

フェルシクマグマへ注入する“隠れ玄武岩マグマ”- イオウに富む発泡したマフィックマグマの存在

Hidden basalt magma intruding into felsic chambers - Sulfur-rich, boiling magma

山口 佳昭 [1]

Yoshiaki Yamaguchi[1]

[1] 信州大・理・地質

[1] Department of Geology, Shinshu Univ.

1. はじめに

最近、斑晶メルト包有物の研究から、東北日本沈み込み帯の火山フロントに供給される玄武岩マグマが初生的に高い含水量を有する可能性が見出されてきた(太田・山口, 2005, 大田ほか, 2006)。これらの玄武岩マグマは、一般に、火山体の下のマグマ溜まりへ注入してフェルシクマグマと混合し、安山岩-デイサイト組成の噴出物を生じるので、地表へ直接に噴出することがない。このマグマについて、ここでは、“隠れた玄武岩”(大田ほか, 2006)または“隠れ玄武岩マグマ”と呼んで記述する。これまでの予察的な報告(太田・山口, 2005, 大田ほか, 2006)を基にして、南西北海道-東北-関東-中部地方の火山フロントに沿う火山の代表的なスコリアや軽石の斑晶メルト包有物から得られる情報を紹介する。

2. 斑晶の起源と角閃石の出現

これらのフロント火山は、共通して、地下にマグマ混合システムをそなえている。だから、マグマ混合における斑晶の起源を識別することが重要である。主要な斑晶である斜長石、斜方輝石、単斜輝石、磁鉄鉱は地殻起源のフェルシクマグマの中で成長し、フェルシクメルトを捕獲しており、互いにこれらの鉱物を捕獲し合っている。一方、これらの試料には、わずかにカンラン石斑晶が伴われるが、多くの場合に見過ごされてきた場合が多い。カンラン石はマントル起源のマフィックマグマの中で生じて、玄武岩質のメルトを捕獲している。そして、Crに富むスピネル、灰長石、Mgに富む斜方輝石、Alに富む単斜輝石などの、島弧の玄武岩マグマのリキダス相に近い鉱物を捕獲している。このマフィックメルトには、大抵の場合に(樽前、クッタラ、有珠、岩手、那須、草津白根、浅間)、角閃石が成長している。角閃石は急冷されて生じた樹枝状結晶として、またはスピネルや輝石とともに成長した娘結晶として産し、マフィックメルトが角閃石を生じるのに必要な含水量をもつことが示された。

Sakuyama (1977, 1979) が示したように、早期の含水ケイ酸塩鉱物の斑晶は見出されない。時期にかかわらず角閃石の斑晶は見られない。斑晶は斜長石、輝石および磁鉄鉱など、すべて無水鉱物である。こうして見ると、30年前に Sakuyama は地殻起源のフェルシクマグマの斑晶を観察して議論したと思える。

3. マフィックメルトが発泡していた証拠

斑晶が成長する時にマグマがすでに発泡していると、メルトとともにバブルも捕獲される(不均質捕獲)。この場合、メルトは、1) 複数個のバブルをもつ、2) バブルサイズ/メルトサイズの比がメルト毎に不規則である、3) ホスト斑晶の外側へ通じている砂時計状の形をつくる(Anderson, 1991)などの特徴を示す(Lowenstern, 1995; Frezzotti, 2001)。こうしたメルト包有物の産状は、カンラン石斑晶が成長する時にマグマが発泡していた十分な証拠である。南西北海道から中部地方の火山フロントの、樽前、クッタラ、有珠、岩手、那須、草津白根、浅間、北八ヶ岳、箱根、富士、小室山のスコリア・軽石のカンラン石に捕獲されたメルトでは、そのほとんどが不均質捕獲された。

4. 高いイオウ、水の含有量を記録するメルト

斜長石や輝石斑晶に捕獲されたフェルシクメルトではイオウ濃度が低く、せいぜい数 100 ppm 程度である。これに対して、カンラン石が捕獲するマフィックメルトではイオウ濃度が高く、浅間火山の軽石では 3,500 ppm を超えることがある。しかし、一般には、マフィックマグマは発泡していたのですでに揮発性成分が失われており、多くは 2,000 ppm 前後または以下であり、顕微 FT-IR 分析による含水量は低い(0~2wt%)。これらのメルトは初生マグマの揮発性成分を保持しているとは期待できない。

しかし、まれに見られる、未分化でイオウ濃度が高いメルト包有物にはより初生的な揮発成分濃度が保持されていると期待される。浅間火山 2004 年噴火のスコリアのカンラン石が捕獲した比較的未分化なマフィックメルトの SIMS 分析(宮城磯治氏、産総研)により、4 wt% を超える含水量が見出された(大田ほか, 2007)。浅間火山のマグマシステムの 5~6 km の深さにあるマフィックマグマ溜まりで(Aramaki and Takahashi, 1992)、含水量 4~5wt% のマグマが飽和して発泡していたと考えられる。

5. 島弧のイオウと水に富む初生玄武岩マグマ

フロントの火山のマフィックメルトメルト包有物は不均質捕獲されていて、激しく発泡していたものが多い。だから、浅間火山で得られたよりもっと高い含水量が期待される。一方、同時に、こうした玄武岩マグマは、深成岩体においても、火山活動と同時期(1~2Ma)の若い花崗岩マグマ溜まりの下底へ注入して水に富むマフィック包有岩を形成している(Harayama et al., 2003; Wada et al., 2004)。これから得られる情報も重要である。