

研究題目 マグマのレオロジーと火山性地震の発生機構
Magma Rheology and Source Mechanism of Volcanic Earthquake

氏名 後藤章夫
Akio Goto

所属 東北大学 東北アジア研究センター
Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University

受入教官 基礎宇宙化学部門 中村栄三

雲仙普賢岳では山頂部で発生する地震が多数観測されており、P波初動の極性からそれらは山体または溶岩ドーム内における微小破壊であると推定されている(清水他, 1992)。しかしながらドームの運動は粘性流体的であり(例えば須藤他, 1993)、固体の破壊に起因する地震が流体中で起きていたのか疑問である。

近年、普通は Newton 流体とされる、結晶や気泡を含まない珪酸塩メルトであっても、ひずみ速度が十分に大きい時には破壊に至ることが報告されている(例えば Webb and Dingwell, 1990)。破壊が起こるひずみ速度は、低ひずみ速度下での Newton 粘性に反比例する。火道中の溶岩内に十分大きなひずみ速度が存在していたなら、未固結溶岩の破壊による地震が起こっていた可能性がある。そこでドーム溶岩の石基ガラスと同じ組成をもつ試料の粘性係数を測定し、その可能性を考察した。

珪酸塩メルトを Maxwell モデルで近似した場合の緩和時間 τ は $\tau = \eta_s / G$ で与えられる。但し η_s はずり粘性係数(Pa s)、 G は剛性率(Pa)である。 G は試料の温度や成分によらず一定(? 25GPa)なので、 τ は η_s によって決まる。メルト内のずりひずみ速度 $\dot{\gamma}$ とひずみ緩和率 ($=\tau^{-1}$) との比が $\tau^{-1} / \dot{\gamma} < 10^2$ になるとメルトは破断する (Webb and Dingwell, 1990)。従って火道内の溶岩の石基ガラスがこの条件を満たしていれば、そこで地震が発生し得たと考えることができる。

雲仙普賢岳の火道半径を 25m、溶岩の噴出率を $3 \times 10^5 \text{m}^3/\text{day}$ とし、火道内の溶岩の流れを Hagen-Poiseuille 流で近似すると、ひずみ速度が最も大きい火道内壁付近では、その大きさは $\log \dot{\gamma} = -3.55$ となる。溶岩内や、溶岩と火道内壁の間にすべりがなければ、火道内壁付近でのひずみ速度がこれより小さくなることはない。このとき粘性係数が 10^{12}Pa s より大きければ、火道内壁付近のひずみ速度はメルト破壊の条件を満たす。

ドーム溶岩の石基ガラスと同じ組成をもつ合成試料の粘性係数を測定したところ、およそ 830°C 以下では火道内壁付近でのメルト破壊条件を満たすことがわかった。実際の石基ガラスに含まれる 0.2? 0.7wt%の水の効果を考えると、Shaw(1972)のモデルからは一桁程度の粘性低下が期待され、この場合約 780°C 以下で破壊条件が満たされる。一方結晶の存在によって溶岩が Bingham 流体的に振る舞うなら、火道内の流れは栓流となり、火道内壁近くのひずみ速度は大きくなる。結晶が変形しないなら、流動は石基ガラス部分にのみ限られ、さらに大きなひずみ速度が期待される。

以上のことと、噴気の最高温度が約 800°C であることを考えると、少なくとも火口直下では、溶岩は“流動によって”破壊され、地震を起こしていた可能性がある。