

## 第4章 緊急ソフト対策

### 4.1 実施方針

緊急調査結果、噴火警戒レベル、気象庁・有識者助言を踏まえて、対象溪流付近へ監視・観測機器の設置をおこなう。ただし、マグマ噴火移行時（兆候確認を含む）は、広域的な状況把握手法へ切り替え、設置済み機器がある場合は継続して運用する。

噴火規模に応じて、適宜、火山防災協議会へ火山砂防ハザードマップ等の情報提供をおこなう。

アトサヌプリ火山は、噴火シナリオ及び土砂移動シナリオのケース1（水蒸気噴火時）とケース2（マグマ噴火時）で想定される規模や影響範囲が大きく異なることから、ケースごとに実施方針を設定する。

各ケースの前提条件及び緊急ソフト対策実施方針は以下の通り。

#### 《シナリオケース1（水蒸気噴火時）》

##### 【アトサヌプリ火山における緊急ソフト対策の前提条件】

- ① 対象溪流に対して土砂移動検知機器が未整備である。
- ② 多くの対象溪流で溪流谷出口から緊急ハード対策箇所までの距離が短く、検知機器による発報から泥流到達までに十分な避難時間の確保が困難。
- ③ 現象発生により避難路が被災する恐れがある。



《目的》「緊急対策工事従事者の安全確保」及び「避難対策の支援」を図る。

《対象現象》すべての想定現象（降灰後の降雨型泥流が主体）

《対象箇所》すべての対象溪流

（ミソノ川、硫黄山沢川は源頭部が想定火口となるため優先的に対策実施）

##### 《対策内容》

- ・監視機器の緊急整備
- ・雨量計による基準雨量観測
- ・土砂移動検知機器及び発報機器の緊急整備
- ・ハザードマップの提供

《シナリオケース 2（マグマ噴火時）》

**【アトサヌプリ火山における緊急ソフト対策の前提条件】**

- ① 噴火警戒レベル 5 で想定火口より 6km 圏内が警戒区域に指定され、区域内の住民はすべて避難となり、指定後の調査員や作業員の立入が困難となる。
- ② 被災により関係機関の既存監視観測機器の機能不全が考えられる。
- ③ 突発的な噴火等に伴う警戒レベル引き上げにより、監視観測機器が未設置ないしは設置が不十分な状況が考えられる。
- ④ 緊急ハード対策は 6km 圏外の美羅尾川のみ実施可能。また、火山活動の低下に伴う噴火警戒レベル引き下げ時の対策再開に向けた状況把握が必要。



《目的》 レベル引き下げ後の「**対策再開に向けた施工箇所の状況把握**」及び「**避難対策の支援**」を図る。

《対象現象》 すべての想定現象

《対象箇所》 水蒸気噴火時の降灰 1cm の堆積の可能性がある範囲の渓流  
(ミソノ川、硫黄山沢川は源頭部が想定火口となるため優先的に対策実施)

《対策内容》

- ・ リモートセンシング/UAV を用いた広域状況把握
- ・ 監視機器の継続活用

《美羅尾川について》

警戒区域外であるため、シナリオケース 1 と同様の目的・内容で対策を実施する。

- ・ 雨量計による基準雨量観測
- ・ ハザードマップの提供

## 4.2 実施内容

緊急ソフト対策は、シナリオケースごとに目的に応じた内容を実施する。

先述の実施方針に基づき、緊急ソフト対策を実施する目的とその具体的な内容をシナリオケース別に表 4.1、表 4.2 に示す。

なお、図 3.1 に示したとおり、北海道から情報提供をおこなう経路は現状設定されていないため、今後の訓練等を通じて、緊急ソフト対策により得られた情報について提供先となる関係機関（主に弟子屈町）へ効率的に情報共有できるように手順・経路の調整を行う。

表 4.1 緊急ソフト対策の実施内容（シナリオケース 1）

目的	実施内容
緊急対策工事従事者の安全確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨量計による基準雨量観測</li> <li>・監視機器の緊急整備（硫黄山沢川・ミソノ川のみ）</li> </ul>
避難対策の支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土砂移動検知機器及び発報機器の緊急整備（アメマス左1の沢川、仁伏川等）</li> <li>・ハザードマップの提供</li> </ul>

表 4.2 緊急ソフト対策の実施内容（シナリオケース 2）

目的	実施内容
緊急対策工事従事者の安全確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨量計による基準雨量観測（美羅尾川のみ）</li> </ul>
避難対策の支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハザードマップの提供</li> <li>・リモートセンシング/UAV を用いた広域状況把握</li> </ul>
対策再開に向けた施工箇所の状況把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>・監視機器の継続活用（硫黄山沢川・ミソノ川のみ）</li> <li>・リモートセンシング/UAV を用いた広域状況把握</li> </ul>

## 4.3 緊急対策工事従事者の安全確保

「緊急対策工事従事者の安全確保」を目的とした緊急ソフト対策は、原則として雨量計による雨量観測とし、一部の対象溪流については監視機器を緊急整備する。

### 4.3.1 雨量計による雨量観測

アトサヌプリ火山及び対象溪流周辺には、北海道による監視観測機器が未整備である。

また、多くの対象溪流で溪流谷出口から緊急ハード対策箇所までの距離が短く、検知機器による発報から泥流到達までに十分な避難時間の確保が困難である

そこで、緊急ハード対策時には、対象溪流の近傍雨量計や降雨予測情報を活用し、アトサヌプリ火山周辺に降雨が確認された時や降雨予報が出た時には工事を一時中断し、影響範囲外へ退避する。また、天候が回復した場合は工事を再開する。

なお、美羅尾川はシナリオケース2に移行後も対策可能（警戒区域範囲外）であるため、緊急ハード対策時には上記の雨量データによる安全管理を継続する。

雨量データの取得観測所と対応する対象溪流は以下のとおり。

#### ■ 気象庁 雨雲の動き（高解像度降水ナウキャスト）

【URL】 <https://www.jma.go.jp/bosai/nowc/#elements:hrpns>

#### ■ 気象庁 今後の雨（降水短時間予報）

【URL】 <https://www.jma.go.jp/bosai/kaikotan/#element:rasrf&gpv>

※アトサヌプリ火山全域を確認可能

#### ■ 気象庁 アメダス（川湯観測所）

時間雨量

【URL】 [https://www.jma.go.jp/bosai/amedas/#area\\_type=offices&area\\_code=014100&amdn=19021&format=table1h](https://www.jma.go.jp/bosai/amedas/#area_type=offices&area_code=014100&amdn=19021&format=table1h)

近傍の対象溪流：硫黄山沢川、ミソノ川、アメマス左1の沢川、仁伏川ほか

#### ■ 国土交通省 屈斜路観測所

水門水質データベース リアルタイム10分雨量

【URL】 <http://163.49.30.82/cgi-bin/DspRainData.exe?KIND=9&ID=101091281106010>

近傍の対象溪流：石狩別1の沢川

#### ■ 国土交通省 弟子屈観測所

水門水質データベース リアルタイム10分雨量

【URL】 <http://163.49.30.82/cgi-bin/DspRainData.exe?KIND=9&ID=101091281106020>

近傍の対象溪流：美羅尾川

(1) 活用する観測所と対象溪流の位置関係

雨量データの取得先観測所位置を図 4.1 に示す。

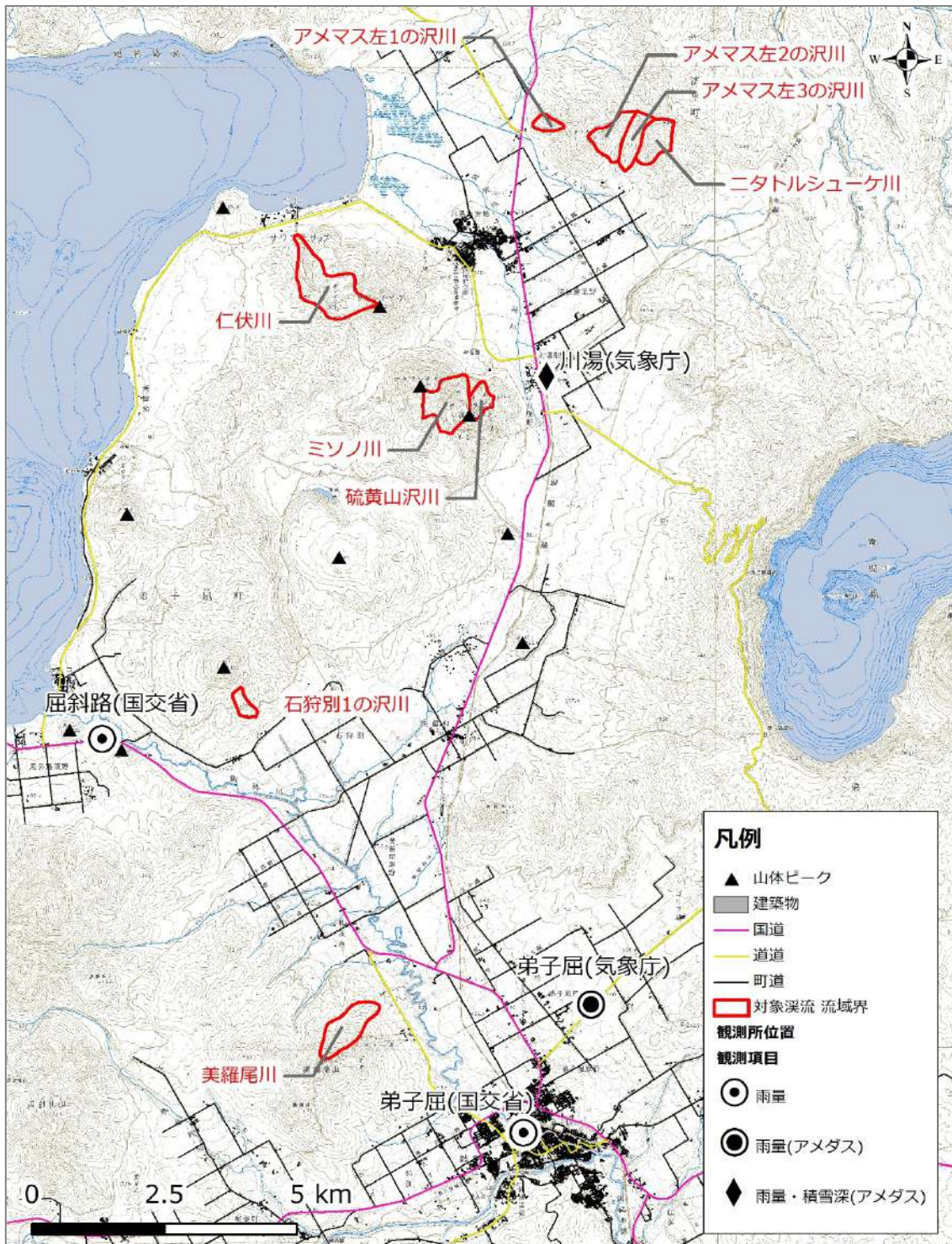


図 4.1 関係機関所管の雨量観測所 位置図

#### 4.3.2 監視機器の緊急整備

シナリオケース1（水蒸気噴火時）では、硫黄山沢川・ミソノ川は対象溪流から約3km離れた川湯温泉地区において対策工を計画しているため（詳細は計画編P.64～65を参照）、硫黄山沢川・ミソノ川については土砂移動現象や火山活動の監視を目的とした監視カメラの緊急整備をおこない、監視による安全管理をおこなう。なお、この機器は被災等で破損しない限り継続して運用し、シナリオケース2（マグマ噴火）へ移行後も、噴火警戒レベル引き下げ後の対策再開に向けた施工箇所の状況把握に活用する。

