されている。アスペリティ形成のひとつの要因として海底地形の凹凸が挙げられ、最も代表的なものが「海山」であり、海陸統合型探査により房総半島下に沈み込んだ海山の存在の可能性(図 3)を指摘した⁴⁾。

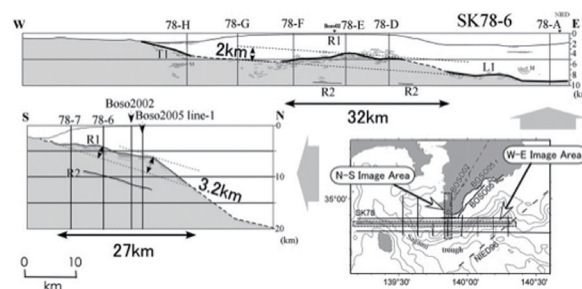


図 3 房総半島下のフィリピン海プレート上面の凹 (Tsumura et al., 2009)

海山が摩擦特性に与える影響を評価するために、ガス圧式高温高压変形装置と回転式高速摩擦試験機を使用し、海山周辺の断層物質及び海山を構成する緑色岩、石灰岩の摩擦特性を定量的に調べた。沈み込みにおける岩石と地震発生の関係性（図 4）が明らかになってきた⁵⁾。

5. 千年スケールの海溝型地震の多様性解明

相模トラフで発生する海溝型大地震・津波については、これまでの数多くの研究によってある程度その発生時期

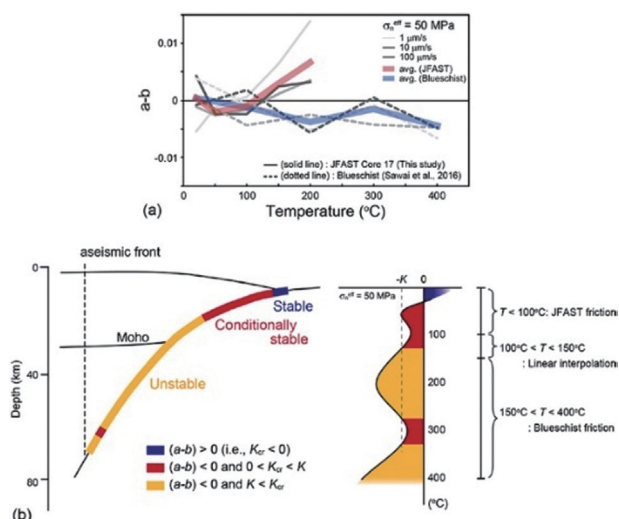


図 4 物質科学的実験による日本海溝沈み込みプレート境界の摩擦特性 (Sawai et al., 2017)

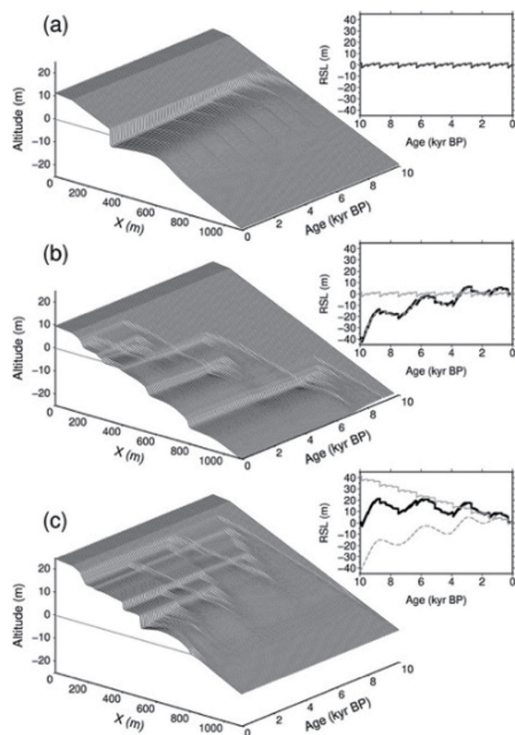


図 5 定常的隆起と海水準変動を考慮した南房総の海岸地形シミュレーション (Noda et al., 2018)

や発生間隔が解明された一方で、同じタイプ・規模の地震が単純に繰り返しているわけではないことも明らかになりつつある。最近 10 年ほどの間に急速に発展・普及した航空レーザー測量や UAV（無人航空機）写真撮影による高解像度の地形データを用いるとともに、掘削等の地質学的調査、地形変化シミュレーションを併用することによって、地形解析を行った。その結果、従来地震性隆起で形成したと考えられてきた南房総海岸は海溝型地震の化石ではなく、定常隆起と海水準変動によって形成される（図 5）ことを示した⁶⁾。今後異なる手法で古地震履歴を解明する必要性を指摘し、海溝型地震の多様性研究の新たなフェーズに入った。

6. おわりに

千葉大学では、地震・測地・電磁気観測研究、地震発生帯の物質科学的・実験的研究、地形・地質調査による過去の地震履歴研究、の学際的な研究をさらに推進する予定である。最終的には房総沖で発生する海溝型大地震の発生メカニズム解明に迫り、人材育成を含めて地震予知研究に貢献する拠点形成を目指している。

(宮内 崇裕)

参考文献

- 1) K. Hattori and P. Han, Statistical Analysis and Assessment of Ultralow Frequency Magnetic Signals in Japan As Potential Earthquake Precursors, Pre-Earthquake Processes: A Multidisciplinary Approach to Earthquake Prediction Studies, edited by Ouzounov et al., 229-240, DOI: 10.1002/9781119156949.ch13, Wiley, 2018.
- 2) J-Y. Liu, K. Hattori, and Y-I Chen, Application of Total Electron Content Derived from the Global Navigation J Satellite System for Detecting Earthquake Precursors, Pre-Earthquake Processes: A Multidisciplinary Approach to Earthquake Prediction Studies, edited by Ouzounov et al., 305-317, DOI: 10.1002/9781119156949.ch17, Wiley, 2018.
- 3) T. Sato, S. Hasegawa, A. Kono, H. Shiobara, T. Yagi, T. Yamada, M. Shinohara, N. Usui, 2017, Detection of vertical motion during a slow-slip event off the Boso Peninsula, Japan, by ocean-bottom pressure gauges, Geophys. Res. Lett., 44, 2710-2715.
- 4) Tsumura, N., Komada, N., Sano, J., Kikuchi, S., Yamamoto, S., Ito, T., Sato, T., Miyauchi, T., Kawamura, T., Shishikura, M., Abe, S., Sato, H., Kawanaka, T., Suda, S., Higashinaka, M. and Ikawa, T., 2009, A bump on the upper surface of the Philippine

- Sea plate beneath the Boso Peninsula, Japan inferred from seismic reflection surveys: A possible asperity of the 1703 Genroku earthquake. *Tectonophysics*, 472, 39-50.
- 5) Sawai, M., Niemeijer, A., Hirose, T., and Spiers, C., 2017, Frictional properties of JFAST core samples and implications for slow earthquakes at the Tohoku subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 44, 8822-8831, doi.org/10.1002/2017GL073460.
- 6) Noda, A., Miyauchi, T., Sato, T. and Matsu'ura, M., 2018, Modelling and simulation of Holocene marine terrace development in Boso Peninsula, central Japan, *Tectonophysics*, 731-732, 139-154, doi.org/10.1016/j.tecto.2018.03.008.