

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 19 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25400486

研究課題名(和文) 砕屑性ジルコン・モナザイトのU-Pb年代に基づく日本列島の地質構造発達史

研究課題名(英文) Geo-tectonic development of Japanese Island using detrital zircon and monazite U-Pb chronology

研究代表者

早坂 康隆 (Hayasaka, Yasutaka)

広島大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：10198830

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：西南日本の最晩期トリアス期～ジュラ紀前期のユニットから得られた砕屑性ジルコン・モナザイトのU-Pb年齢のヒストグラムは中央構造線の南北両側で明瞭に異なっており、少なくとも800 kmの横ずれ変移が想定される。同様の違いは黒瀬川帯の南北両側でも認められる。花崗岩のジルコン年代から、阿武隈帯と北上帯の境界は畑川構造線から鬼首-湯沢マイロナイト帯、大平山岩体東部の協和-比立内マイロナイト帯、白神山地東方を經由し、渡島半島と奥尻島の間を通る。山陽帯の火成活動は111 Maの吉舎安山岩の活動に始まり、白亜紀中・後期の中国地方は1000 m以上の厚さのイグニブレイトによって覆い尽くされていた。

研究成果の概要(英文)：Age population diagrams obtained from detrital zircon-monzite U-Pb analysis for the latest Triassic to early Jurassic units of both Inner and outer zones of Southwest Japan are clearly differ from each other. From this evidence, the accumulated displacement along MTL can be estimated at least 800 km or more.

The boundary between Abukuma Belt and Kitakami Belt can be traced from Hatagawa Tectonic Line passing through the Onikobe-Yuzawa mylonite zone, Kyowa-Hitachinai mylonite zone in the Taiheizan granitic complex and east of Mt. Shirakami to east of Okushiri island by zircon chronology for granitic rocks.

Mid to late Cretaceous Chugoku province was thoroughly covered by more than 1000 m thick ignimbrite whose onset was marked by eruption of Kisa andesite at 111 Ma.

研究分野：地質学、岩石学、地質年代学

 キーワード：日本列島 地質構造発達史 砕屑性ジルコン・モナザイト ジルコンU-Pb年代 LA-ICP-MS 中・古生界  
 ジュラ紀付加体 白亜紀花崗岩

### 1. 研究開始当初の背景

砂質岩から分離された多数の碎屑性ジルコン・モナザイトの U-Pb 年齢をもとに、その堆積年代と後背地を明らかにし、テクトニクスを論じようとする研究が世界の各地で取り込まれて、我が国においても複数の研究機関においてめざましい成果が上がりつつある。申請者は既に平成 16 年頃よりこの研究を手がけ、詳細な地質調査と構造解析、および岩石学的研究の成果と併せ、これまで多くの知見を得ている。

(1) 舞鶴帯のトリアス系砂岩に含まれる碎屑性ジルコン・モナザイトの年代分布が岡山-兵庫県境付近を境に、大きく異なっていることがわかった。舞鶴帯北帯の花こう岩類の年代と併せて考えると、東部地域の後背地はロシア沿海州のハンカ・ジャムシー・ブレヤ地塊に、西部地域の後背地は北中国地塊に対比されると結論した。これらのことから、ジュラ紀から白亜紀前期にかけて舞鶴帯の北縁、および飛騨外縁帯に沿う大規模な右横ずれ運動がおこったと結論された (Fujii, Hayasaka et al., 2008)。

(2) 西南日本に分布するジュラ紀付加体から多数の試料を収集し、碎屑性ジルコン・モナザイトの U-Pb 年代分析を行った結果、その年代分布が内帯と外帯で大きく異なっていることが明らかになった。つまり、内帯のジュラ紀付加体と外帯のジュラ紀付加体は、別々の場所で付加した後、中央構造線の運動によって長距離を移動してきて、現在みられるように並列したものである。現在まで、その移動距離は 800 km 以上でなければならないことが突き止められたが、関東山地と足尾帯のデータが不足しているため、具体的な変位量を絞り込むことができていない。

