

氏 名	やま だ まこと 山 田 誠
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2946 号
学位授与の日付	平 成 17 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	火山地下水システムにおけるマグマ起源 CO ₂ 混入過程に関する同位体 水文学的研究

論文調査委員	(主 査) 助教授 大 沢 信 二 教 授 竹 村 恵 二 教 授 橋 本 学
--------	---

論 文 内 容 の 要 旨

近年、世界各地の火山の地下水でマグマ起源 CO₂ の混入が相次いで報告されている。しかし、そのほとんどが、土壤 CO₂ を溶解した通常の地下水とマグマに由来する CO₂ が混合しているという関係の存在を指摘するに留まっており、混合過程の詳細に立ち入った研究はほとんど行われていない。そこで本研究では、火山体内を流動する地下水とマグマ起源流体の混合という観点から、阿蘇火山と九重火山の広域水文調査で入手した地下水の水と溶存炭酸の同位体および化学データを用いて地下水の涵養・流動系解析と溶存炭酸の起源・混合関係に関する解析を行い、それらの結果を総合して、火山の地下水システムにおけるマグマ起源 CO₂ 混入の実態解明を行った。さらに本研究では、両火山で得られた結果を比較検討して、火山地下水システムにおけるマグマ起源流体と地下水の混合の基本となる普遍的なプロセスを探り出すことも研究の目標とした。

本研究によって明らかとなった主な内容は、以下の通りである。

阿蘇火山には、(1)中央火口丘群の標高の高い所で涵養された深層を流動する地下水に、火山体深部でマグマから発散された CO₂ が溶解する、(2)第1のプロセスで生じたマグマ起源 CO₂ を溶解させた深層地下水から脱ガスする CO₂ が、より上部に存在する浅層地下水に流入する、(3)火山体に局所的に形成される深部断裂系を通して上昇してくるマグマ性流体が、比較的浅部の地下水に流入することで地下水とマグマ起源 CO₂ の混合が生じる、という3つの混合過程が存在することを明らかにした。

九重火山では、数千年前に噴出した火山東部の大船山・黒岳の山腹を涵養域とする地下水が涵養域付近でマグマ起源 CO₂ の混入を受けて炭酸に富む地下水が生成しており、その高炭酸濃度地下水の一部は涵養域に近い場所に鉱泉として地表流出する一方で、より深部へも浸透・流動して深層地下水となり、温度を獲得して熱水化し火山東部山麓の長湯地域で温泉として流出していることが明らかとなった。

それぞれの火山における地下水へのマグマ起源 CO₂ 混入過程の比較検討により、両者に共通する点は、マグマ溜りあるいは火道から火山体内へ発散されるマグマ性流体がその近傍を流動する地下水へ捉えられるということにあることが判った。そのような基本的なマグマ起源流体と地下水の混合が、阿蘇火山では、現在のマグマ活動の影響が及ぶ領域で進行しており、九重火山では、古い山体の活動中心周辺で起こっていると推定した。後者では、マグマ起源流体は、地下水混入前に一時滞留し冷却を受け、マグマ性流体の主体をなす水蒸気は凝縮し CO₂ を主成分とするガスへと変化し、それが現在の地下水系へ流入することで高炭酸濃度の地下水が形成されと考えられる。火山ではそのような炭酸泉が数千年前の山体付近に見られることが稀ではなく、九重火山と同様なプロセスの存在が示唆される。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

火山地域では温泉のような深層地下水のみならず、湧水として地表流出する浅層地下水中にもマグマ由来の成分が含まれ

ることが近年の同位体地球化学的研究によって次第に明らかにされつつあり、地下水システムの一般的な認識、即ち、水の涵養 - 流動 - 流出だけでは、現実の火山の地下水システムを正しく把握できているとは言えないようになってきた。つまり、火山の地下水をより良く理解するためには、これまでのように火山体を単に地下水が流動する場として捉えるのではなく、マグマ活動の影響が及ぶ地下水流動場として位置づけた研究が必要不可欠となったことを示している。本学位申請者は、このような近年の火山水文学研究の動向に注目し、地下水の涵養と流動の解析に有効な水の水素・酸素安定同位体と、マグマ起源流体の混入に対して鋭敏なトレーサーとなる地下水溶存炭酸の炭素安定同位体を研究の主軸に置き、火山地下水システムにおけるマグマ起源 CO_2 の混入過程の実体解明に関する詳細な研究を行っている。

申請者は、九州中部の代表的活火山である阿蘇火山と九重火山の広域水文調査を実施し、地下水流動場におけるマグマ起源 CO_2 の混入を三次元的に捉えるために、広さだけではなく深さ方向にも気を配った地下水試料の採取を行った。採取した試料水は阿蘇火山、九重火山いずれにおいても80を超え、他に類を見ない。また、試料採取は、教員、技術職員、非常勤研究員の協力の元に行われたが、申請者による詳細な事前調査とそれに基づく緻密な本調査計画が行われていたために極めて効率良く実施された。これらのことは、申請者自身が、高い現地調査能力を備えていると判断できる事柄である。

データの解析においては、可能な限り通常の土壌 CO_2 を溶解させた地下水に起こりうる作用、具体的には地下水涵養過程における土壌 CO_2 の吸収や地下水流動過程における溶存 CO_2 の脱ガスによって説明するように努め、それらでは説明できない地下水だけをマグマ起源 CO_2 の混入を受けた地下水であると定めている。これは、これまでの同位体地球化学的研究では行われなかった取り組みであり、本研究が複数の解析方法を組み合わせて進められたということに限らず、新たな解析手法を提示したという点でも評価に値する。

研究の成果として最も評価される点は、阿蘇と九重のそれぞれの火山において、地下水へのマグマ起源 CO_2 混入の有様を具体的に提示できたことにあり、火山体の物理構造解明など火山学上の重要な研究課題に対して有用な情報を提供している。また、九重火山と阿蘇火山における調査研究結果の比較から火山地下水システムにおけるマグマ起源 CO_2 混入過程の普遍性について展望し、火山体内部においてマグマから発散されるマグマ性流体がその近傍を流動する地下水へ混入するという基本プロセスが重要な存在であり、混入前にマグマ性流体に起こる状態変化が火山の地下水水質を多様化させる原因であるというモデルを提示していることも評価できる点である。

以上の理由により、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。