

平成 30 年 8 月 29 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K05346

研究課題名(和文) 高温変成岩の温度圧力経路から見た形成テクトニクス の体系化

研究課題名(英文) Systematization of formation tectonics of high-temperature metamorphic rock based on their P-T path

研究代表者

馬場 壮太郎 (BABA, Sotaro)

琉球大学・教育学部・教授

研究者番号：10347122

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：東南極中央ドロニングモードランド(CDML)の内陸山地および沿岸露岩を構成する変成岩類を対象として形成年代、塩基性片麻岩類の全岩化学組成に基づく原岩形成場や変成貫入岩類の時系列区分を検討した。変成年代と原岩形成場の結果から、等圧冷却過程を示す変成岩は背弧海盆直下での加熱に起因すること、等温減圧過程を示す変成岩の原岩は現在の付加体に類似しており、島弧-海溝系から衝突帯へと変化することで形成した可能性が示唆された。今後はこの結果を、他地域の高温変成岩の形成場・テクトニクスと比較し体系化を試みる。

研究成果の概要(英文)：We have examined the age of the metamorphism, and the tectonic setting of mafic rock protoliths based on whole rock chemical composition, for the metamorphic rocks constituting inland nunataks and coastal exposure of the central Droning Maud Land (CDML) in the East Antarctic. Combined the results of the metamorphic ages and the tectonic setting for metamorphic precursory rocks, metamorphic rocks with an isobaric cooling P-T path are due to heating just below in the back arc basin, and the metamorphic rocks showing an isothermal decompression P-T path are similar to the current accretionary prism, suggesting the possibility that it formed by changing from the arc - trench system to the collision zone. We will further attempt to systematize this result compared with the tectonic setting and the metamorphic process of high-temperature metamorphic rocks in other areas.

研究分野：地質学

キーワード：高温変成岩 温度圧力経路

1. 研究開始当初の背景

変成作用の温度圧力経路の推定は、変成岩の形成過程とテクトニクスを議論するうえで極めて重要である。高度変成作用(グラニュライト相)を受けた変成岩類の上昇時の温度圧力経路は、等温減圧過程(IBC)もしくは等圧冷却過程(ITD)を示すことが知られている。この2つの過程について、前者は大陸衝突後の急激な削剥もしくは引張テクトニクスによる地質体の上昇に起因すること、後者はマグマの付加と引張テクトニクスに起因することが仮説として提案されている(Harley, 1989; Brown, 1993)。

本研究では、等温減圧過程、等圧冷却過程により形成した2つの変成岩体を対象として、火成岩類の活動とその変遷から原岩形成～変成作用の熱源～上昇過程についてモデルを構築し、相違を考察する。等温減圧過程を示す変成岩体として東南極中央ドロニングモードランド(CDML)内陸山地(CDML inland: Muhlig-Hofmanfjella ~ Filchnerfjella)等圧冷却過程を示す変成岩体として沿岸露岩(CDML coast: Schirmacher Hills)をそれぞれ研究対象とする。申請者は、これまでに、両地域における変成作用の温度圧力経路(Baba et al., 2008)、沿岸露岩における超高温変成作用の存在(Baba et al., 2006)、沿岸露岩と内陸山地での変成年代の相違(650Ma、600Ma、520Ma: Baba et al., 2010; 2015)について知見を得ている。これらの結果は、形成年代および冷却史の異なる変成岩が同一造山帯内の比較的狭い範囲に存在することを示唆している。この地域において、原岩形成場や変成ピーク時貫入岩類の形成場を踏まえ地質背景を考察することは、等温減圧過程および等圧冷却過程を示す高温変成岩体の形成テクトニクス体系化への第一歩と考える。

2. 研究の目的

本研究の目的は、世界各地の高温変成帯に記録された変成作用の温度圧力経路、特に等温減圧過程と等圧冷却過程の成因について形成テクトニクスの体系化を試みる。その一例として、東南極中央ドロニングモードランドの内陸山地および沿岸露岩を構成する変成岩類を対象として形成年代、希土類元素を含む鉱物化学組成変化(希土類元素を含む)塩基性片麻岩類の全岩化学組成に基づく原岩形成場や変成貫入岩類の時系列を区分し、形成テクトニクスとその変遷を考察する。これらを踏まえて、世界の高温変成岩体の形成テクトニクスについても言及する。

3. 研究の方法

研究目的を達成するため、以下の研究計画・方法を立案する。1) 等温減圧過程、等圧冷却過程を示す塩基性片麻岩の原岩形成場の決定。2) 鏡下観察による変成鉱物の産状、鉱物化学組成に基づく塩基性片麻岩の貫入時期の決定。3) LA-ICP-MSによるジルコンおよびザクロ石の希土類元素含有量測定・分配係数に基づく年代解釈と変成作用との関連。これらにより、CDMLに認められる等温減圧過程、等圧冷却過程を示す変成岩の形成テクトニクスとその時系列変化を明確にする。等温減圧過程、等圧冷却過程を示す世界の高度変成岩体についても、公表データから、形成テクトニクスの相違について同様の手法により考察を試みる。

4. 研究成果

1) 東南極中央ドロニングモードランド(CDML)の内陸山地および沿岸露岩を構成する変成岩類を対象として形成年代、塩基性片麻岩類の全岩化学組成に基づく原岩形成場や変成貫入岩類の時系列区分を検討し

