

日光白根山 火山噴火緊急減災対策砂防計画

(計画編)

令和 3 年 3 月

国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所

国土交通省 関東地方整備局 日光砂防事務所

日光白根山 火山噴火緊急減災対策砂防計画

【計画編】

— 目 次 —

第1章 計画の策定にあたって	1
第2章 計画の基本理念	2
2.1 計画の目的	2
2.2 計画の位置づけ	3
2.3 計画の内容	4
第3章 想定される影響範囲と被害の把握	5
3.1 噴火・土砂移動シナリオ	5
3.2 想定される影響範囲と被害	7
第4章 対策方針の設定	21
4.1 本計画で対象とする噴火現象・規模	21
4.2 火山噴火緊急減災対策砂防計画の基本方針	23
4.3 対策の開始・中止のタイミング	26
4.4 対策可能期間	27
4.5 対策箇所	28
4.6 対策実施体制	29
第5章 基本対策	30
5.1 ハード対策の実施方針	30
5.2 実施する工種・工法	36
5.3 施設配置計画	37
5.4 ハード対策で対応する規模	40
5.5 ソフト対策の基本方針	41
5.6 ソフト対策の実施項目	42
第6章 緊急調査	43
6.1 実施方針	43
6.2 調査項目	45
6.3 調査実施体制と役割分担	46

第7章 緊急ソフト対策	48
7.1 実施方針	48
7.2 避難対策支援のための情報提供	49
7.3 対策工事の安全管理	52
7.4 情報通信網の整備	56
第8章 緊急ハード対策	57
8.1 実施方針	57
8.2 実施する工種・工法	63
8.3 施設配置計画	71
8.4 施工に要する時間	76
8.5 施工優先度	80
第9章 平常時からの準備事項	82
9.1 緊急調査に関する準備事項	82
9.2 緊急ソフト対策に関する準備事項	84
9.3 緊急ハード対策に関する準備事項	86

第1章 計画の策定にあたって

本計画は令和2年3月の火山活動状況、社会環境や砂防施設の整備状況を基に検討したものである。今後は砂防施設整備の進捗、社会・自然環境の変化や新たな科学技術の進歩・知見を踏まえ継続的に見直し・改善を図ることとする。その手法としてPDCAサイクルを適用する。

【解説】

火山災害は風水害などの自然災害に比べ、頻繁には発生しないこと、また土砂災害の種類、発生時期、場所の予測も困難である。したがって平常時から基本対策の整備を進めるとともに緊急時のオペレーション能力の向上を図る必要がある。

本計画は日光白根山の噴火活動が活発化したときに、現時点で実行できる対策を、砂防施設の整備現況や、社会情勢などを前提に、被害を可能な限り軽減（減災）するための緊急ハード・緊急ソフトからなる緊急的な対策をとりまとめたものである。

本計画は火山防災に関する知識や経験と対策の積み重ね等により随時見直されるべき性格のもので、適宜修正を加えておく必要がある。また、火山活動の推移は想定どおりに進まないことがあり、火山活動の状況変化への臨機応変な対応に加えて、市町村や関係機関との緊密な連携によって防災対策を実施するため、社会情勢や組織の変化に合わせて更新することも重要である。

PDCAサイクルは、計画策定（Plan）後に計画項目を実施・実行し（Do）、適切な体制によってその結果を点検・評価し（Check）、その結果に基づいて計画を処置・改善して計画を見直す（Act）行為を繰り返して、計画そのものをスパイラルアップするもので、本計画の更新・修正には最適である。

第2章 計画の基本理念

2.1 計画の目的

日光白根山火山噴火緊急減災対策砂防計画は、規模や発生時期の予測が難しい火山噴火に伴って発生する土砂災害に対して、緊急ハード対策と緊急ソフト対策からなる緊急対策を迅速かつ効率的に実施し、被害をできる限り軽減（減災）することを目的とする。

【解説】

火山噴火は、噴石、降灰、火砕流、溶岩流、火山泥流、土石流、岩屑なだれなど多様で、かつそれらの規模が幅広いという特徴がある。そのため噴火災害は甚大な被害をもたらすことがあり、特に、大規模な火山泥流や降灰を原因として発生する土石流などは、広域かつ長期間に亘ることからその被害は顕著である。このため、火山砂防計画に基づき、基本対策を計画的に実施することが重要であるが、基本対策による施設の整備には長い期間と多大な費用を要する。

このため、いつどこで起こるか分からない火山噴火に備えた緊急的なハード対策とソフト対策からなる計画を策定し、これに基づき平常時からの準備を行い、噴火時の対応を迅速かつ効果的に実施し、被害をできる限り軽減するための火山噴火緊急減災対策砂防計画を実施することが重要である。

この計画は『火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン（平成19年4月 国土交通省砂防部）』に則り、日光白根山の噴火に伴い発生する土砂災害に対して、ハード対策とソフト対策からなる緊急対策を迅速かつ効果的に実施し、被害をできる限り軽減（減災）することにより、安心して安全な地域づくりに寄与することを目的に策定するものである。

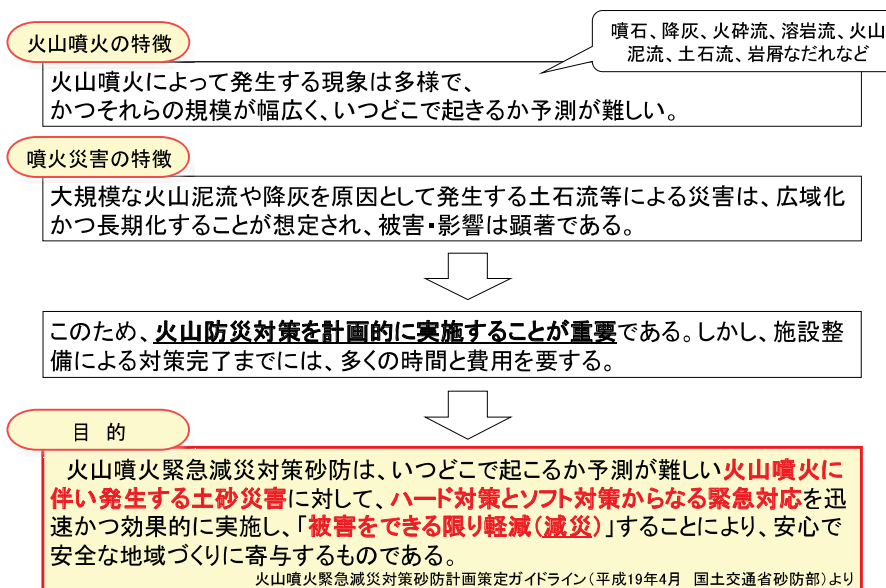


図 2.1 火山噴火緊急減災対策砂防計画の目的

2.2 計画の位置づけ

火山噴火時の防災対策は、関係省庁および地方公共団体により行われる総合的な対策であり、火山噴火緊急減災対策砂防計画は、火山活動の推移に対応して行われる各機関の防災対策と連携をとりつつ、土砂災害に対して適切な対策を行う。

【解説】

図 2.2 に火山噴火緊急減災対策砂防計画と火山防災対策との関係を示す。火山噴火時の防災対策は、火山活動状況の監視・観測と情報提供、住民避難や立入禁止等による人命の保護、社会資本や住宅等の被害の防止・軽減対策の実施等、関係機関が連携して実施するものである。

火山噴火時には、各関係機関において、火山災害による被害を出来る限り軽減（減災）するための様々な火山防災対策を実施するが、本計画は、その中で砂防部局が実施する対策をとりまとめた計画である。今後、本計画に基づき、平常時から行う準備事項については、順次、関係機関と調整を図りつつ進めるものであるが、日光白根山の火山防災は砂防部局の取り組みのみで為し得るものでなく、併せて各関係機関とともに日光白根山における火山防災力が高められていくことが重要である。

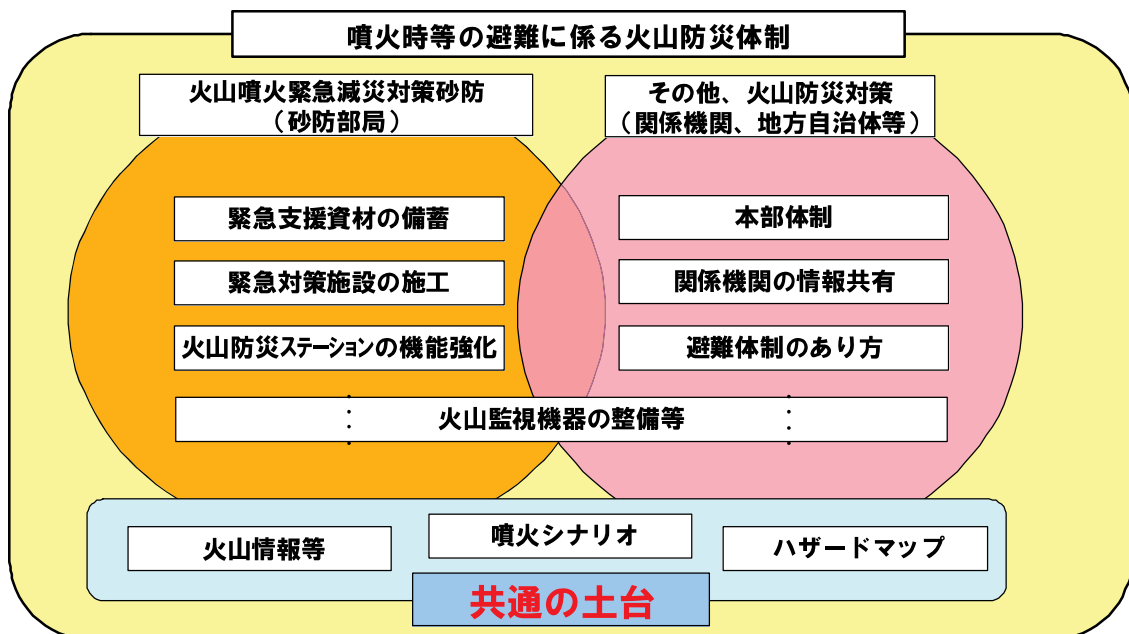


図 2.2 火山噴火緊急減災対策砂防計画と火山防災対策の関係

2.3 計画の内容

火山噴火緊急減災対策砂防計画は、「平常時からの準備事項」と「緊急時に実施する対策」からなり、噴火シナリオと想定される被害、土地利用の状況など、火山活動および地域の特性を考慮して、緊急時に最大限の効果を発揮する内容とする。

