

6 富士山火山噴火緊急減災対策砂防計画に基づき実施する緊急ソフト対策

6.1 緊急ソフト対策の方針

ソフト対策の緊急対策（火山噴火緊急減災対策砂防）は、火山噴火の状況変化に対応して、ソフト対策の基本対策と一体となって効果を発揮するよう実施する。

（「富士山火山砂防計画の策定方針 解説 平成21年11月 p24」）

緊急ソフト対策は、整備途中の基本対策を補完して機能を強化し、住民避難を支援するものである。富士山で想定される噴火シナリオを参考に、噴火前兆～噴火前と噴火後に現象が発生した段階のそれぞれにおいて、リアルタイムハザードマップによる影響範囲想定のための火山活動状況把握、関係機関への情報提供を目的とした緊急ソフト対策を行う。

また土砂移動現象の監視・観測は基本対策で整備済みの監視カメラや土砂移動検知センサー等を補完する位置において緊急的に実施する(図6.1-1)。

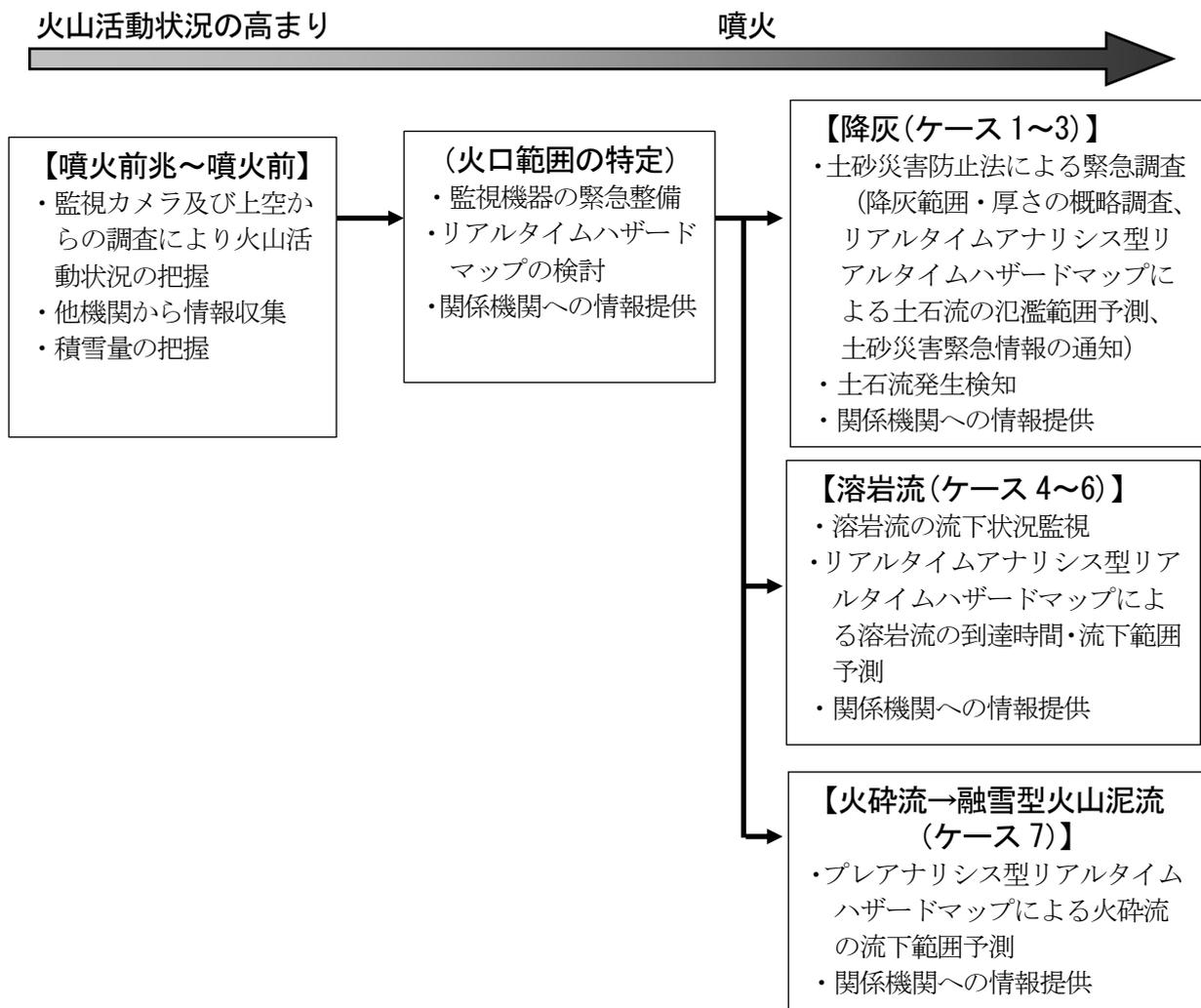


図6.1-1 火山活動状況（噴火シナリオ）に応じた緊急ソフト対策の実施方針

6.2 緊急ソフト対策の実施項目

緊急ソフト対策は、火山活動の推移に応じて「土石流監視機器等の緊急的な整備」、「リアルタイムハザードマップによる被害範囲の想定」、「土砂災害防止法に基づく緊急調査」等を実施し、広域避難計画と連携した避難の支援のための情報提供を行う。

(1) 監視・観測機器の緊急的な設置

緊急時の監視・観測機器の整備は、噴火に伴う新たな崩壊の発生や噴火口の形成等、土砂災害の発生が予想される状況変化を考慮し、基本対策で整備済みの監視・観測機器を補完するため、必要に応じて監視・観測機器の追加設置を実施する（表 6.2-1）。それ以外にも、対象現象の特徴や設置箇所の状況を考慮して、新しい機器やドローン、リモートセンシング技術等の活用に取り組む。

