

火山砂防とハザードマップの現状と課題

安養寺 信夫

(財)砂防・地すべり技術センター総合防災部(〒102-0074 東京都千代田区九段南4-8-21)

1. はじめに

わが国の砂防事業は、明治期に近代技術が導入されて以来、荒廃山地の植生復旧と急勾配河川の安定化を進めてきた。当時、森林の乱伐によるとくしゃ地や荒廃地が多く存在した。そこからの土砂流出が下流河川の河床上昇を引き起こしていることから、山腹工事と溪流工事主体の砂防事業が進められた。いわば面と線の整備である。

昭和60年代に入って都市域の拡大に伴う土石流災害の増加に対応するため、土石流対策が積極的に進められたが、全国で7万を越す土石流危険溪流すべてに施設を整備するには莫大な経費と長期間を要することから、施設整備までは人命保全を第一とした警戒避難を主体とするソフト対策の重要性が認識されはじめた。

ソフト対策は単独で施行されるのではなく、砂防設備の整備と合わせて双方の利点を活かしつつ、施設整備後も危機管理対応として継続させることになっている。とくに火山においては噴火にともなう土砂移動現象の種類が多様であり、規模も降雨起因の場合に比べて大きいことが多い。このため、活火山で土砂災害対策を実施しようとする、大規模な施設が多数必要となり、事業量のみならず整備年数も長期間を要する。同時に想定が困難な現象に対して、どの程度まで事前に防災対策とくにハード対策の整備を進めておくかは、予算上の問題とともに政策決定の問題として捉えるべきである。

以上の背景のもとに、事業創設後14年を経た火山砂防の現状を分析し、今後のあり方などの課題を考えてみたい。

2. 火山砂防事業と火山噴火警戒避難対策事業

火山砂防事業は、水文条件が特異で、流域の土砂生産環境を大きく変貌させる噴火イベントを抱えた火山地・火山麓における土砂災害対策を実施することを目的に平成元年に創設された。それ以前には、北海道の十勝岳、桜島などで火山麓の土石流対策事業が行われていた。1977-78年の有珠山噴火に際して土石流が頻発し、昭和56年度に「火山等緊急対策砂防事業」を立ち上げ二次泥流対策が進められた経緯がある。昭和62年度に「特定火山泥流対策モデル事業」が十勝岳などで実施され、火山砂防事業へ繋がった。

いっぽう、「火山噴火警戒避難対策事業」は平成4年度に創設された。地方自治体の実施を基本とし、地方財政法に拠り、

補助事業でスタートした。¹⁾

これらの事業の実施対象は全国86の活火山のうち、噴火にともなう土砂災害などによって多くの市町村や重要な施設などに大きな被害が及ぶと考えられる29火山である。

火山砂防事業が従来の砂防事業と異なるのは、噴火中の土砂災害にも対応するという点である。噴火現象は多様であり、それらの規模も10⁸程度の幅があることから、対応方法は一律ではない。火山災害予想区域図はそのような状況を踏まえて作成されるものである。平成14年7月1日現在、検討中の3火山を除いてすべて公表されてきた(表-1)。

表-1 活火山砂防の対象火山

火山名	所在	区分	ハザードマップ
雌阿寒岳	北海道	警	H11/12 作成公表
十勝岳	北海道	砂十警	S61/62 緊急避難図公表
樽前山	北海道	砂十警	H5 作成公表
有珠山	北海道	砂十警	H7 作成公表, H13 改訂
渡島駒ヶ岳	北海道	砂十警	S58 公表, H11 改訂
岩木山	青森	警	H14 作成公表
秋田焼山	秋田	警	H8 公表(管内図)
岩手山	岩手	砂十警	H12 作成公表
秋田駒ヶ岳	岩手・秋田	砂十警	H14 作成公表
鳥海山	秋田・山形	砂十警	H13 作成公表
蔵王山	宮城・山形	警	H14 作成公表
吾妻山	福島	警	H14 作成公表
安達多良山	福島	警	H14 作成公表
磐梯山	福島	警	H14 作成公表
那須岳	栃木	警	H14 作成公表
草津白根山	群馬	砂十警	H7 作成公表
浅間山	群馬・長野	砂十警	H7 作成公表
伊豆大島	東京都	砂十警	H6 作成公表
三宅島	東京都	警	H6 作成公表
富士山	山梨・静岡	砂十警	検討中
新潟焼山	新潟	砂十警	H11 作成公表
焼岳	長野・岐阜	砂十警	H14 作成公表
御嶽山	長野・岐阜	警	H14 作成公表
鶴見岳	大分	警	検討中
九重山	大分	警	検討中
阿蘇山	熊本	警	H8 作成公表
雲仙岳	長崎	砂十警	H5 作成公表
霧島山	宮崎・鹿児島	警	H8 作成公表
桜島	鹿児島	砂十警	H5 作成公表

