

桜島火山防災マップを活用した防災教育

○坂本昌弥^A, 木下紀正^B, 八田明夫^C, 森脇 広^D

SAKAMOTO Masaya, KINOSHITA Kisei, HATTA Akio, MORIWAKI Hiroshi

鹿児島大学大学院人文社会科学部^A, 鹿児島大学産学官連携推進機構^B,

鹿児島大学教育学部^C, 鹿児島大学法文学部^D

【キーワード】 火山防災マップ, 火山ガス高濃度事象, 桜島火山災害史, 火山防災授業

1. はじめに

近年, 桜島の噴火活動は減少し, 1983 年には 643 回観測できた爆発回数も 2005 年には 15 回であった(図 1)。しかし桜島は, 気象庁の活火山評価では全国で 13 火山指定されているランク A であり, 今後活動が活発化する可能性も十分にある。

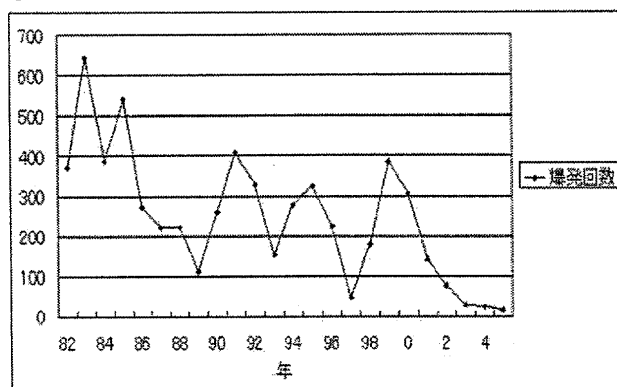


図 1 桜島の爆発回数 (鹿児島地方気象台 HP データをグラフ化, 縦軸は爆発回数, 横軸は西暦)。

それゆえ鹿児島湾沿岸に住む 70 余万人の住民への火山活動に関する啓発活動や防災教育の必要性は非常に高い。

桜島の噴火活動の歴史は, 有史以来大きいもので 5 回(天平宝字噴火, 文明噴火, 安永噴火, 大正噴火, 昭和噴火)あるが, その被災状況は必ずしも溶岩流や土石流, 火砕流によるものだけではない。

鹿児島大学噴煙火山ガス研究グループでは, 噴煙活動と火山ガスの挙動を衛星画像と地上観測を用いて解析し, それをインターネットや学会等, 多くの機会を通して公開してきた。その中でも火山の噴煙活動にともなう火山ガス高濃度事象に関する研究は, 防災的な意味でも急務であり, 数多くの先行研究[1]によって詳細に検証されている。

1991 年に発生した島原雲仙普賢岳の火山噴火災害を発端として, 1992 年当時の国土庁が火山噴火災害危険区域予測図作成指針 [2] を出すと, 鹿児島市はこれを受け, 同年垂水市と桜島町(現鹿児島市)と協力して「桜島火山噴火災害危険区域予測調査検討委員会」を設置し, 桜島火山防災マップ作成に着手し, 1994 年公表した。その後, このマ

ップは 2002 年(平成 14 年)鹿児島市によって修正され, 2006 年(平成 18 年)再度修正された。

2004 年までに全国 33 の火山においてこのような火山防災マップが作成されたが, その作成基準と作成後の活用方法において各自治体で大きな差がある。

それゆえこれら火山防災マップの評価と活用方法の研究は現在急速に進んでいる [3]。

2. 本研究の目的

本研究では, 桜島火山から噴出する火山ガス中の SO_2 ガス濃度と桜島火山の災害史からみた桜島火山防災マップに関する評価, およびそれを活用した防災教育の実践をおこない, 現在の桜島火山防災教育の問題点を論ずることを目的とする。

3. 桜島火山防災マップ

火山防災において, どの程度の噴火に焦点を絞るかは大きな問題である [4]。桜島火山防災マップ(図 2)は, 大正噴火時のプリニー式噴火を想定し, それに対応している。