機器の設置にあたっては、監視・観測が可能な範囲、電源確保や情報通信の方法、維持管理のしやすさ等を考慮して設置場所を選定する（図 6.2-1）。設置候補地は緊急対策カルテに整理しておく。

表 6.2-1 富士山の緊急ソフト対策として設置する監視機器の候補

監視対象	火山活動監視		土砂移動監視	
工種	自動降灰量計	監視カメラ	ワイヤーセンサ	水位／流速計
機能	火山灰の降灰厚把握	火山活動の変化の把握 噴煙の方向から降灰エリアの把握 土砂移動の発生確認	土砂移動の発生と規模確認	土砂移動の発生と規模確認
イメージ				
適用条件 (監視・観測範囲)	降灰量を重量に換算して計測する。計測精度は±1cm程度。	溪流単位での土砂移動現象監視と、広角での山体監視(噴煙・火映等)を兼ねる。	土砂移動現象をほぼ確実に検知するが、1地点のみをカバーするため、複数設置が必要。	土石流等の土砂移動現象の発生検知と規模の確認のために使用する。
機器設置上の留意点	開けた水平な地点に設置する。	想定火口範囲や発生した現象の流下方向から、対策が必要と考えられるライン+その両端のラインにある土石流危険溪流に1セット設置することを基本とする	確実に検知できるように、既存施設の水通し部に設置する。	確実に検知できるように、既存施設の水通し部に設置する。
運用上の留意点	点でしか降灰量を把握できないため、富士山の降灰範囲をカバーするためには多数の設置が必要 ※厚さ20～30cmまでの計測が上限となるため、ポールを目印とした計測などの組み合わせで活用する	富士山山麓には溪流監視を目的としたカメラが南西野溪に設置されているが、山体の監視にも流用(画角の変更)ができるか確認する	1回の土砂移動現象で切断するため、張り替えが必要 噴火継続中は張り替えができないこともあるため、震動・音響センサーとの組み合わせを基本とする。	発生後に規模を算出することで、次の土砂移動現象の到達範囲予測に役立てる