### 2. 研究の目的

本研究は、碎屑性ジルコン・モナザイトの年齢と化学組成から、日本列島の時代末詳中・古生界の年代を明らかにするとともに、その後背地の時代を追った変遷を解析し、中・古生代の地質構造発達史を明らかにしようとするものである。特に、次の諸点に焦点を絞る。

- (1) 変成岩の原岩の形成年代を明らかにし、精緻なテレーン解析を行う。
- (2) 中央構造線の変位量を確定する。
- (3) 飛騨外縁帯と舞鶴帯北縁断層による変位量を確定する。
- (4) 日本海が開く前の大陸と日本列島との接合関係を明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1) 日本列島の各地に分布している中・古生界の砂岩や砂質変成岩から碎屑性ジルコンとモナザイトを分離し、多数の粒子について粒子ごとの U-Pb 年齢を測定する。測定は、ジルコンについては主に LA-ICP-MS を用い、精度を要する試料については SHRIMP を併用

する。また、モナザイトの年代測定については EPMA を用いた U-Th-total Pb 法により行う。一つの試料について測定された年齢群の中で、最も若い年齢を堆積年代と仮定し、これまでのテレーンの区分を再検討する。

(2) 碎屑粒子の年齢分布とジルコンの化学組成を統計的に解析し、供給源地となった後背地を特定し、その時代を追った変遷を広域的に対比・検討する。

(3) 西南日本については既に多数の試料を得ているが、沖縄本島、上越帯、足尾帯、阿武隈帯、南部北上帯については、地質調査と新たな試料の収集を行う。

### 4. 研究成果

(1) 日本列島を構成する中・古生界の碎屑性ジルコン・モナザイトには 150 Ma, 200 Ma, 240 Ma, 310 Ma, 550 Ma, 1600 Ma 付近に年齢頻度の顕著な低下が認められるので、これらを境に, K (< 150 Ma), J (150-200 Ma), T (200-240 Ma), PT (240-310 Ma), CC (310-550 Ma), Pr2-3 (550-1600), Pr1 (1600-2600) の 7 つの年齢クラスターを識別した。

(2) 一つの試料でそれぞれのクラスターに属する粒子数の割合から、年齢構成パターンのタイプ分けをおこなった。Type I は、90%以上が PT クラスターおよびそれより若いクラスターからなり、モナザイトを含まない。これはさらに、もっぱら石炭紀より若いクラスターのみからなる Type Ia と、CC クラスターを 5~10% 伴う Type Ib に分けられる。

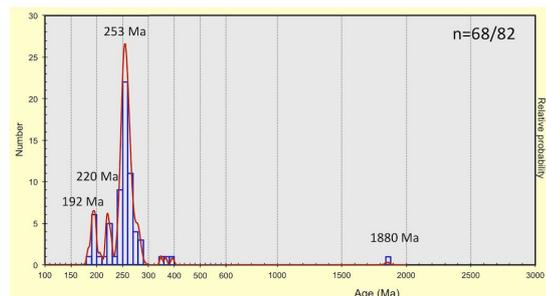


図1 Type Ia のジルコン年齢分布図

Type II は、PT, T, J, K の各クラスターのうち、堆積年代に近い若い粒子と、1600 Ma より古い Pr1 クラスターに属する粒子からなる二極化した年齢構成を示し、CC クラスターに乏しく、Pr2-3 クラスターを欠くことを特徴とする。

