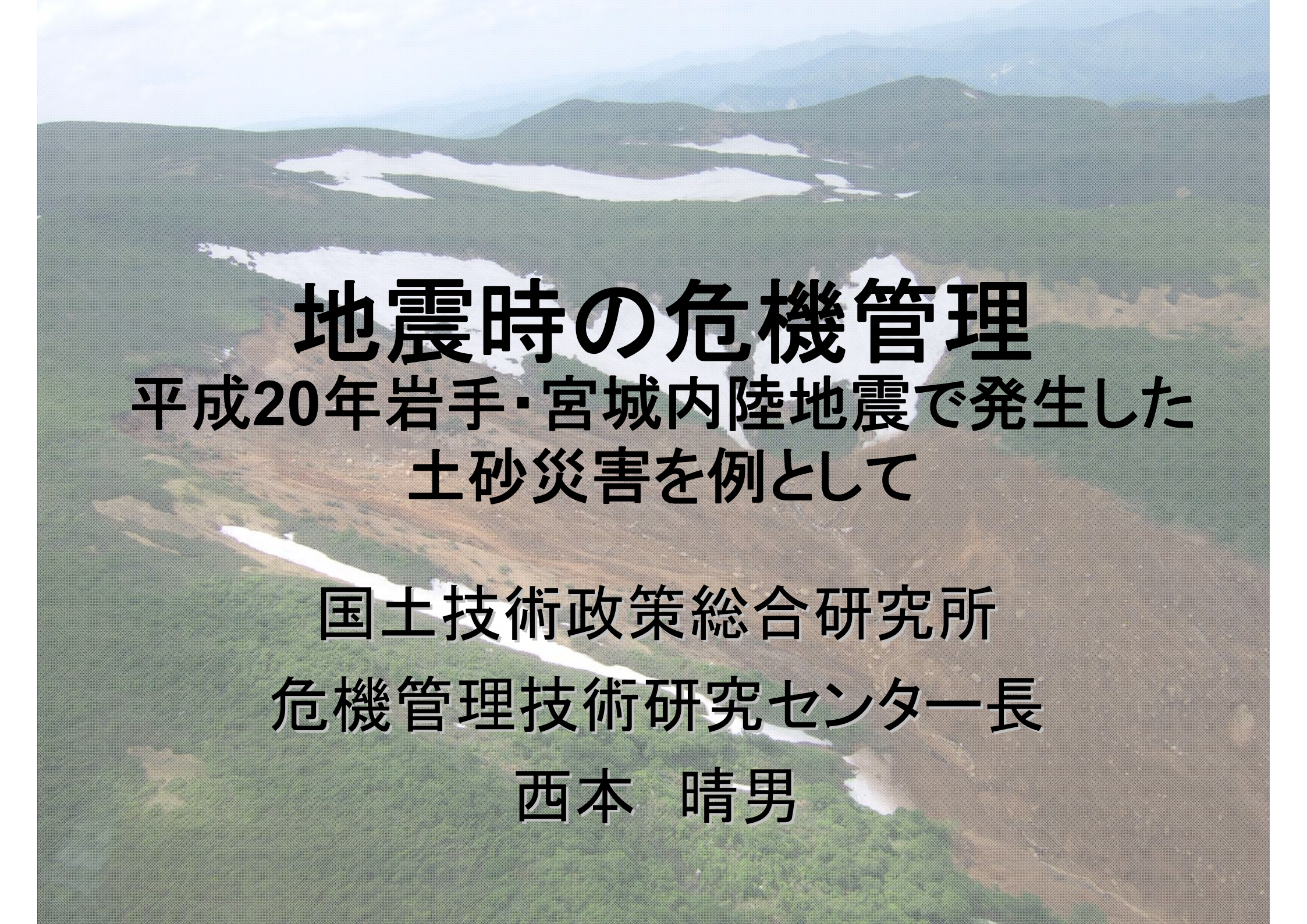




地震時の危機管理

平成20年岩手・宮城内陸地震で発生した
土砂災害を例として

国土技術政策総合研究所
危機管理技術研究センター長
西本 晴男

CONTENTS

1. 地震の概要

2. 土砂災害の発生概要

3. 河道閉塞(天然ダム)対策

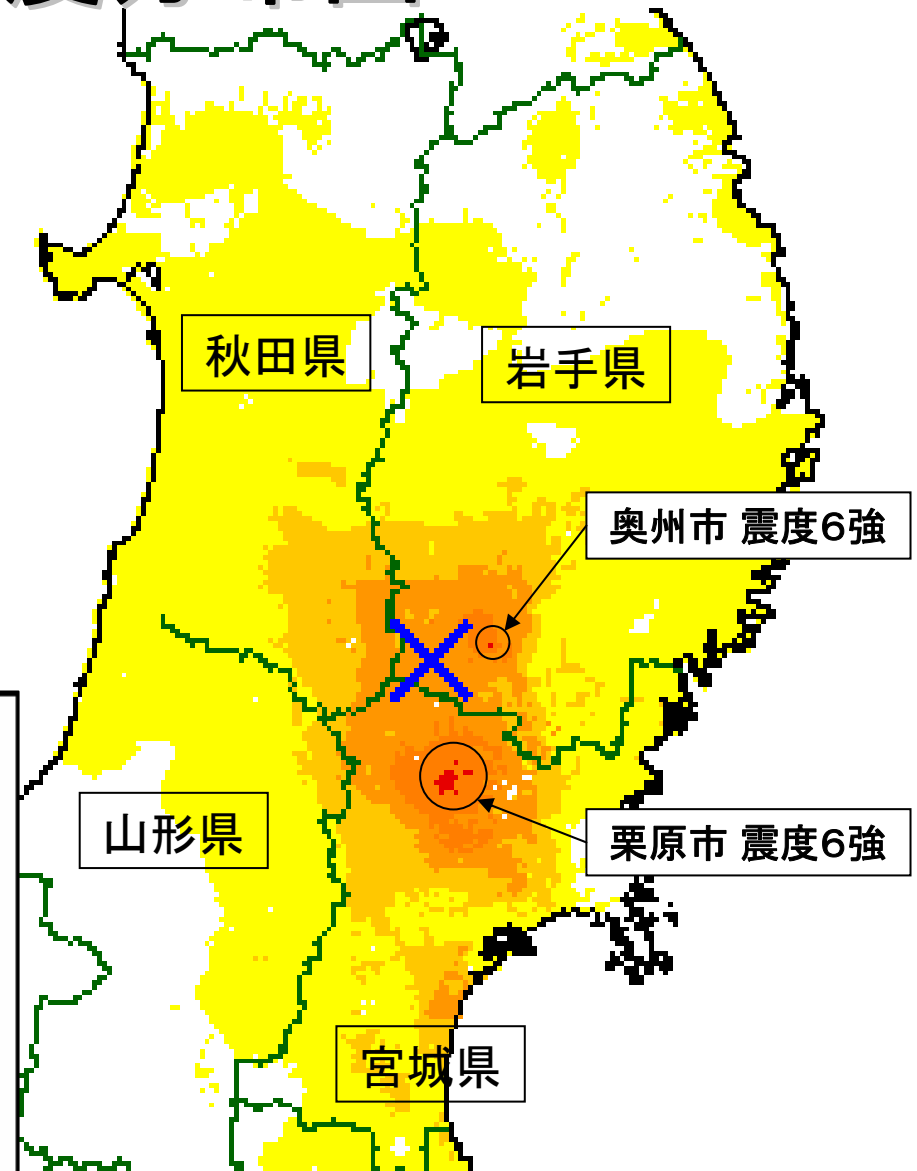
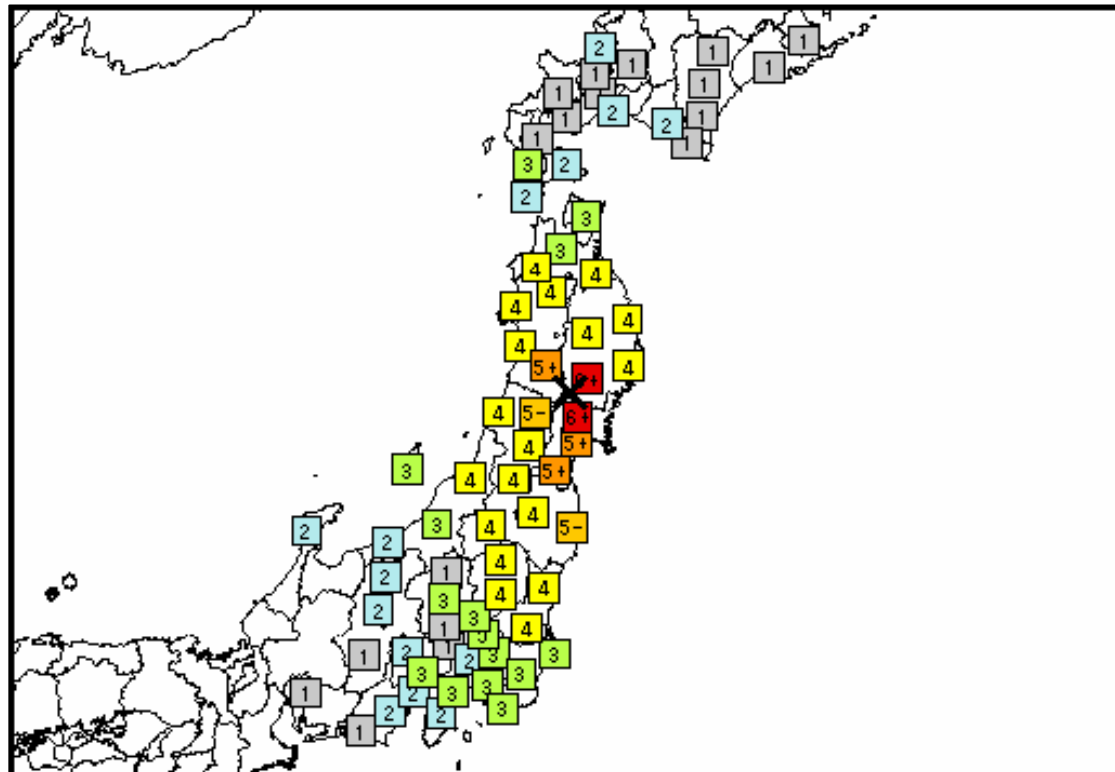
4. 土砂災害危険箇所緊急点検

