

第1回検討会 補足説明資料

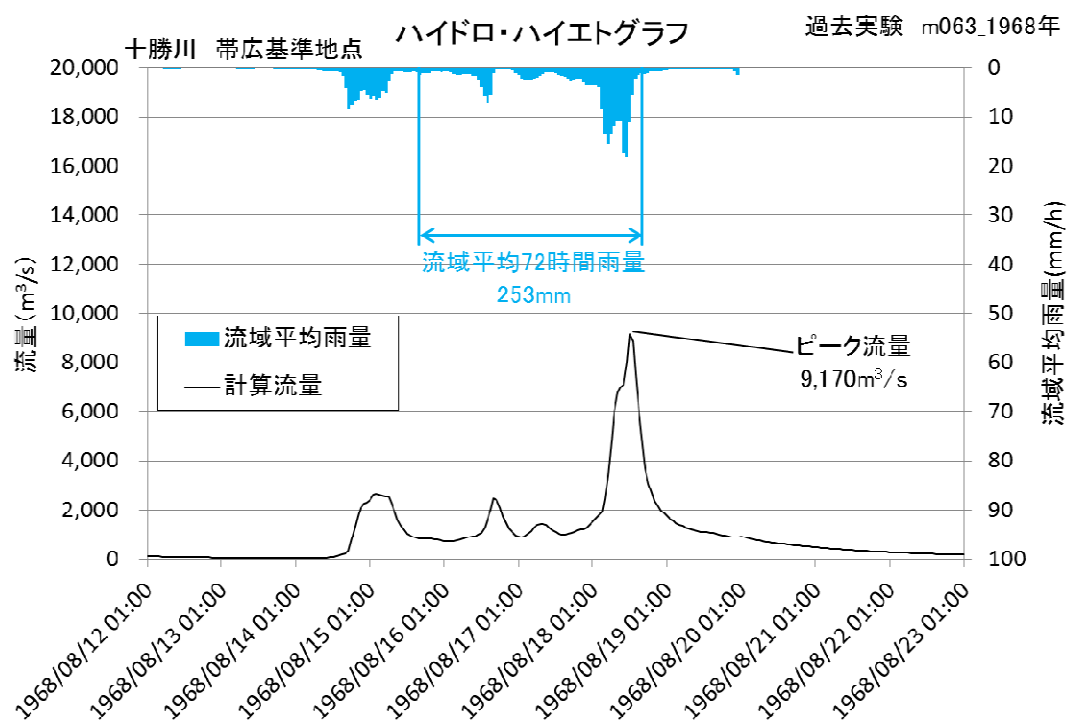
- 連続する降雨がピーク流量に与える影響
- 15日ダウンスケーリング結果の妥当性
- 北海道管理区間における気候変動の影響
- 計画降雨量以下であるが、計画高水流量を超過するパターンの抽出
- d4PDFの最大浸水域と浸水想定区域図(想定最大規模)の関係
- (参考)戸蔦別川における土砂災害のリスク
- (参考)海水面上昇の影響

連続する降雨がピーク流量に与える影響

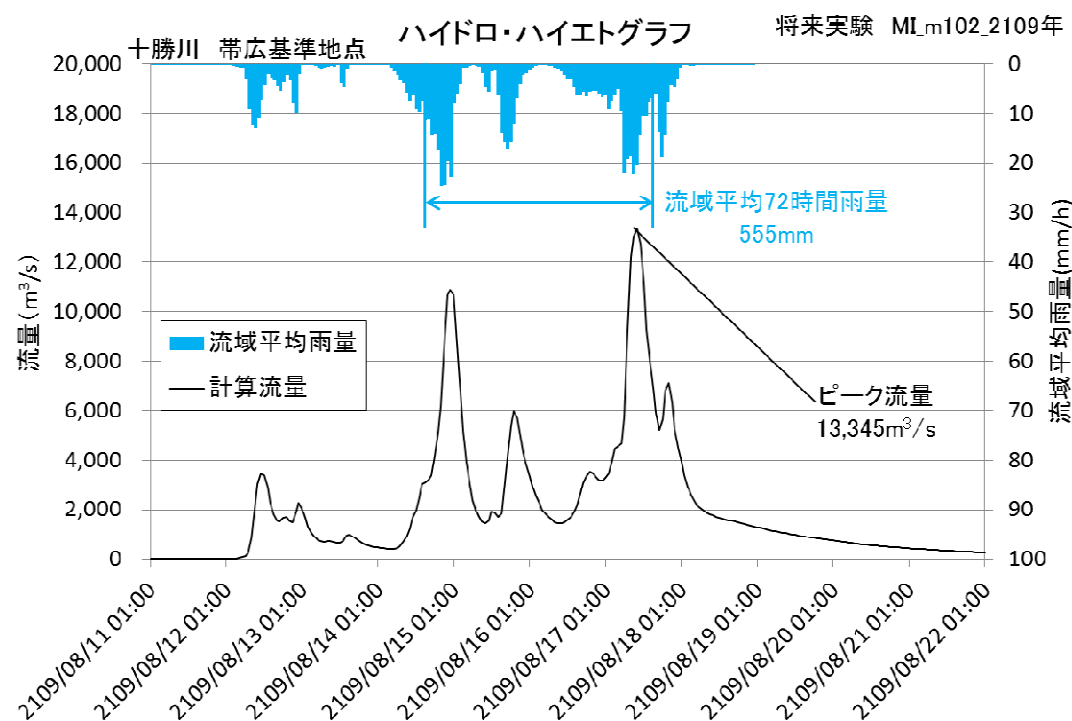
本検討で用いるデータにおける連続降雨

- 連続する降雨により、流域が湿潤状態になることに起因し、ピーク流量が大きくなる可能性がある。このことから、連続降雨によって流量がどのように変化するかを確認した。
- 連続降雨の取り扱いにあたり、過去実験、d2PDFおよびd4PDFにおける5kmメッシュのダウンスケーリングデータ(対象降雨を含む2週間程度)において、連続降雨による波形が含まれているか確認した。この結果、平成28年8月出水時のように複数のピーク流量を持つ降雨波形が含まれていることを確認した。

過去実験



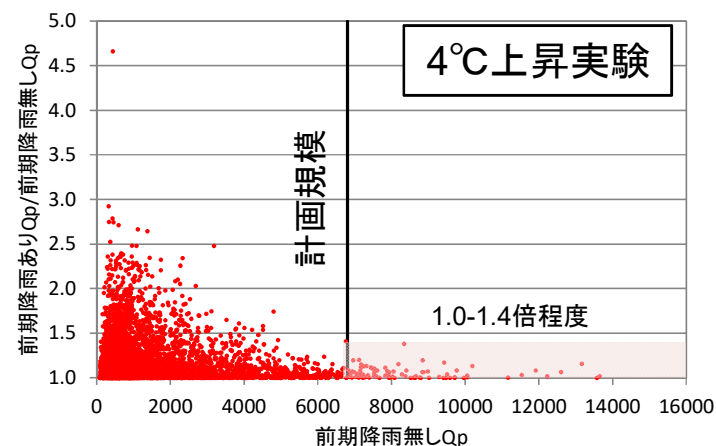
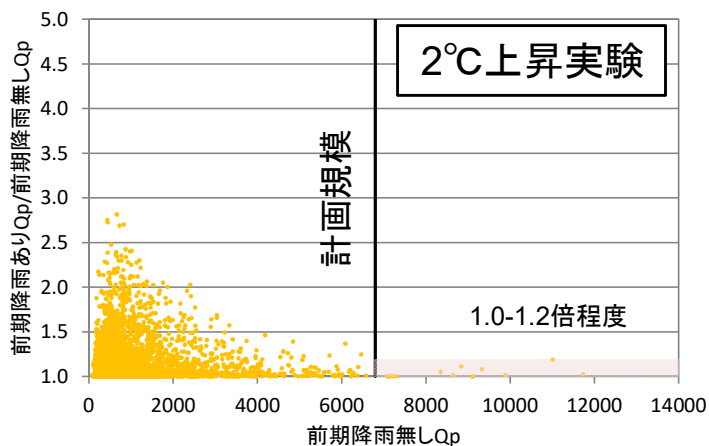
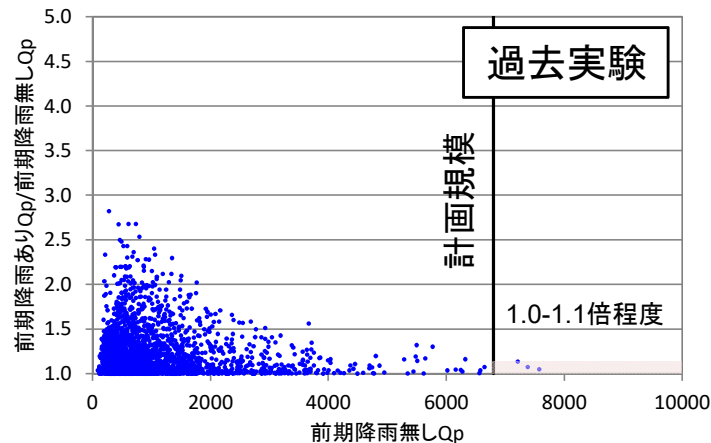
4°C上昇 実験