注1) 砂；火山砂防事業、警；火山噴火警戒避難事業

注2) これ以外に北海道の恵山(H13)、アトサヌプリ(H14)などでも火山ハザードマップが作成公表されている。

3. 火山砂防計画の現状

火山砂防計画は、各々の活火山における火山砂防事業が対

象とする災害現象、その規模、対策の方法を定め、事業目標の具現化方法を示すものである。「火山砂防計画作成指針案」には計画の枠組みとして、噴火対応火山砂防計画と降雨対応火山砂防計画、対策の枠組みとして、基本対策と緊急対策、さらにハード対策とソフト対策が示されている。

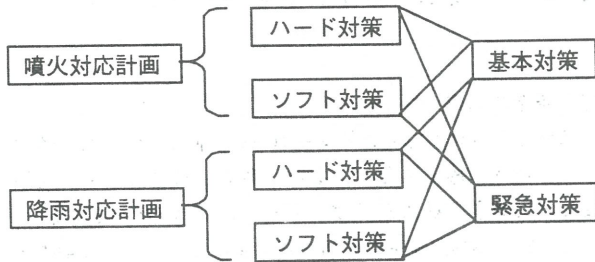


図-1 火山砂防計画のフレームワーク

計画の対象現象、規模の考え方について「指針」では過去の噴火履歴を調査して定めることになっているが、どこまで過去をさかのぼるのか、決めがたいのが現実である。火山ごとに異なる噴火現象と土砂移動特性の妥当な調査範囲の決定法を定式的に示すことは困難である。

噴火履歴が比較的良く調べられている富士山では、噴火規模を大中小に区分し、それぞれ火口分布域(山頂と山腹)を想定してハザードマップを検討している(図-2)。火口が山頂のみに想定可能な火山であっても、噴火規模の予測は困難であり、防災対策上最大規模を設定せざるを得ない。

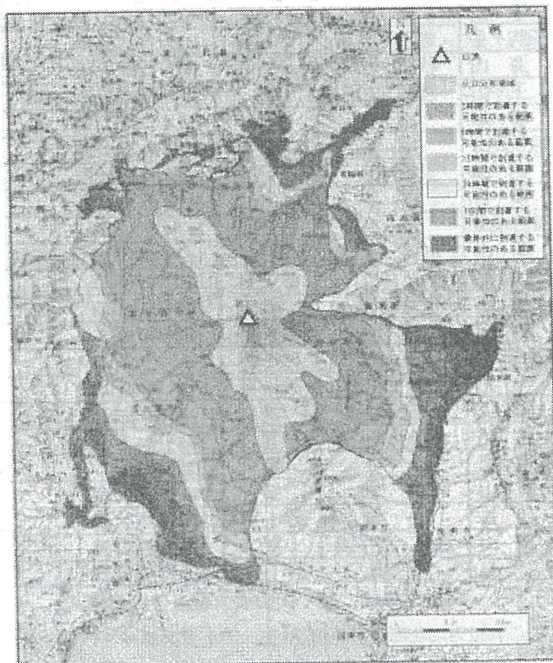


図-2 富士山で検討中の可能性マップ(溶岩流の例)²⁾

このような場合、土砂移動規模を計画→事業にどのように反映させるかが問題となる。例えば火山泥流の規模が 10^7m^3 オーダーとなり、砂防施設が大規模なものとならざるを得ない