5. まとめ

岩手・宮城内陸地震

- ・地震発生時刻:
平成20年6月14日 8時43分
- ・地震の規模:M7.2
- ・震源の深さ:8km
- ・最大震度:震度6強

震度分布図



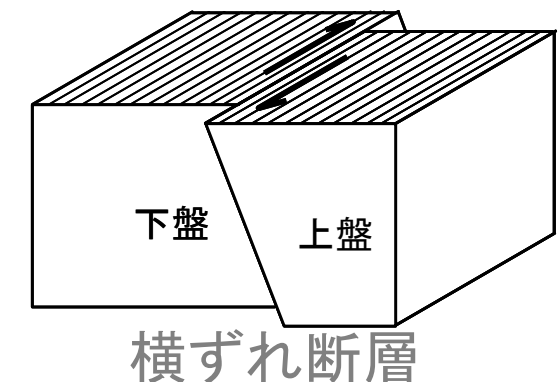
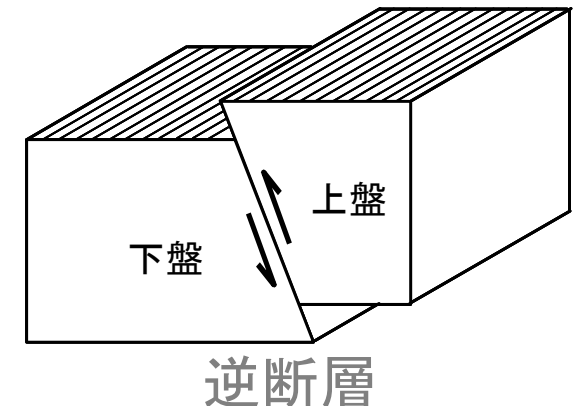
震度 4 5弱 5強 6弱 6強

推計震度分布図

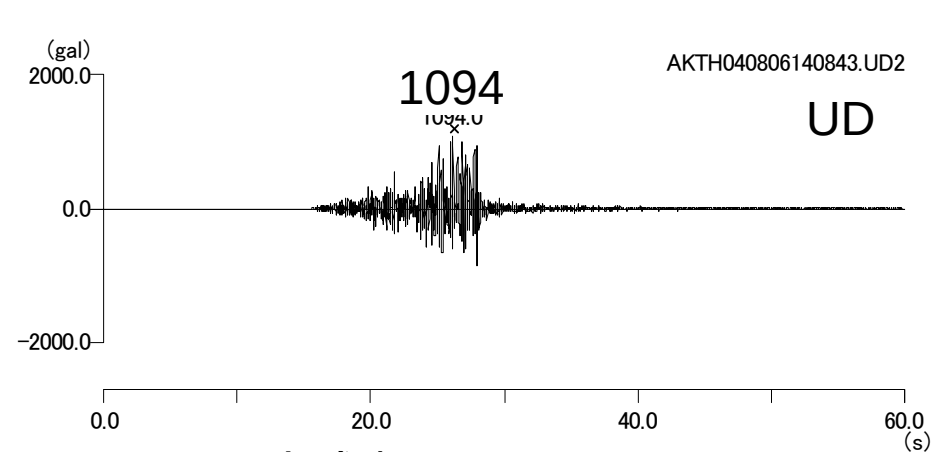
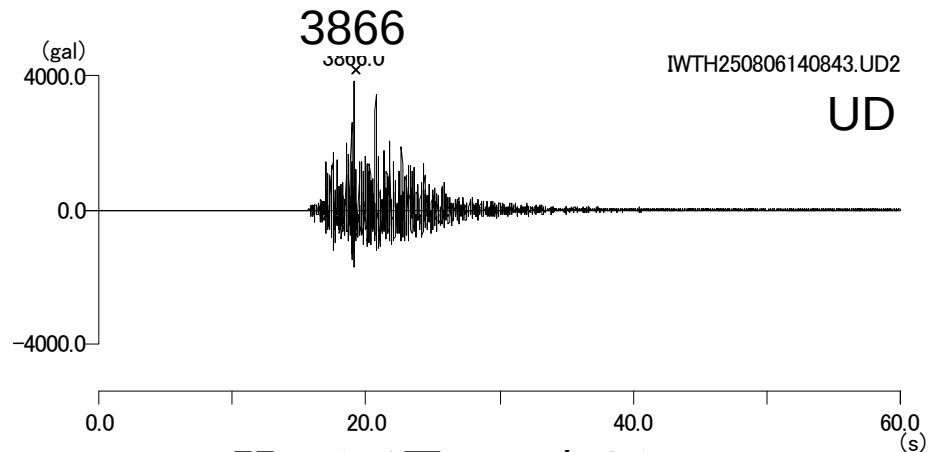
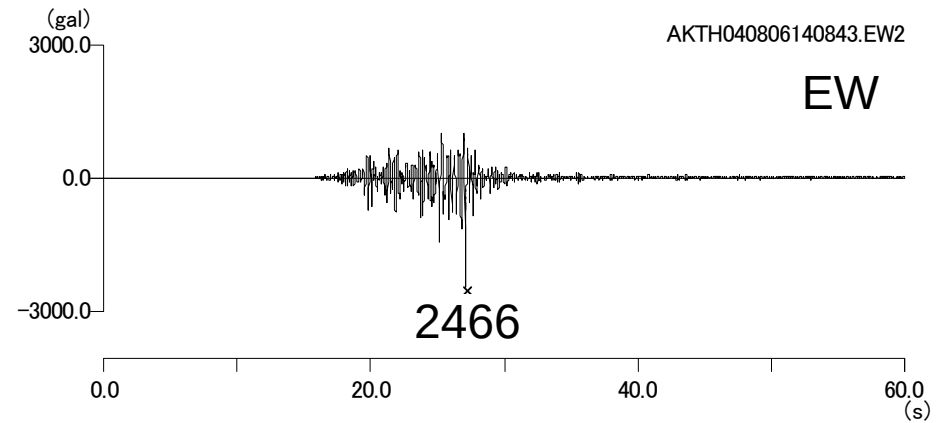
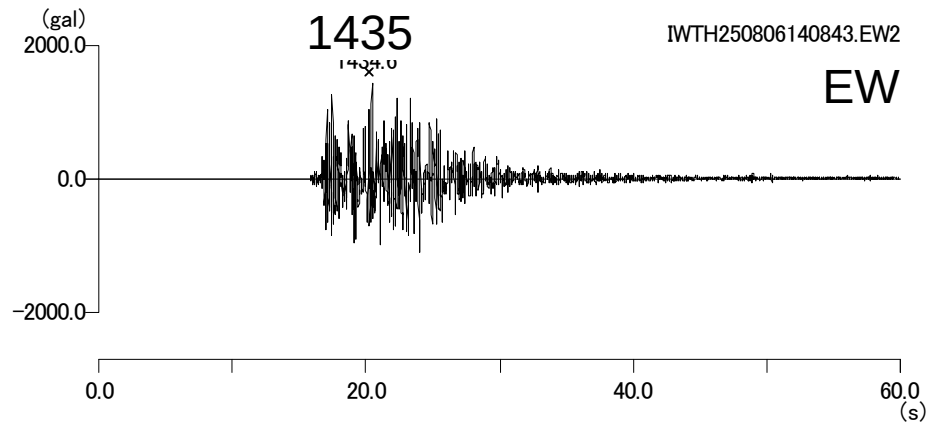
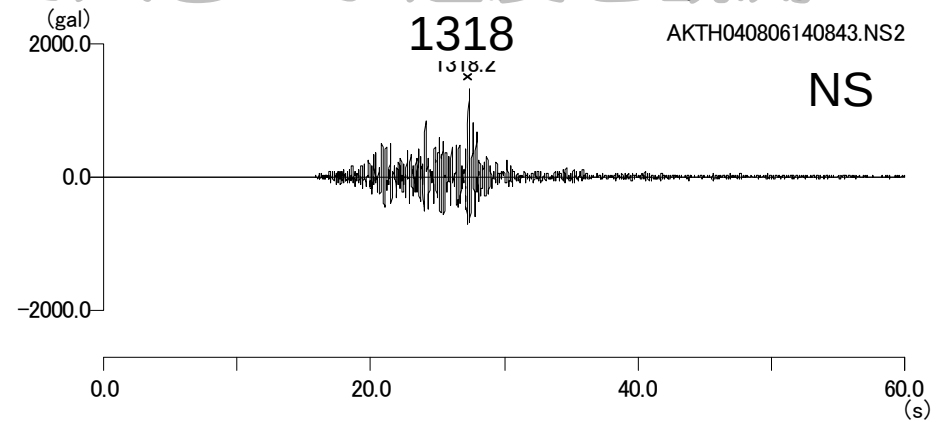
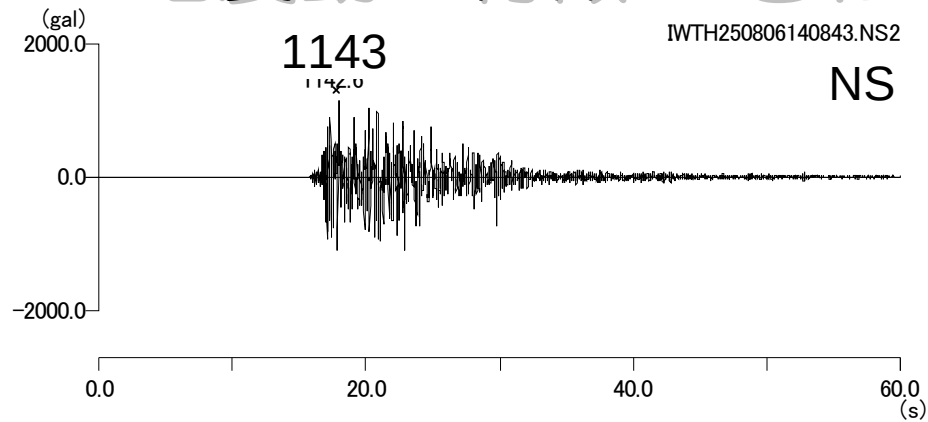
地震の特徴 1：規模の大きい逆断層の内陸地震

1885年以降のM6.8以上の内陸地震（タイプが分かるもの）

●	1891	濃尾地震	M8.0	横ずれ断層
	1894	庄内地震	M7.0	逆断層
●	1896	陸羽地震	M7.2	逆断層
	1909	姉川地震	M6.8	横ずれ断層
●	1927	北丹後地震	M7.3	横ずれ断層
●	1930	北伊豆地震	M7.3	横ずれ断層
	1931	西埼玉地震	M6.9	横ずれ断層
●	1943	鳥取地震	M7.2	横ずれ断層
	1945	三河地震	M6.8	逆断層
	1948	福井地震	M7.1	横ずれ断層
	1961	北美濃地震	M7.0	傾斜断層
	1974	伊豆半島沖地震	M6.9	横ずれ断層
	1978	伊豆大島近海地震	M7.0	横ずれ断層
	1984	長野県西部地震	M6.8	横ずれ断層
	1995	兵庫県南部地震	M7.3	横ずれ断層
●	2000	鳥取県西部地震	M7.3	横ずれ断層
●	2004	新潟県中越地震	M6.8	逆断層
	2005	福岡県西方沖	M7.0	横ずれ断層
	2007	能登半島地震	M6.9	逆断層
	2007	新潟県中越沖地震	M6.8	逆断層
	2008	岩手・宮城内陸	M7.2	逆断層



