

巨大地震の巣を掘る そこから見てきたもの
坂口有人 (山口大学理工学研究科)

Recent results of drilling sciences at seismogenic
zone of giant earthquakes
Arito Sakaguchi (Yamaguchi Univ.)

プレート沈み込み帯の巨大地震はどのようなメカニズムで起きるのか？
を明らかにするために、地震発生帯掘削計画が国際共同で進行している。地震は断層がすべるために発生するので、岩盤の摩擦すべり現象と言える。すべりメカニズムを知るためには、断層表面はどんな岩石からできていて、どんな状態にあるのか、を知る必要がある。そして「ちきゅう」は震源に到達する能力を有する初めての科学掘削船である。

プレート境界の浅すぎず深すぎないゾーンに地震発生帯がある (温度にして 150~350°C の領域) (Hyndman and Wang, 1995)。断層表面は均質ではなく、部分的に固着している部分 (アスペリティ) があり、そこに歪エネルギーが蓄積されている。地震発生帯の外側、もしくは地震発生帯の中の小さなアスペリティが徐々に剥がれ、ゆっくりとしたすべりが起き (震源核)、それがトリガーとなって全面的な破壊につながる (断層破壊伝播)。これが地震発生シナリオである。

世界のプレート沈み込み帯は、繰り返す地震の規模 (M: マグニチュード) と間隔にクセがある。例えば南海トラフでは M8 クラスの巨大地震が 70~150 年おきに、日本海溝やコスタリカ沖では M7 クラスの大地震がより頻繁に繰り返されている。ただし、ごく稀に通常の地震サイクルを超えて、東日本大震災のような海溝軸まで破壊伝播する特別な巨大地震が発生する。以上の地震発生シナリオや、海溝軸まで破壊する特別な地震や、沈み込み帯ごとのクセ、を一発で氷解させる掘削サイトは存在しない。南海トラフ紀伊半島沖は M8 クラスの、中米のコスタリカ沖は M7 クラスの、地震が繰り返される地震発生帯を掘削するのに適している。日本海溝は海溝軸まで破壊する特別なタイプの地震発生帯を掘削するのに適している。そしてニュージーランドのヒ克蘭ギは、地震発生帯の外側のゆっくりとしたすべりが起きる

領域を掘削するのに適している。このように世界の各地を掘削するのは、それぞれが地震モデルの一部分を垣間見せるからである。各掘削計画が合わさって、全体で一つの計画であるともいえる。

- ・日本海溝の掘削は 2012 年に緊急航海として実施された。海溝軸付近のプレート境界を掘削した結果、極低摩擦の粘土鉱物が確認され (Ujii et al., 2013)、地震すべりの残留摩擦熱の実測に成功 (Fulton et al., 2013) というめざましい成果を挙げた。
- ・南海トラフ紀伊半島沖の掘削は 2006 年からスタートした。まず外堀を埋める形で、断層浅部 (海底下数 100m) が掘削された結果、南海トラフにおいても、過去に海溝軸まで地震の破壊伝播があったことが明らかになった (Sakaguchi et al., 2011)。これは東日本大震災と同様の特別なタイプの地震が南海トラフでも起きることを意味している。本丸の震源掘削 (海底下 5km) は段階的に進められており、昨年に 3km まで到達した。
- ・コスタリカ沖では 2011 年から浅部掘削 (~0.8km) が開始された (Vannucchi, et al. 2012; Harris et al., 2013)。その結果、上盤プレートが固結した堆積岩からできており、南海トラフ付加体との対比に適していることが明らかになった。しかし岩盤の堅さが大きく、これが地震の規模を抑制しているのかもしれない。
- ・ニュージーランドのヒ克蘭ギ沖は計画段階である。地震発生帯のさらに深部のゆっくりすべりの領域は通常は掘削不可能な深度にある。しかし海底地形の高まりが沈み込んでいるおかげで、全体が掘削可能深度にまで隆起している。ここなら震源核を直接観測・分析できるのかもしれない。

引用文献

- Fulton P.M. et al., Science, 342, doi:10.1126/science.1243641, 2013
Harris R., et al., IODP Proceedings, 344, doi:10.2204/iodp.proc.344.101.2013
Hyndman, R.D. and Wang, K. J.G.R., 100, B8, 15373-15392, 1995
Sakaguchi, A. et al., Geology, 39, 395-398, doi:10.1130/G31642.1, 2011
Ujii, K. et al., Science, 342, doi: 10.1126/science.1243485, 2013
Vannucchi, P. et al., IODP Proceedings, 334, doi: 10.2204/iodp.proc.334.101. 2012