

伊豆東部火山群火山噴火緊急減災対策砂防計画

【 計 画 編 】

平成31年3月

国土交通省 中部地方整備局 沼津河川国道事務所

静岡県 交通基盤部 河川砂防局 砂防課

はじめに

伊豆東部火山群は、伊豆半島東部地域に位置する火山群（東伊豆単成火山群）と、これらの東方に位置する海底火山群（東伊豆沖海底火山群）の総称であり、陸上での分布は伊東市及び伊豆市をはじめとする3市2町にまたがる。その噴火活動は15万年前頃に開始した。有史以降はしばしば地下からのマグマの貫入による群発地震が発生しており、沿岸部の伊東市川奈付近を震源とするものが確認されている。平成元年（1989年）7月には群発地震の後、伊東港の3kmほど沖合で海底噴火があり手石海丘を形成した。これは有史以降の初めての噴火であった。

火山噴火に対する備えとして、平成21年（2009年）1月から静岡県、伊東市、伊豆市、気象庁、静岡地方気象台及び関係機関により「伊豆東部火山群の火山防災対策検討会」において噴火警戒レベル等の導入のための検討が行われ、平成23年（2011年）3月に噴火警戒レベルの運用が開始された。

また、平成27年（2015年）12月には活動火山対策特別措置法が改正され、平成28年（2016年）2月に伊豆東部火山群としては伊東市、伊豆市が火山災害警戒地域に指定され、警戒避難体制の整備を特に推進すべき地域となった。伊東市は、「伊豆東部火山群の伊東市避難計画」を平成27年（2015年）3月に、伊豆市は「伊豆東部火山群の伊豆市避難計画」を平成30年（2018年）10月に策定した。

更に、平成30年（2018年）10月の「伊豆東部火山群防災協議会」において、火山防災マップ作成指針（内閣府（防災担当）、消防庁、国土交通省水管理・国土保全局砂防部、気象庁、2013）に基づき、噴火影響範囲の見直しを行った。

本計画は、これらの火山防災対策の動きと協調して砂防部局としての対応方策を「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン（平成19年4月 国土交通省砂防部）」に則り、平成28年（2016年）から計5回の検討会（会長：土屋 智 静岡大学名誉教授）を開催して策定した。火山噴火に伴い発生する土砂災害に備えた緊急的なハード対策とソフト対策を迅速かつ効果的に実施できるように計画するとともに、平常時からの準備についての方針を定めたものである。この計画に基づき行動することにより、伊豆東部火山群の噴火に伴い発生する土砂災害からの被害をできる限り軽減（減災）することで、安心で安全な地域づくりに寄与するものである。

なお本計画は、今後新たな知見が得られた場合、随時見直しを行うものとする。

平成31年3月

目 次

はじめに

1. 火山噴火緊急減災対策砂防計画の方針	計-1
1.1 対象とする噴火シナリオ及び土砂移動現象.....	計-1
1.2 対策の開始・中断のタイミングと対策可能期間.....	計-4
1.3 対策箇所	計-11
2. 火山噴火時の緊急調査	計-14
2.1 基本方針	計-14
2.2 緊急調査の内容	計-14
3. 緊急ハード対策ドリル	計-22
3.1 基本方針	計-22
3.2 工法・構造と施設効果量の考え方.....	計-24
3.3 緊急ハード対策施設配置.....	計-26
3.4 緊急ハード対策ドリル.....	計-27
4. 緊急ソフト対策ドリル	計-30
4.1 基本方針	計-30
4.2 対策工事の安全確保.....	計-32
4.3 避難対策支援のための情報提供.....	計-33
4.4 監視・観測機器の緊急整備.....	計-34
4.5 リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定.....	計-39
4.6 情報伝達・通信手段（無線通信装置等）の整備.....	計-40
4.7 土砂移動検知情報の伝達.....	計-41
4.8 緊急ソフト対策ドリル.....	計-43
5. 実効性向上に向けた取り組み（平常時からの準備事項）	計-46
5.1 基本方針	計-46
5.2 基幹的な砂防施設の整備及び適切な維持管理.....	計-46
5.3 対策に必要となる諸手続き等.....	計-47
5.4 緊急支援資機材（ブロック等）の備蓄・調達方法.....	計-48
5.5 緊急時の拠点の確保.....	計-49
5.6 光ケーブル網等の情報通信網の整備.....	計-49

5.7 緊急減災対策砂防のためのデータベースの整備.....	計-50
5.8 関係機関との連携や情報共有の強化.....	計-52
5.9 関係機関相互連携のための演習.....	計-55
5.10 防災教育、広報・PR方法.....	計-57
5.11 民間事業者との連携.....	計-60
5.12 新技術の活用	計-60

本計画で用いる主な用語の定義

おわりに

1. 火山噴火緊急減災対策砂防計画の方針

1.1 対象とする噴火シナリオ及び土砂移動現象

本計画では、火山現象や火山噴火に伴う土砂移動現象を対象として緊急ハード対策を実施する。緊急ソフト対策は、噴火に伴って発生する全ての現象（大小の噴石、降灰及びベースサージに伴う土石流、溶岩流、火砕流に伴う火山泥流）を対象とする。

伊豆東部火山群火山噴火緊急減災対策計画では、噴火前のケース0では、対策準備を実施する。

緊急ハード対策は、噴火に起因して発生する降灰後土石流を対象とする（ケース5）。噴火警戒レベルの立入規制区域に合わせて、対策箇所を選定する。

緊急ソフト対策のうち、監視機器等の設置は、噴火に伴って発生する全ての現象を対象とする（ケース1～4）。噴火後の緊急調査は、噴火に伴って発生する全ての現象を対象として、いずれのケースでも実施する（ケース1～6）。

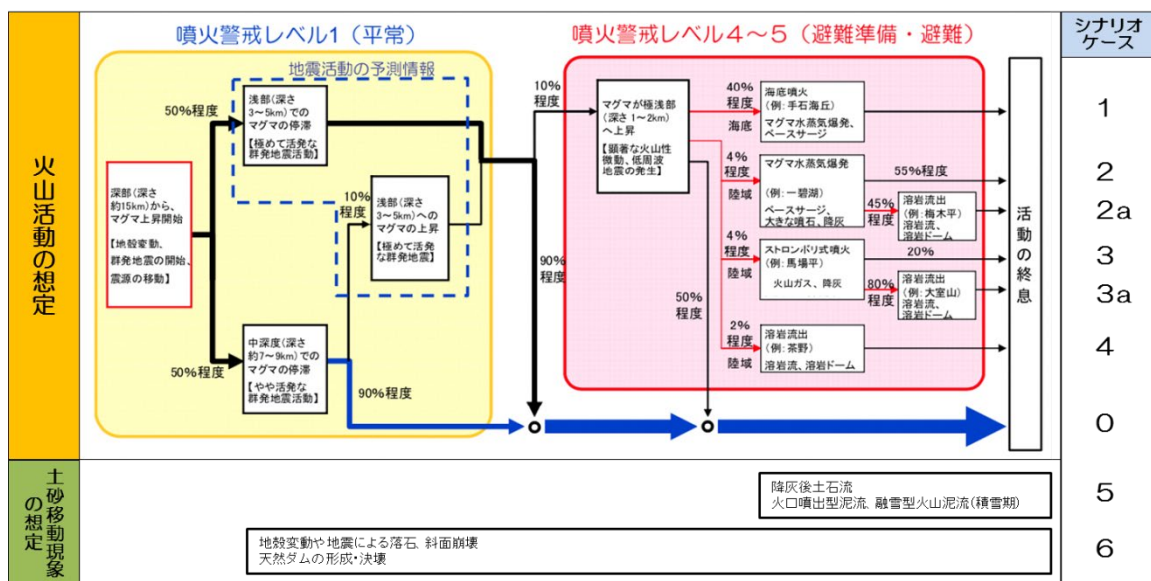


図 1.1.1 伊豆東部火山群における噴火シナリオケース

（伊豆東部火山群の火山防災対策検討会報告書(2011)の噴火シナリオに加筆・一部改編）

想定される噴火事象の時間経過を示し、それぞれの事象分岐の推定確率を示した。％で示した数値は、現象の分かれ目に推移する確率の推定値を分岐内での割合で示している。確率の推定値は、これまで群発地震活動や、過去の噴火活動の発生頻度、類似する火山の噴火例、火山学的な知見に基づき推定されたもので、だいたいの目安を示している。極めて稀であると思われるが、ここで想定されていない火山現象の発生の可能性もある。

上記確率はあくまで、昭和53年（1978年）～平成21年（2009年）間の49回のマグマ貫入事例と過去15万年度の噴火事例から導かれた数字である。今後の火山活動が同じ確率で推移するとは限らない。

表 1.1.1 火山噴火緊急減災対策計画で対策を検討する噴火シナリオケース

シナリオ ケース	噴火場所		発生現象					緊急減災対策	
	陸域	海域						ハード 対策	ソフト 対策
0	×	×	火山活動の活性化					○	○
1	×	○	火山活動の活性化	大きな噴石	小さな噴石・降灰	ベースサージ		×	○
2	○	×	火山活動の活性化	大きな噴石	小さな噴石・降灰	ベースサージ		×	○
2a	○	×	火山活動の活性化	大きな噴石	小さな噴石・降灰	ベースサージ	溶岩流	×	○
3	○	×	火山活動の活性化	大きな噴石	小さな噴石・降灰			×	○
3a	○	×	火山活動の活性化	大きな噴石	小さな噴石・降灰		溶岩流	×	○
4	○	×	火山活動の活性化				溶岩流	△	○
5	○	×	【噴火に起因する土砂移動現象】 降灰後の土石流、火口噴出型泥流、融雪型火山泥流（積雪期）					○	○
6	○	×	【マグマ活動または噴火に起因する土砂移動現象で規模が大きい場合】 地殻活動や地震による落石、斜面崩壊、天然ダム形成・決壊→二次泥流発生					×	△

○：対策を検討する ×：対策を検討しない
△：現時点では予測困難な現象であるが情報が得られた場合に共有する

- ・ シナリオケース0 マグマ上昇と群発地震
- ・ シナリオケース1 海域での水蒸気マグマ噴火
- ・ シナリオケース2、2a 陸域での水蒸気マグマ噴火
- ・ シナリオケース3、3a 陸域でのストロンボリ式又はハワイ式噴火
- ・ シナリオケース4 陸域での溶岩流出
- ・ シナリオケース5、6 噴火に起因する土砂移動現象

対象とする土砂移動現象は、表1.1.2のとおりである。

表 1.1.2 対象とする土砂移動現象と緊急ハード対策の考え方

現象	◆現象の特徴 ■被害の影響	緊急ハード対策（案）
大きな噴石	◆火口から3.5kmまで飛散する可能性がある。 ■飛来速度と重さが大きく、建築物が破壊される。 ■人が直撃を受けると死傷する。	× 空中を飛来するものなので、砂防では対応できない
小さな噴石・降灰	◆上空から風に乗って広範囲に飛散する。 ◆土石流発生の原因となる。 ■農作物の被害、交通障害、家屋倒壊などを引き起こす。	× 空中を飛来するものなので、砂防では対応できない
火砕流 火砕サージ ベースサージ	◆流下速度が大きく、広域に到達し、破壊力が高い。 ■巻き込まれると、通過域を焼失、埋没させ、建物は破壊され、人は死傷する。	× 技術的に困難であるため、対応できない
溶岩流 溶岩ドーム	◆高温で流下速度は遅いが、規模が大きい。 ■通過域の建物、道路、農耕地、森林、集落を焼失、埋没させる。	△ 導流堤工 等（ただし、火口位置が決定している場合）
融雪型 火山泥流	◆流下速度が速く、規模（総量・ピーク流量）が大きい。積雪期のみ発生する。 ■谷沿いを流下し、扇状地で広がるため、被害範囲が広範囲に及ぶ。	○ 導流堤工 等
降灰後の 土石流	◆流下速度が速い。 ◆少量の降雨でも発生する場合がある。 ◆噴火終了後も数年間は継続して発生する。 ■急斜面・谷沿いを流下し、河道沿いに被害を及ぼす。	○ 除石工、仮設堤工、導流堤工、嵩上げ等

○：対策を検討する △：状況に応じて対策を検討する ×：対策を検討しない

※避難壕の詳細については、「活火山における退避壕等の充実にに向けた手引き

（平成27年12月 内閣府（防災担当））」を参照、一部改編

1.2 対策の開始・中断のタイミングと対策可能期間

1.2.1 噴火の前兆現象による対策開始のタイミング

対策開始のタイミングは、関係機関の防災対策や警戒避難体制とも密接に関連するため、協議会等における情報などを参考に、総合的に判断する。

伊豆東部火山群での体積ひずみ計は、過去の事例からマグマ上昇に伴い変化を捉えることができる。このひずみ変化量は群発地震活動に相関する。群発地震の震源分布からある程度想定火口を推定することが可能とされている。

群発地震が発生した場合、気象庁から「地震活動の見通しに関する情報」が発表される。

海上での噴火の可能性が高まっていく場合、火口周辺警報である噴火警戒レベル2、3は発表されない。

対策開始のタイミングは、関係機関の防災対策や警戒避難体制とも密接に関連するため、伊豆東部火山群防災協議会等における情報などを参考に設定する。緊急時には、気象庁が発表する火山情報や観測した火山活動状況等を踏まえ、総合的に判断する。

〔参考〕：伊豆東部火山群では、平成元年（1989年）に代表されるマグマ貫入現象に先立って、群発地震活動（地殻変動・地盤変動など）が認められる傾向がある。平成元年（1989年）の活動では、東伊豆（気象庁所管）の体積ひずみ計で変化が観測された。その時の24時間ひずみ変化量は200ナノストレインであった。

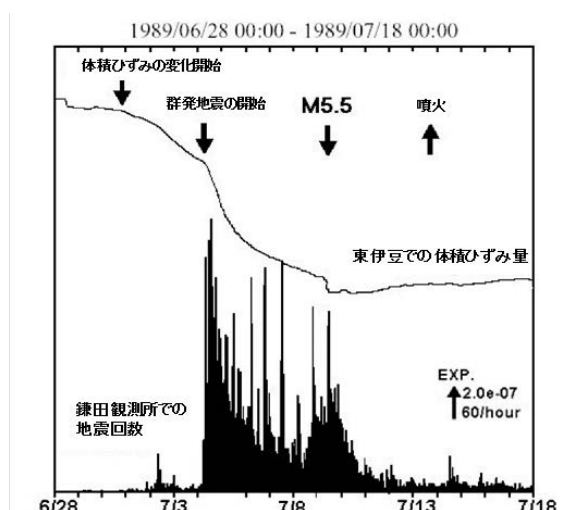


図 1.2.1 平成元年（1989年）噴火時の体積ひずみと地震回数の変化
（宮村ほか（2010）を一部改編）

1.2.2 対策実施場所による対策開始のタイミング

対策開始のタイミングは、対策を実施する場所の制約条件によって異なる。例えば、市街地付近で緊急ハード対策（流路工嵩上げや導流堤設置など）を行う場合は、人家・公共施設の敷地や生活道路に影響を及ぼすおそれが多いため、噴火することがある程度確実になった段階でなければ、対策の実施は難しい。これに対して、砂防指定地内の既設堰堤の除石等であれば、比較的早い段階から対策の実施が可能と考えられる。

噴火継続中でも、現象の種類や規模、現象の到達範囲と対策箇所の位置関係によっては、緊急ハード・ソフト対策が実施可能な場合もあるため、状況の変化に応じて緊急調査や関係機関との情報共有を図り、その都度緊急ハード対策の実施の可否を判断する。

1.2.3 噴火警戒レベルによる対策中断のタイミング

想定される火山現象の影響範囲及びその周辺では、噴火警戒レベル4又はレベル5で対策を中断する。

予報 警報	レベル (キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動	想定される現象等
噴火警戒報	レベル5 (避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	● マグマ水蒸気爆発の発生により大きな噴石、ペースサージが居住地域に到達する。 ● 低周波地震活動の多発、火山性微動の発生。 過去事例 平成元年（1989年）7月11日の低周波地震活動の多発、火山性微動の発生、7月13日の海底噴火。
	レベル4 (避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まってきている）。	警戒が必要な居住地域での避難準備、災害時要援護者の避難等が必要。	● 低周波地震活動の活発化。 過去事例 平成元年（1989年）7月10日の低周波地震活動の活発化。
火口周辺警戒報	レベル3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。危険な地域への立入規制等。	【レベル2,3の発表について】 ○ 活動が活発化するとき 噴火の可能性が高まっていく段階では、レベル2,3の発表はなく、レベル4以上が発表されます。 ○ 活動が沈静化するとき 火山活動が沈静化し、レベル5からレベルを下げる段階で、火山活動の状況に応じてレベル2,3を発表する場合があります。
	レベル2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	
噴火予報	レベル1 (活火山であることに留意) 地震活動の見直しに関する情報の発表	火山活動は静穏。 [地下深部のマグマ活動により、活発な群発地震活動が発生することがある。]	住民は通常の生活。 [危険な場所を避けたり、家具を固定するなど、大きな揺れに対する対策が必要。]	● 火山活動は静穏。 ● 活発な群発地震活動により、最大震度5弱～6弱程度の大きな揺れとなることがある。 過去事例 平成18年（2006年）4月、平成21年（2009年）12月の群発地震活動等。

注1）ここでいう「大きな噴石」とは、主として風の影響を受けずに弾道を描いて飛散するものとする。
 注2）噴火警戒報（噴火警戒レベル4（避難準備）、5（避難））は、特別警戒報に位置付けられています。

図 1.2.2 伊豆東部火山群における噴火警戒レベル

1.2.4 降雨による対策中断のタイミング

降灰後の土石流への対策については、緊急調査に基づき設定した基準雨量を超えた場合に対策を中断する。

降灰後の土石流に対する対策・中断のタイミングは、火山現象による噴火警戒レベルではなく、対策中断の基準雨量を土砂災害防止法に基づく緊急調査結果等から設定し、降雨状況によって判断する。また、対策は噴火終息後、通常の砂防事業へ移行するまで継続的に行う。