※北海道地方における気候変動予測(水分野)技術検討委員会 【最終とりまとめ資料】より
※上記グラフの日付は計算上のもの。

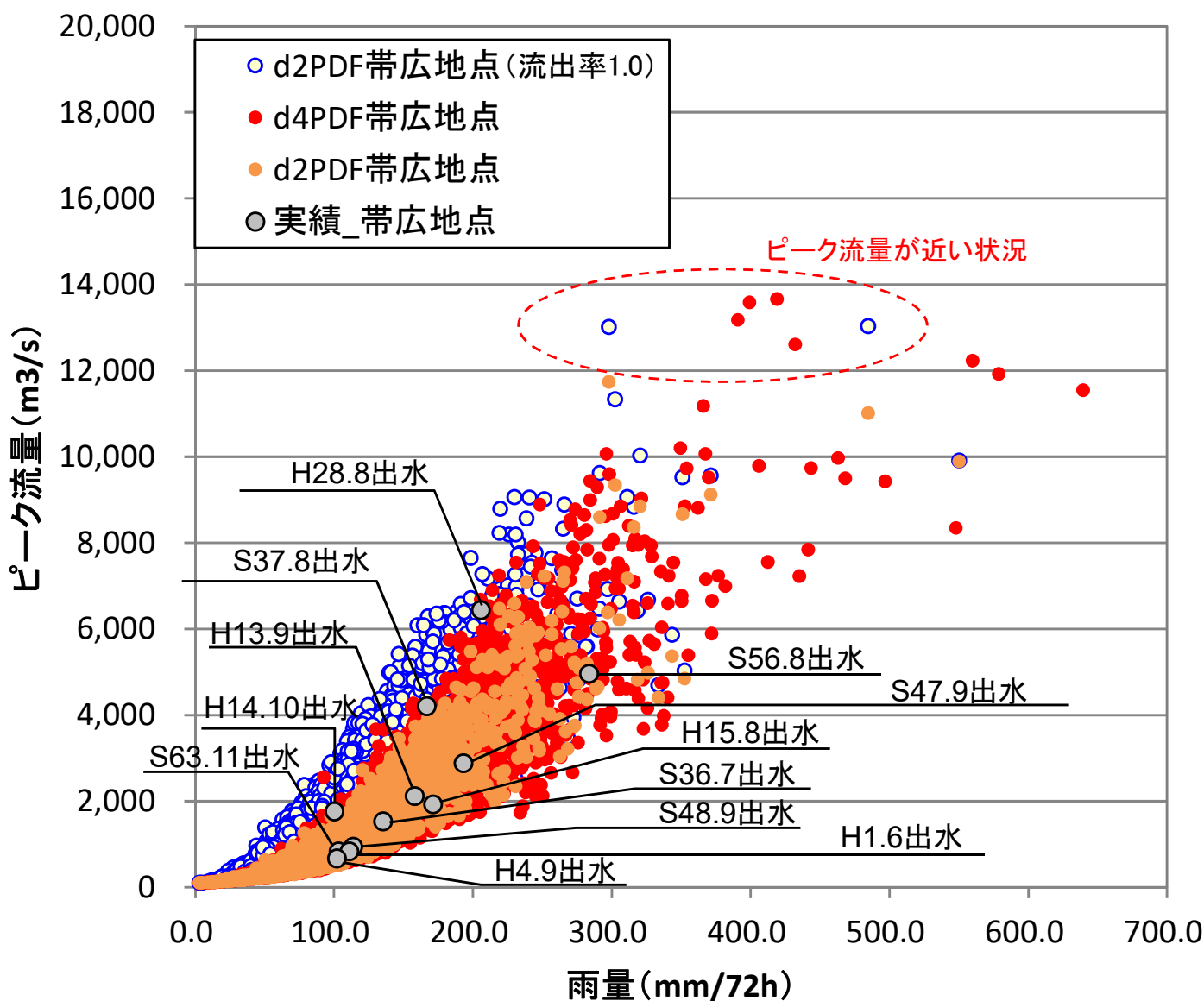
前期降雨を考慮した流出計算によるピーク流量の変化（帯広地点）

- 十勝川の計画降雨継続時間(3日間)における流出計算結果に対して、連続降雨による影響を検証するため、ダウンスケーリングデータ(対象降雨を含む2週間程度)の全期間を対象とした流出計算の結果と比較した。
- 計画規模以上の流量に着目すると、気候変動により気温の上昇が進むことで、ピーク流量の倍率が大きくなる傾向にある。
(過去実験では1.0～1.1倍程度、2℃上昇実験では1.0～1.2倍程度、4℃上昇実験では1.0～1.4倍程度)
- このうち、2℃上昇実験でみると、流出計算を行った全3240ケースのうち、前期降雨なしで計画規模を超えたのは14ケースであった。(ピーク流量の倍率が1.0～1.01倍のケースが8ケース、1.01～1.05倍のケースが3ケース、1.05～1.2倍のケースが3ケース)
一方で、前期降雨を考慮した流出計算では、計画規模を超えたのは18ケースであった。



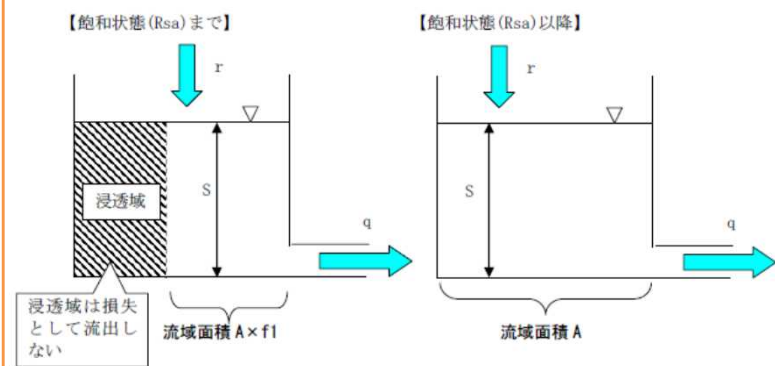
流域の湿潤状態が飽和状態を想定した流出計算によるピーク流量の変化

- 続いて、d2PDFの流出計算を、流域が飽和状態(流出率1.0)であった場合と仮定して計算し、これと通常の湿潤状態による流出計算結果と比較した。
- この結果、飽和状態下であるd2PDFの流出計算結果は、特に降雨量の少ない領域で、通常の湿潤状態におけるd2PDFの結果を上回るものとなり、それ以外の領域では、d4PDFが示すピーク流量とも近い状況となる場合も見られた。



Rsaの定義

木村の貯留関数モデルは、積算雨量がRsaを超過すると、流出率が1.0となるモデルとなっている。



各降雨量レンジの時空間分布ケース数

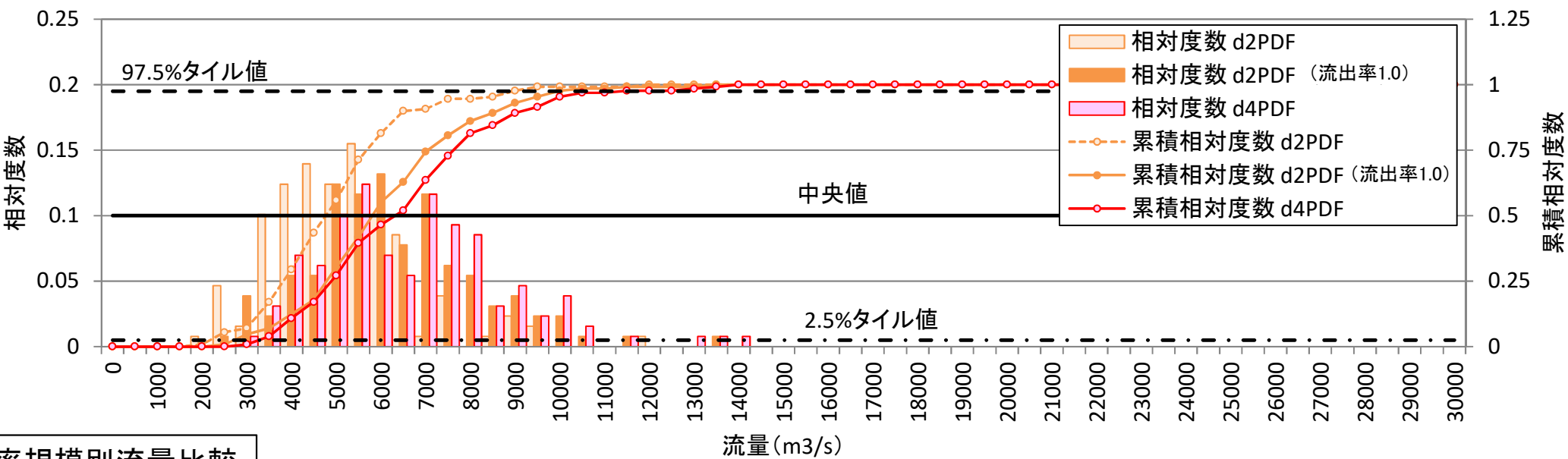
同一レンジの降雨量であっても、d2PDFと比較してd4PDFでは降雨の時空間分布の事例数が多くなる。

	d2PDF	d4PDF
0 ~ 150	2751	4201
150 ~ 300	475	1127
300 ~ 450	12	65
450 ~ 600	2	6
600 ~ 750	0	1

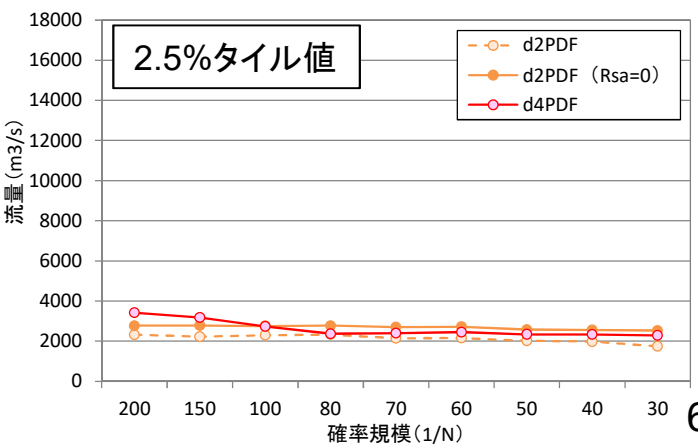
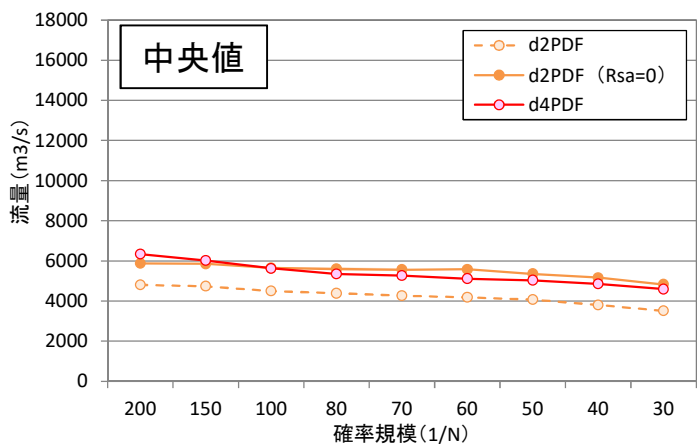
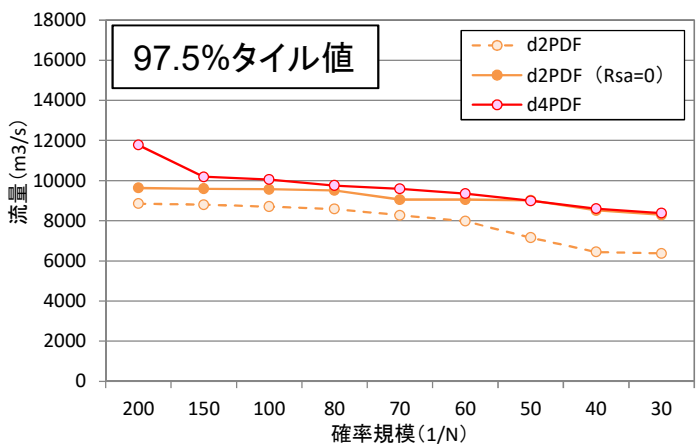
流域の湿潤状態が飽和状態を想定した流出計算によるピーク流量の変化

- 計画規模となる流量群の度数分布を用いて、各パーセンタイル値ごとにd2PDF、d2PDF飽和状態およびd4PDFそれぞれのピーク流量を比較した。
- 97.5%タイル値および中央値では、d2PDF飽和状態とd4PDFが概ね同程度の流量となっている。一方、2.5%タイル値では、d2PDFおよびd2PDF湿潤状態、d4PDFとの間で流量に大きな違いは見られない。

1/150確率流量群の度数分布(帯広地点)



確率規模別流量比較



15日ダウンスケーリング結果の妥当性

1年間を通したダウンスケーリング(通年DS)の実施

計算モデル

気象研究所非静力学地域気候モデル

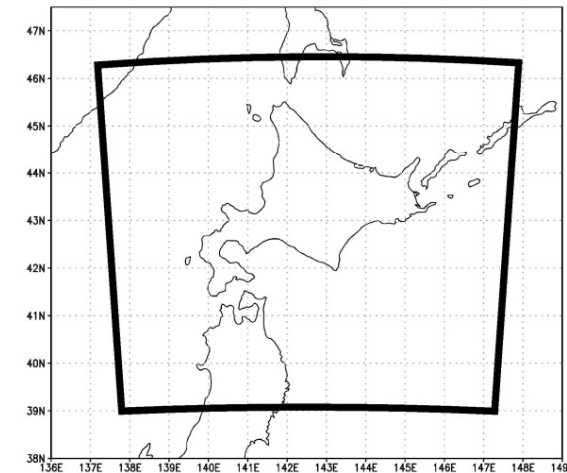
Nonhydrostatic Regional Climate Model (NHRCM)

