

図 4.52 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：8）

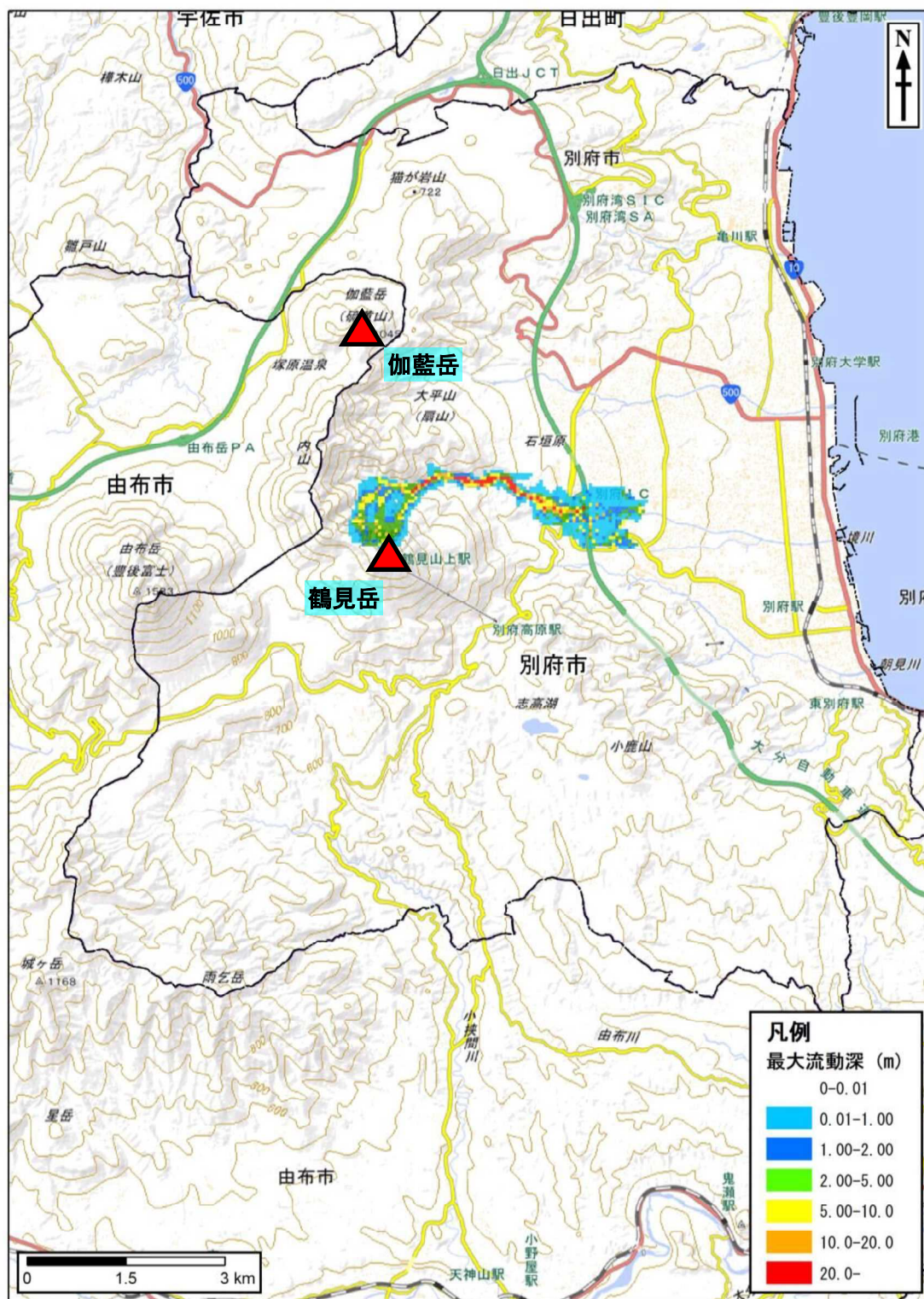


図 4.53 火砕流（溶岩ドーム崩壊型）のシミュレーション計算結果（鶴見岳山頂：9）

③ 影響範囲

火砕流は、高温ガスと火山砕屑物の混合物（固気混相流）が主に重力によって加速されて、高温・高速で山腹斜面を流下する現象である。その流動特性は低層部の「火砕流本体（高温の溶岩片等からなる粒子流）」と上層部の「火砕サージ（火山灰と気体からなる高速高温の固・気混相流）」からなる2層流として特徴づけられる。また、火砕サージは、火砕流本体と比較するとより低温であるが、火砕流が流下方向を変えても勢いで直進したり、火砕流本体が停止してもより遠方にまで到達したりすることが知られている。

火砕流による影響範囲は、シミュレーション計算で想定される火砕流本体の影響範囲だけではなく、火砕サージによる影響範囲も想定する必要がある。しかしながら、火砕流本体と火砕サージの相互作用については十分解明されておらず、火砕サージの数値シミュレーションは手法が確立されていないため、雲仙普賢岳の平成噴火時及びメラピ火山（フィリピン）の事例（図 4.54）を参考に、火砕流本体の進行方向へ到達距離では+1,000m、進行方向から鉛直方向へは+500mの範囲を火砕サージの影響範囲として想定している。

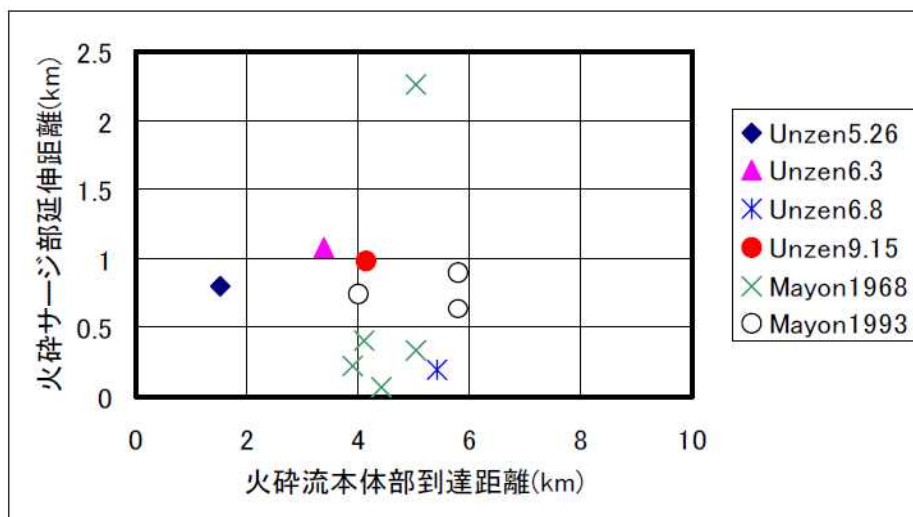


図 4.54 火砕流と火砕サージの到達距離の関係（雲仙普賢岳及びメラピ火山の事例）

〔「富士山ハザードマップ検討委員会報告書（富士山火山防災協議、平成 16 年 6 月）」より引用〕

表 4.8 及び表 4.9 に示した条件で実施した火砕流のシミュレーション計算結果（図 4.34～図 4.53）を、想定火口及び流下方向毎に重ね合わせた最大到達範囲内を、火砕流本体の影響範囲（すなわち、範囲内に島状に残る火砕流の未到達範囲も影響範囲）とした。

また、この火砕流本体の最大到達範囲に合せた火砕サージの影響範囲を加えたものを、火砕流全体の影響範囲として設定している。鶴見岳の火砕流の影響範囲を図 4.55 に、伽藍岳の火砕流の影響範囲を図 4.56 に示す。

