

氏名	遠藤 雄大		
学位の種類	博 士 ( 理 学 )		
学位記番号	博 甲 第 8117 号		
学位授与年月日	平成 29年 3月 24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Fluid-Rock Interaction and Formation of Granulites in the Gondwana Collisional Orogen (ゴンドワナ大陸衝突帯における流体-岩石間相互作用とグラニュライトの形成)		
主査	筑波大学教授	博士 (理学)	角替 敏昭
副査	筑波大学教授	理学博士	荒川 洋二
副査	筑波大学教授	理学博士	林 謙一郎
副査	筑波大学准教授	博士 (理学)	黒澤 正紀

## 論 文 の 要 旨

グラニュライトなどの高度変成岩は下部地殻の主要構成物質であるが、その形成には地殻中の超臨界流体の存在が大きく影響している。著者は、約5億年前のゴンドワナ大陸集合時に形成された東アフリカ-南極造山帯中の3地域（スリランカ、マダガスカル、インド）の岩石を用いて、特に下部地殻に普遍的に存在すると考えられているCO<sub>2</sub>に富む流体と岩石との相互作用によるグラニュライトの形成過程について議論した。研究対象とした岩石はチャノッカイトと呼ばれる斜方輝石を含む花崗岩質岩であり、H<sub>2</sub>O活動度の乏しい条件下での変成作用によって形成されたと考えられ、調査地域に広く分布している。

スリランカ・ワニ岩体からは、黒雲母片麻岩中にパッチ状に産出するチャノッカイトが確認された。この岩石の形成温度圧力条件として、鉱物平衡モデリング法から当岩体のピーク変成作用 (>8 kbar、800-850°C) よりも明らかに低圧な3.0-3.7 kbar、740-790°Cの変成条件が得られた。またCO<sub>2</sub>に富む流体包有物がみられることから、後退変成作用時のCO<sub>2</sub>流体の浸透にともなうH<sub>2</sub>O活動度の低下によるパッチ状チャノッカイトの形成モデルを提示した。マダガスカルの岩石では母岩の黒雲母片麻岩とパッチ状チャノッカイトの間に少量の石灰珪質岩が産出することが特徴である。露頭観察から石灰珪質岩の周囲は必ずチャノッカイト化しているなど、石灰珪質岩とチャノッカイトは密接に関連していることが確認された。鉱物平衡モデリング法により、840°C/4.5 kbar~880°C/10.5 kbarというチャノッカイト形成条件が得られた。またチャノッカイトの産状およびCO<sub>2</sub>流体包有物の存在から、隣接する石灰珪質岩から放出されたCO<sub>2</sub>流体が黒雲母片麻岩に浸透し、チャノッカイト化を引き起こした可能性が高いことが分かった。南インドの岩石からはCO<sub>2</sub>やハロゲン元素を含むH<sub>2</sub>Oなどの様々な流体が確認され、これらが約900°Cのピーク変成作用以降数回にわたってグラニュライト中に浸透してきたこと

が分かった。さらに最も低温のステージとして、 $<400^{\circ}\text{C}$  のグラファイトの形成を確認した。露頭観察により共存する石灰珪質岩の中心部がほとんど変質していないことや、多様かつ大量の流体が後退変成作用時に存在していた可能性が高いことなどから、この石灰珪質岩は流体に対するキャップロックとして機能し、下盤側のチャノッカイト中に様々な流体-岩石間相互作用をもたらしたことを明らかにした。

著者が本論文で扱った Gondwana 大陸衝突帯の 3 地域から、グラニュライトの形成に対する流体（特に  $\text{CO}_2$  に富む流体）の強い関与が確認された。これは、当該地域の広範囲にわたってチャノッカイトが産出することとも調和的である。一部の  $\text{CO}_2$  は隣接する炭酸塩岩からの脱ガスによって供給されたことが示されたが、造山帯全域に浸透した  $\text{CO}_2$  の起源については、大陸衝突後のスラブのデラミネーションおよびその後のアセノスフェアの上昇のような大規模テクトニクスによるマントルからの脱  $\text{CO}_2$  作用が推定される。

## 審 査 の 要 旨

本論文は、Gondwana 大陸衝突帯の高度変成作用によって形成された 3 つのグラニュライト岩体について、野外地質調査、岩石組織観察、鉱物化学分析、流体包有物解析、鉱物平衡モデリングなどの手法を駆使して、その成因を解明したものである。特に著者は変成作用に関与した流体について注目し、類似した産状を示す岩石（パッチ状チャノッカイト）が異なる流体-岩石間相互作用によって形成されたことを明らかにした。例えばスリランカの事例では変成作用末期における広範囲の  $\text{CO}_2$  の浸透、マダガスカルの場合には隣接する石灰珪質岩の脱ガスによる局所的な  $\text{CO}_2$  の浸透とグラニュライトの形成を議論した。インドの事例では石灰珪質岩のキャップロックとしての機能を指摘している。このようなパッチ状チャノッカイトの成因について鉱物平衡モデリング法を適用した研究は、著者によるものが初めてであり、その成果は国内外から高い評価を得ている。

平成 29 年 1 月 26 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。