

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04013

研究課題名(和文) 四万十帯・秩父帯・三波川帯の三重合点からみた西南日本の地質構造発達史

研究課題名(英文) Geological history of the Southwest Japan from the triple junction of the Shimanto, Chichibu, and Sanbagawa belts

研究代表者

常盤 哲也 (Tokiwa, Tetsuya)

信州大学・学術研究院理学系・准教授

研究者番号：50649241

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)：紀伊半島に認められる四万十帯・秩父帯・三波川帯の三重合点を中心に地質調査、変形構造解析、ジルコンU-Pb年代測定、ラマン分光分析などを行った。その結果、これらの地質体が複数のスラストシートからなると共に、付加体と変成岩の境界領域である最高被熱温度が約300℃の地質体が紀伊半島に分布することが明らかになった。加えて、ジュラ紀から白亜紀の海溝充填堆積物の碎屑性ジルコンU-Pb年代については、その最若年代と堆積年代とに大きなギャップがないことや、約1億年前に白亜紀のジルコンが急増すると共に、それらのジルコンの供給源が領家花崗岩類や阿武隈花崗岩類などであることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

紀伊半島には付加体と変成岩の境界領域である約300℃の被熱温度を受けた地質体が存在することが明らかになり、今後の付加体・変成岩の境界領域の研究場を提供することになった。また、ジュラ紀から白亜紀の海溝充填堆積物の碎屑性ジルコンU-Pb年代の最若年代が示準化石から求めた堆積年代と大きな差がないことが分かり、ジルコン年代による堆積年代の制約能力の可能性を見出した。加えて、海溝充填堆積物のジルコン年代構成は、東西で違いが認められるものの、その原因は近接する内帯の火成岩の分布状況で説明できる。このことは、大規模な左ずれを必要とせず、西南日本の地質構造発達史の解釈において重要な情報を提供する。

研究成果の概要(英文)：Geological survey, structure analysis, zircon U-Pb dating and Raman spectra of carbonaceous-material thermometry were carried out on the Shimanto, Chichibu and Sambagawa belts.

The results confirm that these belts consist of several thrust sheets and that there is a geological unit with peak temperature of about 300°C, which is the boundary region between accretionary and metamorphic rocks. Detrital zircon U-Pb ages for Cretaceous trench-fill deposits show no significant age gap between their youngest zircon ages and true depositional age inferred from fossils. In addition, Cretaceous zircons dramatically increased during the mid-Cretaceous, and this large amount of Cretaceous zircons were most likely supplied by Ryoke Granitoids and Abukuma Granitoids.

研究分野：地質学

キーワード：西南日本 地質構造発達史 ジルコンU-Pb年代 ラマン分光分析

1. 研究開始当初の背景

西南日本には、沈み込み帯で形成された時代の異なる地質帯が帯状配列していることから、沈み込み帯の発達過程を明らかにする上で、世界的に注目される研究地域である。この配列の大きな特徴として、南から白亜紀四万十帯、ジュラ紀秩父帯、白亜紀三波川帯、そしてジュラ紀美濃-丹波帯という年代の繰り返しが挙げられ、その説明としてナップ説と横ずれ説という対立する二説が提唱されている。ナップ説では、北側に分布するジュラ紀地質体(美濃-丹波帯)が低角度の衝上により白亜紀地質帯(三波川帯・四万十帯)の間に秩父帯として挟まれたと解釈される。一方、横ずれ説では、大規模な横ずれによりジュラ紀秩父帯が白亜紀地質体の間に挟まれたと解釈される。しかし、両説とも決定的でなく、日本列島の形成過程において極めて重要な西南日本の地質構造発達史は不明と言わざるを得ない状況である。

紀伊半島中央部は、四万十帯・秩父帯・三波川帯の3帯が分布し、かつ直接接する地域であり、両説の検討に適した地域であるが、その発達史は解明されていない。その大きな理由として、本地域は弱変成以上の変成作用を被っており、化石の産出に乏しく時代未詳であり、広域地質構造の把握が困難なこと、地質温度計による正確な推定が困難な300℃付近の熱履歴を経験した岩石が多いため被熱温度の把握が困難なこと、広域地質構造が不明なため広域地質構造を考慮した広域変形構造の把握が行われていないことが挙げられる状況である。

2. 研究の目的

本研究は、四万十帯、三波川帯、および秩父帯を研究対象とし、広域地質構造の把握、被熱温度の把握、および広域変形構造の把握などを行い、未だ論争のあるジュラ紀～白亜紀における西南日本の形成史(地質構造発達史)について検討することを目的としている。この目的のためには、弱変成以上の変成作用を被り化石の産出に乏しいための時代の検討が困難であること、地質温度計による正確な推定が困難な300℃付近の熱履歴を経験した岩石が多いため被熱温度の把握が困難であること、広域地質構造が不明なため広域地質構造を考慮した広域変形構造の把握が困難であることを解決しなければならない。そこで、ジルコン U-Pb 年代測定やラマン分光分析などを使用することにより、これらの課題を解決し、西南日本の形成について検討する。

