

報告

雲仙普賢岳の噴火活動による降灰の地域への影響およびその対策に関する調査

高橋 和雄*・藤井 真*

Study on Effects of Ash Fall on Shimabara Districts and Countermeasures for Ash Fall during Eruption of Mt. Fugen in Unzen

Kazuo TAKAHASHI* and Makoto FUJII*

Abstract

Ash fall during volcanic eruptions and pyroclastic flows of Mt. Fugen in Unzen rendered severe bad effects on everyday life, local economy in commerce and industry, and agriculture in Shimabara district. The governments made programs for ash fall under the Act of Active Volcanos and considered many countermeasures to reduce damage due to volcanic ash. Residents suffered from volcanic ash for a long time and introduced various means to avoid volcanic ash. The objective of this paper is to investigate the countermeasures against volcanic ash in the eruption of Mt. Fugen in Unzen by interviews and questionnaires. The results are discussed and some suggestions are presented.

キーワード：降灰，火山灰，降灰対策，火山災害

Key words : ash fall, volcanic ash, countermeasures for volcanic ash, volcanic disaster

1. はじめに

雲仙普賢岳の噴火活動は、平成2年11月17日に始まり、被災地島原市および深江町はもちろん、

島原半島全域に観光客の減少、火山灰による農作物の減収などによる被害を与えた。今回の噴火による主な加害因子は、火砕流、土石流、噴石およ

* 長崎大学工学部社会開発工学科
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
Nagasaki University

本報告に対する討論は平成9年9月末日まで受け付ける。

び火山灰である。火砕流および土石流は直接人命を脅かしたが、発生地区が限定されたため、これらに対応した警戒区域の設定、遊砂地および仮設導流堤の建設、河川改修など応急・緊急対策、治山ダム、砂防ダム建設などの恒久対策が導入されている。

降灰は、発生してからの制御は不可能で地域全体に影響を及ぼす。その発生期間が短期間である場合には影響は小さいが、長期間継続すると地域に重大な影響を及ぼす。降灰対策としては、桜島の火山対策に制定された活動火山対策特別措置法(活火山法)¹⁾が今回の噴火災害でも適用され、農業の施設化、プールの上屋の建設、降灰除去対策などが実施された。さらに、(財)雲仙岳災害対策基金や島原市および深江町の義援金基金によって各種の事業が行われた。行政の対策以外に市民は個人レベルの対策により火山灰に対処した。しかし、火山灰の除去など種々の分野で十分な対策ができなかった。火山灰は農業、漁業などの生産活動、地域の経済活動、市民生活に大きな影響を与えた。

火山灰は噴火活動の沈静化とともに現在はほとんど発生していない。しかし、日本には、活火山の周辺に市街地が多数あるため、市街地の都市防災のためにも雲仙普賢岳の噴火災害における降灰

の実態とその影響および対策を評価しておくべきである。そこで、本研究では、雲仙普賢岳の火山噴火に伴い発生した火山灰が地域に与えた影響、火山灰に対応できる生活様式、住まいの工夫など具体的にどのような対策が導入されたかをヒアリング、行政の各種の降灰対策の資料およびアンケート調査をもとに明らかにする。

2. 降灰状況

火山の噴火現象によって生じる火山灰は、山腹に堆積すると少量の雨でも土石流を引き起こす要因となる。また、火山灰は風によって被災地以外の広い範囲にまで運ばれ降下し、生活環境や地域環境の悪化、さらに冷害などの地球環境にまでさまざまな影響を及ぼすことが知られている²⁾。

今回の雲仙普賢岳の活動に伴う降灰の発生頻度は、火砕流の発生に大きく関係した。火砕流の発生によって、溶岩が細かく砕かれ熱雲となって空中に舞い上がった微細粒子が風によって運ばれ火山灰として陸域や海上に降下した。図1は月別日平均の火砕流堆積量を表わしたものであり、火砕流の発生頻度が高い月ほど多量の火山灰が降下した。特に平成5年(1993年)5月から7月にかけて火山灰が多かった。

先に述べたように、火山灰は風に運ばれて降下

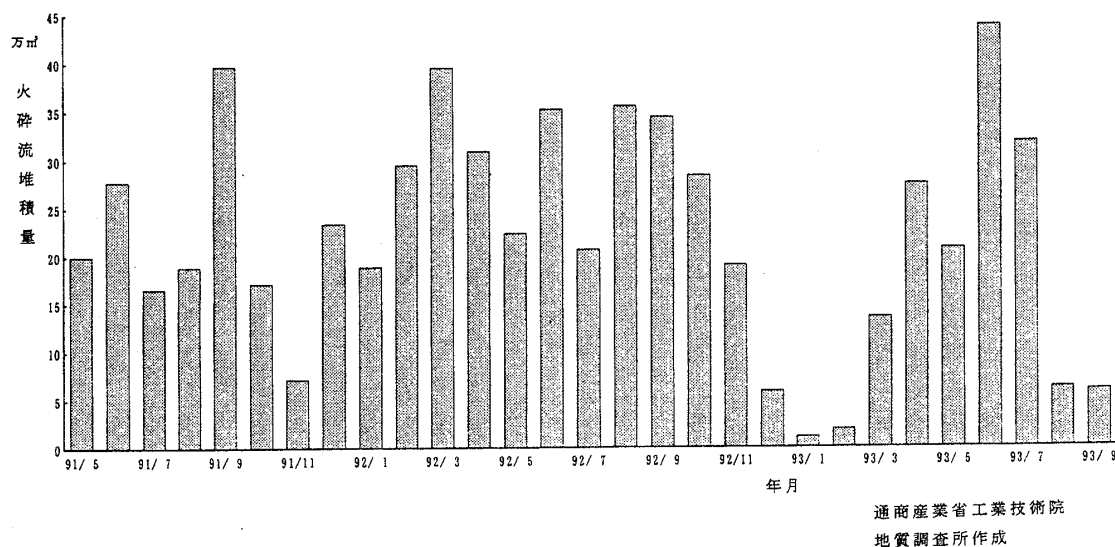


図1 月別日平均の火砕流堆積量

するため、降灰を受ける地域は風向きにより大きく異なる。降灰の状況は、農業にとって重要な問題であるため、かなり詳しく調べられている³⁾。これによれば、長崎海洋気象台が発表する普賢岳上空 1,500 m の風向・風速予報によって 1 年を通じての風向・風速の発生頻度が明らかにされている。これに対応して普賢岳の東側（島原市側）に多く堆積した。特に、島原市の北東側は春から夏にかけてかなり集中的に火山灰が堆積した。秋口から降灰は南東側の深江町方面に偏る傾向にある。火山灰は微粒子でかつ高密度であるため、堆積した農耕地の表土は降雨によって締め固められ土壌中の水分や酸素が供給されにくくなり植物の育成が不可能となった。この結果、収穫期の葉タバコおよび果樹（みかん、柿、梨など）が被害を受けた。平成 3 年の農産物被害額は 70 億円に達した。