監視機器の緊急整備箇所を図4.2に示す。

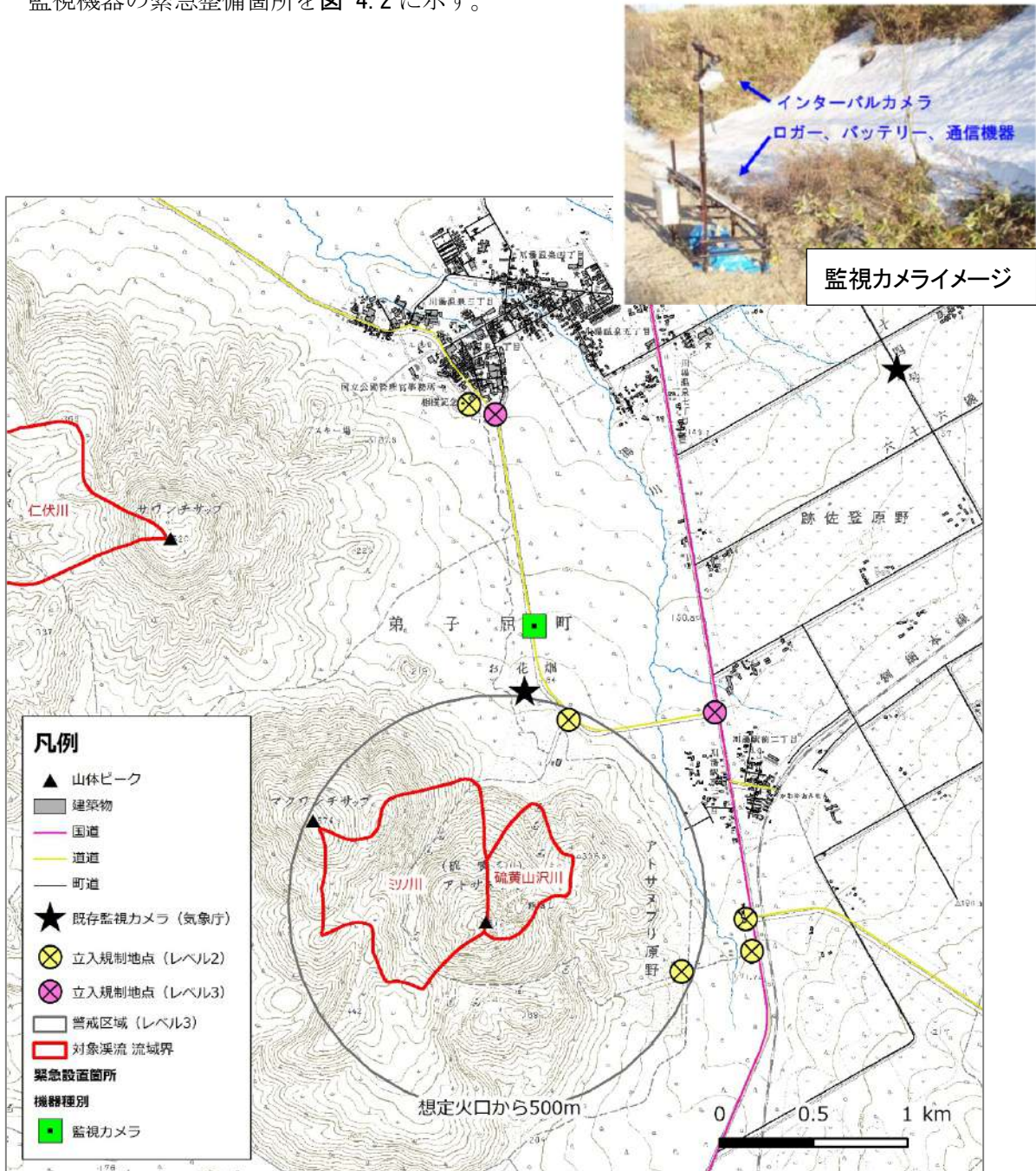


図 4.2 監視機器の緊急整備箇所

#### **4.3.3 その他安全対策に関する事項**

補足事項として、安全対策をより充実したものとするために考えられる実施内容を列挙する。

##### **(1) 火山監視員体制の構築**

工事中止を判断する情報の一つとして噴火活動を監視することを目的に、緊急ハード対策等の工事現場において火山監視員を配置する。

##### **(2) 連絡体制の整備**

基準雨量値の超過時に、工事を一時中断し退避するため、工事従事者に警告する連絡体制を整備する。また、火山監視員が異常を確認した場合、現場代理人に無線連絡し、工事従事者に警告する連絡体制を整備する。

##### **(3) 噴石避難壕・熱風避難壕の設置**

緊急ハード対策等の工事現場において、噴石・熱風の影響が及ぶ危険性がある場合、安全な場所に噴石避難壕・熱風避難壕を設置し、工事従事者の安全確保を図る。

## 4.4 避難対策の支援

自治体に向けた「避難対策の支援」を目的として、避難路付近への土砂流出検知機器及び発報機器の緊急整備やハザードマップの提供をおこなう。

### 4.4.1 土砂移動検知機器及び発報機器の緊急整備

火山噴火に伴う土砂移動現象の発生は事前の予測が難しく、雨量計等の既存観測機器による現象発生を検知は困難である。そこで、対象溪流のうち谷出口が避難路（国道や道道）に近接している溪流について、土砂移動検知機器及び発報機器の緊急整備をおこない、避難路の安全管理をおこなう。なお、この機器は被災等で破損しない限り継続して運用し、シナリオケース2（マグマ噴火）へ移行後も避難対策の支援に活用する。

設置機器の一覧を表 4.3 に、緊急整備箇所を図 4.3 に示す。

表 4.3 避難対策の支援のために緊急整備する機器一覧

主な対象現象	機器に関する事項			外観写真
	機器名	設置目的	設置箇所	
降灰後の降雨型泥流	ワイヤーセンサー	ワイヤー切断による土砂移動現象発生確認	対象溪流の谷出口上流域	 ワイヤーセンサー
	振動センサー	振動検知による土砂移動現象発生の検知	対象溪流の谷出口上流域	 振動センサー
	パトランプ	土砂移動現象発生の発報（遠方目視用）	避難路沿い	 パトランプ



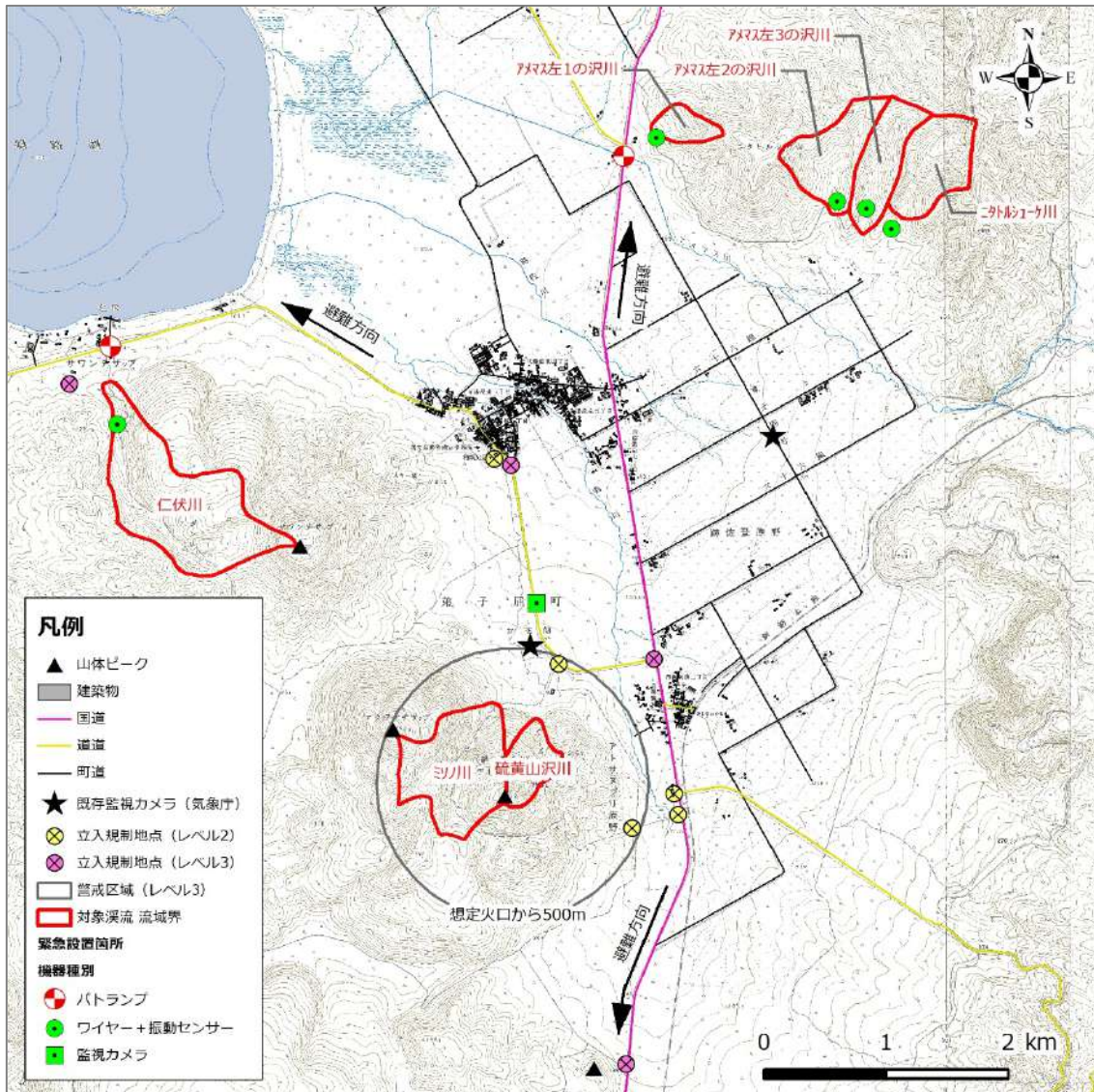


図 4.3 土砂移動検知機器及び発報機器の緊急整備箇所



火山砂防ハザードマップの作成ケースを表 4.4 に示す。

積雪期においては、緊急調査の結果（3.3.1 (1) 雨量・積雪深データ、3.3.2 (2) 積雪に関する情報）に応じて、最も条件に近い検討ケースの火山砂防ハザードマップを選出し、提供する。

表 4.4 火山砂防ハザードマップの作成ケース一覧

シナリオ ケース	対象とする現象とその規模 及び各種条件	
	降灰後の降雨型泥流	融雪型火山泥流（積雪期）
水蒸気噴火	<p>噴火警戒レベル 3~5 を想定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 10 年超過確率降雨規模 (130. 2mm/24h)</li> <li>・ 100 年超過確率降雨規模 (190. 6mm/24h)</li> </ul>	<p>噴火警戒レベル 5 を想定</p> <p>熱源：低温火砕流</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 火砕物量 300 万 m<sup>3</sup></li> </ul> <p>《積雪深の想定ケース》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 積雪深約 20cm</li> <li>・ 積雪深約 40cm (90 cmの半分 45 cm)</li> <li>・ 積雪深約 90cm (2 年超過確率積雪深)</li> </ul> <p>2 溪流×1 規模×3 ケース 計 6 ケース</p>
マグマ噴火	<p>9 溪流×2 規模 計 18 ケース</p>	<p>噴火警戒レベル 5 を想定</p> <p>熱源：溶岩ドーム崩壊型火砕流</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 火砕物量 50 万 m<sup>3</sup></li> </ul> <p>《積雪深の想定ケース》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 積雪深約 20cm</li> <li>・ 積雪深約 40cm (90 cmの半分 45 cm)</li> <li>・ 積雪深約 90cm (2 年超過確率積雪深)</li> </ul> <p>2 溪流×1 規模×3 ケース 計 6 ケース</p>

なお、火山防災計画で想定されている現象と緊急減災計画で想定されている現象の主な違いは以下の通りである。

表 4.5 火山砂防ハザードマップと火山防災計画の影響範囲検討条件の違い（火砕流）

火砕流	想定の有無	目的	想定規模	作成方法
火山砂防ハザードマップ	有	融雪範囲想定	・低温火砕流 ・溶岩ドーム崩壊	数値シミュレーション
火山防災計画ハザードマップ	有	立入規制区域設定根拠	6000年前に発生したリシリ火砕流規模にベースサージを考慮	リシリ火砕流の到達実績5km程度にベースサージ発生も考慮して6kmと設定

