

火山災害におけるリスク管理

Risk management on volcanic disaster

*高橋和雄

Kazuo Takahashi

*工博，長崎大学教授，工学部社会開発工学科（〒852-8521 長崎市文教町1-14）

The volcanic disaster is small the incidence and different the eruption style according to the volcano, too neither the disaster prevention measures against the volcanic disaster, the disaster emergency response nor the maintenance of the disaster revival measures are performed compared with storm and flood measures and the earthquake measures. It is hoped to prepare the eruption measures because it is difficult to correspond to the passage of the situation appropriately when the volcanic eruption starts once beforehand. It is difficult to show the whole content of risk management to the volcanic disaster. This research introduces the case with risk management based on the case with recent eruption measures. It is shown to be able to examine risk management by using the hazard map, the eruption scenario, and the disaster prevention guideline in the volcanic disaster. In addition, it is shown that the construction of the system that supports risk management is necessary.

Keyword : volcanic disaster, risk management, volcanic disaster of Mt. Unzen, countermeasure for volcanic disaster

キーワード：火山災害，リスク管理，雲仙火山災害，火山噴火対策

1. はじめに

火山災害は発生頻度が小さく、かつ噴火様式も火山によって異なることから、火山災害に対する災害予防対策、災害応急対策および災害復興対策の整備は、風水害対策や震災対策に比べるとなされていない。いったん噴火が始まると事態の経過に適切に対応することが、困難であるために事前に準備をしておくことが望まれる。火山災害に対するリスク管理の全貌を示すことは困難である。本研究は最近の雲仙普賢岳の噴火(1990-1995年)、岩手山の噴火のおそれ(1998年)、有珠山の噴火(2000年)および検討中の富士山の噴火対策を事例にリスク管理の実態を紹介する。1995年1月17日の阪神・淡路大震災の後に国のリスク管理体制が見直されており、災害対応が早くなっていることにも触れた後に火山災害ではハザードマップ、噴火シナリオ、防災ガイドラインを用いてリスク管理が検討できることを示す。さらに、リスク管理を支援するシステムの構築が必要であることを示す。

2. 火山災害の特徴

火山地域の災害には噴火が直接影響を与える火山活動期における災害と、火山非活動期(静穏期)における災害がある。火山活動期における災害は噴火による現象の相違から多岐にわたる災害形態を示す。直接的(一次的)な災害要因だけでも溶岩流、火砕流、火山泥流、降下火砕物(火山灰、火山礫等)、火山ガス等がある。歴史的に知られている大噴火の多くは上述の災害要因が重複して発生して地域に災害をもたらしている。付随的(二次的)災害として、山体崩壊、土砂移動による津波、火山性地震、空振、地盤変動等がある。

火山非活動期の災害としては、降雨による土石流、地震による火山体の大規模な崩壊、地すべりによる災害等がある。また、火山によって活動様式が異なるため、発生する災害にも差異が現われる。火山災害に対する防災対策を策定する場合には、有史以後の災害履歴だけでなく、有史以前の活動歴も参考にされてきている。

以下、火山活動期の災害に絞って議論する¹⁾。火山災害には溶岩流のように発生してから対処すれば間に合うものや、土石流のように砂防ダム、遊砂地、導流堤等の砂防施設で対処できるものがある反面、火砕流や山体崩壊のように施設による防衛では技術的もしくは経済的に対処できない場合もある。ハード対策が不可能な場合には、警戒避難対策、警戒区域の設定による立入制限等のソフト面の

対応が不可欠である。さらに、安全確保のために住宅や工場の移転や土地利用の規制が必要となる場合もあるが、まだ合意形成を図るまでには至っていない。

火山災害の規模によっては広範な地域に被害が及んだり、壊滅的な被害になったりするおそれがある。災害の社会的・経済的な影響が非常に大きくなる可能性がある。場合によっては、復興が困難な規模になる。

火山は発生、発達そして解体、消滅の過程のライフサイクルをたどるが、そのタイムスケールは数万年に及ぶ。人間の一生に比べていかにも長い。しかも火山活動期の火山災害はその火山としては稀な現象であるため、その発生頻度は地震や風水害等の他の自然災害と比べてはるかに低い。このため、危険地と認識されないままに土地利用がなされ、また火山災害対策が他の災害に比べて整備されていない。また、火山噴火が発生した場合には規模、速度および範囲の大きさもさることながら、火山活動が長期間に及ぶ特性を持つ。

