

十 勝 岳
火山噴火緊急減災対策砂防計画
に関する検討報告書

平成 22 年 3 月

十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会

はじめに

十勝岳の1926年(大正15年)5月24日の噴火では、融雪型火山泥流が発生し、死者・行方不明者144名を出した。北海道内の火山活動に伴う災害としては、20世紀以降最大の災害である。1962年(昭和37年)には大噴火を起こし、鉱山作業員5人が死亡した。1988-89年(昭和63-平成元年)の噴火では、小規模なマグマ水蒸気爆発と火砕サージ、火砕流が発生して、住民避難は4ヶ月間に及んだ。

このような活発な噴火を繰り返す十勝岳の山頂火口から約3~6kmの山腹部には、十勝岳温泉や白金温泉等の観光施設、約15~20kmには美瑛町、上富良野町の市街地が広がる。十勝岳で想定されている噴火災害から、住民の生命、財産保護、地域の被害を軽減するために、国および北海道の砂防部局では1989年に策定された十勝岳周辺火山泥流対策基本計画(案)に基づき、砂防施設の整備を着実に進めている。

しかし、想定される土砂移動の規模は大きく、砂防施設の整備には長期間を要することから整備途上において火山が噴火した場合には、施設の能力を超える外力となる。また、現実には噴火規模、噴火時の積雪状況等により、火山活動に伴う泥流の影響範囲や泥流量等を正確に予測することは困難であり、実際の対策時には、対策に係る時間、使用可能な機材、立ち入り制限等の制約に合わせ柔軟な対応が必要となる。

このため、あらかじめ十勝岳において考えられる噴火シナリオを想定し、十勝岳の積雪量等から可能性があり、かつ現施設能力を超える泥流量に対し、被害を軽減するための具体的な緊急的な減災対策を考えておく必要がある。そこで、平成20年10月から平成22年3月まで1年半をかけ、学識者および行政担当者からなる十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会(委員長:丸谷知己北大教授)を設置して、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)に基づいた検討を行った。本報告書は、本委員会における検討結果をとりまとめたものである。今後、本報告書を踏まえて、十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画(案)の策定が進められることを期待する。

なお、緊急減災対策の実効性を高めるためには、平常時からの準備事項の整理、砂防施設の整備状況、技術進歩、社会情勢の変化等に応じ適宜計画(案)を見直していくことが重要である。



平成22年3月

十勝岳火山噴火緊急減災対策
砂防計画検討委員会

図 1926年大正泥流の流下範囲と被害の状況

左図¹⁾:大正泥流の流下範囲、右上写真²⁾、右下写真³⁾:被害状況

十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画に関する検討報告書

— 目 次 —

第1章 十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の必要性	1
1.1 十勝岳の現状	1
1.2 十勝岳周辺火山泥流対策基本計画(案)の概要と対策整備の現況	5
1.3 想定される影響・被害	12
1.4 十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の必要性	13
第2章 噴火に伴い想定される土砂移動現象	14
2.1 十勝岳で想定される火山現象と土砂移動	14
2.2 十勝岳噴火シナリオと噴火予報・警報	18
第3章 本計画で対象とする現象と対策方針	27
3.1 前提事項	27
3.2 緊急ハード対策の方針	28
3.3 緊急ソフト対策および緊急調査の方針	29
3.4 十勝岳減災行動ワーキンググループの設置	29
3.5 対策で対象とする現象・規模	30
3.6 対策のタイミング	34
第4章 緊急ハード対策	36
4.1 緊急ハード対策の検討項目	36
4.2 対策場所	36
4.3 対策工法・規模の概要と対策の順序	37
4.4 個別箇所における対策概要	42
4.5 緊急ハード対策による減災効果のシミュレーション	47
第5章 緊急ソフト対策	51
5.1 対策の概要と実施のタイミング	51
5.2 緊急ソフト対策の実施内容	52
第6章 緊急調査	59
6.1 緊急調査の実施項目	59
6.2 地形・気象・既存施設の変化の確認	59
6.3 火山活動に伴う降灰等不安定土砂の把握	61
第7章 今後の緊急減災対策の検討に向けて	62
7.1 平常時からの準備事項	63
7.2 緊急ハード対策に関して平常時からの準備しておくべき事項	63
7.3 (参考) 緊急時作業期間が短縮できる事項	65
7.4 十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の全体像	67
本資料で用いる用語の定義	69

第1章 十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の必要性

1.1 十勝岳の現状

1.1.1 十勝岳の位置

十勝岳（2,077m）は、北海道のほぼ中央部にあり、美瑛富士（1,888m）・美瑛岳（2,052m）・前十勝岳（1,790m）・上ホロカメットク山（1,920m）・富良野岳（1,912m）などの山々がほぼ一列に並ぶ十勝岳連峰の中心に位置する活火山である。

十勝岳北西の山麓には美瑛町、上富良野町の市街地が広がっている。



図 1.1 十勝岳と美瑛町・上富良野町との位置関係

1.1.2 現在の火山活動状況

気象庁⁴⁾によると、平成21年12月末時点における十勝岳の火山活動状態は次のとおりである。

62-2 火口付近では、2006 年以降、GPS 観測により 62-2 火口浅部の膨張を示すと考えられる局所的な地殻変動がみられ、現在まで継続していると推定されている。

62-2 火口付近の地震活動及び同火口の噴煙活動や熱活動は低調に推移しているが、今後の活動推移に注意が必要である。

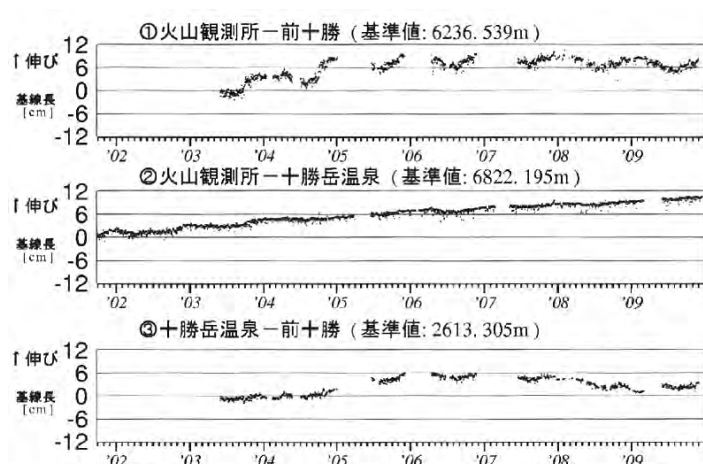


図6※ 十勝岳 GPS 連続観測による基線長変化 (2001 年 10 月～2009 年 12 月)
グラフの空白部分は欠測
図6の①～③は、図7のGPS基線①～③に対応

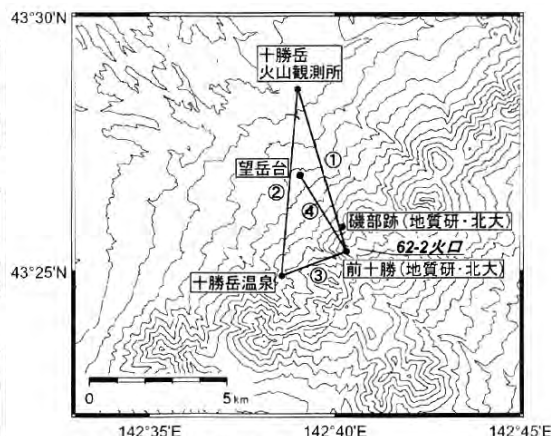


図7※ 十勝岳 GPS 観測点配置図
この地図の作成には国土地理院発行の「数値地図 50mメッシュ (標高)」を使用した

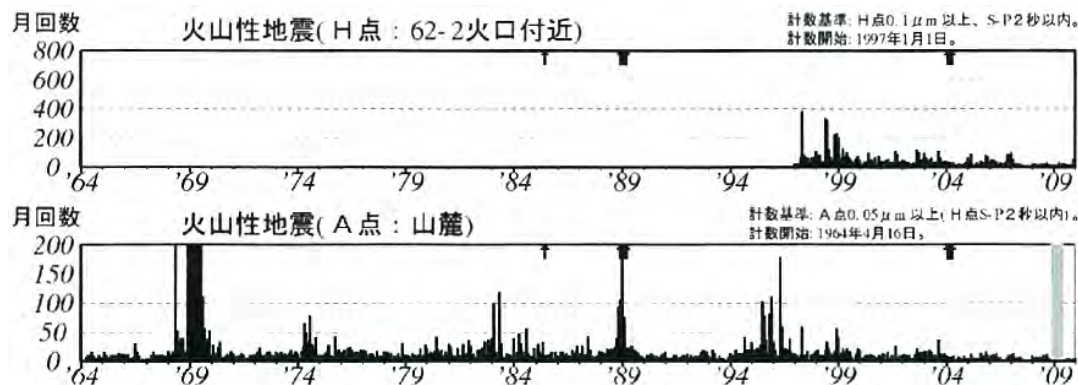


図2※ 十勝岳 長期の火山活動経過図 (1964 年 1 月～2009 年 12 月)
↑印は噴火 (1985 年及び 2004 年はごく小規模)
図の灰色の期間は機器障害のため欠測
(A 点の地震計は機器障害のため 2009 年 8 月 19 日から希望橋で代替観測しているが、希望橋も機器障害のため 2009 年 11 月 11 日から 12 月 17 日まで欠測。)

図 1.2 十勝岳の火山活動の状況⁴⁾

1.1.3 社会環境

保全対象として、山頂火口から約 3～6 k m の山腹部に十勝岳温泉や白金温泉等の観光施設、約 15～20 k m に美瑛町（人口：11,237 人 H20.6 現在の町全体人口）、上富良野町（人口：12,204 人 同）の市街地が広がる。市街地を南北に JR 富良野線、国道 237 号線が縦断している。

美瑛川上流域（白金温泉付近を含む）および富良野川上流域の一部は国有保安林区域、国立公園普通地域となっている。

十勝岳より美瑛町市街地に至る間の主要な保全対象を示す。主な保全対象は以下に示すものである。

- 上流治山区間
国立大雪青少年交流の家など
- 美瑛町郊外
白金温泉地区の観光施設・人家、十勝岳火山砂防情報センターなど
白金～美沢地区の人家（点在）
- 美瑛町市街地
人家（密集）、国道 237 号、JR 富良野線など

十勝岳より上富良野町市街地に至る間の主要な保全対象を示す。主な保全対象は以下に示すものである。

- 砂防区間
日新地区（砂防原点付近）の人家（点在）
- 上富良野町郊外
草分～日の出地区の人家（点在）、草分防災センターなど
- 上富良野町市街地
人家（密集）、国道 237 号、JR 富良野線など

美瑛町および上富良野町の市街地の保全対象の分布と十勝岳の位置関係を示す。

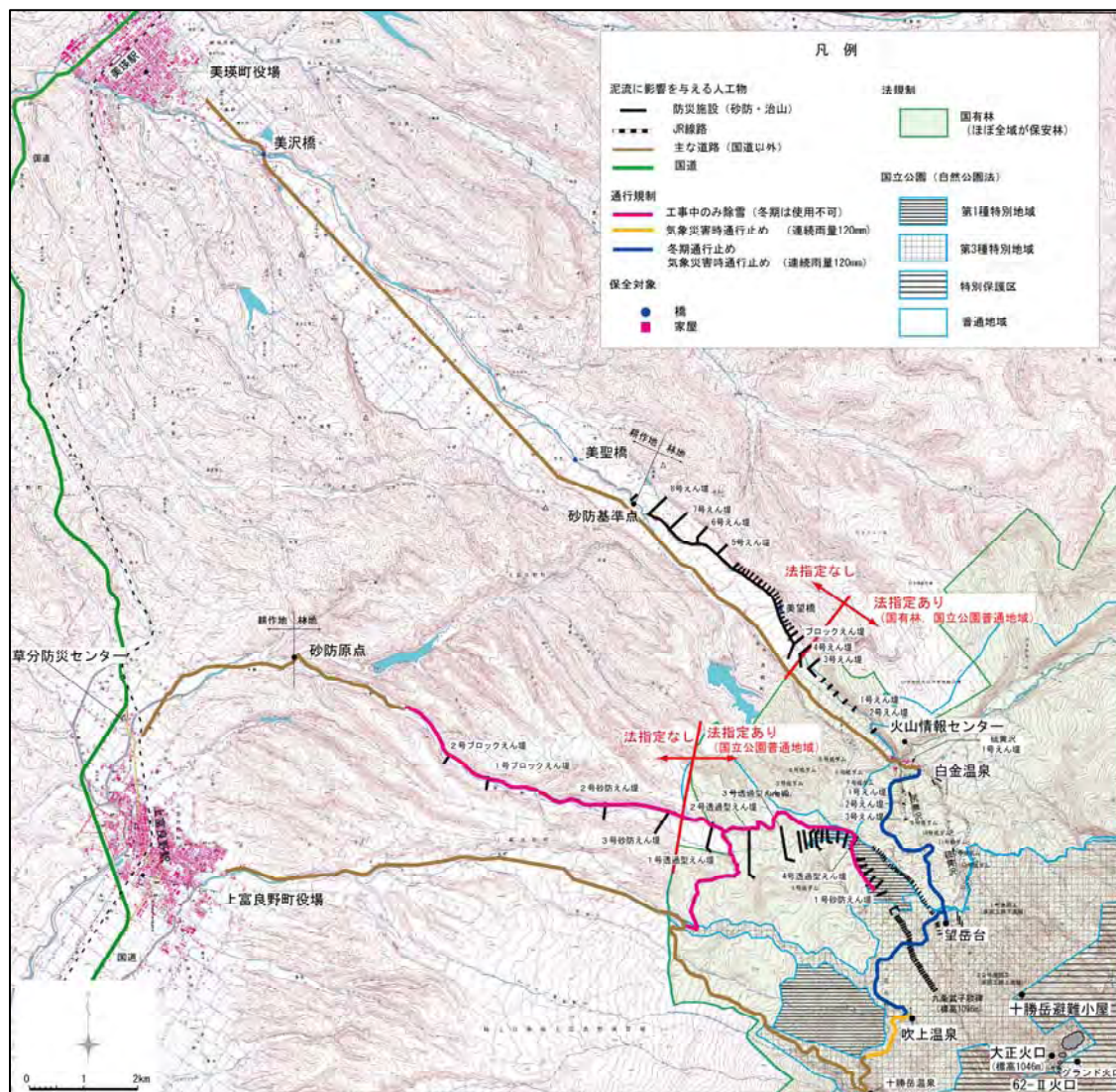


図 1.3 制約条件と保全対象

山頂火口から約 15～20 km に美瑛町、上富良野町の市街地が広がる。市街地を南北に JR 富良野線、国道 237 号線が縦断している。美瑛川上流域（白金温泉付近を含む）および富良野川上流域の一部は国有保安林区域、国立公園普通地域となっている。

1.2 十勝岳周辺火山泥流対策基本計画(案)の概要と対策整備の現況

1.2.1 基本計画（案）の概要

十勝岳の砂防事業は、平成元年に策定された十勝岳周辺火山泥流対策基本計画(案)に基づいて進められている。基本計画（案）で設定された対象現象・規模・対策方針を以下に示す。

ソフト対策としての火山監視観測機器の整備方針・計画は、昭和63年～平成元年の十勝岳周辺火山泥流対策検討委員会や、平成11年～平成13年の十勝岳火山噴火警戒避難対策計画検討委員会等において検討された。配置計画に基づき各種機器・情報通信網が整備されている。

十勝岳周辺火山泥流対策基本計画(案)(平成元年策定)

計画の対象とする現象

噴火に伴う融雪を誘因とする火山泥流

計画規模と対象量

計画の規模は、大正泥流（1926年）相当の噴出物と融雪量とする。また、計画対象量は、計画規模の噴出物と融雪量を与えられた場合、美瑛川、富良野川両河川でそれぞれ最大と想定される泥流規模とする。

泥流処理方針

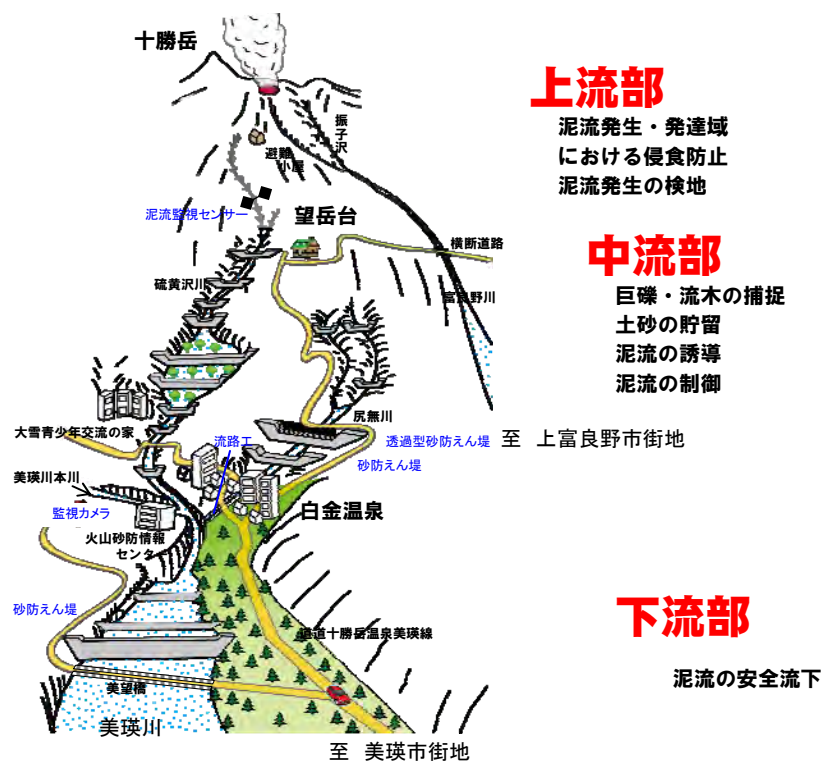
表 1.1 泥流処理方針

上流部	・泥流発生・発達域における侵食防止 ・泥流発生を検知
中流部	・巨礫・流木の捕捉 ・土砂の貯留 ・泥流の誘導 ・泥流の制御
下流部	・泥水の安全流下

表1.2 計画対象量と整備済みの施設において処理可能な泥流総量

流域	計画対象 泥流総量	砂防等施設の整備により 処理可能な泥流総量
美瑛川	610万m ³	210万m ³
富良野川	1330万m ³	426万m ³

表中の泥流総量は、砂防基準点（富良野川は砂防原点）における値である。
砂防施設は、美瑛川は平成21年度末時点、富良野川は平成22年度末時点で整備済のもの。

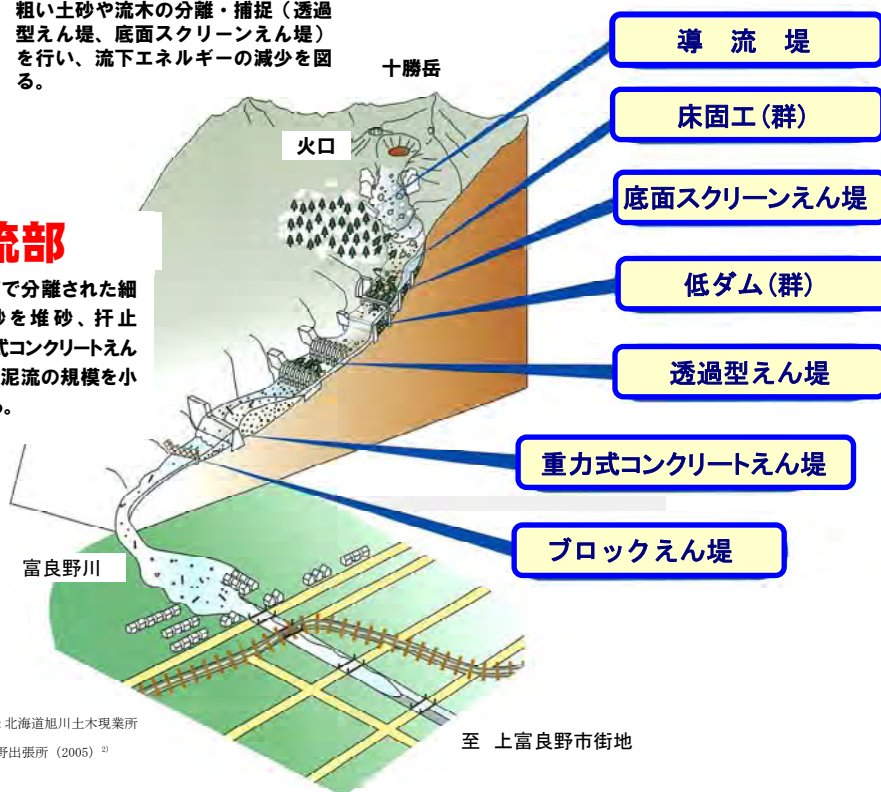


上・中流部

侵食防止（床固工群、低ダム群）をはかり、泥流の増大を防ぐ。
 粗い土砂や流木の分離・捕捉（透過型えん堤、底面スクリーンえん堤）を行い、流下エネルギーの減少を図る。

下流部

中流部で分離された細流土砂を堆砂、扞止（重力式コンクリートえん堤）し、泥流の規模を小さくする。



出典：北海道旭川土木現業所
 富良野出張所（2005）²⁰

図 1.4 十勝岳の基本計画(案)にもとづく泥流対策のイメージ
 （上図：美瑛川、下図：富良野川）

1.2.2 ハード対策およびソフト対策の整備状況

十勝岳の山麓で整備されている火山砂防施設等の諸元一覧（表 1.1、表 1.2、表 1.3）および砂防施設等位置（図 1.5）、監視観測機器の諸元一覧（表 1.4）および火山監視機器の配置（図 1.6）を示す。なお、美瑛川の砂防施設は平成 21 年度末時点、富良野川の砂防施設は平成 22 年度末時点、北海道森林管理局の治山施設は平成 21 年度末時点で整備済みのもの。

表 1.1 美瑛川現況砂防施設諸元一覧

No.	箇所名	施設名	工 種	堤高(m)	堤長(m)	体積(m ³)	施工年度	効果量
1	硫黄沢川	硫黄沢川第1号えん堤	えん堤	14.5	88.0	3,943	H2	197,300
2	尻無沢川	尻無沢川第1号床固工	床固工	9.5	52.0	1,813	H2	80,800
3	尻無沢川	尻無沢川第2号床固工	床固工	7.5	53.0	1,209	H2	
4	尻無沢川	尻無沢川第3号床固工	床固工	7.0	51.0	1,418	H元	
5	尻無沢川	尻無沢川第4号床固工	床固工	7.0	43.0	1,551	H元	
6	尻無沢川	尻無沢川第3号えん堤	えん堤(鋼製スリット)	14.5	241.0	15,750	H元-H6	657,200
7	尻無沢川	尻無沢川第2号えん堤	えん堤	11.0	124.0	6,823	H元-H7	
8	尻無沢川	尻無沢川第1号えん堤	えん堤	14.5	89.0	11,694	S63-H7	
9	尻無沢川	尻無沢川流路工	流路工	厚幅20.0	延長490.0	3,316	H2-H7	7,000
10	美瑛川	美瑛川第2号えん堤	えん堤	14.5	92.0	16,714	H2-H6	338,000
11	美瑛川	美瑛川第1号えん堤	えん堤	13.0	96.0	10,204	S61-S63	261,400
12	美瑛川	美瑛川第1号床固工	床固工	3.9	136.0	3,059	H6-H8	-
13	美瑛川	美瑛川第2号床固工	床固工(鋼製スリット付)	11.3	182.0	15,928	H6-H8	78,200
14	美瑛川	美瑛川第1号帯工	帯工	2.5	121.0	1,154	-	-
15	美瑛川	美瑛川第3号床固工	床固工	4.2	161.0	5,940	H6-H9	-
16	美瑛川	美瑛川第4号床固工	床固工	5.7	228.0	10,002	H7-H9	197,800
17	美瑛川	美瑛川第5号床固工	床固工	5.7	175.0	8,325	H7-H9	119,400
18	美瑛川	美瑛川第3号えん堤	えん堤(スリット)	9.5	439.5	26,424	H10-H12	15,000
19	美瑛川	美瑛川第4号えん堤	えん堤(スリット)	11.5	440.0	27,463	H11-H12	34,000
20	美瑛川	美瑛川ブロックえん堤	えん堤(ブロック)	6.9	637.5	-	H元	340,000
21	美瑛川	美瑛川第6号床固工	床固工	7.5	147.0	9,437	H17-H18	-
22	美瑛川	美瑛川第5号帯工	帯工	2.0	135.5	627	H17	-
23	美瑛川	美瑛川第6号帯工	帯工	2.0	120.5	454	H17	-
24	美瑛川	美瑛川第7号帯工	帯工	2.0	114.0	513	H17	-
25	美瑛川	美瑛川第8号帯工	帯工	2.0	121.5	628	H17	-
26	美瑛川	美瑛川第9号帯工	帯工	2.0	133.5	739	H19	-
27	美瑛川	美瑛川第10号帯工	帯工	2.0	147.5	895	H16	-
28	美瑛川	美瑛川第11号帯工	帯工	2.0	152.0	935	H16	-
29	美瑛川	美瑛川第12号帯工	帯工	2.0	134.5	736	H16	-
30	美瑛川	美瑛川第13号帯工	帯工	2.0	121.0	780	H16	-
31	美瑛川	美瑛川第14号帯工	帯工	2.0	128.5	800	H16	-
32	美瑛川	美瑛川第7号床固工	床固工	4.7	140.0	4,460	H16	-
33	美瑛川	美瑛川第15号帯工	帯工	2.0	139.0	691	H16	-
34	美瑛川	美瑛川第16号帯工	帯工	2.0	135.26	671	H16	-
35	美瑛川	美瑛川第17号帯工	帯工	2.0	130.5	711	H15	-
36	美瑛川	美瑛川第18号帯工	帯工	2.0	117.5	592	H15	-
37	美瑛川	美瑛川第19号帯工	帯工	2.0	122.0	587	H15	-
38	美瑛川	美瑛川第8号床固工	床固工	3.1	137.5	2,978	H13	-
39	美瑛川	美瑛川第5号えん堤	えん堤(スリット)	9.0	571.5	21,516	H12-H15	62,000
40	美瑛川	美瑛川第6号えん堤	えん堤(スリット)	8.5	615.0	23,716	H12-H15	66,000
41	美瑛川	美瑛川第7号えん堤	えん堤(スリット)	12.5	990.0	36,603	H12-H15	178,000
42	美瑛川	美瑛川第8号えん堤	えん堤(スリット)	10.0	789.5	30,414	H13-H15	130,000
43	美瑛川	美瑛川第9号床固工	床固工	3.5	110.5	2,485	H14	-
計								2,762,100

表 1.2 富良野川現況砂防施設諸元一覧

No.	箇所名	施設名	工 種	堤高(m)	堤長(m)	体積(m ³)	施工年度	効果量
1	富良野川	12～32号床固工群	床固工	2.0-8.0	21-105	-	S56-S63	103,000
2	富良野川	1～11号床固工群	床固工			-		35,200
3	富良野川	4号底面スクリーンえん堤	えん堤(スクリーン)	5.0	123	-	H元-H2	39,800
4	富良野川	1号砂防えん堤	えん堤	8.0	126	-	S38-S43	32,000
5	富良野川	3号帯工	帯工	2.8	65	-	H3	-
6	富良野川	13号低ダム	えん堤(低ダム)	6.0-10.0	132-409	-	H2-H10	22,400
7	富良野川	12号低ダム	えん堤(低ダム)			-		26,400
8	富良野川	11号低ダム	えん堤(低ダム)			-		23,200
9	富良野川	10号低ダム	えん堤(低ダム)			-		26,400
10	富良野川	9号低ダム	えん堤(低ダム)			-		23,200
11	富良野川	4号透過型えん堤	透過型ダム	6.0-10.0	132-409	-	H2-H10	128,000
12	富良野川	8号低ダム	えん堤(低ダム)			-		51,200
13	富良野川	7号低ダム	えん堤(低ダム)			-		48,000
14	富良野川	6号低ダム	えん堤(低ダム)			-		57,600
15	富良野川	5号低ダム	えん堤(低ダム)			-		35,200
16	富良野川	4号低ダム	えん堤(低ダム)			-		29,600
17	富良野川	3号低ダム	えん堤(低ダム)			-		29,600
18	富良野川	2号低ダム	えん堤(低ダム)			-		31,200
19	富良野川	1号低ダム	えん堤(低ダム)			-		31,200
20	富良野川	3号透過型えん堤	透過型えん堤	14.0	760	-	H2-H6	487,000
21	富良野川	2号透過型えん堤	透過型えん堤	14.5	917	-	H7-H13	590,000
22	富良野川	1号透過型えん堤	透過型えん堤	14.0	544	-	H元-H2	305,000
23	富良野川	3号砂防えん堤	えん堤(嵩上げ)	18.0 ⁽¹⁾	445 ⁽¹⁾	-	S44-S56 (H3-施工中)	1,946,000 ⁽¹⁾
24	富良野川	2号砂防えん堤	えん堤	15.0	220	-	S44-S47	-
	富良野川	1号ブロックえん堤	えん堤(ブロック)	8.5	165	-	H元	(80,000)
	富良野川	2号ブロックえん堤	えん堤(ブロック)	8.5	160	-	H元	(157,000)
計(ブロックえん堤の効果量は計上せず)								4,101,200 ⁽²⁾
計(ブロックえん堤の効果量を計上)								4,338,200 ⁽²⁾

