

2.4.5 火山監視体制

箱根山周辺では、気象庁や神奈川県等によって各種観測が実施されている。また、必要に応じて国の研究機関や大学等によって臨時的な観測が実施されている。

(1) 気象庁による観測

気象庁は、図 2-34 に示すように、地震計、傾斜計、空振計、GNSS、監視カメラ、体積ひずみ計を箱根山周辺に設置し、関係機関の協力の下、火山活動の監視・観測を実施している。

(2) 神奈川県温泉地学研究所による観測

神奈川県温泉地学研究所では、地震火山災害の軽減や地下環境の保全を目的として、箱根山を含め、県西部を中心に様々な観測機器を設置している。図 2-34 に、観測点位置図を示す。

また、2015（平成 27）年の、箱根山の活動の活発化を受けて、神奈川県温泉地学研究所では、観測機器の緊急的な整備を実施した。これらの新しく整備された観測機器のうち、代表的なものの設置状況写真を、図 2-35 及び図 2-36 に示す。

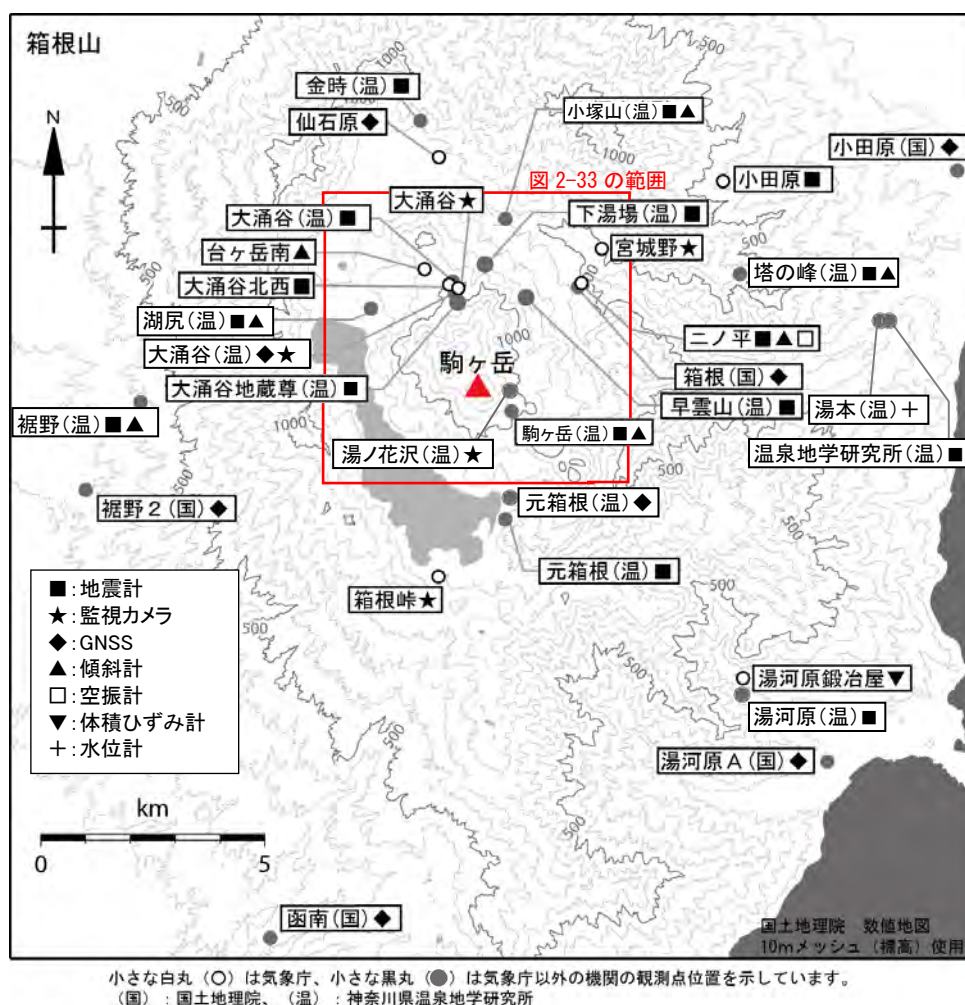


図 2-34 観測点位置図

気象庁による観測点位置図に平成 27 年以降の神奈川県温泉地学研究所の観測点位置を加筆



図 2-35 大涌谷に設置した噴気監視カメラ (原田・他, 2016)



図 2-36 大涌谷に設置したリアルタイム GPS 観測装置 (原田・他, 2016)

2.4.6 警戒区域

大涌谷周辺では、平成27年6月30日の噴火警戒レベル3への引き上げ以降、火山噴火から住民等の生命を守ることを目的として、災害対策基本法第63条に基づく警戒区域が設定されてきた。

令和3年4月1日現在、噴火警戒レベルは1であるが、大涌谷で火山ガスが発生しているため、警戒区域の設定は継続中である。



図 2-37 大涌谷周辺の警戒区域（立入規制範囲）（神奈川県 HP：令和3年4月1日）

2.4.7 大涌谷園地・外縁での火山ガス監視体制

箱根町は大涌谷の園地・外縁において、突発的な火山ガス濃度の上昇等に対応するため、園地内（7箇所）、大涌谷外縁（4箇所）に火山ガス自動計測装置を設置し、火山ガス濃度を常時計測している（平成31年2月現在）。

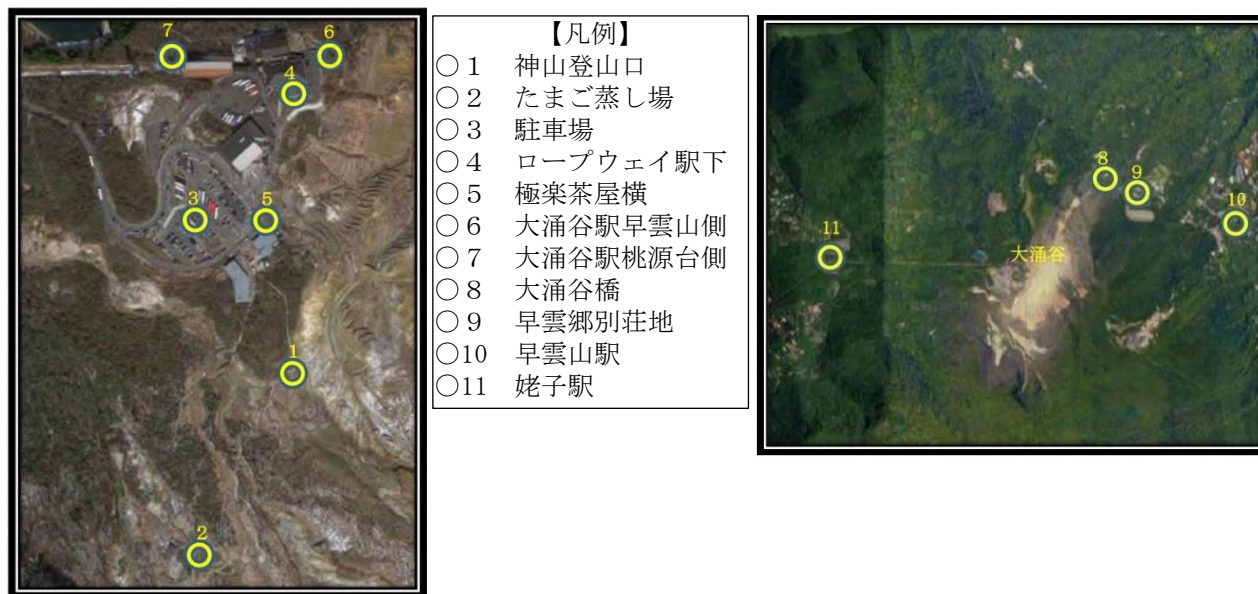


図 2-38 大涌谷園地内（左）・外縁（右）における火山ガス計測器設置位置図

大涌谷周辺の観光客等の避難誘導マニュアル（箱根山火山防災協議会：平成31年2月）

表 2-4 大涌谷周辺における火山ガス情報の発表基準

区分	SO ₂ 基準値	H ₂ S 基準値	措置
※1 注意喚起	いずれかで 0.2ppm 以上	いずれかで 5 ppm 以上	自然研究路 注意喚起放送 その他の園地 注意喚起放送
※2 注意喚起 (強)	いずれかで 2ppm 以上 5ppm 未満	/	自然研究路 注意喚起放送(強) その他の園地 注意喚起放送(強)
※3 注意情報	いずれかで 5 ppm 以上	いずれかで 10ppm 以上	自然研究路 閉鎖 その他の園地 屋内退避
※4 警戒情報	いずれかで 10ppm 以上	いずれかで 50ppm 以上	自然研究路 閉鎖 その他の園地 避難 ※災害対策基本法に基づく避難指示

※1・※2 基準値については、5分間の平均値とする。

※3・※4 基準値については、瞬間値とする。

※1・※2・※3・※4ともSO₂又はH₂S、いずれかの基準値に達した場合による。

大涌谷周辺の観光客等の避難誘導マニュアル（箱根山火山防災協議会：平成31年2月）

2.4.8 その他のソフト対策

箱根火山防災協議会は、大涌谷周辺の観光客等の安全対策の一環として、大規模な火山噴火も想定した「箱根山（大涌谷）火山避難計画（箱根火山防災協議会）」を平成27年8月に策定した（平成31年2月改訂[※]）。

また、噴火警戒レベル1～2における避難誘導を主とした「大涌谷周辺の観光客等の避難誘導マニュアル（箱根山火山防災協議会）」を平成28年4月に策定した（平成31年2月改訂）。

※活動火山対策特別措置法に定める協議会として、新たに設置（平成28年2月23日）された「箱根山火山防災協議会」により改訂

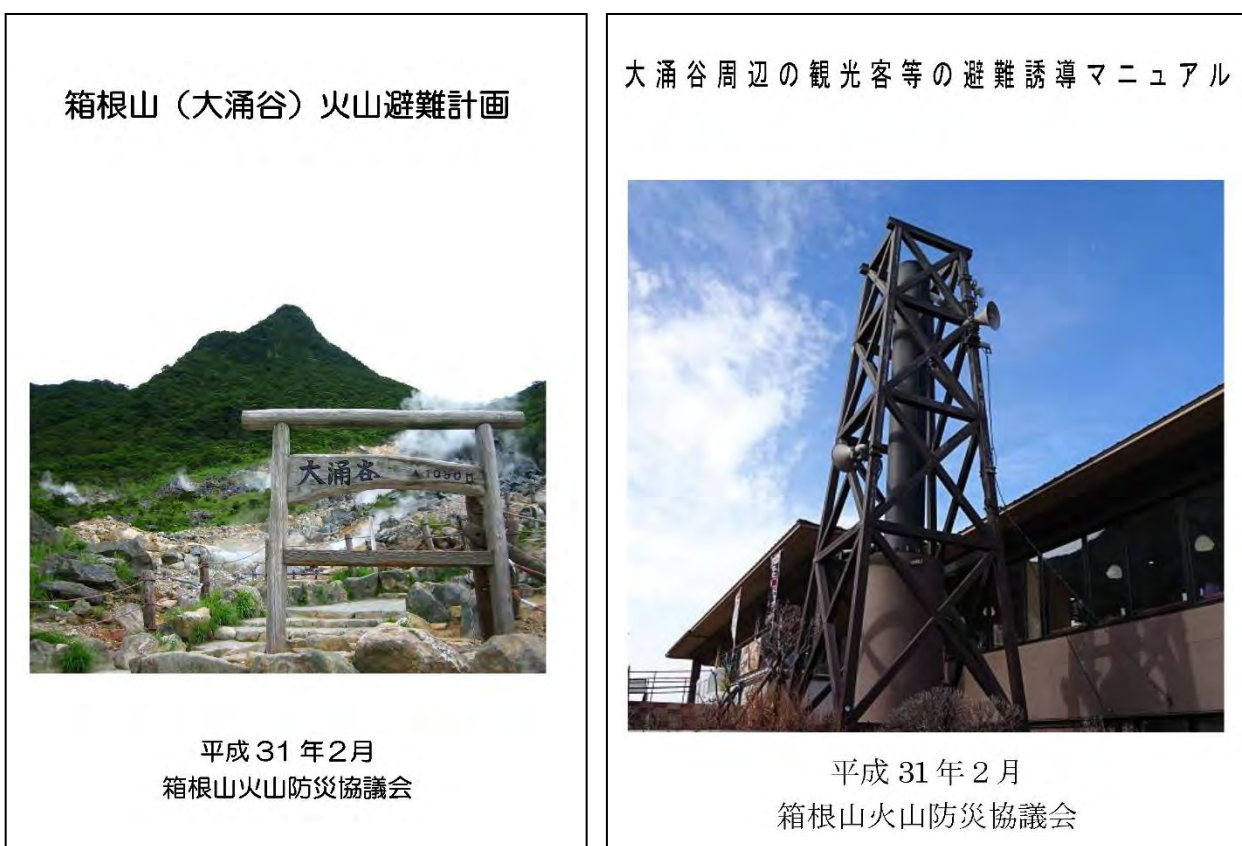


図 2-39 「箱根山（大涌谷）火山避難計画（箱根山火山防災協議会：平成31年2月）」等

3. 噴火シナリオの作成

3.1 イベントツリー

「箱根町火山防災マップ（箱根町：平成16年3月）」検討時の成果に加え、最近の火山学的な新たな知見や、静岡大学防災総合センター（2015）による火山活動シナリオを踏まえ、作成した箱根山で想定される火山活動シナリオを図3-1に示す。

図3-1に示すように、噴火に関連した現象として、以下のケースが想定される。

- ケース0：火山性地震の増加や地熱異常等の「噴火の前駆的現象」のみに終始するもの
- ケース1：水蒸気噴火で「大きな噴石」及び「降灰（火山灰）・小さな噴石」を生じるもの
- ケース2：水蒸気噴火で「火口噴出型泥流」を生じるもの
- ケース3：水蒸気噴火で「火砕流・火砕サージ」を生じるもの
- ケース4：マグマ噴火で「溶岩ドーム・溶岩流」を生じるもの
- ケース5：マグマ噴火で「火砕流・火砕サージ」を生じるもの
- ケース6：マグマ噴火で「プリニー式噴火による降下軽石」が生じるもの
- ケース7：マグマ噴火でプリニー式噴火に伴う「火砕流・火砕サージ」が生じるもの

また、噴火に関連した土砂移動として、以下の現象が想定される。

- ケース8：噴火の後、あるいはそれと並行して生じる降雨による「降灰後の土石流」
- ケース9：「斜面崩壊・落石」
- ケース10：「山体崩壊（岩屑なだれ）」
- ケース11：「地すべり」
- ケース12：「融雪型火山泥流」
- ケース13：「天然ダム形成・決壊及び二次泥流」
- ケース14：「芦ノ湖への土塊流入による津波」

なお、実際の噴火時には、想定しない現象が発生したり、想定しない時系列で現象が進行したりする可能性があることに留意する必要があるため、図3-1にもその旨を記載した。

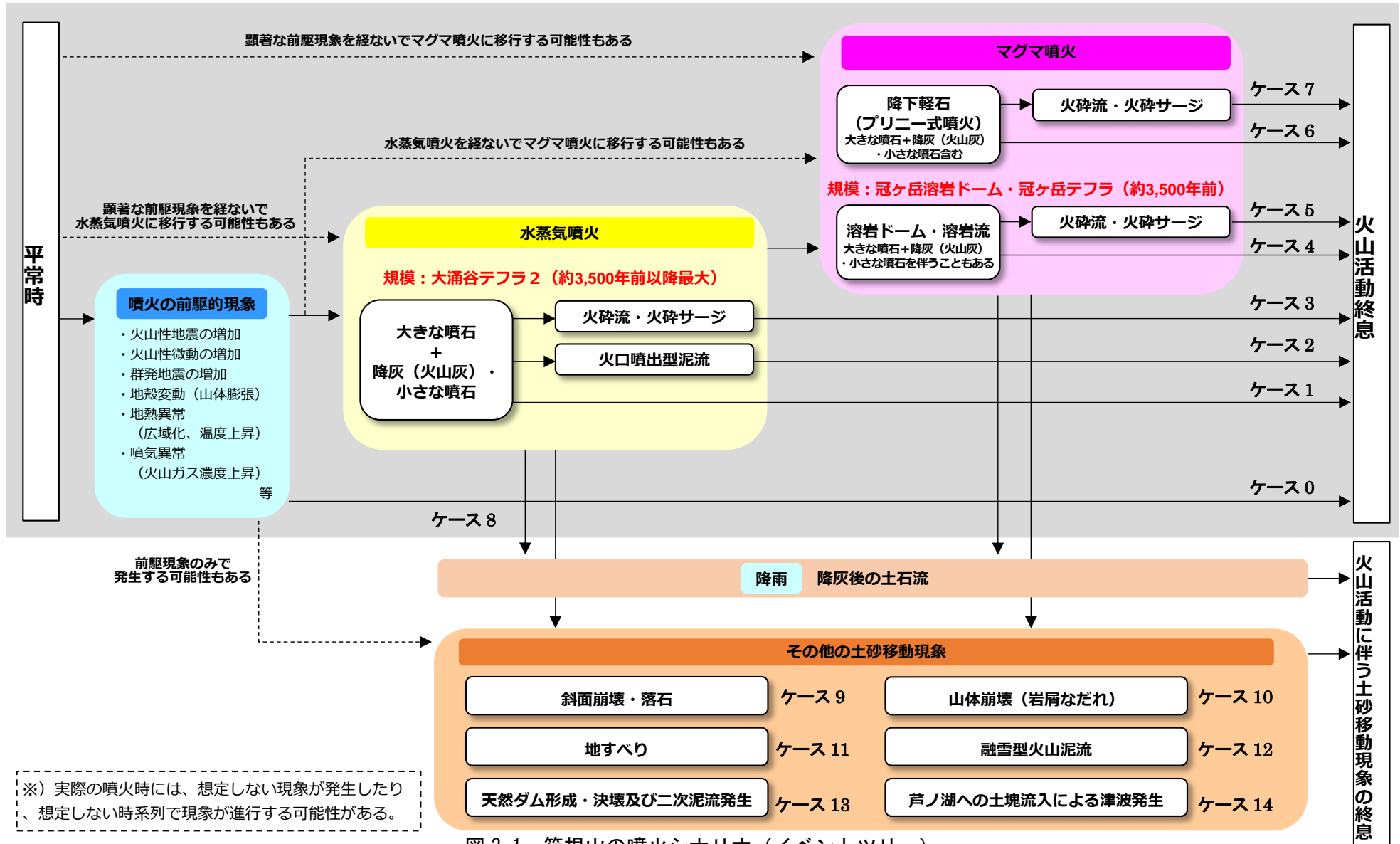


図 3-1 箱根山の噴火シナリオ (イベントツリー)