3. 降灰が地域に及ぼす影響と対策

図 2 は、火山灰が地域に及ぼす主な影響とその

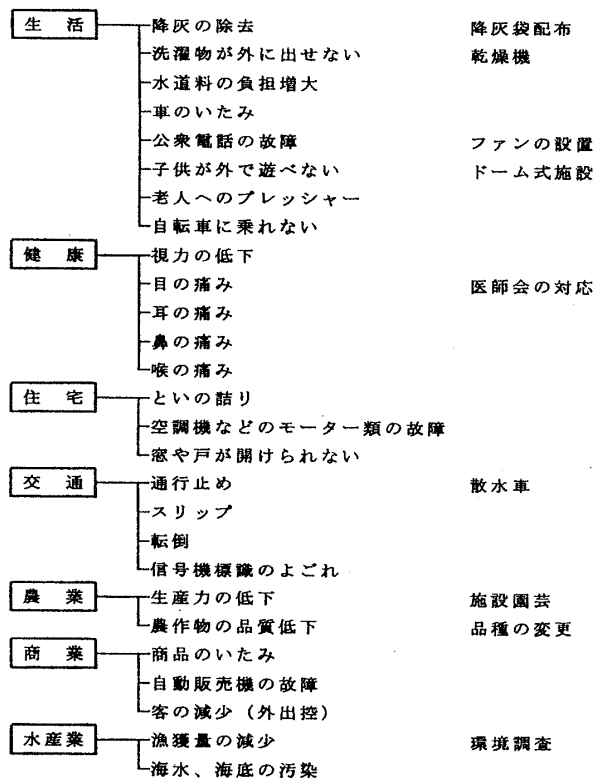


図 2 火山灰が地域に及ぼす影響

対策を新聞報道やヒヤリングの結果に基づいて、分野別にまとめたものである。火山灰は広範囲にさまざまな影響を及ぼした。噴火活動が短期間で終息する場合には、被災地以外ではしばらくの間不便に耐えなくてはならないもののダメージは小さくてすむ。しかし、これが長期化すると生活・健康面への影響、農業、水産業、商工業などへの影響が出てくる。これが住民を心理的・経済的に圧迫し、商工業の転出や人口の流出につながり地域全体にダメージを与えることが考えられる（図 3）。以下に各分野別の影響とその対策を詳しく述べる。

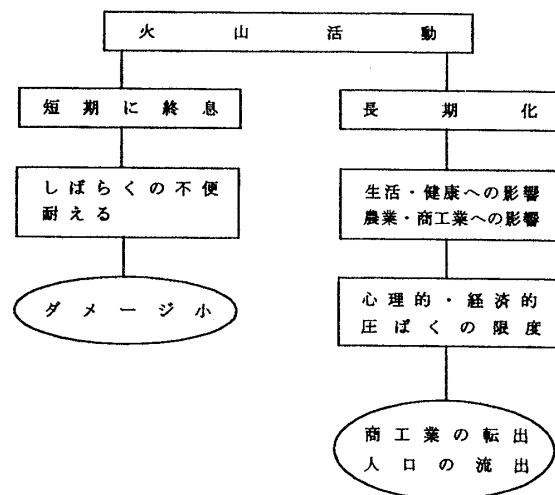


図 3 被災地以外への災害の影響

3. 1 生活

(1) 日常生活

日常生活において特に大きな影響として挙げられるのが、火山灰の除去作業であった。火山灰は放置すると風や自動車の走行によって空中に舞い上るため、こまめに除去しなければならない。散水によって除去するために水道の使用量が増大した。降灰除去作業では、島原市シルバー人材センターのお年寄りたちが活躍した。シルバー人材センターの契約金額のうち、3 分の 1 以上は屋外での火山灰の除去費用であった。

また、降灰のために屋外に洗濯物を干せないこともしばしばあり、家庭では室内に干したりある

いは乾燥機の使用などの対策をせざるを得なかった。その他、ガス湯沸かし器、空調機、自動車、カメラなどのセンサーに火山灰が付着するために誤作動や空気取り込み口の目づまり、モーターなどの回転部の故障が生じた。また、火山灰の堆積により、太陽熱給湯器の能力が低下した。

島原市では、屋外の公衆電話機の故障が増えた。故障は、電話機内に入り込んだ火山灰がテレホンカードやコインを読み取るセンサーに付着して起こる。これに対してはNTT長崎支店は島原半島内8箇所に、電話機内に送風し火山灰の侵入を防ぐ仕組みをもつ「ファン付き公衆電話機」を試験的に導入した。桜島の火山灰による電話機のトラブルのためNTT鹿児島支店が開発したもので、10万円程度コスト高になるが、故障の頻度は減少し、その効果が確認された。小中学校、高等学校などの教育施設では、降灰対策として空調機の整備、プール上屋の建設、プールクリーナーの整備、グラウンド等の降灰除去、散水設備の整備などがなされた。

(2) 住宅

住宅面では、火山灰の侵入を防ぐために窓を開けられないことが大きな問題となった。火山灰は人の出入りや小さな隙間から家の中に入り込み部屋の中をざらつかせ、これによって電気製品が故障するなどの影響も出た。また、屋根の雨どいが火山灰の重さによって曲がったり、詰まって雨水が流れない状況も出た。雨どいの清掃は素人には危険であるため専門の業者に依頼する場合もあり、負担増のひとつとなったようである。シルバー人材センターは当初、雨どいに詰まった火山灰の除去を行っていたが、危険ということで中止となった。

(3) 交通

交通面では、火砕流の発生によって、大量の降灰で視界が不良となったために道路が通行止めになったり、あるいは徐行を強いられたりする影響が出た。火砕流の発生によって県道愛野―島原線の下折橋町～北千本木町が度々通行止めになり、国道251号、国道57号も一時閉鎖された^{4) 5)}。また、路面に積もった火山灰によってスリップ事

故につながったり、あるいはバイクや自転車などで転倒したりすることもあった。このためバイクや自転車に乗る人が減少した。行政は降灰があるごとにロードスweeper、散水車によって道路の降灰の除去を行った。火山灰による信号機、遮断機などの誤作動および車両のエンジン故障もあったため、鹿児島や阿蘇の降灰対策をもとに漏電対策や除去対策が行われた。

島原警察署や島原地区交通安全協会などは自動車が巻き上げる火山灰によって沿道の歩行者や作業をしている人たちが迷惑せずにすむよう、ドライバーへスピードを控えた思いやりのある気配り運転を心がけてもらおうとチラシを作り「ゆっくり走ろう気配り島原」キャンペーンを実施した。

3. 2 健康

火山灰は、生活環境を悪化させるだけでなく皮膚粘膜に付着し刺激するなどの健康への影響を生じる。火山灰は粒径が小さいために呼吸器系の奥まで侵入し、より重度な障害をもたらす危険性がある。図4は島原市保健衛生課が行なった普賢岳噴火災害と健康対策に関するアンケートの集計結果の市民配布用のチラシである。これを見ると、とくに眼の症状・喉の症状で6割以上の人が「噴火後に悪くなった」と訴えている。症状の主なものとして、「眼が痛い・こもらる」、「喉がいがする、声がかすれる」、「咳、たんがでる」などが挙げられている。この項目は、火山灰が皮膚粘膜や呼吸器系に付着したことによる影響が大きいと考えられる。これに対する健康対策としては、「眼鏡やゴーグルの着用」、「耳まで隠れるような帽子的着用」、「マスクの使用」、「うがいの励行」などが挙げられている。噴火当初は、火山灰に対して多くの人が防御対策を行っていたが、噴火活動の長期化とともに、対策をしている人は少なくなっていくようである。この原因としては、火山灰に対する慣れや夏季の暑さの中でのマスクや帽子の着用が苦痛なためとも考えられる。また、雲仙普賢岳噴火災害の健康影響調査は、長崎大学医学部を中心に詳しい調査が行われている⁶⁾。