一方、火山災害の発生は活火山の周辺の地域に限られる。このため、ハザードマップ(火山災害危険区域予想図)の作成による警戒避難対策や都市防災等の事前対策が可能である。火山災害が始まってからの対策では間に合わないが前もって火山防災を行うことは必要と思われる。火山の噴火予知は観測技術の進歩等によってある程度可能になってきているが、終息の予測技術はまだ確立していない。

噴火が終わった後も山腹に堆積した土砂による土石流は10年間程度発生することが知られている。この間の安全を確保する防災施設が重要で、被害の拡大に早急に対応できる施設が必要である。さらに、火山体は力学的に不安定な構造を持っているため、地震等による山体崩壊への注意が必要である。このような火山災害の長期化およびその影響が長期間に及ぶことも風水害や地震等の一過性の災害と大きく異なる点である。わが国の災害対策は主として一過性の災害を対象として立案されており、長期継続災害や大規模災害に対する災害対策は確立していない。火山災害の特性を把握したうえで火山災害対策、防災対策および地域づくりが必要である。

3. リスク管理例 雲仙普賢岳の災害

3.1 雲仙普賢岳の災害におけるリスク管理支援体制

長崎県島原半島の雲仙普賢岳の火山災害(1990-1995年)では火砕流が発生した。火砕流は溶岩ドームの崩壊によって発生したが、発生の予知や防御は不可能でしかも高温の岩屑、粉体流が高速で流下するために発生してからの避難は不可能である。このため、火砕流到達危険区域に対して災害対策基本法第63条に基づく警戒区域が設定され、住民の生命の安全は確保された。しかし、警戒区域内には住宅、農地、商工業施設、道路、通信施設、ライフライン等の生活関連施設が含まれており、生活や経済的基盤の使用や維持管理が不可能となった。このため、直接・間接的な物的・経済被害は甚大となってきた。当初の災害被災者支援システムは、災害救助法に基づく支援と全国から寄せられた義援金をベースにしており、個人に

対する経済的支援システムはきわめて貧弱なものであった。九州大学島原地震火山観測所(現：九州大学地震火山観測研究センター)太田一也教授(当時)の報告²⁾にあるように、人命の安全を重視する火山観測研究陣と住民の生活の苦しみを早く緩和しようとする行政の対立が心配された。特に雲仙普賢岳の火山災害では火山噴火が長期化し、生活や経済に与える影響が大きいと、警戒区域の範囲と設定期限を安全と生活の両面から議論する場が必要となった。

火山観測結果に基づいて行政側が客観的な判断ができる場として協議会が設けられた。この協議会には長崎県、島原市、深江町、気象庁雲仙岳測候所、九州大学島原地震火山観測所、防災関係機関(長崎県警察本部、島原警察署、陸上自衛隊、長崎海上保安部)(名称いずれも当時)が参加した。ここで議論され、同意された内容が警戒区域の設定・解除の権限をもつ島原市および深江町の災害対策本部会議で追認決定された。協議の過程では激しい意見の対立もあったが、最終的には市や町の独走は回避された。島原市および深江町による警戒区域の設定の延長の説明文には、火山活動の状況と苦渋の決断の様子等が良く現われていた。

しかし、九州大学太田一也教授(当時)の報告²⁾にあるように、生活上の問題、道路の使用、下流部の土石流対策工事等のために、警戒区域の設定範囲は最小限にせざるを得なかった。このために、火砕流の到達範囲が経験則を上回って拡大する可能性があった。雲仙普賢岳の火山災害では火砕流が警戒区域を3回突破した。さらに、警戒区域内で住民の一時帰宅による荷物の持ち出し、国道通行、災害の拡大に備えての上流部の応急的な土石流対策、治山・砂防工事等のために住民、道路管理者、防災関係者が警戒区域に入域せざるを得ない状況が生じた。

