

含水マグマの融解実験 - 斜長石-メルト間の Ca-Na 分配に対する水の効果 -

Melting experiments of hydrous magma-effect of water on the Ca-Na partitioning between plagioclase and melt-

浜田 盛久[1], 藤井 敏嗣[1]

Morihisa Hamada[1], Toshitsugu Fujii[2]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. of Tokyo, [2] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

1 研究の背景と目的

島弧ソレライトには、Ca に富む斜長石斑晶(組成は約 An90)が特徴的に観察される。斑晶にはゾーニングがほとんどなく、比較的一様にカルシックな組成をしている。この Ca に富む斜長石斑晶の成因については、まだ岩石学的な定説がないが、

- ・ 水の効果により同一組成のマグマから、より Ca に富む斜長石が晶出する
- ・ Ca に富む別のマグマから Ca に富む斜長石が晶出する

可能性が考えられる。水の効果により晶出する斜長石の組成が Ca に富む事が知られているが、島弧ソレライトのような低アルカリの岩石ではまだ実験的研究が少なく、水の役割が十分に理解されていない。

本研究では、斜長石斑晶の成因解明に向け、斜長石組成とマグマ含水量との関係を調べるために、典型的な島弧ソレライトである伊豆大島玄武岩に水を加えた融解実験を行った。また、斜長石-メルト間の元素分配に関する熱力学的研究(MELTS プログラム: Ghiorso and Sack, 1995; 斜長石水分量計: Housh and Luhr, 1991)と本研究で得られた実験結果との整合性の検討も行った。

2 融解した試料

伊豆大島火山の中でも比較的未分化で、液組成を代表すると考えられるポーリングコア試料 MA44 (Ca/Na ~ 3, Mg# = 44.6)と、元々のマグマ組成が晶出する斜長石組成に与える効果を調べるため、斑晶質の試料 MA43 (CaO/Na₂O ~ 4, Mg# = 49.5)の2種類を準備した。

3 圧力と酸素雰囲気条件

地震学的研究(Mikada et al., 1994)により、伊豆大島火山のマグマ溜まりは地下 10km(約 2.5kbar)と推定されている。また、酸素雰囲気は、島弧火山の代表的な酸素雰囲気である Ni-Ni バッファーと見積もり、内熱式ガス圧装置でこれらの条件を再現し実験を行った。試料は 24 時間以上、同一条件下に保持し、実験終了後、急冷落下させ回収した。

4 実験結果

試料 MA43、試料 MA44 とともに、マグマ中の含水量の増加に伴い、リキダス温度が低下した。斜長石成分に富む試料 MA43 は含水量が増加しても斜長石が第一リキダス相であったが、斜長石-普通輝石のコテクチック線上に近い組成である試料 MA44 は、含水量の増加とともに、第一リキダス相が斜長石から、より重合度の低い普通輝石へと変わった。マグマの熱力学的モデルで結晶作用を予測できる MELTS プログラム(Ghiorso and Sack, 1995)の計算結果で得られた斜長石の晶出温度と比較したが、MELTS プログラムによる計算結果では、実際よりも斜長石の晶出温度が低く見積もられ、含水量と斜長石晶出温度が正しく予測されていない。

しかしながら、MELTS プログラムによるメルト中の含水量と、メルト-斜長石間の Ca-Na 分配との関係の再現性は非常によく、温度とは独立にユニークな関係が成立する(図)。これに基づくと、Ca/Na = 4 である MA43 や、Ca/Na = 3 である MA43 からから An90 (= Ca/Na = 9)を晶出するためには、メルト中に水が 3 wt.%以上は必要であることがわかる。

