

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 16 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24740339

研究課題名(和文)海溝型地震発生機構の理解：シリカ・粘土続成作用からのアプローチ

研究課題名(英文)Silica/clay diagenesis and its effect on interplate seismicity in subduction zones

研究代表者

亀田 純 (Kameda, Jun)

北海道大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：40568713

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：東北沖地震では、従来地震が起これないと考えられていた海溝先端まで断層すべりが伝播し、巨大津波を引き起こしたと考えられている。このような海溝浅部における断層運動の実態解明を目指して、プレート境界断層を含む掘削試料の鉱物分析を行った。分析の結果、プレート境界断層において高い濃度でスメクタイトが濃集していることが確認された。スメクタイトは、摩擦強度が小さく、高速すべり時には効果的に断層強度を低下させることが知られている。したがって、日本海溝におけるプレート境界断層の浅部断層すべりは、スメクタイトに富むという断層の鉱物学的特徴に強く影響を受けているものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The very large slip on the shallow portion of the subduction interface during the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0) caused a huge tsunami along the northeast coast of Honshu, Japan. In order to elucidate the mechanics of such tsunamigenic slip, mineralogical property of the source fault rock was examined by using XRD. The analysis reveal that the fault zone that caused the earthquake is significantly enriched in smectite compared to the surrounding sediments, which may be intimately linked to the tsunamigenic shallow faulting.

The smectite-rich deposits are broadly distributed in the northwestern Pacific Ocean, and may therefore potentially enhance conditions for large shallow slip during earthquakes that occur over a broad area of the Japan Trench plate boundary, which would result in large tsunamis for this region.

研究分野：粘土鉱物学

キーワード：東北地方太平洋沖地震 スメクタイト 続成作用

1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日に発生した東北沖地震では、従来非地震性領域と考えられていた海溝先端まで破壊すべりが伝播し、巨大津波を引き起こしたと考えられている。このような海溝浅部における断層運動の実態解明を目指して、地震発生から約一年後、統合国際深海掘削計画 (IODP) の第343次研究航海 (JFAST) が実施され、プレート境界断層が回収された。

2. 研究の目的

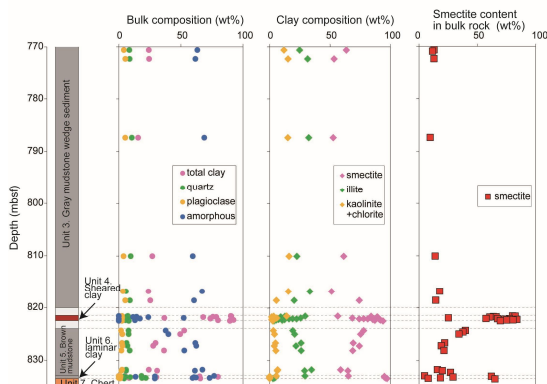
本研究では、プレート境界断層を含む掘削試料と日本海溝アウターライズで採取された掘削試料の鉱物定量分析を行い、日本海溝プレート境界断層の発達過程や摩擦挙動を理解することを目的とした。

3. 研究の方法

掘削試料は遠洋堆積物からなり、オパールや火山ガラスなどの非晶質成分が多く含まれる。このため方解石を内標準とするXRD用の検量線を作成し、非晶質を含む試料の全岩定量分析を行った。

4. 研究成果

分析の結果、プレート境界断層には非晶質成分が少なく、一方スメクタイトが高い濃度で確認された (Kameda et al., 2015)。



海底下 820m でプレート境界断層が採取された。断層ではスメクタイト含有量が 60-80% に達する。

またこのようなスメクタイト濃集層は、日本海溝のアウターライズで採取された沈み込む直前の堆積物中にも確認することができた。スメクタイトは、摩擦強度が小さく、高速すべり時には効果的に断層強度を低下させることが知られている。したがって、日本海溝におけるプレート境界断層の初期発達過程や地震発生時の浅部断層すべりは、上記の鉱物学的特徴に強く影響を受けているものと考えられる。

遠洋性スメクタイトは、プレートの沈み込みに伴い深部ではより高温で安定なイライトへと相変化していると考えられる。日本海溝

の温度構造と反応速度論にもとづいて、沈み込み帯内部におけるイライト化反応をモデル化してみると、海溝軸から ~ 50 km まではほとんど反応がすすまず、それより陸側で急激に反応が進むと予想される。このことは、地震発生時における海溝浅部のすべり挙動が、プレート境界の広い領域に存在するスメクタイトに大きく支配されていたことを示唆する。

<引用文献>

Kameda, J., M. Shimizu, K. Ujiie, T. Hirose, M. Ikari, J. Mori, K. Oohashi, G. Kimura, Pelagic smectite as an important factor in tsunamigenic slip along the Japan Trench. *Geology* (in press).