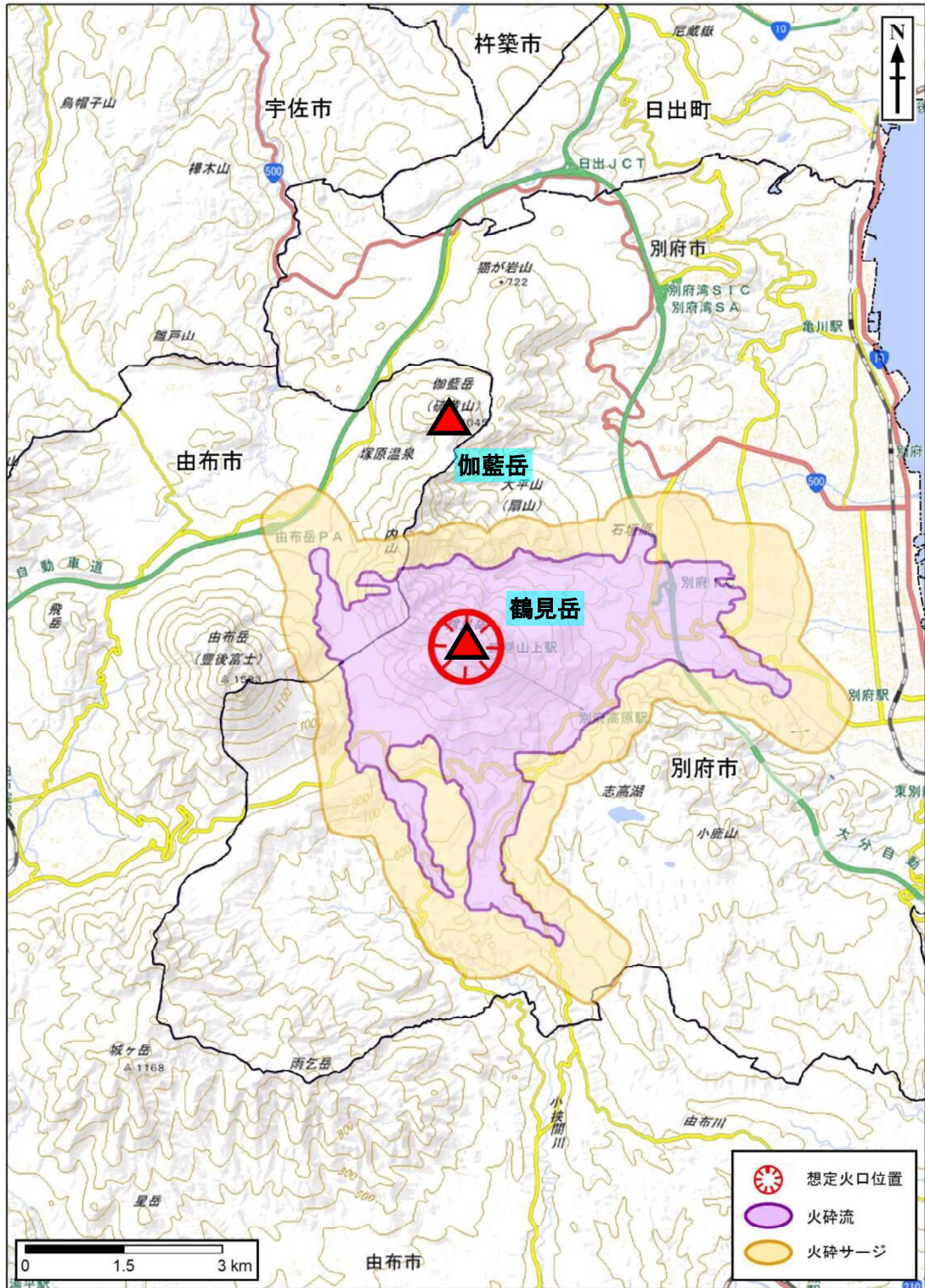


図 4.55 火砕流の影響範囲（鶴見岳）

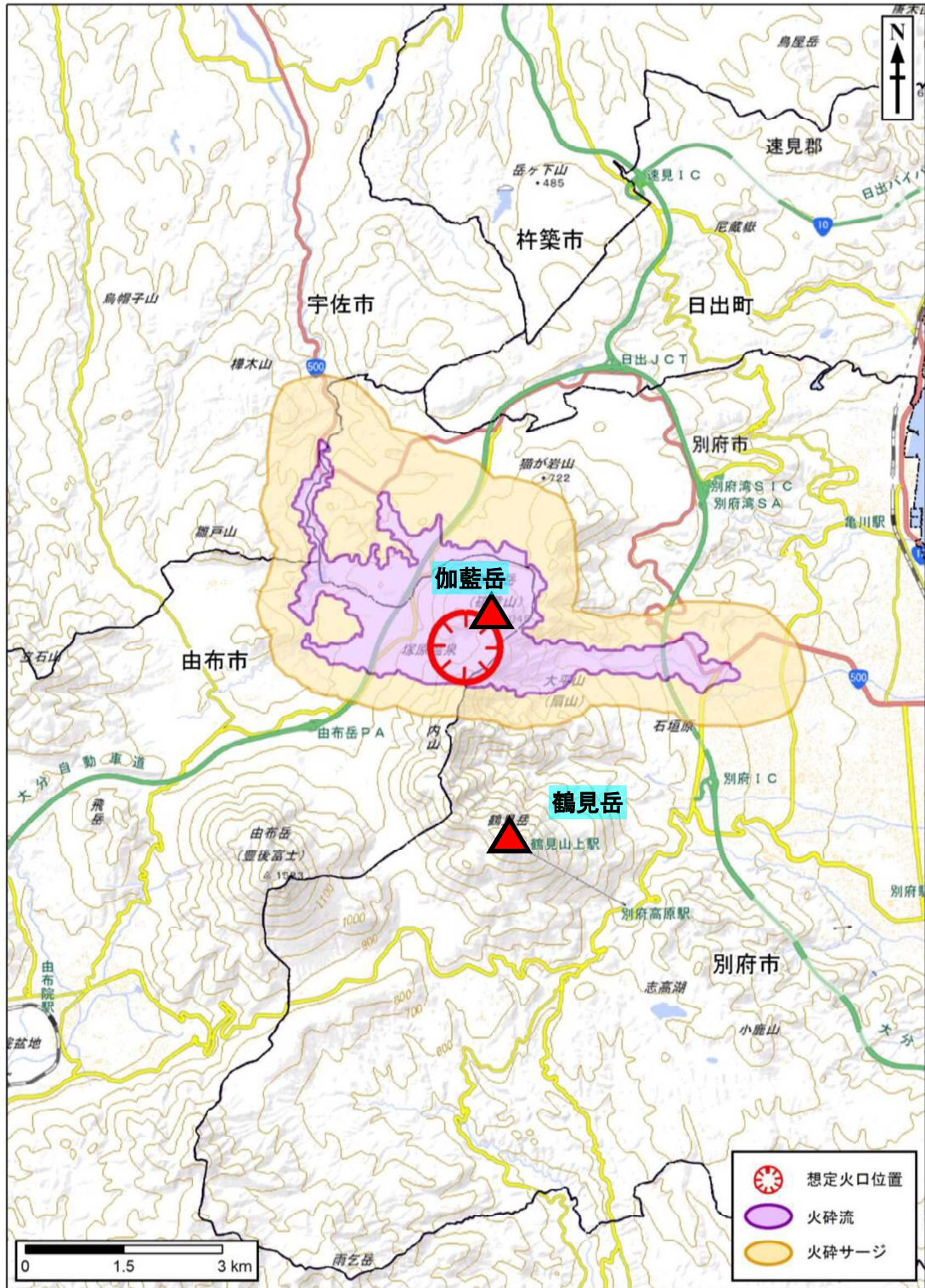


図 4.56 火砕流の影響範囲（加藍岳）

(5) 降灰後の土石流

降灰後の土石流については、鶴見岳・伽藍岳を源流とする土石流危険渓流に加え、旧火山防災マップ（H16.3版及びH18.6版）で想定された渓流（40渓流）を対象渓流とする（表4.10）。

