

学位論文の要旨

氏名 池辺伸一郎

学位論文題目 阿蘇火山，中央火口丘群の歴史時代の噴火現象に関する研究

阿蘇火山の歴史時代の火山活動は、そのほとんどが中岳のものである。しかし時には、中岳以外の場所からも小規模な噴火が発生している。しかし、そのような噴火活動の詳細は明らかとはなっていない。中岳の噴火活動については、古代から国内はもとより近隣の国々にも知られていた。特に、中世には中岳の西側山麓一帯には山岳宗教の寺院が建ちならび、多くの人々が中岳の噴火活動との関わりのなかで生活してきた。また近年は、活動的な火口が観光の中心となっており、ごく小規模な噴火でも人的被害が発生しかねない状況となっている。

本論では、歴史時代の古くから人間との関わりの深い阿蘇火山において、その時期の火山活動について、古文書等の資料や中岳周辺の堆積物の調査を実施し、その様子をより具体的に明らかにした。また、近年の活動を火口カメラによる映像や火山灰などを用いて、より詳細にその推移やメカニズムの解明を試みた。また、中岳以外の場所における活動について、とくに1816年の湯の谷温泉における水蒸気爆発について、古文書記録と現地調査の両面から詳細に調査を実施した。そして最後に、これらの活動を明らかにすることが、今後の阿蘇における火山防災上も重要であることを述べた。

第1章は、本研究の背景や目的、内容を概説した。

第2章は、阿蘇火山の歴史時代の活動から、近年の活動に関しての研究をレビューし、未解明の問題点を明らかにした。歴史時代の阿蘇火山に関する研究は、近年埋没黒ボク土層の発達から、中岳を中心とした活動の盛衰について19の活動期に区分され、そのうち歴史時代の活動期は現在から約990年前までのN1期、その前、約1600年前までのN2期に分けられている。また、西暦553年の記録に始まり、数々の活動に関する文字記録が残されている。それらの概要を示して、本研究の必要性を強調した。

第3章では、阿蘇火山の大局的な地形・地質的な特徴についてまとめた。とくに、中央火口丘群の形成と、その後の中岳および中岳以外からの噴火活動についての概略を述べた。中岳の活動については、N1期、N2期の活動について、やや詳しくレビューを行い、同時に歴史時代の噴火記録を概観した。中岳以外の活動については、杵島岳、往生岳、米塚などの活動について述べ、また湯の谷温泉、地獄温泉、吉岡温泉などの温泉地域において、今後も小噴火の可能性があることについて述べた。

第4章では、中岳の歴史時代の活動について詳細に検討した。まず、地形地質の概要を述べ、また中岳の活動に関しては中岳独自の用語を用いることもあることから、その使い方についての説明を行った。次に、古文書等の記録から、すべての噴火の内容を読みとって表に示した。このことから、とくにN1期においてはほぼ現在の活動と同じような活動を繰り返してきたことがあらためて明らかとなった。

そして、活動記録の有無が、ある程度N1期の活動と、N2期の活動に対応している、つまり活動記録のない時期には、やはり実際に活動が穏やかとなっていたということも示唆された。さらに、古坊中と呼ばれる地域における火山灰調査結果から、主にN1期の活動の特色を示した。そして、阿蘇山測候所の資料や火口カメラが捉えた表面活動の状況から、最近の活動の概要を示した。

第5章では、中岳における最近の本格的な活動期である1988~1995年の活動について、表面活動の観察と期間中に採取した火山灰資料の観察結果から、一連の活動期を「活動初期」、「活動最盛期」、「活動減衰期」、「終息期（余熱活動期）」の4つのステージに区分し、各活動期における特徴的な噴火様式について述べた。中岳周辺には大量の地下水が存在していることが従来から強く示唆されており、この特徴的な噴火様式には、そのことが大きく影響していることが明らかとなった。火山灰中の火山ガラスの形態的特徴や量比の変化からもそのことが強く裏付けられた。つまり、活発な時期にはスコリア型褐色透明ガラスが多量に生産され、活動がやや衰えて地下水の関与が現れると、多面体型のガラスが増加し、その中に急冷によるひび割れや水和による皮膜が見られるようになる。このように水の多い火山においては、マグマの動きがそのまま活動に反映され、マグマと水との接触機会が生まれる条件が整えば、マグマ水蒸気爆発が発生することになり、防災上も重要な事柄であることを述べた。また、マグマの動きと地下水の振る舞いが表面活動とどのように関連しているのかを推定し、模式図として示した。

