

南極、プリンス・オラフ海岸の日の出岬に産出するアダカイト質トータル岩中の 藍晶石の起源に関する作業仮説

廣井美邦^{1,4}、孫 羽¹、大和田正明²、M. サティッシュ・クマール³、外田智千⁴、本吉洋一⁴、白石和行⁴

¹ 千葉大学

² 山口大学

³ 新潟大学

⁴ 国立極地研究所

A working hypothesis on the origin of kyanite in metaluminous adakitic tonalite from Cape Hinode, Prince Olav Coast, Antarctica

Y. Hiroi^{1,4}, Y. Sun¹, M. Owada², M. Satish-Kumar³, T. Hokada⁴, Y. Motoyoshi⁴ and K. Shiraishi⁴

¹ Chiba University

² Yamaguchi University

³ Niigata University

⁴ National Institute of Polar Research

Proterozoic Sr-rich and HREE-poor adakitic tonalites occur in Cape Hinode, Prince Olav Coast, East Antarctica (Fig. 1). They contain blocks of basic to ultrabasic rocks and calc-silicate rocks (calcic Pl±Grs±Cpx) of various dimensions. They also carry xenocrystic garnet and kyanite, both of which always show reaction textures with host tonalitic magmas. Kyanite may have been a constituent of calc-silicate rocks with bulk chemical composition similar to epidote (Figs. 2, 3), as suggested by Sun *et al.* (2014). Here we further suggest that kyanite-bearing calc-silicate rocks may have been meta-anorthosite constructing layered gabbro of oceanic crust. Such a rock is known to occur as a kyanite-paragonite-quartz-zoisite rock in the Sanbagawa metamorphic belt in Southwest Japan (Fig. 4). Thus, it is important to take highly variable metamorphed gabbros into account when we consider the origin of adakitic magmas by partial melting of young and hot oceanic crust.

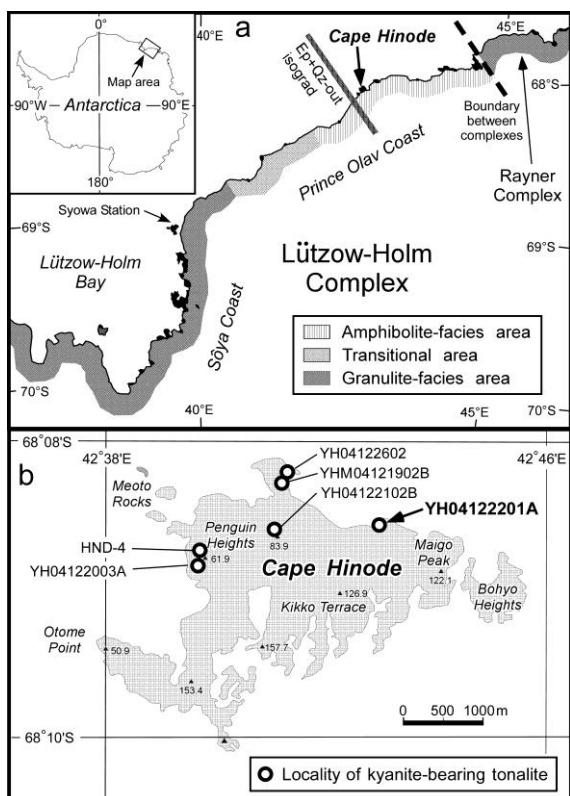


Figure 1. Maps showing locality of Cape Hinode in East Antarctica (a) and the occurrence of kyanite-bearing tonalites in Cape Hinode (b) (Sun *et al.*, 2014).

