

## 4-1 海底変動地形解析

佐藤 比呂志 (東京大学地震研究所)

石山 達也 (東京大学地震研究所)

### 1. 研究の目的

2011年東北地方太平洋沖地震では、沈み込み帯メガスラストの浅部で非常に大きなすべりが生じ、海溝軸付近に大規模な地震時の地殻変動が観測された(例えば Simons *et al.*, 2011) ことから、海底地形などに残された過去の巨大地震の痕跡に関心が高まりました。ここでは、海底地形調査で得られたデータについて変動地形学的な解析を行いました。また、過去に取得されたマルチチャンネル反射法地震探査などの地殻構造調査の一部について再解析を行い、新たに得られた断面について再解釈を行いました。

### 2. 研究の実施

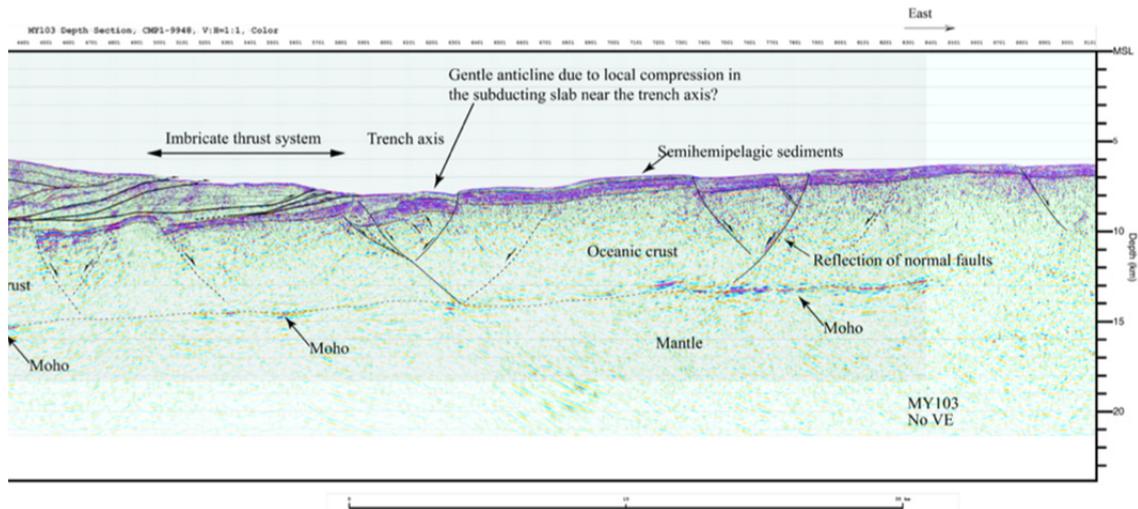
海洋研究開発機構が取得・作成した 300 m 間隔の海底地形データ(4-2を参照)を用いて、まず海底地形の可視化を行い、2011年東北地方太平洋沖地震の震央周辺の海底地形について詳細に検討しました。さらに、この様に海底地形から推定された活断層の痕跡を確かめるために、地震前に実施され取得された、マルチチャンネル反射法地震探査断面(Tsuru *et al.*, 2002など)などの地下構造断面を収集し、最新の手法を用いて再解析を行いました。再解析では、高密度速度解析を伴う高精度反射法イメージング解析、連続ウェーブレット変換を用いた浅部高分解能解析、Common Reflection Surface法による深部構造イメージング、スケルトン指標を用いた反射パターン認識解析など、浅部の分解能の向上や、沈み込み帯の複雑な構造のイメージ向上を図りました。また、深度変換には既往の屈折法地震探査の結果(Miura *et al.*, 2005)を反映させました。

代表的な例として、MY103測線の再解析断面の解釈を図1に示します。まず、海溝よりも東側では、これから沈み込もうとする太平洋プレートの上面に、厚さ7-800m程度の半遠洋性堆積物があり、正断層群によって切断されている様子がわかります。正断層群は、太平洋プレートが日本海溝に近づく付近でよく見られますが、堆積物の厚さには断層の両側で一樣なことから、その活動開始時期は新しく、海溝近傍に到達して活動を開始したものとみられます。これらの正断層群は、半遠洋性堆積物や正断層による地形的な落ち込みを埋める堆積物を載せたまま、上盤側プレートの下に潜り込んでいるようです。

海溝軸から陸側に向けて20kmほどの区間は、地形的には平均勾配約5度の緩斜面ですが、この部分は沈み込み帯先端部の付加体にあたります。付加体は複数条の低角な逆断層群で複雑に変形しています。最も構造的な最下位の水平な断層は、沈み込み帯の最先端部から、沈み込む海洋性地殻の上位に分布する半遠洋性堆積物に収斂するように見えます。反射面の特徴から、沈み込む海洋性地殻は海溝軸部からの距離20km付近で下方に折れ曲がるように見えます。これに対応して、水平な断層面は西傾斜になります。この上には高速度異常が上方に凸の三角形をなして存在します。直接的なデータはないものの、ここではこれを沈み込んだ海山と推定しました。海山の沈み込みは茨城沖でも認められ(Mochizuki *et al.*, 2008)、空中磁気の高異常帯が認められる点で共通します。また、海溝上部斜面基部には、

比高 1,000m 近くに達する東向き崖地形があります。MY103 によれば、その地下には西傾斜のくさび形衝上断層が存在します。周辺の層序から判断すると、このくさびは古第三系及びこれより古い岩石からなります。地質構造を検討すると、くさび形衝上断層は、最近は余り活発に活動していないように見えます。