表4.10に示された渓流の位置図を、図4.57に示す。

表 4.10 降灰後の土石流の対象溪流

溪流ID	旧火山防災マップ対象溪流		土石流危険溪流		備考
	鶴見岳	加藍岳	溪流番号	溪流名	
1		●	03-341 I-003	三川	
2		●	03-202 I-056	冷川	
3		●	03-202 I-044	湯山川②	
4		●	03-202 I-043	湯山川①	
5		●	03-202 I-031	平田川①	
6			03-202 I-042	野田川	
7		●	03-202 I-030	とび川	
8			03-202 I-029	明礬川	
9	●	●	03-202 I-028	春木川	対象降雨の規模は、5年超過確率規模とする
10	●	●	03-202 I-027	境川	施設効果量により流出土砂量が0となるため土石流を想定しない
11	●		03-202 I-026	板地川	
12	●				
13	●		03-202 I-025	堀田川②	
14-1			03-202 I-024_1	堀田川① (A)	旧火山防災マップ (H16.3版及びH18.6版) では1溪流であったが、土砂災害防止に関する基礎調査時に分割されていたため分割
14-2	●		03-202 I-024_2	堀田川① (B)	
14-3			03-202 I-024_3	堀田川① (C)	
14-4			03-202 I-024_4	堀田川① (D)	
14-5			03-202 I-024_5	堀田川① (E)	
15			03-202 III-003_0	南立石川⑦	
16			03-202 III-002_0	南立石川⑥	
17	●				
18	●		05-364 II-042_1	津房川	
19	●				
20	●				
21	●				
22	●	●	05-364 I-054	中釣川②	
23	●	●			
24	●	●			
25		●			
26		●			
27	●	●	05-364 II-041	温泉川	
28		●	03-202-II-002	河敷川	
29		●	03-202-II-002	河敷川	
30		●			
31		●			
32	●				
33	●				
34	●				
35	●				
36		●	03-202-I-045_2	湯山川③	

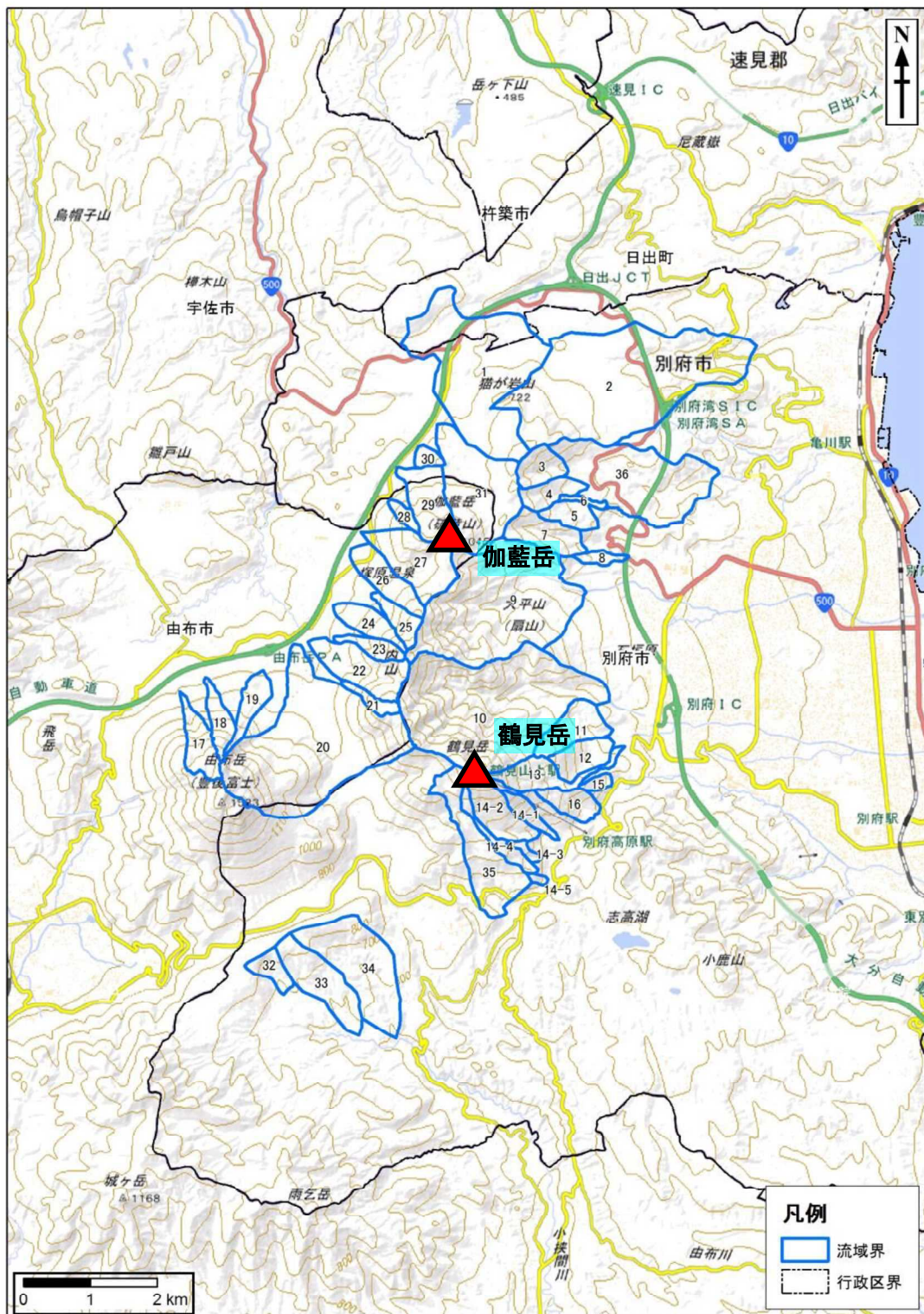


図 4.57 降灰後の土石流の対象溪流位置図

表 4.10 及び図 4.57 に示された溪流において想定する土石流については、適切な条件を設定し、二次元数値シミュレーションによる計算結果をもとに想定している。

降灰後の土石流の量を算出するための設定条件を、表 4.11 に示す。

表 4.11 降灰後の土石流の量を算出するための設定条件

項目	備考
対象溪流	40溪流 (鶴見岳・伽藍岳を源流とする土石流危険溪流に加え、旧火山防災マップ(H16.3版及びH18.6版)で想定された溪流)
対象降雨の規模	2年超過確率規模 (春木川は5年超過確率規模)
降雨量の算出基準	大分県砂防技術指針(H20) 別府市鶴見岳観測所、大分観測所、寺床観測所
対象土砂量	運搬可能土砂量
施設効果	あり