(⁽¹⁾) 嵩上げ完了時の値。

(⁽²⁾) 十勝岳周辺火山泥流対策基本計画(案)では、泥流総量1330万m³を対象としているため、ブロックえん堤の効果が期待されないが、

緊急減災対策砂防計画では、泥流総量540万m³を対象とするため、ブロックえん堤の効果を見込むことができ、その効果量を計上している。

表 1.3 北海道森林管理局治山施設整備状況

箇所名	工 種	施設数
硫黄沢	コンクリート導流堤	12基
硫黄沢	コンクリートえん堤	32基
硫黄沢	コンクリート副えん堤	2基
硫黄沢	コンクリート床固	30基
硫黄沢	玉石コンクリートえん堤	3基
硫黄沢	ブロック導流堤	1基
尻無沢	コンクリートえん堤	2基
尻無沢	コンクリート副えん堤	2基
望岳台沢	コンクリート床固	15基
望岳台沢	コンクリートえん堤	12基
望岳台沢	コンクリート谷止	13基
望岳台沢	削剥防止工	8基

表 1.4 十勝岳周辺の火山監視機器一覧

機器名 (情報区分)		所管	設置箇所	
監視カメラ	火山監視	北海道開発局	避難小屋	
			望岳台(可視および熱赤外線)	
			牧場橋	
			白金橋	
		北海道	火山砂防情報センターサイド	
			4号透過型えん堤(可視および熱赤外線)	
			吹上温泉(可視および熱赤外線)	
			安政火口(可視および熱赤外線)	
	土石流監視	気象庁	火山観測所	
			1号えん堤	
		北海道開発局	4号床固工	
			ブロックえん堤(6号床固工)	
			美望橋	
			7号床固工	
ワイヤーセンサー	北海道開発局	富良野川W21、W22、W23		
		硫黄沢W1(避難小屋)、W2、W3		
		硫黄沢W7、W8、W9		
		富良野川W30		
		富良野川W31、W32		
		富良野川W27、W28、W29		
	北海道	富良野川W24、W25、W26		
		硫黄沢W4、W5、W6		
		振動センサー	北海道開発局	硫黄沢S1(避難小屋)
			北海道	富良野川S1
地震計	Hi-net	北海道	硫黄沢S2	
			吹上温泉	
		北海道	安政火口	
			十勝O(十勝岳火山観測所)	
			十勝A(硫黄沢)	
			十勝H(避難小屋)	
			十勝摺鉢火口	
			十勝グラウンド火口南	
			十勝旧噴火口西	
			十勝白銀荘	
		気象庁	十勝希望橋	
			観測坑道	
			吹上温泉	
		北海道大学	十勝岳温泉	
			美瑛東	
	空振計	北海道	吹上温泉	
安政火口				
気象庁		十勝H(避難小屋)		
		十勝O(十勝岳火山観測所)		
傾斜計	北海道大学	吹上温泉		
歪計	北海道大学	観測坑道		
雨量計	北海道開発局	十勝岳積雪雨量観測所		
	北海道	望岳台積雪雨量観測所		
		吹上温泉		
積雪計	気象庁	白金雨量観測所		
		十勝岳積雪雨量観測所		
GPS	北海道開発局	望岳台積雪雨量観測所		
		火山観測所		
		望岳台		
		十勝岳温泉		
	国土地理院	美瑛		
		上富良野		
	北海道立地質調査所	前十勝		
		磯部跡		

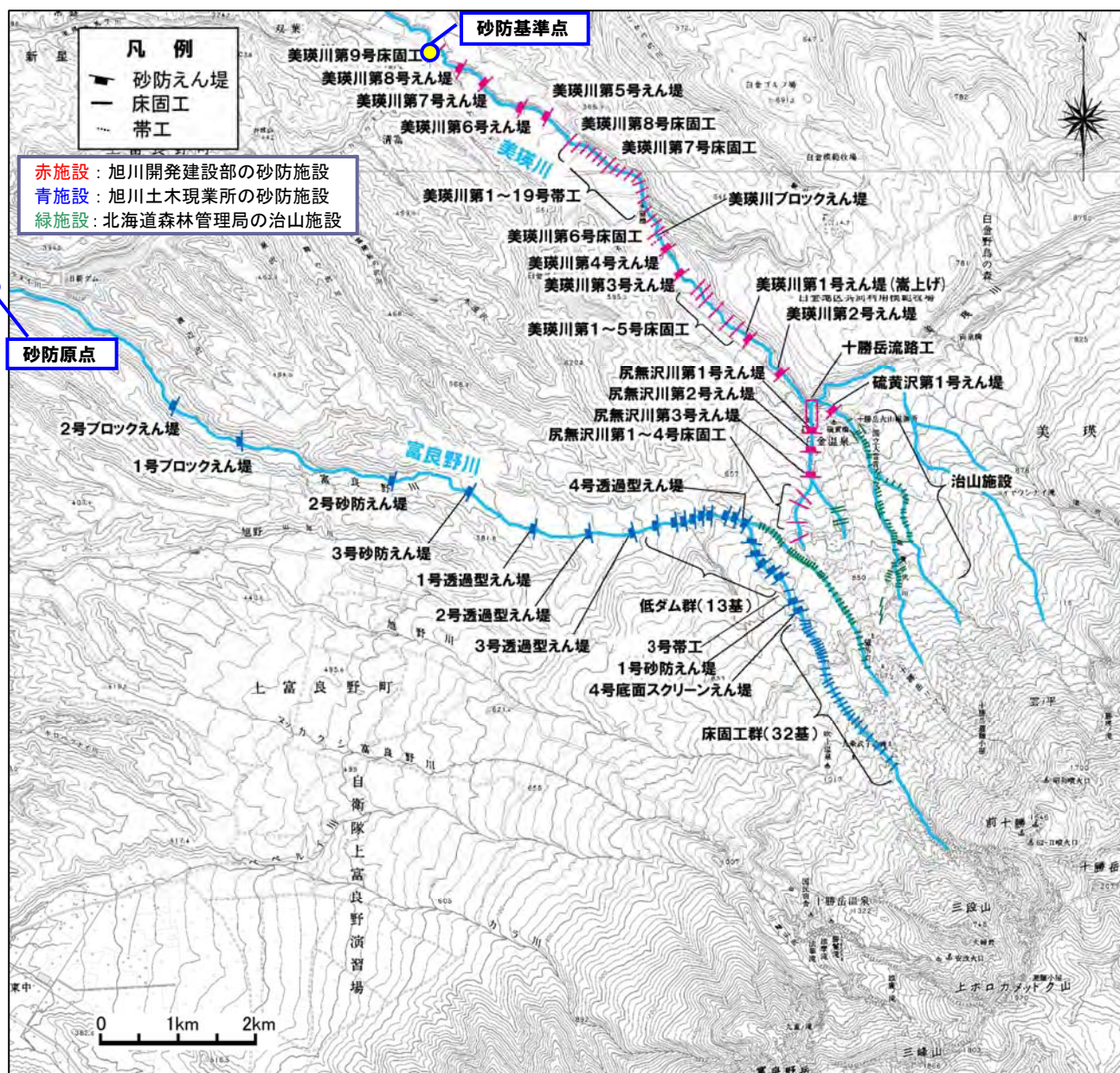


図 1.5 砂防施設等の配置状況

美瑛川の砂防施設は平成 21 年度末時点のもので硫黄沢、尻無沢川を含めて 4 3 基、富良野川の砂防施設は平成 22 年度末時点のもので 2 6 基が整備済みである。なお、富良野川の 3 号砂防えん堤（嵩上げ）は施工中であるが、平成 22 年度末時点で完成予定であるため、富良野川は平成 22 年度末時点の砂防施設の配置や効果を示している。砂防上流側の北海道森林管理局の治山施設は、平成 21 年度末時点で 1 3 2 基が整備済みである。

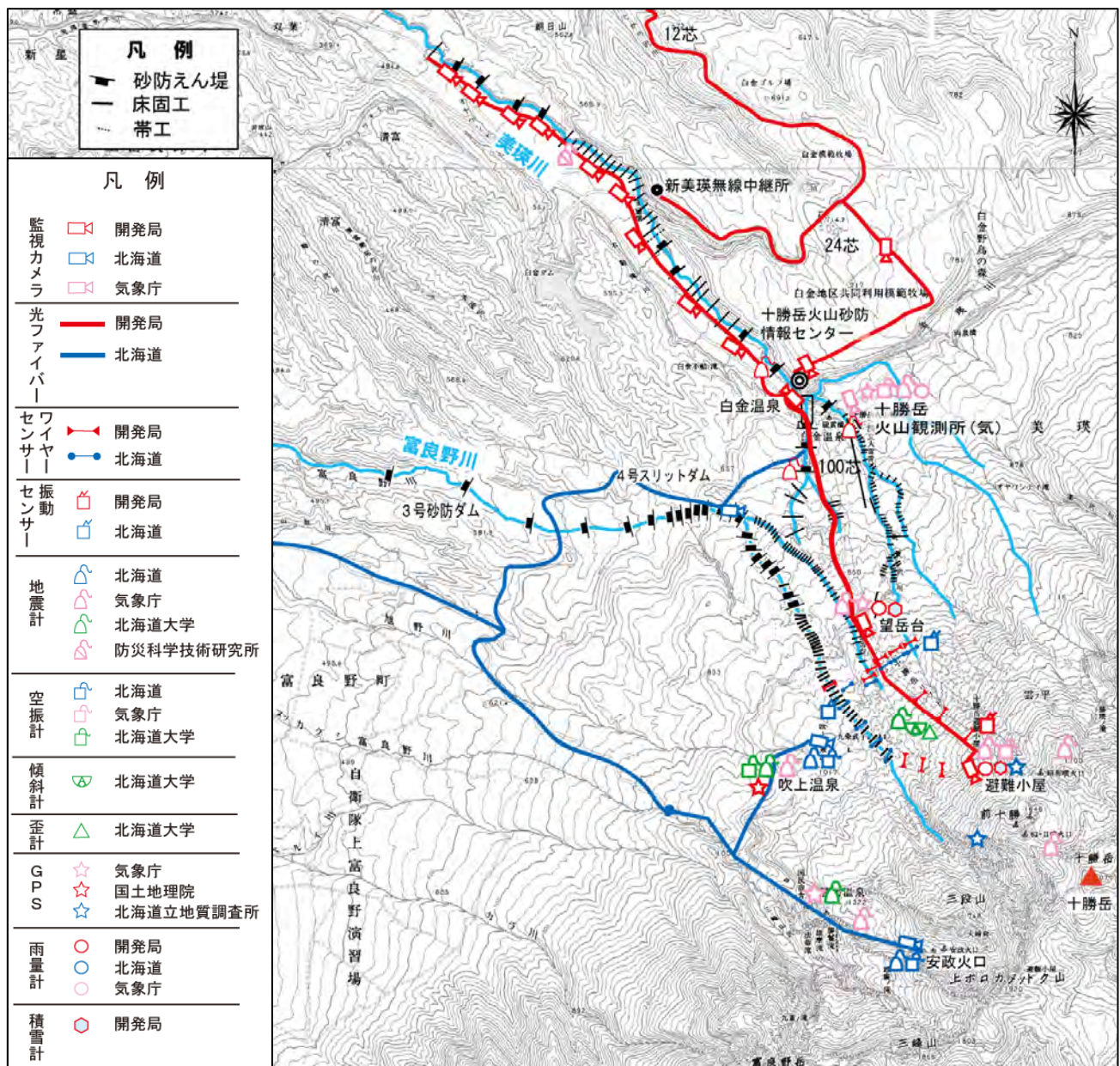


図 1.6 火山監視観測機器の配置状況（平成 21 年度末時点）

十勝岳の山麓で整備されている火山監視観測機器の配置を示す。土砂移動検知のための観測機器は、開発局および北海道の砂防部局がワイヤーセンサーを 21 基、振動センサーを 3 基配置している。そのほか、監視カメラや地震計、空振計など各種機器を、気象庁や北海道大学などが配置して観測している。

1.2.3 実施主体

平成21年度末時点における砂防施設等の整備は、区域ごとに以下の表1.5に示す機関が主体となって実施している。緊急ハード対策についても、基本的には同様の体制とするが、大規模噴火への進展など被害が広範囲や甚大な状態になった場合は、国が主体となって関係機関と連携をとりながら実施する。

表 1.5 平成21年度末時点における実施主体

実施主体	主な施設整備区域
国土交通省 旭川開発建設部	美瑛川流域の砂防指定地
北海道 旭川土木現業所	富良野川流域の砂防指定地
北海道森林管理局	国有保安林内

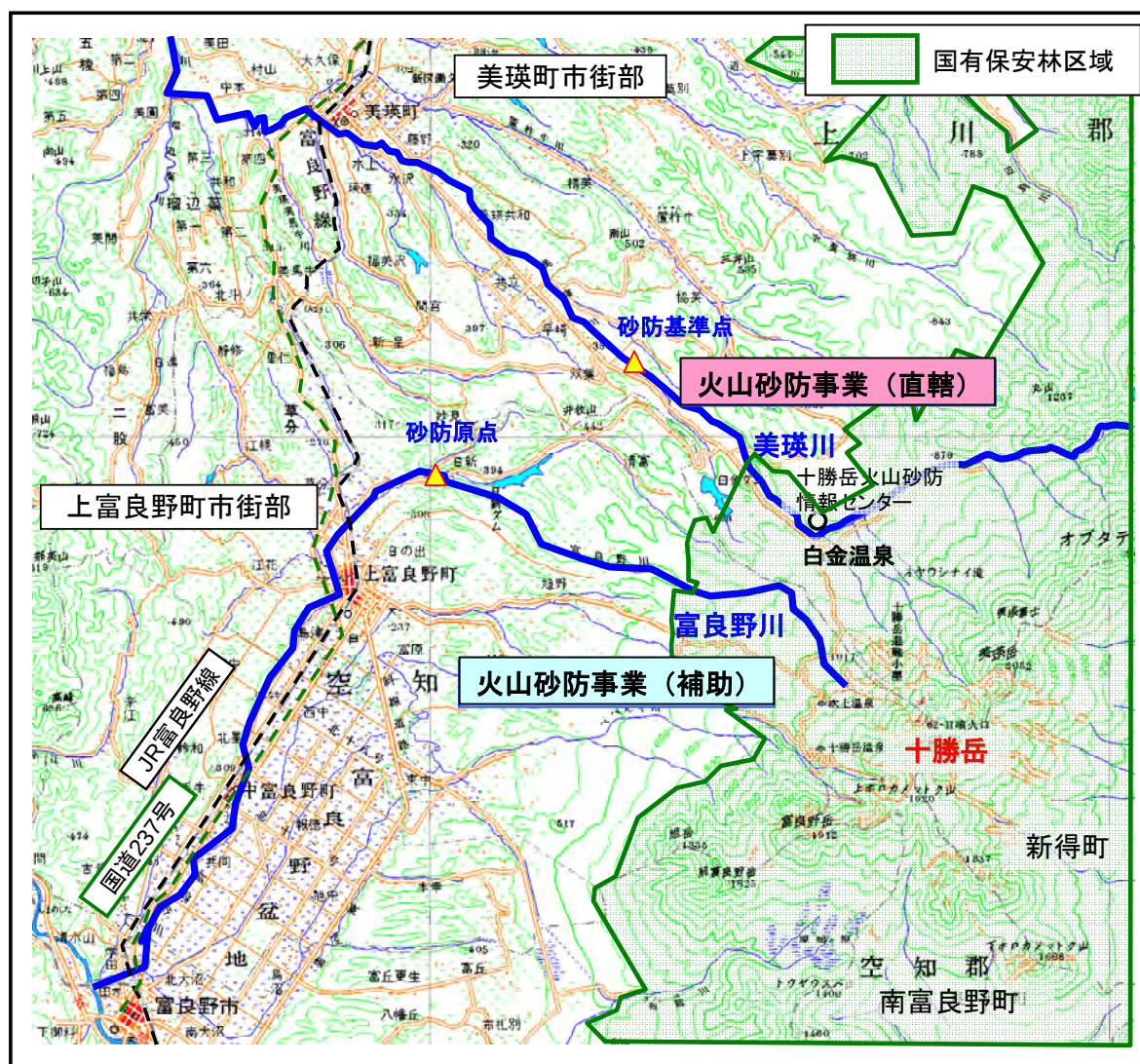


図 1.7 十勝岳と保全対象地域の位置関係および実施主体

1.3 想定される影響・被害

This map illustrates the evacuation routes and lava flow simulation results for Mt. Fuji. The legend includes symbols for artificial structures affected by lava flows (sand defense/ditch), JR lines, main roads, and national roads. It also defines traffic regulations during emergencies, such as road closures for snow or heavy rain. A color-coded scale shows maximum flow depths from 0.2m to over 5.0m. Key locations like the Kawaguchi Station area, various bridges, and observation points are labeled. Evacuation routes are marked with colored lines and time estimates (e.g., 2 hours 8 minutes). Specific points of interest include the Sand Defense Standard Point, Sand Defense Origin, and various observation points like the Great Crater (Dai Kofu) and Tenjiku Crater (Tenjiku Kofu).

融雪型火山泥流で想定される氾濫影響

富良野川の氾濫想定計算開始点は青★印の地点であり、上流側の氾濫想定範囲は「美瑛町防災緊急避難図」を参考にして示したものである。

富良野川における 1330 万 m^3 の泥流に対してはブロックえん堤の効果は見込んでいない。

1.4 十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の必要性

十勝岳においては、1926 年、1962 年、1988-89 年とマグマ噴火が繰り返し発生している。また、1989 年以降も、2004 年 2 月と 4 月にごく小規模な噴火が発生し、2006 年以降は 62-2 火口浅部の膨張を示す動きが確認され、活動の推移に注意が必要な状況であるなど、次期、噴火が懸念されている。

また、旭川開発建設部ならびに旭川土木現業所では、十勝岳周辺火山泥流対策基本計画（案）（平成元年策定）に沿って砂防施設の整備や警戒避難事業を進めているものの、処理量が膨大であり、融雪型火山泥流に対する整備率（土砂）は美瑛川で約 7 割（平成 21 年度末時点）、富良野川で約 5 割（平成 22 年度末時点）であり、目標の整備率に達していない。そのため、整備には長時間を要することから完成には未だ至っていない状況である。

このため、大正泥流災害をはじめとする過去の噴火実績および被害、刻々と変化する火山活動状況などをもとに想定される泥流氾濫などから、住民の生命、財産の保護、地域の被害を軽減させるためには、施設整備状況を踏まえ、噴火の規模や発生泥流量にかかわらず、できる限り被害の軽減を図るためのハード対策及びソフト対策からなる火山噴火緊急減災対策砂防計画（案）を策定し、平常時から準備を行い、有事の際に迅速かつ効果的な減災を行う必要がある。

第2章 噴火に伴い想定される土砂移動現象

2.1 十勝岳で想定される火山現象と土砂移動

2.1.1 十勝岳で想定されている現象、規模の整理

十勝岳付近の火山活動は 20 万年ほど前に開始し、現在火山活動を繰り返している新期十勝岳の噴火は 3,500 年前から始まった。

十勝岳で起こっている土砂移動現象は泥流ばかりでなく山麓の白金温泉まで火砕流を流出する噴火や溶岩流の流出を繰り返してきたことが、噴出物の地質調査により判っている。山頂付近に点在する火口群の中で、62－Ⅱ火口からは絶えず白色噴煙が認められる。記録が残されている歴史時代の噴火活動は、1857 年（安政 4 年）をはじめとする 5 回である。

20 世紀の 3 回の噴火や 19 世紀の噴火の際に発生した噴火現象と土砂移動現象を表 2.1 に示す。

表 2.1 十勝岳で発生している噴火現象と噴火に伴う土砂移動現象^{5), 6), 7), 8)}

		1857/年 6/14	1887 年	1926 年 5/24 等	1962 年 6/29-7/5	1988-89 年 12/10-3/5
異常現象	熱活動の高まり	○	○	○	○	○
	鳴動	不明	不明	○	○	○
	火柱、火映	不明	不明	○	○	○
	有感地震	不明	不明	○	○	○
	有色噴煙	○	不明	○	○	○
	火山性微動	不明	不明	○	○	○
噴火現象、 噴火に伴う土砂移動現象	噴石	不明	不明	○	○	○
	降下火砕物(降灰含む)	不明	○	○	○	○
	水蒸気爆発	不明	不明	○	—	○
	マグマ水蒸気爆発	不明	不明	○	—	○
	山体崩壊、岩屑なだれ	—	—	○	—	—
	溶岩流	—	—	—	—	—
	火砕流、火砕サージ	不明	—	—	—	○(小規模)
	融雪型火山泥流	—	—	○	—	○(小規模)
	二次泥流	不明	—	○	○	○

(○:発生、—:非発生)

2.1.2 前兆現象

20 世紀の 3 回の事例をみるといずれの場合も噴火数年前から噴煙量増加・火口温度上昇など熱活動活発化を示す現象が現れ、数か月前から有感地震を含む地震活動が活発化している⁹⁾。

2.1.3 噴火場所

1962 年噴火と 1988-89 年噴火は、山頂部付近の北西斜面にあるグラウンド火口付近(大正火口の南)から噴火した。最近の研究報告¹⁰⁾によると、最近約 3300 年間の十勝岳の火山活動は火口ごとの活動にほぼ対応した 4 つのステージに大別され、現在は 1962 年噴火、1988-89 年噴火を含む 1926 年噴火から開始した Stage IV に位置づけられる。

なお、平成元年に策定された基本計画(案)においてはグラウンド火口周辺を想定火口に設定している。

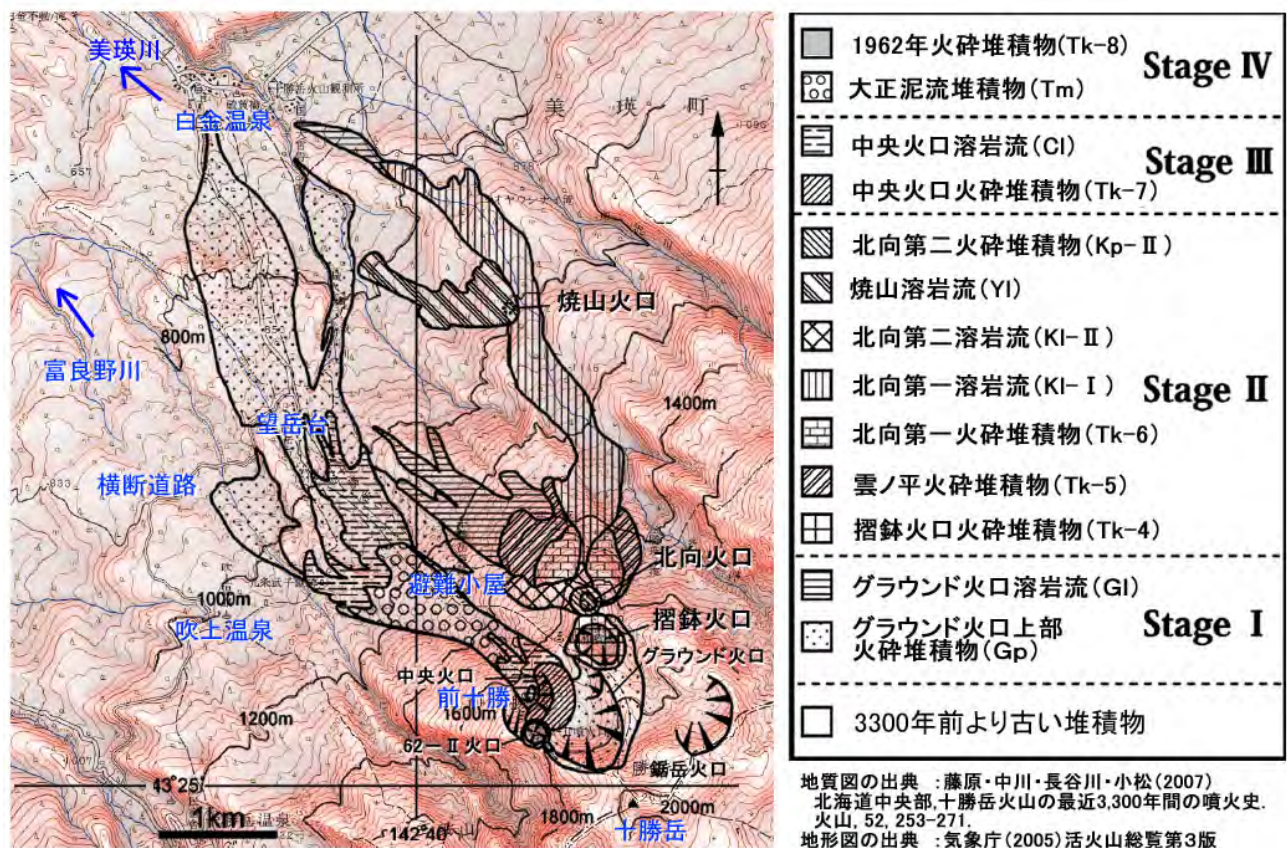


図 2.1 十勝岳火口周辺の地形と地質分布^{10), 11)} (一部加筆・修正)

十勝岳の 主な火口の様子



62-2火口
1962年の噴火により形成された最大の火口で、直径は約150mです。1988年～1989年の噴火もここで発生し、現在最も噴気活動が活発な火口です。



62-3火口
1962年の噴火により形成された火口の1つで、現在弱い噴気が認められています。



振子沢噴気孔群
前十勝の南斜面(振子沢)に広がる噴気孔群で、1972年に新たな噴気孔が出現して以来、徐々に噴気地帯が拡大していきました。



62-0火口
1962年の噴火により形成された火口の1つ。1988年～1989年の噴火による噴出物に埋まり、火口の形は失われていますが、弱い噴気活動が継続しています。



図 2.2 十勝岳のおもな火口の様子¹²⁾

1962年噴火と1988-89年噴火は、山頂部付近の北西斜面にあるグラウンド火口付近(大正火口の南)から噴火した。

2.1.4 噴火規模

気象庁は、噴煙が達する高度や噴出物の最大到達距離などをもとに、十勝岳で想定される噴火の規模を大噴火、中噴火、小噴火に区分した。

表 2.2 噴火の規模の整理

(気象庁「十勝岳の噴火警戒レベル」(2008)をもとに作成、一部加筆)

噴火規模	定義	備考
大噴火	噴煙が1万数千m以上上がり、場合によって火砕流が火口から10km程度(白金温泉付近)まで流下し、積雪期にはそれに伴う融雪型泥流が発生する。	例：3300年前の噴火規模
中噴火	噴煙が数千m～1万m以上上がり、噴石が火口から2～3km(望岳台、吹上温泉付近)まで飛散し、場合によって溶岩流を伴う噴火。	例：1962年6月30日の噴火規模
小噴火	噴煙は1000m程度以下、噴石が火口から1～2kmまで飛散し、小規模な火砕流や融雪型泥流が発生する。	例：1988～1989年の噴火規模