3. 研究の方法

本研究では、目的のために広域地質構造の把握、被熱温度の把握、広域変形構造の把握を行う。

広域地質構造の把握については、近年のレーザー・アブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置(LA-ICP-MS)を用いたジルコン U-Pb 年代測定技術の発達により、化石を産しない地層の年代が敏速かつ適切に分かるようになった。よって、ジルコン U-Pb 年代測定を用いて、地層分布だけでなく時間軸を入れた地層の連続性評価を行うことにより、従来のどの地域より高精度かつ広域的に地質構造を明らかにすることができる。

被熱温度の把握については、近年、炭質物ラマン温度計の適応範囲が150℃～650℃と大幅に広がり、300℃付近の被熱温度を一つの手法で測定できるようになった。対象地域に分布する3帯はいずれも300℃前後の被熱温度を経験しており、これら異なる地質帯について同一手法による詳細な温度構造解析を行う。

広域変形構造の把握については、これまでのような局所的でなく、広域地質構造との相関を考慮しつつ、約十 km 四方におよぶ広域地質構造に立脚した変形構造の把握を行う。

4. 研究成果

本研究の結果、紀伊半島中央部の内部構造がチャート-碎屑岩シーケンスであること、ジルコン U-Pb 年代測定による最若年代と堆積年代とに良い相関関係が認められること、紀伊半島中央部の広域地質構造および約 300°C 弱の地質体が広範囲に分布すること、紀伊半島中央部には左ずれ剪断が発達していること、ジルコンの供給源が推定され大規模な左ずれを想定する必要がないことが明らかとなった。

紀伊半島中央部の内部構造がチャート-碎屑岩シーケンスである。

紀伊半島中央部にて詳細な地質調査に加え、ジルコン U-Pb 年代測定を行った結果、チャートよりも砂岩から得られたジルコン年代の最若年代が数千万年ほど若いことが明らかになった。これは海洋プレート層序の考えと整合的であり、当該地域が沈み込み帯で特徴的に形成されるチャート-碎屑岩シーケンスから構成されていることが明らかとなった (Shimura, Tokiwa et al., 2020, *Island Arc*, doi.org/10.1111/iar.12345)。

ジルコン U-Pb 年代測定による最若年代と堆積年代とに良い相関関係が認められる。

紀伊半島の四万十帯においてジルコン U-Pb 年代測定を行った。その結果、碎屑性ジルコン U-Pb 年代の最若年代および最若クラスター年代が微化石で求めた堆積年代と良い相関を示すことが明らかとなり、東アジア東縁部においては、ジルコン年代を用いて堆積年代を求めることができる可能性が高いことが明らかとなった。また、これらの年代は構造的低位に行くにしたがって年代が若くなることも明らかになり、付加体が有する構造的特徴をジルコン U-Pb 年代を用いて表すことが出来た (Tokiwa et al., 2021, *Journal of Asian Earth Sciences* 207, 104657)。

紀伊半島中央部の広域地質構造および約 300°C 弱の地質体が広範囲に分布する。

紀伊半島における現地調査に加え、ジルコン U-Pb 年代やラマン分光分析を行った。その結果、四万十帯・秩父帯・三波川帯の接触部分に分布する地質体の詳細な地質・地質構造が明らかとなるとともに、紀伊半島には約 300°C 弱の被熱温度を被った地質体が広く分布することが分かった。加えて、この地質体には、三波川帯 (変成岩) で認められる変形構造と四万十帯 (付加体) で認められる変形構造のどちらも認められることが明らかとなった。つまり、沈み込み帯では、約 300°C 弱において、変形メカニズムの変換点が存在している可能性があることが分かった (Shimura, Tokiwa et al., 2021, *Journal of Asian Earth Sciences* 215, 104791)。

紀伊半島中央部には左ずれ剪断が発達している。

紀伊半島における現地調査を行うと共に、ジルコン年代測定やラマン分光分析を行った。その結果、堆積年代の限定するデータや最大被熱温度のデータが取得され、当該地域が複数のスラストシートから構成されるなどの詳細な地質・地質構造が明らかとなった。また、数十地点における変形構造解析の結果、左ずれ剪断が卓越していることを見出した。この左ずれ剪断が認められる地質体は、ジルコン年代測定から白亜紀の中頃であると考えられる。つまり、白亜紀の中頃における西南日本には海洋プレートが左斜めに沈み込んでいた可能性が極めて高いと考えられる。

ジルコンの供給源が推定され大規模な左ずれを想定する必要がない。

紀伊半島に加え、その比較対象として赤石山地などでジルコン U-Pb 年代測定を行った。その結果、ジルコン U-Pb 年代構成がより明らかとなり、紀伊半島と赤石山地では白亜紀の後期に白亜紀ジルコンを多く含むようになる点で共通していることがより明確となった。よって、白亜紀後期の火成活動は非常に大規模であったと考えられる。しかし、紀伊半島では 9 千万年前 ~ 7 千