3.2 陸上自衛隊によるリスク管理支援体制

火山災害では溶岩ドームの監視、溶岩ドームの温度計測、耐熱性のある資機材、レーザー、暗視装置、測達器等の装備が必要であるが、これらを装備できる機関は陸上自衛隊のみであったといっても過言ではなかった。陸上自衛隊第16普通科連隊は噴火活動が活発化する以前から、九州大学島原地震火山観測所に協力して、火口観測のヘリコプター運行支援を行い、1991年6月3日の火砕流によって人的被害の発生後は、長崎県の要請によって島原派遣隊として約1,000人が常駐していた²⁾。

陸上自衛隊は火山監視体制と九州大学島原地震火山観測所の地震計を活用して、火砕流発生の瞬間から流下方向とその規模を追跡し、その実況状況を即時無線で発信した^{2),3)}。道路管理では陸上自衛隊の協力を得て、火砕流発生後1分間でその危険性を判断のうえ、工事現場や主要道路に達するまでの4~6分間の時間差を利用して避難させるシステムが導入された。

長崎県、島原市、深江町の災害対策本部、消防署、警察署、防災工事現場のみならず、民間の輸送会社等や個人も無線機を購入してこれを傍受した。これらの情報は主に警備や安全対策に活用された。さらに、これらのリアルタイムな情報は監視カメラによる映像とともに、民間の有料ケーブルテレビの防災チャンネルを通じて、関係

機関や住民にも提供された。

また、国立大学合同観測班の火山観測隊は、連日、陸上自衛隊のヘリコプターによる空中観測を行い、溶岩ドームの成長状況や火砕流の流下状況を把握するとともに、その現況をケーブルテレビや報道機関を通じて公開し、パニック防止に役立てた。さらに、陸上自衛隊による溶岩ドーム測量結果と大学の諸観測データをもとに、噴火活動の実態の把握、大局的な推移を予測して、防災機関に安全対策の助言がなされた。陸上自衛隊のもつ観測装置と24時間監視態勢が九州大学島原地震火山観測所とともに、火山災害発生時のリスク管理に最大限活用されていた。両機関は雲仙普賢岳の火山災害ではリスク管理を支える信頼できる情報を提供した。雲仙普賢岳の火山災害で生まれた画期的な取組みであった。しかし、このシステムは陸上自衛隊の現場の責任者と九州大学太田一也教授の信頼関係とリーダーシップによって必要に迫られて生まれたものであり、国や長崎県の正式な手続き災害対策基本法の法律の手続きを経て実現したものではない。

3.3 地域防災計画への位置付け

長崎県地域防災計画によれば、火山情報の情報収集機関は気象庁雲仙岳観測所であるが、上述のように火砕流の監視については陸上自衛隊と九州大学島原地震火山観測所が主体となった。この2機関の収集した情報を公的に活用するために、平成4(1992)年度版の長崎県地域防災計画⁴⁾では、陸上自衛隊と九州大学島原地震火山観測所を臨時的な情報機関として掲載した。この2機関は必要・不可欠な情報収集機関であり、記載すべき内容である。

3.4 雲仙普賢岳のリスク管理支援の評価

雲仙普賢岳の火山災害におけるリスク管理には、陸上自衛隊の火砕流発生時の監視情報が道路交通、防災工事等に最も必要かつ重要な役割を果たした。また、放送局が設置した監視カメラも火山観測等に役立っている。この他にも似たような事例があると思われるが、あくまでも雲仙普賢岳の火山災害の現地のみにも適用され、いわば例として取り扱われた。国の機関の話し合いで正式に決まったものでなく、必要に迫られて実現した。現地の自主性が尊重されたともいえるが、迅速に立ち上がったわけではない。リスク管理の面から雲仙普賢岳の火山災害時の陸上自衛隊による火山監視活動等を評価し、他の地域の火山災害にも活用できるシステムが望まれる。国の機関、地方の機関、地域の連携のあり方を議論しておくべきである。

4. リスク管理 - 岩手山の火山防災対策 -

4.1 リスク管理支援体制

岩手山で1982年2、3月から火山性地震が頻発し始め、噴火の可能性が指摘され、同年7月1日には入山禁止の措置がとられた。幸い噴火には至らなかったが、岩手山では噴火に備えて急ピッチで火山防災体制が整備された。考えられるすべての火山防災対策が研究者、防災関係機関、報道機関の連携のもとに組み立てられている。この間の防災対策の推進には、研究者、防災関係者が連携し、頂点