◆噴火警戒レベルが1（活火山であることに留意）→4（避難準備）を想定しているため、レベル4になってからでは緊急減災対策の実施開始が困難である。

予報 警報	レベル (キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動	想定される現象等
噴火警戒レベル4 避難準備の開始	レベル5 (避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	●マグマ水蒸気爆発の発生により大きな噴石、ペースサージが居住地域に到達する。 ●低周波地震活動の多発、火山性微動の発生。 過去事例 平成元年（1989年）7月11日の低周波地震活動の多発、火山性微動の発生、7月13日の高高度噴火。
	レベル4 (避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まっている）。	警戒が必要な居住地域での避難準備、災害時要援護者の避難等が必要。	●低周波地震活動の活発化。 過去事例 平成元年（1989年）7月10日の低周波地震活動の活発化。
火口周辺警報	レベル3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。危険な地域への立入規制等。	【レベル2、3の発表について】 ○活動が活発化するとき 噴火の可能性が高まっていく段階では、レベル2、3の発表はなく、レベル4以上が発表されます。 ○活動が沈静化するとき 火山活動が沈静化し、レベル5からレベルを下げる段階で、火山活動の状況に応じてレベル2、3を発表する場合があります。
	レベル2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	
噴火予報	レベル1 (活火山であることに留意) 地震活動の見通しに関する情報の発表	火山活動は静穏。 地下深部のマグマ活動により、活発な群発地震活動が発生することがある。	住民は通常の生活。 危険な場所を避けたり、家具を固定するなど、大きな揺れに対する対策が必要。	●火山活動は静穏。 ●活発な群発地震活動により、最大震度5弱～6弱程度の大きな揺れとなることがある。 過去事例 平成18年（2006年）4月、平成21年（2009年）12月の群発地震活動等。

噴火の可能性が高まっていく段階では発表されない

伊豆東部火山群の噴火警戒レベル（気象庁HPより引用）

図 1.2.3 伊豆東部火山群における噴火警戒レベル

(近年の伊東～川奈沖での群発地震活動、1989年手石海丘での噴火活動等の事例を基に想定した)

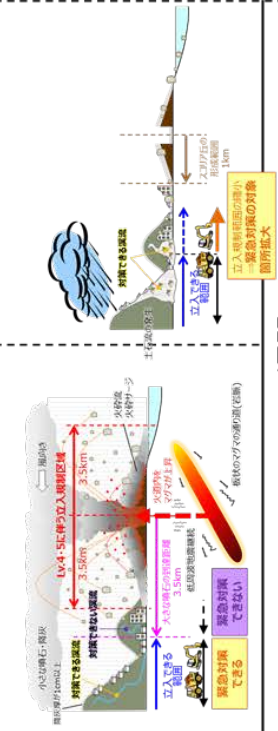
活動評価	静穏	異常現象発生	異常現象拡大	噴火前兆	噴火発生	緊急減災対策の展開
噴火警戒レベル	レベル1 (活火山であることに留意)	レベル1 (活火山であることに留意)	レベル1 (活火山であることに留意)	レベル4 (避難準備)	レベル5 (避難)	レベル1 (活火山であることに留意)
想定される現象のイメージ						
時間(目安)	2,3時間～数日 2,3時間～2,3日 2,3週間～					
主な土砂災害防止対策	○砂防施設点検 ○通常砂防事業 ○資機材備蓄	○緊急点検による 所管施設の維持管理 ○緊急減災対策の準備開始	○緊急点検による所管施設の維持管理・応急対策の実施(落石等) ○土砂災害防止法に基づく緊急調査の実施 ○緊急減災対策の準備の継続	【留意事項】 ■立入規制範囲内では対策しない ○大きな噴石や溶岩流、ベースラーの影響範囲は、全ての活動を一時中断 ○火口が特定されるので降灰だけの地域は、降灰後土石流に対する緊急減災対策を開始		
	【事前準備】 ■資機材調達実施 の可能性があることを関係者へ連絡・調整 ■備蓄箇所・数確認 ■無人化施工機械の輸送に必要な申請書類の準備・確認 ■除石の土捨て場、大型土の製作箇所、使用土砂の確認	【留意事項】 ■群発地震の震源から3.5kmの範囲では原則対策を実施しない ■アクセス道路の設定は震源から3.5km内は避ける ■地震の発生は予測できないため、崖下等の危険箇所では原則作業しない、または無人化施工、監視員の配置等安全対策をとる 【ハード対策】 ■既設堰堤での伐開(流木被害軽減) 除石等(空振りの場合でも損失が少ない工種)を状況に応じて実施検討	【留意事項】 ■住民避難 対策車両は対策に入らない 【留意事項】 ■住民が避難中は対策に入らない	【ハード対策】 ■既設堰堤の伐開・除石、コンクリートブロック積み堰堤の設置、大型土のうによる護岸の嵩上げ等 【ソフト対策】 ■土石流センサーや監視カメラの設置、ハザードマップの整備	【ハード対策】 ■危険箇所の解消 ⇒対象箇所の拡大 ■必要に応じ既存施設の改良(嵩上げ等)	恒久ソフト・ハード対策へ移行
凡例	ハード対策 ソフト対策 共通・その他	【ソフト対策】 ■既設観測機器の点検 ■工事安全管理のための監視観測機器設置、情報(土砂移動検知、火山活動等)は関係機関へも提供 【ソフト対策】 ■土砂災害防止法に基づく緊急調査の実施				

図 1.2.4 対策開始・中断のタイミング

1.2.5 対策可能期間

噴火前の対策可能期間は、前兆現象の発生から4日～2週間程度を想定する。

平成元年（1989年）手石海丘噴火時には、7月5日の7時に24時間ひずみ変化量が基準値を超え、7月10日からは低周波地震が発生した。

そこで、伊豆東部火山群の緊急減災対策は、前兆現象が発生してから最大2週間程度を対策可能期間と想定する。

ただし、実際に対策を行う期間は、気象庁や専門機関等からの火山活動状況、融雪型火山泥流の発生に関わる積雪状況、伊豆東部火山群防災協議会などによる検討結果を踏まえた上で設定し、対策中断期間中であっても、対策が可能である箇所においては対策を実施し、実際の噴火状況に応じた機動的な対応に努める。

時間経過	火山現象（火山活動評価）	当時の主な防災対応	レベル 予測情報（発表開始：△）	
それ以前	静穏		1	
平成元年（1989年）年 6月30日 18時～	体積ひずみ計変化と群発地震が始まる。		1	対策可能 期間 (2週間程度)
7月4日	群発地震の活発化。午後から有感地震多発。	消防署長及び生活安全課の職員を 中心に警戒体制	1 △	
7月5日 7時	24時間ひずみ変化量が基準値を超える。		1	対策可能 期間(4日)
7月7日	(0時1分) M5.2の地震（網代震度4）		1	
7月9日	地震日回数最大 (11時9分) M5.5の地震（網代震度4）		1	対策中断 期間
7月10日	低周波地震が観測され始める		4	
7月11日	(20時38分) 振幅の大きな火山性微動、有感微動。 道路に地割れ情報。	災害対策本部第1次配備体制に準 じた警戒体制	5	対策中断 期間
7月12日	(9時9分～10時12分) 振幅の大きな火山性微動 伊東約10cm隆起判明		5	
7月12日 15時		「伊東市災害警戒本部」設置	5	
7月13日	(18時29分) 振幅の大きな火山性微動		5	
	(18時33分) 手石海丘において海底噴火		5	
7月13日 22時		「伊東市災害対策本部」設置	5	
7月17日	(15時26分) 海底噴火後、最大の微動発生	「伊東市議会全員協議会」開催	5	
7月18日	群発地震沈静化しつつある		5	
7月19日	7時以降微動発生少なくなる	「伊東市災害対策本部」体制縮小	5	
7月21日	この日を最後に微動は観測されなくなる		1	
7月25日	群発地震さらに沈静化	(10時00分)「伊東市災害警戒 センター」に移行	1	対策可能 期間 (噴火後)
8月14日		職員当直体制を解除（2名）	1	

図 1.2.5 対策可能期間のイメージ（平成元年（1989年）噴火時の推移を参考）

（伊豆東部火山群の火山防災対策検討会報告書（2011）に一部加筆）

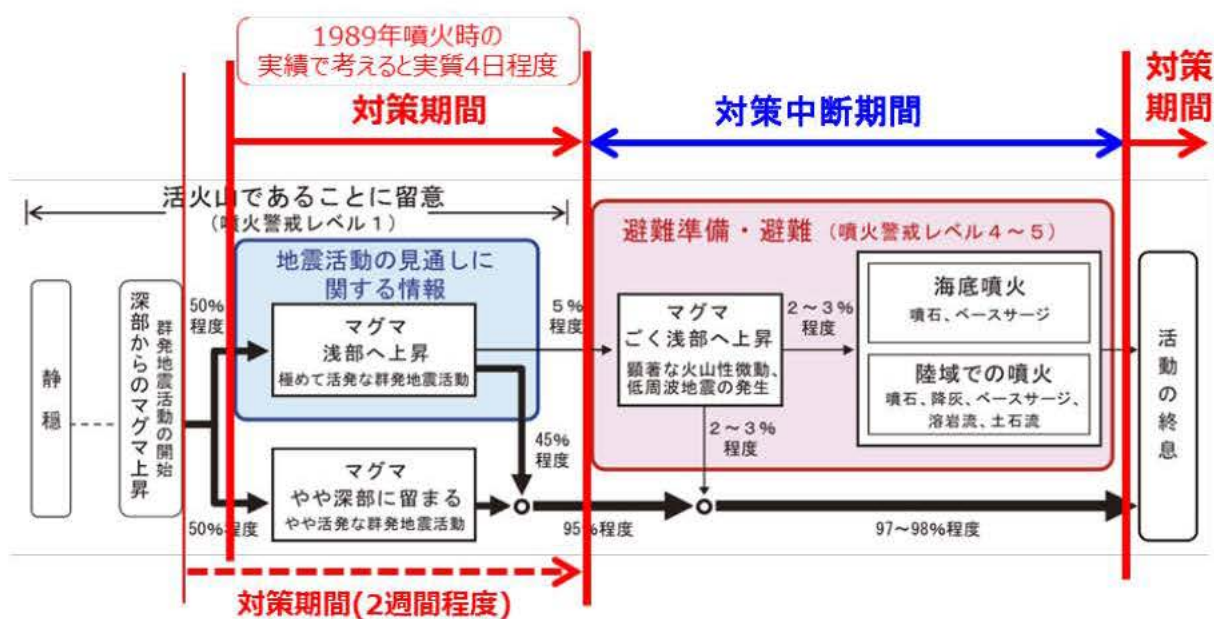


図 1.2.6 対策期間の設定

(伊豆東部火山群の火山防災対策検討会報告書(2011)に一部加筆)

〔参考〕：緊急時に実施する対策のながれ（例）

噴火の前兆現象が認められた時点で、震源域の監視や避難支援等の緊急ソフト対策を開始するとともに、火口位置の予測ができれば緊急ハード対策が実施可能の可能性を判断した上で、緊急ハード対策を開始する。

その後、噴火活動が開始すれば、火口位置の特定や火口周辺・噴煙・溶岩流の監視、避難支援といった緊急ソフト対策は継続するが、緊急ハード対策は一時中止し、噴火中においても対策が実施可能の可能性を判断した上で、実施可能範囲があれば実施する。

噴火終息の段階では、現状の調査、溪流の監視、地形データ収集などの緊急ソフト対策を継続するとともに、緊急ハード対策は通常の砂防事業へと移行していく（図 1.2.7）。

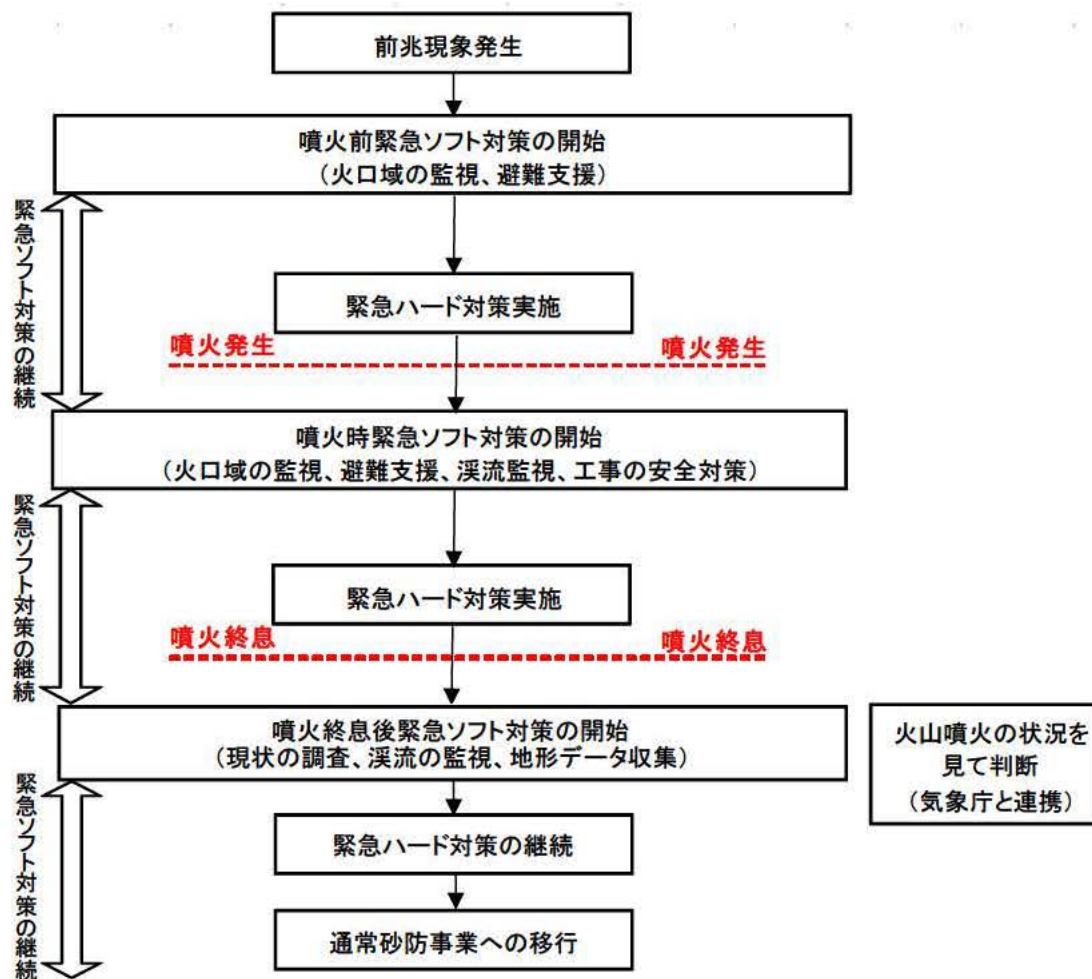


図 1.2.7 緊急時に実施する対策のながれ（例）

1.3 対策箇所

想定影響範囲内に保全対象がある場所で緊急ハード対策と緊急ソフト対策を計画する。

対策箇所の選定に当たっては、工事従事者の安全確保、用地や法指定に伴う制約事項、施工のしやすさや迅速性等の観点を考慮する。

対策箇所の選定は、以下の観点を考慮する。

【安全面】

- 施工中の安全を確保するため、大きな噴石の飛散範囲などの危険区域を避け、かつ、早急な避難が可能な箇所で計画する。
- 火山活動時の地震等に伴う土砂災害の可能性や、安全なアクセスや複合災害を考慮して計画する。

【土地利用】

- 被害を最小限に抑えるため、緊急ハード対策と緊急ソフト対策における監視観測機器の設置は、保全対象からできる限り上流側で計画する。
- 緊急時に実現可能な場所を予め選定しておき、土地所有者の確認や了解など、事前に用地交渉を計画する。

【法指定】

- 可能な限り自然公園等の法規制による制限がかからない箇所で計画する。

【施工性】

- 対策箇所へのアクセスや商用電源の確保等、施工する上で準備工が容易な箇所で計画する。

ただし、緊急時においては、実際の活動状況及び様々な状況を踏まえ、上記以外の箇所において対策を実施する場合があることも想定しておく。

1.3.1 噴火前の対策箇所の選定方針

噴火前における対策箇所の選定方針は以下のとおり。

- (1) 想定される噴火の影響範囲外での緊急対策とする。
- (2) 土砂災害防止法の緊急調査の要件にあたる降灰の堆積厚が1cm以上と想定される範囲で優先的に実施する。

なお、噴火規模は中規模噴火（総噴出量1,000万 m^3 ）を想定して始動する。

1.3.2 火口特定後の選定方針

火口特定後における対策箇所の選定方針は以下のとおり。

- (1) 火口が特定された段階で、火口から半径3.5km以遠の範囲で緊急対策を実施する。
（噴火の影響範囲を絞り込むことで対策範囲を抽出する）
なお、噴火警戒レベルに伴う立入規制区域が設定された場合には、区域外での対策箇所を選定して実施する。
- (2) 道路啓開（除灰）後、開始する。
（降灰厚5cm程度では、車両が坂道を登れない可能性があるため、避難路の確保を最優先とする）
- (3) 土砂災害防止法の緊急調査の要件にあたる降灰の堆積厚が1cm以上となる範囲で優先的に実施する。



図 1.3.1 対策箇所の設定イメージ（想定火口が南西端の場合）

2. 火山噴火との緊急調査

2.1 基本方針

火山活動が活発化した際に、緊急減災対策砂防を効果的・効率的に実施するための情報を把握するため、緊急調査を実施する。

調査結果は、避難対策の支援にも有効活用するため、関係機関と情報共有する。

緊急調査を円滑に行うため、平常時より下記の事項について検討しておく。

- 噴火シナリオに対応した各時点で把握すべき情報とその調査手法
- 国及び県砂防部局、火山及び砂防専門家等による調査実施体制
- 気象庁並びに砂防部局等による、降灰後の土石流により重大な土砂災害が想定される土地の区域の設定及び雨量基準の設定