万年前のジルコンが多く含まれるのに対して、赤石山地では1億1千万年前～1億年前のジルコンが多く含まれ、ジルコンのU-Pb年代構成は東西で異なることが明らかとなった。紀伊半島の9千万年前～7千万年前のジルコンは領家花崗岩類に多く認められ、赤石山地の1億1千万年前～1億年前のジルコンは阿武隈花崗岩類に多く認められる(図1)。このジルコンの供給状況は、大きな左横ずれが生じたとする説を必要としておらず、西南日本の地質構造発達史の解釈に大きな情報を提供するものと考えられる。

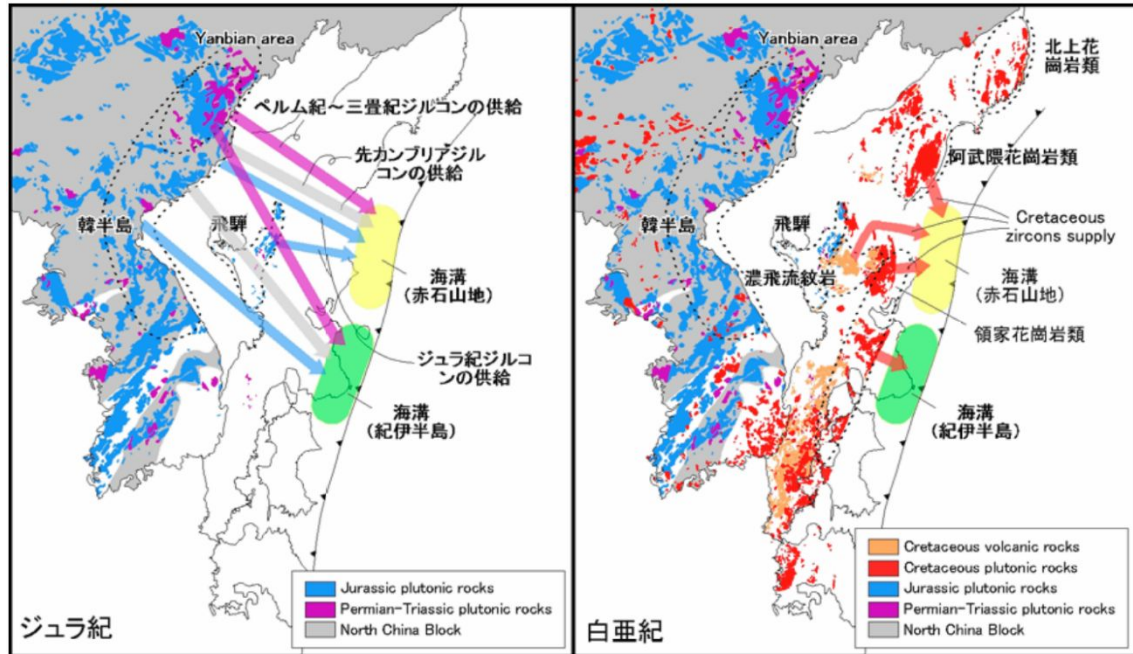


図1. ジュラ紀と白亜紀における海溝への概略的供給モデル。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Shimura Yusuke, Tokiwa Tetsuya, Mori Hiroshi, Takeuchi Makoto, Kouketsu Yui	4. 巻 215
2. 論文標題 Deformation characteristics and peak temperatures of the Sanbagawa Metamorphic and Shimanto Accretionary complexes on the central Kii Peninsula, SW Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Asian Earth Sciences	6. 最初と最後の頁 104791 ~ 104791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jseaes.2021.104791	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 Tokiwa Tetsuya, Shimura Yusuke, Takeuchi Makoto, Mori Hiroshi	4. 巻 207
2. 論文標題 Use of detrital zircon U-Pb ages to assess the timing of deposition of Cretaceous trench-fill deposits in the active continental arc along the East Asian margin	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Asian Earth Sciences	6. 最初と最後の頁 104657 ~ 104657
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jseaes.2020.104657	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 Shimura Yusuke, Takeuchi Makoto, Tokiwa Tetsuya	4. 巻 29
2. 論文標題 Chert-clastic sequence in the Cretaceous Shimanto Accretionary Complex on the central Kii Peninsula, SW Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Island Arc	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) 10.1111/iar.12345	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1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 森宏, 友岡洋介, 野部勇貴, 山岡健, 常盤哲也, 瀧澤佑衣
2. 発表標題 紀伊半島中央部・香肌地域における三波川帯低変成度岩の歪解析
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022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	森 宏 (Mori Hiroshi) (80788183)	信州大学・学術研究院理学系・助教 (13601)	

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
---------	---------