

平成 27 年 5 月 26 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24403010

研究課題名(和文)大陸地殻の改変と構造侵食の実像：タンザニア地塊外縁造山帯約15億年間の変遷解読

研究課題名(英文)An integrated study of Paleo- and Neoproterozoic orogenic processes at the Tanzanian craton margin

研究代表者

辻森 樹(Tsujimori, Tatsuki)

岡山大学・地球物質科学研究センター・准教授

研究者番号：00436833

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：「太古代安定地塊がどのように縮小するのか？安定地塊を核とした原生代造山帯はどのように発達し、それらが他の固体地球プロセスにどのように影響しているのか？」本研究は、太古代タンザニア地塊を核に成長した原生代の地塊外縁造山帯を野外地質調査し、地塊外縁造山帯の約15億年間の地史の情報抽出において鍵となる岩石試料に先端的な総合分析を応用した。タンザニア地塊を取り囲む地塊外縁造山帯は汎アフリカ造山時期の地殻改変と短縮が顕著であるが、古原生、いわゆるエブルニア造山時期の情報は、高圧中間群変成帯とそれに関連した花こう岩バソリスが記録しており、顕生代以降の太平洋型造山帯に近似可能であることがわかった。

研究成果の概要(英文)：High-pressure metamorphic rocks occurring sporadically around the Archean Tanzanian craton record a crustal evolution related to Paleo- and Neoproterozoic orogeny. Our integrated studies confirmed that the Paleoproterozoic subduction-related units including eclogite-bearing high-pressure intermediate-type metamorphic belt and coeval paired granitic batholiths are overprinted significantly by a Pan-African granulite-facies regional metamorphism and deformation. The Pan-African events intrusions played the most important role in the crustal evolution.

研究分野：変成岩岩石学

キーワード：大陸地塊 タンザニア地塊 原生代造山帯 古原生代エクロジャイト 野外地質学 変成岩岩石学 タンザニア 東アフリカ

1. 研究開始当初の背景

45.5 億年の地球史において太古代(40~25 億年前)のプレートテクトニクスの起動は海洋プレートの沈み込み開始により地球表面の原始地殻を花崗岩質の大陸地殻と玄武岩質の海洋地殻に分別させた。とりわけ大陸地殻は太古代~初期原生代に形成した地殻の一部を現在まで保持し、2 億年より若い海洋地殻とは化学組成と形成年代に関して極めて対照的な存在である。この地殻の二極性は地球と他の地球型惑星との決定的相違点であり、固体地球内部の進化とダイナミクス及び、表層環境に複雑性をもたらす要因の1つである。特に形成年代の古い安定地塊は、冷たく(地殻熱流量が極めて小さく)厚い大陸リソスフェアの存在で特徴付けられ、そのマントル対流への熱的影響は原生代以降の超大陸の離合集散のサイクルと安定地塊を核とした造山帯発達(大陸成長)に深く関与してきた。しかし、古い安定地塊がその形成時の地殻総量を保持したまま大陸塊(大陸プレート)が成長していくことは決してない。地質時代を通して構造侵食と改変による安定地塊の縮小化は地球表面(地殻)の特徴から自明である。近年、地球物理学のみならず、太平洋型造山帯の地質学も大陸地殻の構造侵食による縮小の重要性を認識した。

2. 研究の目的

「地球史を通して大陸地殻がどのように縮小するのか?太古代安定地塊はどのように完全消滅を免れるのか?安定地塊を核とした原生代造山帯(安定地塊外縁造山帯)はどのように発達するのか?そして、それらが他の固体地球プロセスにどのように影響しているのか?」安定地塊を核とした原生代造山帯の横断線に沿った地質(特に、高変成度の変成岩や花こう岩類)に記憶された地質情報を読み解き、原生代造山帯発達様式のパターンを把握することは、既存の大陸地殻の構造侵食と改変の実像を把握する上で極めて重要な課題である。また、地殻の二極性で特徴付けられる「地球」特有の地殻物質収支バランスの理解と固体惑星「地球」の未来予想という視点において地球惑星科学の挑戦である。

地球史のなかで「太古代安定地塊」の地質学的本質を地球惑星科学の観点で理解したい。本研究は先行研究の安定陸塊深部の岩石学的・地球化学的知見も踏まえ、野外地質学と先端的な岩石学・鉱物学・年代学を基軸にタンザニア地塊外縁造山帯表層地質を水平方向に解析した。特に、同造山帯の15億年間の発達史を変成岩から定量的に読み解くことを目指した。

3. 研究の方法

本研究は、太古代タンザニア地塊を核に成長した地塊外縁造山帯の3本の横断線を精査し、野外地質学を主体に鍵となる岩石試料に先端的な総合分析を応用することで、タンザニア地塊外縁造山帯から時間-空間-原岩-温度・圧力-化学組成情報を抽出した。特に、(1)造山帯横断線上の変成・火成・原岩年代の連続性・極性、(2)汎アフリカ期の地殻改変、(3)約15億年間に失われたコンポーネント、をそれぞれ定量的に解析した。野外地質調査と試料採集はダルエスサラーム大学の教員らと一緒に組織した調査隊を結成し、3シーズン実施した。

