

十勝川流域における今後の土砂災害対策のあり方(案)

参考資料



参考資料

2. 十勝川流域の特徴

2-1 十勝川流域の気象・河川の特徴

■上流域の新得では年平均降水量が約1,130mm、中流域の帯広では年平均降水量が約920mm、下流域の大津では年平均降水量が約1,080mmとなっており、流域内では、上流域の山地での降水量が多く、中流域の十勝平野では比較的降水量が少ない。

表 1-1 主な気象観測値

項 目	新 得	帯 広	大 津	全道平均	全国平均
平均気温(℃)	6.5	6.4	5.1	7.3	14.8
最高気温(℃)	32.5	33.8	28.7	30.5	35.4
最低気温(℃)	-22.4	-23.5	-23.4	-17.0	-5.0
平均風速(m/s)	1.7	2.0	2.2	3.6	2.8
最大風速(m/s)	8.1	12.9	13.4	17.3	16.0
日照時間(時間)	1,712.4	2,124.1	1,980.2	1,817.0	1,983.0
降 水 量(mm)	1,133.3	919.5	1,078.5	1,135.6	1,607.0

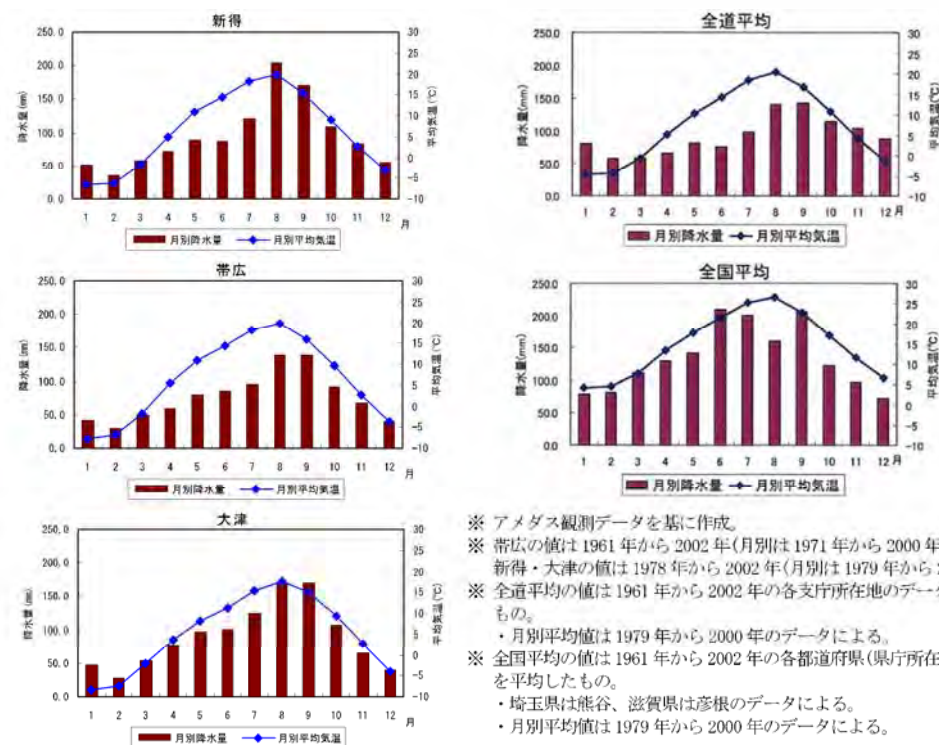


図 1-4 月別降水量、月別平均気温

※アメダス観測データを基に作成。

※帯広の値は1961年から2002年(月別は1971年から2000年)。

※新得・大津の値は1978年から2002年(月別は1979年から2000年)。

※全道平均の値は1961年から2002年の各支庁所在地のデータを平均したもの。

・月別平均値は1979年から2000年のデータによる。

※全国平均の値は1961年から2002年の各都道府県(県庁所在地)のデータを平均したもの。

・埼玉県は熊谷、滋賀県は彦根のデータによる。

・月別平均値は1979年から2000年のデータによる。

※ 図表は十勝川水系河川整備計画[変更], p5, 平成25年6月, 北海道開発局

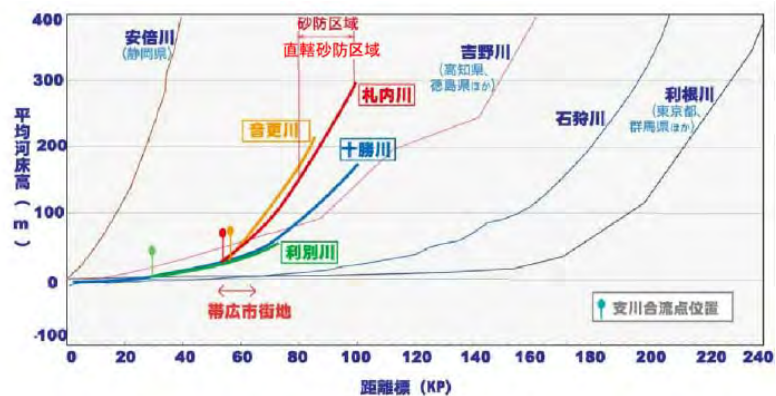
2-1 十勝川流域の気象・河川の特徴

■幹川流路延長156km，流域面積9,010km²の一級河川。

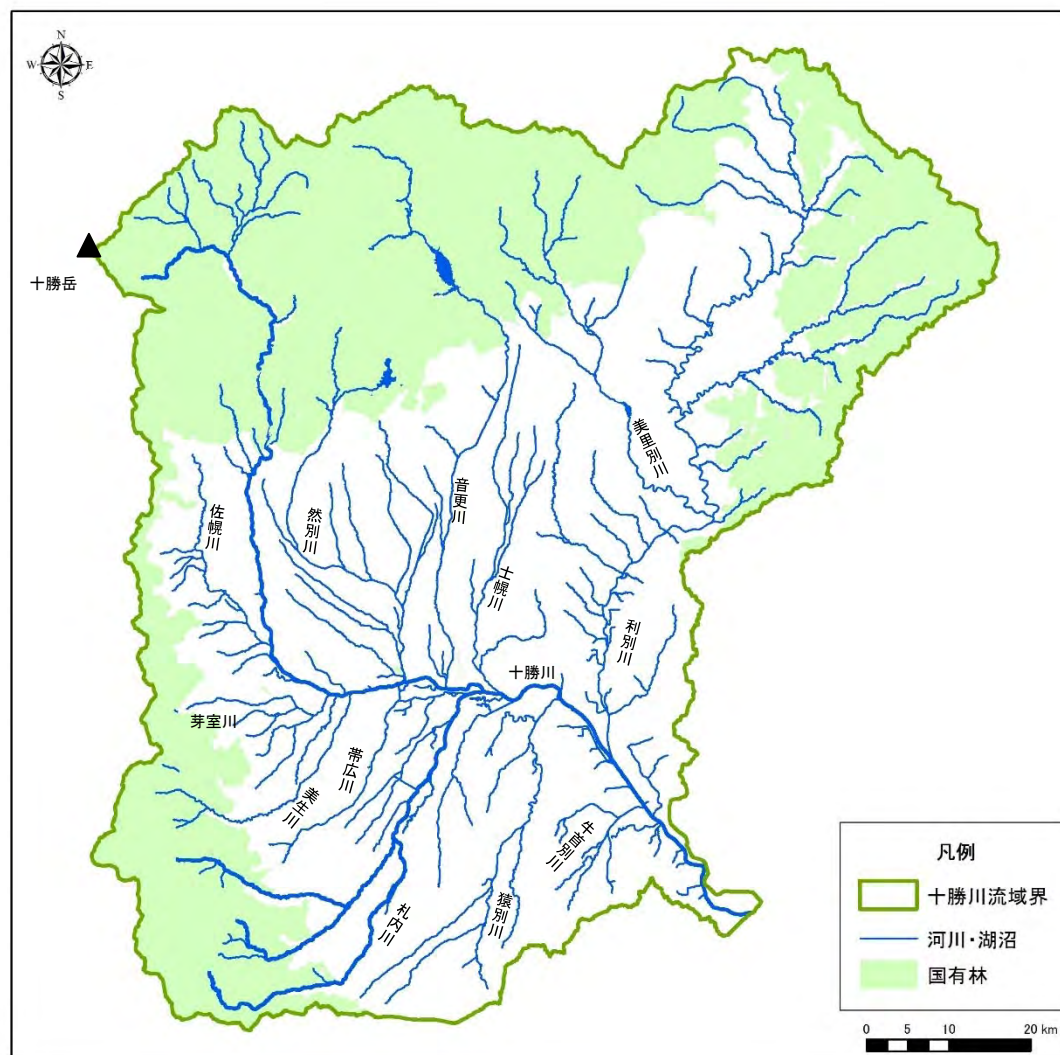
■大雪山系の十勝岳(標高 2,077m)に源を発し，山間峡谷を流れて十勝平野に入り，佐幌川，芽室川，美生川，然別川等の多くの支川を合わせて帯広市街地に入り，音更川，札内川，利別川等 を合わせ，豊頃町において太平洋に注ぐ。



項目	諸元	備考
流域面積	9,010km ²	
幹線流路延長	156km	
国管理区間延長	289.1km	
流域内市町村	1市14町2村	帯広市、音更町、士幌町、 上士幌町、鹿追町、新得町、 清水町、芽室町、中札内村、 更別村、幕別町、池田町、 豊頃町、本別町、足寄町、 陸別町、浦幌町



