

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 8 日現在

機関番号：32649

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04136

研究課題名（和文）放射年代学から迫る西南日本弧中新世変動の全体像

研究課題名（英文）An overview of the Miocene tectonics in the Southwest Japan Arc from radiometric dating

研究代表者

新正 裕尚（Shnjoe, 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） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：西南日本は時計回り回転をして大陸から離れたとされるが、その時期やメカニズムにはまだ不明な点も多い。本研究では回転時期やその頃のプレート配置に拘束条件を与えるために、回転の前後に起こった西南日本の海溝寄り地域での特徴的なマグマ活動の性質や年代の研究を行った。そして瀬戸内火山岩類の分布が九州西部の天草地域まで及ぶこと、四国海盆由来のマグマが貫入したとみられる室戸岬斑れい岩の形成年代が1560万年前ごろであることなどの結果を得た。これらは西南日本の回転終了が1600万年前ごろであるという見解と、回転終了時に西南日本弧がフィリピン海プレートの四国海盆に対面していたというモデルを支持するものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本海の形成は日本列島が大陸から分離し、ほぼ現在の弧状列島の形となった出来事であった。したがって、日本海形成前後に起こった様々な地質学的な現象は、日本列島の地史を復元する上で重要な研究対象であると言える。本研究は特に西南日本が時計回り回転をして大陸から離れた時期とほぼ同時に起こったマグマ活動に着目して、マグマ活動の起こった時期やその成因について考察し、当時の西南日本の地質発展史の解明に寄与するものである。

研究成果の概要（英文）： Southwest Japan underwent separation from the Asian continent through a clockwise rotation during the middle Miocene, yet numerous aspects concerning the timing and mechanisms of this event remain poorly understood. This study focused on examining the characteristics and dating the distinctive magmatic activities trench-proximal region of Southwest Japan, both preceding and following the rotation, to constrain the timing of this rotation and the contemporaneous plate configurations. Our findings reveal that the Setouchi Volcanic Rocks extend to the Amakusa area in western Kyushu. Furthermore, the formation age of the Murotomisaki Gabbro, which likely resulted from magma intrusion originating from the Shikoku Basin, is dated to approximately 15.6 million years ago. These results support the hypothesis that the rotation of Southwest Japan concluded 16 million years ago, with the Southwest Japan arc facing the Shikoku Basin on the Philippine Sea Plate at the cessation of this rotation.

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 マグマ活動 ウラン・鉛年代 瀬戸内火山岩類

1. 研究開始当初の背景

- (1) 日本列島が大陸から離れてほぼ現位置に至るイベントは、日本列島の現在の地理的分布を決定づけたものであると言える。そのうち、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、分離の開始時期や、周囲のプレート配置など決着していない点が多い。しかし、最終的に西南日本が急速な時計回り回転をして現位置に至ったことは、古地磁気学データの検討により概ね一致している。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いた。しかし、回転時期の拘束については、より広い範囲の年代学的情報の集約が必要な状況であった。
- (2) 西南日本の時計回り回転前後のプレート配置もモデルの主要な不一致点の一つである。これは現在西南日本が対面するフィリピン海プレートは収束境界に囲まれたプレートであり、拡大境界やホットスポットの軌跡に基づいた汎地球的なプレート運動モデルに取り込みまれにくく、その運動の復元に不確実性が大きいことも背景の一つである。

2. 研究の目的

- (1) 代表者らはかねてより西南日本弧の海溝寄り地域に分布する中新世火成岩類の放射年代測定や岩石化学に基づく研究を行ってきた。これらは西南日本弧の時計回りと「ほぼ同時期」に活動したものとされてきたので、地質学的な証拠により選別された試料について高精度の放射年代測定を行うことにより、西南日本弧の時計回り回転時期について拘束を与えることが一つの研究目的である。
- (2) 合わせてこれら西南日本弧の海溝寄り地域に分布する中新世火成岩類の中でもマグマ生成場のテクトニクスについての強い拘束条件を持ちうるものに着眼して、放射年代測定に加えて、地球化学的、岩石学的検討を加えて、それらのマグマ生成場と整合的なプレート配置を検討することで、これまで提唱されているモデルの優劣を検討し、適切なプレート配置モデルを考察することも研究目的の一つである。Shinjoe et al. (2021a; 2019 オンライン公開) では西南日本外帯域の珪長質火成岩の年代情報に基づき回転直後に日本弧が全域的にフィリピン海プレートに対面したことを主張したが、火成岩からの情報を読み解く立場においても、より広い岩石種についての研究が必要である。