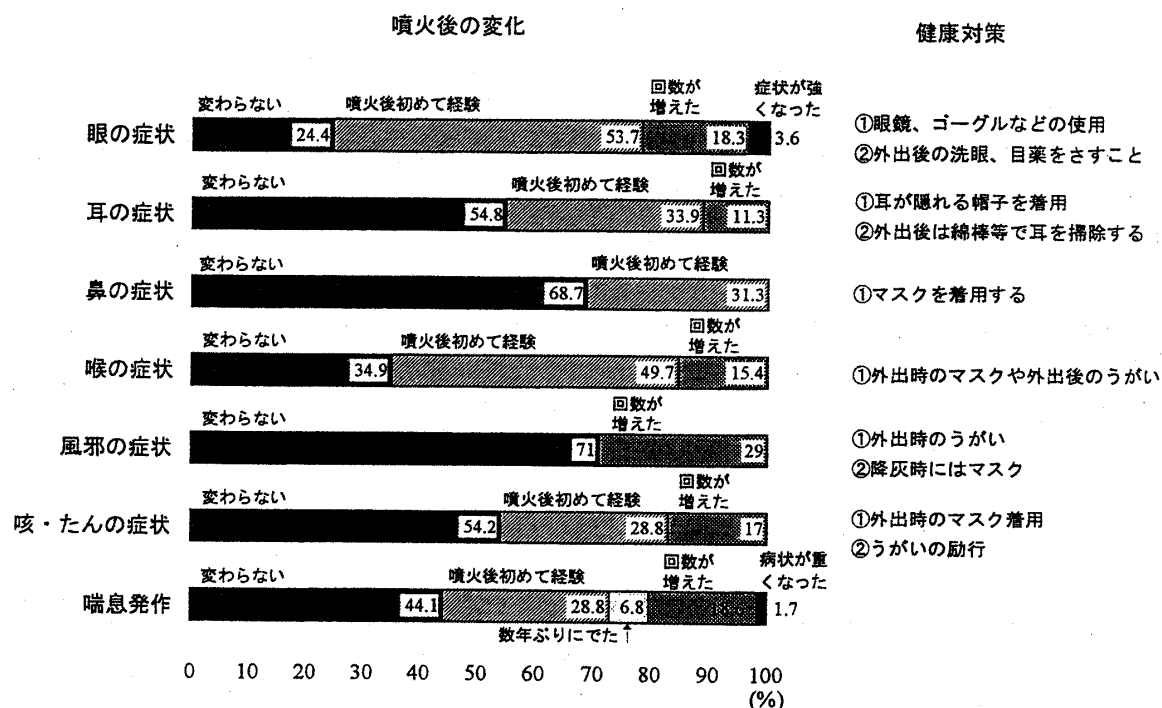


図4 普賢岳噴火災害と健康対策

3. 3 産業

(1) 農業

火山灰の影響を最も直接的に受けたのは農業の分野であった。農産物に対する降灰対策は、平成3年2月の再噴火から行政によって開始された。火山灰は農作物に付着するほか、堆積すると固まって土壤中に水分や酸素が通りにくくなり、植物の育成を妨げる。これによって、農作物の生産力は低下し、かつ付着した火山灰によってその商品価値が失われた。農業は、島原半島の基幹産業であるが、火山灰のため馬鈴薯、白菜、キャベツ、お茶、葉タバコなどが大きな被害を受けた。これに対して、防塵ハウスなどの導入に加え、火山灰に強い作物の品種の変更を行って対応した。農業に対する降灰対策は、鹿児島県桜島の降灰対策の実績があり、かなりきめの細かい対策が実施された。

(2) 水産業

水産業の面では、海底に火山灰が堆積して魚類のえさとなる底生動物が減少し、水産資源に影響を及ぼすことが心配された。このため、土石流の底生動物や魚類への影響調査が行われた⁷⁾。

(3) 商業

商業面では、商品が火山灰によって傷んだり、汚れたりして展示に苦労した。また、降灰のひどい日には外出する人も少なくまた噴火災害によって観光客も減少して、商品の売れ行きにも大きく響いた。土石流による島原市の孤立および災害の長期化、そして火山灰が、直接被害がない商工業に大きな影響を及ぼした。また、自動販売機の硬化投入口に火山灰が詰まったりして故障するなどの問題も出た。

しかし、一方では、やっかいものの火山灰を利用とする試みとして、火山灰を使用した普賢ガラスを用いた花瓶やコップなどの製作、火山灰を利用した建材の開発などが行われた。また、島原市では平成5年10月26日から「観光客の持ち帰り用」にと島原城や武家屋敷、旅館、ホテルなど主要観光に火山灰の持ち帰りコーナーが設けられた。

4. 降灰に対する行政の対策

4. 1 国の対応⁸⁾

国は活動火山対策特別措置法などに基づいて、

降灰除去対策として道路等の降灰除去事業の補助や、降灰防除対策として学校、保育所等の教育、社会福祉施設の空調設備等の整備を行ったり、医療施設、中小企業者に対する降灰防除のための資金融資を行った（表1）。活動火山対策特別措置法は桜島の噴火による火山灰に対して制定された法律である。これまで、桜島および有珠山の噴火災害時に適用された実績がある。平成3年7月9日に、島原市および深江町が雲仙岳に係る降灰防除地域に指定された。さらに、平成4年8月5日に有明町など5町が追加指定された。

4.2 長崎県の対応⁹⁾

長崎県は国の対策では対応出来ない分野を（財）雲仙岳災害対策基金をもとに補完した。保育所の降灰対策事業、園芸施設の降灰対策として防塵ビニールハウス、付帯設備等への助成などを行った（表2参照）。

4.3 島原市および深江町の対応

地元の自治体も国および県の対策に対して補助率の嵩上げを行ったり、島原市および深江町の義援金基金によって生活に密着した対策を行った（表3、4）。

表1 雲仙岳噴火災害に係る被災者救済対策（降灰対策）（文献8より抜粋）

平成4年4月9日 非常対策本部			
分野	項目	対応・根拠等	備考（実施状況等）
降灰除去対策	(1) 道路等の降灰除去事業の補助	ア 市町道については活火山法第11条で対応 ※イ 県管理道路については災害復旧事業で対応 ウ 学校については災害復旧事業で対応 エ 社会福祉施設については施設運営費で対応	ア 現在まで、国道、県道、市道等について各道路管理者等が相互に協力し、降灰を除去 イ 現在まで、公立学校4校で降灰を除去 ウ 対象施設は29か所である
降灰防除対策等 (1) 降灰防除地域指定と降灰防除施設の設備等	(1) 学校、保育所等の教育、社会福祉施設の空調設備等の整備等 (2) 医療施設、中小企業者に対する降灰防除のための資金融資	ア 活火山法(第12条～第15条)で対応 イ 活火山法の地域指定により予算補助・低利融資	ア 活火山法の運用により島原市及び深江町を降灰防除地域に指定(H3.7.9官報告示) イ 児童福祉施設等の空調設備等17か所整備済 ウ H3.7.9(中小企業関係措置法) エ 活火山法に基づき、島原市及び深江町を降灰多量地域に指定(H3.8.14 文部大臣裁定) オ 公立学校19校及び私立学校5校の空調設備を整備済
(2) 避難施設緊急整備地域指定、整備計画策定と事業実施	(1) 避難道路、避難港、広場、避難地の整備、学校の不燃整率化等	ア 活火山法(第2条～第7条)で対応	ア 活火山法の運用により島原市の一部及び深江町の一部を避難施設緊急整備地域に指定(H3.9.27官報告示) イ 避難施設緊急整備計画を承認(H3.12.13)
(3) 防災営農施設整備計画等の策定と事業実施	(1) ビニールハウス等の被覆施設・洗浄機械施設等の整備	ア 活火山法(第8条～第9条)で対応	ア 長崎県の第1次防災営農施設計画(3年度分)を承認(H3.12.13)、第2次防災営農施設計画(4～6年度分)を承認(H4.3.31)

