



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Physical Understanding of Dynamics in a Subduction Channel: an Approach based on Analyses of Pressure-Temperature Paths of Tectonic Blocks in a Mélange and Frictional Experiments of Mafic Rocks [an abstract of entire text]
Author(s)	岡本, あゆみ
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12426号
Issue Date	2016-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/63266
Type	doctoral thesis
File Information	Ayumi_Okamoto_summary.pdf



学 位 論 文 の 要 約

博士の専攻分野の名称 博士（理 学）

氏名 岡本 あゆみ

学 位 論 文 題 名

Physical Understanding of Dynamics in a Subduction Channel: an Approach based on
Analyses of Pressure-Temperature Paths of Tectonic Blocks in a Mélange and
Frictional Experiments of Mafic Rocks

（沈み込みチャネルのダイナミクスの物理的理解：

メランジュ中の構造岩塊の温度-圧力履歴の解析と苦鉄質岩の摩擦実験に基づくアプローチ）

沈み込み帯は高圧型変成岩の沈み込み・変成・上昇の場であると同時に 2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震のような巨大地震の発生場としても知られている。沈み込みチャネルの構造発展とダイナミクスの理解はプレート境界に関連する多様な現象を包括的に理解する上で重要である。沈み込みチャネルとは沈み込むプレートに沿い、堆積物や海洋底を構成する苦鉄質岩および変質した陸側のマントルを構成する岩石（蛇紋岩）が混ざり合って移動する幅の狭い通路（チャネル）を指す。高圧型変成岩はこの領域での温度・圧力・変形などの情報を鉱物組み合わせや鉱物中の組成累帯構造・包有物、組織等として記録している。過去の沈み込み帯で形成された変成岩を力学特性やレオロジーといった変形の観点を含めて研究することは、現在の沈み込み帯の実態の推定や地震発生メカニズムの解明にとっても重要な手がかりを与える可能性がある。

本研究では白亜紀に形成された高圧型変成岩の一つである北海道神居古潭帯の変成岩類を対象に、温度-圧力履歴の推定と年代の検討に加え、変形微細構造の解析や岩石変形実験を行った。本論文ではこれらの結果を報告し、沈み込みチャネルのダイナミクスに関して議論を行う。本論文は 1~3 章で構成される。

1 章では神居古潭変成岩類のうち幌加内地域に産出する青色片岩と角閃岩の全岩化学組成に基づく原岩推定と温度-圧力履歴の解析を行った。これらの岩石は先行研究においてテクトニックブロックであると考えられており、神居古潭帯の構造的最上位の幌加内ユニット中に点在する。全岩化学組成の特徴の違いにより、これらのブロックの起源は少なくとも 4 つあることが明らかとなった：リンが著しく乏しい岩石；Mg に富むピクライトまたはピクライト玄武岩；プルーム起源の海洋島アルカリ玄武岩；空知層群下部に似た MORB よりも Ti に乏しいソレイト質玄武岩。温度-圧力履歴の解析は主に

鉱物の組成累帯構造と包有関係をもとにしており、いくつかの岩石では相平衡計算も行っている、その結果、各試料は最終的に緑れん石青色片岩相の変成作用を被っているものの、試料ごとに異なる履歴を持つことが明らかとなった。特にざくろ石-緑れん石角閃岩や斜長石の乏しい角閃岩からは沈み込みに伴う温度低下を示唆する反時計回りの温度-圧力履歴が復元された。対して青色片岩からは緑れん石角閃岩相へ向かう昇温期変成作用とその後の神居古潭帯に典型的なローソン石が出現するより低温の変成作用が示唆された。これらの多様な履歴は全体として海洋プレートの沈み込み開始から典型的な低温高压型に定常化するまでの沈み込みチャネルの温度構造の変化を示していると解釈される。これらの岩石は現在近接して露出しているが、高い温度を記録している岩石（角閃岩類）がより初期に沈み込んだものであると考え、異なるタイミングで沈み込んだ岩石が深部で集合していると考えられる。沈み込みチャネル内では沈み込むスラブから異なる時代に剥離した複数の岩石（ブロック）が、ある深さに停滞したり長距離移動したりすることによって並置するような動きが起こっているだろう。また同地域の角閃岩類は初期に沈み込み形成された可能性があるものの、その後の上昇を経ても粒径が大きいままであり、上昇時の変形をあまり受けていない。一方、ブロックから 300 m ほど離れている角閃石を主体とする岩石中では、角閃石と緑泥石の細粒集合体が粒間を充填するほか、配列することによって微細褶曲を形成している産状が確認されている。これらは角閃岩類の周囲の物質（より変形した角閃岩や蛇紋岩）が変形を賄うことによって、角閃岩類が剛体として受動的に上昇した可能性を示している。