【解説】

「平常時からの準備事項」とは、「緊急時に実施する対策」を迅速かつ効果的に実施して被害軽減の効果をより高めていくため、噴火の発生前からあらかじめ行っておく準備事項をいう。「緊急時に実施する対策」とは、火山活動が活発化し、被害が発生するおそれがあると判断された時点から噴火終息までの期間において、緊急的に実施する対策をいう。

本計画の主な内容は、次のとおりである。

〔平常時からの準備事項〕

- ・基本対策の整備
- ・緊急支援資機材の備蓄場所の調整
- ・光ケーブル網等の情報通信網の整備

〔緊急時に実施する対策〕

- ・緊急ハード対策施設の施工（除石、遊砂地・導流堤の施工 など）
- ・火山監視機器の緊急整備
- ・リアルタイムハザードマップによる危険区域の想定
- ・緊急調査

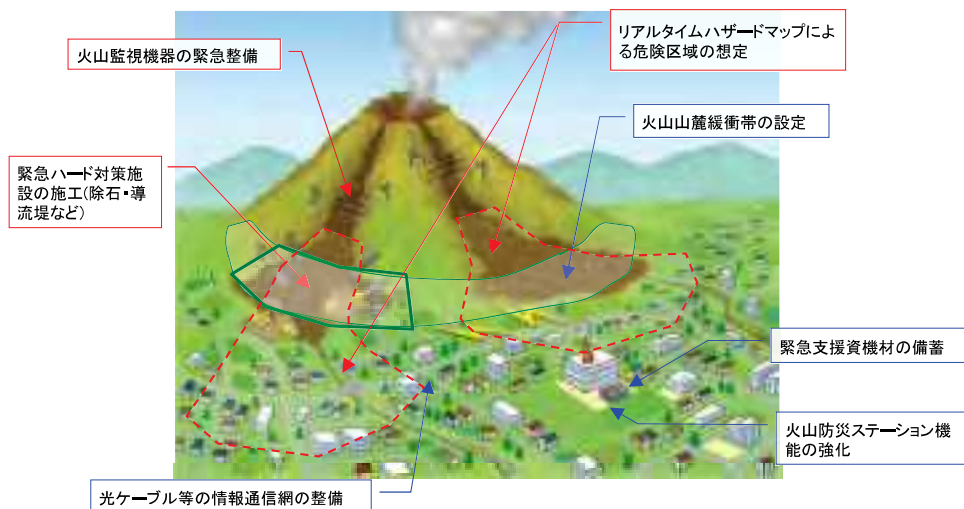


図 2.3 火山噴火緊急減災対策砂防計画のイメージ

出典：火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン

第3章 想定される影響範囲と被害の把握

3.1 噴火・土砂移動シナリオ

気象庁の噴火シナリオは、対象火山において発生することが想定されている現象とその規模、およびそれらの推移を時系列にまとめたものである。

日光白根山の噴火に伴う土砂移動現象は、降灰後の土石流と、積雪期の火砕流発生に起因する融雪型泥流が想定される。

【解説】

(1) 日光白根山で想定される噴火様式と噴火現象

噴火シナリオにおいては、想定噴火として、水蒸気噴火のみで終了する場合と、マグマ噴火に至る活動の2通りが考えられている。

各噴火様式において、表 3.1 の噴火現象が想定されている。なお、火砕流については過去の噴火でまれにしか発生していないが、雲仙岳 1990—95 年噴火のような溶岩ドーム崩落型の火砕流発生の可能性もあると思われることから考慮に入れられている。

表 3.1 日光白根山で想定される噴火様式と噴火現象

ケース	噴火様式	想定される噴火現象
ケース 1	水蒸気噴火	噴石、降灰、空振、土石流・泥流
ケース 2	マグマ噴火	噴石、火砕流、融雪型火山泥流(積雪期)、溶岩流、溶岩ドーム、降灰、空振、土石流・泥流

引用：「火山防災対策を検討するための日光白根山の噴火シナリオ（気象庁素案）平成 26 年 10 月 31

日版 日光白根山火山防災協議会」を基に作成

(2) 日光白根山で想定される噴火・土砂移動シナリオ

日光白根山では、過去 1 万年の活動を参考にして「火山防災対策を検討するための日光白根山の噴火シナリオ」（日光白根山火山防災協議会、平成 26 年）が作成されている（噴火シナリオは基礎資料編を参照）。この噴火シナリオを用いて、噴火時の土砂移動シナリオを作成した（図 3.1）。

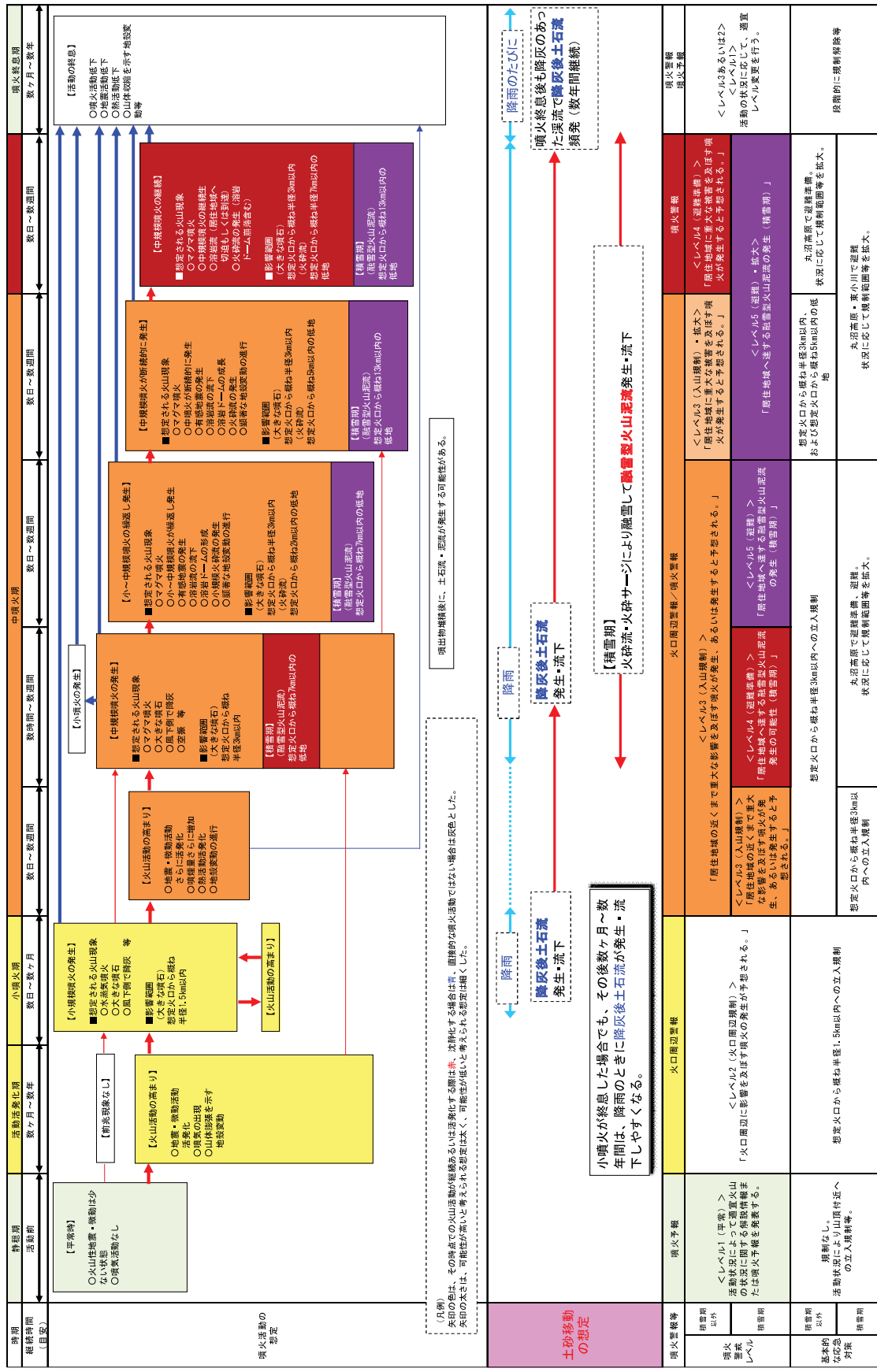


図 3.1 日光白根山における噴火・土砂移動シナリオ

* 気象庁の噴火シナリオを基に想定される土砂移動現象を追記

3.2 想定される影響範囲と被害

気象庁作成の噴火シナリオおよび本計画で作成した噴火・土砂移動シナリオにおいて想定される各現象の影響範囲と被害を把握する。

【解説】

本計画の対象現象および規模は、気象庁作成の噴火シナリオを基に最新の調査結果や他火山の事例より土砂移動現象についても想定した土砂移動シナリオから、以下の通りとした。