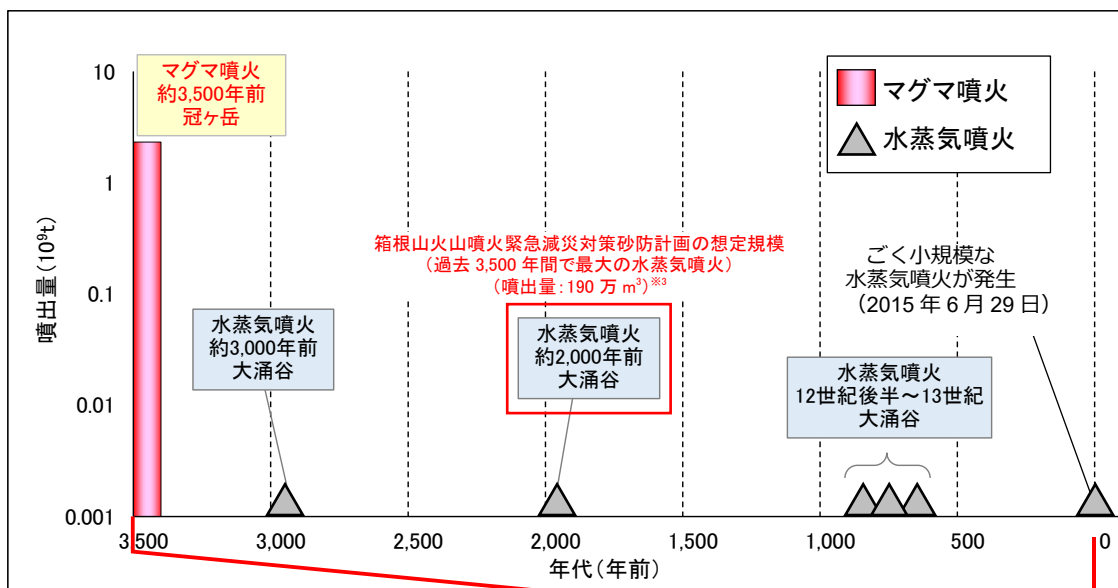
3.2 対象とする噴火・規模

3.2.1 対象とする噴火

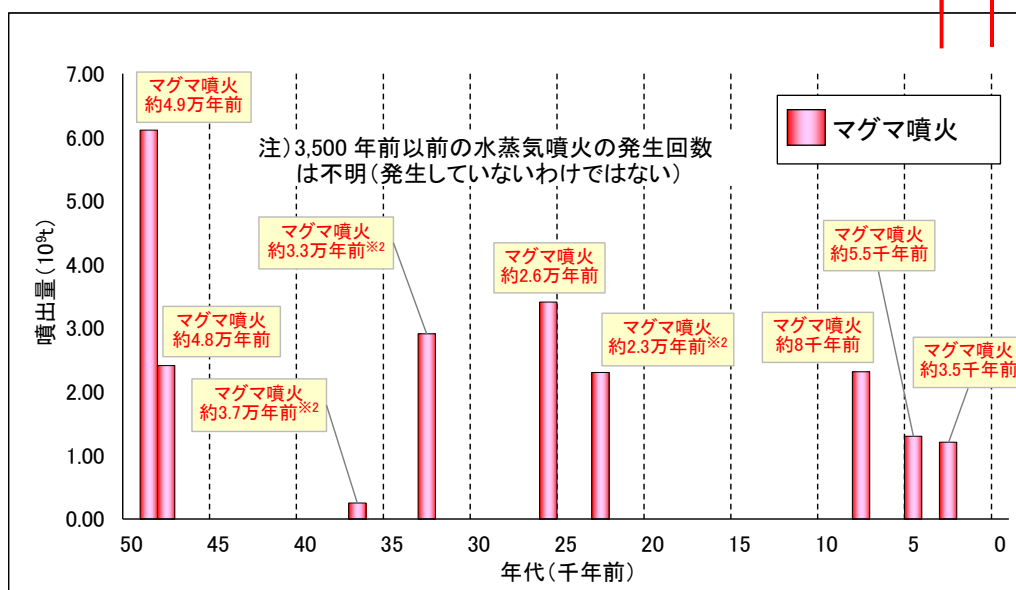
- ・箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画で対象とする噴火は水蒸気噴火とする。
- ・対象とする水蒸気噴火の規模は、約 2,000 年前の「大涌谷テフラ 2」に相当する規模とする。

マグマ噴火に伴い発生する現象（火砕流等）への対策は、現実的に困難であることから、箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画において対象とする噴火は水蒸気噴火とする（図 3-2）。

対象とする水蒸気噴火の規模は、火山活動に関するシナリオのうち、過去 3,500 年間で最大規模である約 2,000 年前の「大涌谷テフラ 2（噴出量 190 万 m³）」に相当する規模とした。



箱根山の過去約 3,500 年間の火山噴火履歴^{※1}



箱根山の過去約 5 万年間の火山噴火履歴^{※1}

※1 小林(1999)、小林(2008)、山口・他(2021)に基づき作成

※2 山口・他(2021)に暦年較正值の記載がないが、前後の暦年較正值に合わせて補正した

※3 小林(2008)の分布実績及び Hayakawa(1985)の経験式に基づき算出

図 3-2 箱根山の火山噴火履歴

3.2.2 火山噴火の規模

噴出量 190 万 m³ (1.9×10⁶m³) の水蒸気噴火を想定する。

水蒸気噴火の規模として想定する「大涌谷テフラ2」については、分布実績（図 3-3）が小林（2008）によって示されている。この実績に基づき、Hayakawa（1985）の経験式（ $V=12.2TS:V$ ：体積、 T ：層厚、 S ：面積）により噴出量を計算すると、表 3-1 に示すように、1,915,400m³ ≒ 190 万 m³ (1.9×10⁶m³) 程度と算出される。

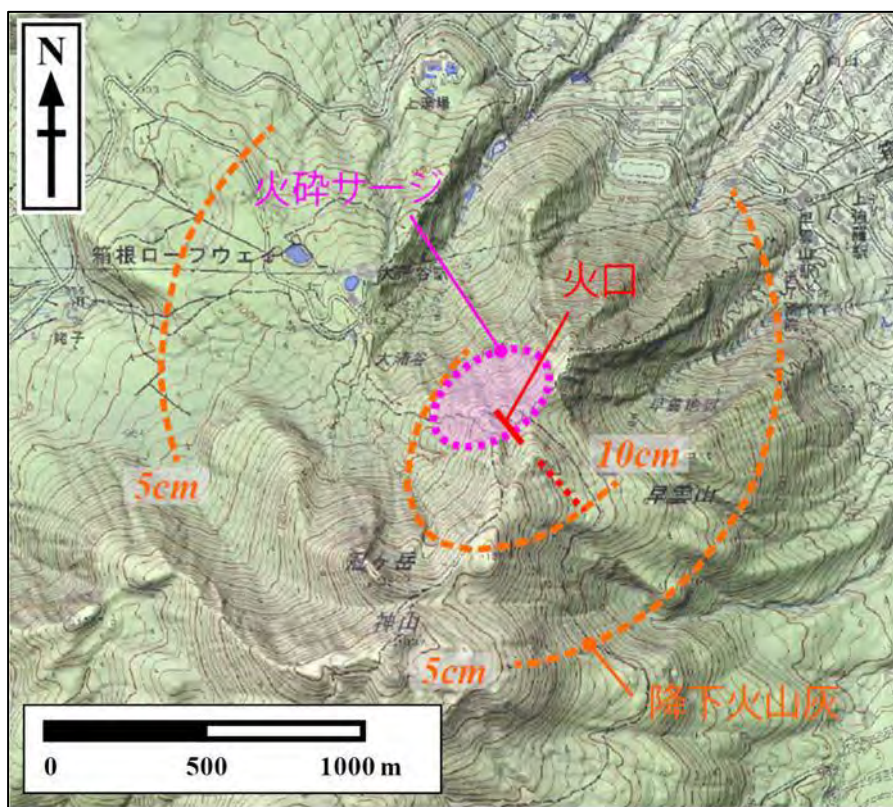


図 3-3 大涌谷テフラ2の分布 小林(2008)をもとに作成

表 3-1 大涌谷テフラ2の規模

降下火山灰	面積 (m ²)	層厚 (m)	係数	体積 (m ³)
大涌谷テフラ2	3,140,000	0.05	12.2	1,915,400

3.2.3 対象とする現象

水蒸気噴火に伴い発生する現象のうち、対象とする現象は、降灰後の土石流（ケース 8）及び火口噴出型泥流（ケース 2）とする。

噴火シナリオにおいて、水蒸気噴火に伴い発生が想定される現象のうち、既存砂防設備や緊急的な整備によって減災が可能と考えられる「降灰後の土石流（ケース 8）」及び「火口噴出型泥流（ケース 2）」を計画で対象とする現象とする。

なお、降灰後の土石流は水蒸気噴火に伴い発生する降灰後の土石流を想定する。

表 3-2 箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画で対象とする現象

現象		緊急ハード対策	緊急ソフト対策	基本的な考え方
ケース 1	大きな噴石	—	—	噴火規模により緊急ハード対策作業従事者の立入可能範囲を制限する。
ケース 1	降灰(火山灰)・小さな噴石	—	—	降灰後の土石流で緊急ハード対策を検討する。
ケース 2	火口噴出型泥流	○	○	既存砂防設備の機能強化や緊急的な整備により土砂の捕捉、氾濫抑制を行う。
ケース 3, 5	火砕流・火砕サージ	—	—	砂防での対応は困難。
ケース 4	溶岩流	—	—	砂防での対応は困難。
ケース 8	降灰後の土石流	○	○	既存砂防設備の機能強化や緊急的な整備により土砂の捕捉、氾濫抑制を行う。
ケース 9	斜面崩壊・落石	—	—	火山噴火により特別な現象が発生するものではなく、各管理者が通常対応すべきものであるため。
ケース 10	山体崩壊 (岩屑なだれ)	—	—	予測が困難で事象が大規模であり砂防での対応は困難である。
ケース 12	融雪型火山泥流	—	—	例年積雪量が少なく、大規模な融雪型火山泥流が発生する可能性が低いため緊急ハード対策の対象としない。
ケース 13	天然ダム形成・決壊	—	—	大規模な天然ダムが形成された場合は国と連携して緊急調査等を行う。
ケース 14	芦ノ湖の津波	—	—	砂防での対応は困難。

○：箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画で対象とする現象
 —：箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画の対象外の現象

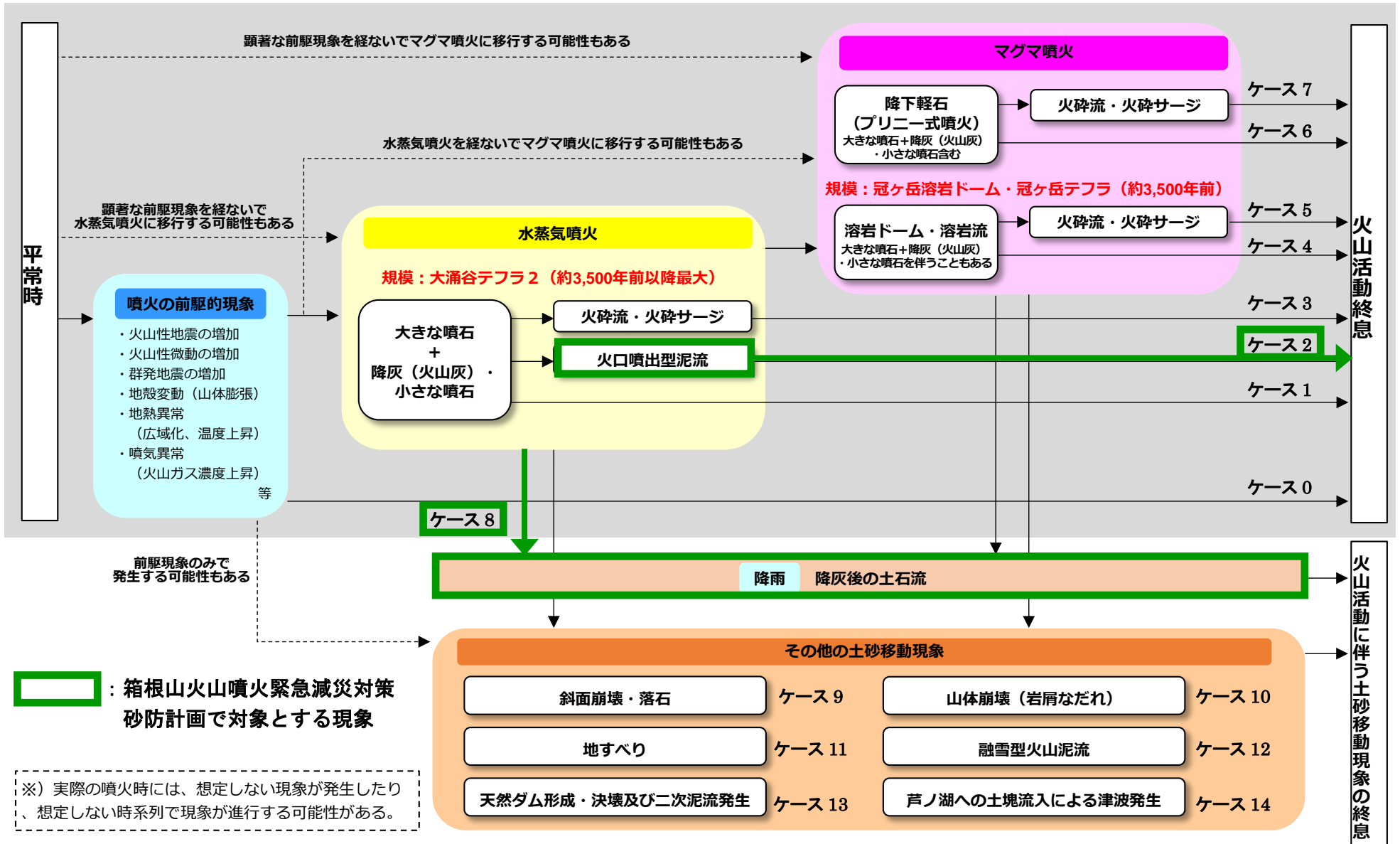


図 3-4 箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画で対象とする現象

4. 想定される影響範囲と被害の把握

4.1 降灰（火山灰）・小さな噴石

4.1.1 降灰シミュレーションの計算開始位置

約 3,500 年前から西暦 2015 年までの間に形成された火口位置と噴気位置を包括する範囲を降灰シミュレーションの計算開始位置とする。

降灰シミュレーションの計算開始位置は、箱根山における約 3,500 年前から西暦 2015 年までの間に形成された「火口」と「噴気」の位置を包括する（200m バッファ）区域の外周に設定した。

「火口」位置は、約 3,500 年前以降に形成された箱根山周辺の割れ目火口（凹地）及び 2015（平成 27）年の大涌谷における火山噴火で形成された火口の中心を設定した。

「噴気」位置については、火山防災マップを作成した平成 16 年時点で確認されていた噴気帯の中心位置及び 2015（平成 27）年の大涌谷における火山噴火で形成された噴気と暴噴した蒸気井を設定した。

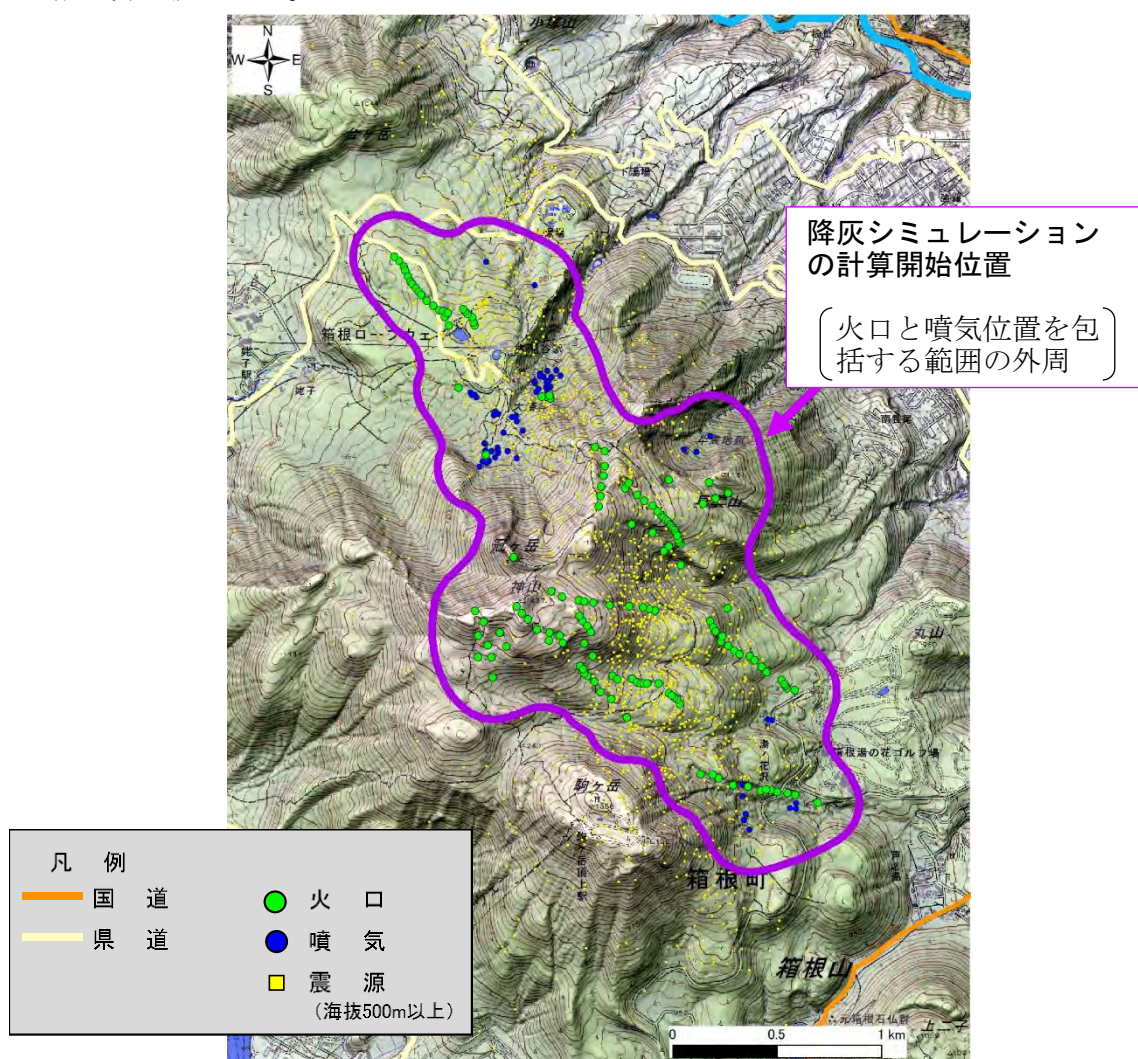


図 4-1 降灰シミュレーションの計算開始位置

4.1.2 降灰シミュレーション (Tephra2) の設定条件

降灰シミュレーションには、火山防災マップ作成指針（平成 25 年 3 月）において紹介されている移流拡散モデル (Tephra 2) を使用した。降灰計算の設定条件は以下のとおりとした。

表 4-1 降灰計算の設定条件

パラメータ		設定値	
Plume height	噴煙柱の海面からの高さ(m)	4,101m	噴煙柱3,000m
Eruptive mass	噴出量総量(kg)	1.9×10 ⁹ kg (190万m ³)	
Max grain size	粒子の最大径(mm)	1024	※ φ = -10
Min grain size	粒子の最小径(mm)	0.000977	※ φ = 10
Median grain size	粒子の中央値(mm)	0.044194	※ φ = 4.5
STD grain size	粒径の標準偏差(mm)	0.125	※ φ = 3.0
Vent elevation	給源火口の標高(z)(m)	1101	大涌谷
Eddy const	渦拡散係数(m ² /s)	0.04	
Diffusion coefficient	拡散係数(m ² /s)	500	再現計算で設定
Fall time threshold	落下時間(s)	3,600	
Lithic density	岩片密度(kg/m ³)	1,000	
Pumice density	軽石密度(kg/m ³)	1,000	
Col steps	計算間隔(Δt)	100	
Plume model	噴煙分割数	0	
Plume ratio	噴煙分離割合	0.1	

※φ：ファイスケール
 粒径を 2mm を基準とした指数関数で表す。
 $\varphi = -\log_2 d$ 、 $d = 2^{(-\varphi)}$ (d：粒径 mm)

4.1.3 無風時の降灰シミュレーション (拡散係数の検討)

大涌谷テフラ2の降灰分布の実績 (小林, 2008) を基に、無風時における降灰分布の再現計算を行った。再現計算は、拡散係数 200 と拡散係数 500 で実施した結果、大涌谷テフラ2の分布 (特に 10cm ライン) は、拡散係数 500 の場合に最も近くなることがわかった。そのため、本検討では拡散係数 500 を採用することとした。

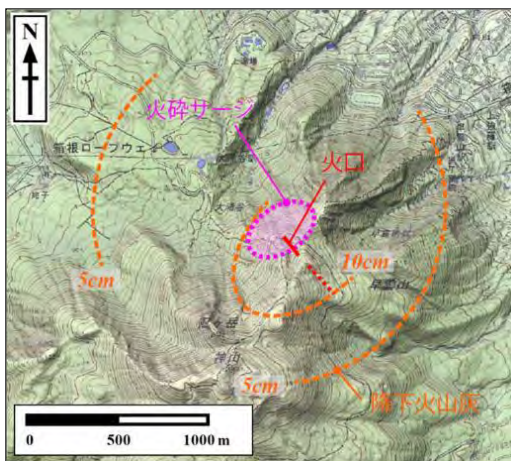


図 4-2 大涌谷テフラ2の分布 (小林, 2008)

