

2-1 海域構造調査

中村 恭之（海洋研究開発機構）

藤江 剛（海洋研究開発機構）

小平 秀一（海洋研究開発機構）

1. 研究の目的

2011年3月に発生したマグニチュード9の東北地方太平洋沖地震（以下、東北地震）は、太平洋プレートが日本列島下に沈み込むのに伴い発生するプレート境界型大地震でしたが、岩手県沖から茨城県沖に至る広範囲で発生したことや、甚大な被害をもたらした巨大津波を伴っていたことなど、この海域で観測されてきた従来のプレート境界型地震とはスケールの違いが際立っていました。さらに、今回の地震では従来は地震性すべりを起こさないとされてきたプレート境界浅部の海溝軸近傍まで地震性すべりが達したのも特徴です。なぜこのような大きなスケールで地震や津波が発生したのか、なぜ海溝軸近傍まで地震性すべりが達したのか、そのメカニズムを理解するには、海溝軸近傍の詳細を含め、プレート沈み込み帯全体の様相を把握することが不可欠です。

一方、東北地震の発生に伴い太平洋プレートが大きく動いたことで、日本海溝の沖側ではアウターライズ地震と呼ばれる正断層地震が発生する下地が生まれたと考えられています。アウターライズ地震は大水深の海底直下で発生するため、巨大な津波を引き起こす危険性があります。世界各地の過去の例を見ると、プレート境界型地震が発生した直後から数十年後までの長期間にわたってアウターライズ地震による巨大津波が発生する可能性があります。今回の地震を受け、今後どのようなアウターライズ地震が発生するのでしょうか。その問いに答えるには、アウターライズ地震の発生場の詳細な構造を捉えるとともに、変形構造などからアウターライズの応力場を把握することが不可欠です。

このような視点から、我々は広大な東北地震の震源域とその沖合に広がるアウターライズにおける大局的な地下構造を把握するための屈折法及び反射法地震探査研究と、海溝域の詳細構造を捉えるための稠密高解像度反射法地震探査研究を計画しました（図1）。これらの研究は、海溝型地震・津波発生可能性の長期評価や、津波予測の高度化にも貢献できると期待されます。

2. 研究の実施

2.1 屈折法及び反射法地震探査

平成24年度に、東北沖地震の広大な震源域のほぼ中央付近に位置する相馬沖の海域で、プレートの沈み込みの様相など地下構造の大局的な特徴の把握を目指し、31台の海底地震計、444チャンネルハイドロフォンストリーマーケーブル、そしてチューンドエアガンアレイを用いた構造調査観測を実施しました（図1）。本調査測線は同時に実施された陸上の調査測線と繋がっており、東北地震の震源域となった海溝軸付近から本州沿岸に至るまでのプレート境界の全体像を捉えることを目指しています。

海底地震計の記録では（図2）、プレート境界面付近や島弧モホ面付近からの反射波な

ど、構造上の鍵となる特徴的なフェイズが明瞭に確認できており、今後解析を進めていくことで、東北沖地震の震源域の中央付近におけるプレート境界面形状など、これまで明らかになっていなかった地下構造の特徴が把握できると考えられます。