表 3.2 本計画で対象とする噴火現象・規模

噴火	現象	規模	現象の詳細
水蒸気噴火	想定火口	—	<input type="checkbox"/> 過去の噴火実績を踏まえて、3火口を想定 <input type="checkbox"/> 山頂を中心とした半径500mの範囲を想定火口範囲として想定
	噴石	—	<input type="checkbox"/> 噴火シナリオに準じ各山頂から半径2.0kmの範囲を想定
	噴灰	1500万m ³	<input type="checkbox"/> 最新の知見を踏まえて検討する
	降灰後土石流	100年超過確率雨量	<input type="checkbox"/> 他火山における土石流発生の実績を踏まえ、10cm以上の降灰の可能性のある渓流を対象とする
マグマ噴火	想定火口	—	<input type="checkbox"/> 過去の噴火実績を踏まえて、3火口を想定 <input type="checkbox"/> 山頂を中心とした500mの範囲を想定
	噴石	—	<input type="checkbox"/> 噴火シナリオに準じ各山頂から半径3.5kmの範囲を想定
	火砕流	100万m ³	<input type="checkbox"/> 噴火シナリオに準じ規模を設定 <input type="checkbox"/> 保全対象への影響を考慮して流下方向を設定
	融雪型火山泥流	火砕流に準じる	<input type="checkbox"/> 近年の観測実績に基づく平均的な最大積雪深から融雪量を想定 <input type="checkbox"/> 保全対象への影響を考慮して流下方向を設定
	降灰および火砕流後の土石流	100年超過確率雨量	<input type="checkbox"/> 他火山における土石流発生の実績を踏まえ、火砕流の到達および10cm以上の降灰の可能性のある渓流を対象とする
	溶岩流	1億m ³	<input type="checkbox"/> 過去の噴火実績をもとに規模を設定 <input type="checkbox"/> 保全対象への影響を考慮して流下方向を設定

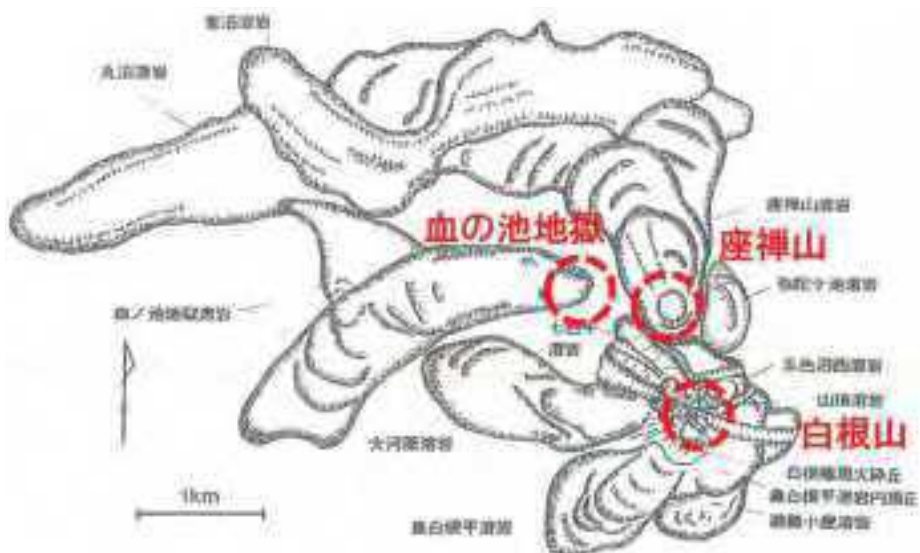
(1) 想定火口

本計画で対象とする想定火口位置および火口範囲は以下のとおりとする。

- ・火口位置：過去の噴火で溶岩流の流出が確認されている白根山、座禅山、血の池地獄の3火口を想定する。
- ・火口範囲：噴火シナリオを参照し山頂部から500m以内の範囲を想定する。



図 3.2 本計画で想定する火口位置および火口範囲



引用：高橋・他，1995の図1を転載

図 3.3 日光白根山における過去の溶岩流の分布範囲

② 降灰（火山灰量）

有史以降最も規模が大きかった1649年の水蒸気噴火は、戦場ヶ原南部の赤沼付近で厚さ数十センチの降灰があったとの記述が古文献にあり、「鈴木・他、1994」を根拠として気象庁の噴火シナリオでは火山灰量は600万 m^3 と推定されている。本計画では、最新の知見（図3.5）を参照し、1649年噴火の火山灰量を1500万 m^3 とし、火山灰粒子の挙動を風による移流と粒子の拡散で表現したシミュレーションモデル「Tephra2」を用いて降灰の影響範囲を評価した。評価に当たっては過去30年分の月別の平均風を使用した場合と、過去3か年分の毎日（9時、21時）の風向風速を使用した場合の結果を参照した。なお、毎日の風向風速を使用した計算結果については、その計算結果を重ね合わせ地形メッシュごとに任意の厚さ以上の降灰が何回堆積するのかを集計した、降灰頻度マップを作成し、降灰範囲を評価した。

月別平均風を使用した場合では、降灰1cmの範囲が栃木県方向に約25km程度の距離まで到達している。毎日の風向風速を基に評価した場合は、降灰による直接的な人命や建造物に対する被害は想定されない（降灰で木造家屋が損壊するとされる降灰深30cmの範囲には人家が存在しない）が、降灰範囲内の土石流危険渓流では降灰後に土石流が発生する可能性がある。