2.2 緊急調査の内容

2.2.1 緊急減災対策砂防における緊急的な調査

伊豆東部火山群の火山活動において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、直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、既設施設の状況を把握するため、緊急調査を実施する。更に、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。

これらの緊急調査を円滑に行うため、平常時から、国・県の砂防部局、研究機関、火山及び砂防の専門家などからなる調査実施体制を整えておく。

緊急減災対策砂防における緊急調査の実施項目は以下のとおりである。

- a) 噴火後の地形把握
航空レーザ計測や人工衛星に搭載した合成開口レーダ（SAR）などによる地形変化の把握 など
- b) 山腹・山地溪流の荒廃状況の再把握
- c) 降灰後の土石流を除く現象について、被害想定シミュレーションのためのパラメータなどの把握
噴出した土砂の性状（粒径） など
- d) 降灰後の土石流を除く現象の危険度の検討
リアルタイムハザードマップによる危険箇所の想定 など
- e) 既設砂防施設の再点検
土砂堆積状況、施設の損傷 など
- f) 対策方針検討のための社会的な条件や想定される保全対象の状況の把握

想定される保全対象の状況の把握、避難などの状況、被害の発生状況 など

g) 緊急時に実施する対策の施工条件の把握

道路の通行状況・規制状況（区間、重量・長さ・高さの規制、優先車両など）、災害時の優先道路などの指定状況 など

h) その他

災害対策本部などの設置、体制、連絡系統、他事業での対策方針、通信の状況など

表 2.2.1 緊急減災対策砂防における緊急調査一覧（案）

実施主体	伊豆東部火山群噴火時に収集する情報内容	調査方法
砂防部局	・降灰・不安定土砂の把握（国・県） ・砂防施設の点検調査（国・県） ・気象状況、土砂移動状況の把握（国・県） ・地形変化の把握（国・県）	・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 ・航空レーザ計測等による地形データの取得
	・緊急対策予定地の状況把握（国・県）	
	・対策予定箇所の監視機器の状態（国・県） ・リアルタイムハザードマップ作成のための情報収集（国）	
気象庁・研究機関 等	・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	・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
国土地理院	・地形変化の把握	
道路管理者、自治体等	・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	

表 2.2.2 緊急減災対策砂防の緊急調査の実施項目（案）

対象	監視・観測項目	目的・用途	調査方法	実施機関	監視・観測時期 (想定される噴火警戒 レベル目安)					
					1	2	3	4	5	終 息
火口	噴気・噴煙, 火山性ガス, 地温変化, 噴火場所	火山活動変化の把握 初動対応の必要性判断	監視カメラ, ヘリ調査	気象庁, 砂防部局	●			●	●	●
地形	地形変化, 隆起・沈降	火山活動にともなう地形変化の把握, リアルタイムハザードマップの地形情報	傾斜計, GNSS, ヘリ調査, 航空レーザ計測, 人工衛星データ	国土地理院 気象庁, 砂防部局	●			●	●	●
地震	火山性地震, 微動, 低周波地震	マグマ・熱水等の地下での活動変化・場所 の把握	地震計	気象庁, 防災科研 大学	●			●	●	●
気象	風速・風向	降灰堆積範囲の予測（降灰予測）	風向風速計	気象庁	●			●	●	●
	降雨量	土石流による被害のおそれのある区域・時 期の想定, 土石流の雨量設定基準の設定	雨量計, 雨量レーダ	気象庁, 砂防部局	●			●	●	●
既設施設・ 溪流内	土砂堆積状況, 荒廃状況, 施設損傷状況	緊急ハード対策の実施判断	監視カメラ, 地上調査, ヘリ調査	砂防部局,	●			●	●	●
保全対象・ 既設道路	被害状況, 通行可能状況	緊急ハード対策の実施判断, 住民避難支援	監視カメラ, 地上調査, ヘリ調査	砂防部局, 道路部局	●			●	●	●
大きな噴石	発生検知, 到達範囲	立入規制（噴火警戒レベル）の判断	監視カメラ, 空振計, 地上調査, ヘリ調査	気象庁				●	●	●
小さな噴石・ 降灰	堆積範囲, 堆積深, 火山灰の性状（粒径, 浸透能, 密度）	土石流の被害想定区域の把握, 降灰予報	降灰量計, 地上調査, ヘリ調査, 人工衛星画像	砂防部局, 気象庁, 防災科研 等				●	●	●
降灰後の 土石流	発生検知, 発生溪流・到達範囲, 流動深・堆積深	土砂災害緊急情報の提供, 砂防工事従事者の避難の判断	土砂移動検知セン サ, 監視カメラ, 地上調査	砂防部局				●	●	●
溶岩流	発生検知, 流下方向・温度変化	住民避難支援, 対策工事従事者の避難の判 断	監視カメラ, ヘリ調査, 人工衛星データ	気象庁, 砂防部局				●	●	●
火砕流・ 火砕サージ・ ベースサージ	発生検知, 流下方向・到達範囲	住民避難支援, 対策工事従事者の避難の判 断, 融雪型火山泥流の発生規模の想定	監視カメラ, ヘリ調査	気象庁, 砂防部局 等				●	●	●

2.2.2 土砂災害防止法に基づく緊急調査

土砂災害防止法では、大規模な土砂災害が急迫した危険性が予想される場合は、国土交通省が緊急調査を実施し、その結果に基づき、被害が予想される区域や時期の情報（土砂災害緊急情報・随時情報）を市町村へ通知し、一般に周知することになっている（図 2.2.1、図 2.2.2）。

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
- 被害想定（氾濫解析）
- 調査結果の公表
- 土砂災害緊急情報の通知

なお、土砂災害防止法に基づく緊急調査は、土砂災害の危険性が低くなるまで、継続的に実施する。

平成26年（2014年）に発生した御嶽山での噴火事例を図 2.2.3に示す。また、緊急調査に実施するUAV等による調査イメージを図 2.2.4に示す。

平成21年12月 「特殊な土砂災害等の警戒避難に関する法制度検討会」による提言
 平成22年11月 第176回国会にて成立(衆院・参院ともに全会一致) 法律公布
 平成23年5月 施行

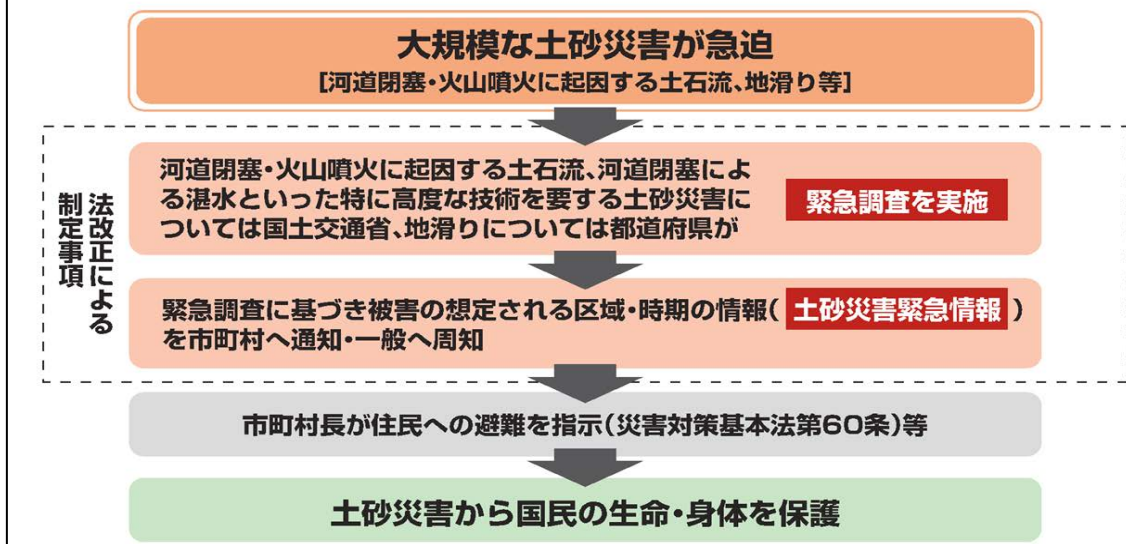


図 2.2.1 土砂災害防止法に基づく緊急調査の概要1

出典：土砂災害防止法の一部改正について（平成23年5月施行） パンフレット

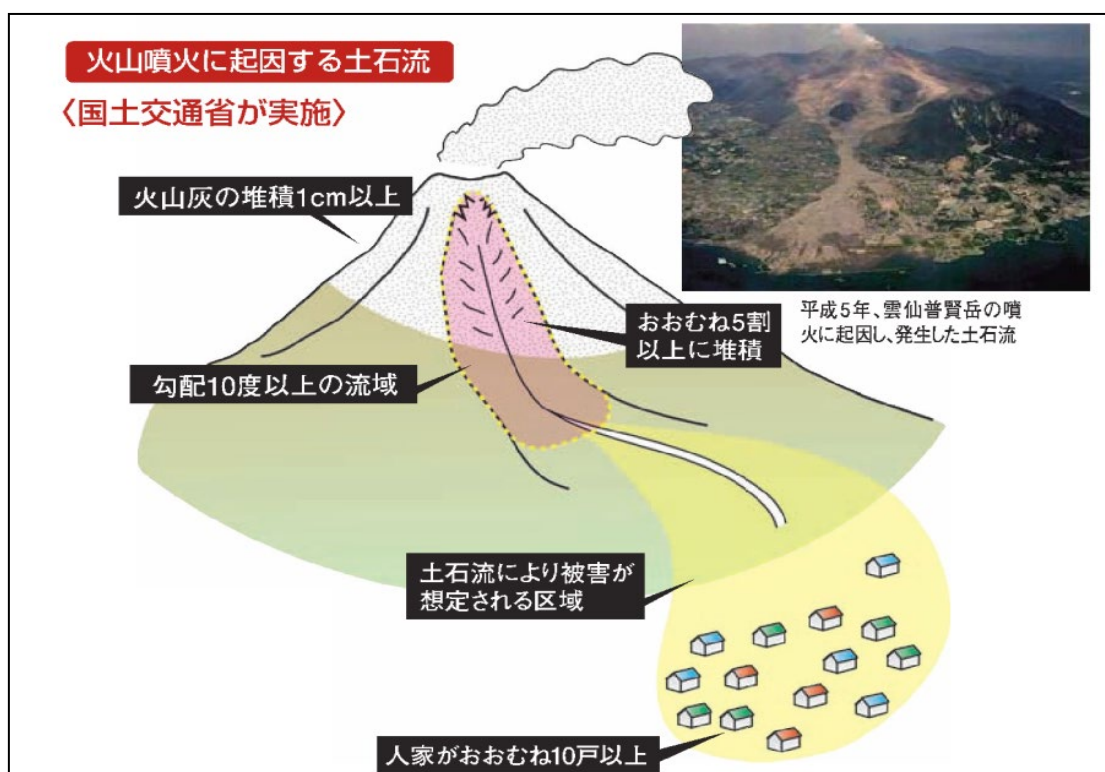


図 2.2.2 土砂災害防止法に基づく緊急調査の概要2

出典：土砂災害防止法の一部改正について（平成23年5月施行） パンフレット



図 2.2.3 噴火時の緊急調査の対応事例（平成26年（2014年）御嶽山噴火）

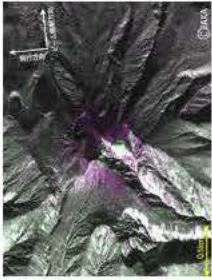
出典：中部地方整備局公表資料より作成



図 2.2.4 緊急調査に実施するUAV等による調査イメージ

また、降灰調査手法について、次ページに示す。

表 2.2.3 降灰量調査手法

名称	ヘリコプター	地上踏査	衛星リモートセンシング	航空写真	UAV (無人飛行体)
調査手法	 主にヘリコプターによる目視点検やカメラ撮影点検により、降灰範囲を確認する。詳細な層厚の把握は困難であるが、火山灰範囲の把握には適している。	 地上において、調査員が降灰の堆積厚を定規等による直接計測や、定面積サンプルリング法(単位面積内の火山灰をハケ、チリトリで採取し、重量を計測する方法)により降灰量を計測する。調査に必要な資機材にかかる費用が安い。	 光学衛星による可視画像あるいは雲や噴煙がある場合でも観測可能な全天候型レーダー(SAR)衛星による降灰エリアの推定等を行う技術である。	 降灰による「見え方の変化」を利用した把握技術であり、降灰後に撮影した航空写真の画像範囲内にドローン(建物・車輛・道路のペナグラフ、歩道の段差などの人工構造物)が含まれている場合、火山灰堆積厚を判別・推定できる可能性がある。	 無人機械の技術を転用し、人が立入ることのできない区域での試料採取、画像取得、継続観測などを行う。また、搭載機器として静止画像を取得するカメラのほか、ビデオ、赤外線カメラ、レーザー計測機、試料採取機、装置投下機能などの選択は可能である。
調査可能な条件	・時間帯：日中のみの有視界飛行 ・気象制約(強風、視程障害など) ・火山活動状況による制約(噴煙の流向、噴石等)	・時間帯：日中のみ ・気象条件(悪天候時は不可) ・火口周辺は立入規制あり	・光学衛星：雲や噴煙の影響を受ける ・レーダー(SAR)衛星：全天候型	・時間帯：日中のみの有視界飛行 ・気象条件(強風、視程障害など) ・火山活動状況	・気象条件(強風、視程障害など) ・火山活動状況
情報収集にかかる時間	・ヘリコプターの手配に要する時間	・班体制を整える時間 ・計測地点までの移動時間 ・計測場所を選定する時間	・撮影角度等により撮影頻度が異なる ・撮影した映像は即時入手可能	・飛行機の手配状況による ・撮影した写真は即日入手可能	・UAVの手配に要する時間 ・航空法に基づいた手続きが必要なUAVもある
情報収集にかかる費用等	・最大飛行時間約4時間* ※搭乗者数が多い場合、飛行可能時間が短くなる 中部地方整備局	・通常の現地調査道具によりほぼ代用可能。 中部地方整備局	・新規撮影 150万円～ ・撮影サイズ (10km²) 国土地理院、各協会あるいは国総研	・20万円～ ・撮影サイズ (1km²) 国土地理院あるいは各協会	・最大飛行時間 20分～270分
連絡先	中部地方整備局	中部地方整備局	※国土地理院と協定あり ※各協会と災害時における協定あり ※衛星 SAR 画像に関する災害時の協定あり	※国土地理院と協定あり ※各協会と災害時における協定あり	
適用性	主に目視による降灰範囲・堆積厚の推定となるため、火山灰の堆積厚さの把握は難しく、初期期での適用は難しい。ただし、火口付近等の現地立入禁止区域における補充的な調査としては、有効である。	各調査地点で火山灰堆積厚が把握できる。ある程度の精度をもった降灰分布を描く最も一般的な調査法である。既の実績も多く、初期期の基本となる調査法である。	現時点において、可視画像・SAR 画像を用いた火山灰堆積厚の把握は、学術レベルであり、初期期の調査法としての活用は難しく、補充的な調査となる。	条件の良い写真が撮影できれば、解像度が高いため、地物を指標に降灰範囲・火山灰堆積厚を把握できる可能性がある。ただし、降灰分布を描くために必要な情報を得られるかは不明であり、補充的な調査となる。	広範囲の撮影は適さないが、立ち入り不可の区域等の限定的なエリアの降灰状況を把握するには有効な調査手法となる可能性がある。火山灰堆積厚の把握は難しいが、今後の研究・開発が期待される調査手法のひとつである。
備考	画像出典：国土交通省中部地方整備局 木曽川上流河川事務所 HP より	観測者が火山の降灰域に立ち入る必要がある。 画像出典：国土交通省中部地方整備局 「御岳山噴火への対応」より	堆積厚については実際の計測事例は無く、学術レベルである。新燃岳噴火時に SAR 干渉解析により火山灰の堆積厚の推定が試みられている(防災科学技術研究所)。 画像出典：JAXA HP より	画像出典：地理院地図 HP より	新燃岳火山噴火気体採取、三宅島火山観測(気象庁)などの実績あり 画像出典：国土交通省中部地方整備局 「御岳山噴火への対応」より

3. 緊急ハード対策ドリル

3.1 基本方針

緊急ハード対策は、保全対象の被害軽減、避難路等の安全確保を目的として、限られた対策期間で可能な限り保全対象上流での土砂捕捉や減勢、流向制御等を実施する。

砂防施設の整備箇所においては除石工により土砂捕捉量の増加を図るなどといった早急に実施できる対策が効果的であることから、平常時からの施設整備が重要となる。砂防施設がない場所では、噴火活動の状況に応じて、仮設堰堤工や仮設導流堤工等を施工する。

緊急ハード対策は、土砂捕捉及び一時貯留などで減勢させる施設や、導流により流向を制御する施設などを可能な限り施工し、被害を防止・軽減する。限られた期間内でも有効な対策を実施するため、平常時からの施設整備を検討する。

対策対象は「降灰後の土石流」とし、流出する土砂を捕捉するため、既設施設の除石工や仮設堰堤工を計画する。地形条件や河川と保全対象との位置関係などの地域特性を十分把握し、実施可能期間において迅速かつ効果的に実施可能な対策工法で、工事従事者の安全にも配慮した施工箇所や施工方法を選定する。

ただし、緊急ハード対策では対応可能な現象の規模などには限界があることに留意する。緊急ハード対策の基本方針を図 3.1.1に示す。

特に危険性の高い区域において対策を実施する場合には、無人化施工など作業員の安全に配慮した施工方法を採用することを基本とする。

なお、緊急的な対策施工に必要な資機材について、緊急施工が迅速に実施できるように、資機材の数量や保有場所などをデータベースなどに整理するとともに、必要に応じて予め備蓄しておく。

