

大規模斜面崩壊・火山噴火 による土砂災害と緊急対応

独立行政法人 土木研究所

土砂管理研究グループ

小山内 信智

(Supported by Sabo division/NILIM)

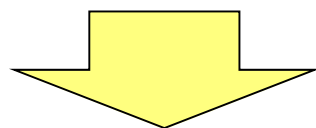
土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の 推進に関する法律の一部を改正する法律

課題

大規模な土砂災害が急迫している場合について

- ①住民に避難指示をする権限は市町村にあるが、経験が少なく、避難指示の判断の根拠となる情報を自ら入手することが困難。このため、国又は都道府県による技術的支援が必要。
- ②国と都道府県の役割や関与が不明確。

改正の目的



- ①大規模な土砂災害が急迫している状況において、市町村が適切に住民の避難指示の判断等を行えるよう国又は都道府県が被害の想定される区域・時期の情報を提供
- ②高度な技術を要する土砂災害については国、その他の土砂災害については都道府県の役割や関与を法律上明確化

大規模な土砂災害が急迫

河道閉塞による 湛水・土石流

- ・河道閉塞(天然ダム)の高さがおおむね20m以上ある場合
- ・おおむね10戸以上の人家に被害が想定される場合

火山噴火による土石流

- ・河川の勾配が10度以上である区域のおおむね5割以上に1cm以上の降灰等が堆積した場合
- ・おおむね10戸以上の人家に被害が想定される場合

地すべり

- ・地すべりにより、地割れや建築物等に亀裂が発生又は広がりつつある場合
- ・おおむね10戸以上の人家に被害が想定される場合

緊急調査

国土交通省

湛水又は土石流による被害が及ぶおそれがある土地の区域・時期の想定

緊急調査

都道府県

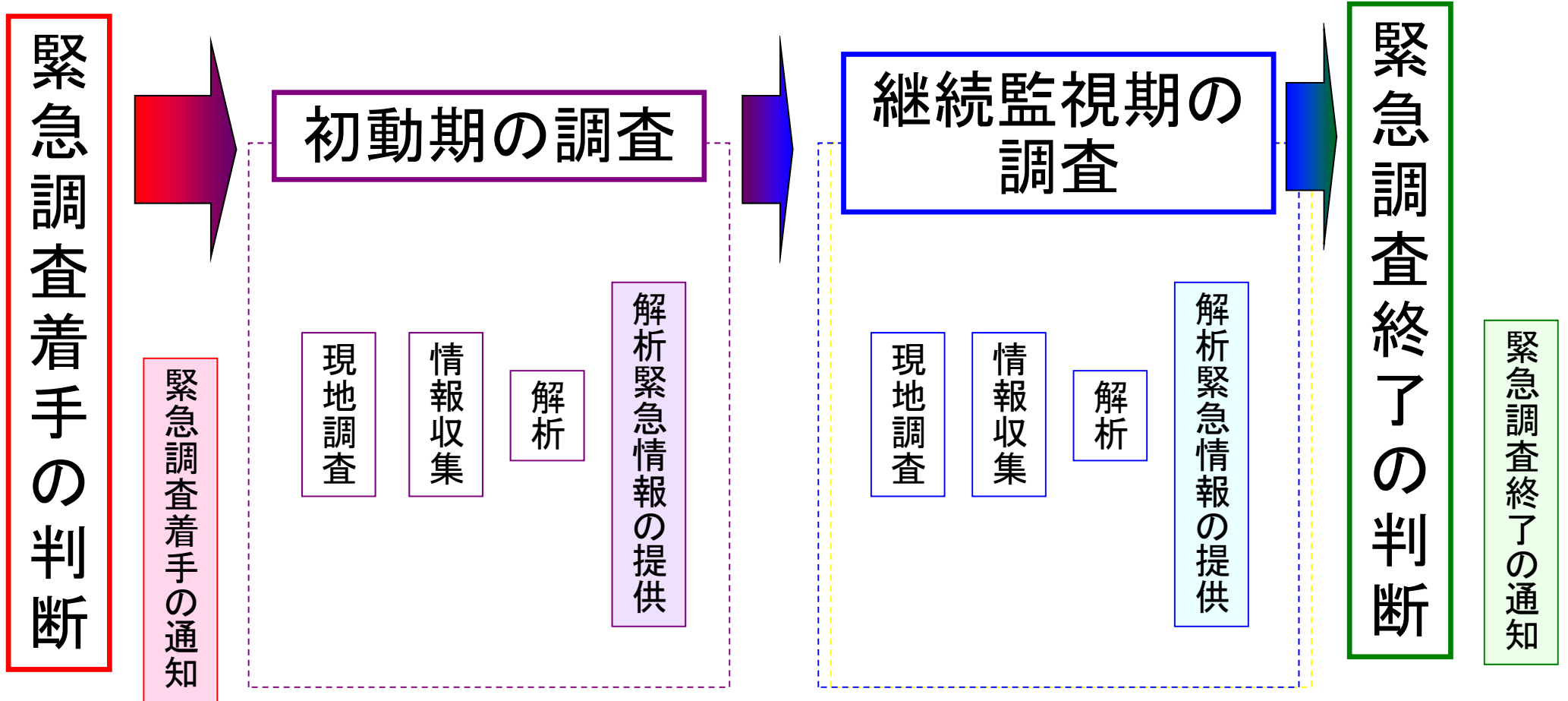
地すべりによる被害が及ぶおそれがある土地の区域・時期の想定

国土交通省又は都道府県は、緊急調査に基づき被害の想定される区域・時期の情報(土砂災害緊急情報)を関係市町村長へ通知するとともに、一般に周知する

市町村長が住民への避難を指示(災害対策基本法第60条)等

土砂災害から国民の生命・身体を保護

実施の流れ



噴火による火山灰等の堆積後の降雨 を発生原因とする土石流

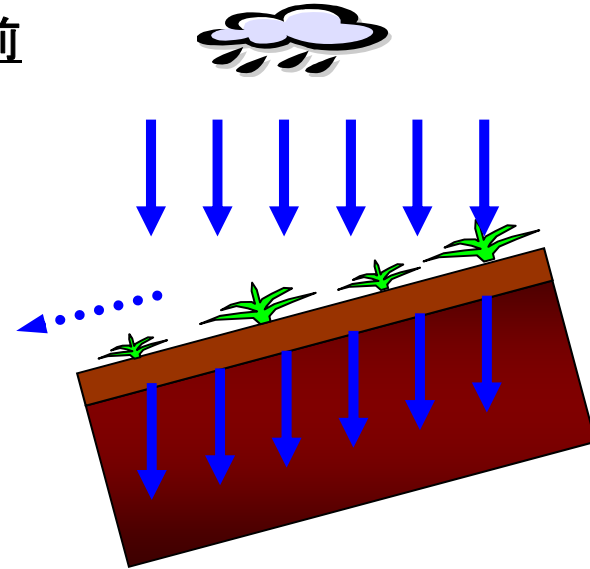
土石流が発生しやすくなるしくみ



降灰を伴う火山噴火

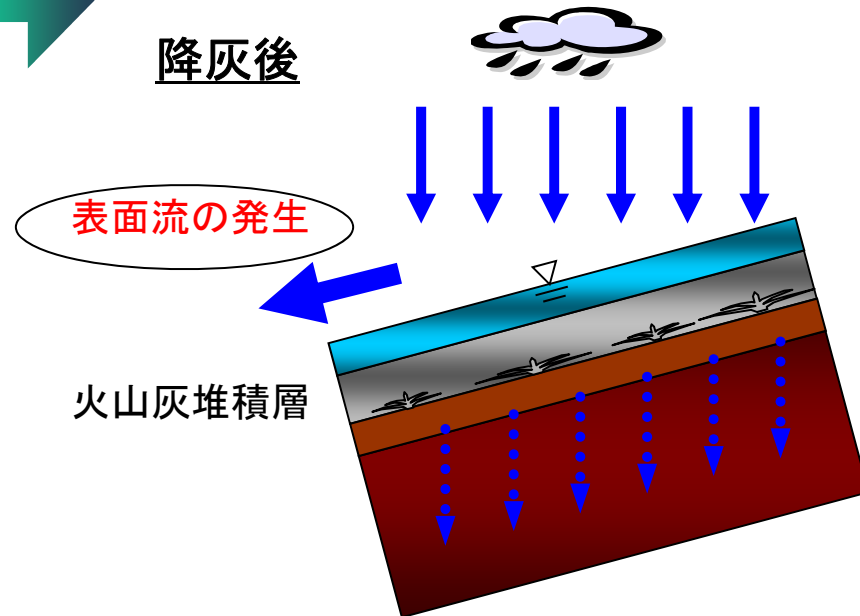
(新燃岳1月27日噴火)

降灰前



雨水はほとんど浸透し、表面流は発生しにくい。

降灰後



浸透能が低下し、表面流が多量に発生するようになる。

谷筋に流れが集中して著しい侵食が進むことで、通常の土石流よりも大規模な土石流が発生する危険性が高まるほか、少量の降雨でも土石流が発生する危険性が高まる。



表面流が谷筋に集中した痕跡がみられる斜面
(三宅島2000年の事例)



弱い雨でも土石流が発生するようになる
(三宅島2000年の事例)

H3 9/18



H5 9/6



霧島山（新燃岳）の噴火概要について

噴火の概要（H23. 9. 26現在）

- ・ 新燃岳は、平成23年1月19日噴火以降、活発な活動が継続。
- ・ 爆発的噴火は、1月26日から3月1日までの計13回発生
[噴火警戒レベルなど]

- 1月26日 噴火警戒レベル3（入山規制）に引き上げ
- 1月31日 入山規制エリアの拡大（2km → 3km）
- 2月 1日 入山規制エリアの拡大（3km → 4km）
- 3月22日 入山規制エリアの拡大（4km → 3km）

○噴火の主な状況（気象庁HPより）

- 1月19日01:30 噴火
- 1月26日15:40 噴火（高さ1500m）
- 1月26日18:00 噴火警戒レベル3（入山規制）に引き上げ
- 1月27日15:41 爆発的噴火（噴煙：高さ2500m以上）
- 1月28日12:47 爆発的噴火（噴煙：高さ1000m以上）
- 1月30日13:57 爆発的噴火（噴煙：雲のため不明）
- 1月31日 1:35 入山規制エリアの拡大（2km → 3km）
- 2月 1日 7:54 爆発的噴火（噴煙：高さ2000m）
- 2月 1日11:20 入山規制エリアの拡大（3km → 4km）
- 2月 1日23:19 爆発的噴火（噴煙：高さ2000m以上）
- 2月 2日 5:25 爆発的噴火（噴煙：高さ2000m以上）
- 2月 2日10:47 爆発的噴火（噴煙：高さ500m以上）
- 2月 2日15:53 爆発的噴火（噴煙：高さ3000m）
- 2月 3日 8:09 爆発的噴火（噴煙：高さ1500m）
- 2月11日11:36 爆発的噴火（噴煙：高さ2500m）
- 2月14日 5:07 爆発的噴火（噴煙：雲のため不明）
- 2月18日18:16 爆発的噴火（噴煙：高さ3000m）
- 3月 1日19:23 爆発的噴火（噴煙：不明）
- 3月22日17:00 入山規制エリアの縮小（4km → 3km）



爆発的噴火状況(H23.1.27)



噴石の飛散状況(H23.1.27)

