

# IODP 第 338 次研究航海掘削試料解析に基づく 南海トラフ前弧域浅部の変形と流体移動

○金川久一 (千葉大学), 竹下 徹 (北海道大学), 益田晴恵 (大阪市立大学), 土岐知弘 (琉球大学),  
山口飛鳥 (東京大学), 北島弘子 (テキサス A&M 大学), 大橋聖和 (山口大学)

IODP 第 338 次研究航海で得られた掘削試料の解析によって、以下のことが明らかとなった。

掘削地点 C0002 (図 1) では、熊野前弧海盆および付加体浅部のコア・間隙水試料 (200~505, 902~940, 1100.5~1120 mbsf 区間 ; mbsf は海底下 m 深度) およびカッティングス試料 (875.5~2005.5 mbsf 区間) が採取されている。

この地点における熊野海盆堆積物基底の約 900 mbsf から得られたコア試料の擬弾性歪回復解析を行った結果、Byrne et al. (2009, GRL) の結果と同じく、 $S_v > S_h > S_h$  ( $S_v$ : 鉛直応力,  $S_h$ : 最大水平圧縮応力,  $S_h$ : 最小水平圧縮応力) で、 $S_h$  方向は南海トラフにほぼ平行であった。一方、カッティングス・コア試料および掘削時検層データの解析に基づいて、四国海盆堆積物の P 波速度・間隙率・応力の関係を示した経験式 (Kitajima and Saffer, 2012, GRL) により応力と間隙水圧を推定した結果、約 920 mbsf 以深の付加体堆積物中では  $S_h > S_v > S_h$  となっており、また間隙水圧はほぼ静水圧であることが明らかになった (図 2)。すなわち、熊野海盆中では正断層を形成するような応力場であるのに対し、付加体中では横ずれ断層を形成するような応力場へと変化している。IODP 第 314 次研究航海で実施された掘削時検層の孔壁破壊から推定されるこの地点の付加体上部の  $S_h$  方向は、熊野海盆と同じく南海トラフにほぼ平行である (Expedition 314 Scientists, 2009, IODP Proceedings)。

1885.5 mbsf の付加体中から得られた方解石脈カッティングス試料は、脈壁に垂直な方向にファイバー状に成長した方解石粒子が脈壁に垂直な方向の短縮によりキンクバンドを形成しており、この方解石脈試料では脈壁に垂直な引張場から同方向の短縮場への反転が起こったと推定される (Takeshita et al., 2014, EPS)。この方解石脈の原位置方位は不明なので応力場の反転理由も不明であるが、東北地方太平洋沖地震後に実施された IODP 第 343 次研

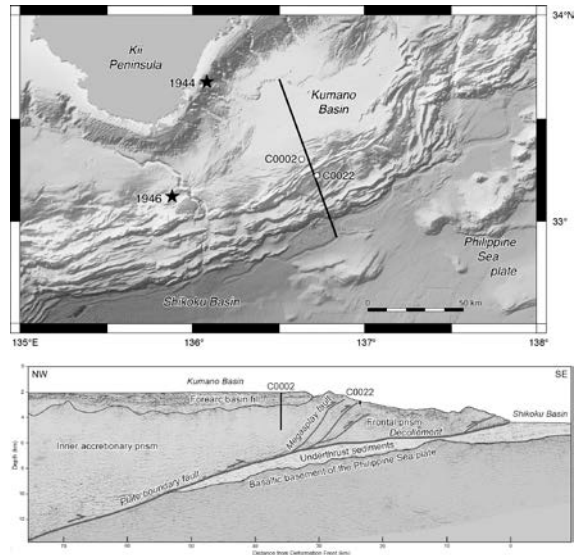


図 1. IODP 掘削地点 C0002 および C0022 の位置を示す平面図(上)と断面図(下) (Moore et al. (2014, Scientific Drilling) を改変). 平面図内の直線は断面線の位置. ★ は 1944 年東南海地震および 1946 年南海地震の震央.

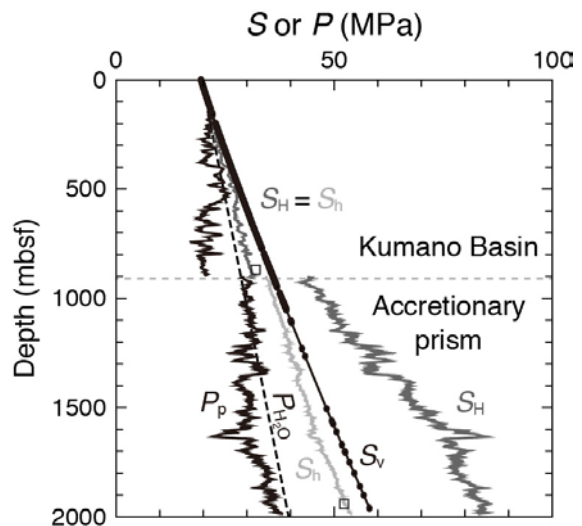


図 2. 掘削地点 C0002 における推定応力 ( $S_v$ ,  $S_h$ ,  $S_h$ )・間隙水圧 ( $P_p$ ) の深度変化.  $S_v$  は掘削試料の密度に基づく. 熊野海盆中は一軸圧密 ( $S_v > S_h = S_h$ ), 付加体中はリークオフ圧力から得られた応力比 0.16 の臨界状態を仮定.  $P_{H_0}$  (破線) は静水圧, □ はリークオフ圧力.

