

ジンバブエ・ザンベジ変成帯の岩石学的、年代学的研究：新始生代および 新原生代火成作用とカンブリア紀変成作用

栗原佑典¹、角替敏昭²、堤之恭³、高村悠介¹

¹筑波大学生命環境科学研究科

²筑波大学生命環境系

³国立科学博物館

Petrology and geochronology of Zambezi Belt, Zimbabwe: Neoproterozoic magmatism and Cambrian metamorphism

Yusuke Kuribara¹, Toshiaki Tsunogae², Yukiyasu Tsutsumi³, Yusuke Takamura¹

¹Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

²Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

³Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science, Ibaraki, 305-0005, Japan

The Zambezi Belt is a part of the Pan-African orogenic belt that formed by late Neoproterozoic collision of the Congo and Kalahari Cratons. We report new petrological, geochemical, and zircon U-Pb geochronological data on various gneisses from the Zambezi Belt, and discuss collisional events in West Gondwana region from the view of magnetism and metamorphism. In the study area, major rock types are felsic orthogneiss, mafic orthogneiss, pelitic schist, and felsic paragneiss. According to the geochemical data, all the analyzed felsic orthogneiss samples suggest within-plate granite signature. Detrital zircons from pelitic schist and felsic paragneisses show various ages from Neoproterozoic to Neoproterozoic. The Neoproterozoic zircons could have been supplied from the Kalahari and/or Congo Cratons, whereas Paleoproterozoic to Neoproterozoic zircons suggest might have been derived from different terranes such as Irumide Belt, Magondi Belt, and Mozambique Belt. The zircons from biotite gneiss show Neoproterozoic and early Cambrian ages. The zircons from biotite-hornblende gneiss show early Neoproterozoic magmatic age and late Neoproterozoic metamorphic age. These results suggest that the Zambezi Belt was formed through Neoproterozoic and Neoproterozoic magmatic event, which were subsequently metamorphosed during late Neoproterozoic to early Cambrian collisional event related to the Gondwana amalgamation.

最近の東 Gondwana 地域に産する変成岩類の研究により、Gondwana 大陸は火山弧や小大陸が原生代中期以降にくり返し衝突し、超大陸を形成したことが明らかになってきた (He et al., 2016; Kazami et al., 2016; Santosh et al., 2014, 2015, 2016, 2017; Takahashi et al., 2017; Takamura et al., 2017; Tsunogae et al., 2015, 2016)。一方、西 Gondwana 地域の形成過程については未だ明らかではない部分が多い。特に大陸衝突によって形成された造山帯は、Gondwana 大陸の形成テクトニクスを検討する上で重要な地域であるといえる。そこで本研究では西 Gondwana のアフリカ・コンゴクラトンとカラハリクラトンの間に位置する新原生代後期-カンブリア紀の造山帯であるザンベジ帯の研究を行う。

ザンベジ帯は角閃岩相相当の変成作用を受けたと考えられており、Hargrove et al. (2003) によって 642 ± 32 °C、9.3-10.4 kbar と推定されている。岩体中央部の Marginal Gneiss Terrain の年代は Vinyu et al. (1999) によって原岩年代が 805-795 Ma、変成年代が 521 Ma と求められている。しかし、ザンベジ帯は地質年代データに乏しい上に、碎屑性ジルコンを用いた後背地推定はほとんど行われていない。そこで本研究ではジンバブエ北東部ルシंगा地域より採取された泥質片岩および正片麻岩の岩石学的、鉱物学的、地質年代学的データを提示し、当該地域のテクトニクスを議論する。

ルシंगा地域に分布する Marginal Gneiss Terrain の主要岩相は、正片麻岩 (石英+斜長石+マイクロクリン+黒雲母±角閃石±スフェーン)、苦鉄質片麻岩 (斜長石+角閃石±斜方輝石±単斜輝石±ざくろ石±スピネル±磁鉄鉱)、泥質片岩 (石英+斜長石+マイクロクリン+黒雲母+白雲母±ざくろ石±スフェーン)、準片麻岩 (石英+斜長石+黒雲母) である。角閃石-斜長石地質温度計 (Holland and Blundy, 1994) および角閃石地質圧力計 (Schmid, 1992) を用いた温度圧力の推定結果は、研究地域北東部に位置する正片麻岩は 680-800 °C、6.7-7.2 kbar、中央部に位置する正片麻岩では 680-800 °C、8.8-9.5 kbar と求められた。ルシंगा地域に産する正片麻岩の地球化学的データは、正片麻岩の原岩がプレート内花崗岩起源であることを示している。

泥質片岩および準片麻岩中の碎屑性ジルコンからは、約 2.7 Ga から 630 Ma の範囲の年代が得られ、約 2.65 Ga、1.80 Ga、1.35 Ga、1.10 Ga 付近にピークを示した。新始生代の碎屑性ジルコンはザンベジ帯の南に位置するカラハ

