

12 - 7 第 193 回地震予知連絡会重点検討課題「東北地方太平洋沖地震に関する検討（その 3）」概要

Summary of intensive discussion subject for the investigation of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (part 3)

松澤 暢（東北大学大学院理学研究科）

Toru Matsuzawa

(Graduate School of Science, Tohoku University)

1. はじめに

これまでに地震予知連絡会では、第 190 回（2011 年 4 月 26 日開催）と第 191 回（2011 年 6 月 13 日開催）の 2 回にわたって、2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震（M9.0）の検討を行ってきた。初期のころは、様々な滑り量分布が提案されていたが、海底地殻変動データの回収・解析が進んできて、海溝近くのプレート境界で 50m 程度の大きなすべりが生じたことがほぼ間違いないことがわかってきている。しかし、このような大きな滑りがどのようにして生じたのか、また過去の滑り履歴はどのようになっていたのかについてはまだ十分には明らかになっておらず、さらに、海岸の隆起は当初の予想よりもずっと遅く、すでに頭打ちになっているようにも見える。

今回の震源域付近では本震発生前から海底観測が行われていて、極めて貴重なデータが得られている。さらに、本震発生後、広域の余震観測や海底音響探査が行われ、陸上での GPS 観測や地震観測等によるモニタリング結果ともあわせて、本震発生後の地殻活動データが半年分蓄積されている。

このような背景から、第 193 回の地震予知連絡会では、今後の地殻活動の推移予測や将来の巨大地震発生の予測の枠組みの検討を行うために、モニタリングや新たな観測データの解析および従来データの再解析等の結果を持ち寄って討議した。また、過去の海岸の隆起・沈降の履歴についてレクチャーをお願いし、活発な議論が行われた。

2. 議論の概要

2-1. 東北地方太平洋岸の隆起と沈降の履歴についてのレクチャー

今回の検討では、最初に千葉大学の宮内崇裕教授に、三陸海岸の第四紀後期隆起プロセスについてレクチャーをしていただいた。地質・地形学的には、最近 30 万年では三陸海岸全体で 0.2～0.3mm/年程度の隆起速度となっているが、測地学的時間スケールでは地震前は三陸海岸は沈降しており、地震時も沈降した。余効変動としては、三陸南部より南側では隆起が生じているものの、三陸北部については余効変動も沈降となっている。今回のような巨大なイベントが起こっても海岸が隆起しないのであれば、少なくとも三陸北部については上盤の海岸付近でプレート境界から立ち上がってくるような西傾斜の逆断層が動くようなイベントが必要かもしれないという指摘がなされた。

2-2. 陸上モニタリング結果

気象庁に、余震活動と今後の大きな余震の見通しについて説明をしていただいた。余震活動は順調に減少しているものの、本震前に比べれば活発な状況は続いており、11 月 15 日から 30 日間における余震域での M 7 以上の地震の発生確率は約 15%と推定される。

国土地理院に、余効変動の推移と今後の隆起・沈降の見通しについて説明をしていただいた。東北地方の太平洋岸は岩手県北部を除いて概ね隆起傾向にあるものの、すでに隆起の頭打ちが生じているように見え、銚子付近を除いて、数十年以内に地震前のレベルまで隆起することは困難であると考えられる。

東北大学から、繰り返し地震による余効すべりの推定結果の報告があった。GPS からの推定結果とほぼ同様に岩手県南部から宮城県沖にかけての海岸近くで余効すべりが大きいことが推定されるが、福島県南部から茨城県沖については、沖合でも大きな余効すべりが生じているという結果が示された。

統計数理研究所から、余震活動の時空間分布に関する解析結果の報告があった。海溝付近では最近地震活動が静穏化しているように見えている。また、9月17日の岩手県沖のM6.6の地震は大きめの余震を伴っていたが、この付近はもともとb値が小さい場所であった。

2-3. 海底観測結果

東北大学・海上保安庁に、海底地殻変動観測から見た地震前後の地殻変動について説明をしていただいた。海底圧力変動と陸上GPSの統合解析によれば、3月9日の前震の余効すべりは、その南の3月11日の本震の破壊開始点に向けて伝播していたことがわかった。GPS/A観測の結果によれば、地震時の変位は明らかに本震よりも海溝側で大きく、海陸の地殻変動データの統合解析により、震源よりも海溝側に大きな滑りが集中することは間違いないと考えられる。一方、地震後の地殻変動観測結果は、余効すべりの分布の不均質性が高いことを示しており、陸上観測で捉えられない余効すべりの存在も示唆している。

