

様式 6

平成16年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 研究種目名 特定共同研究(B) 2. 課題番号 2004-B-01
3. 研究課題(集会)名 和文：海嶺沈み込み帯の火成作用・テクトニクスと地下構造の解明
英文：Tectonics, magmatism and deep structure of the ridge subduction zone
4. 研究期間 平成16年 4月 1日 ~ 平成17年 3月31日
5. 研究場所 地震研究所ほか
6. 研究代表者所属・氏名 東京大学大学院理学系研究科・岩森 光
(地震研究所担当教員名) 平田 直・飯高 隆・折橋 裕二

7. 共同研究者・参加者名(別紙可)

共同研究者名	所属・職名	備考

8. 研究実績報告(成果)(別紙にて約1,000字 A4版(縦長)横書)(別紙に作成)
別紙記載

10. 成果公表の方法(投稿予定の論文タイトル、雑誌名、学会講演、談話会、広報等)
別紙記載

7. 共同研究者・参加者名

岩森 光・東京大学大学院理学系研究科・助教授

折橋裕二・地震研究所・助手

安間 了・つくば大学・地球科学系・講師

平田大二・神奈川県立生命の星・地球博物館企画情報部・企画普及課長

小宮 剛・東京工業大学理工学研究科・助手

10. 成果公表の方法

・掲載済・印刷中の論文

Iwamori, H. (2004) Phase relation of H₂O-saturated peridotites and potential ability of H₂O transportation of subducting plates, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 227, 57-71.

Orihashi, Y., J.A. Naranjo, A. Motoki, H. Sumino, D. Hirata, R. Anma and K. Nagao, Quaternary volcanic activity of Hudson and Lautaro volcanoes, Chilean Patagonia: new constraints from K-Ar ages, *Rev. Geol. Chile*, 31, 2, 207-224, 2004.

岩森 光・堀内隆介(2005) プレーートの沈み込みと島弧下のマグマ生成機構, *月刊地球*, 27, 6, 448-452.

折橋裕二・元木昭寿・Miguel Haller・CHRISTMASSY 研究プロジェクト・火山班 (2005) 超背弧地域に産する比較的大規模な玄武岩類の成因: パタゴニア地方, ソムンクラ台地を例に, *月刊地球*, 27, 6, 438-447.

安間 了・Veloso-Espinosa, EA・CHRISTMASSY 研究プロジェクト・タイタオ班 (2005) タイタオ・オフィオライトから読みとる海嶺衝突によるオフィオライトの形成プロセス, *月刊地球*, 27, 6, 428-437.

Hirata, T., T. Iizuka, Y. Orihashi (in press) Reduction of mercury background on ICP-mass spectrometry for in-situ U-Pb age determinations of zircon samples, *Jour. Anal. Atom. Spec.*.

Motoki, A., Y. Orihashi, J.A. Naranjo, D. Hirata, P. Skvarca and R. Anma (in press) First geological reconnaissance of Lautaro volcano, Chilean Patagonia, and its lithological characteristics and adakitic features, *Rev. Geol. Chile*.

8. 研究実績報告

沈み込み帯は、プレートの沈み込みに伴って物質がマントル中に持ち込まれていく「消費」境界と例えられるが、沈み込み帯火成活動を通して大陸の成長に貢献する「生産」境界でもある。最近の沈み込み帯温度構造のモデリングおよび岩石学的証拠から、海嶺の沈み込みにより多量のマグマ生成および変成作用が起こり、その結果大陸が成長している可能性が指摘されている。海嶺の沈み込みは、海洋プレートの誕生－消滅サイクルに伴って必然的に起こる現象であり、地質学的時間スケールの中で一般的に生じうる。実際、日本列島を含む環太平洋の沈み込み帯は、過去数億年間の海嶺沈み込みにより火成・変成作用および付加・造山作用に大きな影響を蒙ったと考えられているが、具体的な影響や機構は明らかにされていない。