火砕流の実績

最近の研究報告¹⁰⁾により、十勝岳においては、3,300年前以降、3,300年前の噴火と1988-89年の噴火で火砕流が発生していることが確認された。火砕流の噴出量は、3300年前の噴火による火砕流で $1.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ DRE[※]、1988年の12月24-25日の噴火による火砕流で $9 \times 10^4 \text{ m}^3$ DRE¹³⁾である。

なお、3,300年前の噴火による火砕流は、グラウンド火口火砕流1(Gf1-1)と、その後に発生したグラウンド火口火砕流2(Gf1-2)という、一連の噴火の中で少なくとも2回の火砕流が発生したことが明らかにされている。

表 2.3 火砕流の規模の整理^{10), 13)}をもとに作成

規模	発生時期	名称	到達範囲	噴出量
大	3300年前	グラウンド火口上部火砕堆積物(Gp)	美瑛川方向は白金温泉付近まで、富良野川方向は横断道路上付近まで到達	$1.4 \times 10^7 \text{ m}^3 \text{ DRE}^{\ast}$
小	1988-89年	1988年12月24-25日の噴火による火砕流	避難小屋の直上まで到達	$1.5 \times 10^5 \text{ m}^3$ ¹³⁾ ($9 \times 10^4 \text{ m}^3$ DRE)

※ DRE (Dense Rock Equivalent)：様々なタイプの噴出物を溶岩と同じ比重に換算したときに相当する体積。なお、溶岩の比重はマグマの比重とほぼ同程度である。

2.2 十勝岳噴火シナリオと噴火予報・警報

平成 19 年 12 月 1 日に気象業務法の一部が改正されて施行された。この法律により、気象庁は火山現象に関する予報及び警報を行わなければならないことなどが定められ、防災のための噴火警報および噴火予報の発表を開始した。

噴火警報および噴火予報は、十勝岳を含む全国の 108 の活火山を対象とし、火山毎に警戒等を必要とする市区町村を明示して発表することとしている。

また、気象庁は火山活動の状況を、とるべき防災対応を踏まえて 5 段階に区分した噴火警戒レベルの導入を進めており、十勝岳については、平成 20 年 12 月 16 日から運用を開始している。

十勝岳 [噴火予報（噴火警戒レベル 1、平常）] ←噴火警戒レベル導入に伴い平成 20 年 12 月 16 日に噴火予報（噴火警戒レベル 1、平常）を発表しました。

- ・ 62-2 火口付近では 2006 年以降、GPS による地殻変動観測で 62-2 火口浅部の膨張を示すと考えられる局所的な地殻変動がみられ、現在まで続いています。
- ・ 62-2 火口付近の地震活動及び同火口の噴煙活動や熱活動は低調な状態ですが、今後の活動の推移に注意が必要です。

図 2.3 十勝岳の平成 22 年 3 月時点の噴火警戒レベル

1988 年および 1926 年噴火当時に現在の噴火警戒レベルがあったとしたら、どのタイミングでどの噴火警戒レベルが発表されていたかを気象庁作成の噴火シナリオ（図 2.6～2.8）をもとに図 2.5 に示す。

また、火山噴火緊急減災対策砂防で検討対象とする土砂移動（融雪型火山泥流、二次泥流）に着目して再整理した（図 2.9）。この土砂移動の発生によって想定される影響・程度を、対象溪流別に整理した土砂移動シナリオ（案）を図 2.10～2.11 に示す。



平成20年12月運用開始

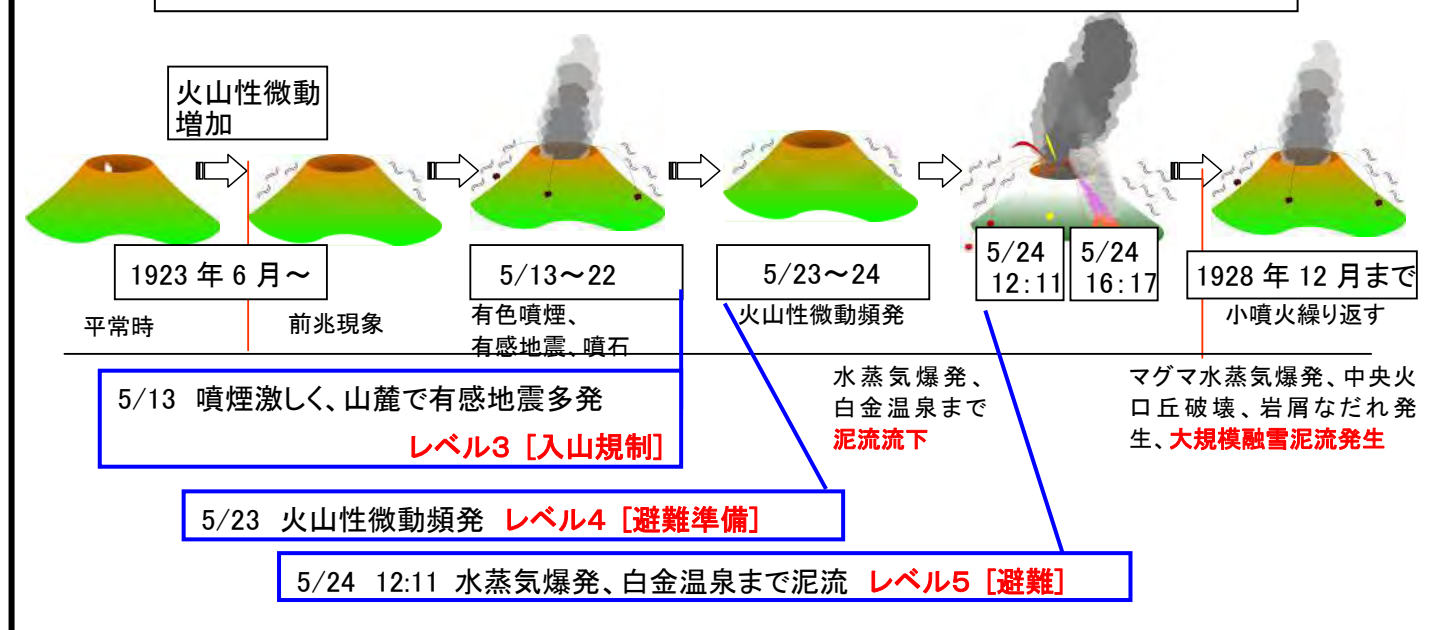
十勝岳の噴火警戒レベル

予報 警報	対象 範囲	レベル (キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山 者・入山者等への対応	想定される現象等
噴火警報	居住地域及びそれより火口側	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。	●積雪期に岩屑なだれを伴う噴火が発生、あるいは切迫しており、大規模な融雪型火山泥流の発生が予想される 過去事例 大正泥流や3300年前の火砕流 1926年5月24日16時17分過ぎ：噴火により中央火口丘が崩壊し大規模な泥流発生、あるいは山体崩壊に前駆して発生した12時11分の水蒸気爆発 ●大噴火が発生、あるいは切迫しており、居住地域に到達する火砕流の発生が予想される。積雪期に火砕流が発生した場合には、大規模な融雪型火山泥流の発生が予想される 過去事例 約3,300年前の噴火
		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の準備、災害時要援護者等の避難等が必要。	●地震活動や熱活動のさらなる活発化、地殻変動の増大等により、大噴火発生の可能性が高まる 過去事例 観測事例なし ●中噴火が発生、及び積雪期に小噴火が発生 過去事例 1988-89年の繰り返し爆発等 1962年6月30日02時45分：中噴火発生 1988年12月16日～1989年3月15日：小規模な爆発的噴火が繰り返し発生
火口周辺警報	火口から居住地域近くまで	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(今後の火山活動の推移に注意)。状況に応じて災害時要援護者等の避難準備等。登山禁止や入山規制等危険な地域への立入規制等。	●地震活動が活発化し、有感地震、火山性微動が頻発する等により、噴火の発生が予想される 過去事例 1988年噴火 3ヶ月前の地震等 1988年9月下旬：火山性地震の増加傾向開始 1988年10月～12月、1962年5月～6月：有感地震、微動の発生回数増加 1962年5月以降：有感地震、微動頻発 1926年5月：鳴動、噴火の10日前から有感地震 ●非積雪期に小噴火が発生、大きな噴石が概ね1～2km以内に飛散 過去事例 観測事例なし
	火口周辺	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(今後の火山活動の推移に注意)。火口周辺への立入規制等。	●体に感じない微小な地震活動の一時的な高まりや火山性微動の発生、噴煙活動活発化等の熱活動の高まりがみられ、ごく小規模な噴火の発生が予想される 過去事例 1988年噴火 3年前のごく小規模噴火等 1985年6月19日：62-1火口からごく小規模な噴火 1983年2月、5月：微小な地震が増加 1954年：大正火口の噴気活動活発化、溶融硫黄流出 1952年8月17日：昭和火口形成 1925年12月：中央火口丘の火口内に新たな火口(大噴)出現
噴火予報	火口内等	1 (平常)	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。	状況に応じて火口内及び近傍への立入規制等。	●火山活動は静穏。状況により山頂火口内及び近傍に影響する程度の火山灰の噴出等の可能性あり。

注1) 本資料中の「大きな噴石」とは、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する程度の大きさのものとす。
注2) 本資料中の大噴火とは、噴煙が1万数千m以上上がる噴火であり、場合によって火砕流が居住地域まで流下し、それに伴う融雪型泥流が発生する。
注3) 中噴火とは、噴煙が数千m～1万m以上上がり、噴石が火口から2～3kmまで飛散し、場合によって溶岩流を伴う噴火のことである。
注4) 小噴火とは、噴煙が1,000m程度以下、噴石が火口から1～2kmまで飛散し、小規模な火砕流や融雪型泥流が発生する噴火である。
この噴火警戒レベルは、地元自治体等と調整の上で作成したものです。各レベルにおける具体的な規制範囲等については、地域防災計画等で定められていますので、各町にお問い合わせください。

図 2.4 十勝岳の噴火警戒レベル一覧(気象庁：黄色文字部分は今回加筆)

十勝岳 1926 年 噴火時の活動推移と噴火警戒レベル変化



十勝岳 1988 年 噴火時の活動推移と噴火警戒レベル変化

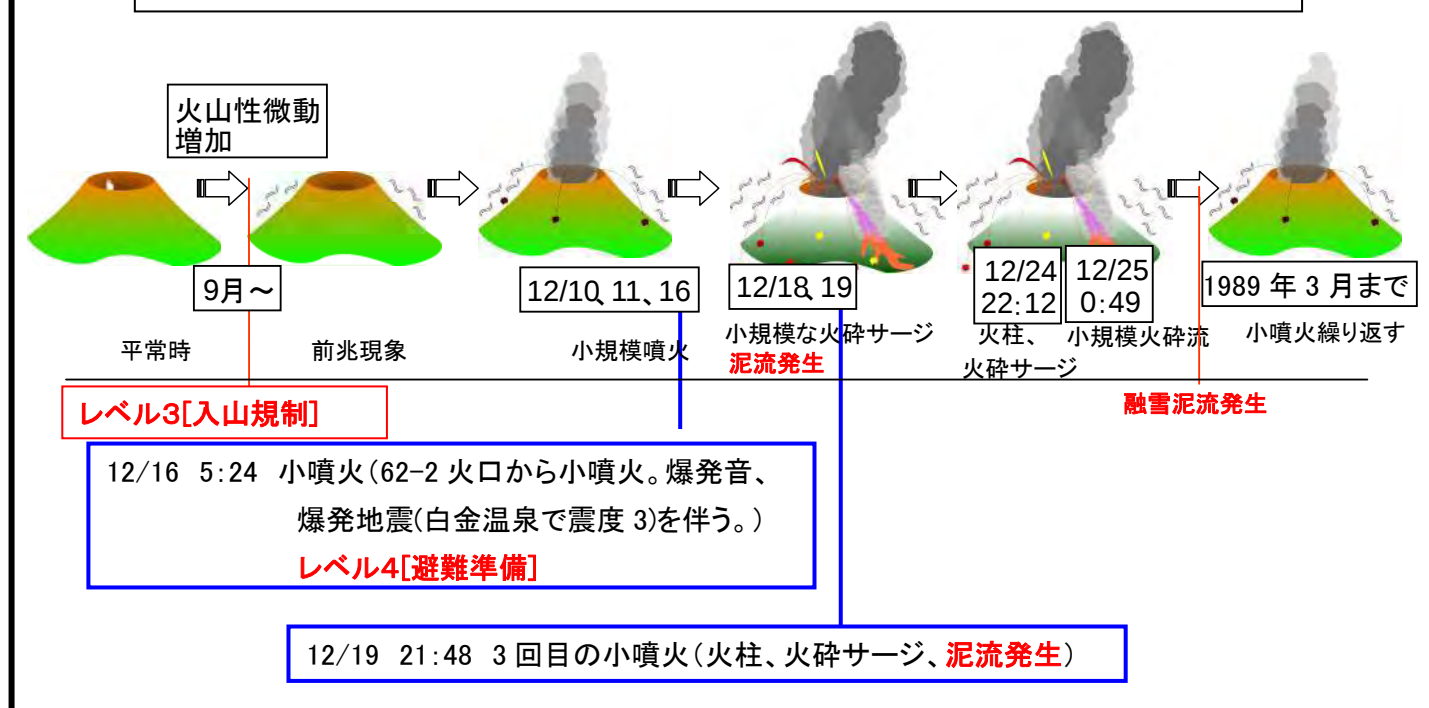
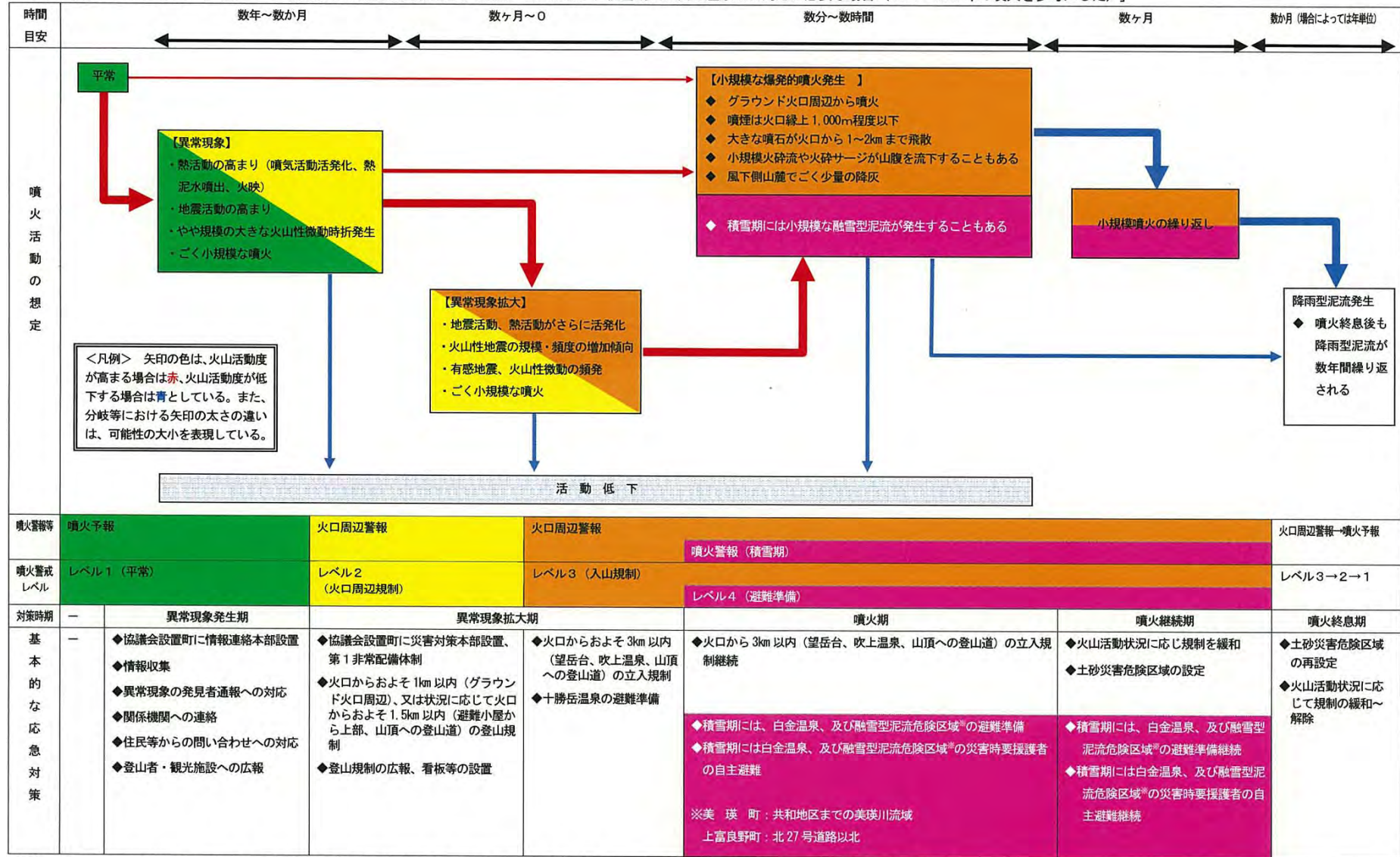


図 2.5 十勝岳の過去の噴火時活動推移と想定される噴火警戒レベルの変化
(防災のための噴火シナリオ(気象庁)をもとに作成)

十勝岳 防災のための噴火シナリオ 1 【防災対応の必要な範囲は主に山腹にとどまるが、積雪期には白金温泉での対応が必要な場合（1988～1989年の噴火を参考にした）】

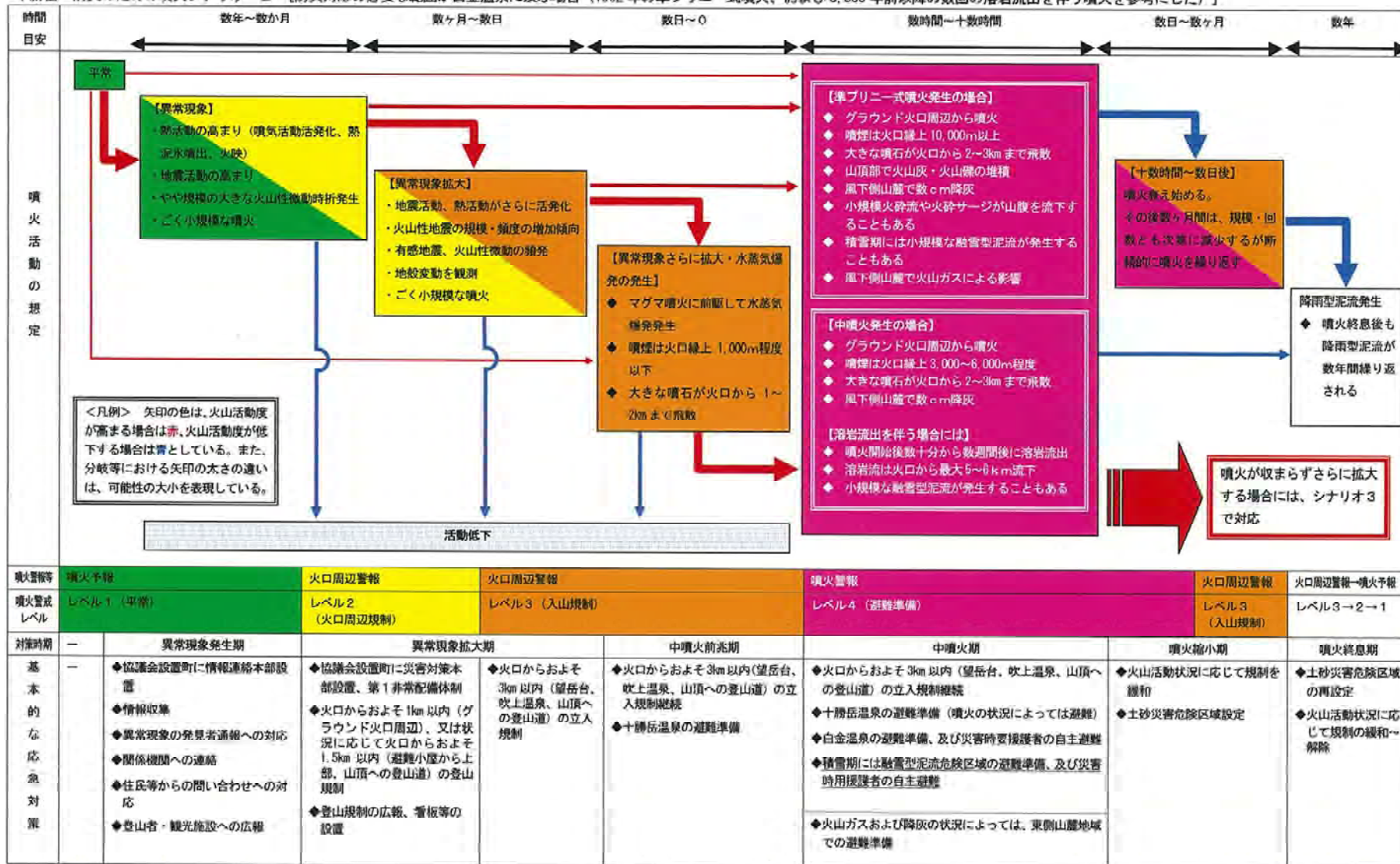


注1) 火山活動は一足飛びに急速に高まることもあり、噴火警戒レベルが順を追って一段ずつ上昇するとは限らない。その場合は、その間に想定している応急対策を全て実施する。

注2) 本資料中の大きな噴石とは、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する程度の大きさのものとす。

図 2.6 十勝岳 防災のための噴火シナリオ 1（札幌管区気象台火山監視・情報センター 作成）

十勝岳 防災のための噴火シナリオ 2 【防災対応の必要な範囲が白金温泉に及ぶ場合（1962年の準プリニー式噴火、および3,300年前以降の数回の溶岩流出を伴う噴火を参考にした）】

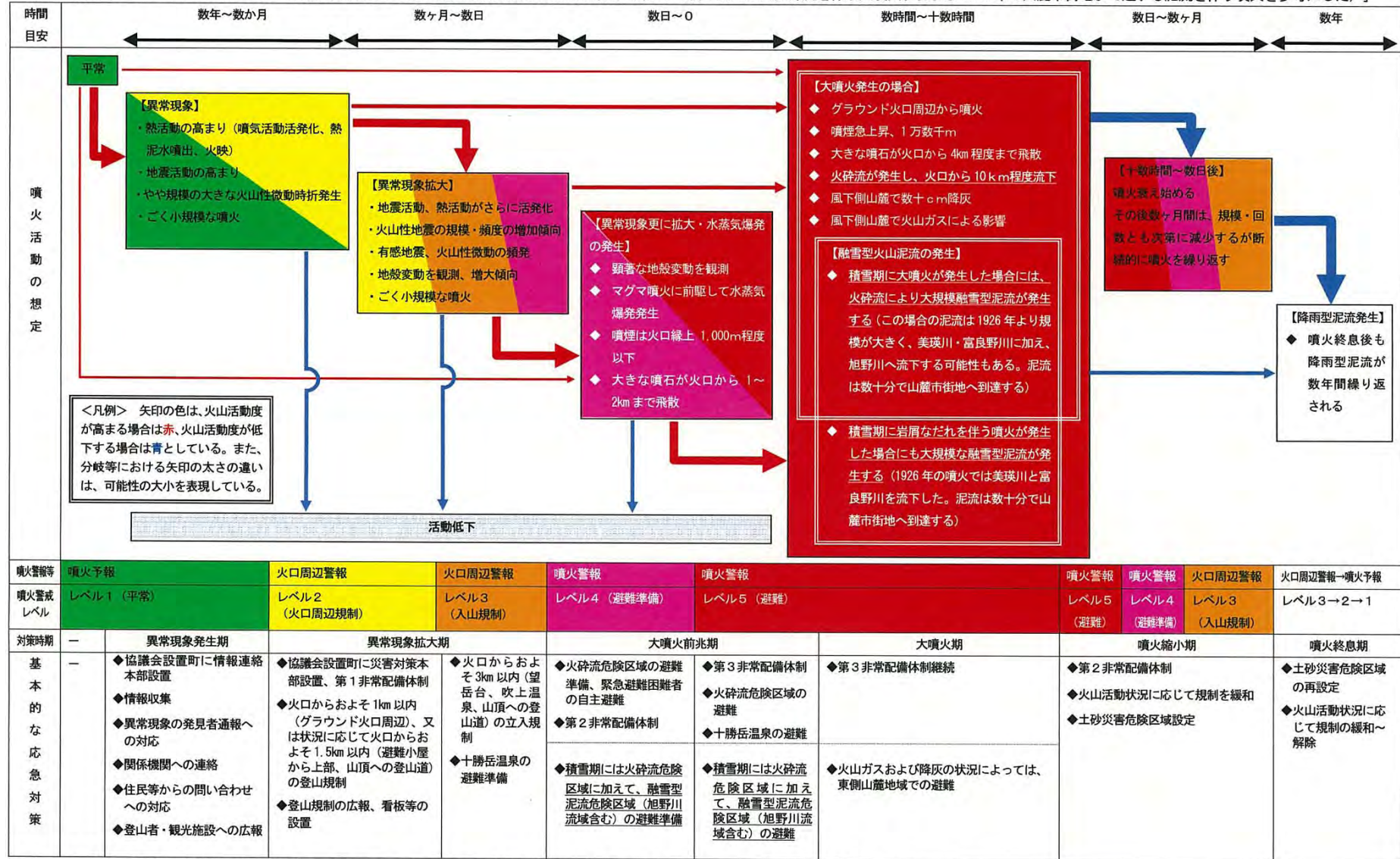


注1) 火山活動は一足飛びに急速に高まることもあり、噴火警戒レベルが順を追って一段ずつ上昇するとは限らない。その場合は、その間に想定している応急対策を全て実施する。

注2) 本資料中の大きな噴石とは、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する程度の大きさのものとする。

図 2.7 十勝岳 防災のための噴火シナリオ 2（札幌管区気象台火山監視・情報センター 作成）

十勝岳 防災のための噴火シナリオ 3 [山麓市街地までの広い範囲で防災対応が必要な場合 (3,300 年前に発生した火砕流を伴う大噴火、および 1926 年の山麓市街地まで達する泥流を伴う噴火を参考にした)]



注 1) 火山活動は一足飛びに急速に高まることもあり、噴火警戒レベルが順を追って一段ずつ上昇するとは限らない。その場合は、その間に想定している応急対策を全て実施する。

注 2) 本資料中の大きな噴石とは、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する程度の大きさのものとす。

図 2.8 十勝岳 防災のための噴火シナリオ 3（札幌管区気象台火山監視・情報センター 作成）

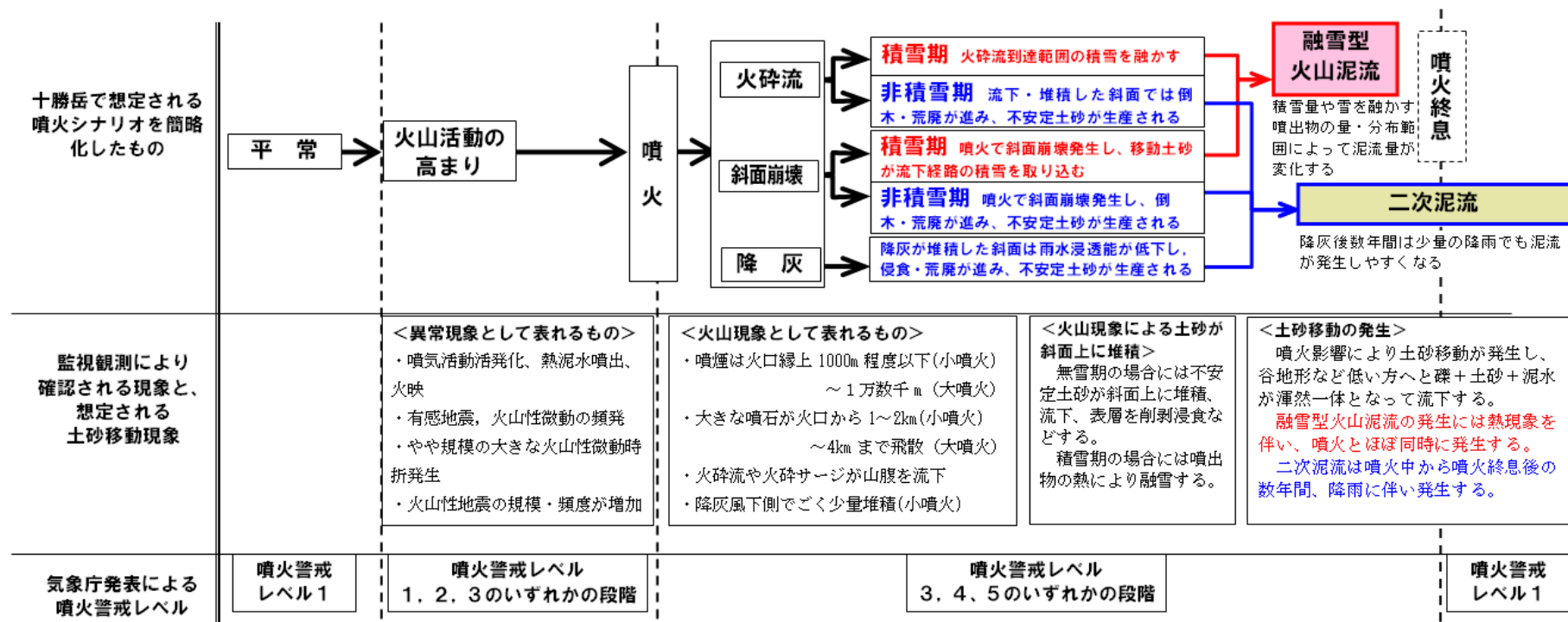


図 2.9 土砂移動に着目した十勝岳の噴火シナリオ (案)