主要河川縦断図



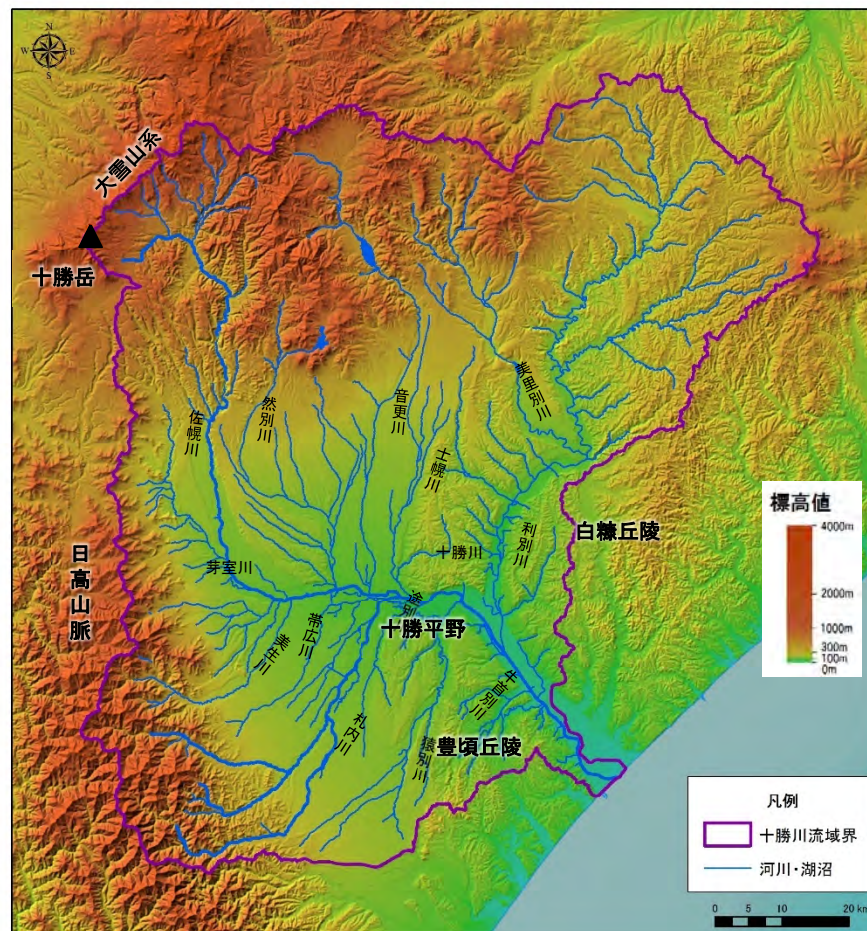
※ 「国土数値情報」を用いて作成

2-2 地形的な特徴

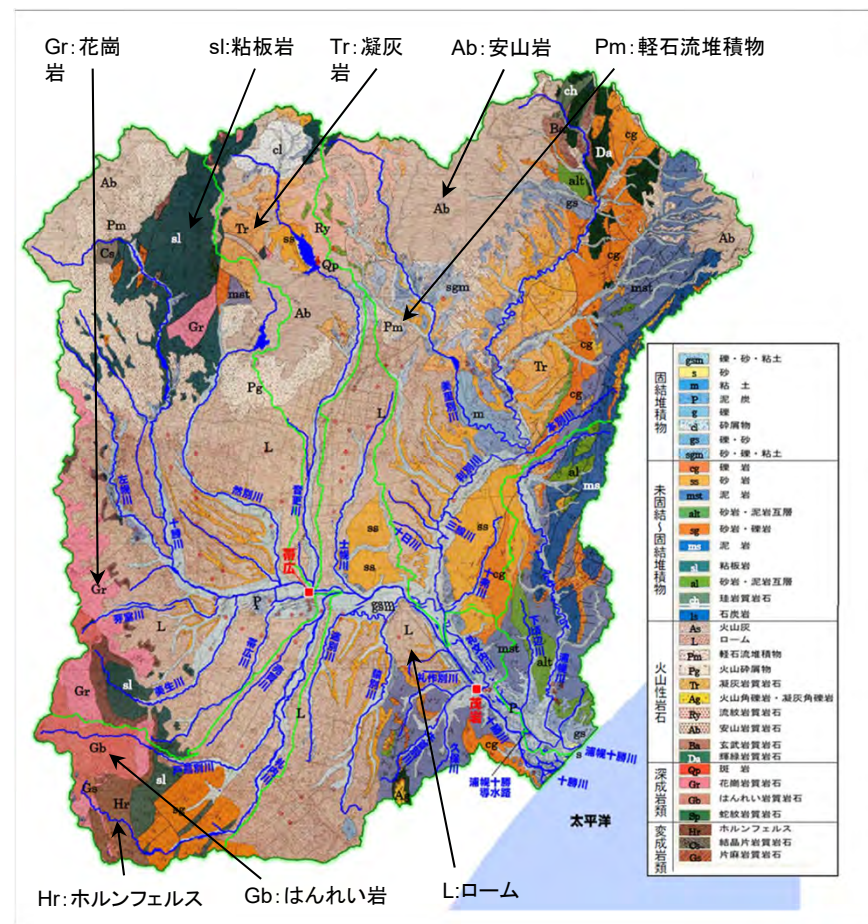
2-3 地質的な特徴

■流域の地形は、帯広市を中心とする盆地状を呈している十勝平野と、それを囲む日高山脈、大雪山系、白糠丘陵及び豊頃丘陵等からなる。また、十勝平野では、十勝川本支川に沿って、幾つもの扇状地や段丘、台地が広がっている。

■日高造山運動の影響を受け脆弱で土砂が生産されやすく、地形的にも平野から2 000m前後の山脈頂部に至るまで急峻で生産された土砂が流出しやすい要因を備えている。



※「地理院地図標高段彩図」を用いて作成



※「土地分類図(国土庁土地局)」を用いて作成

2-2 地形的な特徴

- 十勝平野においては、近年、帯広市を中心に十勝川や札内川・音更川と平行する国道沿いに市街地が拡大している。
- 上流山地周辺部の扇状地には農地等が広がり、市街地等の資産は、山地周辺部から扇状地を経由した下流に集積している。

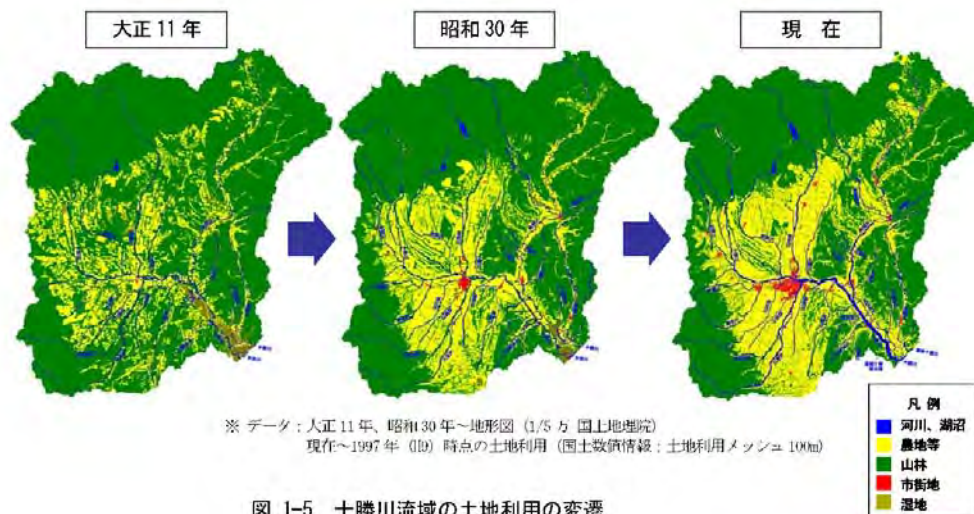


図 1-5 十勝川流域の土地利用の変遷

出典：十勝川水系河川整備計画[変更]，平成25年6月，北海道開発局



図 1-6 帯広圏における都市計画区域及び市街化区域の変遷

出典：十勝川水系河川整備計画[変更]，平成25年6月，北海道開発局

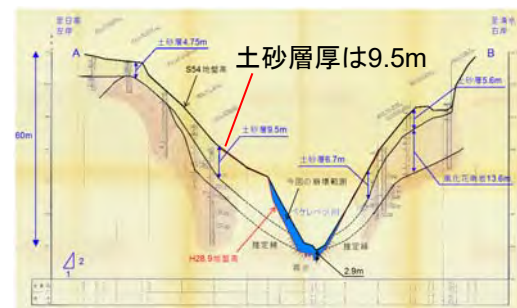
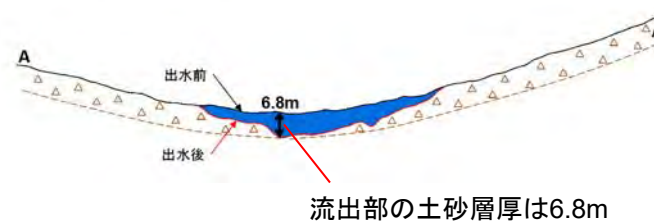


出典：十勝川水系河川整備計画[変更]，平成25年6月，北海道開発局



出典：十勝総合振興局HP

- 日高山脈周辺では、氷河期に形成された周氷河性堆積物と呼ばれる土砂層が、山地斜面表層や谷筋に分布する報告例がある。
- 本検討会における調査により、20m以上の土砂層の分布も確認されている。
- 日高山脈の山地表層部においては、現状においても土砂層が広く分布していると推定される。



▲戸蔭別川清水沢源頭部付近の崩壊
(上:出水後の崩壊地写真 下:出水前後のLP測量から復元した地形横断の重ね合わせ図)

▲ペケレベツ川源頭部日勝大橋付近の崩壊
(上:出水後の崩壊地 下:昭和54年実施のボーリング資料による地質横断図)

小野有五・平川一臣(1975):ヴェルム水期における日高山脈の地形形成環境, 地理学評論 vol.48-1,p1~26.
山本憲史朗(1989):完新世における日高山脈北部の周水河性堆積物の移動期, 第四紀研究 vol.28(3),p139-157.
小山内信智ほか(2017):平成28年台風10号豪雨により北海道十勝地方で発生した土砂流出, 砂防学会誌 vol.69.No.6,p80~91.
倉橋稔幸・伊藤佳彦ほか(2017):2016年台風10号による日勝峠の斜面災害と地形について, 平成29年度日本地すべり学会北海道支部・北海道地すべり学会研究発表会予稿集, p27~30.

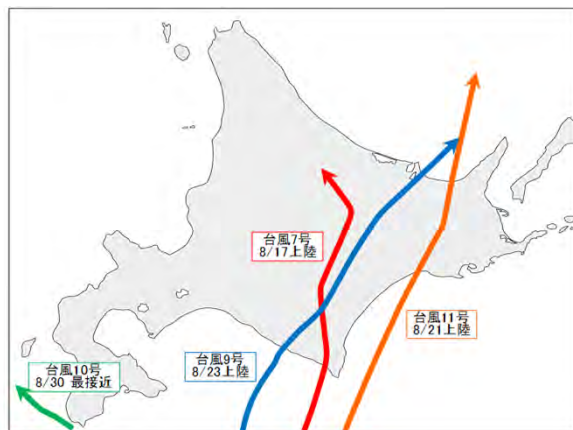


参考資料

3. 平成28年8月出水の概要

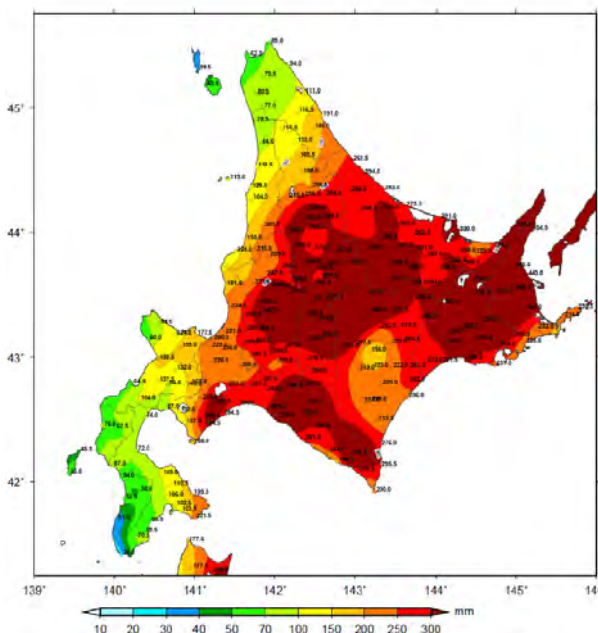
3-1 豪雨の概要

- 8月17日～23日の1週間に3個の台風が北海道に上陸し、道東を中心に大雨により河川の氾濫や土砂災害が発生した。
- 8月29日から前線に伴う降雨があり、その後、台風第10号が北海道に接近し、串内観測所では8月29日から8月31日までの累加雨量が515mmを超えるなど、各地で大雨となった。

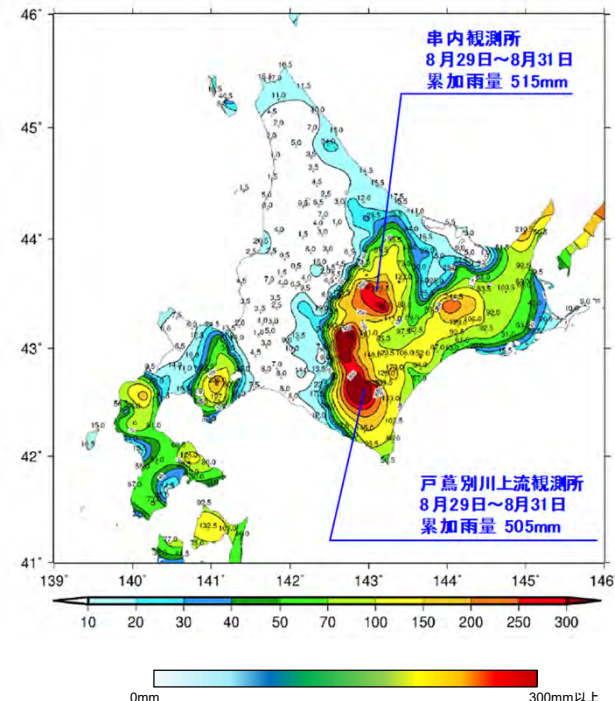


台風第7号・第11号・第9号・第10号 経路図

アメダス降雨量分布
(平成28年8月15日1時～24日24時)
(日本気象協会 配布資料から転載)