また、古原生代以降の大陸塊縁の造山帯発達様式パターンの理解を目指し、顕生代の造山帯構成岩に関する相補的な研究と、文献調査に基づいた対比・比較を行った。

4. 研究成果

太古代タンザニア地塊を核に成長した地塊外縁造山帯の構成岩類のうち、特に、古原生代の高変成度の玄武岩質変成岩(エクロジャイト、グラニュライト)が点在する地帯が、高圧中間群変成帯として認識できることを見出した。この変成帯(全長約150km、幅約40km)は藍閃石を欠くものの、パロア閃石(=藍閃石成分に富んだCa-Na角閃石;国内では三波川帯の塩基性片岩に産出が知られる)が広域的に産するという点で、顕生代以降の藍閃変成帯に近似可能であり、最古の現行型沈み込み帯を示す地質学的証拠として位置付けられる。野外地質調査で得られた情報に加えて、採取した岩石試料の詳細な総合解析の結果、特に、高圧中間群変成帯から新しく見出された藍晶石を含むエクロジャイト質岩の変成圧力-温度-年代履歴の解読に成功した。この変成岩は、グラニュライト相の重複を被っているが、藍晶石とざくろ石には、エクロジャイト相の鉱物組み合わせ(含水鉱物も含む)の保持が確認された。総合解析を行った結果、グラニュライト相の重複とそれに先立つエクロジャイト相の鉱物組み合わせの変化に対応した形成時期を記録した年代累帯ジルコンを発見し、それぞれの変成年代の決定に成功した。この変成岩試料によって、太古代タンザニア地塊を核に成長した地塊外縁造山帯におけるエクロジャイト相(古原生代)とグラニュライト相変成作用(新原生代)の時期が明瞭になった。

地塊外縁造山帯は、高圧中間群変成帯の他に、古原生代の花こう岩バソリス帯が主要な構成であった。太古代地塊と地塊外縁造山帯の地質境界は漸移的ではなく断層関係であった。タンザニア地塊の南西部では横ずれ断層で接する一方、東部ではタンザニア地塊の構成岩が地塊外縁造山帯に衝上する。しかしな

がら、それらの断層関係は新原生代、すなわち、アフリカ東部に汎アフリカ造山時期の変動による公算が高い。タンザニア地塊外縁造山帯の約15億年間の地史においては、汎アフリカ造山時期の地殻改変と短縮が顕著である。しかしながら、それに先立つ、古原生、いわゆるエブルニア造山時期の情報は、高压中間群変成帯とそれに関連した花こう岩パソリスが記録しており、顕生代以降の藍閃変成帯に近似可能である。

なお、本研究で得られた一連の研究成果と分析技術は平成27年度採択科学研究基盤B「現行型沈み込み帯出現の地質学的証拠：古原生代、高压中間群変成帯の総合研究(代表：辻森)」においてさらなる発展と新展開が期待される。

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15件)

- (1) Tsujimori T., Ernst W.G., 2014, Lawsonite blueschists and lawsonite eclogites as proxies for paleo-subduction zone processes: A review: *Journal of Metamorphic Geology*, v. 32, no. 5, p. 437-454. [査読有]
- (2) Rehman H.U., Tsujimori T., Okamoto K., Spengler D., 2014, Petrogenesis and chemogenesis of oceanic and continental orogens in Asia: Current topics, Part I: *Island Arc*, v. 23, no. 4, p. 251-253. [査読有]
- (3) Rehman H.U., Tanaka R., O'Brien P.J., Kobayashi K., Tsujimori T., Nakamura E., Yamamoto H., Khan T., Kaneko Y., 2014, Oxygen isotopes in Indian Plate eclogites (Kaghan Valley, Pakistan): negative ^{18}O values from a high latitude protolith reset by Himalayan metamorphism: *Lithos*, v. 208-209, p. 471-483. [査読有]
- (4) Pu X.-F., Brophy J.G., Tsujimori T., 2014, Rare earth element-SiO₂ systematics of island arc crustal amphibolite migmatites from the Asago body of the Yakuno Ophiolite, Japan: a field evaluation of some model predictions: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 168, no. 3, doi:10.1007/s00410-014-1060-0. [査読有]
- (5) Liou J.G., Tsujimori T., Yang J.S., Zhang R.Y., Ernst W.G., 2014, Recycling of crustal materials through study of ultrahigh-pressure minerals in collisional orogens, ophiolites, and mantle xenoliths: A Review: *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 96, p. 386-420. [査読有]
- (6) Stern R.J., Tsujimori T., Harlow G.E., Groat L. A., 2013, Plate tectonic gemstones: *Geology*, v. 41, no. 7, p. 723-726. [査読有]
- (7) Rehman H.U., Kobayashi K., Tsujimori T., Ota T., Yamamoto H., Nakamura E., Kaneko Y., Khan T., Terabayashi M., Yoshida K., Hirajima T., 2013, Ion microprobe U-Th-Pb geochronology and study of micro-inclusions in zircon from the Himalayan high- and ultrahigh-pressure eclogites, Kaghan Valley of Pakistan: *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 63, no. 2, p. 179-196. [査読有]
- (8) Omrani H., Moazzen M., Oberhänsli R., Tsujimori T., Bousquet R., Moayyed M., 2013, Metamorphic history of glaucophane-paragonite-zoisite eclogites from the Shanderman area, northern Iran: *Journal of Metamorphic Geology*, v. 31, no. 8, p. 791-812. [査読有]
- (9) Liou J.G., Tsujimori T., 2013, The fate of subducted continental crust: Evidence from recycled UHP-UHT minerals: *Elements*, v. 9, no. 4, p. 248-250. [査読有]
- (10) Kim D., Katayama I., Michibayashi K., Tsujimori T., 2013, Deformation fabrics of natural blueschists and implications for seismic anisotropy in subducting oceanic crust: *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, v. 222, p. 8-21. [査読有]
- (11) Kim D., Katayama I., Michibayashi K., Tsujimori T., 2013, Rheological contrast between glaucophane and lawsonite in naturally deformed blueschist from Diablo Range, California: *The Island Arc*, v. 22, no. 1, p. 63-73. [査読有]
- (12) 石渡 明, 辻森 樹, 2012, 東アジアの250Ma大陸衝突帯と日本 - 八重山プロモントリー説再考 - : *地学雑誌*, v. 121, no. 3, p. 460-470. [査読有]
- (13) Rehman H.U., Tsujimori T., Tsai C.H., 2012, Editorial: Minerals, rocks, and mountains: Linking petrology, geochemistry, and geochronology:

