

11 - 5 地震を駆動する変形過程の包括的理解

A comprehensive understanding of deformation processes that drive earthquakes

東京大学地震研究所

Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

21 世紀に入って我が国でスロー地震が発見されて以降、世界各地において同様の現象が次々に検出されている。スロー地震の発生域は、通常地震の震源域と空間的に隣接している場合が多く^{1,2)}、その特異な性質から発見当初より国際的な注目を集めてきた。さらに、スロー地震が大地震の発生直前に観測される例も報告されており、通常地震と時間的にも近接して発生し得る現象であることが示されている^{3,4)}。

近年のスロー地震研究の進展により、従来主要と考えられてきた通常地震は、むしろ例外的な現象であり、スロー地震こそが地球内部に普遍的に存在するひずみ解放様式であるという新たな視点が提示されている。この普遍性を支持する重要な根拠の一つとして、スロー地震が拡散現象として記述可能である点が挙げられる⁵⁾。スロー地震が活発化すると、活動域が拡散的に移動もしくは拡大する様子がたびたび観測されている。実際、スロー地震の移動距離が短いほど拡散係数が大きくなる性質も確認されている⁶⁾。拡散現象は自然界に広く見られ、多様な時定数を有する。この性質を踏まえると、これまでに観測されてきたスロー地震に加え、未発見のスロー地震や低速変形現象が、地球内部の広範な時空間スケールにわたって生起している可能性が高いと考えられる。

さらに、断層摩擦構成則に基づく数値シミュレーション研究や室内実験の進展により、断層のすべり速度は離散的ではなく連続的に分布していることが示されている。近年の実験的研究によると、一見すると固着しているように見える断層においても、極めて低速ながらすべりが進行していることが報告されている⁷⁾。このような知見を踏まえると、低速な変形過程から高速すべりに至るまでの一連の断層運動を、統一かつシームレスに理解することの重要性が明らかとなる。

より普遍的な現象と考えられるスロー地震が、通常地震とどのような物理的関係を有しているのかを解明するためには、未知のスロー地震を含む多様なひずみ解放様式の全体像を把握するとともに、移動するすべりフロントの位置を高精度に把握することが不可欠である。

(加藤 愛太郎)

東京大学地震研究所

参考文献

- 1) Obara, K. & Kato, A. (2016), Connecting slow earthquakes to huge earthquakes, *Science*, **353**, 253–257.
- 2) Nishikawa et al. (2023), A review on slow earthquakes in the Japan Trench, *Progress in Earth and Planetary Science*, **10**, 1.
- 3) Kato et al. (2012), Propagation of slow slip leading up to the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki earthquake, *Science*, **335**, 705–708.
- 4) Ozawa et al. (2025), Interplate slip before, during, and after the 2024 Mw 7 Hyuga-nada earthquake, southwest Japan, *Science*, **388**, 1401–1405.
- 5) Ide, S. (2008), A Brownian walk model for slow earthquakes, *Geophysical Research Letters*, **35**, L17301.
- 6) Kato, A. & Nakagawa, S. (2020), Detection of deep low-frequency earthquakes in the Nankai subduction zone over 11 years using a matched filter technique, *Earth, Planets and Space*, **72**, 128.
- 7) Sirorattanakul et al. (2025), Sliding and healing of frictional interfaces that appear stationary, *Nature*, **639**, 947–953.