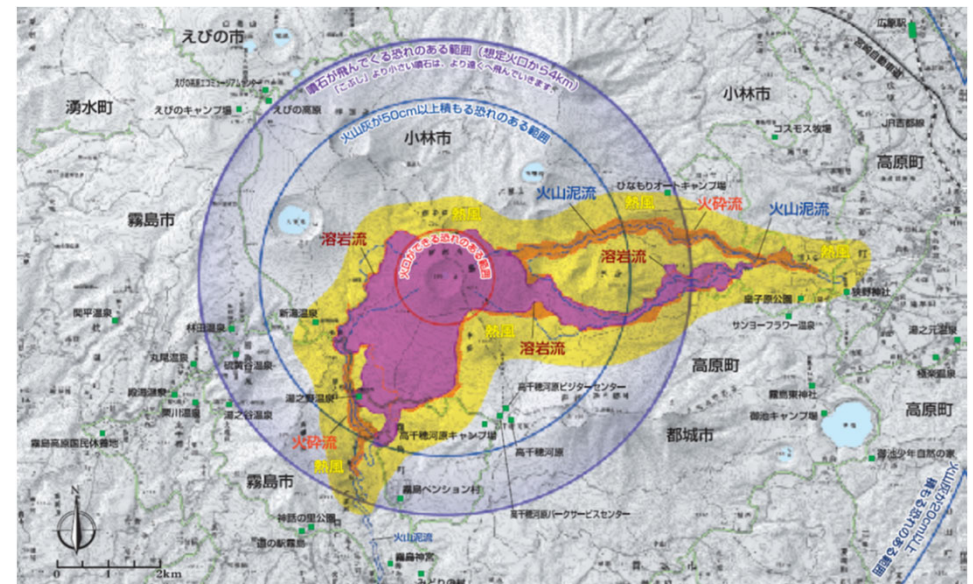


霧島（御鉢、高千穂峰）

降灰状況(H23.2.2)



災害対策用ヘリコプター「はるかぜ号」



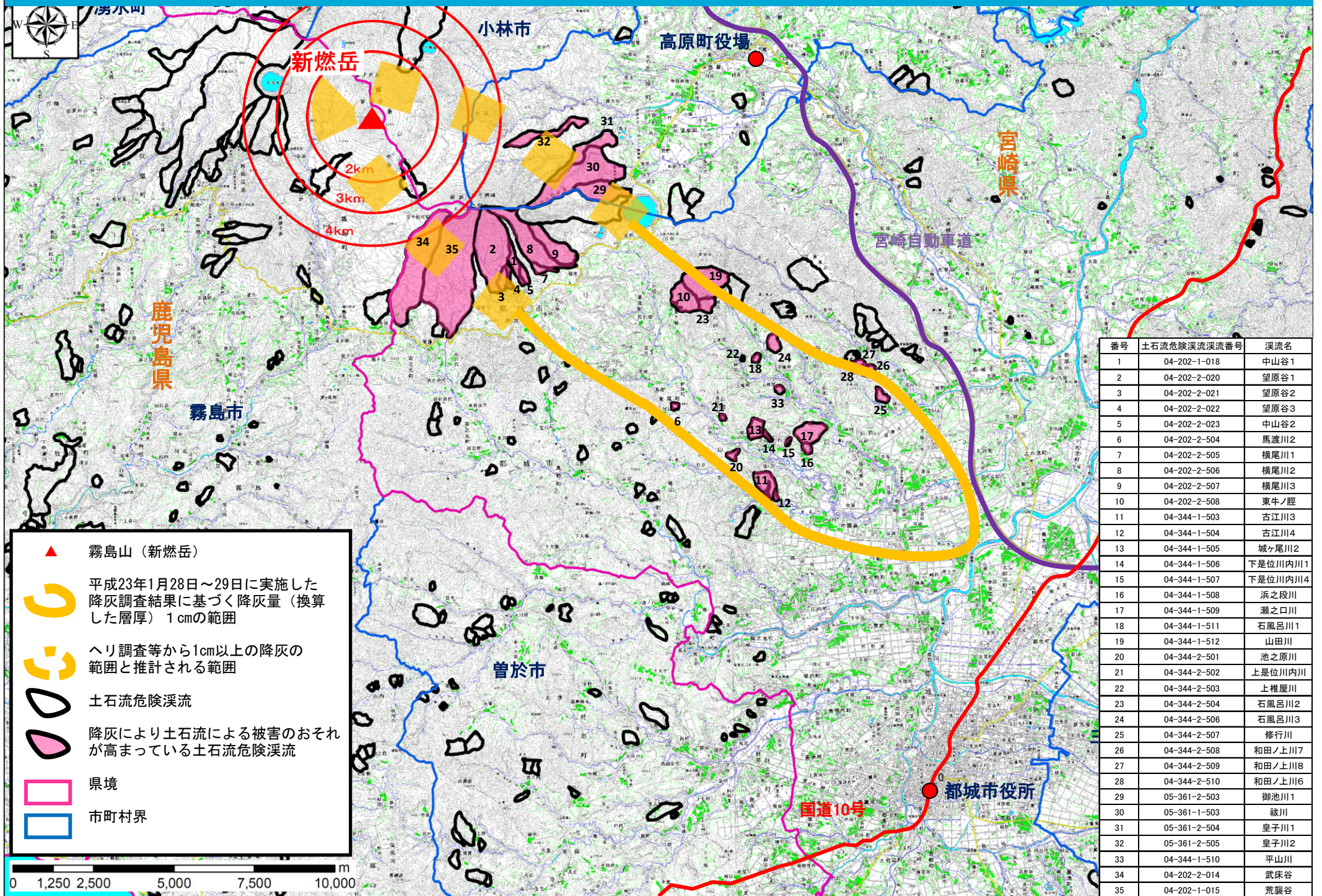
噴火警報・噴火予報発令時における立ち入り禁止区域(新燃岳)








◆1月27日(木)に第2回ヘリ調査を実施



ヘリ調査は計14回実施
(1月21日～6月14日)

降灰により土石流による被害のおそれが高まっている土石流危険溪流の抽出結果 国土交通省九州地方整備局

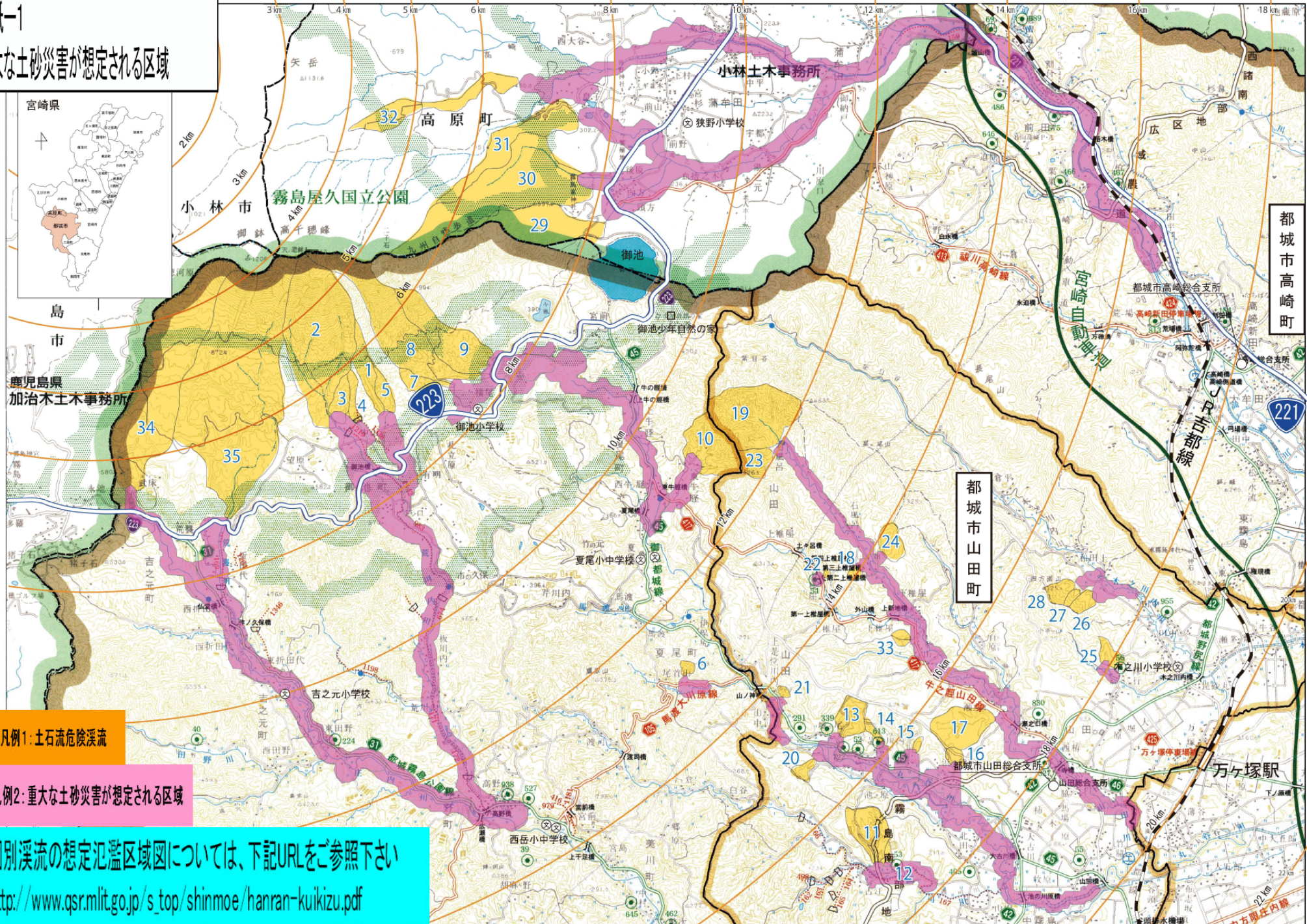
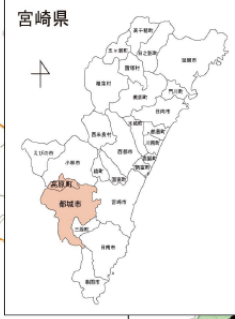


-  霧島山(新燃岳)
-  平成23年1月28日~29日に実施した降灰調査結果に基づく降灰量(換算した層厚)1cmの範囲
-  へり調査等から1cm以上の降灰の範囲と推計される範囲
-  土石流危険溪流
-  降灰により土石流による被害のおそれが高まっている土石流危険溪流
-  県境
-  市町村界

番号	土石流危険溪流溪流番号	溪流名
1	04-202-1-018	中山谷1
2	04-202-2-020	望原谷1
3	04-202-2-021	望原谷2
4	04-202-2-022	望原谷3
5	04-202-2-023	中山谷2
6	04-202-2-504	馬渡川2
7	04-202-2-505	横尾川1
8	04-202-2-506	横尾川2
9	04-202-2-507	横尾川3
10	04-202-2-508	東牛ノ脛
11	04-344-1-503	古江川3
12	04-344-1-504	古江川4
13	04-344-1-505	城ヶ尾川2
14	04-344-1-506	下是位川内川1
15	04-344-1-507	下是位川内川4
16	04-344-1-508	浜之段川
17	04-344-1-509	瀬之口川
18	04-344-1-511	石風呂川1
19	04-344-1-512	山田川
20	04-344-2-501	池之原川
21	04-344-2-502	上是位川内川
22	04-344-2-503	上椎屋川
23	04-344-2-504	石風呂川2
24	04-344-2-506	石風呂川3
25	04-344-2-507	修行川
26	04-344-2-508	和田ノ上川7
27	04-344-2-509	和田ノ上川8
28	04-344-2-510	和田ノ上川6
29	05-361-2-503	御池川1
30	05-361-1-503	祓川
31	05-361-2-504	皇子川1
32	05-361-2-505	皇子川2
33	04-344-1-510	平山川
34	04-202-2-014	武床谷
35	04-202-1-015	荒襲谷

別紙-1

重大な土砂災害が想定される区域



凡例1: 土石流危険渓流

凡例2: 重大な土砂災害が想定される区域

個別溪流の想定氾濫区域図については、下記URLをご参照下さい
http://www.qsr.mlit.go.jp/s_top/shinmoe/hanran-kuikizu.pdf

噴火後に土石流を発生させた過去の事例(平成12年有珠山噴火、平成12年三宅島噴火、平成3年雲仙岳噴火)の降雨データを参考にすると、土石流が発生した降雨のうち、雨量の下限値としては、三宅島において4mm/hの降雨で土石流が発生した事例があることから、4mm/h以上の強度の降雨が予測される際に、土石流による被害のおそれの高まっている土石流危険渓流において、土石流の発生が切迫していると判断。なお、雨量基準については、今後の降雨と土石流の発生実績に応じて見直しを行うこととする。

