

令和 2 年 5 月 22 日現在

機関番号：32649

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K05583

研究課題名(和文) 中期中新世の南海トラフ縁辺域復元

研究課題名(英文) Reconstruction of the Nankai Trough Margin during the Middle Miocene

研究代表者

新正 裕尚 (Shinjoe, Hironao)

東京経済大学・全学共通教育センター・教授

研究者番号：60312013

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：西南日本弧の時計回り回転前後に形成された火成岩類の放射年代の分析を行った。外帯域の珪長質火成活動はジルコンU-Pb法により、15.6 Ma頃に開始し九州～紀伊半島で島弧伸長方向に年代差が無いことが明らかになった。一方九州西方沖の甞島の新第三紀花崗岩類は約10 Maの年代を示し、沖縄トラフの先駆的な活動との関連を示唆する結果となった。西南日本海溝寄り地域の苦鉄質火成岩類の年代を $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 法により求め、基本的に回転後の活動であることも分かった。苦鉄質火成岩の全岩組成の分析を通じて地球化学的なバリエーションを明らかにし、そのマグマ成因について検討を加えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本海形成に伴って西南日本は時計回り回転してユーラシア大陸から離れたとされる。その回転時期の前後に起こったマグマ活動によって作られた火成岩試料を採取し、化学成分を分析するとともに年代測定を行った。これらの結果と過去の古地磁気や地質学的な研究結果を組み合わせることで、回転時期をより精密に評価し、マグマ発生の原因についての理解を深めた。これらを通じて当時の西南日本の地質発展史に寄与する成果を得た。

研究成果の概要(英文)：The radiometric age of the igneous rocks formed before and after the clockwise rotation of the Southwest Japan arc was analyzed. The zircon U-Pb method revealed that the Outer Zone felsic igneous activity started around 15.6 Ma and that there was no clear along arc age variation from Kyushu to the Kii Peninsula. On the other hand, the Neogene granitoids of the Koshikijima Islands off western Kyushu showed U-Pb ages of ca. 10 Ma, suggesting that the igneous activity is related to the commencing activities of the Okinawa Trough. The $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ ages of the trench proximal mafic igneous rocks demonstrated that the igneous activity is basically post-rotation of the SW Japan arc. The whole rock composition of the mafic igneous rocks revealed the intense geochemical variations. Origin of the various mafic magmas was discussed based on their ages and whole rock compositions.

研究分野：地質学

キーワード：西南日本弧 日本海形成 中新世 火成活動 苦鉄質火成岩 U-Pb年代 $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 年代

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)日本列島が現位置に至る事変の一つである西南日本弧の大陸からの分離については、さまざまなモデルが提案されており決着がついていない。しかし古地磁気学データの検討により、最終的には急速に時計回り回転を行って現位置に至った事については概ね一致している。その回転時期は従来 1500 万年前頃とされていたが、沢田ほか(2013)や Hoshi et al. (2015)により 1600 万年前頃には終了していた可能性が指摘されており、回転時期についてはより詳細な検討が必要な状況であった。

(2)西南日本弧の時計回り回転とほぼ同時期に形成されたとみられる火成岩類が西南日本弧の第四紀火山フロントより海溝に近い地域に広く分布する。一般に西南日本弧の回転により拡大終焉期の四国海盆を含むフィリピン海プレートが島弧下に沈み込んだことがこの特異な火成活動の原因となったものとされてきた。これらのマグマ活動についても既報の放射年代が数多くあるが分散が大きく、回転との前後関係などが明確ではなかった。そこでマグマ成因を説明するテクトニックな環境についても不確定な部分が多かった。

2. 研究の目的

(1)複数のモデルが提案されているが決着のついていない、西南日本弧の大陸からの分離に関して、高速回転の時期について近年新たな提案がなされてきた。回転前後に活動したとみられる火成岩類の年代決定により、それら回転時期の検証を行うことが研究目的の一つである。

