

東南極ナピア岩体の超高温グラニュライトに含まれる CO₂ に富む流体包有物と温度圧力履歴

CO₂-rich fluid inclusions in ultrahigh-temperature granulites from the Napier Complex, East Antarctica: implications for P-T paths

角替 敏昭[1], M SANTOSH[2], 小山内 康人[3], 豊島 剛志[4], 大和田 正明[5], 外田 智千[6]

Toshiaki Tsunogae[1], M SANTOSH[2], Yasuhiro Osanai[3], Tsuyoshi Toyoshima[4], Masaaki Owada[5], Tomokazu Hokada[6]

[1] 筑波大・地球, [2] 高知大・理・自然環境科学, [3] 岡山大・教育・地学, [4] 新潟大学・大学院自然科学, [5] 山口大・理・地球科学, [6] 科博

[1] Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, [2] Natural Environmental Sci., Kochi Univ, [3] Earth Sci., Okayama Univ., [4] Grad. Sch. Sci. & Tech., Niigata Univ., [5] Dept. Earth Sci., Yamaguchi Univ., [6] National Science Museum

東南極・ナピア岩体は、太古代末期（約 25 億年前）に主要な変成作用を被って形成された、超高温グラニュライトによって構成されている。ナピア岩体西部のアムンゼン湾地域は岩体の最高温部に相当し、ピーク変成温度は 1100°C を超えると考えられている。このような超高温変成作用の証拠として、サフィリン-石英、斜方輝石-珪線石-石英-ざくろ石、大隅石、変成ピジョン輝石、フッ素に富む黒雲母・パーガス閃石の存在などが報告されている。下部地殻において、大規模な部分熔融を起こさずに超高温変成岩を形成するためには、一般的に低い aH₂O のアクティビティー (aH₂O) 条件が不可欠である。グラニュライト中のドライな鉱物組み合わせやカルシウムメソパーサイトの存在から、ナピア岩体の流体組成について、aH₂O は低いと考えられてきた。しかし、超高温変成作用に関与した流体組成や、低い aH₂O 条件がもたらされた原因については今日までほとんど議論されていない。そこで本研究は、ナピア岩体の超高温変成作用に関与した流体組成を明らかにするため、アムンゼン湾のトナー島およびバント島に産する超高温グラニュライト中の流体包有物を解析し、トラップされている流体の組成と密度を推定した。また、これらデータをもとに両地域の温度圧力履歴の比較を行った。トナー島、バント島ともに、顕著な縞状構造を呈するグラニュライトによって構成されている。過去の岩石学的研究によると、トナー島からは反時計回りの、バント島からは時計回りの温度圧力履歴を支持する鉱物反応が確認されている。

鏡下における流体包有物の産状および形状観察の結果、流体包有物は一次包有物と擬二次包有物に分類される。一次包有物は、鉱物中に 30~50 個の包有物がクラスターを形成しているものであり、トナー島ではサフィリングラニュライトのサフィリンと石英中、ざくろ石片麻岩のざくろ石中にみられる。一方、バント島では大隅石グラニュライトのざくろ石と石英中にみられる。これら一次包有物は初生包有物と考えられ、鉱物成長時にトラップした流体を保持している。擬二次包有物は、ホスト鉱物成長後に形成された割れ目を充填しているタイプの包有物である。ただし、流体包有物の列は鉱物境界をまたいで存在しないことから、これらは変成作用末期に形成された二次包有物とは全く異なる。本研究では両地域にみられる一次包有物のみに注目し、流体包有物の比較検討を行った。

冷却実験の結果、トナー島の流体包有物は -56.6°C 付近で溶融し、ほぼ純粋な CO₂ 包有物である。また、溶融温度はホスト鉱物に依存せず、1つのサンプルを通じてほぼ一定である。一方、バント島の流体包有物の溶融温度は、トナー島のものに比べて約 1°C 低い。これは窒素、メタンなどの溶融温度が低い流体の混入が考えられる。加熱実験の結果、測定した包有物はすべて液相へと均質化し、その温度は -35.4°C から +1.1°C であった。

トナー島のざくろ石、サフィリン中の CO₂ 包有物から計算された流体密度は 0.96-1.03 g/cm³ であり、トラップされた温度圧力条件は、トナー島のピーク変成条件（約 1100°C, 6-9 kbar）と一致する。一方、石英中の初生包有物の密度はさらに高く、1.05-1.07 g/cm³ である。一般に石英は他の鉱物に比べて変形しやすく、後退変成作用において流体密度が変化する可能性が高い。つまり本結果から、トナー島の石英中の高密度包有物はピーク変成作用よりも高压あるいは低温条件を記録していると考えられる。これはトナー島で確認されている等圧冷却パスと一致し、トナー島の反時計回りの温度圧力履歴を支持する。一方、バント島のざくろ石中の CO₂ 包有物から得られた密度は 1.06-1.08 g/cm³ と高密度であり、ピーク変成条件（T: 1034°C 以上, P: 9.78 kbar 以下）と一致する。逆に、石英中の包有物密度は非常に低く、0.93-0.95 g/cm³ である。つまり石英中の包有物は、ピーク変成作用よりも低压条件の記録を残している。これはバント島で確認されている等温減圧パスと一致し、バント島の時計回りの温度圧力履歴を支持する。

以上のように、ナピア岩体のピーク変成作用において、CO₂ に富む流体が大きな役割を果たしたことが考えられる。つまり、ナピア岩体の広範囲において CO₂ に富む流体が浸透し、aH₂O の低下によりドライな変成作用をもたらした可能性が高い。また、流体包有物のホスト鉱物の種類、流体組成、密度を決定することにより、変成岩の温度圧力履歴のスタイル（時計回り、または反時計回り）を推定することが可能である。