

論文審査の結果の要旨

氏名 森田 雅明

マグマ中の揮発成分は、火山で見られる多くの現象に関わっており、その放出状況を把握することは、火山の状態を知るうえで有効である。一般には、噴煙や噴気活動が火山からの揮発性成分放出の形態として考えられているが、火山の山体土壌から目に見えない形で揮発性成分特に二酸化炭素を放出する土壌拡散放出も火山からの揮発成分放出の主要な形態であることが知られている。本論文はこの二酸化炭素の土壌拡散放出の要因を、浅間山での観測事例をもとに考察している。

本論文は、6章からなる。

第1章はイントロダクションであり、火山ガス観測の重要性を述べるとともに、本研究で着目する二酸化炭素の土壌拡散放出について概説している。特に、土壌拡散放出の分布がどのように解釈されてきたか記述し、その問題点を指摘している。そのうえで、火山での熱観測により最近提唱された、熱水流体の上昇を支配する要因を、二酸化炭素の土壌拡散放出分布を解釈する際にも検討すべきであることを提案し、本研究の目的を述べている。また、二酸化炭素の土壌拡散放出と流体上昇の支配要因を理解するためのフィールドとして、浅間山を選定した理由を述べるとともに、土壌拡散放出を含めた浅間山のガス放出モデルの構築を目標として設定している。

第2章では、研究の対象として選択した浅間山の地質学的背景を記すとともに、これまで浅間山で行われてきた地球物理学的観測と火山ガス観測について概説し、先行研究により解明された浅間山のマグマ供給系および脱ガスシステムについてまとめている。更に、近年の噴火活動、現在の浅間山の状況、拡散放出の測定の場合としての状況をまとめた。

第3章では、研究対象とした領域の設定や2012年より6回に分けて行った浅間山頂での土壌拡散放出調査の調査戦略や観測状況について述べている。また、浅間山での二酸化炭素土壌放出の測定方法を概説し、この土壌放出測定率を多点で行った測定値を使用して、観測対象領域全体の放出率分布の推定に使用した地球統計学的手法である逐次ガウシアンシミュレーション法について概説している。

第4章は結果である。活動静穏期にあたる2012年から2014年に実施された4回の調査の結果をもとに、浅間山の山頂部にあたる前掛山火口内での200点以上の二酸化炭素土壌拡散放出の結果より、その分布の特徴を明らかにした。この観測データに逐次ガウシアンシミュレーションを適用することにより、前掛山火口の内部の東側に南北に伸びたリング状の拡散放出構造(DDS)が存在することが明確になった。一方、火口内の南、西、北側では、西前掛の火口壁の微弱の放出を除いて拡散放出が存在しない。浅間山は東西でヘテロジニアスな放出構造を持つことが初めて明らかになった。また、同様な分布特徴をもつ熱異常の存在も同時に明らかにした。東西で大きく異なる土壌ガス放出の特徴を知るため、土壌ガス中の二酸化炭素の炭素同位体比を調べた結果、山頂の東側のガス放出地域の二酸化炭素は火山―熱水系に由来する炭素同位体比を示した一方で、西前掛山の微弱噴気周辺の土壌ガ

スは、生物起源の二酸化炭素の影響が顕著で、放出されている二酸化炭素の起源も東西で大きく異なることを示した。

第 5 章では、第 4 章で得られた浅間山山頂部での二酸化炭素の特異的な拡散放出の分布や二酸化炭素の同位体比の特徴をもとに考察を行っている。山頂の東側で見られた南北に伸びたドーナツ状の DDS を検討し、DDS が前掛山の陥没火口縁沿いの熱水流体の上昇で説明されるが、それでは説明できない領域に対して、Schopa et al. などが提唱した crest 部での放出に対応する可能性があることを、DEM を用いた地形解析により示し、DDS においても標高要因に着目すべきことを指摘している。また、浅間山頂で見られた東西で大きく異なる拡散放出の分布の原因について、電磁気観測による比抵抗構造と合わせて検討し、地下深部のソースの有無やそこへの上昇経路の接続性の重要性を述べている。最後に、本研究で得られた拡散放出分布の知見をもとに、噴煙放出と拡散放出を含めた現在の浅間火山の脱ガスシステムのモデルを構築している。

第 6 章は、第 1 章～5 章の記述や得られた成果について簡潔にまとめている。

以上に記述したように、本論文は、浅間山山頂部での二酸化炭素拡散放出の調査の結果をもとに、熱水流体上昇の要因に着目しており、土壌拡散放出における標高要因の重要性の指摘やソースへの接続状況の議論は、この分野における評価法に大きく貢献するものと認められる。なお、本論文の 3 章、4 章、5 章の一部は森俊哉氏、風早竜之介氏、辻浩氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測の立案・実施、データ解析および評価・検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断される。したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。