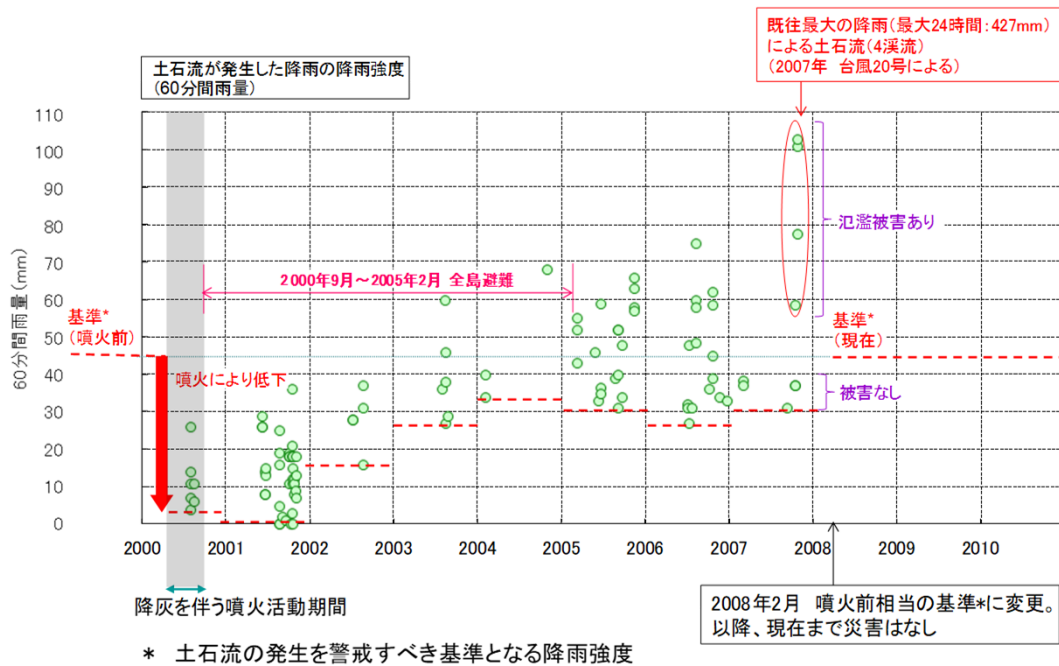


図1 三宅島の土石流発生状況と発生時の降雨強度(60分間雨量)の関係(伊豆諸島土砂災害策検討委員会 第15回三宅島土石流・泥流部会討議資料(2008(平成20)年2月4日)に加筆。東京都提供)

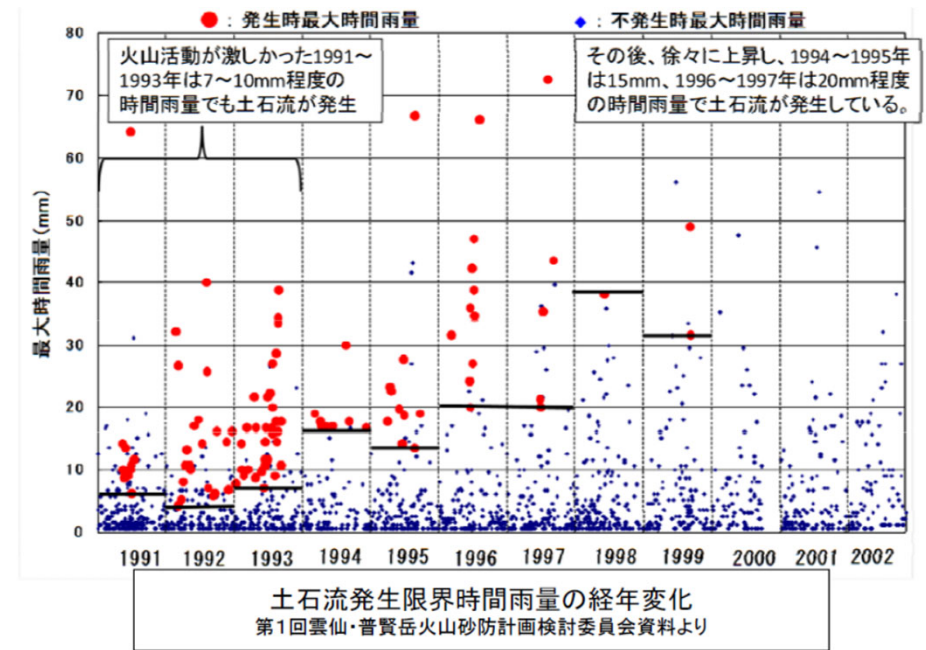
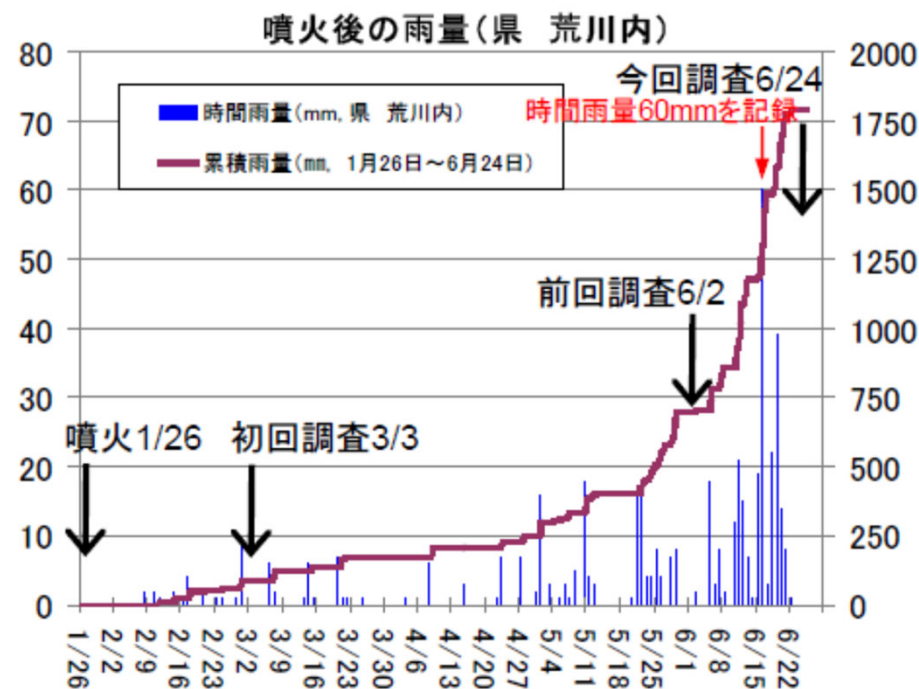


図2 雲仙・普賢岳の土石流発生状況と発生時の降雨強度(60分間雨量)の関係(第1回雲仙・普賢岳火山砂防計画検討委員会資料より)



大きなガリは噴火前からのものだが、最上流部に複数のガリが発達しつつある

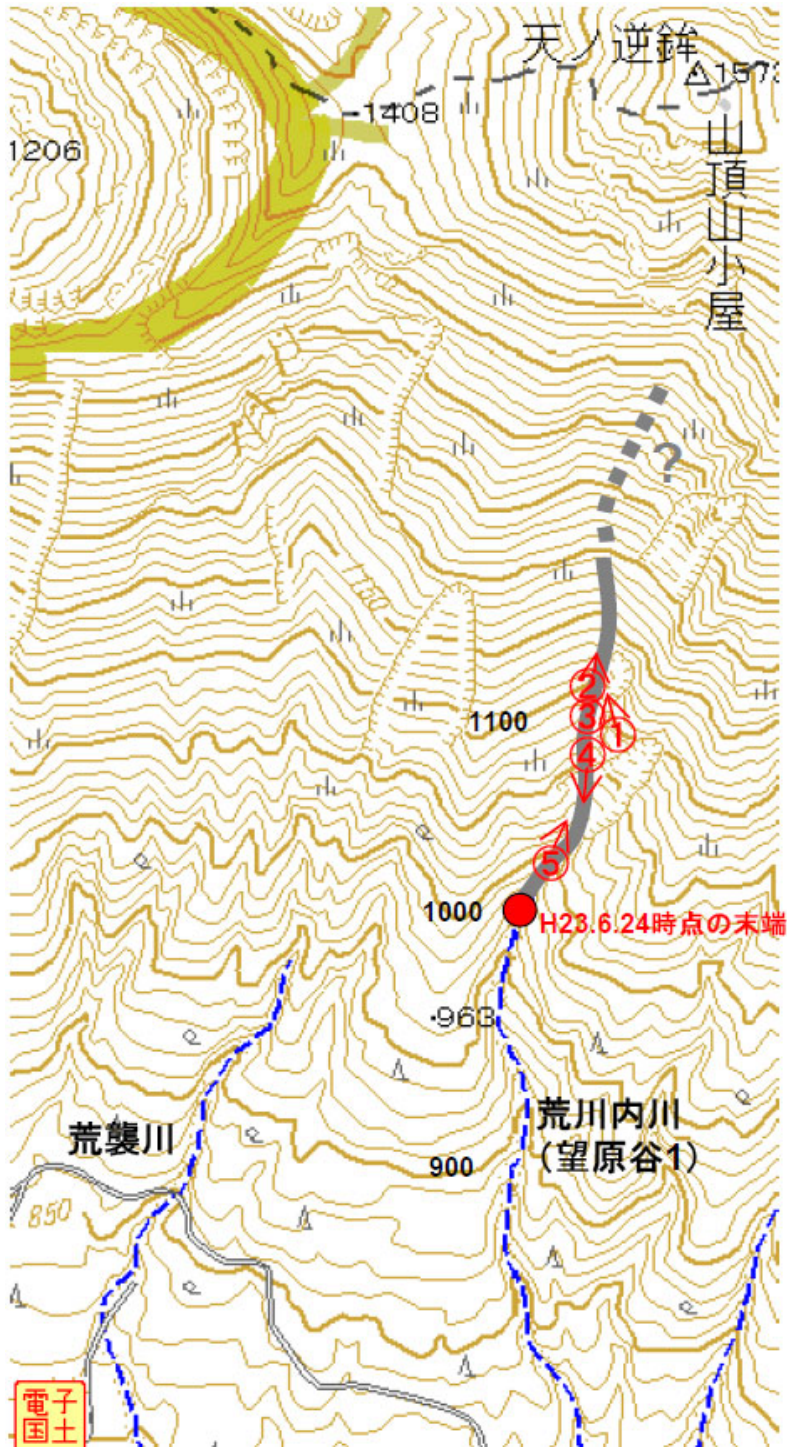
○6月10日から6月27日までの断続的な雨により、多いところで時間雨量60mmを超える記録、総雨量も多いところで300mm程度を記録



○人家に影響を及ぼすような土砂災害は発生しなかったが、噴火後の緊急除石した砂防堰堤が再び満砂するなどの土砂流出があった。(捕捉量約26,000m³)

新燃岳東側斜面のガリの状況(6月24日)

荒川内川(望原谷1)上流域の土石流堆積状況の比較



6月2日



3月3日



6月24日



6月24日*

降雨後の土砂流出状況の把握

■高千穂第3砂防堰堤(上流から下流を望む)



H23.6.13 掘削後に堆積した形跡なし



H23.6.17 砂質土が若干堆積



H23.6.26 満砂状態

高千穂川流域で土砂2万6000ト流出確認
高原町の降雨影響、国土交通省九州地方整備局は27日、25、26日の降雨によって宮崎県高千穂町の高千穂川流域で、土砂約2万6000トの流出を確認したと発表した。
土石流をくいとめる砂防堰堤を調査したところ、3カ所が土砂で埋まった状態になっていた。町内の雨量計では総雨量76ミリの観測した。九地整備宮崎河川国道事務所は「堰堤が下流への土砂流出を防いだ」とみている。今後、緊急除石工事を実施する。

■矢岳第3砂防堰堤(上流から下流を望む)