(2)これら回転前後に活動した火成岩類の地球化学データを通じてマグマ成因についての検討も行う。特にマントル由来のマグマから形成された玄武岩～安山岩に注目する。従来瀬戸内火山岩類に区別されている玄武岩や高 Mg 安山岩については、西南日本弧の回転に伴い、形成直後の高温の四国海盆スラブが強制的に沈み込んだ結果、スラブ融解したメルトとマントルウェッジかんらん岩の反応にその成因が求められてきた。しかし回転前後の西南日本弧に産出する玄武岩～安山岩はソレアイトからアルカリ玄武岩まで岩石化学的に多様であり、それぞれのマグマ生成のメカニズムを明らかにすることも目指している。

(3)西南日本弧の回転前後に活動した火成岩類、とりわけ玄武岩～安山岩の地球化学的データから推定されるマグマ成因と活動時期を合わせて検討することで、当時の西南日本弧周辺のプレート配置等についても拘束条件を得て、地史復元に寄与することも目的としている。

3. 研究の方法

(1)西南日本弧の回転時期の前後のマグマ活動により形成された火成岩類の野外調査と試料採取を行った。調査対象は、西南日本弧の海溝寄り地域に分布する火成岩類のほか、過去の古地磁気学的検討において時計回り回転の時期の拘束に用いられた山陰地域の中新世火成岩などを含む。本研究採択前に収集した試料に加えて、不足の試料を採取するため、調査地域は島嶼部を含む九州西部、四国西部、四国東部、愛知県三河地域、松江地域に及んだ。

(2)採取した試料は光学顕微鏡下での薄片観察や蛍光 X 線分析による全岩化学データを求めた。マグマ成因の検討に供する基礎データを求めるため、また年代測定に適切な試料を選別するために実施した。

(3)ジルコンが分離できた試料については、東京大学地震研究所あるいは東京大学地殻化学研究施設に設置のレーザーアブレーション ICP 質量分析計 (LA-ICPMS) によるウラン・鉛年代測定を行った。また一部ジルコンを含まない試料については、全岩または角閃石の試料を調製してポツダム大学において $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 年代測定を行った。

(4)西南日本弧の海溝寄り地域の火成岩類のなかでも苦鉄質岩について地質学的に特徴的な試料を選別し、共同研究者に依頼して Sr-Nd-Pb 同位体組成の分析を行った。

4. 研究成果

(1)西南日本弧の海溝寄り地域に分布する中新世玄武岩質岩から 5 試料を選び、ドイツのポツダム大学の希ガス質量分析計を用いて $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 年代測定を行った。その結果足摺岬岩体の後期岩脈のアルカリドレライト、種子島のアルカリドレライト岩脈、四国中央部新宮のアルカリ玄武岩岩脈から 11.74Ma～15.16Ma のプラト年代を得た。これらの結果は既報の K-Ar 年代とは合致せず、これらのアルカリ玄武岩質の岩脈が西南日本弧の回転後に形成されたことを強く示唆する。またこれらのアルカリ玄武岩は海洋島玄武岩に類似する微量元素組成を持つ。したがって、西南日本の回転後すなわち四国海盆の沈み込み開始以降に西南日本前弧域で深部マントルからのアルカリ玄武岩質マグマが形成したメカニズムを考える必要がある。また、紀伊半島の非アルカリ玄武岩岩脈試料からは 13.89Ma～16.10Ma のプラト年代を得た。得られた年代は紀伊半島の主要な中新世火成活動(瀬戸内火山岩類および外帯花こう岩類)の年代範囲とずれており、マ

グマ成因について今後より詳細な検討が必要である。これらの試料を含む苦鉄質岩については、全岩主成分・微量元素組成に加え、Sr-Nd-Pb 同位体の分析を進めており、結果の一部は放射年代と合わせて国際会議で報告を行った。データが揃い次第、学術論文として公表する。

(2)西南日本の海溝寄り地域に分布する火成岩類のなかでも従来、瀬戸内火山岩類に区分されていた玄武岩～安山岩の試料採取と全岩化学分析を行った。主要な対象は四国西部の高 Mg 安山岩、四国東部の玄武岩、愛知県三河地域の玄武岩・安山岩である。岩相および推定される形成年代において特徴的な試料を選別し岩石記載と全岩化学組成の分析を進めている。選別した試料について今後 $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 年代測定を行うべく準備している。これらの分析は西南日本回転前後にまたがる島弧火成活動の復元を目指すものである。