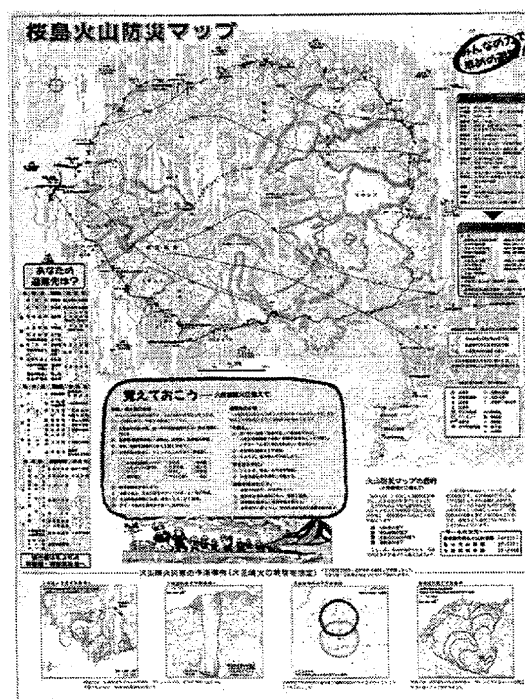


図 2 桜島火山防災マップ (平成 14 年版)。

プリニー式噴火は大量の噴石や軽石・火山灰が火山ガスとともに垂直に噴き上げられる大規模な噴火様式であり、高度 10km 程度以上の噴煙が特徴である。

この地域は、始良カルデラや鬼界カルデラ [5] を形成した破局的噴火を経験しているが、そのような噴火を想定することは、数万年に一度という頻度から適切ではなく、数十年から数百年というスパンで起こる大規模噴火を想定したマップにしたのは適切であろう。

住民啓発型の桜島火山防災マップは B 2 版の片面印刷である。これは自宅・職場等の壁に貼り付けるには適切なサイズである。印刷文字のサイズも適切である。

記載内容については大正噴火など過去の災害範囲を図示するとともに、溶岩流や火砕流の流下予測図および噴石落下予測図もある。過去の大噴火から見て桜島の活動が沈静化しつつある現在、噴火場所の特定は困難であるが、これは一例として活用すべきであろう。

マップの左側には全島避難等の事態になったときの避難場所も掲示されている。

4. 火山ガス高濃度事象と火山防災マップ

環境省が定めている環境基準では「 SO_2 ガス濃度の 1 日平均値が 0.04ppm 以下であり、かつ 1 時間値が 0.1ppm 以下であること」と定められている。この環境基準を超える場合(以下、高濃度事象)が桜島では多く観測されるため、この事象について検討し、こうした火山ガス高濃度事象も桜島をはじめとする火山防災マップへ記載されるべきであることを述べたい。

行政機関による桜島周辺の火山ガス観測点を図 3 に示す。

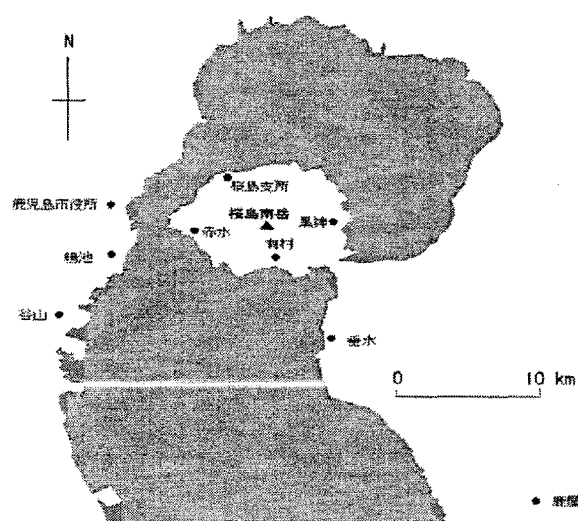


図 3 鹿児島県・鹿児島市による桜島火山ガス観測点。

解析は赤水、桜島町役場(2004 年 11 月から桜島支所)、喜入、鹿屋各局は鹿児島県環境生活部の測定データを、黒神、有村、谷山、鴨池、鹿児島市役所各局は鹿児島市環境保全課の環境大気測定局観測点の測定データを用いた。火山ガスの測定方法は鹿児島県と鹿児島市の 4 測定局(谷山・有村・黒神・鴨池局)では溶液伝導率法による測定を、市役所局では 1998 年 2 月に紫外線蛍光法の乾式測定法にかわって測定をおこなっており、ppb の単位で測定をしている。