アダカイト質マグマの成因は近年の地球物質科学におけるホットな話題の一つである。それは、アダカイト質マグマが地球を特徴づける花崗岩類および全体として安山岩質な大陸地殻の起源に直接的に関係するものと考えられるからである。Srに富みYや重希土類元素に乏しいアダカイト質マグマの化学的な特徴と産出場所などから、それは若くてまだ熱いプレートの沈み込みによって海洋地殻が部分溶融してできたものとする説が広く受け入れられている。ところが多くの場合、海洋地殻が玄武岩 (MORB) だけでなく、それを覆う堆積岩やその下の斑レイ岩や橄欖岩によって構成されていることにあまり注意が払われていないようである。特に斑レイ岩が玄武岩質マグマの結晶分化作用によって多様な岩相・化学組成物となり、さらに変成作用を受けて多様な鉱物 (ホルンブレンドばかりでなく、緑簾石や緑泥石、パラゴナイトなどの含水鉱物を含む) の組合せを持つことは部分溶融過程ならびにその生成物の特徴を解明する上できわめて重要である。南極、プリンス・オラフ海岸の日の出岬には原生代中期 (約10億年前) のアダカイト質トータル岩が産出し、周辺の原生代末~古生代初頭 (約5~6億年前) のリュツォ・ホルム岩体とは別個の地質体を構成するものと考えられている。そのトータル岩には塩基性~超塩基性組成のグラニュライトと斜長石とざくろ石や単斜輝石の集合した石灰珪質岩が様々な大きさの捕獲岩塊として産出する。またまれではあるが、ざくろ石と藍晶石が捕獲結晶として出現する。塩基性~超塩基性組成のグラニュライトの多くはトータル岩質マグマの結晶分化作用によるキュムレートと考えられるが、一部はトータル岩質マグマの起源物質の溶け残りである可能



Figure 2. Layered calc-silicate rock intruded by kyanite-bearing thin tonalitic veins (Sp. YH04122201A) (Sun *et al.*, 2014).

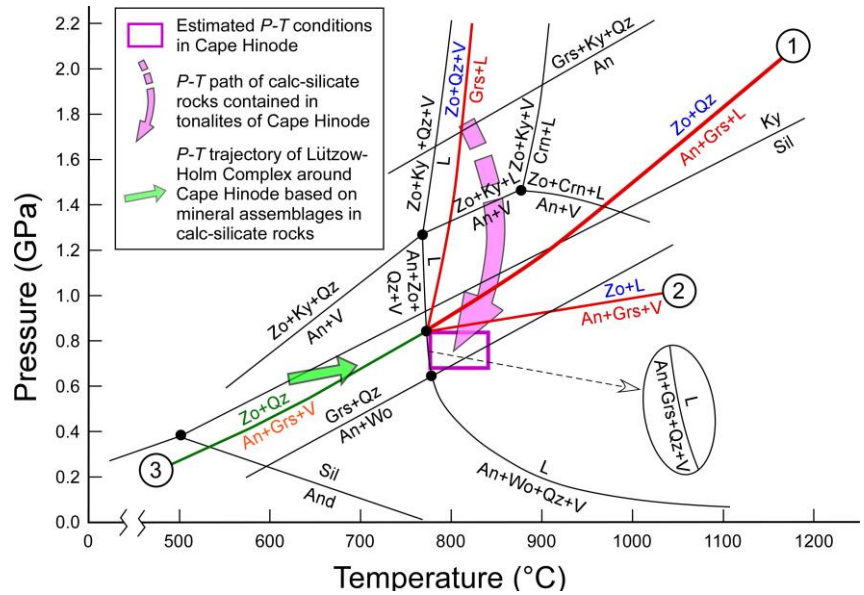


Figure 3. P-T diagram showing some univariant reactions in the CaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O system and inferred P-T-path of kyanite-bearing rocks in Cape Hinode (Sun *et al.*, 2014).

性もある。一方、石灰珪質岩多くが全体として緑簾石に近い総化学組成を有し、一般的な堆積岩起源のものとは異質である。捕獲結晶状のざくろ石はホルンブレンドと斜長石で構成された反応縁に囲まれており、トータル岩質マグマと反応したことを示している。また藍晶石は常に微細なスピネル±コランダムを含む灰長石およびその変質したものに囲まれており、同様にトータル岩質マグマと反応したことを示している。このような捕獲結晶とトータル岩質マグマとの反応は、次の反応式で示されるように、マグマ発生時の高压条件下では平衡に共存していたものが、マグマが上昇するにつれて非平衡の関係に変化した結果であろう。

