

平成 21 年 4 月 27 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18540453

研究課題名 (和文) 飛騨帯花崗岩類の特徴と大陸地殻基盤の花崗岩活動

研究課題名 (英文) Characteristics of granitic rocks in the Hida region and granitic activities in basement rocks of the continental crust

研究代表者

加納 隆 (KANO TAKASHI)

山口大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：60108264

研究成果の概要：

隠岐島後の基盤岩中に、新たに典型的な S-type 花崗岩を見出し、その産状と岩石学的性質を明らかにした。また飛騨片麻岩に伴うミグマタイト質花崗岩との性質を比較し、産状は同じでも、母岩の片麻岩の岩相構成と対応して両者に違いがあることを見出した。これにより、従来飛騨-隠岐帯として一括されてきたが、両者は異なる地質体に帰属する可能性が大きいことを示した。また併せて飛騨帯とダルワールクラトンの花崗岩類の温度構造や熱史について比較・検討した。

交付額

(金額単位：円)

|         | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2006 年度 | 1,600,000 | 0       | 1,600,000 |
| 2007 年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 2008 年度 | 700,000   | 210,000 | 910,000   |
| 年度      |           |         |           |
| 年度      |           |         |           |
| 総計      | 3,300,000 | 510,000 | 3,810,000 |

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：大陸地殻、花崗岩、飛騨帯、隠岐島後、基盤岩、ダルワールクラトン

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 大陸地殻発展史の解明は現代地球科学の焦点の問題の 1 つであるが、飛騨帯には古生代から第四紀に至る時代の花崗岩がそろっており、こうした研究に好適なフィールドである。

(2) 最近の飛騨帯研究において、深成岩・変成岩類の地質学 (岩体区分・岩相区分や年代論、構造論) は大きな進展をとげつつある。すなわち、

①240Ma 前後の広域変成作用を受けた塩基性～中性深成岩類の存在、②いわゆる「船津花崗岩」の岩相区分と岩体区分の再定義、③各岩体ごとのジルコン・モナザイトの化学年代や SHRIMP 年代の蓄積、④北アルプスにおける第四紀花崗岩の存在、などが明らかにされた。特に飛騨帯を特徴づける飛騨花崗岩 (旧来の船津花崗岩) の内容は、一新されつつある。

(3) 韓半島においても飛驒花崗岩に対比されてきた大宝花崗岩に、飛驒帯での筆者らの見解と同様に、変成・変形を受けたジュラ紀以前の古い花崗岩とこれを貫く花崗岩が存在することが確認されつつある。

(4) 中生代前期～古生代後期花崗岩活動は、東南アジアにおけるインドシナ期変動に対応する。同時期の変動については、これまで十分解明されておらず、変成岩類とこれに伴う花崗岩の研究が必要である。

(5) 変成・変形した花崗岩は、先カンブリア時代（特に始生代クラトン）に広く認められ、本研究はそれらの岩石の研究にも役に立ち、特にアジア大陸と関連の深い Gondwana 超大陸の基盤花崗岩の研究を通じて、地球史における地殻形成過程の研究に貢献が期待される。

## 2. 研究の目的

飛驒帯は、日本列島における代表的な大陸性基盤からなる地質体であると考えられてきた。そこで本地帯の花崗岩類について、岩体区分や岩相区分など地質学的な基本的事項を再検討し、西南日本の他の地質体の花崗岩との比較においてその特徴を明確にする。またアジア大陸の基盤を構成する花崗岩との類似点と相違点を検討して、地殻発展史の構築に貢献する。これらは以下のステップを踏んで実現する。

(1) 飛驒帯花崗岩類の岩体区分と岩相区分を明確にし、地質学的によく吟味された試料（関連する深成変成岩類を含む）を選定する。

(2) 各試料の記載岩石学的性質、すなわち岩石組織・鉱物構成・モード組成・主要造岩鉱物の EPM 分析・全岩化学組成（主要元素と微量元素、REE パターン）・同位体の性質を明らかにする。

(3) 岩体別・時代別にそれらの特徴を明らかにし、共同研究者の協力を得て、西南日本およびアジア大陸に形成された花崗岩類との比較検討を行い、先カンブリア時代を含めて古生代から新生代にかけての花崗岩活動の変遷について知見を得る。

## 3. 研究の方法

(1) 野外調査と試料採取：これまで野外調査の蓄積があるとはいえ、分析に必要な新鮮かつ十分な量の試料が完全にそろっていないので、現場の詳細な調査によって地質学的裏づけのとれている試料の収集が必要である。

