

斜長石の水素含有量分析：島弧深部の玄武岩マグマは水に富む

Water-rich island arc basalt magma inferred from high hydrogen content in anorthite-rich plagioclase

浜田 盛久 [1]; 川本 竜彦 [1]; 藤井 敏嗣 [2]

Morihisa Hamada[1]; Tatsuhiko Kawamoto[1]; Toshitsugu Fujii[2]

[1] 京大・理・地球熱学; [2] 東大・地震研

[1] Inst. for Geothermal Sciences, Kyoto Univ.; [2] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

<http://www.vgs.kyoto-u.ac.jp/japan/memberj/hamadaj.htm>

研究の背景

沈み込んだスラブ起源の水は、島弧マグマの発生、分化や噴火のプロセスに大きく影響し、最終的にはマグマからの脱ガスにより大気中へと放出される。この脱ガスは、地球内部から表層部へ水を輸送する最も主要なメカニズムであるが、その定量化には不確定性が大きい。その一例として、島弧の火山フロントに噴出している玄武岩中に観察される、アノサイト成分に富む斜長石（組成は約 An_{90} ）の成因を巡る議論を挙げることができる。斜長石斑晶中のメルト包有物の含水量は2重量%以下である (Hamada and Fujii, 2007 *Geochem. J.*)。一方、実験岩石学の知見からは、斜長石のアノサイト成分量は、メルトの含水量と正の相関があることが知られており、 An_{90} の斜長石を晶出させるためには、少なくとも3重量%の水に富むマグマが必要である (Sisson and Grove, 1993 *Contrib. Mineral. Petrol.*; Takagi et al., 2005 *Contrib. Mineral. Petrol.*; Hamada and Fujii, 2007 *Geochem. J.*)。メルト包有物の含水量が低い理由として、マグマの減圧時に斑晶にクラックが生じて水（揮発性成分）が逃げ出した可能性が考えられている。このように、メルト包有物の分析値に基づき、脱ガス以前のマグマの含水量を推定することには困難が伴う。

研究の目的と概要

無水鉱物中には、微量であるが水素が含まれており、マグマの含水量の指標として用いることができる。本研究では、斜長石の水素含有量を分析することにより、島弧深部の玄武岩マグマの含水量に制約を与えることを試みた。

分析には、伊豆大島火山の1986年噴火と1987年噴火のスコリアから得られた斜長石を用いた。1986年噴火は新鮮なマグマの上昇・発泡に伴う噴火であったのに対し、1987年噴火は火口部の溶岩湖が火道中のガスによって吹き飛ばされた噴火であった。水素含有物を比較するため、中央海嶺玄武岩（ MgO 含有量は約7.5重量%）から得られた斜長石も分析した。この組成の中央海嶺玄武岩は、メルトに約0.3重量%の水を含む (Danyushevsky et al., 2000 *J. Petrol.*)。

光学的に異方性がある斜長石の水素含有量は、赤外顕微鏡に赤外偏光子 (CaF_2) を装着し、振動方向が互いに直交する任意の3方向に偏光させた赤外光の吸収スペクトルを得ることにより近似的に定量し、 H_2O 量 (ppm) に換算した (Johnson and Rossman, 2003 *Am. Mineral.*)。

結果

伊豆大島火山の斜長石は、 An_{80} から An_{94} までの組成を示した。水素含有量は、50~300 ppm H_2O という幅広い値を示し、斜長石組成との正の相関がある。約300 ppm H_2O の水素含有量は1986年噴火の噴出物のみに、約50 ppm H_2O の水素含有量は、1987年噴火の噴出物のみに認められた。一方、中央海嶺玄武岩の斜長石は、 An_{81} から An_{87} までの組成を示し、水素含有量は20~50 ppm H_2O であった。

議論

メルトの含水量が1.0~4.6重量%の範囲において、Johnson (2005 *Geochim. Cosmochim. Acta*) は、斜長石-メルト間の水素の分配係数を0.004と見積もった。この値を用いると、300 ppm H_2O の水素を含有する斜長石は、7.5重量%の水を含むメルトと平衡共存する。これは、地震学的に推定される伊豆大島火山の主マグマ溜まり（深度8~10 km）での飽和含水量（~6重量%）に相当する高含水量で、アノサイト成分に富む斜長石を実験によって晶出させるために必要な含水量とも誤差の範囲で一致する。このことから伊豆大島火山1986年噴火直前のマグマ溜まりでは、玄武岩マグマは飽和するほどに水に富んでいたと考えられる。そして、噴火時のマグマ上昇の時間スケールは、斜長石斑晶中の水素が周囲の脱ガスしたマグマと再平衡化するよりも十分に短かった（数時間以内）ため、斜長石は高い水素含有量を保持したまま噴出したのであろう。

メルトの含水量が1.0重量%よりも低い、低含水量のマグマにおいて、Johnson (2005) の分配係数が成立するかどうかは、定かではない。そこで、伊豆大島火山1987年噴火直前に斜長石が共存していたメルトの含水量は、次の方法で見積もった。伊豆大島火山1987年噴火の斜長石の水素含有量の最低値は、中央海嶺玄武岩の斜長石の水素含有量とほぼ等しいので、前者は約0.3重量%の含水量のメルトと水素に関して再平衡化していたと考えられる。0.3重量%の含水量は、1~数気圧の圧力下での水の溶解度に相当するので、伊豆大島火山1987年噴火が、火口部の溶岩湖が吹き飛ばされた噴火であったという観測事実と整合的である。

伊豆大島火山に代表される島弧玄武岩中の斜長石の水素含有量の分析結果より、島弧深部の玄武岩マグマは飽和するほどに水に富む可能性が示された。これは、島弧において過剰脱ガスが起こっている事を支持する。今後、グローバル

な水の循環を定量化するには、この効果も考慮する必要がある。