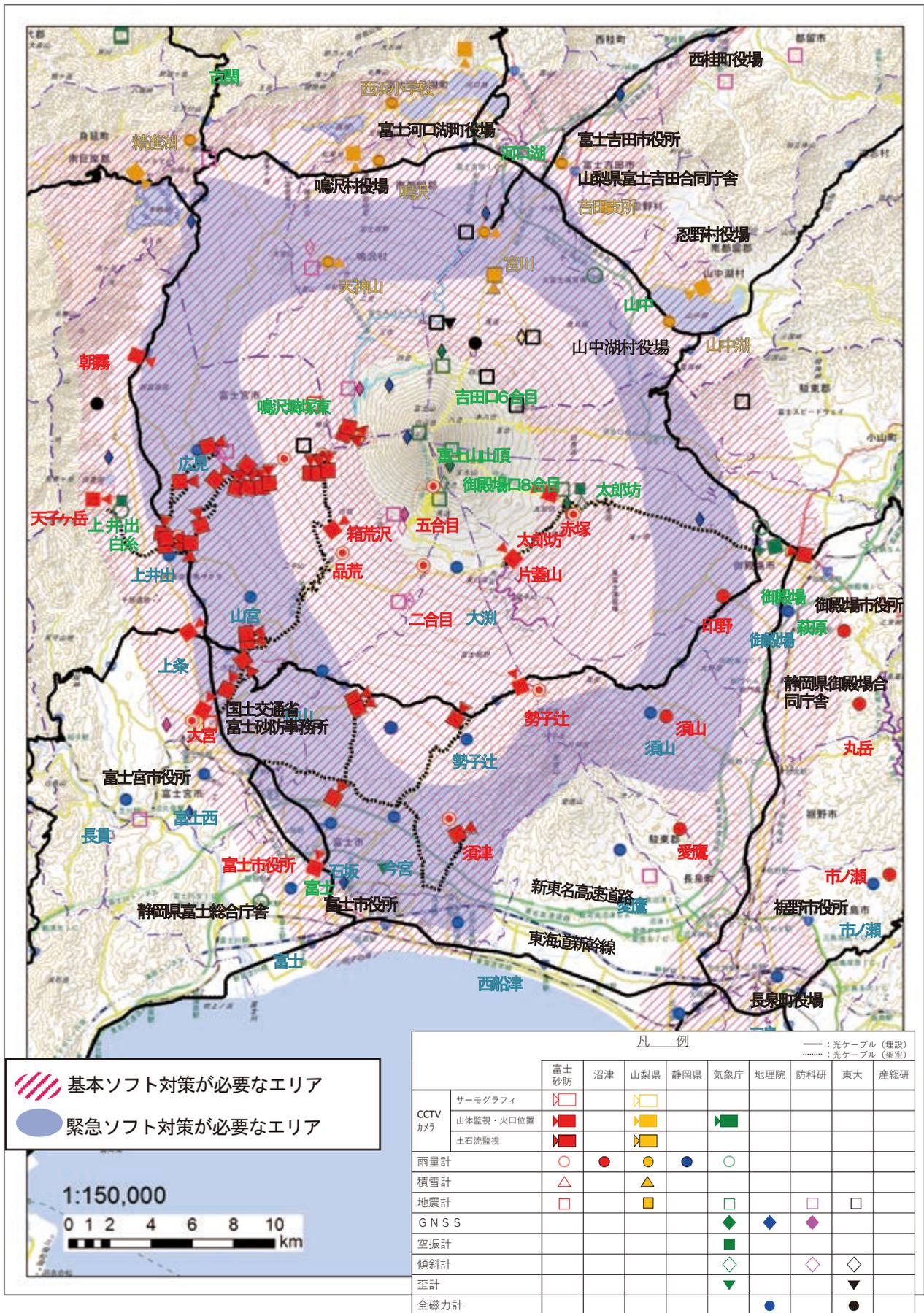


図 6.2-1 緊急ソフト対策計画位置図

(2) リアルタイムハザードマップの作成

リアルタイムハザードマップには、あらかじめシミュレーションを実施して様々な条件に対応したハザードマップを蓄積しておき噴火前兆期～噴火時の状況に応じてマップを選択するプレアナリシス型リアルタイムハザードマップと、噴火時に観測をして実現象から計算条件を設定し随時シミュレーションをしてハザードマップを作成するリアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの2種類がある。

プレアナリシス型リアルタイムハザードマップは主に融雪型火山泥流を対象とし、リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップは主に溶岩流を対象としている。それは、融雪型火山泥流は流下スピードが早く発生後の対策が間に合わないと考えられるためであり、溶岩流は比較的流下速度が遅いため発生後の対応が可能なためである。降灰後土石流については、土砂災害防止法に基づく緊急調査においてシミュレーション計算を行うが、これはリアルタイムアナリシス型のリアルタイムハザードマップの一種とみなされる。

