

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K17778

研究課題名(和文) 蛇紋岩の局所Re-0s年代測定法の確立

研究課題名(英文) Establishment of spot Re-0s dating method on serpentinite

研究代表者

足立 達朗 (ADACHI, Tatsuro)

九州大学・比較社会文化研究院・助教

研究者番号：00582652

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、局所Re-0s年代測定に適した蛇紋岩試料を選定するため、蛇紋岩の主要元素化学組成および白金族元素を含む微量元素化学組成を正確に分析するために最適な試料の前処理方法を確立し、蛍光X線分析装置およびレーザー溶出型誘導結合プラズマ質量分析計を用いて全岩化学組成を分析するための分析条件を決定した。

研究成果の概要(英文)：This study established sample preparation methods and analytical conditions of X-ray fluorescence analyzer and laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometer for major and trace elements including platinum group elements. These methods are basic and essential for precise bulk chemical analyses of serpentinite in order to select appropriate samples for spot Re-0s dating.

研究分野：地質学

キーワード：蛇紋岩 白金族元素

## 1. 研究開始当初の背景

蛇紋岩は、しばしばメランジとして、地下深部で形成される変成岩を伴って産出する(例えば黒瀬川帯, 波田ほか, 1979; ミャンマー・モゴック変成帯, Teraoka & Okumura, 2010; グアテマラ・チュアクス岩体, Mertens et al., 2005) ため, 地下深部物質を地表へと運搬するのにも重要な役割を果たしていると考えられる。また, 蛇紋岩メランジは, しばしば異なる地質体同士が接合する境界部に分布している。異なる地質体同士の接合・衝突の過程は, 地殻成長過程と密接な関係があると考えられ, その形成時期は, 大陸性地殻の成長過程を解明する上で重要な意味を持っていると考えられる。

蛇紋岩は一般的にカンラン岩が水と反応することで形成されるため, ウランやルビジウム, カリウムなどの不適合元素に乏しく, 一般に普及している放射年代測定法が適用できず, 形成時期の直接的な決定は困難であると考えられており, これまで蛇紋岩から直接的に年代データを得た研究例はほとんどない。Szilas et al. (2014) はグリーンランドに産出する蛇紋岩に対して全岩レニウム

オスミウム (Re-Os) 年代測定法を適用し, 23 億 ~ 30 億年前の年代を得ているものの, これらの年代は, モデル年代であり, 蛇紋岩の起源物質の形成年代を示すもので, 蛇紋岩の形成年代ではない。これらの背景に基づき, 蛇紋岩からその形成時期を直接決定する方法を確立する必要があった。また, 岩石中の特定の鉱物を使って年代測定を行う場合, その鉱物が, 蛇紋岩が形成される過程の中の, どのような条件で形成されたかを正確に把握しなければ, 年代測定によって数値が得られても, その地質学的意義を正しく理解することはできない。したがって年代測定に先立ち, 蛇紋岩の岩石学的・地球化学的解析を精密に実施する必要があった。

## 2. 研究の目的

本研究では, 地質体境界に分布することが多く, その地質学的な重要性が指摘されてきたものの化学組成・年代などに基づく区分が難しいと考えられている蛇紋岩について, 精密な白金族元素組成分析に基づく化学的特徴の地域性の把握をすること, またこれまで直接の年代決定が困難であったが, 硫化物鉱物などを含む不透明鉱物を対象として局所 Re-Os 年代測定法を適用し蛇紋岩の形成時期を決定する方法を確立することを目的とした。また確立した手法を黒瀬川帯, 南部北上帯などの国内の代表的な蛇紋岩体に適用し, その有効性を検証することを目標とした。

## 3. 研究の方法

蛇紋岩の局所年代測定を実施し, その形成年代に基づく対比可能性を検証するため, 野外調査, 岩石記載, 鉱物化学組成分析, 全岩主要・微量元素分析によって蛇紋岩の岩石学・地球化学的区分を行う。また, その結果を踏まえ, 蛇紋岩形成時の情報を保持する酸化物・硫化物を特定する。また酸化物・硫化物鉱物に対して, レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計 (LA-ICP-MS) を用いた局所 Re-Os 同位体分析法を確立する。確立された手法を, 対比が指摘されている黒瀬川帯などの蛇紋岩に適用し, 岩石学, 地球化学を踏まえて年代値の解釈を行い, 両者の対比とテクトニクスについて考察する。