た。それぞれの地域において、(1) 沿岸露岩-原岩形成場：島弧、背弧海盆；変成年代：約 645 Ma、(2) 内陸山地 a-原岩形成場：島弧；変成年代：約 520 Ma、(3) 内陸山地 b-原岩形成場：島弧、海山；変成年代：約 600Ma である可能性が得られた。645Ma の変成作用は等圧冷却過程を示すが、600Ma および 520Ma の変成作用は等温減圧過程を示すことから、異なる造山運動により形成された可能性が高い。645Ma の変成作用は超高温変性条件に達しているが、これは背弧海盆直下での加熱に起因することが示唆された。現在得られている変成温度圧力経路を再検討することで、等圧冷却過程を示す変成岩形成例の一つを提案することが可能となった。

2) CDML の沿岸露岩では島弧および背弧海盆に由来する塩基性岩が確認されたが、偏光顕微鏡下で変成組織観察、ならびに斜方輝石、単斜輝石の鉱物化学組成を再検討したところ、火成岩由来の輝石が一部に含まれることが示唆された。LA-ICP-MS を用いて形成場の異なる塩基性岩に含まれる斜方輝石、単斜輝石の希土類元素含有量をそれぞれ測定した。斜方輝石については、一部で希土類元素含有量に相違が認められ、Eu 異常の有無から起源を制約できる可能性がある。

3) 東南極セール・ロンダーネ山地のベストハウゲンに分布するグラニュライトは、超高温変成条件に達していたことを明らかにした。加えて同岩石に産するザクロ石コロナの成因について希土類元素の特徴に基づき考察を行った。希土類元素の含有量の違いから、形成ステージの異なる変成鉱物を同定することが可能となり、ザクロ石コロナは岩石内に残存したメルトとの反応により形成されることが示唆された。ザクロ石コロナは等圧冷却過程を示唆する組織であるが、その成因について再検討する必要

が明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

Sotaro Baba, Moeko Uesato, Tomokazu Hokada, Tatsuro Adachi, Yasuhito Osanai, Nobuhiko Nakano, Tsuyoshi Toyoshima, Metamorphic texture in mafic granulites collected from talus in the Brattnipene, Sor Ronda Mountains, East Antarctica, Bulletin of faculty of Education, University of the Ryukyus, 査読無、92 巻、2018 年、161-177

外田 智千、馬場 壮太郎、亀井 淳志、北野 一平、本吉 洋一、Prayath Nantasiun, Nugroho Setiawan, Davaa-ochir Dashbaatar, リュツォ・ホルム湾、プリンスオラフ海岸、及び、エンダビーランド地質調査隊報告 2016-2017 (JARE-58)、南極資料、査読有、61 巻、2017 年、11-56

馬場壮太郎、内間一生、沖縄島北部、名護層に産する含ザクロ石泥質片岩、地質学雑誌、査読有、122 巻、2016 年、127-132

[学会発表](計 7 件)

馬場壮太郎、外田智千、亀井淳志、北野一平、本吉洋一、東南極プリンス・オラフ海岸、あけぼの岩の変形変成作用、日本地質学会第 124 年学術大会、2017 年、国立極地研究所

堀江憲路、竹原真美、外田智千、馬場壮太郎、亀井淳志、北野一平、Prayath Nantasin Nugroho Setiawan, Davaa-ochir Dashbaata, 本吉 洋一、東南極ナビア岩体西

部地域リード山におけるトータル岩質片麻岩のジルコン年代学の予察報告、第8回極域科学シンポジウム、2017年、国立極地研究所

馬場壮太郎、外田智千、亀井淳志、北野一平、本吉洋一、Prayath Nantasiun、Nugroho Setiawan、Davaa-ochir Dashbaatar、東南極プリンス・オラフ海岸、あけぼの岩の変成作用、第8回極域科学シンポジウム。2017年、国立極地研究所

馬場壮太郎、小山内康人、中野伸彦、外田智千、足立達朗、豊島剛志、東南極セール・ロンダーネ山地北部に産するFe-Alに富むグラニュライト中の黒雲母-石英シンプレクタイト、日本地質学会123年学術大会、2016年、日本大学文理学部

Sotaro Baba、Contrasting metamorphic records in DML and the surrounding regions、Japan-Norway Arctic Science & Innovation Week 2016 (招待講演) (国際学会)、2016年、Plaza Heisei、Tokyo International Exchange Center (東京都江東区青海)

馬場壮太郎、小山内康人、足立達朗、外田智千、中野伸彦、豊島剛志、東南極セール・ロンダーネ山地ベストハウゲンに産する鉄に富むグラニュライトに見られる部分溶融に関連した変成組織とザクロ石希土類元素パターン、第6回極域科学シンポジウム、2015年、国立極地研究所

馬場壮太郎、上里萌子、外田智千、足立達朗、小山内康人、中野伸彦、豊島剛志、東南極セール・ロンダーネ山地北部、ブラットニーパネに産する苦鉄質グラニュライトの減圧変成組織、日本地質学会第122年学術大会、2015年、長野大学工学部

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
シリーズ「南極・北極研究の最前線」第11回 中央ドローニングモードランド、基盤岩体区分について
http://kyokuchi.or.jp/?page_id=6196

6. 研究組織

(1)研究代表者

馬場 壮太郎 (BABA, Sotaro)
琉球大学教育学部・教授
研究者番号：10347122

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

外田智千 (HOKADA、 Tomokazu)

国立極地研究所研究教育系地圏研究グループ・准教授

研究者番号：60370095

小山内康人 (OSANAI、 Yasuhito)

九州大学比較社会文化研究院・教授

研究者番号：80183771

(4)研究協力者

なし