

微小地震震源アレー解析及びOBSアレー解析から見えてきた茨城沖におけるサイスモテクトニクス

Seismotectonics at off-Ibaraki region identified from dense earthquake source arrays and dense OBS arrays.

*米島 慎二¹、望月 公廣¹

*Shinji YONESHIMA¹, Mochizuki Kimihiro¹

1. 東京大学地震研究所 地震予知研究センター

1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

はじめに

茨城沖では、2011年に発生した東北沖地震の最大余震として本震発生からおよそ30分後に Mw7.9の最大余震が発生した。最大余震の発生に伴い、多くの余震としての微小地震が発生したが、最大余震震源域直情付近に設置されていたOBSの稠密アレーにより最大余震発生域から浅部にかけての海底微小地震記録を得ることができた。筆者らによるこれまでの地震活動の震源決定解析の結果、深さ約10~30km程度の領域にて、幾つかの複雑だが特徴のある地震活動の時空間分布が明らかになった。1つ目は、微小地震発生領域、大地震の発生領域、Tremor発生領域が空間的に相補関係にあるような分布を示していること。2つ目は、微小地震活動は大局的にはdowndipなトレンドを持つがローカルには変化の大きい3次元的な分布を示していること、などである。

目的・課題

こうした地震活動で見出された複雑だが特徴のある地震活動が、沈み込み帯のどの層あるいは層境界で発生しているかを高精度に把握することは、テクトニクスを理解するうえで重要であり、これが本研究の目的である。しかしながら、震源については比較的詳細な分布が得られた一方で地下構造については不明な点が多い。一般に陸側プレート、海洋プレートともに異なる岩相から構成されるためプレート境界の他にも複数の速度境界が存在することがよく知られているが、これに加え茨城沖では海山の沈み込みが報告されている。このため地下構造は3次元的に変化していると考えられるが茨城沖では今回の地震活動で得られたものと同程度の空間密度を持つ高密度な3次元構造は得られていない。だが地下構造を得るにも、自然地震を用いる地震波tomographyやレシーバ関数などでは地下構造情報の解像度が不足している。他方、一般に解像度が高いと考えられる人工地震探査ではエネルギー不足による探査深度不足や、多重反射波などの影響により、海山を有するのSeismogenic zone付近での複雑な地下構造をイメージングすることは困難である。さらに仮に構造が得られたとしても、震源分布と地下構造は異なる手法、モデルで得られたものであり、互いの深度を一致させることは難しい。上記理由によりseismogenic zoneにおいては震源と構造を高精度でマッチングすることは技術的に大きな困難を伴うものであるというのがこれまでの現状であった。

方法

本研究では、こうした自然地震と構造の対応問題を解決するために、OBS観測網周辺で発生したローカルな微小地震のみを用いて、自然地震そのものから、震源位置周辺の速度境界や速度を抽出することを試み、自然地震の発生位置と速度境界とのマッチングを行う。具体的には以下の2アプローチを取った。

1. 震源アレー、特にVertical source arrayを用いることによりVSP-likeな処理を行い自然地震と速度構造境界とのマッチングをする。
2. OBSアレーによる自然地震掃除から屈折波速度解析を実施することにより震源近傍の速度構造を求める。まず1. の震源アレーでは後続波である特定の境界面からの反射波を抽出することで反射面位置を特定す

る。これにより反射面の深さと自然地震の深さを直接対応付けることが可能となる。また初動到達時刻より V_p , V_s の速度プロファイルを得ることができる。これらにより、Vertical source array 周辺での震源深さと構造との対応を明らかにすることができると考えられる。ただし、このアプローチでは Source array 周辺のみの情報しか得られない。一方2. の屈折波解析では、震源と層境界の相対位置はわからないが、震源周辺にどのような層境界があるかの情報を得ることができる。さらに OBS ネットワーク内の複数の OBS 測線と震源を工夫して組み合わせることで、3次元的な見掛け屈折波速度分布を得ることができる。1と2を突合することで、OBS ネットワーク周辺における微小地震の発生位置を相当程度制約することができると考え、現在解析を進めている。

結果

現時点までで得られている震源分布および解釈図を図1に示す。プレート境界が複雑な形状をしていること、プレート境界より深部に反射面が存在し、Layer II/III の境界と解釈される。最大余震が発生したと考えられる深さ領域では、地震発生面は比較的シンプルな形状をしていることなどがわかってきた。発表では最新の解析結果および解釈結果を示し、最大余震—海山—Tremor 含めたテクトニクスについての議論を行う。

参考文献

- Mochizuki et al. (2008, Science)
 Kubo et al. (2013, GRL)
 Nishikawa et al. (2019, GRL)

図1：茨城沖OBSのデータ解析結果。左図：震源分布（丸）と最大余震（黄色のハッチ）、海山（黒点線）、Tremor（赤四角）。右図：深さ断面の解釈図（断面は左図の青測線）。

Summary of Ibaraki-oki seismicity and other tectonic activities