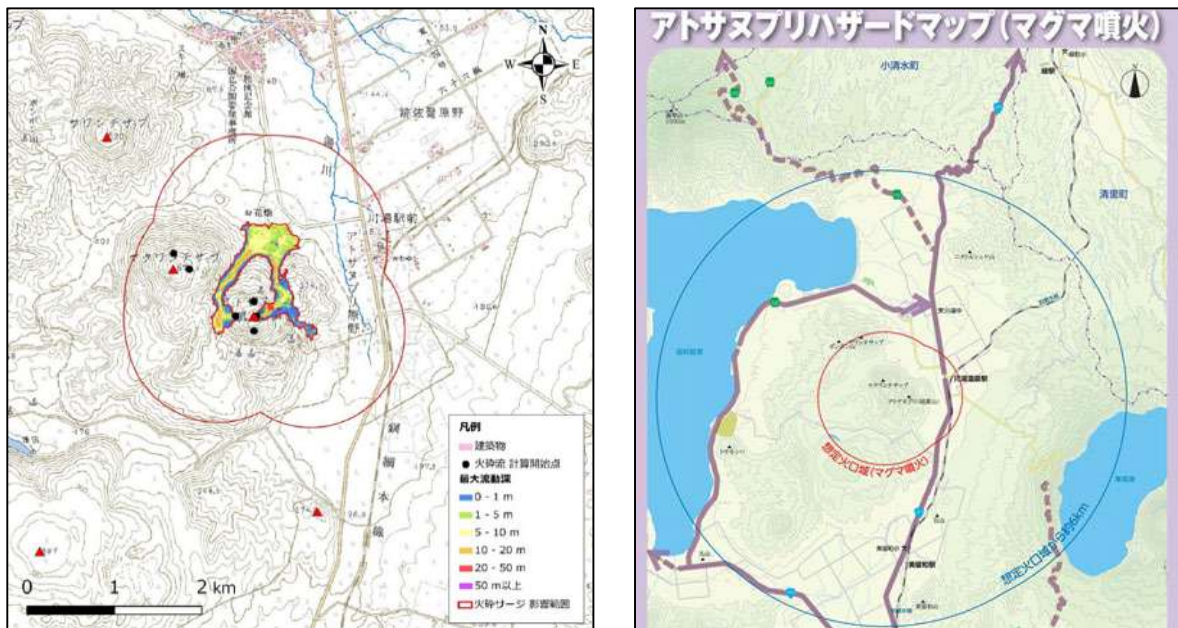


図 4.5 火山砂防ハザードマップ（左：溶岩ドーム崩壊（50万 $m^3$ ）と火山防災計画のハザードマップ（右：リシリ火砕流到達実績を参考）の違い

表 4.6 火山砂防ハザードマップと火山防災計画の影響範囲検討条件の違い（融雪型火山泥流と降灰後の降雨型泥流）

融雪型火山泥流	想定の有無	目的	想定規模	作成方法
火山砂防ハザードマップ	有	緊急対策検討 避難対策支援	・各火砕流規模相当 ・2年超過確率積雪深	数値シミュレーション
火山防災計画ハザードマップ	無	-	-	-

降灰後の降雨型泥流	想定の有無	目的	想定規模	作成方法
火山砂防ハザードマップ	有	緊急対策検討 避難対策支援	・10年、100年 超過確率規模降雨	数値シミュレーション
火山防災計画ハザードマップ	無	-	-	-


## (2) リアルタイムアナリシス型ハザードマップ

実際の噴火状況に応じて、想定と異なる火口の出現や地形変化も柔軟に取り入れて計算するハザードマップであり、条件設定から数値シミュレーション、影響範囲図化等まで可能な「火山噴火リアルタイムハザードマップシステム」を国土交通省が平成30年から運用している。

アトサヌプリ火山は、令和3年3月時点でこの「火山噴火リアルタイムハザードマップシステム」の提供対象外火山であるため、火山噴火時の臨機応変な影響範囲検討及び情報提供は困難な状況である。今後の提供対象火山への追加について注視するとともに、緊急時提供可能となった際には国土交通省北海道開発局と連携を図る。

### ■平成30年9月 報道発表資料

【URL】 [https://www.mlit.go.jp/report/press/sabo01\\_hh\\_000070.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/sabo01_hh_000070.html)



国土交通省  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

平成30年9月19日  
水管理・国土保全局  
砂防部砂防計画課

**砂防 NEWS**

**噴火後の迅速で精度の高い避難誘導を可能にします！**

～多様な噴火現象に臨機応変に対応し土砂災害範囲を想定するシステムを導入～

国土交通省では、**実際の火山活動状況を速やかに反映させたハザードマップを緊急的に作成するシステム**を開発しました。想定と異なる噴火活動が発生しても、本システムによるハザードマップを市町村に活用いただき、**住民の避難を支援**します。


火山噴火においては、新たな火口からの噴火など**想定と異なる現象**が起こる場合もあるため、必ずしも事前の想定のみで十分対応できるとは限りません。


そのため、国土交通省では、様々な噴火現象に臨機応変に対応するため、噴火後の土砂災害の範囲を**緊急に**計算する「**火山噴火リアルタイムハザードマップシステム**」を開発しました。

新たなシステムで作成するハザードマップは、火山関係の防災機関で構成される火山防災協議会等を通じて市町村等に提供され、住民の**迅速な避難誘導**等に活用されます。

**<新たに提供するハザードマップの概要>**

1. 提供時期 火山活動の状況により必要に応じて提供
2. 提供対象火山 浅間山、富士山、御嶽山、霧島山、桜島  
※本システムで対象とする火山は、今後、順次拡大していく予定です。
3. 対象とする土砂災害の種類 降灰後の土石流、火山泥流、溶岩流、火砕流
4. 提供先 火山ごとに設置されている火山防災協議会等

**<本システムの概要説明動画>**  
[http://www.mlit.go.jp/river/sabo/movie/rthmsystem\\_gaiyo.mp4](http://www.mlit.go.jp/river/sabo/movie/rthmsystem_gaiyo.mp4)




**新たなハザードマップが有効な例**

**本システムのポイント**

- ✓ 状況に応じて被害想定開始点の変更や地形変化の反映が可能
- ✓ 速やかに新たなシミュレーションを行うことが可能
- ✓ 計算結果の提供により臨機応変な避難誘導の支援が可能

図 4.6 リアルタイムハザードマップの概要と提供対象火山の一覧

#### 4.4.3 リモートセンシング/UAV を用いた広域状況把握

被災等により観測機器が機能停止した場合、ないしは既存の観測体制で不足する場合に火山体や保全対象・対策箇所周辺の状況を把握するため、立入規制範囲外（遠隔地）から各種情報を取得する。

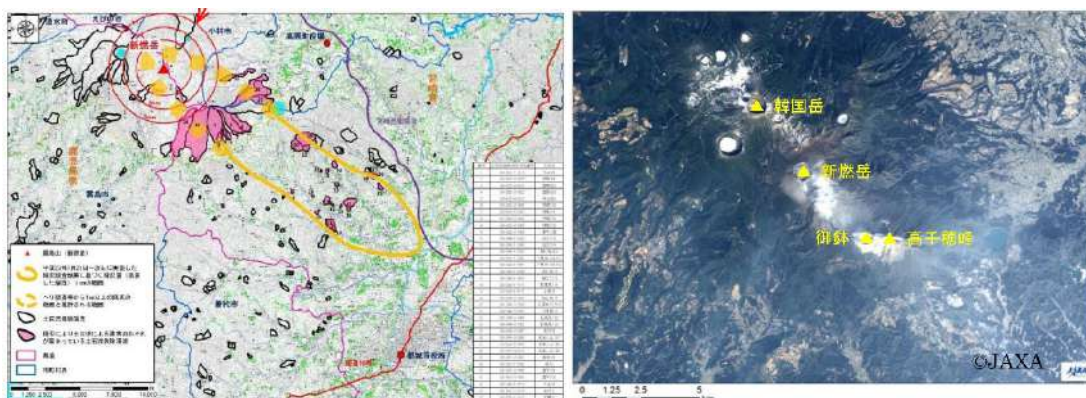
##### (1) 衛星画像の活用

災害時には各関係機関が衛星画像を元にした情報を公開しており（表 4.7）、撮影をオーダーする時間が無い場合は、これらから必要な情報（例えば光学衛星画像や降灰範囲の判読結果等）の有無を確認し、情報がある場合は活用を検討する。

表 4.7 災害時に情報取得閲覧が可能なサイト

機関	対象	入手データ	URL
国土地理院	国内	ALOS-2 (SAR) 航空写真 UAV データ	<a href="http://www.gsi.go.jp/bousai.html">http://www.gsi.go.jp/bousai.html</a>
JAXA (だいち防災 WEB)	国内	ALOS-2 (SAR)	<a href="https://jaxa-dis.maps.arcgis.com/home/index.html">https://jaxa-dis.maps.arcgis.com/home/index.html</a>
JAXA (火山活動速報システム)	アジア	衛星熱赤外データ	<a href="https://kazan.jaxa.jp/">https://kazan.jaxa.jp/</a>
民間航測会社	国内	光学画像 SAR 画像 航空写真	各社 HP 参照

参考として、平成 23 年 1 月に発生した新燃岳噴火後の光学衛星画像を図 4.7 に示す。左図は国土交通省の緊急調査結果、右図は光学衛星画像（2/7ALOS 撮影）である。



2011年2月4日 国土交通省九州地方整備局

霧島山 新燃岳噴火時の光学衛星画像

図 4.7 光学衛星の活用事例（平成 23 年新燃岳噴火時）

（高分解能リモートセンシング衛星シンポジウム、JAXAHP）

## (2) UAV（無人航空機）の活用

シナリオケース 2 における警戒区域内には調査員が立入できず、ヘリコプターを用いた状況把握も困難であるため、UAV（無人航空機）の遠隔操縦による状況把握を試みる。

UAV 調査では、搭載したカメラによる空中写真・動画の撮影のほか、空中写真から SfM(Structure from Motion)技術を用いてオルソ画像や3次元モデルを作成することで降灰分布を把握することが可能である。



図 4.8 UAV の外観（左：サーベイ機、右：ホビー機）

表 4.8 UAV 離発着候補箇所及び監視可能なエリア一覧

No	地点名 (地権者)	監視可能エリア	
1	藻琴山展望駐車公園 (北海道)	対象溪流	仁伏川
		保全対象	川湯温泉地区
		道路	道道102号線、道道52号線 国道391号線(川湯付近)
2	国道391号線待避所1 (北海道開発局)	対象溪流	アマス左1の沢、アマス左2の沢、 アマス左3の沢、ニトルシューケ川
		保全対象	川湯温泉地区、ビジターセンター周辺
		道路	道道102号線、道道52号線 国道391号線(ビジターセンター付近まで)
3	国道391号線待避所2 (北海道開発局)	対象溪流	アマス左1の沢、アマス左2の沢、 アマス左3の沢、ニトルシューケ川
		保全対象	川湯温泉地区、ビジターセンター周辺
		道路	道道102号線、道道52号線 国道391号線(ビジターセンター付近)
4	産業廃棄物の最終処分場 (弟子屈町)	対象溪流	石狩別1の沢
		保全対象	美留和地区
		道路	国道391(美留和地区付近)
5	屈斜路ecoツアーズ カーのりば (民間事業者)	対象溪流	石狩別1の沢
		保全対象	美留和地区
		道路	国道391(美留和地区付近)