研究代表者(加納)は、飛驒帯（特に飛驒帯東

部地域～北アルプス地域）を重点に調査を行う。この地域には古生代～中生代前期、中生代後期、古第三紀～第四紀にわたる各時代の花崗岩が広く分布し、同一地域において古生代から新生代にわたる花崗岩活動をほぼシームレスであつかうことができ、西南日本の他の地域の花崗岩との比較を行う上でも、好適なフィールドである。また、Gondwana 大陸基盤として知られるインドダールワークラトンの試料についても検討する。この時、長年研究交流を行っている Bangalore 大学の Dr. Jyananda の協力を得、また同氏を招聘して共同研究を行う。

研究分担者(今岡)は、主に中国地方の白亜紀～古第三紀花崗岩についての野外調査を行う。研究分担者(大和田)は、主に北九州の白亜紀花崗岩類と変成岩類の調査を行い、領家帯との帰属関係について検討する。

(2) タイプ標本の保存と試料の処理：代表的試料は、整形、切断、研磨し、岩石の組織・構造の観察を行う。基本的に2分割し、片方を各種分析に、片方はタイプ標本として保存する。

(3) 試料の分析：試料より薄片と研磨片を作成し、顕微鏡観察により岩石組織を吟味し、全岩分析と鉱物組成の分析を行う。また一部を選んで、年代測定やREE分析を行う。今岡は同位体抽出用のクリーンルームの維持改善を行う。

## 4. 研究成果

(1) 隠岐島後における S-type 花崗岩の発見と飛驒帯ミグマタイト質花崗岩との比較—飛驒・隠岐帯の再検討

島根県隠岐島後には、第三紀火山岩類・堆積岩類の基盤として片麻岩類が分布し(太田, 1963)、岩相の類似性などから飛驒片麻岩類に対比され、「飛驒-隠岐帯」と呼ばれてきた。同地には花崗岩類も分布し、田結庄ほか(1991)は、第三紀火山岩類に関係する約 20Ma の K-Ar 年代を報告した。このほかにも何種類かの花崗岩類が産出するが、それらの性質はまだ十分調べられていない。本研究では、隠岐島後の花崗岩類を、主に産状と岩相の特徴により、①白色花崗岩、②南谷花崗岩、③白雲母花崗岩、④ミグマタイト質花崗岩、の4岩相に区分し、記載岩石学的性質・全岩化学組成を検討した。また飛驒帯において③④と同様の産状を示すミグマタイト質花崗岩との比較を行った。その結果、これまで「飛驒-隠岐帯」には知られていなかった、典型的な S-type 花崗岩の産出を明らかにした。

[隠岐島後の花崗岩類]：①白色花崗岩は肉眼的に著しく白色で、流紋岩質火山岩に伴って産出し、

同質の岩脈に貫かれる。鏡下ではグラフィック組織が発達し、「グラノファイア」というべき岩相を示す。②南谷花崗岩は主に布施南谷に分布し、①と同様に流紋岩質岩脈に貫かれる。中粒・塊状で有色鉱物に乏しく、鏡下では完晶質・半自形の深成岩組織を示す。直接的な関係は確認できなかったが、流紋岩類に近接して分布し、全岩化学組成の上で①に類似した特徴を示すことから、①②は田結庄ほか(1991)の新时期花崗岩(20Ma)に対応すると考えられる。

③白雲母花崗岩と④ミグマタイト質花崗岩は、基盤岩として普遍的に分布する泥質片麻岩中に産出する。③は泥質片麻岩および④の片理を切る脈状岩あるいは小規模なプール状岩体として産出する。岩石組織は半自形で、斜長石に累帯構造がある。白雲母に富み、不透明鉱物に乏しく、ザクロ石・珪線石・紅柱石を含む。黒雲母を含む岩相もあるが白雲母より少量である。④は泥質片麻岩の片理に平行あるいは斜行する不規則な脈状～プール状に産出し、弱い片理をもち、片麻岩をゴースト状に含む。片麻岩との境界は不明瞭である。変成組織を示し、黒雲母・白雲母・ザクロ石・珪線石・紅柱石・スピネルを含む。④は片麻岩の優白質部を構成し、太田(1963)の「花崗岩質ミグマタイト」に相当する。

全岩化学組成の上で、③④はいずれもS-type 花崗岩領域に入る。④は母岩の泥質片麻岩と同様の幅広い組成をもつ。③も④に類似した組成を示すが、④に比べ組成幅が小さく、おおむね花崗岩領域に集中する。

[飛驒帯のミグマタイト質花崗岩類との比較]: 飛驒帯では片麻岩類に伴って、ミグマタイト質の花崗岩類が広く産出し、(ア)伊西ミグマタイト、(イ)トーナル(トロニウム)岩質ミグマタイト、(ウ)灰色花崗岩の3岩相が知られている(加納, 1981)。(ア)は石灰岩～石灰珪質岩、(イ)は砂泥質岩、(ウ)は砂質～石灰珪質岩に伴って産出する。いずれも産状や岩相の上ではS-type 的であるにもかかわらず(SrI 値も高い)、全岩化学組成(A/cnk 図やACF 図)の上では(イ)の一部を除いて、ほとんどI-type 領域に入る。飛驒片麻岩は全体に石灰質岩に富んでおり、(ア)～(ウ)もこうした母岩の性質を反映してCaOに富むためである。

