

長門構造帯は日本最古級の地質体の一部

～日本列島初期の基盤岩の起源と形成史の解明に貢献～

ポイント

- ・長門構造帯の構成岩石（変成岩類及び花崗岩類）の正確な年代決定に初めて成功。
- ・長門構造帯は日本最古級の地質体である黒瀬川構造帯の一部であることを解明。
- ・日本列島初期の基盤岩類は南中国地塊の活動的縁辺域で形成した可能性を推察。

概要

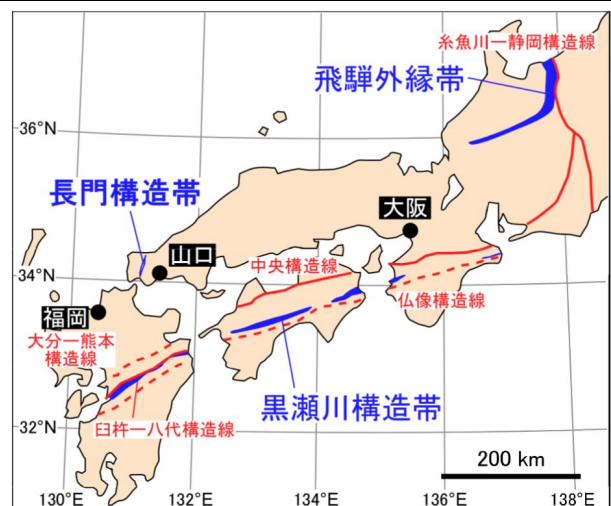
北海道大学総合博物館の北野一平助教、九州大学の小山内康人名誉教授、同大学大学院比較社会文化研究院の中野伸彦准教授らの研究グループは、山口県西部に分布する長門構造帯の構成岩石（変成岩類及び花崗岩類）から初めてジルコンの U-Pb 同位体年代測定を行い、長門構造帯が国内最古級の地質体*1である黒瀬川構造帯に帰属する可能性を見出しました。

長門構造帯は従来、K-Ar 系放射年代測定法などの解析結果により、国内では古い地質体であることが知られていましたが、その年代値の正確度には議論の余地がありました。研究グループは信頼度の高いジルコン U-Pb 同位体年代測定を初めて実施し、長門構造帯の変成岩類（角閃岩、片岩、石灰珪質岩）及び花崗岩類（トーナル岩）の形成年代を正確に決定しました。その結果、4 億 6 千万年前の火成岩を起源とする角閃岩、4 億 7 千万年前～4 億 6 千万年前の火成活動で形成したトーナル岩、24 億 6 千万年前～4 億年前の堆積岩を起源とする片岩と石灰珪質岩であることを解明しました。従来、長門構造帯は飛騨外縁帯の西方延長とみなされてきましたが、本研究で見出された長門構造帯の変成岩類及び花崗岩類の含有鉱物の組み合わせとジルコン年代から、長門構造帯は日本最古級の地質体である黒瀬川構造帯の一部であることが示唆されました。そして、長門構造帯と黒瀬川構造帯に産する日本列島初期の基盤岩類は南中国地塊*2の活動的縁辺域*3で形成した可能性が推察されました。

なお、本研究成果は、日本時間 2022 年 12 月 17 日（土）に Journal of Mineralogical and Petrological Sciences 誌でオンライン公開されました。



(左) 長門構造帯に産する蛇紋岩中のトーナル岩



(右) 長門構造帯、飛騨外縁帯、黒瀬川構造帯の地理的位置関係

【背景】

長門構造帯は山口県西部で北北東―南南西方向に狭長に分布する地質体で、断層沿いに蛇紋岩を伴って、様々な深成岩（斑レイ岩、閃緑岩、花崗岩、トータル岩など）、変成岩（角閃岩、片麻岩、片岩、石灰珪質岩など）、堆積岩（泥岩、砂岩、礫岩、石灰岩、チャート、凝灰岩など）が分布する蛇紋岩メランジェを成します。これまで K-Ar 系放射年代測定法による解析結果などにより、約 4 億年前の花崗岩が存在することから国内でも非常に古い地質体であることが知られていました。さらに、片岩の K-Ar 系放射年代は約 3 億年前を示すこと、堆積岩類に石炭紀（約 3 億 6 千万年前～3 億年前）～ペルム紀（約 3 億年前～2 億 5 千万年前）の化石が含まれることから、長門構造帯は中部日本に分布する蛇紋岩メランジェの飛騨外縁帯の西方延長と考えられてきました。

しかし、長門構造帯の構成岩石は著しく変質しているため、二次的な影響で初生的な同位体組成が改変しやすい K-Ar 系放射年代測定法の年代値には、正確度に検証の余地がありました。そこで、本研究では、強固なタイムカプセルとして知られるジルコンという鉱物を長門構造帯の変成岩類（角閃岩、片岩、石灰珪質岩）及び花崗岩類（トータル岩）から分離・抽出し、ジルコンの U-Pb 同位体組成を高精度に測定することで、正確な年代値を決定しました。