気象庁作成の噴火シナリオ(案)をもとに、緊急減災対策で検討対象とする融雪型火山泥流と二次泥流に着目して再整理した。

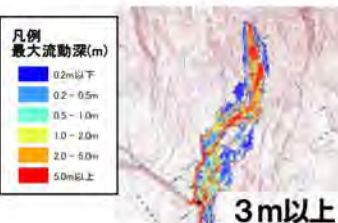
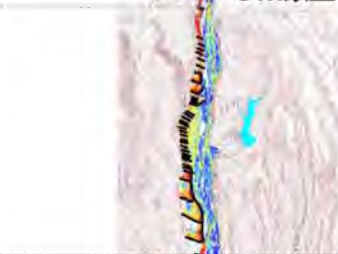
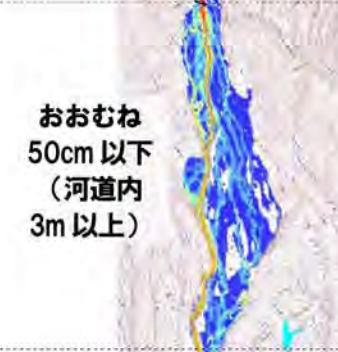
地形など	土地利用や 制約事項の違い による区分	土砂移動シナリオ	数値シミュレーションによる想定 最大流動深	数値シミュレーションによる想定 泥流到達時間	数値シミュレーションによる想定 最終堆積深	想定される被害 (H21 年度末時点施設状況)	実施済の対策	備 考
急峻で険しい斜面	上流部 林野区間 (十勝岳～ 白金温泉)	火砕流噴火 ↓ 火砕流による融雪 ↓ 流水が斜面削剥・ 河道侵食 ↓ 泥流として流下・氾濫		泥流発生から 泥流が 白金温泉を 通過するまで ～約4分	治山・砂防施設 効果がみられ、 土砂は大きく 堆積する。	泥流のピーク流量が 大きいため白金温泉 地点から氾濫する。 ・全壊 ・一部損壊	(泥流発生・発達域にお ける侵食防止) えん堤工 床固工群 流路工 泥流発生時の検知 砂防情報センター	冬期は積雪多い 林地 (立木は密生)
谷底平野	砂防区間 (白金温泉～ 砂防基準点)	↓ 流木・泥流 流下 ↓		泥流発生から この区間を 通過する時間 約4分 ～約30分	おおむね 1m以下	・床上浸水 ・一部損壊	(巨礫・流木の捕捉、土 砂の貯留、泥流の誘導、 泥流の制御) 床固工、帯工、透過型ダ ム、えん堤工、ブロック えん堤 監視カメラ、光ファイバー	冬期は積雪多い 砂防敷地広い
平地	河川区間 (砂防基準点 ～美沢橋)	泥流 流下・氾濫 ↓		約30分 ～約90分		河川計画の計画高水流量 (1,200m³/s) に対して、砂防基準点から 流出するピーク流量が 大きいため、これより 下流の河川区間で氾濫 する。特に河川整備が 未完了の箇所では河道断 面が不足している箇所 では氾濫する。 ・床下浸水 ・一部床上浸水	(泥水の安全流下) 河川堤防 Q=1,200m³/s (ただし、1/150 年確 率の洪水対応であり、融 雪型火山泥流対応では ない)	河川敷地広い
平地	河川区間 (美沢橋 ～市街地)	泥流 氾濫・堆積 ↓		約90分 ～約2時間		左岸側一部で 床上浸水		

図 2.10 美瑛川における土砂移動シナリオ

美瑛川における泥流ランク A (最大積雪、大規模火砕流、泥流総量 610 万 m³) の場合の土砂移動シナリオ。
数値シミュレーションは平成 21 年度末時点の施設状況による計算結果である。

富良野川

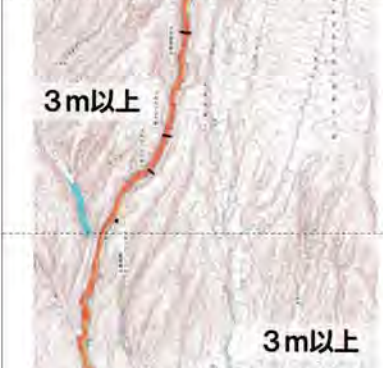
地形など	土地利用や 制約事項の違い による区分	土砂移動シナリオ	数値シミュレーションによる想定 最大流動深	数値シミュレーションによる想定 泥流到達時間	数値シミュレーションによる想定 最終堆積深	想定される被害 (H22年度末時点施設状況)	実施済の対策	備考
急峻で険しい斜面	上流部 砂防区間 (十勝岳～ 3号ダム)	火砕流噴火 ↓ 火砕流による融雪 ↓ 流水が斜面削削・ 河道侵食 ↓ 火山泥流として流下	 3m以下	泥流発生から 泥流が 3号ダムを通過 するまで ～約4分	砂防施設効果 がみられ、 土砂は大きく 堆積する。	なし	侵食防止をはかり、泥 流の増大を防ぐ。粗い 土砂や流木の分離・捕 捉を行い、流下エネル ギーの減少を図る。 導流堤 床固工群 底面スクリーンダム 低ダム群 透過型ダム 監視観測	冬期は積雪多い 林地 (立木は密生)
狭い谷地形	砂防区間 (3号ダム～ 砂防原点)	流木・泥流 流下 ↓	 3m以上	泥流発生から この区間を 通過する時間 約4分 ～約20分	砂防施設効果 がみられ、 土砂は大きく 堆積する。	谷地形のためピーク 流量が大きくなり、谷 幅いっぱい高い流 動深のまま流下する。 右岸工事用道路 使用不能 (保全対象なし)	細粒土砂を堆砂、かん 止し、泥流の規模を小 さくする対策。 重力式コンクリートダム ブロックダム (現況施設で捕捉し きれない泥流総量が 904万m³)	
谷出口から扇状地形	上富良野町郊外 (砂防原点～ JR線路)	泥流 流下・氾濫 ↓	 3m以上	約20分 ～約30分	おおむね 50cm以下	河川の流下能力を大き く上回るピーク流量の 泥流であるため谷出口 から一気に氾濫する。 一部損壊、 床上浸水	河川堤防 (Q=340m³/s) 地域防災・周知啓発	泥流流下に影響与 える構造物あり(J R盛土)
平地又はヌツカクシ フラノの扇状地形	上富良野町 郊外～市街地	泥流 氾濫・堆積 ↓		約30分 ～約1時間		富良野川と江楓完別川 の合流点で氾濫する。 床上浸水、 河川沿いで一部 損壊	地域防災・周知啓発	泥流流下に影響与 える構造物あり(道 路盛土)

図 2.11 富良野川における土砂移動シナリオ

富良野川における泥流ランクA（最大積雪、大規模火砕流、泥流総量 1330 万 m³）の場合の土砂移動シナリオ。数値シミュレーションは平成 22 年度末時点「3 号砂防えん堤完成時点」の施設状況（ブロックえん堤の効果は見込んでいない）による計算結果である。

第3章 本計画で対象とする現象と対策方針

3.1 前提事項

- 住民の安全確保と安心のための避難支援、情報提供を行う

火山噴火に伴う現象の発生規模は事前の予測が難しく、砂防施設による対策だけでは限界がある。そこで、住民の安全確保と安心のために監視観測した情報やリアルタイムハザードマップを自治体へ提供することなどにより、避難支援を行う。

- 制約条件や砂防の限界を認識した上で行動する

保全対象への融雪型火山泥流による被害を防ぐためには、泥流全量进行处理することが理想的であるが、泥流規模を予測することが困難なことや火山活動の推移によっては対策の実施箇所や期間に制限があることが想定されることから、可能な限り被害を軽減することを十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の目標とする。その際、火山噴火緊急減災対策砂防の限界を認識して関係機関や住民に周知しておくことが重要である。

- 過去の噴火推移の時間経過にとらわれず臨機応変に対応する

火山噴火緊急減災対策砂防は、噴火シナリオをもとに考えることを基本とするが、過去の噴火事例などの時間経過に縛られすぎないように臨機応変な対応が必要である。

作業従事者の安全確保等も十分に考慮して、火山活動状況などから時間的猶予が少ないと判断される場合には、河道内や緊急避難地から離れた場所での作業を避けるなどの対応も必要である。

- 平常時からの準備が重要と認識して行動する

限られた施工期間で最大限の効果を発揮するよう、平常時から実施できる対策を積極的に進める。砂防部局のみで対応できる対策に加え、特に緊急ソフト対策については平常時から関係機関と協議・調整を行い、連携して監視観測体制を整備しておくことなどが重要である。

- 適宜、状況変化に応じて計画を見直す

火山噴火緊急減災対策砂防は、関係機関との連携事項・課題について継続的に検討・調整するとともに、火山活動状況、砂防施設や監視機器の整備の進捗、ロールプレイ訓練などを踏まえた関係機関との連携状況の変化などを踏まえて、PDCA サイクルにより必要に応じて計画(案)を見直していくことが重要である。

3.2 緊急ハード対策の方針

緊急ハード対策では、保全対象および下流域への氾濫防止（被害防止・軽減）や避難時間確保のために、下記の方針により泥流を処理する。

● 対策実施主体

緊急ハード対策の実施主体は、美瑛川については国土交通省旭川開発建設部、富良野川については北海道旭川土木現業所である。美瑛川の河川区間については、河川部局と調整・連携しながら実施し、治山区間の実施主体は北海道森林管理局である。

● 対策実施場所の優先度

施工途中でも高い減災効果を得ることができるような場所、手順で実施し、施工規模、工事費、用地、工事期間、施工地点へのアクセスなどから施工の優先度を決定する。

● 対策工法の優先度

緊急ハード対策は、既存の施設を出来る限り利用した対策を第一に考え、次に応急的に新たな施設の構築を考える。

● 対策工に求める機能

融雪型火山泥流を捕捉することにより、下流への流出量（流木*も含む）を低減させる対策工法を採用する。

● 対策工種・構造

既設施設の除石や簡易で作業効率が高い工種・構造（例えば、土のう積み、掘削、土堤など）を基本とする。無人化施工が必要な場合には別途検討が必要である。

● 施工作業時の重要留意事項

人命を第一に考え、住民の避難行動に影響を与えないよう留意する。

避難者と施工車両とが錯綜することのないよう、対策実施場所や手順について、自治体と事前調整を行い、避難行動を妨げないよう配慮することが必要である。

* 大正泥流時には泥流の流下とともに流木が確認されている。

3.3 緊急ソフト対策および緊急調査の方針

緊急ソフト対策、緊急調査は、避難対策を支援するための情報提供と、緊急対策工事実施時の安全確保を目的として実施する。このために、十勝岳火山減災行動ワーキンググループを活用するなどして、情報共有をはかり状況の適確な把握と適時の判断・対応実施に役立てる。いずれの場合でも、関係各機関や緊急対策工事現場などと密接な情報交換を行い、情報が錯綜しないよう注意する。

- 避難対策を支援するための情報提供に関する事項

各種監視観測機器により取得した警戒避難に資する情報やリアルタイムハザードマップで予測した危険区域の情報は、既存の情報提供・伝達方法を活用して、地元自治体をはじめとする防災関係機関等へ速やかに発信する。

- 緊急対策工事の安全確保に関する事項

工事の中止・退避の判断根拠として利用することを目的として、火山活動の推移とそれに伴う土砂移動発生・状態を把握するための監視観測機器を必要に応じて緊急的に整備、あるいは機能の強化をはかる。また、工事中止の判断等を工事現場へ速やかに伝えるための情報通信網、情報配信システム等についても必要に応じて緊急的に整備・強化する。

- 情報提供、工事の安全確保のいずれにも共通する事項

火山活動状況や土砂移動の発生などに伴い、予め想定したことと異なる現象・規模・影響の発生が考えられる場合には、リアルタイムハザードマップを作成して、危険区域の見直しを検討して避難対策支援および工事実施時の安全管理のために情報提供を行う。

3.4 十勝岳減災行動ワーキンググループの設置

「十勝岳減災行動ワーキンググループ（WG）」は、砂防部局、気象庁、自治体防災担当者などにより構成され、学識者もアドバイザーとして参加して、火山噴火緊急減災対策砂防等の実効性を向上させることを目的として設置された（平成 22 年 1 月）。

WG は、緊急時には関係機関の緊急対応状況の情報共有、平常時には火山噴火緊急減災対策砂防等に必要な情報交換、関係機関との連携・調整を行なうなどの役割を担う。また、火山噴火緊急減災対策砂防等の対策開始・中止等のタイミングの設定、判断の参考とする行動指針の検討を行い、適宜必要に応じて本計画（案）へ反映する計画としている。

3.5 対策で対象とする現象・規模

3.5.1 融雪型火山泥流

1926年に発生した大正泥流は、爆発によって中央火口丘北西部が破壊され、崩壊物が斜面をなだれのように流下して、流下経路上の積雪を急速にとかしたことにより大規模な泥流へと発達した。現在のグラウンド火口周辺は大正泥流発生前とは地形条件が異なるため、大正泥流と同じプロセスによる融雪型火山泥流の発生は考えにくい。しかし、1985年に南米ネバドデルルイス火山で発生した事例のように、噴火に伴い発生する火砕流の熱により大量の積雪がとかされて、再び大正泥流のような融雪型火山泥流が発生することが想定される。

そこで、本検討では融雪型火山泥流を対策対象現象として設定した。

融雪型火山泥流の規模は、火砕流の規模と温度、到達範囲、積雪深の組み合わせでほぼ決定されるため、事前に規模を想定することは困難である。このため火口下の避難小屋付近の斜面の積雪状態（積雪深と積雪密度）を参考にして予め発生が予想される融雪型火山泥流の規模を把握しておくことが必要である。

ここでは、十勝岳における積雪と火砕流それぞれの発生可能性の高い組合せを考えて、以下の通り融雪型火山泥流規模を設定することとした。

このとき、想定する積雪規模と火砕流規模はそれぞれ次のとおり設定した。

なお、本検討委員会においては、市街地への大規模な被害が想定される美瑛川および富良野川等を対象とし、十勝岳東側については本検討では対象外とする。

●積雪深（融雪水量）

◇ 2年超過確率で計算した最大積雪深として110cmを設定した。

（十勝岳観測所付近（避難小屋付近：標高約1300m）で110cm）

◇ 最近10年間の平均的な冬期間における積雪深の中央値、

最頻値を考慮して50cmを設定した。

（十勝岳観測所付近（避難小屋付近：標高約1300m）で50cm）



●火砕流規模（噴出物量から想定される到達範囲で設定）

◇ a. 白金温泉街付近まで到達する火砕流

3,300年前のグラウンド火口火砕流のうち最も遠くまで到達した火砕流と同程度の火砕流

◇ b. 望岳台～横断道路付近まで到達する火砕流

aよりも小さく、cよりも大きい火砕流

◇ c. 避難小屋付近まで到達する火砕流

1988年12月24-25日に発生した小規模な火砕流と同程度の火砕流





これらの積雪と火砕流の規模をそれぞれ組み合わせた結果を表 3.1 に示す。
泥流ランクは以下とする。

泥流ランク A・・・基本計画対象規模の泥流総量

泥流ランク B・・・泥流ランク A と泥流ランク C の間の規模

泥流ランク C・・・現況施設で処理可能な泥流総量

表 3.1 十勝岳における泥流ランク一覧

美瑛川 ※砂防基準点より上流で処理可能な泥流量 210万m ³ (平成21年度末時点)					
火砕流の規模(到達範囲)	観測点での積雪深	積雪水量	泥流総量	泥流ランク	現況施設で処理可能※
a 白金温泉付近まで到達する火砕流	110cm	228万m ³	610万m ³	A	溢流・氾濫する
	50cm	77万m ³	430万m ³	B	溢流・氾濫する
b 望岳台～横断道路付近まで到達する火砕流	110cm	105万m ³	420万m ³	B	溢流・氾濫する
	50cm	40万m ³	240万m ³	B	溢流・氾濫する
c 避難小屋付近まで到達する火砕流	110cm	39万m ³	210万m ³	C	処理可能
	50cm	17万m ³	90万m ³	C	処理可能

富良野川 ※砂防原点より上流で処理可能な泥流量 426万m ³ (平成22年度末時点)					
火砕流の規模(到達範囲)	観測点での積雪深	積雪水量	泥流総量	泥流ランク	現況施設で処理可能※
a 白金温泉付近まで到達する火砕流	110cm	228万m ³	1330万m ³	A	溢流・氾濫する
	50cm	80万m ³	540万m ³	B	溢流・氾濫する
b 望岳台～横断道路付近まで到達する火砕流	110cm	140万m ³	860万m ³	B	溢流・氾濫する
	50cm	52万m ³	390万m ³	C	処理可能
c 避難小屋付近まで到達する火砕流	110cm	39万m ³	210万m ³	C	処理可能
	50cm	17万m ³	90万m ³	C	処理可能

基本計画（案）におけるハード対策は、過去に被災経験のある大正泥流規模の融雪型火山泥流を対象として、施設整備を進めている。

基本計画（案）にそって進めている砂防えん堤等の施設効果は、美瑛川で 210 万 m³、富良野川で 426 万 m³である（値は、美瑛川：平成 21 年度末時点の砂防基準点、富良野川：平成 22 年度末時点の砂防原点において処理可能な泥流総量）。

本検討では、上記の既設砂防施設とあわせて緊急減災として実施の可能性があり、施設効果が期待できる泥流ランク A または B を対象とし、具体的な緊急減災対策を計画した。

以上より、緊急ハード対策計画で対象とする融雪型火山泥流の規模は以下の通りとする。

美瑛川については、泥流ランク A の 610 万 m³ とする。

富良野川については、泥流ランク B の 540 万 m³ とする。

富良野川については、美瑛川と同様の泥流ランク A を対象とした場合、堤高約 50m のえん堤を 2 基程度配置する緊急ハード対策を実施すると、施設効果が発揮される。しかし、施設規模が大きく、現実的でない。そこで、融雪型火山泥流の誘因となる火砕流規模は美瑛川と同規模とし、積雪深は 50cm の場合を想定した、泥流ランク B の 540 万 m³ を対象規模と考えた。

表 3.2 対策対象とする融雪型火山泥流の規模

	美瑛川	富良野川
泥流ランクA (基本計画で対象としている泥流)	泥流総量 610 万 m ³ 以上 (610 万 m ³ : 検討対象)	泥流総量 1330 万 m ³ 以上
泥流ランクB (現況施設で処理可能な泥流総量よりも規模の大きな泥流)	210 万より大きく ～ 610 万 m ³ より小さい	426 万より大きく ～ 1330 万 m ³ より小さい (540 万 m ³ : 検討対象)

3.5.2 二次泥流

対象地域内で、降雨起因による土砂移動が発生して被害が想定される溪流を対象とする。ただし、想定条件下では、二次泥流による被害は発生の可能性が低いと考えられる。

3.5.3 火砕流、溶岩流、噴石、火山ガスなど

「被害が想定されていない」「技術的に対応が困難」「対策作業上の安全確保が困難」などの理由により、具体的な対策場所、対策工法などの緊急減災対策計画は現時点では作成していない。しかし、他火山における対策事例などを参考資料編に示す。

3.5.4 泥流流下に伴う流木

大正泥流時に多くの流木が発生した実績がある。特に富良野川の透過型砂防えん堤より下流側の流路内および両岸部には、多くの木々が茂っているため、泥流流下に伴って流木が流出し、下流における影響被害が拡大することが想定される。このため、流木処理を実施して下流への流木被害をできる限り軽減する。

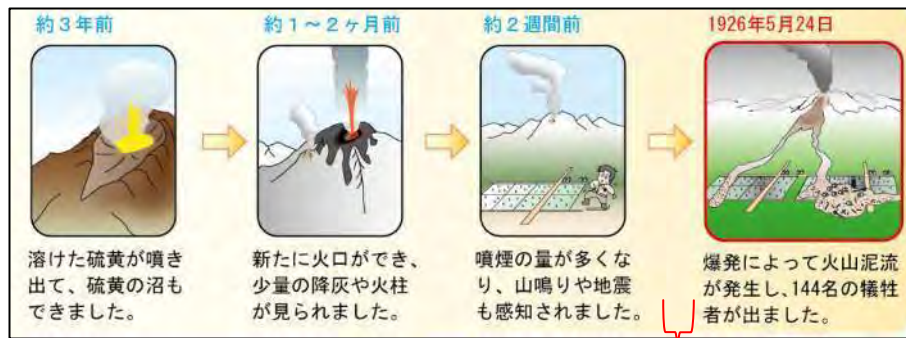
3.6 対策のタイミング

火山活動の活発化に伴い、気象庁から適宜情報が発信され、住民避難行動の目安となる噴火警戒レベルが発表されることになっている。

しかし、緊急減災対策砂防は、住民避難よりも早期に着手し、危険性の高い山側・谷部での工事作業となり、また火山活動をきっかけとする土砂移動を対象として行うため、その観点での行動指針が必要である。

参考として、図 3.2～図 3.4 に十勝岳において過去に発生した噴火時の現象の推移を示す。図より、過去の噴火の実績を踏まえると、対策可能期間は数日から 1 ヶ月程度となる。

- 対策開始のタイミングは、気象庁から発表される噴火警戒レベルも参考に、火山活動の状況、対象とする土砂移動現象、施工場所・方法に応じて設定する。
- タイミングの設定、判断の参考とする行動指針は、別途、気象庁、学識者、砂防部局、自治体で「十勝岳火山減災行動ワーキンググループ（WG）」を設置して検討を行い、適宜必要に応じて計画（案）へ反映する。

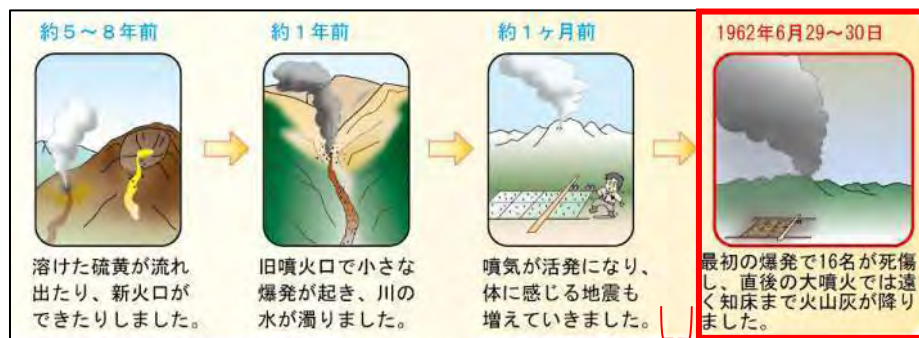


小噴火
(1～2ヶ月前)

噴煙・鳴動・有感地震
(2週間前)

対策可能期間 10日間

図 3.2 1926 年の前兆～噴火に至る時間経過¹⁴⁾

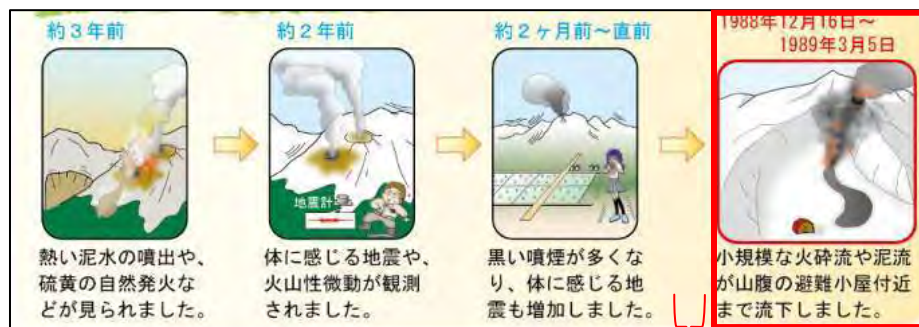


断続的に小噴火を繰り返している期間

有感地震
(1ヶ月前)

対策可能期間 1ヶ月間

図 3.3 1962 年の前兆～噴火に至る時間経過¹⁴⁾



火山活動活発期間

噴煙、有感地震
(2ヶ月前～直前)

対策可能期間 2日～1週間

図 3.4 1988～89 年の前兆～噴火に至る時間経過¹⁴⁾

第4章 緊急ハード対策

4.1 緊急ハード対策の検討項目

緊急ハード対策の実施に関わる以下の内容について検討する。

- ◇ 対策場所
- ◇ 対策工法・規模の概要と対策の順序
- ◇ 個別箇所における対策概要
- ◇ 緊急ハード対策による減災効果のシミュレーション

4.2 対策場所

4.2.1 融雪型火山泥流の発生が想定される場合

基本計画で対象としている大正泥流規模相当の融雪型火山泥流が発生した場合に想定される影響範囲で、かつ砂防事業を実施している区間（図 1.5 の砂防基準点および砂防原点の上流側）において対策する。なお、前回 1988 年噴火時にも住民避難が行われた白金温泉地区についても、事前の住民避難が行われることを前提として、避難路の確保も考慮しつつ砂防部局としてできる限りの対策を実施する。

以上に基づき、対策を実施する場所は次の 3 区間を基本とする。

- 美瑛川 白金温泉地区
 - 美瑛川 白金温泉地区～ 美瑛川砂防基準点間
 - 富良野川 3号砂防えん堤～富良野川砂防原点間
- } 図 4.1 に示す。

その他、下流の河川区間および上流の治山区間においては、関係事業者等において適切な時期・場所・工法等による減災対策が実施されることが望まれる。

4.2.2 二次泥流の発生が想定される場合

噴火後には、斜面表層が降灰に覆われて雨水浸透能が低下するため、少量の降雨によってでも土砂が移動・流出しやすくなる。

しかし、十勝岳において噴火および気象の各条件を想定して二次泥流の影響範囲・程度を検討した結果、美瑛川上流の尻無沢川、硫黄沢川、アバレ沢川や富良野川においては氾濫は確認されず、二次泥流被害の可能性は低いと考えられる。