アメダス降雨量分布
(平成28年8月29日1時～31日9時)
(日本気象協会 配布資料から転載)



◆道内の主要な地点における年平均降水量(mm)

地点名	年平均降水量(mm)	統計期間	地点名	年平均降水量(mm)	統計期間
札幌	1,097	1876～2015	釧路	1,077	1890～2015
函館	1,170	1873～2015	帯広	934	1892～2015
小樽	1,241	1943～2015	網走	829	1889～2015
旭川	1,097	1888～2015	北見	766	1976～2015
室蘭	1,183	1923～2015	留萌	1,244	1943～2015

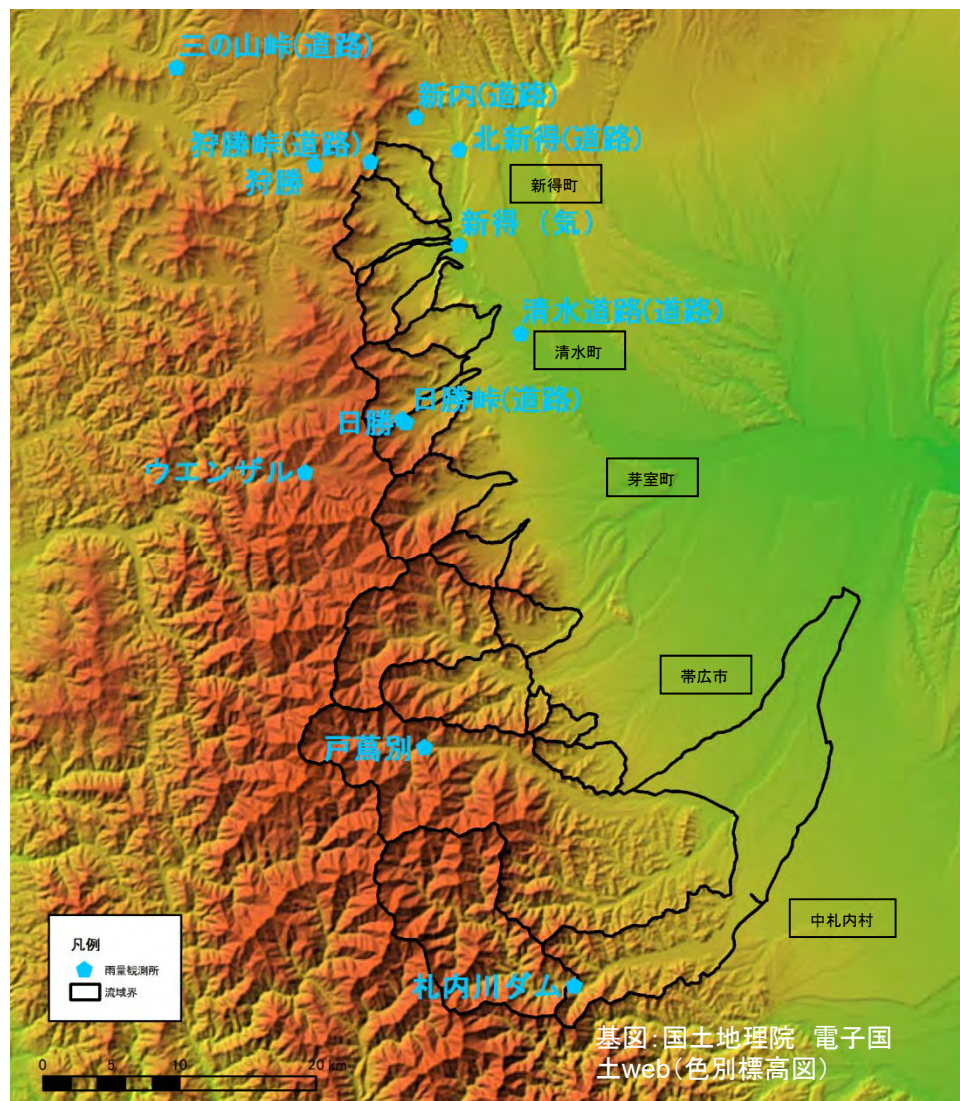
8/16～8/31の雨量観測について

- ・ 串内観測所 (空知郡南富良野町) 総雨量 888mm
- ・ 戸蔭別川上流観測所 (北海道帯広市) 総雨量 895mm

※ 本資料の数値は速報値であるため、今後の調査で変わる場合があります。

3-1 豪雨の概要

- 標高の低い新得雨量観測所などでは台風10号の雨量が既往最大でない。
- 日勝雨量観測所では24時間雨量は既往最大ではないが、2日雨量と3日雨量は台風10号の雨量が既往最大である。
- 台風10号の雨量は標高が高い地点で大きく、2日雨量・3日雨量と長期の雨量が大きい。



観測所名	標高(m)	H28台風10号の実績雨量(mm)		
		24時間雨量	2日雨量	3日雨量
ウェンザル	860	356.0	400.0	413.0
戸蔭別	602	450.0	521.0	531.0
新得(気)	178	162.5	187.5	234.0
日勝	800	170.0	228.0	236.0
札内川ダム	493	337.0	454.0	465.0
狩勝	464	386.0	441.0	507.0
三の山峠(道路)※	485	133.0	143.0	155.0
北新得(道路)※	229	156.0	164.0	213.0
新内(道路)※	421	173.0	189.0	227.0
日勝峠(道路)※	797	374.0	457.0	485.0
清水道路(道路)※	141	100.0	134.0	170.0
狩勝峠(道路)※	623	249.0	287.0	354.0

* 赤字: 今回が既往最大

※ 地図上の地盤高

観測所名	標高(m)	既往最大雨量(mm)		
		24時間雨量	2日雨量	3日雨量
ウェンザル	860	356.0	400.0	413.0
戸蔭別	602	450.0	521.0	531.0
新得(気)	178	277.0	284.0	290.0
日勝	800	219.0	228.0	236.0
札内川ダム	493	337.0	454.0	465.0
狩勝	464	386.0	441.0	507.0
三の山峠(道路)※	485	192.0	219.0	237.0
北新得(道路)※	229	166.0	179.0	213.0
新内(道路)※	421	173.0	210.0	248.0
日勝峠(道路)※	797	374.0	457.0	485.0
清水道路(道路)※	141	191.0	191.0	193.0
狩勝峠(道路)※	623	249.0	287.0	354.0

※ 地図上の地盤高

注) (気) 以外は国土交通省所管雨量観測所

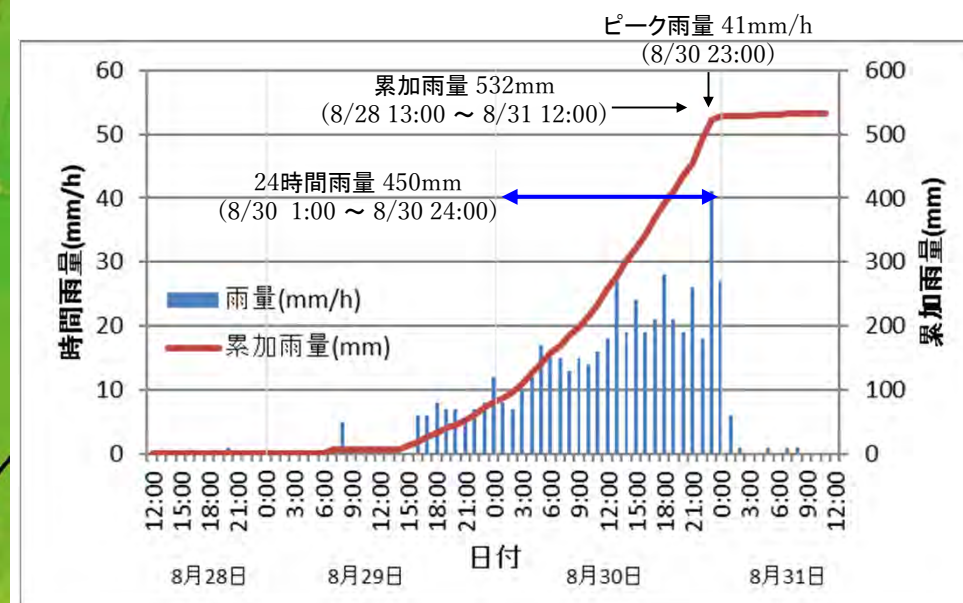
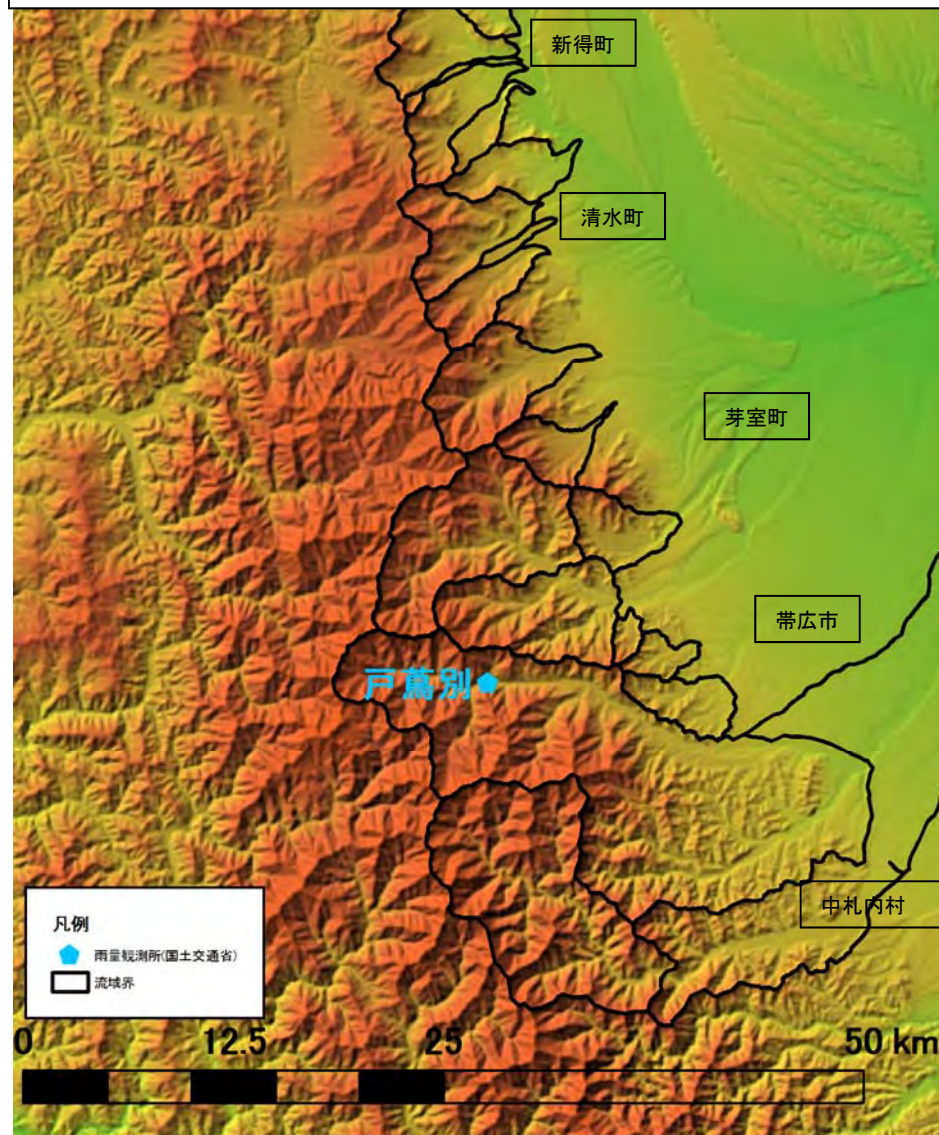
24時間雨量: 日付とは関係なく雨量が最大となる連続した24時間の雨量