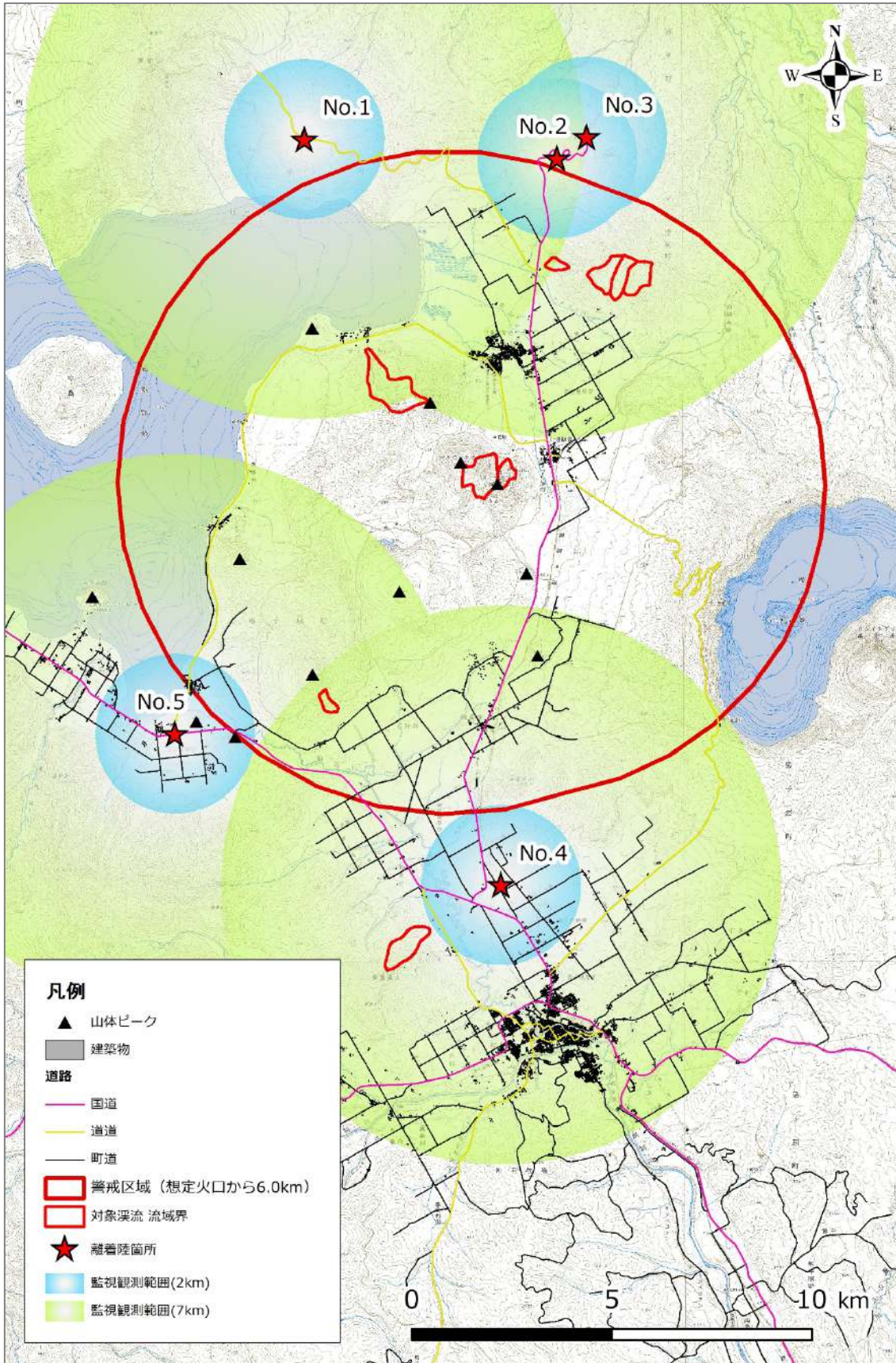


図 4.9 UAV 離発着候補箇所 位置図



## 4.5 情報通信網の整備（参考）

監視観測結果等の情報を提供するために、必要に応じて情報通信網の整備を行う。また、緊急時の整備等が困難な場合は、関係機関からの機材借用や情報提供用に開発されたシステムの活用等に向けて平常時から調整をおこなう。

北海道から情報提供をおこなうための情報通信システムは現状未整備である。

緊急時の借用機材の候補として、国土交通省が保有する Ku-SAT（衛星小型画像転送装置）等が挙げられる（図 4.10）。

また、防災科学技術研究所が開発した「火山観測データ一元化共有システム（JVDN システム）」（図 4.11）は、登録・ログインすることで監視観測データの閲覧が可能となるため、これを活用する方法も考えられる。



Ku-SAT(衛星小型画像転送装置)

図 4.10 情報通信システム/機器の例

### ■火山観測データ一元化共有システム

【URL】 <https://jvdn.bosai.go.jp/portal/ja/>



図 4.11 火山観測データ一元化共有システム（JVDN システム）のトップページ

## 第5章 緊急ハード対策

### 5.1 実施方針

緊急ソフト対策実施により工事従事者の安全確保が完了次第、対策を開始する。なお、想定火口に最も近い硫黄山沢川・ミソノ川は最優先対策対象とする。

マグマ噴火移行時（兆候確認を含む）は原則として対策中止とし、ソフト対策主体へ切り替える。

#### 【アトサプリー火山における緊急ハード対策の前提条件】

- ① 観測記録の残る噴火実績が無いため、噴火までの推移、リードタイム想定が困難。
- ② 噴火の推移に応じ、対策可能箇所・対策可能期間が制限される。
- ③ 広く国有林・国立公園等の法規制に指定されている。用地に関して関係機関と事前に調整しておく必要がある。
- ④ 既往の砂防施設が存在しないため、短期間で施工可能な除石等が実施できない。  
このため、準備工も含め対策に時間のかからない場所、工法を選択する。



《目的》土砂・流木の捕捉・導流で、「保全対象の減災」を図る。

《対象現象》降灰後の降雨型泥流（融雪型火山泥流、火口噴出型泥流は効果検証を主体）

《対象箇所》水蒸気噴火時の降灰1cmの堆積の可能性がある範囲の土石流危険渓流  
（ミソノ川、硫黄山沢川は源頭部が想定火口となるため優先的に対策実施）

《対策目標》緊急ハード対策の整備目標は以下の通りとする。

#### ○降灰後の降雨型泥流

**10年超過確率雨量により発生する土砂量**を整備目標の一つの目安とする。

#### ○融雪型火山泥流

硫黄山沢川、ミソノ川で発生する融雪型火山泥流は、**地形的に可能な範囲でハード対策による貯留を試みる。**

困難な場合、「泥流ピーク流量を低減させ避難時間を稼ぐ」及び「保全対象への直接被害を防護する」ことを目的とした対策を可能な範囲で行う。

## 5.2 対策工の工種・工法

緊急ハード対策施設は、アトサヌプリ火山周辺の砂防対策施設の整備状況等を踏まえ、他火山等における緊急対応実績をもつ一般的な工種・工法のうち、最低限の施工で効果を発揮するものを標準とする。なお、対象現象の「低頻度の降雨で繰り返し発生する」という特徴を考慮し、繰り返し土砂を捕捉可能な工種についても検討する。

### 5.2.1 一般的な工種・工法

緊急ハード対策で用いる一般的な工種・工法の一覧を表 5.1 に示す。緊急ハード対策は、対策期間が十分とれない可能性を考慮し、原則として「短期間でできる対策」と「期間が必要な対策」を組み合わせた「段階的な対策」とする。

各工種・工法の外観等は次頁以降に示す。

表 5.1 緊急ハード対策で用いる一般的な工種・工法

目的	工種・工法	特徴
貯砂・貯留	えん堤工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型土のうやコンクリートブロックを用いて施工する</li> <li>・資材の事前備蓄が必要</li> <li>・規模に応じて高い効果が得られる</li> <li>・繰り返しの発生に対して、緊急除石による効果回復が見込める</li> </ul>
	遊砂地工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブロック積み及び掘削により施工する</li> <li>・高い効果が見込まれ、泥流への対応も可能</li> <li>・広い施工面積が必要であり、施工期間も長くなる傾向がある</li> <li>・繰り返しの発生に対して、緊急除石による効果回復が見込める</li> </ul>
導流	導流堤工 (土のう積み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下流域の河川沿いや建物の周囲に施工する</li> <li>・大型土のう袋の事前備蓄や中詰め土砂の確保が必要</li> </ul>
	導流堤工 (ブロック積み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下流域の河川沿いや建物の周囲に施工する</li> <li>・コンクリートブロックの事前備蓄が必要</li> </ul>
	囲ぎよう堤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物の周囲を大型土のうで囲んで施工する</li> <li>・その他の特徴は土のう積みに準じる</li> </ul>
流木止め	鋼製枠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設堰堤の水通し部に設置する</li> <li>・鋼材の準備が必要</li> </ul>
	リングネット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流路や既設堰堤の上流域に設置する</li> <li>・変形する柔構造のため、高い効果が見込める</li> <li>・設置するためには、両岸へのアンカー設置等が必要</li> </ul>

## (1) 砂防堰堤

砂防堰堤は、噴火活動終息後の撤去を前提として大型土のうやコンクリートブロックを用いた堤体を標準とする。一方で、実際の施工時には資機材の調達状況を考慮し、ソイルセメントや土構造及びその複合構造など柔軟に対応する必要がある（表 5.2）。

また、この工種・工法は降灰後の降雨型泥流等の発生後に緊急除石をおこない堆砂容量を確保することで、繰り返しの発生に対して効果量の回復を見込むことができる。

表 5.2 砂防堰堤 本体部の工種・工法

工法	仮設堤工	仮設堤工
工種	ブロック工	ブロック+中詰めソイルセメント工
模式図		
概要	・堤体をすべてコンクリートブロックで施工する	・堤体をコンクリートブロックと中詰めソイルセメント工（INSEM工法）で施工する。
特徴	・強度があり安定性がある。 ・ブロック数が多く必要となり備蓄が必要である。 ・撤去が容易であり、道路通行部を空けることも可能。	・強度があり安定性がある。 ・残土を利用出来る利点があるが、周辺より盛土材を確保する必要がある。 ・撤去時には産業廃棄物となる。
工法	仮設堤工	仮設堤工
工種	ブロック+盛土工	アースダム工
模式図		
概要	・堤体をコンクリートブロックと盛土で施工する。	・堤体を均一な盛土材で施工する。
特徴	・上流側にコンクリートブロックを設置することにより強度を持たせ、盛土材を少なくする。 ・法面保護が必要である。	・施工が容易である。 ・周辺より大量の盛土材の確保が必要である。 ・法面保護が必要である。

## (2) 遊砂地工

遊砂地工は、貯留空間の掘削（上流部）と噴火活動終息後の撤去を前提として大型土のうやコンクリートブロックを用いた堤体（下流部）による施工を標準とする（表 5.3）。

また、この工種・工法は降灰後の降雨型泥流等の発生後に緊急除石をおこない堆砂容量を確保することで、繰り返しの発生に対して効果量の回復を見込むことができる。

表 5.3 遊砂地工の工種・工法

工法	遊砂地工
工種	掘削工
模式図	
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遊砂地空間の確保により、二次泥流を捕捉する。</li> <li>・掘削土砂の仮置き場が必要</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工が容易である</li> </ul>

### (3) 導流堤工

導流堤工は、噴火活動終息後の撤去を前提として大型土のうやコンクリートブロックを用いた堤体による施工を標準とする（表 5.4）。

なお、大型土のうの設置列は「耐候性大型土のう積層工法マニュアル（H29年6月版）」に基づき、1段あたりの最小設置2列を標準とする。

表 5.4 導流堤工の工種

工種	大型土のう工	ブロック工
模式図		
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型土のうで、導流堤を作成する。</li> <li>・大型土のうでボックスカルバートを閉塞する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートブロックで、導流堤を作成する。</li> <li>・コンクリートブロックでボックスカルバートを閉塞する。</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工時間が早い。</li> <li>・備蓄がブロックと比較して場所が少なく済む。</li> <li>・中詰め土砂を確保する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・強度があり、安定性がある。</li> <li>・ブロック数が多く必要となり備蓄が必要である。</li> <li>・撤去が容易である。</li> </ul>