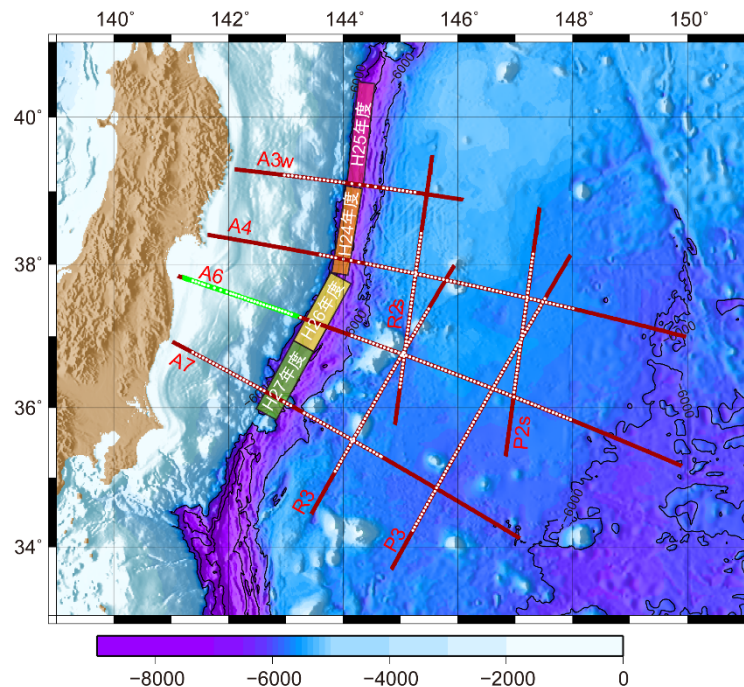


図1 海域構造調査計画全体図。赤色は本プロジェクトで実施を計画していた屈折法及び反射法地震探査の全測線。○は海底地震計。緑色が平成24年度に屈折法及び反射法地震探査を実施した測線。色塗りの四角は本プロジェクトで実施を計画していた稠密高解像度反射法地震探査の調査予定海域。

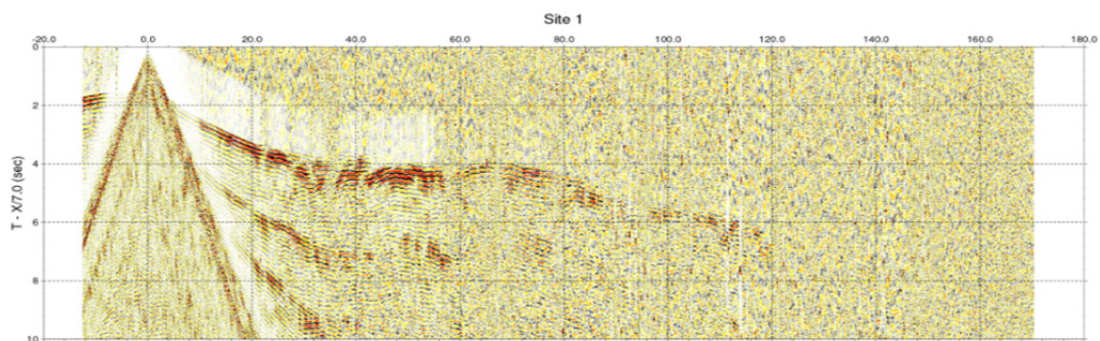


図2 A6 測線西端の海底地震計で得られた調査記録。遠方からの屈折波の他、島弧モホからと解釈される反射波も確認できる。

2.2 稠密高解像度反射法地震探査

平成 25 年 3 月に宮城沖の日本海溝軸周辺において、深海調査船「かいらい」を用いた高解像度反射法探査を実施しました（図 3）。この場所は、東北地震震源の北側にあたり、東北地震において比較的大きな断層すべりが起こった海域です。海溝軸を横切る方向に長さ約 35 km の測線を高密度で設定し、震源東側の海溝軸周辺で見られた変形構造の北方への連続性を把握することを目指しました。調査には、長さ約 1.3km、192 チャンネルのストリーマケーブルと、380 立方インチのクラスターガンを使用しました。クラスターガンの発振間隔は 37.5m です。今回の調査では、2 km 間隔の 22 本の測線でデータを得ることができました（図 3）。得られたデータを重合後時間マイグレーション処理することで、地下構造断面を作成しました。今回の調査は、南北方向に約 50 km の範囲でしかデータが得られませんが、その範囲内においても海溝軸の地下構造が一樣ではなく、変化している様子が捉えられています（図 3）。日本海溝東側の太平洋プレート上には、プレート沈み込みに伴う折れ曲がり正断層やそれに伴うホルストグラベン（地塁－地溝）構造が発達しています。海溝軸の変形構造は、海溝軸とこの地塁－地溝構造の位置関係に密接に関連していることが示唆されます。