水平解像度：5x5km

計算領域

142.5E, 42.75Nを中心に東西方向に800km、
南北方向に800kmの範囲

計算領域



対象期間

15日間のダウンスケーリング(15日DS)

d4PDF領域実験(20km解像度)において6月1日から12月1日の間で流域平均降水量が最大となる期間を含む**15日間**

※ 過去実験3000年分、4°C上昇実験5400年分の計算を完了済み

1年間を通したダウンスケーリング(通年DS)

7月24日から翌年8月31日までの**約1年間**

※ 演算量が膨大となり全ての事例を計算することはできないため、20kmにおいて十勝川帯広基準地点集水域での年最大流域平均降水量の大きい過去実験675事例で計算を実施

1年間を通したダウンスケーリング(通年DS)の実施

計算領域 15日間のダウンスケーリング(15日DS)と同じ、142.5E, 42.75Nを中心に東西方向に800km、南北方向に800kmの範囲を設定

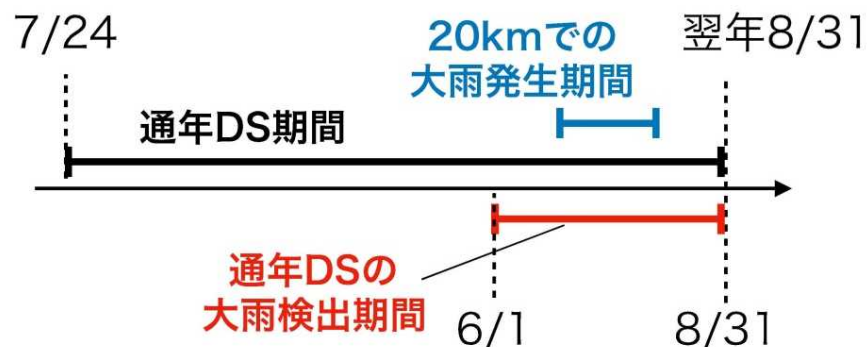
計算対象 d4PDF領域実験(20kmメッシュ)において十勝川帯広基準地点を末端とする集水域での降水量が多いアンサンブル・年の順に計算を実施
(過去実験: 675年分が完了)

対象期間 対象とする大雨の発生期間を含む、7月24日から翌年8月31日までの期間で連続したダウンスケーリングを実施

通年DSからの大雨の検出期間

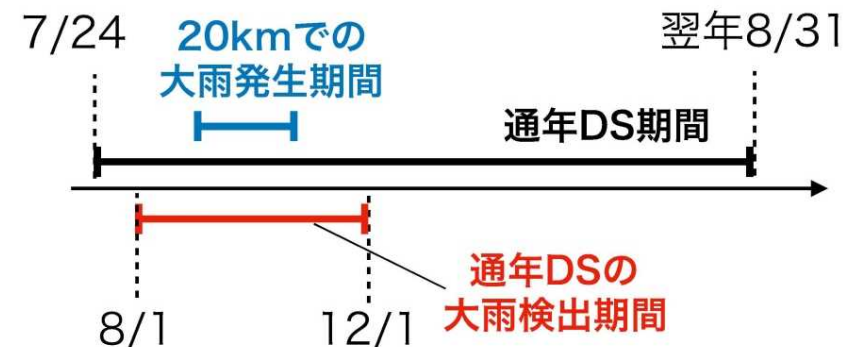
- 20kmメッシュにおける大雨発生日が8月26日以前の場合

6月1日から8月31日の間で大雨を検出



- 20kmメッシュにおける大雨発生日が8月27日以降の場合

8月1日から12月1日の間で大雨を検出

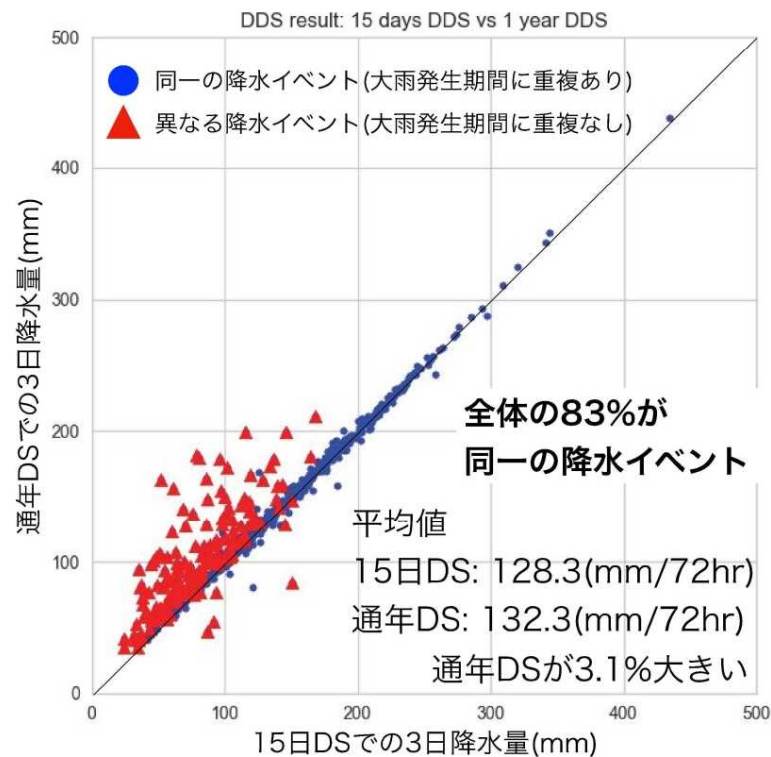


15日DSと通年DSによる年最大降水量の比較(1)

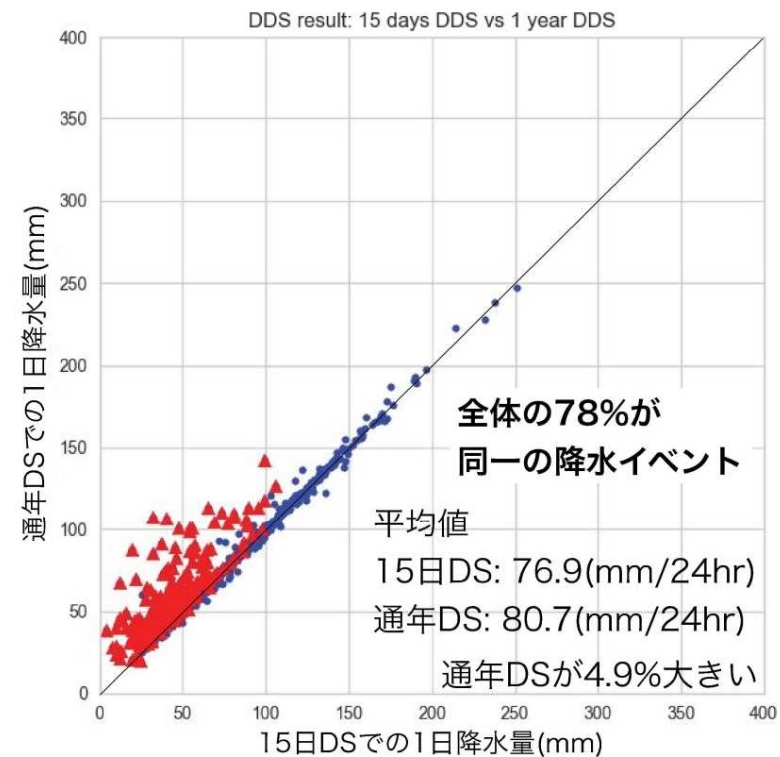
15日DS : 20kmメッシュでの大雨事例を5kmにDSしたもの

通年DS : 上記の大雨事例の該当年を1年間DSしたもの

十勝川帯広基準地点集水域 過去実験



常呂川北見基準地点集水域 過去実験

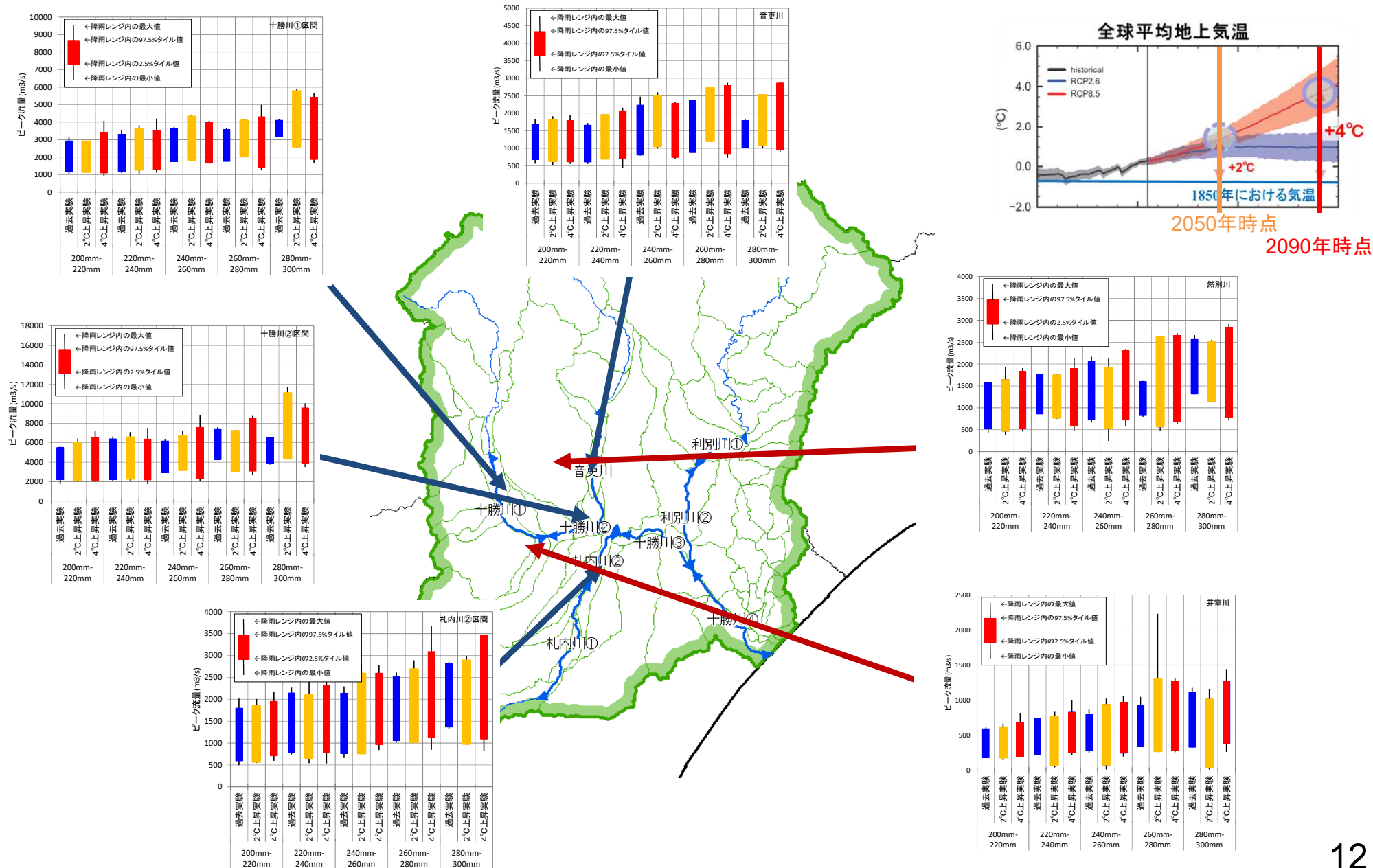


十勝川流域, 常呂川流域ともに上位7%, 5%の降水イベントは20kmメッシュでの大雨事例で占められる.