土砂災害に関するシンポジウム、2002年8月場合、周辺の土地利用や自然公園区域などの制約によって具体的なハード対策が進まない場面が多々ある。この問題を補完するためには、緊急対策施設の位置づけを充分吟味しておく必要がある。基本対策施設は基幹となる砂防堰堤など事前に準備しておくべき施設で、緊急対策施設は想定外の方向に土砂移動の可能性がある場合などに対応する施設と位置づけられているが、基本対策施設の整備を静穏時に完了させるべきかどうかは、周辺の制約条件のあり方によっても判断が分かれるであろう。

これに対し、ソフト対策として監視計画、情報伝達システム整備などは、平時から準備しておかないと間に合わない。火山活動の兆候が始まってから威力を発揮するが、火山活動や土砂移動の監視・観測を的確かつ効率化するためには、情報インフラの事前整備が条件である。IT化が急速に進む中で、今後の展開の方向が異なるかも知れない。

4. 火山災害予想区域図の現状

火山災害予想区域図は火山砂防事業や火山噴火警戒避難対策事業を策定するための、重要な基礎資料として作成される。つまり、想定した土砂移動現象ごとの影響範囲を具体的に把握することによって整備すべき砂防施設や土砂移動監視装置の配置計画を検討し、対策につなぐのである。一般的な防災対策に用いられるハザードマップとの違いは、これが土砂移動対策を含むすべての火山災害現象を包括しているのに対し、砂防事業目的が主体となっていることである。

いっぽう火山防災マップと銘打つマップが最近多く公表されている。これはハザードマップが災害現象の影響範囲や程度のみを示すのに対し、関連防災情報(避難路、避難場所)や防災学習情報、火山情報解説などが付加されている。また、ハザードマップは目に付くところに掲示しておくべきとの考え方でA3程度の小判とし、別途に防災ハンドブックを配布する方法も試みられている。また、啓蒙ビデオや登山者向けハザードマップ、小中学生教材など、さまざまな表現方法が試行され、最近ではweb版ハザードマップも考慮されている。

火山ハザードマップの作成・公表は情報メディアとして実施されるだけでなく、これをベースにして具体的な防災対策を策定することが最終目的としなければならない。

ところで、砂防事業は幅広い火山防災対策の中で土砂災害の防止軽減対策を主たる役割としている。ほとんどの自治体において防災全般は消防部局が担当していることが多い。縦割り組織の中で様々な役割をもつ機関が適切に連携しあって確実な防災対策を実施するためには、その中心となる強力な組織が必要である。とくに大規模災害で複数地方自治体に影響が及ぶときには、このような組織が求められる。2000年有珠山噴火では内閣危機管理室が参入して、現地対策本部の指揮を執ったが、今後の噴火に対してどのような対応となるのか取り決めはない。

このような中で、富士山におけるハザードマップ検討の方向は、方法論を議論する上で参考になると考えられる。富士

山では平成13年度から2ヶ年の予定で検討が始まったが、主体は政府機関、都県、市町村からなる「富士山ハザードマップ協議会」である。政府機関は内閣府、総務省、国土交通省が中心となり、地方自治体と協力しながらハザードマップの検討、作成、公表に向けた作業を進めている。ハザードマップ検討委員会は協議会の諮問を受けて、火山地質調査と噴火履歴の解析、シミュレーション、ハザードマップの活用方法としての防災対策、被害想定などの項目について議論している。新しい概念として、「可能性マップ」と「防災ドリルマップ」を提案している。前者は想定される現象ごとに、火口位置や規模についての起こりやすさや被災に関する情報(例えば溶岩流の到達時間や降灰の厚さなど)として表したもので、後者は個別の防災対策を検討する際に必要となる噴火災害の影響程度についてあるエリアに絞って表現したものである。これらに基づいて防災対策の基本的な考え方が示される予定である。何よりも周辺住民の不安感を煽らないこととに留意して、防災対策と火山との共生を前面に出すことが、ハザードマップ検討の第一義としているところが、今後の他火山でのマップ改訂や防災対策検討の参考となる。