表2 雲仙岳災害対策基金による降灰対策支援事業

平成4年7月		
分類	事業名	内容
生業の支援事業	保育所の降灰対策事業	降灰防除設備整備1/2助成
農林業の対策事業	稚蚕飼育委託事業	稚蚕の半島外へ飼育委託1/2助成
	降灰対策事業	防災営農施設整備事業の補助対象外の整備に対しその3分の1を助成 付帯施設：二重カーテン、加湿機園芸用ハウス簡易ハウスの防塵ビニール資材導入に対し通常ビニールとの差額の10分の7を助成
	森林被害復旧対策事業	森林の復旧事業に要する安全衛生器具、作業用機械の整備及びオペレーター養成に対する経費について降灰による増加分の4分の3を助成

表3 島原市義援金基金による降灰対策支援事業

		平成4年度	
事業名	項目	内容	
普賢岳地域防災営農対策事業	降灰地域土壌矯正 降灰防止・防災除去	土壌矯正資材の購入助成 被覆施設整備助成	
	施設整備 降灰対策	洗浄施設整備助成 被覆施設・除灰施設整備助成	
降灰袋配布事業		降灰袋の配布	
散水器具支給事業		水道機材セット支給	

表4 火山灰に対する島原市・深江町の対応

市町	年月日	こと
島原市	H.3. 9. 21	降灰袋を各世帯へ配布
	H.3. 10. 30	降灰用清掃車と散水車を購入
	H.4. 5. 26	水中ポンプ30台を公民館に各5第配備
	H.4. 7. 1	散水セットを全世帯に配布
	H.5. 12. 18	20,000円分の商品券を全世帯に配布
深江町	H.3. 9. 19	一律50,000円を各世帯に配布
	H.4. 5. 28	ホースを各世帯に配布
	H.4. 9. 22	月額1,000円の水道料補助
	H.5. 6. 27	布団乾燥機を各世帯に配布
	H.5. 12. 24	一律10,000円を全町民に配布

島原市は、降灰除去用の降灰袋を各世帯に配布したり、降灰用の清掃車と散水車の購入、水中ポンプの配備、各世帯への散水セットの配布などを行った¹⁰⁾。降灰袋は鹿児島市から災害見舞として寄贈された袋を当初各家庭に配ったが、その後、島原市が作成した。島原市建設課によれば、平成5年6月末現在の統計で1戸平均80袋、1トン強の火山灰が搬出された。降灰除去のための費用は国と島原市が2分の1ずつを負担した。火山灰の除去作業は、道路、学校などの公共施設を行政が行い、私有地を個人が行った。個人が扱う火山灰は降灰袋に詰めて所定の場所に置き、行政によって回収された。道路上の火山灰は散水車によって側溝に流していたが、道路の勾配がある東西方向は流れやすいものの、国道251号沿いの南北方向は流れにくい。また、側溝のふたがカルバートやコンクリートの場合は流れ込みにくいため、グレイティングのふたへの変更の要望も出された。散水車が入れなかった4m以下の幅員の狭い道路や、側溝がない道路および歩道の降灰除去はなされなかった。この原因としては、降灰の発生がいつまで続くかという判断がつかかねていたことが考えられる。早期に終息すれば過大投資になるおそれ

があるため、歩道や狭い道路の降灰除去用の機器の導入は行われなかった。

島原市内6地区の婦人会と商工会議所婦人会の代表が平成5年8月4日、島原市役所に「降灰除去による水道料金が家計を圧迫している」として市財政からの助成を求めた。しかし、水道事業は税金を使わない独立採算の特別会計であるため、水道料金の値下げは実現しなかった。島原市の上水道は、その水源をすべて地下水に依存しており、ダム建設の必要がないため、水道料金は周辺の市や町に比べて半分程度で安いといえる。島原市水道課の調査によると、市内一般家庭の毎月の水道使用料平均は1,442円で、このうち降灰除去関連は平均して150円(年間1,800円)程度としており、降灰除去による水道料金の上昇は、全体で10%程度であったとされている。

深江町は、各世帯へ散水用のホースや布団乾燥機の配布、水道料金の補助などを行った。深江町は、火砕流および土石流による人的・物的被害が小さかったために、義援金は島原市と比較して余裕があるので全世帯に水道料などの補助をきめ細かに行なった。災害で多少とも地域全体が被害を受けたことおよび降灰除去にも手間がかかっているを勘案して、水道料の名目で各所帯に義援金を配分したとも考えられる。しかし、島原市と深江町で被災者対策に差があったことも反省の材料となった。

平成5年の年末には、長引く噴火災害と景気の低迷による重苦しい空気を吹き飛ばし清新な気持ちで新年を迎えてもらおうと、島原市は市内の全世帯に2万円分の商品券を配布した。深江町でも、町内の全住民に対し“越年資金”として一律1万

円を配布した。商店街の活性化のためと降灰除去による水道料の負担増をカバーするものといえる。この他、島原市は市単独の事業でも降灰対策を実施した(表5)。

表5 雲仙岳噴火対策関係経費(降灰対策)

平成4年度 島原市	
項 目	内 容
教育対策	降灰地域特別健康診断事業
降灰対策	児童福祉施設等降灰除去関連対策費
	降灰土砂側溝浚渫事業土砂除去事業
	農業用施設降灰除去事業
	道路・排水路等の土木施設の降灰除去事業
	文教施設等降灰除去関連対策費
	公園水道施設整備事業

5. アンケート調査による降灰が市民生活に及ぼす影響とその対策の分析

5.1 アンケート調査の概要

降灰に対して、市民がどのような問題を抱え、どのような対策が必要だと考えているのかを具体的な数量で知るために、平成5年10月から同年12月にかけて島原市全体の約1割の世帯を対象に、「降灰が市民生活に及ぼす影響について」と題するアンケート調査を実施した。調査票は、島原市内の190の町内会の各町内会長に配布を依頼し、郵送方式で回収した。市内の全世帯の約1割の世帯に合計1,263部を配布し、952部を回収した。回収率は75.4%であった(表6)。

調査内容として降灰の発生頻度の認識や生活面、健康面・産業面への火山灰の影響とその対策、火山灰に対する工夫などを聞いた。

5.2 降灰の発生頻度の認識

島原市における降灰の発生頻度は、前述したように火山の噴火よりもむしろ火砕流の発生頻度に大きく関係しており、火砕流の発生頻度の高い月ほど多量の降灰に見舞われる。平成5年は5月から7月にかけて特に火砕流の発生時に大量の降灰に見舞われたが、平成5年の1年間を通してみると、市民の半数以上が平均して「1週間に1回程度」と認識している(図5)。なお、表中の記号N.A.は無回答を示す。雲仙岳測候所構内における平成5年の日別降灰量¹¹⁾のデータによれば0.3g/m³以上の降灰があった日は62日で、6日に1回降っていることになり、本調査結果とほぼ一致する。