図 3.5 1649 年降下噴出物の等層厚線図

（出典：草野有紀・石塚吉浩（2017）日光白根火山1649年噴火の再検討。日本火山学会2017年度秋季大会予稿集 P089, 209 を改変）

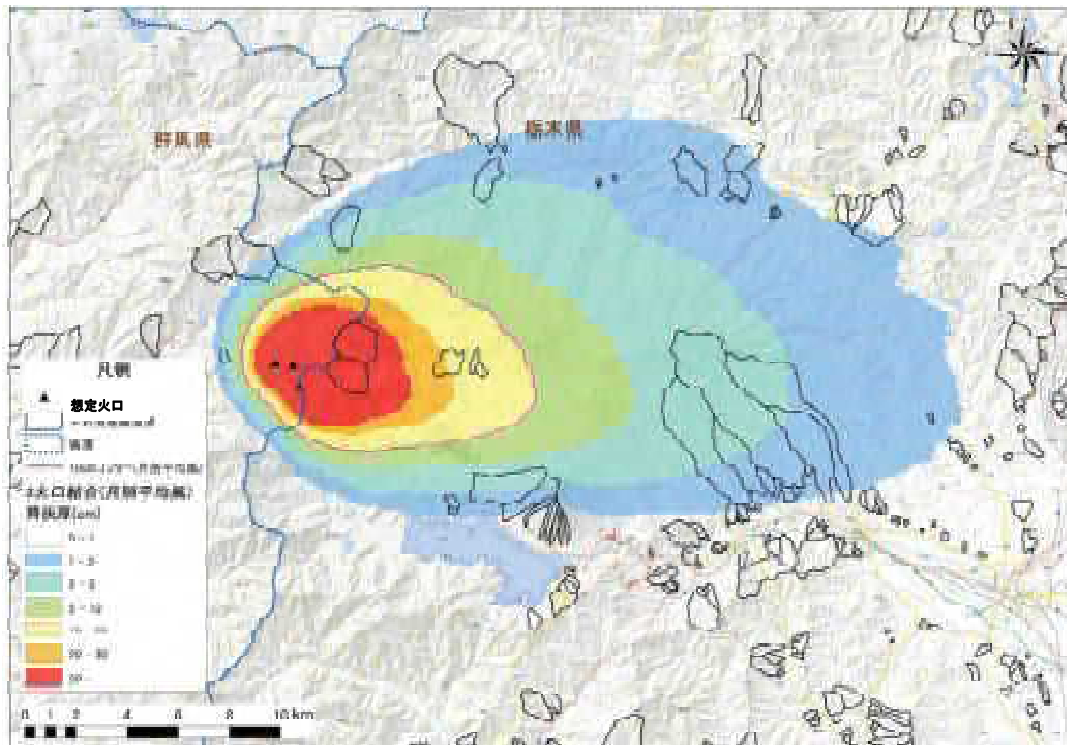


図 3.6 降灰範囲（月別平均風を使用）
 （降灰シミュレーションモデル：Tephra2、噴出量：1500 万 m³）

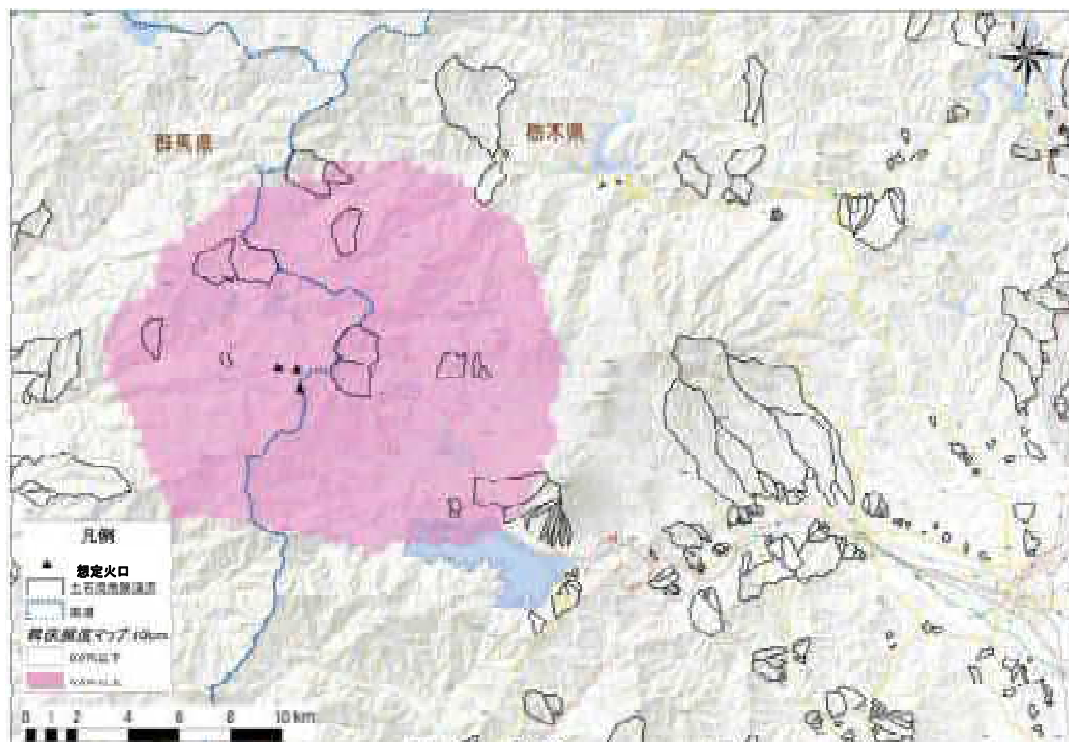


図 3.7 降灰範囲（降灰頻度マップ（10cm 以上の火山灰が年間 1 回以上堆積する範囲））
 （降灰シミュレーションモデル：Tephra2、噴出量：1500 万 m³）

③ 土石流・泥流（降灰後の土石流）

・対象溪流

対象溪流は降灰シミュレーションの結果、10cm以上の火山灰の堆積が想定される17溪流を対象とする。



図 3.8 降灰後の土石流の対象溪流の抽出

※使用モデル：Tephra2、想定規模 1500 万 m³

・対象規模

計画流出土砂量は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）」に基づき、移動可能土砂量と運搬可能土砂量を比較して小さい方の値とする。堆積火山灰量は対象溪流内における堆積深ごとの分布面積に堆積深の中間値を掛け合わせて算出し、その内 5% が流出すると想定した。

【運搬可能土砂量】 対象となる降雨によって運搬できる土砂量

【移動可能土砂量】 流域内における移動しうる不安定土砂量

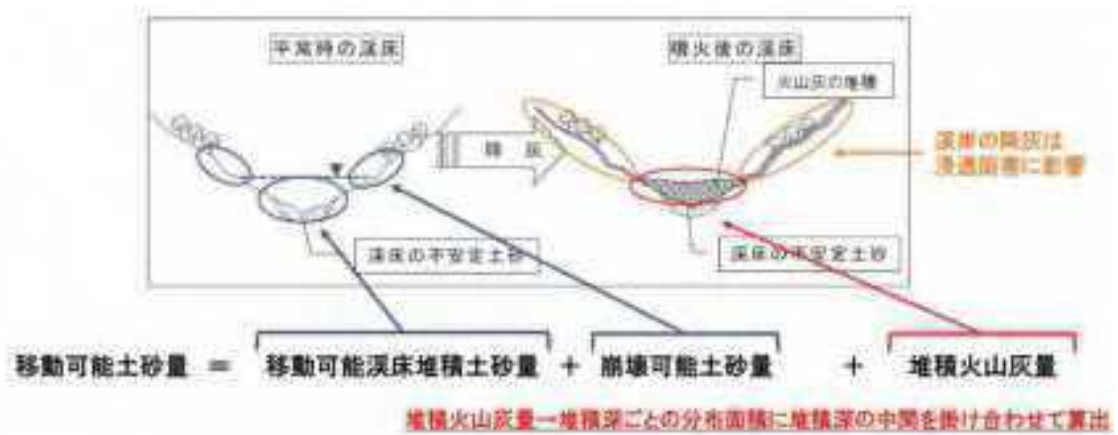


図 3.9 移動可能土砂量

・計画対象日雨量

計画対象日雨量は近傍の雨量観測所（奥日光：気象庁）のデータを基に、年最大の日雨量を整理し、確率評価（ガンベル法）により 100 年超過確率日雨量を求めた。



図 3.10 奥日光雨量観測所位置図（気象庁）

表 3.3 年最大日雨量(奥日光観測所)(上)、確率雨量(ガンベル法)(下)

年	雨量	年	雨量	年	雨量	年	雨量	年	雨量
1944	246.4	1958	321.2	1972	271.5	1986	228	2000	114.5
1945	184.9	1959	519.1	1973	105	1987	85	2001	475
1946	273	1960	93.3	1974	276	1988	198	2002	364.5
1947	438.2	1961	335.4	1975	244.5	1989	275	2003	218.5
1948	519.2	1962	118.2	1976	98.5	1990	397	2004	157
1949	454.5	1963	116.3	1977	121.5	1991	361	2005	183
1950	271.8	1964	99.7	1978	129	1992	103	2006	132.5
1951	112	1965	180.7	1979	244	1993	155.5	2007	252
1952	69.4	1966	196.3	1980	137.5	1994	177.5	2008	130
1953	295.1	1967	111.4	1981	338	1995	87	2009	180
1954	123.2	1968	220	1982	332.5	1996	90.5	2010	80.5
1955	131.6	1969	190.5	1983	306.5	1997	185.5	2011	282
1956	115.8	1970	125.5	1984	73.5	1998	339.5	2012	259
1957	80.9	1971	265	1985	165.5	1999	264.5	2013	257

確率年	2	5	10	20	50
ガンベル法 (mm/日)	196.4	299.3	367.5	432.9	517.5
観測値	80	100	150	200	400
ガンベル法 (mm/日)	560.5	580.9	617.9	644.1	707.2

・影響範囲

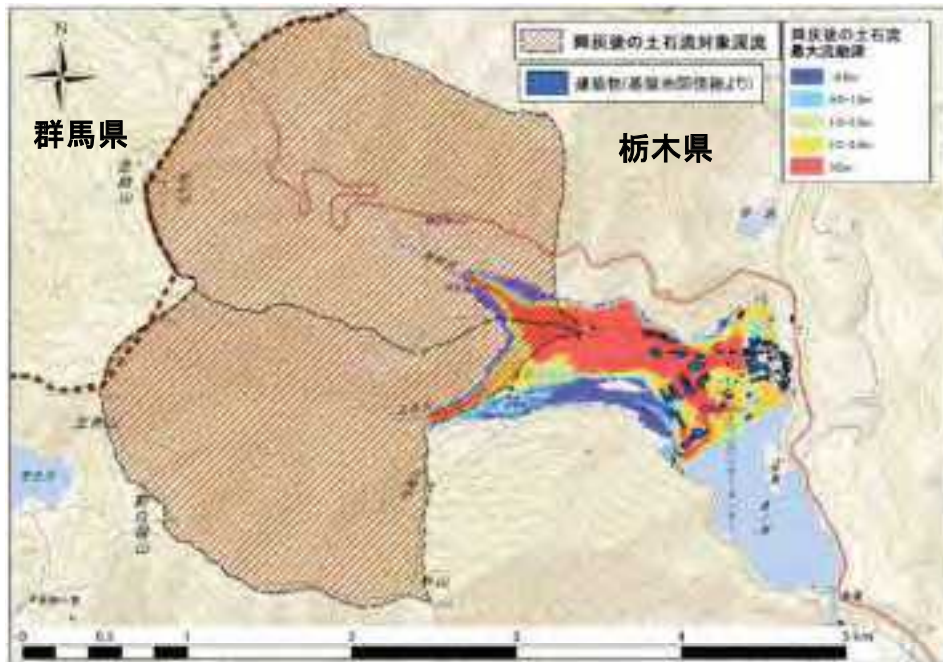


図 3.11 降灰後の土石流による影響範囲の例
(100年超過確率日雨量)



図 3.13 本計画で想定する火砕流の到達範囲（噴出量 100 万 m³）

③ 融雪型火山泥流

前述の噴出量 100 万 m³ の火砕流を熱源として発生する融雪型火山泥流を想定した。積雪深は、近傍観測所ごとの年平均最大積雪深より、標高と積雪深の相関を取り、火砕流到達範囲の融雪水量を算出した。

融雪型火山泥流は河道沿いの保全対象に被害を与えながら小川、仁加又川沿いに流下し、片品川に流入するという結果になっている。融雪型火山泥流の氾濫範囲内の建築物数は約 80 に上がった。また、河道の屈曲部で氾濫が発生することによる被害の拡大、橋梁部での閉塞による氾濫や橋梁の破壊による交通途絶等の被害の可能性についても注意する必要がある。



