

# 地震探査データと孔井情報の統合解析から探る南海トラフ付加体インナーウェッジの変形構造

## Deformation structures in the Nankai inner accretionary wedge integrating seismic data and borehole information

\*白石 和也<sup>1</sup>、山田 泰広<sup>1</sup>、福地 里菜<sup>2</sup>、真田 佳典<sup>3</sup>、木下 正高<sup>4</sup>、木村 学<sup>5</sup>

\*Kazuya Shiraishi<sup>1</sup>, Yasuhiro Yamada<sup>1</sup>, Rina Fukuchi<sup>2</sup>, Yoshinori Sanada<sup>3</sup>, Masataka Kinoshita<sup>4</sup>, Gaku Kimura<sup>5</sup>

1. 海洋研究開発機構 海洋掘削科学センター、2. 海洋研究開発機構 地震津波海域観測センター、3. 海洋研究開発機構 地球深部探査センター、4. 東京大学 地震研究所、5. 東京海洋大学

1. ODS, JAMSTEC, 2. CEAT, JAMSTEC, 3. CDEX, JAMSTEC, 4. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 5. Tokyo University of Marine Science and Technology

本講演では、南海トラフ熊野沖の地震探査データ、IODP南海トラフ地震発生帯掘削計画 (NanTroSEIZE) で取得された孔井情報 (検層データおよび岩石試料分析) に基づき、インナーウェッジ (熊野海盆下の付加体内部) の変形構造に関する統合的解析について述べる。

### ・地震探査データ

これまで、南海トラフ熊野沖で取得された複数のデータセットについて、最近の解析手法を用いた高度サイスミックイメージングを行ってきた。特に、三次元反射法地震探査データの再解析では、以前よりも高品質な反射波イメージボリュームが得られた。熊野海盆直下には、C0002孔井北西側の背斜褶曲が明瞭に見られ、それ以外の褶曲構造も幾つか認定できる。それよりやや下では、傾斜した反射面やフラグメント化した反射波が多数観察される。さらに深部では、強振幅の巨大分岐断層終端部では、断層を境に上盤側には、層構造を示す急傾斜の反射面とそれに連続すると推定される背斜状の反射面が確認される。一方、同じく下盤側には、緩傾斜の反射面が複数確認される。さらに、このデータに対して、地震トレースの類似性に基づく地震波属性解析を適用し、構造の特徴抽出を行った結果、熊野海盆下の付加体内部には、トラフ軸とほぼ並行な断層や褶曲変形を示す構造パターンが確認される。また、PSDMを通じた速度解析から、巨大分岐断層の上部に高速度帯の存在が示唆されている。この高速度帯は、OBS広角反射法データの波形インバージョン解析結果 (Kamei et al. 2013) にも同様に見られ、厚さや最大値に違いはあるものの、異なるデータを用いた異なる解析から同様に高速度帯の存在可能性を示されている。

### ・検層データ

C0002掘削地点の複数の孔井では、掘削同時検層 (LWD) データが連続的に取得された。そのうち地質構造に関連する、速度、比抵抗、ガンマ線、地層傾斜に着目する。地層傾斜は、熊野海盆より深部では概して急傾斜 (70-90度) の地層が存在する一方、緩傾斜 (30~60度) への急激な変化が幾度か見られる。これらは付加体内部の断層または褶曲に伴う局所的な傾斜変化を捉えていると考えられる。また、速度や比抵抗は、より短周期の岩相変化に対応する変動が観察される。これらの特徴を新しい地震探査イメージと対比すると、地震探査断面から想定される付加体内部の断層構造と孔井情報から推定される構造の不連続面はよい対応を示す。

### ・カッティングス、コア

掘削カッティングスを用いて、ビトリナイト反射率から古地温構造が復元された (Fukuchi et al. 2017)。深度方向へ全体的に温度上昇を示す一方、大小いくつかの最高被熱温度の反転があり、これらの反転によりスラストの存在が示唆された。特に、海底下深度2400-2600付近には垂直変位700mとも推定されるスラストによる断層運動の履歴が指摘されており (Fukuchi et al. 2017)、サイスミックイメージの逆断層を示唆する深度とよい一致を示す。また、地震探査断面の構造的特徴は、深度方向の古地温構造の変化や検層データ (地層

傾斜、比抵抗、速度)の特徴とよい対応を示す。更に、地震探査データから得られた高速度帯について、Tobin et al. (2015)による観察から鉍物脈や砂層のセメント化が報告されているため、流体の流動と沈殿によるセメンテーションの影響が示唆される。

#### ・統合解釈

熊野海盆直下の背斜褶曲とその下のフラグメント化した反射波群は、アウターウェッジに見られる fold-and-thrust構造 (e.g. Kimura et al. 2011) の形成と同様に、スラスト断層の活動による背斜構造の形成と、主のスラストから派生した断層によって幾重にも分断された反射波群と考えられる。また、巨大分岐断層の上下に見られるような構造からは、強振幅で特徴付けられる巨大分岐断層終端部が、深部の付加体堆積物を上盤と下盤に分ける fault-bend fold (Suppe 1983) を形成していると考えられる。そして、主となるスラスト断層が発達することで、上位の fold-and-thrust 構造と下位の fault-bend fold 構造が二階建て構成になり、その結果、インナーウェッジの付加体が厚みを増していると考えられる。この現象は、粒状体材料を用いたアナログモデル実験でも再現される (Yamada et al. 2006)。なお、孔内試料から観察された鉍物化の事実から、分岐断層を通じて移動してきた深部流体が、深部堆積層内の断層やフラクチャーを通じて移動し、深部の温度圧力条件下で鉍物化することによって高速度帯が形成されたと推測される。また、巨大分岐断層の逆位相強振幅は、断層帯に存在する深部流体を反映していると考えられる。

キーワード：南海トラフ地震発生帯掘削計画、地震探査データ、孔井情報、付加体インナーウェッジ、変形構造

Keywords: NanTroSEIZE, seismic data, borehole information, inner accretionary wedge, deformation structure