

東北大学からの次期計画にむけた提案 その1

- 全体の説明およびプレート境界における地震発生準備過程の解明 -

東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター（発表者：松澤 暢）

1. はじめに

「新たな計画」によって地震発生に至る準備過程の理解が進み、プレート境界型地震を説明する「アスペリティ・モデル」、および内陸の歪集中帯と地震発生の関係を説明する「下部地殻軟化モデル」の検証が進んだ。さらにスラブ内の地震発生を説明する「脱水不安定モデル」の検証も進みつつある。今後、これらのモデルの一層の検証と精緻化・定量化を行う必要があり、またそのためにはいくつかの技術開発も必要とされている。以下では東北大が提案する計画案の全体像と、プレート境界における地震発生準備過程の解明にむけた計画案について述べる。なお、内陸・スラブ内の地震については「その2」を、新規技術開発については「その3」を参照されたい。

2. 東北大が提案する計画の全体像

スラブ内地震 これまでの計画では、スラブ内地震は研究対象として明示的には取り込まれていなかった。しかし、スラブ内の地震を説明するモデルとして脱水不安定説が提唱され、その仮説検証が進みつつあるため、次期計画ではスラブ内地震も視野に入れるべきである。

総合化と水 スラブ内やプレート境界、内陸での地震発生モデルは構築されているが、まだ定性的なモデルの段階である。定量的な地震発生モデルに昇華させるためには、これらを総合的に理解する必要がある。そのためには「水」の役割の解明が重要となる。たとえば、内陸の地震発生モデルの定量化のためには、内陸の応力場を見積もらなければならないが、このためには境界条件としてのプレート境界での応力と地殻底部の basal drag の見積もりが必要となる。前者は間隙水圧が影響し、後者はマントルウェッジ内の対流の挙動や粘性率の理解が重要であり、どちらもスラブから放出された水が大きな影響を与える。プレート境界の長期のすべり欠損を GPS から見積もるためにも、マントルウェッジの粘性の影響を無視できない。つまり、沈みこみ帯全体の地震発生過程を総合的に理解するために、水の分布・移動・役割についての理解を深める必要がある。

マルチスケール解析 モデルの定量化のために、時空間上の様々なスケールの現象をシームレスに解析することも重要である。たとえば、グローバルスケールから断層スケールまでの様々な空間スケールの不均質性を理解しなければ、地震発生に至る応力集中過程を定量的にモデル化することは困難である。また、他の自然現象に比べて地震現象の特異な点は、その時間スケールのダイナミックレンジの大きさにある。つまり、断層の固着期間は数十年～数万年と極めて長期であるのに対して、破壊時間は数秒～数分のスケールにすぎず、このことも総合的・定量的モデルの構築を難しくしている。この問題の解決のためには、様々な時間スケールの現象をシームレスに観測することが必要であり、また、それは地震発生のシミュレーションに必要な断層面の摩擦パラメータの推定にとっても極めて重要である。高サンプリング GPS 観測はそのために重要な役割を果たすと期待される。

切迫度評価 以上のような研究に基づき、地震発生の定量的なモデルが構築できれば、ポテンシャル評価や長期予測にとって極めて有効である。短期予測に役立てるのは難しいかもしれないが、定量的なモデルがあれば、何らかの擾乱があったときにそれが次の大地震の発生を促進するか抑制するのかの判断はできるようになると期待される。たとえば、プレート境界で大地震が発生して、大規模な余効すべりを生じたとき、その近傍に「満期」に近い別のアスペリティがあれば、そのアスペリティの破壊の「切迫度」が高まったと判断できるはずである。この「切迫度」をいかに定量的に評価していくかが、次期計画の重要な課題の一つである。

3. プレート境界における地震発生準備過程の解明

マルチスケールのアスペリティ解析 大地震時のすべり量分布を正確に把握することは、次のサイクルの地震像を予測する上で重要である。大地震の発生頻度は小さいため、より小規模な地震を詳細に解析して、アスペリティの破壊の再現性について検証を行い、アスペリティの複合破壊や連鎖破壊の条件を明らかにすることが重要である。さらに、将来の地震時の大すべり域を事前に予測するために、最近の地震活動から判明しているアスペリティ域と非アスペリティ域について、その構造の違いを詳細に調べていく必要がある。

