

十勝岳治山事業における
流木対策の検証に関する検討会

報 告 書

令和 7 年 3 月

林野庁北海道森林管理局
計画保全部治山課

<<目 次>>

1. 検討会の設置	
1. 1. 検討会設置の目的	1
1. 2. 検討会メンバー	2
1. 3. 検討事項	3
2. 地域の概要	
2. 1. 位置	4
2. 2. 保全対象	6
2. 3. 周辺の観光資源	8
3. 十勝岳の噴火活動	
3. 1. これまでの噴火活動史	9
3. 2. 現在の噴火活動と今後の動向	15
3. 3. 大正泥流における被害状況	25
4. 大正泥流以降の治山事業区域における植生回復状況	37
5. 現行の治山事業全体計画	43
6. 十勝岳硫黄沢における流木対策	
6. 1. 流木対策の基本的な考え方と検討課題	44
6. 2. 十勝岳硫黄沢の流木対策の在り方に関する検討の流れ	45
6. 3. 流木対策案	46
6. 4. 今後の対応	54
6. 5. 引用文献及び引用報告	55

<<参考資料>>

- ①検討会資料（第1～4回）
- ②検討会議事録（第1～4回）

1. 検討会の設置

1. 検討会の設置

1.1. 検討会設置の目的

美瑛町と上富良野町及び新得町に位置する活火山である十勝岳においては、1926 年の噴火により発生した大正泥流により下流域に甚大な被害が発生し、1988～1989 年にも噴火に伴う泥流が発生している。

近年の土石流は流木により被害が拡大する傾向にあり、十勝岳において融雪型火山泥流が発生した場合には、流木による甚大な被害が懸念されており、その対策が急務となっている。

一方で、当該事業対象区域においては、泥流跡地に自然再生した学術的に貴重な植生の保全も重要な課題となっている。

このため、防災と生態系保全を高度に両立させるべく、有識者及び地元関係者等からなる「十勝岳治山事業における流木対策の検証に関する検討会」（以下「検討会」という）を設置し、現行の十勝岳治山事業全体計画の検証を行った上で、北海道森林管理局に対して助言を行う。

また、北海道森林管理局はその結果を踏まえ、今後の十勝岳治山事業の具体の対策を講じるものとする。

1.2. 検討会メンバー

検討会の構成員は下表に示すとおりとし、座長は検討会の議事を運営する。
検討会に関する庶務は、北海道森林管理局計画保全部治山課において行う。

表 1.2.1. 検討会メンバー一覧

氏 名	役 職
山田 孝 (座長)	北海道大学 農学研究院 特任教授
笠井 美青	北海道大学 農学研究院 教授
渋谷 正人	北海道大学 農学研究院 特任教授
中村 太士	北海道大学 名誉教授
横山 隆一	日本自然保護協会 参与
中川 光弘	北海道大学 理学院 特任教授
厚井 高志	北海道大学 広域複合災害研究センター 特任准教授
村上 亮	北海道大学 名誉教授
角和 浩幸	美瑛町長
西海 正博	美瑛町観光協会 会長
松澤 昌英	北海道開発局 建設部 河川計画課 河川計画専門官
永澤 幸	札幌管区気象台 気象防災部 地域火山監視・警報センター 火山調査官
片岡 勝裕	北海道建設部 河川砂防課 課長補佐 (砂防)

1.3. 検討事項

検討事項は、現行の十勝岳治山事業全体計画における課題の検証を行うこととし、併せて課題に対する対応策を検討する。

第1回～第4回の検討内容を下表に示す。

表 1.3.1. 第1回～第4回検討会の検討事項一覧表

検討会	検討事項
第1回	1. 検討会の設置目的 2. 地域の概要 3. 十勝岳の噴火活動について 4. 大正泥流以降の治山事業区域における植生の回復状況について 5. 現行の治山事業全体計画について 6. 今後の検討課題について 7. 引用文献目録 8. 今後のスケジュール 9. 十勝岳泥流跡地植生希少個体群保護林の概要
第2回	現地検討会（望岳台、硫黄沢中州、硫黄橋左岸の3箇所）
第3回	議題 1. 流木対策の基本的な考え方と検討課題 議題 2. 流木対策案 議題 3. 今後の検討
第4回	議題 1. 委員からの御意見等に係る回答 議題 2. 十勝岳硫黄沢の流木対策の在り方に関する検討の流れ 議題 3. 具体の検討内容

2. 地域の概要

2. 地域の概要

2.1. 位置

治山対策対象地は、北海道の中央部の美瑛町、上富良野町、新得町にまたがる十勝岳を源流とする硫黄沢川周辺である。図 2.1.1、2.1.2、2.1.3. に、治山対策対象地位置図を示す。



図 2.1.1. 治山対策対象地広域位置図（引用：国土地理院）

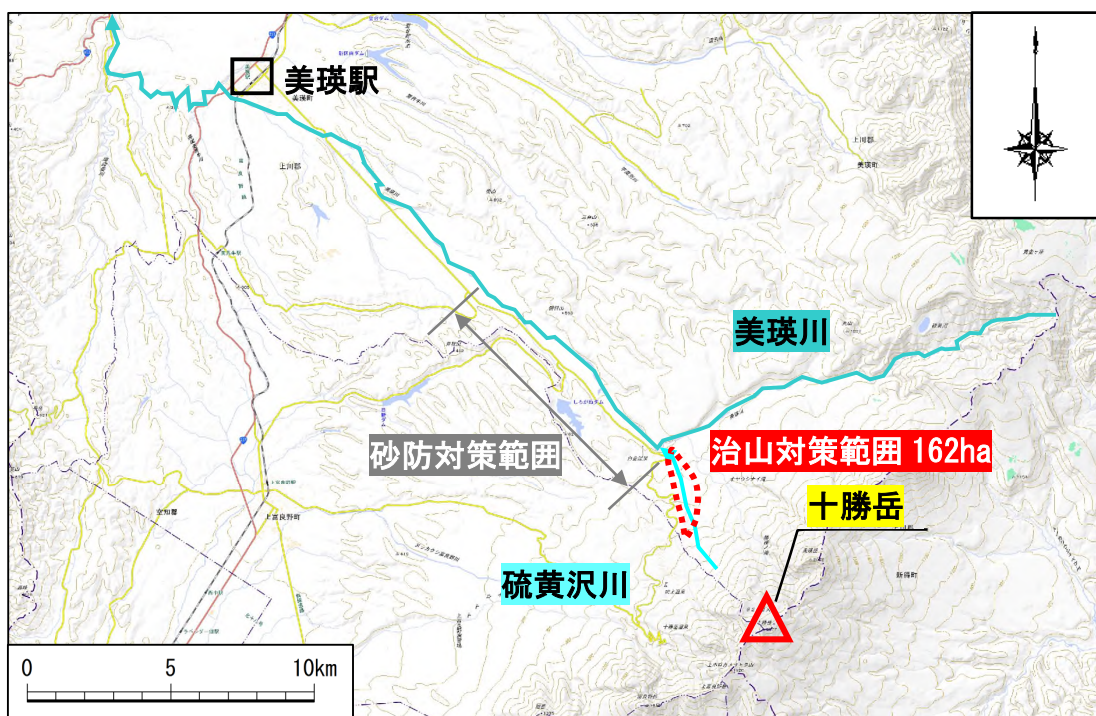


図 2.1.2. 治山対策対象地位置図（引用：国土地理院）

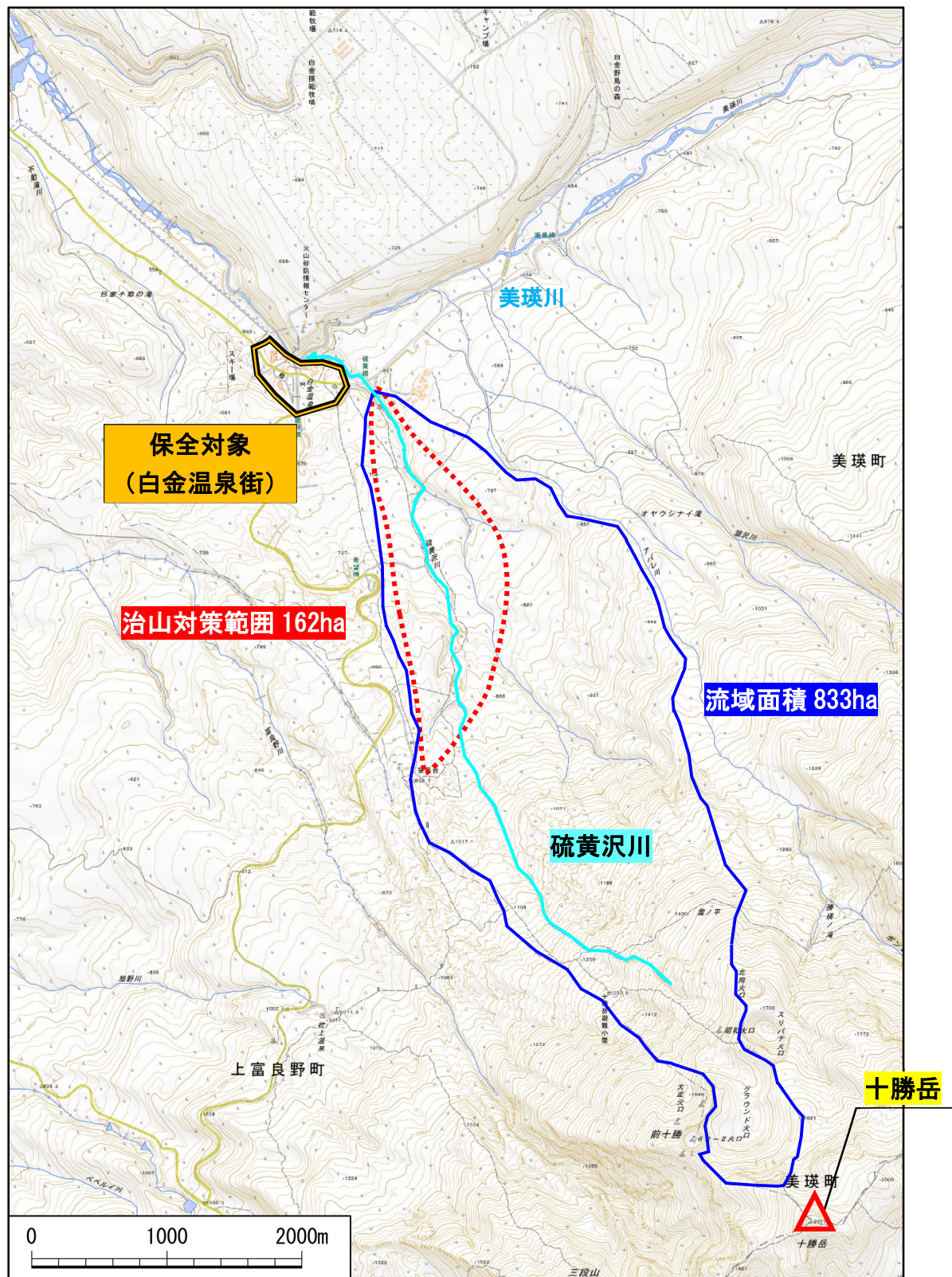


図 2. 1. 3. 治山対策対象地詳細位置図（引用：国土地理院）

2.2. 保全対象

計画地である十勝岳硫黄沢下流は、道道十勝岳温泉美瑛線（966 号）が横断すると共に、白金温泉の宿泊施設・キャンプ場等が林立し、美瑛町の主たる観光地として通年多くの観光客が来訪している。コロナ禍による観光産業の全国的な不況に関わらず、レクリエーション施設や宿泊施設の廃業は数件にとどまり、道内有数の観光地としての位置付けは変化していないものと推察できる。

白金温泉付近の保全対象調査図について、平成 30 年度調査結果と現在の対比を表 2.2.1、白金温泉付近の保全対象調査図を図 2.2.1 に示す。

表 2.2.1. 保全対象一覧表

区分	施設名称	施設の有無	
		平成30年度	令和6年度
公共施設等	白金温泉簡易郵便局	有	有
	美瑛消防署白金分署	有	有
	白金神社	有	有
	バス停保養センター前	有	有
	合計（箇所数）	4	4
道路	道道十勝岳温泉美瑛線	有	有
	合計（延長）	2.0km	2.0km
レクリエーション施設	スキー場センターハウス	有	無
	国設白金野営場	有	有
	国立大雪青少年交流の家	有	有
	合計（箇所数）	3	2
宿泊施設	ホテルパークヒルズ	有	有
	民宿林道	有	有
	大雪山白金観光ホテル	有	有（森の雫 RINに名称変更）
	湯元白金温泉ホテル	有	有（碧の美 ゆゆに名称変更）
	ペンションアオノ	有	無（廃業）
	白金国民保養センター	有	有
	白金温泉郷森の旅亭びえい	有	有
	銀瑛荘	有	無（廃業）
	ほしの灯家	有	白金自由港ホテルB館に建て替わり
	白金自由港ホテルB館	無	有
	合計（箇所数）	9	7
商店	永井商店	有	北海道国際芸術センターに建て替わり
	北海道国際芸術センター	無	有
	アトリエ木里葉	有	有
	合計（箇所数）	2	2



図 2.2.1. 保全対象調査地図

2.3. 周辺の観光資源

治山対策範囲周辺は、毎年多くの観光客が訪れる豊かな観光資源を有する。
下図に治山対策対象地周辺の観光資源を示した位置図を示す。

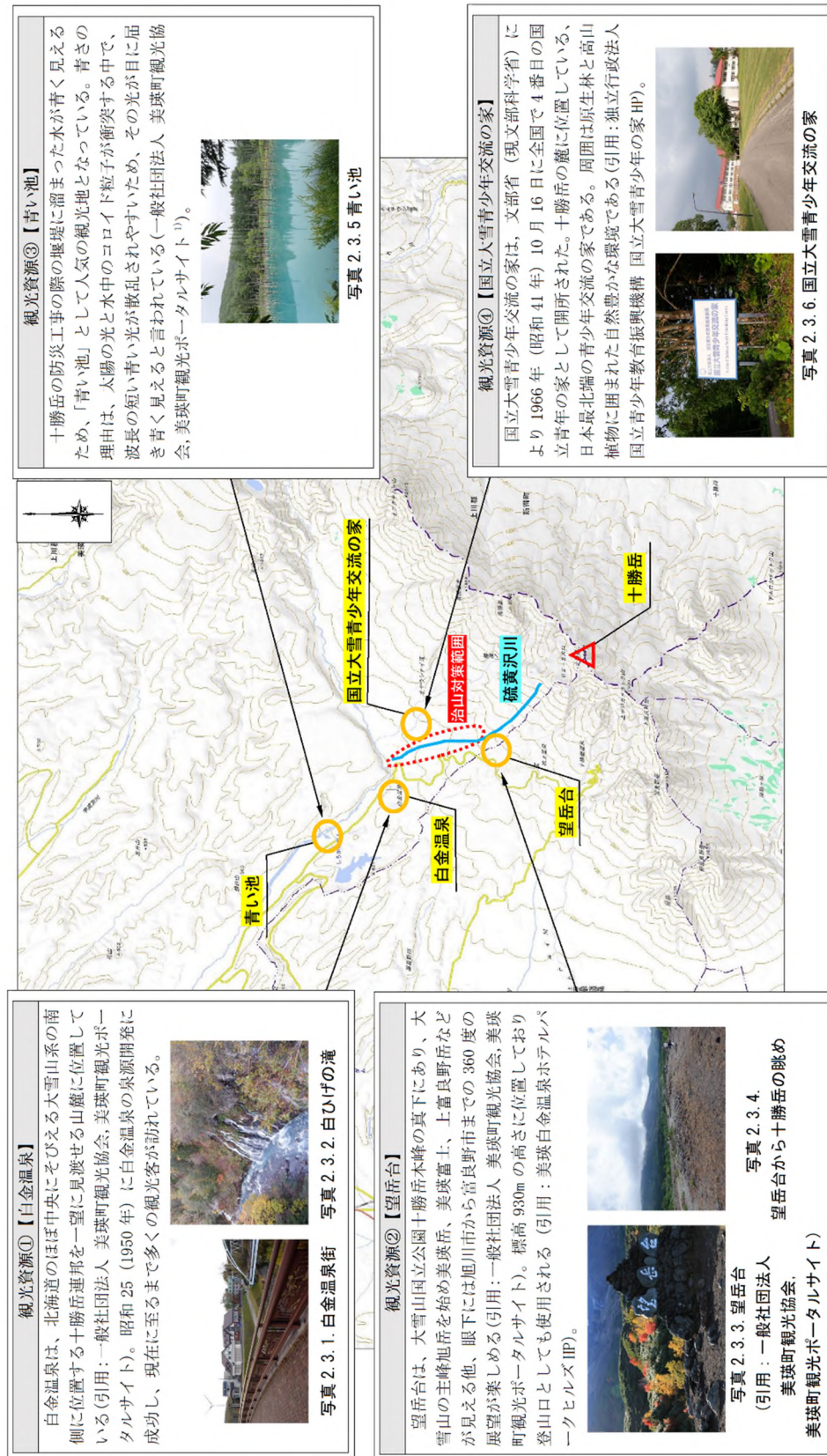


図 2.3.1. 対象地周辺観光地位置図 (引用：国土地理院)

3. 十勝岳の噴火活動

3. 十勝岳の噴火活動

3.1. これまでの噴火活動史

(1) 十勝岳火山群の概要

十勝岳（標高 2,077m）は、北海道中央部に位置する標高 1,400～2,000m の複数の成層火山体および溶岩ドームからなる十勝岳火山群の中心をなす活火山である（高橋, 1960²⁾；勝井ほか, 1963³⁾；石塚ほか, 2010⁴⁾）。以下に十勝岳及び十勝岳火山群の位置図を示す。

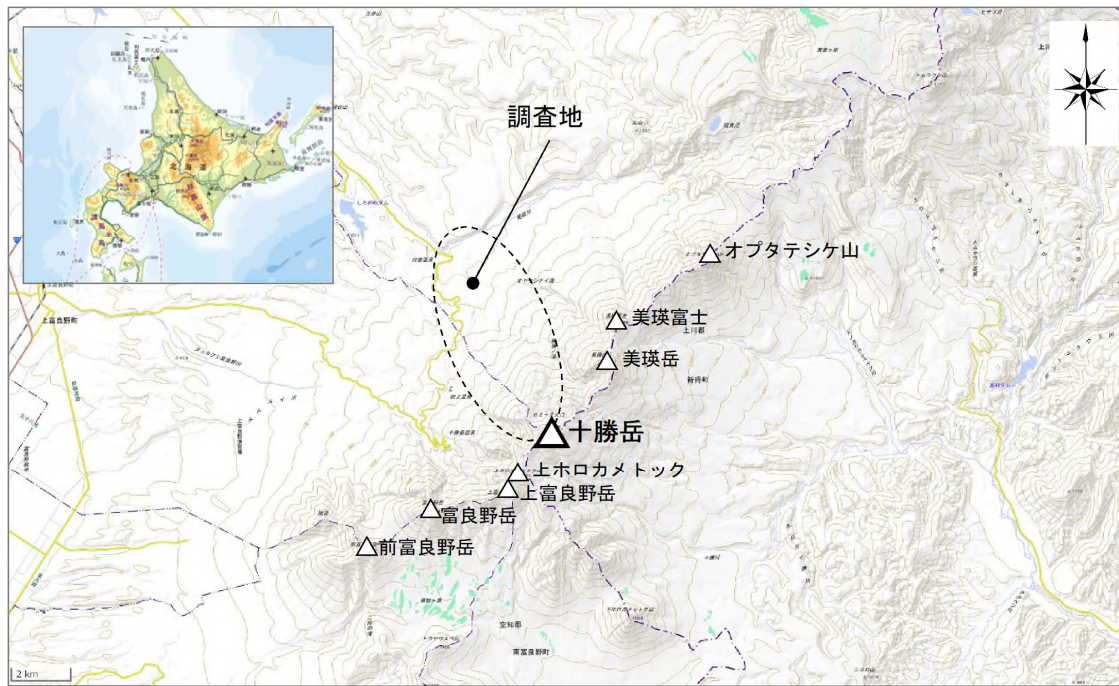


図 3.1.1. 十勝岳及び十勝岳火山群位置図

十勝岳は全国の活火山の中でも比較的活動度が高く、降雪地帯特有の融雪型火山泥流の発生が想定されており、北海道で 9 つあるうちの常時観測火山の一つとなっている。

十勝岳火山群の活動は、主に火山体の地形と岩石記載の特徴から古期、中期、新期の 3 つの活動期に区分されている（勝井ほか, 1963³⁾；石塚ほか, 2010⁴⁾）。

