

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 9 月 6 日現在

機関番号：35302

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07376

研究課題名(和文)ヒマラヤ造山帯における初期の地殻溶融イベントとその役割の解明

研究課題名(英文)Earlier crutal melting and its role in the Himalayan orogen

研究代表者

今山 武志 (Imayama, Takeshi)

岡山理科大学・付置研究所・准教授

研究者番号：90551961

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：ジルコンとモナザイトのウラン 鉛年代測定法により、東ネパールの高ヒマラヤ帯上部の片麻岩類は、3500 - 2500万年前に黒雲母の脱水溶融反応によってヒマラヤ初期地殻溶融イベントを被っており、その後1700万年前まで変成作用は続いたことがわかった。また、北西インドUttarakhand地域のBhagirathi川流域に沿って野外調査を実施した結果、高ヒマラヤ帯内部において複数のせん断帯と2段階の部分溶融イベントを発見した。これらは西ヒマラヤ地域で初めて発見されたヒマラヤ初期の断層運動と地殻溶融イベントの可能性が高い。

研究成果の概要(英文)：U-Pb Zircon and monazite age dating revealed that the gneisses from the upper High Himalaya Crystalline Sequence (HHCS) in eastern Nepal experienced the earlier crustal melting in the Himalaya, accompanied by biotite dehydration melting at 35-25 Ma, and then the metamorphism continued up to ca. 17 Ma. Moreover, we newly found that the multiple shear zone and two-stage partial melting events in the HHCS along Bhagirathi river in the Uttarakhand area, northwest India. This is probably a first discovery on the earlier shear zone and crustal melting event in western Himalaya area.

研究分野：テクトニクス

キーワード：ヒマラヤ造山帯 地殻溶融 年代測定 変成岩

1. 研究開始当初の背景

(1) ヒマラヤ造山運動は、約 5000 万年前のインドーアジア大陸の衝突から現在まで続いており、世界中の多くの研究者がその形成過程に注目している。ヒマラヤの大規模な地殻溶融は中新世に主として起こっており、大量の中新世優白質花崗岩が山脈の頂上付近に貫入している。このような背景のもと、申請者らは、東ネパールの高温変成岩類(高ヒマラヤ帯)の一部が、漸進世初期に部分溶融イベントを被っていることを明らかにした (Imayama et al., 2012)。その後、西ネパール、中央ネパール、北西インド、ブータンなどの中央—東ヒマラヤ地域でも、中新世以前の部分溶融イベントが同様に発見された。

(2) 部分溶融は、地殻内の流動を促進させて、造山運動のダイナミクスに大きく影響を与える。そのため、初期の部分溶融イベントが、ヒマラヤ山脈の形成過程にどのような影響を与えたのかは、ヒマラヤ研究者の近年の課題の一つとして取り上げられるようになった。とくに、部分溶融の続いた時間スケールや高温変成岩の圧力—温度—時間経路の空間変化は、数多く提案されているヒマラヤのテクトニックモデルを制約する上で大きな鍵になるが、未解決のままである (e.g. Imayama et al., 2010)。

2. 研究の目的

(1) 本研究は、まだ解明されていないヒマラヤの初期の地殻溶融イベントの成因を探り、その役割を明らかにして、大陸衝突型造山運動における初期過程の理解へと展開するための基礎となる研究を行う。中央—東ヒマラヤ地域では、漸進世初期の部分溶融イベントが認識される一方で、その原因は断層運動による低圧型の高温変成作用に関連する場合や、地殻厚化による中圧型変成作用に伴っておきるなど、複数あると考えられる。本研究では、漸進世初期の部分溶融イベントの要因を特定するために、東ネパールの高ヒマラヤ帯上部の堇青石片麻岩や黒雲母片麻岩などの圧力—温度—時間経路を詳細に検討する。

(2) 北西インドなどの西ヒマラヤ地域では、漸進世初期の部分溶融イベントはこれまでに報告されていない。このことは、中央—東ヒマラヤ地域と西ヒマラヤ地域の地域的な地質やテクトニクスの違いを反映するかもしれない。一方で、インド国内には、高精度で年代測定を利用できる装置がほとんど無く、北西インドの高ヒマラヤ帯の熱履歴が不明な地域が多いため、中新世初期の年代しか報告されていない可能性もある。そこで、本研究では、西ヒマラヤ地域のヒマラヤ初期の部分溶融イベントの可能性を地質調査により検討する。