地震動の特徴2: きわめて大きい加速度を観測



一関西(断層面の直上)

5

東成瀬(断層面から20km)

(防災科学技術研究所による観測)

1. 地震の概要

2. 土砂災害の発生概要

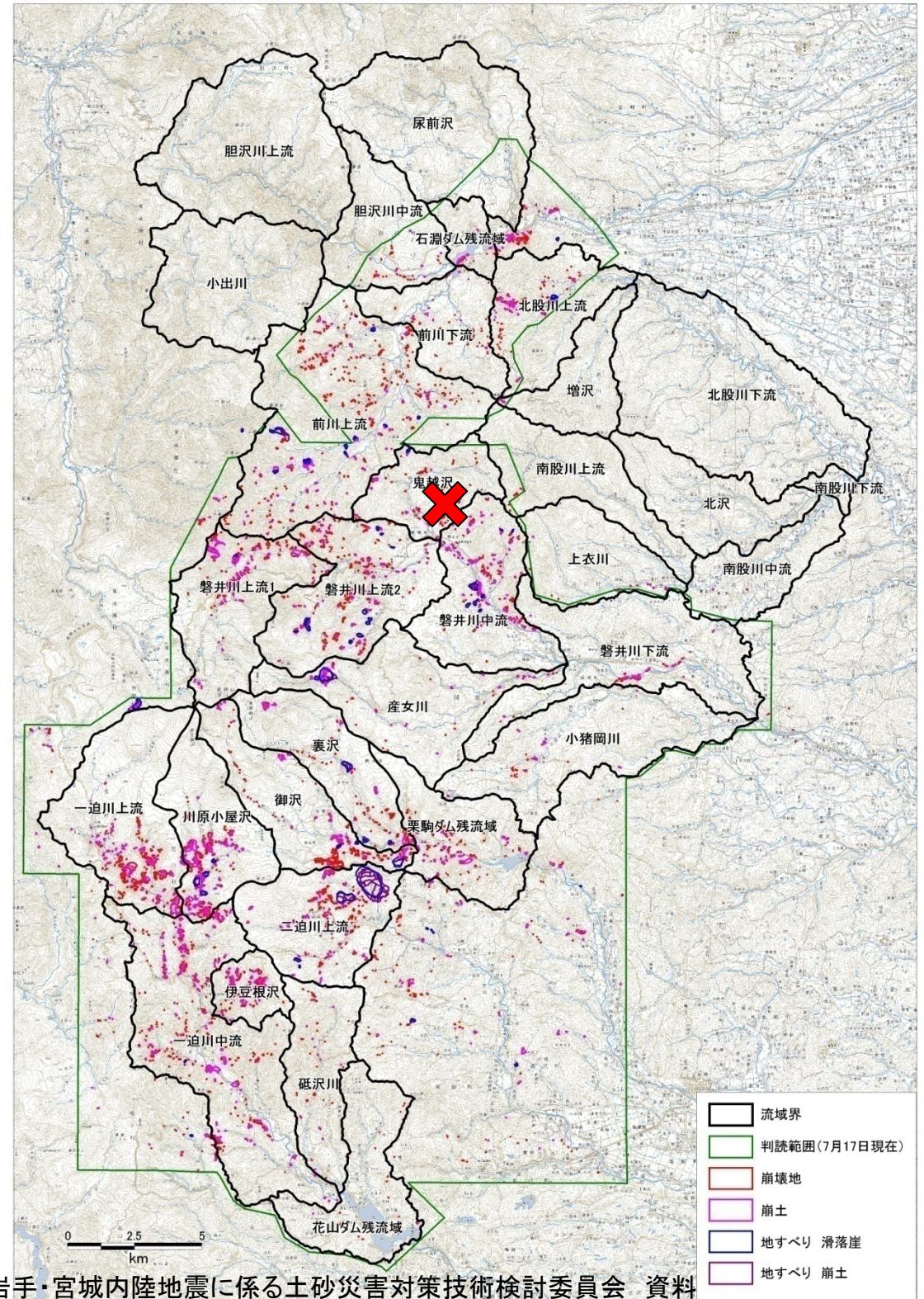
3. 河道閉塞(天然ダム)対策

4. 土砂災害危険箇所緊急点検

5. まとめ

土砂災害発生概要

- 3,500箇所もの斜面崩壊が発生
- 一迫川上流域では7つの河道閉塞
(天然ダム)が形成
- 二迫川(荒砥沢ダム直上流)で大規模
地すべりが発生
- 三迫川で大規模な土石流が発生し、
駒の湯温泉で多大な被害が発生



土砂災害の発生状況



1. 地震の概要

2. 土砂災害の発生概要

3. 河道閉塞(天然ダム)対策

4. 土砂災害危険箇所緊急点検

5. まとめ

三迫川における土石流と被災状況

東栗駒山の東斜面が崩壊し、
土石流となって流下し
「駒の湯温泉」旅館が被災

死者12人

負傷者・行方不明者45人

(宮城県危機対策課・岩手県総合防災室 発表)



湯ノ倉温泉

平成20年6月15日撮影



撮影：国土交通省 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 砂防研究室

三迫川で発生した土石流の流速

偏流の水位差等から流速を推定

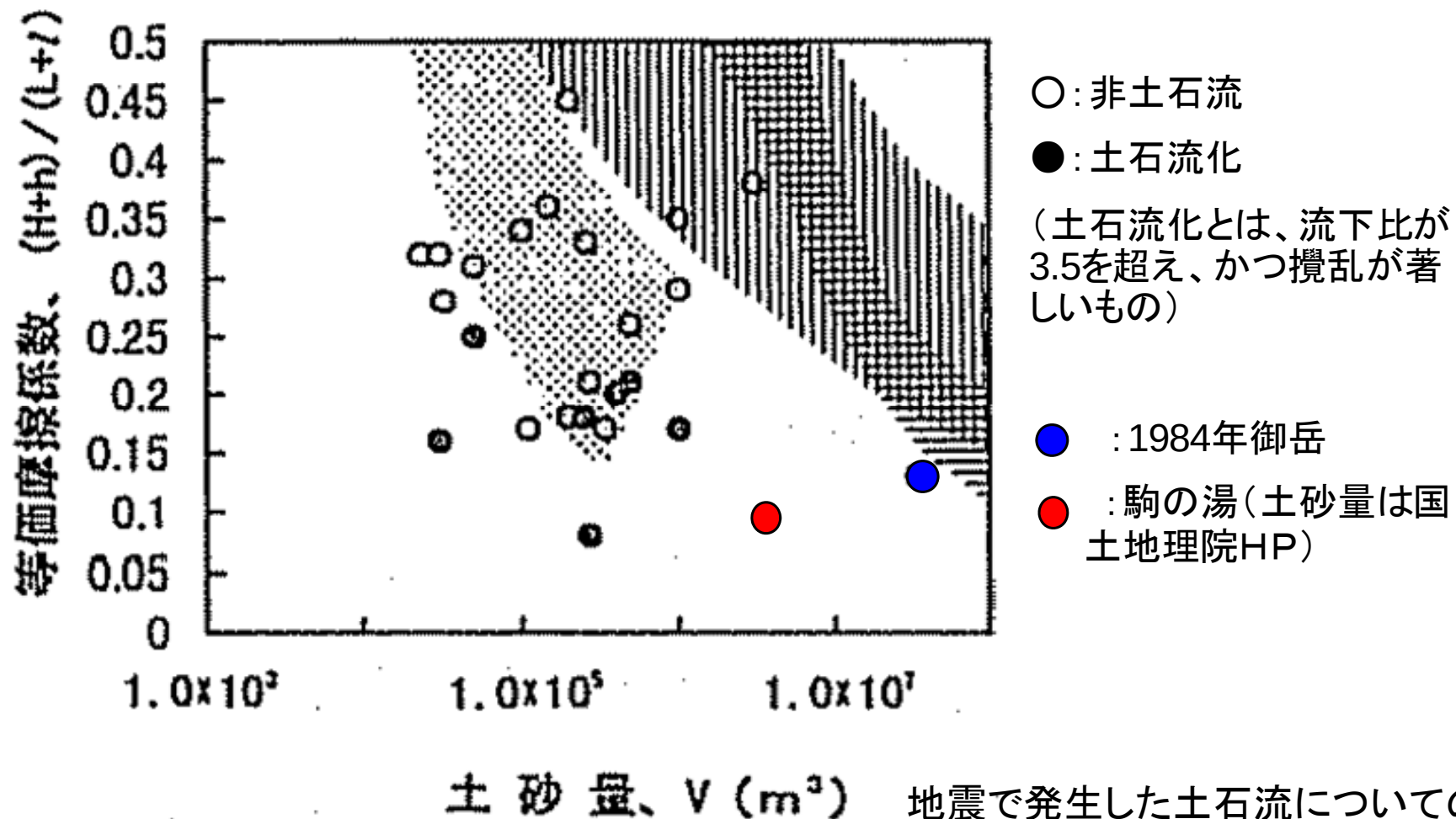


項目	推定手法	※ 水位差	※ 流下幅	曲率半径	流速			
		m	m		m	(m/sec)		
						係数1	係数10	平均流速
断面1	対岸の せり上がり高さ	59	－	－	34			
断面2	偏流の水位差	23	115	730.4	37.9	12.0	24.9	
断面3		36	90	230.2	30.1	9.5	19.8	
断面4		40	100	140.7	23.5	7.4	15.5	

(※は国土地理院HPを参照)

三迫川で発生した土石流の特徴

駒の湯で発生した土石流は1984年御岳よりも土砂量は少ないが、**より遠くに流動している。**



地震で発生した土石流についての整理
(石川ら、砂防学会誌Vol.51, No.5に追記)