H23.6.13 掘削後に堆積した形跡なし

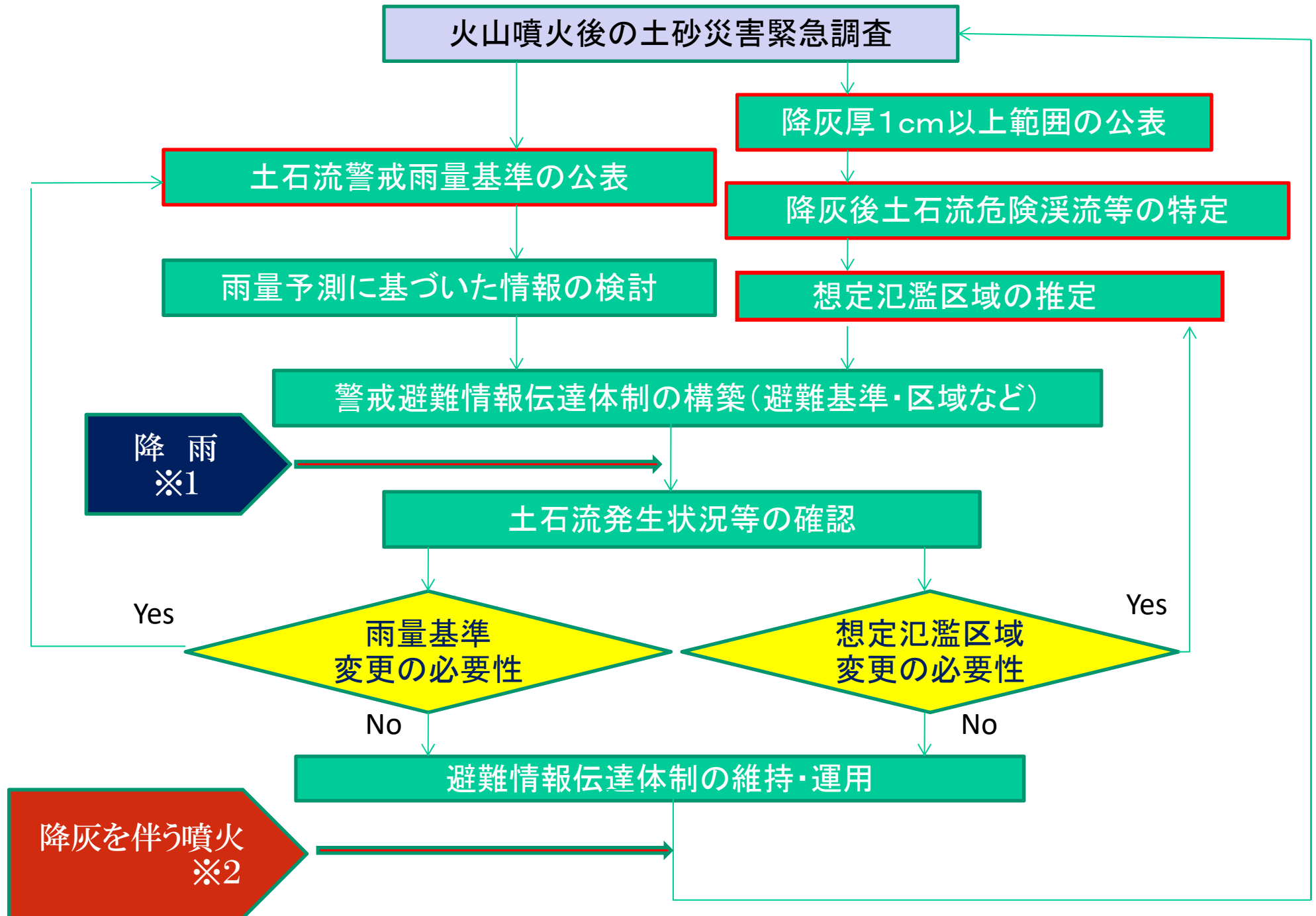


H23.6.17 堆積していないが濁筋に変化あり



H23.6.26 満砂状態

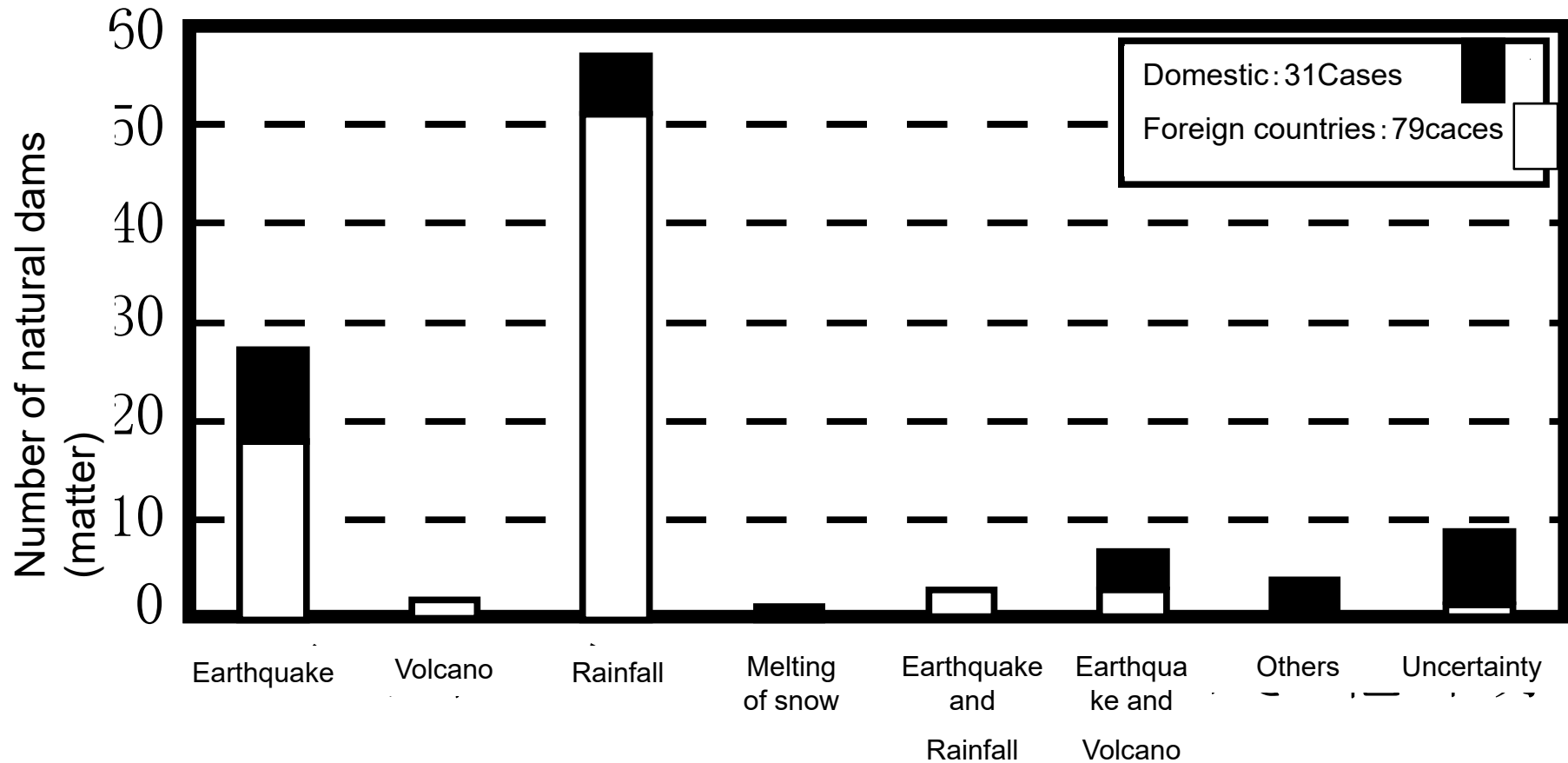
霧島山(新燃岳)噴火に伴う降灰による土石流に対する 避難体制整備に必要な情報の整理フロー



天然ダムの形成と 決壊メカニズム

- (1)天然ダムの形成誘因
- (2)天然ダムの規模と決壊時間
- (3)天然ダムの決壊パターンと土石流規模予測
- (4)天然ダムの形成・決壊への対策の流れ

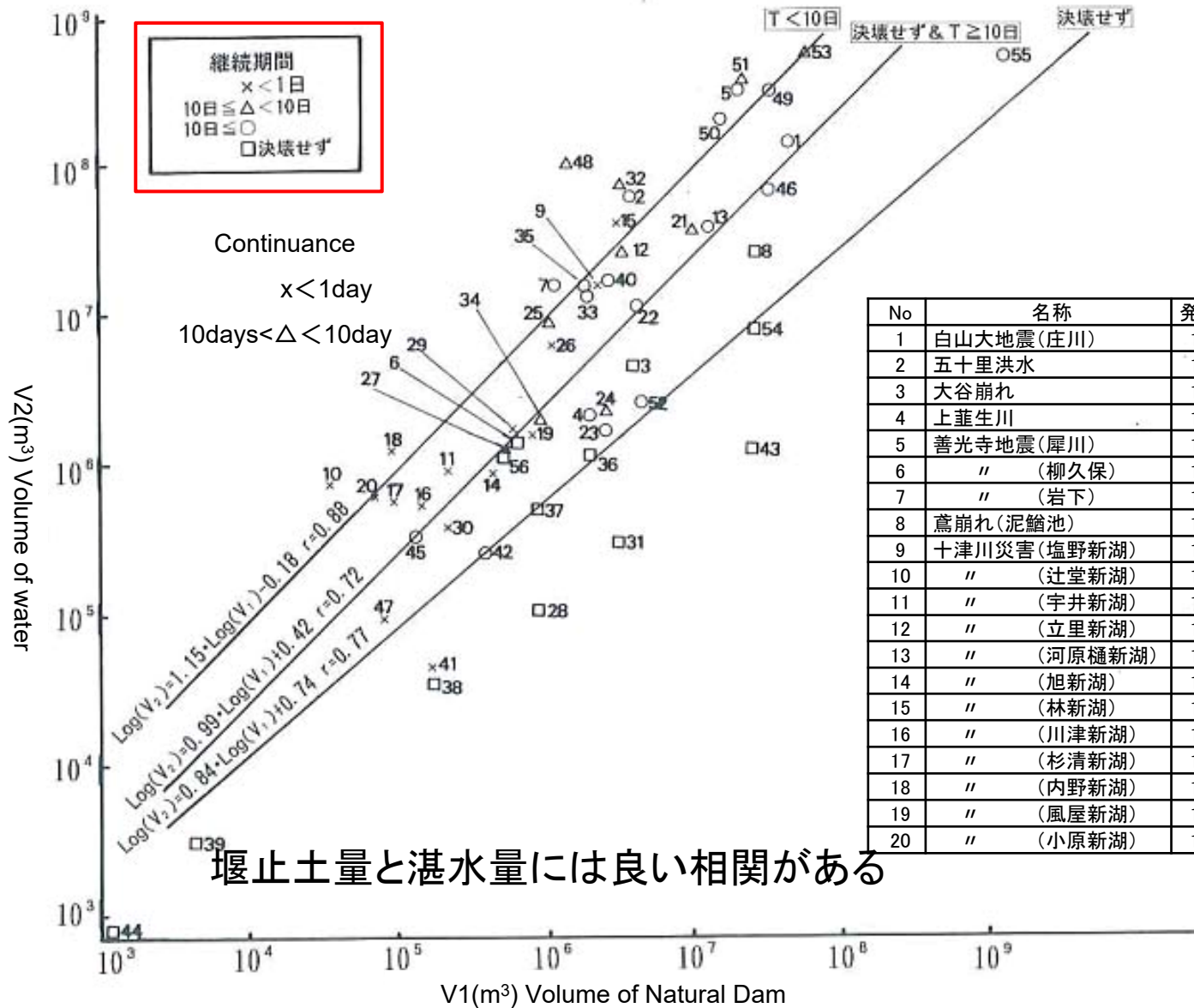
(1) 天然ダムの形成誘因の分布



(旧建設省中部地建河川計画課:天然ダム調査事例集と
米国土木学会Landslide damsより)

