

雲仙火山におけるマグマ起源二酸化炭素の浅層地下水系への逃散

Escape of magmatic carbon dioxide into shallow groundwater systems at Unzen volcano

大沢 信二[1], 風早 康平[2], 安原 正也[3], 河野 忠[4], 北岡 豪一[5]

Shinji Ohsawa[1], Kohei Kazahaya[2], Masaya Yasuhara[3], Tadashi Kono[4], Koichi Kitaoka[5]

[1] 京大・理, [2] 産総研地調, [3] 産総研, [4] 日本文理大・環研, [5] 京大・理・地球熱学研

[1] BGRL, [2] Geol. Surv. Japan, AIST, [3] Geol. Surv. J., [4] Nippon Bunri Univ, [5] Beppu Geothermal Res. Lab., Kyoto Univ.

<http://www.vgs.kyoto-u.ac.jp>

雲仙火山では 1990 年から 6 年あまりにわたって噴火活動が続き、山頂付近に溶岩ドームが形成された。その溶岩ドームが成長を続ける間に何千回にもおよぶ火砕流の発生を見たが、ここ数十年の間に起きた世界中のいくつかの火山噴火に比べると穏やかなものであったと言われている。雲仙火山のマグマの含水量・温度・圧力・化学組成は、同じ時期に大爆発を起こしたピナツボ火山や大規模な山体崩壊をとめない 1980 年に噴火したセントヘレンズ火山のそれとよく似ていたにもかかわらず、爆発の規模に大きな違いが生じた。この違いは、火道上昇中のマグマからの揮発性物質の脱ガス過程の違いによって生じたと考えられており、雲仙火山の噴火が非爆発的であったのは、マグマから発泡・分離したガスが火道側壁を通じて効率良く火山体内へ逃散したため、火道内での大規模なマグマ破碎が起こりにくかったのではないかと考えられている。

私たちは、マグマ中にもともと多量に含まれ、マグマが火道を上昇する途中でマグマから分離しやすいという性質をもつ二酸化炭素に着目し、火道側壁を通じて火山体内へ放出されるマグマ性ガスの行き先のひとつと予想される浅層地下水中にマグマ起源二酸化炭素の痕跡を見いだすべく、雲仙火山およびその周辺地域の湧泉・浅井戸から多数の地下水試料を採取して（1999 年と 2000 年）、溶存無機炭素（＝溶存全炭酸、以下では DIC と略記）の炭素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）と濃度（[DIC]）の測定を行った。また、湧泉については合わせて流量測定も行った。種々のデータ解析により以下のような結論が得られた。

1. 雲仙火山の浅層地下水の DIC の $\delta^{13}\text{C}$ は、-23‰から-3‰の広い範囲の値を取るが、-19‰～-16‰（62 試料中 25 試料）と-7‰～-4‰（62 試料中 12 試料）に測定値が集まる二山分布を示し、DIC には 2 つの供給源があることを示唆する。DIC 濃度も含めた解析（ $\delta^{13}\text{C}$ 対 1/[DIC] プロット）から、雲仙火山の浅層地下水の DIC は、土壌二酸化炭素を溶解した地下水（ $\delta^{13}\text{C} = \sim -23\text{‰}$ ）にマグマ起源の二酸化炭素（ $\delta^{13}\text{C} = \sim -4\text{‰}$ ）が様々な割合で付加したものとして説明され、中には DIC のほとんどがマグマ起源二酸化炭素からなるものもあることが判った。

2. マグマ性二酸化炭素の混入率の高い浅層地下水（70%程度以上）は、雲仙地溝東半部の低地部に集中しており、特に地溝北縁の千々石断層付近と地溝中央部を東西に走る赤松谷断層付近に分布する傾向がある。前者は今回の噴火にともなって湧水量に顕著な変化が見られた地域であり、後者は高い He 同位体比を示す遊離ガスを伴う鉱泉や炭酸泉群の存在が予てから知られていた地域である。これらの断層は今回の噴火活動の中心となった平成新山を南北から挟む形で配置されていることから、これらの断層が火道側壁を通じて火山体内へ放出されたマグマ起源ガスの抜け道になっていることを強く示唆する。

3. 雲仙火山および周辺地域の湧泉（調査湧泉数は 39）からは、全量で少なくとも 1 日当り 9 トンのマグマ性二酸化炭素が流出していると試算された。噴火期間に平成新山山頂から火山ガスとして放出された二酸化炭素のフラックスは 1 日当り 100 トンから 1000 トンのオーダーであり、これに比べると浅層地下水により火山体から運び出されるマグマ性二酸化炭素の量は 1 桁ないし 2 桁小さい。この計算結果は、火道中でマグマから離脱した二酸化炭素の大半が山頂火口や噴気孔を通じて放出されたことを示している。しかし、地下水にはある程度の滞留時間があるため、1990 年代前半の噴火活動時に火道側壁を通じて火山体内へ放出された大量のマグマ起源ガスは 1990 年・2000 年現在もまだ地中を移動中で今後地表に現れるという可能性も残されている。