*1) 春木川については、2年超過確率規模降雨では、流出土砂量が0となるため、5年超過確率規模の降雨を対象規模とする。

表 4.11 に示すように、対象降雨の規模については、後述するように代表的な溪流を抽出し、降雨規模(2年、5年、10年超過確率規模降雨)ごとの影響範囲を比較して決定する。なお、対象とする土砂量については、より安全側(影響範囲が大きくなる)となるよう、運搬可能土砂量とし、この運搬可能土砂量から既往施設効果量を差し引いたものを流出土砂量として、計画の対象とする。なお、運搬土砂量の算出は、以下の算出式を使用した。

また、運搬可能土砂量の算出に使用した降雨量は、大分県砂防技術指針(H20)を参考に、溪流の位置によって使用する雨量観測所等や考え方をを用いるものとし、表 4.12 に示す値を用いた。

$$Vd = \left(\frac{10^3}{1-\lambda} \cdot \frac{Cd}{1-Cd} \cdot A \cdot fr \right) R$$

$$Cd = \frac{\rho_m \tan \theta}{(\sigma - \rho_m)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

$$fr = 0.05(\log A - 2.0)^2 + 0.05$$

Vd : 運搬可能土砂量 (m³)

Vd : 運搬可能土砂量 (m³)

Cd : 土石流の容積土砂濃度 (0.3 ≤ Cd ≤ 0.9 C*)

C* : 堆砂土砂濃度 = 0.4 (一般値)

fr : 流出補正率 (0.1 ≤ fr ≤ 0.5)

R : 降雨量 = 大分県砂防技術指針 (H20) より算出 (表 4.12 参照)

A : 流域面積 = 計測値 (km²)

λ : 空隙率 = 0.4 (一般値)

σ : 砂礫の密度 = 2.65g/cm³ (一般値)

ρ_m : 泥水の密度 = 1.20g/cm³ (一般値)

φ : 堆積土石の内部摩擦角 = 35° (一般値)

θ : 河床勾配 (上流 200m 区間の平均河床勾配)

表 4.12 運搬可能土砂量の算出に使用した降雨量

年超過 確率規模	降雨量 (mm)	雨量観測所	補正值	適用範囲
2	208.1	別府市鶴見岳	1.0	全域
5	266.6			
10	300.7			
100	427.7	大分	0.9	大分川流域
	475.2	大分	1.0	大分川流域以外
	567.4	寺床	1.2	旧湯布院町

*) 雨量観測所位置及び適用範囲を、図 4.58 に示す

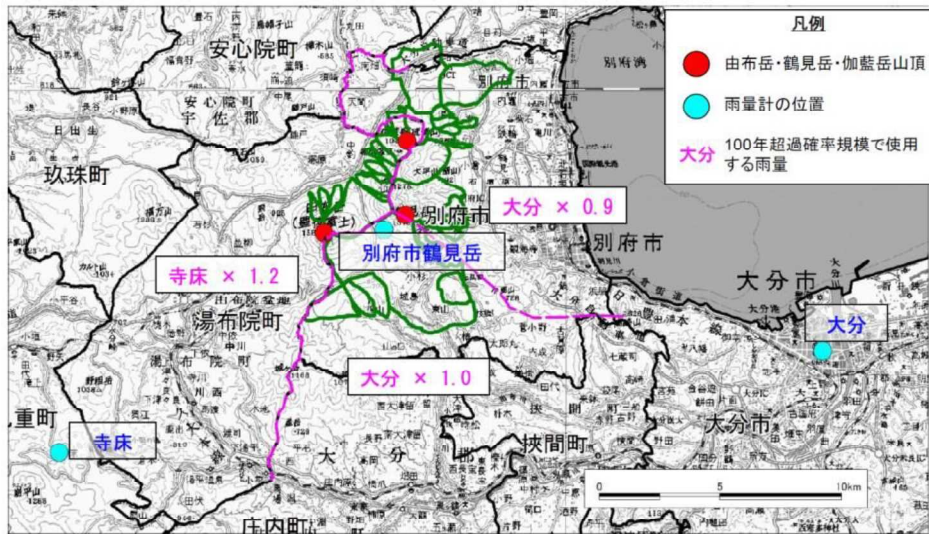


図 4.58 雨量観測所位置及び適用範囲

降雨規模（2年、5年、10年超過確率規模降雨）ごとの運搬可能土砂量、施設効果量及び流出土砂量を、表 4.13～表 4.15 に示す。また、参考として、100年超過確率規模降雨による運搬可能土砂量を表 4.16 に示す。

表 4.13 運搬可能土砂量等一覧表 (2年超過確率規模降雨)

溪流ID	旧火山防災マップ対象溪流		土石流危険渓流		地域	流域面積	渓床勾配	計画降雨量	空除率	礫の密度	水の密度	内部摩擦角	容積土砂濃度	流出補正率	運搬可能土砂量	施設効果量	流出土砂量
	鶴見岳	伽藍岳	溪流番号	溪流名		A (km ²)	θ (°)	Pp (mm)	K _v	σ (t/m ³)	ρ (t/m ³)	ϕ (°)	Cd	K _{r2}	Vdy ₂ (m ³)	(1) (m ³)	Vdy2-(1) A
1		●	03-341 I-003	三川	別府	2.62	1.15	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.18	70,000	0	70,000
2		●	03-202 I-056	冷川	別府	4.25	6.83	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.14	88,000	35,590	52,410
3		●	03-202 I-044	湯山川②	別府	0.33	11.31	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.33	0.36	20,000	0	20,000
4		●	03-202 I-043	湯山川①	別府	0.30	10.76	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.31	0.37	17,000	90	16,910
36		●	03-202 I-045_2	湯山川③	別府	2.09	6.47	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.19	59,000	17,250	41,750
5		●	03-202 I-031	平田川①	別府	0.24	10.14	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.39	14,000	0	14,000
6			03-202 I-042	野田川	別府	0.06	26.16	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	12,000	0	12,000
7		●	03-202 I-030	とび川	別府	0.52	9.56	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.31	24,000	1,220	22,780
8			03-202 I-029	明礬川	別府	0.11	10.00	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.49	8,000	0	8,000
9	●	●	03-202 I-028	春木川	別府	3.11	5.71	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.16	74,000	89,340	0
10	●	●	03-202 I-027	境川	別府	3.85	5.05	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.15	86,000	460,750	0
11	●		03-202 I-026	板地川	別府	0.49	9.56	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.32	23,000	0	23,000
12	●				別府	0.37	15.59	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.35	53,000	0	53,000
13	●		03-202 I-025	堀田川②	別府	0.50	10.99	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.32	0.31	25,000	390	24,610
14-1			03-202 I-024_1	堀田川①(A)	別府	0.48	15.89	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.32	63,000	0	63,000
14-2	●		03-202 I-024_2	堀田川①(B)	別府	0.65	20.28	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.29	77,000	2,700	74,300
14-3			03-202 I-024_3	堀田川①(C)	別府	0.04	25.36	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	8,000	100	7,900
14-4			03-202 I-024_4	堀田川①(D)	別府	0.14	20.48	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.46	26,000	0	26,000
14-5			03-202 I-024_5	堀田川①(E)	別府	0.03	20.04	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	6,000	0	6,000
15			03-202 III-003_0	南立石川⑦	別府	0.11	20.25	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.49	22,000	0	22,000
16			03-202 III-002_0	南立石川⑥	別府	0.30	17.68	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.37	45,000	740	44,260
17	●				由布	0.49	14.79	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.50	0.32	54,000	7,770	46,230
18	●		05-364 II-042_1	津房川	由布	0.41	15.91	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.33	55,000	21,000	34,000
19	●				由布	0.37	12.52	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.38	0.35	28,000	0	28,000
20	●				由布	3.43	9.20	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.16	82,000	39,900	42,100
21	●				由布	0.19	15.43	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.42	32,000	1,200	30,800
22	●	●	05-364 I-054	中釣川②	由布	0.91	7.41	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.26	35,000	7,200	27,800
23	●	●			由布	0.30	7.97	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.37	16,000	0	16,000
24	●	●			由布	0.20	9.65	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.41	12,000	0	12,000
24	●	●				0.21	9.65	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.41	13,000	0	13,000
25		●			由布	0.35	6.84	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.35	18,000	1,200	16,800
26		●			由布	0.46	5.71	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.32	22,000	0	22,000
27	●	●	05-364 II-041	温泉川	由布	0.99	6.28	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.25	37,000	1,920	35,080
28		●	03-202 II-002	河敷川	由布	0.19	9.65	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.42	12,000	0	12,000
29		●	03-202 II-002	河敷川	由布	0.64	6.84	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.29	28,000	0	28,000
30		●			由布	0.12	9.65	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.48	9,000	0	9,000
31		●			由布	1.52	5.14	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.22	50,000	120	49,880
32	●				大分川	0.23	5.70	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.40	14,000	0	14,000
33	●				大分川	0.79	3.70	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.27	32,000	0	32,000
34	●				大分川	1.39	4.43	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.22	45,000	0	45,000
35	●				大分川	1.13	7.40	208.1	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.24	40,000	0	40,000