5 2.5kbar 含水融解実験のまとめ

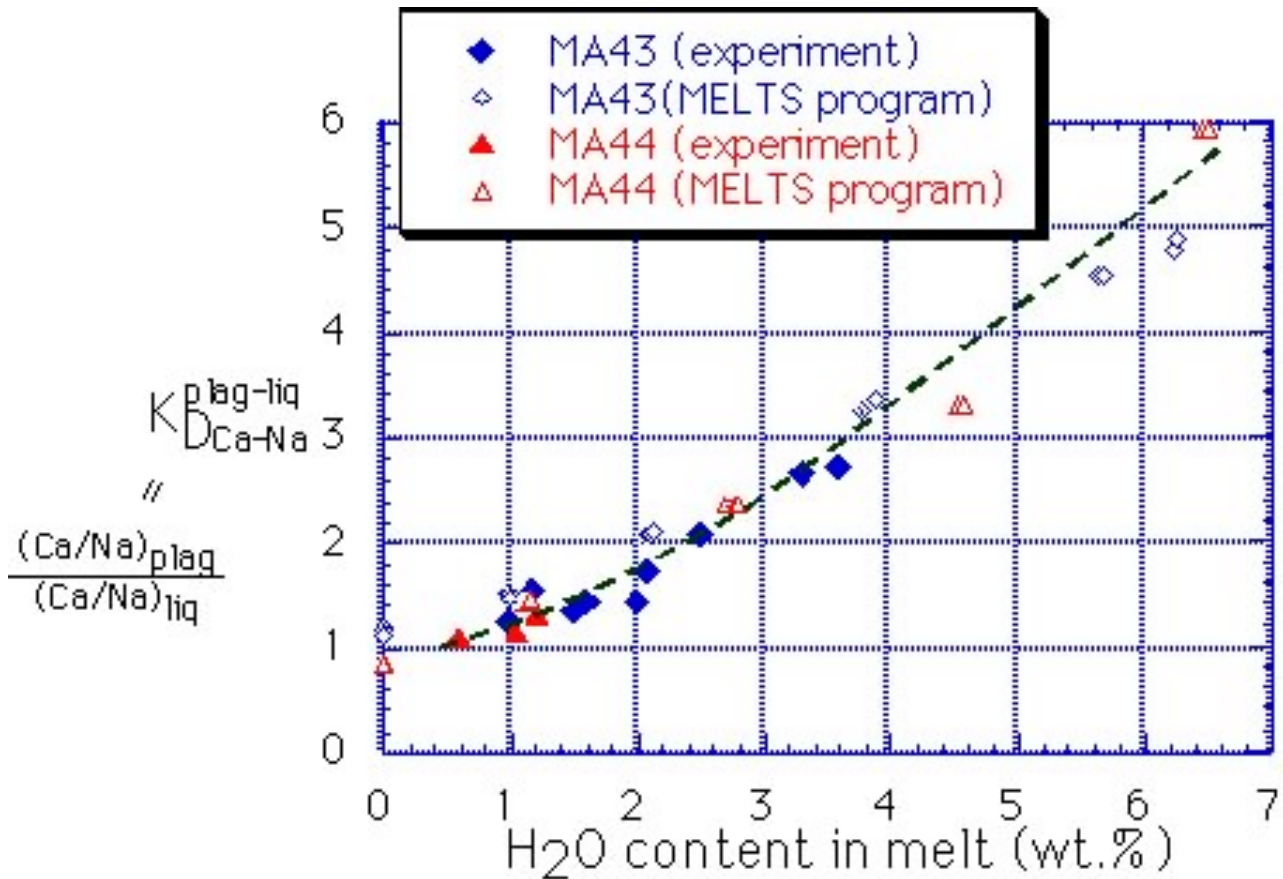
比較的未分化な伊豆大島玄武岩から、3wt.%以上の水の効果により Ca に富む斜長石を晶出できることがわかった。しかし、島弧ソレライトに 3wt.%以上もの水が含まれた証拠がないことに加え、水の効果により斜長石の晶出温度が、輝石温度計から独立に推定されるマグマ温度(1100 以上)より著しく低下するなど、矛盾点もある。従って、Ca に富む斜長石は、異なる未知のマグマから晶出した可能性もある。

6 従来の熱力学的研究との比較・検討

Housh and Luhr (1991)の斜長石水分量計は、実験的研究に基づいて共存する斜長石とメルトの組成からメ

ルト中の含水量を見積もることができる。斜長石端成分である albite と anorthite についてそれぞれ、メルト成分との反応を考える。含水メルトの記述は、Ghiorso et al. (1983)に基づいている。水もメルト成分に含む形でそれぞれの成分の活動度が定義されているため、メルトの水分量計として広く使われている。

反応の平衡定数はまた絶対温度の逆数に比例するので、実験から得られた平衡定数は無水・含水を問わず絶対温度の逆数に対して一本の直線を描くはずである。しかし、本研究で行った水に不飽和な条件での実験や、文献から得られた無水の実験結果は、Housh and Luhr (1991)の斜長石水分量計を定式化する際に用いられた 1000 以下の低温領域の実験結果の回帰直線とは別の直線に乗る。このことは、Ghiorso et al. (1983)に基づく含水メルトの熱力学的記述が不十分である事を示している可能性が高い。



(図) メルト含水量と、メルト-斜長石間のCa/Na分配の関係