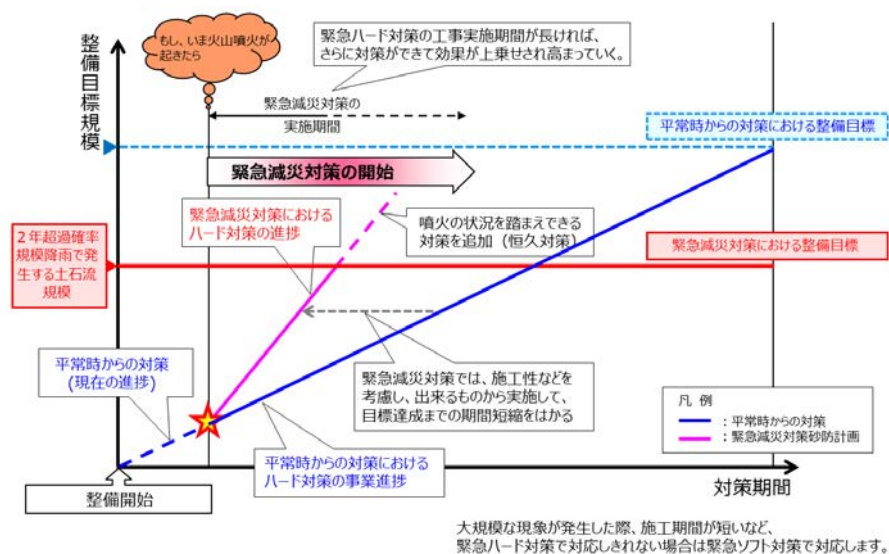


図 3.1.1 緊急ハード対策の基本方針

【実施時期・対象】

時期：噴火発生後（火口の特定期間）として、住民避難に支障となる期間は実施しない。

道路除灰による道路啓開や、工事の安全管理体制の構築後とする。

対象：立入規制範囲外の土石流発生の危険がある溪流

【対策工】

- 堰堤工による土砂の捕捉（下流へ流出する土砂量の軽減）を基本
- 用地の制約が少ない既設堰堤の除石工を優先
- 堰堤が未整備の溪流では、仮設のコンクリートブロック積み堰堤工（撤去可能な構造）を検討

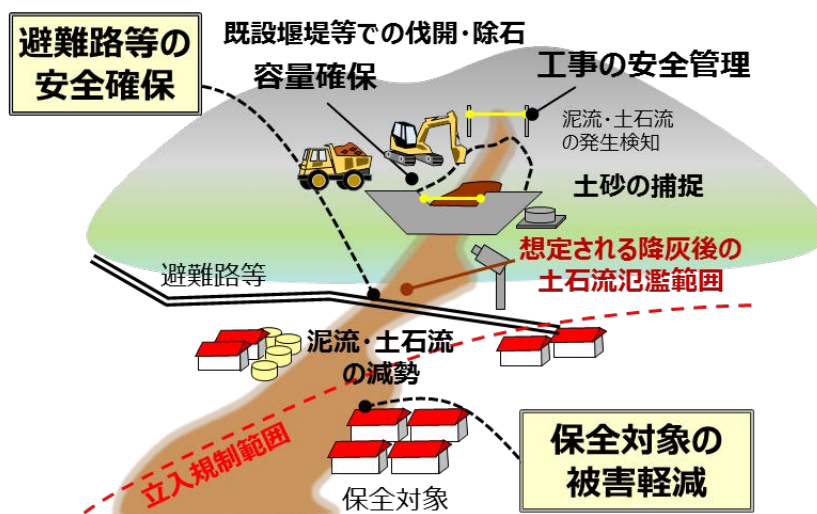


図 3.1.2 緊急ハード対策イメージ

3.2 工法・構造と施設効果量の考え方

緊急ハード対策では、地形条件や河川と保全対象との位置関係などの地域特性を十分把握し、迅速かつ効果的に実施可能な対策工法を選定する。また、現在整備されている砂防施設を積極的に有効利用しながら緊急時に実施する対策工法を選定する。

工法・構造等の概要は以下のとおりである。

① 既設砂防施設の堆砂域における除石工

除石工は、既設砂防施設の堆砂土砂を掘削することにより、捕捉土砂量を確保・拡充することを目的に実施する。除石した土砂は、仮設導流堤に使う大型土のうの中詰材等への流用、土砂置き場などへの運搬を検討する。

② 既設砂防施設の嵩上げ

既設砂防施設を利用して、大型土のうやコンクリートブロック等により嵩上げを行い、捕捉土砂量を確保することを目的に実施する。

③ 仮設堰堤工

仮設堰堤工は、既設砂防施設が整備されていない箇所で、コンクリートブロック等を設置し、流下土砂を捕捉することで、下流への被害軽減を目的に実施する。

④ 仮設導流堤工

仮設導流堤工は、大型土のうやコンクリートブロック等を設置して、土石流等が保全対象を直撃することを防ぎ、下流域へ導流させることを目的に実施する。

表 3.2.1 緊急ハード対策の事例

工法	仮設堰堤工	既設堰堤の除石工	仮設導流堤工
構造	コンクリートブロック	—	大型土のう (耐候性)
施設機能	捕捉・一時貯留		
施工イメージ	 出典：国土交通省多治見砂防国道事務所アサカサスより抜粋（御嶽山）	 出典：国土交通省宮崎河川国道事務所所田より抜粋（霧島山新燃岳）	 出典：国土交通省「火山災害とその対策」より抜粋（三宅島）
地形条件等	・アークセスが容易であること	・施設の土流側へアークセスできること	・保全対象と対策区間（河川や道路沿いなど）の幅がある程度確保できること
メリット	・ブロックの組合せで施工が比較的容易 ・既設防災施設がない箇所へ配置するだけで効果が期待できる	・容易に作業を開始できる ・作業した分の効果が期待できる	・ブロックの組合せで施工が比較的容易
デメリット	・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・製作に約3週間かかる	・土砂堆積のたびに作業を行う必要がある ・谷内の場合、工事従事者の安全性が低い ・土砂の仮置き場が必要となる	・ブロックの製作に約3週間かかる ・備蓄場所の確保が必要
日当たり施工量※	50個程度/日	100m³/日 (およそダンプ20台分)	86個程度/日

※ 1 パーティ・8 時間作業を想定した施工量。

設置のみの時間であり、資機材調達・製作など準備工にかかる時間は含んでいない

3.3 緊急ハード対策施設配置

緊急ハード対策では、火山噴火に伴い発生する現象に対して、土石流等の捕捉や甚大な被害が発生しない区域への導流などの効果を最大限発揮できる配置を検討する。

噴火により発生する現象はその時々火山活動状況により事前の想定から相違することに留意する。

また火山活動により地形条件などが変化することがあるため、リアルタイムハザードマップなどにより流出範囲を再検討して、緊急対策ドリルを修正して対応することが必要である。

緊急ハード対策を実施する際には、選定箇所の地形及び土地利用の制約条件などに配慮する。

- 避難路及び避難場所を含む下流保全対象への減災効果が見込める場所を選定する。
- 緊急ハード対策は、住民避難の妨げとならないような場所において実施するため、避難路などの上流域における対策を基本とする。
- 工事従事者の緊急退避や避難が可能な場所を抽出する（噴火警戒レベルに応じた地域防災計画上の規制区域内では原則実施しない）。

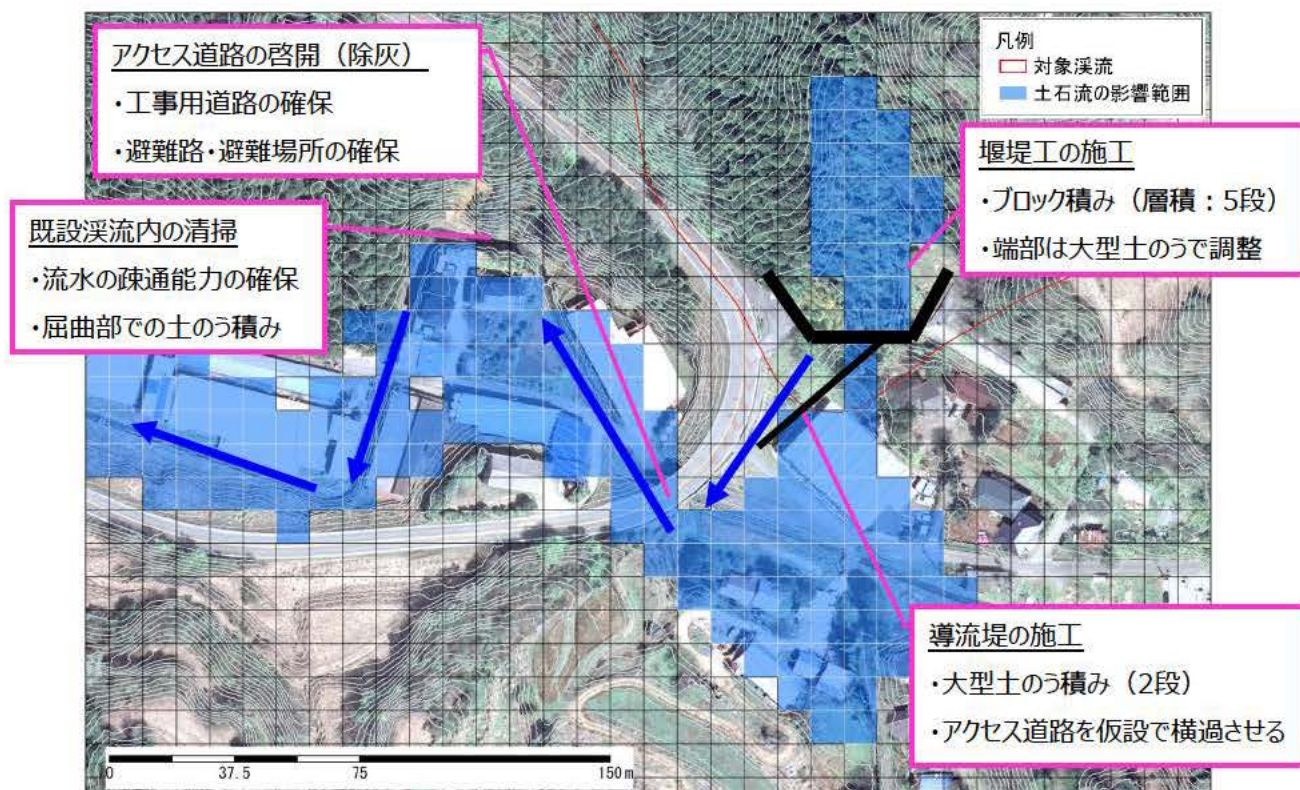


図 3.3.1 流出範囲の検討結果に基づいた緊急ハード対策の検討イメージ

3.4 緊急ハード対策ドリル

緊急ハード対策ドリルは、対策の方針に基づいて、可能な限り被害を軽減するための緊急ハード対策の実施事項をとりまとめる。

緊急ハード対策ドリルでは、発生現象に対応した具体的な工種・工法、仮設方法、施設配置などを、噴火シナリオの時系列的な推移にあわせてまとめる。

図 3.4.1に示すとおり、平成26年（2014年）御嶽山噴火時の緊急ハード対策では、ブロック堰堤1基で約1カ月を要している。しかし、ブロック設置だけを見れば7日間で終了していることから、準備工等の時間を短縮できれば、2週間での設置も可能であったと想定される。



※「中部地方整備局TEC-FORCE活動記録（第8報～第20報）」及び「御嶽山噴火対応状況（第9報～第16報）」、10月29日記者発表資料「ブロック積み堰堤完成の現地説明会を開催します。」より作成。測量など一部推測を含む。

図 3.4.1 平成26年（2014年）御嶽山噴火時の緊急ハード対策の施工事例

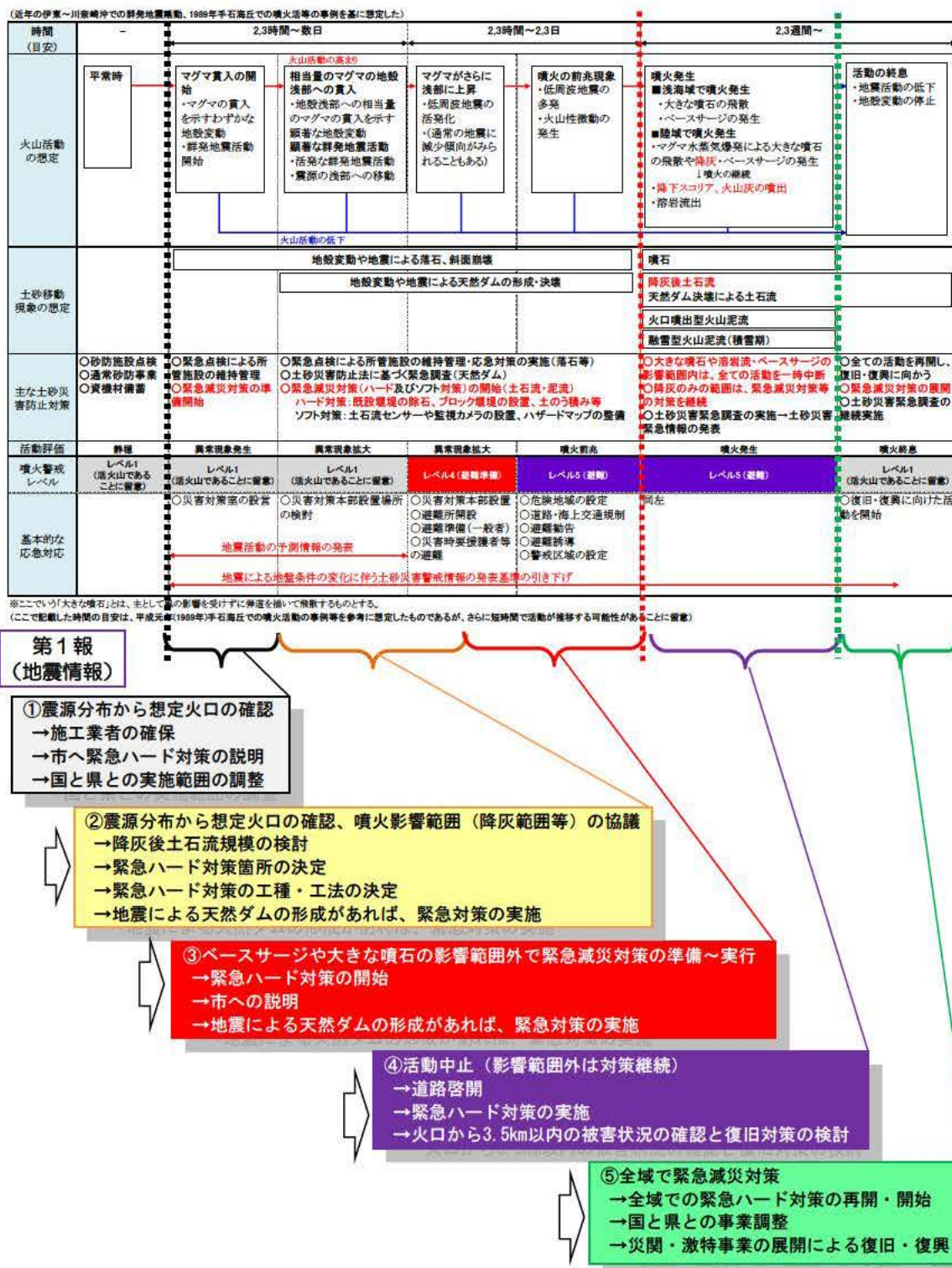


図 3.4.2 緊急ハード対策の時系列方針



図 3.4.3 緊急ハード対策の方針イメージ（想定火口が南西端の場合）

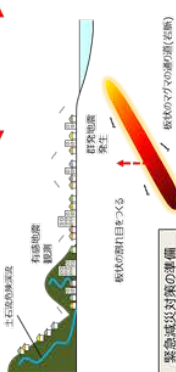
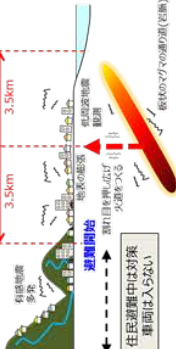
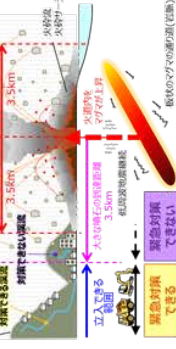
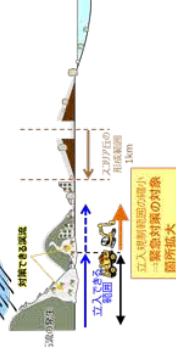
4. 緊急ソフト対策ドリル

4.1 基本方針

緊急ソフト対策は、避難対策の支援、監視・観測情報の提供・共有、対策工事の安全確保等を目的として、現状の監視・観測体制をふまえて、緊急時に必要となる監視・観測機器や情報通信システムを可能な限り整備する。

緊急ソフト対策は、避難対策支援のための情報提供、監視・観測機器の緊急的な整備、リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定、光ケーブルなどの情報通信網の整備について行うものである。具体的な内容については、その対応を緊急時のタイミング毎に整理した（表 4.1.1）。

表 4.1.1 緊急時の各タイミングで実施すべきソフト対策の基本項目

想定される現象のイメージ					
噴火警戒レベル					
避難対策支援のための情報提供					
監視・観測体制の緊急整備					
リアルタイム/バザーマップによる危険区域の想定					
光ケーブルなどの情報通信網の整備					
火山噴火時の緊急調査					