2001 年 1 月有村局における火山ガス高濃度事象を例に取ってみると、142 時間発生していることがわかった(図 4)。

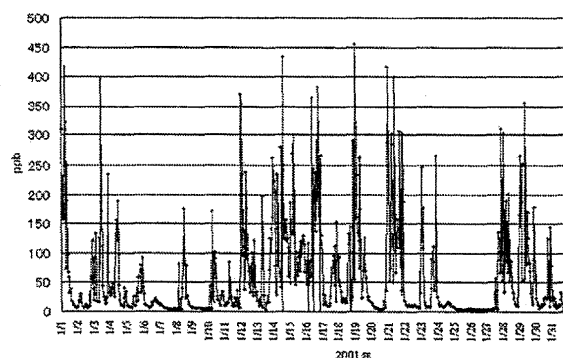


図 4 2001 年 1 月有村局における桜島火山ガス濃度。

山頂高度付近の風速は図 5 のようである。

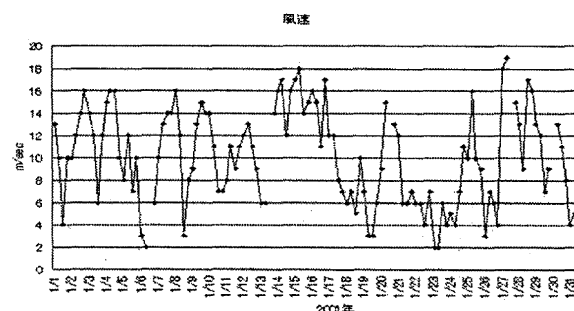


図 5 2001 年 1 月鹿児島地方気象台上空 925hPa の風速。観測は各 3 時、9 時、15 時、21 時に実施。6 日 15 時、13 日 15 時、20 日 15 時、27 日 15 時、30 日 3 時は欠測。

火山ガス高濃度事象に関する詳細な研究[6][7]によって明らかにされているように、桜島においても火山ガスの高濃度事象は強風下で観測されている。このことについては他論文で詳細に報告している [8] [9]。

火山ガスに関する災害については、2005 年 12 月 29 日に秋田県湯沢市の泥湯温泉で発生した家族 4 人の死亡事故に見られるように、温泉地帯からしみ出した H_2S ガスや CO_2 ガスがくぼ地に滞留し、それによる事故を注意すべきであるというのが一般的である。しかし火山ガスは多様であり、

特に放出機構の異なる H_2S ガスと SO_2 ガスは区別して考える必要がある。

噴火口から高温で放出される SO_2 ガスでは 2001 年桜島噴煙活動観測結果などからもわかるように、風速が 10m/sec を超える場合に高濃度事象が生じている。このことについては H_2S ガスと分けて火山防災マップに記載することが必要であり、また学校教育の中にも取り入れていく必要性があるだろう。

5. 桜島の災害史と火山防災マップ

桜島の大正噴火を想定した火山防災マップであるが、その災害史的観点から見て次のように評価できる。

1 点目は、地震による被災の可能性である。大正噴火を想定してこの桜島火山防災マップは作成されているが、石原 [10] も提言しているように大正噴火では地震と、地震による家屋崩壊の被災者が最も多い。65 名の死者・行方不明者のうち 40 名が鹿児島市内と大隅半島で被災している。このことは大噴火に関わる火山防災を考えるという点で非常に重要な意味を持つ。桜島火山防災マップは桜島住民に対して作成された感が強いが、大正噴火規模の火山活動の際、被災の可能性のある住民は鹿児島湾一円の住民であり、それらに対応した火山防災マップを検討しなければならないだろう。1994 年版および 2002 年版の桜島火山防災マップでは地震に関する記載はほとんどなかったのに対し、2006 年版では想定される現象の中で地震について「大規模噴火に伴い鹿児島市および周辺地域で震度 6 程度の強い地震が起きる可能性があります。」と説明され、この問題点については改善がみられた。しかし大正噴火の歴史的事実（死亡者数、家屋倒壊等、被害区域）からこのことはより一層強調されてもよい。