チリ海嶺は、明瞭な海嶺拡大軸と海溝との衝突が起こっている現在の地球上で唯一の場所である。ここでは、島弧の中軸部のアンデス火山列が途切れる一方、前弧領域（タイタオ半島）に3Maの若いオフィオライト・花崗岩類などが分布する。また、三重点付近のチリ海嶺からは、周囲にプルームは存在しないにも関わらず、E-MORBが産出することが知られており、大陸物質が何らかの機構（例えば、沈み込んだ海嶺軸（スラブウィンドウ）を通して海洋側に流出すること）によって、海嶺火成活動に影響を及ぼしている可能性が指摘されている。さらに、沈み込み帯にそっての地震活動は、三重点よりも北側では極めて活発であるが（1960年のチリ地震[マグニチュードは9超]もここで発生）、その南側ではほとんど地震活動がなく、島弧火山列が途切れていることとも合わせて、海嶺沈み込みの前後（三重点の北と南）で熱構造・水循環などに大きな差があることが示唆される。

地震班の研究目的は、このチリ海嶺沈み込み地域をモデル地域として、海嶺沈み込み帯の地震学的構造（特に溶融帯の分布）を、地震波および地震活動観測によって解明し、花崗岩質マグマの生成場や前弧域およびスラブウィンドウを通しての物質・熱移動を明らかにすることである。地震班の研究で得られる地下深部構造と、地震班・火山班によって得られる地表での地質・岩石学的な制約およびマグマ生成の数値モデリングを統合することによって、海嶺沈み込みによる島弧・大陸の成長機構を実証的に解明することが究極の目的である。

本研究の準備段階であった平成11年度より、英国ケンブリッジ大学ブラッド研究所のキース・プリストリー博士およびチリ・コンセプション大学のクラウス・パタイエ博士の協力を得て、予察的な現地調査、地震計ネットワークの設営可能性、および予備的なデータの収集が進められた（平成11～12年度、「全地球ダイナミクス」の分担（代表者：戒崎））。同時に、数値モデリング（後述）により、当該地域の地下のどのあたりに溶融帯が分布するかを計算した結果、調査地域のほぼ中央部に位置するジェネラルカレラ湖の西側およそ100km、地下30－50km付近に、沈み込んだ海嶺の熱的影響による部分溶融領域（大陸地殻あるいは沈み込んだ海洋地殻の部分溶融に対応する花崗岩質マグマ生成領域）の存在が予測された。沈み込んだ海嶺セグメントの形状・拡大速度に基づき、この部分溶融領域の広がりには東西方向におよそ200km、南北方向におよそ50kmと東西に伸びた形状と推定される。この潜在的溶融領域の特

徴を地震学的に精査するため、溶融していないと推定される南北の領域を地震波探査の対象領域に含めた。すなわち、およそ西経74度から71度、南緯44.5度から49度の範囲である。調査地域北部では、チリ北部から延びているアンデス火山弧（Southern Volcanic Zone、SVZ）が、ハドソン火山を南端としておよそ300kmに渡ってとぎれている。調査地域南部では、ラウタロ火山を始点として、再び火山列が南へと延びる（Austral Volcanic Zone）。すなわち、海嶺沈み込みの真最中では火山弧が途切れ（調査地域中央部）、その前後（調査地域北部と南部）では、島弧火山活動が終焉・再開している。調査地域深部の地震学および岩石学的・熱的構造は、火山弧の存在する北部・南部と、海嶺沈み込みに対応する中央部とで異なると予想され、3地域をさまざまな観点から比較する必要がある。