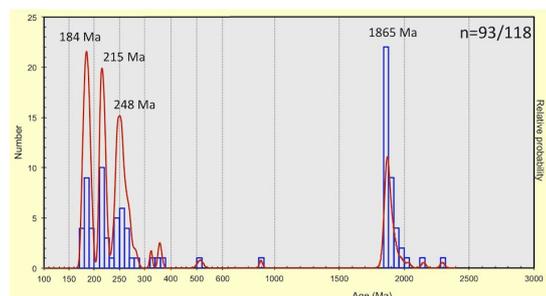


図2 Type IIa のジルコン年齢分布図

これはさらに、Pr1 クラスタに属するモナザイトに富む Type 11a, モナザイトを欠く Type 11b, Pr1 クラスタに属するジルコンが 10~30%とやや少ない Type 11c に細分される。Type 111 は CC クラスタに富み (30%以上), 原生代の Pr2-3 および Pr1 クラスタに乏しい (10%以下) ことを特徴とする。Type IV は、多かれ少なかれ、堆積年代より古い全てのクラスタを含み、Type 11c に近いパターンを示すが、このタイプだけが Pr2-3 クラスタの粒子を含んでいる。

(3) 秋吉帯のペルム紀付加体とされているものの中には、前弧海盆堆積体と考えられるトリアス紀前期の整然層が含まれ、これらは Type 1a に属するが、周防灘北東の祝島の領家変成岩、大分県の朝地変成岩、熊本県山鹿変斑れい岩体直下の弱変成層も同じく Type 1a に属し、秋吉帯もしくは超丹波帯と考えられる。鳥取南部の八東層や島根県西部の三隅層群のような層状チャート起源珪質片岩の卓越する変成岩類 (智頭帯) の原岩は Type 11b と Type 11c からなり、トリアス期最後期~ジュラ紀前期に堆積したものである。一方、周防変成岩の大部分は Type 1a に属し、トリアス紀前期~中期に堆積したと考えられる。現在まで得られているデータによれば、智頭帯と周防帯の碎屑岩源結晶片岩の堆積年代には中期トリアス期後期に年代ギャップが認められ、両者は異なるテレーンとして識別される。

(4) いわゆるジュラ紀付加体の碎屑性ジルコン・モナザイト年代について、中央構造線の南北両側で比較すると、トリアス期最後期~ジュラ紀前期に堆積したものでは、内帯側のものは Type 11a に属するが外帯の秩父帯北帯のものは Type 1a に属する。この違いは明瞭であって、少なくともジュラ紀前期には内帯と外帯は後背地を異にしていた、すなわち、両者は異なる場所に付加したと判断される。この違いは中期ジュラ紀のもので不明瞭になり、外帯にも次第に Type 11c が卓越するようになる。一方、秩父帯南帯のものは全体として内帯のものと同じタイプに属する。これらのことから、中央構造線と黒瀬川構造帯の両方に沿った大きな横ずれ変位があったものと推定される。中央構造線の積算変位量については、関東山地の秩父帯北帯から前期ジュラ紀の試料を見出していないために、九州から中部地方までのおよそ 800 km 以上としかわからない。

(5) 碎屑性ジルコン・モナザイトの年代測定からわかったその他の新知見として、函館東方のチャート・碎屑岩コンプレックスは前期白亜紀の付加体であること、佐渡島に舞鶴帯、超丹波帯および美濃帯が分布すること、岡山県北部にジュラ紀付加体を起源とする結晶片岩、周防変成岩、舞鶴帯の中帯と北帯が低角ナップ構造で累重していること、これまでジュラ紀付加体と考えられてきた芸予諸島

のホルンフェルスはペルム紀付加体であること、九州北東部の田川変成岩の原岩は周防帯の原岩に対比できること、熊本県八代地域の竜峰山帯の一部にデボン系が存在すること、沖縄本島北方の伊是名島の先白亜系はジュラ紀中期の付加体であること、四国和泉層群の碎屑粒子の殆どは山陽帯のイグニンプライト起源であることなどが揚げられる。