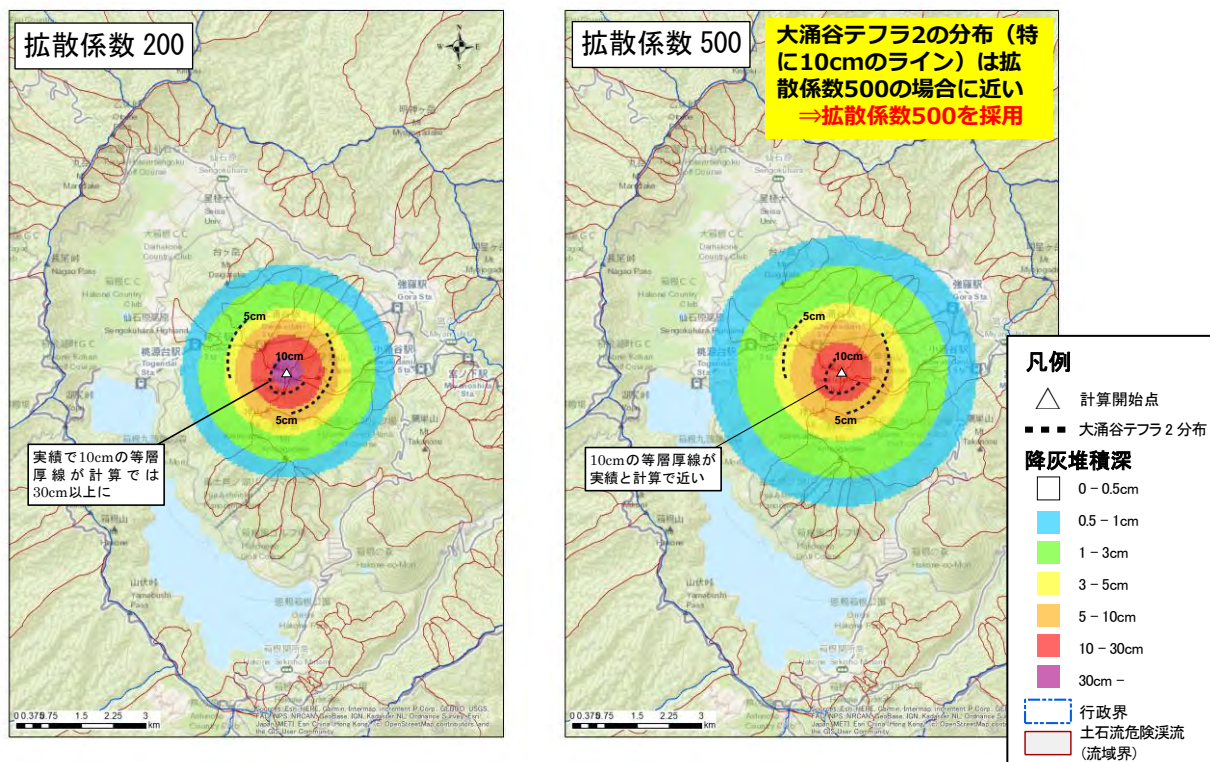


図 4-3 Tephra2 による無風時の再現計算

4.1.4 高層風を考慮した降灰シミュレーション

降灰範囲は高層の風向風速に大きな影響を受ける。箱根山周辺には地上風の観測点が複数あるが、地上風は地形の影響を強く受けるため高層の風向風速と異なる傾向を示す。そこで、箱根山に最も近い高層気象台の情報を基に、高層風による風向・風速の検証を行った。高層風のデータは館野（茨城県つくば市）を用いた。

館野高層気象台における風向風速の月ごとと平年値と年ごとと平年値を表 4-2 に示し、月ごとと平年値による降灰シミュレーションを図 4-5 に、年ごとと平年値によるシミュレーション結果を図 4-6 にそれぞれ示す。



図 4-4 館野高層気象台（つくば市）

表 4-2 館野高層風データ（月ごと・年ごとと平年値（気象庁データより））

月	集計期間	1000hPa		925hPa		900hPa		850hPa		800hPa		700hPa		600hPa								
		ジオポテンシャル高度 (m)	合成風の大きさ (m/s)	合成風の風向 (°)	ジオポテンシャル高度 (m)	合成風の大きさ (m/s)	合成風の風向 (°)	ジオポテンシャル高度 (m)	合成風の大きさ (m/s)	合成風の風向 (°)	ジオポテンシャル高度 (m)	合成風の大きさ (m/s)	合成風の風向 (°)	ジオポテンシャル高度 (m)	合成風の大きさ (m/s)	合成風の風向 (°)						
月ごと平年値	1月 1981~2010	138	2.3	313	764	4.6	290	985	5.6	281	1439	7.3	275	1915	9.0	272	2947	15.2	276	4113	22.8	272
	2月 1981~2010	137	2.0	330	764	4.2	291	984	4.8	283	1436	6.6	273	1912	8.7	271	2945	14.5	278	4112	22.0	275
	3月 1981~2010	137	1.2	5	769	2.2	267	992	2.9	262	1450	5.1	262	1931	7.3	262	2977	13.0	271	4159	20.3	270
	4月 1981~2010	129	0.7	45	772	1.6	225	1002	2.6	234	1470	4.1	248	1961	5.7	257	3028	9.9	267	4233	15.7	267
	5月 1981~2010	111	0.8	104	768	1.9	186	999	2.2	212	1475	3.1	238	1976	4.0	250	3062	7.8	262	4288	12.6	264
	6月 1981~2010	89	1.0	84	755	1.3	157	989	1.4	184	1472	2.1	231	1980	3.2	252	3082	6.4	264	4326	10.8	265
	7月 1981~2010	84	0.7	106	760	1.9	205	997	2.0	217	1488	3.0	242	2004	4.0	252	3123	6.3	263	4383	8.6	265
	8月 1981~2010	97	0.8	120	781	1.7	183	1015	2.1	199	1507	2.5	220	2024	2.9	234	3146	4.1	244	4412	5.4	252
	9月 1981~2010	121	1.7	54	792	1.5	106	1027	1.2	149	1512	1.9	219	2023	3.4	234	3133	7.2	245	4386	10.9	247
	10月 1981~2010	149	2.1	29	810	1.4	82	1037	0.4	124	1513	2.2	246	2013	4.4	247	3100	9.3	258	4329	15.1	255
	11月 1981~2010	159	1.7	357	807	1.0	264	1031	2.5	252	1498	5.1	253	1989	7.4	253	3055	12.5	261	4259	19.1	261
	12月 1981~2010	148	2.1	321	783	3.9	279	1004	5.0	272	1463	7.2	264	1945	9.0	264	2990	14.4	272	4170	21.8	268
年ごと平年値		125	0.9	13	777	1.3	252	1005	2.2	252	1477	4.0	256	1973	5.6	258	3049	9.9	267	4265	15.4	265

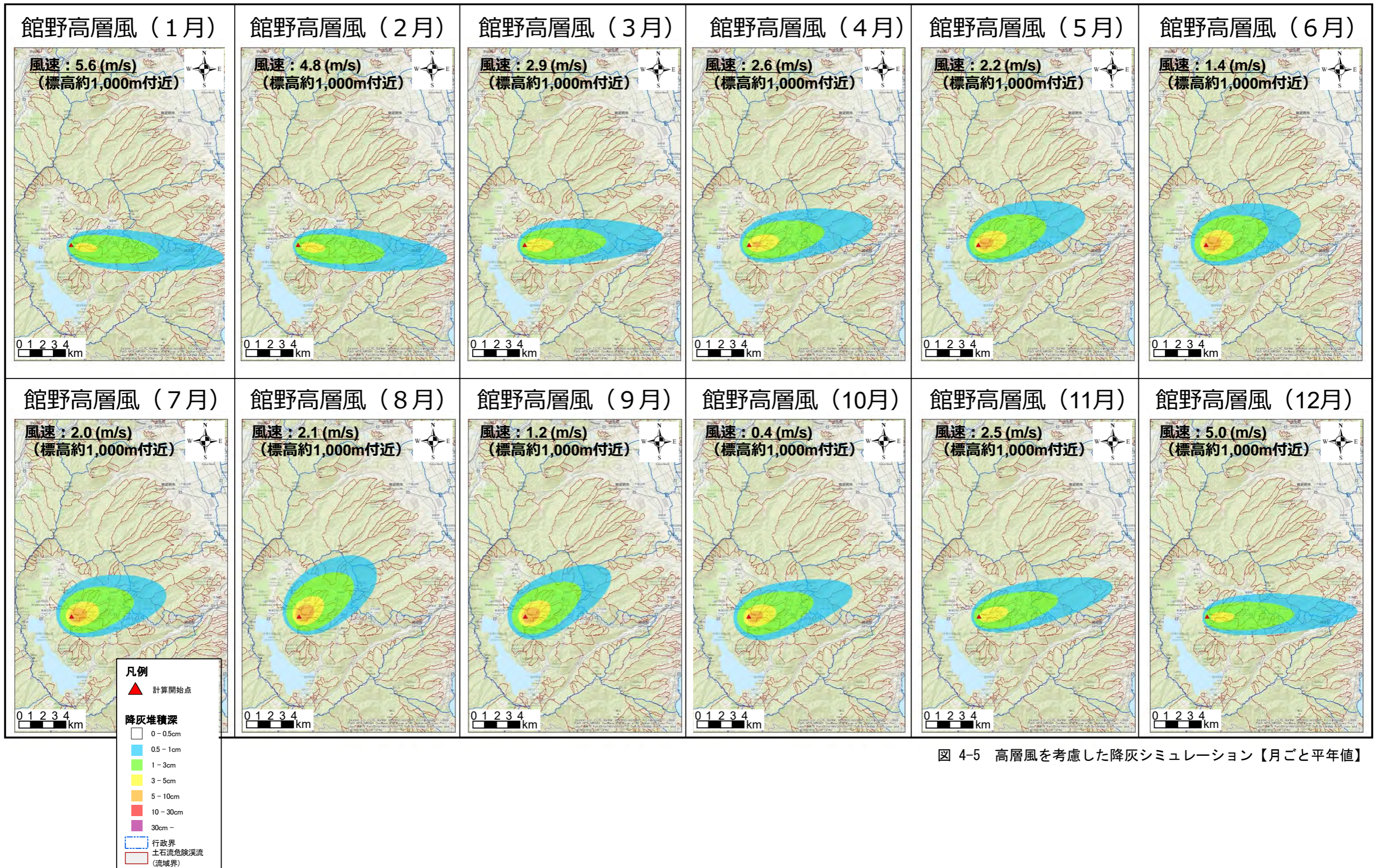


図 4-5 高層風を考慮した降灰シミュレーション【月ごと平年値】

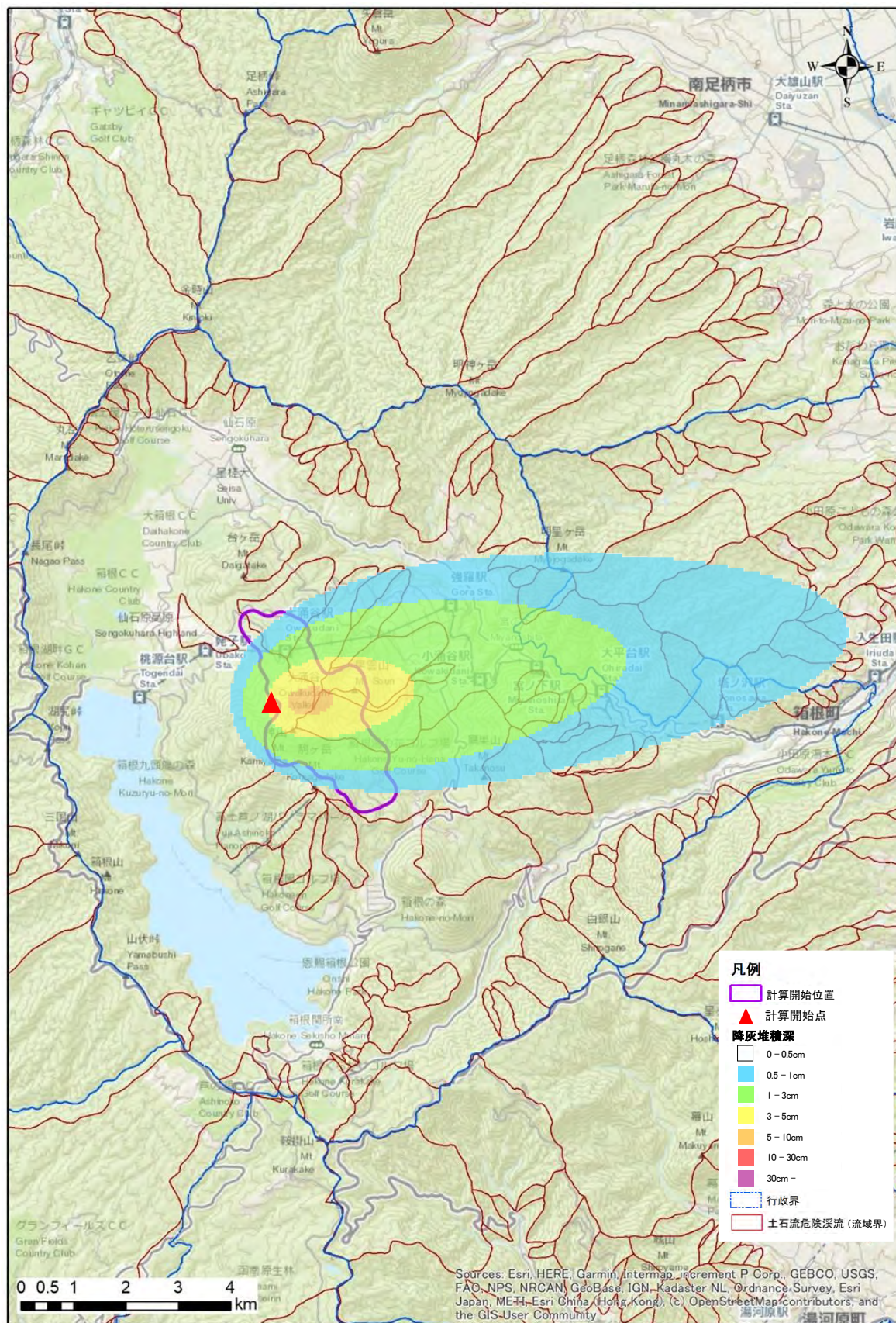


図 4-6 高層風を考慮した降灰シミュレーション【年ごと平年値】

4.1.5 無風時と高層風を考慮した降灰シミュレーションに基づく降灰堆積深1cm以上の範囲

降灰シミュレーションの計算開始位置上で計算開始点を移動させながら降灰シミュレーションを行った。他火山の実績等から流域の5割以上に1cm以上の降灰が堆積すると土石流が発生する恐れが高まる。このため、無風時と高層風を考慮した降灰シミュレーション結果から、降灰が1cm以上堆積する範囲を抽出した。

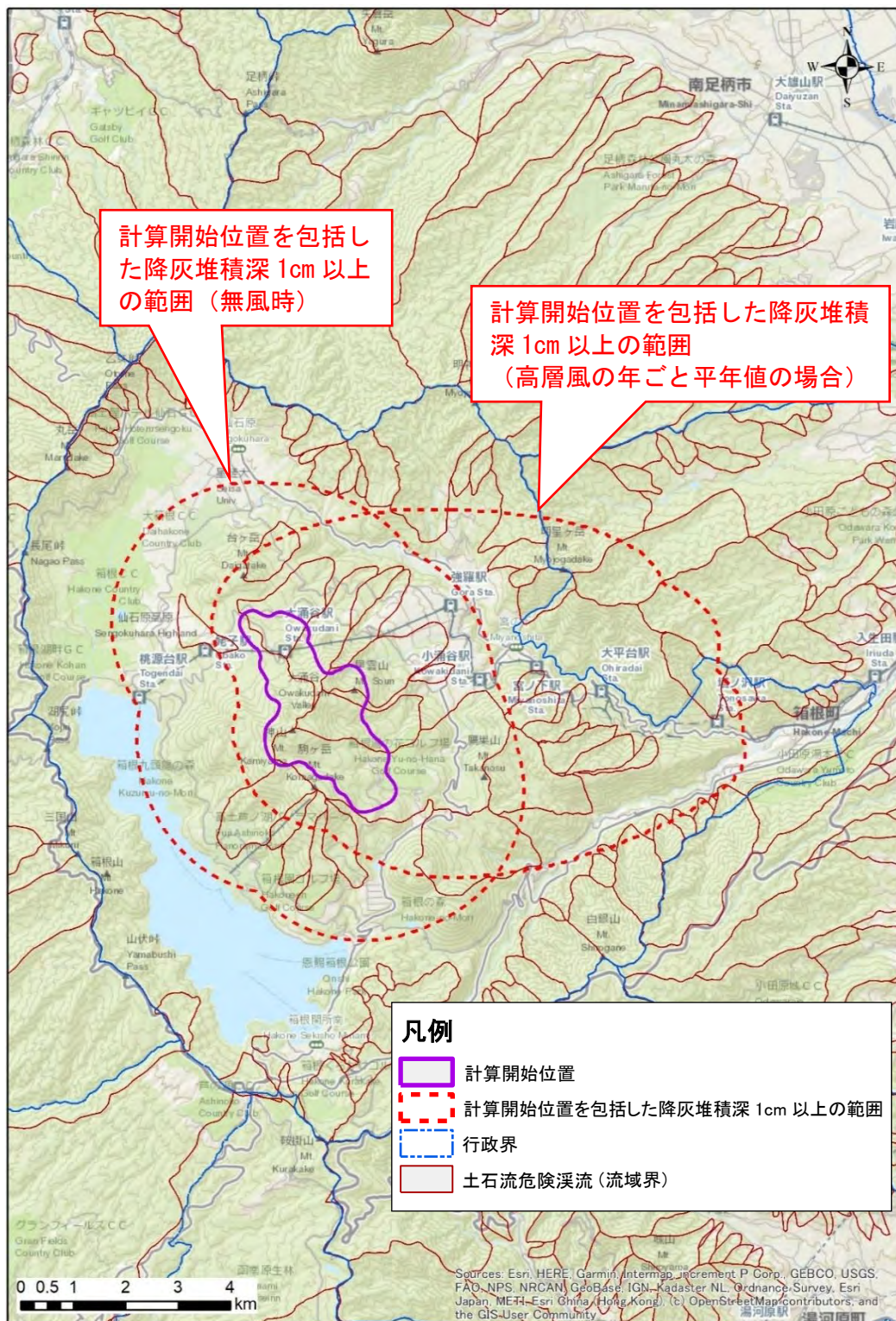


図 4-7 無風時、高層風の降灰シミュレーションに基づく降灰堆積深1cm以上の範囲

4.2 降灰後の土石流

4.2.1 対象溪流

降灰シミュレーションでも述べたとおり、他火山での実績から流域の概ね 5 割以上に 1cm 以上の降灰等が堆積する溪流からは土石流が発生する恐れが高まる。

そこで、降灰後の土石流対象溪流は、流域の概ね 5 割以上に 1cm 以上の降灰等の堆積が想定される土砂災害防止法に基づき設定されている溪流とした（計 39 溪流）。ここで、1cm 以上の降灰の堆積が想定される範囲は、計算開始位置全域を包括する範囲とした。

なお、流域内の降灰量については、無風の場合と高層風の年ごと平年値の場合を比較して、流域に多く堆積する方を採用した。

表 4-3 対象溪流

No	溪流名	溪流番号	流域 ^{※1} 面積 (km ²)	No	溪流名	溪流番号	流域 ^{※1} 面積 (km ²)
1	大畑沢	D-42023	1.27	27	須雲大沢	D-42015	1.80
2	大涌沢	D-42022	1.03	28	唐沢	D-42016	1.35
3	大石沢	大石沢-1	0.04	29	寺沢	D-42058	0.32
4		大石沢-2	0.03	30	上の沢	D-42059	0.09
5		大石沢-3	0.01	31	山畦沢	D-42060	0.49
6	強羅大沢	D-42020	0.53	32	塔の沢	D-42061	0.72
7	須沢	D-42019	1.23	33	螢沢	D-42070	0.07
8	境沢	D-42071	0.16	34	悪沢	D-42601	0.12
9	車沢	D-42018	1.12	35	常盤沢	D-42602	0.40
10	蛇骨沢	蛇骨沢-1	4.10	36	引込沢	D-42603	0.43
11		蛇骨沢-2	0.02	37	大平台大沢	D-42604	0.28
12		蛇骨沢-3	0.11	38	中の沢	D-42605	0.31
13		蛇骨沢-4	0.75	39	笹良沢	D-42606	0.13
14	高原沢	D-42025	0.33				
15	台ヶ岳沢	D-42024	0.46				
16	元箱根川	D-42029	0.47				
17	大芝沢	D-42072	0.19				
18	蛭川	D-42028	0.46				
19	駒沢	D-42027	0.27				
20	蝸沢	蝸沢-1	0.08				
21		蝸沢-2	0.43				
22		蝸沢-3	0.03				
23	防ヶ沢	第一防ヶ沢	0.25				
24		第二防ヶ沢	0.81				
25	湖尻川	D-42901	0.10				
26	湯の花沢	D-42908	0.42				