活動年代は、古期が約 100～50 万年前、中期が約 30～数万年前、新期が数万年前以降である。十勝岳の火山地質図（石塚ほか, 2010⁴⁾）については、次頁の図 3.1.2(1)、(2)に示す。

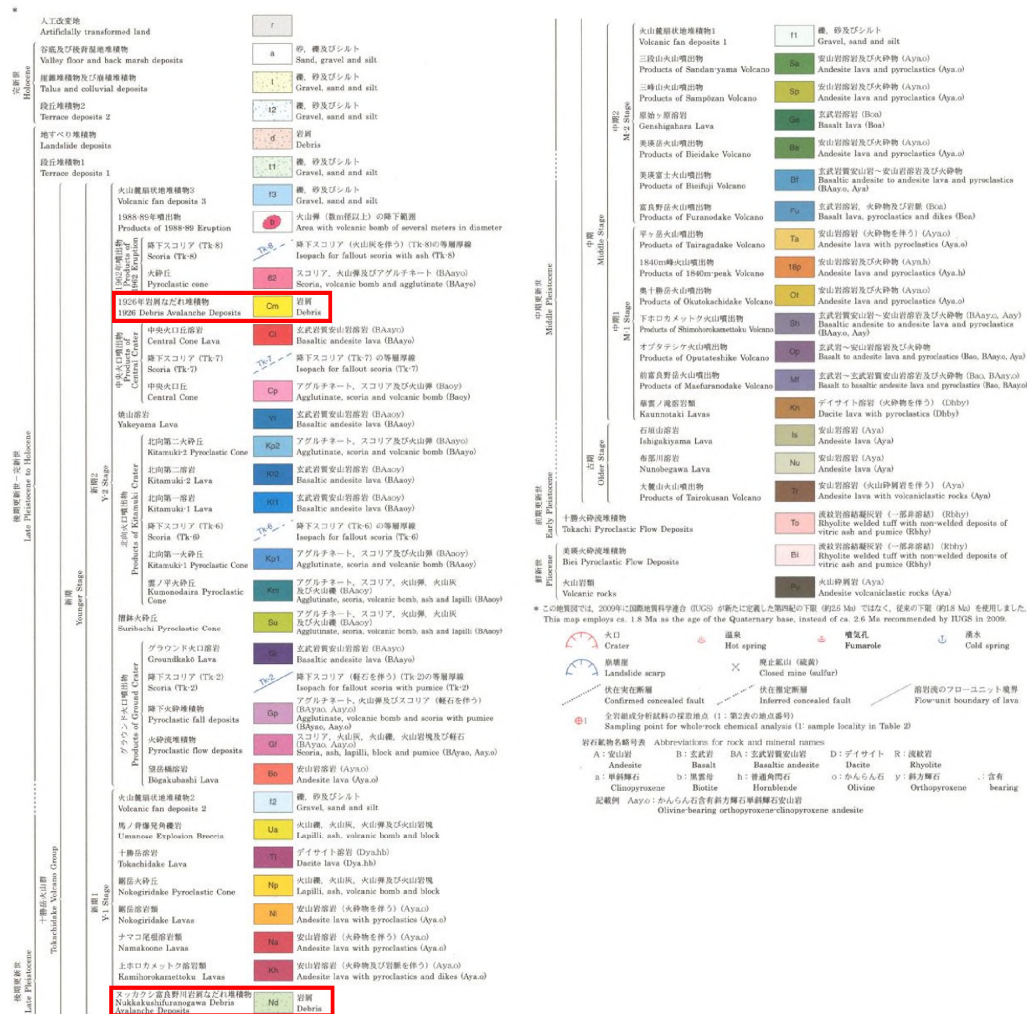


図 3. 1. 2 (2) . 調査地周辺の火山地質図凡例(石塚ほか, 2010⁴⁾を引用・編集)

十勝岳火山群における完新世の噴火活動中心は十勝岳の北西側上部斜面の火口域（北西火口域）であり、最近 5,000 年間では、火口位置を変えながら活動が継続している。20 世紀になってからは 3 回のマグマ噴火が発生しており、2000 年以降にも噴気量の増加などの活発化の兆候が見られた。また、1926 年には岩屑なだれに伴う大規模な融雪型火山泥流（大正泥流）により、20 世紀以降で国内最大の人的災害が発生している。

十勝岳の南西部には「ヌッカクシ山噴火孔」（納富, 1920⁵⁾）、「旧噴火口」（勝井ほか, 1963⁴⁾）、「安政火口」（札幌管区気象台, 1971⁶⁾）、「ヌッカクシ火口」（石塚ほか, 2010⁴⁾）、「ヌッカクシ火口域」（松本ほか, 2021⁷⁾）と呼ばれている噴気地帯があり、近年の研究では十勝岳の火山活動レベルが上昇すると、ヌッカクシ火口やその下流の温泉で温度や泉質の変化することが確認されているため、活動性を判断するうえでの一つの目安とされている（Takahashi et al., 2015⁸⁾）。

(2) 十勝岳の北西山腹における新期(3,500年前以降)の噴出物

約5,000年前以降は、グラウンド火口からの火砕流や溶岩流の発生をかわきりに、播鉢火口、北向火口、中央火口などの主に北西火口域において、噴火が繰り返し発生したとされている(石塚ほか, 2010⁴⁾)。北西上空から見た火口域を図3.1.3に、噴出物の層序関係を図3.1.4に示す。

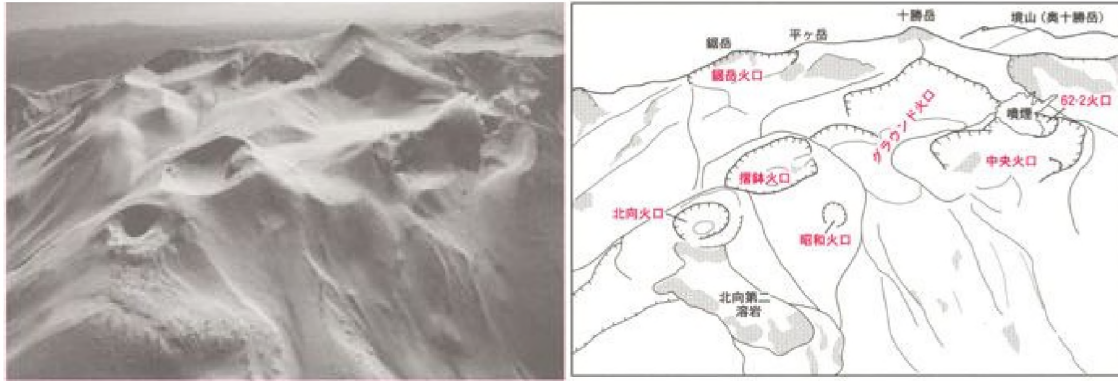


図 3.1.3. 北西上空からみた十勝岳火山群の中央部(石塚ほか, 2010⁴⁾)

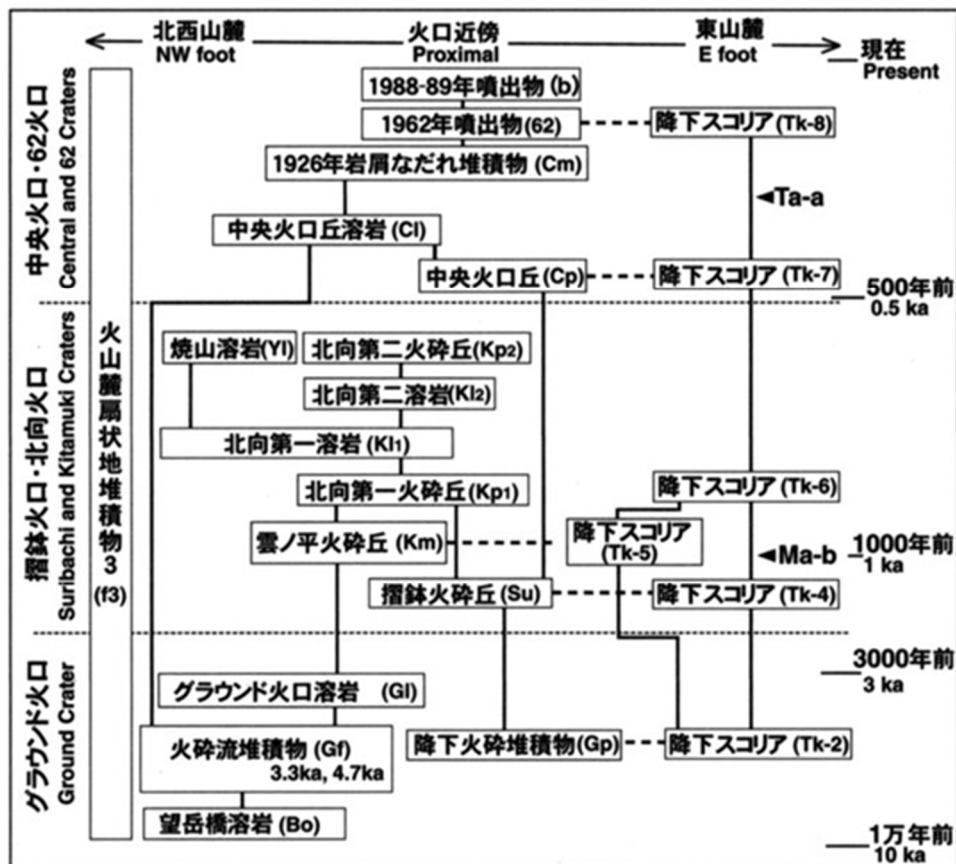


図 3.1.4. 十勝岳火山群の完新世噴出物の層序関係図(石塚ほか, 2010⁴⁾)

(3) 歴史時代の噴火史

十勝岳では、20 世紀以降に、比較的規模の大きな噴火が 3 回発生し、多数の人的被害が生じている。

① 1 回目の噴火（1926 年）

5 月 24 日に中央火口丘の西側で 2 回の水蒸気爆発が発生し爆裂火口（450m×300m）が生じた。また、この噴火に伴って、中央火口丘が崩壊して岩屑なだれが発生し、この岩屑なだれが引き起こした大規模な融雪型火山泥流（大正泥流）が富良野川と美瑛川流域に甚大な被害（死者 144 名）をもたらした。この岩屑なだれ堆積物は、堆積後も二次噴気活動が続くほど温度が高かったとされる（図 3.1.6）。10 日後の 6 月 3 日に発生した小規模な水蒸気爆発の後に 3 ヶ月程度休止したが、9 月にふたたび小爆発があり大正火口が形成された。



写真 3.1.1. 1926 年噴火で中央火口丘西側に生じた爆裂火口（北海道防災会議，1971）⁹⁾



図 3.1.5. 1926 年噴火後の中央火口丘（多田・津屋，1927）¹⁰⁾



B 美瑛岳 K 北向火口 N 雲岳
M 前十勝岳 T 十勝岳頂上 Ta 大正火口
S 雲峠火口 Sw 昭和火口 G グラウンド火口

写真 3.1.2. 1926 年噴火後の十勝岳山頂付近の地形（1960 年 8 月，朝日新聞社撮影、北海道防災会議 1971）⁹⁾



図 3.1.6. 岩屑なだれ堆積物の表面にできた二次噴気孔のあと¹¹⁾

②2 回目の噴火（1962 年）

グラウンド火口の西～南西壁において発生したものであり、水蒸気噴火に引き続きスコリアや火山灰を吹き上げた。この噴火に先立ち、1952 年頃から噴気活動が活発化し、1954 年から大正火口で熔融硫黄を吹き上げるようになった。1962 年 4 月の広尾沖地震（M7.0）の後、噴気活動の活発化や有感地震の発生、大正火口周辺で亀裂が開くなどし、6 月に噴火に至り、新しい火口列が出現した。噴火は 3 回の中で最も大規模であり、噴煙は札幌や千歳でも確認された。また、噴出物は西風に流され、遠く千島列島でも降灰があった。この噴火により大正火口北側にあった硫黄鉱山の鉱員 5 名が命を落とした。

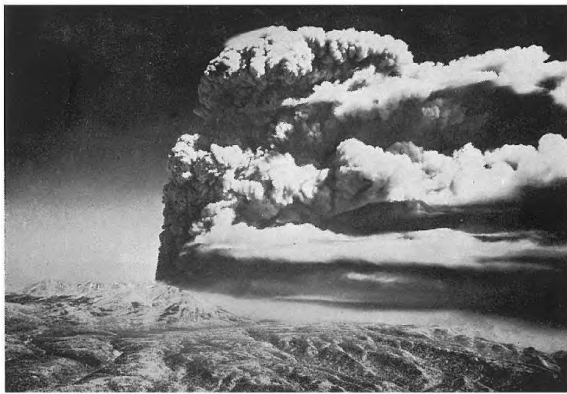


写真 3.1.3. 十勝岳 1962 年噴火の噴煙（南西上空から朝日新聞社撮影）（北海道防災会議，1971⁹⁾）

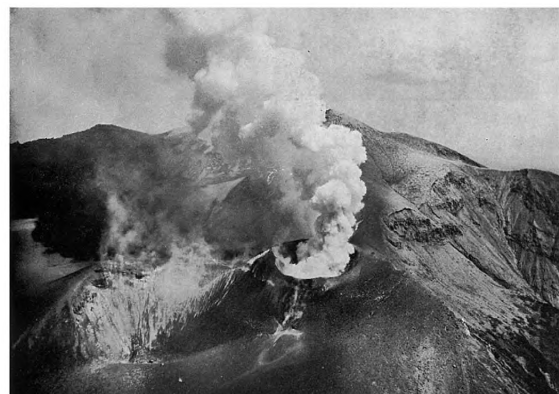


写真 3.1.4. 大正火口（左手）の一部を埋積して成長した新スコリア丘と 62-II 火口（中央）（北海道防災会議，1971⁹⁾）

③3 回目の噴火（1988～1989 年）

1962 年噴火の主火口である 62-II 火口において発生したものであり、水蒸気噴火の散発に引き続き、マグマ水蒸気爆発が発生した。この噴火は、白金温泉の気象庁のカメラにより撮影され、小規模な火砕流と火砕サージの発生、および小規模な融雪型火山泥流の発生が確認された。



写真 3.1.5. 1988 年 12 月 25 日の噴火（美瑛町 HP¹²⁾ より、気象庁撮影）



写真 3.1.6. 1988 年 12 月 25 日の噴火（美瑛町 HP¹²⁾ より）

3. 2. 現在の噴火活動と今後の動向

(1) 近年の十勝岳の火山活動：谷口正実（気象庁職員），2024¹³⁾ より抜粋

2006 年から 2017 年まで山体浅部の膨張が観測され、2015 年頃から 62-2 火口周辺で熱活動が次第に活発化し、火口温度の上昇や噴煙量の増加などが観測されている（図 3. 2. 1）。火山性地震は 2010 年頃から増減を繰り返しながらやや多い状態が継続し、これらに同期して火口方向が上下する傾斜変動を観測した（図 3. 2. 1）。

約 100 年前の 1926 年には山体崩壊により積雪が融け、大規模泥流を発生させた噴火が発生し、1962 年には火砕流は発生しなかったものの噴煙を 1 万 m 以上も噴き上げた噴火が発生している。1988 年から 1989 年の噴火はマグマが関与し火砕流や融雪型火山泥流も発生したが、山麓にある居住地域には影響はなかった。その後は、2004 年にごく小規模な水蒸気噴火が発生した程度で、以降噴火発生はなく、表面的には概ね静穏に経過している。

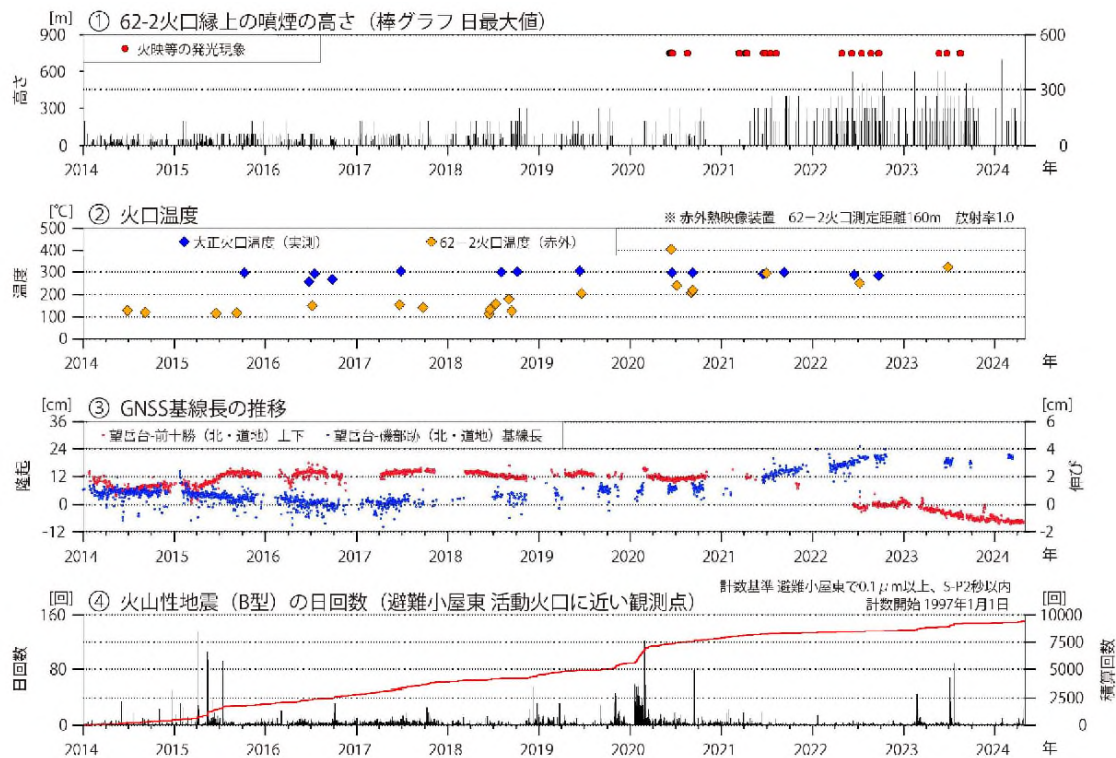


図 3. 2. 1. 十勝岳の最近の火山活動推移（気象庁）¹³⁾

(2) 十勝岳の噴火警戒レベルの特徴：谷口正実（気象庁職員）, 2024¹³⁾ より抜粋]

