

12-8 第203回地震予知連絡会重点検討課題「日本列島の長期広域変動について」概要 Summary of the intensive discussion subject “Long-term crustal deformation in and around 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

断層にかかっている応力が強度を越えたときに地震は発生するが、歪エネルギーが十分に蓄積されていなければ大きな地震は起こせない。このため、大地震の予測を行うためには、応力と強度および歪エネルギーの時空間分布を知らなければならない。しかし、GNSS 観測から歪速度の時空間分布を、発震機構解の解析から応力の主軸方向と応力比の時空間分布は推定可能かもしれないが、これらから応力・強度・歪エネルギーを直接推定することはできない。これらの値を推定するためには、多くの仮定のもとにモデルを構築し、そのモデルによって予測される結果と実際の地殻活動を比較し、少しずつモデルパラメータをチューニングしていくしかない。特に、大きな地震を説明するモデルを構築しようとした場合、日本列島の長期にわたる変動履歴と広域の地下構造、および広域のプレート運動に関する知見が必要になる。また、応力の大きさに関する知見や、強度低下の原因となる地殻流体や温度の分布についても検討が必要となる。

今回の重点検討課題では、上記の問題意識に基づき、(1) 広域のプレート運動、(2) 長期の地殻変動、(3) 温度構造と地殻流体の分布、(4) 応力の分布について、4名の専門家の方に解説していただき、それに基づき議論を行った。以下にそれぞれについての概要を示す。

2. 研究紹介と議論の概要

2-1. 日本列島とその周辺のプレート運動

東京大学地震研究所の加藤照之氏に、日本周辺のプレートに関する最近の研究成果・知見について紹介していただいた。GNSS 観測網の展開により東アジアの変位速度場が次第に明らかになってきているが、東北日本がオホーツクプレートに属するのか北米プレートに属するのか、アムールプレートの南端とオイラー極がどこにあるのか、といった問題については、モデル間の相対速度の違いがプレート内変形速度と同程度しかないために決着をつけるのは難しい。また、2011年東北地方太平洋沖地震の影響が東アジアの広範囲に表れており、このことは太平洋プレートの影響が複数のプレート内の変形をもたらしていることを意味している。粘性緩和の影響は長期・広域に表れると予想されるため、プレート運動の詳細な理解のためには、今後の長期・広域にわたる観測研究が重要である。

2-2. 日本列島の生い立ちと長期地殻応力・歪の起源

東京大学地震研究所の佐藤比呂志氏に、日本列島の構造発達史について、最近の知見を踏まえた解説をしていただいた。歪エネルギーは弾性歪と応力の積で与えられるが、GNSS 観測で推定される歪レートには弾性歪と塑性歪の両方が入っている。地球物理学的シミュレーションでは上部地殻は弾性体で取り扱うことが多いが、極めて長期には上部地殻の塑性歪が無視できないことは、地質学的情報から明らかである。現在の活断層の多くは過去の伸張場のときに形成された断層の再活動となっている。特に、火山フロントに近い場所に形成されたリフト帯は、顕著な弱帯となっており、その後の圧縮応力によって顕著な褶曲断層帯を形成している。このような地質学的構造の特徴も取

り入れた数値モデルの構築が、今後の地殻活動を理解していくうえで重要である。

2-3. 日本列島の温度構造と地殻流体の分布

海洋研究開発機構の岩森光氏に、沈み込み帯の温度構造や流体の起源・分布・輸送についての最新の数値モデルについて解説していただいた。沈み込み帯においては、海洋性プレートと共に沈み込んだ流体のために、力学-化学作用が非線形にカップリングしている。これを数値的にモデル化してパラメータチューニングを行った結果、東北地方の火山分布や地殻熱流量、地震波トモグラフィーの特徴をよく説明するモデルが得られた。このモデルでは、東北地方の温度構造やマントル対流場、流体分布を整合的に説明することができる。

2-4. 東北日本地殻内の応力場の詳細な空間分布と絶対応力・断層強度の推定

東北大学の吉田圭佑氏に、応力テンソルインバージョンにより推定された東北地方の応力場について解説していただいた。基盤観測網データに臨時観測データも加えて検討を行った結果、内陸の応力場は地形の影響や大地震の影響が見られるほど、差応力が小さいことが明らかになった。複数の場所での検討結果を総合すると、東北地方の地震発生場の差応力は20MPa程度以下と推定される。これは地震発生場の差応力が、岩石がドライであると仮定した場合の強度の1/10以下となっていることを意味しており、そこで地震を起こすためには、高間隙圧等、なんらかの強度を下げるメカニズムが必要である。

3. まとめ

これまでの知見を総合にすると、日本列島が伸張場であったときに作られた数多くの断層のうち、間隙圧の上昇等の影響で強度低下している断層で、地震が発生しているものと考えられる。この場合、地質断層の分布と地下構造を詳細に調べることによって、将来の大地震震源域の候補を絞り込むことができると期待されるが、その定量的予測のためには、地質学・地形学・地球物理学を総動員した数値モデルが必要である。強度の分布を知るためには、過去の履歴と温度と流体の分布を知ることが重要であり、またモデルに外力を与えるために、詳細なプレート運動の知見が必要となる。今後、このような総合的な観点から、長期・広域の地殻活動を明らかにしていくことが、内陸の大地震発生予測のために必要不可欠である。