1) プレアナリシス型リアルタイムハザードマップによる被害範囲の想定

平常時からの準備として作成したプレアナリシス型リアルタイムハザードマップのうち、火口位置や現象の種類、流下方向等実際の噴火状況に最も近いものを選定し、それに基づいて被害想定を検討し関係機関に提供する。

・ 降灰後の土石流

現在整備されている降灰後土石流のプレアナリシス型リアルタイムハザードマップは、計算条件として小規模噴火により土石流危険溪流に火山灰が最大限堆積し、10年間の平均降雨により土石流が発生流下することを想定してシミュレーションした結果が蓄積されている。なお、噴火直後の土石流氾濫範囲を想定する場合は、降灰範囲や降雨条件（例えば、年超過確率規模を1/10以上の土石流の1波とする等）、使用目的を踏まえて適切に設定する必要があることに留意する。

・ 融雪型火山泥流

現在整備されている融雪型火山泥流のプレアナリシス型リアルタイムハザードマップは、計算条件として火口位置を変えてシミュレーションをした結果が蓄積されている。

粒径や泥水密度、粗度係数等のパラメーターは富士山火山ハザードマップと同様の条件で作成されており、泥流の規模に関係する火砕流の規模（240万 m^3 ）および積雪量（一律0.5m）も一定である。

そのため、噴火前に火口範囲がある程度特定された段階では、想定火口範囲内に含まれる火口位置で作成されたハザードマップを選択し、その到達範囲を全て重ね合わせて想定到達範囲とする。

今後は融雪型火山泥流の規模に直結し、かつ、噴火前に計測が可能な積雪深をもう一つの条件としたハザードマップの検討を進める。そのために、平常時からの準備として、積雪深の観測（現地調査、積雪計の設置、LPによる計測）を行い、異なる積雪深によるシミュレーションケースを追加して検討を行う。

- 溶岩流

現在整備されている溶岩流のプレアナリシス型リアルタイムハザードマップは、計算条件として溶岩の噴出レート、総量、メッシュサイズ、火口位置を変えてシミュレーションした結果が蓄積されている。冷却効率等のパラメーターは富士山火山ハザードマップと同様の条件で作成されている。計算条件のうち重要なのは噴出レートであるが、総量と同じく噴火前に想定することは困難であるため、当面は発生頻度の高い（約80年に1回）中小規模噴火の100m³/sを想定する。

噴火前に火口範囲がある程度特定された段階では、想定火口範囲内に含まれる火口位置で作成されたハザードマップを選択し、その到達範囲を全て重ね合わせて想定到達範囲とする。

2) リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップによる被害範囲の想定

プレアナリシス型リアルタイムハザードマップでは火山活動により地形が変化した場合や、火口位置が想定と異なる場合等は対応できない。

そこで、火山活動の状況から今後の噴火活動の見通しがつく場合には、現象の種類・規模・位置・流量等を想定したリアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップを作成して被害想定を検討し、関係機関に提供する。

- 航空レーザ測量等による地形変化の把握

火山活動により地形が変化した場合、ヘリによる上空からの調査や航空レーザ測量により、火山活動に伴う地形の変化を把握し、リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップ作成のための地形データとして活用する。また、積雪期には積雪深を把握するための手段としても航空レーザ測量は有効である。

- 降灰後土石流

土砂災害防止法の緊急調査（後述）として対応する。

- 融雪型火山泥流

発生後の対応では間に合わないと考えられるため、原則としてプレアナリシス型リアルタイムハザードマップで対応する。

- 溶岩流

噴火により溶岩流が流出した場合には、輻射熱の影響範囲外からリモートセンシング（レーザ航測による地形の差分、カメラ画像解析）により、流下方向・流下速度・流出した体積を観測する。

