

12 - 6 第 237 回地震予知連絡会重点検討課題「内陸地震の長期予測」の概要 Long-term forecast of crustal earthquakes

西村 卓也 (京都大学防災研究所)

Takuya NISHIMURA (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

我が国における内陸地震の長期予測は、1995 年の阪神淡路大震災以降、地震調査研究推進本部（地震本部）による「主要活断層帯の長期評価」として実施されており、防災対策の基礎資料として活用されている。現在では、全国の陸域における主要活断層帯の長期評価は一通りの評価が終了し、新たな知見や大地震の発生による更新や海域の活断層の評価が行われている。一方、2014 年長野県北部の地震 (M6.7)、2016 年熊本地震 (M7.3) や 2018 年大阪府北部地震 (M6.1)、2018 年北海道胆振東部地震 (M6.7) などの内陸被害地震の発生により、活断層評価に基づく内陸地震の長期予測の課題が明らかになりつつある。現在実施されている「主要活断層帯の長期評価」では、M7 以上の地震を引き起こす可能性のある主要活断層帯のみが評価対象であり、それより小さな内陸地震は評価対象外となっているが、M7 未満の内陸地震でも多くの被害が発生している。また、活断層の一部のみがずれる地震や地表に痕跡を残さない伏在断層で生じる内陸地震を評価されていないという問題点もある。地震本部ではこれらの問題点を踏まえて、「活断層の地域評価」を実施しているが、まだ全国の評価は終了していない。なお、ここで言う「内陸地震」は陸域・海域を問わず地殻内で発生する地震全般を指し、地殻内地震という方が科学的には適当であるが、内陸地震という名称は広く用いられているため、本稿でも地殻内地震のことを内陸地震と呼ぶことにする。

一般的に地震の長期予測には、地震活動や活断層データが用いられることが多いが、最近では測地観測に基づく地殻変動データを用いた予測モデルも提案されている。米国カリフォルニア州では、これら 3 種のデータを組み合わせた長期予測も実施されており、我が国でも地震活動や測地データを用いた地震予測に関する研究が試みられている状況にある。そこで、現状行われている活断層の長期評価を含む内陸地震の長期予測手法における課題と新たな予測手法の開発及び日本列島への適用に関する現状を把握することを目的として、4 件の話題提供を行なっていただいた。

まず、東京大学地震研究所の石山達也委員から「活断層の長期評価における課題」について講演していただいた。活断層の長期評価については、高分解能の LiDAR データや広帯域バイブレータ震源などの新しい物理探査技術を活用することによって、活断層の位置・形状・活動性の解明が進んでいるが、特に長大で複雑な構造を持つ活断層の長期予測に対しては多様な時空間スケールのすべりを考慮する必要があることが示された。また、伏在活断層や海域活断層の長期予測に関しては、位置・形状・活動性に関する解析やデータの蓄積がいまだに不十分であることが示された。

次に、私が「測地データを用いた内陸地震の長期予測」について講演をおこなった。西日本と北海道を対象に、測地 (GNSS) データから内陸地震の発生確率の試算を行い、実際の過去の地震活動と比較して、予測モデルの検証を行い、西日本では有効性が明らかになった。一方、北海道では発生確率の高い場所で地震がより多く発生する傾向は確かめられたが、過去 100 年の地震数に対して予測確率が過大であるという問題点を示した。

三番目に、統計数理研究所の尾形良彦委員から「背景地震活動度を用いた内陸地震の長期予測と検証評価」について講演していただいた。内陸地震の空間分布について、(a) 日本列島で一様なモデル、(b) 過去の地震活動度に基づくモデル、(c) 過去の地震活動に対して時空間 ETAS モデルを用

いて余震等の影響を取り除いた背景活動地震活動に基づくモデル、(d) (c) の時空間 ETAS モデルにおいて余震活動のパラメータの地域依存性を考慮したモデル、の 4 つのモデルを用いて予測性能を対数尤度スコアで比較した結果、モデル (d) が M6 以上の内陸地震の将来予測及び過去の地震活動との整合性において、最も優れていることが示された。

最後に、東北大学災害科学国際研究所の遠田晋次委員から「地震発生履歴・応力変動を考慮した内陸地震発生予測」について講演していただいた。活断層における大地震の発生確率は、近傍の地震活動によって変動し、周辺の大震災による応力伝播の影響を受けやすく、応力伝播の影響継続時間はその地域の背景歪み速度に反比例するため、内陸では数十年程度持続することが示された。そのため、過去数十年間に起こった大地震の周辺域で次の地震が発生しやすいことが指摘された。熊本地震の例では、震源域から少し離れた熊本市、有明海南部、八代市、八代海などで余震の継続期間が数十年と推定され、日奈久断層などの周辺活断層での地震発生確率が一時的に高まっていることや応力低下に対応した地震活動の静穏化も顕著であることが示された。

話題提供後の議論においては、現在行われている活断層の長期評価のベースとなっている固有地震的な地震発生モデルは多くの断層で有効だと考えられるが、それでは説明できない複雑な地震発生履歴が主に長大な構造を持つ活断層で認められており、モデル化を行うためにはさらに活動履歴のデータを収集する必要があるとの指摘があった。また、北海道で測地データから予測される地震数や地震モーメントが過去の約 100 年間の実際の地震数よりも過大評価となっているのは、ある地域の累積地震モーメントは低頻度で大規模な地震の発生の有無によって大きく変わるので、過去の短期間のデータのみで評価するのは不適當ではないかという指摘もあった。さらに、定常的な状態に基づく長期予測も重要であるが、地震活動は地下のひずみ速度が時間変化することに敏感なため、その点を適切に評価して中短期予測につなげていくことが重要であるとの指摘もあった。最後に、現在地震本部で行われているのは活断層で発生する地震を対象とした長期評価であり、今回話題提供されたような地殻変動や地震活動データなどの活断層以外のデータを用いた予測も含めて、内陸の浅い地震全般を対象とした長期予測へと発展させる研究が重要であるとの指摘がなされた。世話人としても、今回の重点検討課題での議論が今後の内陸地震全般の長期予測の高度化への一助となることを望む。

(京都大学防災研究所 西村 卓也)

NISHIMURA Takuya