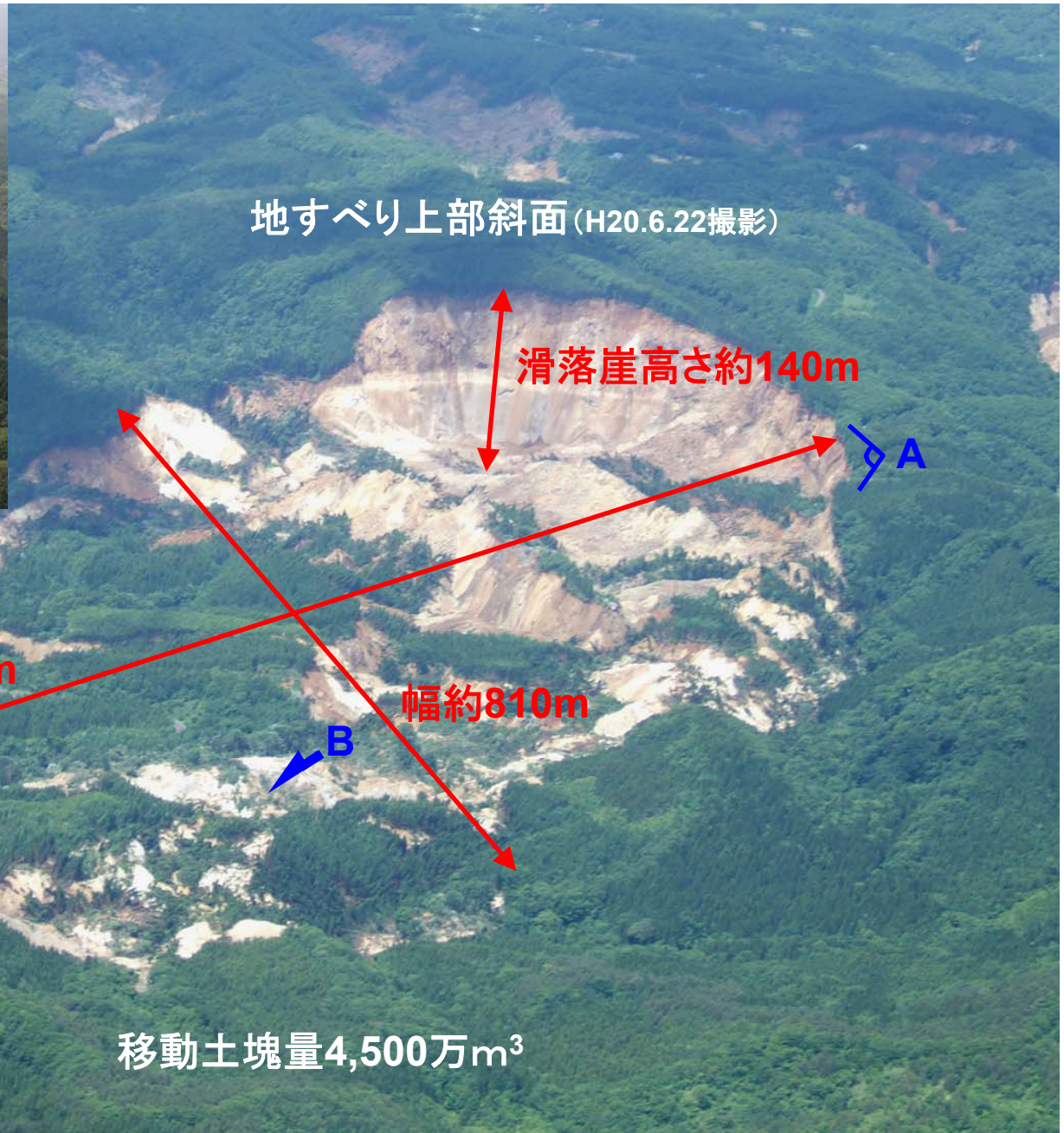
三迫川における大規模な地すべり



画面手前が下流、上が下流である。中央に見えるのは荒砥沢ダムで、左支上流が流域全体で地すべりを生じ、土塊は貯水池に達しているように見える。またその左方にも地すべり地が多数みられる。

(文章・写真: 朝日航洋(株))

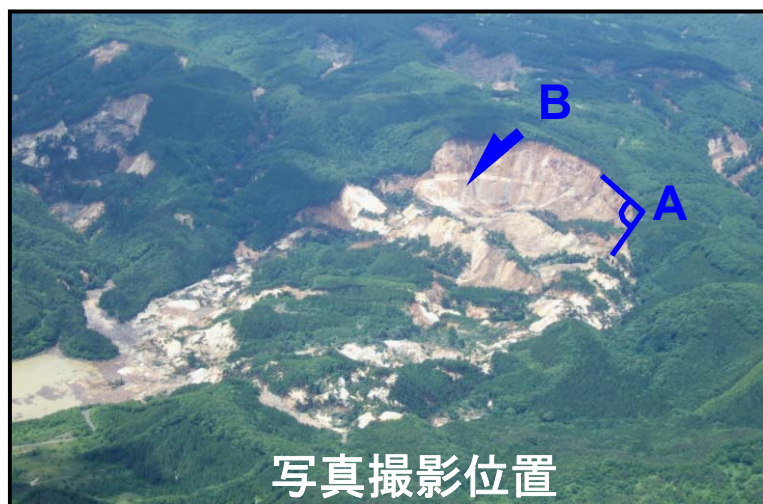
荒砥沢ダム上流で発生した地すべり



地すべり頭部・地質状況



地すべり頭部から下方を望む。中央～左側の分離小丘には明瞭な条線が見られ、斜面上側が滑落したことを示す。右の頭部滑落崖の上部は火山噴出物(溶結凝灰岩主体)、下部は軽石凝灰岩が分布する。

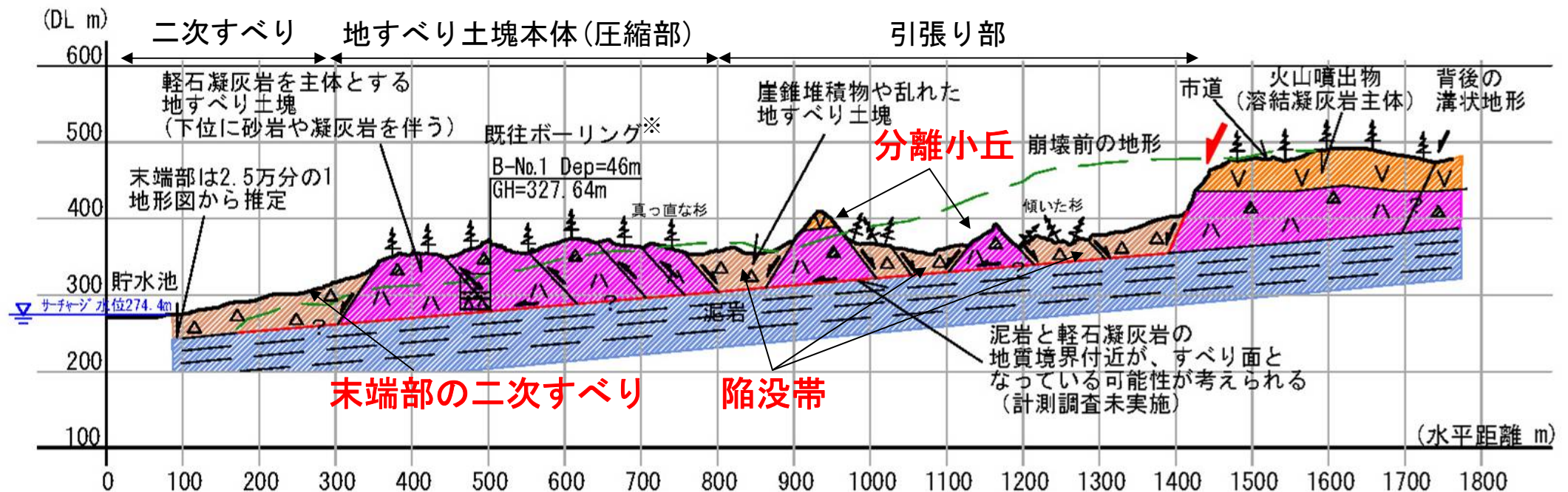


地すべり土塊頭部の引張り部。陥没した凹地形と分離小丘が帯状をなして交互に分布している。

推定縦断面図



- ・ 本図は地形図と既往ボーリング資料から作成（現在ボーリング調査中）。
- ・ 地すべり発生前の地形勾配は平均 $\angle 10^\circ$ 、すべり面の推定勾配は $\angle 5^\circ$ 程度と考えられる。