## 4. 研究成果

蛇紋岩の全岩化学組成, 特に白金族化学組成を得るため, 分析試料の前処理方法の検討, 機器分析の分析条件の検討を実施した。全岩化学組成分析には, 3 倍希釈ガラスビード法を適用した。白金ルツボを使用すると, ルツボと試料中の白金族元素の混合が考えられることから, グラファイトルツボを使用して, ガラスビードを作成した。なお, 試料として

Natural Resource Canada・Canadian Certified Reference Materials Project (CCRMP)のWPR-1とUMT-1を用いた。作成したガラスビードを使用して、波長分散型蛍光X線分析装置(XRF)とレーザー溶出型誘導結合プラズマ質量分析計(LA-ICP-MS)を用いて主要・微量元素および白金族元素を含む全岩化学組成分析の分析条件の検討を行った。XRFを用いた主要・微量元素組成分析は、概ね良好な値が得られた。

次に、XRF分析に使用したのと同じガラスビードをLA-ICP-MSを用いて微量元素および白金族元素を分析するための分析条件の検討を行った。その中で、資料の前処理に問題が見つかった。岩石粉末作成に使用していた炭化タングステン製の振動ミル容器から白金族元素のコンタミが考えられることが判明した。これに対応するためアルミナ製の振動ミル容器の使用を開始し、粉碎条件を決定した。また、ガラスビード作成に伴う乾燥・強熱の過程でRuやOsが揮発してしまう可能性があることが判明した。このため、XRF分析用のガラスビードをそのままLA-ICP-MS分析に用いてもこれらの元素は正しく定量できない可能性が高いため、白金族元素はマルチコレクタ誘導結合プラズマ質量分析計(MC-ICP-MS)を用いて溶液試料を分析する方針とした。白金族元素の分析手法確立のため、標準溶液を用いた分析条件設定を実施した。

また、黒瀬川構造帯・熊本県八代市周辺および三郡周防変成帯・福岡県篠栗町などの蛇紋岩体調査を実施し、地質調査と岩石採取を実施し、白金族元素・同位体に基づく岩体区分の検証に必要な試料を確保した。

## 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4件)

Kitano, I., Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T., Fitzsimons, I.C.W., Detrital zircon and igneous protolith ages of high-grade metamorphic rocks in the Highland and Wannai Complexes, Sri Lanka: Their geochronological correlation with southern India and East Antarctica, *Journal of Asian Earth Sciences*, 査読有, Vol 156, 2018, 122-144.

小山内康人・中野伸彦・足立達朗、島弧-大陸地殻深部現象の研究進展: 超高温変成作用の精密解析, *地質学雑誌*, 査読有, Vol 123, 2017, 879-906.

Nakano, N., Osanai, Y., Owada, M., Satish-Kumar, M., Adachi, T., Jargalan, S., Yoshimoto, A., Syeryekhan, K., Boldbaatar, Ch., Multiple growth of garnet, sillimanite/kyanite and monazite during amphibolite facies metamorphism: implications for the P-T-t and tectonic evolution of the western Altai Range, Mongolia., *Journal of Metamorphic Geology*, 査読有, Vol 33, 2015, 937-958.

土谷信高・武田朋代・足立達朗・中野伸彦・小山内康人・足立佳子, 北上山地の前期白亜紀アダカイト質火成活動とテクトニクス., *岩石鉱物科学*, 査読有, Vol 44, 2015, 69-90.

[学会発表](計34件)

足立達朗・田尻義了・中野伸彦・小山内康人, 今津遺跡および今宿遺跡群出土玄武岩製石斧の地球科学的高精度分析, 平成29年度九州考古学会総会, 2017, 福岡.

田尻義了・足立達朗・小山内康人・甲斐孝司・岩橋由季・森下靖士, 船原古墳出土須恵器の胎土分析について, 平成29年度九州考古学会総会, 2017, 福岡.

福永将大・足立達朗・田尻義了・浦井直幸・小山内康人, 法垣遺跡出土縄文土器の高精度胎土分析, 平成29年度九州考古学会総会,

2017, 福岡.