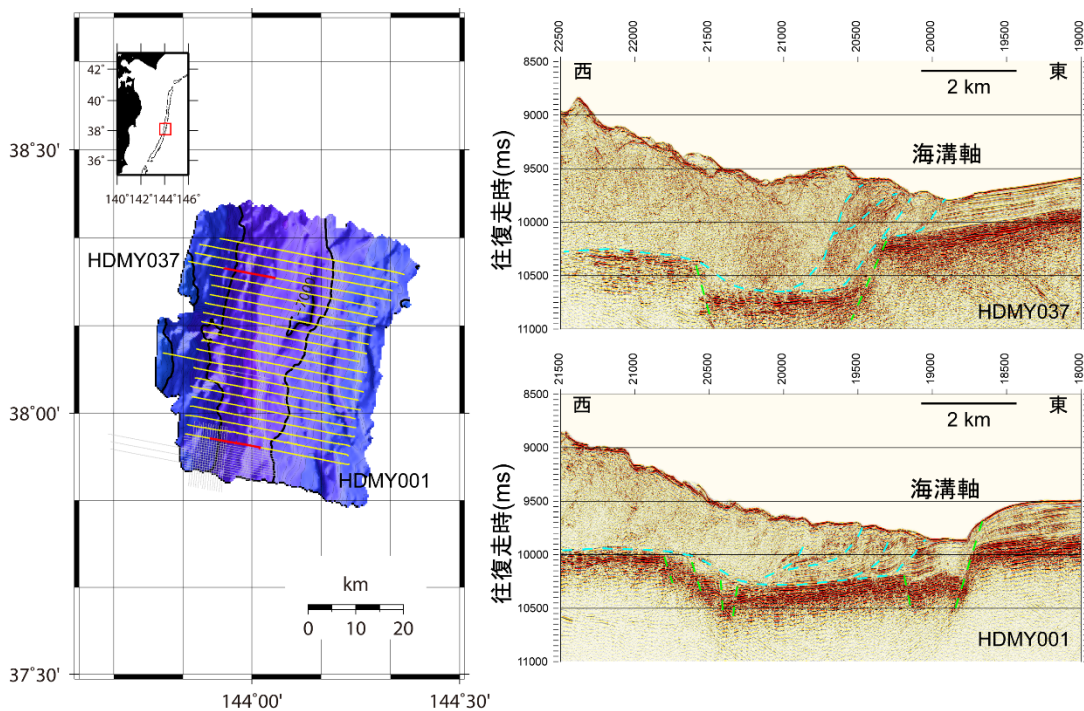


図 3 平成 24 年度に実施した測線（左）と得られた地下構造断面の例（右）
 地形図は左上地図の赤四角の場所にあたる。左図の黄線は本プロジェクトで実施した反射法探査測線の位置で、赤線部の地下構造断面が右に示されている。右図で水色点線が海溝軸での変形構造に関連する断層、緑点線が折れ曲がり正断層。右図の縦軸は往復走時(ミリ秒)、横軸は CDP 番号(3.125m 間隔)。

3. 今後の課題

屈折法及び反射法地震探査では、平成 24 年度は、A6 測線全体の構造調査を計画していましたが、構造調査直前に大きな余震が発生したため、急遽 A6 測線東部の調査を中止し余震観測に切り替えました。直後にプロジェクトの打ち切りが決まってしまったため、結果として調査が実施できたのは A6 測線の西部のみにすぎず、広大な東北沖地震の震源域の地下構造やそのアウターライズ地震の発生が危惧されているアウターライズ海域の実態を把握するには、調査量が圧倒的に不足したままの状態プロジェクトを終えることになりました。プロジェクトの打ち切りは大変残念ですが、東北沖地震の実態解明の重要さや、アウターライズ地震や津波の発生確率が低下したわけではありません。取得した A6 測線のデータ解析を進めることはもちろんですが、なぜあのような巨大地震が発生したのか、そして今後どのような地震や津波が発生しうるのかを把握し、そして防災に繋げるためにも、更なる屈折法及び反射法地震探査研究を実施することが強く望まれます。

また、稠密高解像度反射法地震探査では、岩手沖から茨城沖に至る日本海溝の海溝軸全域での調査を予定していましたが、プロジェクトが途中で終了してしまったため、海溝軸での変形構造の南北変化の全容を把握するに至りませんでした。これまでに、岩手沖では明治・昭和三陸地震、また福島沖から茨城沖では貞観地震といった津波による大きな被害をもたらした地震が発生しています。それぞれの海域の海溝軸近傍は、津波の波源域となっていた可能性があるため、海溝軸での詳細な変形構造、断層分布を把握することは、東北地方太平洋沖で発生する地震・津波に対する今後の防災を考える上でも重要と考えられます。幸いなことに、海溝軸における稠密高解像度反射法地震探査は、平成 26 年度から採択された科研費特別推進研究「深海調査で迫るプレート境界浅部すべりの謎～その過去・現在」の一環として実施できることになりました。今後も調査を継続し、日本海溝全域における海溝軸の詳細な構造の把握を目指します。