※1 土砂災害防止法に関する区域調査より

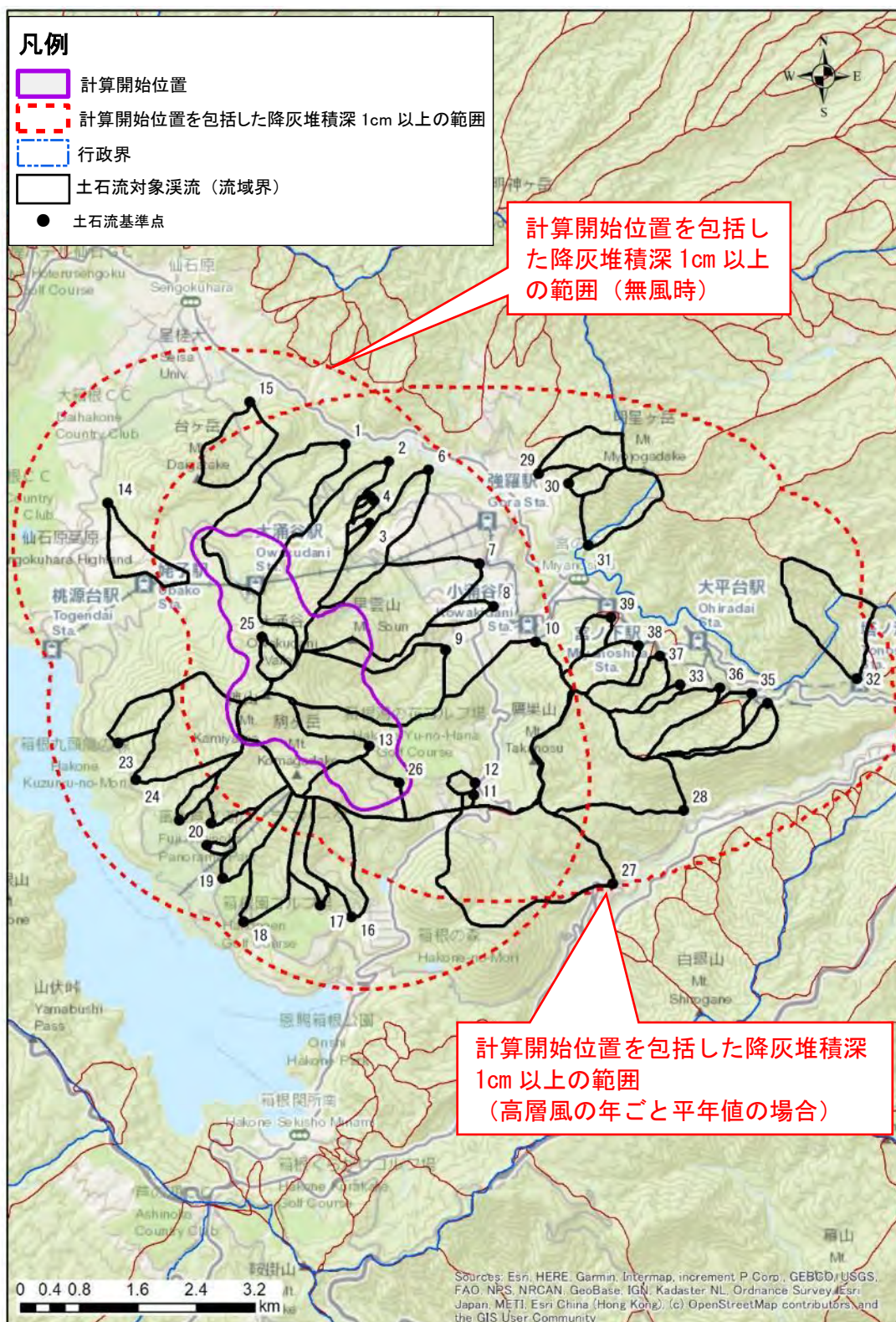


図 4-8 対象溪流 (黒線) と 1cm 以上の降灰が想定される区域 (赤線)

4.2.2 移動可能土砂量

移動可能土砂量は、降灰を含めた流域内にある不安定な土砂量であり、算出方法は砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編：平成 28 年 4 月）に基づき、降灰を考慮した以下の手順で算出した。

(1) 降灰量

計算開始位置のうち、各溪流の降灰が最も多くなる点により流域降灰量を設定した（図 4-9 にイメージ図を示す）。

無風の場合と高層風の年ごと平年値の場合の集計結果を比較し、各溪流で多い方を降灰量として採用した。また、雲仙普賢岳の平成 2 年噴火や三宅島の平成 12 年噴火後の計測結果を参考に、火山灰の流出率を 5% とした。

表 4-4 に対象溪流における流域降灰量を示す。

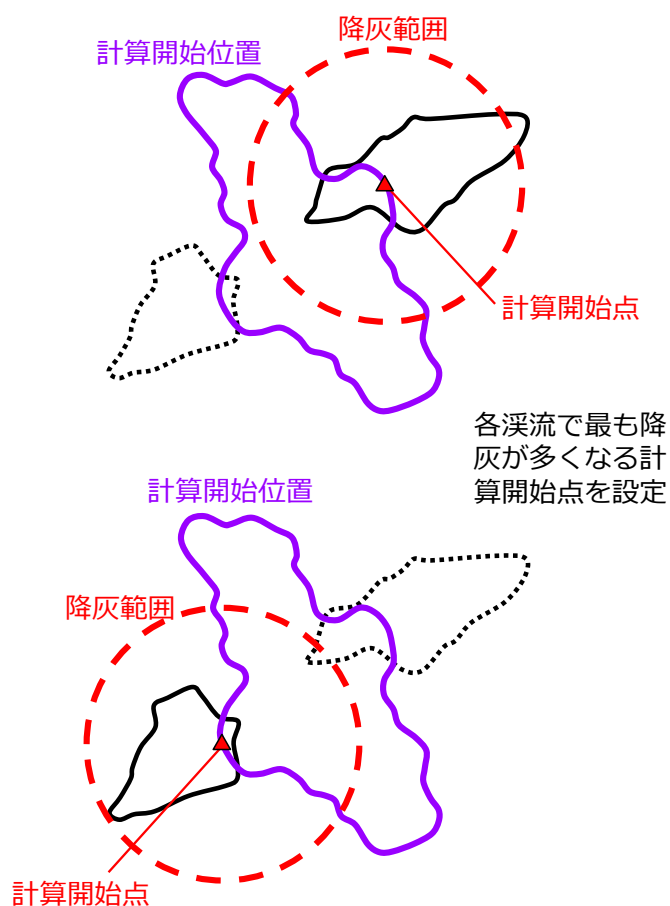


図 4-9 各溪流の流域で降灰が最も多くなる計算開始位置の設定

(2) 移動可能土砂量

溪流内に存在する不安定土砂量に火山噴火による降灰量を加えて移動可能土砂量とする。
表 4-4 に対象溪流の移動可能土砂量一覧を示す。

表 4-4 移動可能土砂量

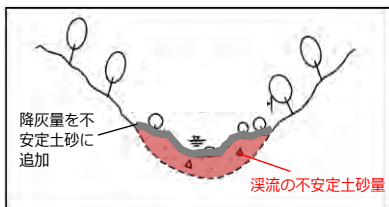
No	溪流名	溪流番号	流域面積 ^{※1} (km ²) A	流域降灰量(m ³) V			移動可能土砂 に加えられる 降灰量 (m ³) Va=V*0.05	流域平均 降灰深 V/A (m)	移動可能土砂量(m ³)		
				無風時	年平均風	採用			溪流の不安 定土砂量 ^{※1} Vr	全移動可能 土砂量 Va+Vr	
1	大畑沢	D-42023	1.27	180,074	53,431	180,074	9,004	0.14	15,750	24,754	
2	大涌沢	D-42022	1.03	139,325	37,475	139,325	6,966	0.14	12,180	19,146	
3	大石沢	大石沢-1	D-42021-1	0.04	3,000	2,535	3,000	150	0.08	130	280
4		大石沢-2	D-42021-2	0.03	1,817	1,200	1,817	91	0.06	500	591
5		大石沢-3	D-42021-3	0.01	554	400	554	28	0.06	600	628
6	強羅大沢	D-42020	0.53	41,941	23,187	41,941	2,097	0.08	8,140	10,237	
7	須沢	D-42019	1.23	178,155	51,359	178,155	8,908	0.14	17,670	26,578	
8	境沢	D-42071	0.16	8,102	8,213	8,213	411	0.05	596	1,007	
9	車沢	D-42018	1.12	170,412	43,162	170,412	8,521	0.15	7,010	15,531	
10	蛇骨沢	蛇骨沢-1	D-42017-1	4.10	331,109	133,111	331,109	16,555	0.08	15,820	32,375
11		蛇骨沢-2	D-42017-2	0.02	1,500	1,500	1,500	75	0.08	1,150	1,225
12		蛇骨沢-3	D-42017-3	0.11	16,884	8,250	16,884	844	0.15	5,000	5,844
13		蛇骨沢-4	D-42017-4	0.75	126,787	35,086	126,787	6,339	0.17	11,090	17,429
14	高原沢	D-42025	0.33	38,990	4,431	38,990	1,949	0.12	510	2,459	
15	台ヶ岳沢	D-42024	0.46	29,662	8,158	29,662	1,483	0.06	3,370	4,853	
16	元箱根川	D-42029	0.47	62,981	6,730	62,981	3,149	0.13	2,830	5,979	
17	大芝沢	D-42072	0.19	16,676	2,519	16,676	834	0.09	3,510	4,344	
18	蛭川	D-42028	0.46	28,209	6,643	28,209	1,410	0.06	2,685	4,095	
19	駒沢	D-42027	0.27	18,651	4,102	18,651	933	0.07	2,660	3,593	
20	蛸沢	蛸沢-1	D-42026-1	0.08	6,170	744	6,170	308	0.08	490	798
21		蛸沢-2	D-42026-2	0.43	70,595	10,800	70,595	3,530	0.16	2,790	6,320
22		蛸沢-3	D-42026-3	0.03	1,200	0	1,200	60	0.04	350	410
23	防ヶ沢	第一防ヶ沢	D-42906	0.25	14,907	14,907	14,907	745	0.06	1,070	1,815
24		第二防ヶ沢	D-42907	0.81	125,162	125,162	125,162	6,258	0.15	2,610	8,868
25	湖尻川	D-42901	0.10	20,000	6,862	20,000	1,000	0.20	4,370	5,370	
26	湯の花沢	D-42908	0.42	84,000	19,577	84,000	4,200	0.20	4,240	8,440	
27	須雲大沢	D-42015	1.80	52,285	39,864	52,285	2,614	0.03	7,670	10,284	
28	唐沢	D-42016	1.35		37,019	37,019	1,851	0.03	13,040	14,891	
29	寺沢	D-42058	0.32		6,400	6,400	320	0.02	10,410	10,730	
30	上の沢	D-42059	0.09		1,800	1,800	90	0.02	760	850	
31	山畦沢	D-42060	0.49		9,800	9,800	490	0.02	4,640	5,130	
32	塔の沢	D-42061	0.72		14,047	14,047	702	0.02	7,690	8,392	
33	蛸沢	D-42070	0.07		1,400	1,400	70	0.02	3,400	3,470	
34	悉沢	D-42601	0.12		2,400	2,400	120	0.02	1,940	2,060	
35	常盤沢	D-42602	0.40		8,000	8,000	400	0.02	9,250	9,650	
36	引込沢	D-42603	0.43		8,600	8,600	430	0.02	10,220	10,650	
37	大平台大沢	D-42604	0.28		5,600	5,600	280	0.02	6,190	6,470	
38	中の沢	D-42605	0.31		7,204	7,204	360	0.02	3,600	3,960	
39	笹良沢	D-42606	0.13		2,600	2,600	130	0.02	1,060	1,190	

※1 土砂災害防止法に関する区域調査より

表示桁数の関係で計算値が一致しない場合がある

【参考：溪流の不安定土砂量】

谷次数毎に侵食される幅、深さを現地調査により計測し、侵食可能断面積を算出。これに地形図から計測した区間長を乗ずることで不安定土砂量を求めた。



不安定土砂量の算出例（大畑沢）

	区間長 L (m)		侵食可能断面積 A (m ²)		溪流の不安定土砂量 Vr L×A (m ³)		
	0字谷	1字谷	0字谷	1字谷	0字谷	1字谷	合計
大畑沢	179	1,831	3.1	8.3	554.9	15,197.3	15,750

4.2.3 運搬可能土砂量

運搬可能土砂量は、計画規模の土石流によって運搬できる土砂量であり、箱根山における計画降雨規模は、平年的な年最大降雨を想定した2年超過確率日雨量（219.2mm、気象庁箱根観測所）とした（表4-5、表4-6）。

これは、発生頻度の低い火山噴火の後に、低確率規模の降雨が重なるのは非常に稀な現象であり、低確率規模の降雨とすると過大な想定となる。そのため、平年的な2年超過確率規模の日雨量を設定した。

なお、図4-10に示す三宅島の平成12年噴火後の土石流発生降雨によると、連続200mm以下で土石流が発生している。

計画降雨に対して各溪流の基準点の勾配等から砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編：平成28年4月）に基づき算出した運搬可能土砂量を表4-7に示す。

表4-5 気象庁箱根観測所の2年超過確率日雨量

外力設定	降雨量	備考
2年超過確率日雨量	219.2mm	箱根観測所(1976~2017年)による確率計算

表4-6 気象庁箱根観測所の確率日雨量（1976~2017年）

年超過確率規模	日雨量 (mm)
1/2	219.2
1/3	263.5
1/5	316.9
1/10	390.2
1/20	466.8
1/30	513.6
1/50	575.0
1/80	633.9
1/100	662.7

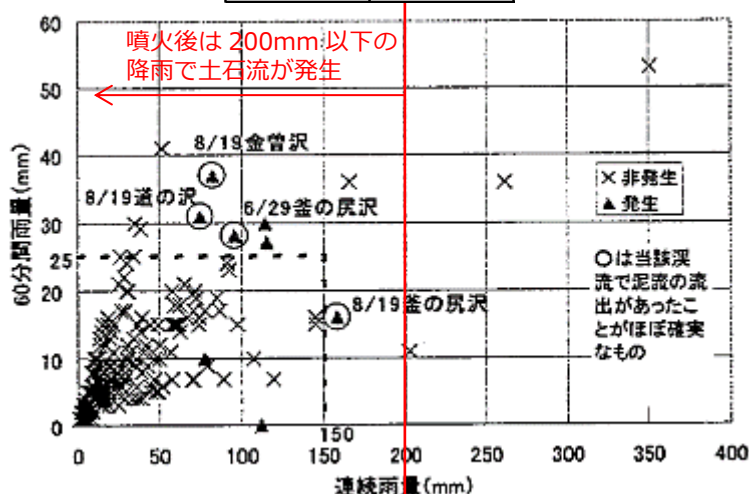


図4-10 2002年の三宅島における土石流発生降雨

(峰岸・他, 2003)

表 4-7 2年確率降雨による運搬可能土砂量

No	溪流名	溪流番号	流域面積 (km ²)	基準地点に※ ¹ おける 土砂濃度 Cd	空隙率※ ¹ λ	流出※ ¹ 補正 係数 fr	2年 超過確率の 降雨量 (mm/day) R	2年 超過確率 降雨による 運搬可能 土砂量 V (m ³)	
1	大畑沢	D-42023	1.27	0.42	0.4	0.23	219.2	77,280	
2	大涌沢	D-42022	1.03	0.30	0.4	0.25	219.2	40,320	
3	大石沢	大石沢-1	D-42021-1	0.04	0.49	0.4	0.50	219.2	7,020
4		大石沢-2	D-42021-2	0.03	0.37	0.4	0.50	219.2	3,220
5		大石沢-3	D-42021-3	0.01	0.34	0.4	0.50	219.2	940
6	強羅大沢	D-42020	0.53	0.32	0.4	0.31	219.2	28,250	
7	須沢	D-42019	1.23	0.37	0.4	0.23	219.2	60,700	
8	境沢	D-42071	0.16	0.28	0.4	0.47	219.2	10,680	
9	車沢	D-42018	1.12	0.54	0.4	0.24	219.2	115,280	
10	蛇骨沢	蛇骨沢-1	D-42017-1	4.10	0.30	0.4	0.15	219.2	96,290
11		蛇骨沢-2	D-42017-2	0.02	0.54	0.4	0.50	219.2	4,290
12		蛇骨沢-3	D-42017-3	0.11	0.54	0.4	0.49	219.2	23,120
13		蛇骨沢-4	D-42017-4	0.75	0.54	0.4	0.28	219.2	90,060
14	高原沢	D-42025	0.33	0.30	0.4	0.36	219.2	18,600	
15	台ヶ岳沢	D-42024	0.46	0.30	0.4	0.32	219.2	23,050	
16	元箱根川	D-42029	0.47	0.46	0.4	0.32	219.2	46,810	
17	大芝沢	D-42072	0.19	0.36	0.4	0.42	219.2	16,400	
18	蛭川	D-42028	0.46	0.57	0.4	0.32	219.2	71,290	
19	駒沢	D-42027	0.27	0.54	0.4	0.38	219.2	44,000	
20	蝟沢	蝟沢-1	D-42026-1	0.08	0.54	0.4	0.50	219.2	17,150
21		蝟沢-2	D-42026-2	0.43	0.38	0.4	0.33	219.2	31,770
22		蝟沢-3	D-42026-3	0.03	0.38	0.4	0.50	219.2	3,360
23	防ヶ沢	第一防ヶ沢	D-42906	0.25	0.44	0.4	0.39	219.2	27,990
24		第二防ヶ沢	D-42907	0.81	0.30	0.4	0.24	219.2	30,440
25	湖尻川	D-42901	0.10	0.54	0.4	0.50	219.2	21,440	
26	湯の花沢	D-42908	0.42	0.30	0.4	0.33	219.2	21,700	
27	須雲大沢	D-42015	1.80	0.29	0.4	0.20	219.2	53,720	
28	唐沢	D-42016	1.35	0.50	0.4	0.23	219.2	113,440	
29	寺沢	D-42058	0.32	0.30	0.4	0.36	219.2	18,040	
30	上の沢	D-42059	0.09	0.54	0.4	0.50	219.2	19,300	
31	山畦沢	D-42060	0.49	0.45	0.4	0.32	219.2	46,870	
32	塔の沢	D-42061	0.72	0.51	0.4	0.28	219.2	76,660	
33	蛭沢	D-42070	0.07	0.54	0.4	0.50	219.2	15,010	
34	悉沢	D-42601	0.12	0.54	0.4	0.47	219.2	24,190	
35	常盤沢	D-42602	0.40	0.54	0.4	0.34	219.2	58,330	
36	引込沢	D-42603	0.43	0.54	0.4	0.33	219.2	60,860	
37	大平台大沢	D-42604	0.28	0.54	0.4	0.38	219.2	45,630	
38	中の沢	D-42605	0.31	0.54	0.4	0.36	219.2	47,860	
39	笹良沢	D-42606	0.13	0.54	0.4	0.47	219.2	26,200	