の住民の安全を確保する「減災のテトラヘドン(正四面体)」⁶⁾の基本理念を岩手山の火山防災で実現させようとする挑戦がなされ、実現された。雲仙普賢岳のリスク管理の事例と似た側面があり、地元の研究者の強いリーダーシップで火山防災システムが立ち上がっている点が特徴である。

4.2 火山防災ガイドラインの作成

岩手山は噴火に至らなかったが、噴火に備えての対応はその時点での火山対策の到達点として評価されている。特に、火山防災ガイドライン⁷⁾を噴火前に作成したことは、わが国で初めて実現した取組みである。ガイドラインでは、岩手山の噴火前の異常データ観測、活動活発期(噴火前対策)から、避難期(緊急対策)、避難生活期(応急対策)および生活再建期(復旧・復興対策)までの系統的かつ総合的な火山防災のガイドラインとなっている。

ガイドラインの作成にあたっては、岩手山の火山活動と防災対応の仮想シナリオをもとに、必要とされる対応計画の全容を整理した火山防災の概要がまとめられている。対応計画にはその方針、背景および指針が理解しやすいように解説されている。また、対応計画には体制の整備や計画策定の他に、住民啓発や訓練といったソフト面、システムや機器の整備といったハード面の対策も含まれている。

このガイドラインでは、防災マップに示された全ての現象を対象とするとともに、火山災害の特徴を踏まえて、噴火は繰り返し発生し長期間に及ぶことも想定し、そのための具体的な対応についても示されている。さらに、このガイドラインの特徴は、対策の実施主体を明確に表現することで、行政(国・県・市町村)の連帯責任と防災関連機関および住民までの連携が理念として明記されている。

雲仙普賢岳の火山災害では198年前の眉山崩壊の再来が最初の想定シナリオであった。しかし、火砕流の発生は想定していなかったために、的確な対応がとれなかった。また、繰り返す土石流・火砕流による被害の拡大や噴火の長期化等の対応計画も想定していなかった。このことを教訓に、火山災害の被害想定や火山災害対策にあたって、シナリオの必要性が指摘され、検討されてきた。

文献⁸⁾では、雲仙普賢岳および富士山の噴火災害歴に関する資料をもとに、富士山による噴火災害のシナリオ化が試みられた。ここで、近年東京のような大都市が直接火山活動によって損害を受けたことがないため、シナリオの作成がきわめて困難であることが判明した。その後、具体的な検討は後述のように内閣府に設置された富士山ハザードマップ検討委員会で行なわれた。

岩手山火山防災ガイドラインでは、国とは建設省東北地方建設局岩手工事事務所(当時)を主として指し、国の防災主幹を指すものではない。地方の自律的な計画といえるが、これらを支える国の組織が参加したガイドラインが必要と思われる。

5. リスク管理例 - 2000年有珠山噴火 -

2000年有珠山噴火におけるリスク管理では、一般によく知られているように人的被害を未然に防いだ火山防災対策と国の有珠山

噴火非常災害現地対策本部の設置が代表例として挙げられる。

5.1 噴火予知と事前避難の2大成果

2000年3月27日から火山性地震が頻発していた有珠山では、翌28日からは有感地震や低周波地震の回数が増加していった^{9), 10)}

31日には小有珠の亀裂、洞爺湖温泉の断層群および洞爺湖から虻田町に抜ける国道230号沿いに新たな亀裂が確認され、31日13時7分頃、23年ぶりに西山西側山麓で噴火が始まった。気象庁は29日11時10分に「今後数日以内に噴火が発生する可能性が高くなっており、火山活動に対する警戒を強める必要がある」とする緊急火山情報第1号を発表した。

現地では事前に作成・公表されたハザードマップをもとにして、避難勧告と避難指示を的確に発令し、30日までに住民の避難をほぼ完了した。31日の噴火時に国道230号、町道等に噴石が堆積したことから、人的被害が発生したおそれがあった。噴火を予知し、事前避難のために既に完成していた火山予防マップを本格的に活用できたのは日本では有珠山噴火が初めてといわれている¹⁰⁾。