2日雨量: 午前1時から24時までを1日とし雨量が最大となる連続した2日雨量

3日雨量: 午前1時から24時までを1日とし雨量が最大となる連続した3日雨量

3-1 豪雨の概要

- 砂防事業実施箇所である高標高部の雨量規模（砂防堰堤の水通し断面に係わる）の参考に戸蔭別雨量観測所で確率雨量を推定した。（単独の観測所での推定であり、観測期間が短いため、今回の出水を代表する降雨確率では無いことに留意が必要）
- 戸蔭別雨量観測所（標高602m）では、24時間最大雨量が450mmを記録した。
- 戸蔭別雨量観測所の既往最大の24時間雨量であり、確率雨量の推定（※）では概ね130～180年確率規模と同等の降雨であった。

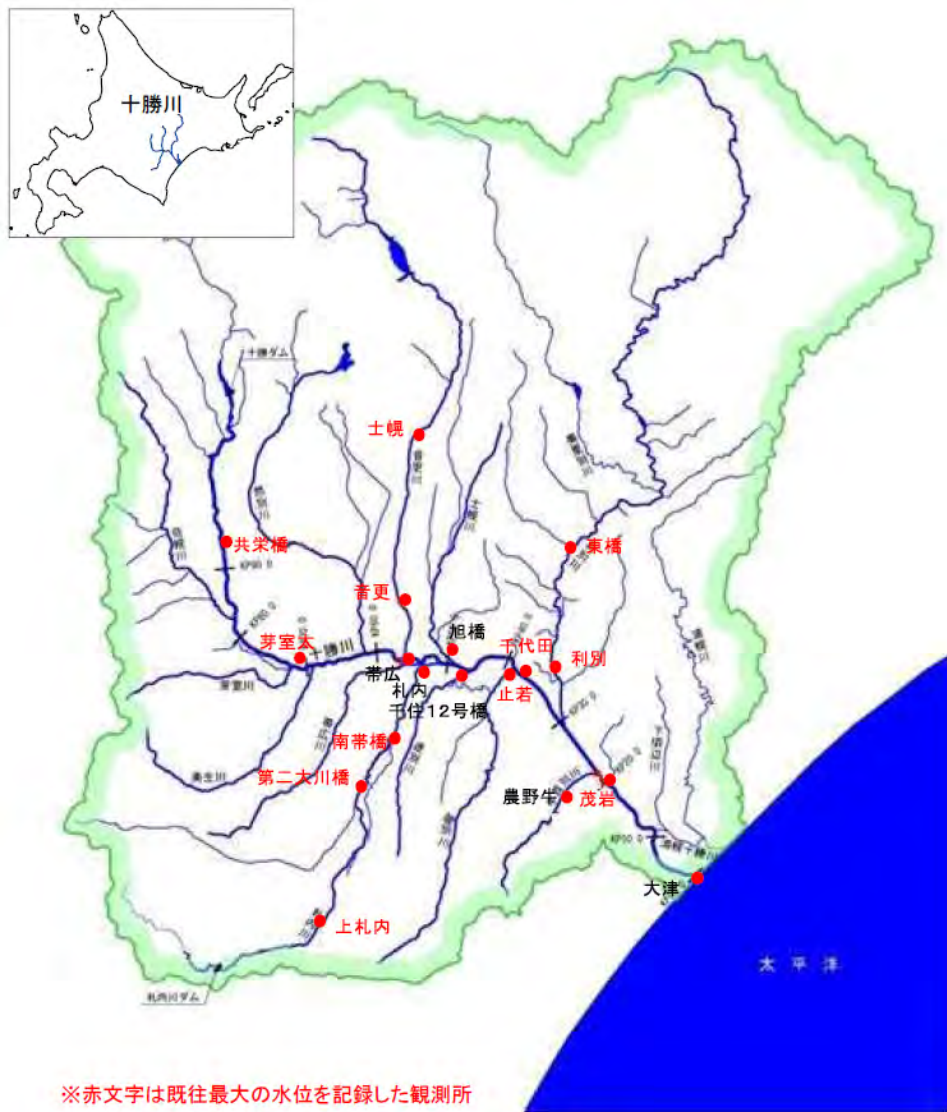


戸蔭別雨量観測所

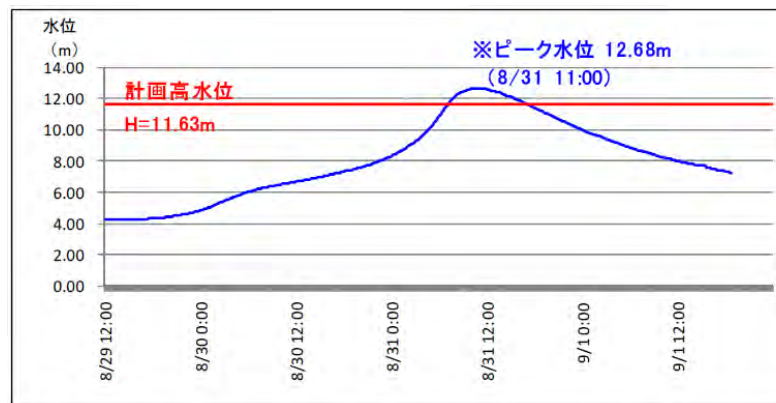
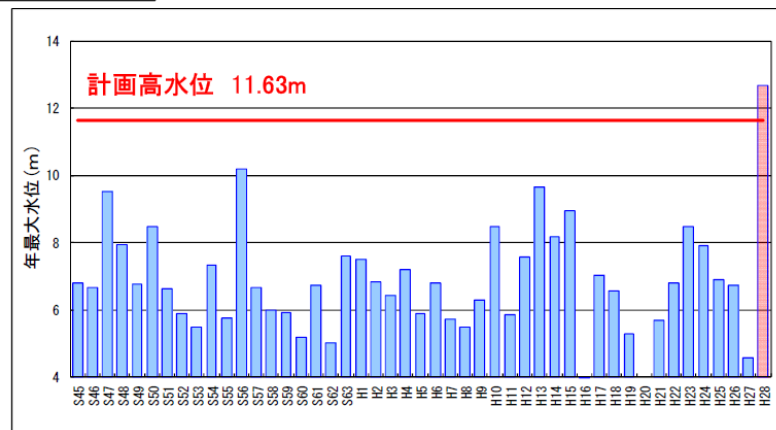
※確率雨量の推定には、一般財団法人 国土技術研究センター開発の「水文統計ユーティリティ V1.5」を用いた。

3-2 被害の概要

■平成28年8月出水は、十勝川水系の12箇所の観測所で既往最大水位を観測し、茂岩観測所、千代田観測所、芽室太観測所、南帯橋観測所の4箇所で計画高水位を超過した。



茂岩観測所



※ 本資料の数値は速報値であるため、今後の調査で変わる場合があります。

3-2 被害の概要

- 深層崩壊のような大規模な崩壊及び天然ダムの発生は見られなかった。また、多くの溪流で土石流が発生している。
- 溪流の最上流部で発生した土石流の規模は小規模であるが、土石流が流下の過程で、大量の水とともに、河床洗掘・側岸侵食によって花崗岩の礫・花崗岩が風化した細かいマサ土・畦畔林の流木を下流へ大量に運搬した可能性がある。
- 大量の土砂・流木の流出により河道の断面が小さくなっている場所もあり、また、今後、上流の河道に堆積している土砂の一部が少ない降雨でも徐々に流下してくることが考えられ、河道の断面積が急に狭くなる地点・河床勾配の変化点での土砂の堆積が生じるおそれがある。

