

高温変成作用継続時間の推定におけるジルコン中のメルト包有物の意義 - 領家変成帯の例

Significance of melt inclusions in Zrn in estimating the duration of high-T metamorphism - An example of the Ryoke belt

河上 哲生^{1*}, 山口 勇央¹, 三宅 亮¹, 牧 賢志¹, 柴田 知之², 横山 隆臣¹, 平田 岳史¹

KAWAKAMI, Tetsuo^{1*}, YAMAGUCHI, Isao¹, MIYAKE, Akira¹, MAKI, Kenshi¹, SHIBATA, Tomoyuki², Takaomi D. Yokoyama¹, HIRATA, Takafumi¹

¹ 京都大学大学院理学研究科, ² 京都大学大学院地球熱学施設

¹ Graduate School of Science, Kyoto Univ., ² Geothermal Research Lab, Kyoto Univ.

ジルコン中のメルト包有物は、ジルコンがメルト共存下で成長したことを示す重要な証拠であり、U-Pb ジルコン年代の意味を理解する上で重要な、ジルコンの成長時期制約に大きく貢献している。領家変成帯のミグマタイトに含まれるジルコン中から、メルト包有物が見いだされたので報告する。

領家変成帯青山高原地域には、角閃岩相高温部からグラニュライト相相当の変成度に達した砂泥質変成岩が広く露出しており、その岩相は北部 (Sil-Kfs 帯および Grt-Crd 帯低温部) で砂泥質片岩が卓越するが、南部 (Grt-Crd 帯中～高温部) ではミグマタイトが卓越する [1]。Grt-Crd 帯低温部の砂泥質片岩中に産するジルコンは、Grt-Crd 帯中～高温部に産するミグマタイト中のジルコンよりも粗粒なものが多い。LA-ICP-MS による U-Pb 年代測定の結果、これらはデトリタルなジルコンであり、リムにも領家変成作用に伴う変成ジルコンは成長していないことが分かった。

一方、Grt-Crd 帯高温部のミグマタイト中のジルコンは、BSE 像で白くみえる薄い帯状のコア・リム境界をもち、この白い帯に沿って数 μm の包有物が多数取り込まれている [c.f. 2]。この包有物を TEM 観察するとハローパターンが得られ、EDS 分析により Si、Al、K に富むガラスであることが分かった。このメルト (ガラス) 包有物の配列より内側のコアは、さまざまなデトリタル年代を与えるが、外側のリムは 93.1 ± 2.9 Ma の U-Pb コンコーディア年代を与えた。リムは $20\mu\text{m}$ 以上成長しており、その Th/U 比は 0.02 以下である。コア・リム境界におけるガラス包有物の存在により、リム成長時にメルトが共存したことが示唆されるから、このリムは領家変成作用時に、メルトとモナズ石存在下で成長したジルコンであると考えられる。本地域での砂泥質岩の部分熔融では、主に黒雲母・珪線石が消費されてザクロ石・堇青石が形成される反応が重要な役割を果たしているが [1]、黒雲母はジルコニウムの重要なホスト鉱物では無い [3]。従って黒雲母は多量のジルコン成長のためのジルコニウムの供給源とはなり得ず、本地域で新たな多量のジルコンを (再) 成長させるには既存のジルコンの溶解が必要である。この場合、メルト量の増加を伴いながらメルトをジルコン成分に飽和させるのは困難であるから、本地域のジルコンの若いリムは、部分熔融メルトが冷却固結する段階で、含水ソリダス付近で成長した可能性が高い。Grt-Crd 帯中温部のミグマタイト中のジルコンにも、高温部と同様、若く低い Th/U 比を持つリムが薄いながら成長しており、メルトの存在がジルコンの溶解再成長に重要な役割を果たしていることを示唆する [e.g. 4]。

Grt-Crd 帯低温部で全岩 Zr 濃度が特に高い傾向がないにもかかわらず、 $20\mu\text{m}$ 以上の粒径を持つジルコンのモードは Grt-Crd 帯低温部の方が高い。また SEM-EDS 観察では、粒径が $20\mu\text{m}$ 未満の小さなジルコンが Grt-Crd 帯中・高温部で多くなる傾向があり、高温部ではデトリタルコアを持たない $30\mu\text{m}$ 程度の若いジルコンが稀に見られる。これらのことから、Grt-Crd 帯中～高温部では、領家変成時にオーバーグロウスと並行して、細粒ジルコンの核形成が新たに進行したものと考えられる。

一方モナズ石は角閃岩相程度の変成度で成長し、メルトが存在してもその影響を受けて溶解・成長することは少ないようである [4]。従って、CHIME 年代測定によって 96.5 ± 1.9 Ma を与える、青山高原地域のモナズ石 [5] も昇温変成期に角閃岩相程度で形成されたと考えることができる。ジルコンとの成長時期の違いを用いることで、青山高原地域の角閃岩相以上の高温継続時間は 3.5 Ma 程度と見積もられる。

[1] Kawakami (2001) JMG 19, 61-75. [2] Cesare et al. (2003) CMP 146, 28-43. [3] Bea et al. (2006) Can Min 44, 693-714. [4] Rubatto et al. (2001) CMP 140, 458-468. [5] Kawakami & Suzuki (2011) Island Arc, 20, 439-453.

キーワード: ジルコン, ガラス包有物, ミグマタイト, LA-ICP-MS, 部分熔融

Keywords: zircon, glass inclusion, migmatite, LA-ICP-MS, partial melting