

# カンラン石-メルト間の Ca 分配の含水量依存性：島弧マグマの含水量推定への応用

## Effect of water content on Ca partitioning between olivine and silicate liquid

# 菅原 透[1]

# Toru Sugawara[1]

[1] 学習院大・理

[1] Dept. Chem., Gakushuin Univ.

火山岩に含まれるカンラン石斑晶は一般に 0.1-0.6 wt%程度の CaO を含み、特に島弧に産するカンラン石斑晶の場合は常に 0.25 wt%以下であり、CaO 含有量が少ないことで特徴づけられる(菅原, 2002 合同大会)。Low-Ca カンラン石斑晶の成因を明らかにする目的で、これまでに行われた玄武岩～安山岩組成領域での無水系(411 データ,  $T=1055-1520$ ,  $P=1\text{bar}-30\text{kbar}$ )および含水系(77 データ,  $T=940-1290$ ,  $P=517\text{bar}-20\text{kbar}$ )の実験データに基づいて元素分配関係の含水量依存性を検討した。その結果、温度と圧力が一定のときのカンラン石-メルト間の Mg, Fe, Mn, Ca 分配係数はいずれも含水量の増加で減少し、Ca 分配係数( $D(\text{CaO})$ )の含水量依存性は他と比較して特に大きいことが判明した。つまり、島弧に普遍的に観察される low-Ca カンラン石斑晶は H<sub>2</sub>O に富むマグマから晶出している可能性が高い。

固体の融解反応のエントロピー変化と体積変化はいずれも正であるため、一般に元素の分配係数は温度の増加で減少し圧力の増加で増加する。シリケートメルトの飽和含水量は圧力の増加で増加する。そのため H<sub>2</sub>O に飽和しているマグマの場合、温度が一定のときの  $D(\text{CaO})$  は H<sub>2</sub>O の増加による分配係数の減少と圧力の増加による分配係数の増加という相反する二つの要因のバランスで決まることになる。一般にシリケートメルトの飽和含水量の圧力依存性( $dX_{\text{H}_2\text{O}}/dP$ )は低圧ほど大きく、圧力の増加に従い含水量変化率は小さくなる。マグマ溜まりの圧力(~5kbar)では、 $D(\text{CaO})$ への圧力依存性よりも含水量依存性の寄与の方が大きく、分配関係を含水量計として応用することができる。実験データの数が不十分であるために現段階では厳密な熱力学的解析を行うことはできない。本研究ではこれまでに報告されている実験データを参照し、予察的考察として CaMgSiO<sub>4</sub> の成分の固-液間の平衡定数を温度、圧力、含水量の関数として定式化した簡便な含水量計を作成した。

マグマにおけるカンラン石の飽和温度はシリケートメルトの MgO 量と圧力に強く依存する(Sugawara, 2000)。この関係を含水系分配データに基づいて拡張した。この関係式を上記の Ca 分配に基づく含水量計と組み合わせることで、カンラン石とシリケートメルトの組成から、任意の圧力における温度-含水量の関係を知ることができる。この方法を岩手火山、薬師岳溶岩(olivine CaO=0.14 wt%)に応用したところ、1100 以下、H<sub>2</sub>O=5 wt%以上と推定された。この含水量は実験的に決定された An=90 の斜長石が晶出するために必要な条件、すなわち  $P=3\text{kbar}$  で H<sub>2</sub>O に飽和(H<sub>2</sub>O=5wt%) (高木・佐藤, 2002 火山学会)という条件とよく一致する。また三宅島火山、1962 年噴出物(宮坂・中川, 1998)の玄武岩マグマ(olivine CaO=0.22 wt%)は輝石温度計から予測される温度である 1100 において H<sub>2</sub>O=3±1 wt%と予測された。

島弧火山に産する An 成分に富む斜長石斑晶は、Al/Si および Ca/Na 比の大きなメルトからも晶出し得るため、An に富む斜長石の存在は必ずしもマグマが H<sub>2</sub>O に富んでいたことの証拠にはならないとされている(Panjasawatwong et al., 1995)。しかし、カンラン石-メルト間の Ca 分配係数が含水系で減少することと low-Ca カンラン石斑晶が島弧に普遍的に産することを考慮すれば、An-rich 斜長石と low-Ca カンラン石は H<sub>2</sub>O=3-5wt% の条件下で cotectic にあった可能性が高いと考えられる。