### (4) 囲ぎよう堤

囲ぎよう堤は、噴火活動終息後の撤去を前提として大型土のうを用いた堤体による施工を標準とする（図 5.1）。なお、大型土のうが設置困難な箇所等については、小型水防土のう等による施工も許容する。



図 5.1 囲ぎよう堤の事例

### (5) 簡易流木止め

流木止めは、既設砂防堰堤の周辺や流路内への設置を標準とするが、撤去が困難となる可能性があることに留意されたい（図 5.2）。

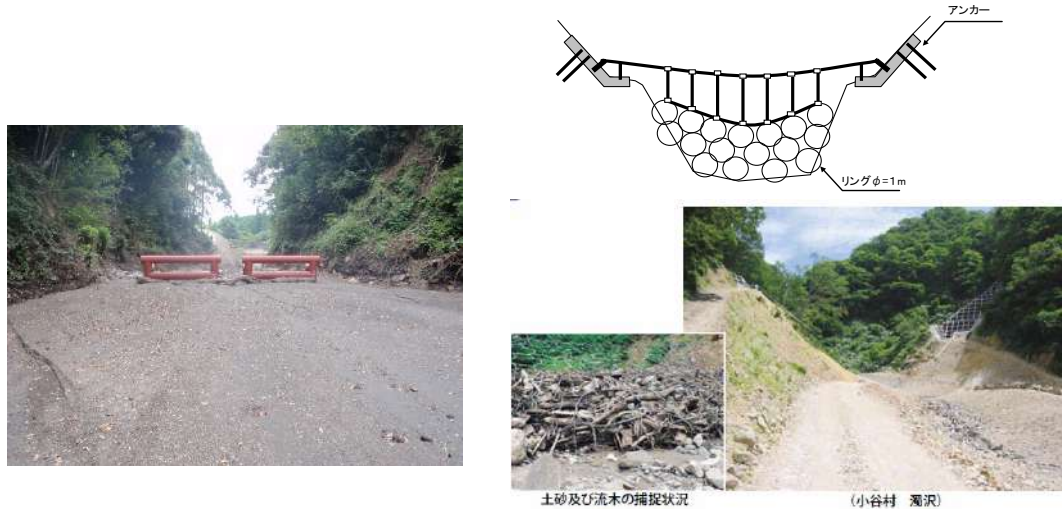


図 5.2 流木対策の事例（左：鋼製牛柵（新燃岳）、右：ワイヤネット）

#### 5.2.1 施設効果量の考え方

降灰後の降雨型泥流は、元河床勾配の  $2/3$  の勾配で堆積すると考え、施設効果量を算出する。融雪型火山泥流は、細流土砂と大量の水を含む流れであることから、水平に堆積すると考え、施設効果量を算出する。

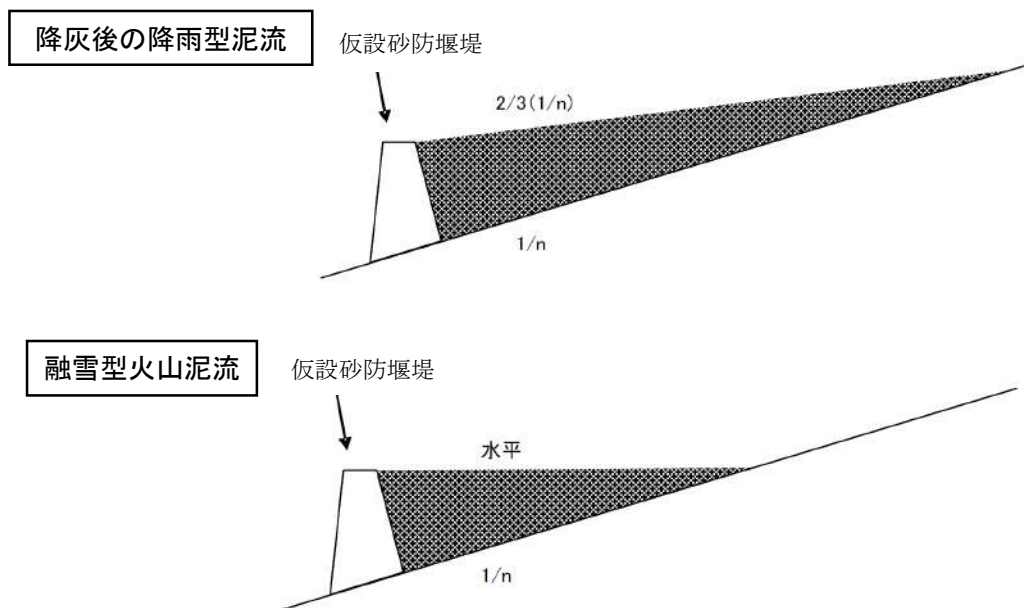


図 5.3 施設効果量の考え方

### 5.2.2 工種・工法の選定

アトサヌプリ火山は火山砂防基本計画がなく、現時点で砂防堰堤が未整備であることから、既設堰堤の「除石」や「嵩上げ」は実施できない。

一方で、保全対象が分布する谷出口下流域の平坦部では大型土のうなどの設置スペースが確保しやすいことから、本計画では、最低限の施工で効果を発揮する工種として、河川沿いや保全家屋周辺へ導流堤工設置等を採用する。

また、対策優先度の高い対象溪流（硫黄山沢川・ミソノ川）については、掘削と撤去可能なブロック工を用いた遊砂地工も併用する。この工種は、河川沿いの空間（荒地等）を掘削し、泥流のピーク流量を低減させることで、下流の仮設堤防の効果を高めるとともに、繰り返し土砂を捕捉可能とすることを主目的とする。

ただし、実際の緊急時には調達可能な資機材の状況により、ブロックやソイルセメント、土構造に加えてその複合構造など柔軟に対応する必要がある。

表 5.5 対象溪流 対策の工種・工法の選定結果

溪流名		工種工法
硫黄山沢川	共通	案1 導流堤工（大型土のう）
		案2 遊砂地工
ミソノ川		案3 導流堤工（大型土のう）
アメマス左1の沢川		導流堤工（大型土のう）
アメマス左2の沢川	共通	導流堤工（大型土のう）
アメマス左3の沢川		
ニタトルシューケ川		
仁伏川		導流堤工（大型土のう）
石狩別1の沢川		導流堤工（大型土のう）
美羅尾川		導流堤工（大型土のう）



### 5.2.3 無人化施工

無人化施工とは、建設機械の操縦席にオペレーターが搭乗して運転操作するかわりに、危険な場所や立入規制区域から離れた安全な場所から、無線による遠隔操作によって建設機械を制御しながら施工することをいう。

本計画では、シナリオケース 1 では立入規制区域外での対策、シナリオケース 2 では対策中止を基本とするため、通常の有人施工を基本とする。一方で、今後の技術の進歩に伴い課題の解消が見込める場合は、その適応について再度検討する。

#### ■無人化施工の特徴

- ・ オペレーターは、遠隔操作室にて、建設機械に取り付けたCCDカメラや移動式カメラ車等からの映像をもとに運転操作を行う。また、建設機械同士の接触などを避けるために、建設機械の運行状況をリアルタイム測量により確認する。
- ・ 施工場所と遠隔操作する場所との距離は、無線の場合、現地条件（見通し等）や画像・データ伝送のシステム構成にもよるが、最長で約2km程度である。
- ・ 無人化施工の資機材やオペレーターは全国でも限られており、施工能率も有人施工と比べて60%程度に下がる。



図 5.4 無人化施工で使用する主な機材

## 5.3 施工可能期間の設定

過去の他火山噴火時の緊急対策事例に基づき、噴火後「1ヶ月程度」と想定する。

アトサヌプリ火山では、火山活動の推移を予測するための噴火履歴資料が乏しく、あらかじめ対策可能期間等を設定することが難しい。そのため、本計画では、平成26年御嶽山噴火時の緊急減災対策実施事例における施工期間を参考として、施工可能期間を設定する。

御嶽山噴火時の緊急減災対策の概要を以下に示す。

### ■火山噴火時のブロック堰堤施工事例（御嶽山）



図 5.5 鹿ノ瀬川に設置したブロック堰堤

- 降灰後の土石流のおそれが生じる場合に備え、砂防施設の無い鹿ノ瀬川に緊急的にブロック堰堤（幅約34m、高さ約4m、4tブロック330個）の設置。
- ブロック堰堤は、10月2日着手し、30日に完成。
- ブロックは多治見砂防国道事務所管内における緊急対策に必要な資材として、管内の滑川地区に備蓄していたものを用いた。このブロックは、南木曾町梨子沢の土石流災害後に設置されているブロック堰堤においても使用した。

出典：林真一郎・他（2015）平成26年9月御嶽山噴火による土砂災害に対する二次災害防止の取組。砂防学会誌，Vol.67，No.6，p.86-91.

## 5.4 施設配置方針

数値シミュレーションによる影響想定範囲に対して、現実的に対策工を整備可能な配置であることを考慮した上で、被害を軽減可能な配置及び規模（積み段数）とする。  
対策工の減災効果については、数値シミュレーションにより確認する。

緊急ハード対策の対策方針に基づき、10年超過確率雨量により発生する土砂量を整備目標とした場合の対策数量の概数を表 5.6 に示す。

各対象溪流の対策方針（施設配置等）については次頁以降に整理し、対策前後の数値シミュレーション結果は「参考資料編」に整理する。

表 5.6 緊急ハード対策の工種・工法及び概略施工数量一覧（目標：10年超過確率規模）

溪流名		工種工法	概略施工数量	
			延長, 面積等	数量
硫黄山沢川	共通	対策工案1 導流堤工 (仮設堤防)	約 1500m (1 段積み)	大型土のう 約 3000 個
		対策工案2 遊砂地工	掘削 約 27000m <sup>2</sup> 本堤部 約 80m	土工量 約 27000m <sup>3</sup> Co ブロック約 550 個
ミソノ川		対策工案3 導流堤工	約 350m (3 段積み) 約 2700m (2 段積み)	大型土のう 約 16500 個
アメマス左1の沢川	共通	導流堤工	約 200m (1 段積み)	大型土のう 約 400 個
アメマス左2の沢川			約 800m (1 段積み) ※(アメマス左1の沢含む)	大型土のう 約 1600 個 ※(アメマス左1の沢含む)
アメマス左3の沢川				
ニタトルシューケ川				
仁伏川	導流堤工	約 600m (2 段積み)	大型土のう 約 3000 個	
石狩別1の沢川	導流堤工	約 100m (1 段積み)	大型土のう約 200 個	
美羅尾川	導流堤工	約 100m (1 段積み)	大型土のう約 200 個	

※アメマス左1の沢川の保全対象はアメマス左2の沢川、3の沢川、ニタトルシューケ川の氾濫範囲に含まれるため、これらの溪流の対策に含める。

本計画では、対策優先度の高い対象溪流（硫黄山沢川・ミソノ川）について複数の対策工案を検討している。これらの対策工案は平常時の用地調整結果や噴火時の現地状況に併せて臨機応変に選択可能とするために検討したものであり、緊急時にすべての対策工案を同時に実施するわけではないことに留意されたい。