2 章では 1 章で扱った幌加内ユニットよりも構造的低位に存在する春志内ユニット中の砂質岩のジルコン U-Pb 年代とフィッション・トラック (FT) 年代について記述する。本研究の結果求められたジルコンの U-Pb 年代の最若年代グループは約 100 Ma (100.8 ± 1.1 , 99.3 ± 1.0 Ma, 2σ) であり、堆積年代は約 100 Ma より若いことが明らかとなった。さらに同一粒子の FT 年代は、U-Pb 年代が 2000 Ma 近い場合でも約 90 Ma にリセットされていることが明らかとなった。U-Pb 年代から見積もられる堆積年代の上限と FT 年代は非常に近接しており、FT の若返りは変成作用によるというよりは 100 Ma 頃に起こった大規模な火成活動に由来すると解釈された。FT 年代が変成作用によって若返っていないと考えると、神居古潭変成岩の変成作用の温度はジルコン FT の閉鎖温度である 300°C 以下であったと推察される。

3 章では 1 章において岩体の変形に大きく寄与していると予想された細粒鉱物集合体の摩擦特性を知るため、熱水条件下における回転せん断摩擦実験を行った。この細粒鉱物集合体は沈み込みに伴って主に海洋地殻内で形成される変成鉱物である角閃石を主成分とし、その粒間に緑泥石を伴う。そのため、実験試料としては主に低温低压の緑色片岩相で安定的に形成されと考えられるアクチノ閃石 (85 %) と緑泥石 (15 %) を用いている。結果として実験試料は多くの条件下で安定すべりを示唆す

る速度強化を示すものの、間隙圧比 0.50 の場合、300℃および 400℃、低有効垂直応力、低速度で不安定すべりを示唆する速度弱化やスティックスリップを起こすことが明らかとなった。地下深部の条件へ外挿するため、300℃での速度・状態依存摩擦構成則パラメータの $(a-b)$ の値と有効垂直応力および間隙流体圧の関係式を重回帰分析より求めた。（実験装置では垂直応力ではなく有効垂直応力を測定している。）結果として求められた式より、実験試料は約 450 MPa（約 15 km）の深さでも高い間隙水圧（間隙圧比 > 0.95）状態になれば速度弱化を示し不安定すべりを起こす可能性があることが示された。しかし、実験試料の場合、低速度で速度弱化を示したとしても速度が上昇すると速度強化へ転ずることが明らかになっている。そのため、実験試料中で発生したすべりは大きな破壊につながるより前に停止する可能性が高く、結果としてスロー地震に似た低速度でのすべりへと発達すると考えられる。これは現在の南海トラフに沈み込んでいるフィリピン海プレート上部の地震活動をよく説明する可能性がある。また実験試料内（つまり変成海洋地殻内）で発生する低速度でのすべりは周辺で応力を支えている物質、つまりアスペリティに応力を集中させる効果があるかもしれない。

以上のように本研究では、白亜紀に古日本列島近海で形成された沈み込み帯に異なるタイミングで沈み込んだ遠洋性堆積物や海洋底玄武岩（最終的にブロックとなる）が変成作用を受けた後、沈み込みチャンネル内のある深さで並置したこと、沈み込みに伴って主に海洋地殻内に形成される変成鉱物（アークチノ閃石、緑泥石）集合体の変形集中域として低速度で滑っている可能性があることが明らかとなった。以上、本研究は沈み込みチャンネルのダイナミクスの理解に対して変成岩岩石学と構造地質学という異なる側面からアプローチを行い、周辺分野の発展に寄与する多くの新知見をもたらした。