準静的すべりの検知に基づく切迫度評価 プレート境界型大地震のあと、その余効すべりが隣接する大アスペリティの破壊（＝近傍の大地震）を促したと考えられる事例が蓄積されつつある（図1）。このことは、プレート境界上の準静的すべりをモニターすることにより、次の大地震の切迫度評価がある程度可能であることを示している。このような考え方にに基づき、切迫度評価の定量化をめざすとともに、GPS観測・解析の高度化や、小繰り返し地震（相似地震）の判断基準の最適化とスケーリング則の確立を急ぐ必要がある。

水の影響の評価 含水鉱物の相転移に伴って水が放出されることによりスラブ内地震が生じ、またその水によってプレート境界の間隙水圧が上昇すると期待される。この考え方が正しければ、スラブ内とプレート境界における地震活動や地震波速度構造に相関が見られるはずであり、このような考え方にに基づき観測・データ解析を行う必要がある。

大地震の詳細な把握 宮城県沖等、大地震発生が近付いていると考えられる場所においては、まず何よりも、地震時に何が生じたのかを正確に把握することが、次のサイクルにおける地震活動を予測するために極めて重要である。プレート境界型大地震については、陸からだけでは観測方位に偏りが生じるため、すべり量分布の正確な把握を目的とした海底観測の高度化が不可欠となる。

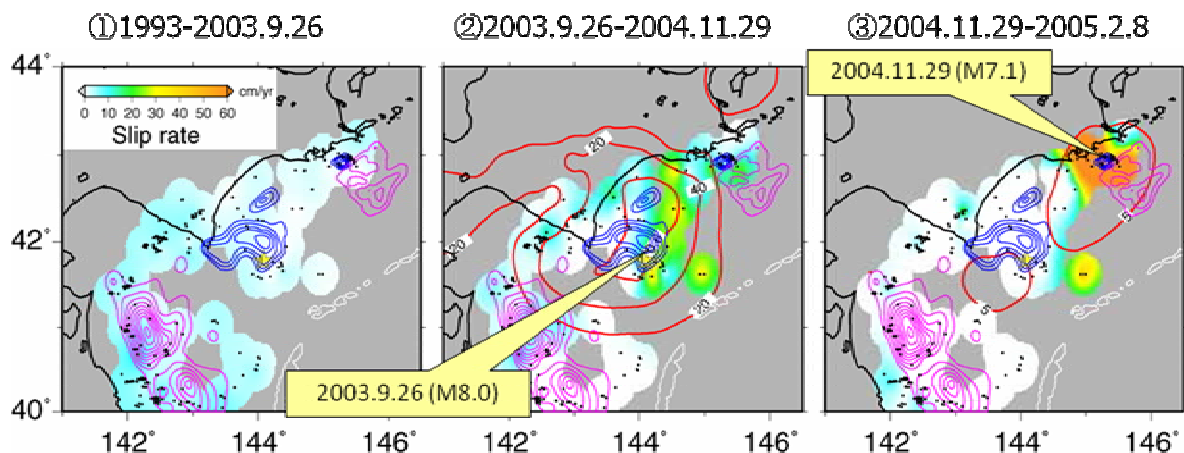


図1. 小繰り返し地震（黒点）とGPS観測によって推定された、2003年十勝沖地震（M8.0）の余効すべりとそれによって発生が促進されたと考えられる2004年の釧路沖M7.1の地震。小繰り返し地震によるすべりレート分布（カラー）はUchida et al. (2007), GPSから推定された余効すべりの分布（赤コンター）は油井・他(2005)による。ピンクと青色のコンターは大地震のすべり量分布(Yamanaka & Kikuchi, 2004, 2005; Yamanaka 2004)。