緊急ソフト対策				
避難対策支援のための情報提供	1 (活火山であることに留意)	4 (避難準備)	5 (避難)	5 (避難) ~ 終息
監視・観測体制の緊急整備	- 住民、観光客に対する防災情報提供 (監視カメラ映像、雨量情報、火山防災マップ等) - 自動降灰量計や監視カメラ等の観測機器準備 - 既設観測機器の点検 - 既設砂防施設の確認	住民、観光客への注意喚起 (監視カメラ映像、ヘリ調査結果、雨量情報をインターネットや記者発表を通して速やかに配信)	- 立入規制、避難誘導の判断材料 (監視カメラ映像、緊急調査結果) - 危険区域内の被災状況 (ヘリ調査結果) - リアルタイム/バザーマップ (融雪型火山泥流、降灰後の土石流) - 降灰後の土石流に対する対応 (見直した基準雨量、土石流検知情報)	
リアルタイム/バザーマップによる危険区域の想定	- リアルタイム型リアルタイムバザーマップの整備 - リアルタイム・アナリシスのシステム構築	- リアルタイム・アナリシス - 噴火が発生した場合のバザーマップを関係機関へ提供	- リアルタイム・アナリシス - 噴火時に伴う地形変化、降灰状況を考慮した、降灰後の土石流シミュレーション (噴火時に伴う地形変化・積雪情報をインプットし、融雪型火山泥流シミュレーション)	
光ケーブルなどの情報通信網の整備	耐災害性を考慮した情報通信網の整備	-	-	断線箇所等の早期復旧 (バックアップ回線の運用)
火山噴火時の緊急調査	- 噴火前地形データの取得 - 技術開発	地形変化状況、降灰状況、火山活動状況、被害状況の調査	- ヘリ調査実施 (降灰分布、火口周辺状況、被災状況、砂防施設状況を確認、噴火後地形データ) - 地上調査 (降灰深、砂防施設点検) - 降雨状況 (基準雨量の見直し) - 水質調査	

緊急ソフト対策

4.2 対策工事の安全確保

噴火に伴い発生する土石流が到達するなど、危険性が高いと考えられる範囲内で対策施設や監視・観測機器の配置が必要な場合は、工事従事者の安全管理を、噴火シナリオと関連づけて検討する。

噴火時の緊急対策では、噴火に伴い発生する土石流等が到達するなど、危険性が高い場合があるため、工事従事者の安全管理について検討する。

工事などの安全管理では、噴火シナリオをもとに、大きな噴石やベースサージなどの現象が直ちに人命に関わるおそれがある場合、施工箇所には土石流などが流下するおそれのある場合など、その範囲と到達時間について把握し、対応方法を検討する。

作業効率から火口近くで精度の高い監視を行う場合など、危険性の高い地域でやむを得ず有人施工により実施する場合は、十分な安全管理を行うように配慮する。

安全管理の検討には、主に次のような項目がある。

- ① 想定される現象とその危険度の評価
- ② 火山活動状況を監視するための監視・観測機器の種類と配置
- ③ 監視・観測により得られる情報の内容
- ④ 監視・観測により情報が得られる時期
- ⑤ 得られた情報の伝達方法
- ⑥ 工事従事者の避難場所・避難路
- ⑦ 工事従事者の避難基準
- ⑧ 無人化施工の場合の運用方法（操作室や通信機材の設置方法・場所など）

伊豆東部火山群においては、降灰後土石流に対して緊急ハード対策を計画している。工事従事者の安全確保として、土石流を検知できる位置(対策箇所及び対策箇所より上流側)に、ワイヤーセンサ・振動センサ・監視カメラを配置する。

なお、作業員の退避時間を確保できない溪流、又は監視機器を配置するのに不適切な溪流（緊急ハード対策位置から源頭部までの距離が短い等）では、近隣の雨量計等でハード対策工事の中止を判断することで、安全を確保する。

4.3 避難対策支援のための情報提供

住民や観光客などの来訪者（以下、来訪者）の避難を支援するために、各監視・観測結果や緊急減災対策の実施状況の情報などを関係機関で共有する。

来訪者は、土地勘がないため、情報が伝わりにくく、火山現象や土砂移動現象に関する認識も少ない場合が多いため、火山活動の活発化に関する情報や土砂災害の危険性に関する情報などを最も早く知らせる必要がある。リアルタイムでの火山の活動状況や火山噴火発生時の避難方法などを来訪者へ周知する方法（手法）及び避難誘導體制についても、今後検討し、必要に応じて整備する。

火山活動並びに土砂移動に関する情報は、高度で専門的・技術的な内容を含んでおり、更に引き続き発生する災害についての情報提供も求められる。また、日本語が理解できない外国人への支援等も火山防災協議会と協調して検討する。

火山活動が活発化し災害の発生のおそれがある場合には、避難対策を実施する市や、気象庁火山課・静岡地方気象台等との連携を図り、適切な情報を提供する。

提供すべき情報は主に次のとおりである。

- リアルタイムハザードマップに基づく被害想定区域の範囲、被害の内容
- 噴火後の二次的な土砂災害に関する警戒情報 など

上記のため、関係機関と連携し、市との連携や支援を行うための体制を検討する。

- 火山や砂防の専門家からの情報収集の方法
- 市・県・国の災害対策本部との連携体制（情報連絡員（リエゾン）の派遣）
- 地域住民や来訪者への情報伝達などの支援の方法
- 報道機関への情報提供の仕組み など

4.4 監視・観測機器の緊急整備

現状の監視・観測体制に対して、噴火に伴い発生する土砂移動の検知などのために不足する観測項目や観測地点などの見直しを行う。また、観測データの集約・分析、維持管理、情報提供の実施機関を調整・分担して、必要な整備に努める。

噴火前であっても火口位置が予測できた場合や、噴火中でも安全な場所には必要に応じて監視機器を緊急的に整備する。

4.4.1 監視・観測機器の配備状況

伊豆東部火山群において現況で整備されている主な火山監視・観測機器を図 4.4.1及び表 4.4.1に、土砂移動検知・気象観測機器を図 4.4.2及び表 4.4.2に示した。

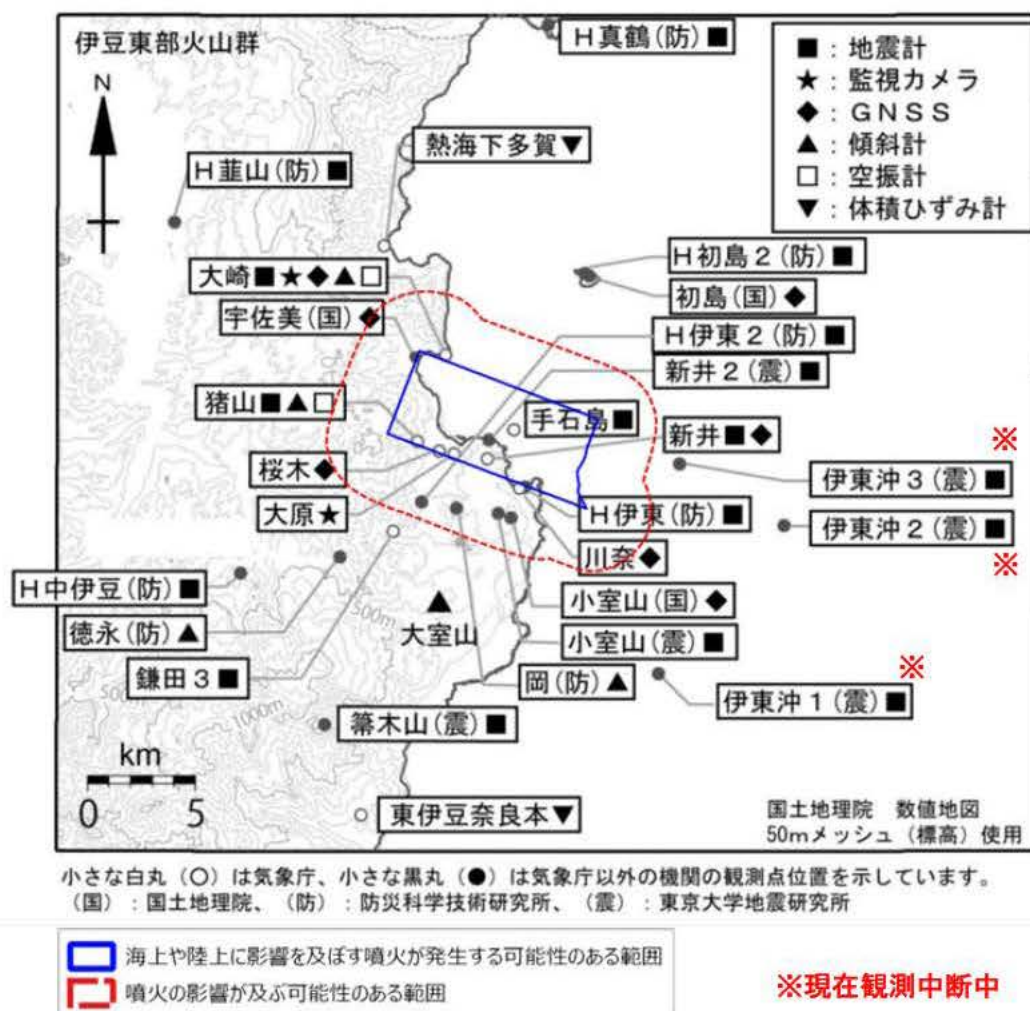


図 4.4.1 火山監視・観測機器の配置状況

（火山活動解説資料（平成31年（2019年）2月）（気象庁）に一部加筆）

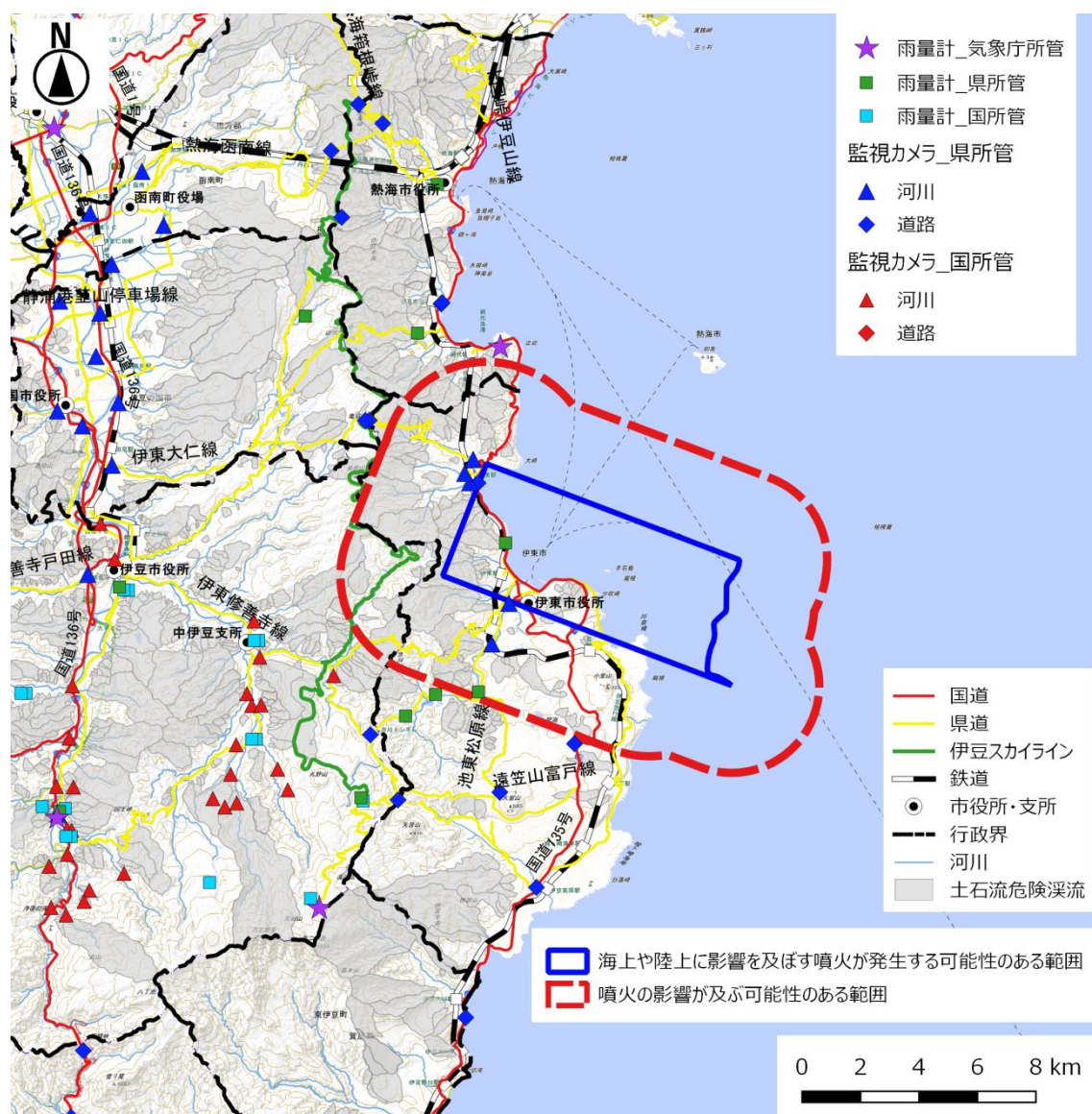


図 4.4.2 土砂移動検知機器の配置状況

表 4.4.1 火山監視・観測機器一覧表

	火山監視・観測機器			
	GNSS・傾斜計 体積歪計	空振計	地震計	火山監視カメラ
目 的	地形変化の把握	噴火発生の把握	震源及びマグニチュードを求め、活動状況を把握	地形変形・噴火・噴煙状況の把握、降灰深の把握
現 在 の 配置状況	噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲2km内に多く配置	噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲2km内に配置	噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲2km内に多く配置 その他、10km内に点在	大崎・大原に配置 噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲2km内にある
現 在 の 設置基数	国土地理院 4基 (GNSS) 気象庁 4基 (GNSS) 気象庁 2基 (傾斜計) 防災研 2基 (傾斜計) 気象庁 2基 (体積歪計)	気象庁 2基 (空振計)	気象庁 5基 東大地震研 6基 防災研 5基	気象庁 2基
特記事項	国土地理院は噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲を囲む様に配置。気象庁は噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲2km内に配置。	気象庁は噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲2km内に配置。	既設機器は噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲内外に多数配置。	気象庁が噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲内に2基設置。標高が高い所から展望することはできない。展望するには山側への配置が必要。
観測機器 写 真 (イメージ)				

表 4.4.2 土砂移動観測機器及び気象観測機器一覧表

	土砂移動検知			気象観測
	ワイヤーセンサ 振動センサ	監視カメラ	水位計	雨量計
目 的	土砂移動等発生・規模の把握	火砕流・土砂移動現象等の挙動の把握	土砂移動の発生・規模の把握 天然ダム形成時における流量の把握	土石流発生基準雨量の把握
現 在 の 配置状況	未整備	土石流流下が想定される溪流に設置されている	土石流流下が想定される溪流に設置されている	10kmバッファで伊東市周辺を網羅できるように設置されている
現 在 の 設置基数	—	国交省 23基 静岡県 16基	国交省 23基 静岡県 9基	気象庁 4基 国交省 13基 静岡県 9基
特記事項	センサは未整備である	国道・県道沿いが多く、道路から離れると設置数が少ない	国道・県道沿いが多く、道路から離れると設置数が少ない	
観測機器 写 真 (イメージ)				

4.4.2 監視・観測機器の整備方針

(1) 火山監視・観測機器

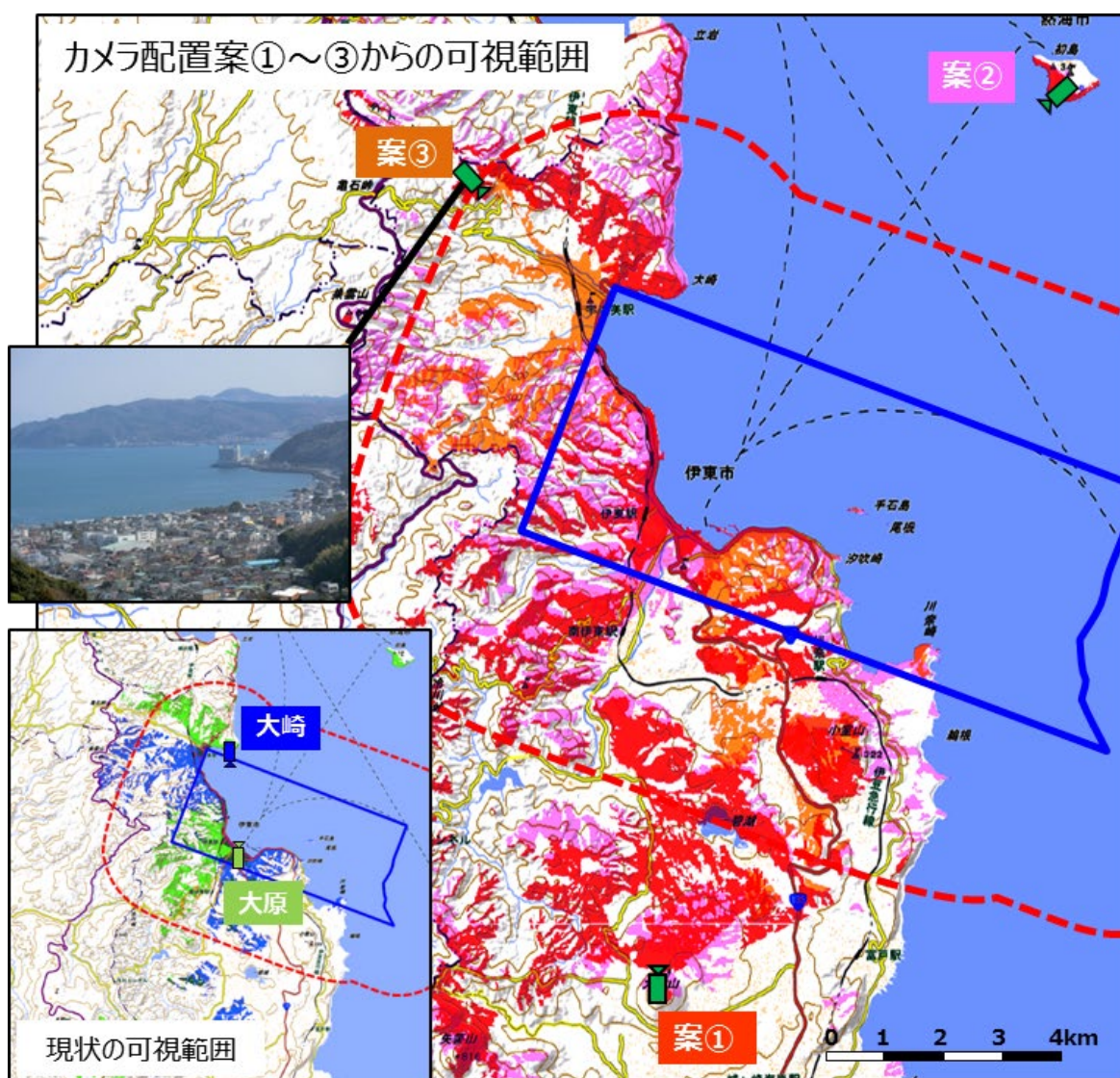
伊豆東部火山群では、気象庁、東京大学地震研究所、防災科学技術研究所、国土地理院により火山活動の監視・観測が行われている。地震計は、「噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲」内に多く設置されている。火山監視用の遠望監視カメラは、気象庁により、「噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲」内に2基（大崎・大原）設置されている。

