

東南極ナピア岩体トナー島の太古代超高温グラニュライトに含まれる CO₂ に富む流体包有物

CO₂-rich fluid inclusions in ultrahigh-temperature granulite from Tonagh Island in the Archean Napier Complex, East Antarctica

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], 宮野 敬[7]

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

[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] 極地研, [7] 筑波大・地球科学

[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] NIPR

東南極・ナピア岩体の太古代超高温変成作用に関連した流体組成を明らかにするため、トナー島に産するグラニュライト中の流体包有物の組成と密度を推定した。産状から多くの流体包有物は擬二次包有物であり、鉱物成長後であるがピークに近いステージにおいてトラップされたと考えられる。流体包有物はほぼ純粋な CO₂ であり、密度は 0.9~1.1 g/cm³ と高い。推定されたアイソコアは、1100 °C において 6~9 kbar であった。これはトナー島の反時計回りの P-T パスにおけるピーク変成条件と一致する。つまり CO₂ に富む流体の浸透によって生じたドライな条件によって、超高温変成作用がもたらされたと考えられる。

東南極・ナピア岩体は、太古代末期（約 25 億年前）に形成された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 H₂O 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ックな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、今まで漠然と aH₂O は低いと考えられてきた。しかし、超高温変成作用に関連した流体組成の推定や、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連した流体組成を明らかにするため、アムンゼン湾中央部のトナー島に産するグラニュライトの流体包有物を分析し、トラップされている流体の組成と密度を推定した。トナー島は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、主な岩相は石英長石質斜方輝石片麻岩、ざくろ石片麻岩、苦鉄質~超苦鉄質グラニュライト、ざくろ石-斜方輝石片麻岩、磁鉄鉱-石英片麻岩などである。流体包有物はトナー島のほとんど全てのグラニュライト中にみられるが、その大きさ、産状、数は岩相およびサンプルによって大きく異なる。本研究では、流体包有物を比較的多く含む 4 つのサンプル（ざくろ石片麻岩、サフィリンを含むざくろ石片麻岩、ざくろ石-斜方輝石片麻岩、磁鉄鉱-石英片麻岩）について、流体包有物の冷却・加熱実験を行った。

顕微鏡による流体包有物の産状および形状観察の結果、多くの流体包有物は擬二次包有物であり、ホスト鉱物成長後に形成された割れ目を充填している。ただし、流体包有物の列は鉱物境界をまたがって存在しない。つまり、これらは変成作用末期に形成された二次包有物ではない。また、石英やざくろ石中に 30~50 個の包有物がクラスターを形成している場合もある。したがって、流体包有物のトラップされた時期は、鉱物成長後であるが超高温変成作用に近いステージと考えられる。

冷却・加熱実験は、石英、ざくろ石、斜方輝石中の流体包有物について行った。冷却実験の結果、ほとんどの流体包有物は -56.6 °C 付近で熔融し、ほぼ純粋な CO₂ 包有物である。また、熔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。なお、磁鉄鉱-石英片麻岩中の包有物は約 1 °C 低い。これは窒素、メタンなどの熔融温度が低い流体の混入が考えられる。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 である。磁鉄鉱-石英片麻岩をのぞく 3 サンプルより計算された密度は 0.9~1.1 g/cm³ と高く、トラップされている流体が極めて高密度の CO₂ 包有物であることを意味している。これら密度をもとに推定したアイソコアは、1100 °C において 6~9 kbar であった。これはトナー島の反時計回りの P-T パスにおけるピーク変成条件と一致する。

以上のような流体包有物の産状観察および密度決定の結果、トナー島のピーク変成作用時に CO₂ に富む流体の浸透が起こったと考えられる。その結果として aH₂O が相対的に低下し、ドライな条件によって >1100 °C の超高温

温変成作用がもたらされた。このような CO₂ に富む流体の浸透は、他の Gondwana 大陸の断片であるインドやスリランカからも報告されている。本研究の結果から、CO₂ に富んだ流体の浸透が、ナピア岩体の超高温変成岩類の形成に対して大きな役割を果たしていることが考えられる。