地すべり機構

※地すべり滑動の順番やブロック区分、速度の詳細は不明であるため、模式的に表現した

1) 地すべりの誘因

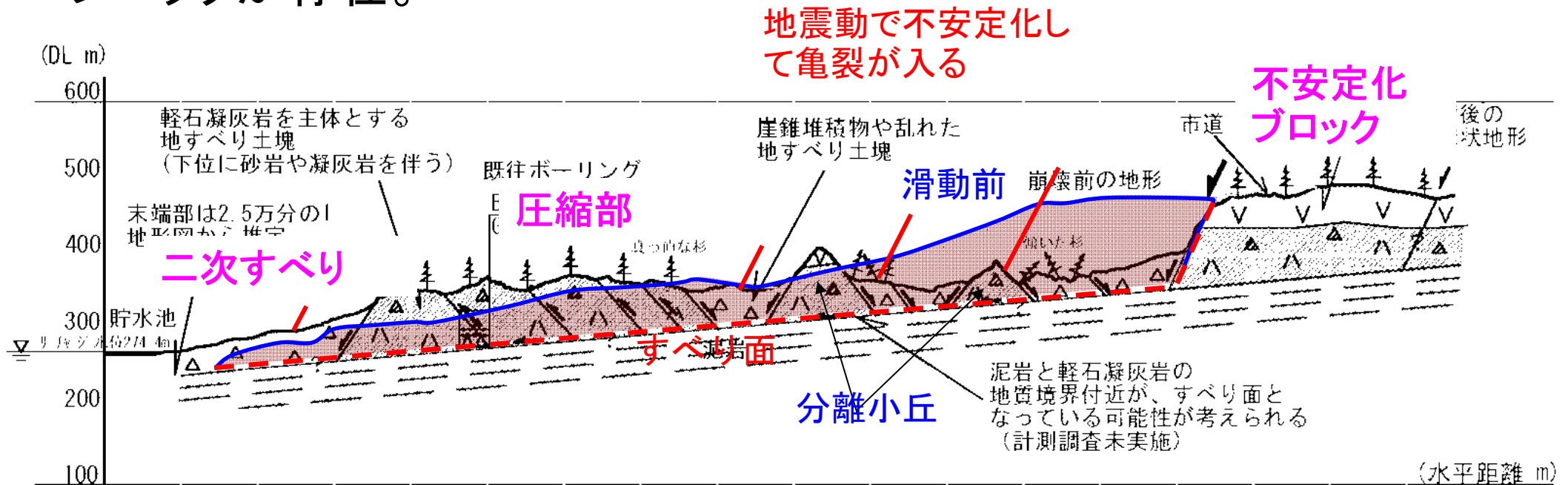
- ・地すべり地の一部が、1,000gal超の強い地震動により滑動

2) 地すべりの特徴とタイプ

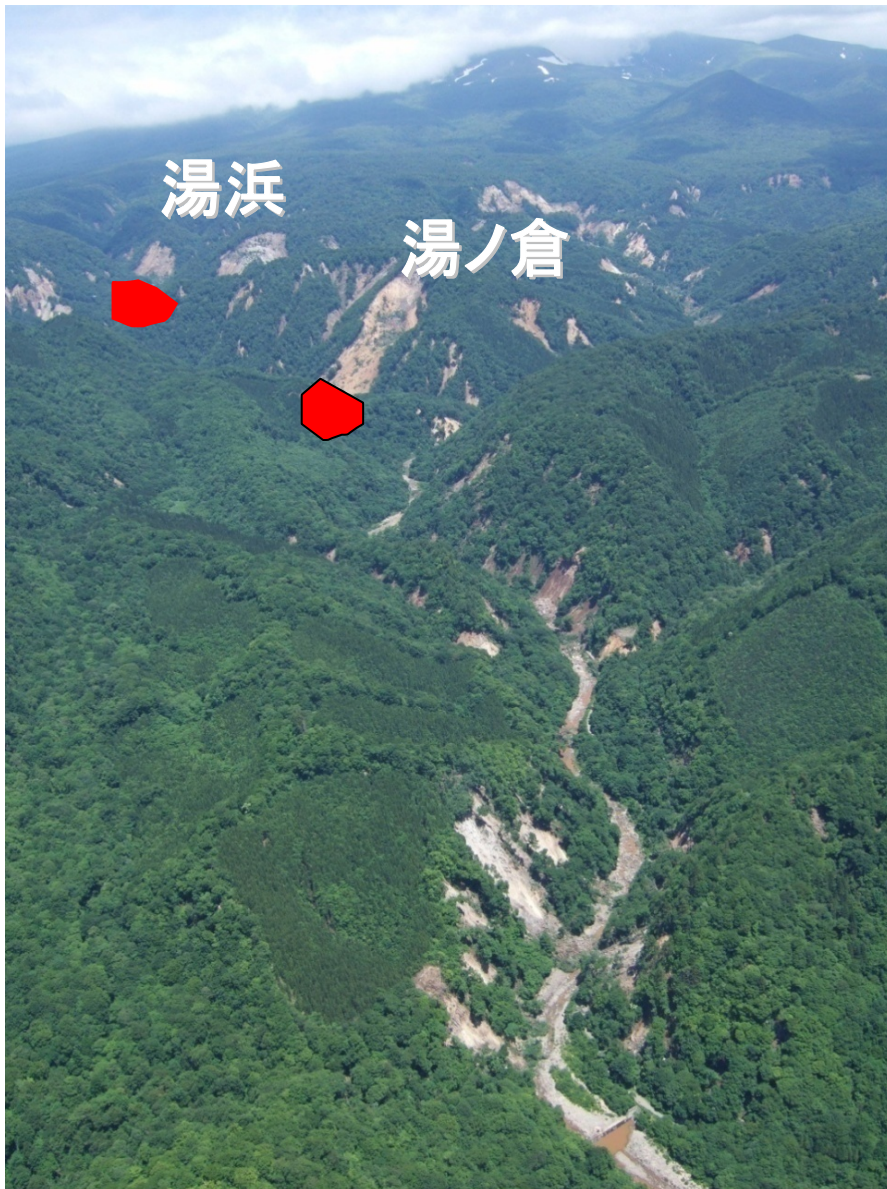
- ・直線的なすべり面形状、引張り部と圧縮部が明瞭に区分される
→すべり面が直線で末端が開放された流れ盤の地すべり
(通称: **椅子型地すべり**)

3) 地すべり滑動時の状況

- ・地すべり本体が広い範囲で下方に動きながら、本体の上部が何個かの分離小丘に分かれて取り残された。背後には、不安定化したブロックが存在。



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。



一迫川における天然ダムの危険度評価

一迫川で形成した天然ダムが決壊して出水が生じた際の家屋の浸水可能性を検討した。

⇒流下能力は、ピーク流量の推定値と比べて温湯温泉、猪ノ沢、大田の集落で下回り、その他の集落で上回った。

ピーク流量の推定値

河道閉塞 (天然ダム)の名称	形状			決壊する過程			ピーク流量の推定値 [m³/s]	
				決壊まで要する時間[日]				
	高さ [m]	幅 [m]	長さ [m]	越流による決壊	パイピングによる決壊		湛水池に流入する水量を実績値とした場合	既往最大24時間雨量からの推定値とした場合
湯浜	45	50	1200	39.2	1716	越流	15～838	273～838
湯ノ倉	20	53	630	3.4	1081	越流	10～471	187～528
川原小屋沢	30	50	600	—	—	越流	15～572	123～572

各集落付近での流下能力

地区名	流下能力 [m ³ /s]
温湯温泉	230～1200
小川原・切留	1850～3021
浅布	1194～8201
猪ノ沢・坂下・中村・大向	260～4900
早坂	1110～1150
大田	180～4900

湯ノ倉温泉地区 河道閉塞(宮城県 栗原市)



平成20年岩手・宮城内陸地震の土砂災害と緊急対応

流路工 L=220m

・護岸工 L=220m

・作業土工 1式

床固工 1基

落差工 1基

排水ポンプ

坂路造成

工事用道路造成

ヘリポート造成

・資材空輸

・立木伐採

・抜根整地

●道路が不通のため、ヘリにより資機材を搬入。

●水位を観測しながら、ポンプ排水を実施。

ヘリによる重機等の資機材運搬
(6月28日～7月3日)



7月5日 9時00分よりポンプによる強制排水開始

ポンプ排水状況(8/5撮影)

仮排水管敷設

排水ポンプ(ホース)



ポンプ排水状況(7/10撮影)



【湯ノ倉地区河道閉塞(天然ダム)諸元】

- 閉塞 長さ:約660m (推定)
- " 幅:約 90m (")
- " 土砂量:約810千m3 (")

仮排水管による排水の実施(8月12日～)

仮排水管敷設状況(8/11撮影)



仮排水管呑口状況(8/14撮影)



仮排水管吐口状況(8/19撮影)

出典:国土交通省東北地方整備局



H20.10.24出水による 湯ノ倉温泉地区の大規模侵食

- ・側岸の堆積土砂は中礫程度のものも含まれているが細かい土砂が主体であり、
今後の出水で側方侵食が進行した場合、再度崩壊が生じる可能性がある。



[写真撮影(ヘリより): H20.10.24]



[写真撮影: H20.10.24]

大規模侵食現象のメカニズム

根拠: 現況を見ていた方へのヒアリングと変化状況を撮影した写真
及び現地調査等から次のように現象を整理できる

図-1

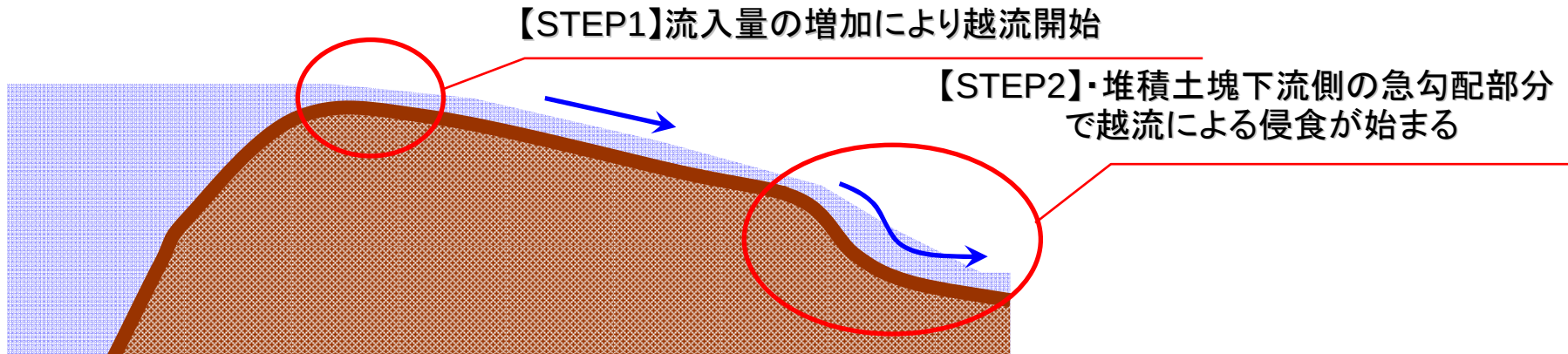


図-2

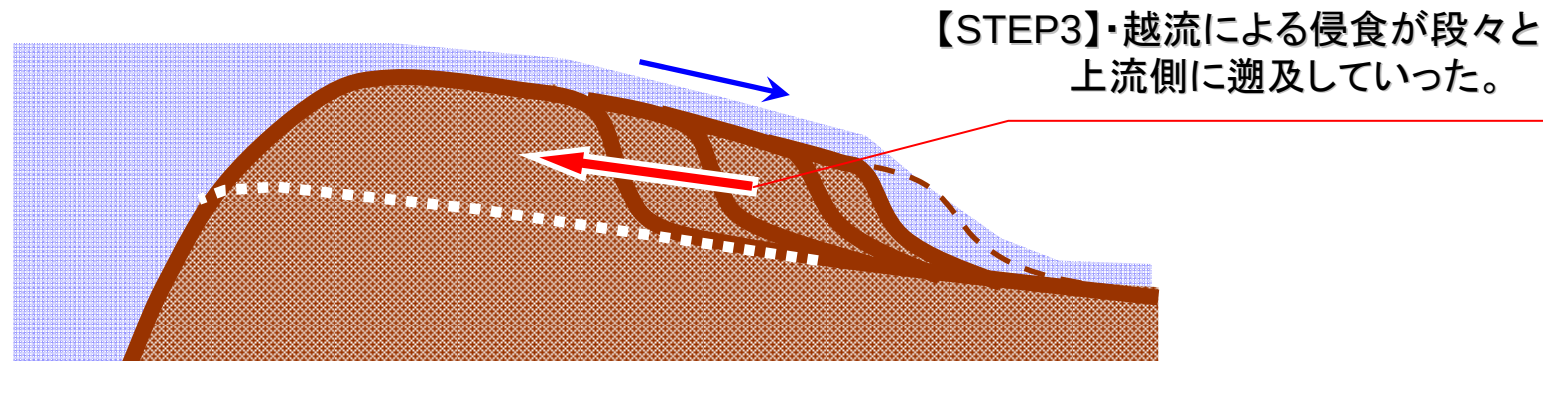
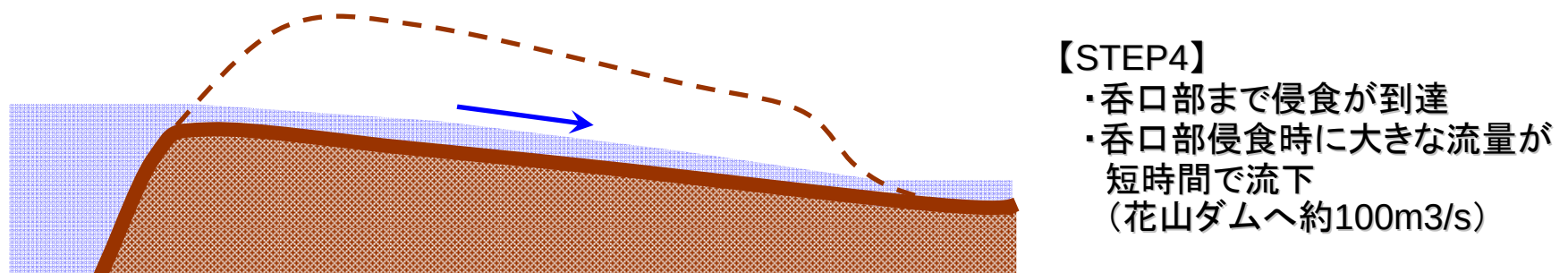


