

12 - 1 第 224 回地震予知連絡会重点検討課題「日本列島地殻・上部マントルのレオロジーと地震活動」の概要

Rheology and seismic activity in the crust and upper mantle beneath the Japanese Islands

松澤 暢 (東北大学大学院理学研究科)

Toru Matsuzawa (Graduate School of Science, Tohoku University)

1. はじめに

地震予知連絡会が発足してから 50 年が経ち、地震の長期予測に役立つ様々な知見が得られてきている。これらの成果は、地震調査委員会による地震の長期評価に役立てられており、地震発生サイクルや普段の地震活動に基づく地震の長期的確率予測はある程度は可能となったと考えられる。しかし、地殻・マントル内の応力・強度の情報はまったく不足しており、また、レオロジーに関する知見も極めて限られている。地震の長期予測のためには、これらの知識を深めることが必要不可欠である。

このような問題意識のもと、2014-2018 年度に科研費新学術領域「地殻ダイナミクス」の研究が行われ、多数の重要な成果が得られていることから、第 224 回地震予知連絡会での重点検討課題では、標記のように「日本列島地殻・上部マントルのレオロジーと地震活動」について議論を行った。

2. 研究紹介の概要

2 - 1. 近年の地震観測により得られた東北日本の応力場の不均質性と断層強度および地震発生機構の関係

東北大学の吉田圭佑氏から、2011 年東北地方太平洋沖地震後の東北地方内陸での広義の余震活動について詳細に解析した結果が紹介された。東北地方北部と南部では、地震時の応力変化と背景応力場の空間的不均質により、本震前の広域応力場とは非常に異なるメカニズム解を持つ地震活動が活発化した。一方、東北地方中央部では東西圧縮の応力が減少したにもかかわらず、一部の地域では東西圧縮のメカニズム解を持つ群発地震活動が活発化した。この活動の詳細な時空間変化や地震に関する様々なパラメータの時間変化から、これらの群発地震は本震の振動に伴って深部から流体が移動してきたことによる断層の強度低下によって引き起こされたものであることが示された。

2 - 2. 低温領域の熱年代学を用いた島弧山地の長時間スケール隆起・削剥史研究

京都大学の田上高広氏より、岩石の温度履歴を用いて推定される山地の隆起・削剥の履歴について報告があった。閉鎖温度の異なる年代測定法・鉱物を組み合わせて岩石の温度履歴を推定でき、地下の温度構造を仮定すると、この温度履歴を深度履歴に換算できる。したがって、多くの地点で岩石をサンプルして調べれば、この手法により山地の隆起・削剥史が復元できる。この手法により、地質時間スケールにおける木曾山脈の隆起・削剥史と断層の平均鉛直変位速度の推定に成功し、その結果、山脈の西側の断層（清内路峠断層）が隆起に寄与し、山脈全体が西に傾動しながら隆起したことが明らかになった。

2 - 3. 海洋プレートの定常的な沈み込み運動による島弧海溝系の形成

京都大学の深畑幸俊氏より、海洋プレートの定常的沈み込みに関する数値計算及び理論的考察の報告があった。単純な粘弾性モデルに比べて、弾性体であるリソスフェアと粘弾性体のアセノスフ

ェアを組み合わせたモデルの挙動はずっと複雑で、波数に依存した緩和時間を持つこと、挙動変化の時間スケールは粘弾性体の緩和時間よりもずっと長いこと、沈降⇒隆起⇒沈降といった挙動のセンスの時間変化も生じることが示された。また、定常的な海洋プレートの沈み込み運動を与えると、プレート境界面の遠方での重力平衡状態の回復やプレート境界面の曲率の影響で、海溝が低くなる一方で島弧と外縁隆起帯は高くなるという特徴的な地形が形成されることが示された。

2-4. 東北日本前弧域における巨大地震サイクル後半の沈降のメカニズム

京都大学の篠島僚平氏より、東北日本の太平洋沿岸域の沈降・隆起のメカニズムに関する数値シミュレーションについて報告があった（建築研究所の芝崎文一郎氏が代理発表）。東北沖浅部が固着し太平洋プレートによる陸側のプレートの引きずり込みが数百年にも及ぶと、マントル高温部の粘性により、陸側プレートは深部まで引きずり込まれやすくなり、太平洋沿岸域は沈降速度が大きくなることが示された。これにより例えば600年周期のサイクルを繰り返す巨大地震の場合、地震後の200年間は海岸の隆起が続き、次の200年間は隆起から沈降に転じ、最後の200年は沈降が続くことが示された。同様のメカニズムが現在の北海道東部太平洋岸の沈降の原因になっている可能性も指摘された。

3. 議論とまとめ

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（M9.0）は、大地震の長期予測のためには100年程度の地球物理学的データだけでは不十分であることを我々に示すとともに、地震の長期予測にとって非常に貴重なデータを我々にもたらした。吉田氏らの結果によれば、島弧にかかっている応力は均質ではなく、また差応力は地形効果が無視できない程度に小さく、島弧の地震活動は高い差応力ではなく間隙圧の上昇に伴う強度低下が大きな役割を果たしている可能性が高い。篠島氏らの結果は、これまで謎であった長期にわたる海岸の沈降の原因を解明するとともに、このような現象が200年以上継続している場合には、巨大地震の発生が近いことを示唆している。一方、深畑氏らの結果は、短波長の緩和時間と長波長の緩和時間を同一視してはいけないことを示しており、巨大地震のサイクルを理解する際には、その巨大なサイズの影響を十分考慮する必要がある。さらにサイクルを越えて地形を作り上げていく非常に長期・広域の地殻変動については、基本的にプレート境界の曲率と重力で理解することができることを深畑氏は示した。それよりも短波長の長期の隆起・削剥を推定するために、田上氏らが提案している手法は今後非常に重要となると考えられる。