

## 12-1 第200回地震予知連絡会重点検討課題「地震の短期予測の現状と評価」概要 Summary of “Short-term earthquake forecast – state of the art –”

山岡 耕春 (名古屋大学環境学研究科)

Koshun Yamaoka (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

### 1. はじめに

地震の発生直前に前兆現象を捉え、地震発生を高い確度で予測することができれば、住民の避難行動につながり災害軽減が可能となる。そのため、長年にわたって様々な手法の研究が続けられてきた。しかしながら現時点では、その現象が起きれば地震が発生するといった確実な前兆現象の発見には至っていない。その一方で、統計的な地震予測とその評価の試みも始まっている。

今回の重点検討課題では、地震の短期予測の現状を幾つかの視点から報告を受け、議論を行った。内容は大きく分けて(1)予測の評価、(2)予測の物理、(3)予測の統計モデルに分けられる。そのうち予測の物理については、震源核に関する、地震誘発現象、電磁気学的予測に関する報告を受けた。震源核は、地震発生を準備する過程において、直前に認められる可能性のある現象として実験・理論的に予測されている現象である。また、地震の誘発は、地震が臨界状態に達している際にさまざまな現象により地震発生のきっかけとなる現象である。地震そのものは力学的な現象であるが、電磁気学的現象とも何らかの関係がある可能性がある。以下に、それぞれについての議論の概要を紹介する。

### 2. 研究紹介と議論の概要

#### 2-1. 予測の評価

東京大学地震研究所の鶴岡弘さんに依頼し、現在 CSEP で行われている地震予測の評価手法について紹介してもらった。CSEP とは Collaboratory for the Study of Earthquake Prediction の略で、米国カリフォルニアを始めとする世界の5つのテストフィールドで行われている地震の予測実験である。日本では東京大学地震研究所がホストとなり、日本と周辺海域(All Japan)、陸域(Main land)、それに関東地方(Kanto)について気象庁の一元化震源データにより予測実験の評価を行っている。客観性を保つため、予測手法はプログラムコードにより研究者から提供されている。

#### 2-2. 震源核

地震発生の直前現象の物理過程として広く検討されているのが震源核である。東京大学地震研究所の吉田真吾さんにレビューを依頼した。震源核とは、地震発生直前に震源域(アスペリティ)の一部がゆっくりとずれ始める現象である。震源核については、岩石を用いたまさつ・すべり実験によって得られた摩擦構成則を用いて数値計算により研究が進められている。単純なアスペリティ(固着域)のモデルを仮定した場合、アスペリティのサイズと臨界すべり量との間に相関があれば、震源核サイズと本震との間に相関があることが示される。

#### 2-3. トリガリング

近隣で起きた地震や地球潮汐など、断層が臨界に近い状態で地震発生をトリガーする現象は数多く報告されている。京都大学防災研究所の宮澤理稔さんにトリガリング(誘発作用)についてレビューを依頼した。誘発作用には静的なもの(静的なもの)と動的なもの(動的なもの)がある。静的なものとしては近隣の地震、地球潮汐、ダムの貯水など多くの報告がある。これら静的な誘発作用はクーロン破壊規準  $\Delta CFF$  で

説明できることが多い。一方、遠地震など静的な応力変化がほとんど認められない場合でも地震が誘発されることがある。これは地震波の通過による短時間の応力変化が地震を誘発したものである。

#### 2-4. 電磁気学的予測

電磁気学的な観測により地震発生を予測する研究も古くから行われてきた。東京学芸大学の鴨川仁さんにレビューを依頼した。電磁気学的予測については様々な手法が試みられているが、現象と地震発生との間に相関が認められているものはいまだに少ない。相関の認められる数少ない現象としては、地震前の電離層の異常を人工衛星 DEMETER のデータ解析によって見出した結果が紹介された。しかし、震源域が原因となって電離層に影響をあたえるメカニズムはいまだ不明である。電離層の異常が地震発生を誘発している可能性についても考慮する必要がある。

#### 2-5. 短期予測と統計モデル

地震の短期予測については、確率を用いた統計学的研究が古くから進められてきた。統計数理研究所の尾形良彦さんに、レビューをお願いした。レビューでは、まず確率利得という考え方が紹介された。地震発生の長期的な確率が、前兆現象などで高まる割合を確率利得という。さらに地震発生場の統計的評価、前震による地震発生予測などが紹介された。

### 3. まとめ

直前予測は、少なくとも当面は確率予測を用いなければならない。電磁気学的手法を始めとして様々な予測手法が試みられているが、きちんとした統計的・客観的手法により検証を進める必要がある。また地震前に発生する可能性のある現象の物理モデルの高度化や、地震発生を誘発させる現象の解明を進める必要がある。それらの研究により、長期的な地震発生確率の高精度化と、短期的な確率利得を持つ現象の評価を進め、複合的に地震発生の予測精度を高めていく必要がある。