

(別紙様式3)

博士論文要約 (Summary)

平成 18 年入学

人文社会科学部 地域政策科学専攻

氏 名 坂 本 昌 弥

印

タイトル	桜島火山における二酸化硫黄高濃度事象と近赤外衛星画像を用いた火山防災教育研究
<p>1. 問題の所在と研究目的</p> <p>日本列島には世界の約10%の活火山が存在する。そして活動的な火山の近隣地域に市民が居住している場合も珍しくない。このことは火山災害から地域住民の生命・財産を保全する防災対策は、地震や台風によってもたらされる自然災害に対するそれと同じように、常に取り組みなければならないことを示している。活動的な火山の中で、桜島火山・三宅島雄山・阿蘇火山等では火山ガス高濃度事象が頻発している。これは高濃度の火山ガスが火口から主として強風に支配されながら移流し、下流域に吹き付ける現象であり、生体に大きな影響を与える場合がある。火山災害は、火山ガス被害も含め多様な要因が複雑に混じり合う複合災害となることが多く、場合によっては巨大な自然災害となる可能性も有する。しかしこのことに対して、地域住民の持っている防災意識やスキル、リテラシーの現状は十分なものではないことが火山防災上の大きな課題であり、これらを効果的に向上させる教材と教授方法の研究及び開発が急務となっている。さまざまな火山活動が複雑に影響し合いながら形成されてきた火山地形は、火山災害を学ぶ上で有効な教材になりうるが、近赤外衛星画像とその立体視画像を用いてこの火山地形を視ると、その活動の痕跡や影響を効果的に概観することができる。今後はこの知見を活かした火山防災教育の構築と教材の蓄積及び活用方法研究が必要となっている。火山災害に対するこうした課題や知見をふまえ、本研究では次の(1)～(5)について検討した。</p> <p>(1) 桜島火山から放出される環境基準を超える高濃度の二酸化硫黄ガスの実態を明らかにし、それに対する防災教育の必要性について考察する。</p> <p>(2) 火山地形を概観するのに効果的な方法である近赤外衛星画像とその立体視画像を用いて、九州を中心とした主要な火山地形を概観し、それらの画像が火山地形の把握と防災教育に有効であることを明らかにする。</p> <p>(3) 自然災害の受け手である高校生を対象に、気象に影響される火山ガス災害を</p>	

予測し、それを回避する具体的な方法を考えさせるために、気象と桜島火山ガス高濃度事象の相関を活用した教材を作成し、実践的な防災教育について検討する。

(4) 火山防災マップに関する高校生の理解度を調査し、そこから火山活動に関する情報や避難指示・勧告を出す行政・研究者側と、高校生など地域住民側の間に介在する諸問題を具体的に検討する。

(5) 行政・研究者側と地域住民側の間に、学校教育担当者を位置づけ、これによる実践的な防災授業によって得られる教育効果を調査し、防災スキル向上を目指した火山防災教育の構築について検討する。そしてこれらをもとにした火山防災教育の新しいシステムの構築について論じる。

2. 研究方法

本研究では次の方法で研究目的にアプローチした。

(1) これまで議論されることが少なかった桜島火山の二酸化硫黄ガス高濃度事象による火山ガス災害について2001年～2012年において詳細に検証し、この二酸化硫黄ガス災害をはじめとする火山防災教育の必要性とその教育実践について検証する。また桜島火山から大気中に放出される二酸化硫黄ガス高濃度事象と気象の関係、および二酸化硫黄ガス高濃度事象と浮遊粒子状物質や降灰量との相関を明らかにする。

(2) 本研究では、火山地形を把握するために衛星画像を加工して作成した近赤外画像及び近赤外立体視画像を用いる。この方法は簡便でしかも詳細に火山地形を把握できることから、火山防災マップとその防災用語に関する生徒のスキル向上に必要な教材、すなわち火山防災教育の教材として有効である。これを用いて主に九州の活火山が持つ地形を概観し、これを実践教育の中で取り入れ、その教育効果を検証する。

(3) 火山防災マップに関する高校生の理解度をアンケート法を用いて調査する。そしてこの調査結果を踏まえて、火山地形学習及び火山ガス防災学習も含めた火山防災教育をおこない、その成果を検討する。この検討には近赤外衛星画像及び近赤外立体視画像、火山防災マップ、火山ガス高濃度事象とその発生条件を示すデータを用いる。

3. 結論

本研究では、桜島火山における火山ガス高濃度事象と近赤外衛星画像による火山地形に焦点をあて、火山ガス災害をはじめとした火山災害に対する有効な防災教育について以下の点を明らかにした。

(1) 桜島火山における火山ガス高濃度事象

桜島島内の南に位置する有村局で測定された二酸化硫黄ガス高濃度事象は、2001年～2012年に発生した全測定局における二酸化硫黄ガス高濃度事象の62%を占める。島内4測定局で測定される二酸化硫黄ガス高濃度事象は、気圧配置や火口上空の強い風速や風向と密接な関係がある。この二酸化硫黄ガス高濃度

