

東南極セールロンダーネ山地バルヒエン山に産する 黒雲母－ザクロ石－珪線石片麻岩に見られる塩素に富んだ黒雲母の産状

東野文子¹、河上哲生¹、サティシュ・クマール²、土屋範芳³、石川正弘⁴、ジェフ・グランサム⁵

¹京都大学、²静岡大学、³東北大学、⁴横浜国立大学、⁵南アフリカ地球科学委員会

Mode of occurrence of chlorine-rich biotite in the biotite-garnet-sillimanite gneiss from Balchenfjella, Sør Rondane Mountains, East Antarctica

Fumiko Higashino¹, Tetsuo Kawakami¹, M. Satish-Kumar², Noriyoshi Tsuchiya³,
Masahiro Ishikawa⁴ and Geoff Grantham⁵

¹Kyoto University, ²Shizuoka University, ³Tohoku University, ⁴Yokohama National University,
⁵Council for Geoscience, South Africa

An interesting correlation in the mode of occurrence of chlorine-rich biotite and coarse zircon included in the garnet porphyroblasts is reported in detail. The studied sample is the garnet-biotite-sillimanite gneiss from northern Balchenfjella, East Antarctica. The sampling point is near the location of the first finding of staurolite in Sør Rondane Mountains (Asami et al., 1990). The gneiss mainly consists of garnet, biotite, sillimanite, quartz, plagioclase, and K-feldspar with minor amounts of zircon, monazite, ilmenite, rutile, pyrrhotite and graphite.

A garnet porphyroblast has characteristic zoning in phosphorus. The core is recognized as phosphorus-rich part showing oscillatory zoning in phosphorus (Fig. 1). The rim part, on the other hand, is phosphorus-poor. Discontinuous zoning in phosphorus suggests that this garnet porphyroblast has experienced resorption and recrystallization (e.g., Kawakami and Hokada, 2010). Chlorine-rich (Cl-rich) biotite and large zircon grains are exclusively included in the phosphorus-poor rim of garnet, and not in the phosphorus-rich core (Fig. 2). Only one grain of tiny zircon is found included in the core part so far.

Chlorine-rich biotite and large zircon were probably included during the same recrystallization stage of the garnet porphyroblast after resorption. Chlorine-rich fluid may be related to the formation of chlorine-rich biotite (Sisson, 1987), so the correlation in the mode of occurrence of Cl-rich biotite and zircon implies the genetic relationship between them in which Cl-rich fluid played an important role. Future dating of included zircon may help constrain the timing of Cl-rich fluid infiltration during metamorphism.

東南極セールロンダーネ山地バルヒエン山北部に産するザクロ石－黒雲母－珪線石片麻岩中から、融食再成長を受けたザクロ石のリンの組成累帯構造と、それに包有される塩素に富む黒雲母とジルコンの分布に興味深い対応関係が見られたので報告する。

セールロンダーネ山地東部に位置するバルヒエン山は、セールロンダーネ山地で初めて十字石が見つかった場所である。本試料の採集地点は、Asami et al.(1990)で十字石が報告された場所と近いが、本試料中に十字石は見られない。本試料に含まれる鉱物は、主としてザクロ石・黒雲母・珪線石・石英・斜長石・カリ長石であり、副成分鉱物としてジルコン・モナズ石・イルメナイト・ルチル・磁硫鉄鉱・石墨、2次鉱物として緑泥石が見られる。Asami et al. (1990) では、繊維状の珪線石も報告されているが、本試料中に見られる珪線石に繊維状のものは無く、粗粒な柱状のものが多い。

ザクロ石は粒径5 mm程の斑状変晶と、100-200 μmの細粒のものに二分できる。ザクロ石斑状変晶は、石墨以外の構成鉱物全てを包有物として含む。Grt-pの化学組成は Alm 68.2-78.5 mol%、Sps 1.3-2.1 mol%、Prp 17.1-27.0 mol%、Grs 2.2-3.3 mol%である。AlmとSps成分はコアでほぼ一定であるがリムにかけて高くなり、PrpとGrs成分はコアでほぼ一定でリムにかけて低くなる。細粒ザクロ石の組成は、主要元素濃度とX線元素マッピングで認識できるリン濃度が、ザクロ石斑状変晶のリム部分とほぼ一致する。いずれのザクロ石リムも、Mnによるリバースゾーニングで認識できるように後退変成作用の影響を受けているため、単純に比較はできないが、細粒ザクロ石はザクロ石斑状変晶のリム部分と同時期に成長した可能性もある。ザクロ石斑状変晶をリンでマッピングすると、リン濃度の高いコアに見られる振動累帯構造が、リン濃度の低いリムによって切られており(Fig. 1)、ザクロ石が成長過程で融食・再成長したことを示している(e.g., Kawakami & Hokada, 2010)。

黒雲母はザクロ石に包有されるものと、マトリクスに存在するものが存在する。ザクロ石に包有される黒雲母には、塩素に富むもの(0.37-0.96wt%)が存在し、Mg# [=Mg/(Fe_{total} + Mg)]は0.56-0.72で、ザクロ石中のリン濃度の低いリム部分に包有される。一方、塩素に乏しい黒雲母の塩素含有量は0.06 wt%以下であり、Mg#は0.51-0.67で、主としてマトリクスに包有される(Fig. 1 & 2)。ザクロ石中のリン濃度の高いコアとリン濃度の低いリムの境界付近にも、塩素に乏しい黒雲母が斜長石と共に包有される。塩素に富んだ黒雲母のマグネシウム含有量は、塩素に乏しい黒雲母に比べて少ないという関係