表 4.14 運搬可能土砂量等一覧表 (5年超過確率規模降雨)

溪流ID	旧火山防災マップ対象溪流		土石流危険渓流		地域	流域面積	渓床勾配	計画降雨量	空除率	礫の密度	水の密度	内部摩擦角	容積土砂濃度	流出補正率	運搬可能土砂量	施設効果量	流出土砂量
	鶴見岳	伽藍岳	溪流番号	溪流名		A (km ²)	θ (°)	Pp (mm)	K _v	σ (t/m ³)	ρ (t/m ³)	ϕ (°)	Cd	K _{r2}	Vdy ₂ (m ³)	(1) (m ³)	Vdy2-(1) A
1		●	03-341 I-003	三川	別府	2.62	1.15	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.18	90,000	0	90,000
2		●	03-202 I-056	冷川	別府	4.25	6.83	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.14	113,000	35,590	77,410
3		●	03-202 I-044	湯山川②	別府	0.33	11.31	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.33	0.36	26,000	0	26,000
4		●	03-202 I-043	湯山川①	別府	0.30	10.76	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.31	0.37	22,000	90	21,910
36		●	03-202 I-045_2	湯山川③	別府	2.09	6.47	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.19	76,000	17,250	58,750
5		●	03-202 I-031	平田川①	別府	0.24	10.14	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.39	18,000	0	18,000
6			03-202 I-042	野田川	別府	0.06	26.16	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	16,000	0	16,000
7		●	03-202 I-030	とび川	別府	0.52	9.56	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.31	31,000	1,220	29,780
8			03-202 I-029	明礬川	別府	0.11	10.00	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.49	10,000	0	10,000
9	●	●	03-202 I-028	春木川	別府	3.11	5.71	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.16	95,000	89,340	5,660
10	●	●	03-202 I-027	境川	別府	3.85	5.05	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.15	110,000	460,750	0
11	●		03-202 I-026	板地川	別府	0.49	9.56	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.32	30,000	0	30,000
12	●				別府	0.37	15.59	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.35	68,000	0	68,000
13	●		03-202 I-025	堀田川②	別府	0.50	10.99	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.32	0.31	32,000	390	31,610
14-1			03-202 I-024_1	堀田川①(A)	別府	0.48	15.89	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.32	80,000	0	80,000
14-2	●		03-202 I-024_2	堀田川①(B)	別府	0.65	20.28	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.29	98,000	2,700	95,300
14-3			03-202 I-024_3	堀田川①(C)	別府	0.04	25.36	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	10,000	100	9,900
14-4			03-202 I-024_4	堀田川①(D)	別府	0.14	20.48	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.46	34,000	0	34,000
14-5			03-202 I-024_5	堀田川①(E)	別府	0.03	20.04	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	8,000	0	8,000
15			03-202 III-003_0	南立石川⑦	別府	0.11	20.25	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.49	28,000	0	28,000
16			03-202 III-002_0	南立石川⑥	別府	0.30	17.68	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.37	58,000	740	57,260
17	●				由布	0.49	14.79	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.50	0.32	70,000	7,770	62,230
18	●		05-364 II-042_1	津房川	由布	0.41	15.91	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.33	71,000	21,000	50,000
19	●				由布	0.37	12.52	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.38	0.35	35,000	0	35,000
20	●				由布	3.43	9.20	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.16	105,000	39,900	65,100
21	●				由布	0.19	15.43	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.42	42,000	1,200	40,800
22	●	●	05-364 I-054	中釣川②	由布	0.91	7.41	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.26	45,000	7,200	37,800
23	●	●			由布	0.30	7.97	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.37	21,000	0	21,000
24	●	●			由布	0.20	9.65	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.41	16,000	0	16,000
24	●	●				0.21	9.65	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.41	16,000	0	16,000
25		●			由布	0.35	6.84	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.35	23,000	1,200	21,800
26		●			由布	0.46	5.71	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.32	28,000	0	28,000
27	●	●	05-364 II-041	温泉川	由布	0.99	6.28	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.25	47,000	1,920	45,080
28		●	03-202 II-002	河敷川	由布	0.19	9.65	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.42	15,000	0	15,000
29		●	03-202 II-002	河敷川	由布	0.64	6.84	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.29	35,000	0	35,000
30		●			由布	0.12	9.65	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.48	11,000	0	11,000
31		●			由布	1.52	5.14	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.22	64,000	120	63,880
32	●				大分川	0.23	5.70	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.40	18,000	0	18,000
33	●				大分川	0.79	3.70	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.27	41,000	0	41,000
34	●				大分川	1.39	4.43	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.22	58,000	0	58,000
35	●				大分川	1.13	7.40	266.6	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.24	52,000	0	52,000

表 4.15 運搬可能土砂量等一覧表 (10 年超過確率規模降雨)