4.3 対策工法・規模の概要と対策の順序

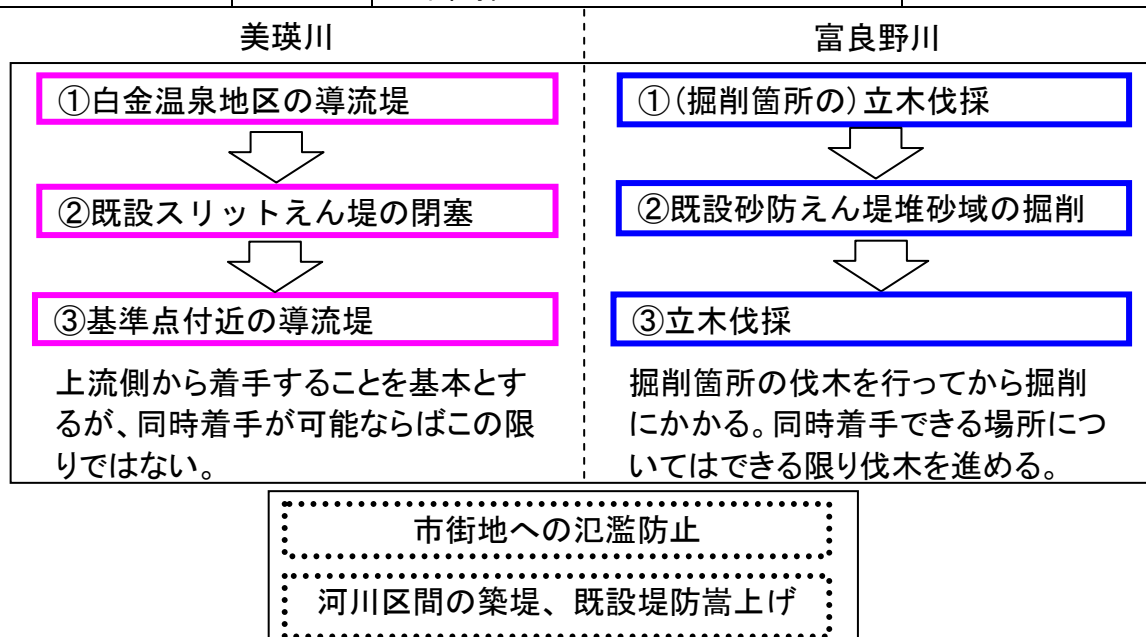
4.3.1 対策の優先順位

平常時には、基本計画（案）にそった施設整備をすすめるほか、平常時準備・点検・訓練等、十勝岳減災行動WGの活動などを実施しておくことを基本とする。

緊急ハード対策は、上流側から着手することを基本とするが、同時着手が可能ならばこの限りではない。また、緊急ハード対策を安全かつ効果的・効率的に行うために、緊急ソフト対策、緊急調査をあわせて行う。

表 4.1 対策工法の選定と優先順位

河川	目 的	優先 順位	対 策 工 法	工 種
美瑛川	泥流の導流 泥流の氾濫防止	1	導流堤（白金温泉地区）	大型土のう積み工 盛土工
	泥流の捕捉 泥流の一時貯留	2	5号、6号、7号、8号の4基の既設 スリットえん堤のスリット部閉塞	鋼製の横棧設置工
	泥流の導流 泥流の氾濫防止	3	導流堤（砂防基準点付近）	大型土のう積み工 盛土工
		4	既設堤防の嵩上げ（河川区間）	大型土のう積み工 盛土工
富良野川	流木の防止	1	堆砂域掘削箇所立木の伐採	伐採工
	泥流の一部捕捉	2	既設えん堤堆砂域の掘削	掘削工
	流木の防止	3	砂防原点から3号えん堤堆砂域までの 立木伐採	伐採工



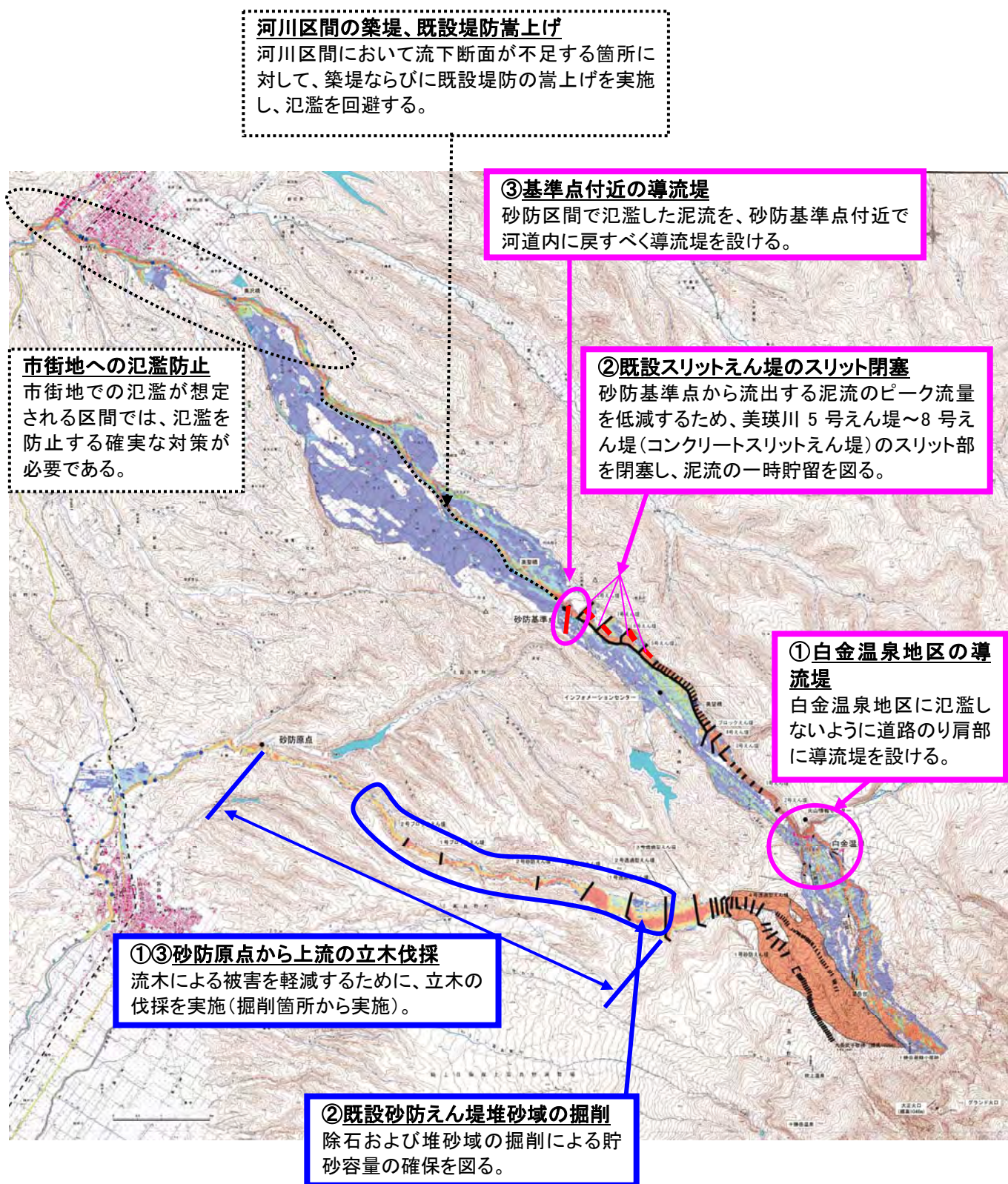


図 4.1 緊急ハード対策の実施計画箇所と対策工法

導流堤の設置場所は砂防指定地外である。このため、平常時からの土地所有者や道路管理者等との協議・調整が必要である。美瑛川の①の導流堤は、白金温泉街上流側の道道 966 号十勝岳温泉美瑛線（銀瑛ゲート付近～新月橋間）沿いへの設置を計画する。

4.3.2 緊急ハード対策の構造、施工数量、施工期間

噴火緊急時には、通常のコンクリート構造物の施工は、型枠工や養生に時間を要するため限られた期間内の実施は困難である。

したがって、工法は大型土のう積み（ブロック積み）構造および土盛り構造を基本とし、保有している資機材で簡易的かつ迅速に施工が可能な工法とする。

対策工の構造としては、大型土のう積みもしくは盛土等の簡易な構造により迅速に施工が可能な工法とする。

また、既設スリットえん堤については、鋼材横栈によるスリット閉塞を行う。鋼材横栈については、事前に準備工として基礎を設置し、横栈を事前調達・備蓄しておくことを前提とする。なお、下記対策以外に、市街地への氾濫が想定される区間では、氾濫を防止する確実な対策が必要である。

富良野川 施工イメージ

● えん堤堆砂域掘削標準断面

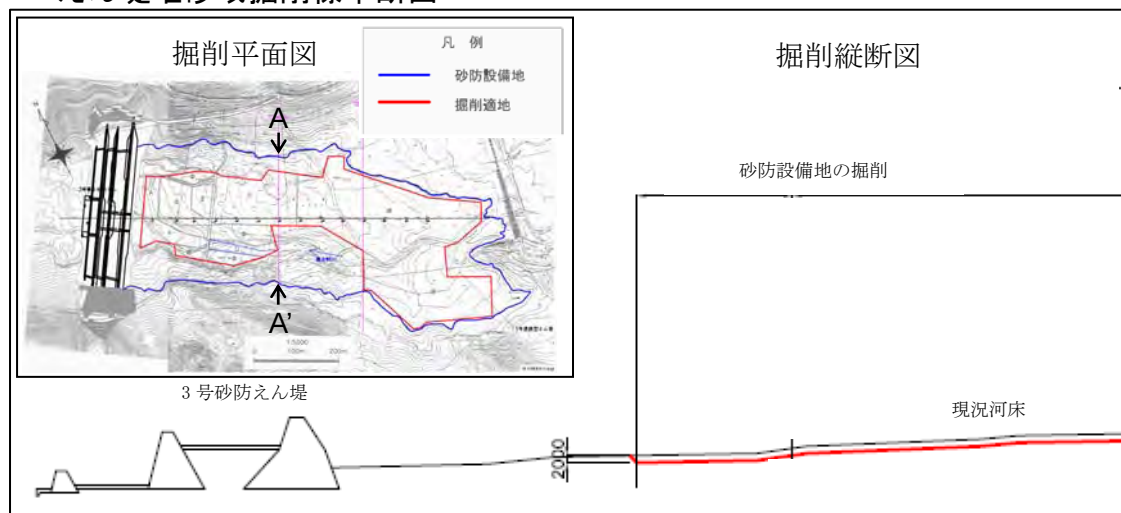
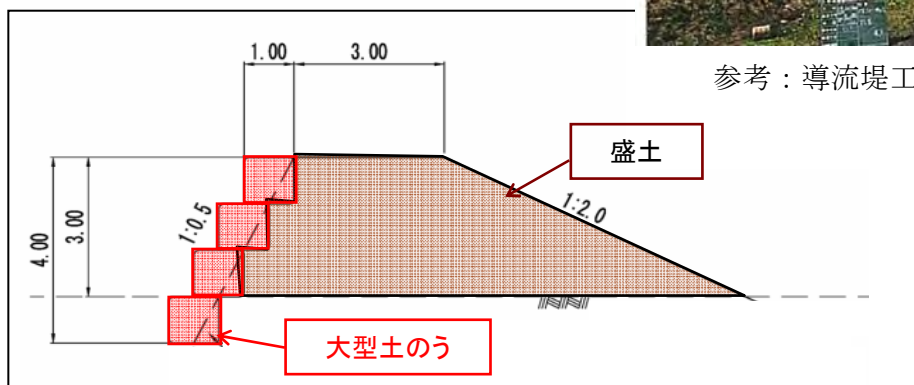


図 4.2 富良野川における計画対策工の施工標準図イメージ

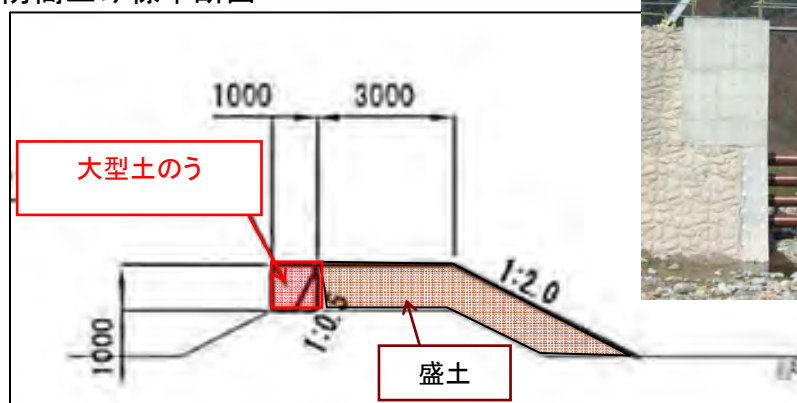
美瑛川 施工イメージ

● 導流堤標準断面



参考：導流堤工イメージ

● 堤防嵩上げ標準断面



● スリットえん堤のスリット部閉塞工標準断面

参考：スリット閉塞工イメージ
(写真：株式会社神戸製鋼所 提供)

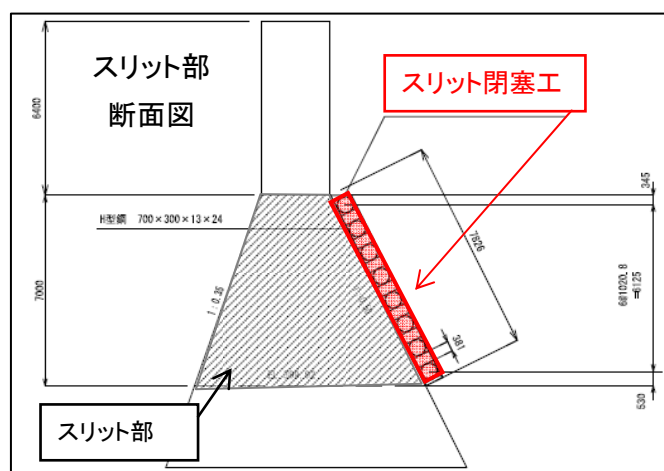
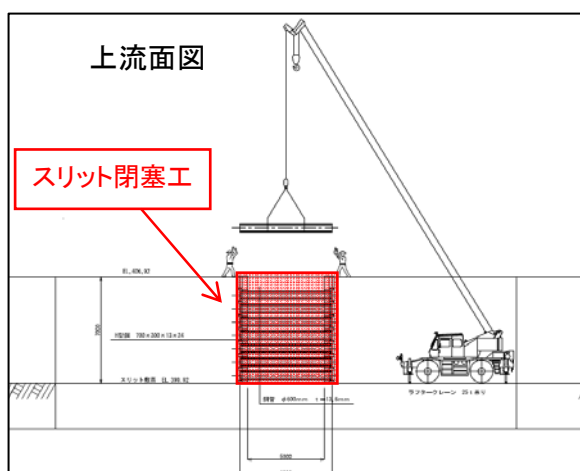


図 4.3 美瑛川における計画対策工の施工標準図イメージ
(いずれも図中の寸法は、対策実施場所等の条件に合わせて変更する)

計画した緊急ハード対策の実施にかかる施工期間について、噴火シナリオに
対比させて示す。

なお、図 4.4 では仮にレベル 3 で対策作業を着手することを想定している。

例えば 1988 年の噴火のときのようにレベル 3 からレベル 4 の間が 4 日間しか
ない場合には、美瑛川のスリット閉塞工と砂防区間の導流堤の作業が完了した
時点で作業中止となる。一方で、1962 年のように 1 ヶ月間ある場合には、富良
野川の掘削が残作業として残り、他の計画の対策は完了する計画である。

ここで示した施工日数は、災害時に旭川開発建設部ならびに旭川土木現業所
が使用できると仮定した資機材量を用いて、1 日 8 時間作業することを前提に試
算した。

十勝岳の大規模泥流への緊急対策ドリル 作成イメージ（過去の噴火の史実時系列をベースに作成）

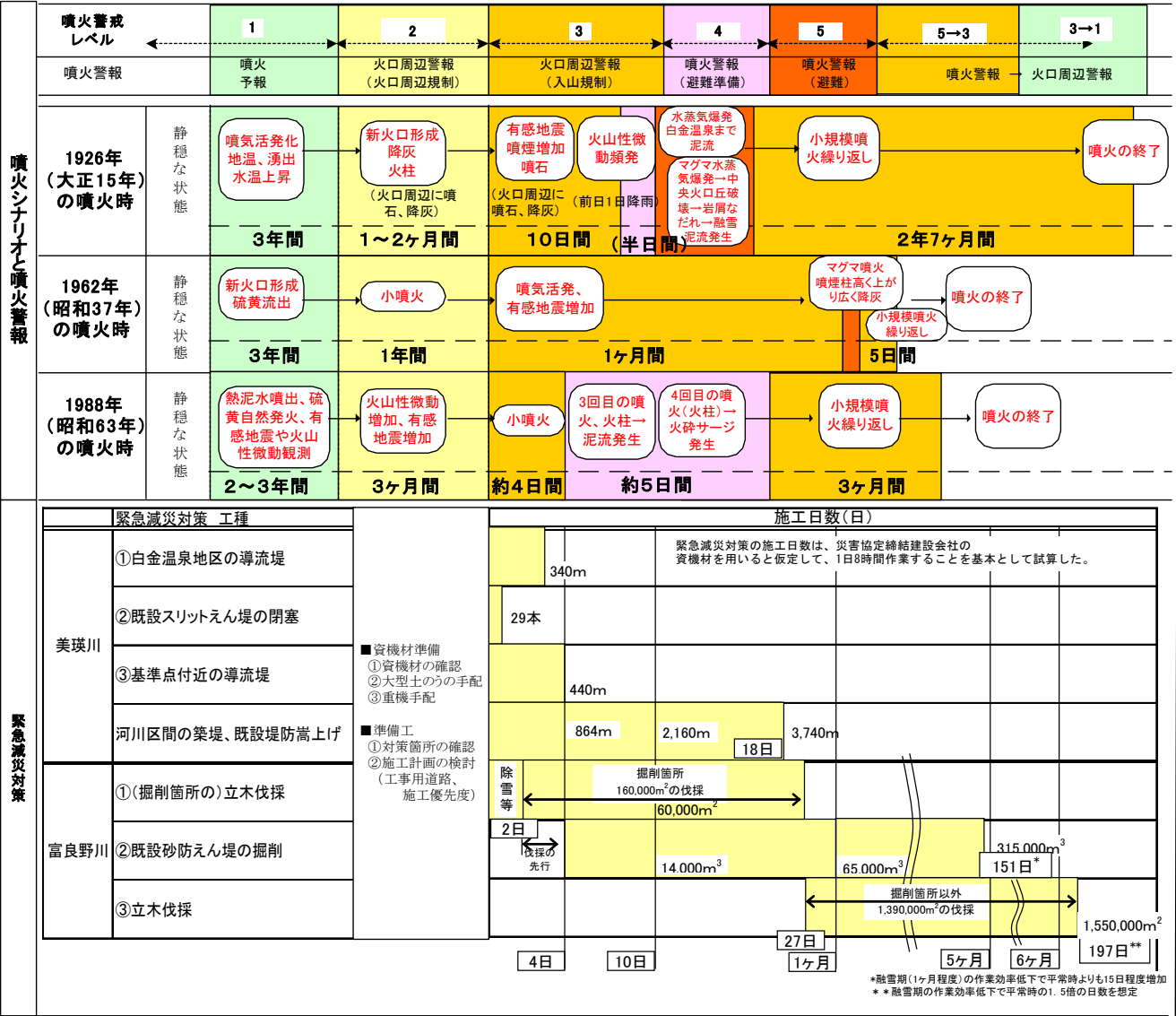


図 4.4 十勝岳の過去噴火時の火山活動状況時間変化と
計画した緊急ハード対策に掛る試算日数との関係

4.4 個別箇所における対策概要

4.4.1 美瑛川白金温泉地区における対策（図 4.1 の美瑛川①）

上流域において平常時より基本対策を進める。噴火時は避難対策が主体となる。砂防部局は、火山活動状況に応じて安全管理第一として、下記の対策を実施することにより、可能な限り減災を目指す。

対策目的

泥流が白金温泉地区を直撃することにより想定される災害を緊急ハード対策により軽減する。

対策方針

上流斜面上を流下する泥流を保全対象上流側において硫黄沢方向へ導流する。道道 966 号の道路切り通し部を応急的に導流工として利用する。

対策箇所（図 4.5 参照）

美瑛町白金

- ◇ 対策 1 道道 966 号十勝岳温泉美瑛線（銀瑛ゲート付近～新月橋間）および下流側斜面のり肩部
- ◇ 対策 2 尻無沢川下流 十勝岳流路工左岸部の町道および流路工管理道路（新月橋～美瑛川合流点間）

対策方法・工法

- ◇ 対策 1、2 いずれも、大型土のう積、盛土等による応急導流堤。

対策実施時期

融雪型火山泥流の発生が想定される場合。

対策計画箇所のうち白金温泉地区を最優先で実施する。噴火前の早い段階での作業か、短期間での対策作業が必要である。

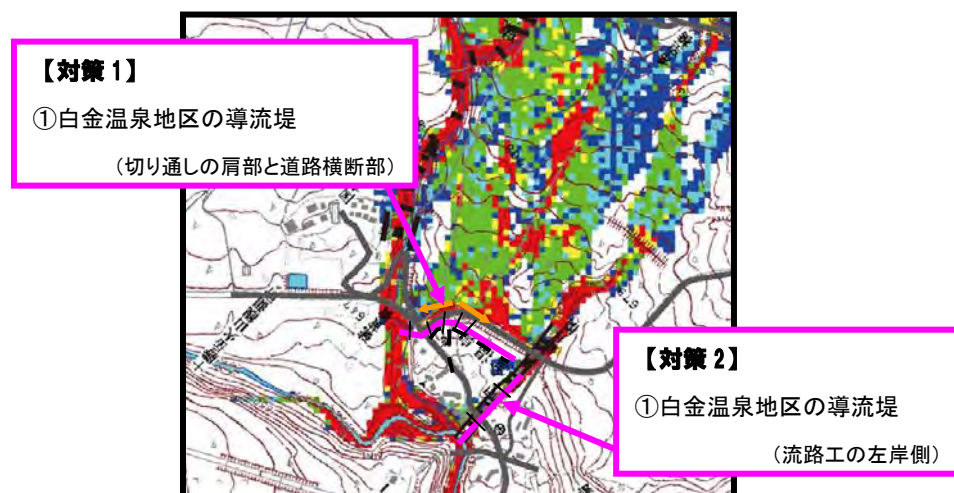


図 4.5 美瑛川白金温泉地区における対策箇所

(タイミングに関する留意事項)

避難道路を締め切る箇所は、避難車輛の通行や施工優先度・想定泥流到達時間などを考慮の上で、実施タイミングと施工方法を決定する。

白金温泉地区は噴火口から約 5.5km と近く、大正泥流時には発生から約 4 分で泥流が到達した。このため、対策作業は常に緊急退避できる安全管理体制の下で実施する。

(施工に関する留意事項)

- ・最新の現地状況を把握した上で施設構造を決定する。
- ・流速が 5m/s 以上と大きくなることも予想されるため、大型土のう積みの安定性等に関する詳細検討を行った上で実施する。
- ・十勝岳流路工の流路には、下流側の淹への転落予防として侵入防護柵が設けられている。この柵が、泥流の流路上の障壁とならないよう、速やかに撤去しておく。

4.4.2 美瑛川白金温泉地区から美瑛川砂防基準点間における対策

(図 4.1 の美瑛川②③)

対策目的

泥流が美瑛町の市街地はじめとする保全対象地域へ氾濫することにより想定される災害を緊急ハード対策により軽減する。

対策方針

既設砂防施設を有効に活用する。上流（白金温泉下方）から氾濫・流下してくる泥流のピーク流量を低減させる。また、河道外に氾濫した泥流をできる限り河道へ導流する（もどす）。

対策箇所（図 4.6 参照）

美瑛町白金、美沢など

- ◇ 対策 3 美瑛川 5 号～8 号透過型砂防えん堤
- ◇ 対策 4 美瑛川砂防基準点付近左岸～道道十勝岳温泉美瑛線

対策方法・工法

- ◇ 対策 3 既往砂防えん堤のスリット部の閉塞
- ◇ 対策 4 大型土のう積、盛土等による応急導流堤

対策実施時期

大規模な融雪型火山泥流（泥流ランク A または B）の発生が想定される場合

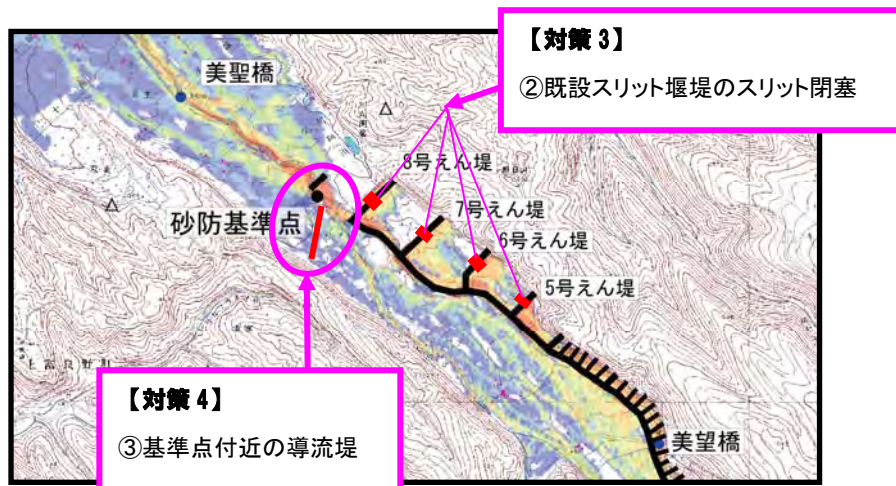


図 4.6 美瑛川白金温泉地区から美瑛川砂防基準点における対策箇所

(タイミングに関する留意事項)

避難道路を締め切る箇所は、避難車輛の通行や施工優先度・想定泥流到達時間などを考慮の上で、実施タイミングと施工方法を決定する。

白金温泉地区から美瑛川砂防基準点間では、大正泥流時には発生から約4分～30分で泥流が到達した。このため、対策作業は常に緊急退避できる安全管理体制の下で実施する。

(施工に関する留意事項)

- ・最新の現地状況を把握した上で施設構造を決定する。
- ・流速が5m/s以上と大きくなることも予想されるため、大型土のう積みの安定性等に関する詳細検討を行った上で実施する。

4.4.3 富良野川上流から富良野川砂防原点間における対策

(図 4.1 の富良野川①～③)

対策目的

上富良野町の市街地はじめとする保全対象地域へ泥流が氾濫することにより想定される災害を緊急ハード対策により軽減する。また、泥流に伴う流木が下流の保全対象へ与える影響を緊急ハード対策により軽減する。

(上流からの流木は1号透過型えん堤を含む既設砂防施設により想定される全量が処理可能)

対策方針

既設砂防施設および砂防指定地内の河川敷地、砂防設備地を有効に活用する。流下してくる泥流を砂防原点より上流側でできる限り捕捉する。

また、流木発生危険箇所については、流木化する樹林量を減らすため、できる限り予め伐採する。

対策箇所（図 4.7 参照）

- ◇ 対策 5 富良野川 3 号砂防えん堤、2 号砂防えん堤、1 号ブロックえん堤、2 号ブロックえん堤の各堆砂域
- ◇ 対策 6 富良野川 3 号砂防えん堤堆砂域～富良野川砂防原点間の泥流流下想定区域

対策方法・工法

- ◇ 対策 5 堆砂域の掘削、掘削土砂の泥流氾濫想定区域外への搬出
- ◇ 対策 6 立木の伐採、伐採木の泥流氾濫想定区域外への搬出

対策実施時期

大規模な融雪型火山泥流（泥流ランク A または B）の発生が想定される場合。

（タイミングに関する留意事項）

富良野川では、大正泥流時には発生から約 4 分で 3 号砂防えん堤まで泥流が到達した。このため、対策作業は常に緊急退避できる安全管理体制の下で実施する。

（施工に関する留意事項）

- ◇ 伐採計画対象範囲の土地所有者との事前協議や伐採木一時仮置き場確保、新規の搬出道路の整備や待避所の増設などについては、平常時から実施できる事業制度が策定された後に、具体的な対応を検討する。