十勝岳の噴火警戒レベルの特徴として、居住地域から想定火口までの距離が比較的離れていることがあり、大きな噴石や小規模な火砕流についてはレベル2、3で対応している。一方で、規模が大きな火砕流や積雪期のハザードとして融雪型火山泥流の発生も想定されており、非積雪期に発生した場合には火口周辺への影響で留まるような噴火（レベル3に当たるような活動状況）でも、大正時代に起こった災害のように、居住地域にも影響が及ぶような大規模な火山泥流が発生する状況（レベル4、5）も起こり得るとして、レベル及び避難計画等が策定されている。

平成20年12月16日運用開始

十勝岳の噴火警戒レベル

種別	名称	対象範囲	レベル (色コード)	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
特別警戒	噴火警戒報 (居住地域)又は噴火警戒報	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。	●居住地域に達する火砕流・火砕サージや融雪型火山泥流が発生。 過去事例 1928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て大規模な融雪型火山泥流発生。あるいは山体崩壊に前駆して発生した12時11分の噴火に伴う融雪型火山泥流 寛3,300年前：噴火に伴う火砕流・火砕サージ ●噴煙が火口縁上10,000mを超え、居住地域に達する火砕流・火砕サージや融雪型火山泥流の発生が切迫している。 過去事例 1962年6月30日02時45分：噴火により噴煙の高さが12,000mに達する
			4 (高齢者等の避難)	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高齢者等の要配慮者の避難、住民の避難の準備等が必要。	●居住地域に達する火砕流・火砕サージや融雪型火山泥流が発生する可能性が高まる。 過去事例 1988年12月16日～1989年3月5日：小規模な噴火が繰り返し発生
警戒	噴火警戒報(火口周辺)又は火口周辺警戒報	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）。状況に応じて高齢者等の要配慮者の避難の準備等。登山禁止や入山規制等危険な地域への立入規制等。	●火口から概ね3km以内に大きな噴石が飛散する噴火が発生。あるいは熱活動の高まりがみられている中で、振幅の大きな火山性地震が増加する等。火口から概ね3km以内に大きな噴石が飛散する噴火が予想される。 過去事例 1988年10月～12月：休に感じる規模の地震増加 1962年5月以降：休に感じる規模の地震増加 1926年5月：噴火の10日前から休に感じる規模の地震発生
		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。	●火口から概ね1.5km以内に大きな噴石が飛散する噴火が発生。あるいは熱活動の高まりがみられている中で、火口直下で火山性地震が増加する等。火口から概ね1.5km以内に大きな噴石が飛散する噴火が予想される。 過去事例 1985年6月19日：62-1火口でごく小規模な噴火 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、溶融物質流出、昭和火口で噴火 1952年8月17日：昭和火口で噴火 1925年12月：中央火口丘の火口内の新たな火口（大噴）で噴火
予報	噴火予報	火口内等	1 (活火山である)	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）。	住民は通常の生活（状況に応じて火山活動に関する情報収集、避難手続の確認、防災訓練への参加等）。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。状況により想定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）「大きな噴石」とは、概ね20～30cm以上の、眼の影響をほとんど受けずに弾道を描いて頂上するものをいう。

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、地元自治体にお問い合わせください。

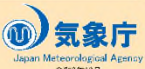

気象庁
 Japan Meteorological Agency
 令和7年12月

図 3.2.2. 十勝岳の噴火警戒レベル（気象庁，2023）¹⁴⁾

(3) 十勝岳の最新の火山観測データの解析結果および火山活動の診断結果：気象庁

気象庁の札幌管区気象台地域火山監視・警報センターが、月に1回公表している十勝岳の火山活動解説資料のうち、現時点で最新の令和6年6月の資料¹⁵⁾について、以下に抜粋して示す。

62-2 火口、振子沢噴気孔群及びその周辺では引き続き噴煙・噴気が多く、熱活動が活発な状態が続いています。今後の火山活動の推移には注意が必要です。噴火予報(噴火警戒レベル1、活火山であることに留意)の予報事項に変更はありません。

○活動概況

・噴煙など表面現象の状況(図 3.2.3-①～⑤、図 3.2.4-①～③、図 3.2.5)
監視カメラによる観測では、62-2 火口の噴煙は 2021 年頃から高い状態が続いており、今期間の噴煙の高さは火口縁上 700m 以下で経過しました。

大正火口の噴気の高さは 100m 以下、振子沢噴気孔群の噴気の高さは稜線上 200m 以下で経過しました。振子沢噴気孔群の噴気は 2018 年頃からやや高い状態が続いています。また、前十勝の北西側斜面で、時々弱い噴気を確認しました。

・地震及び微動の発生状況(図 3.2.3-⑥～⑨、図 3.2.4-④～⑥、図 3.2.6)

火山性地震は少ない状態で経過しました。震源は主に 62-2 火口付近のごく浅い所、旧噴火口付近のごく浅い所～深さ 1km 付近及びグラウンド火口付近の深さ 0km 付近に分布しました。

火山性微動は観測されていません。

・地殻変動の状況(図 3.2.7)

62-2 火口の周辺及び山麓の緩斜面では、今期間は特段の傾斜変動は観測されていません。

GNSS 連続観測で 2021 年以降観測された山体浅部の収縮を示すと考えられる地殻変動は、2023 年夏以降、概ね停滞しています。なお、62-2 火口のごく近傍の一部観測点で認められていた地表面付近の局所的と考えられる変動は、2024 年 2 月頃から鈍化しています。また、山体深部の動きを示すと考えられる特段の地殻変動は観測されていません。

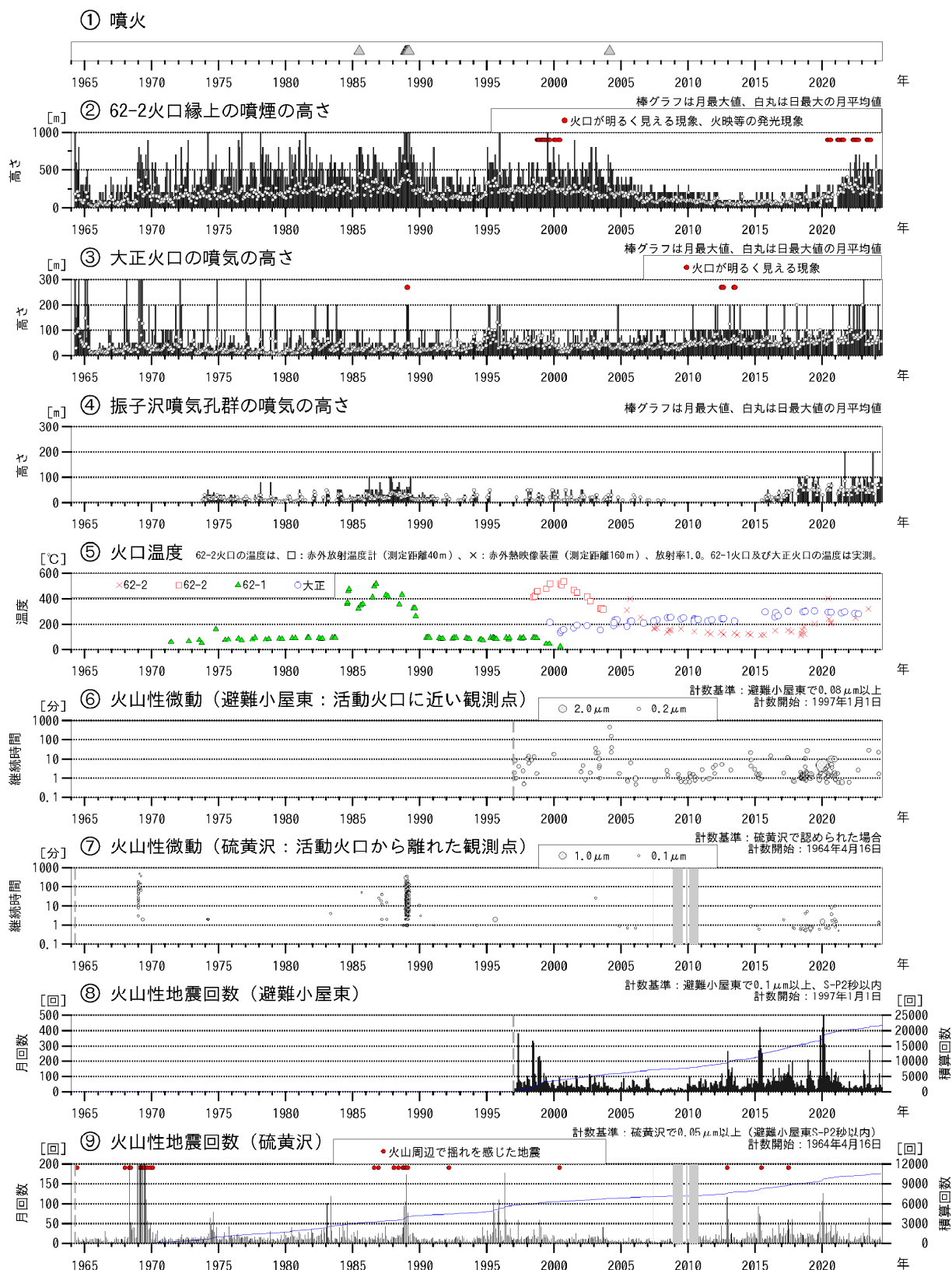


図 3. 2. 3. 火山活動経過図（1964 年 1 月～2024 年 6 月）¹⁵⁾

⑤の62-2火口及び大正火口の温度は、北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所及び産業技術総合研究所のデータを含みます。
 ⑦⑨の灰色部分は機器障害による欠測期間を示します。

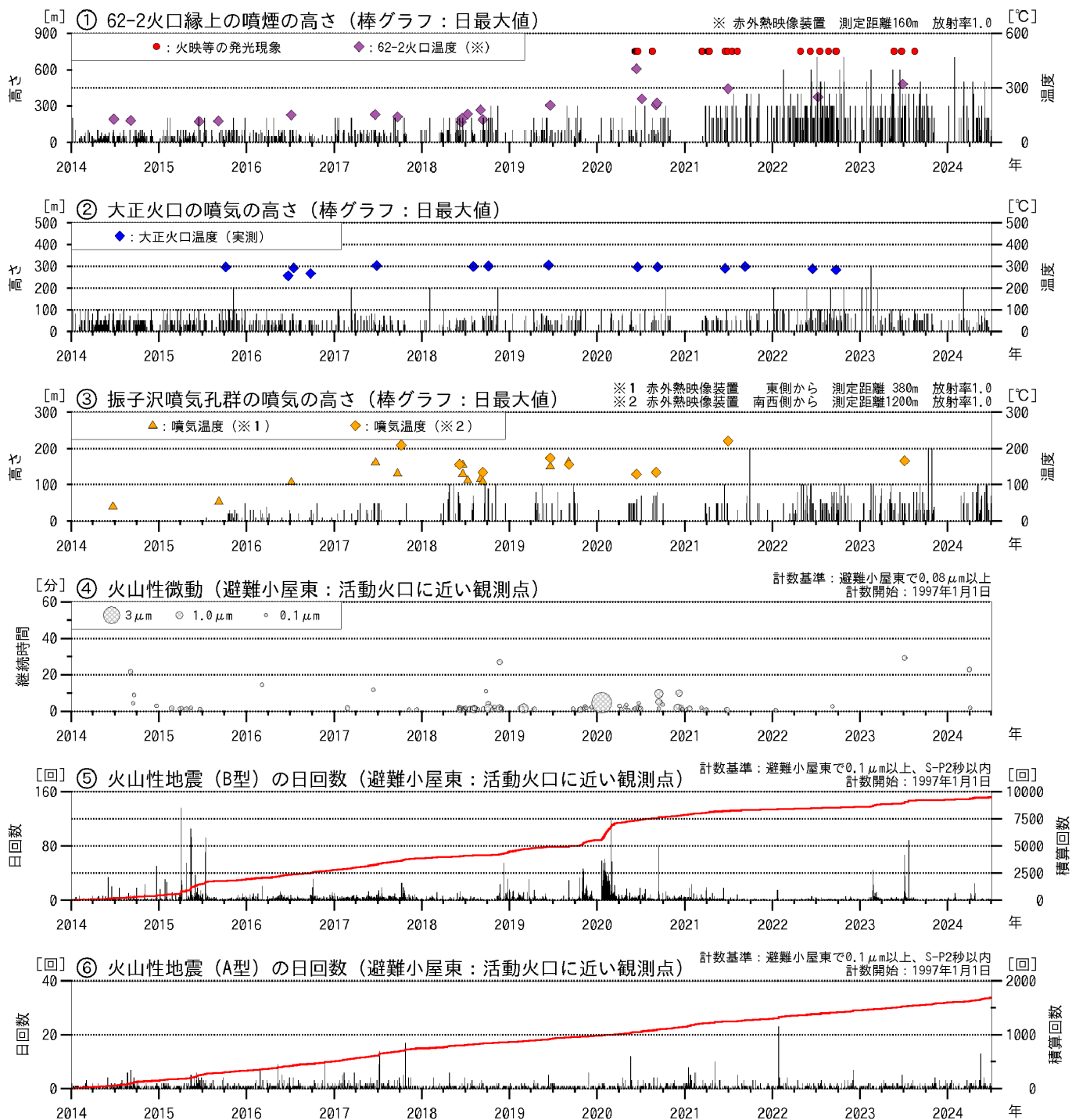


図 3.2.4. 火山活動経過図（2014 年 1 月～2024 年 6 月）¹⁵⁾

②の大正火口温度は北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所のデータを含みます。
 ⑤は主に 62-2 火口付近のごく浅い所（図 4 参照）で発生したと推定される B 型地震の回数、⑥は
 主に 62-2 火口の周辺（図 4 参照）で発生したと推定される A 型地震の回数を示します。