(a)



(b)

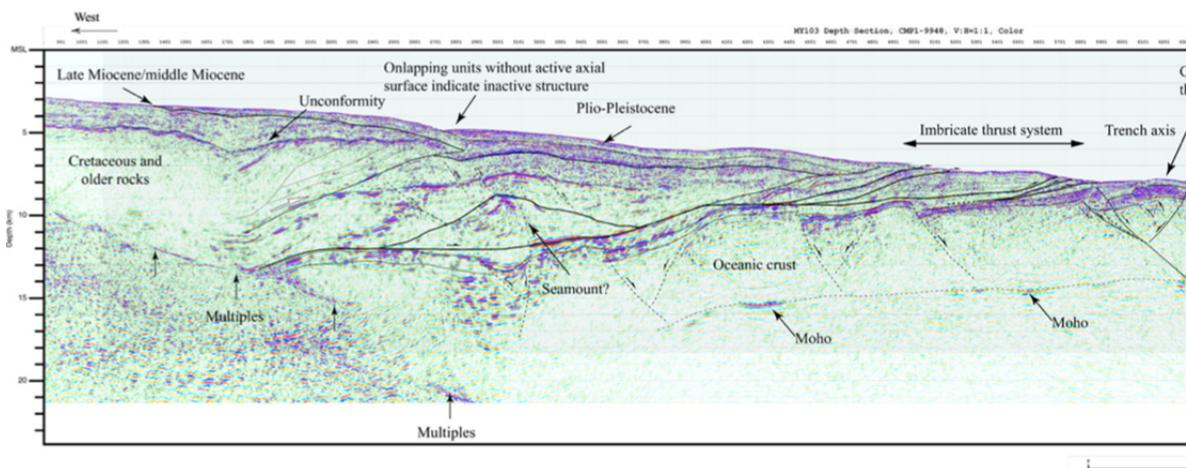


図1 MY103 測線の再解析断面図。(a) 海溝軸からアウターライズ、(b) 海溝軸から海溝海側斜面上部にかけての断面

### 3. 今後の課題

このように、海底地形データと再解析した地下構造断面を併せて検討することによって、2011 年東北地方太平洋沖地震震源域の活断層の分布や性状がある程度明らかになりました。このような構造は、日本海溝において過去に繰り返し発生してきた巨大地震とその前後に発生する M7 クラスの地震の痕跡であると考えられます。同様の検討は日本海溝や他の沈み込み帯でも行うことはできると考えられ、今後進めていく必要があります。ただし、既存のデータには改善の余地があります。日本海溝のような非常に深い海溝では、より精

度の良い海底地形データを得るためには、潜航式の測深機による海底地形データの取得を進めていく必要があります。また、既存の反射法断面についても、長大ケーブルや二船式発震などによりイメージングの向上を図る必要があります。メガスラストを含む海底活断層の最大の課題は、陸上と違い、海底では直接的な過去の地震活動の証拠を得ることが非常に困難であることです。陸上では、通常トレンチ調査によって得られた古地震データにより、将来の地震像が推定されてきました。沈み込み帯の古地震研究は、これまで津波堆積物やタービダイトを利用して目覚ましい成果を挙げてきました。その反面、これらは巨大地震の二次的な地質学的証拠であるため、震源とイベント堆積物の関連付けに課題があります。多様な海溝域の巨大地震の発生像を具体的に明らかにするためには、既存の手法に加えて、陸上と同様に海底活断層の「その場」で直接的な断層運動の証拠を捉え、言わば一次的な古地震・断層運動の地質学的証拠を取得することが必要です。上に述べた潜航型測深機による海底地形データの取得に加えて、超深海での高精度イメージング技術やコアリング技術の開発といった課題を克服し、海底活断層の古地震研究を進めることによっではじめて、未知の部分が多い日本周辺の巨大地震像に迫ることができると考えます。

## 引用文献

- Simons, M., Minson, S., Sladen, A., Ortega, F., Jiang, J., Owen, S., Meng, L., Ampuero, J.-P., Wei, S., Chu, R., Helmlinger, D., Kanamori, H., Hetland, E., Moore, A., Webb, F., The 2011 Magnitude 9.0 Tohoku-Oki Earthquake: Mosaicking the Megathrust from Seconds to Centuries, *Science*, **332**, 1421-1425, 2011.
- Tsuru, T., Park, J.-O., Miura, S., Kodaira, S., Kido, Y., & Hayashi, T., Along-arc structural variation of the plate boundary at the Japan Trench margin: Implication of interplate coupling. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **107**, doi:10.1029/2001JB001664, 2002.
- Miura, S., Takahashi, N., Nakanishi, A., Tsuru, T., Kodaira, S., & Kaneda, Y., Structural characteristics off Miyagi forearc region, the Japan Trench seismogenic zone, deduced from a wide-angle reflection and refraction study. *Tectonophysics*, **407**(3-4), 165-188. doi:10.1016/j.tecto.2005.08.001, 2005.
- Mochizuki, K., Yamada, T., Shinohara, M., Yamanaka, Y., & Kanazawa, T., Weak interplate coupling by seamounts and repeating M approximately 7 earthquakes. *Science*, **321**(5893), 1194-7. doi:10.1126/science.1160250, 2008.