

地熱系におけるマグマ溜り脱ガス過程の数値的検討

Numerical Study on Degassing of Magma Chamber in Geothermal System

松本 光央 [1]; 江原 幸雄 [2]

Mitsuo Matsumoto[1]; Sachio Ehara[2]

[1] 九大院・工; [2] 九大院・工・地球資源

[1] none; [2] Earth Resources Eng., Kyushu Univ.

日本あるいは世界の各地には温泉や噴気、熱水変質といった兆候が見られる地熱地帯の存在が知られており、日本国内では合計出力 535.25MW (2003 年現在 [4]) の地熱発電によってそのエネルギーが利用されている。このような開発の観点から、あるいは地熱地帯の地下構造を解明しようとする科学的な観点から、地熱系における流体流動の数値シミュレーションがしばしば行われている。今日では熱水及び蒸気からなる気液二相流の、三次元・非定常モデルの計算が主流であるが、その対象とするところは地層中のみに限られている。一般に、地熱系発達の根源的なエネルギー源として、地下数 km 程度の深さにマグマ溜りの存在が推定されている。時には、そのマグマ溜りからも一定量の流体 (マグマ性流体) が浅部の熱水系に供給される事が知られているが、現行のシミュレーション手法においては、一定割合の流体をモデル対象領域の底部から人為的に注入する事に対応せざるを得ない。浅部熱水系と深部熱源とからなる地熱系を包括的に捉え、それがマグマ溜りの形成に端を発して発達する過程を数万年以上のタイムスケールで議論するには、熱水系における流体流動の数値モデルに加え、熱源としてのマグマ溜りの冷却プロセスを数値的にモデル化する必要がある。

深部熱源の冷却形態に関する二つの例を挙げる。岩手県・葛根田に存在する地熱系においては、熱水系下の熱源から伝導的に熱が供給されている事が掘削によって確認されている [3]。一方で活発な噴気活動を続けている大分県・九重硫黄山においては、熱収支モデルおよび水素・酸素同位体比の分析結果に基づいた熱水系の数値モデルにより、その噴気に含まれる流体中の約 75% が深部マグマ溜りから供給されていることが推定された [1]。前者の例ではマグマ溜りを高温固体として扱い、マグマ溜りの冷却が伝導的に進行するとの仮定のもとに地熱系の発達を議論する事が可能である [2]。しかし後者の場合では、マグマ溜りにおいて活発な脱ガスが進行していると考えられ、熱伝導の問題として扱う事は受け入れ難い。

本講演では、脱ガスを伴うマグマ溜り冷却プロセスの数値モデル化に関する取り組みについて報告する。冷却が進行するマグマ溜り内部における、マグマの自然対流、結晶化およびマグマに溶解した揮発成分の離溶を表現する支配方程式を設定し、それを数値的に解析する。特に揮発成分の離溶に関しては、Toramaru [5] によって示されたモデルに基づき、液相中における気泡の核形成・成長の問題として詳細に扱う。

[1] 江原幸雄 (1990): 「活動的な噴気地域下の熱過程と火山エネルギー抽出可能性の検討 - 九重硫黄山の例 - 」, 日本地熱学会誌, 第 12 巻, 第 1 号, 49 頁 ~ 61 頁 .

[2] 江原幸雄, 他 (2001): 「熱源の伝導的冷却に伴って発達する熱水系 - 葛根田地熱系の例 - 」, 日本地熱学会誌, 第 23 巻, 第 1 号, 11 頁 ~ 23 頁 .

[3] H. Muraoka, et al. (1998): 'Deep Geothermal Resources Survey Program: Igneous, Metamorphic and Hydrothermal Processes in a Well Encountering 500 °C at 3729 m Depth, Kakkonda, Japan,' Geothermics, Vol. 27, No. 5/6, pp. 507-534.

[4] 日本地熱学会ホームページ: <http://wwwsoc.nii.ac.jp/grsj/>

[5] A. Toramaru (1995): 'Numerical Study of Nucleation and Growth of Bubbles in Viscous Magmas,' J. Geophys. Res., Vol. 100, No. B2, pp. 1913-1931.