ざくろ石+マグマ中の Na₂O と SiO₂ と H₂O = ホルンブレンド+斜長石 ⇌ 角閃岩の昇圧部分熔融反応に相当
 藍晶石+マグマ中の CaO と (Fe,Mg)O と SiO₂ = 灰長石+スピネル±コランダム

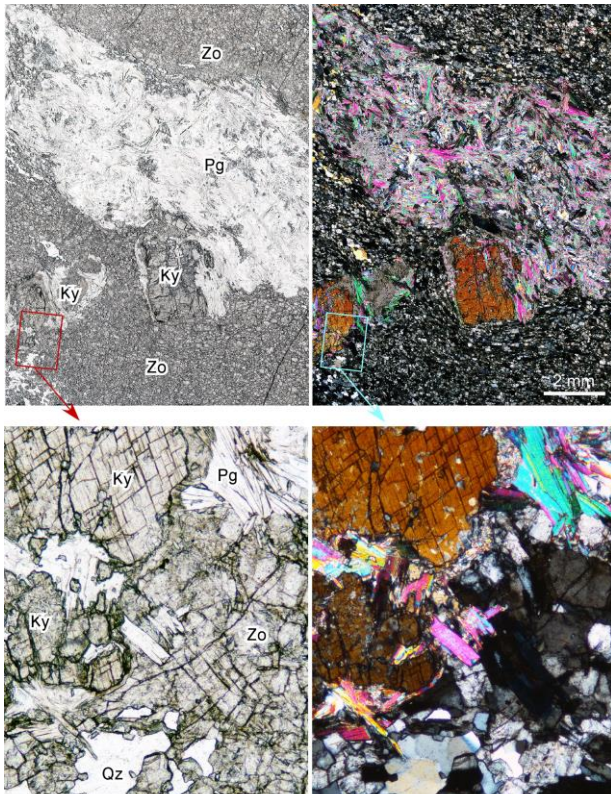


Figure 4. Photomicrographs of kyanite-paragonite-quartz-zoisite rock (meta-anorthositic gabbro) from Sanbagawa metamorphic Belt in central Shikoku (collected by Dr. Kazumi Yokoyama)

藍晶石の内部に微細な石英が包有されていることがあり、藍晶石が石英の存在する環境で成長したことを示している。また藍晶石は石灰珪質岩塊を切るトータル岩質細脈中に特に高頻度で産出することがあり (Fig. 2)、成因的に石灰珪質岩と強い因果関係があったことを示唆している。それでは、海溝奥部で変成した海洋地殻構成岩中に、緑簾石に近い総化学組成を持ち、藍晶石と石英を含む石灰珪質岩が存在するのだろうか？実際に存在するのである。三波川変成帯は比較的若い海洋地殻構成岩を含む付加体が海溝奥部で変成したものと考えられているが、そこに藍晶石-パラゴナイト-石英-ゾイサイト岩が産出する (Fig. 4)。それは層状斑レイ岩中の斜長石に富む部分に由来する (Banno *et al.*, 1976)。そのような岩石は、1 GPa 以上の高压条件下で 800 °C 以上になると部分熔融する (Fig. 3)。以上の点から、日の出岬のアダカイト質トータル岩は層状斑レイ岩を含む海洋地殻の部分熔融の生成物であることを示唆する物証に富んだ代表例と言っても過言ではない。

References

- Banno, S., Yokoyama, K., Enami, M., Iwata, O., Nakamura, K. and Ksashima, S., petrography of the peridotite-metagabbro complex in the vicinity of Mt. Higashi-akaishi, centrak Shikoku. Part I. Megascopic texture of the Iratsu and Tonaru epidote amphibolite masses. *Science report of Kanazawa University*, 21, 139-159, 1976
 Sun, Y., Hiroi, Y. and Owada, M., kyanite-bearing tonalites from Cape Hinode, East Antarctica: with special reference to those occurring close to calc-silicate blocks. *Japanese magazine of mineralogical and petrological sciences*, 43, 203-214, 2014.