【研究手法】

長門構造帯の北部（三隅地域）・中央部（台地域）・南部（豊ヶ岳地域）で地質調査を行い、露頭^{*4}または転石から岩石試料を採取しました。採取した岩石試料から薄片^{*5}を作製し、偏光顕微鏡で各試料の組織、含有鉱物の組み合わせ及び量比、ジルコンの有無、変質の度合いなどを観察しました。また、試料採取地点や観察結果を基に最適な分析試料を選定し、粉末にした試料からジルコンを分離しました。分離したジルコンのカソードルミネッセンス像^{*6}を観察して成長組織を確認したのち、九州大学大学院比較社会文化研究院配備の LA-ICP-MS^{*7}を用いてジルコンの局所精密 U-Pb 同位体年代測定を行いました（図 1）。

【研究成果】

北部の三隅地域から採取された角閃岩は茶色がかった普通角閃石を含み、約 4 億 6 千万年前に形成した有色鉱物に富む苦鉄質火成岩を起源とすることが示されました。次に、中央部である台地域のトータル岩は優白色な両雲母トータル岩で、特徴的にザクロ石または緑簾石を含みます。約 4 億 7 千万年前～4 億 6 千万年前に発生した花崗岩質マグマに由来し、より古いジルコンを捕獲していたことが認められました。そして、南部の豊ヶ岳地域に産する片岩と石灰珪質岩は、低変成度の鉱物組み合わせと約 24 億 6 千万年前～4 億年前の碎屑性ジルコン年代で特徴づけられました。

本研究で明らかにされた、長門構造帯の変成岩類と花崗岩類の鉱物組み合わせ及びジルコン U-Pb 年代の特徴は、従来の帰属先である飛騨外縁帯の構成岩石の特徴よりもむしろ、西南日本の蛇紋岩メランジェである黒瀬川構造帯のそれによく合致します（図 2）。すなわち、長門構造帯は、日本最古級の地質体である黒瀬川構造帯の一部である可能性が示唆されました。さらに、両者で共通する岩相の多様性と年代特徴から、長門構造帯及び黒瀬川構造帯に保存されている日本列島初期の基盤を成す岩石は、南中国地塊の活動的縁辺域で形成・発達した可能性が推察されました。

【今後への期待】

本研究の成果は日本列島の基盤岩の起源と形成史の解明の一端に貢献しました。長門構造帯のように基盤岩の分布が限られている地域においても、詳細な調査・顕微鏡観察・ジルコン U-Pb 年代測定

を行うことで、基盤岩類の形成史を復元し、日本列島の成り立ちの解読に貢献することが可能です。また、日本列島の地質体を区分する地体構造区分は日本列島の形状に沿った帯状分布が優勢なため、小規模の岩体においてはその地理的な位置関係から帰属が推察されてきました。しかしながら、本研究手法を駆使することで正確なジルコン年代に基づいて帰属を検証できるため、日本列島の地体構造区分を刷新する可能性を秘めています。

論文情報

論文名 U–Pb zircon ages of metamorphic rocks and granitoids from the Nagato Tectonic Zone in Yamaguchi, southwest Japan: Implication for the geological correlation with the Kurosegawa Tectonic Belt (西南日本山口県の長門構造帯に産する変成岩類及び花崗岩類のジルコン U–Pb 年代：黒瀬川構造帯との地質学的関連性の示唆)

著者名 Ippei KITANO^{1,2}、Yasuhito Osanai²、Nobuhiko Nakano²、Ryosuke Kato^{3,4}、Vuong Thi Sinh Bui^{3,5} (¹北海道大学総合博物館、²九州大学大学院比較社会文化研究院、³九州大学大学院地球社会統合科学府、⁴株式会社ダイヤコンサルタント、⁵ベトナム科学技術アカデミー)

雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences (岩石学・鉱物学の専門誌)

D O I 10.2465/jmps.220630

公表日 2022 年 12 月 17 日 (土) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学総合博物館 助教 北野一平 (きたのいっぺい)

