

東南極リュツォ・ホルム岩体 Rundboksheitta の泥質片麻岩に記録された最高到達温度の再検討と炭素の起源

平賀証人¹、角替敏昭¹、丸岡照幸¹
¹ 筑波大学生命環境科学研究科

Phase equilibrium modeling of pelitic gneiss and the origins of carbon in graphite from Rundvågshetta in the Lützow-Holm Complex, East Antarctica

Akito Hiraga¹, Toshiaki Tsunogae¹ and Teruyuki Maruoka¹
¹ Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

The Lützow-Holm Complex (LHC), East Antarctica, has been considered as one of the most important fragments of Gondwana for revealing the characteristic of complex subduction-accretion-collision processes during the Late Neoproterozoic to Early Cambrian Gondwana amalgamation. Rundvågshetta region in the LHC, which underwent the highest-grade metamorphism in the complex, has been considered as an example of UHT metamorphic area as inferred from sapphirine + quartz and orthopyroxene + sillimanite + quartz assemblages within Mg-Al-rich pelitic granulite, although it is a rare lithology in the area (Yoshimura et al., 2008). Recently, Tsunogae et al. (2014) applied phase equilibrium modeling to charnockite from the region in the system Na₂O-CaO-K₂O-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O-TiO₂-Fe₂O₃ (NCKFMASHTO), and estimated the peak metamorphic temperature as $T < 900$ °C, which is significantly lower than the inferred peak UHT condition of this region. This study applied the phase equilibrium modeling technique to pelitic granulites without any key mineral assemblage of UHT metamorphism and obtained the peak temperature of 870-900 °C, which is consistent with the result of Tsunogae et al. (2014), suggesting that the UHT metamorphism in this area might be related to local thermal event. The pseudosection analysis as well as observations of inclusion minerals and reaction texture confirmed clockwise P - T evolution of this region. We also analyzed $\delta^{13}\text{C}$ of graphite in graphite-bearing pelitic gneiss (quartz + plagioclase + graphite + biotite + garnet) from Rundvågshetta region and obtained a preliminary $\delta^{13}\text{C}$ value of -7.34‰, which is higher than available results from gneiss, pegmatite and melt segregation in this region (So and Satish-Kumar, 2010). The results of this study suggested that the carbonic fluid having infiltrated into the region during high-grade metamorphism had various rates of ^{13}C possibly because of variable mixing of organic and carbonate and/or mantle sources.

東南極に位置するリュツォ・ホルム岩体は、新原生代後期からカンブリア紀初期にかけての大陸衝突によって形成された東 Gondwana 大陸の変成史とテクトニクスを明らかにする上で重要な大陸地殻の断片だと考えられている。この地域の最高到達温度は、超高温を示唆する鉱物組み合わせであるサフィリン-石英共生を含む岩石の存在 (e.g., Yoshimura et al., 2008) などをもとに、1000 °C に達すると考えられてきた。しかしながら、過去の変成条件の推定は、超高温を示唆する指標鉱物や特異な鉱物組み合わせを含む岩石に限られていた。一方、Tsunogae et al. (2014) は、Rundboksheitta 地域のチャーノックイトに対して、Na₂O-CaO-K₂O-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O-TiO₂-Fe₂O₃ (NCKFMASHTO) 系の鉱物平衡モデリング法を適用し、そのピーク変成温度を <900 °C と推定した。この結果は、Rundboksheitta 地域の大部分を占めるチャーノックイトが超高温変成作用を被っていないことを示唆した。そこで本研究は、先行研究の問題点を踏まえ、超高温を示唆する指標鉱物を含まない岩石に対して、天然の岩石の平衡系に近い NCKFMASHTO 系と KFMASHTO 系の鉱物平衡モデリング法を泥質グラニュライトに適用し、最高到達温度の再検討を行った。その結果、泥質グラニュライトより推定された Rundboksheitta 地域のピーク変成条件は、870-900 °C、11-12 kbar であり、試料中に見られる反応組織と包有物より時計回りの変成経路をたどった事が示唆される。以上の結果より、当該地域にみられる超高温変成作用は局所的なイベントであると考えられる。

また、Rundboksheitta に産する石墨片麻岩 (石英+斜長石+石墨+黒雲母+ざくろ石) にみられる石墨の $\delta^{13}\text{C}$ 値を連続フロー型質量分析計を用いて測定した。その値は、-7.34‰ であり、So and Satish-Kumar (2010) が同地域の片麻岩、ペグマタイト、部分熔融部から得た値 (-13.3 ~ -20.5‰) よりも高い。これは、Rundboksheitta の変成作用中に存在した炭質流体が生物起源と炭酸塩岩起源もしくはマントル起源の炭素が混合した多様な流体であったことを示唆する。つまり、この石墨は CO₂ 流体から沈積した可能性が高い。

References

- So, H. and Satish-Kumar, M., Contrasting origin of graphite in Lützow Holm Complex, East Antarctica; Evidence from carbon isotope geochemistry, 第30回極域地学シンポジウム, 2010.
- Tsunogae, T., Dunkley, D.J., Horie, K., Endo, T., Miyamoto, T., Kato, M., 2014. Petrology and SHRIMP zircon geochronology of granulites from Vesleknausen, Lützow-Holm Complex, East Antarctica: Neoproterozoic magmatism and Neoproterozoic high-grade metamorphism. *Geoscience Frontier* 5, 167–182.
- Yoshimura, Y., Motoyoshi, Y., Miyamoto, T., 2008. Sapphirine+quartz association in garnet: implication for ultrahigh-temperature metamorphism at Rundvågshetta, Lützow-Holm Complex, East Antarctica. In: Satish-Kumar, M., Motoyoshi, Y., Osanai, Y., Hiroi, Y., Shiraishi, K. (Eds.), *Geodynamic Evolution of East Antarctica: A Key to the East-West Gondwana Connection*: Geological Society of London, Special Publications 308, 377.