北海道管理区間における気候変動の影響

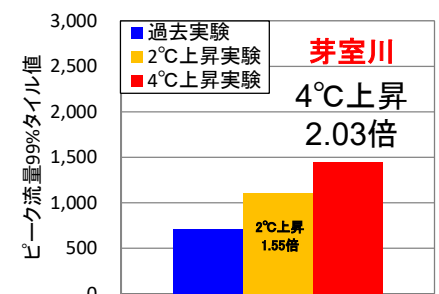
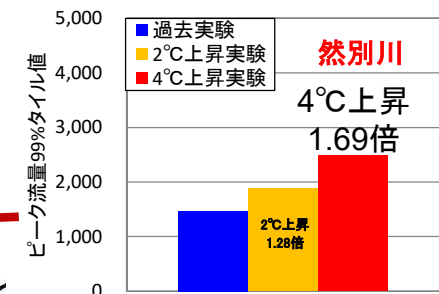
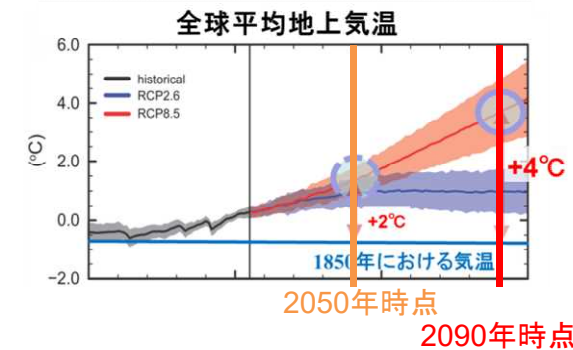
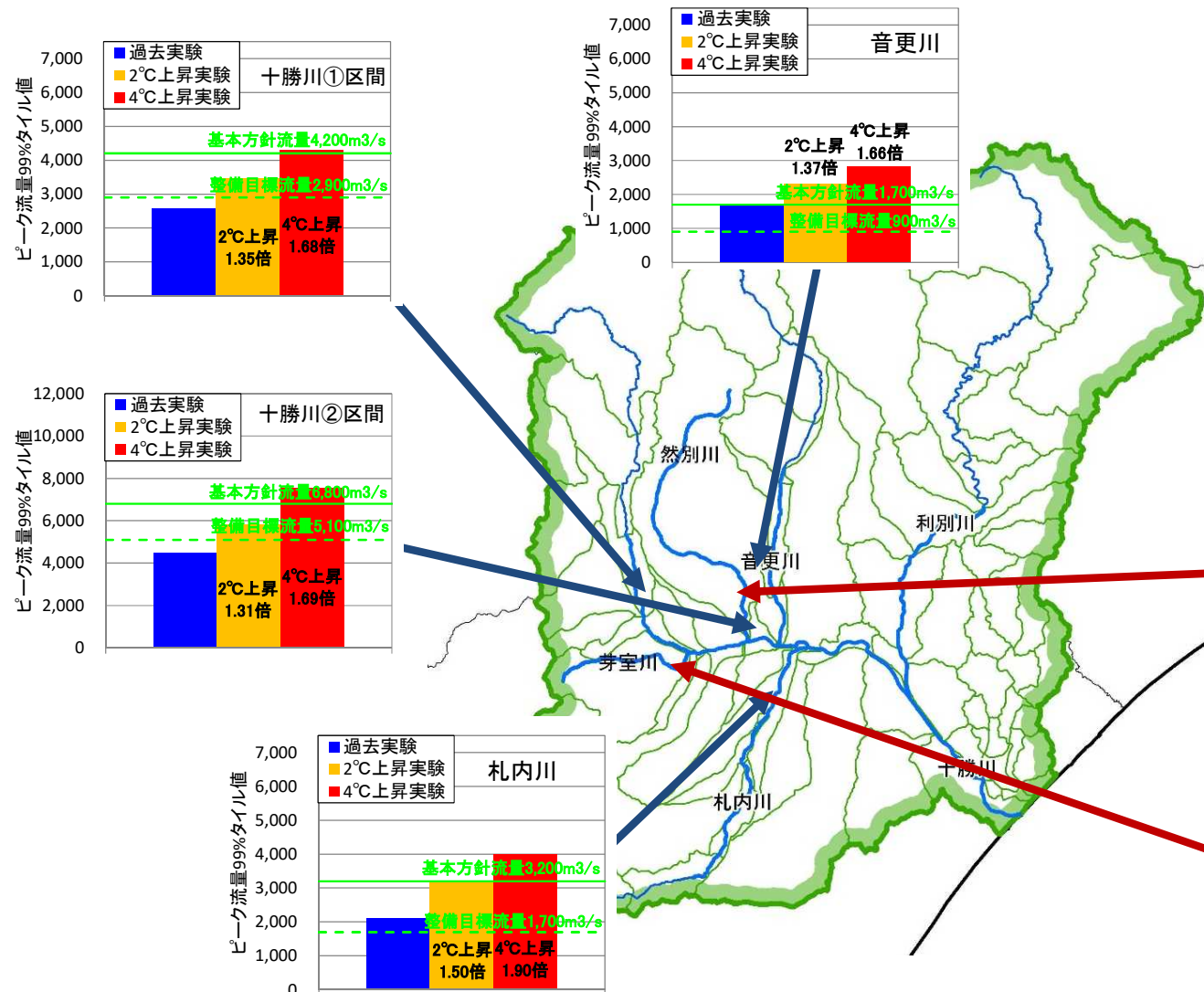
北海道管理区間における気候変動の影響

■ 国管理区間と同様に、北海道管理区間においても、計画降雨継続時間内の同一降雨レンジで比較すると、過去実験に対して将来実験でピーク流量が大きいケースが現れた。



北海道管理河川における気候変動の影響

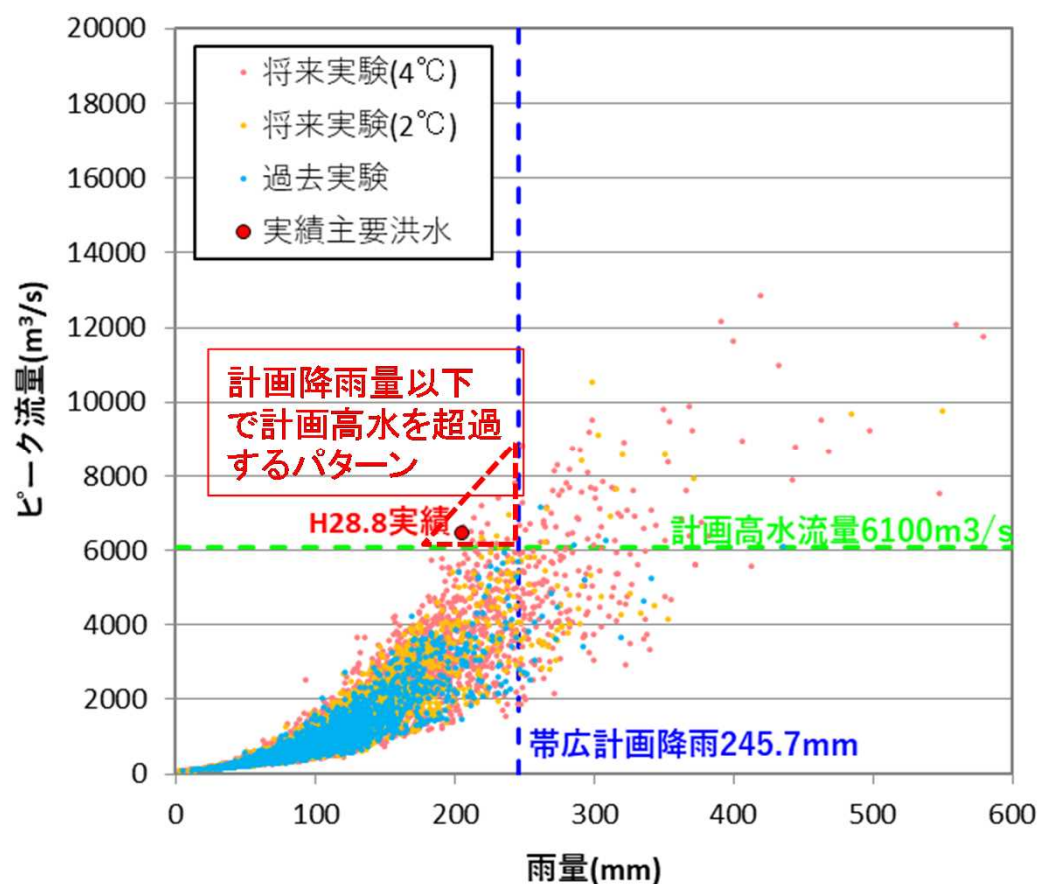
- 流出計算で過去実験と将来実験のピーク流量を算出し、各地点における99%タイル値を算出した。
- 然別川では、過去実験に対して2℃上昇実験が1.28倍、4℃上昇実験が1.69倍となった。
- 芽室川では、過去実験に対して2℃上昇実験が1.55倍、4℃上昇実験が2.03倍となった。



**計画降雨量以下であるが、計画高水流量を
超過するパターンの抽出**

計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(帯広地点)

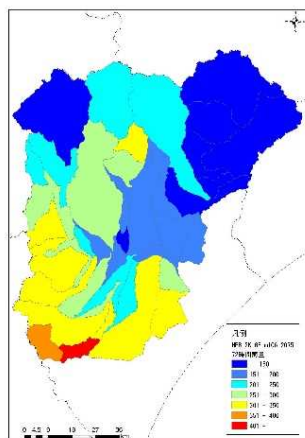
- 平成28年洪水では、帯広地点における流域平均雨量が計画降雨量以下であったにもかかわらず、計画高水流量を超過した。
- 平成28年洪水と同様に、大量アンサンブルデータにおいて、計画降雨量以下にも関わらず、計画高水流量を超過するパターンが、どの程度発生しているか整理した。
- この結果、過去実験では、計画降雨量以下2979ケース中0ケースだったのに対し、d2PDFでは3189ケース中3ケース、d4PDFでは5180ケース中16ケースと、d2PDF・d4PDFともに発生割合が増加する結果となった。
- なお、最大となる流量で見ると、帯広地点の計画高水流量 $6,100\text{m}^3/\text{s}$ に対して、d2PDFでは $6,966\text{m}^3/\text{s}$ (1.14倍)、d4PDFでは $7,803\text{m}^3/\text{s}$ (1.28倍)となり、流量規模も増加する結果となった。



計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(帯広地点)

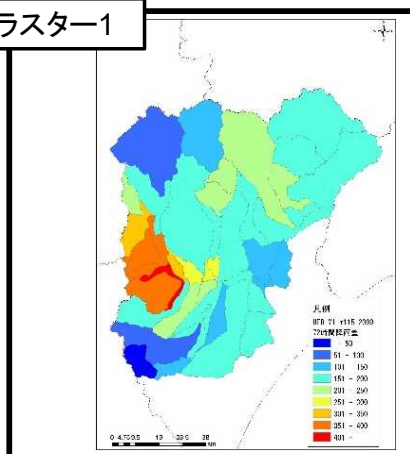
- 計画降雨量以下で計画高水流量を超過するパターンのうち、ピーク流量が最大となるパターンについて、雨量分布図とハイドログラフを示した。
- いずれの降雨も、南西部において降雨が集中している一方で、帯広地点における流域平均雨量は計画降雨量には至っていないパターンとなっている。