5. 新しい方策—火山噴火対策調査

雲仙普賢岳における様々な対応は、火山防災対策の難しさを浮き彫りにした一面がある。変貌しつつ長期化する火砕流・土石流災害に対して、監視体制と警戒システムの重要性が再認識された。しかし、火砕流の危険がある中での緊急対策施設の施工には「無人化施工」という新しい概念を導入するまで着手できなかった。結果的に雲仙の防災対策と復興は成功しているが、そこに至る模索と試行があった。

2000年有珠山・三宅島噴火はこの雲仙の経験を再現する場でもあった。有珠山においては噴火規模が想定より小さかったこともあり、ハード・ソフト対策は概ね成功した。しかし、三宅島では2,500年ぶりの山頂噴火が島民の長期離島という事態を招き、防災対策より避難住民のケアに重点が置かれている。現在は帰島に向けて砂防施設、道路、電気などのインフラの復旧整備が進められている。

このような火山災害を契機に噴火活動期の緊急対策の重要性が再認識された。平成14年度の国土交通省砂防部重点施策の一つとして火山噴火対策調査が取り上げられ、事業と切り離して火山災害のための調査が行えるようになった。その目的は、噴火状況に対応したハード・ソフト対策を実施するための調査検討である。二つの中心課題からなっている。

○リアルタイム・ハザードマップの検討

側噴火を起こしやすい火山では、事前に火口位置を予測することは難しい。また、火口位置によって発生する噴火現象が異なることもある。予想されるあらゆる現象に対するハザードマップを作成しておき、データベースから検索する方法が考えられる。しかし、この場合には想定限界、費用面などで困難な面もある。

雲仙・普賢岳の噴火時には、溶岩ドームの崩落方向の変化

に伴い、その都度数値シミュレーションを行って、ハザードマップを見直してきた。また有珠山2000年噴火時には、噴火口形成位置を反映させて、火砕流の危険区域が従来のハザードマップに付加された。このような使い方は火山砂防計画の中で「緊急ハザードマップ」と位置づけられていた。

この方法をシステム化して、作業の効率化や迅速化を目指したものがリアルタイム・ハザードマップである。現在検討が始まったばかりであり、今後はマップの用途、限界(対象現象、対応項目など)を明確にした上で、実用化を検討することが課題となっている。

○応急・緊急対策施設の検討

既に述べたように、火山砂防施設は大規模かつ広い用地を必要とすることから、基本対策として事前ですべてを整備しておくことは困難である。噴火の兆候が見えてから、あるいは噴火が始まってから実施する緊急対策などについて、事前に準備できることを検討しておくことは、いざというときに有効である。従来は既設砂防堰堤の堆砂地掘削などで、土砂捕捉容量を確保する程度であった。例えば、導流堤の基礎部分のみを建設しておき、火山活動の状況に応じて必要な高さまで構築する(施工材料や工法も必要なら新しいものを検討する)などの具体的な手法をまとめることになっている。

ただし、基本対策施設と緊急対策施設の区分について砂防計画上の整理、活火山下流水系における砂防計画、治水計画などとの連関性の説明、緊急対策実施時の法的問題、施設効果の確認など、検討すべき課題は多い。

そのほか、火山防災対策を確実にする方法の一つとして、防災訓練が火山麓においても行われるようになった。防災訓練には、実際に緊急対策の方法を実演する実働訓練と、緊急時に様々に変化する状況に対する対応方法を仮想して行うRoll Playing方式の訓練がある。とくに防災担当者が様々なところから情報を受け、それに対して的確な対応をとれるかどうかをテストすることになる後者の訓練は、複数の機関が関連し合う火山災害にとって机上で検討した防災計画の有効性を確認する手段として注目されている³⁾。

6. 火山防災の方向と視点

活火山で想定される現象は多様であり、噴火様式や規模などの予測は現状では不可能である。また、人智と技術にはおのずから限界があり、われわれがかつて経験したことのない噴火現象が起こり得ないとは、誰も言えない。それが故に火山防災は多様な自然現象に対して、柔軟かつ適切に対応できるものにならなければならない。

火山砂防計画では、施設規模や投資限度額などを検討するため、想定規模という概念が導入されている。これはすべての公共事業に求められる課題であるが、大規模な噴火災害が同一の火山において100年に1回程度起こることはまれで、むしろそれ以上の発生頻度が現実であれば、公共投資としてshort termの事業評価には繋がりにくい。