図-3



磐井川の河道閉塞(岩手県一関市)

市野ノ原地区

平成20年6月15日撮影



平成20年7月1日撮影



市野々原地区 直轄砂防災害関連緊急事業 (岩手県 一関市)

6月21日12時30分より仮排水路通水開始

磐井川 市野々原地区(岩手県 一関市)



【市野々原地区河道閉塞(天然ダム)諸元】

- 閉塞 長さ: 約700m (推定)
- " 幅: 約200m (")
- " 土砂量: 約1,730千m³ (")



河道閉塞(天然ダム)対策工事着手
(6月17日～)



24時間態勢で仮排水路掘削工事を実施
(6月18日～26日)



排水ポンプによる強制排水を実施
(6月19日～22日)



水路の拡幅工事完了
(7月5日)

産女川河道閉塞(岩手県一関市)

下流既設砂防えん堤緊急除石



警戒避難体制 - 観測機器 -

ワイヤーセンサー



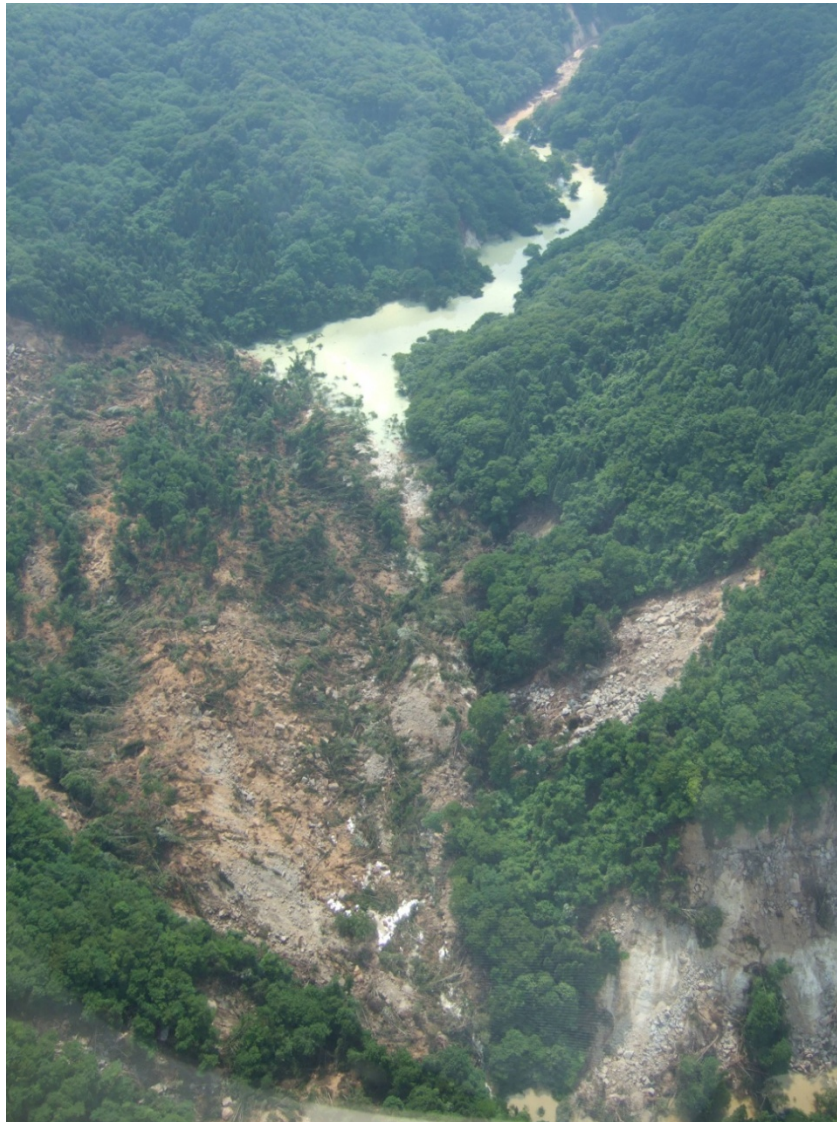
写真は迫川に設置したものを撮影
平成20年7月9日撮影

CCTV

国土交通省東北地方整備局ホ
ームページ



沼倉裏沢における河道閉塞(天然ダム)の 越流侵食事例



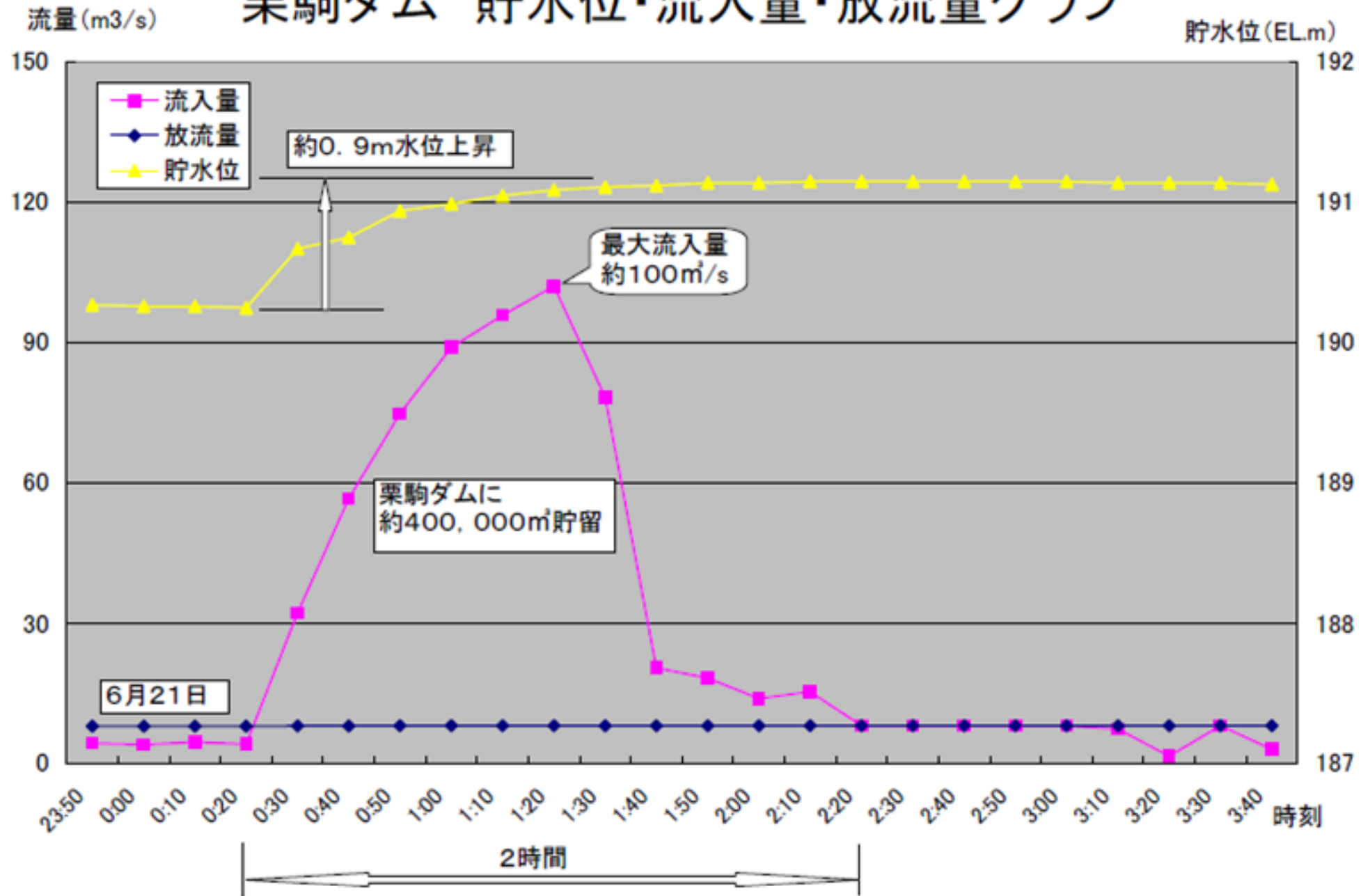
平成20年6月20日13時頃撮影



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



河道閉塞(天然ダム)対策で活躍した新技術・新工法

交通が途絶した現場に、**重機を分解し、ヘリにより輸送**



危険な現場において、安全施工のため**無人化施工機械による工事实施**



「軽量高揚程型ポンプ」により設置が困難な、山間地等におけるポンプ排水が容易に

平成16年の新潟県中越地震での教訓を受け、クレーン等が搬入できない険しい地形においても容易にポンプ排水が可能となるよう、北陸地方整備局では**人力で設置可能な排水ポンプを開発**

【排水規模】

● 5.5m³/min(1台当たり)

ポンプを軽量化



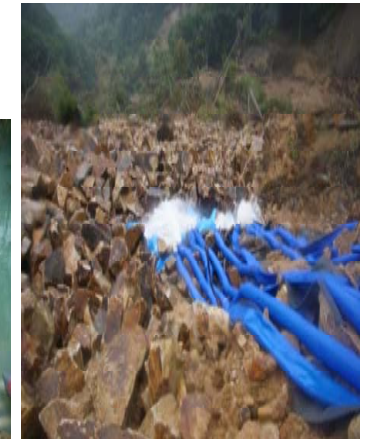
高揚程化(8m→20m)



平成20年岩手・宮城内陸地震での使用状況

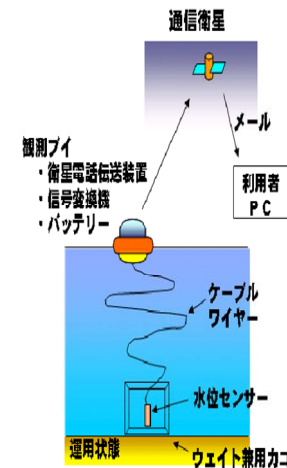


【市野々原地区(岩手県一関市)】



【湯ノ倉温泉地区(宮城県栗原市)】

「土研式投下型水位観測ブイ」を用いヘリから直接水位計を設置



【湯浜地区での実施状況(宮城県栗原市)】

平成20年 岩手・宮城県内陸地震による土砂災害への対応・支援

発災直後から、全国の人員・資機材を派遣し、迅速な災害対策を実施

＜保全課職員が被災現場にて指導・助言＞



【(6/14~6/19)東北地方整備局】



(6/18~6/22)
【岩手県：市野々原地区】
(6/23)
【宮城県：浅布・小川原地区】



(6/18~6/23)
【宮城県：浅布・小川原地区】

発災直後から全国に配備された
国交省ヘリを用い調査を実施



ほっかい号
(北海道開発局)
6/27~



ほくりく号
(北陸地方整備局)
6/14~



みちのく号
(東北地方整備局)
6/14~



まんなか号
(中部地方整備局)
6/1~



あおぞら号
(関東地方整備局)
6/14~

＜砂防部職員のTEC-FORCE派遣＞

- 先遣班(ヘリ調査)
砂防計画課1名、保全課1名
- 先遣班(緊急調査団)
保全課1名
- 土砂災害危険箇所点検支援チーム
砂防計画課2名

全国から被災地へ集結した建設資材



【岩手河川国道事務所】
(一関出張所)

