

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月24日現在

機関番号：82641

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K05617

研究課題名(和文) 第四紀花崗岩の生成過程・テクトニクス の 解明

研究課題名(英文) Clarification of magmatic and tectonic evolution of Quaternary granite

研究代表者

伊藤 久敏 (Ito, Hisatoshi)

一般財団法人電力中央研究所・地球工学研究所・上席研究員

研究者番号：50371406

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：世界で最も新しく地表に露出した花崗岩である北アルプスの黒部川花崗岩を対象に、U-Pb年代測定と古地磁気測定を適用することで、同花崗岩の生成から現在に至るまでの過程を検討した。その結果、同花崗岩は、マグマが一時期に固結・冷却したのではなく、250万年前頃から80万年前頃にかけて複数回のマグマ貫入イベントにより形成されたことを明らかにした。さらに、黒部川花崗岩が磁化を保持する温度(600程度以下)に冷却したのはブリュンヌ正磁極期(77万年前以降)であり、北アルプスがこの時期に激しく隆起・削剝したことと同花崗岩が、従来説とは異なり、傾動せずに上昇したことが推定された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一つの花崗岩体を対象に世界的にも類のない高密度の年代測定を行い、第四紀花崗岩(黒部川花崗岩)の生成年代に明瞭な地域差を見出すとともに、関連する火山岩の噴出年代を明らかにした。また、古地磁気測定により、従来説とは異なり、北アルプスが大きな傾動を伴わずに激しい隆起・削剝を受け、現在の姿になったことを明らかにした。これらの成果は、我が国を代表する山岳地帯である北アルプスの成り立ちについての新たな知見であるとともに、花崗岩成因論や大規模噴火のメカニズムの解明への一助となり得る成果である。

研究成果の概要(英文)：The entire magmatic and tectonic evolution history of the Earth's youngest exposed granite, Kurobegawa Granite, Japan Alps, was investigated using mainly U-Pb dating and paleomagnetism. As a result, it was revealed that the granite was formed not by a single intrusion but by multiple intrusion episodes spanning from 2.5 million years ago to 0.8 million years ago. Moreover, the granite was cooled below the magnetization temperature of ~600 degrees C during the Brunhes chron (since 0.77 million years ago) and the Japan Alps has experienced a rapid uplift and erosion during this time period without significant tilting as opposed to a commonly accepted theory.

研究分野：地質学

キーワード：マグマ 第四紀 花崗岩 年代測定 古地磁気測定

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

北アルプス(飛騨山脈)は、南アルプスとともに日本で最も隆起・浸食の激しい地域である。北アルプスには花崗岩が広く分布し、北アルプスの激しい隆起の原因として、1.6 Ma 以前は花崗岩の貫入、1.6Ma 以降は(太平洋プレートの沈み込みに起因した)東西圧縮によるとされていた。さらにこの東西圧縮により、北アルプスは東側に傾動隆起したとされている。また、北アルプスに巨大なバソリス状岩体として分布する第四紀の黒部川花崗岩は、一時期に形成された後、苦鉄質マグマ起源包有岩が貫入したとされてきた。一方、我々の最近の研究により、黒部川花崗岩は、10 Ma に生成を開始し、最新の生成年代が(地表に露出する花崗岩としては世界で最も若い)0.8 Ma であることが分かった(Ito et al., 2013)。また、我々は、黒部川花崗岩が、10 Ma 頃から約 2 Ma の間隔をおいて、パルス的に生成したことから、今後 100 万年以内に、新たな花崗岩の生成があり得ることを指摘した。すなわち、北アルプスにおける激しい隆起・浸食は今後も 100 万年のオーダーで継続することが予想される。本研究では、これまでの年代学的手法に加え、花崗岩の微量元素分析や古地磁気学的手法を取り入れ、花崗岩質マグマの成長・発達過程をより詳細に明らかにする。また、噴火に至ったマグマとの比較を行い、どのような条件でマグマが噴火に至るのか等についての知見を得ることを目標とする。