特に流出した体積の時間差分を取ることで噴出レートを正確に算出することができるため、継続的な観測に加えて精度良く体積を把握するための技術開発が重要となる。

冷却効率等のパラメーターは富士山火山ハザードマップと同様の条件を使用するが、溶岩流の総量は流出が終わるまで判明しないため、当面1日後、3日後、7日後等の期限を切って、一定の噴出レートでその期間流出し続けると想定して溶岩流総量とハイドログラフを作成し、シミュレーションを行う(図6.2-2)。

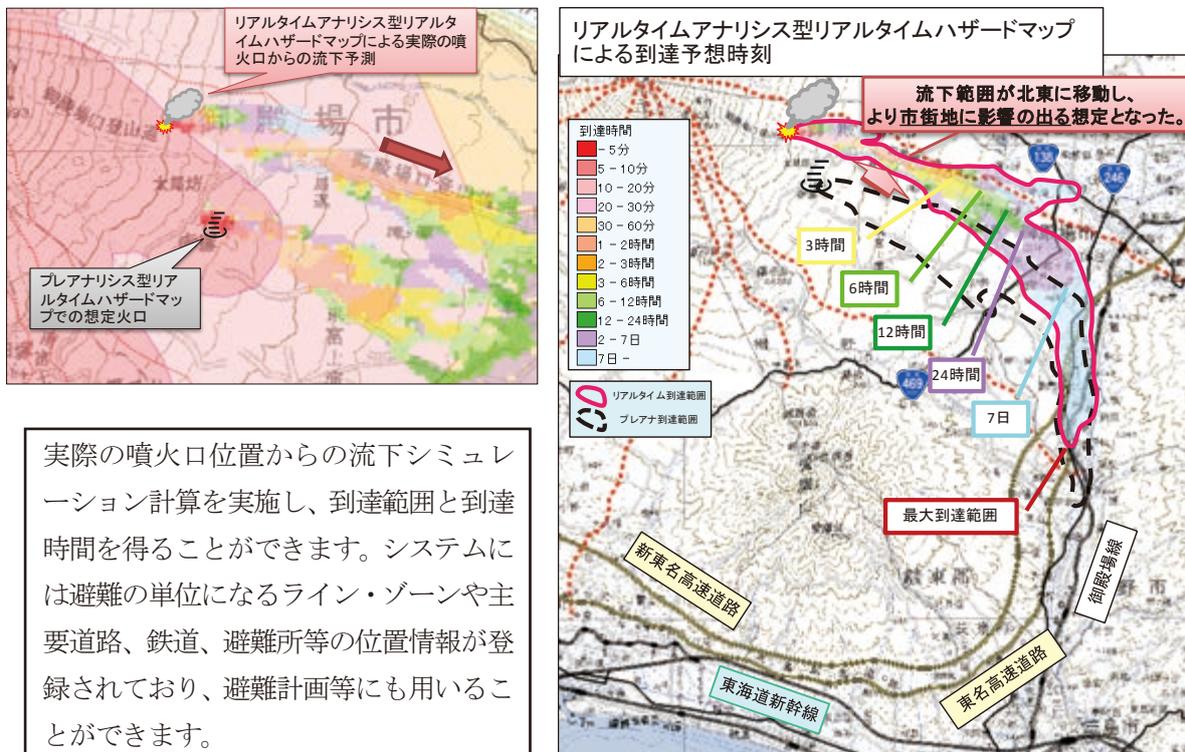


図 6.2-2 リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの運用イメージ

(3) 土砂災害防止法に基づく緊急調査

土砂災害防止法では、降灰後の土石流等について一定の要件を満たす場合に、国土交通省は緊急調査を実施し、調査の結果、重大な土砂災害の急迫した危険があると認める時に、重大な土砂災害が想定される土地の区域及び時期に関する情報を関係市町村及び都道府県に通知することによって、災害対策基本法に基づく市町村長の避難勧告等の判断を支援することとなっている。

土砂災害防止法に基づく緊急調査の主な内容は以下のとおりである。

降灰調査

危険溪流の抽出

氾濫解析

調査結果の公表

土砂災害緊急情報の通知

富士山麓における噴火に対しては、中部および関東地方整備局が連携して土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施する。また、連携体制を強化するため継続的に訓練を実施する。