各対策工案の選択フローを図 5.6 に示す。

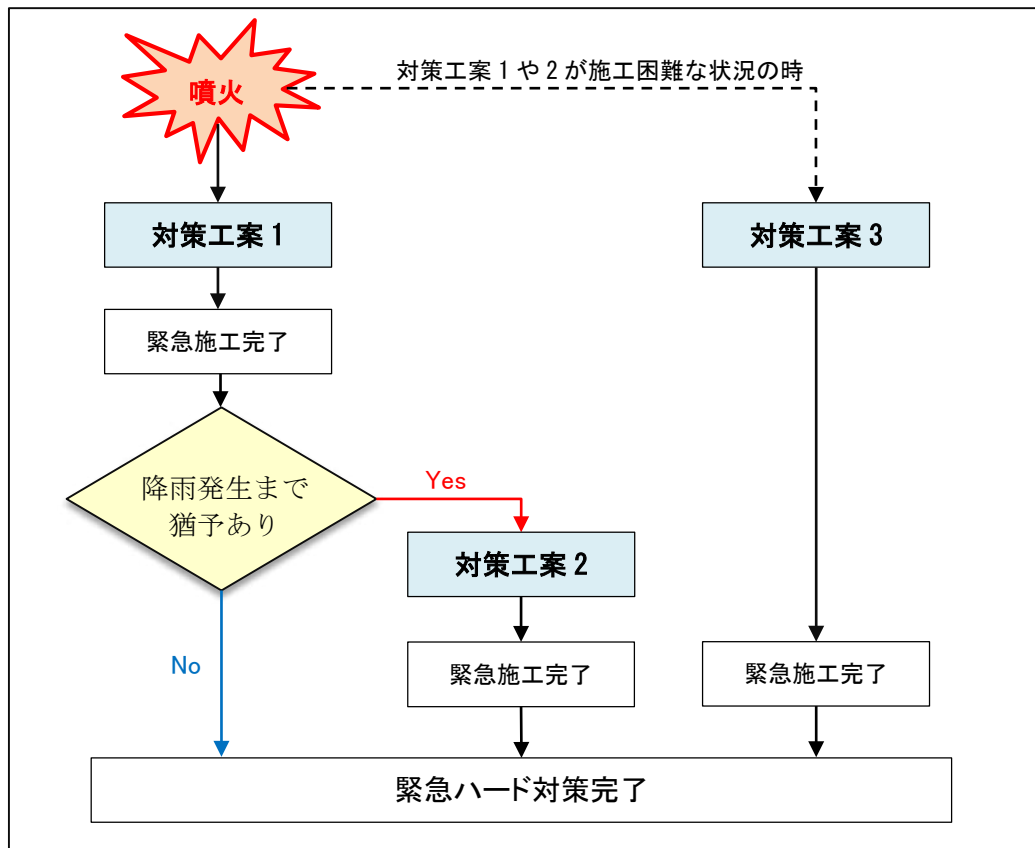


図 5.6 硫黄山沢川・ミソノ川における対策工選択フロー

## 5.4.1 硫黄山沢川・ミソノ川 対策方針

### (1) 対策工案1

#### ○場所の前提条件

- ・対象現象は「降灰後の降雨型泥流」である。
- ・砂防施設は未整備。
- ・保全対象は川湯温泉地区。
- ・噴火警戒レベル5（マグマ噴火時）で警戒区域かつ立入規制範囲となる。

#### ○降雨型泥流の特徴

- ・降雨規模により発生する土砂量が変化する。
- ・小規模な降雨でも発生するため、頻発する可能性がある。

#### 【降雨型泥流に対する緊急減災対策方針】

川湯温泉地区を保全するため、湯川沿いに仮設堤防として導流堤工（大型土のう）を設置し、可能な限り降雨型泥流の氾濫抑制を図る。

#### <留意点>

- ・マグマ噴火時に警戒区域かつ立入規制範囲内になるため、緊急時の施工可能期間はレベル3～5（水蒸気噴火時）である。また、アトサヌプリ（硫黄山）から北に約3kmに位置するが、居住地区内での対策であるため、平常時からの対策が困難である。
- ・自然公園（普通地域）かつ民有地付近であるため、用地について関係機関（主に環境省、弟子屈町）と調整しておく必要がある。

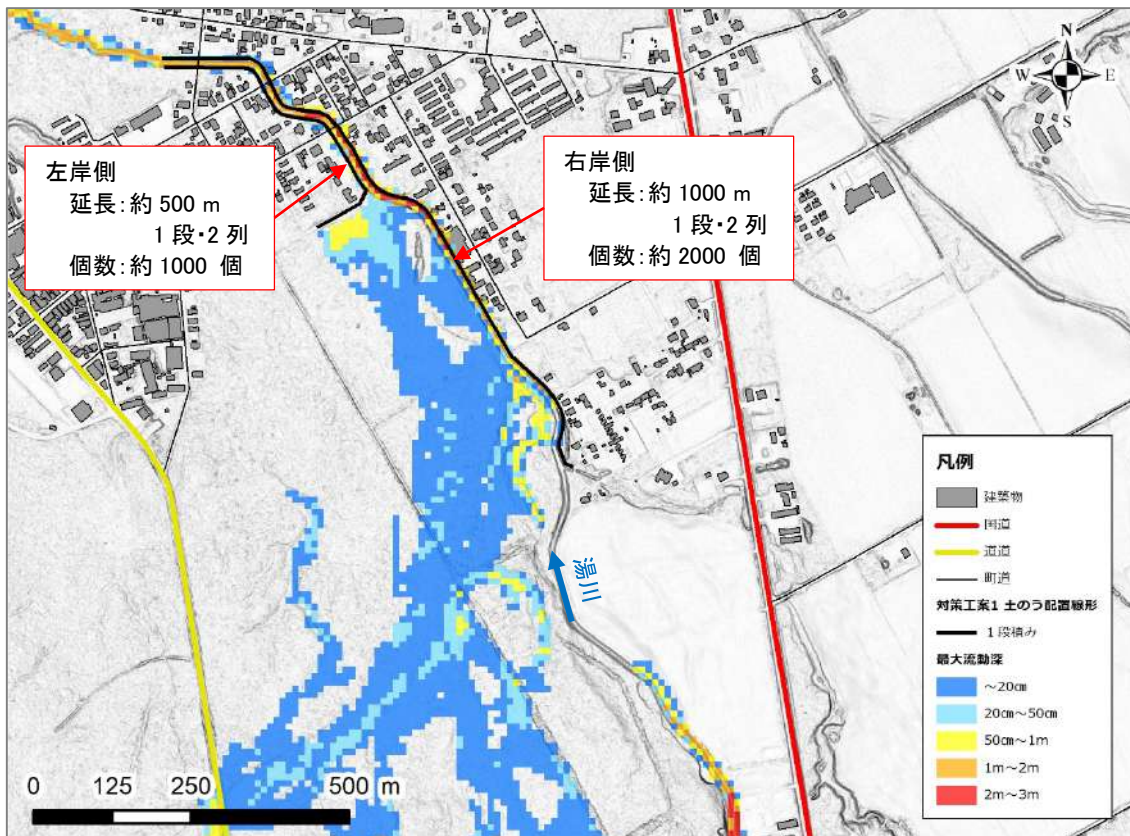


図 5.7 硫黄山沢川・ミソノ川 対策工案1 配置案及び概算数量

## (2) 対策工案2

### ○場所の前提条件

- ・対象現象は「降灰後の降雨型泥流」である。
- ・砂防施設は未整備。
- ・保全対象は川湯温泉地区。
- ・噴火警戒レベル5（マグマ噴火時）で警戒区域かつ立入規制範囲となる。

### ○降雨型泥流の特徴

- ・降雨規模により発生する土砂量が変化する。
- ・小規模な降雨でも発生するため、頻発する可能性がある。

### 【降雨型泥流に対する緊急減災対策方針】

川湯温泉地区を保全するため、湯川に遊砂土工（掘削+コンクリートブロック）を整備し、可能な限り降雨型泥流の貯留を図る。

#### <留意点>

- ・マグマ噴火時に警戒区域かつ立入規制範囲内になるため、緊急時の施工可能期間はレベル3～5（水蒸気噴火時）である。また、アトサヌプリ（硫黄山）から北に約3kmに位置するが、居住地区内での対策であるため、平常時からの対策が困難である。
- ・自然公園（普通地域）かつ民有林であるため、用地について関係機関（主に環境省、弟子屈町）と調整しておく必要がある。

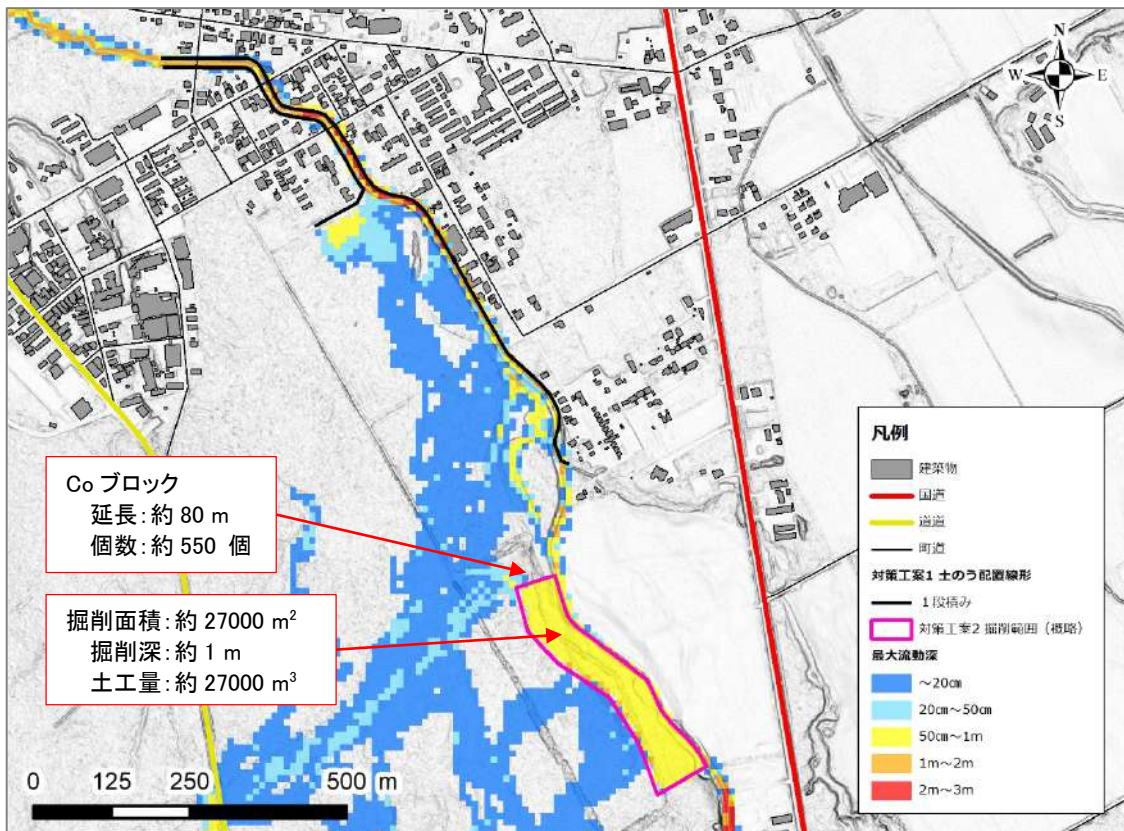


図 5.8 硫黄山沢川・ミソノ川 対策工案2 配置案及び概算数量

### (3) 対策工案3

#### ○場所の前提条件

- ・対象現象は「降灰後の降雨型泥流」である。
- ・砂防施設は未整備。
- ・保全対象は川湯温泉地区。
- ・噴火警戒レベル5（マグマ噴火時）で警戒区域、噴火警戒レベル3で立入規制範囲となる。

#### ○降雨型泥流の特徴

- ・降雨規模により発生する土砂量が変化する。
- ・小規模な降雨でも発生するため、頻発する可能性がある。

#### 【降雨型泥流に対する緊急減災対策方針】

川湯温泉地区を保全するため、道道52号及び国有林、自然公園（特別地域・特別保護地区）に導流堤工（大型土のう）を設置し、可能な限り降雨型泥流の流行制御を図る。

##### <留意点>

- ・マグマ噴火時に警戒区域となるため、緊急時の施工可能期間はレベル3～5（水蒸気噴火時）である。また、アトサヌプリ（硫黄山）から北に約1～3kmに位置するが、道路上及び環境省法規制範囲のため平常時からの対策が困難である。
- ・国有保安林、自然公園（特別地域・特別保護地区）かつ一部が立入規制区域内であるため、伐採範囲及び用地について関係機関（主に林野庁、環境省、弟子屈町）と調整しておく必要がある。

