

氏名	ふる かわ くに ゆき 古 川 邦 之
学位(専攻分野)	博 士 (人間・環境学)
学位記番号	人 博 第 320 号
学位授与の日付	平成 18 年 3 月 23 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	人間・環境学研究科 関連環境学専攻
学位論文題目	Geology and Petrology of Silicic Volcanism in Extensional Plate Convergent Zone (プレート沈み込み帯の引張応力場における珪長質火山活動の地質学と岩石学) (主査)
論文調査委員	教授 鎌田浩毅 助教授 酒井 敏 助教授 石川尚人

### 論 文 内 容 の 要 旨

1990年代以降、日本では様々な火山活動が起き、各地で多大な被害をもたらされてきた。例えば1990-1995年の雲仙普賢岳の活動では、溶岩ドーム崩壊に伴う火砕流の発生により43名の犠牲者が出た。また2000年の有珠山の活動では、地殻変動により建造物に多大な被害が出た。2000年の三宅島噴火では、大量の火山ガス放出が続き、全島避難を強いられた。5年を経た現在でも、帰島できない住民もいる。このようなことから、火山防災に対する取り組みは日本のみならず、世界各国において重要視されてきている。

本論文では、火山防災の基礎研究には必要不可欠である、地質・岩石学的手法を用いて、プレート沈み込み帯の引張応力場における珪長質火山活動に関する研究を行っている。地球上における火山活動は、海嶺、ホットスポット、プレート沈み込み帯の3地域に大別されるが、その中でもプレート沈み込み帯における火山活動は、数も多く、またその分布も都市域に集中している。すなわち人間環境に最も被害を与える火山活動であると言える。さらにその活動が引張応力場で起きるときには、珪長質火山活動が卓越する。

珪長質火山活動は、苦鉄質火山活動に比べて災害の種類が多様で、被害の範囲が大きくなる傾向がある。これらのことから、プレート沈み込み帯の引張応力場における様々な珪長質火山活動を詳細に把握することは、火山災害による被害を軽減する上で極めて重要である。本論文では、そのケーススタディとして、九州の豊肥火山地域を選択し、その中で3地区の珪長質火山活動を記載している。

本論文は4章で構成される。第1章では、本論文全体および第2-4章それぞれの研究背景・意義を紹介している。

第2章では、中部九州に分布する、約120万年前に形成された台地状の火山である山甲川流紋岩体の火山噴火史を構築し、それが7回(下位からUnit A-G)の噴火イベントから成ることを示した。それらの噴火様式はUnit A, Cは溶岩流、Unit B, Fは非溶結火砕流である。しかし、その他のユニットは、流紋岩マグマの噴火には極めて珍しい、可塑性の溶岩片を噴出するスパター噴火や、定置後に溶岩流のような連続流体として振る舞った火砕流から成ることを指摘した。またそのような流紋岩の噴火様式は、マグマのアルカリ量が高いとき、もしくはマグマ温度が高いときにのみ起こるとされていたが、本論文では岩石学的検討により、そのどちらにも当てはまらない場合でも起こることを初めて示した。

第3章では、阿蘇カルデラ内西方に分布する、約5万年前に噴出した層厚約90 mの高野尾羽根流紋岩溶岩のボーリングコアの解析から詳細な内部構造発達過程を示した。ボーリングコアは、露頭調査に比べ鉛直方向の連続的な構造の観察を行うことができるという大きな利点がある。解析の結果、鉛直方向と水平方向の詳細な構造変化が明らかとなった。鉛直方向の層序は、岩石中の結晶量の違いにより3部分に区分される。それらは上部の、軽石質層と黒曜石層の互層、中部の結晶質層、下部の黒曜石層である。

これらの構造変化は、溶岩流動時における冷却による結晶化と、溶岩内部からのガス放出による発泡の過程を残した結果である。さらに、溶岩上部の軽石質層と黒曜石層の互層では、黒曜石層直下にある軽石質層が過剰圧になり、爆発や、

1990-1995年の雲仙普賢岳で発生したような溶岩崩壊型の火砕流が起きる可能性を指摘した。また水平方向には、流紋岩溶岩内部において顕著に見られる、縞々模様を呈する流理構造の発達する過程を示した。それは噴出直後の溶岩内部において、軽石状に発泡した部分が、流動と共に引き伸ばされて流理構造を形成するというモデルである。

第4章では、約30万年前から活動を始めた阿蘇火山における、マグマと地殻の長期進化に関する岩石学的研究を行った。カルデラ火山では一般的に大規模噴火と小規模噴火を繰り返すが、本論文ではこれまでほとんど研究されていない、小規模噴火の性質を極めて詳細に求めている。

その結果、噴火の規模にかかわらず4つの長期進化を示した。それらは(1)珪長質マグマ噴出物の全岩及びガラス組成について、ある一定の $\text{SiO}_2$ 量に対し、 $\text{K}_2\text{O}$ 量が時間と共に減少する、(2)時間と共にマグマの温度が低下する、(3)時間と共にメルト中の含水量が増加する、(4)時間と共にマグマの酸化度が上昇する、ということである。