溪流ID	旧火山防災 マップ対象溪流		土石流危険渓流		地域	流域 面積	渓床 勾配	計画 降雨量	空除率	礫の 密度	水の 密度	内部 摩擦角	容積 土砂 濃度	流出 補正率	運搬可能 土砂量	施設 効果量	流出 土砂量
	鶴見岳	伽藍岳	溪流番号	溪流名		A (km ²)	θ (°)	Pp (mm)	K _v	σ (t/m ³)	ρ (t/m ³)	ϕ (°)	Cd	K _{r2}	Vdy ₂ (m ³)	① (m ³)	Vdy2-① A
1		●	03-341 I-003	三川	別府	2.62	1.15	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.18	101,000	0	101,000
2		●	03-202 I-056	冷川	別府	4.25	6.83	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.14	128,000	35,590	92,410
3		●	03-202 I-044	湯山川②	別府	0.33	11.31	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.33	0.36	29,000	0	29,000
4		●	03-202 I-043	湯山川①	別府	0.30	10.76	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.31	0.37	25,000	90	24,910
36		●	03-202 I-045_2	湯山川③	別府	2.09	6.47	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.19	85,000	17,250	67,750
5		●	03-202 I-031	平田川①	別府	0.24	10.14	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.39	20,000	0	20,000
6			03-202 I-042	野田川	別府	0.06	26.16	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	18,000	0	18,000
7		●	03-202 I-030	とび川	別府	0.52	9.56	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.31	35,000	1,220	33,780
8			03-202 I-029	明礪川	別府	0.11	10.00	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.49	12,000	0	12,000
9	●	●	03-202 I-028	春木川	別府	3.11	5.71	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.16	107,000	89,340	17,660
10	●	●	03-202 I-027	境川	別府	3.85	5.05	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.15	124,000	460,750	0
11	●		03-202 I-026	板地川	別府	0.49	9.56	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.32	34,000	0	34,000
12	●				別府	0.37	15.59	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.35	76,000	0	76,000
13	●		03-202 I-025	堀田川②	別府	0.50	10.99	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.32	0.31	37,000	390	36,610
14-1			03-202 I-024_1	堀田川① (A)	別府	0.48	15.89	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.32	90,000	0	90,000
14-2	●		03-202 I-024_2	堀田川① (B)	別府	0.65	20.28	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.29	111,000	2,700	108,300
14-3			03-202 I-024_3	堀田川① (C)	別府	0.04	25.36	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	12,000	100	11,900
14-4			03-202 I-024_4	堀田川① (D)	別府	0.14	20.48	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.46	38,000	0	38,000
14-5			03-202 I-024_5	堀田川① (E)	別府	0.03	20.04	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	9,000	0	9,000
15			03-202 III-003_0	南立石川⑦	別府	0.11	20.25	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.49	32,000	0	32,000
16			03-202 III-002_0	南立石川⑥	別府	0.30	17.68	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.37	65,000	740	64,260
17	●				由布	0.49	14.79	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.50	0.32	79,000	7,770	71,230
18	●		05-364 II-042_1	津房川	由布	0.41	15.91	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.33	80,000	21,000	59,000
19	●				由布	0.37	12.52	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.38	0.35	40,000	0	40,000
20	●				由布	3.43	9.20	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.16	118,000	39,900	78,100
21	●				由布	0.19	15.43	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.42	47,000	1,200	45,800
22	●	●	05-364 I-054	中釣川②	由布	0.91	7.41	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.26	51,000	7,200	43,800
23	●	●			由布	0.30	7.97	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.37	24,000	0	24,000
24	●	●			由布	0.20	9.65	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.41	18,000	0	18,000
24	●	●				0.21	9.65	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.41	18,000	0	18,000
25		●			由布	0.35	6.84	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.35	26,000	1,200	24,800
26		●			由布	0.46	5.71	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.32	32,000	0	32,000
27	●	●	05-364 II-041	温泉川	由布	0.99	6.28	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.25	53,000	1,920	51,080
28		●	03-202 II-002	河敷川	由布	0.19	9.65	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.42	17,000	0	17,000
29		●	03-202 II-002	河敷川	由布	0.64	6.84	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.29	40,000	0	40,000
30		●			由布	0.12	9.65	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.48	12,000	0	12,000
31		●			由布	1.52	5.14	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.22	72,000	120	71,880
32	●				大分川	0.23	5.70	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.40	20,000	0	20,000
33	●				大分川	0.79	3.70	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.27	46,000	0	46,000
34	●				大分川	1.39	4.43	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.22	66,000	0	66,000
35	●				大分川	1.13	7.40	300.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.24	58,000	0	58,000

表 4.16 運搬可能土砂量等一覧表（参考：100年超過確率規模降雨）

溪流ID	旧火山防災マップ対象溪流		土石流危険渓流		地域	流域面積	渓床勾配	計画降雨量	空除率	礫の密度	水の密度	内部摩擦角	容積土砂濃度	流出補正率	運搬可能土砂量	施設効果量	流出土砂量
	鶴見岳	伽藍岳	溪流番号	溪流名		A (km ²)	θ (°)	Pp (mm)	K _v	σ (t/m ³)	ρ (t/m ³)	ϕ (°)	Cd	K _{r2}	Vdy ₂ (m ³)	① (m ³)	Vdy2-① A
1		●	03-341 I-003	三川	別府	2.62	1.15	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.18	144,000	0	144,000
2		●	03-202 I-056	冷川	別府	4.25	6.83	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.14	182,000	35,590	146,410
3		●	03-202 I-044	湯山川②	別府	0.33	11.31	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.33	0.36	42,000	0	42,000
4		●	03-202 I-043	湯山川①	別府	0.30	10.76	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.31	0.37	36,000	90	35,910
36		●	03-202 I-045_2	湯山川③	別府	2.09	6.47	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.19	121,000	17,250	103,750
5		●	03-202 I-031	平田川①	別府	0.24	10.14	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.39	29,000	0	29,000
6			03-202 I-042	野田川	別府	0.06	26.16	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	25,000	0	25,000
7		●	03-202 I-030	とび川	別府	0.52	9.56	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.31	49,000	1,220	47,780
8			03-202 I-029	明礬川	別府	0.11	10.00	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.49	16,000	0	16,000
9	●	●	03-202 I-028	春木川	別府	3.11	5.71	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.16	152,000	89,340	62,660
10	●	●	03-202 I-027	境川	別府	3.85	5.05	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.15	176,000	460,750	0
11	●		03-202 I-026	板地川	別府	0.49	9.56	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.32	48,000	0	48,000
12	●				別府	0.37	15.59	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.35	108,000	0	108,000
13	●		03-202 I-025	堀田川②	別府	0.50	10.99	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.32	0.31	52,000	390	51,610
14-1			03-202 I-024_1	堀田川①(A)	別府	0.48	15.89	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.32	129,000	0	129,000
14-2	●		03-202 I-024_2	堀田川①(B)	別府	0.65	20.28	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.29	158,000	2,700	155,300
14-3			03-202 I-024_3	堀田川①(C)	別府	0.04	25.36	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	17,000	100	16,900
14-4			03-202 I-024_4	堀田川①(D)	別府	0.14	20.48	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.46	54,000	0	54,000
14-5			03-202 I-024_5	堀田川①(E)	別府	0.03	20.04	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.50	13,000	0	13,000
15			03-202 III-003_0	南立石川⑦	別府	0.11	20.25	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.49	45,000	0	45,000
16			03-202 III-002_0	南立石川⑧	別府	0.30	17.68	427.7	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.37	93,000	740	92,260
17	●				由布	0.49	14.79	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.50	0.32	148,000	7,770	140,230
18	●		05-364 II-042_1	津房川	由布	0.41	15.91	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.33	150,000	21,000	129,000
19	●				由布	0.37	12.52	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.38	0.35	75,000	0	75,000
20	●				由布	3.43	9.20	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.16	222,000	39,900	182,100
21	●				由布	0.19	15.43	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.54	0.42	89,000	1,200	87,800
22	●	●	05-364 I-054	中釣川②	由布	0.91	7.41	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.26	96,000	7,200	88,800
23	●	●			由布	0.30	7.97	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.37	45,000	0	45,000
24	●	●			由布	0.20	9.65	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.41	33,000	0	33,000
24	●	●				0.21	9.65	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.41	35,000	0	35,000
25		●			由布	0.35	6.84	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.35	50,000	1,200	48,800
26		●			由布	0.46	5.71	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.32	60,000	0	60,000
27	●	●	05-364 II-041	温泉川	由布	0.99	6.28	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.25	100,000	1,920	98,080
28		●	03-202 II-002	河敷川	由布	0.19	9.65	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.42	32,000	0	32,000
29		●	03-202 II-002	河敷川	由布	0.64	6.84	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.29	75,000	0	75,000
30		●			由布	0.12	9.65	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.48	23,000	0	23,000
31		●			由布	1.52	5.14	567.4	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.22	136,000	120	135,880
32	●				大分川	0.23	5.70	475.2	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.40	31,000	0	31,000
33	●				大分川	0.79	3.70	475.2	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.27	72,000	0	72,000
34	●				大分川	1.39	4.43	475.2	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.22	104,000	0	104,000
35	●				大分川	1.13	7.40	475.2	0.4	2.65	1.2	35	0.30	0.24	92,000	0	92,000