図 3. 2. 5. 十勝岳 北西側から見た火口周辺の状況（白金模範牧場監視カメラによる）及び火口周辺図¹⁴⁾

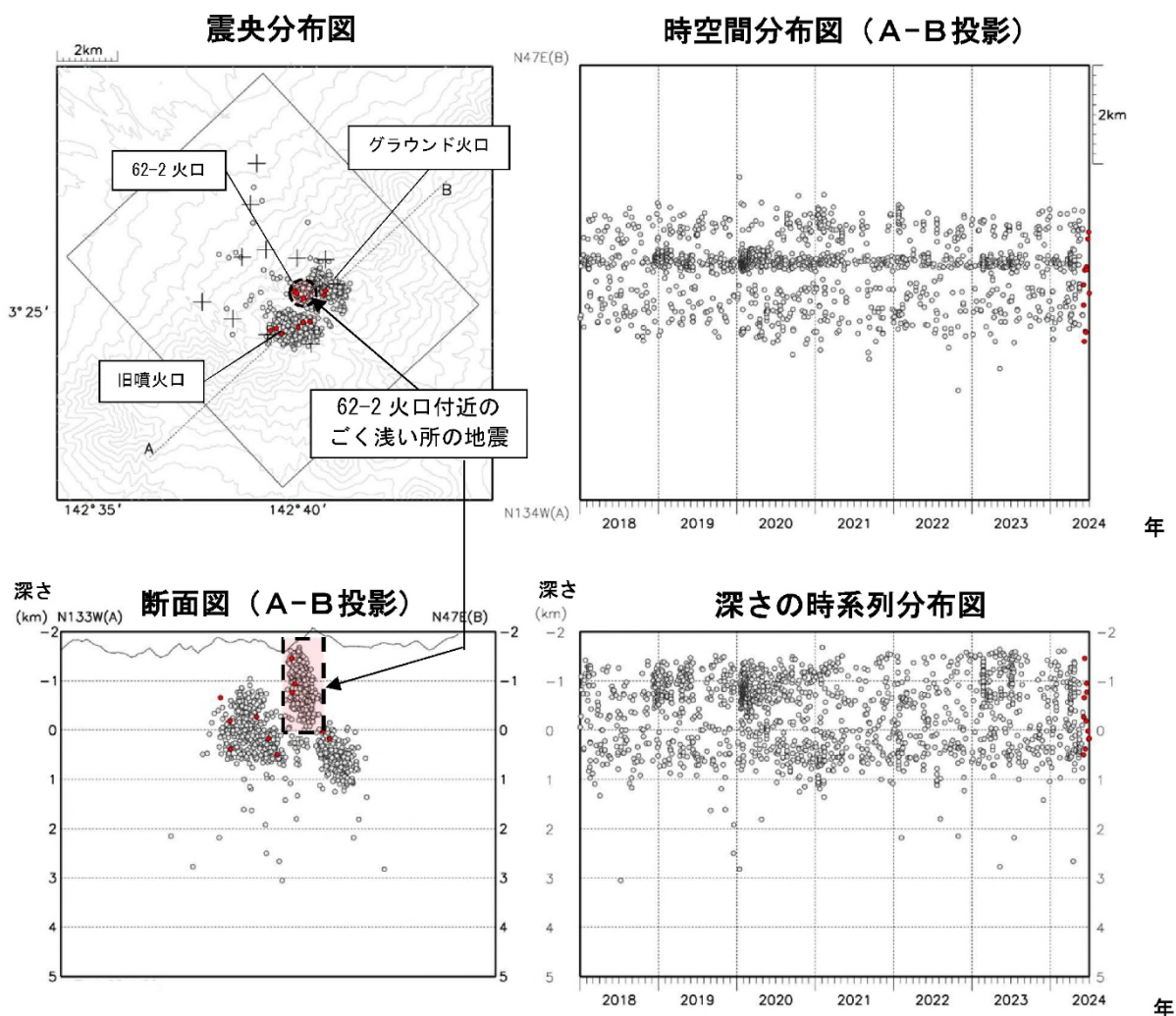


図 3. 2. 6. 十勝岳 火山性地震の震源分布（2018 年 1 月～2024 年 6 月）¹⁵⁾

● : 2018年1月～2024年5月の震源 ● : 2024年6月の震源 + : 地震観測点

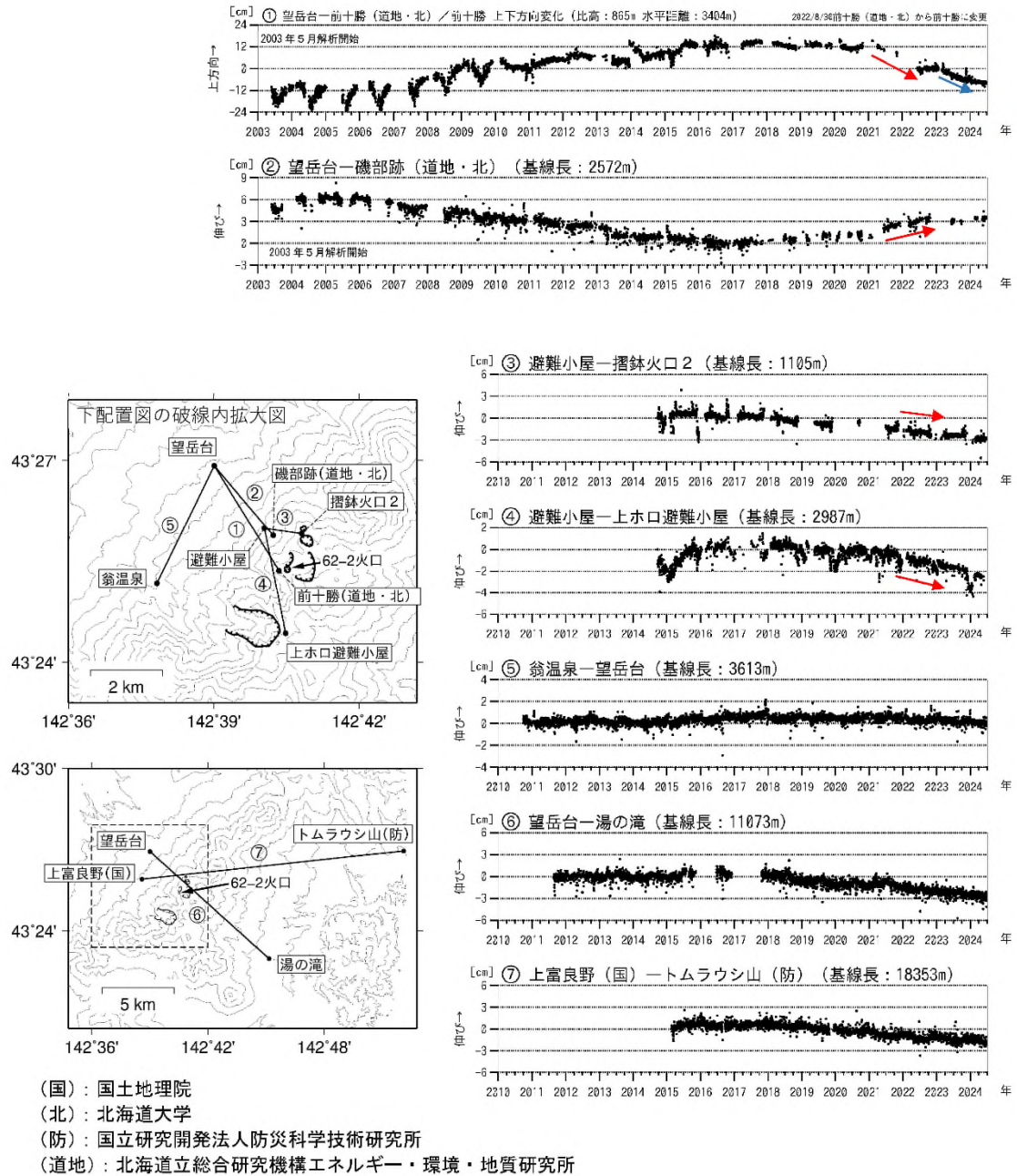


図 3.2.7. 十勝岳 GNSS 連続観測による上下方向変化及び基線長変化 (2003 年 5 月～2024 年 5 月) 及び観測点配置図¹⁵⁾

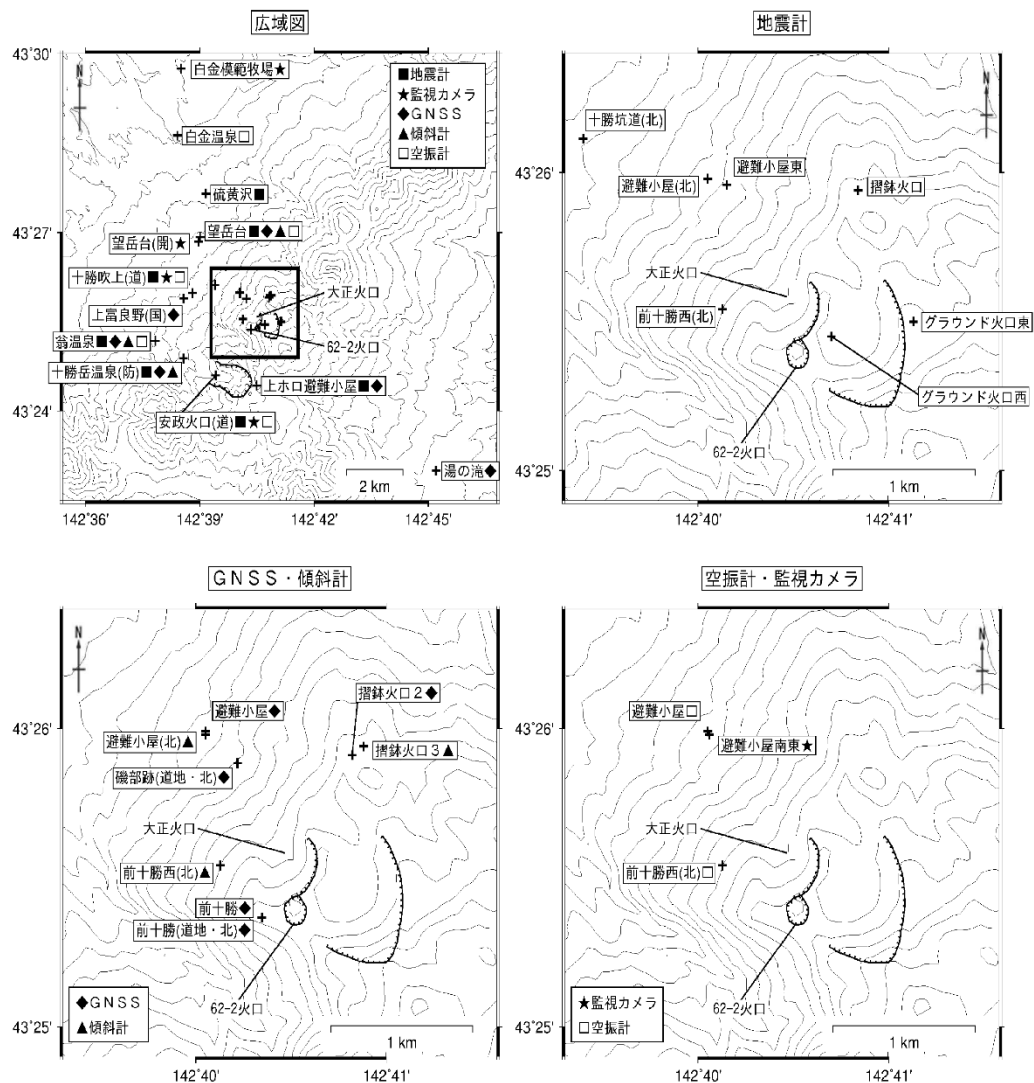
グラフ①～⑦は観測点配置図の基線①～⑦に対応しています。

グラフ中の空白部分は欠測を示します。

冬季に凍上や積雪の影響によると考えられる変動がみられる基線があります。

2010年3月の前後で解析方法が異なります。

- ・基線①～④では2021年頃から山体浅部の収縮を示すと考えられる基線長の変化及び観測点の沈降（赤矢印）が観測されましたが、2023年夏頃以降は概ね停滞しています。
- ・62-2火口のごく近傍の観測点の基線①では2023年3月頃から観測されていた局所的と考えられる変動（青矢印）は、2024年2月頃から鈍化しています。
- ・基線⑥⑦では、2018年以降ごくわずかな短縮傾向が続いていましたが、2023年夏頃以降はやや鈍化しています。



各機器の配置図は、広域図内の太枠線で示した領域を拡大したものです。

＋印は観測点の位置を示します。

気象庁以外の機関の観測点には以下の記号を付しています。

- (開) : 国土交通省北海道開発局
- (国) : 国土地理院
- (北) : 北海道大学
- (防) : 国立研究開発法人防災科学技術研究所
- (道) : 北海道
- (道地) : 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所

図 3.2.8. 十勝岳観測点配置図

十勝岳の火山活動解説資料（令和 6 年 6 月）¹⁵⁾

(4) 温泉・噴気を対象とした地球化学的観測【北海道立総合研究機構】

①噴気活動（高橋良, 2024¹⁶⁾より引用・加筆）

大正火口の噴気温度は約 300℃で、最近 5 年間はやや低下している（図 3.2.9 上）。成分は、近年、水蒸気割合が増加し、マグマ由来成分が低下する傾向である。マグマ由来の火山ガスの割合が増えると噴気の酸素・水素同位体比は上昇するが、近年は徐々に低下している（図 3.2.9 下）。これらは、マグマ由来の火山ガスの割合が低下していることを示す。

振子沢では 2015 年ころから噴気活動が認められ、噴気孔群の噴気温度は 2017 年時点で 500℃以上あり、現在も高温状態が続いている。噴気は高い酸素・水素同位体比を持っており、マグマに由来する火山ガスそのものが噴気として放出されていると推定されている。ただし、大正火口の噴気と同様に、これらの同位体比は近年低下している（図 3.2.10 下）。

以上のように、十勝岳の噴気活動は活発な状態が続いているが、火山活動が明らかに活発化しているような兆候は認められない（高橋良, 2024¹⁶⁾より引用）。

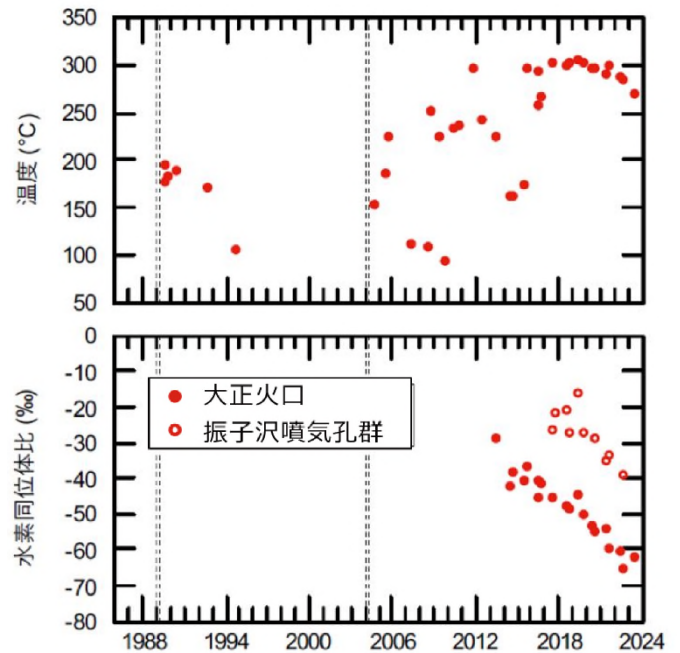


図 3.2.9. 62-2 火口の様子（左上：2022 年 9 月）と噴気の温度（右上）・水素同位体比（右下）の時間変化。点線は噴火した時期を示す。（高橋良, 2024¹⁶⁾より引用）

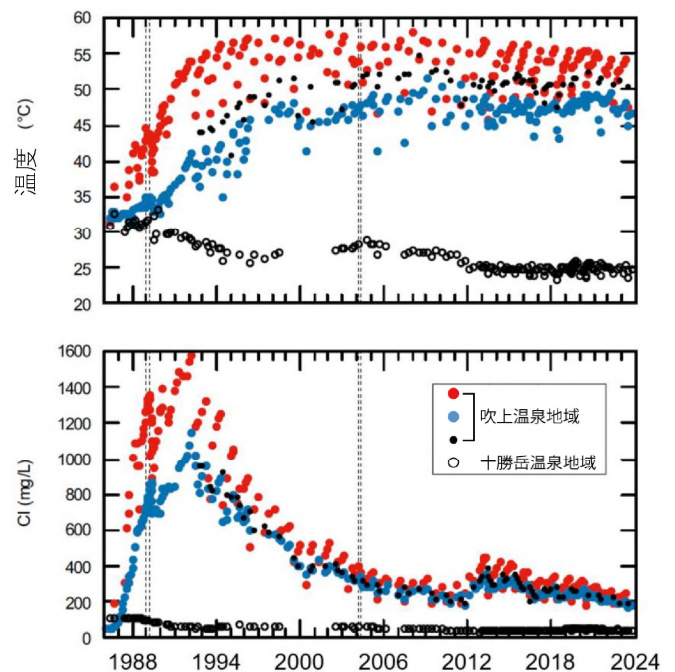


図 3.2.10. 十勝岳周辺の温泉の温度（上）と Cl 濃度（下）の時間変化。点線は噴火した時期を示す。（高橋良, 2024¹⁶⁾より引用）

②温泉活動（高橋良, 2024¹⁶⁾より引用・加筆）

吹上温泉地域では、1988-1989 年噴火を挟み温度や成分が大きく変化した(図 3.2.10)。温度は 1986 年に 30℃程度だったが、噴火を挟み上昇し、1999 年には 55℃を越え、現在までは概ね横ばいで推移している。また、マグマからの火山ガスの供給量を把握する指標とされる (Takahashi et al., 2019¹⁷⁾) Cl (塩化物イオン) 濃度は 1986 年には約 50mg/L だったが、その後急上昇し、1992 年には約 1600mg/L となった。その後、2012-2013 年にわずかに上昇した以外は低下する傾向が続いている。こうした温度や成分の上昇はマグマに由来する高温・高塩濃度の熱水が上昇してきたためとされ、マグマ噴火へ向かう前兆現象であることが指摘されている (Takahashi et al., 2015⁸⁾, 2019¹⁷⁾)。ただし、近年は、吹上温泉地域の温泉に火山活動の活発化を示すような変化は認められていない。

(5) 今後の動向

十勝岳の新期の活動は、北西火口域と呼ばれる北西山腹斜面が中心となっており、特に大正火口、62-2 火口、振子沢噴気孔群で噴煙・噴気が活発である。

十勝岳火山避難計画(北海道火山防災協議会, 2017)¹⁸⁾によれば、想定される噴火場所は、62-2 火口及び大正火口とその周辺で、過去 1 万年間の活動履歴を踏まえ、噴火現象として水蒸気噴火とマグマ噴火が想定されている。その特徴として、大きな噴石、火砕流・火砕サージ、溶岩流、岩屑なだれ、小さな噴石や火山灰の飛散、そして融雪型火山泥流があげられている。また、十勝岳緊急減災砂防計画(十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会, 2010)¹⁹⁾によれば、必ずしも大正泥流と同じプロセスとは限らないが、再び大正泥流のような融雪型火山泥流が発生する可能性があることが想定されている。

気象庁および北海道立総合研究機構によって継続的に実施されている火山観測の結果によれば、近年は、明らかに活発化しているような兆候は認められないが、2004 年にごく小規模な水蒸気噴火が発生した後、2006 年から 2017 年まで山体浅部が膨張し、2015 年頃から 62-2 火口周辺で熱活動や噴気活動が増加した状態で推移している。

以上より、十勝岳の火山活動は、ここ数年のスパンにおいて活発化しているような兆候は認められないものの、依然として活発な活動は継続しており、防災上の観点からは、十勝岳においては北西火口域における噴火やそれに伴って発生する融雪型火山泥流に備え、対策を実施することが必要であると考えられる。

3.3. 大正泥流における被害状況

(1) 十勝岳の北西側斜面で発生した過去の泥流の履歴

十勝岳の北西側斜面では、大正泥流による被災を発端として、過去の泥流についての調査や研究が盛んに行われている。対象は被害の大きかった富良野川流域に偏るため、治山事業の対象ではないが、富良野川流域の研究成果を参考として示す。

南里（2009）²⁰⁾によると、富良野川沿いの泥流堆積物について、既存の研究をとりまとめるとともに、現地調査による堆積物の調査がなされ、大正泥流をはじめとした過去の泥流堆積物の分布、層序、発生年代が詳細に検討され、火山活動とともに図 3.3.1、図 3.3.2 のように整理されている。

- 1) 富良野川流域において、過去 40,000 年に 14 回の火山泥流の発生履歴がある。
- 2) 泥流の発生頻度は、近年高くなってきている。(過去 40,000 年間：1 回/2,860 年→過去 4,000 年間：1 回/360 年→過去 2,000 年間：1 回/250 年)
- 3) 火山泥流の発生を過去 4,000 年で見ると、300～500 年間の高頻度期と 900～1,600 年間の静穏期が交互にある。
- 4) 大正泥流以前で、現地で確認した最も新しい富良野川泥流 1 は、西暦 1740 年頃に発生し、富良野盆地まで達していた。

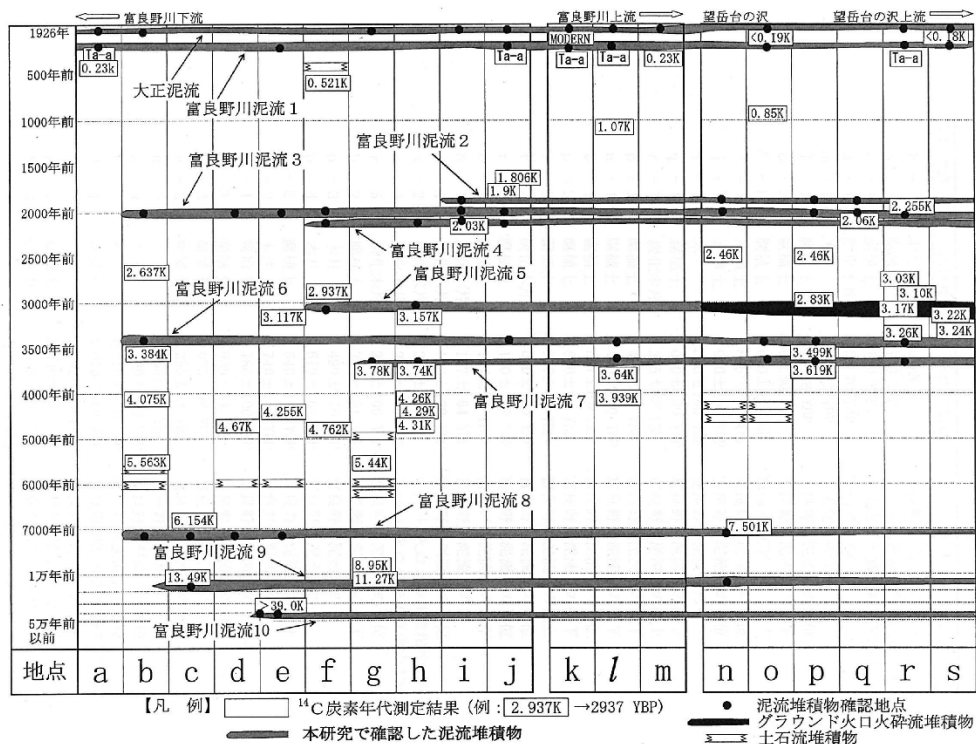
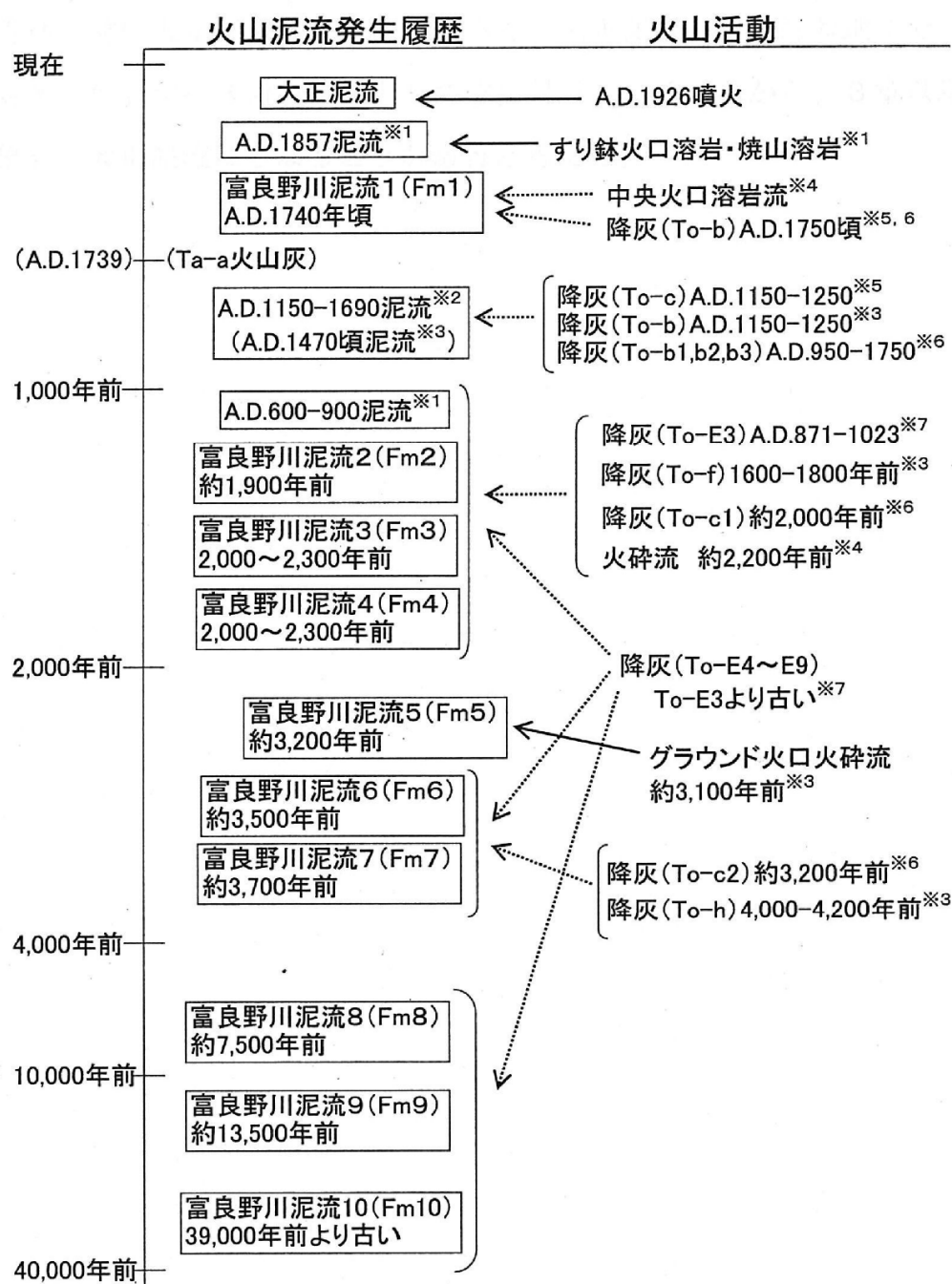