リクラトンや北に位置するコンゴクラトンから供給されたと考えられる。原生代初期–中期の碎屑性ジルコンもアフリカ南部に分布するイルミデ帯、マゴンディ帯、モザンビーク帯などに産する火成岩岩体を起源とすると考えられる。正片麻岩（黒雲母片麻岩）中のジルコンからは、コンコーディア交差年代として 2684 Ma (upper intercept)と 512 Ma (lower intercept)が得られ、Th/U 比から前者は原岩形成年代、後者は変成年代と考えられる。2.6-2.7 Ga の原岩形成年代はカラハリクラトンに広く見られる年代である。また、正片麻岩（黒雲母-角閃石片麻岩）中のジルコンは約 810 Ma の形成年代と 550 Ma の変成年代を示した。今回、ルシンガ地域の正片麻岩から約 550-510 Ma の変成年代が得られたが、これらは先行研究と矛盾しない。これらのことから、この地域は新始生代に形成した花崗岩質岩のブロックや原生代末期に形成したプレート内花崗岩を取り込み、カンブリア紀初期に変成作用を受けたと考えられる。

References

- Hargrove, U.S., Hanson, R.E., Martin, M.W., Blenkinsop, T.G., Bowring, S.A., Walker, N., and Munyanyiwa, H., Tectonic evolution of the Zambezi orogenic belt: geochronological, structural, and petrological constraints from northern Zimbabwe. *Precambrian Research*, 123, 159-186, 2003.
- He, X.-F., Santosh, M., Tsunogae, T., Malaviarachchi, S.P.K., Dharmapriya, P.L., Neoproterozoic arc accretion along the 'eastern suture' in Sri Lanka during Gondwana assembly. *Precambrian Research*, 279, 57-80, 2016.
- Holland, T. and Blundy, J., Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 116, 433-447, 1994.
- Kazami, S., Tsunogae, T., Santosh, M., Tsutsumi, Y., Takamura, Y., Petrology, geochemistry and zircon U-Pb geochronology of a layered igneous complex from Akarui Point in the Lützow-Holm Complex, East Antarctica: Implications for Antarctica-Sri Lanka correlation. *Journal of Asian Earth Sciences*, 130, 206-222, 2016.
- Santosh, M., Tsunogae, T., Malaviarachchi, S.P.K., Zhang, Z., Ding, H., Tang, L., Dharmapriya, P.L., Neoproterozoic crustal evolution in Sri Lanka: Insights from petrologic, geochemical and zircon U-Pb and Lu-Hf isotopic data and implications for Gondwana assembly. *Precambrian Research* 255, 1-29, 2014.
- Santosh, M., Yang, Q.Y., Shaji, E., Tsunogae, T., Ram Mohan, M., Satyanarayanan, M., An exotic Mesoproterozoic microcontinent: The Coorg Block, southern India. *Gondwana Research* 27, 165-195, 2015.
- Santosh, M., Yang, Q.Y., Shaji, E., Ram Mohan, M., Tsunogae, T., Satyanarayanan, M., Oldest rocks from Peninsular India: Evidence for Hadean to Neoproterozoic crustal evolution. *Gondwana Research* 29(1), 105-135, 2016.
- Santosh, M., Hu, C.-N., He, X.-F., Li, S.-S., Tsunogae, T., Shaji, E., Indu, G., Neoproterozoic arc magmatism in the southern Madurai Block, India: Subduction, relamination, continental outbuilding, and the growth of Gondwana. *Gondwana Research* 45, 1-42, 2017.
- Schmidt, M.W., Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in-hornblende barometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 110, 304-310, 1992.
- Takahashi, K., Tsunogae, T., Santosh, M., Takamura, Y., Tsutsumi, Y., Paleoproterozoic (ca. 1.8 Ga) arc magmatism in the Lützow-Holm Complex, East Antarctica: implications for crustal growth and terrane assembly in erstwhile Gondwana fragments. *Journal of Asian Earth Sciences*, doi: 10.1016/j.jseaes.2017.07.053, 2017.
- Takamura, Y., Tsunogae, T., Santosh, M., Tsutsumi, Y., Detrital zircon geochronology of the Lützow-Holm Complex, East Antarctica: Implications for Antarctica - Sri Lanka correlation. *Geoscience Frontiers*, doi: 10.1016/j.gsf.2017.08.006, 2017.
- Tsunogae, T., Yang, Q.Y., Santosh, M., Early Neoproterozoic arc magmatism in the Lützow-Holm Complex, East Antarctica: Petrology, geochemistry, zircon U-Pb geochronology and Lu-Hf isotopes and tectonic implications. *Precambrian Research* 266, 467-489, 2015.
- Tsunogae, T., Yang, Q.Y., Santosh, M., Neoproterozoic – Early Paleoproterozoic and Early Neoproterozoic arc magmatism in the Lützow-Holm Complex, East Antarctica: Insights from petrology, geochemistry, zircon U-Pb geochronology and Lu-Hf isotopes. *Lithos* 263, 239-256, 2016.
- Vinyu, M.L., Hanson, R.E., Martin, M.W., Bowring, S.A., Jelsma, H.A., Krol, M.A., and Dirks, P.H.G.M., U-Pb and ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronological constraints on the tectonic evolution of easternmost part of the Zambezi orogenic belt, northeast Zimbabwe. *Precambrian Research*, 98, 67-82, 1999.