さらに本論文ではこれらに相関関係が認められるという非常に興味深い性質を示した。つまり、上記の4項目は独自に変化しているのではなく、全てが互いに影響を与え合って変化しているのである。例えば、温度の低いマグマは、 $\text{SiO}_2$ 量に対する $\text{K}_2\text{O}$ 量が小さく、かつ含水量、酸化度が高い。そしてこれらの相関関係が、地殻とマグマの相互作用を示していることを明らかにした。つまり、地殻中に注入された高温の苦鉄質マグマが周囲の地殻に熱的影響を与え溶融することで、珪長質マグマを生成する。一方でマグマの物理的性質の変化から地殻中の含水量や酸化度は時間と共に増加すると考えられるので、その後の珪長質マグマの温度や組成を変化させる。言い換えれば、地殻中に形成されたマグマ溜まりは、そのみで進化するのではなく、周囲の地殻と熱的物質的な相互作用を繰り返し行い長期的に進化し続けるということである。これは、これまでのカルデラ火山の研究では見出されなかった新しいモデルである。

#### 論文審査の結果の要旨

本論文は、九州の豊肥火山地域をケーススタディサイトとして、世界的にも数多くの被害をもたらしてきた珪長質火山活動の地質・岩石学的研究を行っている。豊肥火山地域には、鶴見岳・伽藍岳、九重山、阿蘇山、由布岳などの活火山があり、今後精巧な火山防災対策が要求される地域である。本論文では豊肥火山地域において、3地区の珪長質火山活動の詳細な記載を行うことから、その理解を深め、火山防災を実行する上で必要となる知識を蓄積している。それらの地域は、山甲川流紋岩体(第2章)、高野尾羽根流紋岩溶岩(第3章)、阿蘇火山(第4章)である。

第2章では、山甲川流紋岩体を対象に、主に現地地質調査により火山噴火史を構築した。その結果、7回の噴火イベントがあり、そのうち3回はスパター噴火を起こしていたことが明らかとなった。スパター噴火とは可塑性のマグマの破片が噴出物に入るような火砕噴火で、流紋岩マグマでは珍しく極めて貴重な記載である。スパター噴火堆積物は、溶岩流の岩相と酷似する。そのため、これまでに溶岩流と記載された堆積物はスパター噴火の堆積物である可能性がある。これは火山学的には極めて深刻な問題である。即ち、地質学的な火山活動予測は、地質調査により過去の噴火史を読み解き、それを基に将来の噴火の様相とそれに伴って起こりうる災害の種類や発生域を予測するというものである。この時、過去の地層から溶岩流と記載したものの多くがスパター噴火であれば、被害分布予測やその防災手段を大きく変える必要がある。つまり、流紋岩でもスパター噴火を起こす可能性があるという認識は、火山災害による被害を軽減する上で極めて重要であり、今後、活火山における火山災害予測図の作成に大きな貢献をすることは明らかである。

第3章では、阿蘇カルデラ内西方に分布する高野尾羽根溶岩のボーリングコアから、その内部構造変化の過程を明らかにした。特に、溶岩内部における発泡度の不均質性を示したことは非常に重要である。例えば、噴出時は溶岩流のような比較的静かな噴火様式に見えても、内部のガスが過剰圧となれば、溶岩上部が爆発を起こす可能性がある。さらに流紋岩溶岩の側面は急崖を形成することが一般的であるが、それが崩壊した時には、火砕流が発生し、二次災害が及ぶ可能性があることを示している。また流紋岩溶岩は、その名前の由来でもある流理構造と呼ばれる縞々構造を呈することが一般的であるが、これまでの研究ではその形成過程については明らかにされていなかった。しかし本論文では、複数のボーリングコア解析により、噴出直後の溶岩内部において、軽石状に発泡した部分が、流動と共に引き伸ばされて流理構造を形成するというモデルを提唱した。これは、有史時代には観測例のない流紋岩溶岩の流動メカニズムの解明に繋がる重要な発見である。

第4章では、阿蘇火山における約15万年前から約9万年前までの噴出物の系統的な岩石学的研究を行い、そのマグマ供給

系の変遷を示した。これまでカルデラ火山では、大規模噴火に限定した岩石学的研究はされてきたが、本論文ではその間の小規模噴火も含めた議論を行い、カルデラ火山におけるマグマと地殻の長期進化メカニズムを明らかにしている。

有史時代に入ってから、未だカルデラを形成するような大規模噴火は発生していない。即ち、現在地球上で頻繁に起きている噴火活動から、大規模噴火に移行する時には、地下に存在するマグマの物理・化学的要素が具体的にどのように変化するのは明らかにはされていない。そこで本論文が注目しているカルデラ火山における小規模噴火のステージは、次回の大規模噴火に至るマグマや地殻の進化途中を記録した唯一の噴出物であるので、極めて重要な意味を持っている。そしてこれらの研究から、申請者は2つの結論を出した。(1)カルデラ火山ではマグマと地殻の両方が長期的に進化を続けること、(2)マグマ溜まりは時間的にも空間的にも複数存在しており、大規模噴火前にはそれらが巨大な単一なものになること、の2点である。

以上の豊肥火山地域をケーススタディとした3地区の研究により、世界史の上でも甚大な被害をもたらしてきた珪長質火山活動の理解は大幅に進展したと言える。これらの結論は、有史時代には起きていないが、今後起こり得る珪長質火山活動の詳細なモデルを示したものであり、火山災害予測図の作成や活火山の噴火活動の変遷を地質・岩石学的に予測する上で多大な貢献をすることは明らかである。つまり本研究の地球環境論的意義は大きく、本学位申請論文は、地球科学的視野から自然環境の動態を解明するという相関環境学専攻地球動態論講座にふさわしい内容を備えたものと言える。

よって本論文は博士(人間・環境学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年1月6日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。