表 4.13～表 4.16 に示した降雨規模（2 年、5 年、10 年及び 100 年超過確率規模）ごとに数値シミュレーションを実施して降灰後の土石流の影響範囲を比較した結果、緊急ハード対策が可能な規模としては、「2 年超過確率規模降雨」を対象の降雨規模とした。ただし、春木川については、2 年超過確率規模降雨では、流出土砂量が 0 となるため、5 年超過確率規模の降雨を対象規模とした。

なお、数値シミュレーションに必要な設定条件を、表 4.17 に示す。表 4.17 に示すように、土石流は高い土砂濃度を持ち、三角形のヒドログラフ形状（図 4.59）で流下することを想定している。

表 4.17 降灰後の土石流の数値シミュレーションを実施するための設定条件

項目	備考
土石流の形態	高いピーク流量をもって、礫と火山灰が土石流形態で流下
ヒドログラフ	土砂濃度を一定とした三角形に近似
継続時間	1 時間以内
代表粒径	5.0cm（現地調査より）
使用地形メッシュ	10m（平成25年作成のLPデータより作成）

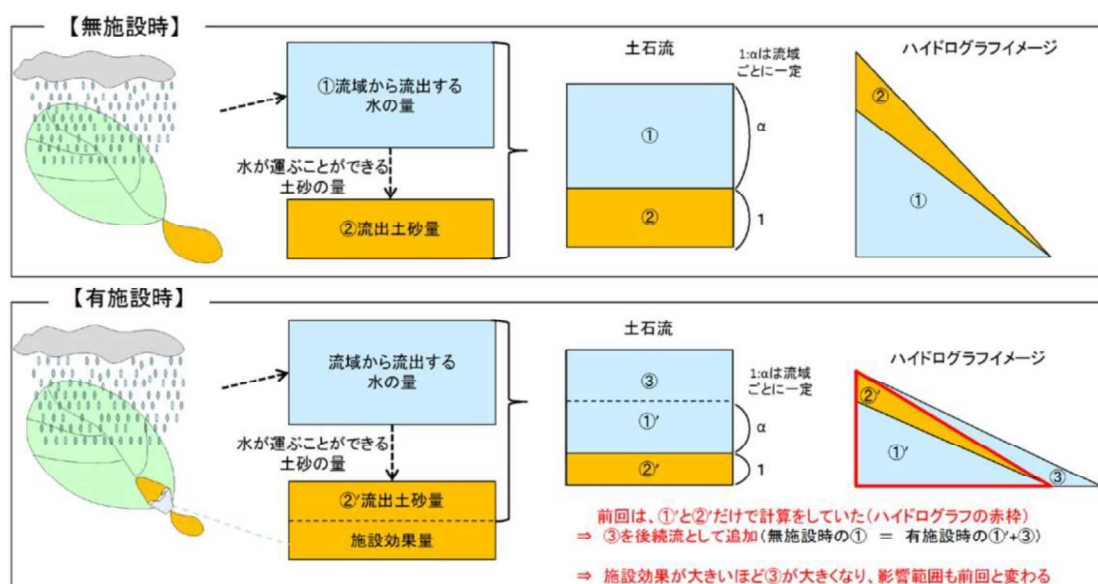


図 4.59 ヒドログラフの形状イメージ図

40 溪流の計算結果をとりまとめ、2年超過確率規模降雨による土石流のシミュレーション結果（最大流動深）を図 4.60 に、参考として、100年超過確率規模降雨によるシミュレーション結果（最大流動深）を図 4.61 示す。

また、結果をもとに作成した降灰後の土石流の影響範囲を、図 4.62 及び図 4.63 に示す。なお、2年超過確率規模降雨による土石流のシミュレーション結果については、溪流毎に拡大して示したものを、図 4.64～図 4.83 に示す。



図 4.60 降灰後の土石流のシミュレーション結果 (2年超過確率規模)



図 4.61 降灰後の土石流のシミュレーション結果 (参考: 100年超過確率規模)