長崎海洋気象台では、島原地方の気象情報として上空の風向き予報を発表している。回答者のほぼ全員がこのことを知っており、知っていた全員が発表される風向き予想を生活の上で参考に使っているようである。降灰に見舞われる地域は風向き

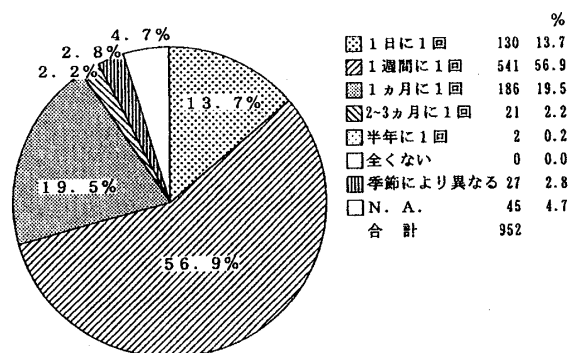


図5 平成5年の降灰の発生頻度(N=952人)

表6 地区別配布数、回収数、回収率

地区	世帯数	配布数	回収数	回収率
三会地区	1 1 5 8	1 2 0	8 2	6 8 . 3 %
杉谷地区	1 2 6 3	1 2 9	9 3	7 2 . 1 %
森岳地区	2 8 6 3	2 7 9	2 1 1	7 5 . 6 %
霊丘地区	2 5 4 6	2 4 6	1 5 5	6 3 . 0 %
白山地区	2 9 5 6	2 8 7	2 2 0	7 6 . 7 %
安中地区	1 9 7 8	2 0 2	1 2 8	6 3 . 4 %
N . A .	-	-	6 3	-
合 計	1 2 7 6 4	1 2 6 3	9 5 2	7 5 . 4 %

に大きく影響されるために、風向き予想は、洗濯物干しや農業関係者にとって大変有益な情報となっていたようである。

5.3 生活

(1) 日常生活

日常生活全体について、火山灰の影響で困っていることを尋ねた結果を表7に示す。これを見ると、特に「火山灰の除去」、「洗濯物が屋外に干せないこと」、「窓が開けられないこと」の3項目が90%以上の回答率で挙げられている。そのほか、「雨どいが詰まること」や「植物が育たないこと」、「戸や窓が開閉しにくくなること」などが続いている。火山灰は、放置しておくとも風などによって再び空中に巻き上げられるため、降灰があるたびに除去しなければならず、除去作業は市民にとって苦痛となった。また、火山灰の室内への侵入を防ぐため夏季の暑い日でも窓を開けることができない状況が続いた。雨樋が詰まると修理が必要となるが、素人には難しく専門業者に依頼することとなり、これもまた家計の負担につながったようである。

次に、主な困っていることに対する具体的な対策を調査した。洗濯に関する対策としてほとんどの家庭が室内に干している。しかし、屋外に干す

のに比べるとどうしても乾きにくいため、布団乾燥機や洗濯物乾燥機を利用して乾かしている家庭が25%程度となっている。

「噴火前に比べ水道の使用量が増えましたか」という設問では、実に95%が噴火前に比べ「増えた」と回答している。火山灰を除去するために、水道水を使用した結果といえる。

また、「降灰で自家用車が故障したことがありますか」という設問については、半数程度が「ある」と回答している(図6)。その故障内容は「窓(電動式のパワーウィンドウ等)」、「ドア」の故障が多く、次いで「ワイパー」、「エンジン」、「エアクリーナー」と続き、被害内容が多岐にわたっている。自家用車以外にも故障しやすくなった身の回りの生活用具を聞くと、「空調器」が60%を占め、次いで「自動販売機」、「公衆電話」などが火山灰の影響で故障しやすくなった。そのほか、パソコンやワープロ、コピー機、カメラ、AV機器なども挙げられており、屋外に設置されているものばかりでなく室内に置かれているコンピュータなどの機械類にまで影響が及んだ。

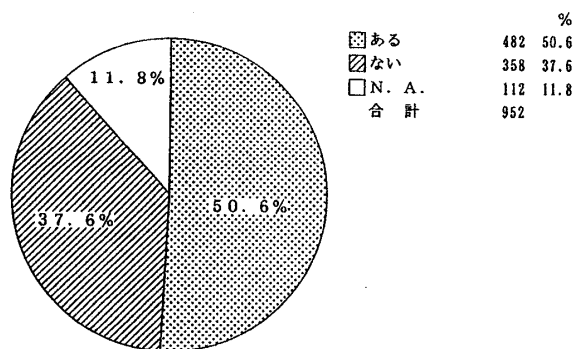


図6 火山灰による自家用車の故障(N=952人)

表7 日常生活のなかで困ること

N=952人 (複数解答)		
項目	人数	(%)
洗濯物が外に干せないこと	902	94.7
窓が開けられないこと	882	92.6
降灰の除去	877	92.1
屋根の雨どいが詰まること	802	84.2
植木や草花が育たないこと	699	73.4
戸や窓が開けにくくなること	667	70.1
目やのどなどの痛み	603	63.3
水道料の負担が大きくなったこと	585	61.4
家屋のいたみ	534	56.1
車の故障やいたみ	482	50.6
子供が外で自由に遊べないこと	347	36.4
太陽熱給湯器の能力が低下したこと	329	34.6
飲料水への不安	241	25.3
自転車に乗れないこと	163	17.1
ペット(犬や猫など)が飼えないこと	108	11.3
その他	77	8.1
家畜に健康などでなんらかの変化があったこと	26	2.7
N. A.	21	2.2

島原市における降灰は、火砕流の発生に伴って砕けた火山灰が降ってくるため、非常に粒子が小さい。空気中の浮遊粉じんが屋外に設置された公衆電話や自動販売機の硬貨投入口から内部に入り込んだり、コンピュータ類の内部に入り込んだりして故障の原因になっているものと考えられる。

(2) 交通

市民すべてが自動車やバイクを利用するとは限

らないが、全体の25%がスリップ事故にあったり、転倒してけがをした経験がある。スリップ事故と転倒がともに半数を占める。桜島の降灰がバイクのドライバーに与える影響のアンケート調査¹²⁾によれば降灰時の運転に対して桜島地区のドライバーの65%が大変不安と感じている。ドライバーの27%が事故にあっており、そのうち事故の原因に降灰の影響が大きいとした割合は44%となっている。つまり、アンケート回答者の12%が降灰のため事故にあっており、また別のアンケート¹³⁾によれば、車のスリップ事故で桜島地区の回答者の5.5%が医療機関を利用している。これらのデータと島原の結果と比較すると、島原の方が高い数値となっている。降灰に対して市民が不慣れな点と降灰除去作業の充実度などに差があることによるものと考えられる。

5.4 健康

火山灰の影響により身体の不調を訴えたり、あるいは病気にかかったりするなど健康面での影響を受けた市民は66%に達している。具体的な症状を表8に示す。これを見ると特に「目の痛み、目がごろごろする」や「喉がいがいがする」、「咳やたんがでる」といった眼や喉に関する項目が挙げられている。そのほか、火山灰の除去作業に伴う腰痛や腕の痛みなどを訴えた人もあった。市民は健康面で火山灰に対して、主に目薬の使用やマスクを着用するなどして対策していた。防塵マスクやゴーグルの使用も10%程度も見受けられる。なお、長崎大学医学部は、眼や耳鼻咽喉、吸収器系の症状の有無を島原市在住の40才以上の成人