2. 研究の目的

以下の 4 つの研究項目を実施する。

(1) 花崗岩の生成過程の解明

第四紀の黒部川花崗岩について、より多くの U-Pb 年代データと新たに地球化学的データを蓄積し、花崗岩の生成過程を解明する。

(2) 花崗岩の冷却過程の解明

黒部川花崗岩およびその周辺の花崗岩を対象に、閉鎖温度の異なる放射年代測定法を適用し、これらの花崗岩の生成から現在に至る冷却過程を解明する。

(3) 北アルプスの地形発達過程の解明

古地磁気学的手法等により、北アルプスの第四紀の地形発達過程を評価する。

(4) 火山防災、地熱開発

地下深部のマグマが噴火に至る条件を検討する。また、第四紀花崗岩の地熱開発の可能性についても検討する。

3. 研究の方法

初年度に黒部川花崗岩の代表的な岩相が揃う岩体北部での調査を中心に行い、主としてマグマの生成・冷却過程に関する検討を行う。次年度には、調査地域を岩体全域とその周辺に広げ、主として北アルプスの地形発達過程についての検討を行う。最終年度には、マグマの進化と噴火機構に関する検討、第四紀花崗岩の地熱資源量評価等による大規模地熱開発の可能性についての検討を行う。なお、学会発表、論文発表は十分な成果が得られ次第、迅速に実施する。

4. 研究成果

(1) 花崗岩の生成過程の解明

U-Pb 年代測定用試料として、黒部川花崗岩を中心に新たに 40 箇所以上で試料採取を行い、詳細なジルコン U-Pb 年代分布を明らかにした。すなわち、黒部川花崗岩体北部は東部で 2-3 Ma、中部で 1-2 Ma、西部で ~1 Ma であり、西部ほど若い。岩体中央部では、東部で ~2 Ma、中部で ~1.2 Ma、西部で ~0.8 Ma であり、北部と同様に西部ほど若い。岩体南部では東部から西部で顕著な差がなく、1.2-1.5 Ma に貫入した。黒部川花崗岩体の南東部で接する爺ヶ岳火山岩類は ~1.5 Ma を示し、黒部川花崗岩体南部では爺ヶ岳火山岩類噴出後に大きな時間間隙を経ずに花崗岩が貫入した。

これらの結果から、第四紀の黒部川花崗岩は、マグマが一時期に固結・冷却したのではなく、2.5Ma 頃から 0.8 Ma 頃にかけて複数回のマグマ貫入イベントにより形成されたことがより明らかになるとともに、1.5 Ma 頃に黒部川花崗岩体の南東部で爺ヶ岳火山岩類の噴出イベントがあったことを明らかにした。

さらに、黒部川花崗岩と同様に北アルプスの第四紀の花崗岩である滝谷花崗閃緑岩について、河川砂のジルコン U-Pb 年代測定から、両岩体の生成過程に違いがあること(黒部川花崗岩体北部では 2.3 Ma と 0.9 Ma に、滝谷花崗閃緑岩は 1.6 Ma に顕著なマグマ活動があった)を明らかにした(Ito et al., 2017)。

(2) 花崗岩の冷却過程の解明

黒部川花崗岩を含む北アルプスの花崗岩について、閉鎖温度の異なる U-Pb 法と(U-Th)/He 法を適用した結果、北アルプスが第四紀に急激な隆起・削剝を受けたことを確認する結果が得られた(Spencer et al., 2019)。また、黒部川花崗岩の古地磁気測定では、得られた 6 地点の全てが正帯磁であったことから、同花崗岩が磁化を保持する温度(600 程度以下)に冷却したのはブリュンヌ正磁極期(77 万年前以降)であり、北アルプスがこの時期に激しく隆起・削剝したことについての新たな証拠を得た。

(3) 北アルプスの地形発達過程の解明

黒部川花崗岩の古地磁気測定により、同花崗岩は正帯磁であるとともに、現在の地球磁場の方位と概ね一致する方位を示したことから、同花崗岩は顕著な傾動を伴わずに隆起・剝削したことが推定された (Fukuma et al., 2019)。従来説では、太平洋プレートの沈み込みに起因した東西圧縮による山体の傾動が指摘されていたが、これを支持しない結果が得られた。

(4) 火山防災、地熱開発

爺ヶ岳火山岩類の噴出とその後の黒部川花崗岩の貫入に大きな時間間隙がないことや黒部川花崗岩を対象とした超臨界地熱開発の可能性を指摘する (Ito et al., 2017) などの成果を得た。

< 引用文献 >

Ito, H., Yamada, R., Tamura, A., Arai, S., Horie, K., and Hokada, T., 2013. Earth's youngest exposed granite and its tectonic implications: the 10–0.8 Ma Kurobegawa Granite. *Scientific Reports* 3: 1306.