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 20 件)

1. Kameda, J., M. Shimizu, K. Ujiie, T. Hirose, M. Ikari, J. Mori, K. Oohashi, G. Kimura, Pelagic smectite as an important factor in tsunamigenic slip along the Japan Trench. *Geology* (in press). (査読有)
2. Ikari, M., J. Kameda, A. Kopf, D. Saffer (2015) Strength characteristics of Japan Trench borehole samples in the high-slip region of the 2011 Tohoku-Oki earthquake. *Earth and Planetary Science Letters*, 412, 35-41. (査読有)
3. Koge, H., T. Fujiwara, S. Kodaira, S. Tomoyuki, J. Kameda, Y. Kitamura, M. Hamahashi, R. Fukuchi, A. Yamaguchi, Y. Hamada, J. Ashi, G. Kimura (2014) Friction properties of the plate boundary megathrust beneath the frontal wedge near the Japan Trench: an inference from topographic variation. *Earth, Planets and Space*, 66, 153 doi:10.1186/s40623-014-0153-3. (査読有)
4. Fukuchi, R., K. Fujimoto, J. Kameda, M. Hamahashi, A. Yamaguchi, G. Kimura, Y. Hamada, Y. Hashimoto, Y. Kitamura, S. Saito (2014) Changes in illite crystallinity within an ancient tectonic boundary thrust caused by thermal mechanical and hydrothermal effects: An example from the Nobeoka Thrust southwest Japan. *Earth, Planets and Space*, 66, 116 doi:10.1186/1880-5981-66-116. (査読有)
5. Kameda, J., Y. Kouketsu, M. Shimizu,