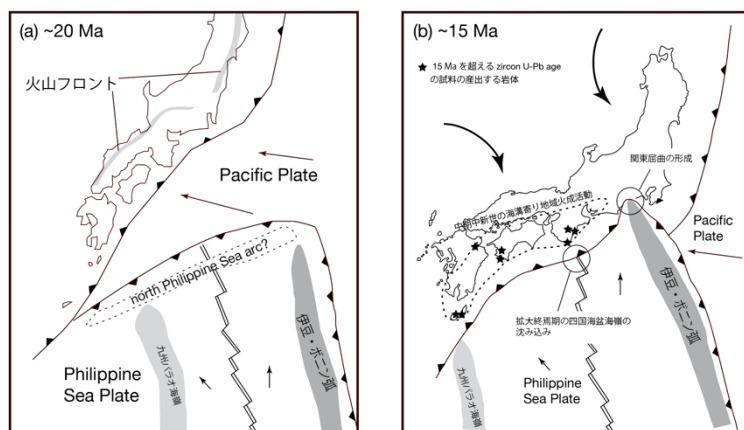


図 西南日本弧回転前後のプレート配置モデルの例 (Shinjoe et al., 2021a を改変)。回転前は太平洋プレートが沈み込んでおり、それらが収束して、時計回り回転した西南日本弧は 1500 万年前ごろにはフィリピン海プレートの四国海盆と対面したとしている。西南日本弧の海溝寄り地域火成活動は、拡大終焉直後の熱い四国海盆スラブ沈み込みと関連づけて説明すべきであるという主張に基づく。

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、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、四国東部の瀬戸内火山岩類、四国の外縁部の苦鉄質火成岩帯、紀伊半島中部・南部、愛知県三河地域に及んだ。
- (2) 採取した試料は光学顕微鏡下での薄片観察に基づく岩石記載を行い、蛍光 X 線分析による全岩化学組成データを求めた。これはマグマ成因の検討に供する基礎データを求めること、および年代測定に適切な試料を選別するために実施した。また一部試料についてはカナダ Activation Laboratories 社に委託して希土類元素等を含むより詳細な全岩の微量元素組成をアルカリ融解法での試料分解による ICP 質量分析法により求めた。また一部試料は日本原子力研究開発機構の研究用原子炉 JRR-3 に敷設のビームラインの即発ガンマ線分析装置を用いてホウ素、塩素含有量などの全岩分析を行った。
- (3) 年代測定を行う試料を選別しジルコンが分離できた試料については、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。

- (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) 九州西部の天草地域に分布する中新世火成岩の調査を行い、採取した試料の全岩化学分析とジルコン U-Pb 年代測定を実施した。その結果珪長質火成岩の組成は瀬戸内火山岩類のデイサイトと類似し、年代は 14.5–14.8 Ma ごろに集中する結果を得た。これらの所見から天草地域の中期中新世火成岩は瀬戸内火山類に対比される可能性が高いことを論じた (Shinjoe et al., 2024)。前ページ図の右側のパネルに示したように、回転直後の西南日本は四国海盆と対面して、四国海盆西縁の九州・パラオ海嶺は九州の西側にあったというモデルが、主に、当時の海溝寄り火成活動に基づく研究から主張されていた (たとえば Tatsumi et al., 2020)。しかしこれまで瀬戸内火山岩類の分布の西端は九州東部の大野火山岩類とされていて (Tatsumi et al., 2003)、モデルとは不整合であった。今回の研究で九州西部の天草地域まで瀬戸内火山類の分布が広がる可能性が示されて、この矛盾は解消したものと考えられる。
- (2) 天草よりさらに西方にある東シナ海の甌島諸島の花崗閃緑岩、石英閃緑岩の貫入岩体について、およそ 1000 万年前の活動であるという、ジルコン U-Pb 年代測定結果を得ていたが、取りまとめて学術論文として公開した (Shinjoe et al., 2021b)。
- (3) 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継続して行った。主要な対象は四国西部・東部の主に島嶼部の高 Mg 安山岩・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るとともに、選別した苦鉄質岩については、研究用原子炉 JRR-3 での即発ガンマ線分析によるホウ素、塩素濃度の測定も実施した。過去の分析結果と合わせて、ホウ素量の地域によるバリエーションが見えてきたので、その原因を検討している。三河地域の安山岩が全岩組成では島弧的な特徴を持つことについては報文としてまとめた (新正・折橋, 2023)。
- (4) 紀伊半島南端に近い、橋杭岩岩脈を構成する流紋岩及びそれに含まれる苦鉄質包有物の全岩化学分析および流紋岩のジルコン U-Pb 年代測定を行った。その結果 1500 万年を超える年代を得た。前ページ図の右側のパネルに示したように、このような海溝寄り地域中新世珪長質火成岩類の中でも古い岩体は最も海溝に近い地域に分布するという傾向と合致する結果である。他の記載的事項と合わせて 2024 年度の学会発表と学術誌への投稿を準備している。
- (5) 海溝寄り地域中新世火成岩類の中でも最も外縁部に位置する室戸岬に貫入する斑れい岩体のジルコン U-Pb 年代測定を行い、およそ 15.6 Ma の年代を得た。これは海溝寄り地域中新世火成岩類の中でも最初期のものであり、先述の西南日本の時計回り回転終了直後のマグマ活動と解釈され、1500 万年前ではなく、1600 万年前ごろまでに回転が終了していたこと整合的であると言える。さらに室戸岬斑れい岩体は全岩化学組成の特徴から、四国海盆由来の縁海性ソレアイト質マグマが陸上に貫入したものと考えられており (たとえば Hibbard and Karig, 1990)、西南日本の時計回り回転終了直後に当地が四国海盆と対面し、四国海盆の拡大終焉期の海嶺玄武岩マグマが、西南日本の縁辺部に貫入し得たことを強く示唆する。これも前ページ図の右側のパネルのようなプレート配置を支持する所見である。この結果は 2023 年の日本地質学会で報告するとともに現在学術論文として投稿準備中である。