栗畑光博・近沢恒典・田尻義了・足立達朗, 所属時期不明遺構のテフラ分析による年代測定, 平成 29 年度九州考古学会総会, 2017, 福岡.

Nakano, N., Osanai, Y., Owada, M., Satish-Kumar, M., Adachi, T., Jargalan S., Syeryekhan K., Boldbaatar Ch., Paleozoic multiple thermal events in the Altai Range, Mongolia, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017, 幕張.

Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T., Kitano, I., Yoshimoto, A., Kato, R., Tsuschiya, N., Ishizuka, H.

Tectono-metamorphic evolution of the Kurosegawa tectonic belt in Southwest Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017, 幕張.

Kato, R., Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T., Kitano, I., Trace element partitioning during partial melting in main zone of the Hidaka metamorphic belt, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017, 幕張.

Abdul G.N., Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T., Petrology and Geochemistry of Metamorphic rock from the Kabul Block, Afghanistan, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017, 幕張.

Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T., Owada, M., Toyoshima, T., Tsunogae, T., Hokada, T., Geological and geochemical characteristics of UHT metamorphic rocks from the Amundsen Bay region in the Napier Complex, East Antarctica, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017, 幕張.

土谷信高, 足立達朗, 中野伸彦, 小山内康人, 南部北上山地, 神楽複合岩類に伴われる珪長質岩類のジルコンU-Pb年代と岩石化学的特徴, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017, 幕張.

門田康弘・平島崇男・加藤涼介・小山内康人・中野伸彦・足立達朗・坂田周平・大林秀行・平田岳史・Jarsolaw, M.・Marian, J., カレドニア造山帯トロムセ・ナップに産する珪長質片麻岩中のジルコン年代学. 日本鉱物科学会2017年年会, 2017, 愛媛.

中野伸彦・亀井淳志・足立達朗・小山内康人, LA-MC-ICP-MSを用いたアパタイトのSr/Nd同位体比測定と花崗岩類への応用, 日本鉱物科学会2017年年会, 2017, 愛媛.

Bolormaa, T., Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T., Mineralogy and geochemistry of coal fly ash generated from the thermal power plant in Ulaanbaatar, Mongolia, 日本鉱物科学会2017年年会, 2017, 愛媛.

足立達朗, 田尻義了, 中野伸彦, 小山内康人, 地球科学の高精度分析に基づく唐津市・堂の前遺跡出土玄武岩製石斧の原産地推定, 平成 28 年度九州考古学会総会, 2016, 福岡.

小山内康人, Krishnan Sajeev, 中野伸彦, 北野一平, Kehelpannala Wilbert, 加藤涼介, 足立達朗, Malaviarachchi Sanjeewa, スリランカ超高温変成岩の岩石学・年代学, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 2016, 幕張.

中野伸彦, 小山内康人, 大和田正明, Satish-Kumar Madhusoodhan, 足立達朗, Jargalan Sereenen, 吉本紋, Syeryekhan Kundy, Boldbaatar Chimedtseie, Puntsagdamba Nomintsetseg, Boldbaatar Dolzodmaa, モンゴル・アルタイ地域に認められる異なる変成履歴, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 2016, 幕張.

北野一平, 小山内康人, 中野伸彦, 足立達朗, LA-ICP-MS Zircon U-Pb ages for metamorphic rocks from the Highland and Wann Complexes, Sri Lanka. 日本地球惑星科学連合2016年大会, 2016, 幕張.

大和田正明, 小山内康人, 中野伸彦, 足立達朗, 北野一平, チャン チ, 加々美寛雄, 中部ベトナム, コンツム地塊に産するブルー

ム起源マグマと火成・変成作用，本地球惑星科学連合2016年大会，2016，幕張．

石田智子，足立達朗，田尻義了，小山内康人，小澤佳憲，“在地土器”の製作者：渡来人集落における朝鮮半島系土器と在地系土師器の関係，日本文化財科学会第33回大会，2016，奈良．