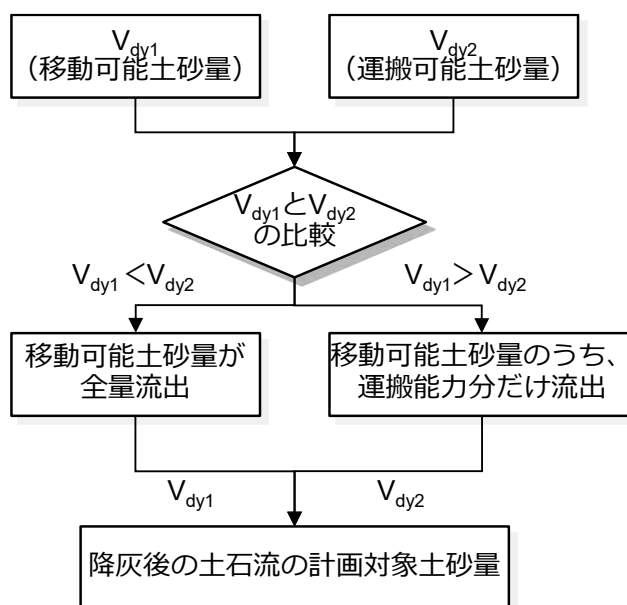
※1 土砂災害防止法に関する区域調書より

4.2.4 流出土砂量

砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編：平成 28 年 4 月）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を流出土砂量とする。これは、土砂は流水とともに流れるものであり、存在する土砂量（移動可能土砂量）が多くとも、それを流しうる水量（計画規模の土石流）が無ければ、その全てが流下しないと考えるためである（図 4-11、図 4-12 参照）。

ただし、流出土砂量が $1,000\text{m}^3$ 以下の場合は $1,000\text{m}^3$ とした。なお、最終的な流出土砂量は現況の施設効果量を引いたものとする。

表 4-8 に降灰後の土石流の流出土砂量を示す。



V_{dy1} ：移動可能土砂量の記号
 V_{dy2} ：運搬可能土砂量の記号

図 4-11 移動可能土砂量と運搬可能土砂量の比較

砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編：平成 28 年 4 月）

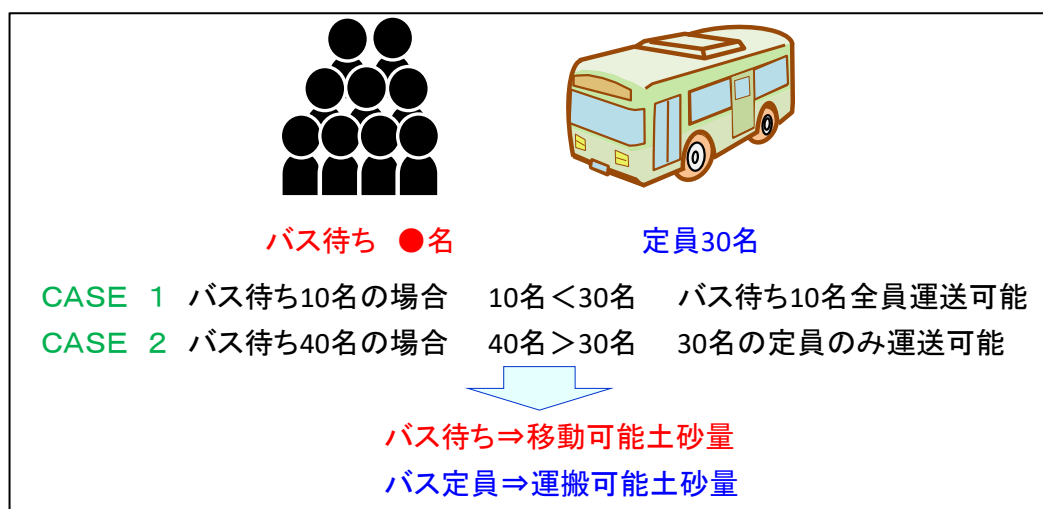


図 4-12 移動可能土砂量と運搬可能土砂量の概念図

表 4-8 降灰後の土石流の流出土砂量

No	渓流名	渓流番号	流域面積 (km ²)※1	渓流の不安定土砂量	流域の降灰量	不安定土砂量に対する降灰の割合	移動可能土砂量	2年超過確率降雨による運搬可能土砂量	流出土砂量	対策施設総効果量	施設効果を考慮した流出土砂量
				※1	B	B/A	C=A+B	D	※1	E-F	
				A	B	B/A	C=A+B	D	E	F	E-F
1	大畑沢	D-42023	1.27	15,750	9,004	57.2%	24,754	77,280	24,754	26,130	0
2	大涌沢	D-42022	1.03	12,180	6,966	57.2%	19,146	40,320	19,146	※3) 105,260	0
3	大石沢	大石沢-1	0.04	130	150	115.4%	280	7,020	1,000	80	920
4		大石沢-2	0.03	500	91	18.2%	591	3,220	1,000	0	1,000
5		大石沢-3	0.01	600	28	4.6%	628	940	1,000	0	1,000
6	強羅大沢	D-42020	0.53	8,140	2,097	25.8%	10,237	28,250	10,237	32,590	0
7	須沢	D-42019	1.23	17,670	8,908	50.4%	26,578	60,700	26,578	※3) 185,740	0
8	境沢	D-42071	0.16	596	411	68.9%	1,007	10,680	1,007	0	1,007
9	車沢	D-42018	1.12	7,010	8,521	121.5%	15,531	115,280	15,531	3,240	12,291
10	蛇骨沢	蛇骨沢-1	4.10	15,820	16,555	104.6%	32,375	96,290	32,375	13,320	19,055
11		蛇骨沢-2	0.02	1,150	75	6.5%	1,225	4,290	1,225	0	1,225
12		蛇骨沢-3	0.11	5,000	844	16.9%	5,844	23,120	5,844	1,730	4,114
13		蛇骨沢-4	0.75	11,090	6,339	57.2%	17,429	90,060	17,429	0	17,429
14	高原沢	D-42025	0.33	510	1,949	382.3%	2,459	18,600	2,459	0	2,459
15	台ヶ岳沢	D-42024	0.46	3,370	1,483	44.0%	4,853	23,050	4,853	0	4,853
16	元箱根川	D-42029	0.47	2,830	3,149	111.3%	5,979	46,810	5,979	0	5,979
17	大芝沢	D-42072	0.19	3,510	834	23.8%	4,344	16,400	4,344	0	4,344
18	蛭川	D-42028	0.46	2,685	1,410	52.5%	4,095	71,290	4,095	5,560	0
19	駒沢	D-42027	0.27	2,660	933	35.1%	3,593	44,000	3,593	70	3,523
20	蟷沢	蟷沢-1	0.08	490	308	63.0%	798	17,150	1,000	0	1,000
21		蟷沢-2	0.43	2,790	3,530	126.5%	6,320	31,770	6,320	0	6,320
22		蟷沢-3	0.03	350	60	17.1%	410	3,360	1,000	0	1,000
23	防ヶ沢	第一防ヶ沢	0.25	1,070	745	69.7%	1,815	27,990	1,815	0	1,815
24		第二防ヶ沢	0.81	2,610	6,258	239.8%	8,868	30,440	8,868	0	8,868
25	湖尻川	D-42901	0.10	4,370	1,000	22.9%	5,370	21,440	5,370	0	5,370
26	湯の花沢	D-42908	0.42	4,240	4,200	99.1%	8,440	21,700	8,440	4,880	3,560
27	須雲大沢	D-42015	1.80	7,670	2,614	34.1%	10,284	53,720	10,284	7,020	3,264
28	唐沢	D-42016	1.35	13,040	1,851	14.2%	14,891	113,440	14,891	3,050	11,841
29	寺沢	D-42058	0.32	10,410	320	3.1%	10,730	18,040	10,730	12,100	0
30	上の沢	D-42059	0.09	760	90	11.8%	850	19,300	1,000	240	760
31	山畦沢	D-42060	0.49	4,640	490	10.6%	5,130	46,870	5,130	3,510	1,620
32	塔の沢	D-42061	0.72	7,690	702	9.1%	8,392	76,660	8,392	3,470	4,922
33	螢沢	D-42070	0.07	3,400	70	2.1%	3,470	15,010	3,470	0	3,470
34	悪沢	D-42601	0.12	1,940	120	6.2%	2,060	24,190	2,060	1,230	830
35	常盤沢	D-42602	0.40	9,250	400	4.3%	9,650	58,330	9,650	1,210	8,440
36	引込沢	D-42603	0.43	10,220	430	4.2%	10,650	60,860	10,650	4,340	6,310
37	大平台大沢	D-42604	0.28	6,190	280	4.5%	6,470	45,630	6,470	13,273	0
38	中の沢	D-42605	0.31	3,600	360	10.0%	3,960	47,860	3,960	330	3,630
39	笹良沢	D-42606	0.13	1,060	130	12.3%	1,190	26,200	1,190	1,740	0

※1 流域面積、渓流の不安定土砂量、対策施設効果量は、土砂災害防止法に関する区域調査より

※2 流出土砂が1,000m³以下の場合には1,000m³とする

※3 大涌沢と須沢は源頭部の地すべりを考慮した計画のため施設整備量が多い



大涌沢の地すべり対策



早雲山の地すべり対策（須沢）

4.2.5 土石流ピーク流量

砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編：平成 28 年 4 月）による実績の観測データに基づく「流出土砂量に基づく土石流ピーク流量」と溪床堆積物が流水により侵食されて土石流になる発生過程を理論的に求めた「降雨量に基づく土石流ピーク流量」の大きな方とした。

表 4-10 に流出土砂量及び降雨量に基づく土石流ピーク流量をそれぞれ示す。

4.2.6 ハイδροグラフ

降灰後の土石流については、先頭ピークの三角形ハイδροとした。継続時間は流域降水量から求めている。土砂は先頭から土砂濃度 C_d で流出土砂量がなくなる時間まで投入した。なお、流出土砂量が 0 の溪流は計算の対象から除外している。

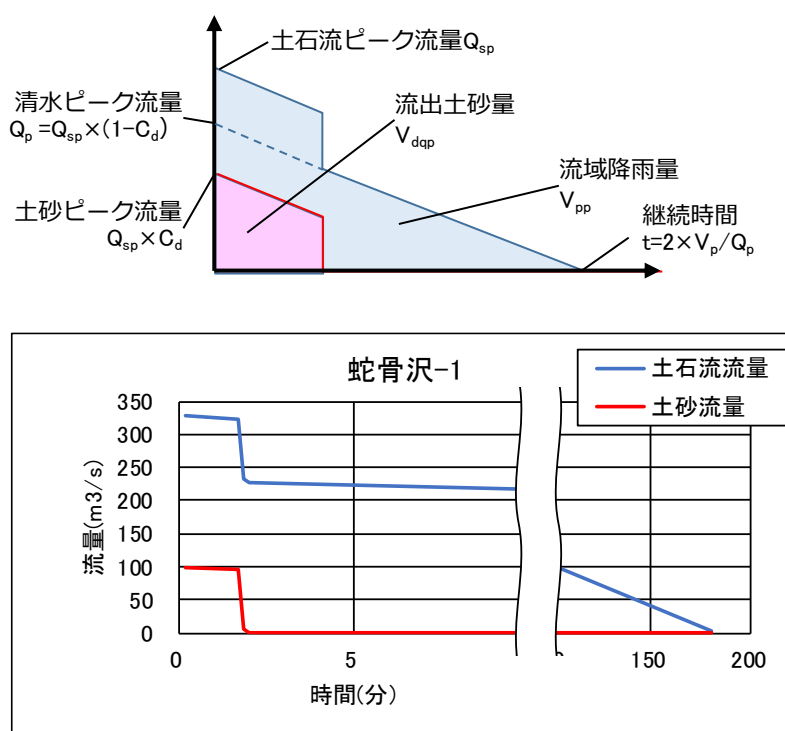


図 4-13 蛇骨沢-1 でのハイδροグラフ設定例

4.2.7 計算条件

シミュレーション計算に用いる各種パラメータは、下記のとおりとした。

表 4-9 降灰後の土石流の計算条件

項目	記号	単位	数値
泥水密度	ρ	t/m ³	1.2
砂礫密度	σ	t/m ³	2.65
土石流の代表粒径	d_m	cm	10
堆積土砂濃度	C_*		0.6
メッシュサイズ		m	5

表 4-10 土石流ピーク流量（流出土砂量及び降雨量に基づく）

No	溪流名	溪流番号	流域面積 (km ²)	流出土砂量 (m ³)	流出土砂量に基づく 土石流ピーク流量				合理式に基づく清水流量						土石流 ピーク 流量 (採用) (m ³ /s)	流域 降雨量 (m ³)	継続時間 (s)	
					基準 地点に おける 土砂濃度 Cd	堆積 土砂 濃度 C*	土石流 ピーク 流量 (m ³ /s)	清水 ピーク 流量 (m ³ /s)	24h雨量 (2年確 率) (mm)	ピーク 流出 係数※	有効 降雨 強度 (mm)	清水 の 対象 流量 (m ³ /s)	土石流 ピーク 流量 (m ³ /s)	清水 ピーク 流量 (m ³ /s)				
					③	④	⑤=⑤ ×②/③	⑥=⑤× (1-③)	⑦	⑧	⑨	⑩=1/3.6* ⑨*①	⑪=④/(④ -③)×⑩	⑫=⑪× (1-③)				⑬=①× ⑦×⑧
1	大畑沢	D-42023	1.27	0	0	0.6	0	0.0	219.2	1.00	63.46	22.4	22.4	22.4	22.4	278,384	24,869	
2	大涌沢	D-42022	1.03	0	0	0.6	0	0.0	219.2	1.00	65.26	18.7	18.7	18.7	18.7	225,776	24,185	
3	大石沢	大石沢-1	D-42021-1	0.04	920	0.49	0.6	11.3	5.8	219.2	1.00	100.63	1.1	6.1	3.1	11.3	8,768	3,043
4		大石沢-2	D-42021-2	0.03	1,000	0.37	0.6	16.2	10.2	219.2	1.00	104.56	0.9	2.3	1.4	16.2	6,576	1,289
5		大石沢-3	D-42021-3	0.01	1,000	0.34	0.6	17.6	11.6	219.2	1.00	121.06	0.3	0.8	0.5	17.6	2,192	377
6	強羅大沢	D-42020	0.53	0	0	0.6	0	0.0	219.2	1.00	71.30	10.5	10.5	10.5	10.5	116,176	22,134	
7	須沢	D-42019	1.23	0	0	0.6	0	0.0	219.2	1.00	63.73	21.8	21.8	21.8	21.8	269,616	24,764	
8	境沢	D-42071	0.16	1,007	0.28	0.6	21.6	15.6	219.2	1.00	83.65	3.7	7.0	5.0	21.6	35,072	4,510	
9	車沢	D-42018	1.12	12,291	0.54	0.6	136.6	62.8	219.2	1.00	64.53	20.1	200.8	92.4	200.8	245,504	5,317	
10	蛇骨沢	蛇骨沢-1	D-42017-1	4.10	19,055	0.3	0.6	381.1	266.8	219.2	1.00	54.28	61.8	123.6	86.5	381.1	898,720	6,738
11		蛇骨沢-2	D-42017-2	0.02	1,225	0.54	0.6	13.6	6.3	219.2	1.00	110.37	0.6	6.1	2.8	13.6	4,384	1,402
12		蛇骨沢-3	D-42017-3	0.11	4,114	0.54	0.6	45.7	21.0	219.2	1.00	87.93	2.7	26.9	12.4	45.7	24,112	2,294
13		蛇骨沢-4	D-42017-4	0.75	17,429	0.54	0.6	193.7	89.1	219.2	1.00	68.08	14.2	141.8	65.2	193.7	164,400	3,690
14	高原沢	D-42025	0.33	2,459	0.3	0.6	49.2	34.4	219.2	1.00	75.95	7.0	13.9	9.7	49.2	72,336	4,201	
15	台ヶ岳沢	D-42024	0.46	4,853	0.3	0.6	97.1	68.0	219.2	1.00	72.66	9.3	18.6	13.0	97.1	100,832	2,967	
16	元箱根川	D-42029	0.47	5,979	0.46	0.6	78	42.1	219.2	1.00	72.45	9.5	40.5	21.9	78.0	103,024	4,892	
17	大芝沢	D-42072	0.19	4,344	0.36	0.6	72.4	46.3	219.2	1.00	81.75	4.3	10.8	6.9	72.4	41,648	1,798	
18	蛭川	D-42028	0.46	0	0	0.6	0	0.0	219.2	1.00	72.66	9.3	9.3	9.3	9.3	100,832	21,720	
19	駒沢	D-42027	0.27	3,523	0.54	0.6	39.1	18.0	219.2	1.00	78.01	5.9	58.5	26.9	58.5	59,184	4,398	
20	蛸沢	蛸沢-1	D-42026-1	0.08	1,000	0.54	0.6	11.1	5.1	219.2	1.00	91.75	2.0	20.4	9.4	20.4	17,536	3,740
21		蛸沢-2	D-42026-2	0.43	6,320	0.38	0.6	99.8	61.9	219.2	1.00	73.32	8.8	23.9	14.8	99.8	94,256	3,047
22		蛸沢-3	D-42026-3	0.03	1,000	0.38	0.6	15.8	9.8	219.2	1.00	104.56	0.9	2.4	1.5	15.8	6,576	1,343
23	防ヶ沢	第一防ヶ沢	D-42906	0.25	1,815	0.44	0.6	24.8	13.9	219.2	1.00	78.82	5.5	20.5	11.5	24.8	54,800	7,892
24		第二防ヶ沢	D-42907	0.81	8,868	0.3	0.6	177.4	124.2	219.2	1.00	67.38	15.2	30.3	21.2	177.4	177,552	2,860
25	湖尻川	D-42901	0.10	5,370	0.54	0.6	59.7	27.5	219.2	1.00	89.06	2.5	24.7	11.4	59.7	21,920	1,596	
26	湯の花沢	D-42908	0.42	3,560	0.3	0.6	71.2	49.8	219.2	1.00	73.55	8.6	17.2	12.0	71.2	92,064	3,694	
27	須雲大沢	D-42015	1.80	3,264	0.29	0.6	67.5	47.9	219.2	1.00	60.58	30.3	58.6	41.6	67.5	394,560	16,466	
28	唐沢	D-42016	1.35	11,841	0.5	0.6	142.1	71.1	219.2	1.00	62.95	23.6	141.6	70.8	142.1	295,920	8,330	
29	寺沢	D-42058	0.32	0	0	0.6	0	0.0	219.2	1.00	76.26	6.8	6.8	6.8	6.8	70,144	20,694	
30	上の沢	D-42059	0.09	760	0.54	0.6	8.4	3.9	219.2	1.00	90.32	2.3	22.6	10.4	22.6	19,728	3,799	
31	山畦沢	D-42060	0.49	1,620	0.45	0.6	21.6	11.9	219.2	1.00	72.05	9.8	39.2	21.6	39.2	107,408	9,956	
32	塔の沢	D-42061	0.72	4,922	0.51	0.6	57.9	28.4	219.2	1.00	68.45	13.7	91.3	44.7	91.3	157,824	7,058	
33	蛸沢	D-42070	0.07	3,470	0.54	0.6	38.6	17.8	219.2	1.00	93.39	1.8	18.2	8.4	38.6	15,344	1,728	
34	悪沢	D-42601	0.12	830	0.54	0.6	9.2	4.2	219.2	1.00	86.92	2.9	29.0	13.3	29.0	26,304	3,947	
35	常盤沢	D-42602	0.40	8,440	0.54	0.6	93.8	43.1	219.2	1.00	74.03	8.2	82.3	37.8	93.8	87,680	4,064	
36	引込沢	D-42603	0.43	6,310	0.54	0.6	70.1	32.2	219.2	1.00	73.32	8.8	87.6	40.3	87.6	94,256	4,680	
37	大平台大沢	D-42604	0.28	0	0	0.6	0	0.0	219.2	1.00	77.63	6.0	6.0	6.0	6.0	61,376	20,329	
38	中の沢	D-42605	0.31	3,630	0.54	0.6	40.3	18.5	219.2	1.00	76.59	6.6	66.0	30.3	66.0	67,952	4,480	
39	笹良沢	D-42606	0.13	0	0	0.6	0	0.0	219.2	1.00	86.00	3.1	3.1	3.1	3.1	28,496	18,353	

表示桁数の関係で計算値が一致しない場合がある

ピーク流量の採用値

※降灰による浸透能低下を考慮し1.0（全流出）とした

4.2.8 早川本川の流量

早川本川は湯本観測所の平水流量（平成12年～平成29年の平均値）を流域面積按分して投入した。

表 4-11 湯本観測所の平水流量（平成12年～平成29年の平均値）

地点	合流	流域面積 (km ²)	流量 (m ³ /s)
本川A	蛇骨川	60.38	0.98
本川B	須沢、寺沢、上の沢	58.16	0.94
本川C	大石沢、強羅大沢	50.72	0.82
本川D	大涌沢	49.32	0.80
本川E	大畑沢	47.09	0.76
本川F	台ヶ岳沢	44.21	0.72
本川G	山畦川、笹良沢、中の沢、大平台大沢	67.18	1.09
本川H	蛍沢、引込沢、常盤沢、悪沢、塔ノ沢	71.91	1.17
本川I	唐沢	13.19	0.21
	湯本観測所	97.41	1.58