図 3.3.1. 富良野川で確認した火山泥流と推定堆積年代（南里, 2009²⁰⁾ より引用）



※1: 新谷ら(1991) ※2: 齋藤ら(2001) ※3: 藤原ら(2006) ※4: 石川ら(1971)
 ※5: 山田(1958) ※6: 火山灰命名委員会(1979) ※7: 伊藤(2003)

図 3.3.2. 富良野川における火山泥流履歴 (南里, 2009²⁰⁾ より引用)

(2) 大正泥流の流下状況

1926 年 5 月 24 日に発生した 2 回目の水蒸気噴火により、中央火口丘の西半分が崩壊し、これにより生じた岩屑なだれは、火口から 2.4 km の地点にあった硫黄鉱山の平山鉱業所宿舎を飲み込み¹⁰⁾、さらに山頂付近の残雪を融かしてさらに大きな融雪型火山泥流を発生させた。この火山泥流は美瑛川と富良野川を一気に流下し、約 25 km 離れた上富良野市街に到達した（図 3.3.3）。この融雪型火山泥流は、森林を破壊し多量の樹幹・枝などを含む泥水となり、家屋・橋梁・鉄道その他を破壊した。

南里(2009)²⁰⁾は、富良野川における大正泥流の痕跡から、1926 年噴火口（大正火口）から顕著な侵食域の下流端である真水の沢合流点までを「発生・発達域」、谷形状地形が終了するピリカフラヌイ川合流点までを「流下域」、流下範囲が大きく広がる谷出口から下流を「氾濫域」として区分している。また、流下速度や到達時間、流体力について、8 つの区間に分けて検討されている（表 3.3.1 および図 3.3.4）。また、上富良野町の市街地を含む氾濫域については、泥流の到達時間と流体力の分布についても詳細に検討されている（図 3.3.5）



図 3.3.3. 十勝岳の 1926 年噴火の噴出物と大正泥流の流下範囲（多田・津屋，1927¹⁰⁾を一部改変）

表 3.3.1. 大正泥流の到達時間と流体力（南里, 2009²⁰⁾ より引用）

区 間	氾濫域				流下域		発生・発達域	
	8	7(西ルート)	6(東ルート)	5	4	3	2	1
流速(表-3.5より)	2~3	3~4	5~9	5~6	11~17	15.5 ^{※1}	21.8 ^{※1}	40~46 ^{※1}
代表流速(m/s)	2.5	3.5	7.0	5.5	14.0	15.5	21.8	43.0
区間距離(km)	西 1.2 東 1.1	2.7	1.4	3.1	8.5	2.6	4.6	2.0
区間時間(分)	西 8.0 東 7.3	12.9	3.3	9.4	10.1	2.8	3.5	0.8
到達時間(分)	西 47.5 東 37.2	39.5	29.9	26.6	17.2	7.1	4.3	0.8
流体力(図-5.2より) (kN/m)	20	60	200 210 240	150	880 2,260	-	-	-

※1: 中村(1926)、村野(1965)による

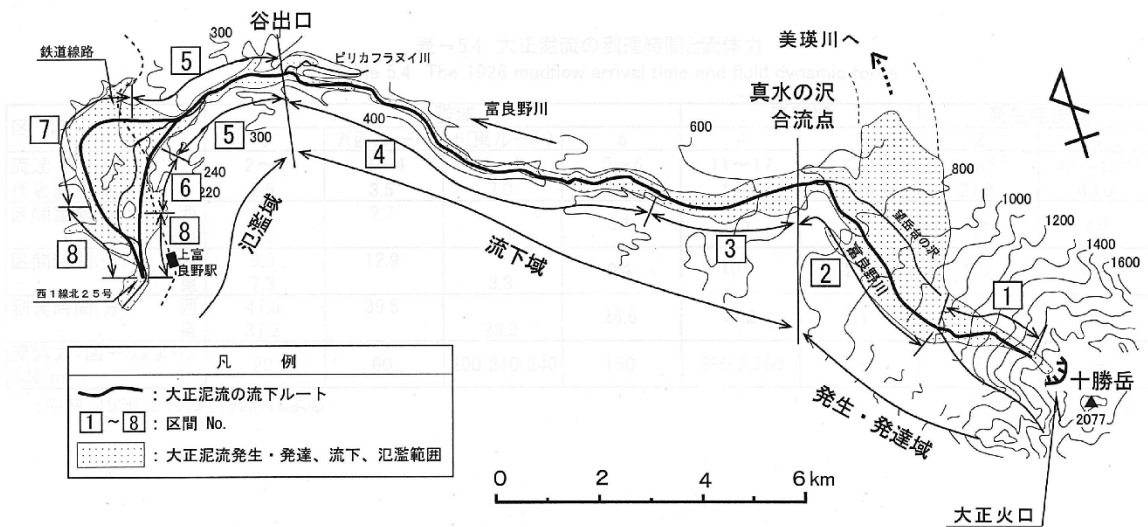


図 3.3.4. 大正泥流の流下ルートと区間分け（南里, 2009²⁰⁾ より引用）

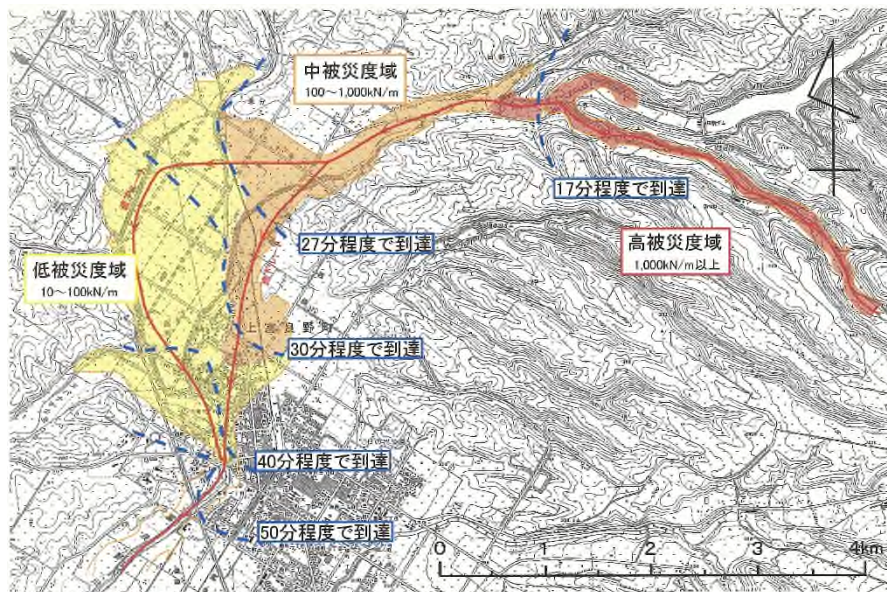


図 3.3.5. 氾濫範囲、到達時間、被災度を示した火山泥流災害実績図（南里, 2009²⁰⁾ より引用）

(3) ピット調査による治山事業実施域における大正泥流堆積物の痕跡状況

①ピット調査の概要

硫黄沢川流域における大正泥流が流下した痕跡（堆積物の有無や侵食状況）は、平成 27 年度から 30 年度にかけて実施した露頭調査と約 300 箇所のピット調査によって確認した。



図 3.3.6. 露頭調査での大正泥流①



図 3.3.7. ピット調査での大正泥流①

②大正泥流の痕跡の区分

大正泥流堆積物は、安山岩や玄武岩の礫と砂～シルトから構成された堆積物で、白色や黄褐色などの変質を受けた礫や材の破片を含む。基質は淡い灰色や青みがかった灰色を呈することが多い。調査地では、粗粒と細粒の層相に分けられる。粗粒な層相は、グラウンド火口火砕流堆積物を直接覆っていることがあり、侵食したことを示唆する。また、こうした箇所の縁辺では、大正泥流の堆積物がなく、グラウンド火口火砕流堆積物が地表に露出していることもある。細粒な層相は、下位に樽前山の 1739 年噴出物である火山灰（Ta-a）が確認されることが多く、ほとんど侵食せずに堆積したことを示すと考えられる。平成 27 年度から平成 30 年度の結果から総合的に検討した結果、大正泥流の痕跡は①侵食、②堆積、③崩壊、④二次堆積の 4 つに区分した。それぞれの区分名については「①侵食 (erosion)」は Cme、「②堆積物 (deposit)」は Cmd、「③崩壊 (collapse)」は Cmc、「④二次堆積 (rework)」は Cmr とした。表 3.3.2 に大正泥流の痕跡区分を示す。なお、岩屑なだれ堆積物の各 Unit は、分布として示すことが難しいため、一括して Cm と表記した。

表 3.3.2. 大正泥流の痕跡の区分^②

大正泥流 の痕跡	①侵食	Cme	—	大正泥流により地表面が侵食を受けた。
	②堆積物	Cmd	礫・砂・ シルト・材	灰色の砂～シルトを主体とする堆積物。白色の礫やこぶし大の 垂円～垂角礫を多く含む場合がある。
	③崩壊	Cmc	巨礫	大正泥流に伴った崩壊による巨礫群。礫はほぼ単一の安山岩溶岩の 垂角～垂円礫からなる。
	④二次堆積	—Cmr	砂・シルト	大正泥流堆積物が後続流により細粒で分級を受けた堆積物。
1926年岩屑なだれ 堆積物		Cm	巨礫・礫・砂	細粒物質に富む砂質堆積物からなる。UnitA、UnitB、UnitCに分けられる。ケイ化 した灰色～白色岩片や玄武岩質安山岩溶岩礫、硫黄を含む。

③大正泥流の流下形態

文献調査による地形地質概要、現地踏査、ピット調査をもとに、発生源から白金温泉までの大正泥流の流下形態を検討した。流下域の堆積や侵食状況の平面的な広がりを示したものを図 3.3.8 に、地形断面との関係を示したものを図 3.3.9 にそれぞれ示した。

1) 噴火活動に伴う山体崩壊による岩屑なだれの発生（平均地形傾斜：20°）

1926 年 5 月 24 日の 12 時過ぎに 1 回目の爆発的な噴火が起こり、さらに 16 時 17 分過ぎに大爆発が起こった。この 2 回目の噴火で中央火口級の北西部が大崩壊し、崩壊物は高温の岩屑なだれとなって斜面を下った。

2) 高温の岩屑なだれの Unit B が Unit A を侵食しながら流下して、雪を融かし泥流を発生（平均地形傾斜：15°）

高温の岩屑なだれは、中央火口丘溶岩の高まりに規制され、富良野川方向と美瑛川方向に分かれて流下し、急速に積雪を融かして泥流を発生させた。

3) 融雪水の更なる取り込みと侵食による肥大化、地形を無視した直線的な流下（平均地形傾斜：10°）

美瑛川方向に発生した泥流は、さらに積雪を融かしながら侵食をして肥大化するとともに、山腹の望岳橋溶岩、中央火口丘溶岩の高まりにほとんど規制されずに直線的に流下した。

4) 溶岩流地形の制約による流心の形成（谷への集中）、流心の屈曲、崩壊の誘発、および越流部の緩斜面での堆積（平均地形傾斜：7°）

肥大化した泥流は、傾斜 10° 以下の緩斜面に入って速度が低下し、溶岩流による地形の制約を受けて次第に谷部に集まって流心を形成した。また、流心では岩盤崩壊も誘発した。流心となった谷から溢れた泥流は、減衰あるいは停止し、石礫を多く含むものはローブ（舌状地形）を形成した。

5) 谷の屈曲部における流心の一部の尾根への越流と減衰（平均地形傾斜：5°）

流心となった谷の急な屈曲部では、曲がれなかった泥流の一部が、直進するように越流し、緩斜面の上を減衰しながら堆積した。

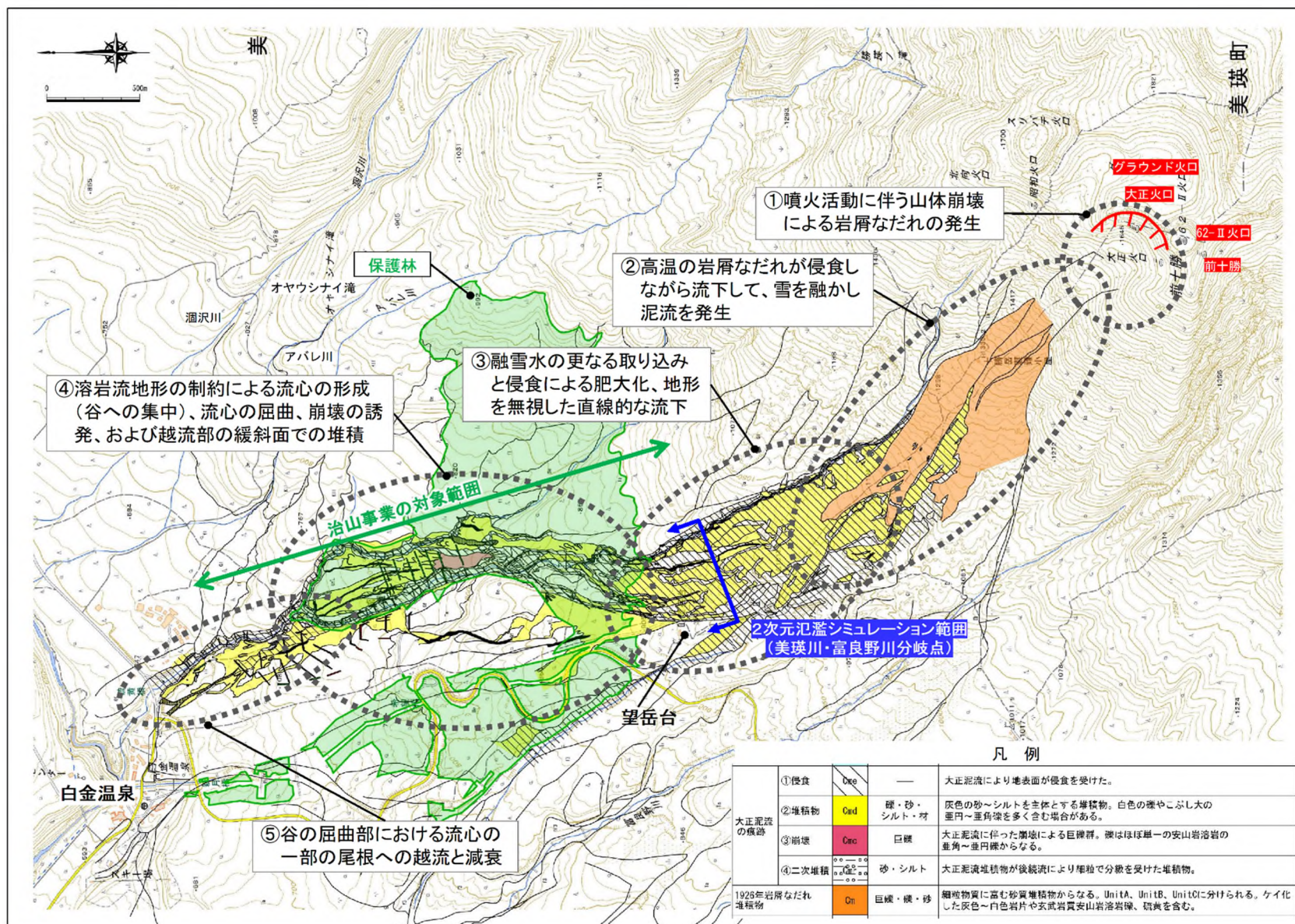


図 3. 3. 8. 硫黄沢における大正泥流氾濫想定図（保護林・治山事業対象範囲）^①

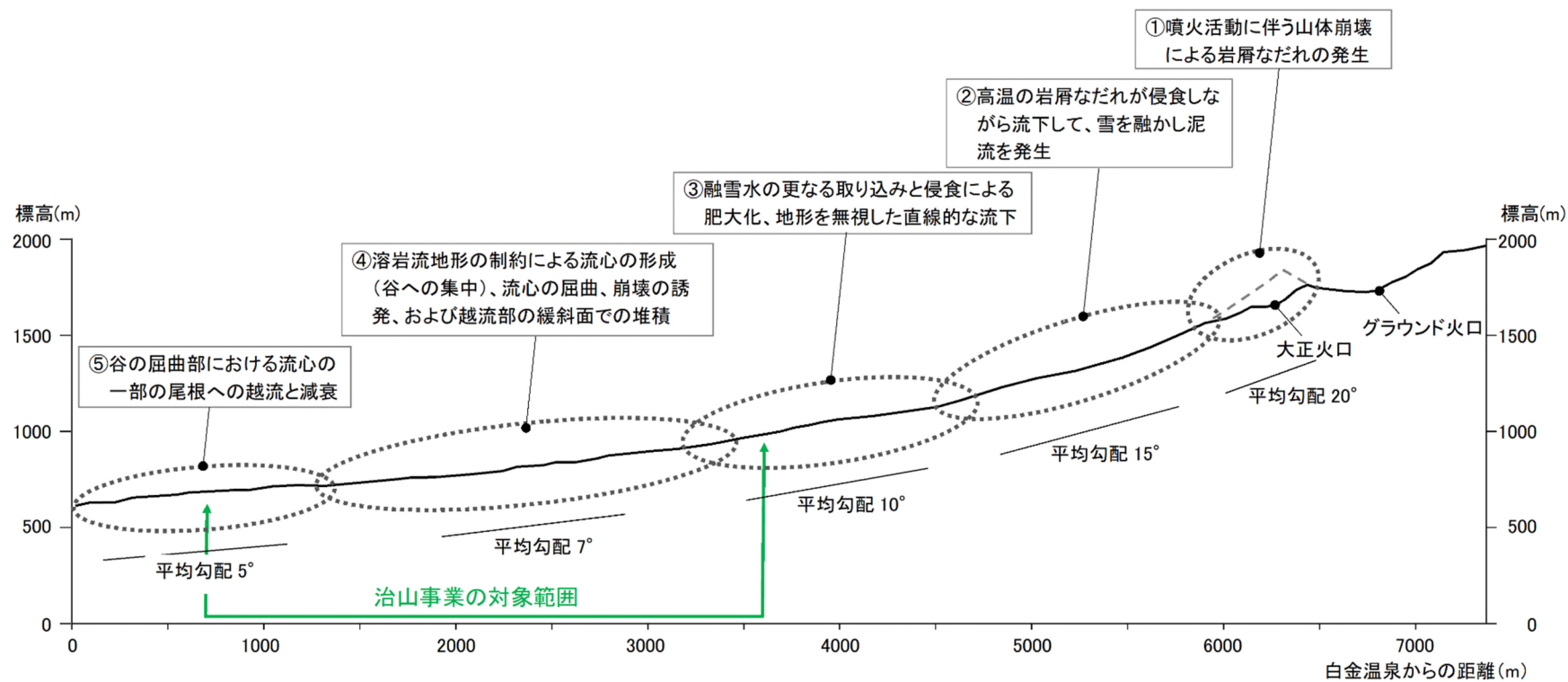


図 3. 3. 9. 大正泥流の発生源から白金温泉までの地形断面と流下形態^①

(5) 大正泥流発生時の流木被害

十勝岳では、大正泥流発生時において流木災害を伴う大規模な被害が発生している。上富良野町の WEB サイトに示されている「大正十五年十勝岳噴火泥流災害再考 上富良野町」²¹⁾によれば、被害住民の聞き取り調査結果から、泥流及び流木に関する被害の実態について、表 3.3.3 のように示されている。この報告は富良野川流域について記載されたものであるが、美瑛川流域でも同様に多量の流木が発生していたと想定されることから、ここでは参考として示す。