Ito, H., Spencer, C.J., Danišik, M., Hoiland, C.W., 2017. Magmatic tempo of Earth's youngest exposed plutons as revealed by detrital zircon U-Pb geochronology. *Scientific Reports*, 7: 12457.

Spencer, C.J., Danišik, M., Ito, H., Hoiland, C., Tapster, S., Jeon, H., McDonald, B., Evans, N.J., 2019. Rapid exhumation of Earth's youngest exposed granites driven by subduction of an oceanic arc. *Geophysical Research Letters*, 46, 1259–1267.

Fukuma, K., Ito, H., Takehara, M., Yamada, R., Kubo, T., 2019. Brunhes-Matuyama contact aureole surrounding the Kurobegawa Granite. Japan Geoscience Union Meeting 2019, SEM18-05.

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

Ito, H., Spencer, C.J., Danišik, M., Hoiland, C.W., 2017. Magmatic tempo of Earth's youngest exposed plutons as revealed by detrital zircon U-Pb geochronology. *Scientific Reports*, 7: 12457, DOI:10.1038/s41598-017-12790-w. 査読有

Spencer, C.J., Danišik, M., Ito, H., Hoiland, C., Tapster, S., Jeon, H., McDonald, B., Evans, N.J., 2019. Rapid exhumation of Earth's youngest exposed granites driven by subduction of an oceanic arc. *Geophysical Research Letters*, 46, 1259–1267. <https://doi.org/10.1029/2018GL080579>. 査読有

[学会発表] (計 6 件)

伊藤久敏, 2017. 黒部川花崗岩と滝谷花崗閃緑岩の年代比較：どちらが世界一若い？フイッシュン・トラックニュースレター，第 30 号，11-13.

Cambeses, A., Bea, F., Ito, H., 2017. Youngest exposed granite and its geochemistry: the 0.8 Ma Kurobegawa Granite. VIII International SHRIMP Workshop, Abstract.

Ito, H., 2017. Dynamic Quaternary magmatism and volcanic activities in the Japan Alps as revealed by U-Pb zircon dating. 11th Asian Regional Conference (ARC-11) of IAEG, Abstract.

伊藤久敏・福間浩司・福山繭子・堀江憲路・竹原真美・山田隆二，2018. ジルコン U-Pb 年代と古地磁気・地化学分析から見た第四紀黒部川花崗岩の生成過程．日本地質学会第 125 年学術大会講演要旨，p193.

福間浩司，伊藤久敏，山田隆二，久保貴志，竹原真美，2018. 酸化されたマグネタイトに担われた黒部川花崗岩の自然残留磁化 第 144 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会講演要旨．

Fukuma, K., Ito, H., Takehara, M., Yamada, R., Kubo, T., 2019. Brunhes-Matuyama contact aureole surrounding the Kurobegawa Granite. Japan Geoscience Union Meeting 2019, SEM18-05.

6 . 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：山田 隆二

ローマ字氏名：(YAMADA, Ryuji)

所属研究機関名：国立研究開発法人防災科学技術研究所

部局名：社会防災システム研究部門

職名：主任研究員

研究者番号 (8 桁)：70343762

研究分担者氏名：堀江 憲路
ローマ字氏名：(HORIE, Kenji)
所属研究機関名：国立極地研究所
部局名：研究教育系
職名：助教
研究者番号(8桁)：00571093

研究分担者氏名：外田 智千
ローマ字氏名：(HOKADA, Tomokazu)
所属研究機関名：国立極地研究所
部局名：研究教育系
職名：准教授
研究者番号(8桁)：60370095

研究分担者氏名：福間 浩司
ローマ字氏名：(FUKUMA, Koji)
所属研究機関名：同志社大学
部局名：理工学部
職名：准教授
研究者番号(8桁)：80315291

研究分担者氏名：福山 繭子
ローマ字氏名：(FUKUYAMA, Mayuko)
所属研究機関名：秋田大学
部局名：理工学研究科
職名：講師
研究者番号(8桁)：40630687

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。