2°C上昇実験

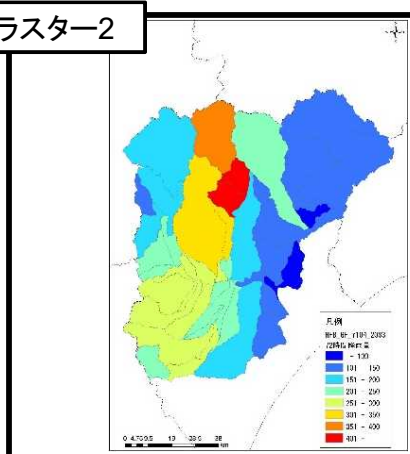


(参考)計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(d4PDF、帯広地点)

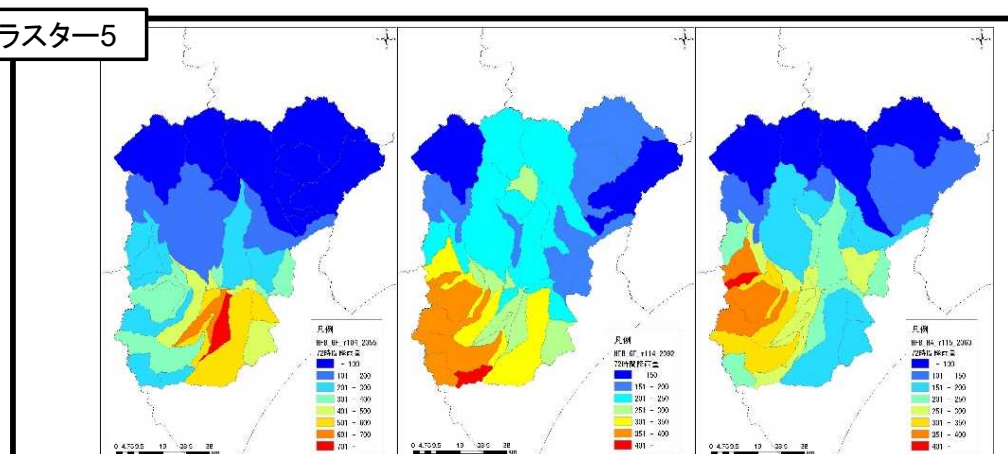
クラスター1



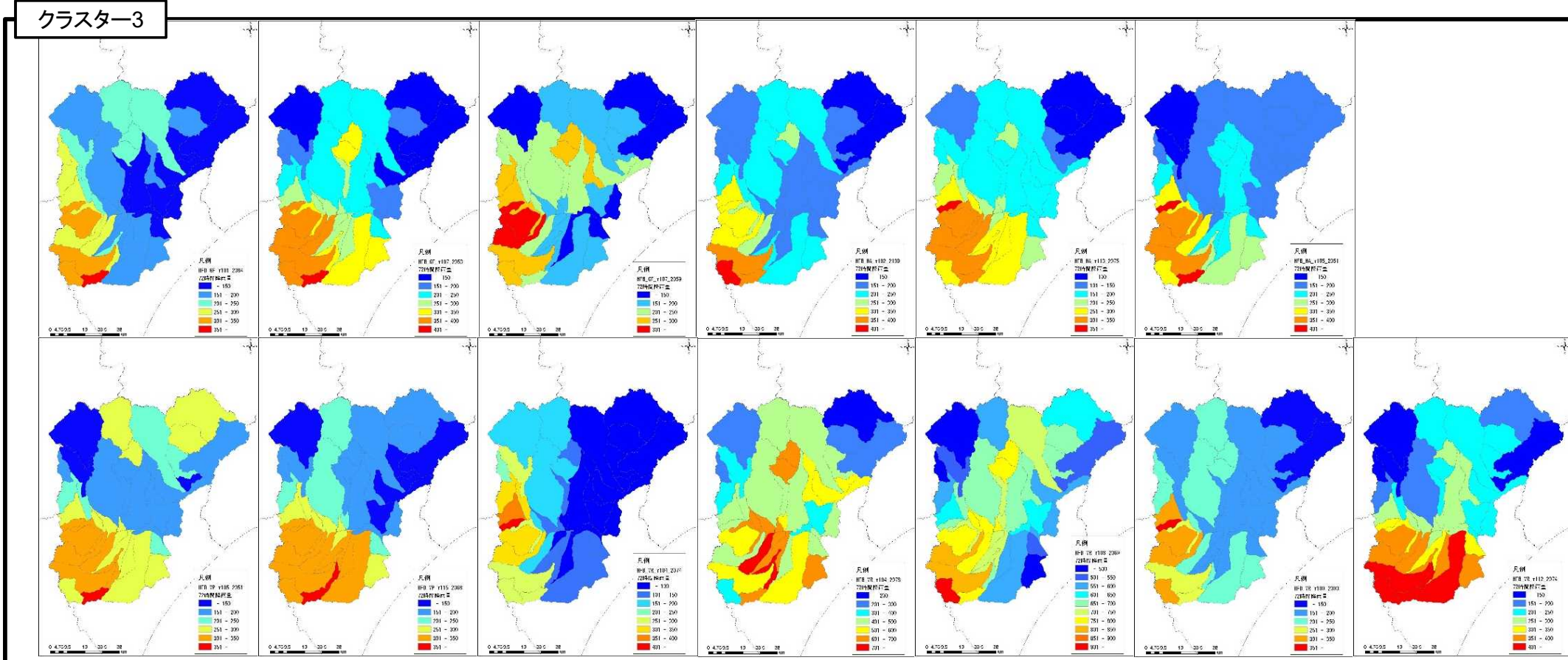
クラスター2



クラスター5

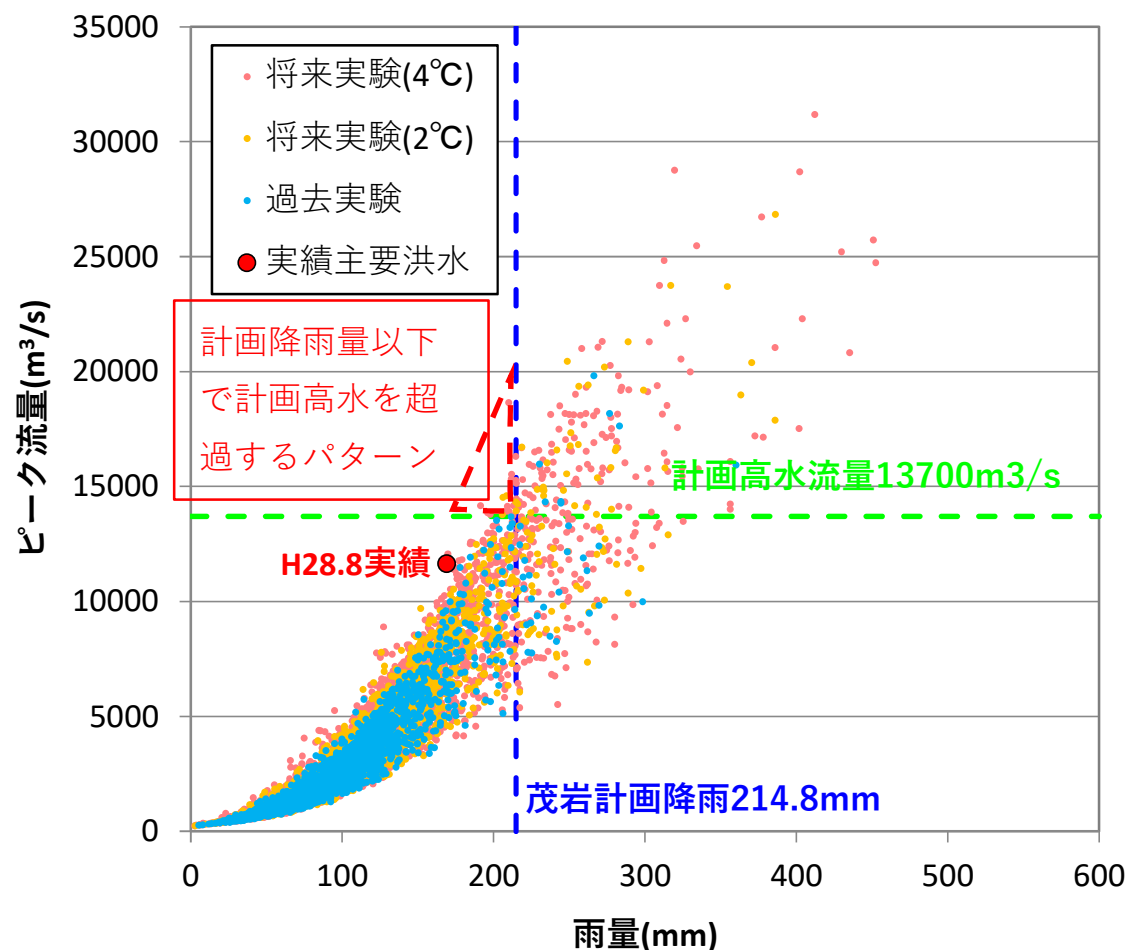


クラスター3



計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(茂岩地点)

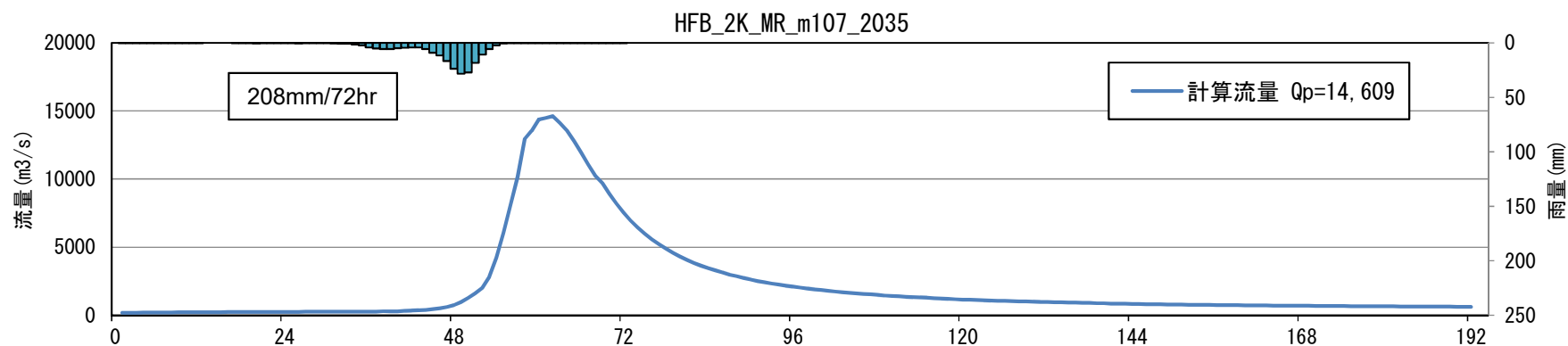
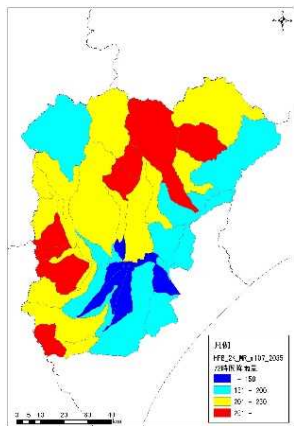
- 大量アンサンブルデータにおいて、茂岩地点における流域平均雨量が計画降雨量以下にも関わらず、計画高水流量を超過するパターンが、どの程度発生しているか整理した。
- この結果、過去実験では、計画降雨量以下2407ケース中0ケースだったのに対し、d2PDFでは2812ケース中5ケース、d4PDFでは3875ケース中13ケースと、d2PDF・d4PDFともに発生割合が増加する結果となった。
- なお、最大となる流量で見ると、茂岩地点の計画高水流量13,700 m^3/s に対して、d2PDFでは14,609 m^3/s (1.07倍)、d4PDFでは18,657 m^3/s (1.36倍)となり、流量規模も増加する結果となった。