図 3.14 本計画で想定する融雪型火山泥流の到達範囲)

④ 溶岩流

既往調査では、血の池地獄溶岩が1億2千万 m^3 と見積もられているが概略値である。溶岩流の規模は、長時間流出した結果として決まることが多く、あらかじめ規模の想定は困難である。そのため、本計画では既往の概略値を参考に1億 m^3 を採用した。

流下方向は白根山山頂からは東方向（前白根山の尾根を乗り越えて栃木県側に流下する恐れがあるため）、座禅山と血の池地獄からは直近の保全対象に近い北西方向とした（**図 3.15**）。

白根山山頂からの溶岩流の流下範囲には登山道や登山道沿いの山小屋にしかないが、座禅山、血の池地獄からの溶岩流は丸沼高原スキー場や国道120号まで到達し被害を発生する可能性がある（**図 3.16**）。また、積雪期には融雪型火山泥流を引き起こす可能性もあるため注意が必要である。

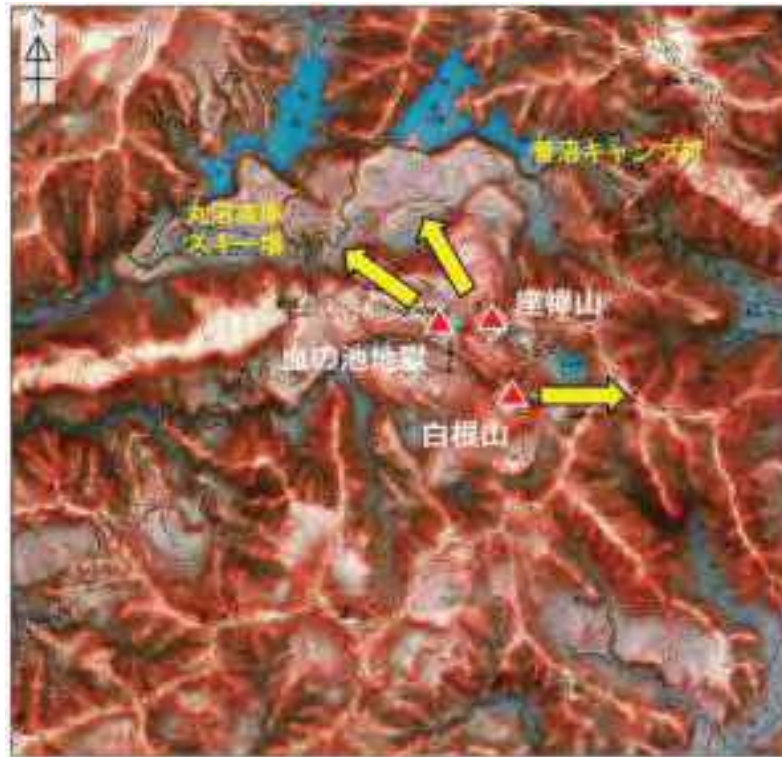


図 3.15 溶岩流の流下方向

第4章 対策方針の設定

4.1 本計画で対象とする噴火現象・規模

本計画の緊急ハード対策で対象とする現象は、「降灰後の土石流」および「融雪型火山泥流」とする。緊急ソフト対策では原則としてすべての現象・規模（空振を除く）を対象とする。

【解説】

火山噴火緊急減災対策砂防計画では、原則として、地表を流れてくる現象を対象としている。本計画は緊急時の火山砂防計画であることから、緊急ハード対策で対応する対象として「降灰後の土石流」と「融雪型火山泥流」を設定する。また、緊急ソフト対策では原則として空振を除くすべての現象を対象とするが、発生検知や影響範囲の予測・周知などは関係機関と連携して実施する。

表 4.1 現象毎の対策方針

現象	特徴	ハード対策	ソフト対策
噴石	<ul style="list-style-type: none"> ・火口周囲に弾道で飛散する ・破壊力が大きく人命に被害 	被災が広範囲に及ぶこと、また砂防施設による減災が困難であることから、対象としない。	日光白根山では監視カメラは1箇所と少なく、また望遠による監視となっているため、リアルタイムに影響範囲を観測・予測数事が困難であるため、噴火後の調査等で対応する。
降灰	<ul style="list-style-type: none"> ・上空から風によって広範囲に飛散 ・直接人命に被害をおよぼさないが、土石流発生誘因となる 	同上	降灰範囲および堆積厚の情報を収集し、降雨型泥流の発生溪流を予測する。降灰の分布状況の情報を関係機関で共有する。
降灰後の土石流	<ul style="list-style-type: none"> ・火山灰が堆積した地域では、少量の降雨でも発生する ・噴火終了後も数年間は継続して発生する 	降灰分布、降雨予測などから規模や発生位置を推定することができ、構造物による減災は可能であるためハード対策の対象とする。	降灰範囲、降雨状況により発生溪流、時期を予測する。センサなどによる降灰後の降雨型泥流の発生検知を行う。
空振	<ul style="list-style-type: none"> ・噴火に伴う空気の振動であり、噴火と同時に発生し広範囲に影響が及ぶ。 	被災が広範囲に及ぶこと、また砂防施設による減災が困難であることから、対象としない。	被災範囲が広範囲に及ぶこと、また観測はできても対策の検討が困難であることから、対象としない。
溶岩流	<ul style="list-style-type: none"> ・流下速度が遅い(数km/h程度) ・規模が大きい ・高熱(1000℃以上)であり層厚が厚い 	小規模の溶岩については流向制御の可能性はあるが、規模の大きい溶岩流の制御は非常に困難であることから、対象としない。	カメラ等既存観測施設を活用し、可能な範囲で監視を行う。
溶岩ドーム	<ul style="list-style-type: none"> ・雲仙普賢岳のように溶岩ドーム崩壊型火砕流の発生源となる。 	火砕流の源となる現象であるが、緊急的に対策を実施することは難しいことから、対象としない。	地形変動の把握や、監視カメラによる観測により影響範囲の予測を行う。
火砕流	<ul style="list-style-type: none"> ・流下速度が非常に速い(100km/h以上) ・高温(通常400℃以上)であり生命・財産に甚大な被害を及ぼす 	規模が大きく流下速度も速い高温の流れで、効果的なハード対策がないことから対象としない。	カメラ等既存観測施設を活用し、可能な範囲で監視を行う。
火砕サージ	<ul style="list-style-type: none"> 火山灰と空気が混ざった高温の気体で、火砕流の周辺で発生するほか、水蒸気噴火でも突発的に発生する危険性がある 	気体を多く含む希薄な流れで、効果的なハード対策がないことから、対象としない。	
融雪型火山泥流	<ul style="list-style-type: none"> ・積雪期のみ火砕流に起因して発生 ・流下速度が速い(30km/h程度) ・規模(総量、ピーク流量)が大きい ・谷沿いや川筋を流下する 	<ul style="list-style-type: none"> ・規模によるが、構造物による減災は可能である。 ・突発的に発生するため工事の安全管理が必要である。 	積雪に関する情報を収集し、監視や観測により発生検知及び可能な限り影響範囲の予測を行う。

4.2 火山噴火緊急減災対策砂防計画の基本方針

日光白根山における火山噴火緊急減災対策砂防計画は、基本対策と緊急対策を組み合わせ、火山噴火に伴う土砂災害対策を実施する。

【解説】

(1) 本計画の位置づけ

活火山地域における土砂災害対策（砂防）には、以下のような計画がある。降雨による土砂災害対策は、噴火の発生にかかわらず砂防施設の整備などを実施している。

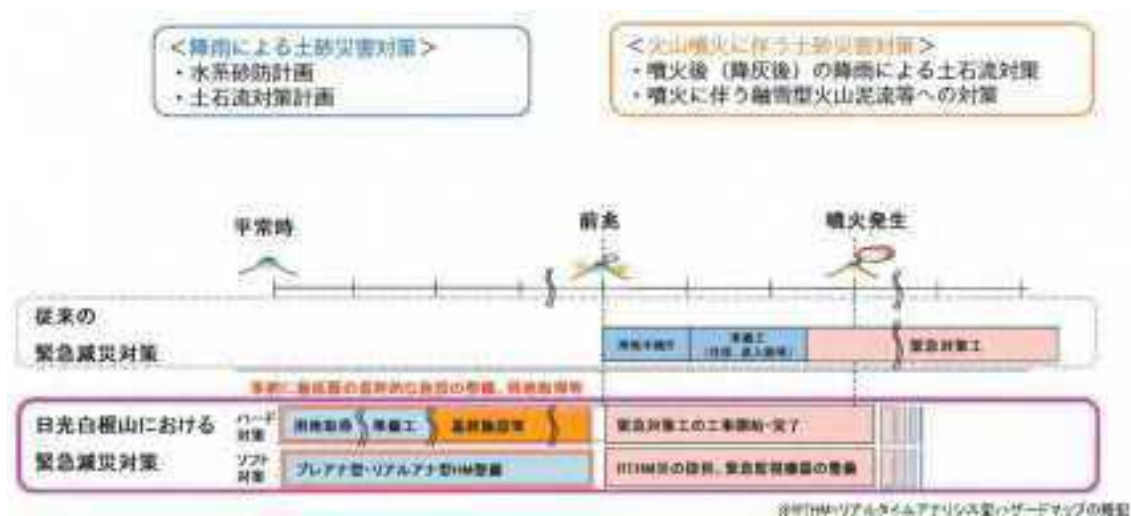


図 4.1 日光白根山における火山噴火緊急減災対策砂防計画

(2) 本計画の方針

- 火山噴火緊急減災対策砂防計画は、基本対策と緊急対策を組み合わせ対応する。
- 基本対策は、ハード対策として平常時からの基幹施設の整備を、ソフト対策として既存監視機器の活用や計画的な整備および情報共有等を行う。
- 緊急対策は、基本対策施設を整備途中の段階において噴火が切迫あるいは発生した場合に実施する。ハード対策として既存施設の除石や仮設堤の施工等を、ソフト対策として監視機器の緊急整備、土砂災害防止法に基づく緊急調査およびリアルタイムハザードマップの作成等を行う。
- 平常時には基本対策の整備及び緊急対策を実施するための準備（資材の備蓄や用地確保等）を行い、緊急時には緊急対策を実施する。

