

12-15 関東下における海洋プレートの温度・脱水分布と微小地震の発生の関連性について

Relationship between temperature and dehydration distributions of the oceanic plates and generation of microearthquakes beneath Kanto

神戸大学都市安全研究センター/大学院理学研究科

Research Center for Urban Safety and Security/ Graduate School of Science, Kobe University

関東下では、相模トラフからフィリピン海プレートが北米プレートの下に沈み込み、さらに、日本海溝から太平洋プレートがこれら2つのプレートの下に沈み込んでいる。このような複雑なテクトニクスを有する地域における海洋プレート内の微小地震の発生に、温度・脱水がどのように関与しているかを数値モデリングによって調べた (Ji et al. (2017)¹⁾。

手法としては、熱対流の支配方程式である質量保存則・運動量保存則・エネルギー方程式を時間発展問題として、差分法・有限体積法を用いて解き、未知数である温度と流れを各タイムステップで求めた。

3次元箱型モデルを仮定し、関東を含む東西・南北・深さ方向、それぞれ、700km・800km・400kmの領域をモデル化した。それぞれ、10km, 10km, 4kmの格子間隔とした。境界条件として、モデル上面は温度固定、北側・西側側面と底面は断熱で透過条件とした。東側・南側側面はプレート冷却モデルを用いて、温度の深さ分布を与えた。太平洋プレートを20Maから沈み込ませ、フィリピン海プレートは9Maから沈み込ませ、3Maでの同プレートの運動方向の変化も取り入れた。このような沈み込み史を考慮し、沈み込む2つの海洋プレートの年齢の時間変化に伴う温度の深さ分布や沈み込み速度の時空間変化を東側・南側側面の境界条件として各タイムステップで与えた。0Maまでの計算を行い、その時点で、現在の2つの海洋プレートの形状に合致するようにした。得られた温度分布は、地殻熱流量データ (Yoshioka et al. (2015)²⁾) を用いてその妥当性を評価した。ここでは、フィリピン海プレートを意図的に取り除き、太平洋プレートのみが沈み込む非現実的なモデル (モデル1) と、両プレートの沈み込みを考慮した現実的なモデル (モデル2) の2つのモデルを構築し、両者の比較を行うことで、フィリピン海プレートが太平洋プレートの温度場・脱水量分布に及ぼす影響を評価した。また、本モデルにより、0Maにおける温度の空間分布が得られるが、その結果と、海洋地殻を構成する含水MORB (Omori et al. (2009)³⁾) とスラブマントルを構成するハルツバージャイト (Hacker et al. (2003)⁴⁾) の相図を用いて、最大含水量の空間分布を求めた。

その結果、温度分布に関しては、太平洋プレートの上面では、モデル1ではほぼプレート形状の等深度線と平行な温度分布が得られたが、モデル2では、深さ140km程度まで逆三角形形状の低温域が生じ、その領域におけるモデル1との温度差は300°C程度となった。この低温域は、フィリピン海プレートが太平洋プレートに乗り上げている逆三角形形状の接触域で発生しており、フィリピン海プレートが太平洋プレート上面を冷却させる働きをしていることによって生じたものと考えられる。この低温域は太平洋プレート上面から16km程度の深さにおいてもその存在が確認され、熱伝導により太平洋プレート内部にまで低温域が広がっていることがわかった。

流れ場に関しては、モデル1では通常のいわゆるリターンフローがマントルウェッジで見ら

れたが、モデル2では、そのような流れに加えて、フィリピン海プレートと太平洋プレートに挟まれたマンツルの領域で時計回りの渦巻き状の流れが生じ、この流れが、接触域の下部から浅部に漏れ出し、フィリピン海プレートを温める役割を果たしていることがわかった。

最大含水量分布に関しても、モデル2では、2つの海洋プレートの接触域で低温となっていることを反映し、そこでは含水鉱物の相転移が遅れ、最大含水量の高い状態が保持されることがわかった。気象庁の一元化データを用いて、1997年10月～2015年2月の期間のM2程度の海洋プレート内で発生する微小地震の空間分布と最大含水量分布から得られる脱水量分布を比較してみたところ、顕著な相関がみられた。具体的には、太平洋プレートの海洋地殻内の微小地震は深さ40～60kmで帯状に発生していたが、モデル1、2のいずれにおいても、この地震活動と、ひすい・青色片岩・ローソン石からローソン石・角閃石・エクロジヤイトへの相転移に伴う脱水域とがよく対応していた。また、接触域のやや深部の深さ250km程度でクラスター状に発生している太平洋プレート内の地震活動も、モデル2のハルツバージャイトの脱水域とよく対応していた。これは、2つの海洋プレートの接触域で温度が低下し、その領域でOH基の形でH₂Oがより深部に運ばれ、遅れて発生した相転移に伴う脱水により間隙水圧が高まり、法線応力が低下し、地震が発生しやすくなったものと考えられる。

(吉岡祥一・季穎鋒・Vlad C. Manea・Marina Manea)

参 考 文 献

- 1) Ji, Y., S. Yoshioka, V. C. Manea and M. Manea, Seismogenesis of dual subduction beneath Kanto, central Japan controlled by fluid release, *Scientific Reports*, 7, 16864, 2017
- 2) Yoshioka, S., R. Takagi and T. Matsumoto, Relationship between temperatures and fault slips on the upper surface of the subducting Philippine Sea plate beneath the Kanto district, central Japan, *Geophys. J. Int.*, 201, 878-890, 2015
- 3) Hacker, B. R., Abers, G. A. and Peacock, S. M. Subduction factory 1. Simplified mineralogy, densities, seismic wave speeds, and H₂O contents. *Journal of Geophysical Research*, 108(B1), 2029, doi.org/10.1029/2001JB001127, 2003
- 4) Omori, S., Kita, S., Maruyama, S. and Santosh, M., Pressure-temperature conditions of ongoing regional metamorphism beneath the Japanese Islands, *Gondwana Research*, 16(3-4), 458-469, doi.org/10.1016/j.gr.2009.07.003, 2009