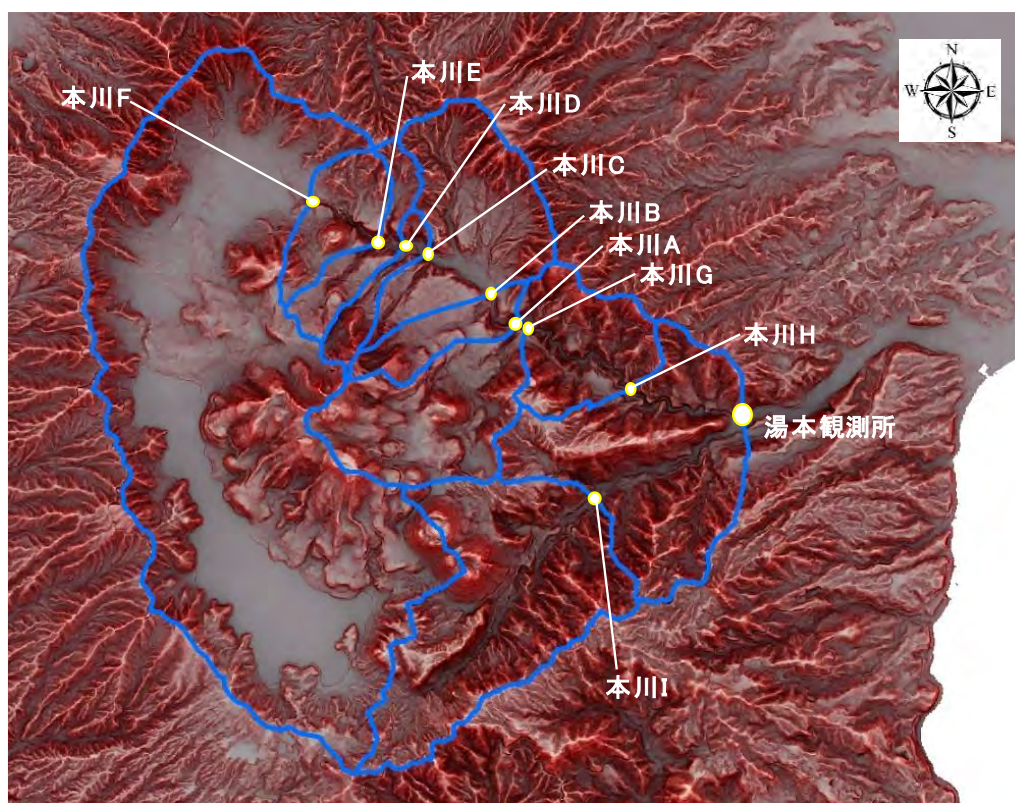


図 4-14 流域面積算出図

赤色立体地図 ©アジア航測株式会社

4.2.9 地形データ

地形データについては、国土地理院による基盤地図情報の5mメッシュ地形データ（平成21年計測）を使用することとした。

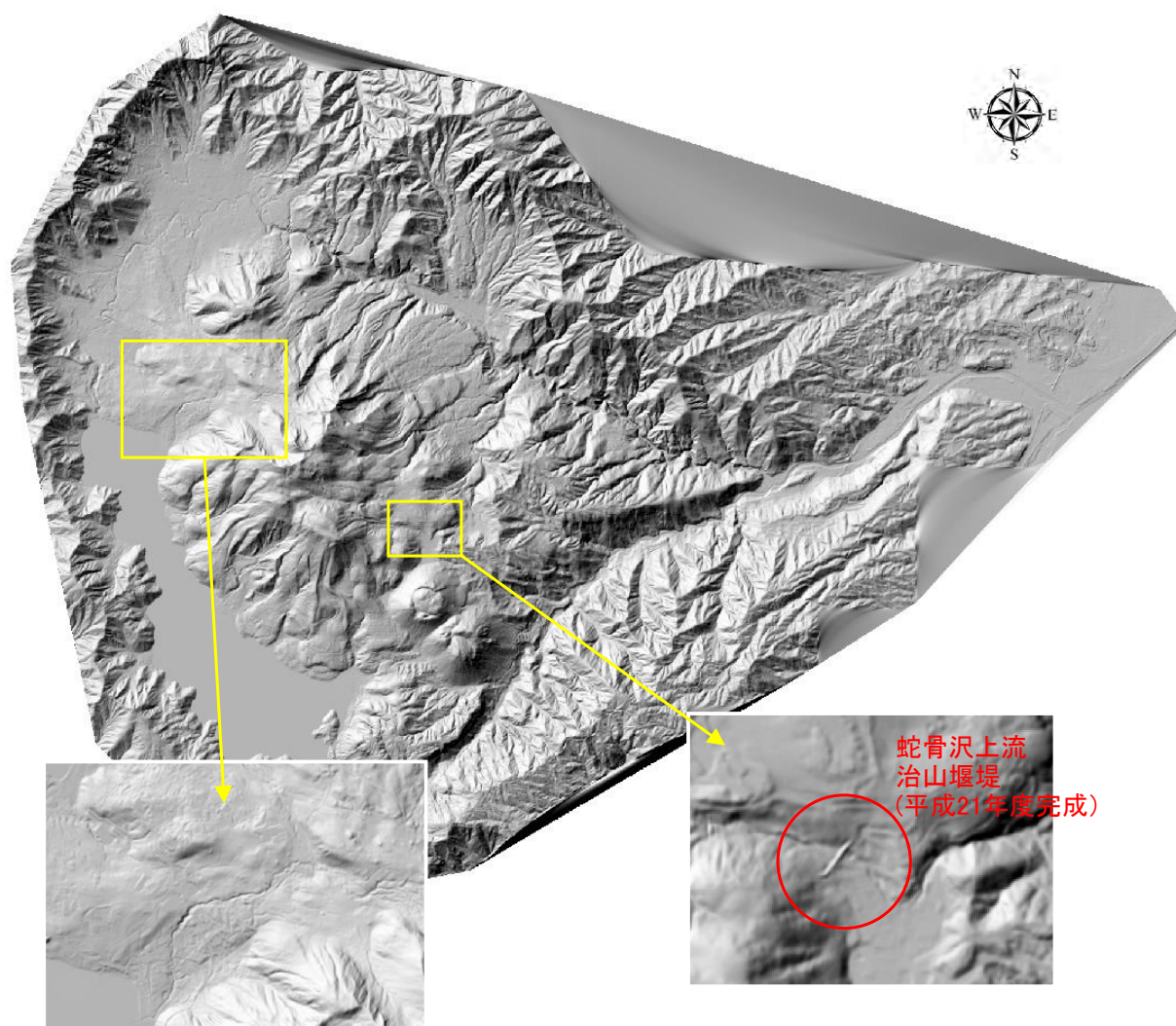


図 4-15 基盤地図情報のレーザー計測 5m メッシュ地形（レーザー測量：平成 21 年）

4.2.10 土石流の同時多発溪流について

土石流が同時発生すると、河道への土砂流入が増加し、溪流毎に単独で発生するより氾濫域が拡大する恐れがある。箱根山体溪流のうち、土石流の同時多発により被害拡大が懸念される箇所が4箇所存在する（表 4-12）。

表 4-12 土石流の同時発生箇所

同時発生箇所	溪流
同時発生箇所① (早川本川)	(7 溪流) 大畑沢、大涌沢、大石沢-1、 大石沢-2、大石沢-3、強羅大沢、 台ヶ岳沢
同時発生箇所② (蛇骨川)	(6 溪流) 境沢、車沢、蛇骨沢-1、 蛇骨沢-2、蛇骨沢-3、蛇骨沢-4
同時発生箇所③ (箱根園付近)	(4 溪流) 駒沢、蛸沢-1、蛸沢-2、蛸沢-3
同時発生箇所④ (元箱根)	(2 溪流) 元箱根川、大芝沢



図 4-16 土石流の同時多発により被害拡大が懸念される箇所
平成 30 年 7 月豪雨（広島県呉市）国土交通省 HP

4.3 火口噴出型泥流

4.3.1 数値シミュレーションの計算開始点

火口噴出型泥流の計算開始点は、実績等に基づき以下の7地点を設定した。

- ▲ 約3,500年前から西暦2015年までの間に形成された火口及び噴気位置で密度が高い地点
(カーネル密度分析*により設定) (下図①~④)
- ▲ 2015年1月から12月(活発的な地震及び火山噴火が発生した期間)で観測された地震の震源が集中する地点(下図⑤、⑥)
- ▲ 約3,500年前に発生した火山噴火地点(下図⑦)

※カーネル密度分析

有限の標本(ここでは火口と噴気の位置)から全体の分布(密度)を推定する手法。標本の分布傾向を視覚的に把握しやすくできる。

等密度線が密な地域ほど、火口や噴気の密度が高いことを表す。

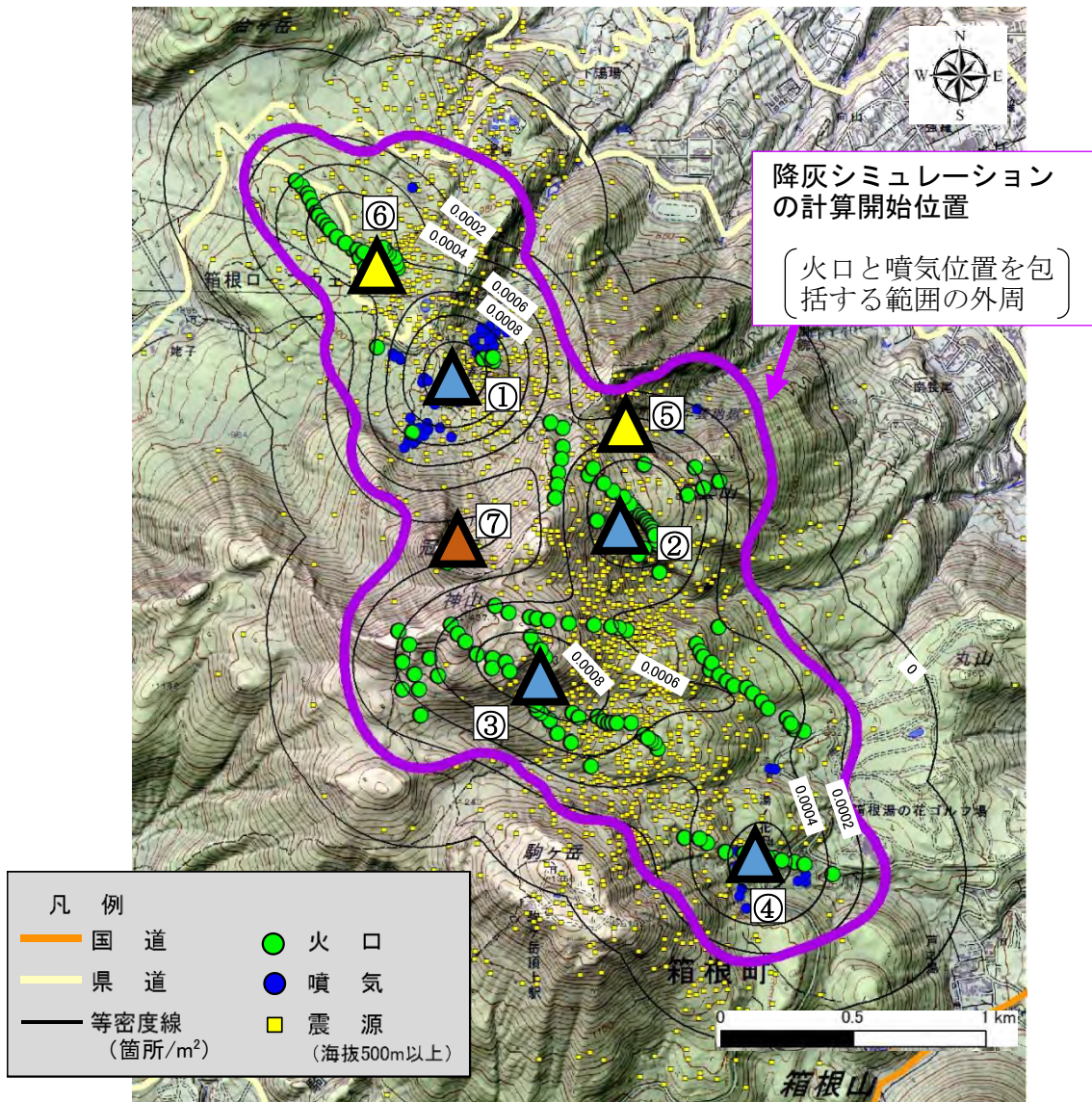


図 4-17 火口噴出型泥流の計算開始点の設定

4.3.2 泥流規模

火口噴出型泥流の規模（噴出土砂量）は、国内の発生事例から設定した。例えば、Sasaki et al. (2016)により、国内の火口噴出型泥流の発生事例がまとめられている。事例より規模の大きな2例に基づき噴出土砂量を以下のように設定した。

噴出土砂量：10万m³（100×10³m³）（1974 新潟焼山、2014 御嶽山規模）

表 4-13 国内での火口噴出型泥流の発生事例

火山名	発生年	噴火様式	土砂量 (10 ³ m ³)	流下距離 (km)	被害
焼岳	1962	水蒸気噴火	-	2.5	-
新潟焼山	1974	水蒸気噴火	100	>11	-
新燃岳	1992	水蒸気噴火	0.04	0.2	-
九重山	1995	マグマ水蒸気噴火	4.8	0.2	-
秋田焼山	1997	水蒸気噴火	2	0.1	-
有珠山	2000	マグマ水蒸気噴火	-	0.8	家屋・橋の損壊
雌阿寒岳	2006	水蒸気噴火	0.4	1	-
御嶽山	2014	水蒸気噴火	120	5	-

(Sasaki et al., 2016)

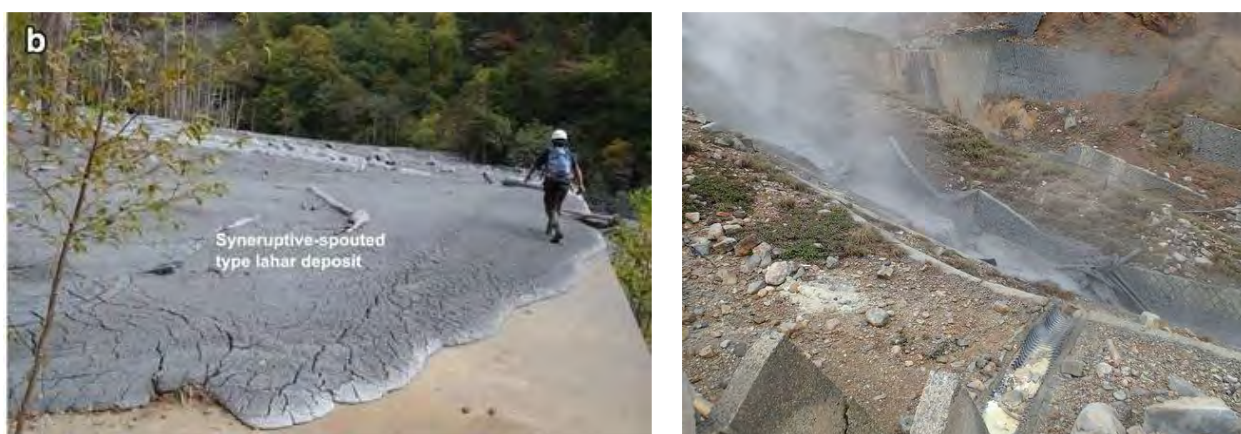


図 4-18 火口噴出型泥流の事例

左：御嶽山 2014 噴火による火口噴出型泥流の堆積物（Sasaki et al., 2016）

右：箱根山 2015 噴火による火口噴出型泥流（Mannen et al., 2018）

4.3.3 計算条件

計算条件について、泥流規模の検討と同様に、他火山の事例を基に設定した。

- ・噴出土砂量の空隙が水で満たされていると想定した（空隙率 40%）。
- ・土砂のうち細粒分（60%）は泥水として挙動する（十勝岳の融雪型火山泥流）。
- ・噴出時間は 30 分として矩形ハイドログラフを想定した（有珠山等の他火山）。
- ・砂防設備で捕捉できるのは粗粒分であり、空隙を見込んだ 4 万 m³ が対象となる。
- ・粗度係数は他火山での事例を参考に 0.06 とした。

規模	空隙込の土砂量 (m ³)	空隙率	土砂量実容積 (m ³)	粗粒分 40% (m ³)		細粒分 60% (m ³)		水量 (空隙飽和) (m ³)	泥流総量 (m ³)	土砂濃度 C _d	泥水密度 (kg/m ³)	流出時間 (s)	ピーク流量 (m ³ /s)
				実容積	空隙込	実容積	空隙込						
国内最大	100,000	0.4	60,000	24,000	40,000	36,000	60,000	40,000	100,000	0.24	1,232	1800	55.6

礫密度 σ	2,600kg/m ³
内部摩擦角	35°
堆積土砂濃度	0.6
平均粒径	10cm
粗度係数	0.06

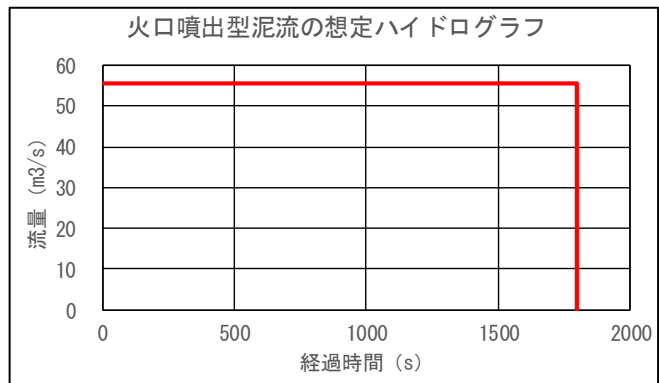


図 4-19 火口噴出型泥流の計算条件

4.4 想定被害のまとめ

以上の条件により実施した数値シミュレーション結果を「土砂災害予想区域図」として別冊にとりまとめた。表 4-14 に数値シミュレーションによる被害想定結果をまとめた。

表 4-14 被害想定結果のまとめ

	現象	想定される災害
水蒸気噴火	火口噴出型泥流	ケース2 <ul style="list-style-type: none"> ・泥流が発生すると、火口の位置によって、車沢、湯の花沢、須沢、蛇骨沢-4、湖尻川で氾濫の可能性ある。 ・居住地への到達は早くて5~10分。
	水蒸気噴火による降灰後の土石流※ <small>※土石流は、火砕流による土砂堆積範囲に降雨が合った場合も発生する可能性がある。</small>	ケース8 <ul style="list-style-type: none"> ・39溪流中22溪流で土石流が氾濫する恐れがある。(大石沢-1,大石沢-2,大石沢-3,高原沢,車沢,蛇骨沢-2,蛇骨沢-3,蛇骨沢-4,元箱根川,大芝沢,駒沢,蛸沢-1,蛸沢-2,蛸沢-3,第一防ヶ沢,第二防ヶ沢,湖尻川,湯の花沢,唐沢,上の沢,山畦沢,蛭沢,) ・同時多発的に土石流が発生した場合、単独溪流で発生する場合より被害が拡大し、早川本川左岸側（宮城野地区）で早川が氾濫する恐れがある。

計 画 編

1. 対策方針の設定

1.1 対策可能な現象・規模

基本事項編 3.2.3 のとおり、箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画で対象とする現象は「降灰後の土石流」及び「火口噴出型泥流」とする。

緊急ハード対策及び緊急ソフト対策で対応できる現象とその規模は、技術的・社会的な制約があるので、対応が可能な現象とその規模を整理する必要がある。

対策可能な現象と規模の基本的な考え方は「基本事項編 3.2.3」のとおりとし、ここで扱う緊急ハード対策、緊急ソフト対策は以下のように定義する。

緊急ハード対策

- ・ここで扱う「緊急ハード対策」は砂防堰堤や導流堤等、**対策可能期間内に施工可能な規模**の施設とする。
- ・火砕流や溶岩流など対策施設が確立されていない現象はハード対策の対象としない。