有珠山では1995年に火山予防マップが発行され地元で全戸に配布されるとともに、火山知識の普及、講演会等の啓発行事が開催された。研究者、行政、マスコミ、住民一体となった取り組みによって火山観測結果と防災マップをもとに避難体制が確立できたと評価されている。北海道で地道に取り組んできた火山研究者と行政、マスコミ、住民の信頼関係が減災に役立った例といえる。雲仙普賢岳の火山災害における九州大学島原地震火山観測所と同様に、北海道大学有珠山観測所の存在が大きな役割をしている¹¹⁾。文献12)には前兆地震から噴火に至るまでの経過がまとめられている。研究者が防災助言をして初動期のリスク管理を担っていることが、雲仙普賢岳や有珠山の噴火では減災に大きく寄与している。火山観測データは現地に常駐しなくても入手できるが、地元との信頼関係に裏打ちされた火山防災は現地に常駐しなくてはできない。

5.2 有珠山噴火非常災害現地対策本部の設置

1995年の阪神・淡路大震災では地方行政・国の初動体制の遅れが指摘され、これを教訓として防災基本計画の改訂および災害対策基本法の改正がなされた。国の災害対策体制のあり方の一つとして現地と中央との連絡調整を行うとともに、緊急事項について速断即決できる非常災害現地対策本部の設置が定められた¹³⁾。有珠山の噴火では3月31日、13時7分頃の最初の噴火後に直ちに関係閣僚会議が開催され、有珠山噴火非常災害現地対策本部が設置された。この現地対策本部の設置は、有珠山噴火時が最初である。構成団体は各政府機関の実務責任者、北海道、伊達市、虻田町、壮瞥町等の41の機関から構成された¹⁴⁾。雲仙普賢岳の火山災害では現地の対策本部に常駐もしくは一時滞在した機関は消防庁、海上保安部および陸上自衛隊の3機関のみであったが、有珠山の火山災害対応では対策にあたる全ての機関が参加した。現地対策本部合同会議では火山の状況について、避難の状況について、当面の検討議題、当面の主要問題の現状と今後の見通しの報告等が検討・報告された。従来の地元市町村、都道府県、国の行政機関の順で要望を上

げていく通常システムよりも実施の対応は迅速になっていることは明白である。雲仙普賢岳の火山災害では、国の現地視察時の対応と東京に戻ってから対応の間にずれが見られたが、この点の改善に役立つと思われる。即決を要する火山災害では、時間的に迅速で確かな判断・決断ができる点で、リスク管理上の望ましい形になった。異なった機関の連携もスムーズに行く可能性が高い。雲仙普賢岳の火山災害では少数のキーマンを中心に対策が進められ、ミス判断の可能性もあったが、このような状況が少なくなるメリットがある。しかし、地元の自治体や研究者の自主性が発揮できないおそれや、実務者レベルの対策では抜本的な新しい制度や仕組みができないおそれもある。地元自治体がリーダーシップを発揮できかつ迅速な対応が可能なシステムに向けてレビューしておく必要がある。

2001年の中央省庁の再編により、防災担当は国土庁から内閣府がこの役を担っている。内閣府に防災部門を置き、内閣総理大臣を長とし行政内部の施策の統一を図るための企画、立案および総合調整を行うことになっている¹⁵⁾。防災担当政策統括官のもとに審議官、参事官(5)、企画官(4)が配置されている。

6. リスク管理例 - 富士山の火山防災 -

富士山では2000年10月から12月、また、2001年4月から5月にかけて低周波地震が多発した¹⁶⁾。仮に富士山が噴火した場合には、首都圏まで被害が及ぶおそれがあることなどから、広域的な防災対策を確立することが必要とされた。そのために、2001年7月に「富士山ハザードマップ作成協議会」が設置され、富士山防災対策の基本となる火山ハザードマップが作成された。ハザードマップ検討委員会において、これまでの火山対策の教訓と成果を踏まえた防災対策が本格的に検討された。