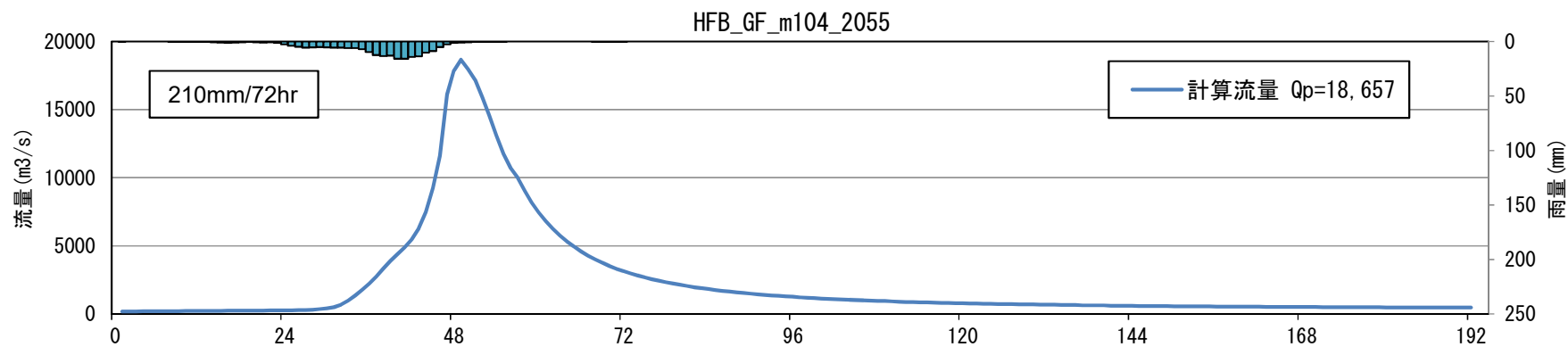
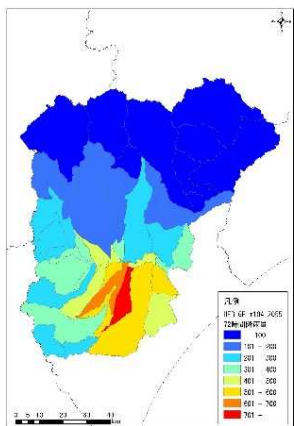
計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(茂岩地点)

- 計画降雨量以下で計画高水流量を超過するパターンのうち、ピーク流量が最大となるパターンについて、雨量分布図とハイドログラフを示した。
- いずれの降雨も、茂岩地点における流域平均雨量は計画降雨量に達していないものの、上流域の一部で降雨が集中している傾向にある。

2°C上昇実験

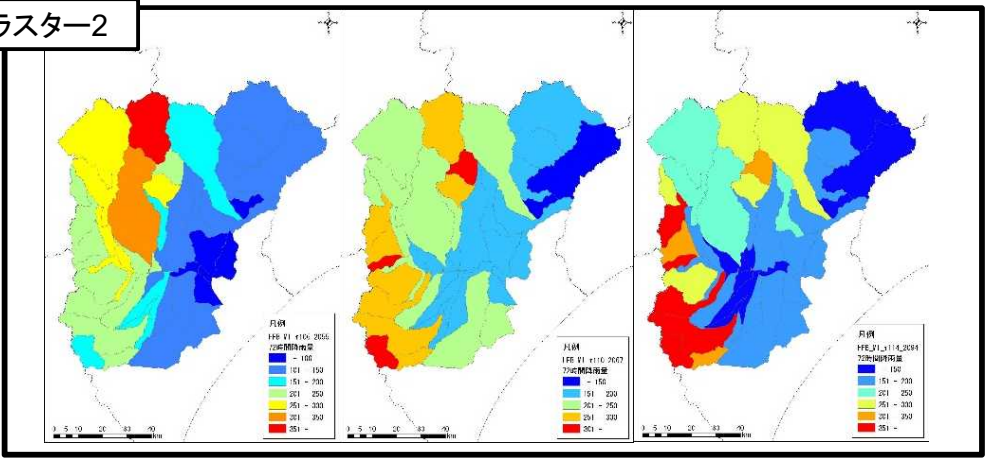


4°C上昇実験

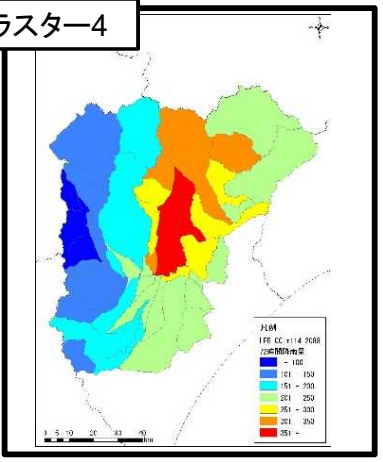


(参考)計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(d4PDF、茂岩地点)