(岩手県市野々原地区)

(宮城県小川原地区)

(宮城県浅布地区)

研究機関における調査・解析

＜国土技術政策総合研究所、(独)土木研究所による現地指導＞

・地震発災当日より現地において専門家による調査・指導を実施



土砂災害危険箇所点検支援チームの派遣

震度5強以上を観測した地域のうち土砂災害の発生の恐れがある2,771箇所を点検

＜調査期間＞

6月15日(日)~19日(木)

＜支援機関＞

・本省砂防部、北海道開発局、東北、関東、北陸、中部地方整備局、国土技術政策総合研究所
・青森県、秋田県、山形県、福島県、栃木県、群馬県、新潟県

【総勢:212人】

＜点検結果＞

・応急対応の必要Aランク箇所は20箇所と判明



国総研・土研の現地支援(緊急点検、危険度 評価、搜索活動、対策工法、警戒避難等)



天然ダムヘリ調査



天然ダム現地調査(湯ノ倉温泉下流)



警戒避難(土石流ワイヤーセンサ)に
関する技術指導



貯水ダムへの異常流入の
原因についての記者発表



宮城県警からの
要請により搜索
地および経路に
ついて安全確認

1. 地震の概要

2. 土砂災害の発生概要

3. 河道閉塞(天然ダム)対策

4. 土砂災害危険箇所緊急点検

5. まとめ

岩手・宮城内陸地震 「土砂災害危険箇所緊急点検支援チーム」の派遣

平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震で、震度6強・6弱・5強を観測した岩手県5市町、宮城県6市町における土砂災害危険箇所の1,713箇所について緊急点検を実施。
約130人(約30班)体制により、6月15日より19日まで5日間にわたり実施。

◇支援チーム：下記の機関により延べ約150班、約670名で編成

・国土交通省—TEC—FORCEで参加(延べ約310名)

北海道開発局、東北地方整備局、関東地方整備局、北陸地方整備局、
中部地方整備局、国土技術政策総合研究所、本省砂防部砂防計画課

・県(延べ約240名)

青森県、秋田県、岩手県、宮城県、山形県、福島県、栃木県、群馬県、新潟県



国土交通大臣激励

◇点検結果：土砂災害危険箇所約1,700箇所を点検。Aランク(応急対応が必要)と判断された20箇所について、岩手県、宮城県、並びに関係市に連絡。県・市は応急対策を実施。



点検で危険度Aと判定された箇所(宮城県旧鳴子町)