日時：現地調査 平成28年9月5日（月）、ヘリ調査 9月7日（火）

調査箇所：現地調査 北海道清水町 十勝川水系ペケレベツ川

ヘリ調査 北海道新得町 十勝川水系パンケ新得川

新得町 十勝川水系パンケ新得川

～帯広市 十勝川水系戸蔭別川

調査団：団長 小山内信智（北海道大学農学研究院特任教授、北海道大学突発災害防災・減災共同プロジェクト拠点）

団員 笠井美青、林真一郎（北海道大学）

藤浪武史、阿部孝章（国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所）

塩野康浩（国土防災技術北海道株式会社）

宮崎知与、澤田雅代（株式会社シン技術コンサル）

早川智也、松岡暁、佐伯哲朗（日本工営株式会社）



戸蔭別川第2号砂防堰堤



戸蔭別川第5号砂防堰堤

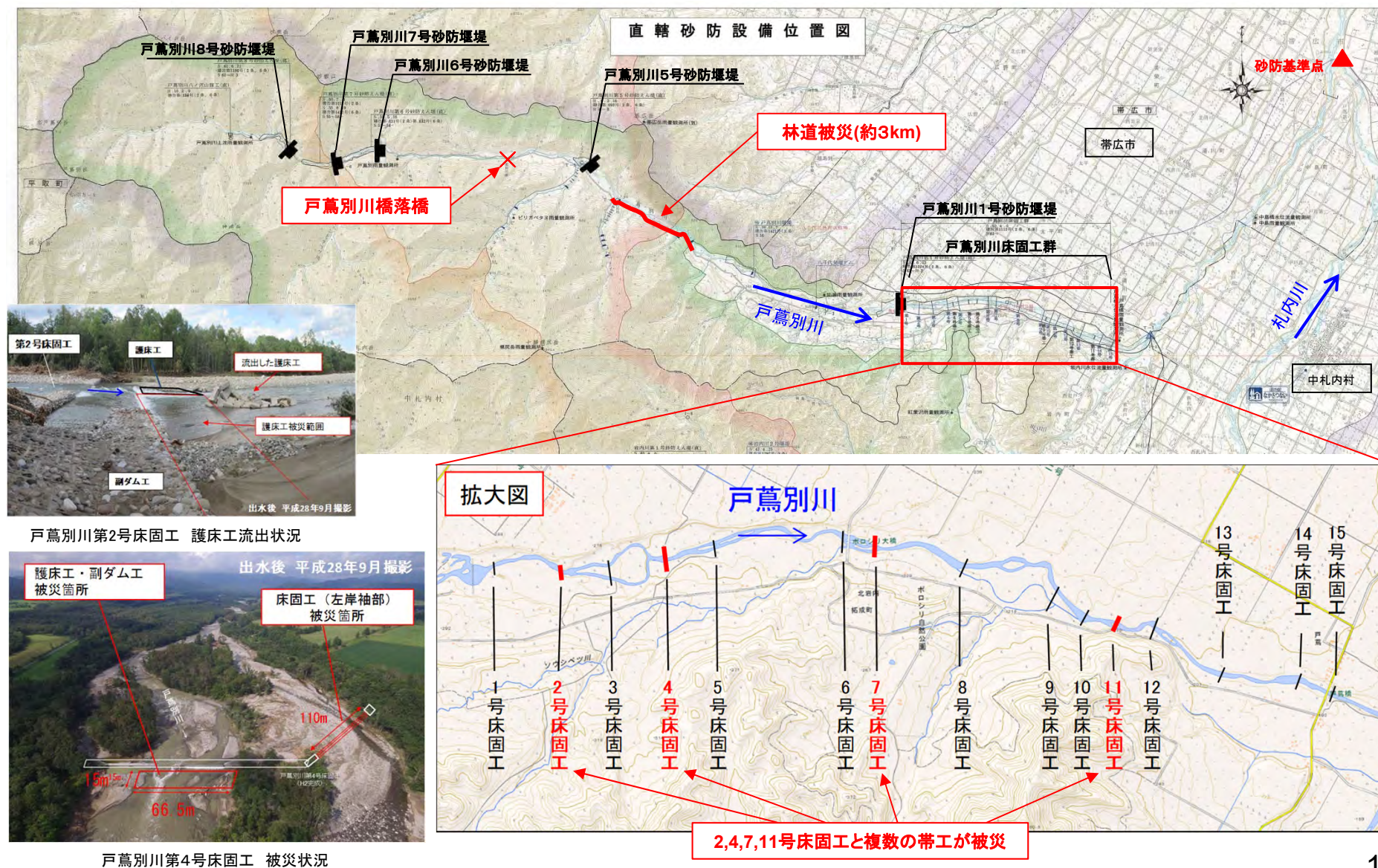


ペケレベツ川

平成28年9月12日 北海道開発局撮影（防災ヘリほっかいによる巡視）

3-2 被害の概要

■平成28年8月出水では戸蔦別川に整備していた複数の床固工が被災を受けた。



3-2 被害の概要



戸蔭別川第2号床固工(護床工流出):復旧完了



戸蔭別川第4号床固工
(左岸導流堤・護床工流出・副堤天端欠損):復旧完了



戸蔭別川第7号床固工(左岸側壁護岸流出):復旧完了



戸蔭別川第11号床固工(右岸本堤・側壁護岸流出):復旧完了

3-2 被害の概要



No.⑥-1 芽室川



No.⑥-2 芽室川



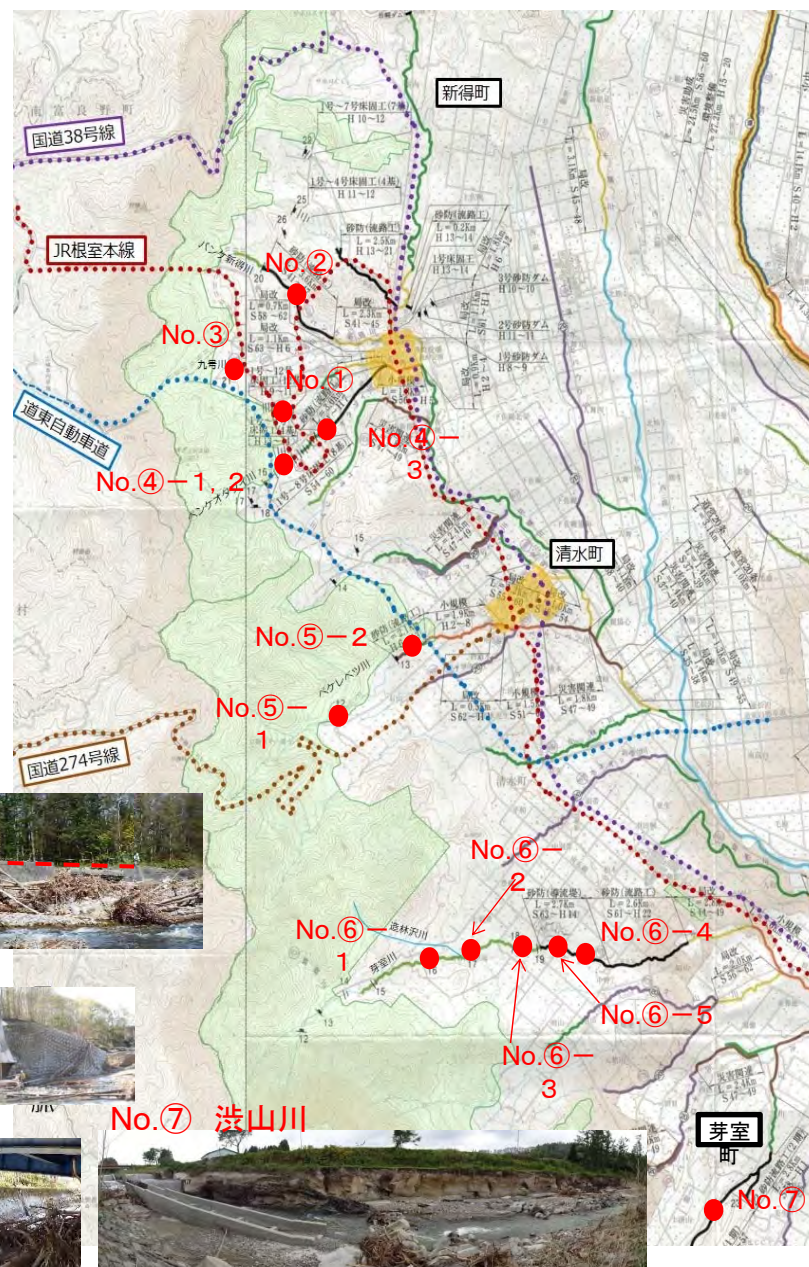
No.⑥-4 芽室川



No.⑥-3 芽室川



No.⑥-5 芽室川



No.⑦ 渋山川



No.① 広内川



No.②パンケ新得川



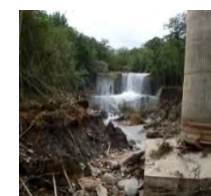
No.④-3 ペンケオタソイ川



No.⑤-2 ペケレベツ川



No.③九号川 No.⑤-1 ペケレベツ川



No.④-1,2 ペンケオタソイ川



3-2 被害の概要

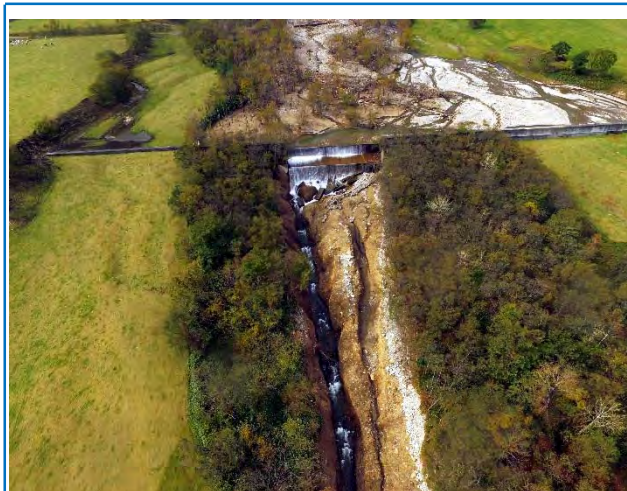
- ペケレベツ川1号砂防堰堤：90m下流に位置を変えて施工中
- ペケレベツ川渓流保全工最下流の13号落差工：施工中



ペケレベツ川渓流保全工最下流の13号落差工(垂直壁・魚道倒壊, 護床工・護岸工流出): 施工中

3-2 被害の概要

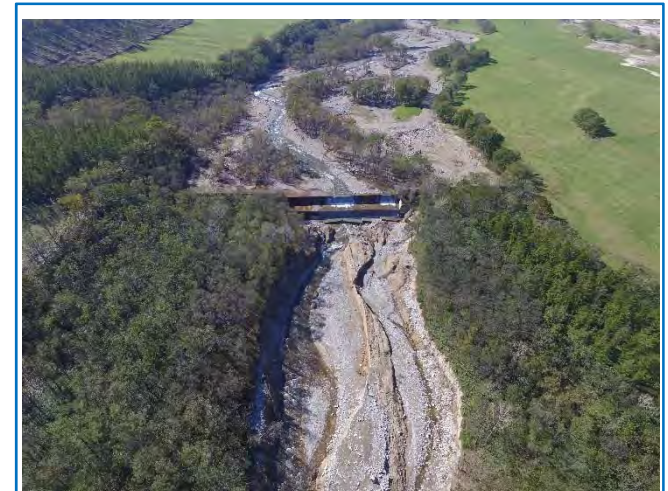
■ 芽室川3号砂防堰堤, 4号砂防堰堤, 4号床固工, 3号床固工, 遊砂地, 溪流保全工施工中



芽室川3号砂防堰堤工被災直後
(垂直壁流出)



芽室川3号砂防堰堤工 施工中



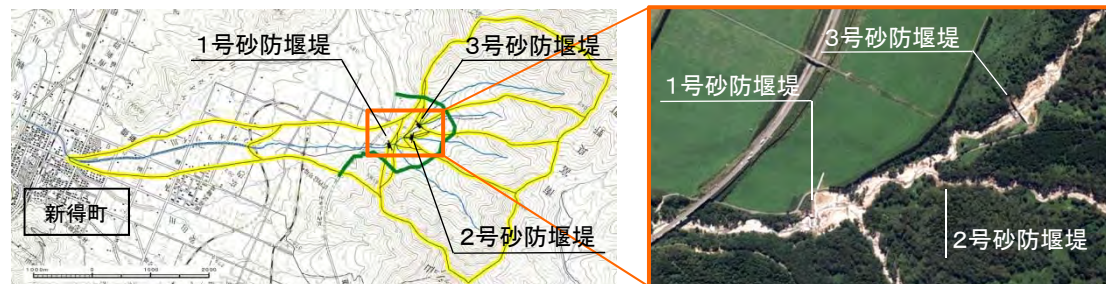
芽室川4号砂防堰堤工被災直後
(垂直壁流出)



芽室川4号砂防堰堤工 施工中 17

3-2 被害の概要

■ペンケオタソイ川の砂防堰堤3基の土砂および流木の撤去を完了。



ペンケオタソイ川1号砂防堰堤 被災直後



ペンケオタソイ川1号砂防堰堤 撤去後



ペンケオタソイ川 2号砂防堰堤 被災直後



ペンケオタソイ川 2号砂防堰堤 撤去後



ペンケオタソイ川 3号砂防堰 被災直後



ペンケオタソイ川 3号砂防堰堤 撤去後

3-3 砂防設備の効果

- 戸蔭別川上流域では砂防堰堤により土砂と流木が捕捉されており、堰堤工の機能が発揮されたため、下流への土砂流出による被害を軽減した。
- 戸蔭別川下流域では床固工により拡幅部と狭窄部が固定され、拡幅部での土砂堆積や流路変動を抑制した。



位置図

堰堤上流で流出土砂の捕捉(約70,000m³)を確認し、堰堤下流への土砂流出を抑制した。



被災前の戸蔭別川第1号砂防堰堤
(H26.7撮影)



被災後の戸蔭別川第1号砂防堰堤
(H28.9撮影)