第6章は、1995年以降の活動について述べた。この時期の活動の中で、2003~2005年に、単発的ながらも湯だまり状態からの大規模な土砂噴出が発生し、周囲に微量ながらも火山灰を降らせた。このような時期における火山灰噴出には、湯だまり内の噴気孔からの白色火山灰の噴出や、火山ガスが湯だまりを突き破っての火山灰噴出、乾燥した噴気孔からの黒色火山灰の噴出などといった噴出形態が認められた。そしてこのような噴火活動も、やはり中岳に特徴的なものであり、また火山灰中にわずかながらも新鮮な火山ガラスが認められたことから、この時期において既に「灰噴火」がはじまっている可能性についても指摘した。

第7章は、歴史時代における中岳以外の場所からの噴火活動について、その概要を述べ、そのなかでも文化13年（1816年）の「湯の谷大變」と呼ばれる噴火活動について詳しく述べた。この活動は、湯宿に宿泊していた人たちなどからの詳細な証言や、絵図などの記録が豊富に残っており、それらの内容を吟味し、さらに現地調査を実施することによって、当時の噴火の様子が明らかとなった。阿蘇の温泉地、とくに中岳の活動と関係の深い湯の谷温泉や地獄温泉、そして近年噴気活動が活発となっている吉岡温泉などにおいて、今後の小規模な水蒸気爆発の可能性を指摘し、温泉地において防災を考える必要性についても言及した。

第8章では、歴史時代における中岳の活動や、それ以外の場所での活動状況を受けて、阿蘇における火山防災について考察した。現在の防災対策としては、中岳周辺の噴火への対策と火山ガスへの対策がとられている。火山ガスについては、これまで常識として考えられてきた“風によって吹き散らされる”というものではなく、標高の高い地域においては、強風によって吹きつけられて、逆に拡散せず高濃度地域が出現しやすいことを指摘した。最後に、中岳に特徴的な噴火様式や、中岳以外の場所からの小噴火の可能性を踏まえて、阿蘇独自の火山防災対策を十分に講じていくことの重要性について述べた。

第9章は、本研究によって得られた成果を総括した。

論文審査の要旨

報告番号	理工論 第49号	氏名	池辺 伸一郎
審査委員	主査	小林 哲夫	
	副査	仲谷 英夫	山本 啓司
		渡辺 一徳	
<p>学位論文題目 阿蘇火山、中央火口丘群の歴史時代の噴火現象に関する研究 (Studies on the Eruptive Phenomena during Historical Time of Central Cones of Aso Volcano, Kyushu, Japan)</p> <p>審査要旨 提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は阿蘇火山における歴史時代の噴火活動、特に中岳の最近の活動(1988~1995年)の推移を、監視カメラの映像解析と噴出物の詳細な観察に基づいて調べた研究であり、全文9章より構成されている。</p> <p>第1章は序論である。第2章では、歴史時代の噴火活動の研究をレビューした。3章では、阿蘇火山の大局的な地形・地質的な特徴、および中央火口丘群の形成と噴火活動について、とりわけ活動的な中岳の噴火活動と、それ以外でも湯の谷温泉等での小噴火についてまとめた。</p> <p>第4章では、中岳の歴史時代の活動について、古文書および地質データ(テフラの性質)を検討し、少なくとも過去1500年間は、現在とほぼ類似した活動を繰り返してきたことを明らかにした。また阿蘇山測候所の資料や火口カメラが捉えた表面活動の状況から、最近の活動の概要を示した。</p> <p>第5章では、中岳の最新の本格的な活動期であった1988~1995年の活動を取りあげ、火口カメラによる表面活動の観察から、一連の活動期を「活動初期」、「活動最盛期」、「活動減衰期」、「終息期(余熱活動期)」の4つのステージに区分し、各活動期における特徴的な噴火様式について考察した。中岳周辺に存在する大量の地下水が、特徴的な噴火様式の推移と密接に関連していることを、火山灰中の火山ガラスの形態的特徴や量比の変化からも裏付けた。マグマと水との接触により表面活動が急激に変化するため、防災上も重要な事柄であることを述べた。</p> <p>第6章は、1995年以降の規模の小さな噴火活動について検討した。噴火の規模は小さいが、湯だまり状態からの土砂噴出、湯だまりを突き破つての火山灰噴出、乾燥した噴気孔からの黒色火山灰の噴出など多様な噴火形態が認められた。噴出量も数10トン程度と極小規模ではあるが、火山灰中には微量の新鮮な火山ガラスが存在しており、この時期に既に「灰噴火」がはじまっている可能性についても指摘した。</p> <p>第7章では、中岳以外での噴火活動についてまとめ、第8章では火山防災について考察し、阿蘇独自の火山防災対策を十分に講じていくことの重要性について述べた。第9章は、本論文の結論である。</p> <p>以上、本論文は、阿蘇火山・中岳の最近の活動(1988~1995年)の推移を、監視カメラの映像解析と噴出物の詳細な観察をもとにまとめたものであり、噴火様式の推移がマグマと水との反応の仕方に大きく関わっており、同時に火山灰に含まれる火山ガラスの形態やそれらの量比が、時系列的に見て特徴的に変化することを明らかにした。様式の異なる3つの噴火メカニズムの違いを明瞭に説明できたことは、噴火現象の解釈に新たな視点を導入したものであり、審査委員会は博士(理学)の学位論文として合格と判定する。</p>			