(3)西南日本の海溝寄り地域に分布する火成岩類のジルコン U-Pb 年代測定を進めた。そして過去に分析した結果と合わせて、外帯域の珪長質火成岩類の U-Pb 年代をとりまとめた。紀伊半島～九州においてこれらのマグマ活動は 15.6 Ma 頃に開始し、島弧伸長方向の年代変化は見られなかった。貫入時期が西南日本の回転後であることを明確にし、当時のプレート配置について議論した (Shinjoe et al., 2019)。さらに、九州南西沖の東シナ海に位置する甌島の新第三紀花崗岩のジルコン U-Pb 年代測定を行い、既報年代と異なる約 1000 万年前に形成されたことを明らかにした。従ってこの花崗岩類については従来対比されていた西南日本外帯の中期中新世花崗岩類とは異なり、西南日本弧の時計回り回転直後の事変に関連したマグマ活動ではないことを明確にするとともに、沖縄トラフ等の活動の先駆的な火成活動との関連を考察し国内学会で報告した。関連試料の全岩化学分析を進めており、学術論文として公表準備中である。関連して、西南日本弧の回転のピボットに近く約 1000 万年前の既報年代のある火成岩を産する九州西部天草地域の新第三紀火成岩について野外調査・試料採取を行った。今後全岩化学分析と年代測定を行うべく準備を進めている。

(4)山陰の松江地域の中新統の火成岩類について、主に過去の研究で西南日本弧の時計回り回転の時期の拘束に用いられた古地磁気データの得られたサイトを中心に試料採取を行った。これらの試料については、予察的なジルコン U-Pb 年代測定を行い、既報の K-Ar 法による年代と整合的な結果を得た。

<引用文献>

Hoshi, H. et al. (2015) Timing of clockwise rotation of Southwest Japan: constraints from new middle Miocene paleomagnetic results. *Earth, Planets and Space*, 67, doi 10.1186/s40623-015-0266-3.

沢田順弘ほか (2013) 島根県出雲市南方地域における中新統の K-Ar 年代と古地磁気方位. *地質学雑誌*, 119(4), 267-284.