表 3.3.3. 十勝岳における被害の聞き取り調査結果^③

日新地区 その一	泥流は、美瑛川と富良野川に分かれ、二次泥流となって国有林の立木を根こそぎなぎ倒し、十勝岳から僅か七km地点の日新地区を襲った。
日新地区 その二	物音がした時はすでに流木が押し寄せ家が半壊。エンは垣の外に押し出された。子供の二人が流木に押し出されようとした時、エンは流木を渡り泥土に入り二人を助け、久保木為榮より深謝された
草分地区	狭隘の谷から平地へと押し寄せた時速三十六kmの速さと推測される泥流と流木は、富良野鉄道線路をねじ曲げ破壊させ、下流へ泥土を解き放される様に押し流し、草分地区に進入した。
島津地区	現在の上富良野橋で、多くの流木や木材がこの地点で堰き止められる様に堆積された。 橋横手の明憲寺は高台での集合避難所となり、収容人員は一時二千人を上まわり、庫裡本堂に避難民や村民であふれ、野宿する者もいた。 その下流に当たる島津地区は、午後六時頃に西一線北二十三号、二十四号間の右岸堤防が破れ、泥流は流木と共に氾濫した。地区の被害の多くは、泥流土と流木による被害が主なものである。幸い死者はいない。

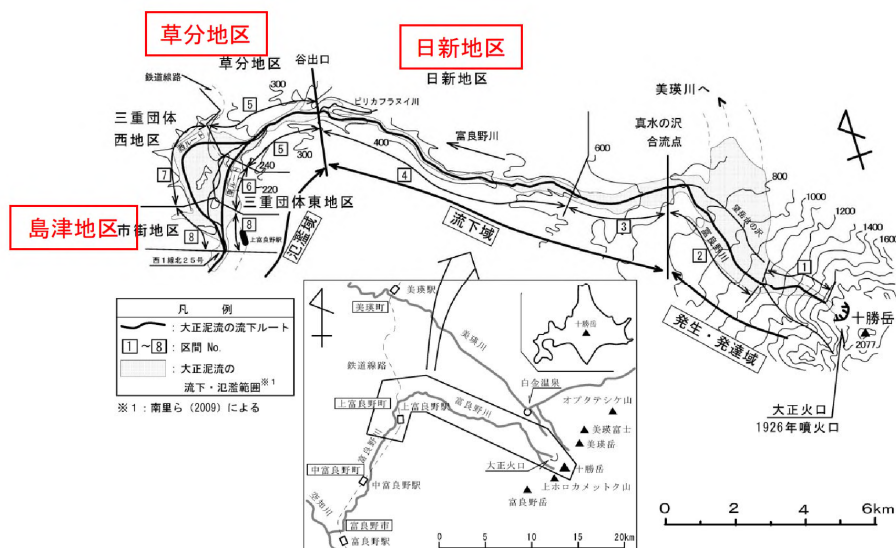


図 3.3.10. 十勝岳山麓大正泥流の到達時間・被災度の情報を加えた災害実績図
(南里ほか, 2016)²²⁾

大正泥流発生時においては、土砂及び水の被害の他、泥流に伴って発生した流木が甚大な被害を与えている（写真 3.3.1 参照）。硫黄沢においても、融雪型火山泥流に伴い発生が想定される流木に対して対策を進めることとしている。

この場合、立木の倒伏限界モーメントが泥流の流体力を下回った場合に流木が発生するものとし、現状では泥流の直撃を受ける流木化想定区域の立木が流木化するものと想定される。



写真 3.3.1. 大正 15 年十勝岳噴火に伴う泥流により流下した流木等による被害状況 ²³⁾
※当写真は上富良野町における被害状況であり、白金温泉での写真ではない。

以上のように、大正泥流発生時には流木が甚大な被害の一要因であったことが既往資料より確認出来る。十勝岳における融雪型火山泥流対策を進める上では、泥流による土砂及び水の被害の他、流木についても考慮する必要がある。

「石狩川上流（十勝岳）流木対策検討委員会報告書：北海道開発局旭川開発建設部」²⁴⁾では、十勝岳大正泥流発生時の被害状況について、同様な次項の記載がある。

2.2.3. 流木の発生と被害の事例

(1) 十勝岳 1926 年噴火に伴う火山泥流（大正泥流）

1926 年(大正 15 年) 5 月 24 日に十勝岳で噴火が発生し、この噴火に伴い中央火口丘の北西部分が崩れるとともに高温の熱水が噴出した。これらが残雪を溶かして泥流となり、富良野川と美瑛川に分かれて流下している。この融雪型火山泥流は流木とともに上富良野市街地まで到達し、甚大な被害をもたらしている。

南里ら（2004）では大正泥流の体験情報の聞き取りを行っており、流木に関する状況は以下の通りである。

表 2-1 流木に関する聞き取り状況（南里ら(2004)より）

地 区	泥流流下状況	泥流流下後
日新地区	・立木がバタバタ倒れた ・流木がはっきり見え、どんどんきた ・太い木が樽の中で大根を洗うみたいに入って ・流木は枝がきれいに折れていた	・石はなく流木が多い ・泥流がぶつかった山の下側約1/4の高さまではきがなくなった
草分地区	・住宅は流木がかぶさって一気に見えなくなった ・先頭の流木は住宅の3倍も4倍もあった	・直径1m程の石原に、流木ほとんどない
三重団体東地区	・流木は盛り上がって流れた	・流木は下流に比べて少なく、皮剥け、枝無しの状態
三重団体西地区	・泥と流木が一面に下に向かってザーとどんどん流れてきた ・流木は盛り上がって流れた ・流木びっしり、枝なく最大径1m ・木がすりこ木のように流れていく ・山際にびっしり流木が並んでいるように見えた	-
市街地	-	・流木が先頭、石見えない

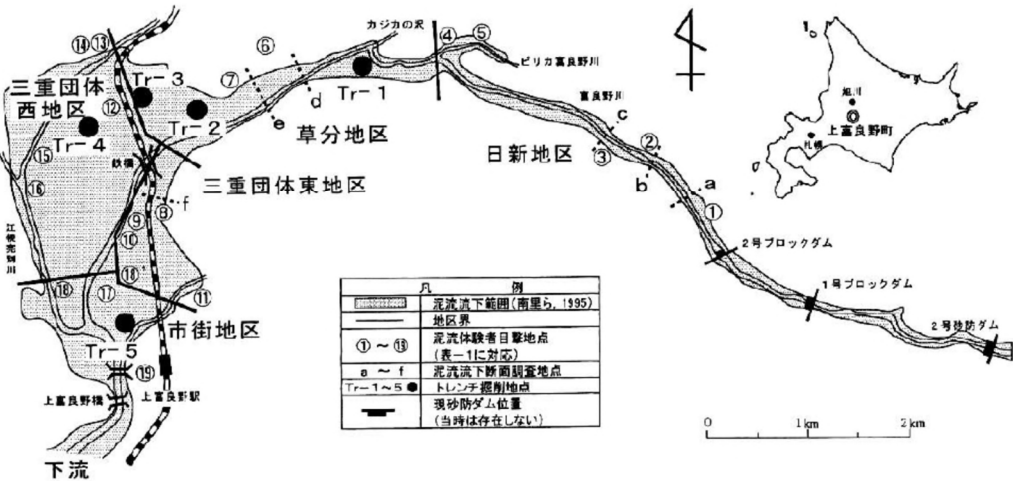


図 2-4 大正泥流体験者の目撃地点（南里ら(2004)より）

また、「石狩川上流（十勝岳）流木対策検討委員会報告書：北海道開発局旭川開発建設部」²⁴⁾には、融雪型火山泥流によるものではないものの、平成 28 年 8 月豪雨により実際に硫黄沢下流の美瑛川で発生した流木災害が記載されている。

（４） 十勝岳における流木の流下事例

平成 28 年 8 月の豪雨に伴い美瑛川流域で土砂・流木が発生・流下したが、美瑛川第 1 号えん堤で捕捉された。このように火山噴火以外にも、豪雨に伴う流木の発生・流下が想定される。



図 2-12 平成 28 年 8 月の豪雨時に発生した流木の捕捉状況（美瑛川第 1 号えん堤）

4 . 大正泥流以降の治山事業区域における植生回復状況

4. 大正泥流以降の治山事業区域における植生回復状況

(1) 現況の林相

硫黄沢周辺における現在の空中写真を図 4.1、空中写真を元に作成した林相図を図 4.2 に示す。十勝岳泥流跡地植生希少種個体群保護林範囲内では樹種及び樹高分布が多様であり、回復の遷移を示している可能性がある。十勝岳泥流跡地植生希少種個体群保護林範囲外は極相若しくは極相に近い針広混交林が主体であり、大正泥流による倒伏や流木化の影響が比較的少なかったとみられる。

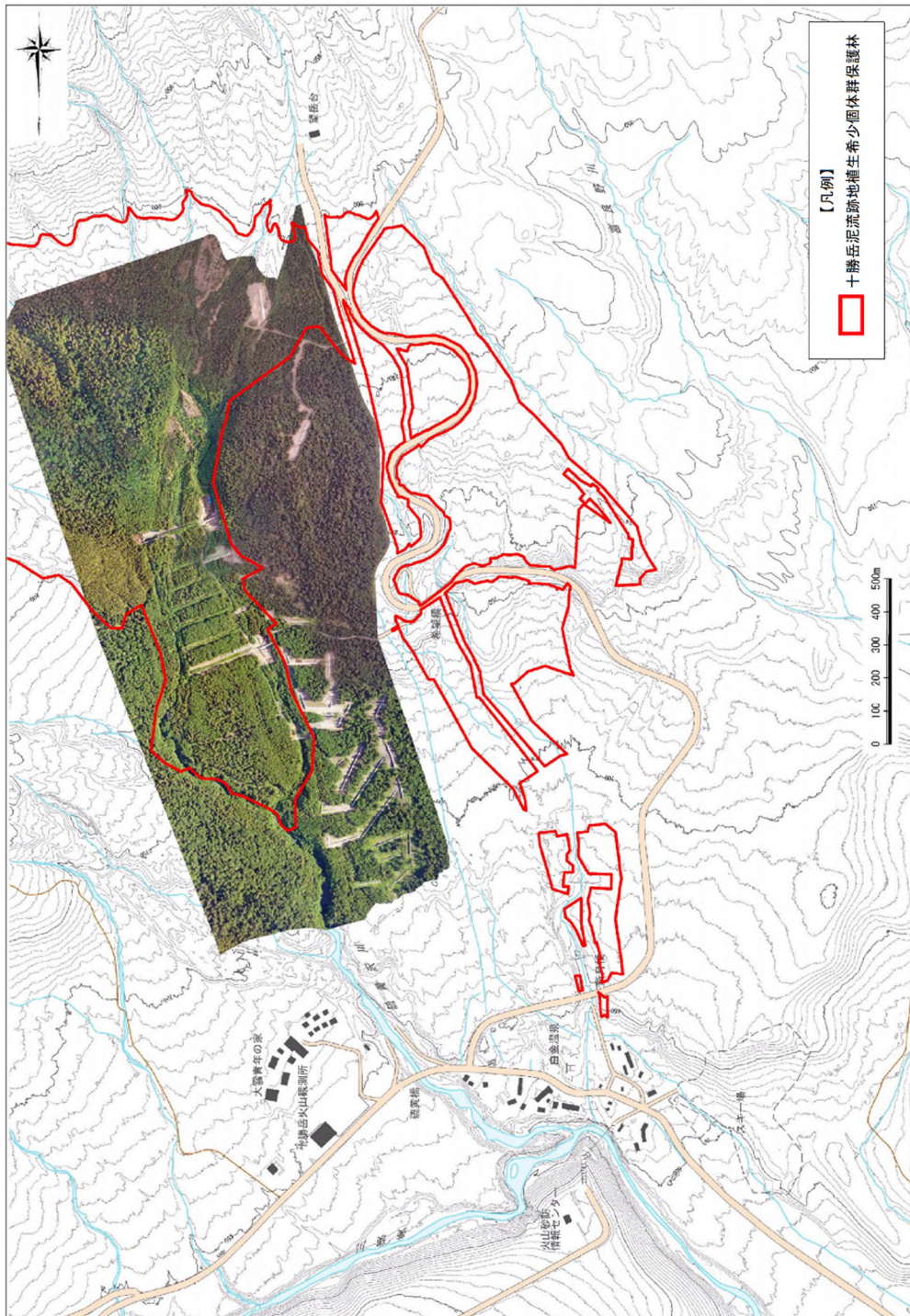


図 4.1. 硫黄沢及び周辺の UAV 撮影写真（2024 年 7 月撮影）

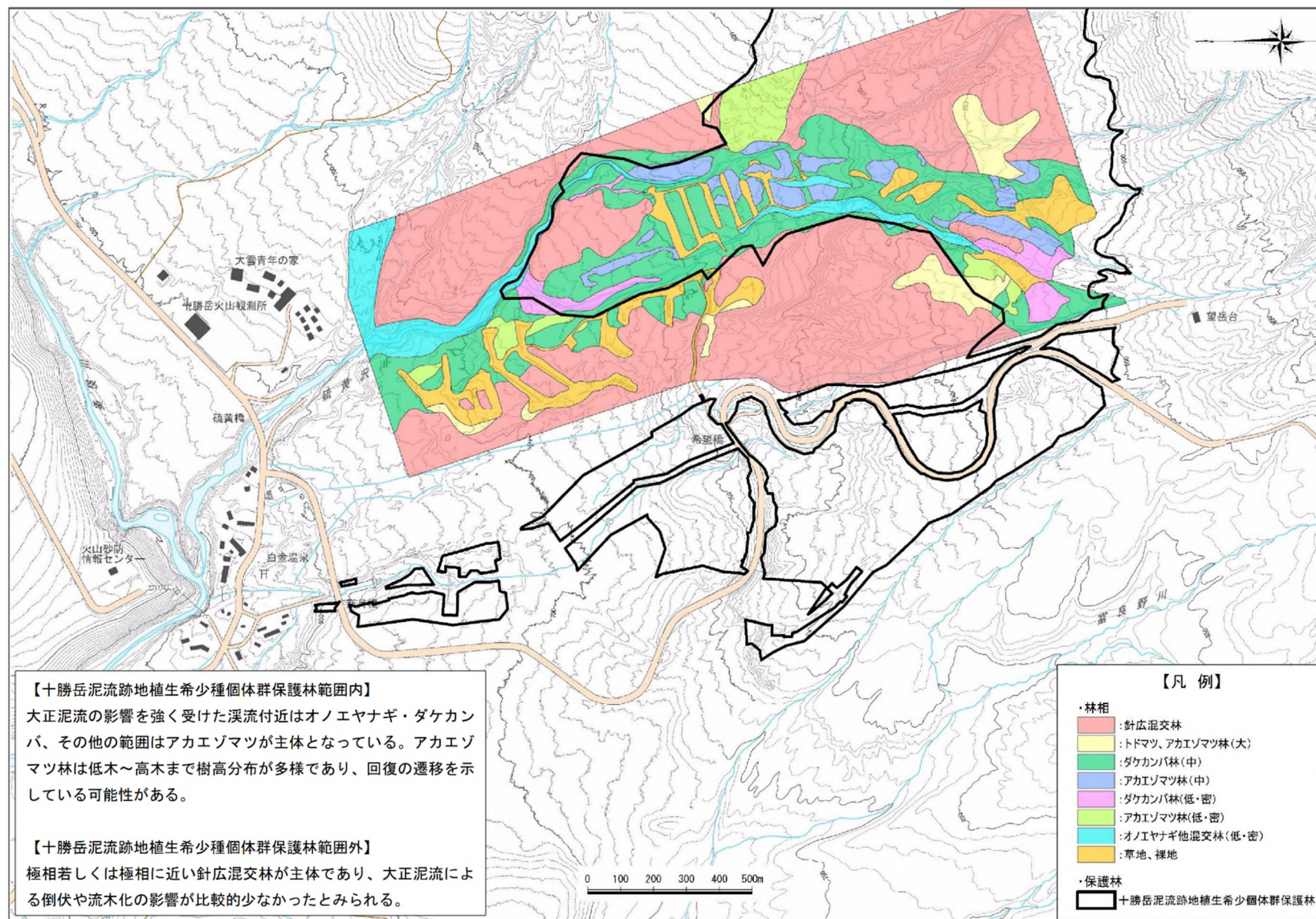


図 4. 2. 硫黄沢及び周辺の林相

(2) 泥流跡地植生希少個体群保護林における近年の林相経年変化

硫黄沢の溪流付近及び中州付近における林相の経年変化（2012 年と 2022 年の対比）について以下に示す。溪流付近では林相の明瞭な変化は認められないが。中州付近では著しい植生の繁茂が認められる。