2,600人について聞き取り調査を行っている⁶⁾。この結果によれば、「眼が痛い、ごろごろする」などの眼の刺激症状が最も高率で、次いで「喉ががらがらする、声がかすれる」の咽喉頭の刺激症状、「咳、たんがでる」の気管支肺の炎症症状、「鼻水がでる、鼻がつまる」の鼻粘膜の刺激症状となっている。この結果と本アンケートの結果は同じ傾向を示している。

5.5 産業

(1) 農業

農業関係者に、火山灰から受ける主な影響とそれに対する対策について尋ねたところ、回答者126人中121人(96%)が火山灰の影響で困ったことが「ある」と答えており、農業面へかなりの影響が及んでいることがわかる。主な影響として、火山灰が堆積することにより「水はけが悪くなる」ことや火山灰が固まったりして「土壌の悪化につながる」こと、火山灰が作物に付着して日光を遮断し「成育不良になったり商品価値を低下させる」ことなどが挙げられている。そのほか、稲刈り機や脱穀機などの「農業機具の故障」も引き起こしている。これに対して、図7のように、防塵ビニールハウスなどで被覆したり、機械類の整備・点検をこまめに行ったりして対策している。また、野菜などの作物は出荷前に水洗いして商品価値の低下を軽減させているが、これに伴って出荷時の手数および経費の増大にもつながった。

(2) 水産業

水産業関係者に、火山灰から受ける主な影響とそれに対する対策について尋ねたところ、32人中31人(97%)が火山灰の影響で困ったことが「ある」と答えている。主な影響として「漁獲量が減った」が90%近くになっているほか、「海水が濁った」、「海藻類が減ってきた」などが挙げられている(表9)。海洋汚染は、土石流による流出土砂の影響があり、火山灰だけとは限らないが、魚類の数が減少しているようである。これに対して、漁場を変えるなどして対策した。火山災害による漁獲量の減少を火山災害との関係で明らかにする資料はないようである。片岡¹⁴⁾によれば、漁獲量

表8 具体的な症状

N=626人 (複数回答)		
項 目	人数(人)	(%)
目の痛み、目がごろごろする	519	82.9
のどがいがいがする	373	59.6
咳やたんが出る	240	38.3
鼻水が出る、鼻がむずむずする	199	31.8
視力の低下	99	15.8
その他	60	9.6
耳の痛み	36	5.8
N. A.	15	2.4

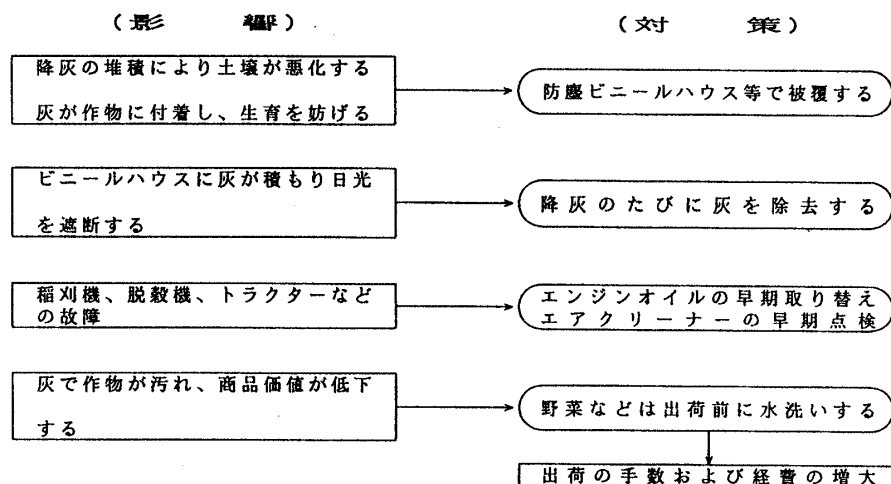


図7 農業への主な影響と対策

表9 漁業への影響

N=31人 (複数回答)		
項 目	人数(人)	(%)
漁獲量が減った	27	87.1
海水が濁った	23	74.2
海藻類が減ってきた	19	61.3
魚の種類が変わった	6	19.4
その他	6	19.4

は資源の減少もあって長期的に低下していたが、漁場の荒廃によってさらに減少したとされている。特に、アサリやワカメの養殖が大きな被害を受け、小型底曳船や刺網によるヒラメ、カレイ類、クルマエギ、ガサミなどの高価格魚の漁獲量が減少している。魚市場での取扱高は噴火前の20%減とされている。なお、火山灰も土石流発生時に河口部

から海に流される。土砂は河口直近に堆積するが、火山灰に潮流に乗って流され、河口周辺に堆積する¹⁵⁾。したがって、火山灰は海中においても土砂よりも影響範囲が広い。火山灰の堆積状況と底生動物の生息密度が低い範囲と良く一致していることが示されている⁷⁾。水産の有用生物の火山灰の影響については長崎大学水産学部を中心に継続的な調査が行われている。

(3) 商業

商工業関係者に火山灰から受ける主な影響とそれに対する対策について尋ねたところ、回答者192人中172人(89.6%)が火山灰で困ったことが「ある」と答えている。図8のように主な影響として「商品に火山灰が積もり、商品価値が低下すること」や「来店客の減少」、「自動販売機など

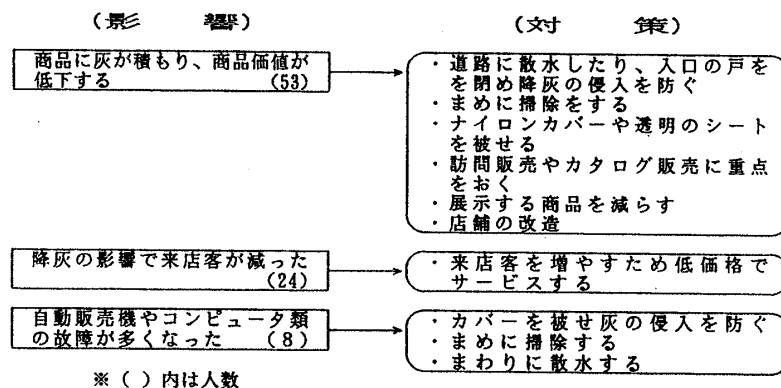


図8 商工業への主な影響と対策

の故障」が挙げられている。店頭で展示された商品に火山灰が積もると、商品が汚れたり傷んだりして商品価値が低下する。それを防ぐために、店の周辺に散水したりこまめに掃除しているほか、店頭販売を止め、訪問販売やカタログ販売に重点を置いた対応もとられている。また、自動販売機などの機械類の故障を防ぐために、周辺の掃除や散水を行っている。しかし、「来店客の減少」に関しては、価格を下げてサービスしているものの、降灰時には市民が外出を控えたり観光客の減少などで客足は伸びず、噴火以前に比べると売り上げはかなり落ちこんだ。長崎県災害対策本部の基礎資料によれば、平成8年3月31日までの被害額は2,299.4億円であるが、このうち商工被害が1,537.4億円となっている。被害額全体の約70%が商工被害でその99.99%は観光客などの減少、買物控え、島原以外での買物などによる間接被害である。