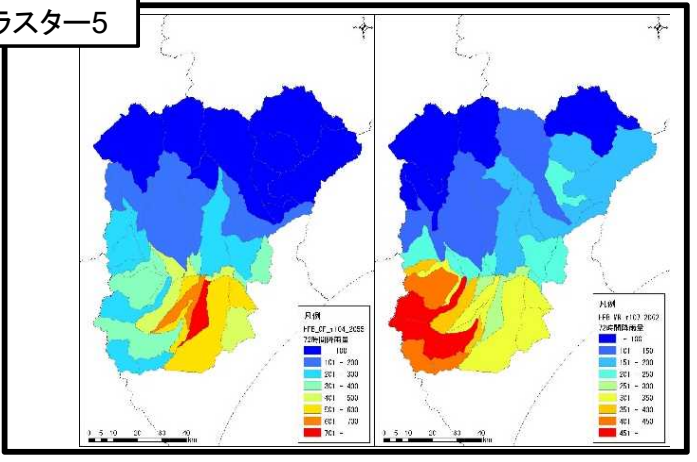
クラスター2



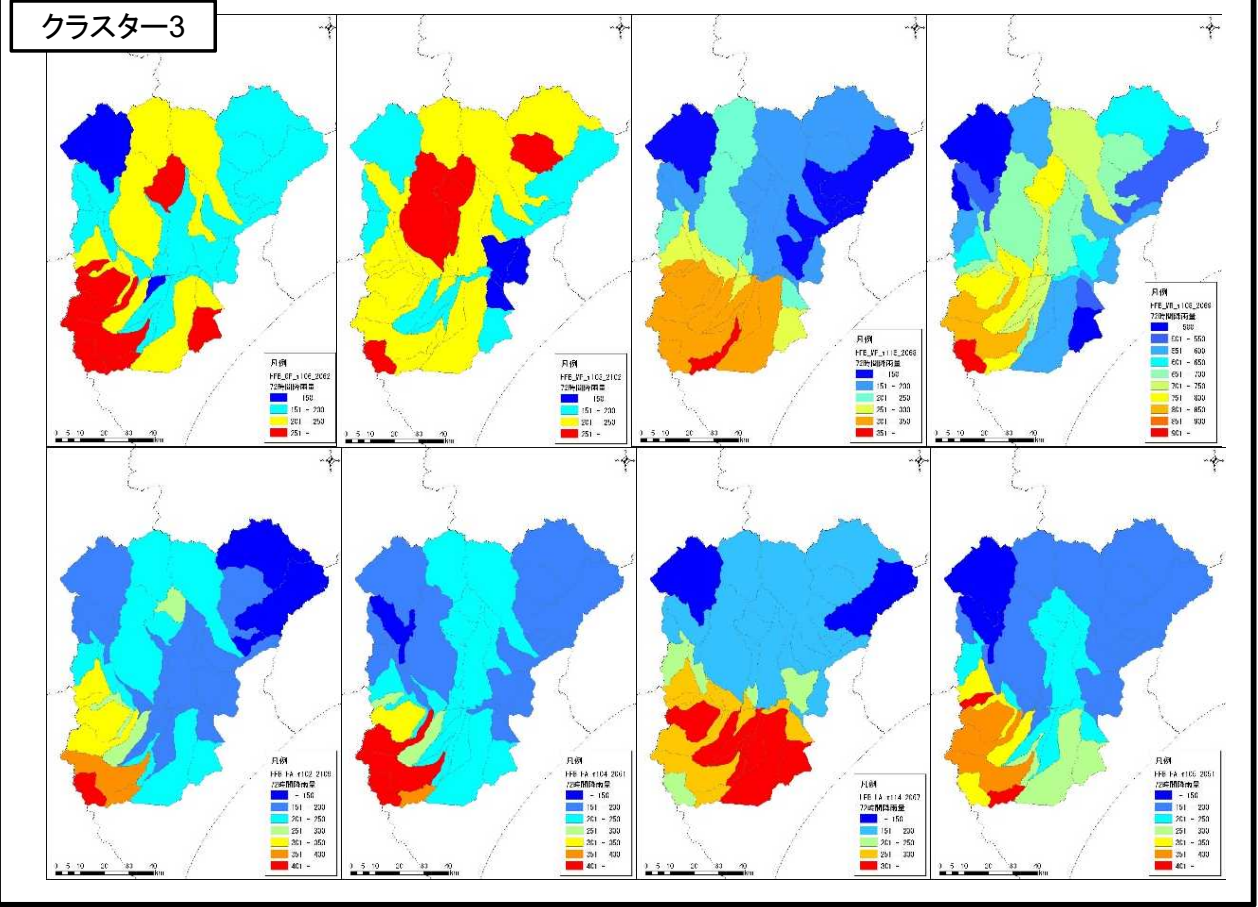
クラスター4



クラスター5



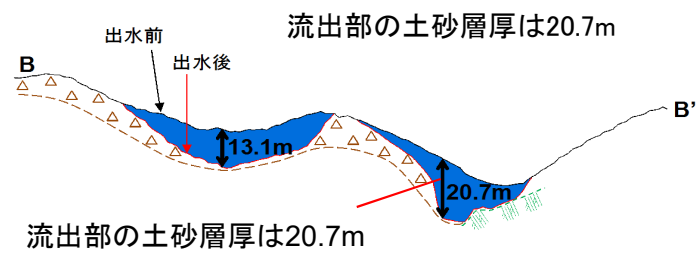
クラスター3



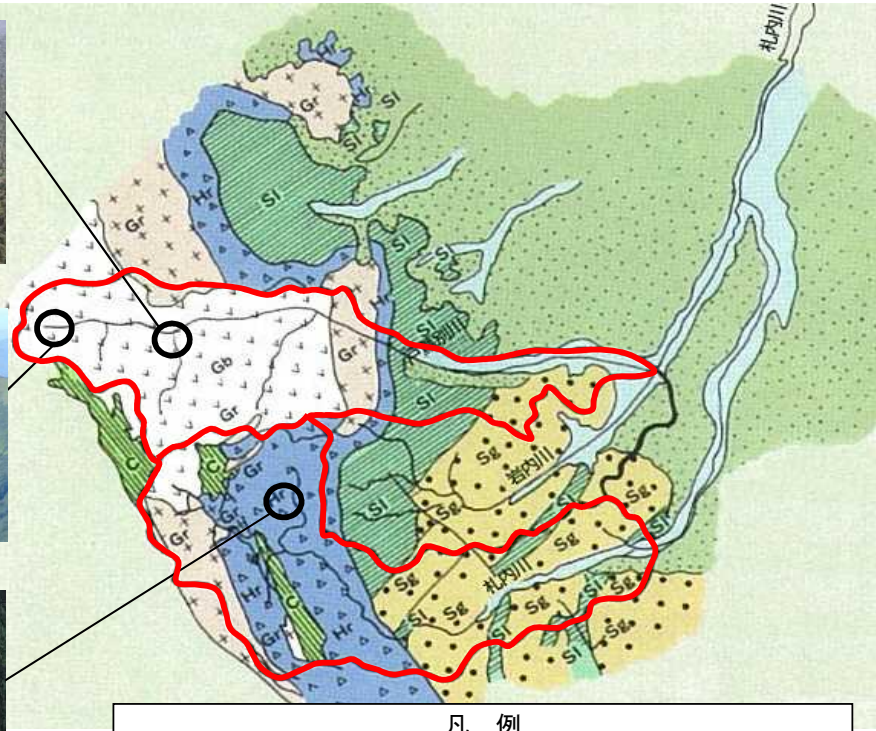
(参考)戸蔦別川における土砂災害のリスク

戸蔭別川の地形・地質の概要

- 日高山脈周辺では、母岩が氷河の作用を受けて礫やシルトなど土砂状になった厚い周氷河性堆積物が斜面や谷に広く分布し、豪雨による崩壊も報告されている。
- はんれい岩及び花崗岩に代表される深成岩類とホルンフェルス等の変成岩類が分布し、日高造山運動の影響で隆起しているなど、深層崩壊発生のリスクが高い。



▲戸蔭別川ピリカベタヌ沢川支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)

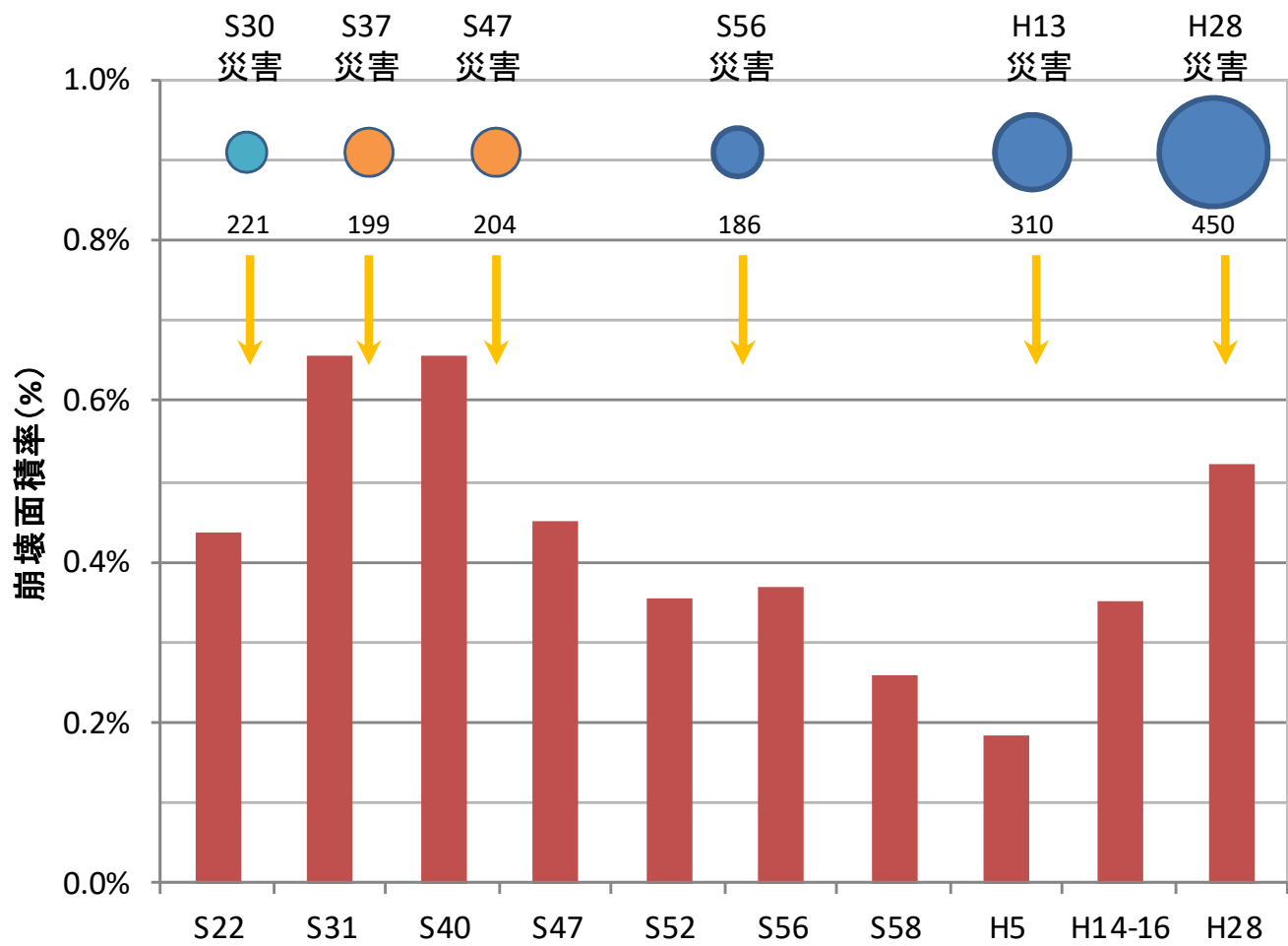


凡 例			
	礫・砂・粘土（沖積層）		花こう岩質岩石
	ローム		はんれい岩質岩石
	砂岩・礫岩		ホルンフェルス
	粘板岩		結晶片岩・片麻岩岩石
			直轄砂防区域

札内川流域地質図

土砂生産の経年変化

- 戸蔦別川流域における崩壊面積率は、昭和20年代から0.5%前後で推移。
- 近年は降雨量が多い方が崩壊面積率が高い傾向があるように見えるが、相関関係があるわけではない。



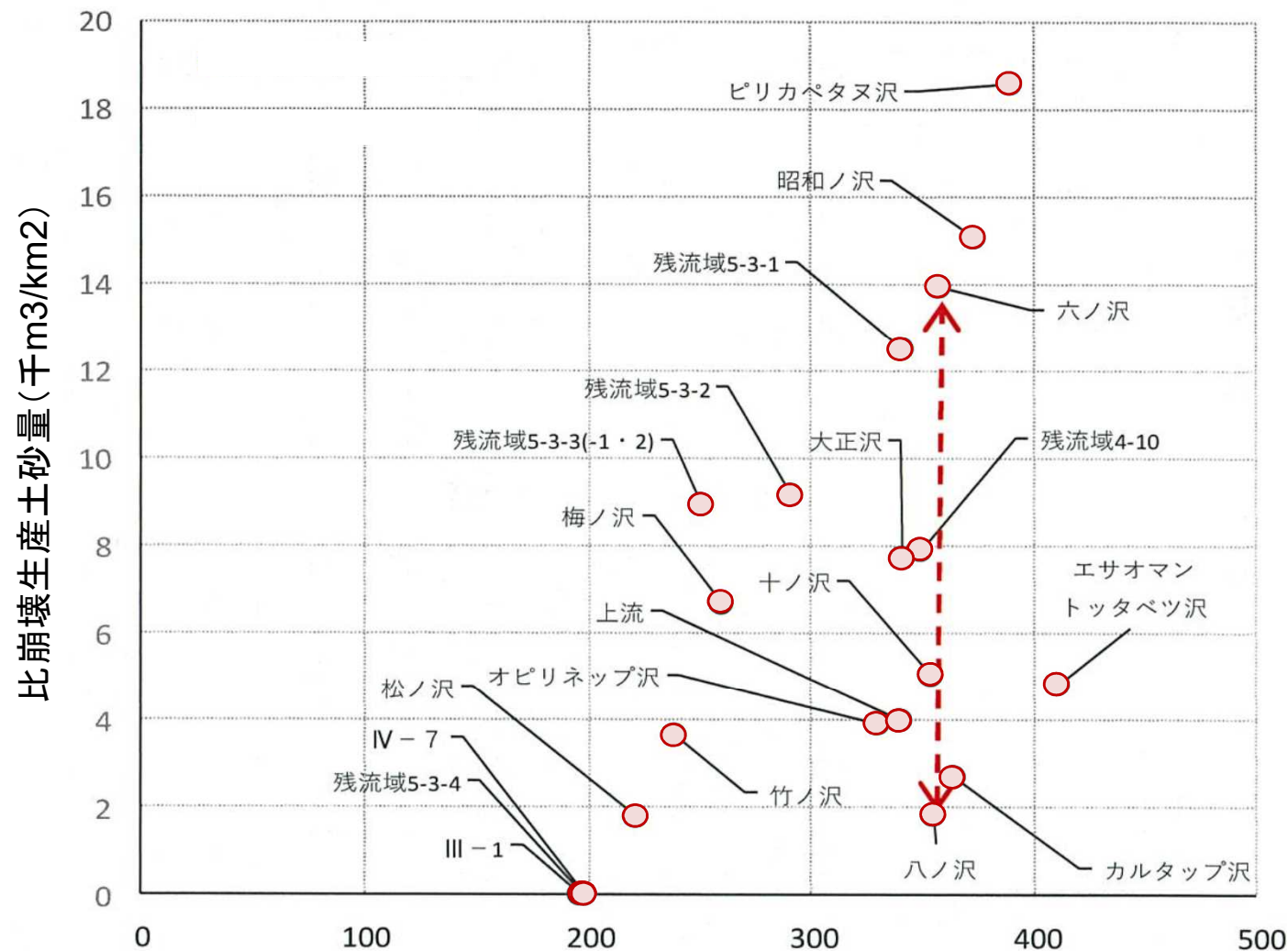
雨量(mm)

- 200 戸蔦別雨量観測(3日雨量)
- 200 帯広岳雨量観測(3日雨量)
(S47は日雨量)
- 200 奥高見雨量観測(3日雨量)