写真撮影位置図を以下に示す。

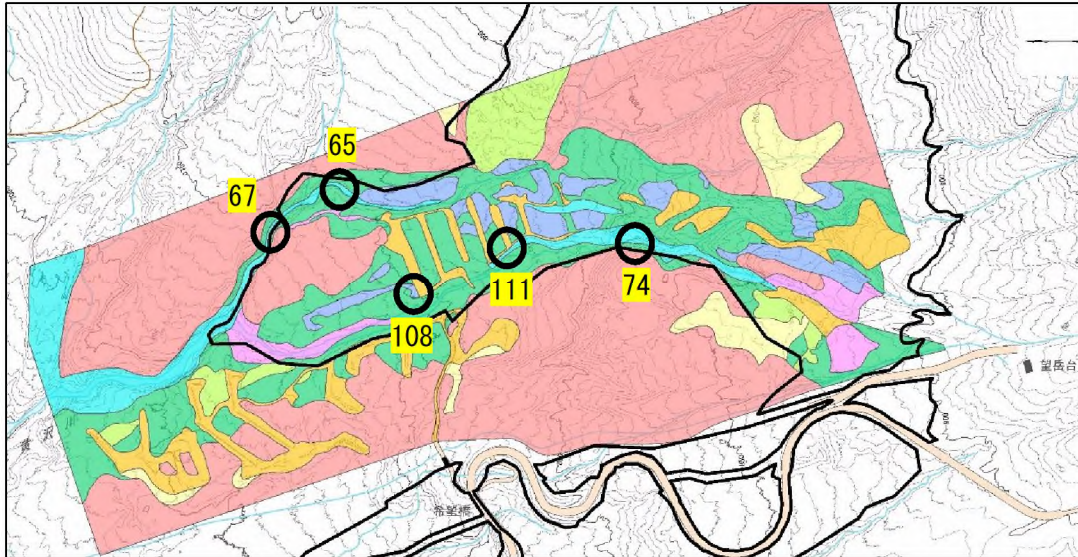


図 4. 3. 林相経年変化の写真撮影位置図（保護林範囲内）



写真 4. 1. 溪流付近：施設番号 67（H7 年施工）の経年変化
左：2012/6/10 撮影，右 2022/6/21 撮影



写真 4. 2. 溪流付近：施設番号 65（H6 年施工）の経年変化
左：2012/6/10 撮影，右 2022/6/21 撮影



写真 4. 3. 溪流付近：施設番号 74（H7 年施工）の経年変化

左：2012/6/10 撮影，右 2022/6/21 撮影



写真 4. 4. 中州付近：施設番号 108（H18 年施工）の経年変化

左：2012/6/10 撮影，右 2022/6/21 撮影



写真 4. 5. 中州付近：施設番号 111（H19 年施工）の経年変化

左：2012/6/10 撮影，右 2022/6/21 撮影

(3) 泥流跡地植生希少個体群保護林範囲外の現在の林相

泥流跡地植生希少個体群保護林範囲外の現在の林相について、写真撮影位置図を以下に示す。保護林範囲外は極相若しくは極相に近い針広混交林が主体であり、大正泥流による倒伏や流木化の影響が比較的少なかったとみられる。

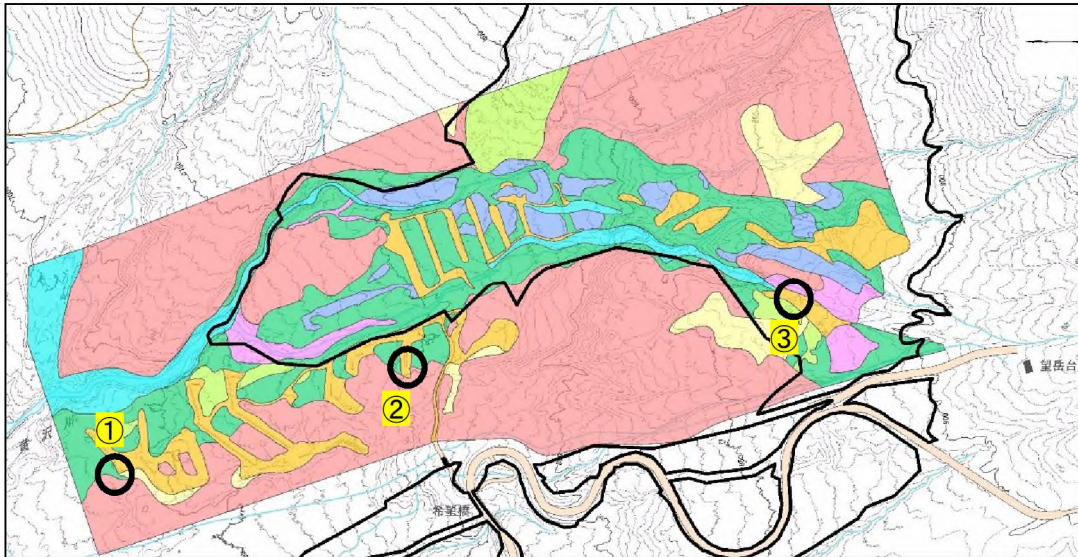


図 4. 4. 保護林範囲外の林相写真位置図



写真 4. 6. 針広混交林（アカエゾマツ、ダケカンバ等） 写真位置①

2022/6/23 撮影



写真 4. 7. 針広混交林（アカエゾマツ、ダケカンバ等） 写真位置②
2022/6/23 撮影



写真 4. 8. アカエゾマツ林（低・密, 泥流跡地植生希少個体群保護林内）
写真位置③ 2022/6/23 撮影

5 . 現行の治山事業全体計画

5. 現行の治山事業全体計画

(1) 溪流及び溪流付近における流木対策の考え方

大正泥流発生当時、流心及び流心に近い箇所であり、ほぼ全ての立木が消失したものと想定される箇所である。現在は胸高直径 20cm 以下のオノエヤナギ等先駆性樹種により構成される。

大正泥流と同等規模の融雪型火山泥流を想定した場合、流体力約 2,000～10,000kN、水深約 10～25m に及ぶことから、ハード施設の計画は困難且つ非現実的として伐採及び伐採木搬出による流木対策が計画されている。

(2) 泥流緩衝林における流木対策の考え方

大正泥流発生当時、流下範囲内であるものの流心及び流心から離れており、泥流による侵食が認められず土砂堆積のみが確認されている箇所であり、大正泥流以前の立木が残存している。現在はアカエゾマツ・ミズナラ等の針広混交林となっており、胸高直径 40cm を超える大径木も認められる。

大正泥流と同等規模の融雪型火山泥流を想定した場合であっても、立木が倒伏する可能性が比較的低いことから、溢流した泥流中の土砂や流木の捕捉機能が期待出来る緩衝林として位置付けられる。

流木対策については現状維持を原則とするが、緩衝林内に倒伏の可能性がある立木が存在する緩衝林 A, B, D, E において、2, 3 号の流木捕捉工（鋼製スリット型）が計画されている。

(3) 遊砂地における流木対策の考え方

大正泥流発生当時、流下範囲内の堆積域若しくは流下範囲外であり、大正泥流以前の立木が残存している。現在はアカエゾマツ・ミズナラ等の針広混交林若しくはアカエゾマツ林となっている。

大正泥流と同等規模の融雪型火山泥流を想定し、溪流の治山施設により流心外への強制溢流を促すと共に導流堤等により泥流を滞留させる遊砂地としての機能を有する。泥流対策を目的とした十勝岳治山事業における主要施設として位置付けられる。強制溢流を促した場合であっても、立木の倒伏安全率は比較的高い状態を保持している。

流木対策については、倒伏する可能性のある立木が存在する 1, 2 号遊砂地において、1 号流木捕捉工が計画されている。

6. 十勝岳硫黄沢における流木対策

6. 十勝岳硫黄沢における流木対策

6.1. 流木対策の基本的な考え方と検討課題

(1) 基本的な考え方

防災水準を確保しつつ流木対策としての立木伐採の最小化を図ることを基本とする。

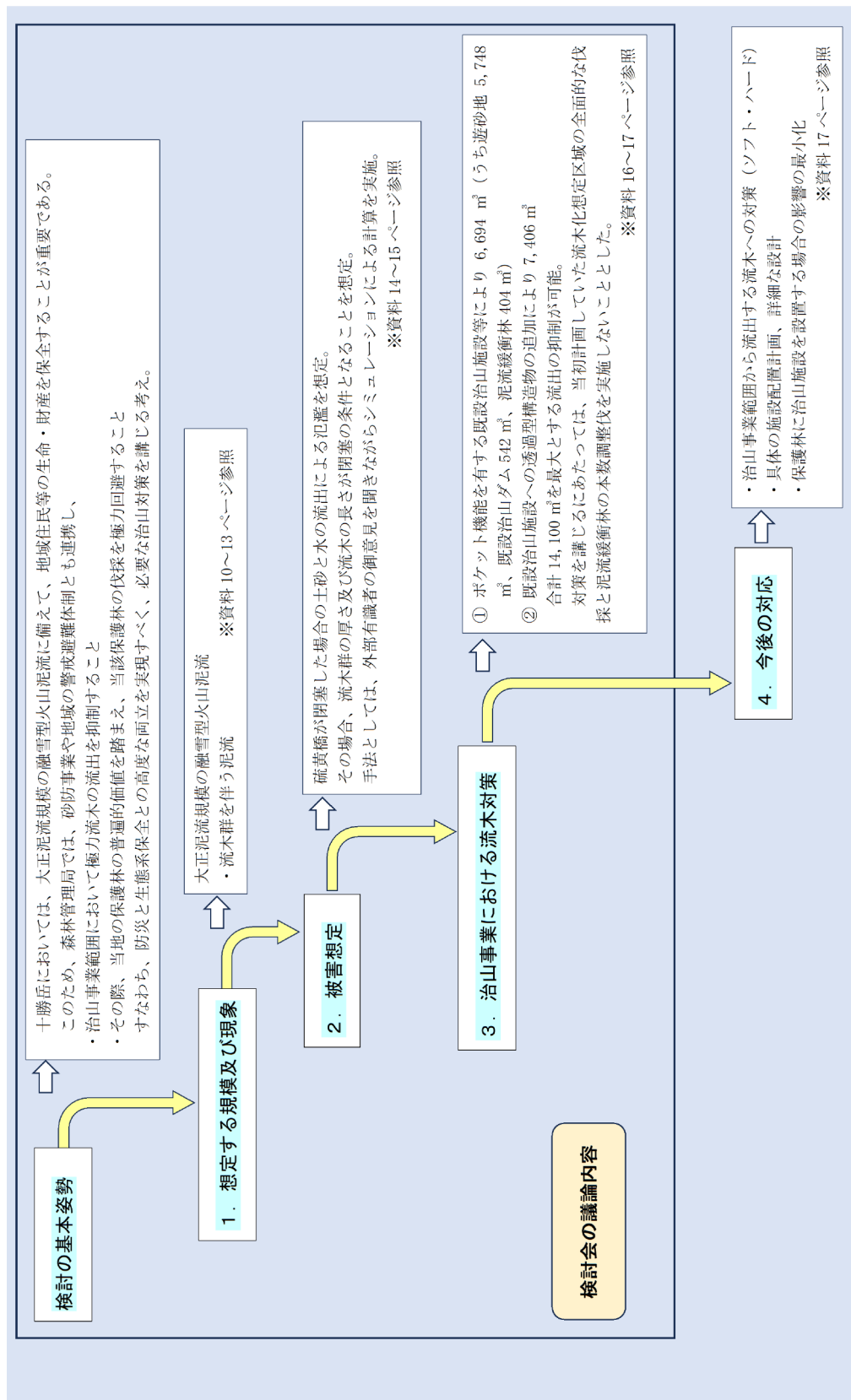
(2) 検討課題

第1回、第2回検討会における委員からの御意見等を踏まえて下記①～③の検討課題を設定するとともに、その他の御意見等に対する考え方を整理した。

- ① 白金温泉地区における被災の可能性
- ② 既存施設、施設の改良等による流木捕捉ポテンシャル評価
- ③ 砂防事業との連携

6.2. 十勝岳硫黄沢の流木対策の在り方に関する検討の流れ

十勝岳硫黄沢の流木対策の在り方に関する検討の流れを以下に示す。



6.3. 流木対策案

(1) 流木化による被害想定

① 目的

- ・ 効率的・効果的な被害防止対策を立案するための前提として、流木が発生した場合の保全対象における被害を想定する。

② 流木化による被害を想定する上での前提条件

- ・ 流木の挙動をシミュレーション可能なシステムについては、現在研究開発途上であり汎用していないことから、土砂と水による2次元氾濫シミュレーションにより解析する。
- ・ 硫黄橋が流木により完全閉塞すると単純に仮定し、後続する水と土砂のみ（流木は含まない）が硫黄橋付近から氾濫することを想定する。

③ 硫黄橋における泥流の流下断面

流下断面を検討する上でのピーク流量については、計画泥流時における硫黄橋上流側のハイドログラフの時間軸を30秒毎及び60秒毎の2ケースで作成し、最高水位が高い方（ここでは30秒刻み）を採用する。

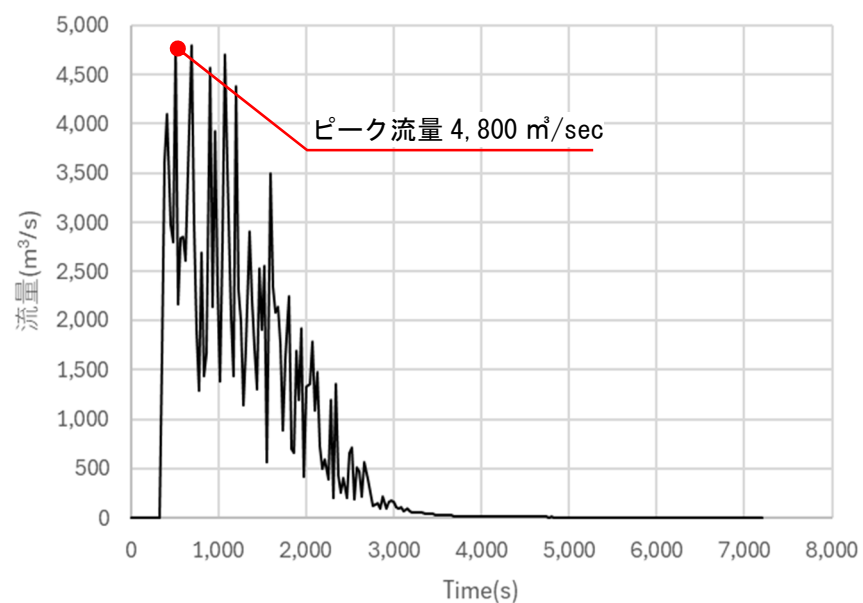


図 6.3.1(1) 硫黄橋における泥流ハイドログラフ（30 秒刻み）

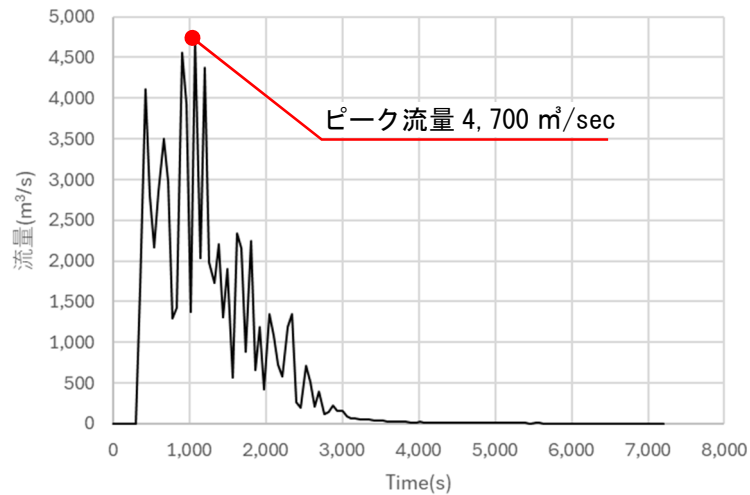


図 6.3.1 (2) 硫黄橋における泥流ハイドログラフ (60 秒刻み)

ハイドログラフ 30 秒刻み (ピーク流量 4,800 m³/sec)、ハイドログラフ 60 秒刻み (ピーク流量 4,700 m³/sec) における流下断面の計算結果を以下に示す。

表 6.3.1. 硫黄橋流下断面計算条件及び計算結果

項目	30 秒刻み	60 秒刻み
橋桁下余裕高	7.9m	8.0m
最大水深	8.0m	7.9m
流積 F	274 m²	270 m²
粗度係数 n	0.040	0.040
径深(流積 F/潤辺 s)	4.673	4.626
水面勾配 I	6.3%	6.3%
ピーク流量 Q _{max}	4800 m³/sec	4700 m³/sec
流下可能流量 Q	4802 m³/sec	4703 m³/sec
判定	$Q \geq Q_{\max}$	$Q \geq Q_{\max}$

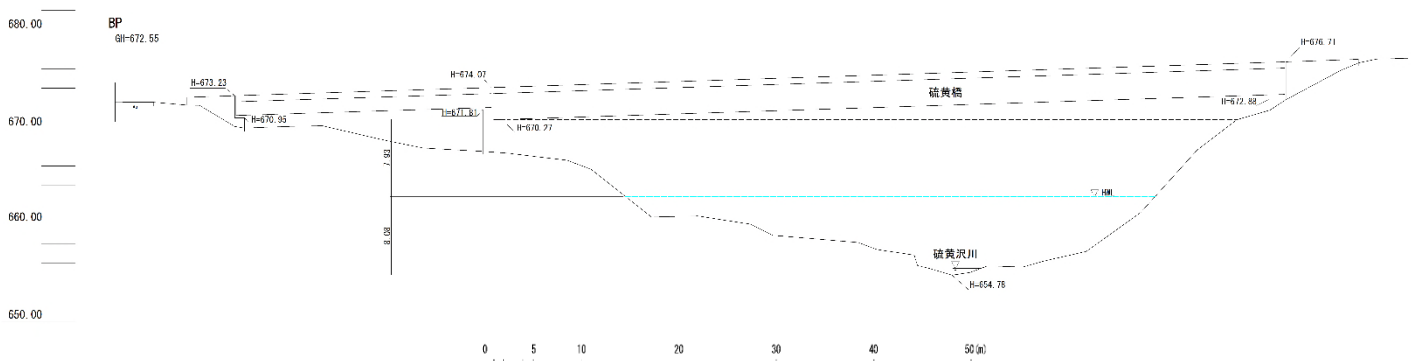


図 6.3.2. 硫黄橋における計画泥流時の流下断面

④白金温泉地区における被災の可能性

2次元氾濫シミュレーションの結果、参考資料図-1 に示す区域への水と土砂の氾濫が予測されるところである。また、参考資料図-3 タイムステップ毎の氾濫域に示されるとおり、泥流は発生後約6分で硫黄橋に到達、その1分後に硫黄橋を横断し道道に到達、その後2分後に白金温泉の道道北側を氾濫域として尻無沢に到達している。

実際に泥流が発生した場合には、これに流木も加わることから、被害の範囲と程度は相当程度拡大することが容易に想定される。

なお、非流木化想定区域（望岳台下流地点、憩いの森周辺及び泥流緩衝林内）のアカエゾマツの立木は、現地調査に基づく図 6.3.3 アカエゾマツ調査結果のとおりとなっている。これによると、胸高直径40cm以上の樹高は15～25m程度となっており、将来、流木化想定区域のアカエゾマツが成長することにより最大で同程度の樹高にまで成長することが想定される。このため、今後、流木化想定区域の立木の成長に伴い被害が拡大する可能性がある。