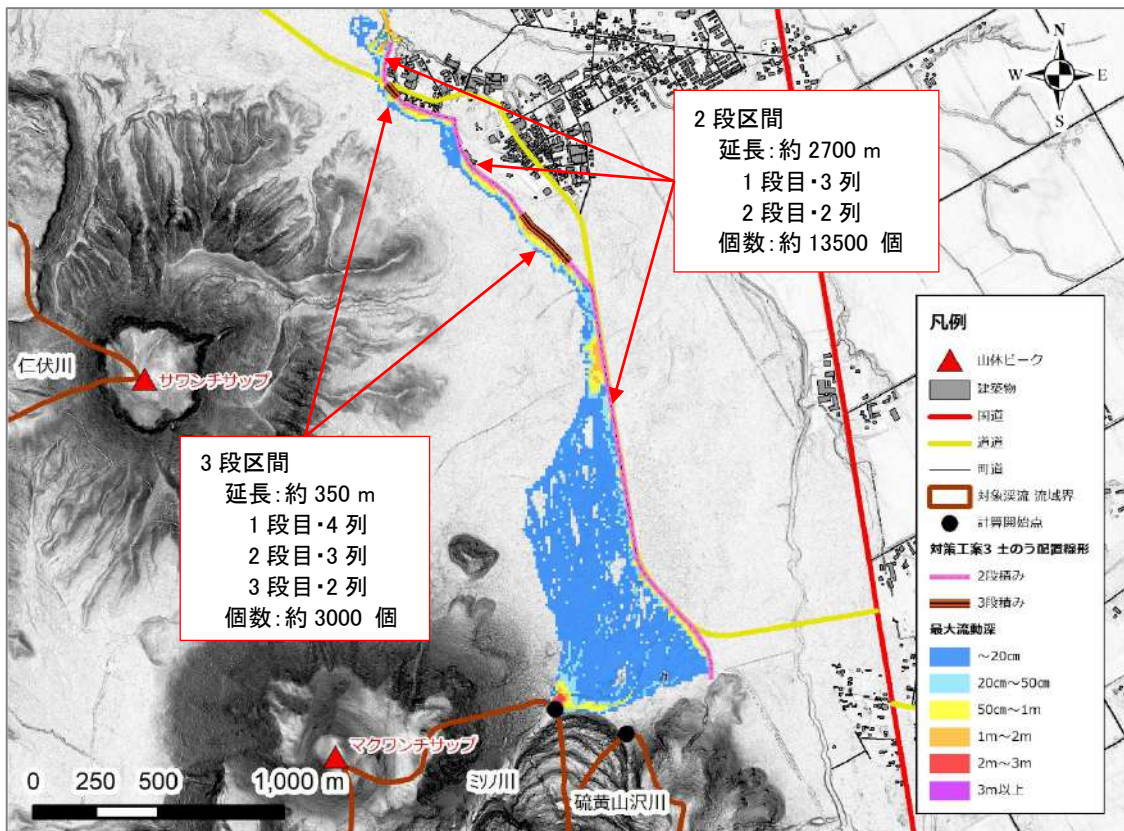


図 5.9 硫黄山沢川・ミソノ川 対策工案3 配置案及び概算数量

## 5.4.2 アメマス左1の沢川 対策方針

### ○場所の前提条件

- ・対象現象は「降灰後の降雨型泥流」である。
- ・砂防施設は未整備。
- ・保全対象は下流域の人家（1軒）。
- ・噴火警戒レベル5（マグマ噴火時）で警戒区域かつ立入規制範囲となる。

### ○降雨型泥流の特徴

- ・降雨規模により発生する土砂量が変化する。
- ・小規模な降雨でも発生するため、頻発する可能性がある。

### 【降雨型泥流に対する緊急減災対策方針】

下流域の人家を保全するため、アメマス川沿い及び保全対象付近に導流堤工（大型土のう）を設置し、可能な限り降雨型泥流の流行制御を図る。

#### <留意点>

- ・マグマ噴火時に警戒区域内になるため、緊急時の施工可能期間はレベル3～5（水蒸気噴火時）である。また、アトサヌプリ（硫黄山）北東約4kmに位置するが、人家の敷地内のため平常時からの対策が困難である。
- ・自然公園（普通地域）かつ民有地付近であるため、用地について関係機関（主に環境省、弟子屈町）と調整しておく必要がある。

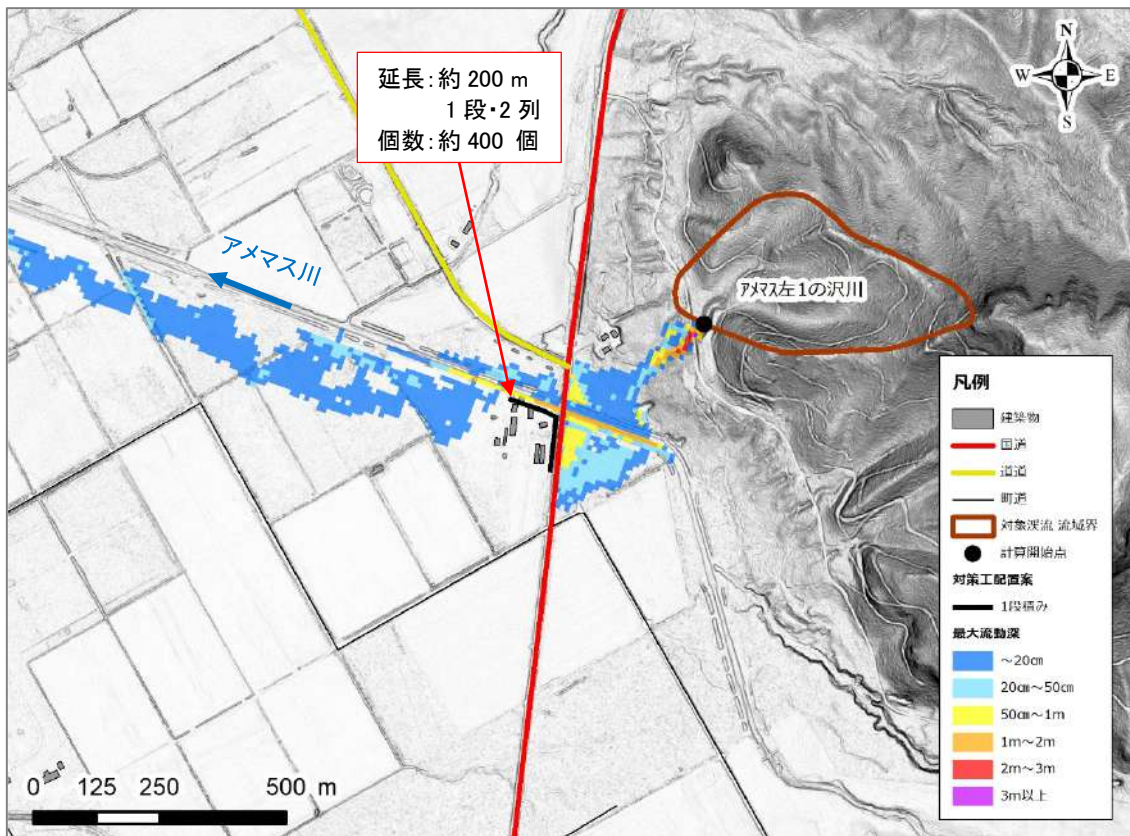


図 5.10 アメマス左1の沢川 対策工配置案及び概算数量



### 5.4.3 アメマス左2の沢川ほか 対策方針

(兼 アメマス左3の沢川、ニタトルシューケ川の対策方針)

#### ○場所の前提条件

- ・対象現象は「降灰後の降雨型泥流」である。
- ・砂防施設は未整備。
- ・保全対象は下流域の人家（2軒）。
- ・噴火警戒レベル5（マグマ噴火時）で警戒区域かつ立入規制範囲となる。

#### ○降雨型泥流の特徴

- ・降雨規模により発生する土砂量が増加する。
- ・小規模な降雨でも発生するため、頻発する可能性がある。

#### 【降雨型泥流に対する緊急減災対策方針】

下流域の人家を保全するため、保全対象付近に導流堤工（大型土のう）を設置し、可能な限り降雨型泥流の流行制御を図る。

<留意点>

- ・マグマ噴火時に警戒区域内になるため、緊急時の施工可能期間はレベル3～5（水蒸気噴火時）である。また、アトサヌプリ（硫黄山）から北東約4kmに位置するが、人家の敷地内のため平常時からの対策が困難である。
- ・自然公園（普通地域）かつ民有地付近であるため、用地について関係機関（主に環境省、弟子屈町）と調整しておく必要がある。
- ・これら3溪流分の対策時はアメマス左1の沢川の対策も同様に実施する必要がある。

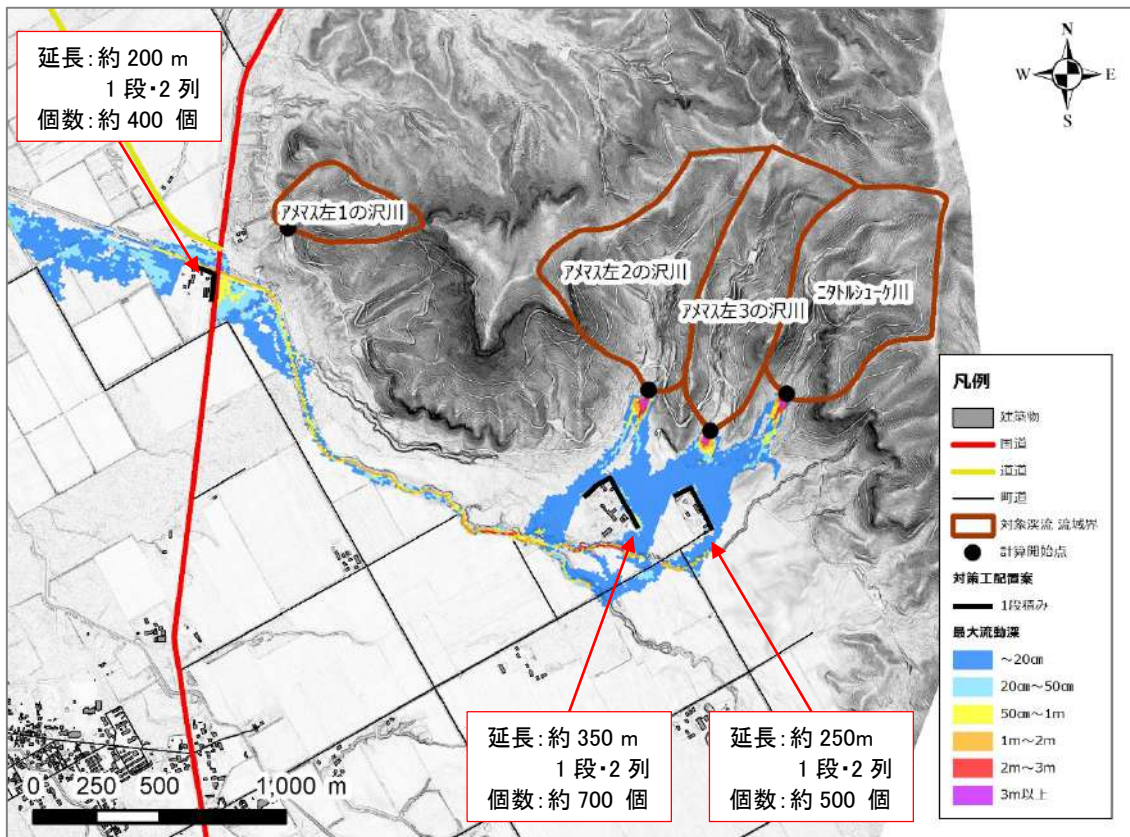


図 5.11 アメマス左2の沢川ほか 対策工配置案及び概算数量

#### 5.4.4 仁伏川 対策方針

##### ○場所の前提条件

- ・対象現象は「降灰後の降雨型泥流」である。
- ・砂防施設は未整備。
- ・保全対象は仁伏地区。
- ・噴火警戒レベル5（マグマ噴火時）で警戒区域かつ立入規制範囲となる。