- 地震計は、「噴火の影響が及ぶ可能性がある範囲」内に多数設置され、噴火時に破損する可能性があるが、「噴火の影響が及ぶ可能性のある範囲」の外側にも複数設置されている。
- 火山監視用の遠望監視カメラは、「噴火の影響が及ぶ可能性のある範囲」の外側には設置されていないことから、火山活動と土砂生産源頭部の監視を目的とした、遠望監視カメラを配置する。

火山監視用の遠望監視カメラは、「噴火の影響が及ぶ可能性のある範囲」の外側の3か所（図 4.4.3；配置案①～③）を候補地とする。カメラ配置案からの可視範囲を図 4.4.3に示す。

(2) 土砂移動検知機器

土砂移動検知機器（ワイヤーセンサ・振動センサ）は、計画対象溪流の緊急ハード対策箇所とその上流側の土石流を検知できる位置に設置する計画とする。



凡 例

- カメラ追加配置案
- 海上や陸上に影響を及ぼす噴火が発生する可能性のある範囲
- 噴火の影響が及ぶ可能性のある範囲

【可視範囲】

- 配置案①
- 配置案②
- 配置案③
- 既設カメラ(大原) 気象庁所管
- 既設カメラ(大崎) 気象庁所管

図 4.4.3 カメラ配置案による可視範囲

4.5 リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定

火山活動や気象状況に応じて、事前に検討・整備した各現象のシミュレーション結果などが検索、表示できるプレアナリシス型リアルタイムハザードマップを関係機関で共有する。

火山活動活発化時には、緊急調査の結果に基づいて火山活動に伴う地形の変化や火山噴出物の物性、量及び範囲などを計算条件に反映し、緊急的にシミュレーションするリアルタイム型リアルタイムハザードマップシステムを活用した危険区域などの情報を関係機関へ提供する。

火山噴火に伴い発生する現象の影響範囲に関する数値シミュレーション結果を、箇所ごとに整理して保管し、検索、表示できるプレアナリシス型リアルタイムハザードマップシステムとして整備する。このシステムは、現象別、発生場所別、保全対象（影響を受ける）エリア別のうち見たいものから、該当するシミュレーション結果の絵を絞り込み検索して、拡大表示・閲覧・印刷する機能を有することが求められる。

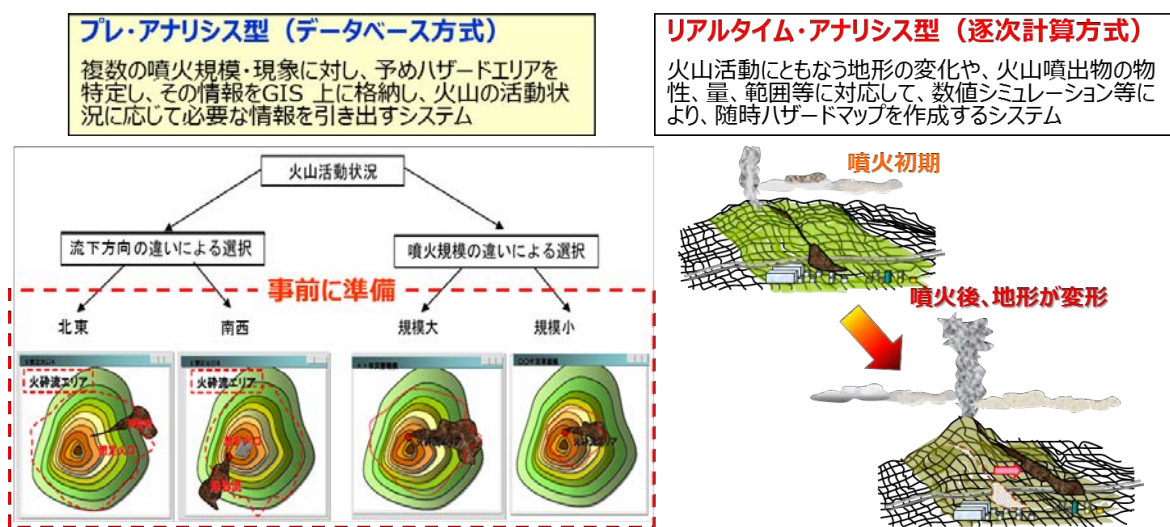


図 4.5.1 リアルタイムハザードマップの種類

出典：火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン（平成19年4月 国土交通省砂防部）

4.6 情報伝達・通信手段（無線通信装置等）の整備

緊急時の情報伝達や通信手段としては、携帯電話網の利活用と各種回線の確保、通信集中時に強い無線通信システム、災害対策テレメータなどを活用する。

光ファイバーケーブルの接続点（情報コンセント）の設置や緊急時通信手段を平常時から整備する。

情報伝達のための通信システムには、有線方式と無線方式があり、更に無線方式には地上系と衛星系がある。有線方式は監視・観測機器と観測局との間をケーブルでつなぎ、直接情報の送受信を行うものである。光ファイバーケーブルが敷設されている場合には、監視映像など大容量の情報をリアルタイムで遠隔地へ送ることができる。

地上系無線通信システムは、平常時にも使われる業務用無線通信方式であり、専用の移動通信施設として複数の周波数を多数の利用者が効率よく使える。混信に強く、無線従事者の資格が必要ないなどの特徴がある。国土交通省の移動通信システム「K-COSMOS」などが該当する。また、一般に雨量観測等で使われているテレメータ無線装置を車輛などで運搬可能にした「災害対策テレメータ」もある（図 4.6.1）。

衛星系無線通信システムは、衛星携帯電話など人工衛星を中継局として利用するものである。山間地でも通信可能で、広域性、同報性、耐災害性に優れ、柔軟で容易な回線設定が可能である。災害時通信実績が多く、有効性も確認されている。国土交通省は災害対策用に衛星通信車を保有している。衛星通信車は衛星通信施設、電源等を搭載しており、災害現場や防災ヘリコプター、災害対策本部等の中継・回線構築を行うものである。災害現場の情報収集や他の回線のバックアップに利用される。

このほか、持ち運び可能な衛星通信装置にはKu-SAT（衛星小型画像電送装置）がある。災害現場の監視映像などを、人工衛星を介して別の可搬局又は固定局（災害対策本部・事務所等）に伝送するシステムである（図 4.6.1）。

テレビ会議システムは、移動に寄る時間ロスや会場設営等の調整手間が省けるため有効である。このシステムは、新燃岳噴火（平成23年（2011年））の際に有効性が確認されている。



図 4.6.1 国土交通省が保有する衛星通信車K-COSMOS（左）とKu-SAT（右）

4.7 土砂移動検知情報の伝達

降灰後の土石流等による被害を軽減するために、降雨や溪流の状況把握に必要な観測と、センサなどにより土石流の発生検知を行う。監視・観測データは、関係機関で情報共有する。

緊急ソフト対策では、降雨や溪流の状況把握に必要な観測と、センサなどにより土石流の発生検知を行う。それらの土石流センサ等の検知データは、現在、携帯電話通信回線を用いてメーリングリスト先に一斉配信するシステムが一般的である。

携帯電話が繋がらない箇所では、衛星通信設備を使用する場合もあるが、通信可能なところまで無線や有線で中継する方法も用いられている（図 4.7.1）。

情報共有体制を整備することで、避難支援にも活用可能となる。

◆ 土砂移動情報の伝達の流れ イメージ

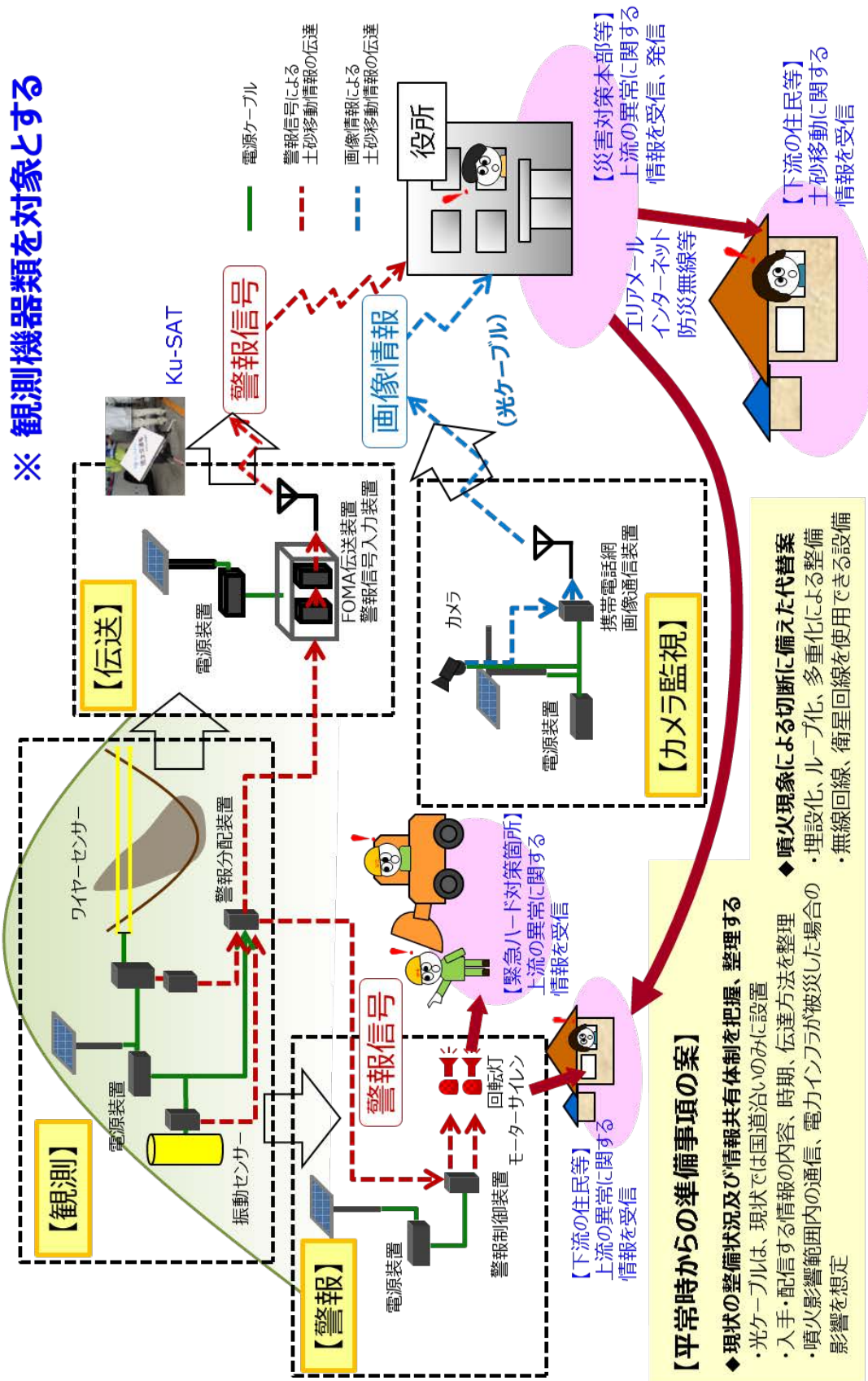
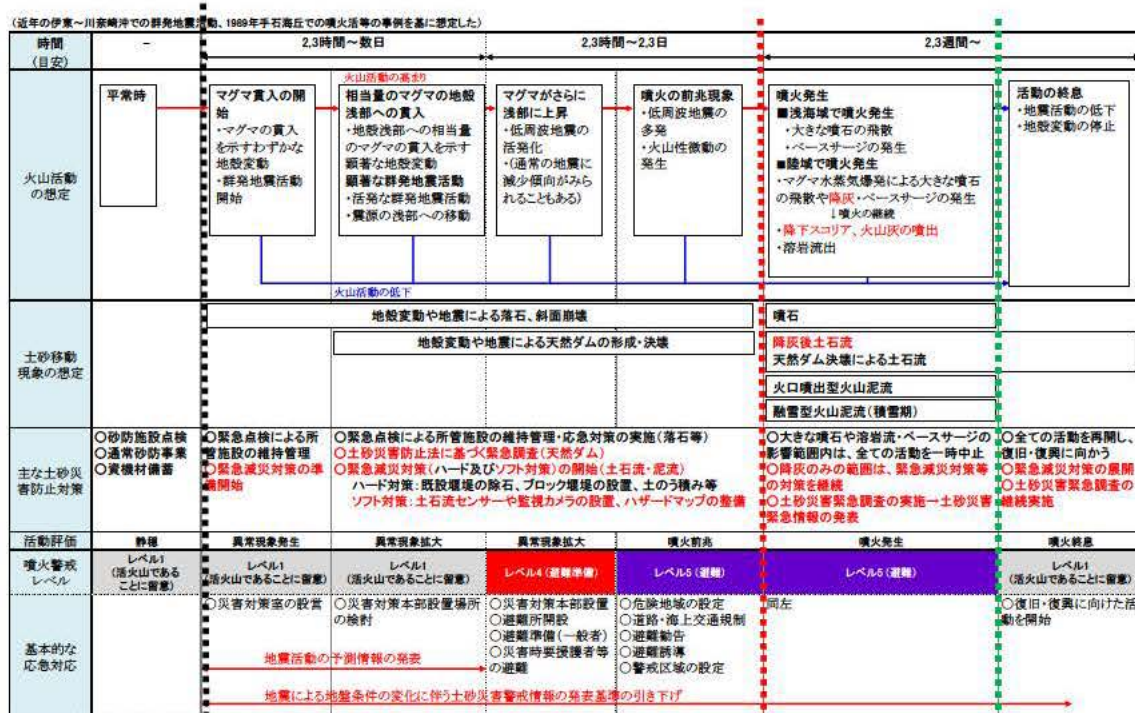


図 4.7.1 土砂移動情報の伝達の流れ イメージ

4.8 緊急ソフト対策ドリル

緊急ソフト対策ドリルの作成に際しては、噴火時の緊急調査、火山監視機器の緊急的な整備、噴火時のリアルタイムでのハザードマップ作成、情報配信システムの整備など、工事従事者の安全管理や避難対策を支援するための情報提供などに必要な対策の実施方法について検討する。

緊急ソフト対策ドリルは、緊急ハード対策の検討や避難支援のための情報提供、工事従事者の安全管理のための情報収集などを目的として、噴火シナリオに対応した時系列的に実施する各種の対策（火山監視・観測機器の設置、リアルタイムハザードマップ作成、砂防部局からの情報提供と情報配信システムの整備など）を整理したものである（図 4.8.1、図 4.8.2）。



第1報 (地震情報)

①震源分布から想定火口の確認
→観測計器、連絡体制等の確認・調整
→機器の緊急調達・設置

②震源分布から想定火口の確認、噴火影響範囲(降灰範囲等)の協議
→噴火規模の推定(協議会で)
→降雨規模の予測(気象台と)リアルタイムハザードマップの確認
→監視観測機器の設置協議
→地震による天然ダムの形成があれば、土砂災害防止法緊急調査

③ベースサージや大きな噴石の影響範囲外で緊急減災対策の準備～実行
→火山監視観測体制
→避難行動支援(道路啓開、通行規制)
→監視カメラ設置
→情報共有手段等の確認(関係機関)
→地震による天然ダムの形成があれば、土砂災害防止法 緊急調査

④活動中止(影響範囲外は対策継続)
→火山監視
→雨量監視
→土砂災害防止法 緊急調査の実施
→土石流センサー設置
→地震による天然ダムの形成があれば、土砂災害防止法 緊急調査

⑤全域で緊急減災対策
→土砂災害防止法 緊急調査の継続実施
→降雨量の監視
→土石流センサー設置・監視
→監視カメラ増設等

図 4.8.1 緊急ソフト対策の時系列方針



図 4.8.2 緊急ソフト対策の方針イメージ (想定火口が南西端の場合)

5. 実効性向上に向けた取り組み（平常時からの準備事項）

5.1 基本方針

緊急ハード対策及び緊急ソフト対策を実施可能なものとするために、対策を実施する際に必要となる手続きや調整事項などを把握してまとめる。

これらのうち、平常時から進めておくことによって緊急時の実効性や迅速性が高まる事項について、実施しておくべき準備事項とその内容（対策用地の使用に関する調整など）を整理しておく。

噴火時に各種の防災対策を迅速に実施するためには、緊急時の対応事項に加えて、これに関連する平常時からの準備が必要である。火山噴火緊急減災対策砂防計画においても、緊急時に実施する対策のために必要な平常時からの準備事項について検討する。

平常時からの準備には、各種対策を展開する際に必要となる諸手続、資機材の調達・運搬などがあり、これらの時間的制約となる事項を事前に調整することにより、緊急時に対策を展開する際の実効性の向上を図る。

5.2 基幹的な砂防施設の整備及び適切な維持管理

緊急ハード対策では、対策可能期間や対策可能範囲の制約、施工能力にも限界があることから、平常時からの準備を計画的に実施する必要がある。あわせて、既設施設の除石等の維持管理も定期的を実施することが重要である。

伊豆東部火山群では、影響範囲内に市街地があり、計画対象溪流数も多いことから、対策可能期間や対策可能範囲の制約が多く、緊急対策のみで対応するのに限界がある。このため、平常時から以下の項目について、計画的に検討していくことが重要である。