(3) 「基本対策」および「平常時からの対策」の基本方針

【基本対策の基本方針】

- ・ 平常時より、降灰後の土石流および融雪型火山泥流に対し、保全対象の上流において計画対象規模の土石流を捕捉するための施設（基本対策施設）を整備する。
- ・ 既存施設及び新規施設の機能を維持する。
- ・ 既存監視機器の活用や計画的な整備および情報共有等を行う。

【平常時からの対策の基本方針】

- ・ 平常時から緊急対策を実施するための準備（資材の備蓄や用地確保等）を行う。



図 4.2 火山噴火緊急減災対策砂防計画のイメージ

(4) 「緊急対策」の基本方針

砂防部局として、基本対策完了前に噴火が切迫あるいは発生した際に、各機関の提供する火山観測情報等を参考にしつつ、ハード/ソフトからなる緊急対策を可能な限り実施する。また、効果的な緊急対策を実施するために必要な事項については、平常時から準備を進める。

【緊急ハード対策】

- ・保全対象に対する有害な土砂・流木の捕捉（遊砂地の施工や既存施設の除石）と下流への安全な導流を基本として、安全かつ地形的に効率的な箇所で行うこととする。ただし噴火警戒レベルが上がって対策実施箇所が立入規制区域になった時や、降雨により土石流の発生が予測される時には対策工事を実施しない。
- ・また、緊急ハード対策の実施可能期間はあくまで目安程度であるため、まず既存施設の除石を行い、その後嵩上げや新規に施設配置を行うなど、段階的に対策をすすめ、対策期間が確保できなくても一定の効果を確保するよう計画する。

【緊急ソフト対策】

- ・緊急ハード対策の安全確保と自治体の避難対策支援を主な目的として、土砂移動現象の監視および監視情報伝達と、火山活動状況に応じた影響範囲の予測を行う。
- ・監視にあたっては、地元自治体と協力して情報収集に努める。また影響範囲の予測結果を情報共有することにより、住民の避難路の確保にも役立てる。

4.3 対策の開始・中止のタイミング

緊急対策開始／中止の判断は、噴火シナリオにもとづく火山噴火の前兆現象の観測や噴火警戒レベルの発表を参考にして検討する。日光白根山においては平常時から基本対策を実施し、火山活動の状況に応じ緊急対策を開始する。噴火警戒レベルが4に引き上げられた場合は立ち入り規制区域あるいは危険が想定される区域内での施工は中止する。

【解説】

日光白根山における対策開始のタイミングは、噴火シナリオや前項の整理結果を考慮し、気象庁が発表する噴火警戒レベルおよび火山活動の状況に応じて設定する。平常時では基本対策を実施し整備を進める。火山活動の状況により居住区域への危険性が想定されたら、施工準備が整っている箇所から緊急対策を開始する。噴火警戒レベルが4に引き上げられたら、対策実施箇所が危険な状況となった時点で対策を中止する。なお、対策再開のタイミングは対策実施箇所が安全上実施可能になった時点とする。

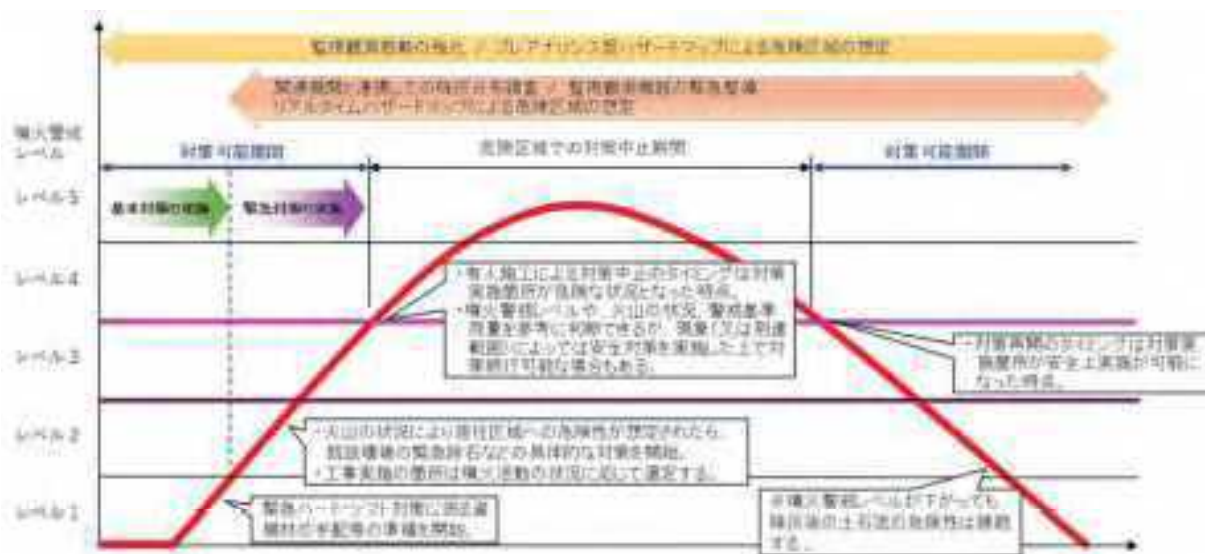


図 4.3 噴火警戒レベルを目安として緊急対策を実施するイメージ

4.4 対策可能期間

現時点では、対策可能期間（時間的余裕）の想定は行わず、対策可能期間を複数ケース設定して対策を計画する。また平常時からの基本対策および緊急対策実施に向けた準備を進めることで対策可能期間が僅かな場合でも、減災効果を発揮できるよう備える。

【解説】

日光白根山では有史の噴火事例が少なく、特に発生事象の時間的推移のわかる噴火記録がないため、噴火シナリオの時間推移は目安と捉えるべきである（設定したタイミングや対策可能期間で対策が実施できない可能性がある）。そこで、設定した対策可能期間が確保できないことを想定して、対策を複数の段階※に分け、対策が途中で打ち切られても一定の効果が確保できるような対応を行う。

また平常時からの基本対策および緊急対策実施に向けた準備を進めることで対策可能期間が僅かな場合でも、減災効果を発揮できるよう備える。

【※例】

第1段階：数日で施工可能な対策、第2段階：数か月かかる対策

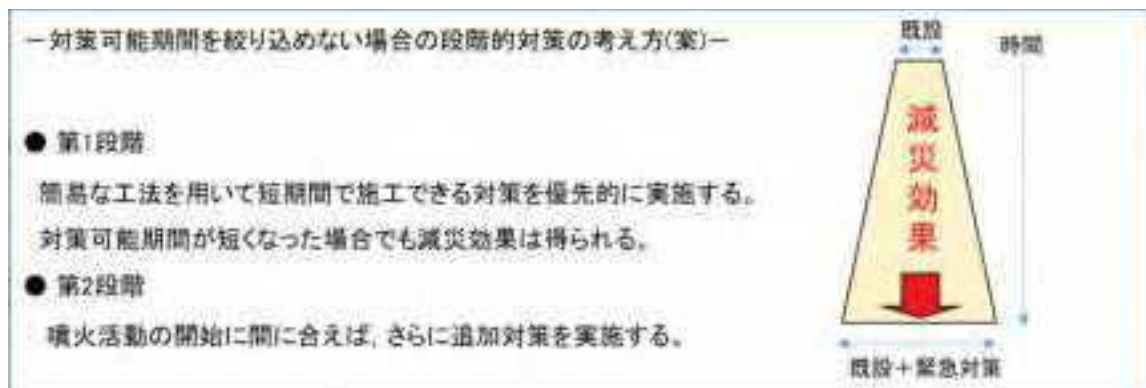


図 4.4 段階的施工の考え方

4.5 対策箇所

保全対象の位置、地形条件、現象の影響範囲、噴火警戒レベルによる立ち入り規制範囲等から、効果的な対策が実施可能な箇所を抽出する。

【解説】

対策箇所の抽出にあたっては、想定する現象の影響範囲、立入規制範囲、保全対象の位置などから、以下の条件に当てはまる対策可能箇所を抽出する。

【対策箇所の条件】

- 降灰後土石流、融雪型火山泥流の影響範囲内
- 保全対象より上流
- 噴火警戒レベル3における立ち入り規制区域である想定火口位置から3.5km以遠。
※ただし、規制区域内での対策が必要と判断される箇所については無人化施工を視野に入れる。
- 国立公園などの法規制、指定地、用地などの制限がないことが望ましい。
- 用地が確保でき、工事用の重機が進入可能