究航海時の孔壁破壊データから明らかになったような、海溝型地震前後の応力場の反転 (Lin et al., 2013, Science) を反映している可能性もある。

カッティングス試料中の炭質物を分離しビトリナイト反射率 ( $R_0$ ) 測定を行った結果、 $R_0$  値は約 950 mbsf の 0.16 から徐々に上昇した後、1300~1800 mbsf の間はほぼ一定の値 (0.27~0.29) を示し、さらに約 2000 mbsf の 0.32 まで緩やかに上昇する。Sweeney and Burnham (1990, AAPGB) の速度論式に基づき堆積直後から現在まで線形的に温度が上昇したと仮定すると、約 2000 mbsf での最高被熱温度は約 60°C と推定される。

コア試料および間隙水試料中の砒素濃度を分析した結果、どちらも 150~200 mbsf 付近と 300~400 mbsf 付近に濃度上昇が認められた (図 3)。前者は有機物の分解によって生成する臭素とアンモニアの濃度ピーク深度と一致しており (Strasser et al., 2014, IODP Proceedings)、有機物の分解によって砒素濃度も上昇したと考えられる。一方、後者はガスハイドレート帯の深度に対応しており (Expedition 314 Scientists, 2009, IODP Proceedings)、ガスハイドレートの生成に伴い砒素濃度も上昇したと考えられるが、その詳細は今後の検討課題である。

掘削地点 C0022 (図 1) では斜面堆積盆のコア・間隙水試料 (0~419.5 mbsf 区間) が採取されている。この地点は巨大分岐断層先端部に位置し (図 1)、100 mbsf 付近で断層帯を貫通し、逆断層の存在を示唆する堆積物の年代若返りが認められている (Strasser et al., 2014, IODP Proceedings)。断層帯には粘土鉱物の定向配列や複合面構造の存在で特徴づけられる幅 10 cm 以下の変形帯が複数存在し、それらの方位は巨大分岐断層の方位と調和的であった。変形帯内部では主要な元素の移動は認められず、顕著な変質や岩石-水反応は起こっていないと考えられる。間隙水中の砒素濃度にも断層帯付近で異常は認められず (図 4; Toki et al., 2015, IODP Data Report)、断層運動に伴う深部からの流体移動の痕跡は認められなかった。

一方、巨大分岐断層下盤の 384.7 mbsf から採取されたコア試料の擬弾性歪回復解析を行った結果、最大、中間圧縮主応力の方角はそれぞれ南東、北西方向に中角プランジし、最小圧縮主応力の方角は南西方向に低角プランジしていた (図 5)。現在のこの応力場は、巨大分岐断層を形成した応力場と調和的である。またこの応力場は、孔壁破壊から求められた最大・最小水平圧縮応力 ( $S_H$ ,  $S_h$ ) 方向 (Strasser et al., 2014, IODP Proceedings) やフィリピン海プレート

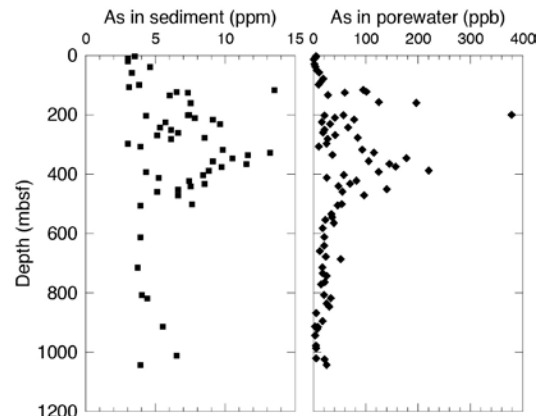


図 3. 掘削地点 C0002 における堆積物 (左) と間隙水 (右) 中の砒素濃度の深度変化。

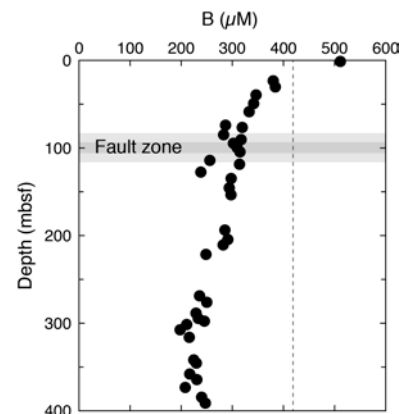


図 4. 掘削地点 C0022 における間隙水中の砒素濃度の深度変化 (Toki et al., 2015, IODP Data Report)。

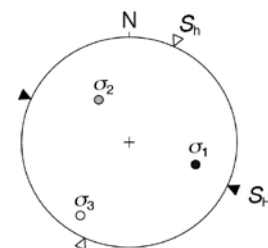


図 5. 掘削地点 C0022, 384.7 mbsf から採取されたコア試料の擬弾性歪回復から求められた主応力 ( $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ ) 方位のステレオ投影。  $S_H$  と  $S_h$  はそれぞれ、孔壁破壊から求められた最大・最小水平圧縮応力方向。