(Mg-Cl avoidance rule)が指摘されている(e.g., Lélbert et al., 1996)。しかし本試料に見られる塩素に富んだ黒雲母は、塩素に乏しいものと比して Mg#が高い。

ジルコンは、粒径 20 μm以下のものと、約 100 μmの粗粒ジルコンに分けられる。粗粒ジルコンは、マトリクス構成鉱物あるいはザクロ石の包有物として確認され、ザクロ石に包有される場合は、リン濃度が低い部分に存在する。顕微鏡下でも累帯構造が確認でき、丸いコア部分を持つものが多い。

塩素に富んだ黒雲母とジルコンがザクロ石のリンに富むコア部分には包有されない一方、リンに乏しいリム部分に共に包有される。このことから両者はザクロ石融食後、再成長したときに共通のプロセスで形成された可能性がある。また、塩素に富んだ黒雲母の形成には、塩素に富む流体の関与が疑われる(Sisson, 1987)。従って、本試料に含まれるジルコンの年代測定を行うことにより、流体流入のタイミングを決定できる可能性がある。

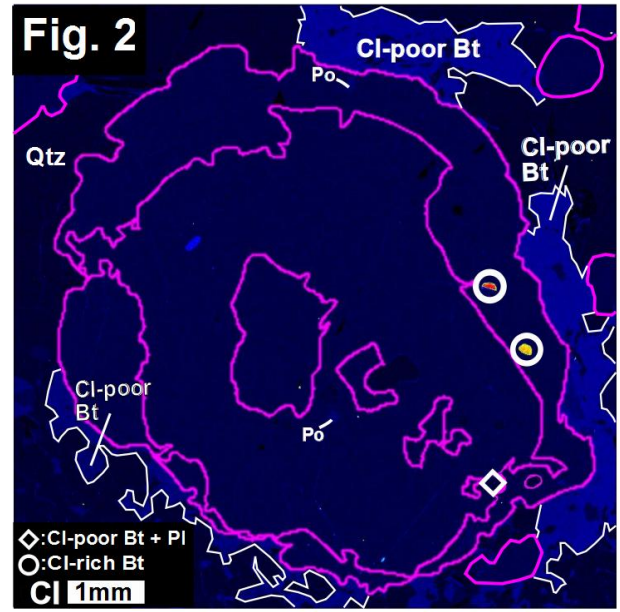
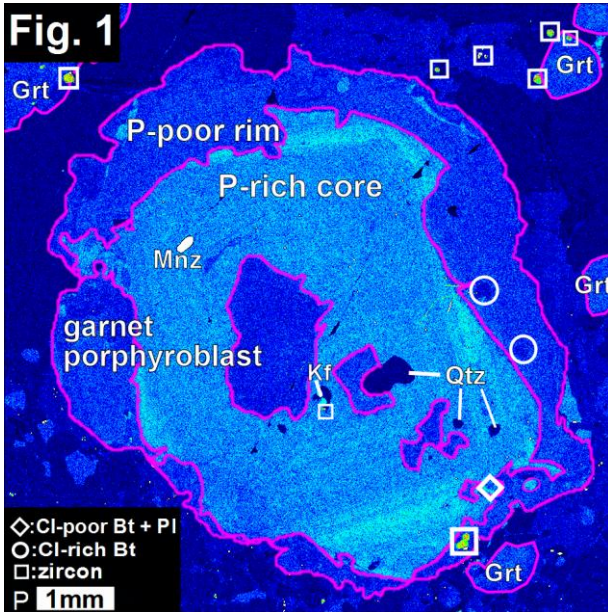


Fig. 1 ザクロ石斑状変晶のリンによる X 線元素マッピング像。○は塩素に富む黒雲母、□はジルコンを示す。ピンク色の実線はザクロ石の外形とコア・リム境界をそれぞれ示す。コアには振動累帯構造が見られ、コア・リム境界によって切られていることに注目。

Fig. 2 Fig.1と同じ結晶の塩素による X 線元素マッピング像。リムに包有される黒雲母は塩素に富むが、マトリクスの黒雲母は塩素に乏しい。

References

Asami, M., Grew, E.S. and Makimoto, H., A staurolite-bearing corundum-garnet gneiss from the eastern Sør Rondane Mountains, Antarctica. Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci., 4, 22-40, 1990.

Kawakami, T. and Hokada, T., Linking P-T path with development of discontinuous phosphorus zoning in garnet during high-temperature metamorphism – an example from Lützow-Holm Complex, East Antarctica. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 105, 175-186, 2010.

Léger, A., Rebert, C. and Webster, J., Cl-rich biotite and amphibole from Black Rock Forest, Cornwall, New York. American Mineralogist, 81, 495-504, 1996.

Sisson, V.B., Halogen chemistry as an indicator of metamorphic fluid interaction with the Ponder pluton, Coast Plutonic Complex, British Columbia, Canada. Contributions to Mineralogy and petrology, 95, 123-131, 1987.