※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

H28豪雨時の溪流ごとの土砂生産

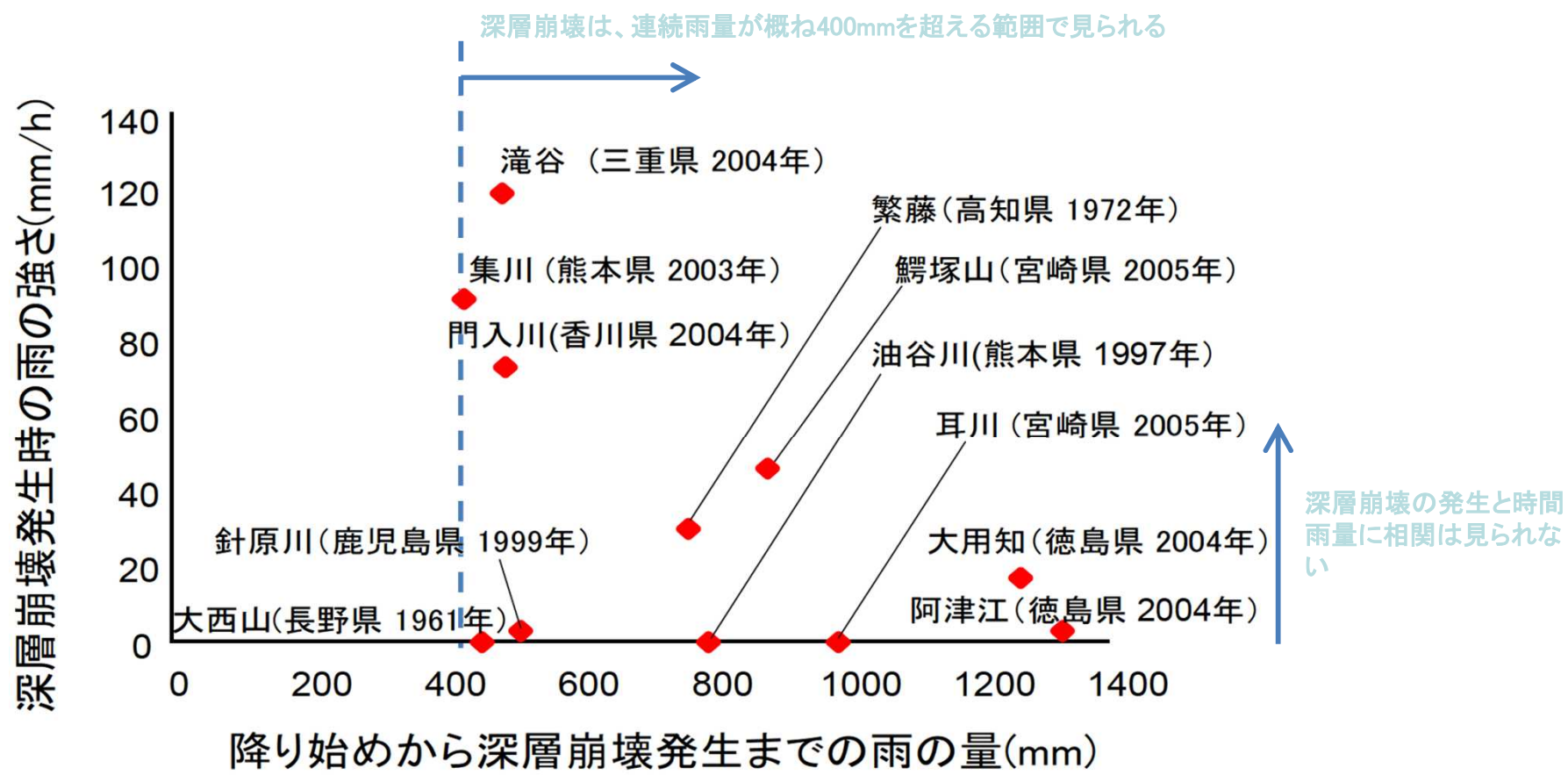
- LPによる前後比較が可能なH28豪雨で検証すると、戸蔭別川では24時間雨量でおよそ200mm以上から崩壊が発生し始める。
- 平成28年台風第10号による豪雨での戸蔭別川流域内21溪流の生産土砂量は、24時間雨量との相関関係はない。



気象庁解析雨量：補正後最大24時間雨量(mm/24h)

深層崩壊の誘因となる降雨

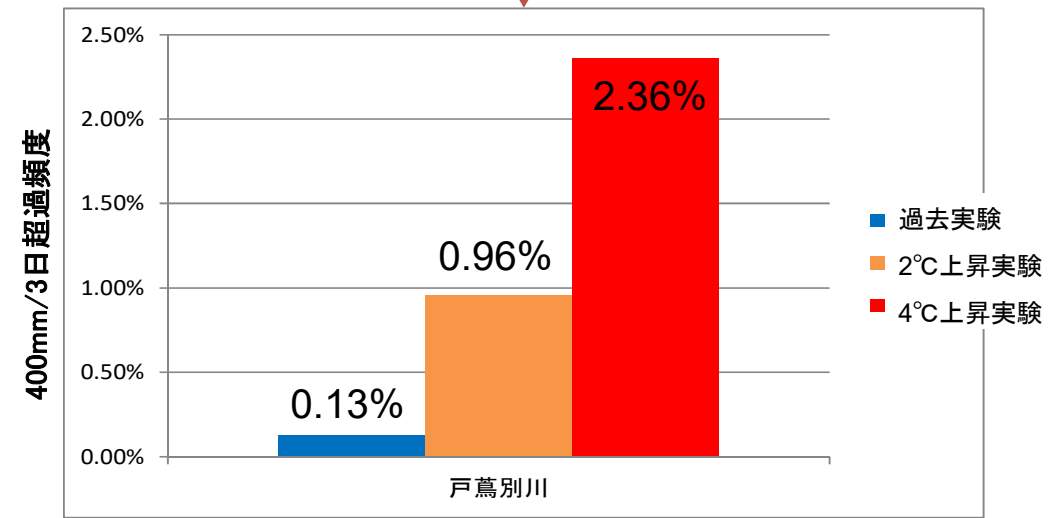
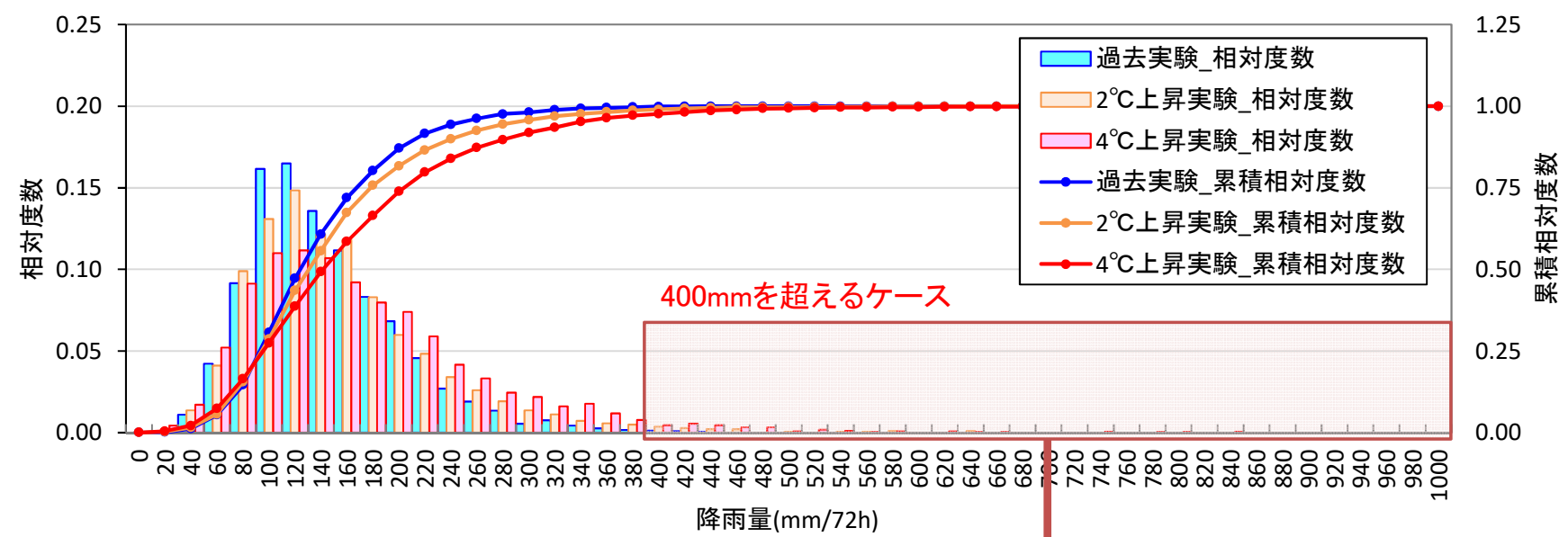
- 深層崩壊の誘因には降雨・融雪・地震・火山噴火などがある。
- 発生時の時間雨量は様々だが、深層崩壊の発生は、連続雨量が概ね400mm以上となっている。



平成24年度国土技術政策総合研究所講演会 より

降雨頻度の増加

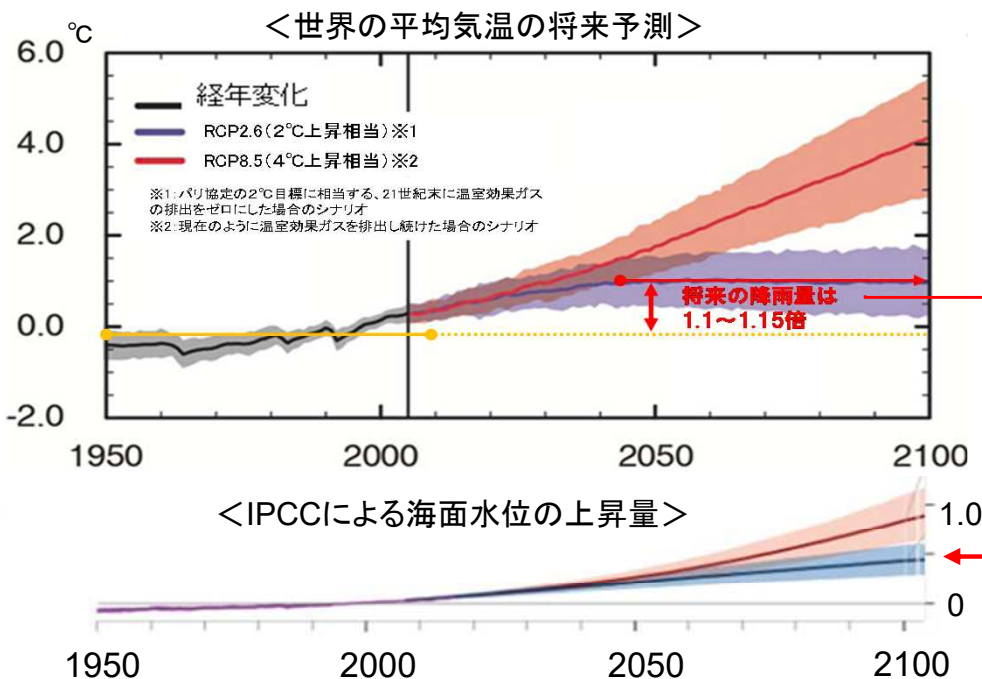
■ 年最大72時間雨量でみると、400mmを超えるケースは過去実験で2371ケース中3ケース(0.13%)、2℃上昇実験では2506ケース中24ケース(0.96%)、4℃上昇実験では4032ケース中95ケース(2.36%)となり、気候変動後は400mmを超える確率が飛躍的に高まる。



(参考)海水面上昇の影響

海面上昇の影響(参考)

- IPCC海洋・雪氷圏特別報告書(SROCC)(令和元年9月)によると、1986～2005年に対する2100年における平均海面水位の予測上昇量範囲は、RCP2.6では0.29m～0.59mと予測されている。
- 当面の整備期間で想定した2050年時点(2℃上昇)での海面上昇の影響を把握するため、海面上昇量を3パターン(最大:0.59m、平均:0.43m、最小:0.29m)想定し、現整備計画目標流量流下時の水位計算を実施した。
- 出水時における海面上昇の影響範囲は、十勝川の河口からKP5.6区間程度で、その影響も軽微である。



出典: 社会資本整備審議会河川分科会 気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会(第1回)資料4より