- Journal of Asian Earth Sciences, v. 59, no. 1, p. 1-2. [査読有]
- (14) Rehman H.U., Kobayashi K., Tsujimori T., Ota T., Yamamoto H., Nakamura E., Kaneko Y., Khan T., 2012, Sm-Nd and Lu-Hf isotope geochemistry of the Himalayan high- and ultrahigh-pressure eclogites, Kaghan valley, Pakistan, in Panagiotaras D., ed., Geochemistry - Earth's System Processes: Rijeka, Croatia, InTech, p. 105-126 doi:10.5772/32859. [査読有]
- (15) Fukui S., Tsujimori T., Watanabe T., Itaya T., 2012, Tectono-metamorphic evolution of high P/T and low-P/T metamorphic rocks in the Tia complex, southern New England fold belt, eastern Australia: Insights from K-Ar chronology: Journal of Asian Earth Sciences, v. 59, no. 1, p. 62-69. [査読有]

[学会発表](計6件)

- (1) Boniface N., Tsujimori T., 2014, Dating of Proterozoic orogenic events around the Tanzania Craton: New insights from in-situ zircon and monazite geochronology, International Mineralogical Association General Meeting, 2014年9月1-5日, Gauteng (South Africa).
- (2) Stern R.J., Tsujimori T., 2014, The importance of HP/LT and UHP/MT rocks and minerals for understanding when plate tectonics began: Geological Society of America Annual Meeting, 2014年10月19-22日, Vancouver (Canada)
- (3) Tsujimori T., 2013, Petrographical records of multiple fluid-infiltration during HP-LT metamorphism: AGU Fall Meeting, 2013年12月9-13日, San Francisco (U.S.A.).
- (4) Rehman H. R., Tanaka R., O'Brien P. J., Kobayashi K., Tsujimori T., 2013, Nakamura E., Yamamoto H., Khan T. What do the negative ^{18}O values in Himalayan UHP eclogites reveal?, International Eclogite Conference, 2013年9月2-10日, Courmayeur (Italy).
- (5) Kim D., Katayama I., Michibayashi K., Tsujimori T., 2012 Relative strength between glaucophane and lawsonite in naturally deformed blueschist from Diablo Range, California, Joint Symposium of Misasa-2012 and

Geofluid-2 Dynamics and Evolution of the Earth's Interior, 2012年3月18-21日, Misasa.

- (6) Fukui S., Tsujimori T., Watanabe T., Itaya T., 2012, Tectono-metamorphic evolution of high P/T and low-P/T metamorphic rocks in the Tia complex, southern New England Fold Belt, eastern Australia: Insights from K-Ar chronology: 34th International Geological Congress. 2012年8月5-10日, Brisbane (Australia)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

辻森 樹 (TSUJIMORI TATSUKI)
岡山大学・地球物質科学研究センター・准教授
研究者番号: 00436833

(2) 研究分担者

太田 努 (OTA TSUTOMU)
岡山大学・地球物質科学研究センター・助教
研究者番号: 80379817

(3) 研究分担者

小林 桂 (KOBAYASHI KATSURA)
岡山大学・地球物質科学研究センター・准教授
研究者番号: 20325129