なお、対策箇所のうち以下の条件に当てはまる箇所は、優先的に対策を検討する。

- 防災拠点施設など重要な保全対象が存在する箇所
- 既存砂防施設が存在する箇所
- 勾配、狭窄部、平坦部など地形的に効果的な対策が実施可能な箇所
- 工事用道路の有無

4.6 対策実施体制

噴火災害に動員できる人員、調達可能な資機材あるいは資機材の備蓄状況等を踏まえ、本計画を実施する際の体制について状況を整理する。さらに本計画を効率的に実施するために、平常時から、関係機関と連携し、職員の研修、防災訓練を行う。

【解説】

噴火発生時の体制は各機関の危機管理計画に従い、資機材の備蓄状況に応じて実行可能な緊急ハード対策が左右されるため、実施体制については随時整理する必要がある。また、本計画を効果的に実施するために、噴火災害に動員できる職員の研修を実施する。さらに、平常時から各関係機関で連携し、定期的に火山噴火を想定した訓練等の研修を行い、関係機関等の円滑な対応が可能であるか検証し、必要な事項を抽出する。

(1) 職員の研修

本計画を効果的に実施するためには、対策実施に関わる職員が日光白根山の特徴や過去の災害状況等を理解しておくことが重要である。

そのため、火山や砂防、過去の災害を熟知した学識者、職員OB、ならびに内閣府火山防災エキスパート等を講師として、継続的に職員の研修を行い、日光白根山の火山活動や火山防災の知識を高めておく必要がある。

(2) 防災訓練等

本計画では、関係機関の連携や検討された土砂移動ケースを参考とした臨機応変な対応が求められる。噴火の場面を時系列で想定した机上訓練（防災訓練等）は、多様な現象が想定される火山噴火に対して有効であり、関係機関等の円滑な対応が可能であるか等を検証し、必要な事項を抽出することで、計画の実行性の向上を図る。

第5章 基本対策

5.1 ハード対策の実施方針

降灰後土石流および融雪型火山泥流を対象に、基本対策として平常時から施設整備を進める。各土砂移動現象について土砂の全量捕捉を目標とし、地形条件、既存施設の位置等を考慮して対策を実施する。

【解説】

(1) 基本対策と緊急対策の切り分け

日光白根山においては、平常時から実施する基本対策による施設整備を優先し、基本対策完了前に噴火切迫あるいは噴火が発生した場合、現地地形条件や施工期間を勘案し、実施可能な緊急対策を実施することで被害を軽減する。

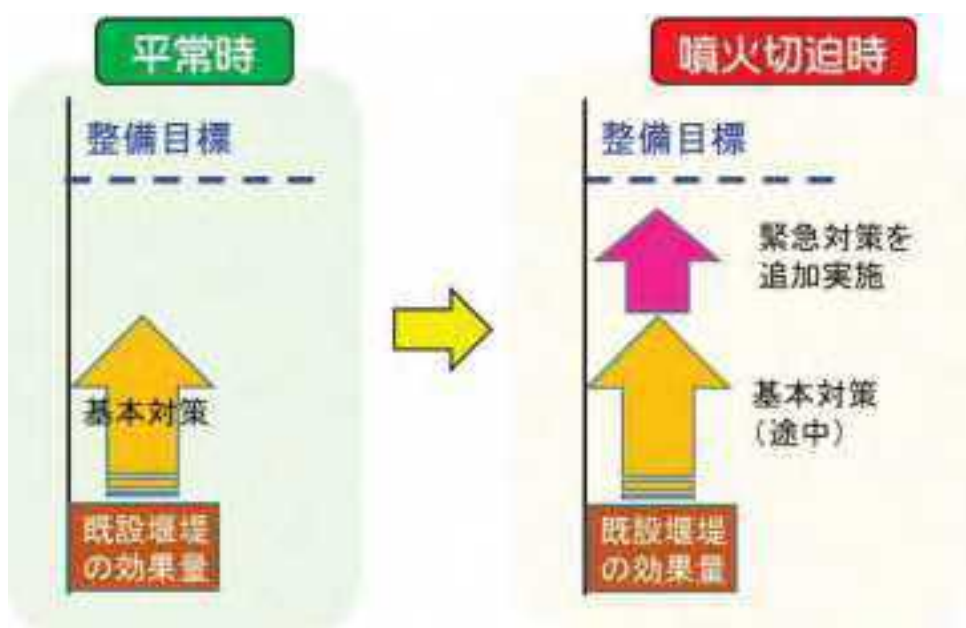


図 5.1 基本対策と緊急対策の切り分けイメージ

(2) 対象現象

基本対策で対象とする現象は本計画で対象とする土砂移動現象である「降灰後土石流」並びに「融雪型火山泥流」とする。

(3) 基本対策の整備目標

① 降灰後土石流

降灰後土石流の対象規模は、100年超過確率雨量により発生する土砂に、流域内に堆積した火山灰量（全量の5%）を加味し、既存施設による効果量を考慮した土砂量を対策規模の目安とする（表5.1）。

② 融雪型火山泥流

融雪型火山泥流については、規模が大きく、保全対象に対する被害を完全に防止することは困難であることから、対策可能な規模を設定する。

規模の設定は、融雪型火山泥流の流下範囲に最大限可能な施設配置を実施した場合に、被害が概ね無くなる規模をシミュレーションにより確認した（最大限可能な施設配置は後述）。シミュレーション結果より、基本対策で対応可能な融雪型火山泥流の規模として110万 m^3 （火砕流規模約30万 m^3 ）を設定した。

表 5.1 対象土砂量 (降灰後土石流)

線	対象現象	対象渓流	現状不安定土砂量 (m ³)	岩峰火山所置 (m ³)	合計 (m ³)	既存施設効果量※1 (m ³)	計画対象土砂量 (m ³)
群馬	降灰後土石流	瀬沢	3,690	11,790	15,480	210	15,270
		四郎沢	4,450	8,470	12,920	施設なし	12,920
		四郎沢南の沢	2,370	1,020	3,390	施設なし	3,390
		鹿沢	7,420	4,330	11,750	4,350	7,400
		小川二の沢	405	820	1,225	施設なし	1,225
		日光沢	34,180	3,780	37,960	48,790	-
		八丁瀬の沢	6,180	2,400	8,580	13,170	-
栃木	降灰後土石流	手白沢	24,110	7,170	31,280	施設なし※2	31,280
		金精沢	13,200	7,900	21,100	1,150	19,950
		白根沢	20,000	21,300	41,300	2,170	39,130
		光徳沢	13,800	2,700	16,500	施設なし	16,500
		光徳地区沢	4,700	800	5,500	520	4,980
		光徳圃地沢	700	700	1,400	施設なし	1,400
		地獄茶屋沢	4,000	12,520	16,520	施設なし	16,520
		古権	12,760	1,830	14,590	5,990	8,600
		高浦上沢	4,080	920	5,000	施設なし	5,000
		高浦下沢	420	360	780	施設なし	780

※1 出典：土石流区域調査、※2 基準点より下流に砂防施設が整備されている

(4) 対象箇所

① 降灰後土石流の対象箇所

降灰シミュレーション結果を踏まえ、降灰堆積厚が 10cm 以上となる降灰頻度が 0.27%以上の範囲（一年間毎日噴火が発生した場合に 1 日でも火山灰が 10cm 以上堆積する恐れのある範囲）にある土石流危険渓流を対象とする。

② 融雪型火山泥流の対象箇所

数値シミュレーションによる影響範囲の検討結果を踏まえ、融雪型火山泥流の流下が想定される群馬県側溪流（小川・仁加又川）および下流に分布する小川集落とする。



図 5.2 日光白根山における対策対象箇所

(5) 土砂処理方針（降灰後土石流）

降灰後土石流の基本対策における土砂処理方針を以下に示す。

【基本対策における降灰後土石流の土砂処理方針】

□ 対策の目的

噴火対応の基本対策として、降灰後土石流により流出する土砂および流木による、谷出口より下流側の保全対象への被害を防止する。

□ 処理方針

- ①計画対象土砂量の全量を砂防施設により捕捉
- ②流木の捕捉

□ 留意事項

- ・溪流ごとに保全対象の分布状況を確認し、保全対象（人家等）がないと判断される場合は、基本対策は実施しないものとする。
- ・溪流内に既存の砂防・治山施設がある場合は、既存施設との位置を考慮して捕捉工を配置する。