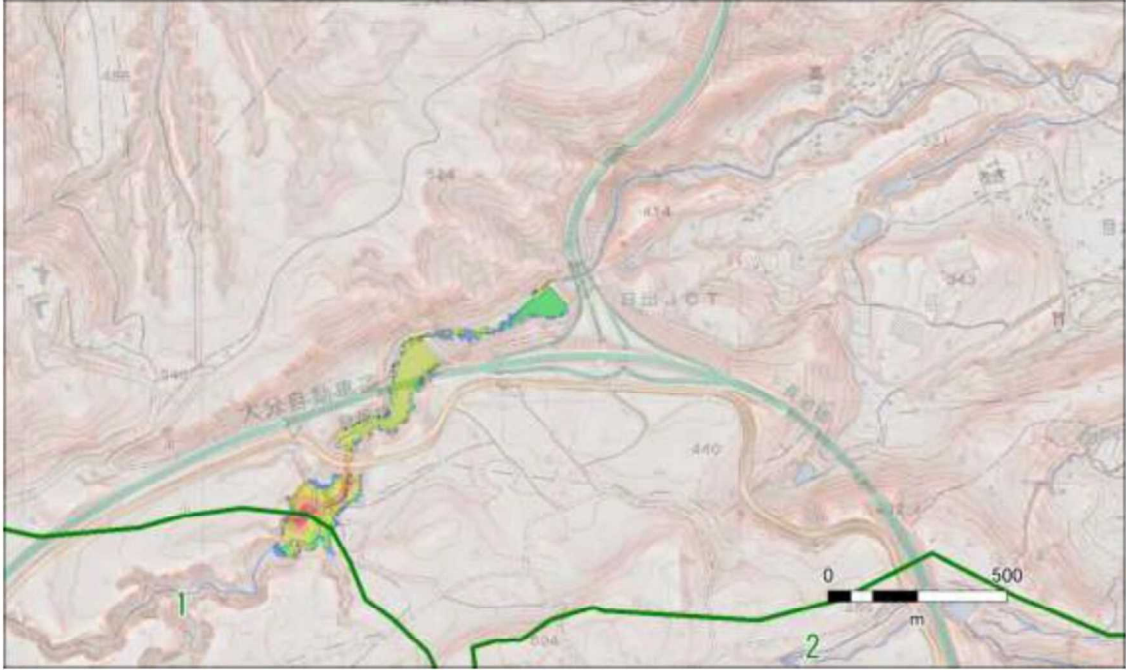
図 4.62 降灰後の土石流の影響範囲（2年超過確率規模）

〔春木川については、5年超過確率規模降雨による影響範囲〕



図 4.63 降灰後の土石流の影響範囲（参考：100年超過確率規模）

溪流 No.1 溪流番号：03-341 I-003 溪流名：三川



溪流 No.2 溪流番号：03-202 I-056 溪流名：冷川

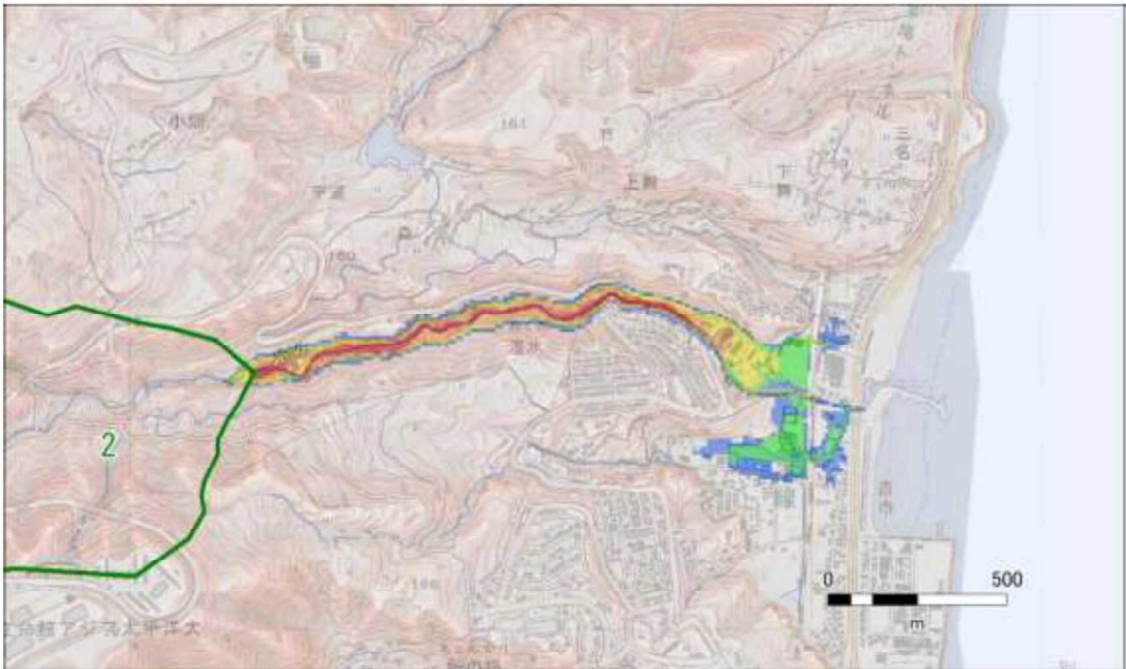
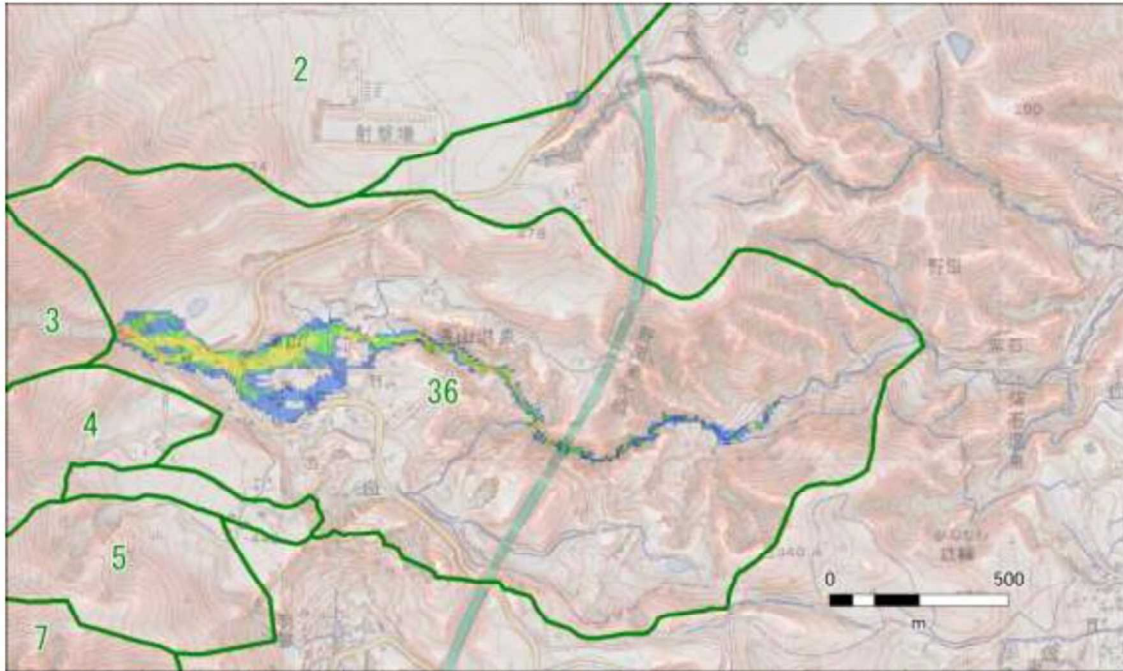


図 4.64 降灰後の土石流シミュレーション計算結果 (2年超過確率規模；No.1、2)

溪流 No.3 溪流番号：03-202 I -044 溪流名：湯山川②



溪流 No.4 溪流番号：03-202 I -043 溪流名：湯山川①

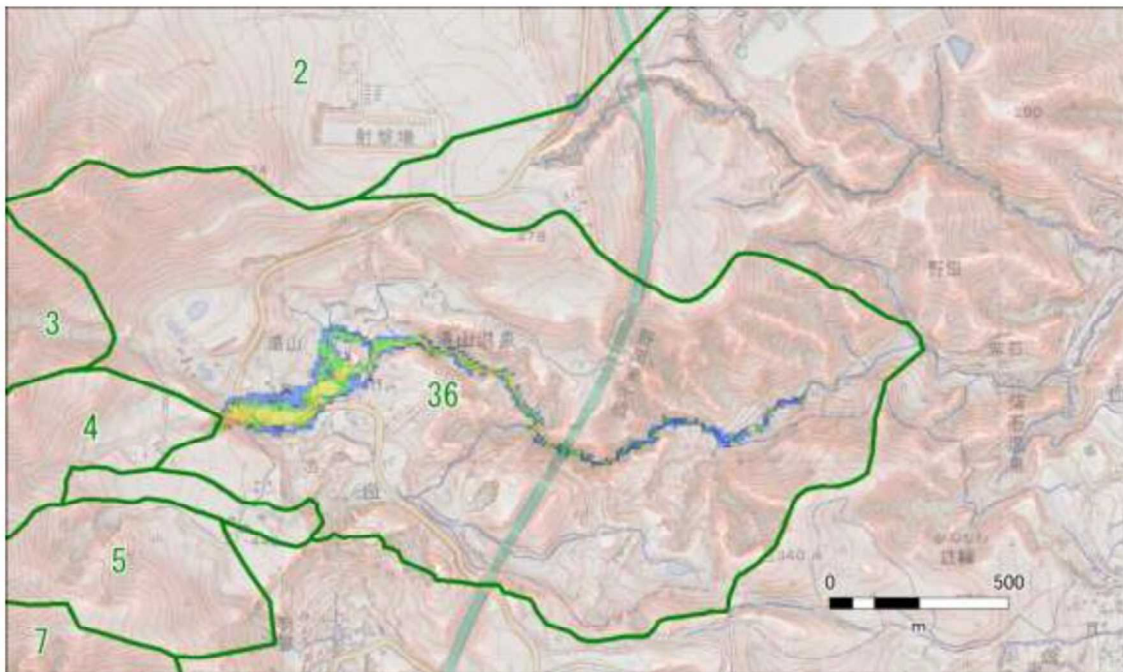


図 4.65 降灰後の土石流シミュレーション計算結果（2年超過確率規模；No.3、4）