事象は強風下では下流域に向かって長距離移流する場合があります、桜島島内だけでなく、広く南九州全域で警戒が必要であろう。こうした火山ガスの挙動は、気圧配置や風向・風速と関連性が高いため、防災情報や防災教育に活用しやすい。また弱風下で桜島火山が活発に活動する際、上空の大気中に放出された二酸化硫黄ガスは、地上の空気と対流混合を起こし地上付近にゆっくりと降りてくる。この二酸化硫黄ガスは地上風の影響を受けやすいため、あらゆる方向で高濃度事象が発生させる場合があることも本研究で明らかになった。さらに本研究では二酸化硫黄ガス高濃度事象と浮遊粒子状物質高濃度事象、そして浮遊粒子状物質高濃度事象と降灰量の相関を論じた。これにより特に有村局では二酸化硫黄ガス高濃度事象が増加するにしたがって浮遊粒子状物質高濃度事象や降灰も大量に発生する可能性が高いことがわかった。それゆえこれらに対する火山防災は、個々の災害素因に対応する対策を立てるだけでなく、複合的な災害になる可能性があることを想定し、多様な組み合わせに対応することができる防災対策をおこなう必要があることが明らかになった。

(2) 近赤外衛星画像及びその立体視画像の教育利用

インターネットを通して容易に取得できる方法が確立している近赤外衛星画像は、水域と陸域の境界線を明確に見分けることができ、さらに植生もはっきり識別することができる。また火山地形に特徴的な下方・側方への開析を識別しやすく、近赤外立体視画像では段丘・断層などの俯瞰も容易で、火山地形の特徴を把握するのに有効である。中でも近赤外衛星画像及びその立体視画像によって活火山の地形を俯瞰する場合、風化・浸食による地形の特徴を明瞭に写し出し、火山ガス等が植生に与える影響の程度も表現することができる場合があるため、活火山地形の特徴を学習するには効果的な教材である。カルデラ地形に特徴的な中央火口丘やその風化の程度も明瞭に識別することができる。近赤外衛星画像及びその立体視画像による火山地形学習とあわせて火山防災マップを用いた防災学習をおこなうと、火山活動が複雑に影響し合いながら形成した火山地形を、学習者は効率よく理解しさらに火山用語がイメージしやすくなることが明らかになった。

(3) 火山防災教育

本研究では学習者（高校生）を対象として、火山防災マップに記載されている用語や記載事項に関する理解度を調査した。その結果、学習者は火山防災マップの目的を達成することができる技能（火山防災に関するスキル）をほとんど有しなかった。仮に行政や研究者等の火山防災の担い手側から発せられる火山災害に関する情報が十分にあっても、受け手側である高校生にはこれを理解し、冷静に活用するのに必要な火山防災リテラシー（火山防災に関する能力）は備わっていないと判断できる。本研究で実施した火山防災に関する実践授業を調査対象の高校生に実施すると、溶岩流・地震・津波・地割れ・火砕流・泥流・山体崩落などによってもたらされた複合的かつ多様な災害を理解し、これまで持っていた単純な火山災害イメージから脱却し、火山防災マップの内容が効率よく理解できるようになった。そして火山ガス高濃度事象による災害が発

生したとき、火山ガス高濃度事象と気象に関する実践授業を受講した学習者は、天気図からその移流方向を予測することができるようになり、火山ガス災害について考えることができる自己判断力を持つようになった。

(3) 火山防災システムの構築

火山災害は、それを引き起こす素因が同時多発的に発生することが十分想定でき、それにより複合的な自然災害になる可能性が高い。火山における具体的な災害素因は、一次災害としては溶岩流、火砕流、土石流、噴石、降灰、山体崩壊、火山性地震、爆風、火山ガス（CO₂、H₂S、二酸化硫黄等）、二次災害として津波や洪水、疫病や飢饉などが考えられ、これらに対する防災対策は個々の現象に対するものだけでは十分ではない。しかし行政レベルにおける火山防災の水準は、最先端の火山学や地球物理学から得られた知見を取り入れ、さらに防災科学の研究者の意見を取り入れつつ高いものを保っている。そしてそこから作成された火山防災マップは、それぞれの火山の性質や特徴を十分に精査し、過去の火山災害の実態に適合した内容となっている。しかし2000年の三宅島雄山火山のように、これまで記録・観測されてこなかった新たな災害（火山ガス災害）が突如として発生する場合も十分にあり得る。

地域住民用の火山防災マップに記載されている火山防災に関する用語を高校生が理解することは困難であり、その作成意図や内容を理解するためには火山防災学習が必要である。これがなければ火山災害に対する研究者や防災担当者といった火山防災の担い手側が発する防災・減災に関する情報や避難に関する勧告・指示が、火山災害の受け手側となる高校生たちには十分に伝わらないことを本研究では明らかにした。さらに火山災害に対するリテラシーを持たないため、これまでの前例のない火山災害にであうと対応することができないと思われる。それゆえ担い手と受け手に介在する大きな隔たりを埋めこれを有機的に結ぶために、学校教育をつなぎ手と位置づけ、本研究では学習者に火山防災リテラシーを身につけさせる効果的な実践授業の在り方を考察した。台風や地震といった自然災害とは異なり、火山災害は低頻度巨大災害である場合が多い。それゆえこれを実際に経験したことのある行政の防災担当者や地域住民は非常に少ない。この災害がいったん発生すると、経験不足である担い手側と受け手側には持っているスキルの差によって避難や情報伝達、復興の場面においてさまざまな齟齬が生じる可能性が十分に予測できる。双方とも平時から火山災害に対する強い意識と緊張感を持ち、担い手側と双方向の強い繋がりを持つ受け手を育成するためには、年間を通して常に受け手側に刺激を与えることができる学校教育における防災教育担当者がその役（つなぎ手）として適任である。