(2) 天然ダムの規模と決壊時間

堰止土量と湛水量

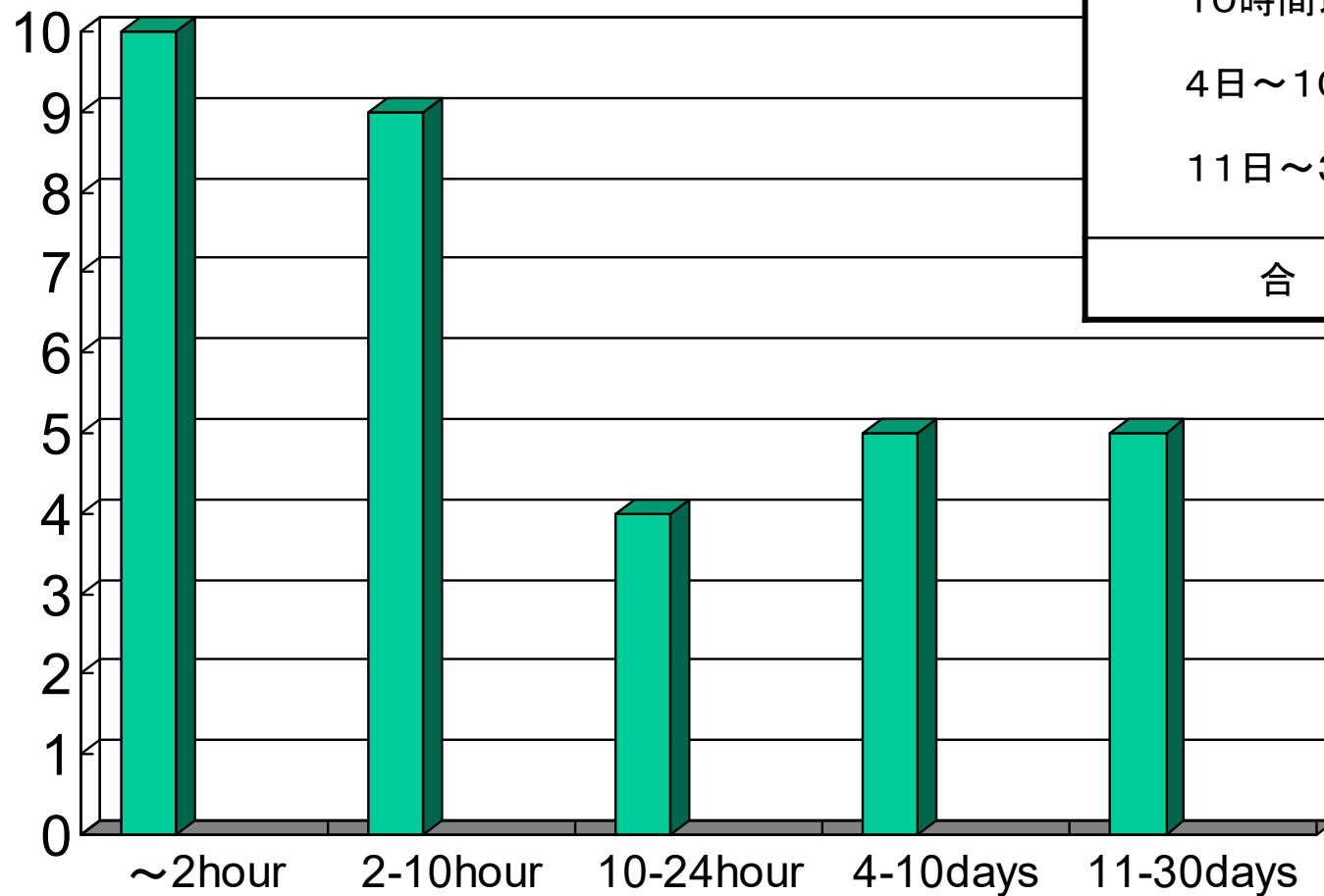


堰止土量と湛水量には良い相関がある

No	名称	発生年
21	" (小川新湖)	1889
22	" (山手新湖)	1889
23	" (柏溪新湖)	1889
24	" (無名新湖・上湯川)	1889
25	" (突合新湖)	1889
26	" (桂釜新湖)	1889
27	" (久保谷新)	1889
28	" (無名新湖・重里)	1889
29	" (重里新湖)	1889
30	" (西ノ陰地新湖)	1889
31	松川・ガラガラ沢	1881
32	那賀川・高磯山	1892
33	海部山・保瀬	1892
34	ナンノ崩壊	1895
35	稗田山崩れ	1911

No	名称	発生年	No	名称	発生年
1	白山大地震(庄川)	1586	36	焼岳・大正池(1)	1915
2	五十里洪水	1683	37	焼岳・大正池(2)	1926
3	大谷崩れ	1702	38	関東地震・震生湖	1923
4	上韭生川	1788	39	今市地震・七里	1949
5	善光寺地震(犀川)	1847	40	有田川災害(金剛寺)	1953
6	" (柳久保)	1847	41	" (北寺)	1953
7	" (岩下)	1847	42	" (有中谷)	1953
8	鳶崩れ(泥鱈池)	1858	43	王滝村・御岳山	1984
9	十津川災害(塩野新湖)	1889	44	神戸市・清水	1985
10	" (辻堂新湖)	1889	45	軽井沢地すべり	1961
11	" (宇井新湖)	1889	46	Lower Gros Ventre Landslide	1925
12	" (立里新湖)	1889	47	Polallie Creek Debris Flow	1980
13	" (河原樋新湖)	1889	48	1880 Landslide Dam	1880
14	" (旭新湖)	1889	49	Yinping Blockage	1933
15	" (林新湖)	1889	50	Dachao Blockage	1933
16	" (川津新湖)	1889	51	Deixi Blockage	1933
17	" (杉清新湖)	1889	52	Zepozhu Landslide	1965
18	" (内野新湖)	1889	53	Tangudong Landslide	1967
19	" (風屋新湖)	1889	54	Stanley Lake	1929
20	" (小原新湖)	1889	55	Manlaro	1974
			56	Ghizar River	1980

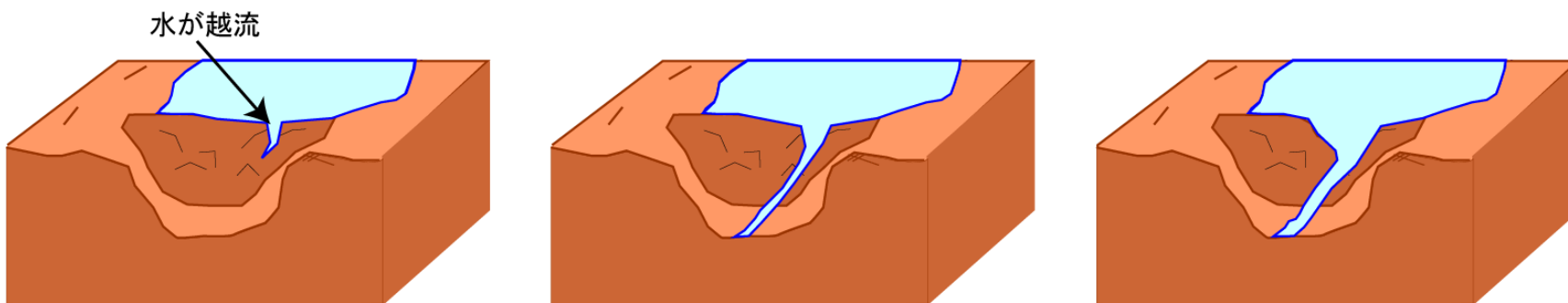
決壊までの時間分布



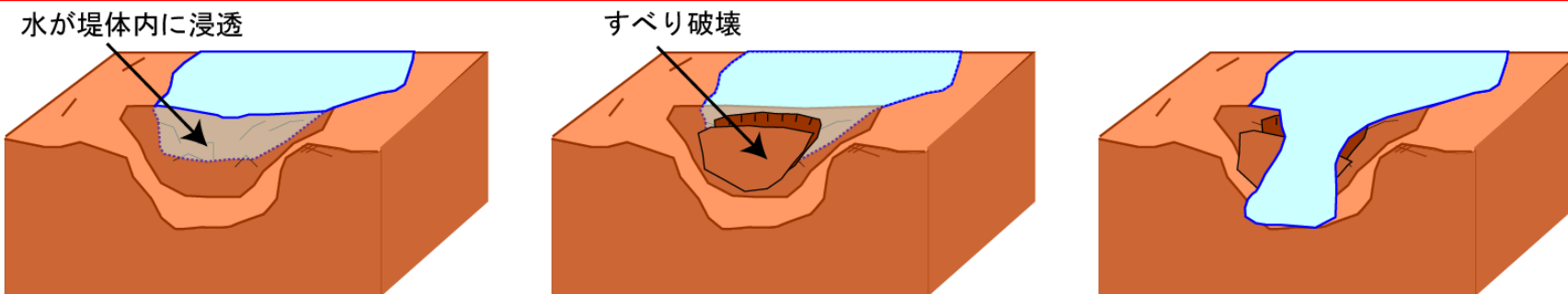
決壊までの経過時間	個数
2時間まで	10
2時間以上10時間まで	9
10時間以上1日以内	4
4日~10日	5
11日~30日	5
合計	33