(4) 関係機関との連携

富士山に噴火の前兆と考えられる異常現象が認められた場合、あるいは噴火した場合には、ただちに気象庁や関係機関から情報収集するとともに、土砂移動の発生有無や地形変化、既存施設の状況を把握するための緊急的な調査を実施する。さらに、今後想定される気象状況の変化や、火山活動に伴う不安定土砂等の情報を関係機関より収集・整理し、緊急ハード対策実施の判断材料とする（表 6.2-2）。

これらの緊急的な調査を円滑に行うため、平常時からの準備として国・県の砂防部局、研究機関、火山及び砂防の専門家等からなる連携体制を確認しておく必要がある。

表 6.2-2 富士山噴火時に各機関が実施する調査一覧（案）

実施主体	富士山噴火時に収集する情報内容	調査方法
砂防部局	<ul style="list-style-type: none"> ・降灰・不安定土砂の把握 ・砂防施設の点検調査 ・気象状況、土砂移動状況の把握 ・地形変化の把握 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂災害防止法による緊急調査(降灰量調査) ・現地調査 (降灰量調査、工事の可否判断、土砂移動状況調査、保全対象・交通網等の調査、施設被災状況調査) ・監視機器の点検、緊急整備 ・監視機器の遠方からの監視 ・ヘリ、無人航空機による上空からの調査・写真撮影 ・航空レーザ測量等による地形データの取得 等
	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急対策予定地の状況把握 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・対策予定箇所の監視機器の状態 ・リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップ作成のための情報収集 	
大学・気象庁・防災科学技術研究所、産業技術総合研究所 等	<ul style="list-style-type: none"> ・火山噴出物の分布範囲、性質の把握 ・噴火前後の地形データ、積雪状況、火山噴出物の面的把握 ・火山活動観測データの解析、噴火の進行、予測 	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 (降灰量調査、道路状況調査等) ・航空写真、衛星写真撮影 ・ヘリによる上空からの調査 ・監視機器による火山活動状況の監視 等
国土地理院	<ul style="list-style-type: none"> ・地形変化の把握 	
治山部局	<ul style="list-style-type: none"> ・降灰・不安定土砂の把握 ・治山施設の点検調査 ・緊急対策予定地の状況把握 	
道路管理部局、自治体等	<ul style="list-style-type: none"> ・アクセス道路状況 ・住民避難の状況や保全対象の被災状況 	

6.3 緊急ソフト対策の実施の流れ

緊急ソフト対策は火山活動状況に応じて、火山防災協議会による広域避難計画と連携した避難支援のための情報提供、火山噴火時の状況把握等を行う。

(1) 噴火前兆期～噴火前（噴火警戒レベル 1～4に相当）

富士山は過去に様々な形態で噴火をしており、現象や規模を噴火前に想定することは難しい。そのため噴火シナリオ 1～7に共通する噴火前までのソフト対策を以下のように実施する。

1) 火口が特定されるまで

- ・監視カメラによる調査

監視カメラにより、山体の異常（水蒸気、噴煙の有無や地熱の上昇による雪解け等）がないかを確認する。

- ・ヘリによる上空からの調査

ヘリにより上空から目視により異常（地熱の上昇による雪解けや草枯れ等）や地割れがないかを確認する。

- ・積雪状況の把握

ヘリや監視カメラで遠方から山腹の積雪状況を確認する。また山腹の積雪量を LP による標高差解析から推定する。

- ・他機関からの情報収集

関係機関から、震源分布や GPS、傾斜計、干渉 SAR による山体の膨張等、火口位置の推定につながる情報を収集する。

2) 火口の範囲がある程度特定された段階

- ・監視機器の緊急整備

火口位置から流下が想定されるラインを対象に、噴火に伴い発生する土砂移動現象や火山活動を監視するため、必要に応じて監視機器を安全な箇所に設置する。監視機器で得られた画像データは関係機関に提供する。

また、対象現象の特徴や設置箇所の状況を考慮して、新しい監視機器やドローン、リモートセンシング技術等の活用に取り組む。

- ・リアルタイムハザードマップの選定

この時点では発生する現象は特定できないが、火口の範囲からプレアナリシス型リアルタイムハザードマップを選定し、火山防災協議会へ提供する。

(2) 噴火後（噴火警戒レベル3～5に相当）

噴火直後は遠方からの調査および関係機関からの情報収集により、噴火様式や火口位置、発生した現象の種類と規模を確認する。その後、発生した現象に応じた緊急ソフト対策を実施する。