土砂及び流木を捕捉しており砂防堰堤の効果が確認され、堰堤下流への流出を抑制した。



戸蔭別川第7号砂防堰堤

堰堤上流で新たな流出土砂の捕捉が確認され、堰堤下流への土砂流出を抑制した。



戸蔭別川第5号砂防堰堤

戸蔭別川の拡幅部と狭窄部が固定され、土砂移動や流路変動を抑制した。

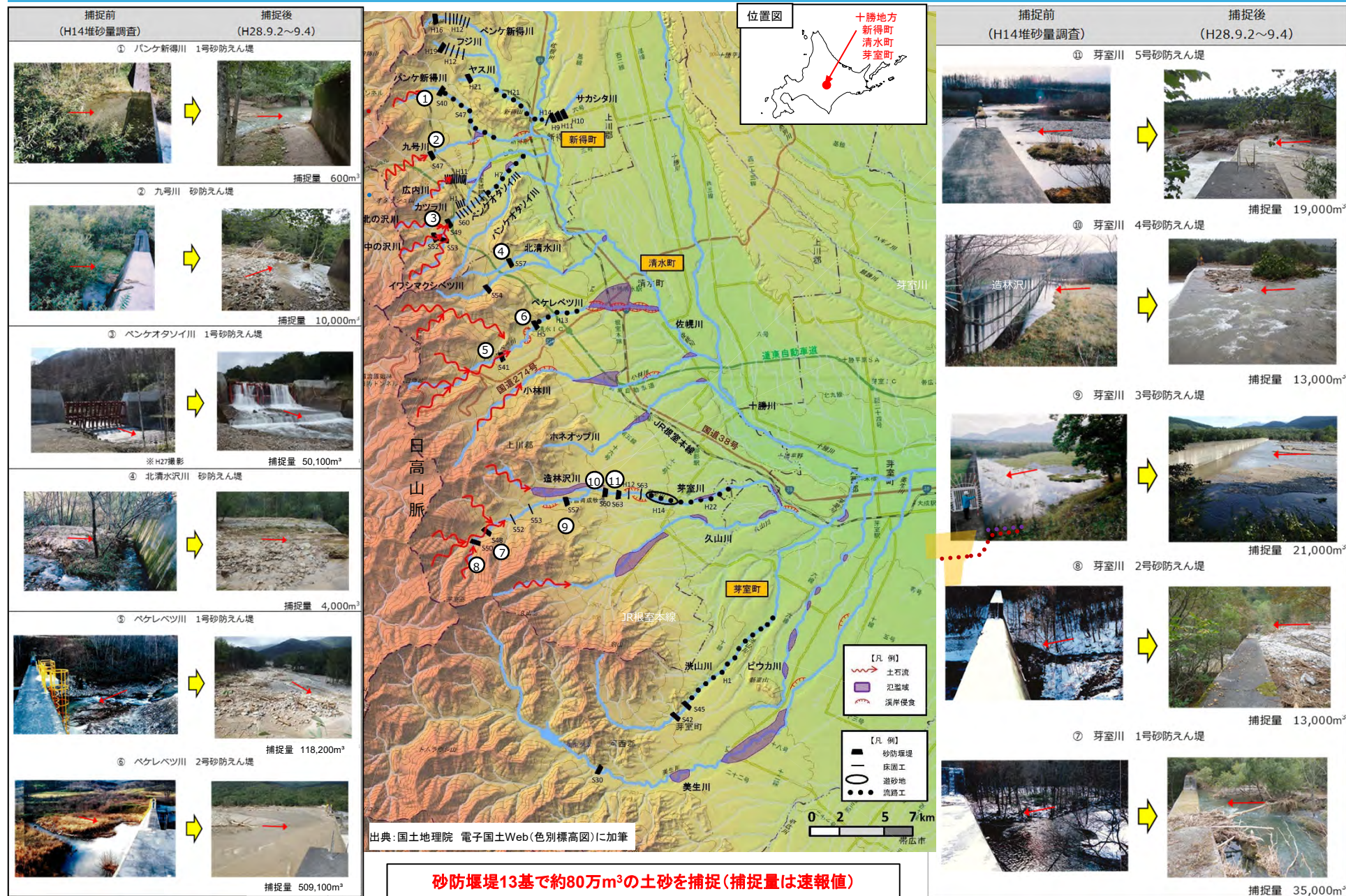


出水前 (平成27年撮影)



出水後 (平成28年撮影)

3-3 砂防設備の効果





参考資料

4. 平成28年8月出水時における 土砂動態分析

4-1 山地の崩壊状況(上流域の土砂動態分析)

- 平成28年8月出水後撮影の衛星画像及びLPオルソ画像を基に、目視により崩壊地、崩壊土砂を判読し、それらの面積を流域毎に算出した。
- 判読した崩壊地は、出水前に存在していた既存崩壊地も含めたものである。

■判読に用いた衛星画像及びLPオルソ画像

①ランドサット (LS) ※流域全体を把握できるため、主に崩壊地の判読に活用

- ・撮影日 2016年10月11日
- ・解像度 30m/pixel

②ワールドビュー3 (WV3) ※主に崩壊土砂の判読に活用

- ・撮影日 2016年10月16日
- ・解像度 0.31m/pixel

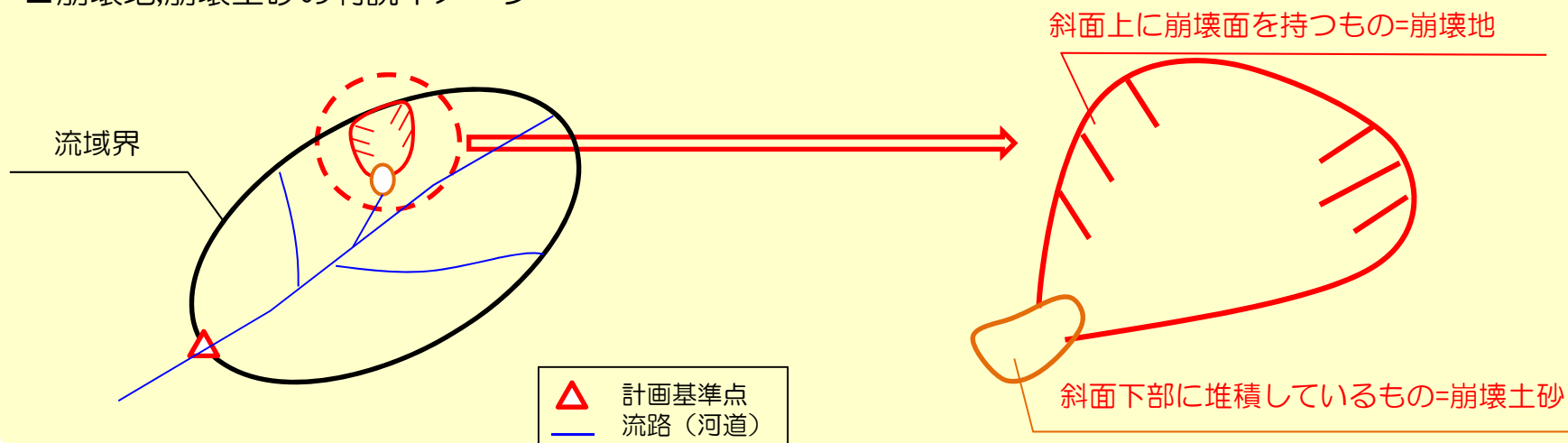
③SPOT ※主に崩壊土砂の判読に活用

- ・撮影日 2016年10月19日
- ・解像度 1.5m/pixel

④LPオルソ画像 ※戸蔭別川流域の判読に活用

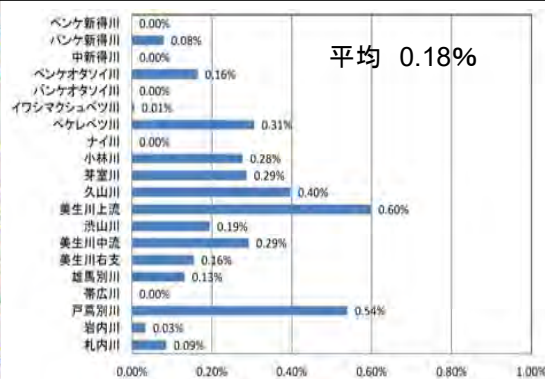
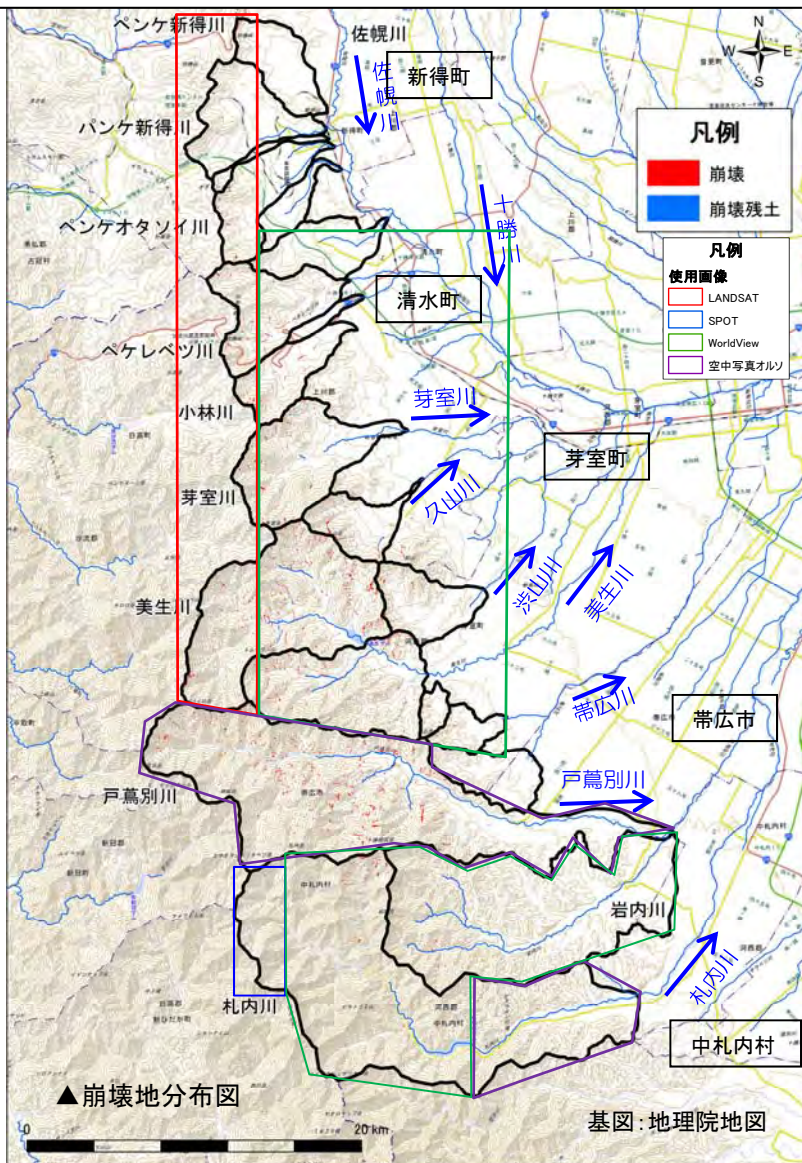
- ・撮影日 2016年9月6日, 9月13日, 9月27日, 9月28日, 10月3日

■崩壊地,崩壊土砂の判読イメージ

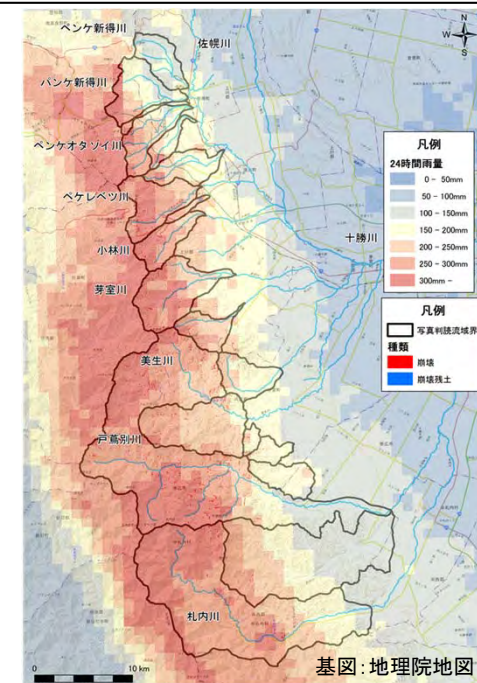
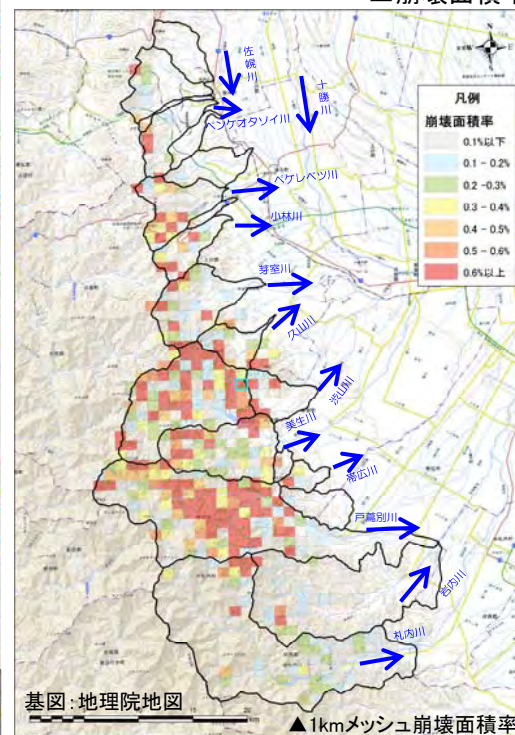