Shinjoe, H. et al (2019) U-Pb ages of Miocene near-trench granitic rocks of the Southwest Japan arc: implications for magmatism related to hot subduction. *Geological Magazine*, doi 10.1017/S0016756819000785.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 新正裕尚, 角井朝昭	4. 巻 145
2. 論文標題 紀伊半島, 大峯花こう岩類の全岩化学組成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 東京経済大学人文自然科学論集	6. 最初と最後の頁 65-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Shinjoe Hironao, Orihashi Yuji, Anma Ryo	4. 巻 -
2. 論文標題 U-Pb ages of Miocene near-trench granitic rocks of the Southwest Japan arc: implications for magmatism related to hot subduction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geological Magazine	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0016756819000785	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない, 又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 新正裕尚, 齊藤哲	4. 巻 123
2. 論文標題 松山市周辺の瀬戸内火山岩類 - 高Mg安山岩から珪長質岩まで -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 571-584
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2017.0048	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 新正裕尚, 折橋裕二	4. 巻 40
2. 論文標題 ホウ素含有量から見た, 若い海洋プレート沈み込みに伴う火成活動 南米アンデス弧と中新世西南日本弧の例	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊地球	6. 最初と最後の頁 272-279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない, 又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 新正裕尚, 古川邦之, 折橋裕二, 外西奈津美, 和田稯隆	4. 巻 124
2. 論文標題 岐阜県可児盆地に分布する蜂屋層最下部柘洞溶結凝灰岩部層のジルコンU-Pb年代	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2018.0017	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 新正裕尚・折橋裕二・角井朝昭	4. 巻 139
2. 論文標題 讃岐平野の瀬戸内珪長質火山岩の全岩化学組成	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 東京経済大学人文自然科学論集	6. 最初と最後の頁 21 - 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 新正裕尚・折橋裕二	4. 巻 123
2. 論文標題 九州東部大野火山岩類のジルコンU-Pb年代	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2017.0003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件(うち招待講演 0件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Hironao Shinjoe, Yuji Orihashi, and Ryo Anma
2. 発表標題 Zircon U-Pb dating of the Middle Miocene igneous rocks in the Outer Zone of Southwest Japan and its implication to the tectonics of the Miocene Southwest Japan margin
3. 学会等名 16th annual meeting of Asia Oceania Geosciences Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hironao Shinjoe, Yuji Orihashi, Masafumi Sudo, and Ryo Anma
2. 発表標題 U-Pb and 40Ar/39Ar ages of trench proximal magmatic rocks in SW Japan with implications for Miocene tectonic environments
3. 学会等名 Goldschmidt 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新正裕尚・折橋裕二・仁木創太・平田岳史
2. 発表標題 鹿児島県甑島の中新世花こう岩質岩のジルコンU-Pb年代
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島隆・新正裕尚
2. 発表標題 西南日本内帯/外帯の接合と日本海拡大
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新正裕尚・折橋裕二
2. 発表標題 四国西部中新統久万層群のジルコンU-Pb年代
3. 学会等名 第36回ESR 応用計測研究会・2019年度ルミネッセンス年代測定研究会・第44回フィッション・トラック研究会合同研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hironao, Shinjoe, Yuji, Orihashi, Ryo Anma, Tomoaki Sumii, Yutaka, Wada, and Masafumi, Sudo
2. 発表標題 Reexamination of the radiometric ages of the middle Miocene near trench magmatism in SW Japan
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hironao Shinjoe, Tomoyuki Shibata, Masako Yoshikawa, Yuji Orihashi and Masafumi Sudo
2. 発表標題 Near-Trench Alkaline Basaltic Magmatism in Miocene SW Japan
3. 学会等名 GOLDSCHMIDT 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hironao Shinjoe, Yuji Orihashi, Tomoaki Sumii
2. 発表標題 Boron and other trace element constraints on the slab-derived component of high-Mg andesite; Implications for short-lived forearc magmatism in Miocene SW Japan
3. 学会等名 IAVCEI 2017 Scientific Assembly (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新正裕尚、折橋裕二、角井朝昭
2. 発表標題 四国西部の中新世火成岩類のU-Pbジルコン年代
3. 学会等名 日本地質学会第124年学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新正裕尚、折橋裕二、角井朝昭
2. 発表標題 瀬戸内火山岩類の高Mg安山岩の全岩微量元素組成
3. 学会等名 日本火山学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hironao Shinjoe, Msafumi Sudo, Yuji Orihashi, Tomoaki Sumii
2. 発表標題 Miocene alkaline magmatism in the region close to the trench of Southwest Japan
3. 学会等名 2017 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新正裕尚、折橋裕二、角井朝昭
2. 発表標題 四国西部の中新世火成岩類のU-Pb年代
3. 学会等名 第34回ESR 応用計測研究会・2017年度ルミネッセンス年代測定研究会・第42回フィッション・トラック研究会合同研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hironao Shinjoe, Yuji Orihashi, Ryo Anma, and Tomoaki Sumii
2. 発表標題 Reexamination of the radiometric ages of the Miocene forearc magmatism SW Japan
3. 学会等名 35th International Geological Congress (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高嶋礼詩・桑原 里・西 弘 嗣・星 博幸・新正裕尚・和田穰隆・竹村恵二
2. 発表標題 アバタイト微量元素組成に基づく第四紀～中新世の火砕流堆積物およびテフラの高精度対比
3. 学会等名 日本地質学会第 123 年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 古川邦之・西本昌司・和田穰隆・新正裕尚・金丸龍夫
2. 発表標題 瑞浪層群中村累層に見られる熱水破砕脈とそれに伴う母岩の珪化
3. 学会等名 日本地質学会第 123 年学術大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	折橋 裕二 (Orihashi Yuji) (70313046)	弘前大学・理工学研究科・教授 (11101)	