富士山ハザードマップ検討委員会の中間報告¹⁷⁾によれば、仮に富士山が噴火した場合の初動対応の基本的な考え方を、臨時火山情報の発表の場合と緊急火山情報の発表の場合について、住民、観光客、防災機関の対応に分けて時間進行表型の火山防災シナリオが作成された。噴火が継続中、火山活動が長期化した場合等の防災機関やその他の関係機関等が火山活動の時間的推移とともに、具体的にどのような行動を取るべきかも示された。富士山が噴火すれば、社会的なインパクトが大きくなることが予想され、考えられる対策を全て挙げ、火山災害の予防対策が整理された。富士山ハザードマップは、2004年6月に作成され、これをもとに関係市町村のハザードマップの作成や富士山周辺の広域防災が検討された。

7. 監視カメラの活用と情報の共有・一元化

火山の監視装置の技術的進歩は著しい。有珠山の火山災害時のGPS観測や無人ヘリコプターの映像が代表である。今後、ITの活用により観測体制が整備されることが期待される。

7.1 監視カメラの活用と情報の共有化

雲仙普賢岳の火山災害では地震計や傾斜計等の計測器の他に、火砕流・土石流を監視するため監視カメラ、熱映像カメラが行政、防災機関およびマスコミによって設置されていた。それぞれのカメラの映像は各機関の対策のために当初使用された。消防署、警察署等の独自のカメラを持たない機関は地元のケーブルテレビと長崎県のカメラで普賢岳を監視していた。噴火開始後3年にして各監視カメラの映像を一括管理し、市や町の災害対策本部や自衛隊等に提供する映像ネットワークが整備された。映像を光ファイバーで接続し、動画で映像をモニターするシステムである。大きな火砕流や土石流等が観測された場合に、長崎県はホットラインで市や町に連絡があったが、この映像の配信で時間のロスがなくなり、また関係機関が同じ映像を見て判断できるため迅速な対応ができた。

火山災害のおそれがある地域では防災センターを整備し、映像の他に情報の収集、情報の加工処理、伝達する中枢部にはあらかじめこのような機能を持たせておくことが望まれる。これをもとに情報の共有を図ることが可能である。雲仙普賢岳の火山災害では九州大学島原地震火山観測所が実質的に防災センターの役割を果たした。

7.2 火山情報の一元化および24時間監視体制

気象庁は平成11(1999)年度から平成15(2003)年度の5カ年にわたる第6次火山噴火予知計画を実施した。この中で火山活動を把握するために観測の強化を図ることを目的として、地域火山監視センター的機能等の体制整備が挙げられていた。これを受けて2000年に噴火した有珠山や三宅島等では、従来の気象庁の機材による観測データの他に、大学や自治体の観測データを火山監視に活用した。

雲仙普賢岳の火山災害時には、自衛隊が九州大学島原地震火山観測所に常駐して24時間体制で地震計を監視していたが、これは異例である。一般には大学の観測は研究が主体で24時間の火山監視は不可能である。人命の安全のために火山情報を発表する気象庁が24時間体制を作ることが自然である。このようなことを背景に、火山活動の異常の早期検知を行うために平成9(2007)年度に火山監視・情報センターが東京(気象庁本庁)、札幌、仙台および福岡の各管区気象台に設置された¹⁰⁾。このセンターで火山観測情報の一元化や24時間監視体制が実現した。これまでの火山近傍の地方気象台が単独に行っていた業務が集約され、専門家の監視による総合的に判断に基づく迅速で適切な火山情報の発表の基盤が整備された。

火山情報をよりわかりやすくするための努力も続けられ、火山活動の程度および防災対応の必要性を0～5の6段階の数値に区分けした火山活動度レベルを付加した情報を2003年11月から導入し、現在12火山について提供されている。平成16(2004)年度から平成20(2008)年度までの第7次火山噴火予知計画でも防災の観点からの検討と整備がなされることになっている。

8. 大学の法人化と火山監視

雲仙普賢岳の火山災害、有珠山、岩手山の火山災害のリスク管理がスムーズに出来たのは、九州大学および北海道大学付置観測所の

研究者の存在が大きい。火山ごとのホームドクターと呼ばれるキーマンが、行政・住民の間に平時から築き上げてきた信頼関係がリスク管理に大きな寄与をしている。しかし、観測・通信技術の発達に伴う集中化・合理化や、大学の独立法人化により、この火山ごとのホームドクターの維持が困難になりつつある。また、大学の概算要求に占める機器の更新を取り扱う特別支援事業の確保が厳しくなっている。大学間の連携や大学と地方自治体の連携が必要である。