今後の砂防事業との連携において、以上の被害可能性を考慮して、双方の整備対象とする流木量を調整することとしたい。

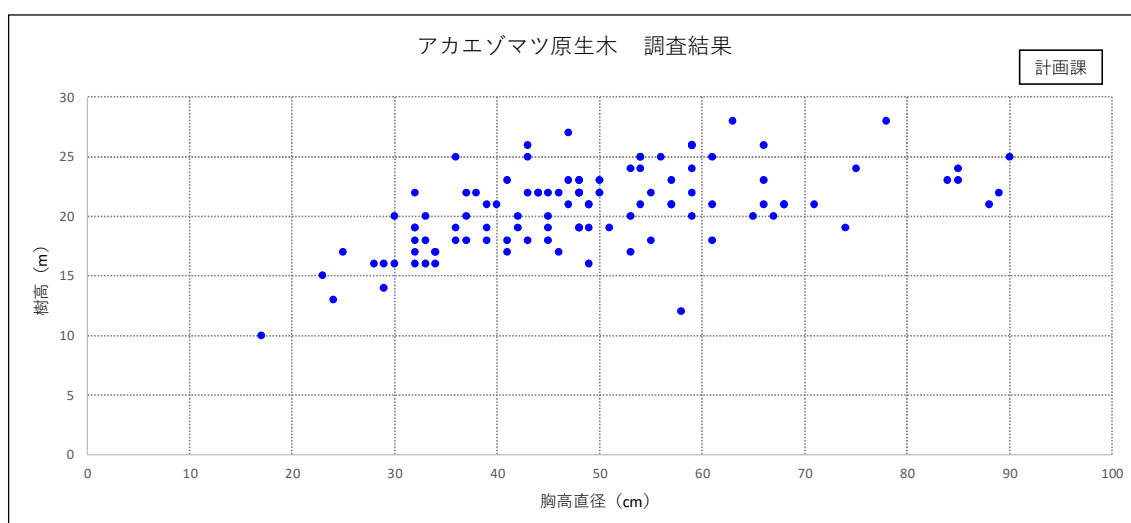


図 6.3.3. アカエゾマツ調査結果

(2) 流木対策の基本的な考え方

治山事業範囲において、何ら対策を講じない場合は、治山事業範囲より上流部と治山事業範囲から 43,300 m³の流木が流出することが想定される（図 6.3.4 参照）。なお、この流出量には、将来の立木の成長を考慮していない。

この全量を治山事業範囲において流出を抑制することは困難かつ現実的でもないため、保護林を伐採せず、既存施設のポケット機能、既存施設への追加対策及び泥流緩衝林における流木捕捉機能を評価し、治山事業範囲において可能な限り流木の流出を抑制する。

(3) 具体的対策と流木収支

流木捕捉量について、①ポケット機能を有する既設治山施設等により 6,694 m³（うち遊砂地 5,748 m³、既設治山ダム 542 m³、泥流緩衝林 404 m³）、②既設治山施設への透過型構造物の追加により 7,406 m³の合計 14,100 m³を最大とする流出の抑制が可能である。

上記により算出された何も対策を講じない場合の流出流木量から、当該抑制量を除いた 29,200 m³が下流に流出することとなるが、当該流出量については、今後の詳細設計の中で、関係機関とも調整しながら、地域住民の生命・財産を保全し得る方策を検討する。

その際、泥流緩衝林及び遊砂地の立木における捕捉効果については、流木の流体力により泥流緩衝林及び遊砂地の立木自体も倒伏等の影響が生じるが、これにより流木の流体力が減衰しながら、最終的には治山施設までのエリアで流木が堆積するものとして計画する。

対策を講じるにあたっては、アカエゾマツが一斉更新した集団を含む貴重な植生であり、学術的にも重要な保護林を保全する（流木化想定区域の全面的な伐採と泥流緩衝林の本数調整伐を実施しない）こととしたい。

なお、今後、詳細設計を進める中で、保護林内に治山施設の設置が必要となった場合には、極力当該保護林の価値を損なわない箇所を選定しつつ、伐採範囲も最小限にとどめる考えである。

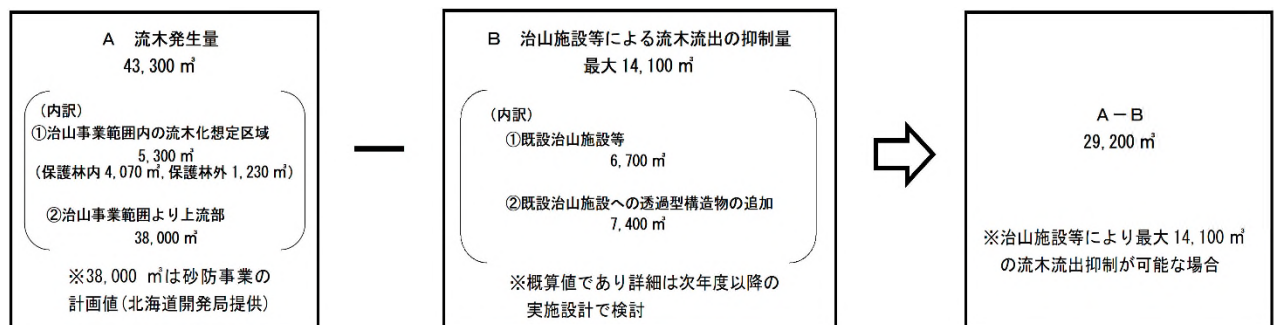


図 6.3.4. 流木収支図

※各値の発生箇所・捕捉箇所は図 6.3.5 に整理

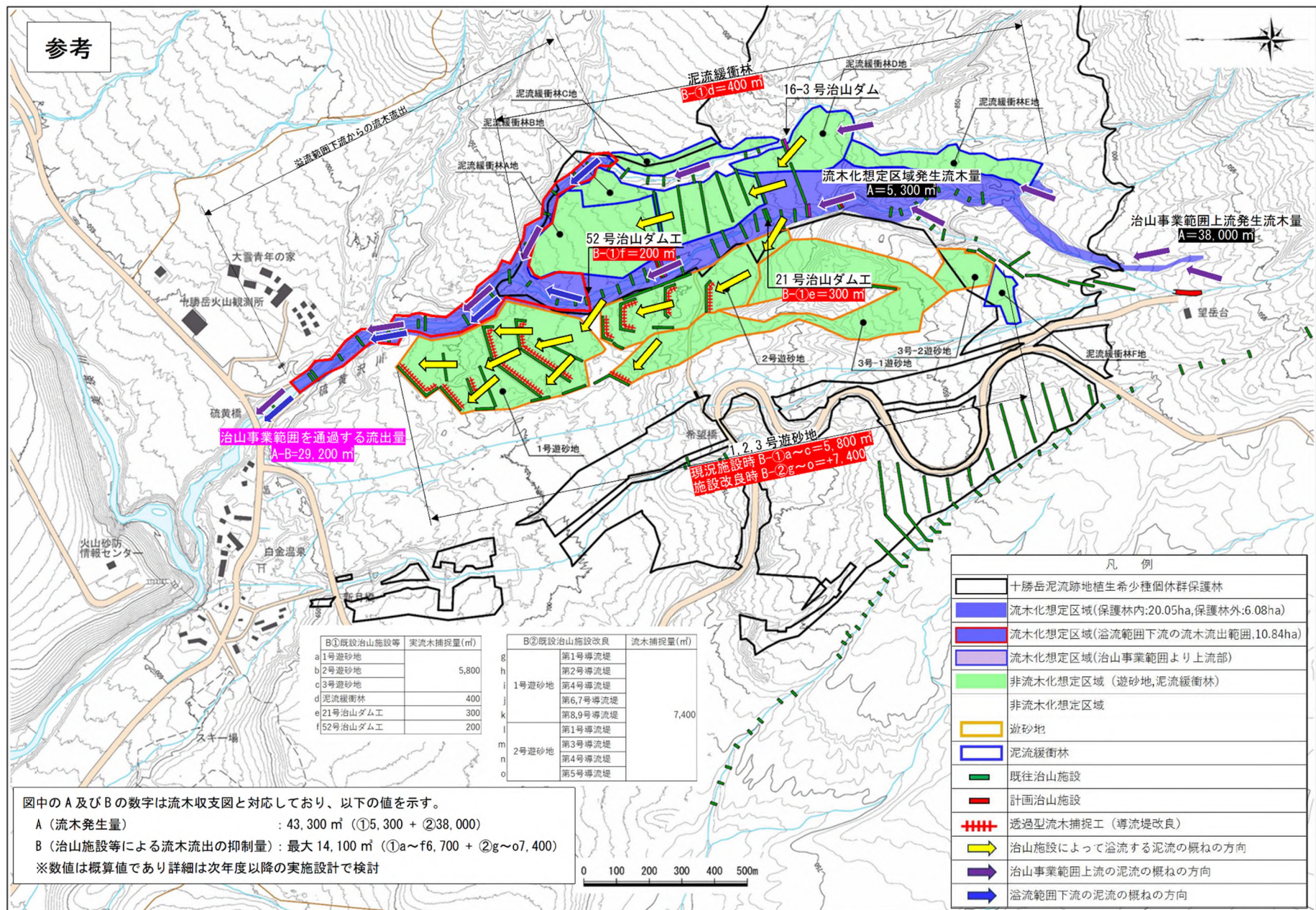
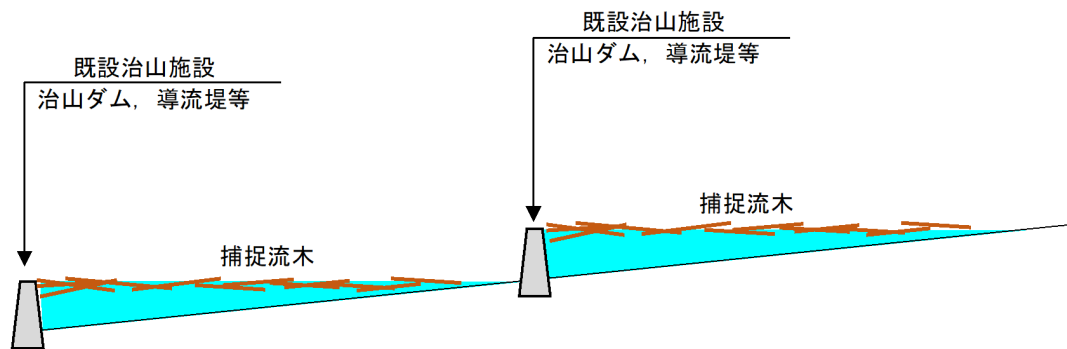


図 6.3.5. 流木収支に基づく治山施設計画平面図

<<参考>>

①既設治山施設等による流木捕捉効果

既設治山施設である遊砂地、泥流緩衝林及び貯留機能を有する治山ダムについて、貯留量の1%を流木捕捉量と見込むことにより既往治山施設による流木捕捉効果を期待する。



参考：図 6. 3. 6. 既設治山施設による流木捕捉効果のイメージ

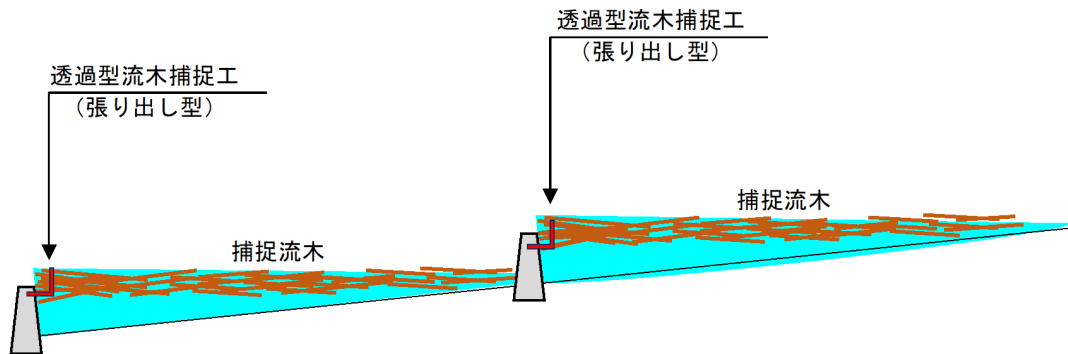
参考：表 6. 3. 1. 既設治山施設等による流木捕捉量

箇所	貯留量(m³) a	流木容積率β b	理論上の流木捕捉量(m³) c=a×b	発生流木量(m³) d	実流木捕捉量(m³) e=c-d
a 1号遊砂地	265,000	0.01	2,650	200	2,450
b 2号遊砂地	179,600	0.01	1,796	100	1,696
c 3号遊砂地	160,200	0.01	1,602	0	1,602
小計（遊砂地）			6,048	300	5,748
d 泥流緩衝林	80,400	0.01	804	400	404
e 21号治山ダム工	32,600	0.01	326	0	326
f 52号治山ダム工	21,600	0.01	216	0	216
小計（治山ダム工）			542	0	542
合計			7,394	700	① 6,694

<<参考>>

②既設治山施設の改良により期待出来る流木捕捉効果

既設治山施設の内、貯留機能を有する施設に透過型流木捕捉工等を設置することにより、嵩上げた貯留量の20%を流木捕捉量として期待する。



参考：図 6. 3. 7. 既設治山施設の改良による流木捕捉効果のイメージ

参考：表 6. 3. 2. 既設治山施設の改良による流木捕捉量

	箇所	施設	湛水面積(㎡) a	水深(m) b	貯留量(㎡) c=a×b	流木容積率β d	流木捕捉量(㎡) e
g h i j k	1号遊砂地	第1号導流堤	9,378	1.00	9377.59	0.2	1,876
		第2号導流堤	3,443	1.00	3442.91	0.2	689
		第4号導流堤	1,656	1.00	1656.04	0.2	331
		第6,7号導流堤	8,191	1.00	8190.93	0.2	1,638
		第8,9号導流堤	5,748	1.00	5747.75	0.2	1,150
		小計					5,683
l m n o	2号遊砂地	第1号導流堤	1,167	1.00	1166.62	0.2	233
		第3号導流堤	2,401	1.00	2401.47	0.2	480
		第4号導流堤	3,642	1.00	3641.65	0.2	728
		第5号導流堤	1,403	1.00	1403.31	0.2	281
		小計					1,723
合計							② 7,406



参考：写真 6. 3. 1. 既設ダムを利用した張り出し型流木捕捉工の施工事例
(長野県須坂建設事務所管内)



参考：写真 6. 3. 2. 独立基礎型流木捕捉工による流木捕捉事例
(中部森林管理局管内)

6. 4. 今後の対応

北海道森林管理局としては、本日お示しした基本的な対策案をベースに

- ・ 治山事業範囲から流出する流木への対策（ソフト・ハード）
- ・ 具体の施設配置計画、詳細な設計
- ・ 保護林に治山施設を設置する場合の影響の最小化

について、更に詳細を詰めるべく次年度の実施設計に進むこととし、その際に、これまでの委員のご意見を可能な限り反映していくとともに、防災水準確保の観点から、より精緻なシミュレーションや関係機関との調整を行う考えである。

6.5. 引用文献及び引用報告

表 6.5.1 に既存資料に基づく引用文献、表 6.5.2 に引用した既存報告書を示す。

表 6.5.1. 引用文献：既存資料

文献番号	章 番 号	文 献 名	著 者	発 行	引 用 等
1)	2.3	美瑛町観光ポータルサイト	一般社団法人美瑛観光協会	-	https://www.biei-hokkaido.jp/ja/fiveminutes
2)	3.1	大雪－十勝火山列南西部の地質および岩石、I、十勝岳火山群の地質および火山構造について	高橋 俊正	1960	北海道地質要報, 39, pp.7-18
3)	3.1	5 万分の1地質図幅「十勝岳」および説明書	勝井 義雄・高橋 俊正・土居 繁雄	1963	北海道開発庁, p.47
4)	3.1	十勝岳火山地質図、火山地質図(no. 16)	石塚吉浩・中川光弘・藤原伸也	2010	産総研地質調査総合センター
5)	3.1	石狩国空知郡十勝岳附近鐵鑛及硫黄鑛調査報文	納富 重雄	1920	鑛物調査報告, 28, pp.1-17
6)	3.1	十勝岳火山活動報告。気象庁技術報告	札幌管区気象台	1971	74, p.156
7)	3.1	北海道中央部、十勝岳火山群、ヌッカシ火口域の活動史	松本 亜希子・中川 光弘・小林 卓也・石塚 吉浩	2021	火山, 第65巻, 第4号, pp.255-279
8)	3.1	Temporal changes in thermal waters related to volcanic activity of Tokachidake volcano, Japan: implications for forecasting future eruptions bull	Takahashi, R., Shibata, T., Murayama, Y., Ogino, T. and Okazaki, N.	2015	Volcanol., 77, 2
9)	3.1	十勝岳, 火山地質・噴火史, 活動の現況および防災対策	石川 俊夫・横山 泉・勝井 義雄・笠原 稔	1971	北海道防災会議, p.136
10)	3.1	十勝岳の爆発	多田 文男・津屋 弘達	1927	東大地震研究所彙報, 2, pp.40-84
11)	3.1	十勝岳硫黄山噴火原因と現状	田中館 秀三	1926	地学雑誌, 38, p.518-527
12)	3.1	美瑛町HP	美瑛町	-	https://town.biei.hokkaido.jp/emergency/eruption.html
13)	3.2	十勝岳の監視と防災情報	谷口 正実	2024	北海道火山勉強会, 一般講演会, 要旨, pp.12-14
14)	3.2	十勝岳の噴火警戒レベル	気象庁	2023	気象庁HP
15)	3.2	十勝岳の火山活動解説資料(令和6年5月)	札幌管区気象台 地域火山監視・警報センター	2024	気象庁HP
16)	3.2	温泉・噴気観測から見た十勝岳の火山活動の現況	高橋 良	2024	北海道火山勉強会, 一般講演会, 要旨, pp.5-7
17)	3.2	The interaction of volcanic gas and deep magmatic fluid with shallow aquifers at Tokachidake volcano, Japan	Takahashi, R., Okazaki, N., Tamura, M., Ogino, T., Murayama, Y.	2019	Journal of Volcanology and Geothermal Research 388
18)	3.2	十勝岳火山避難計画	十勝岳火山防災協議会	2017	
19)	3.2	十勝岳緊急減災砂防計画	十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会	2010	
20)	3.3	現地情報解析による火山泥流の流下・氾濫特性に関する研究	南里 智之	2009	北海道大学大学院農学院 学位論文 p.129
21)	3.3	大正十五年 十勝岳噴火泥流災害再考(上富良野町HP)	田中 正人	2016	https://www.town.kamifurano.hokkaido.jp/hp/saguru/3309tanaka_hoka.htm
22)	3.3	十勝岳山麓大正泥流の到達時間・被災度の情報を加えた災害実績図	南里 智之, 山田 孝, 笠井 美青, 丸谷 知己	2016	砂防学会誌, Vol.69, No. 1, p.12-19
23)	3.3	大正15年十勝岳大爆発記録写真集	上富良野町郷土史館	1980	
24)	3.3	石狩川上流(十勝岳)流木対策検討委員会報告書	北海道開発局旭川開発建設部	2018	

表 6.5.2. 引用文献：既往報告書

番号	年度	件名	開始年月日	完了年月日	内容	業務概要
①	H29	十勝岳治山事業解析等調査業務	2017/6/29	2018/2/28	北海道大学丸谷教授（当時）の指導により、泥流緩衝林の効果に係る調査を実施（H28の継続業務）	十勝岳泥流緩衝林及びその周辺において、ビット調査、室内分析試験、年輪調査、大径木調査、及び二次元河床変動計算を実施し、今後の泥流対策施設計画及び森林整備計画の策定手法について考察した。
②	H30	十勝岳治山事業全体計画調査業務	2018/7/3	2019/2/28	H28,H29の調査業務に基づき泥流緩衝林の機能を評価した全体計画を策定。	「平成24年度十勝岳治山事業全体計画調査業務報告書」を基に、治山事業全体計画を策定し治山施設の施工効果からこれまでの治山事業の評価を行った。泥流緩衝林の効果量を見込んだ結果、合流部のダム工は不要となる。3号遊砂地を全体計画に追加。
③	R4	十勝岳治山事業全体計画調査業務	2022/4/28	2023/2/25	H30策定の火山泥流対策をふまえ、新たに流木対策に係る治山事業計画を追加	十勝岳硫黄沢における計画流木量を算定し、整備率を100%以上とすることを目的とした流木対策施設配置案を策定し、経済性等を比較検討の上、流木発生源対策と流木捕捉工による流木対策計画を策定した。