- 砂防施設の整備
- 既設砂防施設の維持管理（除石等）
- アクセス路の確保

5.3 対策に必要となる諸手続き等

緊急ハード対策の実効性を高めるため、緊急時に実施する対策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。特に伊豆東部火山群の周辺は、国立公園や県有林、ゴルフ場等の民間施設が多く、用地に関する調整が重要となる。

緊急ハード対策の実施にあたって平常時からの準備が必要である項目は、表 5.3.1のとおりである。

緊急対策施設の本体施工、仮設、進入路の確保、資機材の調達・運搬、用地などに関して、その手続き等に要する時間の短縮のために、必要な準備事項（協定・契約等の手順・方法）について検討を行っていく。

表 5.3.1 緊急ハード対策を実施する上での平常時からの調整項目例

項目	内容
土砂置き場の確保	➤ 緊急除石等により発生する土砂の置き場の事前確保 ➤ そのための土地使用の調整、工事用道路の整備
施工業者との協定	➤ 緊急時に速やかに工事に着手できるように、事前に施工業者と協定
土地の調整	➤ 緊急ハード対策計画箇所之地籍調査 ➤ 対策計画箇所の民有地や、公有地に対して一時的な借地・補償・買収などの調整
アクセス路の確保	➤ 既設砂防堰堤の除石箇所並びに新規砂防堰堤の配置箇所では、アクセス路の確保
無人化施工の準備	➤ 無人化施工のオペレータの訓練
UAVの飛行許可	➤ 噴火後のUAV調査等を実施するための飛行許可申請及び飛行禁止区域（人口集中地区、高さ150m以上の空域）における手続き
道路上の構造物設置に対する調整	➤ 道路上での大型土のうの設置などによる導流堤計画箇所では占有許可申請に係る調整
国有林内での対策に関する調整	➤ 国有林内での緊急ハード対策に関する調整 ➤ 監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整
保安林（国有林外）での対策に関する調整	➤ 保安林（国有林外）での緊急ハード対策に関する調整 ➤ 監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整
国立公園内での対策に関する調整	➤ 自然公園特別区域内における緊急ハード対策に関する事前調整 ➤ 監視観測機器配置の緊急設置に関する事前調整

5.4 緊急支援資機材（ブロック等）の備蓄・調達方法

緊急ハード対策を実施する上で、迅速に対応できるよう、対策に必要となる資機材の現況保有数や必要数を把握し、平常時から準備しておくべき資機材等を整理しておく。

また、資機材の不足が生じた場合に備え、広域連携を含めた、他機関からの応援体制も検討する。

5.4.1 緊急支援資機材（ブロック等）の備蓄

伊豆東部火山群では、計画対象の渓流数が多く、広域に分布することから、緊急資機材（ブロック等）の確保と備蓄が重要である。下記項目について、平常時から情報を整理・更新しておく必要がある。

- 資機材の必要数と現況保有数
- 平常時から準備しておくべき資機材
- 資機材の備蓄場所の確保
- 緊急時の調達方法

5.4.2 他火山における火山噴火緊急減災対策砂防計画の実施機関との連携

伊豆東部火山群周辺にある他火山（富士山等）においても、火山噴火緊急減災対策に取り組んでおり、緊急ハード対策で使用する資機材（コンクリートブロック等）等は、どの火山でも共通して使用できると考えられる。このため、資機材のほか連携が必要な情報も含めて、他火山の火山噴火緊急減災対策砂防計画の実施機関との連携に努める。

5.5 緊急時の拠点の確保

火山噴火時において、火山災害の被害軽減を図ることを目的に、地方公共団体などと連携して各種の防災対策の実施を支援するため、緊急時の拠点の強化を行う。拠点機能は、火山活動並びに土砂移動の監視機能及び監視情報の住民などへの提供機能、緊急対策資材の備蓄機能などが期待される。

平常時には拠点機能を有する施設は火山防災の啓発・普及の拠点として活用する。

緊急時の拠点（火山防災ステーション）は、緊急時の火山並びに土砂移動の監視情報の集約整理、関係機関への情報提供、資機材の備蓄などの緊急対策の支援（前線基地）機能を保持させることが必要である。

このため、県防災行政無線の配備拠点等を候補地として、噴火位置及び噴火規模（降灰範囲等）に応じて選定することとする。

5.6 光ケーブル網等の情報通信網の整備

光ケーブル等の通信網整備が進められており、更に情報伝達・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検討する。

- 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ネットワークにのせる機動性の高いシステム
- 光ケーブル断線時のバックアップ体制
- 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配置や緊急時の監視観測機器の配置

緊急ハード対策の工事などの安全確保に資するため、監視・観測機器から得られた情報を提供するが、これらの情報を関係機関などに随時提供できる仕組みを検討する必要がある。また、対策実施の判断などに必要となる情報入手についても併せて検討し、必要な機関との間に情報共有を図ることができる情報システムを検討する。

火山噴火緊急減災対策砂防の実施判断に必要な情報については、平常時から関係機関と情報の入手方法についての調整を図り、情報が必要な時期・内容、情報伝達方法などについて、あらかじめ実施方法を定めておく。

また、噴火に伴い発生する土砂移動の検知などのために不足する観測項目や観測地点等をもとに、監視・観測機器の配置を検討する。

なお、噴火現象により光ケーブルなどの切断などが生じるおそれのある場合には、バックアップ体制を検討し、復旧までのフェールセーフ処理の構築も必要である。

5.7 緊急減災対策砂防のためのデータベースの整備

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、数値シミュレーションに必要な地形データ等の情報のデータベース化を図る。

また、数値シミュレーション計算結果を活用したリアルタイムハザードマップや、航空レーザ計測成果（地形データ）の整備も必要である。

緊急減災対策砂防基本図、火山活動履歴、緊急時に必要となる地形データ、既存防災施設の諸元及び土砂堆積状況、緊急ハード・ソフト対策の資機材の保管状況等を整理し、関係機関の間で情報を共有する。

分類	項目（案）	
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）	- 想定する噴火シナリオ - 大きな噴石 - 小さな噴石・降灰 - 火砕流・火砕サージ・ベースサージ - 溶岩流	- 降灰後の土石流・融雪型火山泥流 - 火山活動履歴、土砂災害履歴、各計算条件、根拠資料 - 火山に関する用語、現象の解説
緊急調査に必要な資料	- 緊急対応全体の流れ - 浸透能調査 - 降灰量調査	- 土石流危険渓流カルテ - 土石流発生の基準雨量 - 調査機器仕様、調達及び手続きに関する資料
緊急対策に必要な資料	- 緊急対策箇所位置図 - 各候補地における対策ドリル - 対策施設配置前後のシミュレーション結果	- 対策工法の設計計画、数量算出根拠 - 監視観測機器仕様、調達及び手続きに関する資料
関係資料	- 既設砂防、治山施設（施設位置図、施設台帳） - 監視・観測機器（配置位置図、機器仕様、通信設備） - 法指定、用地に関する資料（法指定状況図、連絡先、手続き） - 砂防計画、防災計画、マニュアル類	- 火山防災マップ、避難施設 - 資機材、備蓄、調達に関する資料 - 保全対象に関する資料（公共施設等位置、居住者等） - 道路など公共土木施設の配置、管理者
データ・様式ダウンロード	- 地形データ - GISデータ	- 必要な手続きに関する申請様式 - 緊急対応、調査時の記入様式

・噴火の状況に応じた**噴火影響範囲**
・活動履歴や計算条件の根拠資料、専門用語等の理解を促す解説

・調査項目ごとの具体的な**調査手順・実施場所・調査記入表**
・**調査機器や必要な資機材**の調達方法、事前手続きなど

・対策候補地ごとに**ハード・ソフト対策実施**内容を整理
・実施時に必要な手続きや留意事項を明記

・既往収集資料や関連する**マニュアル・計画**を集約
・随時更新が可能なよう、**オリジナルファイル（表計算ソフトファイル等）**もあわせてデータベース化

・シミュレーションに必要な**地形データ**や緊急調査候補地点等、最低限必要となる**GISデータ**（shp, kml形式）
・対策実施に必要な項目ごとに**申請様式**を整理

図 5.7.1 整備が必要な火山データベースの内容（案）

5.7.1 リアルタイムハザードマップの整備

火山活動や気象状況に応じた様々な条件下のシミュレーションを事前に検討したプレアナリシス型リアルタイムハザードマップの結果を関係機関で共有する。

ただし、噴火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では、プレアナリシス型リアルタイムハザードマップのシミュレーション結果では氾濫範囲が異なる可能性があることから、現象の種類・規模・流量などパラメータを入力し、氾濫範囲を即座に推定するリアルタイム型リアルタイムハザードマップシステムを整備する。

5.7.2 航空レーザ計測等による噴火前からの地形データ等の整備

噴火前後の地形変化を把握するために、ヘリ等による上空からの調査や航空レーザ計測等により地形データを整備する。流出する土砂の量や粒径を把握するために流砂量観測、河床材料調査などを実施する。得られたデータは、リアルタイムハザードマップの計算条件に活用するほか、緊急減災対策の施設配置計画や噴火後の土砂移動の経年変化を把握するための基礎資料とする。

5.8 関係機関との連携や情報共有の強化

火山噴火現象は、発生する現象が広域に影響することから、本計画の実効性を向上させるためには、平常時から市をはじめ関係機関との連携を強化するとともに、緊急時の火山等の専門家との連携、情報の収集や提供、集約や共有を効率的に行う体制作りが重要となる。

緊急減災対策の実施には、火山活動状況や土砂移動現象の早期把握や警戒避難などの防災体制との密接な連携が重要である。

緊急減災対策を実施する際に必要となる手続きや調整事項などのうち、平常時から進めておくことによって緊急時の実効性を高める事項について整理しておく必要がある。

5.8.1 伊豆東部火山群防災協議会との連携・役割分担

伊豆東部火山群の噴火時に備えた関係機関の防災対策の連携強化を目的に、平成21年（2009年）1月28日に静岡県、伊東市、伊豆市、気象庁、静岡地方気象台及び関係機関で構成される「伊豆東部火山群の火山防災対策検討会」が、平成24年（2012年）3月28日には「伊豆東部火山群防災協議会」が発足した。

伊豆東部火山群防災協議会は、警戒避難体制の整備に必要な「噴火シナリオ」、「火山ハザードマップ」、「噴火警戒レベル」、「避難計画」、「防災知識の普及・啓発」等の事項を協議する場である。これらの協議事項は本計画を立案する前提条件に密接に結びついており、協議結果の情報共有が重要である。

また、本計画では火山噴火に起因する土砂災害に関する被害軽減を目的に、平常時においては、火山ハザードマップの見直しの支援、緊急時においては、緊急ハード・ソフト対策の実施や土砂災害に関する情報提供を行うことにより、伊豆東部火山群防災協議会と連携する。

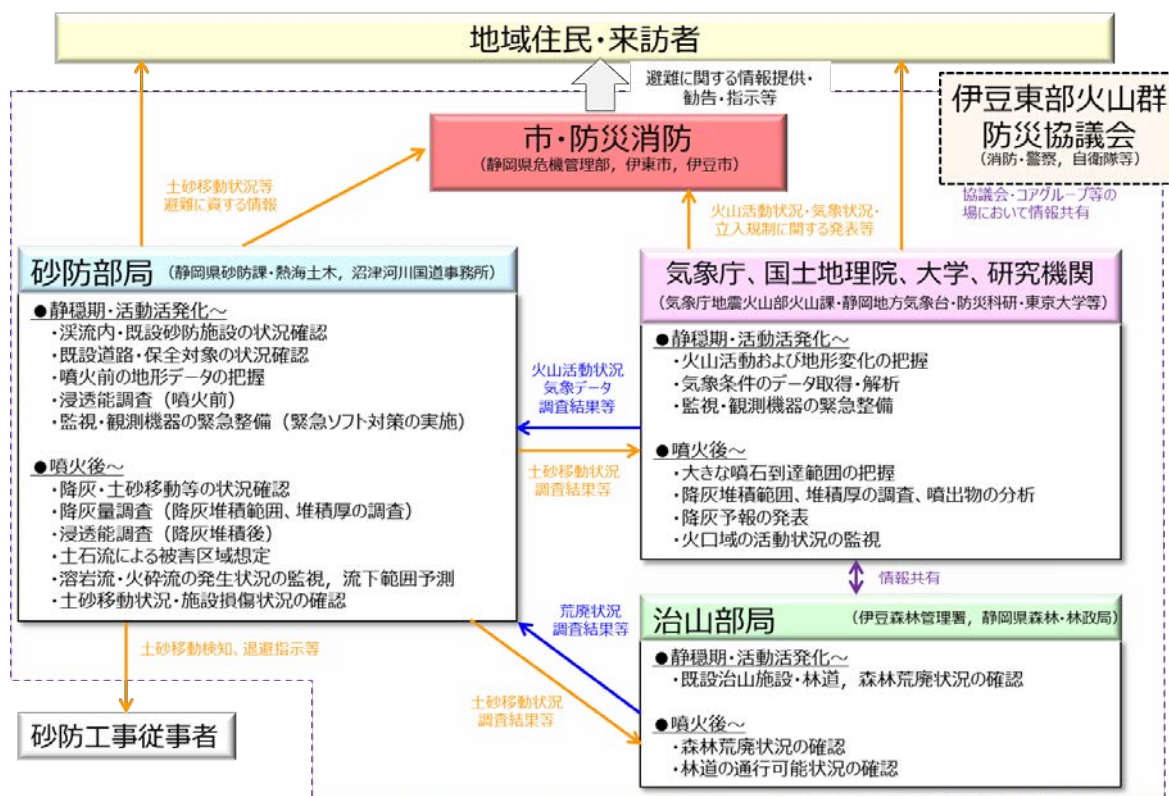


図 5.8.1 役割分担と情報伝達の流れのイメージ

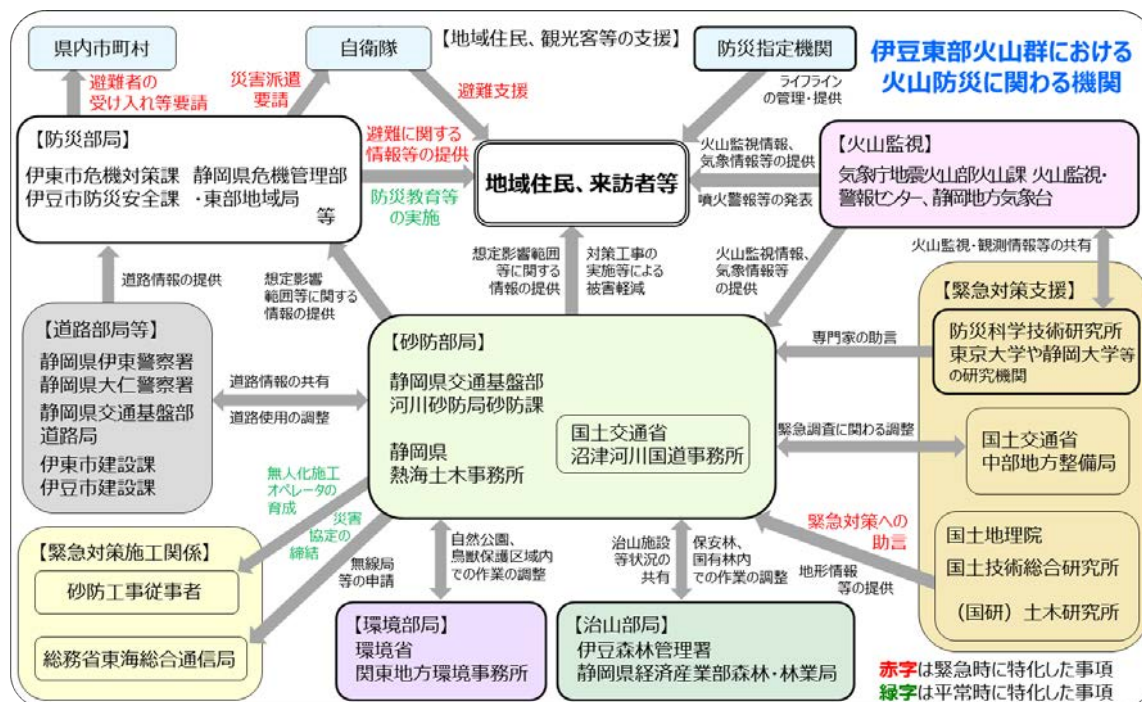


図 5.8.2 緊急減災対策を機能的に実施するための連携・調整事項のイメージ

5.8.2 情報共有の強化

(1) 顔の見える関係づくり（関係機関との連携）

緊急減災対策砂防の効率的な実施には、火山活動状況や土砂移動現象の早期把握及び関係機関の迅速な連携が重要である。伊豆東部火山群に関わる会議を通じて、関係機関の担当者や専門家の中で、平常時より情報共有等を密に行い、“顔の見える関係づくり”を構築する必要がある。

(2) 火山及び防災情報の共有方法の構築

噴火発生時に情報共有を効果的に行うためには、各機関が何を目的として、どのような情報を収集するか整理することが必要である。また、緊急時の調査の役割分担や調査結果の集約・共有方法などを事前に調整しておく必要がある。

(3) 火山・地質・砂防等の専門家からの助言及び情報提供

火山活動や噴火後の降灰や火砕流発生後などの土砂移動の予測には、高度な専門知識が必要となる。緊急対策（ハード・ソフト）の実施の判断目安等への支援として、火山活動の推移は「火山専門家」、噴火現象や噴火が及ぼす影響、その範囲の推定は「火山地質専門家」、噴火後の土砂移動への対策方針は「砂防専門家」等から助言や情報提供を受ける体制を構築する必要がある。

5.8.3 計画の見直し

火山噴火緊急減災対策砂防計画では、火山活動状況、砂防施設や監視機器等の整備の進捗などを踏まえつつ、新たな知見や、関係機関との連携状況の変化なども考慮して、適宜計画を見直す必要がある。