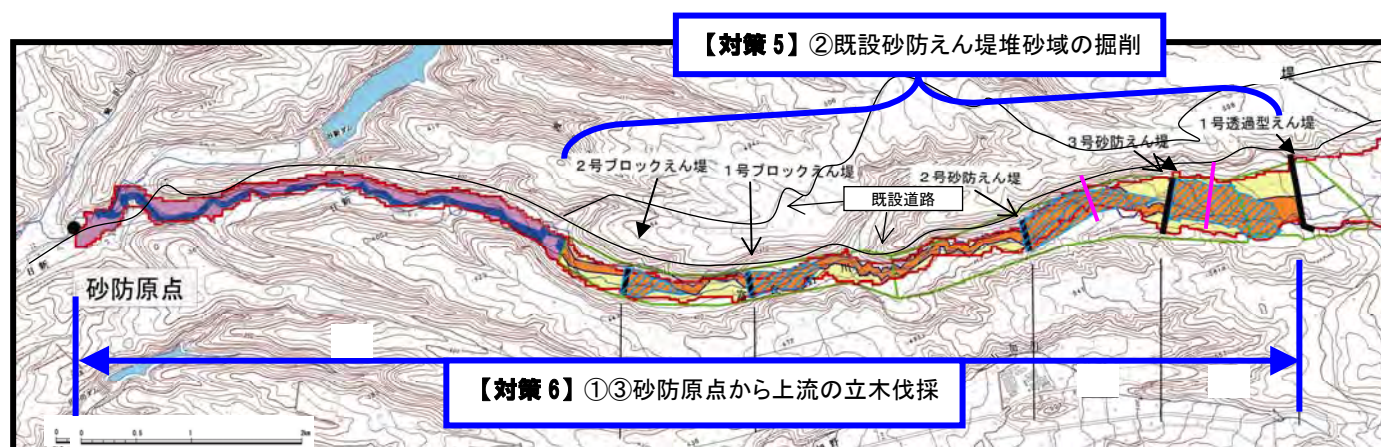


図 4.7 富良野川上流から富良野川砂防原点間における対策箇所

4.4.4 その他区間

- 美瑛市街地区間の河道については、資産の状況等を考慮し、上流での対策が下流被害を助長させないように、河川部局において必要な対策を実施する必要がある。
- 美瑛川における砂防基準点下流の河川区間では、左岸側への氾濫を防止するために、無堤区間の築堤や堤防の嵩上げの可能性を検討することが望ましい。
- 治山事業区域間では既設治山施設の嵩上げを検討することが望ましい。
- 望岳台における監視観測機器を、二次泥流や小規模な融雪型火山泥流から保全するための対策を検討することが望ましい。

4.5 緊急ハード対策による減災効果のシミュレーション

美瑛川

- ◇ 検討対象として設定した融雪型火山泥流（泥流総量 610 万 m^3 ）に対して、既施設に加えて計画した緊急ハード対策による減災効果をシミュレーションにより確認した。
- ◇ 緊急ハード対策の効果が発揮された場合、砂防基準点より下流の左岸および市街地付近において、氾濫範囲が減少し、床上・床下浸水の被害はほとんどなくなる結果となった（図 4.8）。
- ◇ 計画した緊急ハード対策を適時に実施し、十分な効果が発揮されれば、減災に大きく寄与できると考えられる。

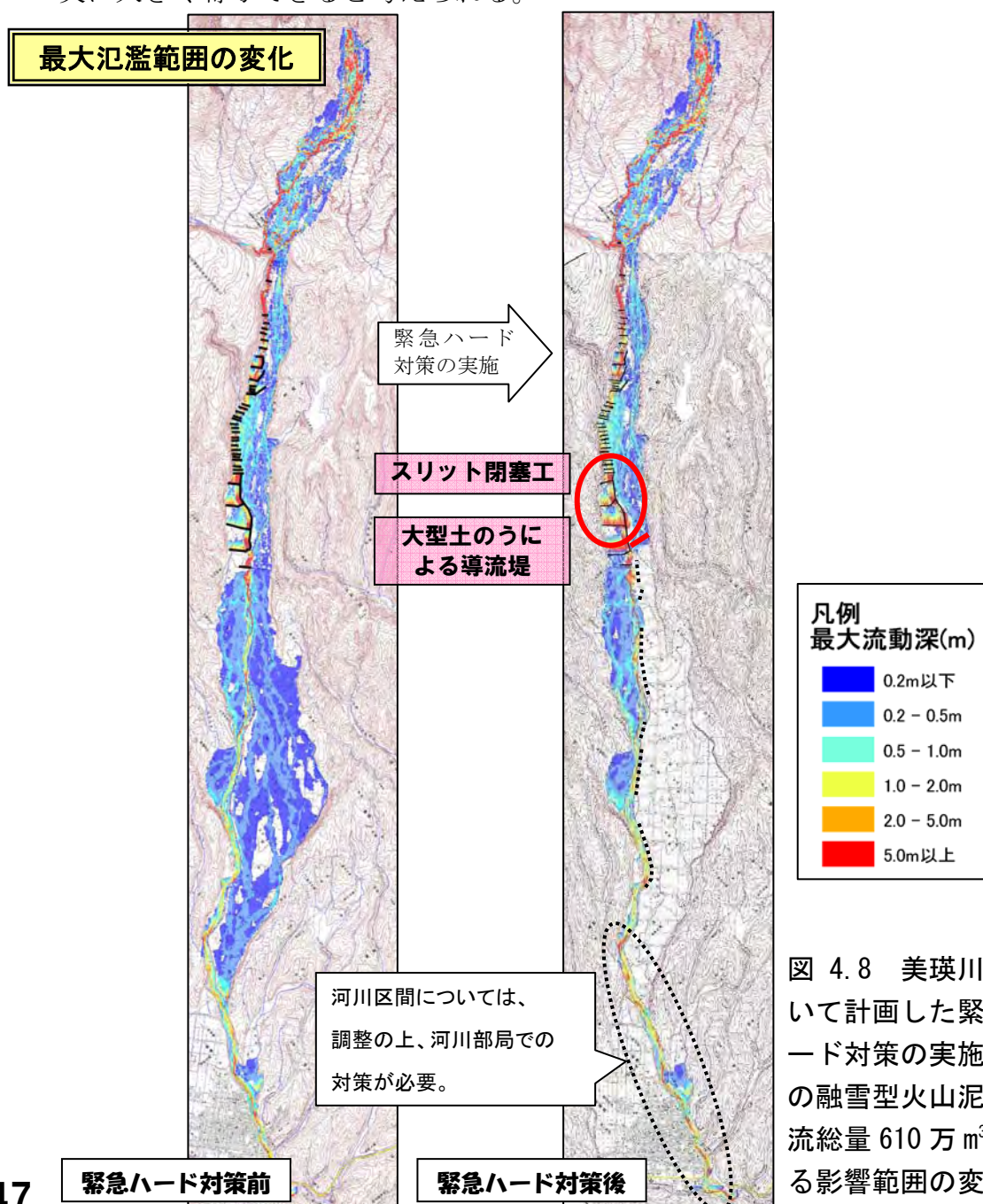


図 4.8 美瑛川において計画した緊急ハード対策の実施前後の融雪型火山泥流（泥流総量 610 万 m^3 ）による影響範囲の変化

泥流到達時間の変化

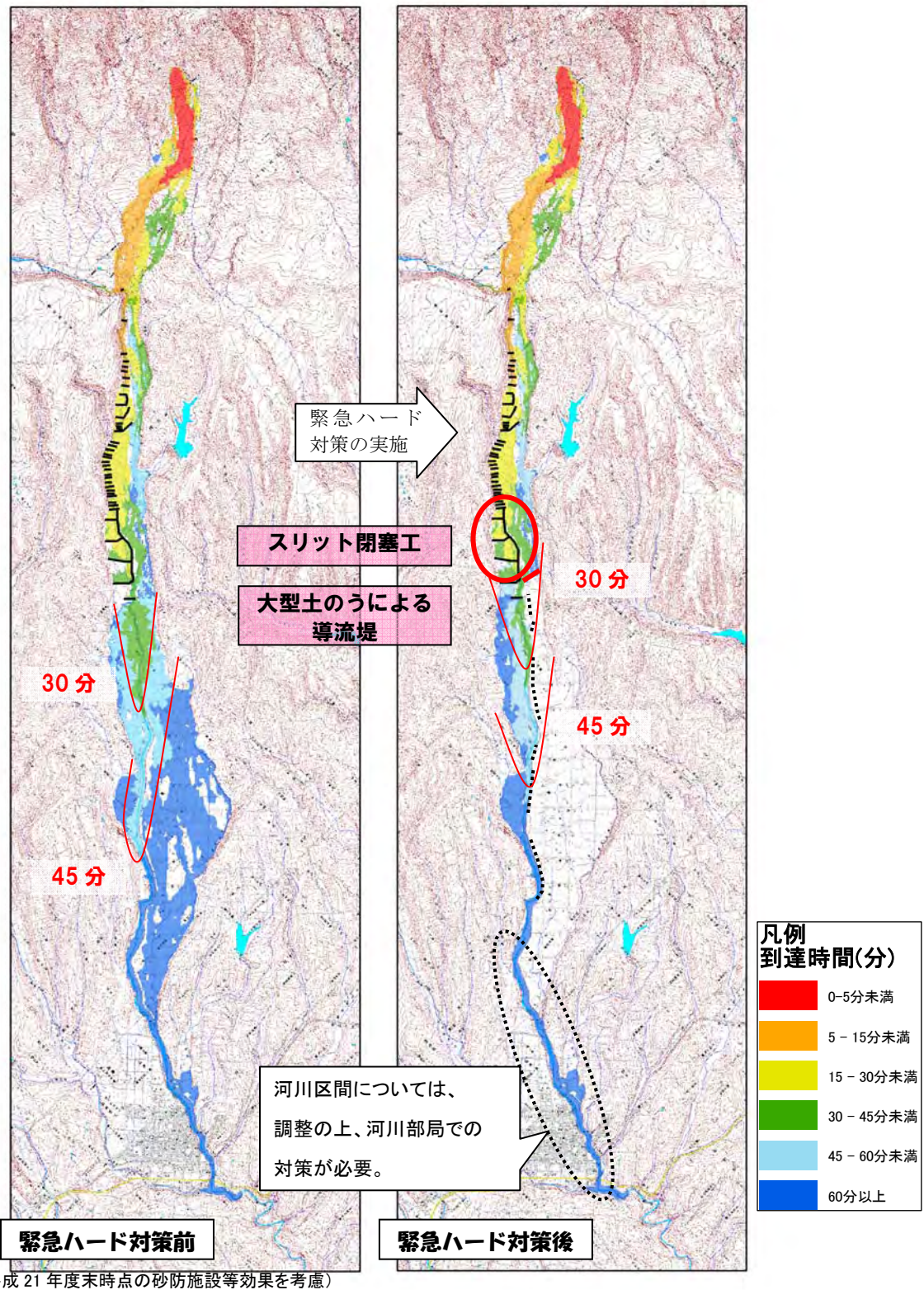


図 4.9 美瑛川において計画した緊急ハード対策の実施前後の融雪型火山泥流（泥流総量 610 万 m^3 ）による到達時間の変化

富良野川

- ◇ 検討対象として設定した融雪型火山泥流（泥流総量 540 万 m^3 ）に対して、既施設に加えて計画した緊急ハード対策を実施することによる減災効果を数値シミュレーションにより確認した。
- ◇ 緊急ハード対策の効果が発揮された場合、砂防原点より下流の谷出口付近および市街地については、氾濫および床上・床下浸水の範囲が大幅に減少し（図 4.10）、到達時間もわずかながら遅延する（図 4.11）。
- ◇ 計画した緊急ハード対策を適時に実施し、十分な効果が発揮されれば、減災に大きく寄与できると考えられる。

最大氾濫範囲の変化

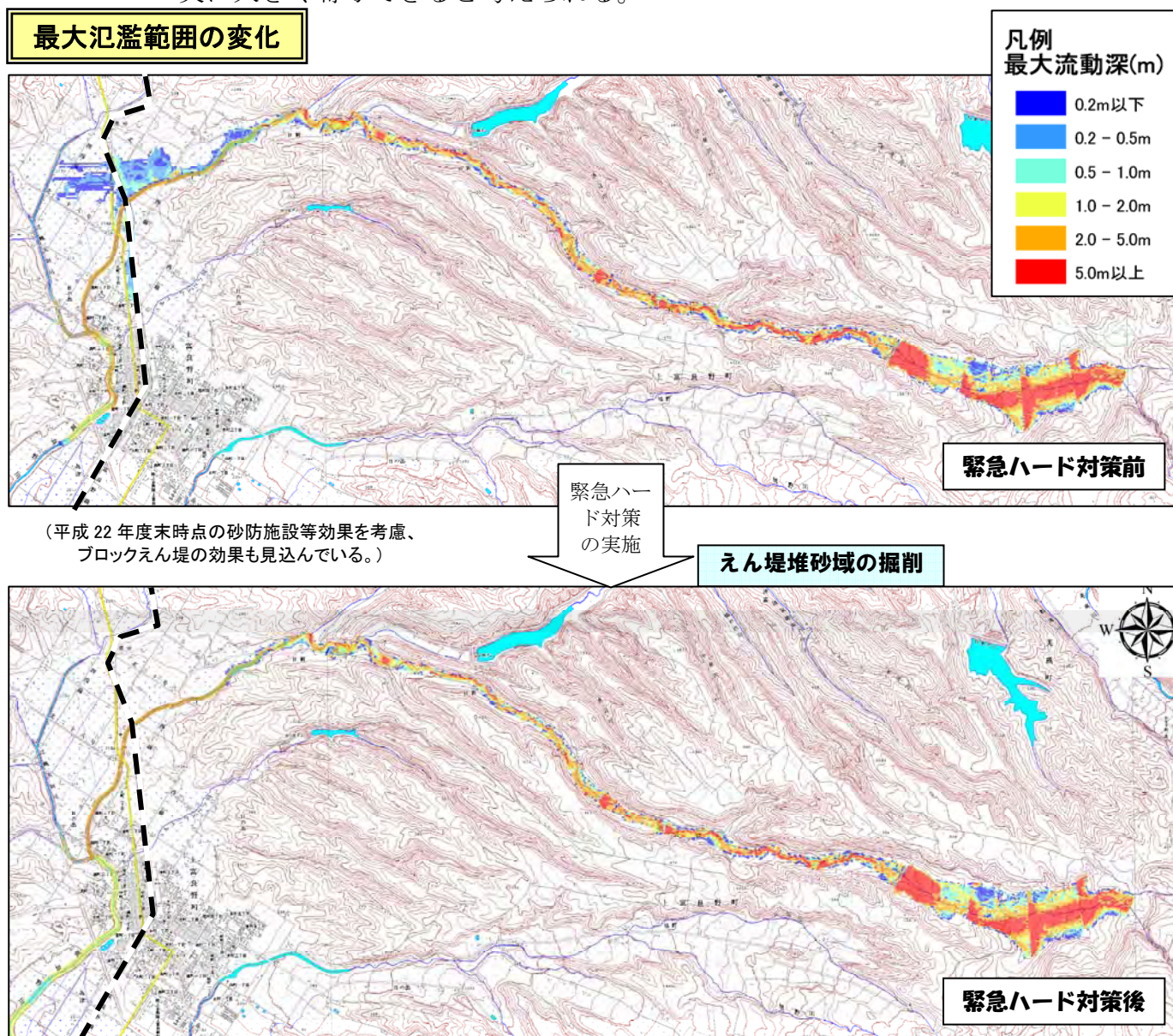


図 4.10 富良野川において計画した緊急ハード対策の実施前後の融雪型火山泥流（泥流総量 540 万 m^3 ）による影響範囲の変化

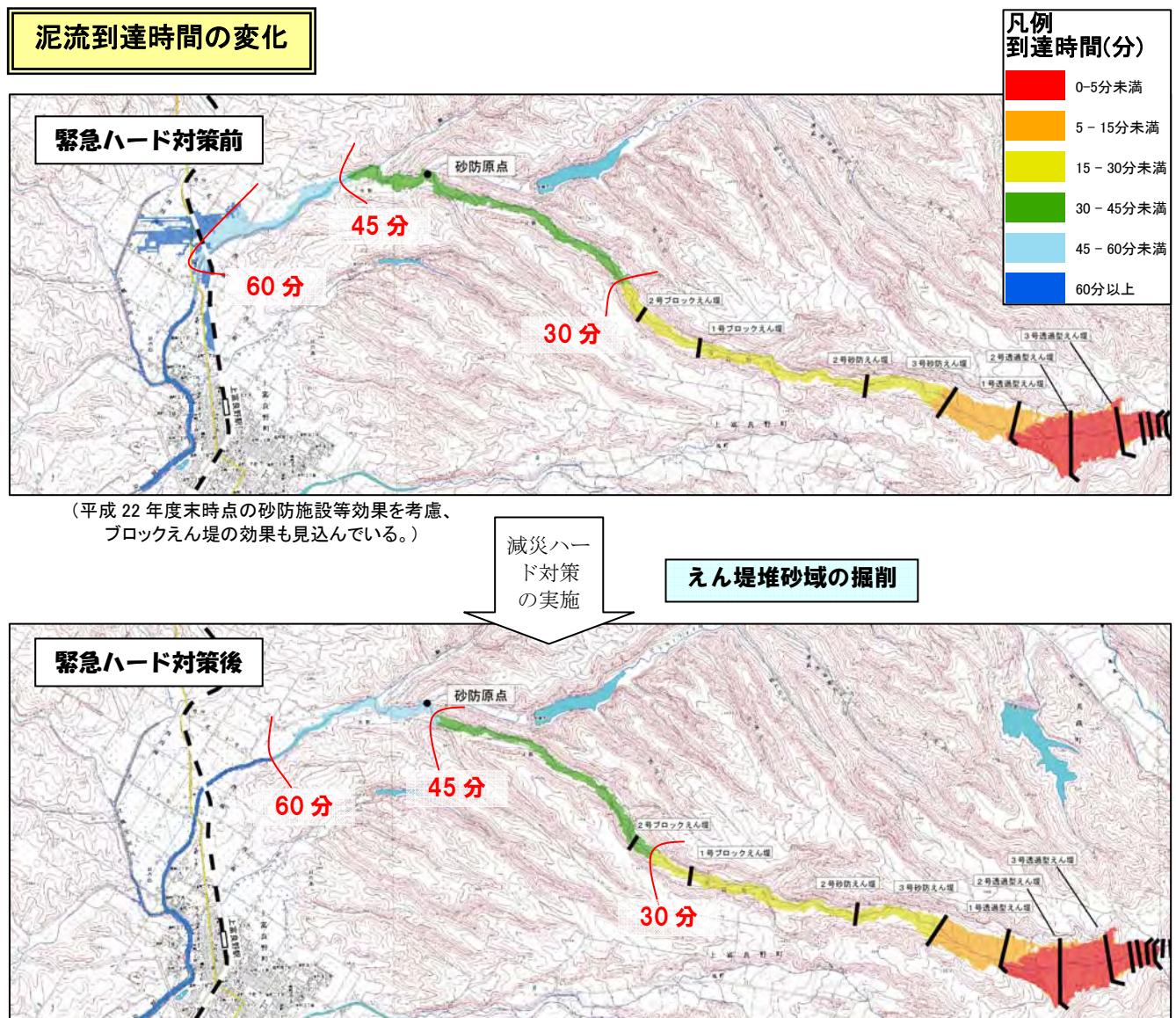


図 4.11 富良野川において計画した緊急ハード対策の実施前後の融雪型火山泥流（泥流総量 540 万 m^3 ）による到達時間の変化

第5章 緊急ソフト対策

5.1 対策の概要と実施のタイミング

5.1.1 緊急ソフト対策の実施項目

緊急ソフト対策の実施に関わる以下の内容について検討する。

- ◇ 住民避難支援のための情報提供
- ◇ 監視観測機器の緊急的な設置
- ◇ 土砂移動現象等の検知、情報配信システムによる伝達
- ◇ 情報通信網の整備
- ◇ 警戒避難基準雨量の検討
- ◇ 緊急ハード対策実施箇所における体制整備
- ◇ リアルタイムハザードマップの作成・提供

5.1.2 実施のタイミング

平常時には、基本計画（案）にそった施設整備、点検・訓練、十勝岳減災行動WGの活動などを実施する。

緊急ハード対策を安全かつ効果的に実施するためには、ハード対策の作業工程を考慮したうえで、緊急ソフト対策、緊急調査を展開することが必要であり、5.1.1で示す各項目の実施タイミングは今後の減災行動WGにおいて検討を進める。

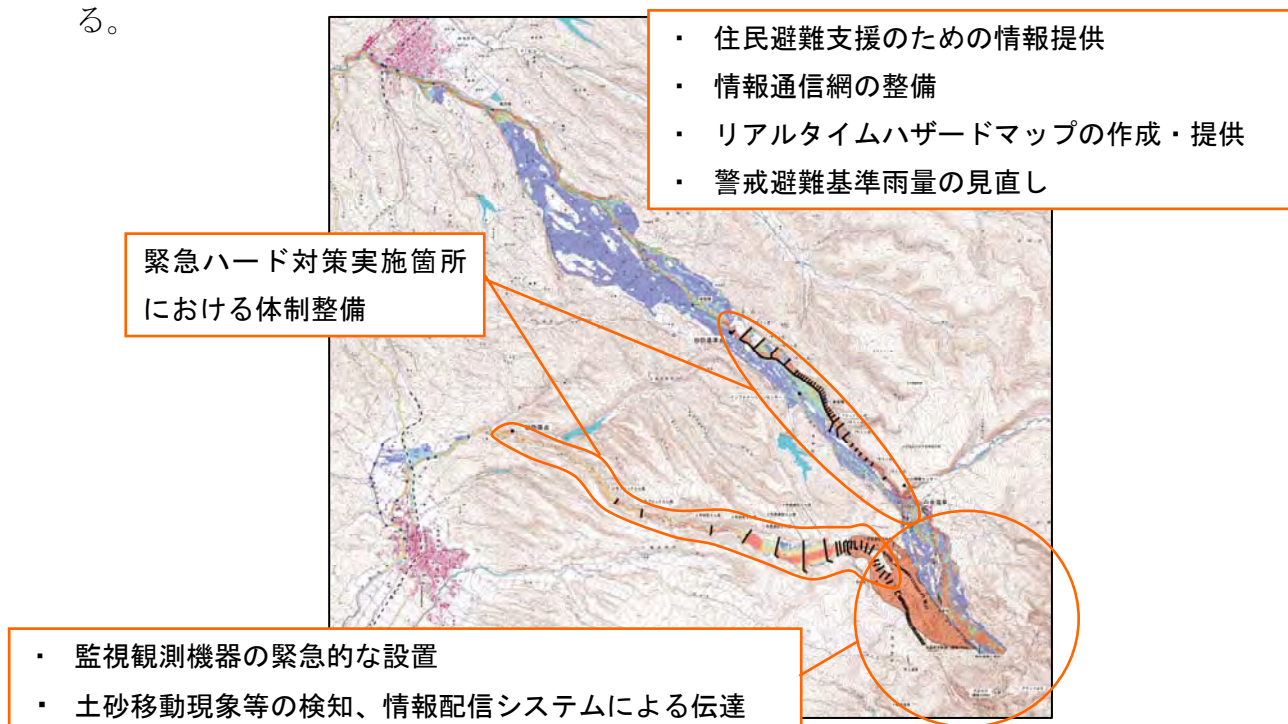


図 5.1 緊急ソフト対策の実施対象箇所のイメージ

5.2 緊急ソフト対策の実施内容

5.2.1 住民避難支援のための情報提供

火山噴火に伴う現象の発生規模は事前の予測が難しく、砂防施設による対策だけでは限界がある。そこで、住民の安全確保と安心のために監視観測した情報やリアルタイムハザードマップを自治体へ提供することなどにより、避難支援を行う。

5.2.2 監視観測機器の緊急的な設置

● 監視カメラの災害時における緊急的な配置

平成 21 年度現在、富良野川では、吹上温泉（北海道カメラ）-望岳台（開発局カメラ）-4 号透過型えん堤（北海道カメラ）と泥流の流下経路付近に監視カメラが設置されているが、吹上温泉カメラでは泥流流下が想定される沢の状況を視認できない可能性がある。また、4 号透過型えん堤より下流に現状においてカメラは配置されておらず、下流への流下状況が確認できない。

このため、富良野川における泥流流下状況を確認するため、必要に応じて 4 号透過型えん堤より下流（例えば富良野川 3 号砂防えん堤左岸高台など）への緊急配置を検討する。緊急配置カメラは、短時間での設置や、耐久性、電源・通信面などの条件を満たす、WEB カメラなどの利用が有効である。

美瑛川については既設カメラを有効活用することで対応可能である。ただし、緊急時に運用可能となるよう定期点検、機械更新等を行う。

また、緊急的にカメラや観測機器を配置する場合には、北海道大学や気象庁など関係機関と連携・調整のうえ取得・相互活用をはかる。

● 土砂移動検知センサーの緊急的な配置

美瑛川、富良野川において、3 箇所には振動センサーとワイヤーセンサーの両方が設置され、18 箇所にワイヤーセンサーのみが設置されており、土砂移動が検知できる。

ただし、小規模な火砕流や二次泥流は繰り返し発生する可能性があり、ワイヤーセンサーは 1 回目の検知で切断されるため、次の土砂移動検知に備えて緊急復旧作業する必要がある。

平常時準備事項

土砂移動発生の一連の検知を行うためには、平常時から振動センサーによるデータの蓄積・解析やシステム化等を進めることが望ましい。

振動センサーのデータ蓄積と解析に基づき、地震と土砂移動とノイズを自動判別して、土砂移動速度や規模を算出するシステムを検討・導入することにより、泥流の検知確度の向上および泥流速度・規模の推定を目指す必要がある。

なお、泥流速度・規模の推定を行うためには、流下方向に複数設置することが望ましい。これらの機器・システムの設置に際しては、北海道大学や気象庁など関係機関と連携・調整のうえ取得・相互活用をはかる。

5.2.3 土砂移動現象等の検知、情報配信システムによる伝達

現地に配置されている各種監視観測機器（観測局）が異常を検知した場合には、図 5.2、5.3 の流れで自動通報されるように整備されており、この自動電話応答装置からの通報を受けた担当者は、監視局オートメッセージによって異常検知箇所の確認などを行う。

上流側での泥流発生検知を受信した際には、図 5.2、5.3 のフローに則り旭川開発建設部・旭川土木現業所において、ただちに監視カメラのモニタ映像を確認し、目視により泥流規模や流下に伴う影響などの状況を把握するよう努める。

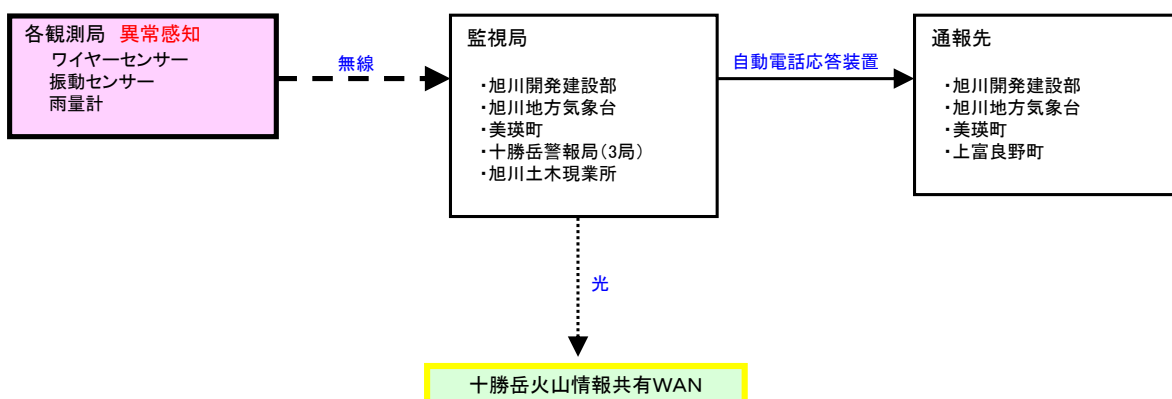


図 5.2 十勝岳泥流監視装置作動時の通報系統図（旭川開発建設部）

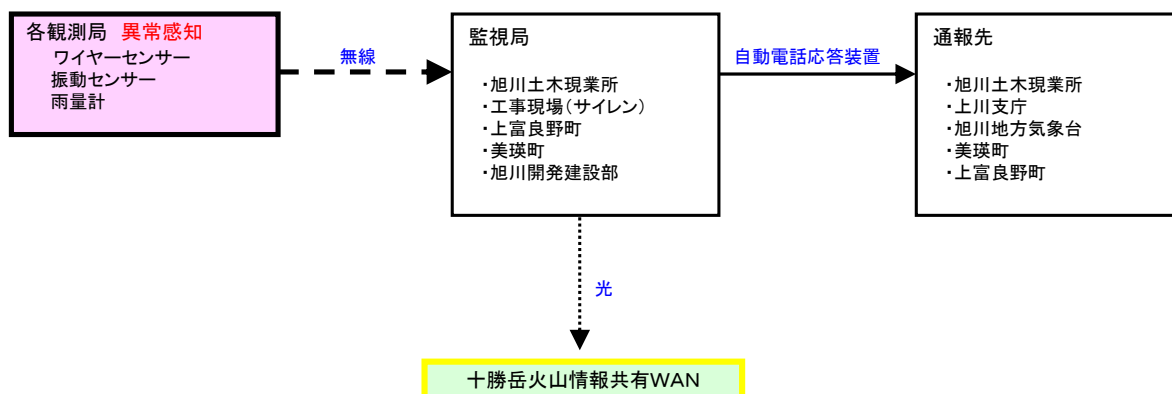


図 5.3 十勝岳泥流監視装置作動時の通報系統図（旭川土木現業所）

5.2.4 情報通信網の整備

1) 既存の手段の利用

光ファイバーケーブルを使った通信手段の確保・電源利用が考えられる。

平常時準備事項

緊急時に火山活動状況に応じて、監視観測が必要な場所を臨機応変に設定し、迅速かつ確実な情報伝達を行うために、地形条件などから判断した設置可能性のある区域には接続点（情報コンセント）を設けておく。