ただし富士山の噴火シナリオでは火砕流や溶岩流の流下と噴石・火山灰の飛散が同時に発生する可能性が示されている。そのため想定火口位置直下では火山活動が急変し火砕流等が発生することに十分警戒するとともに溶岩流に対する緊急減災対策を、火口から風下では降灰後の土石流に対する緊急減災対策を同時に行う場合があることに留意する。

1) 降灰が発生した場合

- ・土砂災害防止法に基づく緊急調査

<ヘリ調査>

降灰範囲をヘリで上空から確認し、変色等火山灰の堆積が認められる範囲を概略で把握する。

<降灰状況の把握>

気象庁の降灰予測や噴火時の風向きを参考に、降灰の主軸方向を把握し、あらかじめ設定した降灰調査候補地点から調査対象地点を抽出し、現地での堆積の有無や堆積厚の計測、浸透能の状況の調査を行う。また、避難対象エリア内や降灰が厚く堆積して立ち入りができない箇所に対しては、あらかじめ設置した目標物（標柱等に物差し）に対してドローンや監視カメラ等による観測を行い、降灰厚さを推定することを検討する。

<土砂災害緊急情報の通知>

計測した降灰範囲および堆積厚さから土石流が発生するおそれがある溪流を抽出し、危険な区域と時期について土砂災害緊急情報として市町村等に通知する。

- ・土石流発生検知のための監視機器設置

土石流が発生した場合に検知できるよう、安全に設置可能な箇所に監視機器を設置する。警戒避難に活用するために、関係機関と情報の共有を図る。

2) 溶岩流が発生した場合

- ・流下状況の確認

溶岩流の到達範囲や到達時間を予測するためのリアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップを作成するため、火口位置や流下方向、溶岩噴出率を調査する。ヘリや監視カメラからの確認、LPによる2時期の標高差解析等を実施し、得られたデー

タを火山専門家等と協議の上で、リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの計算に用いる火口位置や溶岩噴出率を設定する。

- ・リアルタイムハザードマップの作成と提供

得られたデータからリアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップで到達範囲と到達時間を予測する。

到達時間については、観測結果より推定した流速も参考とする。得られた結果は、住民の避難支援のために火山防災協議会に情報を提供する。

3) 融雪型火山泥流が発生した場合（積雪期）

噴火または融雪型火山泥流の発生後は発生状況を把握するための調査を行い、次の噴火に備える。

- ・残存している積雪量の把握

ヘリや監視カメラで遠方から山腹の積雪状況を確認する。また山腹の積雪量をLPによる標高差解析から推定する。

- ・プレアナリシス型リアルタイムハザードマップによる影響範囲予測

気象庁等より今後の火山活動に関する情報を入手し、残存している積雪量をもとにプレアナリシス型リアルタイムハザードマップから最適なマップを選択する。なお、火砕流の発生地点や流下方向の予測は困難であるため、残雪の有無と火口位置から選択する条件を設定する。

(3) 噴火終息期（噴火警戒レベル4～1に相当）

噴火が終息しても、その後の降雨により降灰後の土石流が継続的に発生すると予想されるため、その間は、監視等を継続する。

- ・設置した監視機器による火山活動・土砂移動状況の監視を継続する。

- ・噴火による地殻変動や溶岩流の堆積等地形の変化を、LPにより把握する。

- ・地殻変動や溶岩流の堆積等によって流域の地形が変化した場合は、シミュレーションによって氾濫範囲の予測を再度実施する。

6.4 緊急ソフト対策を実施する上での平常時からの準備事項

緊急ソフト対策の実効性を高めるため、対策を実施する際に必要となる手続きや調整事項等を把握し、実施しておくべき準備事項とその内容を整理しておく。

緊急時の対応が困難な事項に対しては、平常時からの準備で対応する。

平常時からの準備事項として、火山現象・土砂移動現象に対する監視観測機器を整備するとともに、その情報伝達・共有手段の確認を行う。また、数値シミュレーション計算結果を活用したプレアナリシス型リアルタイムハザードマップの整備や、航空レーザ測量成果(地形データ)の整備、これらの検討成果を整理した火山データベースを構築する。さらに、火山活動の変化に伴う被害想定を可能とする、リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの作成システムを整備する。