9. 火山災害のリスク管理の確立に向けて

雲仙普賢岳、有珠山および三宅島の噴火や岩手山および富士山の噴火のおそれの事前対策によって火山防災に求められる内容はほぼ揃いつつある。これをまとめると、

(1) ハザードマップ・防災マップの作成

火山ハザードマップについては、2005年10月時点で「13の活動的で特に重点的に観測研究を行う火山」のうち、海底火山である伊豆東部火山群を除く12火山および岩手山等の「活動的火山および潜在的爆発力を有する火山」のうち、25火山の計37火山についてハザードマップが作成されている¹⁹⁾。

(2) 火山災害シナリオ、被害想定を作成

ハザードマップをもとに火山災害が前兆段階から火山噴火、被害の発生、活動の終息までを時系列的に記述する進行表型シナリオを作成する。火山噴火ではいくつかのパターン、繰り返し発生する場合や継続災害となる場合も想定する。これによって、災害のイメージの明確化、事前対策の立案等が可能となる。

(3) 防災ガイドライン

災害シナリオに基づく対策の時間展開の作成と国・都道府県・市町村の間の役割分担を明確化する。

(4) 予防対策・減災対策

火山災害では噴火が始まってからのハードな防災対策は間に合わない。ハザードマップをもとに社会基盤施設の防災対策や行政区画を超えた多量避難システムを整備しておくことが必要である。また、火山との共生を目指した地域住民の啓発活動(防災マップの作成配布、講演会の開催、避難訓練)による平穏時の活動が大切である。最近、震災対策では減災目標を決めてアクションプランを作成する手法が導入されているが、火山災害についても被害想定、ガイドラインに基づいた検討をしておくことが望まれる。

(5) 法システムの検討と整備

火山災害が発生した場合、人命の安全を守るために迅速な避難が重要である。このためには、警戒区域を設定して立入制限を行う法規制をすることが有効で、雲仙普賢岳の火山災害では警戒区域が設定された。しかし、警戒区域内の個人の財産の運び出し、移転、管理等ができないために、経済的被害が大きくなった。行政は個人の被害の救済に苦慮した。このためか、有珠山の噴火では避難指示で粘り強く説得を続けて住民避難を行っている。迅速な対応のためには警戒区域の設定も必要で、市町村が警戒区域の設定を判断できる

ような個人の救済システムを検討しておくべきである。

現在のところ、個人への対応では被災者生活再建支援法が1995年5月に成立しているのみである。風水害時に土砂災害による死傷者が減少しないために、2001年4月に「土砂災害防止法」が施行されている。この法律では、土砂災害のおそれがある区域を土砂災害警戒区域に指定し、警戒避難体制を整備するとともに、さらに土砂災害警戒区域のうち、建築物に損害が生じ住民に著しい危険が生じるおそれのある区域を、土砂災害特別警戒区域に指定できる。特別警戒区域については、特定の開発行為（住宅宅地分譲、災害弱者関連施設）に対する許可制、建築物の移転等の勧告の措置がとられる。この法律を火山災害に近い将来適用できるように整備することが望まれる。さらに、火山災害の場合、復興できないような規模の災害があることも想定しておくことが必要である。

(6) 無人化施工および応急・緊急的な防災工事技術の導入

雲仙普賢岳の火山災害では土石流被害の拡大防止のため、警戒区域内で防災工事を行う無人化施工や応急・緊急の砂防工事が導入された。また、無人化施工は有珠山の噴火時にも泥流による被害拡大防止に役立っている。火山災害では噴火継続中の被害拡大防止をする応急・緊急の砂防工事が大切で、噴火終息後の恒久対策とは切り離して実施すべきである。このような噴火継続中における防災工事のあり方もマニュアル化することが望まれる。