中野伸彦，小山内康人，足立達朗，大和田正明，Satish-Kumar Madhusoodhan，Jargalan Sereenen，Kundyz Syeryekhan，モンゴル・アルタイ山脈，粗粒藍晶石を含む泥質片岩中の紅柱石と珪線石，日本地質学会第123年学術大会，2016，東京．

⑲馬場壮太郎，小山内康人，中野伸彦，外田智千，足立達朗，豊島剛志，東南極セールロンダーネ山地北部に産するFe-Alに富むグラニュライト中の黒雲母-石英シンプレクタイト，日本地質学会第123年学術大会，2016，東京．

⑳土谷信高，足立達朗，中野伸彦，小山内康人，南部北上山地，カンブリア紀甫嶺珪長質岩類の産状について，日本地質学会第123年学術大会，2016，東京．

㉑北野一平，小山内康人，中野伸彦，足立達朗，スリランカ・ハイランド岩体およびワンニ岩体に分布する高温変成岩の全岩化学組成，日本鉱物科学会2016年年会，2016，金沢．

㉒足立達朗・田尻義了・中野伸彦・小山内康人，地球科学的精密分析に基づく今山系石斧石材に関する新たな展開，日本文化財科学会第32回大会，2015，東京．

㉓外田智千・堀江憲路・小山内康人・中野伸彦・足立達朗・豊島剛志・馬場壮太郎，東南極セール・ロンダーネ山地南西部テレーンの角閃岩相変成作用の特徴，日本地質学会第122年学術大会，2015，長野．

㉔廣井美邦・鹿山雅裕・三宅亮・足立達朗・外田智千・B. Prame・M. Satish-Kumar・柳綾彦・加藤睦実・小林記之・石川正弘・小山内康人・西戸裕嗣・本吉洋一・白石和行，グラ

ニュライト中の「珪長岩包有物」から推定される大陸衝突型造山帯での地殻深部過程，日本地質学会第122年学術大会，2015，長野．

㉕馬場壮太郎・上里萌子・外田智千・足立達朗・小山内康人・中野伸彦・豊島剛志，東南極セール・ロンダーネ山地北部，プラットニーパネに産する苦鉄質グラニュライトの減圧変成組織，日本地質学会第122年学術大会，2015，長野．

㉖土谷信高・足立達朗・中野伸彦・小山内康人・荒戸裕之，基礎誌「気仙沼沖」花崗岩コアのジルコンU-Pb年代と全岩化学組成の特徴，日本地質学会第122年学術大会，2015，長野．

㉗加藤涼介・小山内康人・中野伸彦・足立達朗・北野一平・加ヶ島慎一，日高変成帯主体における苦鉄質変成岩の部分溶融，日本地質学会第122年学術大会，2015，長野．

㉘川崎 智佑・足立達朗・中野伸彦・小山内康人，超高温変成作用の指標鉱物である Fe に富むアーマルコライトの高温高压合成 予察的報告，日本鉱物科学会2015年年会，2015，東京．

㉙土谷 信高・佐々木 惇・足立 達朗・中野 伸彦・小山内 康人・足立 佳子，後期石炭紀～前期ペルム紀花崗岩類の年代学および岩石化学的特徴，日本鉱物科学会2015年年会，2015，東京．

㉚北野 一平・小山内 康人・中野 伸彦・足立 達朗，スリランカ・西および東ハイランド岩体に分布する高温変成岩類のLA-ICP-MSジルコンU-Pb年代，日本鉱物科学会2015年年会，2015，東京．

㉛Hashimy Said Amin・小山内 康人・中野 伸彦・足立 達朗，Hindu Kush地域西部に分布するSalang massifの地球化学的特徴とジルコンU-Pb年代，日本鉱物科学会2015年年会，2015，東京．

㉜Puntsagdamba Nomintsetseg・Osanai Yasuhiro・Nakano Nobuhiko・Adachi Tatsuro・

Sereenen Jargalan・Chimedtseie  
Boldbaatar・Syeryekhan Kundyz, Advanced  
geochemical analyses for Mongolian mafic  
metamorphic rocks, 日本鉱物科学会 2015  
年年会, 2015, 東京.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

足立達朗 (ADACHI, Tatsuro)

九州大学・大学院比較社会文化研究院・助教

研究者番号: 00582652

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号:

(4) 研究協力者

( )