4-1 山地の崩壊状況(上流域の土砂動態分析)

- 日高山脈東麓の崩壊面積率は0.2%程度であり、一度の出水での崩壊としては比較的大きなものであった。
- 美生川上流、戸蔭別川、久山川に崩壊地が多く、高標高部の谷筋や周辺斜面(集水地形をなす〇次谷の源頭部付近)に多く分布している。
- 24時間雨量が200mm程度以上の分布範囲で、1kmメッシュ崩壊面積率が高くなる傾向がある。

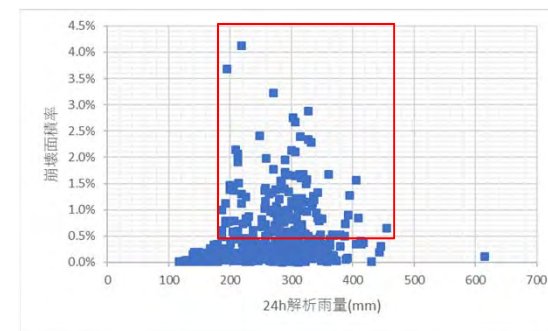


▲崩壊面積率



▲24時間雨量の分布

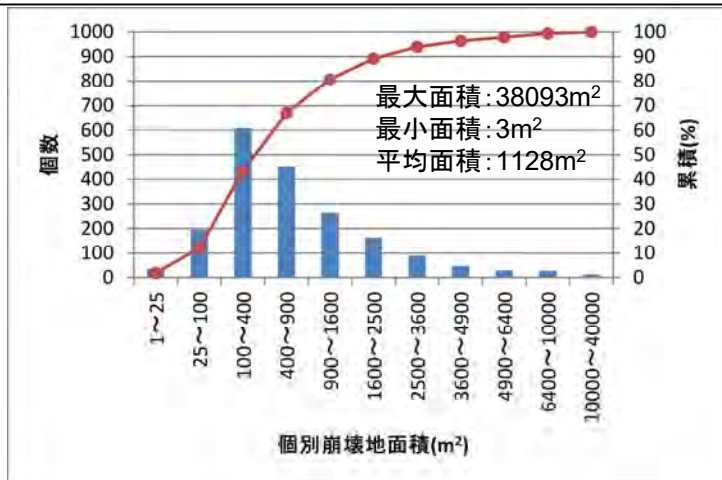
※戸蔭別雨量観測所の24時間最大雨量期間である
8月30日1時から24時までの24時間雨量



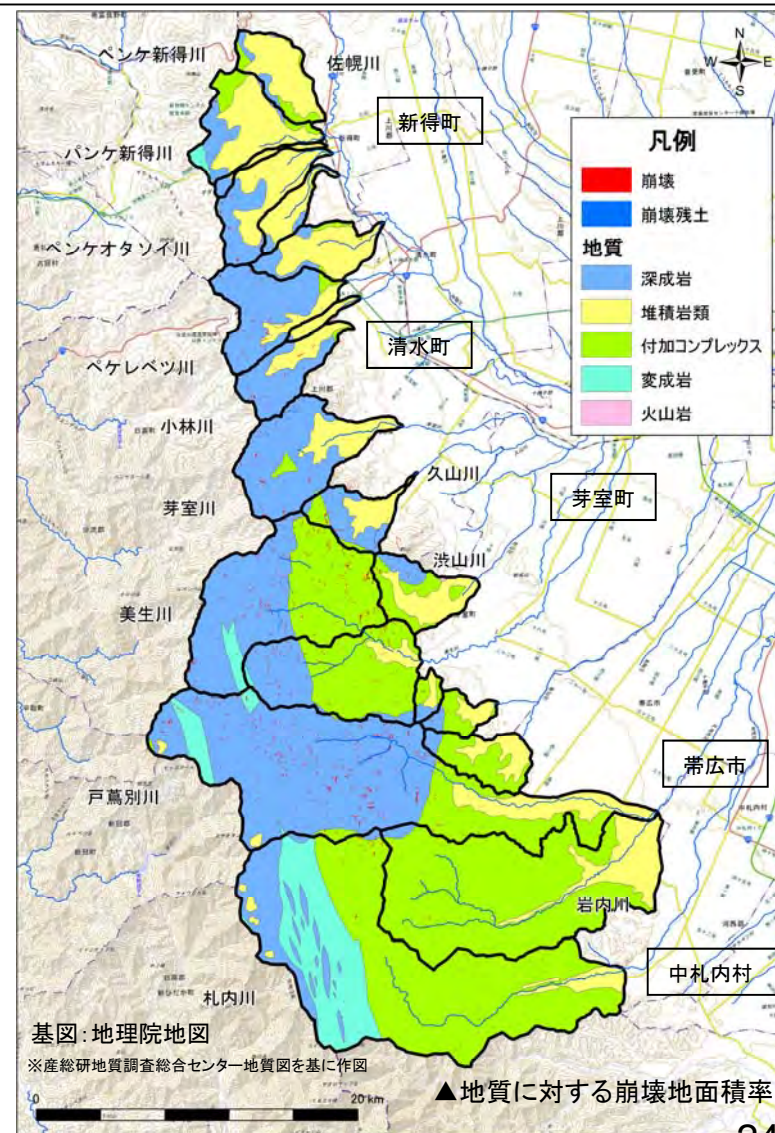
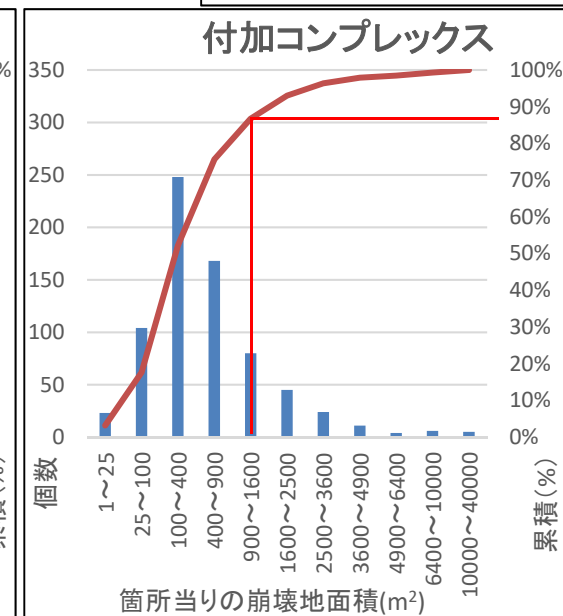
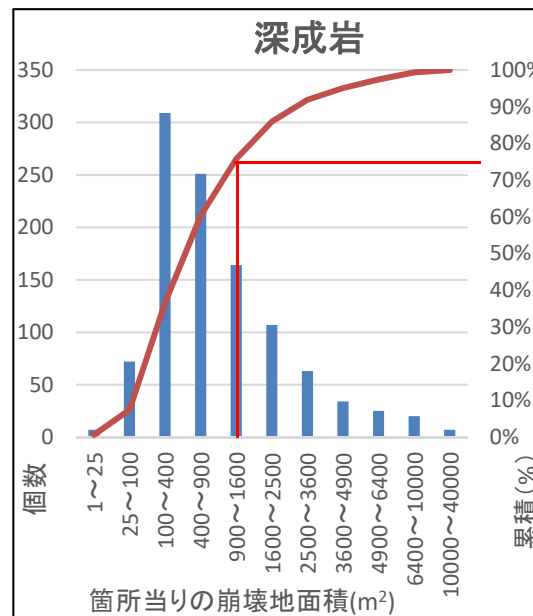
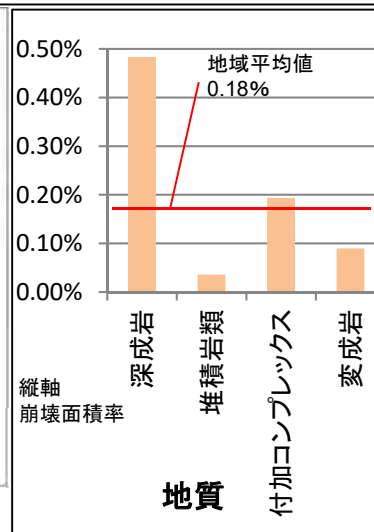
▲24時間雨量と1kmメッシュ崩壊面積率23

4-1 山地の崩壊状況(上流域の土砂動態分析)

- 深層崩壊のような大規模な崩壊は発生しておらず、平均崩壊面積は1,128m²で、10,000m²以下の崩壊が全体の99%を占める。
- 侵食に弱い深成岩（花崗岩等）、付加コンプレックス（砂岩泥岩混在層）で崩壊面積率が高い。
- 地質によって崩壊数や崩壊規模の傾向は概ね変化せず、数百m²の規模の崩壊が卓越する。（規模の大きな崩壊は深成岩に多い）

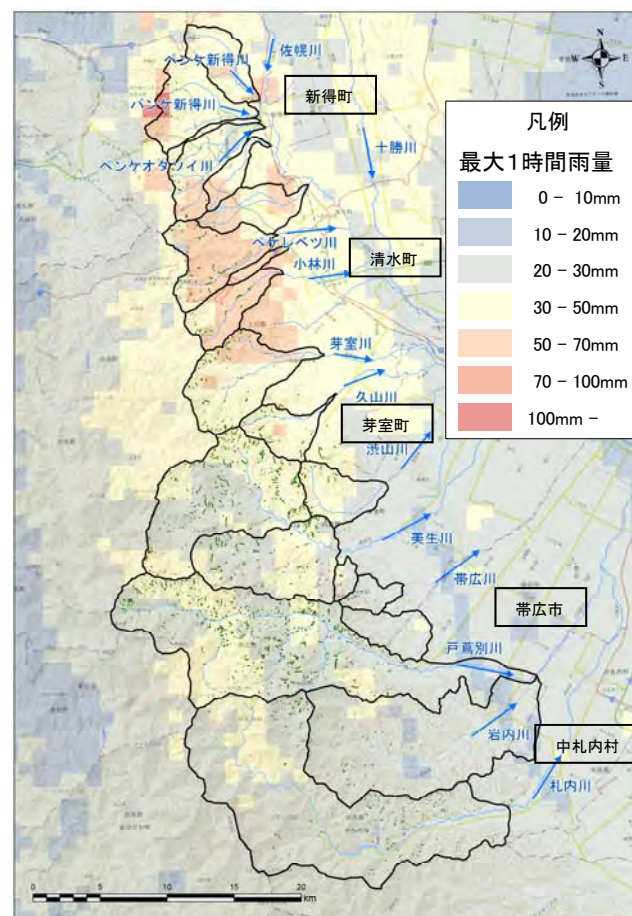
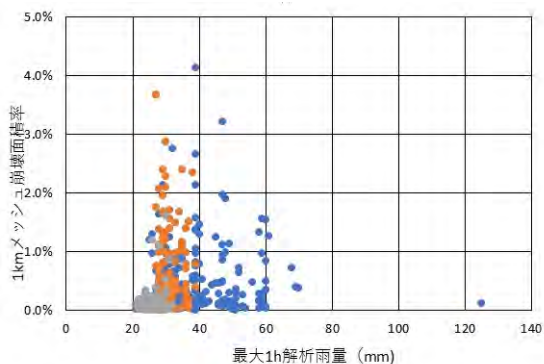
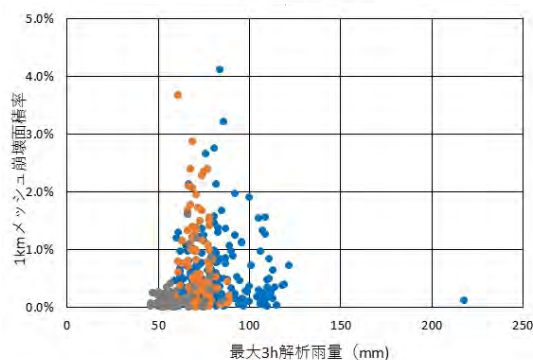
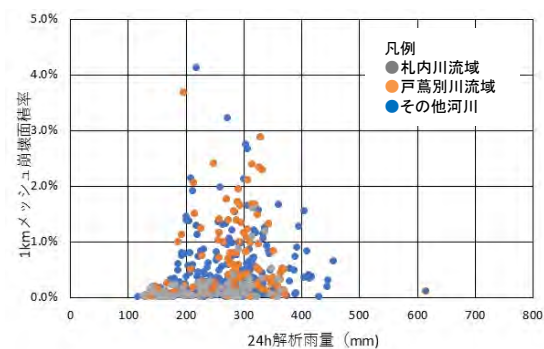