(6) 土砂処理方針（融雪型火山泥流）

融雪型火山泥流の基本対策における土砂処理方針を以下に示す。

【基本対策における融雪型火山泥流の土砂処理方針】

□ 対策の目的

下流（小川集落）における泥水の氾濫を防止する。また流木による家屋への被害、および橋梁の閉塞などを防止する。

□ 処理方針

- ①融雪型火山泥流の全量（土砂＋水）を砂防施設により捕捉（貯留）
- ②流木の捕捉

□ 留意事項

- ・水を捕捉する必要があることから、不透過型砂防堰堤を基本とする。
- ・融雪型火山泥流は流動性が高いと想定されるため、計画堆砂勾配を水平とする。

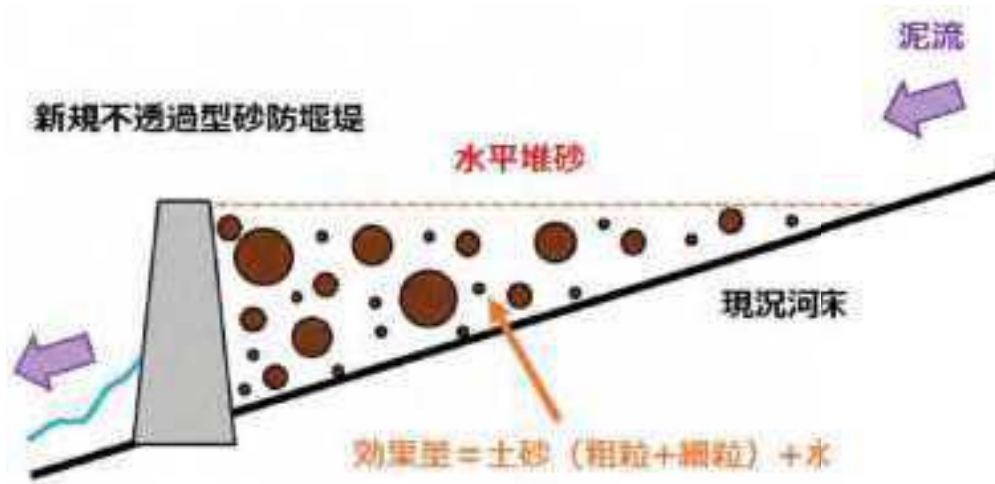


図 5.3 融雪型火山泥流に対する土砂、水捕捉イメージ

5.2 実施する工種・工法

基本対策で実施する工種・工法は、降灰後土石流および融雪型火山泥流についてそれぞれ土砂処理方針および地形条件等を踏まえ検討する。

【解説】

(1) 降灰後土石流の工種工法

基本対策では降灰後土石流により流出する土砂に対して、谷出口より上流側で全量の捕捉を目標としているため、基本的に砂防堰堤による整備を行う。砂防堰堤の整備による対策が困難な場合は、既往施設の除石管理による容量確保を実施する。

(2) 融雪型火山泥流への工種工法

融雪型火山泥流の流下範囲である 2 溪流の内、小川は河床から保全対象および道路までの比高差が最大で 3m 程度しかない、また、仁加又川は砂防施設が整備済みであり、融雪型火山泥流に対する水平堆砂を考慮して施設を整備する事ができる箇所が限られている。以上の状況を踏まえ、仁加又川では既往砂防堰堤のかさ上げを実施する。また小川（上流域、集落周辺）では床固めを整備する。

(3) 流木対策施設

基本対策における流木対策は他火山における流木対策を参考に、日光白根山の現状を考慮して検討する。融雪型火山泥流の流下範囲にある仁加又川には砂防堰堤が整備済みであり、満砂状態である。従って既往施設がある場合はその堆砂域に張り出し工を設置し、流木を捕捉する。また、降灰後土石流に対する基本対策のように、今後計画する施設については、前庭保護工に流木止めを設置する。



図 5.4 基本対策における流木対策（左：張り出し工施工例、右：流木止め付前庭保護工）
（張り出し工：長井川砂防堰堤（利根川水系砂防事務所））

5.3 施設配置計画

地形状況、保全対象、既往施設の位置等を踏まえ、基本対策の施設配置を検討する。

【解説】

(1) 降灰後土石流に対する施設配置

降灰後土石流に対する施設配置は、保全対象よりも上流側とし、対象溪流の谷出口付近とする。また、溪流内に既存の砂防施設・治山施設がある場合は、それらの位置も考慮して配置を検討する。

表 5.2 降灰後土石流の対象溪流と施設配置（案）

対象溪流	配置（案）	対象溪流	配置（案）
扇状地	扇状地の位置を考慮して施設を配置する	日光沢	既存施設の効果が計画対象土砂量以上のため対策は実施しない
四郎沢	谷出口付近に施設を配置する	八丁瀬の沢	谷出口付近に施設を配置する
四郎沢南の沢	谷出口付近に施設を配置する	手白沢	谷出口付近に施設を配置する
隠沢	保全対象が発着所のみのため対策を実施しない	志保沢	既存施設との位置を考慮して施設を配置する
小川この沢	谷出口付近に施設を配置する	白根沢	既存施設との位置を考慮して施設を配置する
		光徳沢	谷出口付近に施設を配置する
		光徳沢区沢	治山施設の位置を考慮して施設を配置する
		光徳沢地沢	谷出口付近に施設を配置する
		林間不保沢	谷出口付近に施設を配置する
		古碓	既存施設との位置を考慮して施設を配置する
		高瀬上沢	谷出口付近に施設を配置する
		高瀬下沢	谷出口付近に施設を配置する

(2) 融雪型火山泥流に対する施設配置

融雪型火山泥流に対する施設配置は、現実的に施工が可能な最大限の施設配置とし、以下の条件を満たす配置とする。

- 縦断的に上流施設（他機関施設含む）や重要施設（橋梁や泉源等）に堆砂域がかからないように配置
- 地形条件から、谷地形であること、工事用道路の敷設が可能であること等を考慮
- 上流の急勾配区間では施設効果が小さくなるため、原則として施設を配置しない
- 既設砂防堰堤との整合性を考慮し、堤高は 14.5m（根入 2.5m）を最大として検討（不透過型）



図 5.5 融雪型火山泥流に対する施設配置イメージ



図 5.6 降灰後土石流対象溪流ごとの対策箇所(案) (1/2)



図 5.7 降灰後土石流対象溪流ごとの対策箇所(案) (2/2)



図 5.8 融雪型火山泥流に対する最大限実施可能なハード対策位置

5.4 ハード対策で対応する規模

対象とする現象の土砂処理方針に応じて、対策による減災効果を確認する。

【解説】

基本対策で対象とする降灰後土石流と融雪型火山泥流は、それぞれ土砂処理方針の中で整備目標を設定しており、降灰後土石流では、保全対象よりも上流側で計画対象土砂量の全量捕捉をすること、融雪型火山泥流では、対象とする泥流総量が大きく保全対象（小川集落）への被害を完全に防止することが困難であることから、地形や既往施設を考慮して最大限可能な施設配置をした上で、保全対象に被害がでない泥流総量を目標としている。

(1) 降灰後土石流の対応規模

降灰後土石流は土砂の全量捕捉を目標としている。従って、各対象溪流について基本計画で検討する対策施設の効果量と、計画対象土砂量から整備率を算出し、整備率が 100%となる基本対策を検討する。

(2) 融雪型火山泥流の対応規模

融雪型火山泥流は、現実的に施工が可能な最大限の施設配置を配置した上で、小川集落で浸水等の被害が生じなくなる融雪型火山泥流の規模をシミュレーションにより確認し、対象規模を設定している。シミュレーションの結果、融雪型火山泥流の規模（泥流総量）として 110 万 m³（火砕流規模約 30 万 m³）では小川集落における氾濫が抑えられる結果が得られた。

表 5.3 泥流規模別の氾濫の有無

泥流総量(m ³)	火砕流量(m ³)	氾濫抑制
250 万	約 70 万	氾濫あり
170 万	約 50 万	氾濫あり
110 万	約 30 万	抑制

5.5 ソフト対策の基本方針

ソフト対策は、土砂移動現象の監視・観測並びに警戒避難に資する情報収集および関係機関への情報配信システムの整備や関係機関との情報共有等からなり、ハード対策と相まって実施する。

【解説】

ソフト対策の基本方針は土砂災害の恐れのある時、あるいは土砂災害が発生した時にその効果が発揮されるよう、火山活動の平穏期から整備を進める。

土砂移動の監視観測および警戒避難支援に資する情報を提供するため、既往の監視観測機器の整備状況を踏まえ、土砂移動の監視カメラ、検知センサー、降雨・積雪・降灰等の観測状況の整備を順次進めることとする。



図 5.9 日光白根山周辺の観測状況

5.6 ソフト対策の実施項目

土砂移動の監視および避難支援情報の提供に向けた情報収集を実施するに当たり、平常時から必要な機器を設置する。

【解説】

土砂移動の監視および避難支援情報の提供に向けた情報収集を実施するに当たり、火山活動によりその設置等が困難となる、あるいは設置に時間を要する機器は基本対策として平常時から設置する。

表 5.4 ソフト対策（基本対策）の実施事項

監視機器	目的	設置の考え方
降灰量計	緊急対策実施箇所を選定および、緊急調査対象箇所を選定のために降灰量を計測する。	降灰シミュレーションの結果等を参考に、噴火時に降灰が想定される範囲に事前に設置する。
地上雨量計	工事の安全管理(降灰後土石流発生予測)および緊急避難対策のための情報提供のために設置する。	既存の雨量計(気象庁:1基)の観測範囲をカバーするために平常時から湯元地区に雨量計を設置する。(必要に応じてXバンドレーダーも活用する。)
積雪計	緊急避難対策のための情報提供を目的とし、融雪型火山泥流の発生予測(発生の有無、規模)のために積雪深を把握する。	積雪深計は現在、日光白根山周辺で2基(気象庁:1基、湯元スキー場:1基)設置されているが、より精緻な積雪分布を把握するため、丸沼スキー場に新たに設置する。また、積雪計がない高標高部については、2時期(非積雪期-積雪期)のLP計測データの差分から概ねの積雪深を算出することも可能であるため、非積雪期のLPデータも取得する。