

12 - 1 第 204 回地震予知連絡会重点検討課題「地震・地殻変動予測能力の現状評価」 概要

Summary of the intensive discussion subject of the status quo of predictive power for earthquake occurrence and crustal deformation

遠田晋次（東北大学災害科学国際研究所）

Shinji Toda, International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS),
Tohoku University

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震は、その M9.0 という地震規模から、予知はおろか長期予測の失敗例とされる。単純化された固有地震モデルの破綻とも指摘される。しかし、2003 年十勝沖地震など、長期予測という点では成功に近い例もある。希有で散発的な大地震の予測評価は簡単ではなく、全てを否定することのない公平な評価が必要である。一方で、連続データトレンドを近未来に外挿しやすい地殻変動に関してはどうか。例えば、予知連では東北地方太平洋沖地震の余効変動の観測データと近似曲線が毎回示され、至近の予測と検証が無意識のうちに進められてきた。今となって客観的にその「実力」を振り返ることが可能である。スロー地震や小繰り返し地震、深部低周波微動に関しても、膨大なデータが収集され、発生パターンの規則性の有無が検討されている。さらに、地震活動のうち、余震活動は時空間クラスタリングが顕著で、大地震に比較して予測のハードルは低いように見える。

予測モデルの評価に関して、透明性・客観性・再現性を担保した地震発生予測検証実験（CSEP）が世界各所で行われ始めた。今後の地震活動に対し予測モデルを提出し、その後はテストセンター（第三者）に評価を委ねる点が画期的である。しかし、検証期間が短いため余震など中規模地震の評価になりがちで、大地震評価に直接なりうるか現時点では判断できない。長年議論の中心であった静穏化現象などとの関連性も検証が難しい。さらに、上記のような地殻変動やプレート境界沿いの諸現象、地震空白域仮説、古地震データに基づく長期予測などの評価手法は、いずれ別途必要となる。

第 204 回の重点検討課題は、普段予知連で報告されてきた地震・地殻変動やプレート境界沿いの諸現象を予測能力（predictive power）という視点で見直すことを目的とした。ここでは、発生してしまった事象に対してあえて回顧的（retrospective）に評価を試みた。以下の各項目の予測能力の現状を各専門家に整理していただき、本質的・定性的な指摘も含めて議論を行った。

2. 研究紹介と議論の概要

2 - 1. 余効変動の予測能力評価

国土地理院の飛田幹男氏に、これまで地震予知連絡会で示されてきた東北地方太平洋沖地震の余効変動の観測データとその曲線近似による外挿予測について、その実力評価を紹介していただいた。評価結果からは、水平・上下変動とも概ね対数関数で近似できるが、その予測については誤差が水平成分で最大 12%、上下成分で 42% にもなり、多くの場合過少予測になることが示された。10 年先の地殻変動の予測はそれなりの精度で可能だが、地震時の沈降が回復するまでの年数予測は段階毎に大きく変化する。

2 - 2. 1993年北海道南西沖地震（M7.8）以降20年間の上下地殻変動

2 - 1で示されたような本震直後の余効変動が実際数十年後にどのような状況になるのかについて、地域地盤環境研究所の越後智雄氏に1993年北海道南西沖地震のこれまで20年間の地殻上下変動について紹介いただいた。特に、同地震では地震時には全体として数10cmの沈降が生じており、第四紀後期の海岸段丘の隆起傾向と異なる点が東北沖地震と類似している。越後氏によると、本震後1997年までは全体として沈降傾向が続いていたのだが、1997年以降は北海岸、西海岸で数cmの隆起が確認され、数年後に変動のモードが変わった可能性が指摘された。

2 - 3. スロースリップ、SSEの予測能力評価

防災科学技術研究所の木村武志氏には、主として南海トラフ沿いで発生している各種スロー地震のモニタリングと特徴、シミュレーションによる再現能力について紹介いただいた。予測モデル開発にまでは至っていないが、摩擦則を考慮した3次元半無限弾性体での時間発展問題を解くことによって、長期的・短期的SSEと大地震の準備過程をある程度再現できることが示された。

2 - 4. 繰り返し小地震に対する予測能力評価

気象研究所の岡田正実氏には、日本海溝付近で発生しているプレート境界沿いの小繰り返し地震の予測能力評価に関する紹介があった。2006年～2011年に統計学的に予測検証実験を5回実施し、東北沖地震の影響があった2011年のテストを除くと、2010年までの4実験での成績は、東京の5日先降水確率予報と同程度のスコアになることが示された。

2 - 5. 地震活動静穏化に基づく予測能力評価

気象研究所の吉川澄夫氏には、気象庁プログラムeMapを用いた地震活動静穏化現象の検出手法とその事例、大地震の中期的予測の可能性と限界が示された。その結果、静穏化領域の長径と先行時間の両方に地震規模に関するスケーリング則が認められ、中期的地震予測に適用できる可能性が示された。

2 - 6. 常時地震活動・余震・誘発地震の予測能力と評価

統計数理研究所の尾形良彦氏には、ETASモデルを用いた地震活動の時空間パラメータの最大尤度法やAIC最小化による評価方法などを紹介していただいた。常時地震活動や余震生産性、地震サイズ分布などの地域特性が上手く再現され、ある程度の時空間予測は可能であることが示されるとともに、今後は各種の観測データ中の有意な異常現象を多数考慮して確率利得を高め、複合的に地震を予測することが重要との指摘があった。

3. まとめ

今回の重点検討課題では、地震・地殻変動予測の現状評価の概要を各研究分野で紹介していただいた。予測は依然として困難であることが再認識されたが、この20年程度で地震・地殻変動の観測網の強化とデータの蓄積、物理モデルの進展、計算インフラの整備等が急速に進み、一部ではモデル再現が可能になり、中期的予測の見通しが立ってきたことも事実である。何より、SSEなどに見られるように大地震の予知・予測につながる可能性のある新たな現象の発見と断層運動の本質的理解が進んできた。今後は、世界各所で行われ始めた透地震発生予測検証実験(CSEP)などとともに、地殻変動や中長期の地震活動を有機的に結びつける総合的・複合的な予測戦略が必要と思われる。