(3) 天然ダム破壊形態

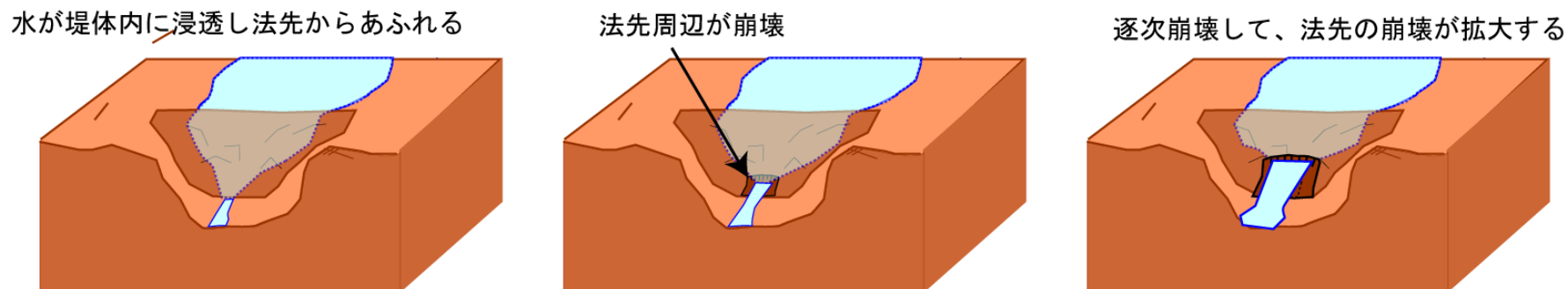
越流侵食による決壊



すべり崩壊による決壊



進行性破壊
(パイピング)
による決壊



沼倉裏沢における河道閉塞(天然ダム)の 越流侵食事例



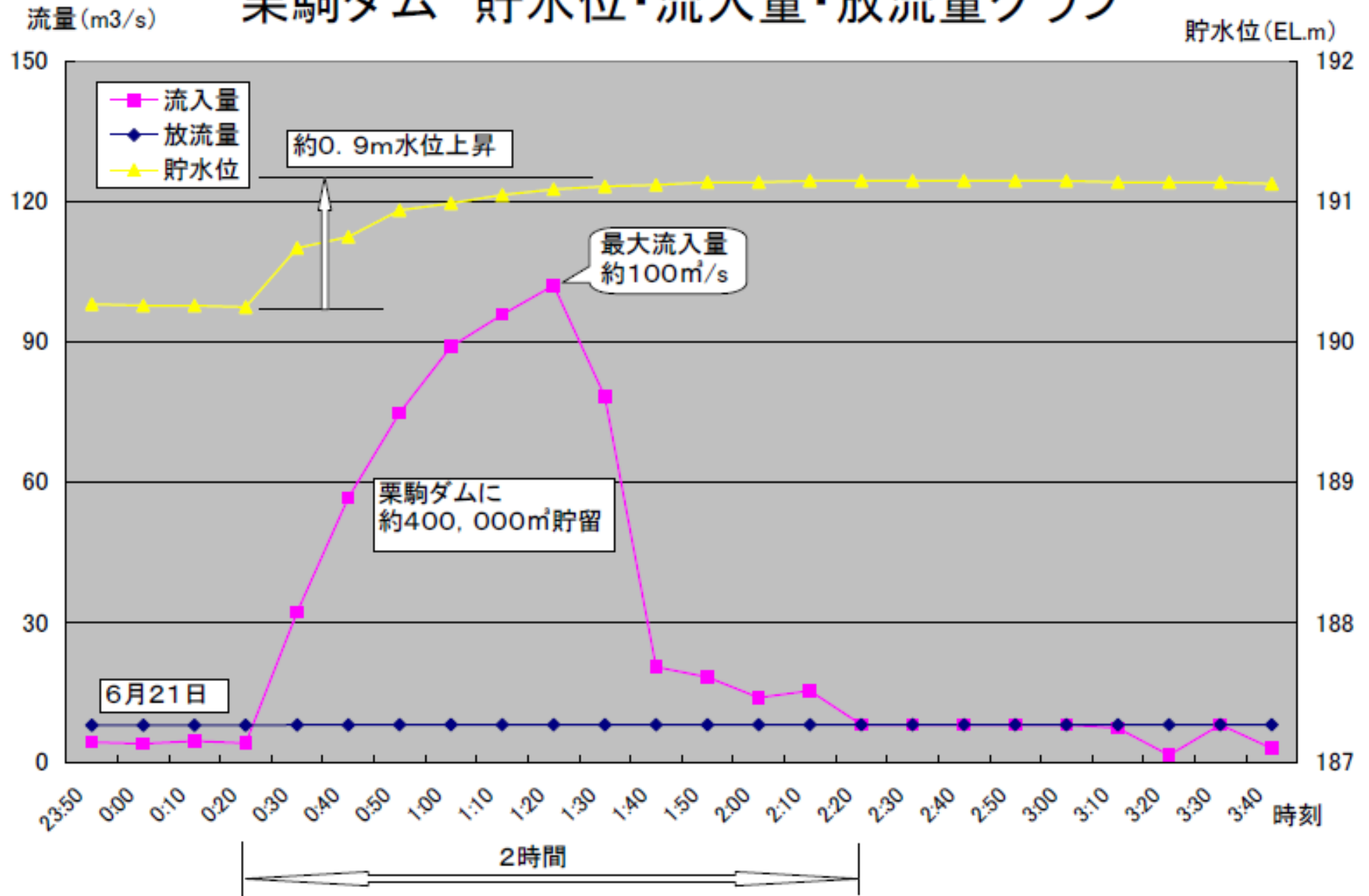
平成20年6月20日13時頃撮影



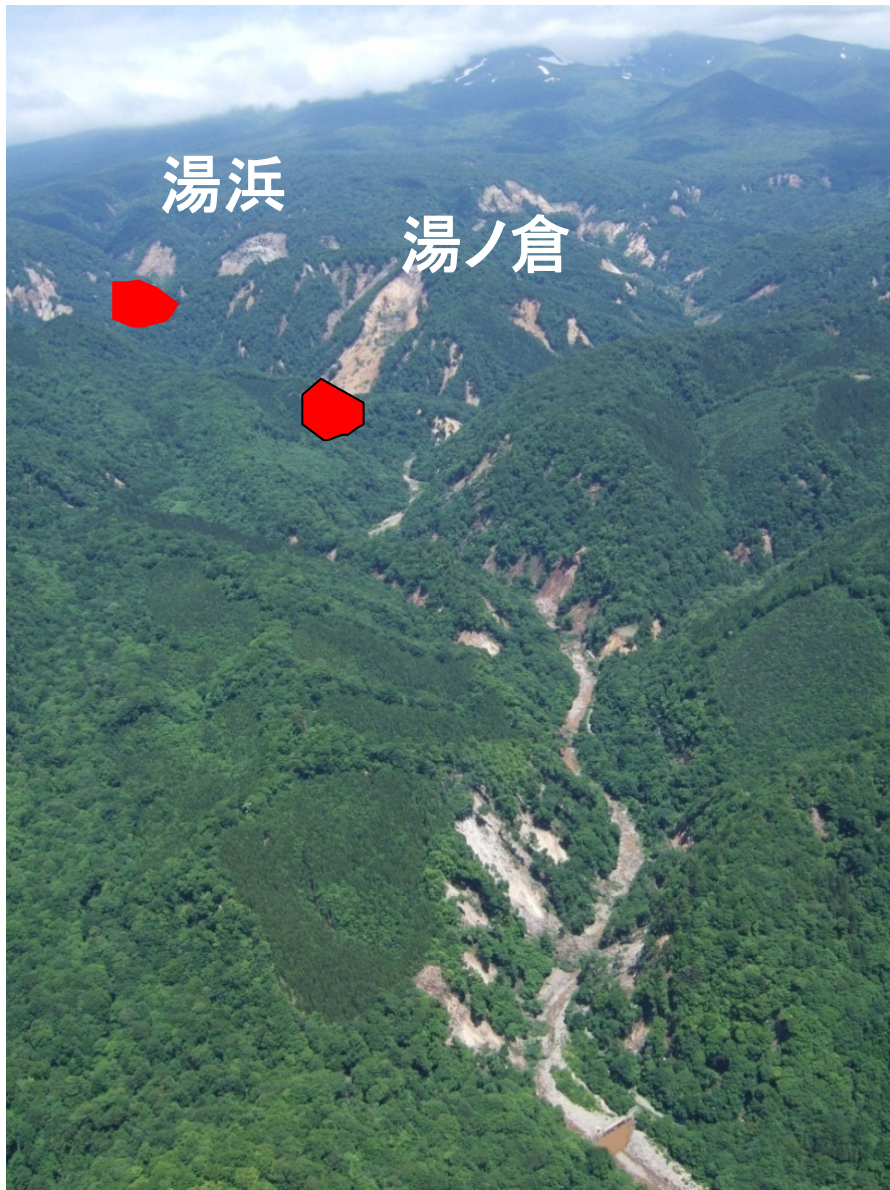
平成20年6月21日12時頃撮影

宮城県栗原市沼倉裏沢地区付近(三迫川) 下流から上流を望む

栗駒ダム 貯水位・流入量・放流量グラフ



一迫川上流域の河道閉塞(天然ダム)



7箇所で大規模な河道閉塞(天然ダム)が形成された。

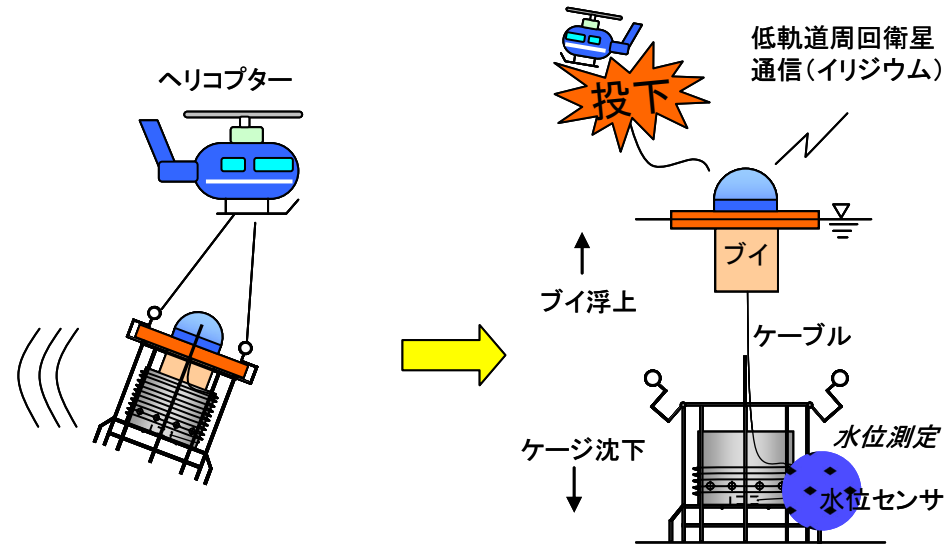


土研式投下型水位観測ブイ -構造・設置状況-

既存のGPSブイと水圧式センサー組み合わせ、河道閉塞の湛水湖の水位を計測する。ヘリコプターから直接湛水面に投下するだけで、簡易に水面上昇量を計測することができる。