なお、現在進めているハード対策施設の整備に際しても、緊急時の監視観測点となる可能性を検討の上で、必要に応じて通信手段を確保し、電源を設置しておく。

2) 新たな手段の使用

事前の準備が間に合わない場合や、想定外エリアでの火山活動や土砂移動の発生が予想される場合には、Ku-SAT など衛星通信の無線機能をもった機器を使用することが有効である。電源や燃料、専用車輛の進入路の確保が可能な箇所で活用できる。

平常時準備事項

いずれの手段に対しても、監視観測機器の設置場所と同様にそこへのアクセス路を検討し、平常時から確保しておくことができれば、より短時間で効果的な対策を実現できる。

なお、新たに情報通信網を配置する場合には、北海道大学や気象庁など関係機関と連携・調整のうえ取得・相互活用をはかる。

5.2.5 警戒避難基準雨量の検討

噴火後には、斜面表層が降灰に覆われて雨水浸透能が低下するため、少量の降雨によっても二次泥流が発生しやすくなる。

十勝岳においては、単発で発生する二次泥流では被害が生じないと想定されるが（3.4章）、繰り返し発生する場合に白金温泉地区で氾濫被害が生じる可能性があるため、噴火後に旭川地方気象台と連携して白金温泉地区に対する警戒避難基準雨量の検討が必要と考えられる。

また、見直しに際しては、融雪状況や斜面の降灰状況、降雨特性などその時々々の噴火影響を考慮する必要がある。

例えば、2000年の有珠山や三宅島の噴火の際には、まず他火山の実績等をもとに泥流発生に対する泥流警戒避難基準雨量を時間5mm、連続20mmと設定していた。その後、当該火山での二次泥流の発生実績をふまえて泥流警戒避難基準雨量を再検討した（表5.1）。

表 5.1 過去の噴火における泥流警戒避難基準雨量の設定事例^{15) 16)}

対象噴火	基準降雨量等	備考
有珠山 (2000年3月31日)	大雨警報 1時間5mm、連続雨量20mm (2000年4月21日設定)	4月20日の有珠山土砂災害対策検討委員会を受けて、土砂チーム、現地合同会議で暫定的に実施
	大雨警報 1時間10mm、連続雨量50mm (2000年5月19日設定)	基準設定後の降雨実績でも泥流発生実績なく、基準値を緩和
	大雨警報 1時間20mm、連続雨量70mm (2001年2月28日設定)	複数回にわたる土砂移動の発生・非発生状況が蓄積されたことと、応急対策工事の施設効果を踏まえて基準値を緩和
三宅島 (2000年7月8日)	警戒避難基準雨量 連続雨量10mmもしくは 大雨警報が発表された場合 (2000年9月1日設定)	伊豆諸島土砂災害対策検討委員会（第1回）土石流・泥流分科会にて決定

5.2.6 リアルタイムハザードマップの作成・提供

◇ 火山活動や気象状況に合わせ、融雪型火山泥流及び二次泥流のリアルタイムハザードマップを作成し、関係自治体に対して提供を行う。

● 【提供データ概要】

- ◇ 25000 分の 1 地形図や、より詳細な地形図、航空写真などを基図として使用し、氾濫範囲の最大流動深、最終土砂堆積深、到達時間を重ねたもの
- ◇ リアルタイムハザードマップの想定条件（降雨量、緊急対策の進捗）
- ◇ PDF および GIS 用のシェイプファイルによる提供

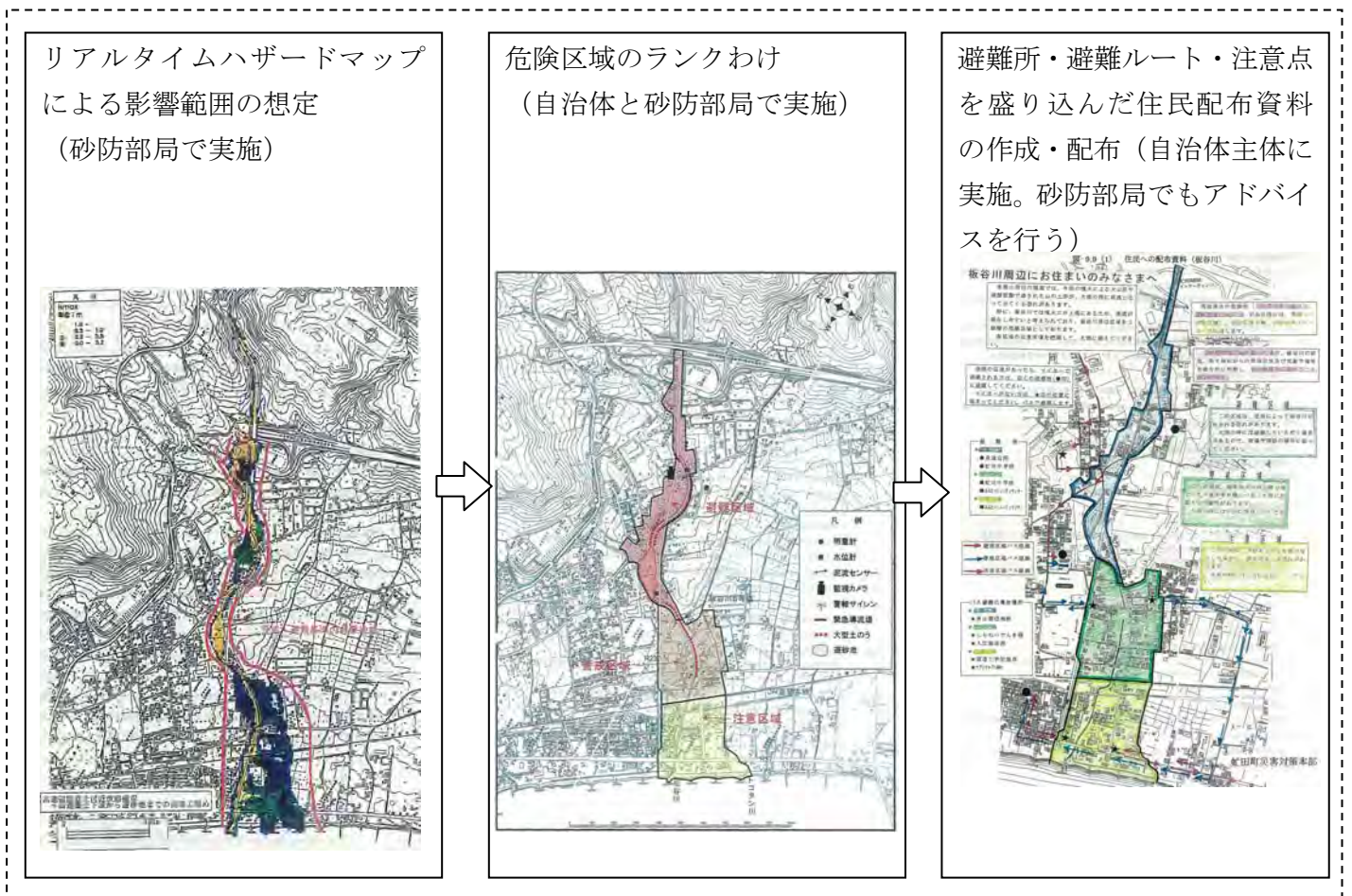


図 5.4 有珠山 2000 年噴火時のリアルタイムハザードマップ作成、活用事例

十勝岳では広く関係各機関で共有することを前提に WEB-GIS エンジンにより既にプレアナリシス型のリアルタイムハザードマップシステムを作成（旭川開発建設部、旭川土木現業所）しており、緊急時には図に示すようなシステム画面により、実際の火山活動推移に近い噴火シナリオ・ケースを呼び出して危険区域を確認することができる。これにより、早期の被害区域把握と計画に基づいた対応を支援することができる。

なお、リアルタイムアナリシス型のシステムは想定済みのシナリオ・ケース以外の活動が予想された場合にも有効に機能するものである。

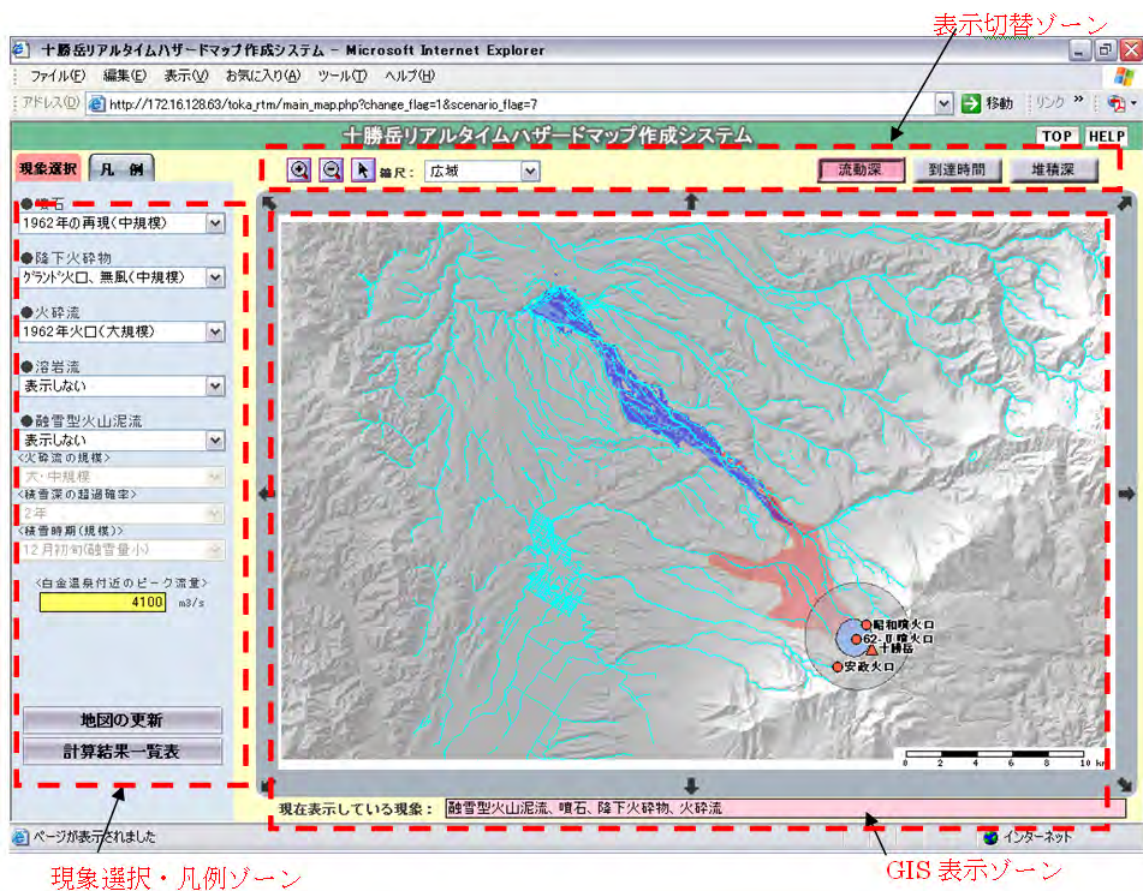


図 5.5 十勝岳のプレアナリシス型リアルタイムハザードマップの表示例

5.2.7 緊急ハード対策実施箇所における体制整備

● 現場事務所における情報発信・受信体制の構築

工事現場事務所では、電話回線、携帯電話、衛星携帯電話、直轄管理用無線（60MHz、K-COSMOS）、衛星小型画像伝送装置（Ku-SAT）などを現場状況に合わせて複数使用し、対策本部等からの情報や監視カメラ画像などを受信可能な体制を整える。

● 事務所と現場の密な情報共有の徹底

火山活動の変化や気象条件等に伴う事前の土砂移動発生予測情報は、定期的に工事現場事務所の現場監督者に伝達し、現場監督者から作業従事者へ伝達・周知徹底する。さらに、火山活動活発時の緊迫した状況下で、安全にかつ確実に緊急ハード対策を実施するためには、平時の訓練と緊急時の情報共有が最も重要である。

● 工事現場作業従事者に対する通報体制構築

火口付近の斜面から施工箇所までの区域に設置されている土砂移動検知センサーから発信される警報を、重機のオペレータや作業従事者全員が直接受信可能な体制をとる。その際、音（サイレン・作業従事者全員への無線一斉連絡など）と視覚（パトランプや振動など）による複数の方法で確実に退避の情報を伝える体制とする。

現時点で即時サイレン警報が鳴る仕組みは整備済みであるが、現場作業従事者が確認をできる位置に移動や増設をするなどしたうえで、適宜点検を行い稼働状態を確認する。

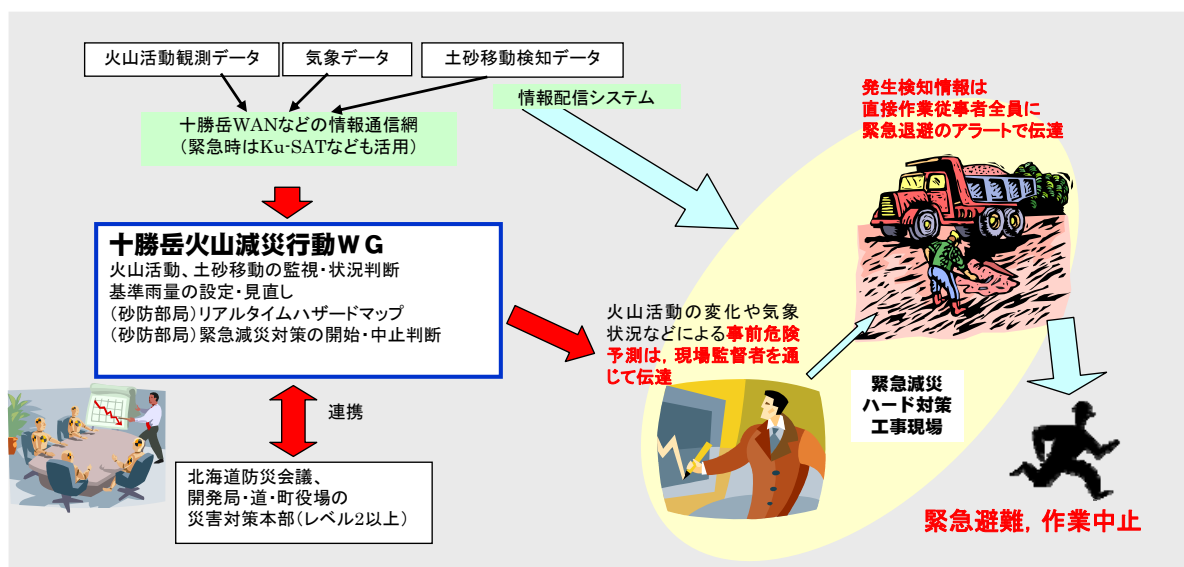


図 5.6 緊急ハード対策実施時の安全対策行動イメージ

第6章 緊急調査

6.1 緊急調査の実施項目

- ◇ 地形・気象・既存施設の変化の確認
- ◇ 火山活動に伴う降灰等不安定土砂の把握

6.2 地形・気象・既存施設の変化の確認

● 地形変化の把握

火山活動に伴う地形変化がもたらす、土砂移動経路の変化に対応して、土砂災害ハザードマップや緊急対策実施箇所等を見直す必要がある。その基礎データとして、防災ヘリによる状況把握結果や、航空レーザー測量や衛星リモートセンシング等を用いて作成する数値地形データなどの情報を入手する。

①衛星によるリモートセンシング

光学センサ（可視、赤外等）、SAR（合成開口レーダ）などの活用

②航空機によるリモートセンシング

空中写真撮影（およびそれによる図化）、航空レーザー測量、赤外・近赤外等センサ、SAR（合成開口レーダ）などの活用

これらの情報は、国土地理院など関係機関と連携・調整のうえ取得・相互活用をはかる。

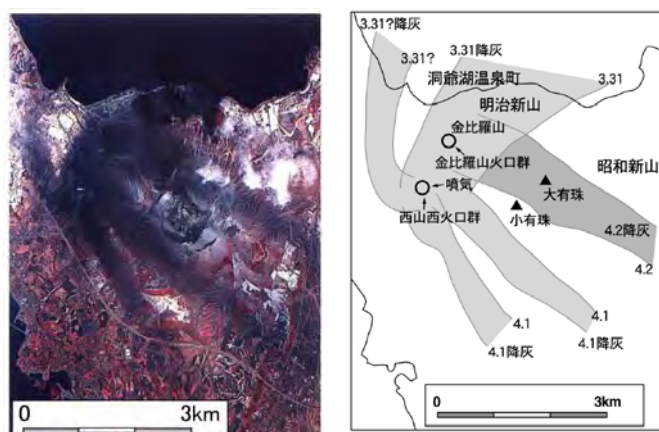
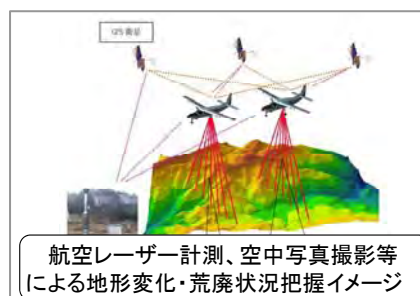


図 6.1 ASTER/VNIR 画像による降灰域の判読事例（2000 年 4 月 3 日の有珠山）¹⁷⁾

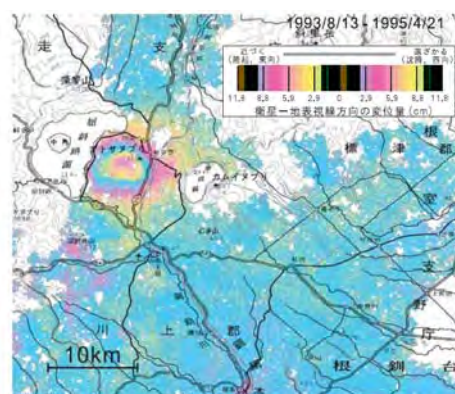


図 6.2 干渉 SAR による火山性地殻変動の検出事例¹⁸⁾

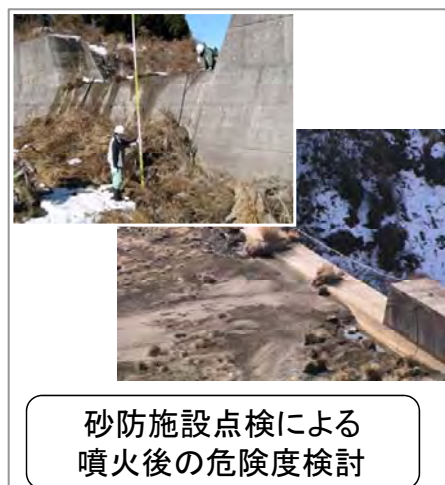
● 緊急対策予定箇所の状況把握（対策作業に係る道路被災状況調査等も含む）

緊急対策予定箇所における地盤や水質、有害火山ガス、周辺斜面の安定性、道路の規制・損傷変化などアクセス条件など施工箇所における設計条件や安全管理上の環境条件に変更がないか状況を把握する。

● 既設砂防施設の点検

緊急時に既設砂防施設に期待される機能・効果が発揮されるよう、施設の土砂堆積状況や損傷・異常有無を定期的に点検する。

期待される効果が計画よりも不足する場合には、緊急的な減災対策を追加検討する必要がある、そのために、特に優先して点検すべき施設やその点検項目、方法は、平常時から準備・訓練しておく。



● 監視観測機器による土砂移動・気象状況の変化の検知・把握

融雪型火山泥流による被害を軽減するために、積雪深・積雪密度など積雪状況の把握・観測と、火山泥流の発生検知が必要である。これらの情報は、気象庁など関係機関と連携・調整のうえ取得・相互活用をはかる。

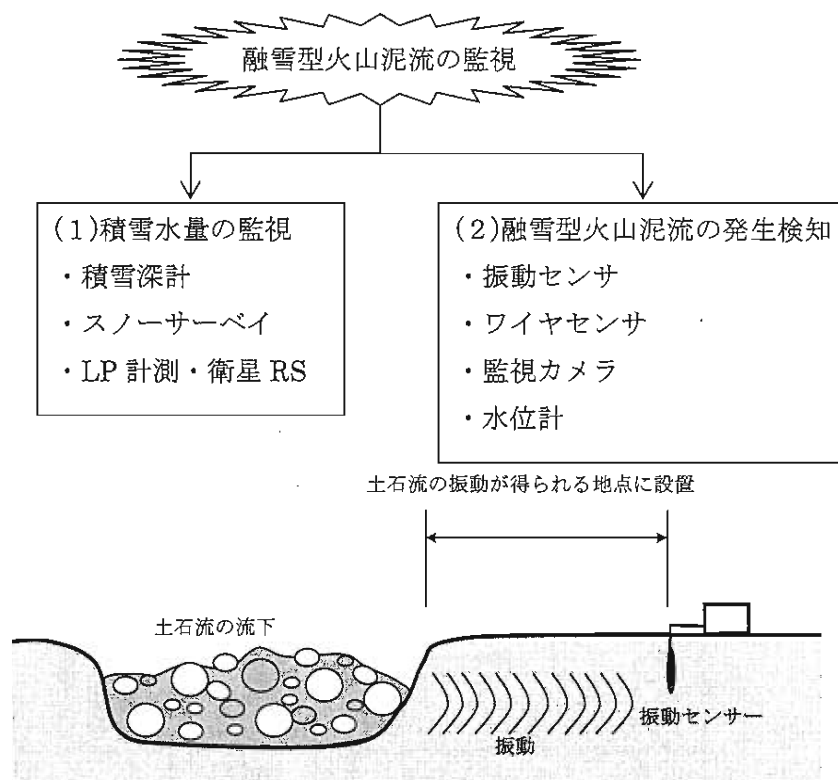


図 6.3 緊急減災対策砂防のための緊急監視技術（案）¹⁹⁾

6.3 火山活動に伴う降灰等不安定土砂の把握

噴火に伴う降灰により上流斜面に厚く火山灰が降り積もると、その後の降雨によって二次泥流が発生しやすくなる。2000 年三宅島噴火の際には、降灰堆積厚さ 10cm を超える流域で泥流が多く流下している。

現在の十勝岳西山麓においては、既設の砂防施設により二次泥流による被害の可能性は低いと考えられる。しかし、繰り返しの降雨等により発生する可能性もあることから、ある程度（目安として 10cm 程度）降灰が堆積していると把握された流域については、降灰調査を行う必要がある。火山灰等層線図作成の流れを図 6.4 に示す。

これらの情報は、北海道大学や気象庁など関係機関と連携・調整のうえ取得・相互活用をはかる。

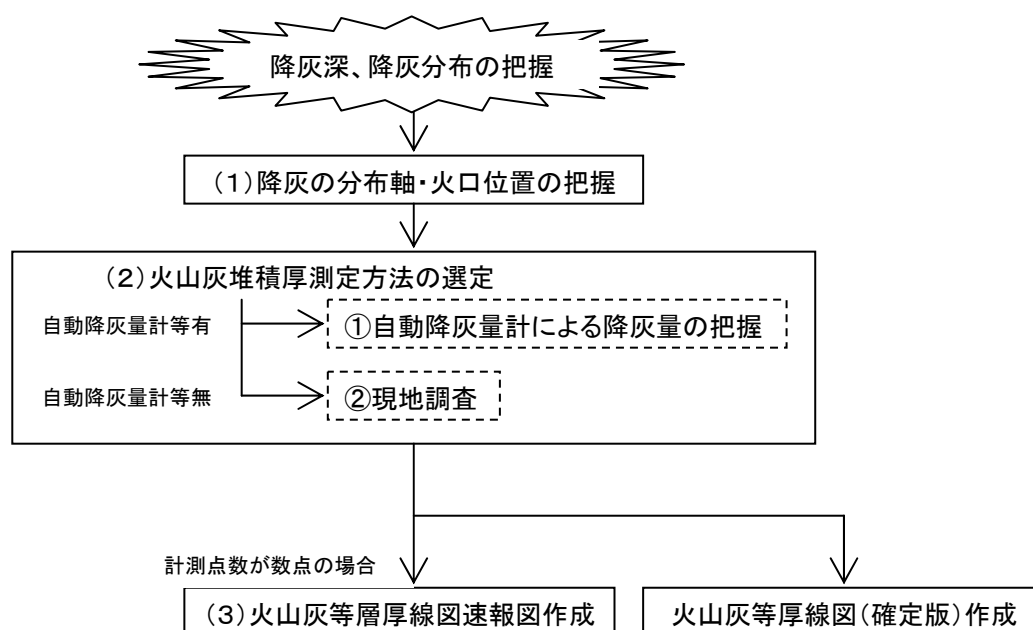


図 6.4 火山灰等層厚線図作成の流れ¹⁹⁾

第7章 今後の緊急減災対策の検討に向けて

緊急減災対策の実行可能性を高めるために、ハード対策・ソフト対策ともに平常時から実施しておくことによって緊急時の作業期間が短縮できる事項や、平常時から準備しておかないと効果が期待できない事項などについて対応を検討するとともに、緊急時に適確な判断、迅速な行動をとれるよう平常時から準備・点検・訓練等を行っておく。

- 緊急時に的確な判断、迅速な行動を行うためには、緊急時に備えて平常時から関係機関との連携を持続するとともに、情報伝達手段の整備などを進めることが重要である。
- 平常時から関係機関との連携を図るためには、砂防部局、気象庁、市町村防災担当者、学識者などで組織された「十勝岳減災行動ワーキンググループ」などを有効に活用するとともに、噴火時を想定したロールプレイ訓練などを適宜実施する。
- 平常時からの準備事項には、光ケーブルの接続点の設置や振動センサー等を利用したシステムの構築と利用などの緊急ソフト対策に関する事項のほか、緊急時の作業時間短縮が図れる事項があるが、これらは今後の事業展開を考慮しながら検討する。
- 緊急減災対策の開始や中止の判断だけではなく、火山活動の終息等に伴う減災行動の中止・終息タイミングについても、「十勝岳減災行動ワーキンググループ」などを活用して検討する。
- 火山噴火緊急減災対策砂防は火山活動状況、砂防施設や監視機器の整備の進捗、ロールプレイ訓練などを踏まえた関係機関との連携状況の変化などを踏まえて、PDCA サイクルにより必要に応じて適宜計画を見直す。

7.1 平常時からの準備事項

平常時には、基本計画（案）にそった施設整備を進める。また、関係各機関との連携を高める。加えて、緊急ハード対策や緊急ソフト対策を効果的に実施し、さらに緊急時の作業必要期間を短縮するために、平常時からの準備事項を整理する。

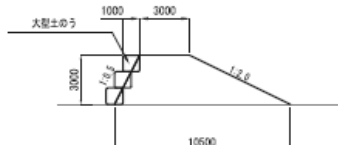
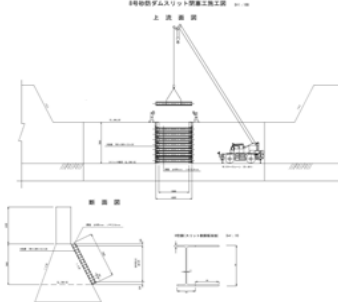
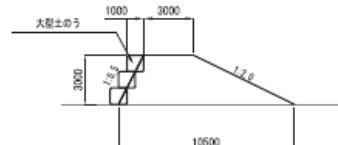
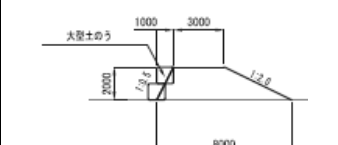
緊急時に適確な判断、迅速な行動をとるために、平常時から次の内容について準備・点検・訓練等を行う必要がある。

