

沈み込み帯のレオロジーと地震

Rheology and earthquakes in subduction zones

嶋本 利彦[1]

Toshihiko Shimamoto[1]

[1] 京大・院・理・地鋳

[1] Dept. of Geol. & Mineral., Graduate School of Science, Kyoto Univ.

1980年ころ、上田誠也を中心とした人たちは、比較沈み込み学という魅力的な名のもとに世界の沈み込み帯の多様性とその起源を論じた。この多様性は地震活動においてとくに顕著で、スラスト型巨大地震が発生するチリとせいぜいM7クラスの地震しか発生しないマリアナが、多様性の両端に位置すると分類された。それから四半世紀近くが経過したが、多くの研究者が一致する見解は未だに得られていない。OD21を目前にひかえ、沈み込み帯における震源域掘削も始まろうとしている。しかし、ただ掘れば昔年の課題が解決するほど問題は単純ではない。講演では、最近の成果を考慮しながら沈み込み帯に関するこれまでの主な学説をふりかえり、今後の課題を浮き彫りにすることを試みたい。

有名な上田モデルでは、上盤側プレートの沈み込み帯に対する運動方向が沈み込み帯の多様性を生む要因であるとされた。つまり、上盤側プレートが沈み込み帯に向かって動くチリではプレート間の結合が大きく巨大地震が発生し、同プレートが沈み込み帯から後退するように動くマリアナでは非地震性に近い挙動をすることが提唱された。しかし、講演者には、たとえ上盤側プレートが退く状況下であっても、温度が低くて地下深部の圧力下におかれたプレート境界が地震を起こさない理由がわからなかった。そこで、Shimamoto (1985)は沈み込み帯のレオロジーと地震活動について総合的に論じ、(1)沈み込み帯の温度構造、(2)脆性—中間—塑性転移、(3)沈み込み帯で大量に放出される水の存在下で促進される圧力溶解(地震活動を押さえるように働く)、(4)堆積物中に含まれる粘土鉱物の影響(地震性から非地震性にまたがる複雑な性質をもつ)、(5)脱水反応(無水条件下では地震性断層運動をもたらす)のプロセスが重要であることを、新しい実験データを示して論じた。Shimamoto, Seno & Uyeda (1992)は、これらの要因の中でもとくに(1)から(3)の影響を重視し、(A)沈み込みプレート境界の地震の下限はある温度で決まること、(B)沈み込みプレート境界の上部約30kmの領域は上記(2)の効果によって非地震性になっていることの2点を仮定し、プレート境界沿いの地震発生領域の幅が広いほど大きい地震が起こっていることを示した(地震のマグニチュードMは地震発生帯の幅wの対数に比例)。地震発生領域の幅は沈み込みの角度が小さいほど広くなる傾向があるので、Shimamotoらのモデルは金森博雄の沈み込み帯の進化モデルに類似している。しかし、進化モデルでは非地震性に近い沈み込みプレート境界の挙動を説明できない。

Shimamotoらのモデルは、沈み込み帯の地震活動の多様性がプレート境界の温度構造と水の影響で生じることを示したように見えた。しかし、Hyndman & Wang (1993)は、Cascadiaの沈み込み帯ではShimamotoらが想定したよりも遙かに浅い部分から地震がおこりはじめ、地震帯の上限はモンモリロナイトからイライトへの変化に規定されている可能性が高いことを論じた。彼らのデータは確かに説得力があるが、これが一般的に沈み込み帯で成立しているとする、マリアナのようにほとんど地震をおこさないプレート境界の存在が説明できない。最近、笠原順三のグループはマリアナのウェッジマントルが蛇紋石化している可能性が高いことを示し、地震の上限は低温型から高温型蛇紋石への変化によって決まることを提唱した。この深さは、Shimamotoらが想定した30km弱であり、マリアナの非地震性に近い挙動を説明することができる。笠原たちのモデルは、Shimamotoらがもっとも苦労した非地震性に近いプレート境界の挙動に別の説明を与えたことになる。

講演では、Hyndman & Wang、笠原らのモデルに基づいても上記のMとwの関係はほとんど変わらないことを示す(つまり沈み込み帯の多様性は説明できる)。温度、物質、水が沈み込みプレート境界の挙動を決めている可能性が高いが、現状では水がどれだけ影響を与えているのかが見えなくなった。講演では、粘土鉱物の複雑な性質の紹介し、今後の課題を整理したい。