水位計の外観



①ヘリで輸送

②水中に投下、直ちに観測開始



水位計の運搬状況



吊り下げ途中の様子

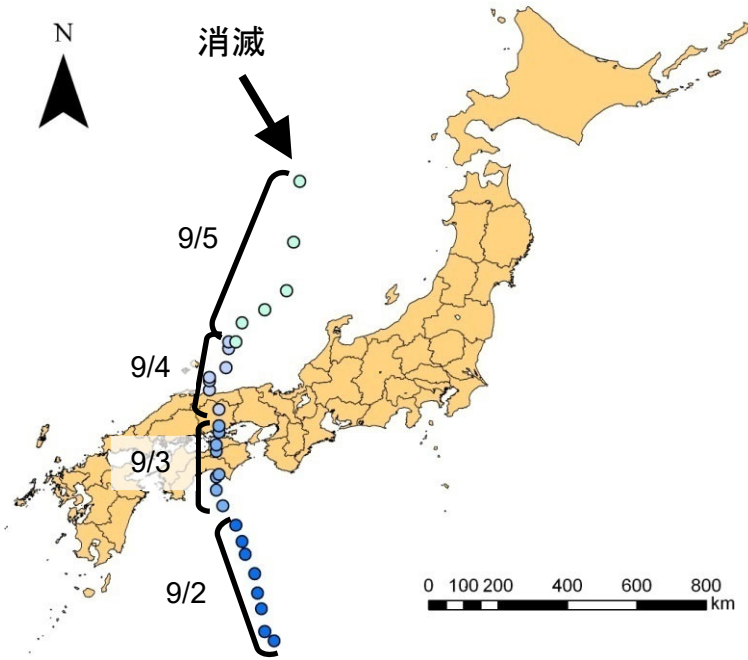


着水し、フロートが浮上

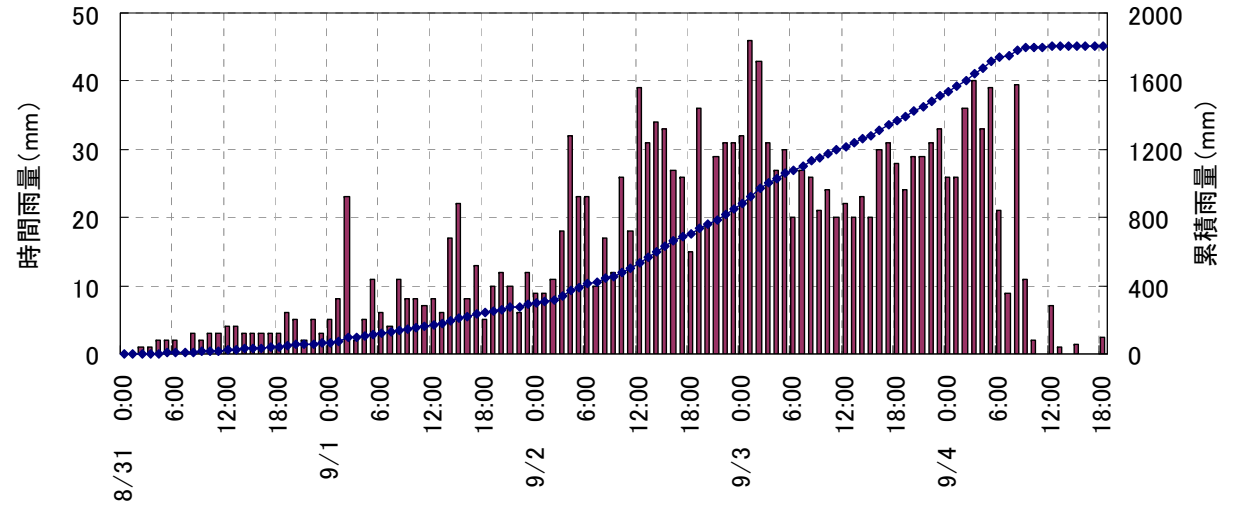


台風12号による土砂災害と その対応について

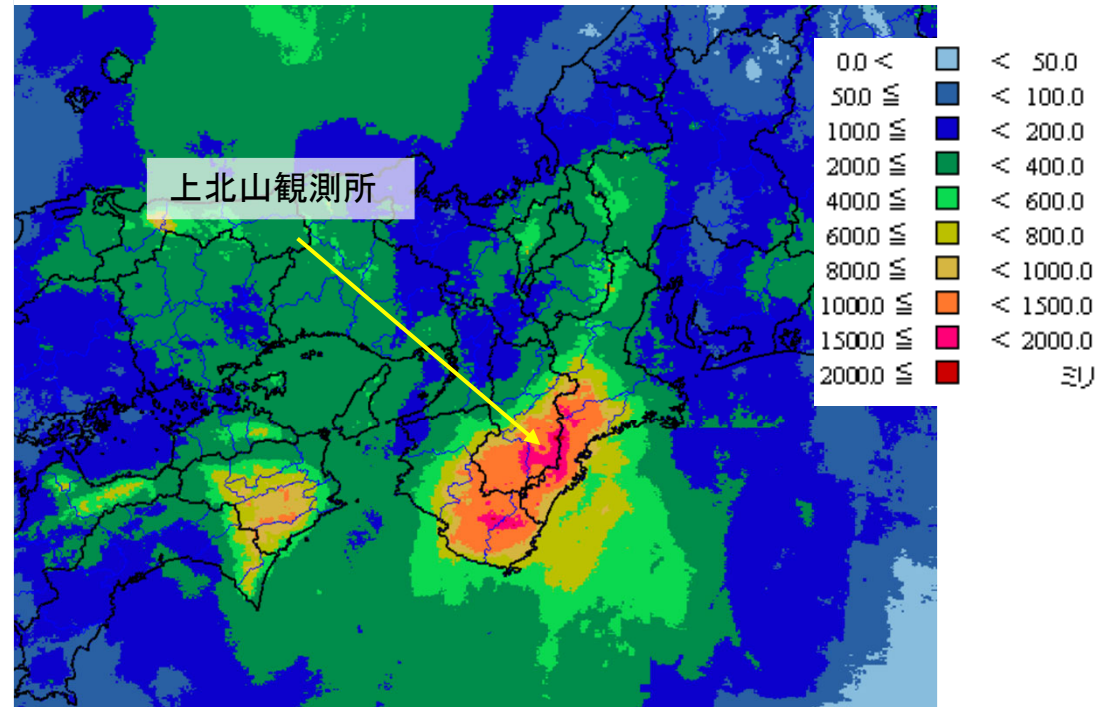
台風12号による雨量



台風12号中心位置の3時間毎の軌跡



雨量データ(上北山観測所)



解析雨量による総降水量分布図(推定)

8月30日17時～9月6日24時(気象庁HP参照)

<台風12号の特徴>

台風が遅かったため、長期間の雨を降らせた

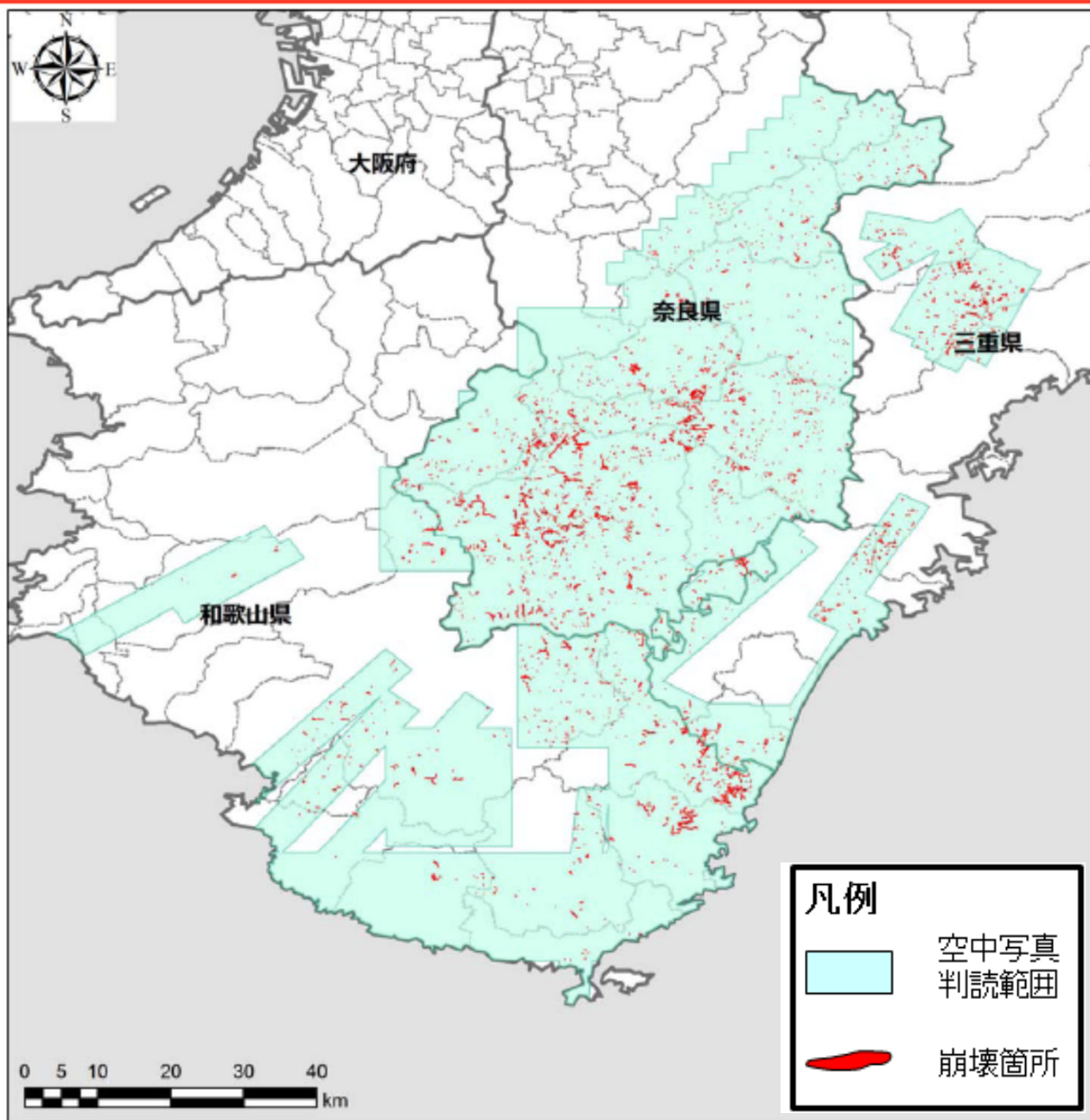
台風の進路の右側に当たる近畿地方は記録的な豪雨に見舞われた。

上北山観測所(気象庁)で累積雨量1800mmを超える(年間平均降水量の2/3に相当)

土砂災害発生分布図(国土交通省記者発表)

空中写真判読による崩壊地(発生域)集計結果(奈良県・和歌山県・三重県)

【平成23年10月11日現在】



三県における崩壊諸元

崩壊(発生域)箇所数(N)	3,077箇所
崩壊(発生域)面積(A)	約950万m ²
崩壊土砂量(V) (うち緊急調査箇所)	約1億m ³ 約3,500万m ³
空中写真撮影範囲面積(A _T)	約48億m ²
崩壊面積率(A/A _T ×100)	約0.20%

緊急調査箇所 崩壊土砂量

十津川村 長殿	約680万m ³
十津川村 栗平	約1,390万m ³
野迫川村 北股	約120万m ³
大塔町 赤谷	約900万m ³
田辺市 熊野	約410万m ³
計	約3,500万m ³

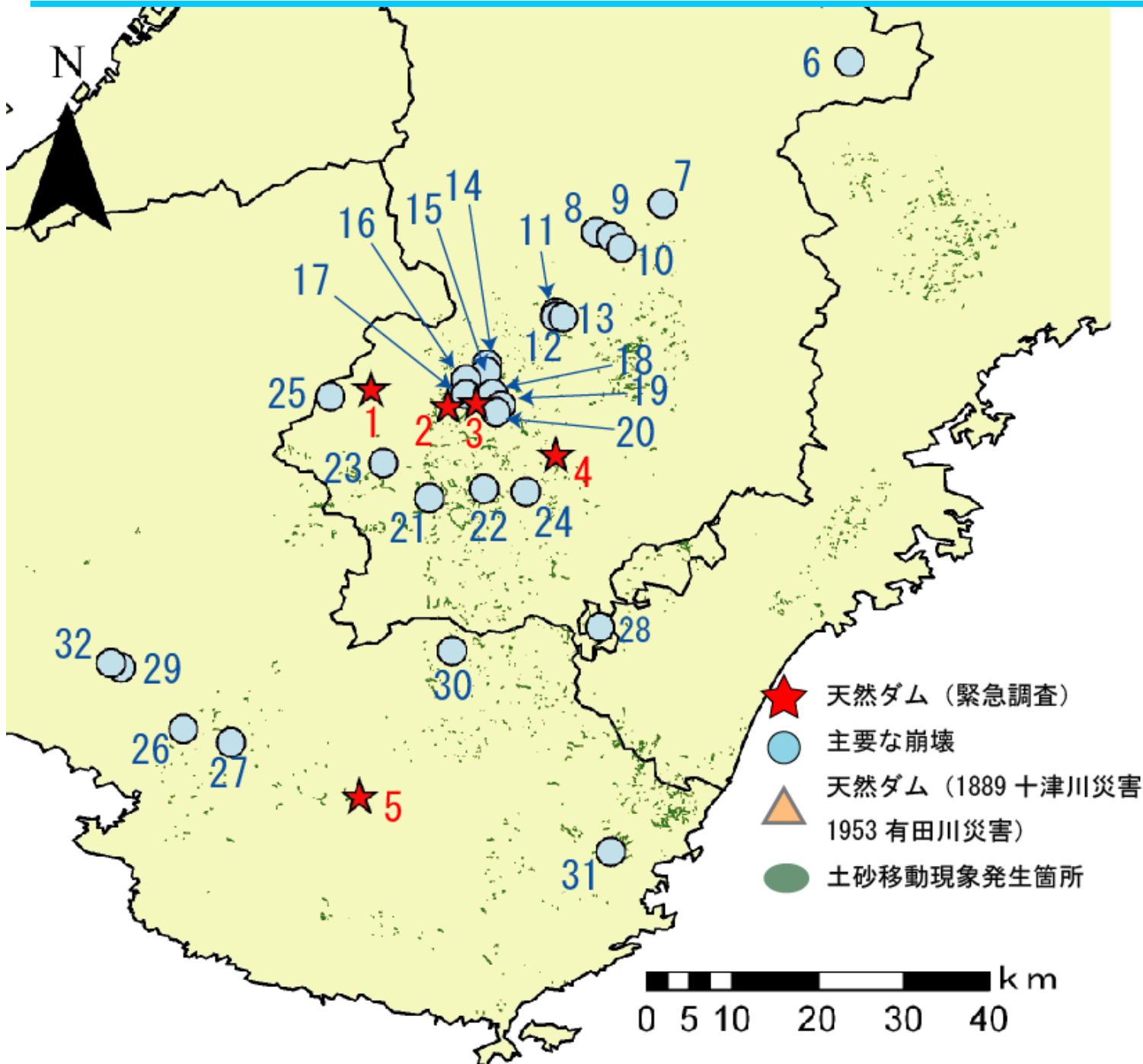
なお、崩壊面積と崩壊土砂量の関係には、以下に示すGuzzettiの経験式を用いた。

$$V = 0.074 \cdot A^{1.45}$$

このとき、V:崩壊土砂量(m³)、A:崩壊面積(m²)