- 1) 噴火前地形の把握と様々な縮尺の地図準備（航空レーザー測量、衛星・空中写真）
- 2) 噴火前の施設点検、現地状況の把握（法指定、地質条件、積雪状況、及び気象条件、森林分布・保全対象の状態等）
- 3) 噴火シナリオ、プレアナリシス型ハザードマップ、数値シミュレーション設定条件等のデータベース化
- 4) 減災行動のための機関連携と行動のきっかけとするデータの取得・解析判断の役割分担明確化（減災行動 WG で検討する予定）
- 5) 情報伝達手段の整備
 - ◇ 観測機器の緊急配置に備えて、任意距離ごとに光ファイバーケーブルの接続点（情報コンセント）を設ける。
 - ◇ 振動計は降雨に伴う土石流の検知も兼ねた機器として整備し、検知実績を蓄積することにより泥流検知の確度向上につながる。⇒ 判断方法や判断基準は、減災行動 WG や専門家からのアドバイスをもらいながら検討する。
- 6) 関係機関・職員等の緊急時行動のロールプレイ訓練
- 7) 基本計画（案）に則った監視観測機器の早期整備とメンテナンス、更新

7.2 緊急ハード対策に関して平常時からの準備しておくべき事項

特に、砂防えん堤のスリット部閉塞、大型土のうを使った土堤構築に関しては、次に示すような準備、訓練を平常時から実施しておくことが望ましい。

表 7.1 平常時からの準備事項

1 緊急減災対策工	(1) 砂防区間 白金温泉付近の導流堤	(2) 砂防区間 5号～8号えん堤のスリット閉塞工	(3) 砂防区間 砂防基準点付近の導流堤	(4) 河川区間 氾濫防止堤防：左岸側(築堤,堤防嵩上げ)
2 図面				
3 概算数量	延長 m 340 平均高さ m 3 大型土のう袋 枚 740 土砂量 m3 3,700	鋼管(横棧) 本 29(STK490) H鋼(ガイド) 本 8(高:700mm、幅300mm) 鋼板(ガイド) kg 73(高:24mm、幅386mm) 間詰めH鋼 kg 103(58個)	延長 m 440 平均高さ m 3 大型土のう袋 枚 1,347 土砂量 m3 8,910	延長 m 4,260 平均高さ m 2 大型土のう袋 枚 7,673 土砂量 m3 79,260
4 施工順位(緊急時)	1 ・白金温泉での氾濫を防止する。 ・河川区間よりも施工量が少ない。	2 ・施工性がよく、1日で設置可能である。	3 ・砂防基準点での氾濫水の収束を行う。 ・河川区間よりも施工量が少ない。	4 ・より資産が多い左岸側への氾濫防止を優先する。
5 平常時の準備事項	1.詳細設計 2.用地買収 3.大型土のう備蓄 4.土砂掘削計画(場所、量)検討・土砂準備 5.土のう製作の訓練(積雪期) 6.盛土工の事前実施(部分施工)	1.詳細設計(8号) 2.進入路の整備・ガイドH鋼の施工(8号) 3.横棧等の作成・保管と試行 4.詳細・修正設計(7-5号) 5.進入路の整備・ガイドH鋼の施工(7-5号) 6.横棧等の作成・保管 7.設置の訓練(防災訓練、中小出水時)	1.詳細設計 2.用地買収 3.大型土のう備蓄 4.土砂掘削計画(場所、量)検討・土砂準備 5.土のう製作の訓練(積雪期) 6.盛土工の事前実施(部分施工)	1.詳細設計 2.用地買収 3.大型土のう備蓄 4.土砂掘削計画(場所、量)の検討 5.土のう製作の訓練(積雪期)
6 備蓄場所	1.ブロックダム左岸側 (旭川開発建設部所有地) 対象は大型土のう袋である。 全量の確保を行う。 2.土砂は、4号床固工左岸側に備蓄 (旭川開発建設部所有地)	1.ブロックダム左岸側 (旭川開発建設部所有地) 風雨を避けて保管を行う(錆等の劣化防止)。 対象は横棧等のガイドH鋼以外である。	1.ブロックダム左岸側 (旭川開発建設部所有地) 対象は大型土のう袋である。 全量の確保を行う。 土砂は、7号えん堤下流右岸	1.ブロックダム左岸側 (旭川開発建設部所有地) 対象は大型土のう袋である。 全量の確保は行わない(河川区間全体で1,000袋程度)。
7 留意点	・使用する土砂は、現在の工事残土および8号～5号えん堤堆砂敷の掘削土砂とする。 ・用地は民地が含まれる可能性があるため事前協議、用地借用・買収が必要である。 (基本的には国有地(林野)である。)	・横棧の設置は、堆砂域側から行う。 ・下流の8号から実施する。 (施設効果が高い順に実施する。) ・事前の搬入路・施工ヤードの造成を行う。	・使用する土砂は、現在の工事残土および8号～5号えん堤堆砂敷の掘削土砂とする。 ・用地は美瑛町の所有地が含まれるため事前協議が必要である。	・使用する土砂は、緊急時に実施する河川区間の掘削土砂をメインとする。 (未改修区間の掘削土砂の使用) ・用地は美瑛町および民地が含まれるため事前協議、用地借用・買収が必要である。 (堤防法灰は主に畑である)

7.3 (参考)緊急時作業期間が短縮できる事項

下記は平常時に実施することが可能であれば、緊急時の作業期間が短縮される項目の案である。

現在の砂防事業では、火山噴火緊急減災対策砂防を実施するために、下記の項目等を平常時から実施できる事業制度は確立されていない。

したがって、下記の項目は、平常時から実施できる事業制度が策定された後に、具体的な対応を検討する。

- 平常時に実施することが可能であれば、緊急時作業期間が短縮できる項目
(案)

- ◇ 伐採計画対象範囲の土地所有者と事前協議
- ◇ 維持管理等が可能な場合、砂防指定地内の河川敷地の立木を伐採
- ◇ 搬出車両の交通を円滑にするために、既設搬出道路に待避所を増設
- ◇ 車両循環を可能にするために、左岸側に新規の搬出道路を整備
- ◇ 緊急時に伐採木を一時仮置きする場所を確保するための用地調整

7.4 十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の全体像

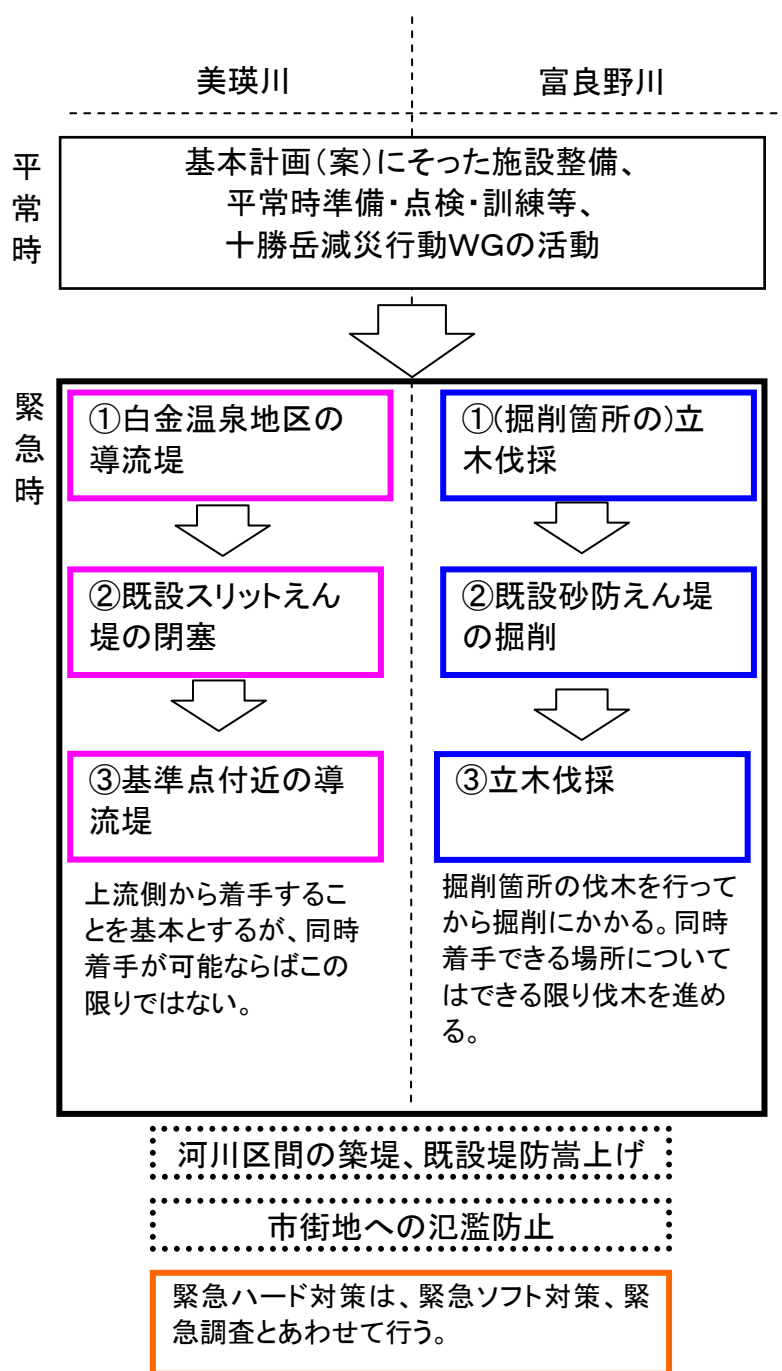
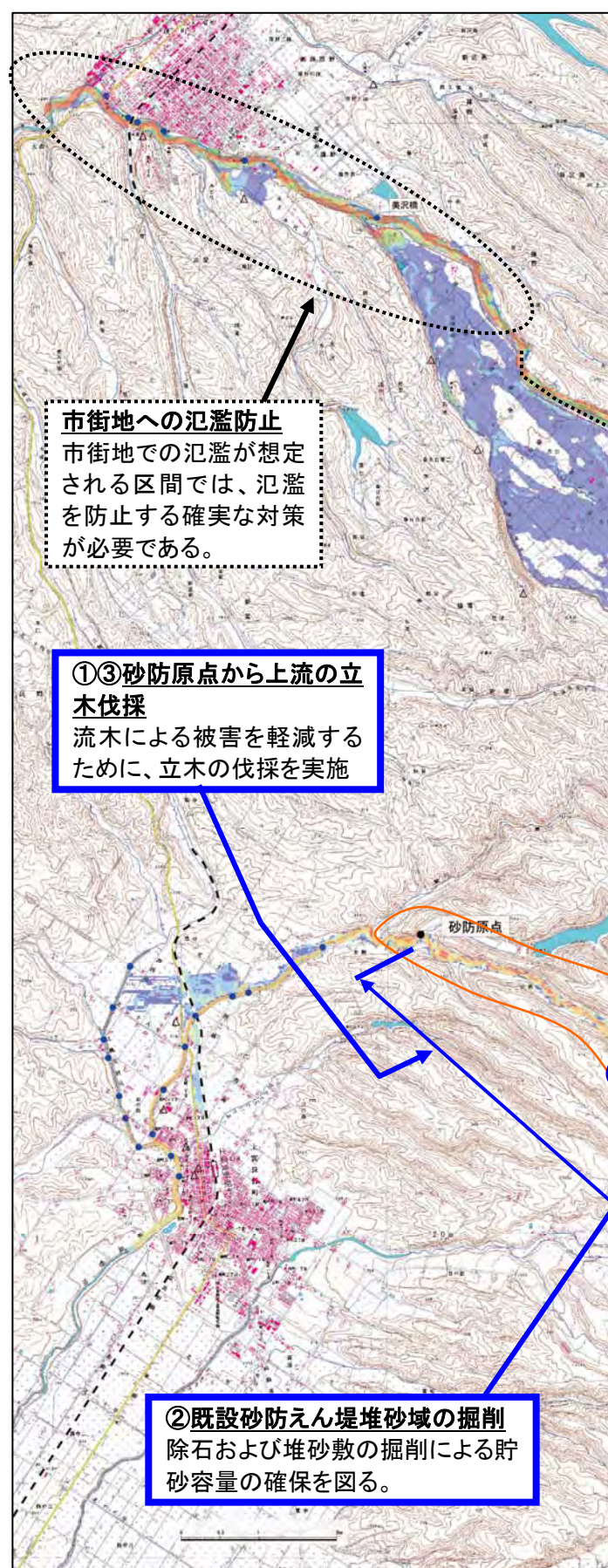


図 7.1 十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の時間的な流れ

導流堤の設置場所は砂防指定地外である。
このため、平常時からの土地所有者や道路
管理者等との協議・調整が必要である。



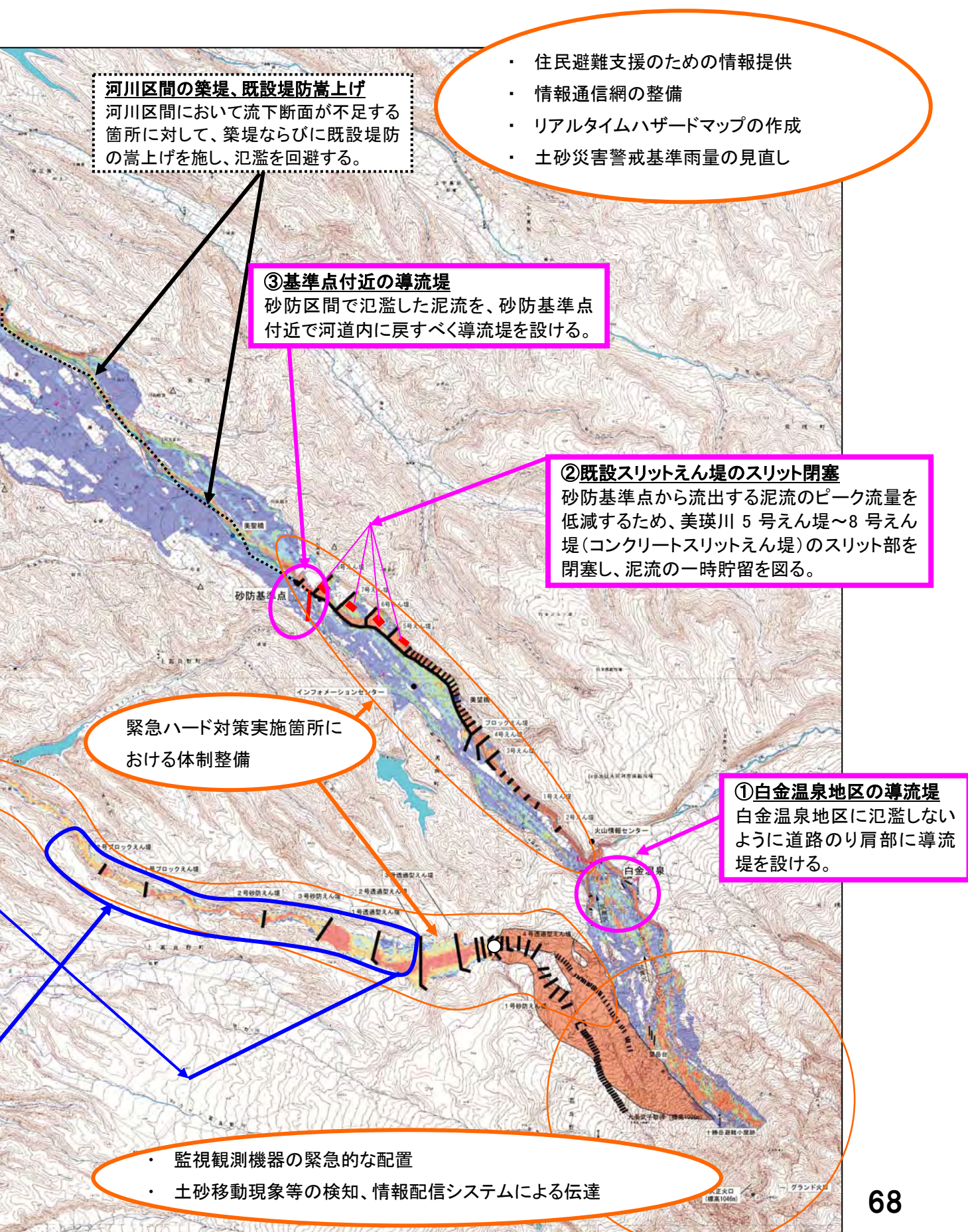


図 7.2 十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防の空間的な配置

本資料で用いる用語の定義 ^{20) 21) 22) 23) 24)}

火山性微動 火山で発生する震動のうち、地震と異なり不明瞭な波で連続的に発生する振動で、地下のマグマや熱水の動きに関係する場合や噴火に伴って発生する場合がある。

地殻変動 火山活動時に地下のマグマの動きなどを原因として、土地が隆起、沈降、横ずれを起こすこと。変動が著しい場所では断層が地表に現れる。変動量が大きな地区では、建物の破壊、道路の亀裂・段差が生じて通行不能となる。

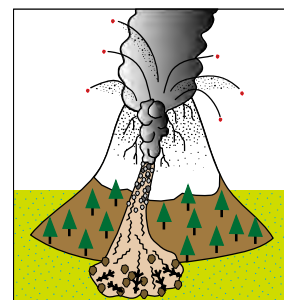
水蒸気爆発 地下水などが地下で高温のマグマにより熱せられて水蒸気となり、噴石や火山灰が爆発的に放出される現象。

マグマ水蒸気爆発 地下水などがマグマと直接接触することにより激しく爆発して噴石や火山灰が放出される現象。火砕サージが発生することもある。十勝岳では 1988 年の噴火がこれに相当する。

火砕流 火山から噴出し高温の火山灰・軽石・岩片・火山ガスなどが、斜面を高速に流下する現象。温度は数百℃に達する。駒ヶ岳の昭和 4 年の大噴火では立ち上った噴煙柱が崩れることで火砕流が発生したが、雲仙普賢岳で発生した火砕流は溶岩ドームが成長して崩れることによって発生するタイプだった。このように火砕流の発生機構はいくつか種類がある。

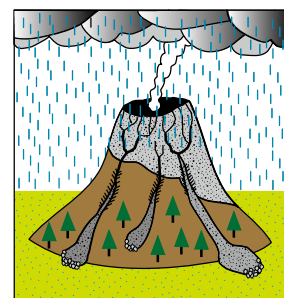
火砕サージ 細かい軽石・岩片が爆風によって、高速で運ばれる高温の砂嵐のような現象。雲仙普賢岳の犠牲者の大部分は火砕サージによる。十勝岳では 1988 年の噴火で発生した。

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。火砕流や火砕サージ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や、マグマ水蒸気噴火などによって斜面が破壊されて高温の水と土砂が一気に放出されたときに、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（発生機構は解明されていない点も多い）。十勝岳で 1926 年噴火時に発生した泥流（大正泥流）はこれに該当する。



融雪型火山泥流

二次泥流 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泥流。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、降灰後降雨による土石流などと呼ばれることもある。十勝岳では、1962 年、1989 年の噴火などの後にも発生した。



二次泥流

火山噴火緊急減災対策砂防 火山噴火時に発生が想定される火山災害の被害をできる限り軽減（減災）するために緊急時に実施するハード対策とソフト対策からなる火山防災対策のうち、国及び都道府県の砂防部局が実施する対策。

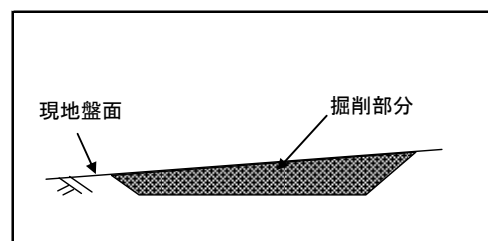
ハード対策 ハード対策とは、計画対象量の土砂を砂防施設の配置等によって処理し、土砂災害を防止・軽減するために実施する対策をいう。

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。

整備率 想定される泥流に対するハード対策施設の整備状況を示す指標であり、次式で算出される。

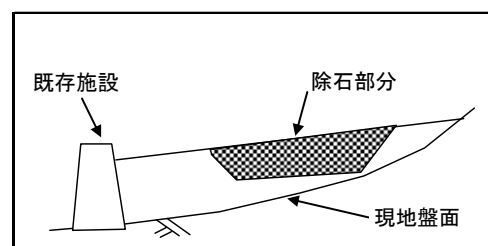
$$\text{泥流整備率} = \text{泥流に対する施設効果量} / \text{泥流総量} \times 100 (\%)$$

掘削工 現地盤を掘る土工事。緊急対策としては砂防施設の堆砂域や河川敷を掘削することを想定する。



掘削工のイメージ(縦断面図)

除石工 砂防えん堤等に堆砂した土砂を掘削して河道外へ運搬し、施設の土砂捕捉効果を増進する工法。



除石工のイメージ(縦断面図)

導流堤工 導流堤工は、土砂などが保全対象を直撃することがないように、下流域に安全に導流するために施工する。緊急ハード対策での基本的な構造は、資機材の調達状況を考慮し大型土のうおよびコンクリートブロックを使用する。

堤防嵩上げ工 既設堤防の天端を、大型土のう等を設置することにより高くする工法。多量の土砂流出に伴う河床上昇などが原因で、水が流れる部分の断面積（河積）が減少し、流水の安全な流下が阻害される場合に、河積を増加させるために行う。

スリット閉塞工 スリット閉塞工は、既存のコンクリートスリット堰堤のスリット部を緊急時に閉塞させることで、施設の土砂捕捉効果を最大限に発揮させるために施工する。スリットの閉塞には、事前に調達・備蓄してある鋼管を使用する。

リアルタイムハザードマップ作成システム リアルタイムハザードマップ作成システムには、プレアナリシス型とリアルタイムアナリシス型がある。プレアナリシス型は、複数の噴火規模、現象において予めハザードエリアを特定し、その情報をGIS上に格納しておき、火山の活動状況に応じて必要となる情報を引き出すことを可能としたシステムである。リアルタイムアナリシス型は、火山活動に伴う地形の変化や、火山噴出物の物性、量、範囲等に対応して、数値シミュレーション等により、随時ハザードマップを作成するシステムである。

〔参考文献〕

- 1) 北海道旭川土木現業所富良野出張所：十勝岳と火山泥流 富良野川火山砂防事業の取り組み，1998
- 2) 北海道旭川土木現業所富良野出張所：十勝岳の火山砂防，2005
- 3) 上富良野町郷土館：大正 15 年十勝岳大爆発記録写真集，1980
- 4) 気象庁：第 115 回火山噴火予知連絡会本会議配付資料，2010
- 5) 北海道防災会議：十勝岳-火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策，1971
- 6) 北海道防災会議：十勝岳-火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策，1987
- 7) 中央防災会議：災害教訓の継承に関する専門調査会報告書，1926 十勝岳噴火，2007
- 8) 宇井忠英：1926 年十勝岳泥流災害，広報ぼうさい，Vol. 42，p. 20-21，2007
- 9) 気象庁札幌火山監視・情報センター：十勝岳噴火シナリオ（案），2005
- 10) 藤原伸也，中川光弘，長谷川摂夫，小松大祐：北海道中央部，十勝岳火山の最近 3,300 年間の噴火史，火山，52(5)，p. 253-271，2007
- 11) 気象庁：日本活火山総覧（第 3 版），2005
- 12) 気象庁旭川地方气象台：十勝岳「その監視と防災」，2002
- 13) 勝井義雄：1988 年十勝岳火山噴火の推移，発生機構および社会への影響に関する調査研究，文部科学省研究費突発災害調査研究成果，B-63-5，108，1989
- 14) 上富良野町：十勝岳火山防災マップ かみふらの町防災計画，2006
- 15) 北海道建設部：平成 12 年（2000 年）有珠山噴火 火山砂防の緊急対応，2002
- 16) 伊豆諸島土砂災害対策検討委員会：土石流・泥流分科会，第 1 回 検討結果骨子，2000
- 17) 浦井稔，川辺禎久，伊藤順一，高田亮，加藤雅胤：ASTER による有珠火山 2000 年噴火に伴う降灰域の観測，地質調査研究報告，52，p. 189-197，2001
- 18) 藤原智，村上亮，西村卓也，飛田幹男，矢来博司：干渉 SAR によって捉えられた屈斜路湖東岸の火山性地殻変動，日本火山学会講演予稿集，p. 75，2008
- 19) 独立行政法人土木研究所：緊急減災砂防のための緊急監視技術，2009
- 20) 宇井忠英：火山噴火と災害，東京大学出版会，219pp.，1997
- 21) 社団法人砂防学会：砂防用語集，2004
- 22) 国土交通省国土技術政策総合研究所：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，2007
- 23) 建設省河川局砂防部：火山砂防計画策定指針（案），1992
- 24) 国土交通省砂防部：火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン，2007

〔使用した地形図等〕

- ・ 国土地理院，20 万分 1 地勢図名「旭川」（P1, 11 に示した地図の作成に使用）
- ・ 国土地理院，数値地図 25000（地図画像）「旭川」（P4, 9, 10, 12, 25, 26, 38, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 67, 68 に示した地図の作成に使用）

○火山全般や火山砂防・防災についての理解を深めるための参考書籍を以下に挙げる。

- ・ 火山防災用語研究会：火山に強くなる本，山と溪谷社，199pp，2003
- ・ 土木学会：火山工学入門，丸善，261pp.，2009

十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会

◆検討委員会開催日

第1回	平成 20 年 10 月 28 日
第2回	平成 21 年 3 月 23 日
第3回	平成 21 年 12 月 25 日
第4回	平成 22 年 3 月 11 日

◆委員名簿

【学識委員（◎印は委員長）】

岡田 弘	北海道大学 名誉教授	
中川 光弘	北海道大学 大学院理学院 教授	
◎丸谷 知己	北海道大学 大学院農学院 教授	
柳井 清治	北海道工業大学 環境デザイン学科 教授	
和田 恵治	北海道教育大学 旭川校 教授	(五十音順)

【オブザーバー】

村上 亮	北海道大学 大学院理学院 教授
------	-----------------

【行政委員（関係機関）】

門脇 裕樹	北海道森林管理局森林整備部治山課 課長	
小山内信智	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 砂防研究室長	(～平成 21 年 3 月)
西 真佐人	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 土砂災害研究官	(平成 21 年 12 月～)
千早 昭二	前 国土地理院北海道地方測量部 防災情報管理官	(～平成 21 年 3 月)
木暮 弘幸	国土地理院北海道地方測量部 防災情報管理官	(平成 21 年 12 月～)
竹内 正信	前 北海道開発局建設部河川計画課 課長補佐	(～平成 21 年 3 月)
小林 幹男	北海道開発局建設部河川計画課 課長補佐	(平成 21 年 12 月～)
齋藤 大作	北海道開発局旭川開発建設部治水課 課長	
佐藤 十一	前 気象庁札幌管区気象台技術部地震火山課 火山監視・情報センター所長	(～平成 21 年 3 月)
福井 史雄	気象庁札幌管区気象台技術部 火山防災情報調整官	(平成 21 年 12 月～)
藤井 孝	前 気象庁旭川地方気象台防災業務課 課長	(～平成 21 年 3 月)
小野 芳博	気象庁旭川地方気象台防災業務課 課長	(平成 21 年 12 月～)
藤森 貞明	環境省北海道地方環境事務所 国立公園・保全整備課 課長	
吉井 厚志	前 土木研究所寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ長	(～平成 21 年 3 月)
許士 裕恭	土木研究所寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ長	(平成 21 年 12 月～)
石山 敏行	前 北海道総務部危機対策局防災消防課 防災グループ主幹	(～平成 21 年 3 月)
加藤 幸雄	北海道総務部危機対策局防災消防課 防災グループ主幹	(平成 21 年 12 月～)
沼田 寛	北海道建設部土木局砂防災害課 砂防グループ主幹	
千葉 茂美	美瑛町総務課 課長	
服部 久和	上富良野町総務課 課長	

【事務局】

北海道開発局 旭川開発建設部 治水課
北海道 旭川土木現業所事業部 治水課
財団法人 砂防・地すべり技術センター