

## 2. 巨大地震による災害の軽減に資する研究成果

2011年3月11日に発生したマグニチュード(M)9の東北地方太平洋沖地震は、日本周辺で発生する可能性のある巨大～超巨大地震（以下、巨大地震）の評価を見直す必要があることを示した。巨大地震の発生可能性をより適切に評価するためには、これまでに発生した巨大地震の震源域、規模、発生頻度をあらゆるデータを利用して推定するとともに、発生サイクルの全容を解明しなければならない。また、巨大地震による災害を軽減するために、津波や地震動の予測が極めて重要であることを再認識させられた。本研究計画では、巨大地震に関する研究を強化するために計画の内容を見直した。平成24年度は、巨大地震の長期評価に必要な過去の巨大地震の震源像の見直しに関する研究、巨大地震による津波を地震発生直後に精度よく推定するための手法開発等で成果が得られた。

### 2-1 巨大地震の解明

巨大地震の繰り返し間隔は百年程度以上と長いため、その特性を地震計等の計器観測から明らかにするには限界がある。今後の巨大地震の発生を予測するためには、歴史記録や地質データ等も利用して、過去の巨大地震の震源像を明らかにすることが重要である。

津波堆積物調査から、17世紀に北海道太平洋沖で巨大地震が発生したことが明らかになっており、これまでのデータに基づいて、この巨大地震は十勝沖と根室沖の連動型のプレート境界型地震(M8.5)と推定されていた。今年度、最新の津波堆積物調査結果を含む北海道太平洋沿岸の11地域での津波到達範囲・地点をデータとし、それらを全て説明できる断層モデルを新たに推定した。その結果、従来の断層モデルで推定された滑りに加えて、海溝軸近傍のプレート境界浅部の幅30kmの断層で、25mにも及ぶ滑りが生じていたとすればデータを説明できることが分かった。この巨大地震の規模はM8.8と推定された(図1)。このことは、2011年東北地方太平洋沖地震と同様に、17世紀の北海道太平洋沖の巨大地震により、海溝近傍浅部のプレート境界が非常に大きく滑った可能性を示す研究成果である。

東北地方太平洋沖地震については、東北地方太平洋岸の長期的な上下変動が解明されていない。これは、今後のプレート境界滑りの予測とも関連しているため、考察が進められた。東北日本弧の太平洋岸では、ここ数十年の短い期間で見ると急速な沈降が観測されている。その一方で、地質学的観点に立ち長い期間で見ると、第四紀後期の海岸線は緩慢な隆起を示している。ここ数十年の期間にみられる急速な沈降は、プレート境界の固着部分が滑ることで解消されるものと考えられているが、過去100年間に起こった海溝型地震では、地質学的に観測されるひずみ解放を説明できない。この地質学的観測を説明するためには、プレート境界の深部までにわたっての固着面全体が滑る巨大ひずみを解放する現象が存在する可能性がある(図2)。2011年東北地方太平洋沖地震においても、浅部の固着領域のひずみを解放した現象であるが、更に深部の固着域においても余効滑り等の滑り現象によってひずみを解放する必要があることが分かった。

東北地方太平洋沖地震発生後のプレート境界の固着状況を解明するために、GPS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測を継続した。海底基準点「宮城沖1」では、本震後の2011年3月28日から2012年12月12日までの西北西方向の累積変動量は41cmとなる。2011年7月10日の余震(M7.3)から2012年12月7日の三陸沖の地震(M7.3)までの期間でも、西向きに22cmの変動が観測されている。「釜石沖1」でも時系列のばらつきが大きいものの西北西方向の変動が観測されている。その他、「宮城沖2」では南向きに17cm、「釜石沖2」では北西方向に6cmの変動が検出さ

れており、東北地方太平洋沖地震の震央周辺では複雑な地殻変動を示している。この観測結果は、プレート境界での余効滑りや地震性滑り域での固着の回復では説明が難しく、今後の研究が必要である。

## 2-2 地震動・津波予測のための手法開発

巨大地震の発生を精度よく予測することが難しくても、予想される巨大地震による地震動や津波を事前に評価できれば、災害軽減のための対策を講じることができる。また、地震発生直後に、短時間に震源特性等を推定して地震動や津波の特性を予測できれば、防災行動に役立てることができる。

地震が発生した際にマグニチュード(M)を迅速に推定することは、強震動や津波の予測において非常に重要な課題である。巨大地震のMの即時推定と津波予測の高度化に向け、日本列島の震度の広がりから震源域の広がり判断する方法や、周期数百秒以上の長周期地震動成分の振幅を用いたMの推定の実用性の検討が進められた。その結果、周期100秒までの様々な周期帯の地震波形の最大振幅からMを推定できるように手法が改良され、2011年東北地方太平洋沖地震や2010年チリ地震に適用したところ、地震発生後数分以内で一定の値が得られることが確認された。また、グリッドサーチを用いてモーメントテンソル解を自動解析する手法が開発され、気象庁の地震監視業務に反映された。

津波即時予測高度化のために、GNSSによる広域の地震時変位データから即時的に推定された震源断層モデルを津波波源の初期モデルとして採用し、沖合津波観測データを基に断層モデルと沿岸の津波予測を逐次更新する手法の開発を進めた。この手法の性能を調べるため、東北地方太平洋沖地震を対象として、仮想的な観測津波波形を用いた津波予測実験を行った。予測実験では、GNSS陸上観測点、ケーブル式海底水圧計、GPS波浪計の実際に観測されたデータを用いた。東北地方の太平洋岸に大津波が到達する前までのデータにこの手法を適用して、その後の大津波を精度よく予測することができた(図3)。

津波による被害を軽減するためには津波浸水域の即時予測が有効と考えられるが、津波浸水域を精度よく予測するためには10m以下の細かい格子間隔で津波遡上数値計算を実施する必要がある。地震が発生してから津波数値計算を行っている間は津波到達までには間に合わない。断層モデルの即時推定と事前計算に基づく津波遡上のデータベースを組み合わせることにより、津波浸水を即時予測する手法を開発した。巨大地震の発生後、地震波データ等を用いて断層モデルを即時推定し、粗い格子間隔で津波伝播の計算を行う。これに加えて、あらかじめ計算しておいた津波浸水のデータベースを検索することで、短時間で津波の浸水予測が可能となった。この手法を用いて、釧路市での津波浸水域予測の検証実験を実施した結果、良好に予測できることが明示された(図4)。

海底下で発生する巨大地震の震源断層モデルを短時間で精度よく推定したり、地震動や津波の即時予測の精度を向上させるためには、海底における観測は極めて有効である。紀伊半島沖の海底ケーブル観測データを用いて、地震動や津波の即時予測高度化のための研究を進めるとともに、津波の早期検知に有効な海底圧力計の開発研究を進めた。また、北海道から房総沖に至る日本海溝周辺において地震・津波観測網を整備するために、海洋調査を実施し、観測点配置とケーブルルートを決定した。