▲箇所当りの崩壊地面積の頻度分布

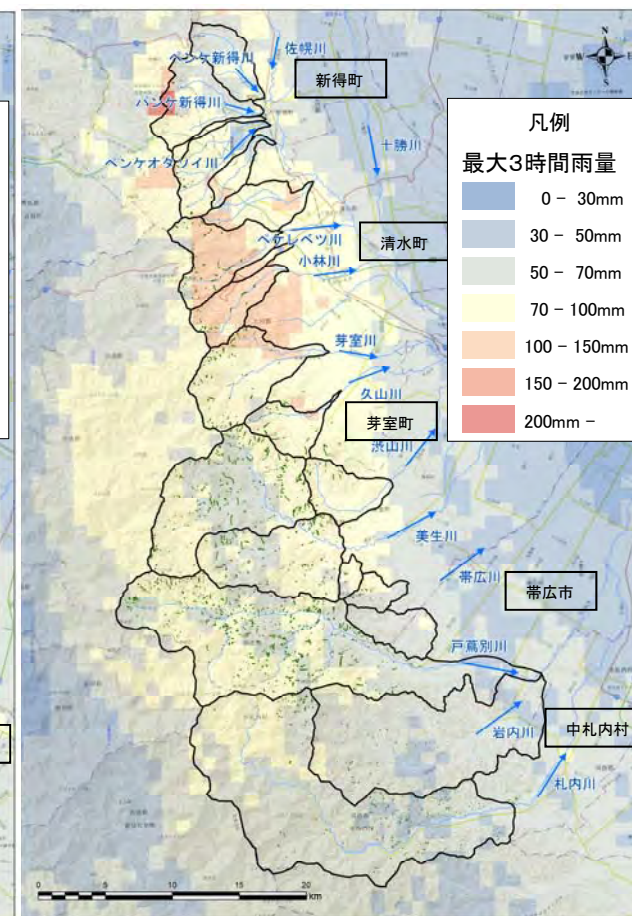


4-1 山地の崩壊状況(上流域の土砂動態分析)

- 戸蔭別川より北側の流域において、短時間雨量（最大1時間雨量，最大3時間雨量）が大きいメッシュが目立つ。それに対し、札内川では短時間雨量は全体に小さい傾向にあり，崩壊面積率も戸蔭別やその他の流域に比べ小さい値を示す傾向が明瞭である。
- 24時間雨量では、短時間雨量に比べ札内川と戸蔭別川の差は不明瞭であり，崩壊は短時間雨量に支配されていた可能性がある。



▲最大1時間雨量と崩壊地の分布



▲最大3時間雨量と崩壊地の分布

4-1 山地の崩壊状況(上流域の土砂動態分析)



- 美生川および渋山川で面積が比較的大きい崩壊地は、いずれも付加コンプレックス（砂岩・泥岩等混在層）分布域の崩壊であった。
- 美生川および渋山川の崩壊は、ともに範囲は広いが、崩壊深は浅く確認され、表層崩壊と見受けられる。
- 崩壊面には褐色の岩盤（付加コンプレックス）が見えており、崩壊土砂に大きな礫は少なく、小さな礫が主体と見受けられる。
- 美生川の土砂は美生湖まで到達し、渋山川の土砂は途中で停止しており、どちらも土石流が下流へは到達していない。

渋山川

崩壊面積: 9500m²



美生川

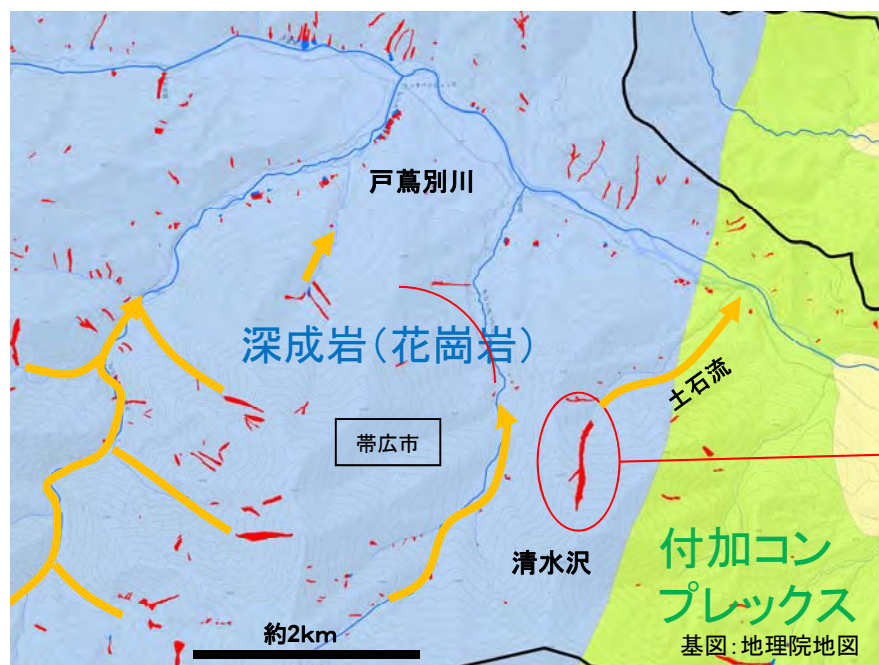
崩壊面積: 38000m²



4-1 山地の崩壊状況(上流域の土砂動態分析)

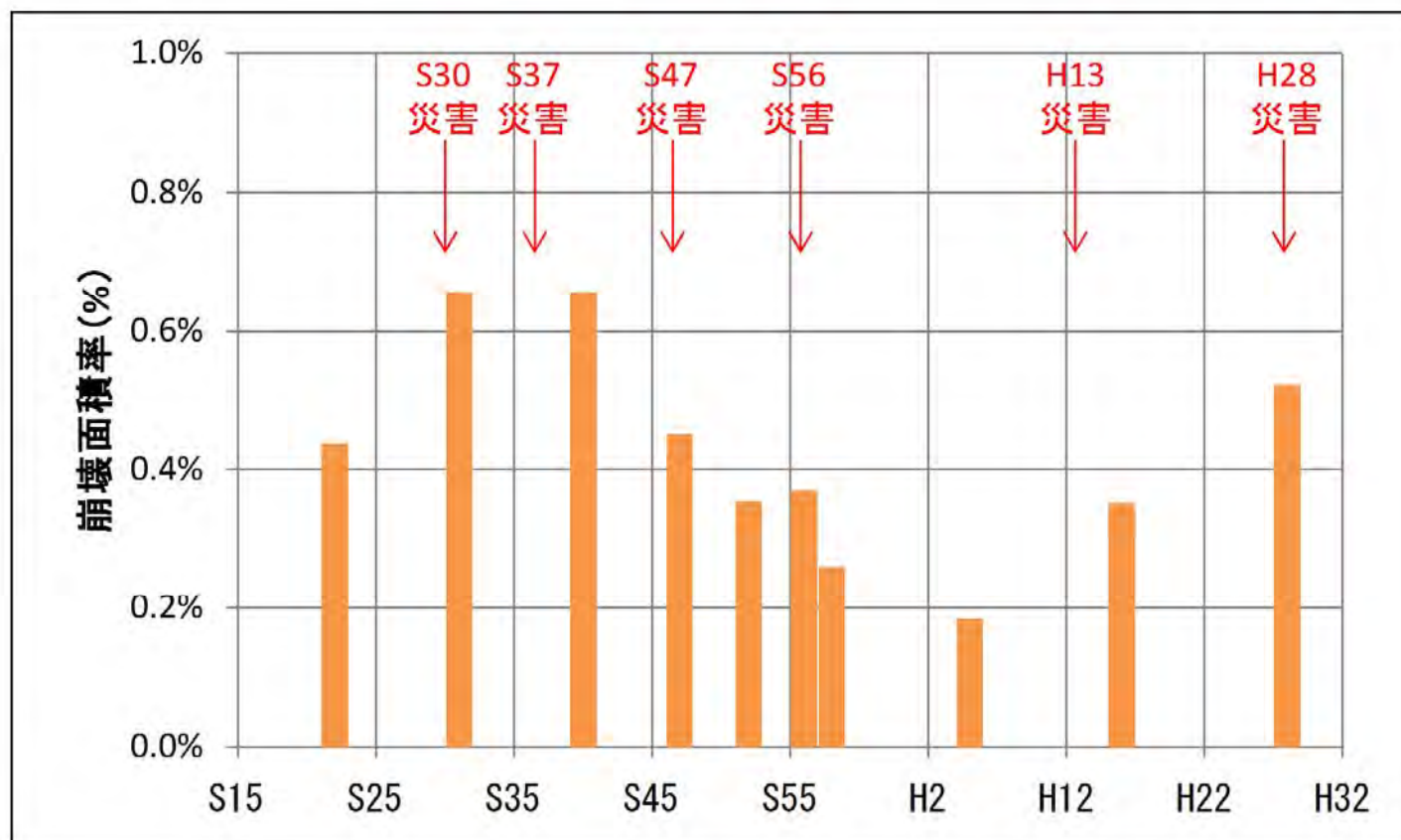


- 久山川で面積が比較的大きい崩壊地は、花崗岩を主体とする深成岩（花崗岩等）分布域の崩壊であった。
- 崩壊地から谷状に流出しており、崩壊面には土砂の堆積が見られ、白い大きな礫が確認される（上右側写真）。
- 土石流流下跡にも白い大きな礫が多く見え（上左側写真），戸蔭別川の周氷河堆積物の流出と類似している。また、土砂は下流まで到達しているように見受けられる。



4-1 山地の崩壊状況(上流域の土砂動態分析)

- 戸蔭別川流域における崩壊面積は、昭和20年代より崩壊面積率0.5%前後で推移している。
- S30年、H13年とH28年の災害後は、崩壊面積率は増加する傾向にあるが、それ以外は変化が無いか減少している。
- 崩壊地の中には経年とともに消滅するものもあり、崩壊面積が災害毎に極端に変わることは無く、増減を繰り返している。



▲戸蔭別川流域における崩壊面積率の推移グラフ

※昭和22年～昭和52年までのデータは空中写真判読による(札幌川砂防基本計画書p17に記載されている崩壊面積より算出)
 ※昭和56年,昭和58年,平成5年,平成14年～平成16年のデータはオルソ画像及び空中写真判読による(既往検討報告書より引用)
 ※平成28年のデータは平成28年8月出水後に撮影されたオルソ画像判読結果より算出