(6) この研究は当初、碎屑性ジルコン・モナザイトの U-Pb 年齢から日本列島の地質構造発達史について検討することを目的としていたが、花崗岩類のジルコン年齢も重要であることがわかり、日本列島各地に点在する先白亜紀花崗岩類、および白亜紀花崗岩類についても多数の試料の年代測定を実施した。その結果、岡山県北部の久米地域に舞鶴帯北帯に対比される 400 Ma より古い花崗岩マイロナイトが分布すること、佐渡島の花崗岩が 105 Ma 前後の阿武隈帯の花崗岩に対比される年代を示すこと、阿武隈帯と北上帯の境界は畑川構造線から鬼首-湯沢マイロナイト帯、大平山岩体東部の協和-比立内マイロナイト帯、白神山地東方を経由し、渡島半島と奥尻島の間を通ること、山陽帯の火成活動は 111 Ma の吉舎安山岩の活動に始まり、85 Ma 頃の広島花崗岩の活動を経て収束に向かったこと、中国地方は白亜紀中・後期に 1000 m 以上の厚さのイグニンプライトによって覆い尽くされていたことなどが判明した。

## 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 8 件)

1. Ghosh, G., Bose, S., Das, K., Arnab Dasgupta, A., Yamamoto, T., Hayasaka, Y., Chakrabarti, K., and Mukhopadhyay, J., Transpression and juxtaposition of middle crust over upper crust forming a crustal scale flower structure: Insight from structural, fabric, and kinematic studies from the Rengali Province, eastern India., *Journal of Structural Geology*, Vol. 83, 査読有, 2016, pp156-179

DOI: 10.1016/j.jsg.2015.12.0061

2. Palandzhyan, S. and Yasutaka Y., New data on Early Mesozoic magmatism in the Pekulnei-Zolotogorsk Island Arc system (far Northeastern Asia): SHRIMP U-Pb zircon dating of the Pekulnei Ridge plagiogranite, *Doklady Earth Sciences*, Vol. 464, 査読有, 2015, pp894-897

DOI: 10.1134/S1028334X15090068

3. Chattopadhyay, A., Das, K., Hayasaka, Y. and Sankar, A., Syn- and post-tectonic granite plutonism in the Sausar Fold Belt, central India: Age constraints and tectonic implications, *Journal of Asian Earth Sciences*, Vol. 107, 査読有, 2015,

pp110-121

DOI: 10.1016/j.jseas.2015.04.006

4. Shazia, J.R., Harlovb, D.E., Suzuki, K., Kim, S.W., Girish-Kumar, M., Hayasaka, Y., Ishwar-Kumar, C., Windley, B.F. and Sajeew, K., Linking monazite geochronology with fluid infiltration and metamorphic histories: Nature and experiment, *Lithos*, Vol. 236-237, 査読有, 2015, pp1-15

DOI: 10.1016/j.lithos.2015.08.008

5. Das, K., Chakraborty, P.P., Hayasaka, Y., Kayama, M., Saha, S. and Kimura, K., c. 1450 Ma regional felsic volcanism at the fringe of the East Indian Craton: constraints from geochronology and geochemistry of tuff beds from detached sedimentary basins. Mazumder, R. & Eriksson, P. G. (eds). *Precambrian Basins of India: Stratigraphic and Tectonic Context. Geological Society, London, Memoirs*, vol. 43, 査読有, 2015, pp207 - 221

DOI: 10.1144/M43.14

6. Imaoka, T., Nakashima, K., Kamei, A., Hayasaka, Y., Ogita, Y., Ikawa, T., Itaya, T., Takahashi, Y. and Kagami, H., Anatomy of the Cretaceous Hobenzan pluton, SW Japan: Internal structure of a small zoned pluton, and its genesis, *LITHOS*, Vol. 208, 査読有, 2014, pp81-103

DOI: 10.1016/j.lithos.2014.09.002

7. Suda, Y., Hayasaka, Y., and Kimura, K., Crustal Evolution of a Paleozoic Intra-oceanic Island-Arc-Back-Arc Basin System Constrained by the Geochemistry and Geochronology of the Yakuno Ophiolite, Southwest Japan, *Journal of Geological Research*, Article ID 652484, 査読有, 2014, pp1-10

DOI: 10.1155/2014/652484

8. Moiseev, A. V., Sokolov, S. D., and Hayasaka, Y., Volcanic-Sedimentary Complex of Otrozhnaya Sheet in the Ust\_Belaya Terrane, Western Koryakia, *ISSN 0016\_8521, Geotectonics*, Vol. 48, No. 3, 査読有, 2014, pp30-49