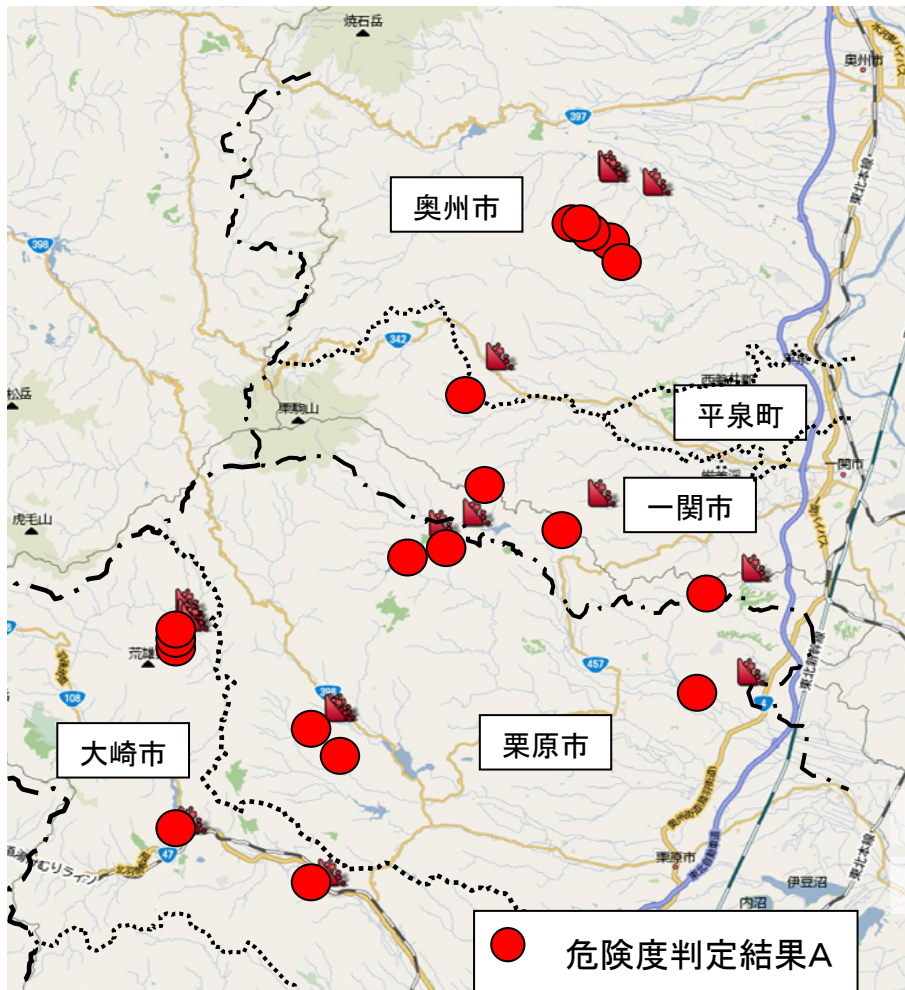


岩手県旧衣川村での点検状況

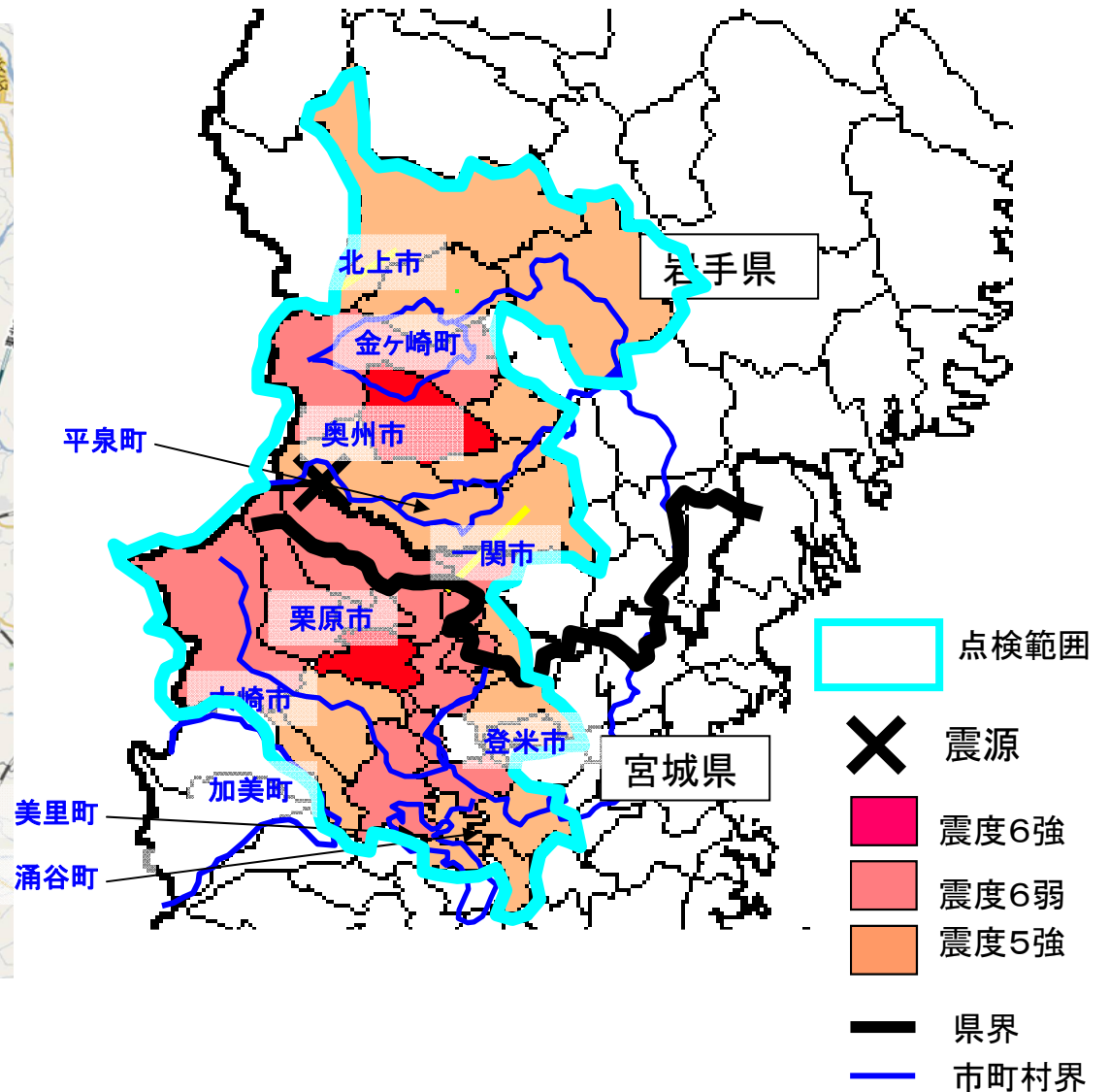


宮城県旧一迫町での点検状況

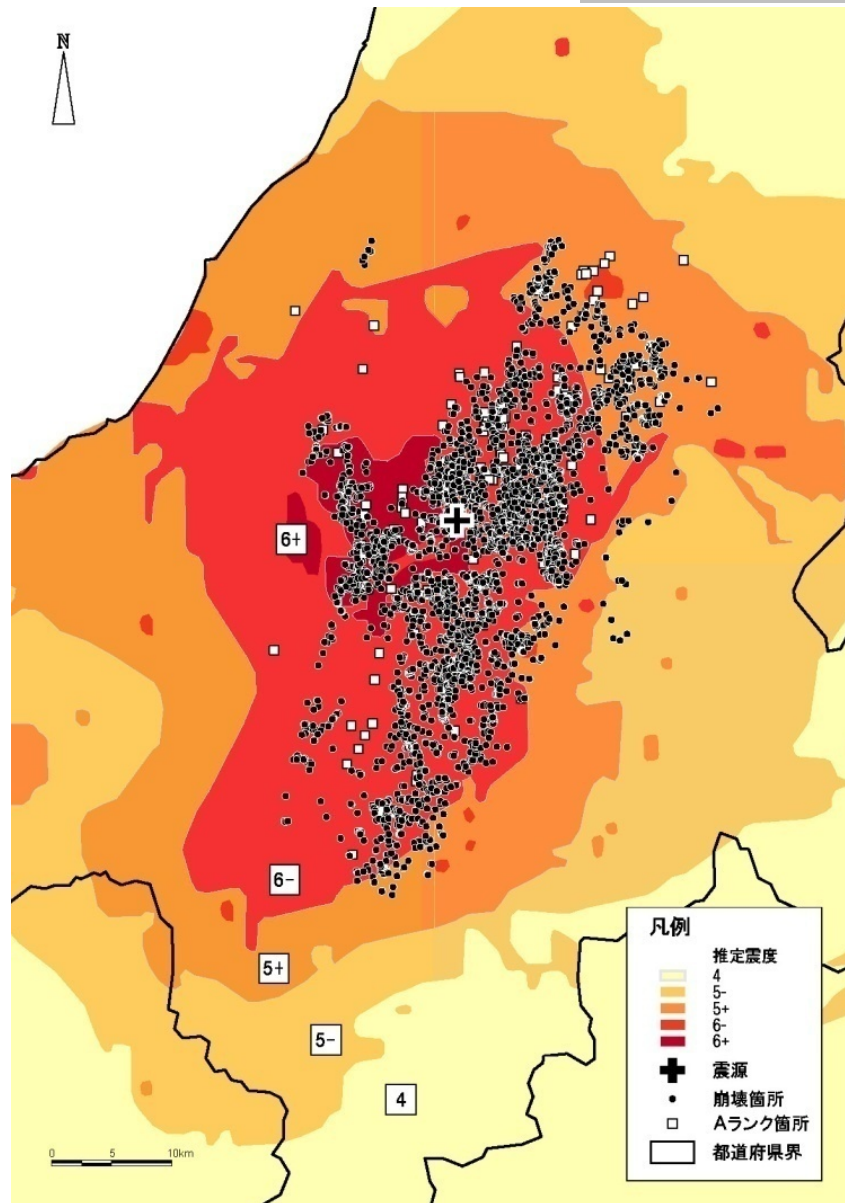
岩手宮城内陸地震土砂災害危険箇所等の 緊急点検結果(危険度判定結果A)



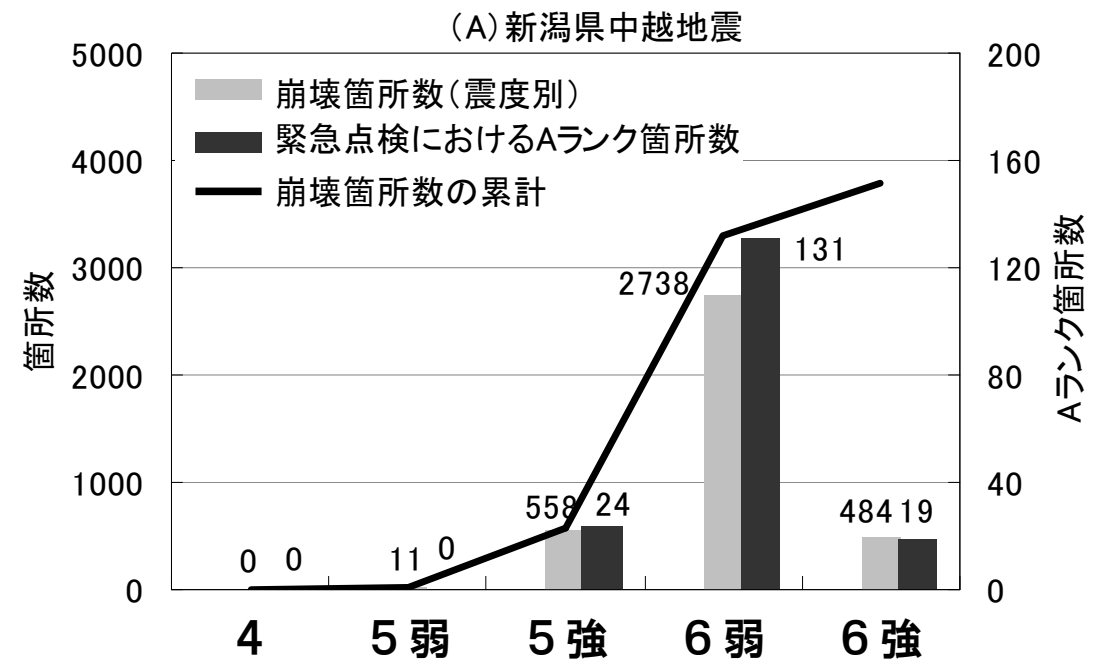
危険度判定結果A(20箇所)の分布



震度別崩壊箇所数と緊急点検におけるAランク箇所数の関係



新潟県中越地震における震度分布と土砂災害発生箇所との関係



新潟県中越地震における震度階ごとの土砂災害発生累積頻度とAランク崩壊出現頻度分布.

7:03

宮城 西部

27℃



10 / 20

被災地 梅雨入り

住民は 安全対策は

宮城 大崎

土砂災害危険か所の 緊急点検



カット版 (2008-06-20)TEC-FORCEニュース (NHK)

地震後の降雨による崩壊地拡大事例

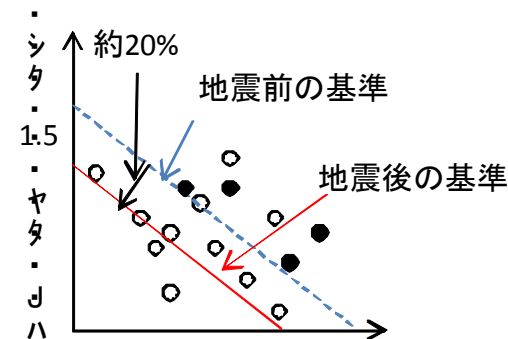


兵庫県南部地震後の鶴甲地区における崩壊地の拡大
(「地震に伴って発生する土砂災害とその危険箇所」より)

兵庫県南部地震後における基準雨量の引き下げ事例

地震発生:平成7年1月17日

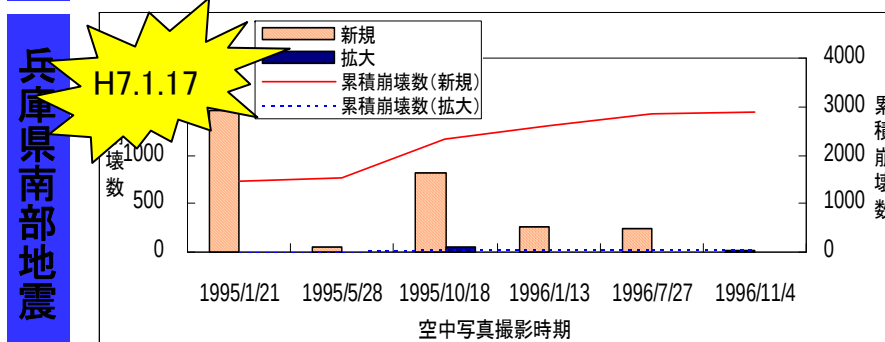
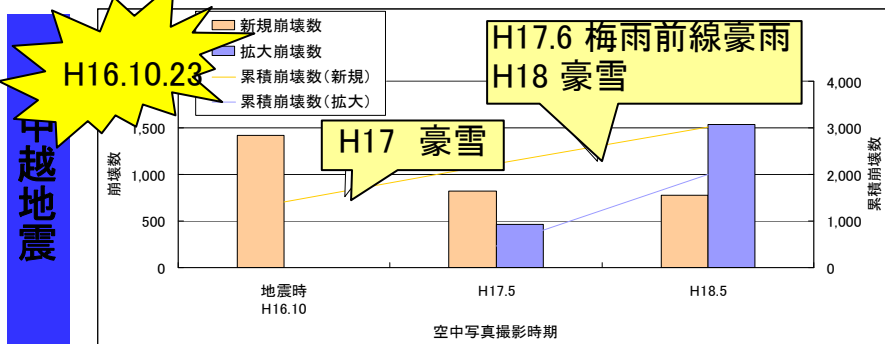
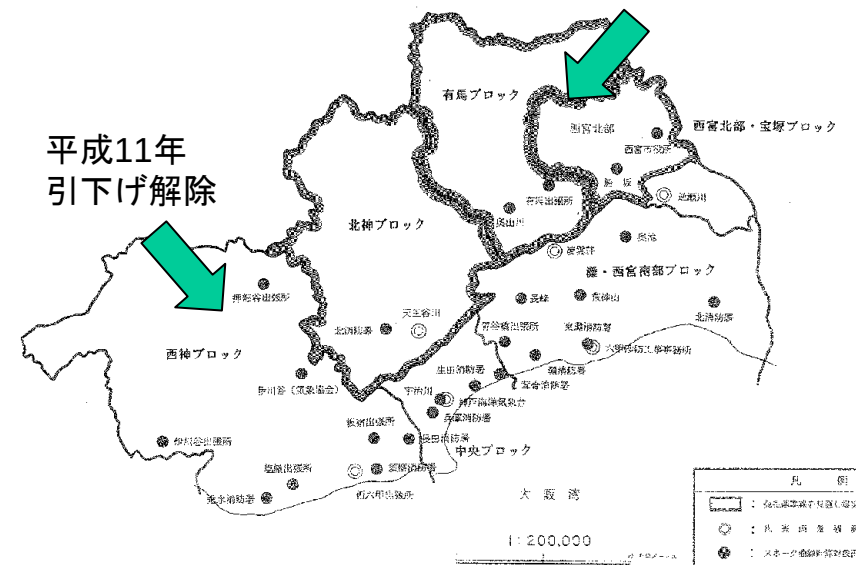
有識者による検討会を設立し、警戒避難基準雨量を地震後経験した非発生降雨の上限付近として、震災前の80%までCLラインを引き下げた。



その後、引き続き半減期22時間実効雨量
および災害資料をもとにCLの
検証を行い、CLを震災前の水
準に引き上げた。

平成10年
引下げ解除

平成11年
引下げ解除



六甲砂防事務所提供データより

中越地震後と兵庫県南部地震後の崩壊数の比較

1. 地震の概要

2. 土砂災害の発生概要

3. 河道閉塞(天然ダム)対策

4. 土砂災害危険箇所緊急点検

5. まとめ

大規模土砂災害時の危機管理

- ①迅速な情報収集
- ②緊急調査、危険度評価
- ③状況監視と警戒避難体制の確保
- ④応急対策、緊急対策
- ⑤安全管理・確保（工事、搜索活動）
- ⑥関係機関間の情報共有、
マスコミ・住民への情報提供
- ⑦平時からの準備（組織体制、訓練、資機材）