<引用文献>

- ① Hibbard, J.P. and Karig, D.E. (1990) *Tectonics*, 9, 207–230.
- ② Hoshi, H. et al. (2015) *Earth, Planets and Space*, 67, doi 10.1186/s40623-015-0266-3.
- ③ 沢田順弘ほか (2013) *地質学雑誌*, 119, 267–284.
- ④ Shinjoe, H. et al (2021a) *Geological Magazine*. 158, 47–71.
- ⑤ Shinjoe, H. et al (2021b) *Island Arc*, 30. e12383, doi: 10.1111/iar.12383
- ⑥ Shinjoe, H. et al. (2024) *Island Arc*, 34. e12506, doi: 10.1111/iar.12506
- ⑦ 新正裕尚・折橋裕二 (2023) *東京経済大学人文自然科学論集*, 153, 65–75.
- ⑧ Tatsumi et al., (2003) *Journal of Petrology*, 44, 1561–1578.
- ⑨ Tatsumi et al., (2020) *Scientific Reports*, 10, 15005. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72173-6>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 新正裕尚, 折橋裕二	4. 巻 153
2. 論文標題 中部地方, 設楽地域の津具火山岩類の全岩化学組成 (予報)	5. 発行年 2023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 65-75
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 127
2. 論文標題 四国西部中新統久万層群の酸性凝灰岩のジルコンU-Pb年代	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 595-603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2021.0020	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 Hironao Shinjoe, Yuji Orihashi, Sota Niki, Aki Sato, Minoru Sasaki, Tomoaki Sumii, Takafumi Hirata	4. 巻 30
2. 論文標題 Zircon U-Pb ages of Miocene granitic rocks in the Koshikijima Islands: Implications for Neogene tectonics in the Kyushu region, SW Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Island Arc	6. 最初と最後の頁 e12383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iar.12383	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 Reishi Takashima, Hiroyuki Hoshi, Yutaka Wada, Hironao Shinjoe	4. 巻 30
2. 論文標題 Identification of the source caldera for the Middle Miocene ash flow tuffs in the Kii Peninsula based on apatite trace element composition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Island Arc	6. 最初と最後の頁 e12404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iar.12404	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 古川邦之、西本昌司、金丸龍夫、和田稯隆、新正裕尚	4. 巻 126
2. 論文標題 瑞浪層群中村層における脈状岩石の形成過程	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 697-721
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2020.0039	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 Shinjoe Hironao, Orihashi Yuji, Akasaka Mana, Niki Sota, Sasaki Minoru, Hirata Takafumi	4. 巻 33
2. 論文標題 Geochronological and petrological investigations of Miocene felsic igneous rocks in the Amakusa Islands, southwest Japan: Possible extension of the Setouchi Volcanic Belt	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Island Arc	6. 最初と最後の頁 e12506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iar.12506	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 -

〔学会発表〕 計5件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 新正裕尚, 赤坂真奈, 折橋裕二, 仁木創太, 佐々木実, 平田岳史
2. 発表標題 放射年代と全岩化学組成に基づく九州西部天草地域の中新世貫入岩の起源の検討
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新正裕尚, 折橋 裕二, 安間了
2. 発表標題 西南日本海溝寄り地域の中新世火成岩の活動時期と西南日本回転直後のプレート配置の検討
3. 学会等名 東京大学大気海洋研究所研究集会「フィリピン海プレート北端部テクトニクスの再検討」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新正 裕尚, 和田 穰隆, 折橋 裕二
2. 発表標題 紀伊半島の瀬戸内火山岩類の活動時期について
3. 学会等名 日本地質学会第128年学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新正 裕尚・羽地 俊樹・仁木 創太・折橋 裕二・佐々木 実・平田 岳史
2. 発表標題 室戸岬斑れい岩体のジルコンU-Pb年代と中期中新世西南日本沈み込み縁辺における位置付け
3. 学会等名 日本地質学会第130年学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hironao Shinjoe, Yuji Orihashi
2. 発表標題 Trench-proximal felsic magmatism in Miocene southwest Japan
3. 学会等名 Xth Hutton Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023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	平田 岳史 (Hirata Takafumi) (10251612)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	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)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関