5.9 関係機関相互連携のための演習

火山噴火への対応は、多数の防災機関が関連して対応行動をとることになるため、平常時から関係機関参加による、火山噴火やそれに伴う土砂災害を想定した演習を実施することが重要である。現状の防災対応の課題を抽出するとともに、防災担当者の対応能力の向上が図られ、火山災害を想定した効果的な演習を、関係機関と繰り返すことが、噴火時における適切な対応への基礎となる。

5.9.1 演習・訓練の種類

演習・訓練は、状況の予測や判断、活動方針の決定、関係機関との連携等の意思決定能力向上をねらった意思決定演習と実際の防災対応や資機材・機器の取り扱いや活動手順の習熟をねらった実働訓練がある（表 5.9.1）。演習・訓練は単独で実施するだけでなく、関係機関の相互連携をより深めるため、複合的な演習・訓練についても検討・実施することが必要である。

表 5.9.1 演習・訓練の種類

ねらい・目的	分類	演習・訓練手法	実施内容
状況の予測や判断、活動方針の決定等の意思決定能力向上	意思決定演習	ロールプレイング型演習	逐次状況が変化するシナリオに基づき、実際の災害のように災害対策本部等を構成し、個々の局面に応じた判断力の醸成や関係機関間の調整・連携を確認する演習
		図上演習(DIG等)	災害時の特定の場面の前提条件をもとに、グループ毎で関係機関の対応内容を討議し、地図等にとりまとめ、個々の局面に応じた対応や関係機関間の調整・連携を確認する演習
実際の動きの模擬を通じた、資機材・機器の取り扱いや活動手順の習熟	実働訓練	連絡体制訓練	災害時の状況に応じて、関係機関で、だれに、どのような手段で、どのような内容を連絡するのかを、実技を通じて確認する訓練
		避難訓練	災害時における住民等の避難経路、避難場所を実際の避難行動を通じて確認する訓練
		参集訓練	勤務時間外での災害時において、職場までの参集経路や注意事項を実際の行動を通じて確認する訓練
		資機材利用訓練	災害対策用車両の利用手順の確認や大型土のう積等、災害時に行う応急対策の実技訓練

5.9.2 関係機関との訓練状況

意志決定演習の事例として、平成29年（2017年）度に、図上演習のうち、ブレインストーミング型方式により演習を実施した（図 5.9.1）。



図 5.9.1 演習の実施状況（平成29年（2017年））

5.10 防災教育、広報・PR方法

緊急減災対策砂防を推進するためには、関係機関のほか、地域住民の理解と協力が欠かせない。火山砂防に関する防災教育や広報活動等を通して、伊豆東部火山群に対する知識や理解を広めることが重要である。

5.10.1 児童、生徒への防災教育

地域の学校に通学する児童や生徒へは、出前授業やイベント等を通じて伊豆東部火山群の噴火時に発生する土砂移動現象や想定される被害等に関する防災教育を実施し、次世代に向けた地域防災力の向上を図る必要がある（図 5.10.1）。



＜富士山溶岩流3次元マップを使った防災教育＞

＜王滝村王滝小中学校での出前講座＞

図 5.10.1 他火山での児童、生徒への防災教育の実施例

出典：富士山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

5.10.2 地域住民への防災啓発

伊豆東部火山群の噴火時に発生する土砂移動現象に対する避難訓練のほか、防災をテーマとした講習会、シンポジウム等の活動を通じて、伊豆東部火山群に関する知識の普及、防災意識の向上による地域防災力の向上を図る必要がある。



＜富士山に関する地域イベントへの参加＞



＜火山砂防フォーラムでの現地研修会＞

図 5.10.2 他火山での防災教育の実施例

出典：富士山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

5.10.3 防災知識の普及・啓発のための広報誌やパンフレットの配布

伊豆東部火山群噴火と防災対策に関するパンフレット等を、広く地域住民に配布することにより、平常時から継続的に災害・防災に関する知識の普及、防災意識の向上を図る。



＜富士砂防広報誌「ふじあさみ」＞



＜多治見砂防広報誌「御嶽山 火山防災だより」＞

図 5.10.3 他火山での広報誌の発行例

出典：富士山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）

5.10.4 伊豆半島ジオパーク推進協議会との連携

伊豆半島ジオパークは、平成30年（2018年）4月にユネスコ世界ジオパークに認定され、伊豆半島ジオパーク推進協議会では、大地の成り立ちや産業、防災などについて学ぶ教育活動を展開している。

今後、伊豆半島ジオパーク推進協議会と連携した火山砂防等に関する防災教育等を検討していくことで、地元の良さを確認しながら地域防災力の向上を図る。

5.10.5 防災教育と広報に関する今後の課題

伊豆東部火山群周辺には温泉等の観光地も多く、年間を通して外国人を含め数多くの観光客が訪れるため、観光客を含めた地域住民への防災啓発と広報のあり方について検討を行うとともに、火山や火山防災に関する知識の啓発・普及のための拠点について、協議会とも連携して、今後検討が必要である。

5.11 民間事業者との連携

本計画における計画対象範囲は広域にわたり、かつ対策可能期間等の制約があることから、行政機関のみでの対応には限界があるため、民間事業者とも連携していくことが必要である。

緊急時に迅速に対応できるよう、平常時から緊急ハード・ソフト対策、緊急調査等の各分野で協力がえられる民間事業者を確保し、協定を締結する等、連携を強化を図ることが重要である。

5.12 新技術の活用

緊急調査や緊急ハード・ソフト対策など緊急減災対策砂防に関わる事項に対し、最新の対策工法や監視観測技術等の活用を図る。

緊急ハード・ソフト対策を迅速かつ効果的に実施し、被害をできるだけ軽減（減災）するために、最新の対策工法や監視観測技術の適用性を検討すると共に、新技術の活用にあたり民間事業者との連携を推進することが重要である。

緊急ハード対策では、土砂流出に対する施設の安定性が求められるほか、限られた時間内に迅速かつ安全に施工する技術が求められる。近年では土石流災害発生後、次期出水で発生する土砂や流木を捕捉するため、コンクリートブロック積み砂防堰堤や強靱ワイヤーネット工法等が適用されているほか、危険な箇所においては、除石や導流堤の施工に無人化施工が導入されている。

緊急ソフト対策で、緊急調査のうち降灰量調査においてリモートセンシング技術や無人化機械技術（ドローンを活用した調査等）などの新技術が、近年の噴火事例に対して試行的に適用されている。

また、監視・観測機器の設置においては、電源及び通信網の確保が課題となる。近年、IoT技術の普及・進展によりセンサの低価格化や小型化、省電力化が急速に進み、通信においても低価格かつ省電力な広域通信サービスが拡充されている。



図 5.12.1 遠隔操作無人化施工のバックホウ（平成26年（2014年）噴火時 鹿ノ瀬川）

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）



図 5.12.2 強靱ワイヤーネット工法（長野県南木曽町梨子沢）

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）



図 5.12.3 御嶽山噴火直後に実施したドローンによる降灰状況調査例

出典：御嶽山火山噴火緊急減災対策砂防計画（基本編）



図 5.12.4 御嶽山噴火後の航空機搭載型合成開口レーダー（SAR）の観測画像解析結果から噴火口を推定した事例（リモートセンシング技術）

出典：国土地理院HP

本計画で用いる主な用語の定義

火山噴火緊急減災対策砂防：

いつどこで起こるか予測が難しい火山噴火に伴い発生する火山災害のうち、土砂災害に対して、ハード対策とソフト対策からなる緊急対策を迅速かつ効果的に実施し、被害をできる限り軽減（減災）することにより、安心して安全な地域づくりに寄与する砂防部局が砂防事業として実施する対策。

噴火シナリオ：

対象火山において発生することが想定される現象とその規模、及びそれらの推移（火山性地震の多発などの噴火の前兆現象の発生から火山活動の活発化を経て、噴火を開始してから後の火砕流・溶岩流などの現象の発生、そして噴火の終息までの流れ）を時系列にまとめたものであり、対象火山で想定される全ての噴火の推移を示したもの。

イベントツリーとは、想定しうる噴火規模と段階に対応して複数の現象の推移が考えられ、それらがある推移段階での分岐を示したもの。

ハード対策：

ハード対策とは、計画対象量の土砂を砂防施設の配置等によって処理し、土砂災害を防止・軽減するために実施する対策をいう。

ソフト対策：

ソフト対策とは、土砂移動現象の発生・流動監視や防災情報の提供などにより災害を軽減するための対策をいう。

緊急対策ドリル：

噴火シナリオの各ケースに対応させて対策の実施事項を設定したものであり、火山活動の推移、火山情報の発表時期や災害対策本部の設置などの関係機関の動きと連携して、砂防部局が実施する対策を段階ごとに時系列でまとめたもの。

リアルタイムハザードマップ：

火山災害予想区域図の一種で、噴火の前兆期以降に、火山活動状況にあわせて土砂移動現象の影響範囲、堆積深などを想定したものである。リアルタイムハザードマップは、噴

火時の状況を見ながらシミュレーション計算を実施する部分（リアルタイム型リアルタイムハザードマップ）と既存の被害想定図を記録・保存しているデータベース部（プレアナリシス型リアルタイムハザードマップ）から構成される。噴火から被害発生までの時間的余裕がない場合は、実際に発生している状況に最も近似した条件に基づく計算結果の現象をデータベース部から取り出して使用し、大きな地形変化がある場合や想定から大きく異なった現象が発生した場合には、シミュレーション計算により、被害想定範囲を設定する。

（噴火の種類）水蒸気マグマ噴火：

マグマが地下の浅い所で地下水や海水、湖水等と接触し、多量の高圧水蒸気が発生して起こる爆発的な噴火。数千m上空にまで噴煙を噴き上げ、周辺に大きな噴石を飛散させるほか、風下に小さな噴石や火山灰を降り積もらせる。発生場所周辺では、多数の大きな噴石の飛散、ベースサージ、小規模な津波の危険があるので注意が必要である。

（噴火の種類）マグマ噴火：

火口からマグマが直接放出される噴火。マグマの性質や噴火メカニズムの違いでいくつかの様式に分類される。

（噴火の種類）ハワイ式噴火：

粘性が低く高温のマグマが、爆発を伴わず、連続的にゆっくり流れ出る噴火。放出される火山ガスの量は多量であるが、大規模な爆発は起こらず、溶岩噴泉が特徴的。

（噴火の種類）ストロンボリ式噴火：

比較的粘性の低いマグマの間欠的爆発による噴火。火口からマグマの破片やしぶきが大小の噴石として放出される。火口の周囲に円錐形の火砕丘が形成される。発生場所周辺では、大きな噴石の飛散の危険があるので注意が必要である。

（噴火の種類）プリニー式噴火：

大量の軽石や火山灰が火口から空高く噴出し、成層圏に達する巨大な噴煙の柱が立ち上げる噴火。風下では小さな噴石や火山灰が広範囲に降下し、火砕流を伴うことがある。富士山の実績では1707年の宝永噴火がこのタイプの噴火である。

（火山関連現象）大きな噴石：

概ね20～30cm以上の、風の影響をほとんど受けずに弾道を描いて飛散する岩塊や軽石・スコリアのことを指す。避難までの時間的猶予がほとんどなく、生命に対する危険性が高い。特に火口から概ね3.5km 以内は、大きな噴石が飛散するため危険である。

（火山関連現象）小さな噴石：

直径数cm程度の、風の影響を受けて遠方まで流されて降る岩片や軽石・スコリアのことを指す。特に火口付近では、小さな噴石でも弾道を描いて飛散し、登山者等が死傷することがある。なお、降灰予報で予想する小さな噴石は、大きさ1cm以上のものとされている。

（火山関連現象）火山灰：

噴火によって火口から放出される固形物のうち、比較的細かいもの（直径2mm未満）。風によって火口から離れた広い範囲に拡散する。火山灰は、農作物、交通機関（特に航空機）、建造物などに影響を与える。

（火山関連現象）溶岩流：

溶けた岩石が連続して地表を流れているものを指す。溶岩流の進路にある森林、田畑、建物等は、埋没又は焼失する。流下速度は人が歩く速度と同程度で、余裕をもって逃げる事が可能である。また、流下する範囲で、海岸、湖、湿地帯等の水が多い地域では、二次的なマグマ水蒸気爆発が発生することもある。

（火山関連現象）火砕流・火砕サージ：

火山から噴出し高温の火山灰・軽石・岩片・火山ガスなどが、一体となって斜面を高速に流下する現象。温度は数百℃に達する。速度が速いため、発生後の避難は困難である。

（火山関連現象）タフリング：

高さが低いわりに火口径の大きい火砕丘の一種。浅い海底・湖底などでマグマが水に接触して起こるマグマ水蒸気爆発に伴い、冷却破碎されたマグマの固結破片が低角度で四方に飛散して生じる。玄武岩質火山島の海岸付近や浅海に一般的。

（火山関連現象）ベースサージ：

水蒸気マグマ噴火や水蒸気爆発などで、垂直に上昇する噴煙中の基部から地表に沿って四方に高速で広がる環状かつ高速の流れで、火山灰や岩片を含んで一定の破壊力をもつ。ベースサージの速度は時速数10 から100 km以上であり、発生後の避難は困難である。

（火山関連現象）融雪型火山泥流：

積雪期に、噴火の高熱によって雪が融かされて発生する泥流。火砕流など瞬時に広範囲に高温の物質が放出される現象が発生したときに、山腹斜面の積雪を巻き込み融かしながら泥流化すると考えられている。速度が速いため、発生後の避難は困難である。

（火山関連現象）降灰後の降雨による土石流：

火山噴火で斜面に積もった微細な土砂（火山灰）が、降雨などによって侵食を受けて発生する土石流。火山灰が斜面を膜のように覆うため、雨水が地中に浸透しにくくなり、少量の降雨でも発生しやすい。降り積もった火山灰が多く、降雨規模も大きい時などには、流れの規模が大きくなり破壊的な流れになることもある。ラハール、火山泥流、降雨型泥流、二次泥流などと呼ばれることもある。速度が速いため、発生後の避難は困難である。

おわりに

本計画は、伊豆東部火山群の噴火履歴とそれにもとづく種々の分析から、今後発生が予想される土砂移動現象の推移を噴火シナリオにとりまとめ、そのシナリオに基づく減災対策の方針を示したものである。

火山噴火時に火山噴火緊急減災対策砂防を速やかに実施するためには、平常時からの準備が不可欠である。平常時の準備は資機材や用地の確保等ハード面の準備もさることながら、噴火時に連携しなければならない学識経験者や関係機関との「顔の見える関係」が重要である。

今後は、計画の実効性を確保し、緊急時に円滑かつ効率的な対応を実施できるよう、PDCAサイクルによる行動に努めるとともに、「顔の見える関係」の構築により、関係者全員が万全の体制で伊豆東部火山群の噴火に備えることが、火山噴火の被害を最小限にとどめる鍵となる。

主な参考文献

【基礎事項編】

- ・ 気象庁（2013）：噴火警報と噴火警戒レベル パンフレット, 平成25年8月.
- ・ 気象庁編（2013）：日本活火山総覧（第4版）.
- ・ 国土交通省砂防部（2007）：火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン.
- ・ 国土庁防災局（1992）：火山噴火災害危険区域予測図作成指針.
- ・ 内閣府（防災担当）、消防庁、国土交通省水管理・国土保全局砂防部、気象庁（2013）：火山防災マップ作成指針.

【計画編】

- ・ 国土交通省河川局砂防部（2011）：土砂災害防止法の一部改正について（平成23年5月施行）パンフレット.
- ・ 国土交通省国土技術政策総合研究所（2007）：砂防基本計画作成指針（土石流・流木対策編）解説, 平成19年3月.
- ・ 国土交通省砂防部（2007）：火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン. 平成19年4月.
- ・ 国土交通省水管理・国土保全局 砂防部（2012）：砂防事業の費用便益分析マニュアル（案）, 平成24年3月.
- ・ 地学団体研究会編（1996）：新編 地学辞典 平凡社

伊豆東部火山群火山噴火緊急減災対策砂防計画検討会

◆検討会開催日

第1回	2017年 1月12日
第2回	2017年 11月20日
第3回	2018年 3月20日
第4回	2018年 11月12日
第5回	2019年 3月 6日

◆会員名簿

平成31年3月6日時点（敬称略）

【学識経験者（◎は会長）】（五十音順）

土屋智	静岡大学	名誉教授	◎
小山真人	静岡大学	防災総合センター	教授
森田裕一	東京大学	地震研究所	観測開発基盤センター 教授
水野正樹	国立研究開発法人土木研究所	土砂管理研究グループ	上席研究員

【行政関係者】

職名	会員名				
	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
気象庁地震火山部 火山課 火山対策官	宮村 淳一				
気象庁地震火山部 地震予知情報課 地殻活動監視技術開発推進官	露木 貴裕	下山 利浩			
静岡地方気象台長	早川 和広	中村 浩二			
国土交通省中部地方整備局河川部	地域河川調整官 森 隆好			総合土砂管理官 島崎 誠	
国土交通省沼津河川国道事務所長	梅村 光一	藤井 和久			
静岡県交通基盤部河川砂防局技監	大滝 和広			梅原 正	
静岡県交通基盤部熱海土木事務所長	植松 静夫			佐藤 勝彦	
伊東市危機管理監	中村 一人			村上 靖	
伊東市建設部長	三輪 正彦			石井 裕介	
伊豆市防災監	佐野 松太郎			稲村 俊一	
伊豆市建設部長	山田 博治				

【事務局】

国土交通省 中部地方整備局 沼津河川国道事務所

静岡県 交通基盤部 河川砂防局 砂防課

伊豆東部火山群火山噴火緊急減災対策砂防計画

平成31年 3月

国土交通省 中部地方整備局 沼津河川国道事務所

静岡県 交通基盤部 河川砂防局 砂防課

(問い合わせ先)

国土交通省 中部地方整備局 沼津河川国道事務所

〒410-8567 静岡県沼津市下香貫外原3244-2

TEL. 055-934-2005

静岡県 交通基盤部 河川砂防局 砂防課

〒420-8601 静岡県静岡市葵区追手町9-6

TEL. 054-221-3041