以上のように、隠岐島後の基盤変成岩中に泥質片麻岩に伴って、Mineralogy でも Chemistry でも、正しくS-type 花崗岩が産出する。これまで飛驒帯には典型的なS-type 花崗岩は知られておらず、ミグマタイト質花崗岩も産状はS-type 的であるの

に Chemistry ではほとんどI-type である。S-type 花崗岩を字義どおり Sedimentary source と解するなら、母岩の堆積岩が石灰質である場合には Sedimentary source であっても判別図上ではS-type とはならないことがある。ACNK 判別図は泥質岩にしか適用できないのである。

これらは原岩構成の違いを反映しており、隠岐島後の変成岩には泥質岩が卓越し石灰質岩が乏しいのに対し、飛驒帯は全域的に泥質岩に乏しく石灰質岩に富んでいることに対応する。このように両地帯には原岩の堆積場に違いがあり、原岩形成の時代にさかのぼれば、飛驒-隠岐帯としてひとくくりにすべきではない。

[白雲母花崗岩のK-Ar 年代]: 代表的な試料を選定して白雲母を抽出し、K-Ar 年代の測定を行ったところ、 $159.8 \pm 3.4$ Maの年代を得た。この年代は飛驒帯の花崗岩類に広く認められる170-180Ma前後の年代に比べやや若い。飛驒帯にも160Ma前後のK-Ar 年代が知られており、飛驒帯全体の冷却年代(広域的な上昇年代)と解釈されている。従って、この時代には隠岐島後は飛驒帯と一体化して上昇・冷却したと考えられる。

[文献]:

- 加納 隆(1981) 飛驒変成帯のミグマタイト構造。地質雑, 87, 315-328.  
太田昌秀(1963) 隠岐変成岩類。岩鉱, 49, 189-205.  
田結庄良昭・柴田 賢・内海 茂(1991) 島根県、隠岐島後の花崗岩類, 地質雑, 97, 53-60.

(2) 飛驒帯花崗岩類とダルワールクラトンの始生代花崗岩類の熱史の比較検討

大陸基盤は、始生代-顕生代をとわず、多くの部分が花崗質岩から構成される。カリ長石は花崗岩の最も基本的な構成鉱物であり、岩体の熱史を反映して高温から低温にかけて単斜晶系から三斜晶系に変化する。このことを利用して、比較的ゆっくり冷却したと考えられる飛驒花崗岩と急冷岩体として西南日本の広島花崗岩、飛驒山地の第三紀～第四紀花崗岩などについて、カリ長石の温度型・秩序度・秩序化経路を検討した。

[冷却過程の花崗岩体のカリ長石]: 飛驒花崗岩などの徐冷岩体では、正長石から中間型微斜長石を経て最大微斜長石へ、岩体の冷却過程に従って変化するのに対し、急冷岩体では正長石のみが、また第四紀花崗岩などではサニディンが保存されていることが分かった。カリ長石の相転移にはいくつかの要因が考えられているが、基本的には岩

体の冷却速度が最も重要である。

[昇温過程の花崗岩体のカリ長石]: 飛騨花崗岩の早期岩体は変成作用を受けている。そこで貫入関係の分かっている大熊山花崗岩(後期)と伊折花崗岩(早期)においてカリ長石の性質を検討した。その結果、早期岩体のカリ長石の秩序度や秩序化経路は、後期岩体の秩序化とほとんど一致し、後から貫入してきた岩体の冷却史と同一化することが分かった。同様に領家帯など広域変成岩においても検討したが、いずれも広島期の花崗岩の熱的影響が強いことが分かった。

そのため、インドダールワールクラトンに研究の場を求めた。本地域は、33-34億年前の花崗質岩(TTG)を起源とするペニンスラー片麻岩と火山岩(今回3.35Gaのコマチアイトが確認された)ほかの表成岩類からなるグリーンストーン帯から構成され、25億年前にクロスベツト花崗岩が貫入し、その後、全域的に広域変成作用を受けている。このように広範囲に花崗質岩が分布し、広域変成作用を受けて緑色片岩相からグフェユイト相高温部まで変化すること、始生代末以後変動がないこと、など上記目的に最適のフィールドと考えられる。