緊急対策を迅速に実施するため、緊急対策の実施に必要な事項を平常時から準備する。

(ソフト対策)

- ・ 監視機器・情報通信網を活用するための体制の構築
→特に、火山防災協議会との緊急時の情報共有方法、共有する情報の内容
- ・ リアルタイムハザードマップの整備
- ・ 航空レーザ測量による噴火前からの地形データの整備
- ・ リアルタイムハザードマップを運用するための火山データベースの構築
- ・ 緊急時の降灰調査のための候補地抽出、標柱等の整備

(ハード対策)

- ・ 資機材の備蓄
- ・ 施工業者との協定締結
- ・ 土捨て場等、土地利用に関する許可申請
- ・ 用地買収（基本対策として進める）
- ・ 工事用道路の整備

上記の平常時の準備について現時点でどの程度整備されているかは、緊急対策カルテ(共通編)のチェックリストを活用し随時確認する。

(1) 監視機器・情報通信網を活用するための体制の構築

富士山周辺では光ケーブル等の通信網整備が進められているが、さらに情報伝達・共有手段を確保するために以下のような監視体制やシステム等を整備する。

- ・ 緊急時の被災現場やパトロール車、巡視員等の取得した映像を速やかに伝送可能な機動性の高いシステムの構築

- ・ 光ケーブル断線時のバックアップ体制の構築
- ・ 道路改良等に合わせた光ファイバー網の埋設化
- ・ 監視観測機器の追加の配置検討や緊急時の監視観測機器の配置検討

(2) プレアナリシス型リアルタイムハザードマップの活用

あらかじめ想定された噴火現象や、土砂移動現象に関する数値シミュレーション計算結果をもとに、状況に応じて作成したハザードマップを選択し、被害範囲の想定に資する。

(3) 航空レーザ測量等による噴火前からの地形データの整備

噴火前後の地形の変化を把握するために、ヘリによる上空からの調査や航空レーザ測量による平常時の地形データを整備し、施設配置計画等の基礎資料とする。

(4) 火山データベースの構築

平常時には火山砂防計画の基礎資料として情報共有し、また緊急時には対象火山に関する対応の基礎資料として利用することを想定して、データベース化を図る(表 6. 4-1)。

(5) リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの作成システムの整備

地形の変化や火口位置等の火山活動の状況を踏まえた被害想定を検討する数値シミュレーション計算システム(リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップ)を整備する。

表 6. 4-1 整備が必要な火山データベースの内容（案）

主な項目		主な使用目的
1.	火山活動履歴	
	年代、噴火様式とその時系列	噴火シナリオの作成
	噴火規模	プレアナリシス型リアルタイムハザードマップの選択
	物性値	リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの作成
	影響範囲	作成したリアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの検証
2.	地形データ	
	数値地形モデル(DTM)	リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップの作成 施設配置計画や設計時の基礎資料
	航空・衛星写真	噴火前後での比較、現地調査資料
3.	公共土木施設諸元	
	既設砂防施設・治山施設	緊急ハード対策の資料
	道路・鉄道・交通網	緊急ハード対策の資料
	避難施設・重要施設	
4.	既往シミュレーション結果	
	現象毎のシミュレーション結果	プレアナリシス型リアルタイムハザードマップの作成
	被害想定結果	
	火山ハザードマップ	
5.	防災計画書	
	火山砂防基本計画	緊急ハード対策の資料
	防災業務計画書	緊急ソフト対策の資料
	地域防災計画書	
6.	資機材に関する資料	
	備蓄資材、機材の位置と数	緊急ハード対策の資料
	協定業者リスト	
7.	緊急対策に関する資料	
	他火山での対策工法事例	緊急ハード・ソフト対策の資料
	対策工選定の考え方・フロー	
	緊急ハード・ソフト対策検討成果	
8.	用地に関する資料	
	土地所有者リスト	緊急ハード・ソフト対策の資料
	地籍図・公図	