5.6 降灰に対する個人や地域の工夫

火山灰が市民生活に及ぼす影響は、これまで述べてきたように生活面、健康面および産業面などきわめて多岐にわたっている。これに対し、個人や地域でもいろいろ工夫をして降灰対策をしている(表10)。

個人では、屋根の勾配を急にして火山灰が積も

表10 降灰対策に対する個人・地域の工夫

(1) 個人での工夫

- ・屋根の勾配を急にする。
- ・建物の軒樋を取り外しておく。
- ・家の廻りにU字溝を作り屋根の灰を流す。
- ・風による屋根に積もった降灰のまき上げが多いので、屋根瓦の清掃をこまめにやる。
- ・電話機をビニールでつつむ。
- ・風向きによりビニールシートで車および品物におおいをする。
- ・窓を頻繁に開けられないので、空気洗浄器を各部屋に購入。
- ・除湿器活用。
- ・クレーンのドライ使用。
- ・傘を持ち歩く。
- ・窓枠にテープをはる。
- ・タンクローリーを利用した自家製散水車(会社)。
- ・土壌中和の為に石灰、油かす、牛糞を混ぜる。
- ・ビニールハウスでは降灰除去の為に、スプリンクラーを取り付けている。

(2) 地域での工夫

- ・降灰があったら近所が一度に出て灰の除去にあたる。
- ・町内会で手押し車を購入し、灰を運ぶのに大変助けられた。
- ・水中ポンプの貸出し。
- ・噴射水機を購入して小川の水を利用して道路又屋根の降灰を近所の人と一緒に洗い流している。
- ・降灰の兆しのある時は、すぐ近所に知らせる。

りにくくしたり、雨樋を取り外したり、あるいは家のまわりにU字溝を作って屋根の火山灰を流すなど住まいの面での工夫が特に目立っている。また、外出時にはマスクやゴーグルの他に、女性の場合日傘が必需品となった。地域的には、共同で降灰除去作業を行ったり、散水用の水中ポンプを貸し出すなどして火山灰を除去している。地域での共同作業は、個人ではできないような場所の火山灰を除去できるなどの利点がある。しかし、作業に参加しない者や、会社勤め、病気がち等で参加できない市民もあり人間関係がぎくしゃくしマイナス面が出てきたとする回答も含まれている。

5.7 これからの街づくりと行政への要望

今後も噴火活動が続き長期化した場合、降灰に強い街づくりのうえで必要と思われることを自由記入により聞いた。主な内容をまとめると、表11の結果を得た。市民は「散水車の台数を増やし、火山灰を迅速に除去できるようにすること」や「散水車が入れないような狭い道路の火山灰除去」、「火山灰を流しやすいような側溝の構造を工夫すること」を特に強く望んでいる。これらはいずれも火山灰の除去に関する項目で、「歩道にシェルターの設置」や「地下街をつくる」といった火山灰から逃れるための施設を設ける項目をはるかに上回っている。学校のプールが屋根付きに改造されたが、屋内施設を積極的に作るべきだとまでは至っていない。降灰が発生した場合、最も問題となるのは火山灰の除去である。今後、降灰に強い街づくりを考えていくうえでは、行政、町内会(自主防災組織)、個人が一体となって火山灰に対

表11 これからの街づくりへの要望

項 目	人数	(%)
散水車の台数を増やして迅速に除去する	730	76.7
散水車が入れないような狭い道路の降灰除去	663	69.6
降灰を流しやすいように側溝の構造を工夫する	618	64.9
ドーム式のプールやスポーツ施設を作る	364	38.2
降灰注意報などの情報を流す	356	37.4
降灰置き場の指定および搬出方法を改善する	350	36.8
歩道にシェルターを付ける	131	13.8
地下街を作る	81	8.5
その他	30	3.2
N. A.	30	3.2

表12 降灰対策に関する行政への要望

項 目	人 数
歩道や狭い道路への散水	69
水道料金の値下げ、割引引き、減免	54
灰の迅速な除去	53
散水車の台数を増やす	47
降灰袋をもっと早く回収する、個人で捨てられるような場所の確保	31
側溝の構造の改善	27
降灰除去専用車（吸引式）の導入	15
降灰状況を知らせる	13

応できるような体制、および資機材を備えておくことなどが必要である。

降灰対策に関して、市民は行政にどのようなことを望んでいるかを聞いたところ表12に示す結果を得た。散水車は国道などの幹線道路にだけ導入されており、幅員が4 m以下の市道では散水車が入って行けないこともあり導入されていない。そのため、周辺に住む市民の手によって散水や降灰除去がなされたが、これは容易な作業ではない。特に、「歩道や狭い道路への散水、降灰除去」が行政の手によって行われることを市民は強く望んでいる。火山灰を散水車などによって流すと、後続の車が水を跳ね上げて歩道を歩く人の衣服を汚したり、川や海の汚染の原因にもなった。このため、鹿児島市で導入されている吸引式の降灰除去車の導入も挙げられているが、島原に降った火山灰の粒子は細かいため、吸引式の降灰除去車の導入はできなかったようである。火砕流の発生に伴って発生する火山灰は、火山噴火によって発生する火山灰よりも大型サイズの粒子が少ないようでシルト(0.063 mm以下)が大部分を占める。長崎大学水産学部の調査¹⁶⁾によれば、平成3年8月28日に長崎市内に飛来した火山灰は0.03~0.04 mmの粒子が最も多く粒子頻度で21%を占めた。水無川流域の資料によれば粒子径が大きい火山灰で0.074~0.04 mm、小さい火山灰で0.02 mm以下の粒子が重量比で多い。

また、島原市が行っている降灰袋の回収に関しても、回収ペースが遅すぎることもあるため、長期間放置されたままの降灰袋が目だった。市民は回収ペースを早くしたり、除去した火山灰を個人で捨てることのできるような場所の確保などを行政に望んでいる。しかし、降灰袋置場に降灰袋以外の瓦礫などが搬入されることが懸念されたため、

個人の搬入は認められなかった。

降灰の除去に加えて、散水に伴う水道使用料の減免の要望が挙げられたが、制度上の制約から実現しなかった。

6. まとめ

本報告では、雲仙普賢岳の噴火活動によって発生した降灰が地域に及ぼした影響およびその対策、火山灰に対応できる生活様式、住まいの工夫において具体的にどのようなことが必要であるかを述べた。得られた結果をまとめると、

(1) 噴火活動に伴う降灰は、局所的な被害をもたらす火砕流および土石流と異なって地域全体に影響を及ぼす。噴火活動が長期化すると、火山灰は生活面、健康面および、農業、水産業、商工業などの産業面の広範囲にわたってさまざまな影響を及ぼした。

(2) 火山灰は明らかに日常生活のプレッシャーとなり、地域全体の経済活動や市民生活に大きな影響を及ぼした。これに対し、行政による降灰対策とともに、個人レベルでのさまざまな降灰対策が実施された。個人での対策としては、火山灰が積もりにくい勾配の屋根にする、火山灰を流しやすい側溝を作るなど住宅面での工夫が挙げられる。しかし、日常生活および商工業などにおいては火山灰をこまめに除去する以外に有効的な対策を取ることが困難であった。

(3) 行政による降灰対策は、噴火活動が短期に終息すると想定したため、十分な対策とは言えなかった。早期に終息した場合に、過大な投資となる懸念もあったためである。降灰の除去の範囲、降灰除去の方法、除去しやすい道路の側溝の構造への改善、およびお年寄りの家庭など火山灰の除去が困難な世帯への対応など多くの課題を残したままであった。