T E L 011-706-4733 メール kitano@museum.hokudai.ac.jp

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

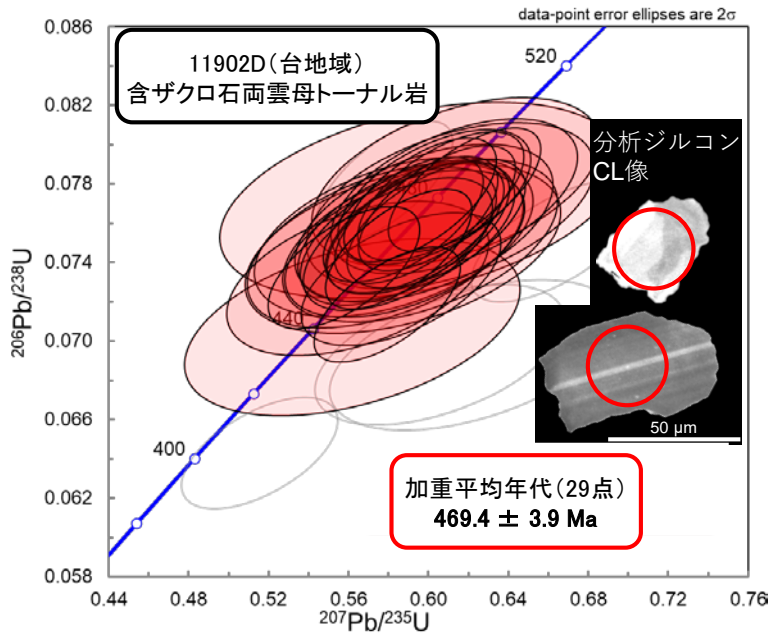


図 1. 年代測定結果の一例（台地域産トータル岩）。累帯構造をもつジルコンから集中した年代値が得られた。Ma は 100 万年前を指す。CL：カソードルミネッセンス。

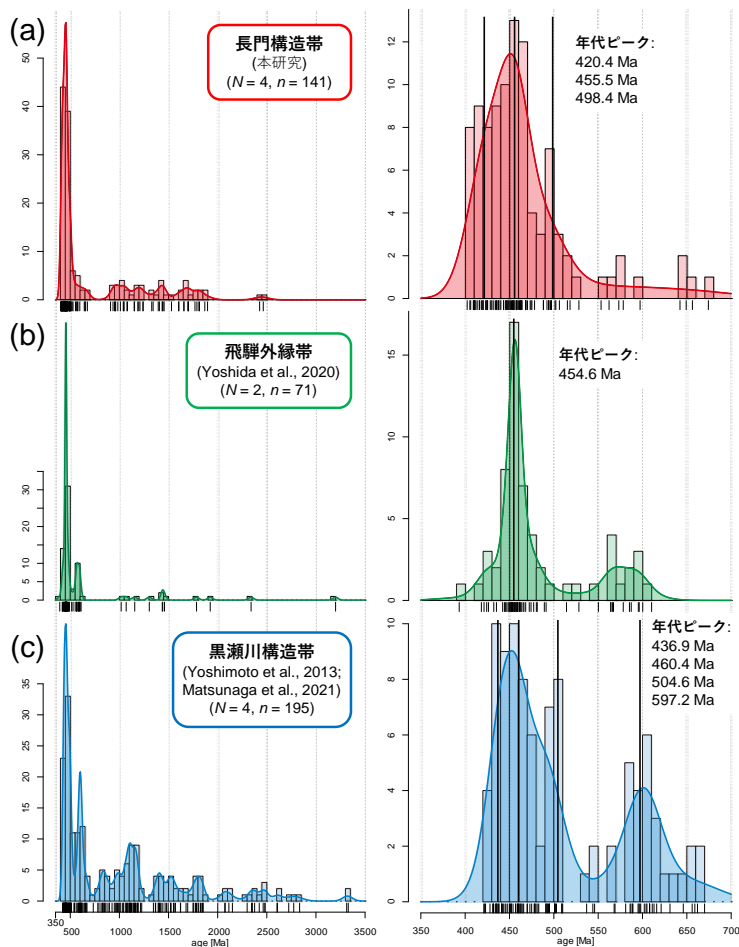


図 2 . 長門構造帯(a)、飛騨外縁帯(b)、黒瀬川構造帯(c)の変成岩が示す碎屑性ジルコン年代分布の比較。長門構造帯と黒瀬川構造帯には共通する年代ピークが多い。Ma は 100 万年前を指す。

【用語解説】

- *1 地質体 … 類似する岩石の種類や組み合わせが分布する地域で、一つのユニットとしてみなされる。
- *2 南中国地塊 … 現在の中国南方に位置し、先カンブリア紀（約5億5千万年前以前）の地質体。
- *3 活動的縁辺域 … プレーートの沈み込みなどで火山・地震活動を伴うプレート境界のこと。
- *4 露頭 … 岩石が地表に露出している場所のこと。
- *5 薄片 … 切断及び研磨した岩石片をスライドガラスに張り付け、厚さ約 0.03 mm まで研磨された試料のこと。光を透過できるため、顕微鏡での観察が可能となる。
- *6 カソードルミネッセンス … 電子ビームの照射によって固体内で励起された電子が発する光のこと。固体中の結晶欠陥、不純物（化学組成）などにより光の強度が変化する。
- *7 LA-ICP-MS … レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計の略。レーザーの照射により固体物質を局所的に微小の塵にして、キャリアガスでプラズマに導入してイオン化させ、電場と磁場または電場のみによって同位体の重さごとに分けて精密に分析する装置のこと。