本地域のカリ長石は、緑色片岩相~角閃岩相まですべて最大微斜長石であり、角閃岩相-グフェユイト相漸移帯で最大微斜長石中に正長石が現れ、グフェユイト相では正長石~サニディンが卓越する。このことから累進変成作用においては、①最大微斜長石から中間型微斜長石を経由せずに正長石に変化すること、②その過程で準安定相(あるいはレリックフェイズ)としての最大微斜長石と正長石が共存する地域があること、③グフェユイト相では正長石が安定となり、④さらに超高温変成作用に相当する地域ではサニディンが卓越する、ということが分かった。なおサニディンが保存されていることは、この地域が火山岩のように急冷したか、あるいはグラニュイト相の変成作用を経験した岩石では揮発成分(水)に乏しくなるため、後の温度低下においても転移しにくくなる、のどちらかであるが、クラトンが火山岩のように急冷したとは考えにくく、後者の可能性が大である。

(3) 本研究の後始末あるいは具体的な成果品として、代表的な試料を整理し山口大学理学部地球科学教室標本室に登録保存した。また標本リストと解説書をかねて、「目で見える鉱物と岩石-地球科学教室標本室ガイド(第2版)」を出版し、学生や一般の閲覧に供することとした。

## 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 5件)

(i) Jayananda, M., Miyazaki, T., Gireesh, R.V., Mahesha, N. and Kano, T. (2009) Synplutonic mafic dykes from Late Archaean granitoids in the eastern Dharwar craton, Southern India. *J. Geol. Soc. India*, 73, 117-130.

(ii) Yamada, S., Owada, M. and Osanai, Y. (2008) Amphibolite-facies metamorphic rocks of Mt. Tengaizan area, northern Kyushu, Southwest Japan: Correlation with the Higo metamorphic rocks. *J. Mineral. Petrol. Sci.*, 103, 291-296.

(iii) 上塘 斎・今岡照喜・大和田正明 (2008) 領家帯柳井地域の含ざくろ石苦鉄質グフェユイトから見出された減圧組織. *地質学雑誌*, 114, 88-91.

(iv) Jayananda, M., Kano, T., Peucat, J.-J. and Channabasappa, S. (2008) 3.35 Ga Komatiite volcanism in the western Dharwar craton, southern India: constraints from Nd isotopes and whole rock geochemistry. *Precambrian Research*, 162, 160-179.

(v) Sakoda, M., Kano, T., Fanning, C. M. and Sakaguchi, T. (2006) SHRIMP U-Pb zircon age of the Inishi migmatite around the Kamioka mining area, Hida metamorphic complex, central Japan. *Resource Geology*, 56, 15-26.

[学会発表] (計 5件)

(i) Kano, T. (2008) K-feldspar crystalline state of granitic rocks in the Dharwar craton, South India. Symposium national des Sciences de la Terre A Madagascar. 2008年10月27日 Universite D'Antananarivo, Madagascar.

(ii) 加納 隆 (2008) 隠岐島後の S-type 花崗岩類と飛騨帯のミグマタイト質花崗岩類. 日本地質学会第115年学術大会講演要旨, p132. 2008年9月2日, 秋田大学(秋田市).

(iii) Jayananda, M., Kano, T., Mahesha, N., Yokoyama, K., Miyazaki, M., Tsutsumi, Y., Chang, Q. and Mahabaleswar, B. (2007) Discovery of HT-UHT Mg-Al granulites and multiple thermal events in the eastern Dharwar craton, Southern India: Implications

for supercontinental history. 4th International Symposium on Gondwana to Asia and 2007 IAGR Annual Convention, Abstract volume, 64-66. 2007年11月9日, 九州大学(福岡市).

(iv) Kano, T. (2007) An overview of the Tectonothermal history of the Hida metamorphic and plutonic complex, central Japan. 4th International Symposium on Gondwana to Asia and 2007 IAGR Annual Convention, Abstract volume, 76-79. 2007年11月9日, 九州大学(福岡市).

(v) 加納 隆 (2007) 飛騨片麻岩中の変成深成岩類とその地質学的意義. 日本地質学会第114回学術大会講演要旨, p78. 2007年9月9日北海道大学(札幌市).

[図書] (計 1件)

(i) 加納 隆 (2009) 目で見る鉱物と岩石ー地球科学教室標本室ガイドー(第2版). 山口大学理学部地球圏システム科学科. 151p.

[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 なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

加納 隆 (KANO TAKASHI)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号: 60108264

### (2) 研究分担者

今岡 照喜 (IMOKA TERUYOSHI)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号: 30193668

(2006~2007年度)

大和田 正明 (OWADA MASAOKI)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号: 50213905

### (3) 連携研究者 (2008年度)

大和田 正明 (OWADA MASAOKI)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号: 50213905

### (4) 研究協力者

JAYANANDA, M.  
BANGALORE 大学地質学教室・READER  
(インド, カルナタカ州立)