(4) 降灰対策に関する行政への要望としては、散水車が導入されていない幅員が4 m以下の狭い道路や歩道の降灰除去および散水対策、また私有地以外の公園、駐車場、空き地などに積もった火山灰の除去が挙げられた。これらは、いずれも行政による対策が不十分であったり、なされなかった

ところである。その他、降灰袋の早期回収や、除去した火山灰を個人でも捨てられるような場所の確保、火山灰が流しやすいような側溝の構造への改善などが要望された。また、散水に伴う水道使用料の減免も要望されたが、これらはいずれも実現しなかった。今回の雲仙普賢岳の火山災害における行政による降灰対策と降灰対策の課題を総合的にまとめて、降灰対策のあり方を評価しておくことが必要である。

(5) これからの街づくりおよび行政への要望などを見ても降灰対策に関する市民のニーズは火山灰の除去に関する内容が大部分を占める。降灰が発生した場合、迅速に地域に堆積した火山灰をすべて除去することが最も効率が良い。そのためには、行政による公共の場所の降灰除去に加えて地域の共同降灰除去作業が有効的である。この地域共同での降灰除去作業は、約半数の町内会で実施された。今後、再噴火などの事態の推移によっては行政、町内会（自主防災組織）、個人が一体となって火山灰に対応できるような体制づくりおよび器材の備蓄などが必要である。

(6) 活動火山対策特別措置法により行政的な降灰対応は一応できている。この法律は桜島や有珠山の噴火災害に適用されてきたが、商工業や人家が火山の近くにある市街地の対策には不十分のように考えられる。雲仙普賢岳の火山災害の場合、活動火山対策特別措置法による降灰対策事業や補助の対象にならない部分を（財）雲仙岳災害対策基金および島原市もしくは深江町義援金基金で補完した。農業のように火山灰の影響や被害が計量化しやすい分野についてはかなり対策がなされている。しかし、客観的な資料が得にくい水産業や商工業に対しては制度が少ない。商工業については融資制度が主体であるが、災害が長期化した場合には有効性に欠ける側面がある。

また、降灰除去に対する水道使用料の増加、空調機や洗濯物乾燥機などの使用による電気使用料の増加、日常生活についての影響や被害による負担増などを補う制度はない。雲仙普賢岳の火山災害では、降灰に対しても義援金を有効に使って間接的であるが、対応が可能であった。しかし、国

民の善意に基づく義援金は、社会的関心やマスコミの報道などによってその金額が不安定であり、また、被災者が多くなると阪神・淡路大震災のように十分な助成が出来なくなるおそれがある。この点を補うために、共済保険制度、都道府県による災害対策基金の創設、税の減免などの支援策の導入が必要と思われる。

(7) ハザードマップが各火山で作成されているが、火山災害のおそれがある市街地では、降灰に対応しやすい都市施設の整備水準を検討しておくべきである。火山灰を除去しやすい道路・側溝・都市下水路の構造、道路のスリップ止め、降灰置き場を兼ねた公園、降灰に強い住宅などの整備方針が挙げられる。

本調査を行うにあたり、アンケートに記入して頂いた島原市民の皆様、アンケートの配布・回収にあたっては島原市企画課、島原市町内会長および島原市の職員の協力を得た。また、アンケートの集計にあたっては、長崎大学工学部社会開発工学科土木構造学研究室の大学院生、卒論生の協力を得た。なお、本調査には平成5年度長崎大学教育研究学内特別経費（学長指定プロジェクト）および平成5年度（財）前田記念工学振興財団の研究助成の援助を受けたことを付記する。

参 考 文 献

- 1) 鹿児島市降灰対策室：桜島火山対策要覧，247pp，1985.4.
- 2) 土木学会火山工学小委員会編：火山とつきあう，土木学会，pp.46-49，pp.74-77，pp.86-89，1995.7.
- 3) 池永敏彦・武政剛弘：土壌改良剤を用いた雲仙火山灰土での作物栽培試験，雲仙火山災害の調査研究（第2報），雲仙火山災害長崎大学調査研究グループ，pp.64-70，1993.6.
- 4) 高橋和雄：雲仙普賢岳の火山災害における各機関の対応の日誌，雲仙普賢岳の火山災害における行政、都市システムの対応及び社会的影響に関する調査（1990年11月～1992年4月），長崎大学工学部社会開発工学科，pp.133-187，1992.6.
- 5) 高橋和雄：雲仙普賢岳の火山災害における各機関の対応の日誌，雲仙普賢岳の火山災害における行政、都市システムの対応及び社会的影響に関する

- 調査(その2)(1992年4月～1993年3月), 長崎大学工学部社会開発工学科, pp.145-185, 1993.6.
- 6) 竹本泰一郎・田川雅子: 雲仙・普賢岳噴火災害の健康影響, 雲仙・普賢岳火山災害にいだむー長崎大学からの提言ー, 長崎大学生涯学習教育研究センター運営委員会編, 大蔵省印刷局, pp.177-203, 1994.3.
 - 7) 東幹夫・西ノ首英之・合田政次: 水無川河口周辺海域における底生動物の分布, 雲仙・普賢岳火山災害にいだむー長崎大学からの提言ー, 長崎大学生涯学習教育研究センター運営委員会編, 大蔵省印刷局, pp.141-153, 1994.3.
 - 8) 国土庁: 雲仙岳噴火災害対策一覧(第7回改訂版), 35pp, 1993.7.
 - 9) (財)雲仙岳災害対策基金: たくましく復興への歩み 基金事業一覧, 17pp, 1992.7.
 - 10) (財)島原市義援金基金: 平成4年度事業報告書 決算書, 14pp, 1993.5.
 - 11) 福岡管区気象台: 雲仙・普賢岳の火山活動報告, 福岡管区気象台要報, 第51号, pp.161-163, 1996.3.
 - 12) 有馬浩士・田野博和・平田登基男・藤崎恒晏・前野裕二: 桜島降灰がバイクに与える影響のアンケート調査, 土木学会西部支部平成2年度研究発表会講演概要集, pp.606-607, 1991.3.
 - 13) 鹿児島県: 桜島の降灰と地域住民ー桜島降灰に対する住民意識調査及び桜島降灰と水道使用量, 電気使用量実態調査報告書ー, 98p, 1985.3.
 - 14) 片岡千賀之: 漁業被害とその対策, 雲仙・普賢岳火山災害にいだむー長崎大学からの提言ー, 長崎大学生涯学習教育研究センター運営委員会編, 大蔵省印刷局, pp.165-174, 1994.3.
 - 15) 山口恭弘・合田政次・塩谷茂明・石原 忠・西ノ首英之・内山休男: 火山起因物質の水無川河口周辺海底への堆積, 雲仙・普賢岳火山災害にいだむー長崎大学からの提言ー, 長崎大学生涯学習教育研究センター運営委員会編, 大蔵省印刷局, pp.121-140, 1994.3.
 - 16) 飯塚昭二: 雲仙・普賢岳の噴火による浮遊粒子群が有明海の濁りに及ぼす影響, 平成3年度長崎大学教育研究特別経費研究成果「雲仙・普賢岳火山活動による有明海水産業に及ぼす影響の調査研究」(研究代表者 飯塚昭二), pp.46-56, 1992.3.

(投稿受理: 平成8年4月24日)

訂正稿受理: 平成8年8月7日)