3. 研究の方法

(1) 堇青石片麻岩や黒雲母片麻岩は、変成年代の測定に有効なモナザイトやジルコンを多く含む。本研究では、韓国基礎科学研究所設置の高感度 2 次イオン質量分析計装置 (SHRIMP) を用いて、U-Pb 年代測定から変成年代を推定する。また、モナザイトやジルコンの化学組成マッピングを実施して、これら鉱物の形成条件を探り、変成年代と変成圧力—温度経路をリンクさせる。変成圧力—温度経路の推定には、鉱物組み合わせ、ザクロ石の化学組成累帯構造、地質温度計および相平衡計算を用いる。

(2) 北西インド Uttarakhand 地域の Bhagirathi 川沿いに、野外調査を行ない、変成岩類や花崗岩の試料採取を行なう。特に、複数の部分溶融イベントや高ヒマラヤ帯内部の剪断帯の可能性を地質学的側面から詳しく検討する。

4. 研究成果

(1) ジルコンとモナザイトのウラン—鉛年代測定と変成圧力—温度条件の推定により、東ネパールの高ヒマラヤ帯上部の片麻岩類は、約 3500 - 2500 万年前に黒雲母の脱水溶融反応 (約 800 °C) によって形成され、ヒマラヤ初期地殻溶融イベントを被っていることがわかった。堇青石は約 6 kbar 以下で生成される。この低圧型の変成作用は 1700 万年前まで続く。漸進世初期の黒雲母脱水反応による部分溶融は、中新世初期の白雲母脱水反応による部分溶融とは異なっており、両者の片麻岩類は高ヒマラヤ帯内部の漸進世初期の剪断帯によって並置したと考えられる。

(2) 北西インド Uttarakhand 地域の Bhagirathi 川流域に沿って野外調査を実施して、低変成度から高変成度までの変成岩類や優白質花崗岩類などを採取した。高変成度からなる高ヒマラヤ帯結晶質岩は、低変成度からなる低ヒマラヤ帯を主中央断層帯に沿って覆いかぶさっている。高ヒマラヤ帯内部では、複数のせん断帯が発見され、逆転温度構造が繰り返し観察される。高ヒマラヤ帯上部では、部分溶融したミグマタイトが、優白質の花崗岩類に貫入されており、2 段階の部分溶融イベントが推定される。これらは西ヒマラヤ地域で初めて発見されたヒマラヤ初期の断層運動と地殻溶融イベントの可能性が高い。

(3) ヒマラヤ造山帯における変成作用と変成帯の上昇および変成帯の部分溶融による花崗岩の生成について、先行研究のレビューを行い、本研究の位置づけを明確にした。

(4) 東ネパールの優白質片麻岩の多くは、中新世の白雲母脱水反応によって形成された、堆積岩起源の花崗岩であることが、全岩化学組成分析により明らかになった。

< 引用文献 >

Imayama, T., Takeshita, 省略数 10 (2012) Two-stage partial melting and the different cooling history within the Higher Himalayan Crystalline Sequence in the far-eastern Nepal Himalaya. *Lithos*, 134-135, 1-22.

Imayama, T., Takeshita, T., and Arita, K., 2010. Metamorphic P-T profile and P-T path discontinuity across the far-eastern Nepal Himalaya: Investigation of channel flow models. *Journal of Metamorphic Geology*, 28, 527-549.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

Itaya, T., Hyodo, H., Imayama, T. and Groppo, C. (in press) Laser step-heating $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analyses of biotites from meta-granites in the UHP Brossasco-Isasca Unit of Dora-Maira Massif, Italy. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*. 査読有.

Imayama, T., Takeshita, T., Yi, K., and Fukuyama, M. (in press). Early Oligocene partial melting via biotite dehydration melting and prolonged low-pressure-low-temperature of the upper High Himalaya Crystalline Sequences in far-eastern Nepal. *Geological Society of London, Special paper*, 481. 査読有 . <https://doi.org/10.1144/SP481.2>.

Oh, C. W., Imayama, T., Jeon, J., and Yi, K. (2017) Regional Middle Paleozoic metamorphism in the southwestern Gyeonggi Massif, South Korea: Its implications for tectonics in Northeast Asia. *Journal of Asian Earth Science*, 145, 542-564. 査読有.

Imayama, T., Oh C. W. 省略数 4 (2017) Paleoproterozoic high-pressure metamorphic history of the Salma eclogite on the Kola Peninsula, Russia. *Lithosphere*, 9, 855-873. 査読有.