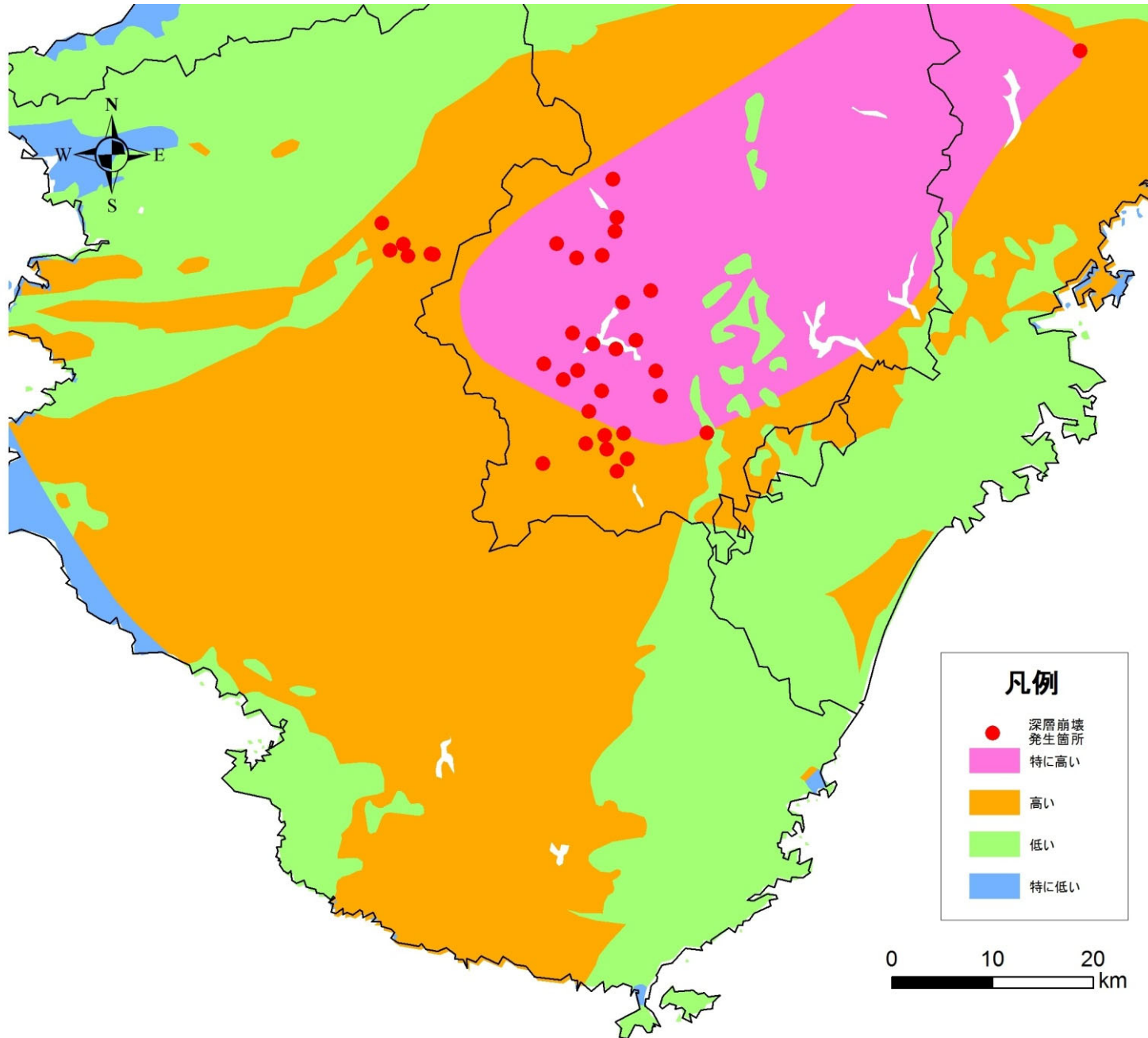
※今回の発表は速報値であり、調査未了箇所もあるため、今後修正する可能性があります。

2.土砂災害発生分布図



1	北俣	緊急調査実施箇所
2	赤谷	緊急調査実施箇所
3	長殿	緊急調査実施箇所
4	栗平	緊急調査実施箇所
5	熊野	緊急調査実施箇所
6	長山谷	
7	迫	
8	赤滝①	
9	赤滝②	
10	黒滝川上流	
11	坪内①	
12	坪内②	
13	坪内③	
14	辻堂(柳谷)	
15	辻堂(鍛冶屋谷)	
16	宇井(清水)	
17	赤谷東(長殿北)	
18	長殿②	
19	宇宮原①	
20	宇宮原②	
21	三浦	
22	法主尾山	
23	杉清	
24	野尻	
25	桧股	
26	伏菟野	
27	真砂	
28	玉置口	
29	清川	
30	三越	
31	井関	
32	東神野川	

深層崩壊推定頻度マップ(紀伊半島)



5.天然ダム 栗平(くりだいら)

9/23時点



国土交通省天然ダム監視体制

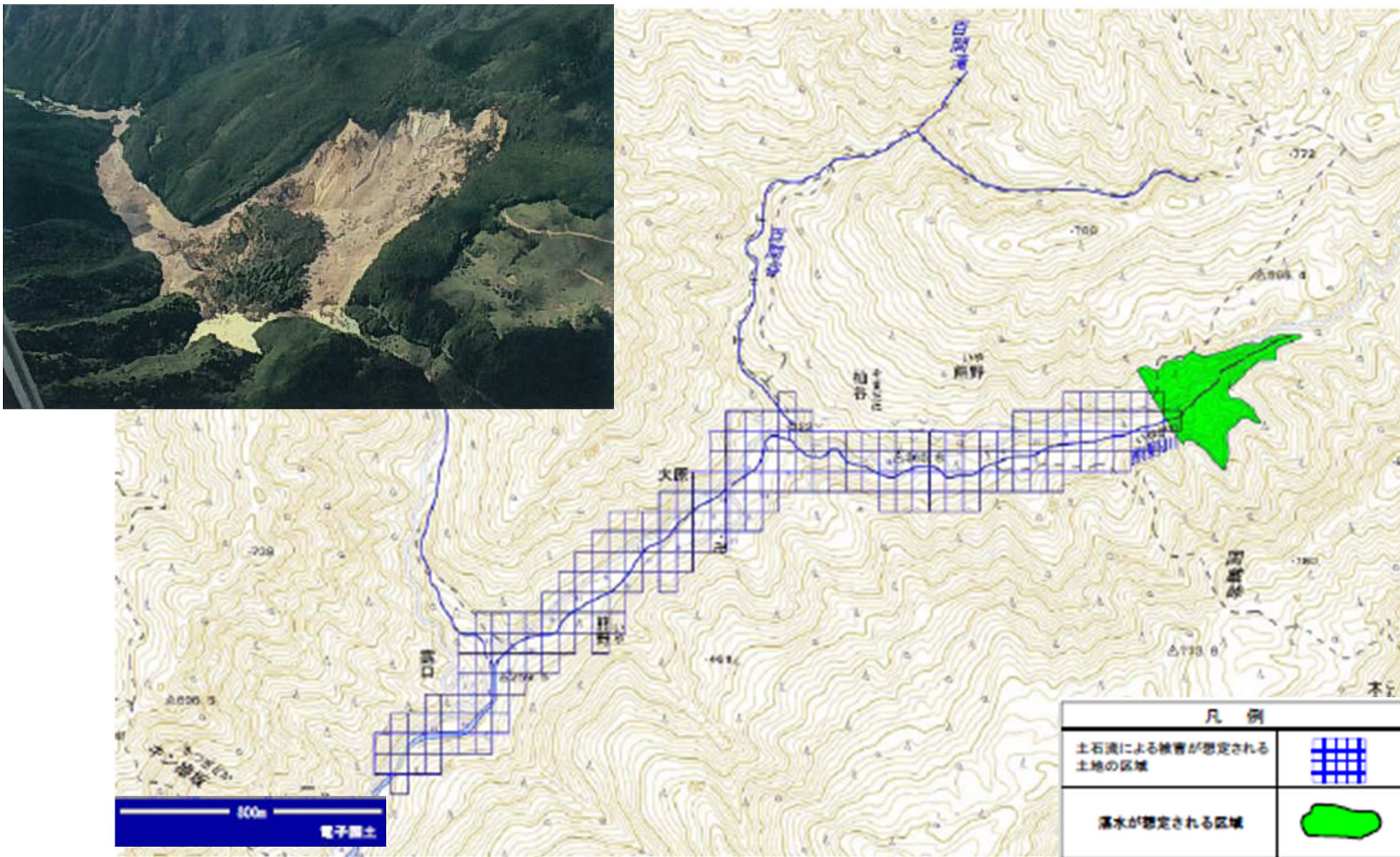


天然ダム 熊野(いや)



9/23時点

熊野 緊急調査結果



詳細な調査結果をシミュレーションに反映

＜緊急調査第1号＞ レーザー距離計を用いて天然ダム形状を迅速に計測

＜緊急調査第2号＞ 空中写真等を活用して、天然ダム形状を詳細に分析

対策方針(熊野)

作業状況 平成23年10月5日(水) 16時00分現在

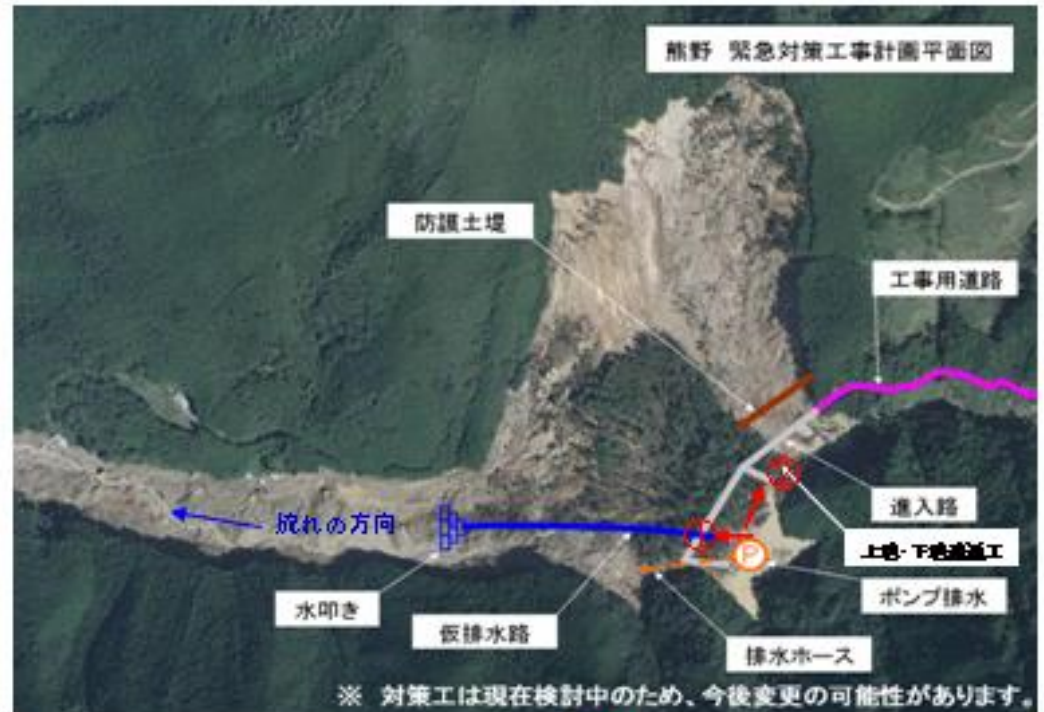
熊野地区(土砂ダム)緊急対策工事

施工:(株)大林組

①仮排水路工 伐開状況



②上池・下池連通工 作業状況



10月5日(水)の作業内容

- ・仮排水路工に伴う伐採工 全285mのうち100mを整備完了(35%)
- ・上池・下池連通工 全80mのうち5mを整備完了(6%)
- ・ポンプ排水(10m³/分)継続
- ・ポンプ排水増強の準備
- 油圧ショベル 0.45m³級 5台
- クローラダンプ 6級 1台
- 作業員 19名

(今後の予定)

- 10.6(木)の予定
- ・仮排水路工事
- ・上池・下池連通工
- ・ポンプ排水(10m³/分)継続
- ・クローラダンプ 6級 1台追加予定
- 10.6以降の予定
- ・仮排水路工事を進める予定
- ※天候に左右されることに留意してください。

近畿地方整備局HPより抜粋