冠4号ダム（大涌沢）

緊急ソフト対策

- ・ここで扱う「緊急ソフト対策」は**砂防で実施すべき火山監視機器の設置**と**リアルタイムハザードマップ**の提供とする。
- ・火山監視機器は緊急ハード対策作業従事者の安全確保や箱根町へ土石流等発生情報の提供を目的とした機器を対象とする。
- ・神奈川県が作成するリアルタイムハザードマップは、**ブリアナリシス型**（データベース方式）である。



監視カメラの緊急配置（霧島山）

図 1-1 箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画の基本的考え方

1.2 箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画における対策開始のタイミング

- ・地震活動や熱活動の活発化が認められ、噴火警戒レベル2（火口周辺規制）に上昇した段階で資機材の調達準備等の対策準備を開始する。

【火口噴出型泥流の場合】

- ・火山活動が活発化して噴火位置がある程度推定された段階で火口噴出型泥流に対する対策に着手する。

【降灰後の土石流の場合】

- ・火山噴火が発生して国土交通省の緊急調査から土砂災害緊急情報が発表された溪流及び神奈川県緊急調査で土石流の危険性があると判断された溪流について火山噴火緊急減災対策砂防計画を開始する。複数の溪流が該当する場合は、保全対象の優先度が高い溪流から順次、対策を実施する。

- ・いずれの現象に対しても対策の実施は、地域住民の避難対策とも関連するため、箱根山火山防災協議会と連携を図りながら決定する。
- ・噴火警戒レベルに係わらず、火山噴火が発生した場合は対策を実施する。

対策開始のタイミングは火口噴出型泥流と降灰後の土石流で異なるが、資機材の調達準備や残土の仮置き場の確保等の事前準備は噴火警戒レベル2（火口周辺規制）が発表されたら着手することが望ましい。

（火口噴出型泥流）

火口噴出型泥流は、火山噴火とほぼ同時に発生する可能性があるため火山噴火前に対策を完了しておくことが望ましいが、火口位置が推定されないと対策を開始することは困難である。そこで、火口位置がある程度推定された段階を対策開始のタイミングとし、箱根山火山防災協議会と連携を図りながら決定する。

（降灰後の土石流）

降灰後の土石流に対して、火山噴火前に降灰範囲を予測して対策を開始することは困難である。そこで、火山噴火後に国土交通省による緊急調査の結果発表される「土砂災害緊急情報」及び県の緊急調査で土石流の危険性があると判断された場合を対策開始のトリガーとすることが合理的であると判断される。

1.3 対策休止のタイミング

【噴火警戒レベルによる基準】

- ・噴火警報が発表され、噴火警戒レベル4（高齢者等避難）に上昇した段階で、噴火警戒レベル4（高齢者等避難）の規制区域内での対策を中断する。
- ・噴火警戒レベル5（避難）に上昇した場合、火砕流の可能性があるので全作業を中断して避難する。

【降雨による基準】

- ・国土交通省による緊急調査で設定される避難の参考となる雨量基準を超過した段階で対策を中断する。

対策を中断するタイミングは「火山活動」によるものと「降雨」によるものがある。「火山活動」によるものは、噴火警報が発表されて噴火警戒レベル4（高齢者等避難）もしくは噴火警戒レベル5（避難）になった時点で中断することが妥当である。

箱根山の噴火警戒レベルを図 1-3、図 1-4 及び図 1-5 に示す。

「降雨」に関しては、国土交通省の緊急調査により設定され、土砂災害緊急情報で発表される降灰後の雨量基準を超過した時点で作業を中断する必要がある。

対策開始・休止の判断フローを図 1-2 に示す。

また、国土交通省が行う土砂災害防止法に基づく緊急調査の概要と事例を図 1-6、図 1-7 に示した。

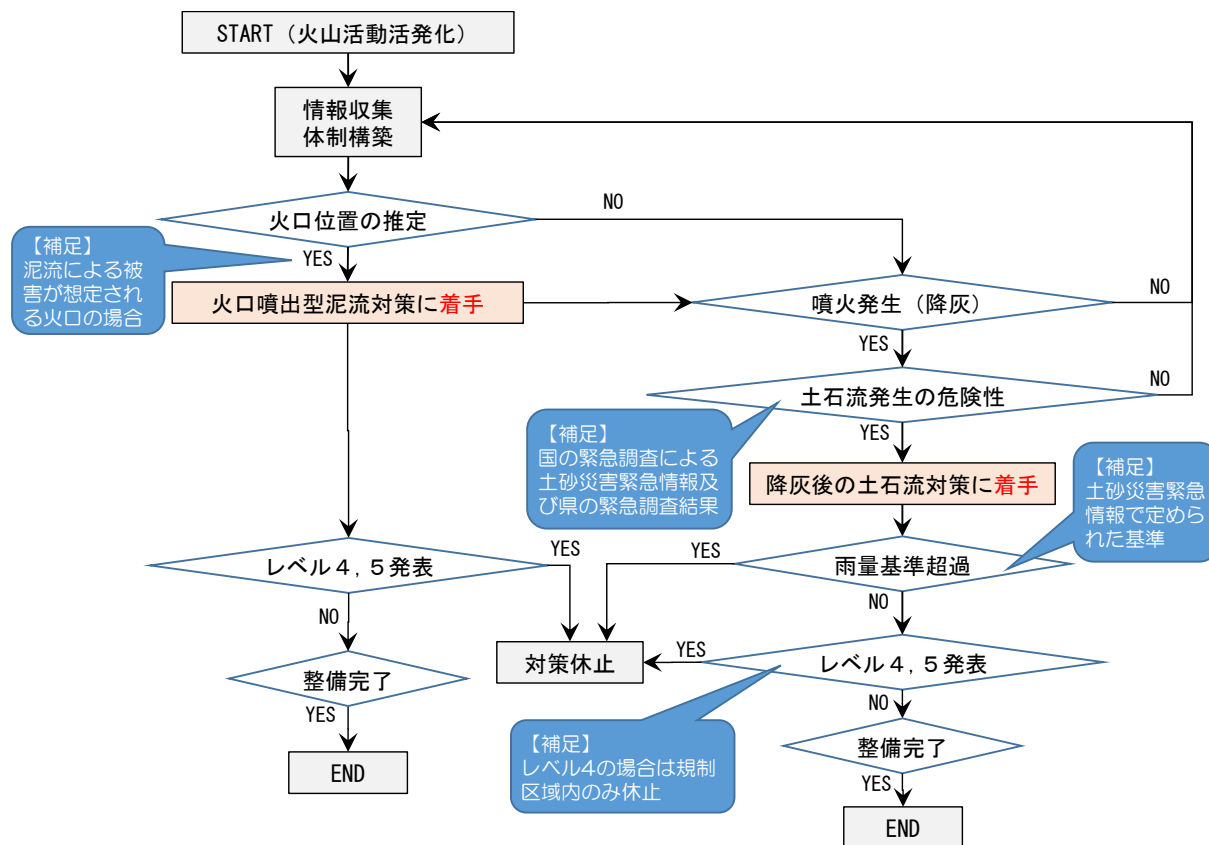


図 1-2 対策開始・休止の判断フロー

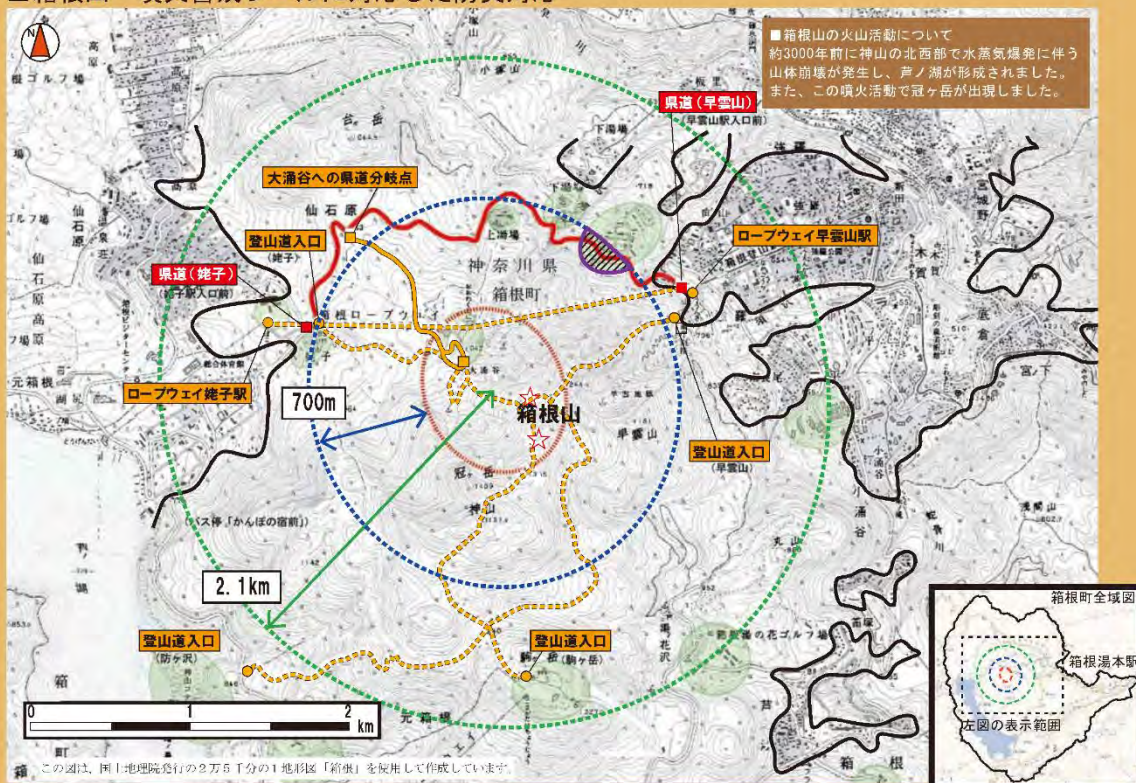
箱根山の噴火警戒レベル

— 火山災害から身を守るために —

- 噴火警戒レベルとは、噴火時などに危険な範囲や必要な防災対応を、レベル1から5の5段階に区分したものです。
- 各レベルには、火山の周辺住民、観光客、登山者等のとるべき防災行動が一目で分かるキーワードを設定しています（レベル5は「避難」、レベル4は「高齢者等避難」、レベル3は「入山規制」、レベル2は「火口周辺規制」、レベル1は「活火山であることに留意」）。
- 対象となる火山が噴火警戒レベルのどの段階にあるかは、噴火警報等でお伝えします。



■箱根山 噴火警戒レベルに対応した防災対応



●噴火警戒レベルに応じて下記のような防災対応が必要になります。＜大涌谷周辺での噴火を想定した場合＞

レベル5（避難）：危険な居住地域（赤点線）からの避難等。

レベル4（高齢者等避難）：警戒が必要な居住地域（赤点線）での高齢者等の要配慮者の避難、住民の避難の準備等。
箱根山においては、非常に多くの観光客を円滑に避難させる必要があること、居住地域が想定火口に近いことから、箱根町はこの段階で避難指示を発令。

レベル3（入山規制）：想定火口域の端から約700m以内の立入禁止。
県道は通行できません。

レベル2（火口周辺規制）：想定火口域（赤点線）周辺の立入禁止。
県道、登山道等は通行できません。

レベル1（活火山であることに留意）：状況に応じて想定火口域（赤点線）内への立入規制等。

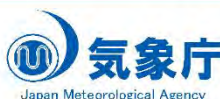
■この図は「箱根町（大涌谷）火山避難計画」（箱根火山防災協議会、平成27年8月）に基づき作成しています。

■箱根山の噴火警戒レベルは、地元自治体等で構成する箱根山火山防災協議会において作成しました。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、詳細については箱根町にお問い合わせください。

■特定地域は、居住地域よりも想定火口に近く、別荘等の施設が含まれる地域です。居住地域よりも早い段階（レベル3）で避難が必要となります。



本冊子は、箱根インクを併用しています。



気象庁地震火山部火山監視課 火山監視・警報センター
TEL: 03-6758-3900(内線5189) <https://www.jma.go.jp/>
■横浜地方気象台 TEL: 045-621-1999
<https://www.data.jma.go.jp/yokohama/>
□箱根町総務防災課 TEL: 0460-85-9562

図 1-3 箱根山の噴火警戒レベル（平成 29 年 6 月）（1/2）



平成21年3月31日運用開始
平成29年6月14日改定

箱根山の噴火警戒レベル

種別	名称	対象範囲	噴火警戒レベル (サークル)	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 警報	噴火警報(居住地域)または噴火警報	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。	<ul style="list-style-type: none"> ●溶岩流や火砕流の発生など、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の発生。 過去事例 3000年前：冠ヶ岳溶岩ドーム形成、火砕流発生 ●規模の大きな火山性微動の発生等、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の発生が切迫している。 過去事例 有史以降の事例なし ●小規模噴火が発生し、火口から約2km以内に大きな噴石飛散、火砕サージ発生。 過去事例 12～13世紀：大涌谷で水蒸気爆発、火砕サージ発生
			4 (高齢者等避難)	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。 箱根山においては、非常に多くの観光客を円滑に避難させる必要があること、居住地が想定火口に近いことから、箱根町はこの段階で避難指示を発令。	<ul style="list-style-type: none"> ●有感地震の多発や顕著な地殻変動等により、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生する可能性が高まっている。 過去事例 有史以降の事例なし
警報	噴火警報(火口周辺)または火口周辺警報	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。	登山禁止・入山規制等危険な地域への立入規制等。 特定地域では避難。状況に応じて高齢者等の要配慮者の避難の準備等。	<ul style="list-style-type: none"> ●想定火口域を超えて大きな噴石が飛散するような噴火の発生。 過去事例 有史以降の事例なし ●地震活動や熱活動の活発化、山体の膨張を示す地殻変動等、状況により居住地域の近くまで影響を及ぼす噴火の発生が予想される。 過去事例 2015年6月：傾斜変動を伴う火山性微動が発生し、ごく小規模噴火が発生するなど火山活動が活発化
			2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震活動や熱活動の活発化、山体の膨張を示す地殻変動等、状況により火口周辺に影響を及ぼす噴火の発生が予想される。 過去事例 2001年6～10月：地震活動の活発化、山体の膨張を示す地殻変動、噴気異常等の熱活動の活発化
予報	噴火予報	火口内等	1 (活火山であることに留意)	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への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●火山活動は静穏。 ●一時的な地震の増加。 過去事例 1966年6～7月：一時的な地震の増加、翌年泉温の上昇 2006年9～11月：一時的な地震の増加 2013年1～2月：一時的な地表面積の増加

注) ここでいう「大きな噴石」とは、主として風の影響を受けずに弾道を描いて飛散するものとする。
 ※箱根町はレベル4の段階で避難指示を発令します。
 ※箱根町はレベル3の段階で特定地域に対して避難指示を発令します。
 ※箱根山の噴火警戒レベルは、地元自治体等で構成する箱根山火山防災協議会において作成しました。
 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、詳細については箱根町にお問い合わせください。
 ■最新の噴火警戒レベルは気象庁HPでもご覧になれます。 <https://www.jma.go.jp/>

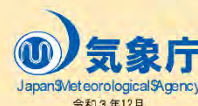


図 1-4 箱根山の噴火警戒レベル (平成 29 年 6 月) (2/2)

箱根山の噴火警戒レベル判定基準		平成 29 年 6 月 14 日
レベル	当該レベルへの引き上げの基準	当該レベルからの引き下げの基準
5	<p>【居住地域に噴火による重大な災害を及ぼす現象が発生あるいは切迫】 次のいずれか観測された場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・振幅の大きな火山性微動（二ノ平観測点上下成分で $500 \mu\text{m/s}$ 以上）の発生 ・火山性微動あるいは地震の顕著な多発を伴う、非常に大きな傾斜変動（二ノ平観測点で 30 分あたり $20 \mu\text{rad}$ 以上など）の発生 ・火砕流、火砕サージ、溶岩流の発生 ・想定火口域から 700m 程度を超える大きな噴石の飛散 	<p>噴火が発生した場合には、噴火の終了後、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえて判断する</p> <p>噴火が発生していないことが確認できた場合には、レベルを引き下げる</p>
4	<p>【居住地域に噴火による重大な災害を及ぼす現象の可能性】 次のいずれか観測された場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浅部でのマグマ活動を示すような低周波地震の多発あるいは傾斜変動 ・非常に活発な地震活動（ごく浅い場所でマグニチュード 2 相当以上の地震が 1 時間あたり 10 回以上の割合で発生） ・想定火口域から 700m 近くまで達する大きな噴石の飛散 	<p>左記に該当する現象が観測されなくなり、1～2 週間程度経過した場合に、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえて判断する</p>
3	<p>【居住地域の近く（想定火口域から 700m 以内）まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性】 次のいずれか観測された場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・傾斜変動を伴う火山性微動の発生 ・多数あるいは継続時間 5 分を超える火山性微動の発生 ・大きな噴石の飛散が想定火口域内に留まるような噴火の発生 ・小規模な熱泥流の発生 ・浅部の低周波地震の増加 ・地熱域の拡大や噴気活動の更なる増大 	<p>左記に該当する現象が観測されなくなって概ね 1 か月程度経過した場合</p>
2	<p>【火口周辺（想定火口域内）に影響を及ぼす噴火の可能性】 蒸気井暴噴や過熱蒸気の出現、規模の小さな噴出現象等、地熱や噴気活動に高まりがみられ、以下の現象が複数項目観測された場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カルデラ内の地震多発（目安：日地震回数が前 30 日平均で 3 回以上） ・浅部の低周波地震の発生 ・微小な火山性微動の断続的な発生 ・地殻変動観測（湯河原体積ひずみ計、傾斜計、GNSS、干渉 SAR 解析）で活動活発化を示す変化 	<p>地震活動が活発化前の状態に戻り（目安：日地震回数が前 30 日平均で 0.3 回程度以下）、かつ体積ひずみ計や GNSS 等の地殻変動データの変化がほぼ停滞した場合</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ここでいう「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ものとする。 ・これまで観測されたことのないような観測データの変化があった場合や新たな観測データや知見が得られた場合はそれらを加味して評価した上でレベルを判断することもある。 ・レベルの引き上げ基準に達しない程度の火山活動の高まりや変化が認められた場合（例えばレベル 1 の状況において、噴気活動の活発化やレベル 2 の基準に達しない程度の地震活動の活発化等）などには、臨時的「火山の状況に関する解説情報」を公表することで、火山の活動状況の解説や警戒事項をお知らせする。 ・箱根山では、想定火口域から居住地域までの距離がかなり近く、防災的な観点から、噴火が発生した場合には、その規模より 1 段階大きい規模の噴火が発生する可能性があると考えてレベルを引き上げる。 ・以上の判定基準は、現時点での知見や監視体制を踏まえたものであり、今後随時見直しをしていくこととする。 		

図 1-5 箱根山の噴火警戒レベル判定基準（平成 29 年 6 月）

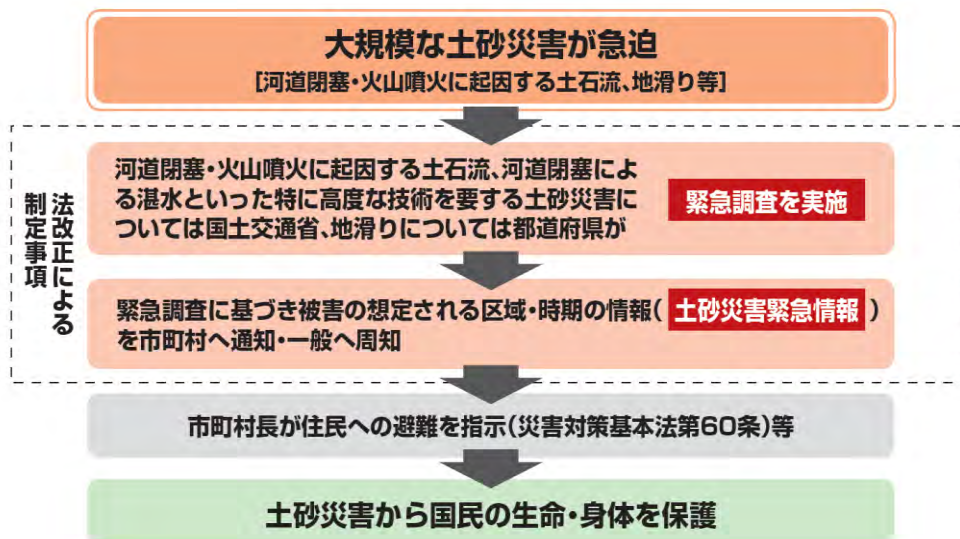


図 1-6 土砂災害防止法に基づく緊急調査の概要（国土交通省資料）

平成23年6月29日

土砂災害緊急情報〔霧島山（新燃岳）〕 第3号

宮崎県知事 殿
都城市長 殿
高原町長 殿

九州地方整備局長

土砂災害防止法第29条第1項の規定に基づき下記のとおり通知します。
なお、関係市町村長におかれましては、災害対策基本法第60条第1項の規定に基づき、適切に処置願います。