Sakai, H., Imayama, T., Yoshida, K., and Asahi, K. (2017) Tectonics of the Himalaya. *Journal of Geological Society of Japan*, 123, 403-421. 査読有.

Imayama, T., Kawabata., R., Bose., N. (2017) Research report of metamorphic rocks in the Uttarakhand area, northwestern India. *The Bulletin of Research Institute of Natural Sciences*, 43, 19-23. 査読無.

Imayama, T. (2016) Whole rock chemistry of S-type leucogranites in far-eastern Nepal. *The Bulletin of Okayama University of Science A*, 52, 55-61. 査読有.

今山武志・川端凌市・毛利元紀 (2016) 隠岐・島後の片麻岩類の調査研究報告. *Bulletin of Research Institute of Natural Sciences*, 42, 15-20. 査読無.

〔学会発表〕(計 12 件)

Imayama, T., Arita, K., Fukuyama, M., Yi, K., Kawabata, R. 1.74 Ga felsic magmatism formed via crustal melting: Investigation of mylonitic orthogneisses in the frontal zone of the Kathmandu Complex, central Nepal. *Asia Oceania Geosciences Society 15 th annual meeting, Honoruru, USA, Jun, 2018*.

Imayama, T., Arita, K., Fukuyama, M., Yi, K., Kawabata, R. 1.74 Ga felsic magmatism formed via crustal melting: Investigation of mylonitic orthogneisses in the frontal zone of the Kathmandu Complex, central Nepal. 地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ, 2018年5月.

Kawabata, R., Imayama, T., Kato, T. Estimation of the Metamorphic P-T Condition and Age of the Oki Gneisses: Implication for the Paleoproterozoic High-Temperature Metamorphism. 地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ, 2018年5月.

Itaya, T., Hyodo, H., Imayama, T. and Groppo, C. Laser step-heating $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analyses of biotites from meta-granites in the UHP Brossasco-Isasca Unit of Dora-Maira Massif, Italy. 地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ, 2018年5月.

Koh, Y., Imayama, T., 省略数 9. The whole rock composition and K-Ar age of volcanic rocks near the Bayshin Tsav in the Southern Mongolian Gobi Desert. 地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ, 2018年5月.

Imayama, T., Takeshita, T., Yi, K. and Fukuyama, M.: Early Oligocene partial melting and prolonged low P/T anatexis of the upper High Himalaya Crystalline Sequences in far-eastern Nepal. *Geological Society of America Annual Meeting, Seattle, USA, Oct., 2017*.

今山武志: 極東ネパールの高ヒマラヤ変成岩類上部に記録された前期漸新世の部分溶融と長期にわたる低圧/高温アナテクシス. 「衝突山脈ヒマラヤの形成モデルの構築」研究集会, 京都大学, 2017年8月.

Saha, S., Takeshita, T., Imayama, T. and Srivastava, H. B.: Inverted Metamorphism across the Main Central Thrust constrained by metamorphic P-T condition, western Himalaya, India. 地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ,

2017年5月.

Imayama, T., Oh, C. W., Jeon, J. and Yi, K.: Zircon U–Pb geochronology and P–T estimation of gneisses and amphibolites from the southwestern Gyeonggi Massif, South Korea: Implication for regional middle Paleozoic metamorphism. 地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ, 2017年5月.

今山武志: ヒマラヤの変成作用と花崗岩の生成. 「衝突山脈ヒマラヤの形成モデルの構築」研究集会, 京都大学, 2016年8月.

Imayama, T., Oh, C. W., Baltybaev, S. K., Park, C. –S., Yi, K. and Jung, H.: Metamorphic history of the Paleoproterozoic Salma eclogite in the Kola Peninsula, Russia. Goldschmidt, Yokohama, Japan, Jun., 2016.

Imayama, T., Oh, C. W., Baltybaev, S. K., Park, C. –S., Yi, K. and Jung, H.: Archean to Paleoproterozoic polymetamorphic history of the Salma eclogite in the Kola Peninsula, Russia. 地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ, 2016年5月.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.rins.ous.ac.jp/imayama/index.html>

6. 研究組織

- (1)研究代表者
岡山理科大学・付置研究所(自然科学研究所)・准教授
今山 武志 (IMAYAMA Takeshi)

研究者番号: 90551961

- (2)研究分担者
なし

- (3)連携研究者
なし