東京大学に、海底観測から得られた余震活動の特徴について説明をしていただいた。本震の主破壊域においては、プレート境界型の余震が少ないことがメカニズム解の解析から知られていたが、高精度の震源分布からもそれが裏付けられた。

海洋研究開発機構に、海底音響探査から推定された地震による地形・地下構造変化について説明をしていただいた。地震発生前後の探査結果を詳細に比較したところ、海溝付近の上盤側が約50m東南東に動き、かつ約10m隆起したとすればデータをほぼ説明できることがわかった。また海溝付近では大規模な地滑りが見つかり、しかもそれは単なる崩落ではなく、地下構造の変化を伴う大規模なものであったことがわかった。一方、海溝陸側斜面で傾斜角が約5度から約2度に急変するあたりで、西傾斜の顕著な正断層が認められるが、それも含めて、今回の地震時に上盤の分岐断層で顕著なすべりは生じていないように見える。

3. まとめ

東北地方では、地震前から海岸線が沈降しており、地震時にはさらに沈降した。これは、陸域下のプレート境界で余効すべりが生じることによって解消するものと考えられていたが、現在までのデータを見る限り、このままでは数十年たっても戻らない可能性が高くなった。これを、回復させるシナリオとしては、

- 1) 海底地殻変動観測や繰り返し地震で見られている海底下の余効すべりが停止し、陸域下の余効すべりだけが長期に継続する。
- 2) 陸域の下のプレート境界で巨大なスローイベントが発生する。
- 3) 海岸に近い海底下で大きなプレート境界地震が発生してから、陸域深部で余効すべりが大きく

なる。

4) 海岸付近で陸域深部も含めたプレート境界で大きな地震が発生する。

5) 宮内教授の指摘のように、上盤で大地震が発生する。

6) 長期にわたる粘弾性変形が生じる。

等が候補として考えられる。海底観測や繰り返し地震の解析から、海域下での大きな余効すべりが検知されているため、これが陸域下の余効すべりより早く減衰すれば海岸の隆起速度が増加するはずであるが、現時点では、余効すべり域の中心が陸側に移動しつつあるようには見えない。今後、Heki (2004)¹⁾ が指摘している、

7) 造構性侵食によって沈降し続ける。

という可能性も視野に入れつつ検討を進めていく必要がある。

余震活動は、減衰してきたとはいえ、本震前に比べればあいかわらず活発なレベルにあるため、大地震の確率を計算すると高い値が出てくる。これが直感よりも高く感じてしまうのは、b 値から予想される頻度よりも、これまでに実際に起こっている M7 以上の余震が少ないことに起因している。これは、

a) プレート境界で残留応力がほぼゼロとなるくらい大きな滑りが生じてしまったために、大きな余震が起りにくくなっている。

b) これから大きな余震が発生する。

の二通りの可能性が考えられる。そのどちらなのかを明らかにしていくことが今後極めて重要である。

海底地殻変動と海底地形・構造探査から、今回の地震でプレート境界で大きな滑りが生じたことはほぼ間違いなことが明らかになった。それを裏付けるように、大きな滑りを生じたと考えられる領域ではプレート境界で余震が発生していないことが海底地震観測から確かめられた。これらは海底観測・探査の大きな成果である。宮城県沖では、大地震の発生が危惧されていたため、今回の地震前から海底観測・探査が行われていたので、地震発生前後での変化が明瞭に捉えられた。残念ながら、当初の予想よりはるかに巨大な地震が起きてしまったため、予知に成功したとは言えないにしても、事前に危険性を指摘できたからこそ、このような貴重なデータが取得できたと言える。今後、この貴重なデータをもとに M9 の地震の全体像を解明していくことにより、日本のみならず世界で発生する超巨大地震の予測に対して大きな貢献ができると考えられる。

今回の重点検討課題においては、地殻変動や地震活動が今後どうなるのか、という観点から様々な解説と議論をお願いした。特に海岸が元に戻るのか、また今後大きな余震が起こるのか、という問題は、国民にとって極めて重要である。残念ながら、今の我々の実力では、可能性のあるシナリオを提示することしかできないが、今後、これらのシナリオを少しずつ絞り込んでいく努力が求められている。

参 考 文 献

1) Heki, K., Earth Planet. Sci. Lett., 219, 13-20, 2004.