2 点目は津波の可能性である。大正噴火では大きな津波が発生しなかったが、大正噴火以外では 1780 年 9 月、10 月の海底噴火で津波発生、1781 年 4 月の高免沖の島で海底噴火、津波が発生、死者 8 名、行方不明者 7 名、負傷者 1 名、船舶 6 隻損失という被災の歴史がある。

また 1792 年 5 月 21 日に発生した島原の眉山崩壊は、対岸の肥後での津波による死者は 4653 名、天草で 344 名であった。山体崩落の可能性があるかについても、今後調査が必要であろう。この津波に関しても地震同様 1994 年版および 2002 年版の桜島火山防災マップでは記載はほ

とんどなかった。しかし 2006 年版では「地震、海底噴火、岩なだれ等により津波が発生する可能性があります。」と説明されるようになった。

3 点目は、桜島火山防災マップの普及活動である。先にも述べたように、大正噴火規模の火山災害が生じた場合、その被災は鹿児島湾一円に及び、その被災人口は、鹿児島市、垂水市、霧島市等の人口を合計すると 70 万人以上になると予想される。この地域の住民に対して桜島火山防災マップの配布や利用方法等について常に啓発活動をしておかななくてはならない。作成するだけではその内容が十分に住民に伝わらず、流言、デマの可能性も生じる。情報化社会でも通信網や交通の不通が生じた場合十分にその可能性がある。落ち着いて迅速に行動するためには啓発活動は絶対に必要である。岩手山におけるその火山防災マップは 20 万部をその周辺住民に配布し、その啓発活動に積極的に取り組んでいるが、鹿児島県もその対策を早急にすべきである。

6. 桜島火山防災マップの有効性調査

桜島火山防災マップを読みこなすためには、地質や火山の基本的な知識が必要である。また桜島火山防災マップを地域住民に配付するだけではなく、それに関する教育をしなければ十分な防災効果を得ることはできない。

そこで 2005 年 12 月、鹿児島玉龍高等学校 2・3 年生の科目地学選択者 [2 年 63 名(男 30 名・女 33 名)、3 年 27 名(男 10 名・女 17 名)、合計 90 名] を調査対象とし、桜島火山防災マップ(2 色コピー、平成 14 年修正版)を配布し、その有効性を調査した。またこの調査結果をもとに防災授業を実施し、火山防災マップを配布するだけでなく、火山防災授業をおこなうことによってどの程度効果が上がるかを考察した。

鹿児島玉龍高等学校は、鹿児島市立であり、普通科のみの学校である。学級数、生徒数は 2005 年 12 月現在で、一学年 9 クラス計 27 学級、在籍数 1076 名 [1 年 363 名(男 178 名・女 185 名)、2 年 355 名(男 168 名・女 187 名)、3 年 358 名(男 170 名・女 188 名)] である。主として大学進学者希望者が多く、また部活動の盛んな学校である。島津家の菩提寺福昌寺跡につくられたある高校であり、2006 年度から中高一貫教育校として教育活動をおこなっている。

調査方法は記名式のアンケート形式とし、火山防災授業の前後にそれぞれアンケートをすることによってその授業の効果を調査することとした。生徒の中に桜島居住者はいなかった。

桜島火山防災マップを配布しそれを十分に観察させた後、アンケート用紙を配布し、その理解度を調査した。

防災授業の内容は以下の3点である。

- (1) 桜島火山防災マップ用語および見方の説明。
- (2) 桜島火山の噴火史および大正噴火の具体的内容説明。
- (3) 桜島火山噴煙活動の現状と三宅島雄山の例も含めた火山ガス高濃度事象の説明。

アンケートでは火山防災マップに関する細かい質問を数多くおこなったが、ここでは重要と思われることを述べる。防災授業前では火山防災マップの存在を知っている生徒は10%であり、実際に見たことがある生徒は1%であったが、防災授業後では全員の生徒がその必要性を理解した結果となった。