##### ○降雨型泥流の特徴

- ・降雨規模により発生する土砂量が変化する。
- ・小規模な降雨でも発生するため、頻発する可能性がある。

##### 【降雨型泥流に対する緊急減災対策方針】

仁伏地区を保全するため、谷出口付近及び道道52号沿いに導流堤工（大型土のう）を設置し、可能な限り降雨型泥流の流行制御を図る。

##### <留意点>

- ・マグマ噴火時に警戒区域内になるため、緊急時の施工可能期間はレベル3～5（水蒸気噴火時）である。また、火口から約4kmと近いが、道路上及び人家周辺のため平時からの対策が困難である。
- ・自然公園（特別地域）かつ一部が民有林であるため、用地について関係機関（主に環境省、弟子屈町）と調整しておく必要がある。

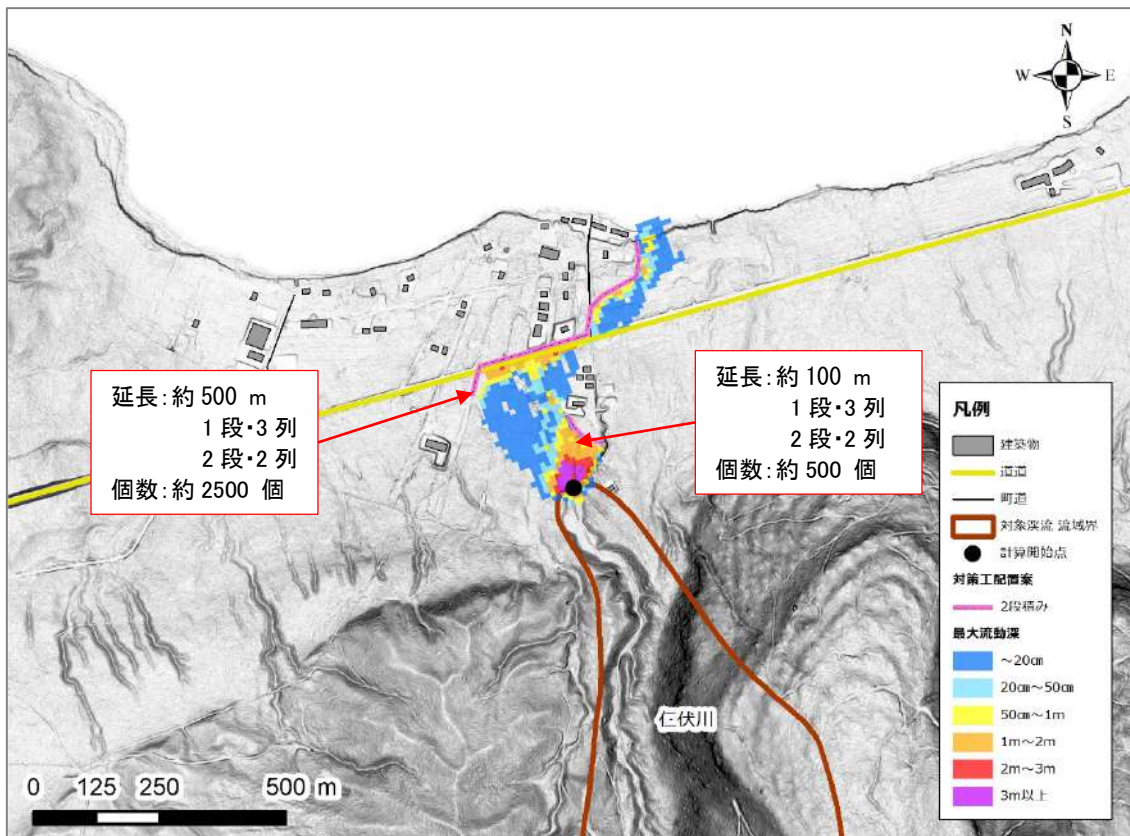


図 5.12 仁伏川 対策工配置案及び概算数量

#### 5.4.5 石狩別1の沢川 対策方針

##### ○場所の前提条件

- ・対象現象は「降灰後の降雨型泥流」である。
- ・砂防施設は未整備。
- ・保全対象は下流域の人家（2軒）。
- ・噴火警戒レベル5（マグマ噴火時）で警戒区域かつ立入規制範囲となる。

##### ○降雨型泥流の特徴

- ・降雨規模により発生する土砂量が変化する。
- ・小規模な降雨でも発生するため、頻発する可能性がある。

##### 【降雨型泥流に対する緊急減災対策方針】

下流域の人家を保全するため、保全対象付近に導流堤工（大型土のう）を設置し、可能な限り降雨型泥流の流行制御を図る。

##### <留意点>

- ・マグマ噴火時に警戒区域内になるため、緊急時の施工可能期間はレベル3～5（水蒸気噴火時）である。また、火口から約4kmと近いが、道路上及び人家周辺のため平時からの対策が困難である。
- ・自然公園（普通地域）かつ民有地付近であるため、用地について関係機関（主に環境省、弟子屈町）と調整しておく必要がある。

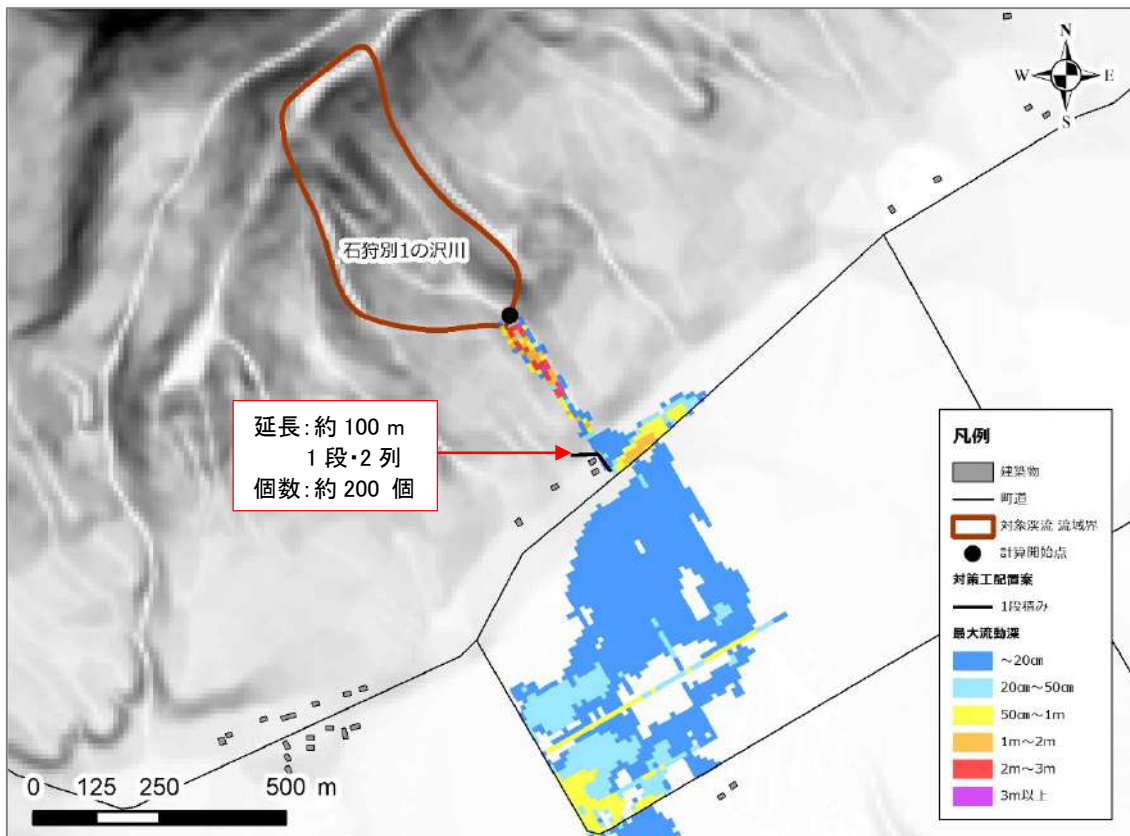


図 5.13 石狩別1の沢川 対策工配置案及び概算数量

### 5.4.1 美羅尾川 対策方針

#### ○場所の前提条件

- ・対象現象は「降灰後の降雨型泥流」である。
- ・砂防施設は未整備。
- ・保全対象は下流域の人家（1軒）。
- ・噴火警戒レベル5（マグマ噴火時）においても警戒区域範囲外。

#### ○降雨型泥流の特徴

- ・降雨規模により発生する土砂量が変化する。
- ・小規模な降雨でも発生するため、頻発する可能性がある。

#### 【降雨型泥流に対する緊急減災対策方針】

下流域の人家を保全するため、保全対象付近に導流堤工（大型土のう）を設置し、可能な限り降雨型泥流の流行制御を図る。

##### <留意点>

- ・マグマ噴火時においても警戒区域範囲外であるため、緊急時の施工可能期間はレベル3以上のいずれの局面でも施工可能である。また、人家周辺のため平常時からの対策が困難である。
- ・関係機関による法規制はないが民有地付近であるため、用地については弟子屈町と調整しておく必要がある。

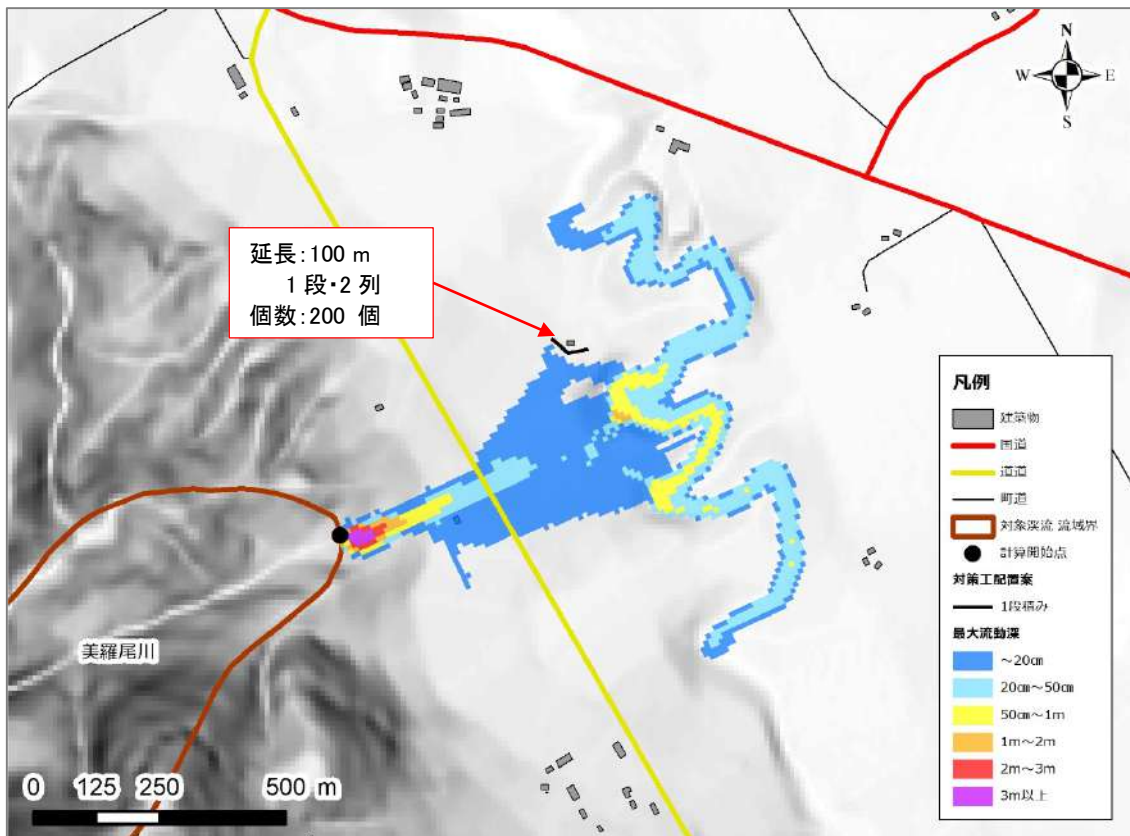


図 5.14 美羅尾川 対策工配置案及び概算数量