

雲仙火山における地下水流動(3): 炭素同位体および土壌 CO₂ による考察Groundwater flow system of Unzen volcano (3): results from carbon isotopic composition of soil CO₂

高橋 浩[1], 風早 康平[2], 篠原 宏志[3], 中村 俊夫[4], 森川 徳敏[5], 稲村 明彦[3], 安原 正也[3]
Hiroshi Takahashi[1], Kohei Kazahaya[2], Hiroshi Shinohara[3], Toshio Nakamura[4], Noritoshi Morikawa[5], Akihiko Inamura[6], Masaya Yasuhara[7]

[1] 産総研・深部地質センター, [2] 産総研地調, [3] 産総研, [4] 名古屋大・年測セ, [5] 産総研・深部地質
[1] Res. Center for Deep Geol. Environ., GSJ, AIST, [2] Geol. Surv. Japan, AIST, [3] GSJ, AIST, [4] CCR, Nagoya Univ., [5] Deep Geol. Environ., AIST, [6] Geol. Surv. J., [7] Geol. Surv. J.

雲仙火山は別府-島原地溝帯の西端に位置する活火山である。噴火活動時期に火山ガスが大規模に火道壁を通じて山体へ散逸したという観測結果は得られておらず、ほとんどの揮発性物質は火道から放出されている。しかし、現在、土壌ガス中の CO₂ が非常に高い濃度を示す地点が観測されていることや、地下水の炭素同位体を用いた研究から島原半島の広範囲にマグマ性の炭素の混入が示されている (Ohsawa et al., 2002) ことから、マグマ性 CO₂ が上昇してくる何らかの経路が、火道以外にも存在すると考えられる。マグマ性 CO₂ は、上昇の過程で地下水へ溶解する成分とガス態のまま地上へと運ばれる成分があると考えられる。地下水に溶け込んでいた CO₂ が地表付近で遊離して土壌ガス供給されることから、土壌ガスを通して地下水に対するマグマ性 CO₂ の影響を推定することができると考えられる。また、土壌ガスは地下水よりも試料採取が可能な地点が豊富にあるため、密度の高い観測が期待できる。ただし、地下水層を突き抜けてガス態のまま上昇してくる成分は、地下水流動の影響を強く受けないため、地下水流動とは無関係に土壌ガスにマグマ性 CO₂ の寄与が認められることも考えられる。

一般的に土壌 CO₂ は、微生物による土壌有機物の分解や植物の根呼吸といった生物活動や大気からの CO₂ を起源としており、そこにマグマ性 CO₂ が混入していると考えて、3成分の同位体マスバランス (d14C・d13C を利用) により寄与の推定を行った。土壌ガス試料は2002年1月と2002年11月に島原半島のほぼ全域をカバーするように採取した。採取時には現地にて土壌ガス中の CO₂ と酸素濃度、地温、CO₂ フラックスを測定した。採取した土壌ガスから、真空ラインを用いて CO₂ を取りだし、d13C をガス型質量分析計 (MAT-252・Delta-Plus) により、一部の試料については d14C を加速器質量分析計により測定した。

島原半島における広域の土壌ガス調査と炭素同位体による解析により以下の結果を得た。

1. 土壌 CO₂ の濃度は雲仙地溝の内側で高いものであった。
2. CO₂ フラックスは、島原半島の外周 (沿岸沿い) で大きなものであった。
3. マグマ性 CO₂ の寄与は雲仙地溝の内側の東側で高い傾向があった。地溝内側の西方では特筆する顕著な増加は見られなかった。
4. マグマ性 CO₂ の濃度は雲仙地溝の内側で高く、地溝内側の西方であっても地溝の外側に比べて高い濃度を示した。
5. マグマ性 CO₂ のフラックスは雲仙地溝の内側で高かったが、地溝内側の西方よりも地溝外側の北方に高い地点が認められた。

大まかな傾向としては、地溝の内側でマグマ性 CO₂ の寄与や濃度、フラックスが高いものとなっているが、寄与率、濃度、フラックスのどれを指標とするかによって、細かな点で違いが見られる。どの指標を用いた場合でも雲仙地溝の内側東方で高い寄与等が認められる。特に半島を東西に分断するように走っている赤松谷断層の付近で大きい。このことから、この断層による破砕帯を通して深部からのマグマ性流体が上昇しているものと思われる。また、地溝の北側でもマグマ性 CO₂ の寄与が高い地点が認められるということは、地下水が上述したような破砕帯を横切った際にマグマ性流体の供給を受けた可能性も考えられる。島原半島の地質学的な特徴の一つに、東西に走る多くの断層の存在が挙げられる。もし、このような断層がマグマ性流体の供給経路となっているならば、東西方向よりもむしろ南北方向の探査を行うことで、マグマ性流体の寄与が高い地下水が存在する地点を見つけやすいのかもしれない。