記

1 重大な土砂災害が想定される区域
重大な土砂災害が想定される区域は変更ありません。

2 重大な土砂災害が想定される時期
重大な土砂災害が想定される区域より上流の流域において、それぞれ以下の時期に、土石流が発生する恐れがあります。なお、6月10日からの断続的な降雨により、雨量基準を見直しております。

① 高千穂峰東～南の土石流危険渓流（14渓流）
時間雨量35mmに達するとき

② 丘陵部の土石流危険渓流（21渓流）
都城市に土砂災害警戒情報が発表されたとき

※詳細については別紙-1のとおり

3 今後の変更
今後、現地の状況等によって重大な土砂災害が想定される区域又は時期に変更があった場合には改めて通知します。

図 1-7 土砂災害緊急情報の事例（国土交通省資料）

1.4 対策可能期間

- ・箱根山火山噴火緊急減災対策砂防計画では対策可能期間として2ヶ月程度を想定する。
- ・但し、実際の火山噴火対応ではこの対策可能期間にとらわれることなく臨機応変な対応に努める。

(火山噴火前リードタイムに関して)

火口噴出型泥流は噴火の前兆現象から火山噴火までが対策のリードタイムとみなすことができ、2015（平成27）年のごく小規模な水蒸気噴火の推移が一つの参考となる。

2015年の活動では、5月6日に噴火警戒レベルが引き上げられてから、およそ2ヶ月後の6月29日に噴火が発生した（表1-1）。

(火山噴火後リードタイムに関して)

降灰後の土石流に対しては、火山噴火後に行う国土交通省の緊急調査により土砂災害緊急情報が発表されてから、土石流が発生するまでの時間が対策に充てられる。表1-2に他火山における火山噴火発生から最初の土砂流出までの期間をまとめた。ここで土石流および火口噴出型泥流を参考とすると、7日～111日（約3.5ヶ月）である。

但し、台風シーズン等降雨が多い時期は、臨機応変な対応に努める。

表 1-1 2015（平成27）年の水蒸気噴火の推移

年	月日	内容	噴火警戒レベル					
			1	2	3	4	5	
2015 (H27)	4月初め頃	◆山体がわずかに膨張し始める(GPSによる観測)						
	4月26日	◆群発地震が始まる(温地研が定める基準(10回以上/1時間)を越える)						
	5月3日	◆大涌谷の蒸気井のひとつ(39号井)が暴噴開始 噴気異常が始まる(活発化した蒸気井以外に噴気異常はなし) ◆箱根火山防災協議会は実務担当者レベルの臨時会議を開催 ◆気象庁は「火山の状況に関する解説情報(第1号)」を発表	1					
	5月4日	◆大涌谷自然研究路・ハイキングコースの一部の立入規制						
	5月5日	◆早朝から有感地震頻発 ◆気象庁は「火山の状況に関する解説情報(臨時)第3号」を発表						
	5月6日	◆噴火警戒レベルが2に引き上げ。 ◆箱根町は、想定火口域(大涌谷付近)に避難指示を発令、大涌谷に通じる県道の通行規制、箱根ロープウェイを全線運休		2				
	5月7日	◆大涌谷で局所的な隆起確認(衛星「だいち」による観測データ) 温泉供給事業者の立入許可が一時的に止め						
	5月15日	◆地震活動がピークを迎え、その後徐々に衰退						
	5月中頃	◆活発化した蒸気井の周囲100m位の地面からの噴気活動も活発化						
	6月初め	◆暴噴した蒸気井の噴気の勢いが弱まりほぼ停止状態						
	6月29日	◆箱根山で観測史上初めての火山性微動確認、大涌谷でごく小規模な水蒸気噴火が発生(大涌谷から約1.2km離れた地点で微量の降灰確認、熱泥流も発生)し、新しく火口や噴気孔が形成						
	6月30日	◆噴火警戒レベルが3に引き上げ (前日悪天候と噴気で確認できなかった新火口を目視確認) ◆箱根町は立入規制範囲を想定火口の外縁から約700mの範囲に拡大、その範囲内を通過する県道734・735号も通行禁止			3			
	7月1日	◆噴火停止						
7月3日	◆箱根町が立入規制範囲を警戒区域に設定							

活発化

約2ヶ月

表 1-2 他火山における火山噴火と土砂流出までの期間

火山	主噴火	噴火後初の土砂流出		噴火から土砂流出までの期間
		日付	現象	
十勝岳	1988年 12月16日	1988年 12月18日	融雪型 火山泥流	2日
雲仙 普賢岳	1991年 2月12日	1991年 5月15日	土石流	92日
有珠山	2000年 3月31日	2000年 4月7日	熱泥流 (火口噴出型泥流)	7日
三宅島	2000年 6月26日	2000年 7月8日	土石流	12日
桜島	2008年 2月3日	2008年 5月24日	土石流	111日
霧島 新燃岳	2011年 1月26日	2011年 3月3日 ※痕跡確認	—	36日
御嶽山	2014年 9月27日	2014年 10月5日	土石流	8日

厚井・他(2011)をもとに作成

1.5 対策箇所

- ・ 保全対象の上流側かつ噴火警戒レベル3（入山規制）の規制範囲の外で対策を実施することを基本とする。
- ・ 対策の迅速性及び避難の容易性を考慮し、可能な限りアクセス性の高い箇所で対策を実施する。

緊急ハード対策は、保全対象区域の上流で実施することが基本であるが、火口に近い区域は噴火警戒レベルが上がると立入規制が敷かれるため、有人による施工が不可能となる。対策開始・休止タイミングで設定したとおり、噴火警戒レベル3（入山規制）の段階では対策を実施している可能性があるが、噴火警戒レベル4（高齢者等避難）に上がったら工事は中止となる。従って、噴火警戒レベル3（入山規制）の規制範囲の外で対策を行う必要がある。

なお、森林法等の規制がかからない箇所で対策を行うことが望ましいが、非常時には特例が適用される場合があるので、法規制よりも安全性・迅速性を優先して計画する方針とする。

【参考：森林法】

第三十四条第2項

保安林においては、都道府県知事の許可を受けなければ、立竹を伐採し、立木を損傷し、家畜を放牧し、下草、落葉若しくは落枝を採取し、又は土石若しくは樹根の採掘、開墾その他の土地の形質を変更する行為をしてはならない。

ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、この限りでない。

四 火災、風水害その他の非常災害に際し緊急の用に供する必要がある場合

【参考：自然公園法】

第二十条

3 特別地域（特別保護地区を除く。以下この条において同じ。）内においては、次の各号に掲げる行為は、国立公園にあつては環境大臣の、国定公園にあつては都道府県知事の許可を受けなければ、してはならない。ただし、非常災害のために必要な応急措置として行う行為又は第三号に掲げる行為で森林の整備及び保全を図るために行うものは、この限りでない。

第二十一条

3 特別保護地区内においては、次の各号に掲げる行為は、国立公園にあつては環境大臣の、国定公園にあつては都道府県知事の許可を受けなければ、してはならない。ただし、非常災害のために必要な応急措置として行う行為は、この限りでない。

第三十三条

国立公園又は国定公園の区域のうち特別地域及び海域公園地区に含まれない区域（以下「普通地域」という。）内において、次に掲げる行為をしようとする者は、国立公園にあつては環境大臣に対し、国定公園にあつては都道府県知事に対し、環境省令で定めるところにより、行為の種類、場所、施行方法及び着手予定日その他環境省令で定める事項を届け出なければならない。

2 環境大臣は国立公園について、都道府県知事は国定公園について、当該公園の風景を保護するために必要があると認めるときは、普通地域内において前項の規定により届出を要する行為をしようとする者又はした者に対して、その風景を保護するために必要な限度において、当該行為を禁止し、若しくは制限し、又は必要な措置を執るべき旨を命ずることができる。

7 次の各号に掲げる行為については、第一項及び第二項の規定は、適用しない。

六 非常災害のために必要な応急措置として行う行為

1.6 対策方針のまとめ

以上の検討を踏まえ、火山活動の推移（噴火警戒レベルの推移）に応じた緊急ハード対策、緊急ソフト対策の実施方針を表 1-3 にまとめた。

表 1-3 対策方針

噴火警戒レベル	火山活動の状況	緊急ハード対策	緊急ソフト対策
1 (活火山であることに留意)	○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)。	※有事の備え ・緊急減災計画の確認 ・防災訓練 ・必要な資材数、機材数の把握	リアルタイムハザードマップ（プレアナリシス型）による危険区域の想定 ・プレアナリシス型の作成、提供
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)噴火が発生すると予想される。	<p>神奈川県）ハード対策準備 ・資機材の調達準備</p> <p>火口位置の推定 ※火口噴出型泥流は噴火後も発生する可能性がある</p> <p>神奈川県）ハード対策開始（火口噴出型泥流） ↔ 火山防災協議会（連携）</p>	<p>噴火前</p> <p>火山監視機器の緊急的な整備 ・工事の作業従事者の安全確保</p> <p>情報通信網の整備 ・情報の提供</p> <p>避難対策支援のための情報提供 ・土石流発生情報、監視カメラ等</p>
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)噴火が発生すると予想される。	<p>噴火（降灰）</p> <p>国土交通省 土砂災害防止法に基づく緊急調査</p> <p>神奈川県）緊急調査 ・土石流発生の危険性判断</p> <p>土砂災害緊急情報発表 ・重大な土砂災害が想定される区域 ・重大な土砂災害が想定される時期</p> <p>神奈川県）ハード対策開始（降灰後の土石流） ↔ 火山防災協議会（連携） ・優先順位の高い渓流より順次</p>	<p>噴火時（降灰時）</p> <p>火山監視機器の緊急的な整備 ・工事の作業従事者の安全確保</p> <p>情報通信網の整備 ・情報の提供</p> <p>避難対策支援のための情報提供 ・土石流発生情報、監視カメラ等</p>

2. 緊急ハード対策ドリル

2.1 緊急ハード対策対象溪流

2.1.1 降灰後の土石流および火口噴出型泥流による被害が想定される溪流

・降灰後の土石流および火口噴出型泥流の発生が想定される 39 溪流の内、22 溪流を緊急ハード対策の対象溪流とする。

火山噴火時、流域の概ね 5 割以上に 1cm 以上の降灰等の堆積が想定される溪流が 39 溪流存在する（基本事項編 4.2 降灰後の土石流）。この中から、現況の施設により流出土砂が 0 である溪流と数値シミュレーション解析により土石流が氾濫しないと評価された溪流及び数値シミュレーション解析により氾濫が発生するが保全対象のない溪流の合計 18 溪流を除く。また、土石流の被害はないが、火口噴出型泥流の氾濫が想定される溪流 1 溪流を加えた 22 溪流を緊急ハード対策ドリル作成対象溪流とする。図 2-1、表 2-1 に抽出した対象溪流 22 溪流の溪流名と位置図を示す。

降灰後の土石流が想定される溪流【39 溪流】

火山噴火により、流域の概ね 5 割以上に 1cm 以上の降灰等の堆積が想定される溪流

現況の施設により、流出土砂量が 0 の溪流を除外
数値シミュレーション解析により、氾濫しない溪流を除外 } 【-18 溪流】
氾濫するが、保全対象のない溪流を除外

土石流の被害はないが、火口噴出型泥流の氾濫が想定される溪流【+1 溪流】



緊急ハード対策ドリル作成対象溪流【22 溪流】

図 2-1 緊急ハード対策ドリル作成対象溪流

表 2-1 緊急ハード対策ドリル作成対象溪流の抽出

No	溪流名	溪流番号	流域面積※ ¹ (km ²)	除外要件			加算要件 土石流の被害はないが、 火口噴出型泥流の氾濫が 想定される	緊急 ハード 対策 対象 溪流	
				現況で 流出土 砂が○ の溪流	氾濫 なしの 溪流	氾濫 するが 保全 対象 なし			
1	大畑沢	D-42023	1.27	✓	✓				
2	大涌沢	D-42022	1.03	✓	✓				
3	大石沢	大石沢-1	D-42021-1	0.04				○	
4		大石沢-2	D-42021-2	0.03				○	
5		大石沢-3	D-42021-3	0.01				○	
6	強羅大沢	D-42020	0.53	✓	✓				
7	須沢	D-42019	1.23	✓	✓	✓		○	
8	境沢	D-42071	0.16		✓				
9	車沢	D-42018	1.12					○	
10	蛇骨沢	蛇骨沢-1	D-42017-1	4.10		✓			○
11		蛇骨沢-2	D-42017-2	0.02					○
12		蛇骨沢-3	D-42017-3	0.11					○
13		蛇骨沢-4	D-42017-4	0.75					○
14	高原沢	D-42025	0.33					○	
15	台ヶ岳沢	D-42024	0.46		✓				
16	元箱根川	D-42029	0.47					○	
17	大芝沢	D-42072	0.19					○	
18	蛭川	D-42028	0.46	✓	✓				
19	駒沢	D-42027	0.27					○	
20	蛸沢	蛸沢-1	D-42026-1	0.08					○
21		蛸沢-2	D-42026-2	0.43					○
22		蛸沢-3	D-42026-3	0.03					○
23	防ヶ沢	第一防ヶ沢	D-42906	0.25					○
24		第二防ヶ沢	D-42907	0.81					○
25	湖尻川	D-42901	0.10					○	
26	湯の花沢	D-42908	0.42					○	
27	須雲大沢	D-42015	1.80		✓				
28	唐沢	D-42016	1.35					○	
29	寺沢	D-42058	0.32	✓	✓				
30	上の沢	D-42059	0.09					○	
31	山畦沢	D-42060	0.49			✓			
32	塔の沢	D-42061	0.72		✓				
33	蛍沢	D-42070	0.07					○	
34	悪沢	D-42601	0.12		✓				
35	常盤沢	D-42602	0.40		✓				
36	引込沢	D-42603	0.43		✓				
37	大平台大沢	D-42604	0.28	✓	✓				
38	中の沢	D-42605	0.31		✓				
39	笹良沢	D-42606	0.13	✓	✓				

溪流数 22

※1 土砂災害防止法に関する区域調書より

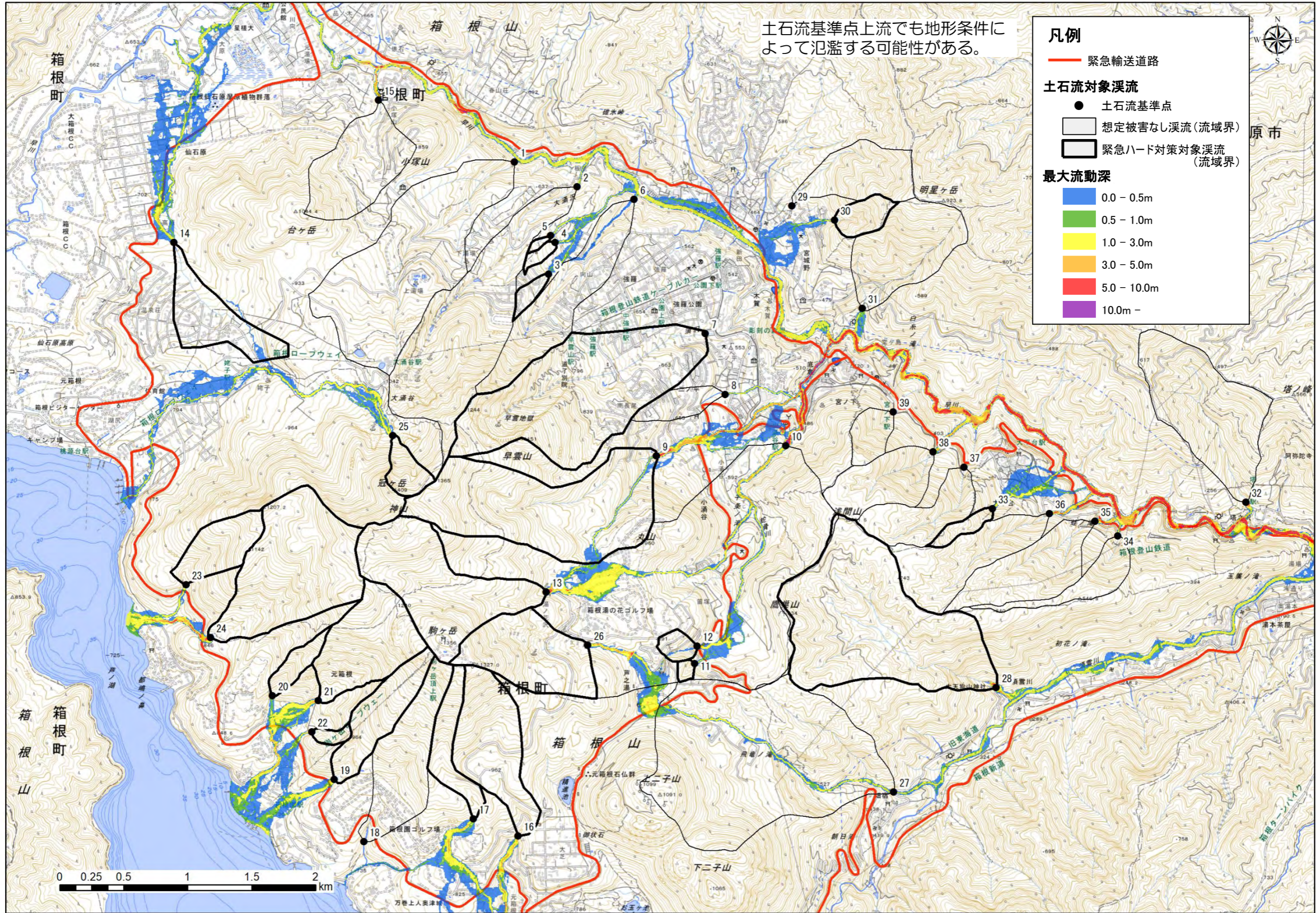


図 2-2 緊急ハード対策ドリル作成対象溪流位置図

2.1.2 溪流の対策優先順位

以下の理由により、対策を実施する優先順位を設定する。

- ・火山噴火時には限られたリソース（資機材、建設業者等）で対策を講じる必要がある。
- ・火山噴火後に降灰の影響が広範囲に及んだ場合、全ての溪流で対策を実施できない。

限られたリソース（資機材、建設業者等）で効果的な緊急ハード対策を行うためには、保全対象の重要度に応じた溪流単位の整備優先順位を予め設定しておくことが有効である。

そこで、緊急ハード対策対象溪流 22 溪流の整備優先順位を以下の方針で検討した。

検討した対策優先順位を表 2-3 に示す。

降灰後の対策優先順位の考え方

- ・6つの評価指標を設定し、指標の重要度に応じて配点を設定した。緊急ハード対策の優先順位であることを考慮し、避難活動や復旧に重要な指標の配点を高くした。
- ・緊急ハード対策対象溪流 22 溪流に対して評価点合計の高い順を優先順位とした。
- ・評価点合計点が同点の場合は、順に保全家屋数、緊急輸送道路延長の多い方を上位とした。
- ・火口噴出型泥流は噴火位置が推定された段階で対策を実施する。

表 2-2 緊急ハード対策対象溪流の優先順位の考え方

評価指標	配点	備考
(1)レッドゾーン内家屋の有無	2点	レッドゾーン（土砂災害特別警戒区域）に家屋がある溪流
(2)避難施設の有無	2点	想定氾濫範囲内の指定避難施設の有無
(3)緊急輸送道路の有無	2点	想定氾濫範囲内に緊急輸送道路が存在する溪流
(4)現況無施設の溪流	1点	土石流を捕捉、減勢する砂防堰堤、治山堰堤が設置されていない溪流
(5)人家戸数	1点 (5戸以上)	イエローゾーン（土砂災害警戒区域）内の人家戸数5戸以上。
(6)火口噴出型泥流の被害が想定される溪流	1点	他の火口から噴火する可能性も考慮し、指標に加える