(7) 溶岩ドームの光波測量

雲仙普賢岳の噴火沈静化後も、山頂部に形成された巨大な溶岩ドームの一部が地震等の原因で崩壊する可能性は依然として残された。一方、砂防えん堤等の建設工事地点は事業の進捗につれて溶岩ドームに近づいていくので、溶岩ドームの崩落については、より危険度が増していく。工事は基本的には遠隔操作による無人化施工で行われたが、調査や機械トラブル等の場合には工事地点付近に人が立ち入ることが必要な場合がある。安全確保の方策として、溶岩ドームの変位を崩落等の予兆と捉えて危険と判断される場合には立ち入らないことから、溶岩ドームの変位を観測する体制が構築された。変位の観測方法は、溶岩ドームから約4km離れた地点に設けた2つの観測点から「反射プリズム」に近赤外光を放射し、観測された距離と角度から変位量を求めるものである。溶岩ドーム周辺は地形急峻で、かつ警戒区域に設定されていることから、「反射プリズム」設置は1997年3月に大型ヘリコプターにより運搬して、10基設置された。このような工事の安全対策が工事関係者だけでなく、地域住民の避難対策にも活用されることが本来必要である。

(8) 災害遺構の保存

火山災害の発生頻度は小さいので、災害教訓の保存・伝承のためには、旧大野木場小学校被災校舎等の火砕流災害遺構の保存、国内外の火山を抱える地域との連携が必要である。

9. まとめ

火山災害のリスク管理について一般的に示すのは困難であるが、

ハザードマップに基づいて、噴火シナリオとガイドラインを作成しておき、事態の推移に迅速に臨機応変に取り組める柔軟なシステムの構築が火山防災に望まれる。また、国の非常災害現地対策本部の設置ができるようになっており、ガイドラインの作成にあたっては、この非常災害現地対策本部の役割と責任を明確にしておくことが、よりスムーズなリスク管理の支援に役立つ。

参考文献

- 1) 高橋和雄：雲仙火山災害における防災対策と復興対策 火山工学の確立を目指して，九州大学出版会，全580頁，2000.2.
- 2) 太田一也：雲仙火山の噴火活動を振り返って，雲仙・普賢岳噴火災害誌，長崎県総務部防災課，pp.435-449，1998.2.
- 3) 太田一也：1990～1995年雲仙岳噴火活動の予知とリスク管理支援，火山，第42巻，第1号，pp.61-74，1997.1.
- 4) 長崎県防災会議：長崎県地域防災計画（平成4年5月修正），1992.5.
- 5) 斎藤徳美・越谷 信・山本英和・野田 賢・佐野 剛・土井宣夫：報道機関と連携した岩手山火山防災対策の取組み，日本災害情報学会第3回研究発表大会予稿集，pp.28-49，2001.11.
- 6) 宇井忠英編：火山噴火と災害，東京大学出版会，pp.112-116，1997.12.
- 7) 岩手山火山災害対策検討委員会：岩手山火山防災ガイドライン，全110頁，2000.3.
- 8) 損害保険料率算定会：地震保険調査研究42 火山災害の研究，全311頁，1997.9.
- 9) 国土庁編：平成12年度版防災白書，pp.43-45，2000.6.
- 10) 北海道開発局室蘭開発建設部：平成12年（2000年）有珠山噴火災害報告，全157頁，2000.12.
- 11) 北海道新聞社編：2000年有珠山噴火，全287頁，2002.7.
- 12) 岡田 弘・大島弘光・青山 裕・森 濟・宇井忠英・勝井義雄：2000年有珠山噴火の予測と減災情報の助言の活用（前兆地震発生から噴火開始まで），有珠山2000年噴火と火山防災に関する総合的観測研究，平成12年度科学研究費補助金特別研究促進費報告書（No.12800001），pp.34-57，2001.
- 13) 国土庁編：平成8年度版防災白書，pp.36-52，1996.7.
- 14) 高橋和雄・藤田高英：有珠山火山活動に伴う初動期災害対策に関する考察，土木構造・材料論文集，第16号，pp.185-190，2000.12.
- 15) 内閣府編：平成13年度版防災白書，pp.38-42，2001.7.
- 16) 内閣府編：平成14年度版防災白書，p.113，2002.7.
- 17) 内閣府：富士山ハザードマップ検討委員会中間報告，pp.41-60，2002.6.
- 18) 科学技術・学術審議会・測地学分会：第6次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて（報告），全24頁，2002.3.
- 19) 内閣府編：平成18年度版防災白書，p.213，2006.6.

（2007年8月17日受付）