事業投資額と同様に活火山周辺の土地利用についても、こ

これを強く規制することは歴史的，国民感情的に見ても困難と言わざるを得ない。人々が危険な火山山麓に居住することは静穏期における火山の恵みを享受することに他ならないが，これを拒否することは難しい。

ハード対策には事業予算の制約があり，ソフト対策には心理的な足かせがある中で，適切な火山防災計画を実行するためには，次のようなプロセスで進むことを提案する。

第1段階：ハザードマップの作成・公表

ハザードマップの作成・公表は火山防災のスタートである。マップの存在は火山防災に対する備えがあることの意味表示として，位置づけるべきである。

第2段階：火山を知る(地域学習)，地域連携=対策検討開始

ハザードマップをより多くの住民に理解してもらうため，学習会や説明会などを通じて火山を知る機会を設ける。同時に行政側では防災対策の具体的な検討を進める。活火山周辺には複数の自治体が存在するケースが多く，地域連携が重要である。広域避難が必要なこともあり，災害対策基本法 17, 18 条に基づく地方防災会議や都道府県防災会議の協議会の設置も考慮すべきであろう。

第3段階：具体的な火山防災対策の策定・実行

噴火に備えて防災対策を具体化する。噴火時期や現象ごとのシナリオを考慮して，対策の手順をドリルとしてまとめる方法もある。関係防災機関の相互連携と情報の共有化をはかることが重要である。対策の実効性については実働防災訓練や危機管理演習などが有効である。

第4段階：火山との共生，火山防災への関心の持続

活火山がいつ噴火するのか，現時点では長期予測の絶対的的手法はない。われわれは火山からめぐみを受つて防災に対する備えを忘れてはならないが，これを長期間数世代にわたって持続することは困難である。災害経験とともに防災対策も風化する。歴史，文化として社会に根付かせるための努力は専門家と住民が一緒になって行いたい。

このような段階を踏む火山防災の視点について，図-3に示すように住民を中心にした「事前の情報となるハザードマップ」，「発災時の火山情報」，「事前の備えである防災まちづくり」，「災害時の警戒避難」という準備と災害時対応による

組み合わせのコンセプトが必要になると考えている⁴⁾。この視点の出発は減災のテトラヘドロン⁵⁾である。

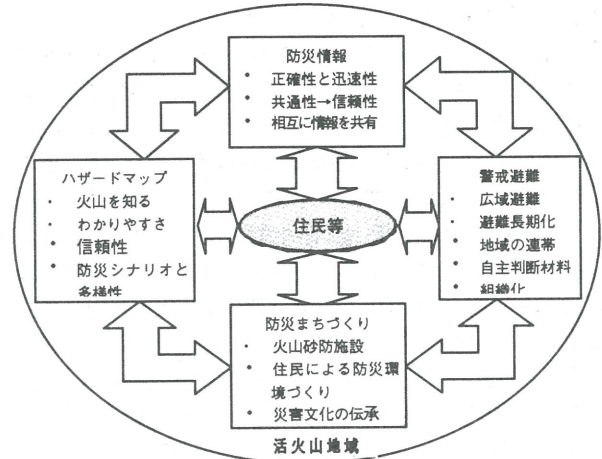


図-3 火山防災の視点⁴⁾

今後の火山防災対策を実のあるものにしてゆくためにも，実現可能な施策から持続性をもちつつ着実に進めることが大切だと考える。

謝辞：今回のシンポジウムで講演する機会を与えていただいた北村良介鹿児島大学教授，橋本晴行九州大学助教授に深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 松林正義編「火山と砂防」山海堂，1991
- 2) 富士山ハザードマップ検討委員会中間報告，2002
- 3) 藤原・長葭・高橋・嶋・安養寺：火山砂防における危機管理演習について，平成14年度砂防学会研究発表会概要集，2002
- 4) 安養寺信夫：火山防災の視点を考える，平成14年度砂防学会研究発表会概要集，2002
- 5) 岡田 弘(1997)：噴火予知の課題と展望，火山噴火と災害(宇井忠英編)，東大出版会，p112-116