

11 - 1 第 248 回地震予知連絡会重点検討課題「地震予知・予測に関する概念の変化」の概要

Intensive discussion - Examination of the “Changes in Concepts Regarding Earthquake Prediction and Forecasting”

海洋研究開発機構・大阪管区气象台・東北大学
JAMSTEC・Osaka Regional Headquarters JMA・Tohoku Univ.

1. 背景

地震学は、1960 年代までの震源（点）の探求から、広がりをもつ断層の解明、プレートテクトニクスの受容、破壊過程の研究、ゆっくり滑りの発見等を通して、「ゆっくり滑りを含む地震現象とは、地下の岩盤と岩盤が、広がりをもつ断層面を境に時空間的に多様性をもってずれが進展していく現象である」と言う地震像を明らかにしてきた。一方、日本地震学会の「地震に関する FAQ」には、地震予知と地震予測の違いの説明として、「地震予測とは、「地震の発生時間」「地震の発生場所」「地震の大きさ（マグニチュード）」の一部またはすべてを地震発生前に推定することであり、地震予知とは、地震予測の中でも特に確度が高く警報につながるものと地震学会では考えています（行動計画 2012 の 2-4 参照）」とある (https://www.zisin.jp/faq/faq02_01.html)。この説明は、震源で何か孤立したイベントが発生することが地震の本質と捉える概念にもとづいたものであり、地震学が近年明らかにしてきた新たな地震像の概念にもとづいたものとは言えないのではないだろうか。

2. 課題

地震を孤立した点でのイベントとして捉えて予知・予測する概念から、地下で連続的に発生している固着・滑りの時空間変化の多様な振る舞いの一部として地震をとらえて、連続的な現象を把握して予測するという概念への転換をより自覚的に行うとともに、社会にもそれを理解されるようにするにはどうすればいいかを考えたい。その意味で、気象学と地震学がどのように対比できるかをまず見た上で、天気予報はどのような工夫をしているのかを学ぶことが重要である。その上で、連続的な現象の把握や理解、さらには予測がどこまでできているのか、それらをどのように表現していけば理解が深まるのかについて議論する。

2 - 1. 地震予知・地震予測・地象予測 - 我々は地震予知から地震予測に本当に頭が切り替わったのか？ - (大阪管区气象台・東田 進也)

「地震現象とは岩と岩が断層面を境に時空間的に多様性をもってずれる現象である」という現在の地震観に基づけば、断層がいつどこでずれ始めるか、どのようにずれ終わるかは、その時々で異なることになる。このことは 1960 年代に成立した点震源的な地震観に依る、「いつ」、「どこで」、「どのくらい」の地震が起きるかを予め知るといふ地震予知の概念はもはや時代遅れであることを意味する。天気予報という科学技術が天気図の変化からレーダー観測までシームレスに社会に受容されていることから見ると、科学技術をうまく使えば、現状においても強震動を励起しないまま断層面がゆっくりずれている場合や隣接地域で大規模な断層のずれがあった場合、あるいは地下深部から流体等が上昇する場合など、地下で通常と異なる現象が起きた結果、観測可能な地震活動や地殻変

動が発生していれば、これを時間軸上で時々刻々と力学的に監視し、「地震の発生をピタリと当てるのではなく」、次に起きそうなことを予測して、一旦地震波や津波等が生じた時には災害を予測する情報として知らせる。これらを、よりシームレスに取り扱う概念を持ち得る。このことが地震予知という概念から地震予測、あるいは地象予測と呼ばれる概念への転換の本質と考える。

2-2. 天気予報の発展（気象庁・佐藤芳昭）

天気予報は大気物理学の理論的支柱により発展、その理論に基づく数値計算技術「数値予報」により進化した。計算機及び計算技術、観測技術などの発展により予測計算技術や初期値解析技術が進化し、今日の天気予報を支える技術となった。目先の降水に関する降水ナウキャストや降水短時間予報、2～3日先までの短期予報、1週間先までの週間予報、季節予報についてはそれぞれ別々な情報であり、出される情報の種類も異なるものの、気象の情報は目先から長期までシームレスな予測情報として発表・活用されている。

2-3. 地殻活動の時空間変化の可視化と予測 —長期予測と短期予測—（海洋研究開発機構・堀高峰）

地震の発生の原因となる現象であるプレート境界での固着・滑りの状況が、過去から現在にかけてどうなっているか、ある程度わかるようになってきている。そこで、議論のための話題提供として、長期予測と短期予測として何を示しうるかを例示した。長期予測としては、断層固着・応力蓄積の分布や将来起こりうる地震シナリオを示すことができる。例えば、M7クラスの宮城県沖の地震の発生間隔が、東北地方太平洋沖地震後にはより短くなる可能性がシミュレーションから示唆されている。また、短期予測としては、いま何が起きているかを地震活動と地殻変動の時空間分布などで示すことができる。例えば、東北地方太平洋沖地震の余効滑りや固着状況について、小繰り返し地震の解析によってプレート境界での滑りの時空間変化を示すことができる。例えば、能登半島での群発地震では、短期予測としての地震活動や地殻変動は示されていたが、その場所でどのような大地震が起こる可能性があるのかという長期予測と結び付けた議論が十分でなかった。今後は長期と短期を結び付けた評価を行うことで事前の備えにつなげることができる。

2-4. 地震を駆動する変形過程の包括的理解（東京大学地震研究所・加藤愛太郎）

スロー地震は、地震モーメントと継続時間の関係や活動の移動速度から、拡散過程が示唆され、自然界においては普遍的に存在する現象と考えられる。一方、通常の「速い地震」は高速な破壊移動を示し、地震モーメントと継続時間のダイアグラムでは局所的な分布をしていることから、自然界においては特殊な存在である可能性がある。地震を駆動する変形過程の包括的理解として、地下の広域変形が震源域周辺へと徐々に集中（局在）化し、大地震の発生直前に前震活動やスロースリップが同時に発生することで、断層面近傍に変形の集中（局在）化が進み、大地震の発生が促進されるモデルが提案されている。今後は、これらの活動の移動を迅速かつ高精度に把握することや、プレート境界における超低速変形を検出することが重要となる。

3. まとめ

本重点検討は、1960年代までの点震源的な地震観にもとづいた直接的な地震発生の予知・予測ではなく、1970年代以降の地震観による監視の考え方を共有し、議論する貴重な機会となったと

思われる。今後の展望は、通常の地震活動やゆっくり地震の活動、地殻変動観測などあらゆる手段を使って、プレート境界を含む断層のずれを力学的にモニタリングし、それを可視化した結果を共有・議論する機会を増やしていくことである。

(堀 高峰・束田 進也・遠田 晋次)

HORI Takane・TSUKADA Shin'ya・TODA Shinji