DOI: 10.1134/S0016852114030030

〔学会発表〕(計 12 件)

1. 田島詩織, 窪田竜一郎, 早坂康隆, ジルコンの U-Pb 年代に基づく山陽帯の後期白亜紀火成活動史, 日本地質学会西日本支部第 167 回例会, 2016 年 2 月 20 日, 熊本市

2. 古橋拓哉, 早坂康隆, 平成 26 年 8 月豪雨による広島市土石災害時に崩落した阿武山北部に結晶片岩は存在するか, 日本地質学会西日本支部第 167 回例会 2016 年 2 月 20 日, 熊本市

3. 早坂康隆, 田島詩織, 和泉層群の碎屑性ジルコン年代と石英のカソードルミネッセンスから見た白亜紀中国地方の削剥史, 日本地

質学会西日本支部第 167 回例会, 2016 年 2 月 20 日, 熊本市

4. 木村光佑, 早坂康隆, 大江山オフィオライトのジルコン U-Pb 年齢と起原, 日本地質学会, 2015 年 9 月 11~13 日, 長野市

5. 原田達也, 早坂康隆, 木村光佑, 岡山県北部におけるカンブリア紀後期を示す花崗岩マイロナイトの発見, 日本地質学会第 122 年学術大会, 2015 年 9 月 11~13 日, 長野市

6. 早坂康隆, 大友幸子, 西川 治, 東北脊梁山地に点在する白亜紀花崗岩類のジルコン U-Pb 年代, 日本地質学会第 122 年学術大会, 2015 年 9 月 11~13 日, 長野市

7. 柚原雅樹, 清浦海里, 日高万莉亜, 早坂康隆, 北部九州東部に分布する田川変成岩類の変成作用と変成時期, 日本地質学会第 122 年学術大会, 2015 年 9 月 11~13 日, 長野市

8. 今岡照喜, 君波和雄, 早坂康隆, 馬場園 明, 木村 元, 大中翔平, 井川寿之, 岸 司, 吉田健司, アジア大陸東縁における後期白亜紀イグニブルイト・フレア アップ: 西中国カルデラ群の例, 日本地質学会第 122 年学術大会, 2015 年 9 月 11~13 日, 長野市

9. 早坂康隆, 木村光佑, 勝部亜矢, 佐渡島基盤岩類のジルコン年代学からみた地体構造対比, 日本地質学会第 121 年学術大会, 2014 年 9 月 13~15 日, 鹿児島大市,

10. 早坂康隆, ジルコン年代学による九州の地体構造, 地学団体研究会, 2014 年 8 月 23~24 日, 佐賀市

11. 早坂康隆, 木林和美, 勝部亜矢, 碎屑性ジルコン・モナザイトの年代学による西南日本のテレーン解析とテクトニクス, 日本地質学会第 120 年学術大会, 2013 年 9 月 13-15 日, 仙台市

12. 木林和美, 早坂康隆, 木村光佑, 廣瀬浩司, 碎屑性ジルコン年代学に基づく四万十帯後背地の時空変遷, 日本地質学会第 120 年学術大会, 2013 年 9 月 13~15 日, 仙台市

〔図書〕(計 1 件)

1. Taira, A., Ishiwatari, A., Hayasaka, Y., Uchino, T., Takemura, S., Hiroi, Y., Suzuki, N., Sano, H., Matsuoka, A., Tsujimori, T., Sugamori, Y. ほか全 72 名著, *Geological Society of London 発行, Moreno, T., Wallis, S.R. and Kojima T. 編 The Geology of Japan*, 2016, pp536, (72-74)

ISBN-10: 1862397422

ISBN-13: 978-1862397422

6. 研究組織

(1) 研究代表者

早坂 康隆 (HAYASAKA YASUTAKA)

広島大学大学院理学研究科・准教授

研究者番号: 10198830