また防災授業前では家庭で避難に関する話し合いをしたことがある生徒が22%だったのに対して、防災授業後は全員の生徒が学習したことをきっかけに家庭で避難に関する話し合いをしており、防災授業の効果が理解できる。

現在桜島火山防災マップに記載されていない火山ガス高濃度事象に関して、防災授業後には記載すべきであるという意見が96%になり、その重要度が理解されたと思われる。

6. 結論

本研究を通して以下のような結論を得た。

- (1) 桜島火山防災マップが想定している大正噴火の規模から見ると、地震・津波対策や被害想定区域に再考すべき点があるのではない。
- (2) 桜島火山ガス高濃度事象や三宅島雄山[11]の例からも明らかなように、火山ガスに関する被害は強く想定されるべきである。
- (3) 火山防災マップを活用した火山防災授業をすることによって、その火山災害に関する理解度は深まることがわかった。地域住民に配付するだけでなく、広く防災授業を実施し、緊急の際に備えるべきである。

7. 今後の課題

火山防災学およびその防災教育は災害を減災する上で非常に重要である。今後は次のような点を課題とし、研究を深めたい。

- (1) 火山ガス高濃度事象に関して、 H_2S ガスと SO_2 ガスは区別して考える必要がある。現在公開されている火山防災マップの中でも、この点について明確に区別しているものはほとんど見あたらない。噴火活動数が減少しているといわれる桜島だが、その火山ガス高濃度事象を更に研究し、この問題をより一層提起していきたい。
- (2) 現在、高等学校で科目地学Ⅰ・Ⅱ選択者は、全体の7%ともいわれており[12]、防災教育は高等学校教育の中で非常に困難になりつつある。多角的な視点から高等学校理科教育の議論が必要である。理科教育の中で防災教育の必要性を提起していきたい。
- (3) 地域住民に対してどのような防災教育を実施していくか、その具体的研究は少ない。今後、効果ある防災教育の研究は急務であろう。その効果ある防災教育のあり方について研究していきたい。

8. 文献

- [1] 木下紀正：噴煙・火山ガスと大気環境、気象利用研究 No.13, pp.61-65, 2000, 及び引用文献。
- [2] 国土庁防災局：火山噴火災害危険区域予測図作成指針, 1992。
- [3] 荒巻重雄：日本の火山ハザードマップと防災、月刊地球 Vol.27, No.4, pp.247-252, 2005。
- [4] 小山真人：現代社会は破局災害とどう向き合えばよいのか、月刊地球 Vol.25, No.11, pp.821-824, 2003。
- [5] 成尾英仁：縄文の灰神楽-鬼界アカホヤ噴火で何が起こったか、月刊地球 Vol.25, No.11, pp.831-834, 2003。
- [6] 木下紀正・今村和樹・金柿主税：桜島山麓における二酸化硫黄高濃度時の風系、第13回風工学シンポジウム論文集, pp.79-84, 1994。
- [7] 木下紀正・小山田恵・日高耕一：桜島噴煙の2点観測と火山ガス高濃度事象の解析、鹿児島大学教育学部研究紀要、自然科学編, Vol.51, pp.37-51, 2000。
- [8] 坂本昌弥・木下紀正：2001年の桜島における火山ガス高濃度事象、鹿児島大学教育学部研究紀要、自然科学編 Vol.56, pp.11-20, 2005。
- [9] 坂本昌弥・金柿主税・木下紀正・飯野直子：噴煙・火山ガス情報のインターネット公開と防災教育、2004年度京都大学防災研究所共同研究集会（一般）16K-01講演要旨・寄稿集, pp.45-54, 2004。
- [10] 石原和弘：桜島の火山防災マップ、月刊地球 Vol.27, No.5, pp.396-399, 2005。
- [11] 飯野直子・木下紀正：三宅島高濃度火山ガスハザードマッピング—衛星画像による植生指数変化と八丈島高層風との関係—、第23回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp.111-112, 2004。
- [12] 岡本義男：モデルを意識した地学教材、特に地震分野、地球惑星科学関連学会2003年合同大会特別公開セッション講演要旨, pp.64-75, 2003。