- A. Yamaguchi, Y. Hamada, M. Hamahashi, H. Koge, R. Fukuchi, M. Ikeda, T. Kogure, G. Kimura (2014) The influence of organic-rich shear zones on pelagic sediment deformation and seismogenesis in a subduction zone. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 109, 5, 228-238. (査読有)
6. Namiki, Y., A. Tsutsumi, K. Ujiie, J. Kameda (2014) Frictional properties of sediments entering the Costa Rica subduction zone offshore the Osa Peninsula: Implications for fault slip in shallow subduction zones. *Earth, Planets and Space*, 66, 72 doi: 10.1186/1880-5981-66-72. (査読有)
 7. Sawai, M., T., Hirose, J. Kameda (2014) Frictional properties of incoming pelagic sediments at the Japan Trench: Implications for large slip at a shallow plate boundary during the 2011 Tohoku earthquake. *Earth, Planets and Space*, 66, 65, 10.1186/1880-5981-66-65. (査読有)
 8. Ishikawa, T., T. Hirono, N. Matsuta, K. Kawamoto, K. Fujimoto, J. Kameda, Y. Nishio, Y. Maekawa, G. Honda (2014) Geochemical and mineralogical characteristics of fault gouge in the Median Tectonic Line, Japan: evidence for earthquake slip. *Earth, Planets and Space*, 66, 36, doi:10.1186/1880-5981-66-36. (査読有)
 9. Kameda, J., K. Kawabata, Y. Hamada, A. Yamaguchi, G. Kimura (2014) Quartz deposition and its influence on deformation process of megathrust in subduction zone. *Earth, Planets and Space*, 66, 13, doi:10.1186/1880-5981-66-13. (査読有)
 10. Hirono, T., T. Ishikawa, J. Kameda (2014) Re-evaluation of frictional heat recorded in the dark gouge of the shallow part of a megasplay fault at the Nankai Trough. *Tectonophysics*, 626, DOI: 10.1016/j.tecto.2014.04.020. (査読有)
 11. Hirono, T., J. Kameda, H. Kanda, W. Tanikawa, T. Ishikawa (2014) Mineral assemblage anomalies in the slip zone of the 1999 Taiwan Chi-Chi earthquake: Ultrafine particles preserved only in the latest slip zone. *Geophysical Research Letters*, 41, DOI: 10.1002/2014GL059805. (査読有)
 12. Chester, F.M., C. Rowe, K. Ujiie, J. Kirkpatrick, C. Regalla, F. Remitti, J.C. Moore, V. Toy, M. Wolfson-Schwehr, S. Bose, J. Kameda, J.J. Mori, E.E. Brodsky, N. Eguchi, S. Toczko, the Expedition 343 and 343T Scientists (2013) Structure and composition of the plate boundary slip-zone for the 2011 Tohoku-oki earthquake. *Science*, 342. DOI: 10.1126/science.1243719. (査読有)
 13. Ujiie, K., H. Tanaka, T. Saito, A. Tsutsumi, J.J. Mori, J. Kameda, E.E. Brodsky, F.M. Chester, N. Eguchi, S. Toczko, the Expedition 343 and 343T Scientists (2013) Low coseismic shear stress on the Tohoku megathrust determined from laboratory experiments. *Science*, 342, DOI: 10.1126/science.1243485. (査読有)
 14. Hamahashi, M., S. Saito, G. Kimura, A. Yamaguchi, R. Fukuchi, J. Kameda, Y. Hamada, K. Fujimoto, Y. Hashimoto, S. Hina, M. Eida, Y. Kitamura (2013) Contrasts in physical properties between the hanging wall and footwall of an exhumed seismogenic megasplay fault in a subduction zone -Example from the Nobeoka Thrust Drilling-. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 14, DOI: 10.1002/2013GC004818. (査読有)
 15. Hirono, T., W. Tanikawa, G. Honda, J. Kameda, J. Fukuda, T. Ishikawa (2013) Importance of mechanochemical effects on fault slip behavior during earthquakes. *Geophysical Research Letters*, 40, 2988-2992. (査読有)
 16. Kameda, J., Y. Yamamoto, Y. Hamada, K. Fujimoto, G. Kimura (2013), Progress of illitization along an imbricate frontal thrust at shallow depths in an accretionary prism. *Tectonophysics*, 600, 41-51. (査読有)
 17. Kimura, G., M. Hamahashi, S. Okamoto, A. Yamaguchi, J. Kameda, H. Raimbourg, Y. Hamada H. Yamaguchi (2013) Hanging wall deformation of a seismogenic megasplay fault in an accretionary prism: The Nobeoka Thrust in southwestern Japan. *Journal of Structural Geology*, 52, 136-147. (査読有)
 18. Saito, T., K. Ujiie, A. Tsutsumi, J. Kameda, B. Shibasaki (2013) Geological and frictional aspects of very-low-frequency earthquakes in an accretionary prism. *Geophysical Research Letters*, 40, 703-708, doi:10.1002/grl.50175. (査読有)
 19. Kimura, G., S. Hina, Y. Hamada, J. Kameda, T. Tsuji, M. Kinoshita, A., Yamaguchi (2012) Runaway slip to the trench due to rupture of highly pressurized megathrust beneath the

middle trench slope: The tsunamigenesis of the 2011 Tohoku earthquake off the east coast of northern Japan. *Earth and Planetary Science Letters*, 339, 32-45, DOI: 10.1016/j.epsl.2012.04.002. (査読有)

20. Kameda, J., S. Hina, K. Kobayashi, A. Yamaguchi, Y. Hamada, Y. Yamamoto, M. Hamahashi, G. Kimura (2012) Silica diagenesis and its effect on interplate seismicity in cold subduction zones. *Earth and Planetary Science Letters*, 317, 136-144 DOI: 10.1016/j.epsl.2011.11.041. (査読有)

〔学会発表〕(計 4 件)

1. Kameda et al., Mineral Characteristics of the Plate-boundary Fault at the Japan Trench, AOGS, Sapporo, Royton Sapporo Hotel, 07/31/2014.
2. 亀田純他、日本海溝プレート境界断層の鉱物学的特徴と発達過程、地球惑星科学連合大会、横浜、パシフィコ横浜、05/02/2014.
3. 亀田純他、日本海溝プレート境界断層の鉱物学的特徴、地球惑星科学連合大会、幕張、幕張メッセ 05/22/2013.
4. 亀田純他、沈み込み帯プレート境界における続成・脱水作用と地震発生、日本地質学会、大阪、大阪市大、09/16/2012.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

<http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/kameda/kameda-web/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

亀田純 (KAMEDA, Jun)

北海道大学・大学院理学研究院・准教授
研究者番号：40568713

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：