

南海デコルマにおける変形，圧密と間隙水圧変動

Deformation, consolidation, and pore fluid pressure fluctuation at the Nankai decollement zone

氏家 恒太郎[1], 久光 敏夫[2], 平 朝彦[3]

Kohtaro Ujiie[1], Toshio Hisamitsu[1], Asahiko Taira[2]

[1] 海洋センター固体地球統合フロンティア, [2] 海洋科学技術センター IFREE, [3] 東大・海洋研

[1] IFREE, JAMSTEC, [2] Ocean Research Institute, Univ. of Tokyo

プレート沈み込み境界では、沈み込みの進行に伴う温度上昇によってスメクタイトからイライトへの相転移が起こり、非地震帯から地震発生帯へ変化すると一般に考えられている。実際にバルバドス付加体では、プレート境界断層であるデコルマはスメクタイトに富んだ層準に発達している。一方、若いプレートが沈み込む南海付加体では地温が高く、続成作用が活発であり、付加体に堆積物が持ち込まれる以前からすでにスメクタイトからイライトへの相転移が進行している。したがって南海付加体では、スメクタイト以外の非地震帯を規定する要因を考える必要がある。そこで我々は、国際深海掘削計画第 190, 196 次航海で室戸岬沖南海付加体から得られた掘削コア試料、掘削同時検層データを用いて、デコルマ発達に伴う変形様式・物性変化と剪断応力・間隙水圧変化がどのように対応しているのか明らかにし、得られた成果をもとに、プレート沈み込み境界における非地震帯を規定する新たな要因の特定を試みた。

掘削コア試料の解析に基づくと、付加体に堆積物が持ち込まれる前のデコルマ相当層準では、続成作用により生成されたスメクタイト-イライト混合層がセメント物質となって粒子骨格を支えており、間隙が潰れず圧密が妨げられている。デコルマの初期変形はこのセメンテーションの崩壊に伴う圧密の進行によって特徴づけられる。この圧密は、1) 初期のランダムファブリックを維持したまま粒子密度一定で間隙のみが減少にすることによって特徴づけられ、2) デコルマの断層角礫内部には剪断に伴う変形ファブリックが全く発達せず、3) 帯磁率楕円体の異方性が小さいままでほとんど変化しないことから、剪断応力のほとんどない状況下で等方的に進行したものと考えられる。付加前の堆積物は一軸歪みの状態であることが明らかになっているので、この等方圧密は間隙水圧の上昇に伴ってデコルマが等方応力状態になったことを強く示唆する。

一方、デコルマの断層角礫外縁部には剪断面のセットが発達しており、断層角礫の外形を規定している。この剪断面は粘土鉱物粒子の選択的定向配列で特徴づけられ、間隙は潰れており、表面には鏡肌、断層条線が普遍的に発達する。このことから剪断面セットは、等方圧密時と比較して相対的に高剪断応力、低間隙水圧下で形成されたものと判断される。これら等方圧密、剪断面セット形成に伴ってデコルマの体積は約 30%減少しており、上下の堆積物と比較して顕著に圧密が進行している。その結果、下位の沈み込む堆積物からの排水がシールされ、デコルマ直下で間隙率が約 2-4%急増する。

以上の掘削コア試料の解析結果はデコルマの圧密を伴う変形を示しているのに対し、掘削同時検層データの解析結果はデコルマの膨張を伴う変形を示している。デコルマの比抵抗孔壁画像は流体で充填されたフラクチャーをイメージしており、これに伴い密度、電気比抵抗が減少する。掘削コア試料と検層の密度データを用いて粒子密度を一定としてデコルマにおける体積膨張を算出したところ、約 6%膨張という結果が得られた。この膨張変形は、圧密を伴った変形後に流体が新たに供給され間隙水圧が上昇した結果、デコルマが過圧密になったことを反映していると考えられる。

したがって南海付加体のデコルマでは、間隙水圧の変動と密接に関連して変形様式、圧密状態が変化していると結論できる。デコルマに記録されたセメンテーションの崩壊、等方圧密、剪断面セットの形成という過程は、圧密を顕著に進行させる働きがあり、その後の過圧密下で形成されたフラクチャーからの流体の排出やデコルマ直下の沈み込む堆積物からの流体の排出を妨げていると考えられる。このデコルマシーリング及び流体で充填されたフラクチャーは、プレート沈み込み境界浅部において高間隙水圧・低有効垂直応力を発生させ安定すべりを引き起こすための有力な候補であり、プレート沈み込み境界における非地震帯を規定する新たな要因を提示しているといえよう。