沈み込んだ海嶺セグメントに対応するプレートの形状、スラブウィンドウの広がりや形状、調査地域の大陸地殻の厚さなどの基本的な構造も未解明であり、これらを含めた地下構造の特定を、地震の発生機構、地震波速度構造および対応する岩石学的構造推定の面から推し進める。一方、調査地域の北部では海嶺沈み込みによる熱的影響はまだ及んでおらず、逆に南部では既に過ぎ去ってしまったと考えられる。海嶺沈み込みの熱的影響は、沈み込んだ後に余韻を残すため、北部と南部では構造の違いがあると考えられるものの、溶融領域は存在しないか、存在してもごく少量のメルトしか含まないと予測されるため、遠地地震波の伝播・到達を比較すること（すなわち走時解析、レシーバー関数解析、波形解析）によって、調査地域中央部での溶融領域の検出が行えると期待される。この地域の表層地質は、主にジュラ紀から白亜紀の花崗岩・安山岩類など比較的強固な基盤が露出しており、また、交通量の少ない国道や側道が地域を覆うように分布するため、地震計ネットワークによる自然地震の観測に好適である。

以上の背景に基づき、60地点に地震計の配置を行った。地震計は、英国地震学グループ（SEIS-UK）所有の広帯域および短周期地震計合計60台を2年間借用し、平成15年年度には、19地点に広帯域地震計を、また、平成16年度には赤星でしめす41地点に短周期地震計を設置した。

チリ三重会合点における海嶺の沈み込み条件に対応する熱構造に関する数値モデルのを行なった。沈み込み角度は20度、海嶺軸の沈み込み速度は年間5.5cmである。海嶺が沈み込む前の温度場と、それに対応するP波およびS波の速度構造の計算予測結果である。一方、海嶺軸が沈み込んだ直後のおよそ1.8 Myr後の温度場および対応する速度構造を示す。

数値モデルでは海嶺の沈み込みによる熱的擾乱は大きく、全体的な温度場の上昇に加えて、局所的に溶融が起こっていることがわかる（速度構造における顕著な低速度領域の存在位置が溶融領域に対応）。P波でもS波でもその周囲に比較して50%近く速度現象が予測されている。このモデルでは重要な仮定が2つある。一つは、メルトの固相からの分離を無視していること、および沈み込む海洋地殻が水を数パーセント以上含んでいると仮定していることである。もし、メルト分離が速やかに進行するあるいは、海洋地殻が水を少ししか含まない場合には、存在するメルト量は減少し、したがって、実際の地震波速度減少はより小さいと考えられる。しかし、予測される

花崗岩質マグマの粘性が高いこと、海嶺は一般には（少なくともその表層部分は）水和していることから、今回の地震ネットワークによって検出可能な程度の溶融が起きていることが期待される。

イラクの戦争・その後の世界情勢不安のおりを受け、本来、平成14年度に借り出すことのできるはずであった地震計が、平成16年1月ようやく現地に設置が可能となったこと、および気象条件の制約から現地でのデータ回収がその1年後の平成17年1月ようやく始まったことから、最善は尽くしたものの、地震学的構造や地震発生機構の詳細な解析は、本プロジェクト終了後の平成17年度にずれ込むこととなった。したがって、上記モデルの予測を検証することは、現時点では残念ながらできない。しかし、これまでの予察的な解析から、当地の地震活動の概要と展望が明らかになってきた。

平成15年度設置のネットワークによって検出された地震の震央分布が新たに示めされた。なお、氷河の破碎およびハドソン火山の活動に伴われると考えられる地震は除外してある。これらの分布から、主要な地震活動は、Liquine-Ofqui断層沿い（西経73.5から74度付近を南北に走るフィヨルドの内湾沿い）に起こっていること、および少数の地震が沈み込むプレートに沿って起こっていることがわかった。いずれも、また、示されていないが、沈み込むチリ海嶺沿いに、一日に数個程度起こっていることもわかった。いずれも、マグニチュードは5以下の小さなものばかりではあるが、1年間のデータ蓄積によって、当該地域地下構造の推定には十分使用できると考えられる。また、チリ海溝北部やトンガケルマデック弧付近で発生する大型の遠地地震も地下構造の推定に有効であることがわかってきた。これらのデータおよびレシーパーファンクション、トラベルタイムインバージョン、波形インバージョン解析に基づき、今後、地下構造を明らかにして行きたい。