学力確認結果の要旨

報告番号	理工論 第49号	氏名	池辺 伸一郎
審査委員	主査	小林 哲夫	
	副査	仲谷 英夫	渡辺 一徳
		山本 啓司	

平成20年2月14日、午後3時00分から行われた学位論文発表会において、審査委員を含む約25名の前で学位論文の内容が説明され、その後、以下に示すような質疑応答が行われた。いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

Q：火口湖の水位は、降雨量と相関があるのか。

A：多少その傾向は認められるが、降雨のほとんどない時期でも、それほど水位が低下するわけではない。湖面からは常に水蒸気が蒸発しており、顕著な変動がないということは、伏流水や表層水の流入があるためと考えられる。またマグマ性の H_2O が定期的に供給されていることも要因の一つと考えられている。

Q：活動が穏やかな時期には、地下水層を通過して火山ガス (SO_2) が上がって来るといモデルであるが、そのような時期において SO_2 の噴出量が減少しないのはなぜか。

A： SO_2 は水に溶けやすく、定量的な説明はむずかしい。ただ、今回の地下水層のモデルは、火口周辺のみが存在し、湯だまりと近似的なものを想定している。湯だまりではガス成分の溶存度は飽和状態になっているおり、それ以上は溶けきれずに通過するものと考えている。

Q：噴火等の表面現象が突然停止することがあるが、なぜそのようなことが起こるのか。間欠泉のようなメカニズムは考えられないのか。

A：火山ガスや火山灰を放出していたマグマヘッドが、地下水で急激に冷され、キャップができた状態になるためと考えている。キャップが薄ければ、連続的に火山灰の噴出が見られるが、マグマの供給率が不安定で一時的に下がったりすれば、急速に地下水が進入してキャップを作ると考えている。

Q：マグマの上昇、あるいは降下に伴う地震活動は顕著に認められるのか。

A：阿蘇火山の場合は、マグマの組成が玄武岩質で低粘性を示すため、噴火に先立って顕著な地震が発生する等の現象は認められない。火山性連続微動、とくに孤立型微動の発生回数が最も活動の盛衰を反映しているようだ。

Q：地下水が火道に近づけないというのは、どのような状態なのか。

A：火道中でマグマの上昇が継続すれば、火道周辺では高温状態が維持されるために、地下水が蒸発しドライな状態になると考えられる。このような場合には、地下水が火道まで近づくことはできない。しかしマグマの供給レートが下がってくると、地下水による冷却効果がまさり、火道周辺にまで急速に水が近づけるようになると考えている。

なお語学力に関しては、専門に関する学術論文の英文和訳の課題を与え、適切な和訳がなされていることを確認した。