

(参考)

降雨の抽出方法について

「毎年最大降雨の抽出」と「非毎年最大降雨の抽出」による差について

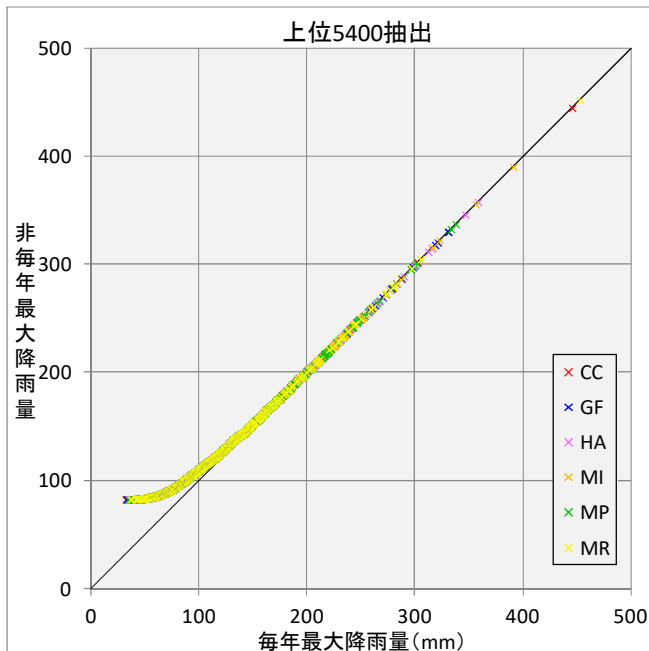
- 毎年最大降雨の抽出では、雨量の大きな降雨が同一年に偏った場合に、流量が最大となる降雨が未抽出となることが考えられる。そこで、非毎年で抽出した降雨との比較を行い、妥当性を検討する。
- 非毎年での降雨抽出を行い、毎年最大降雨量との関係を確認した。
- 抽出された雨量について、上位の雨量に大きな差はみられず、本検討で対象とする極端降雨のような上位の降雨が同様に抽出されていることから、毎年最大雨量による抽出を行うこととしている。

・十勝川(帯広基準地点)での72時間雨量を対象に実施

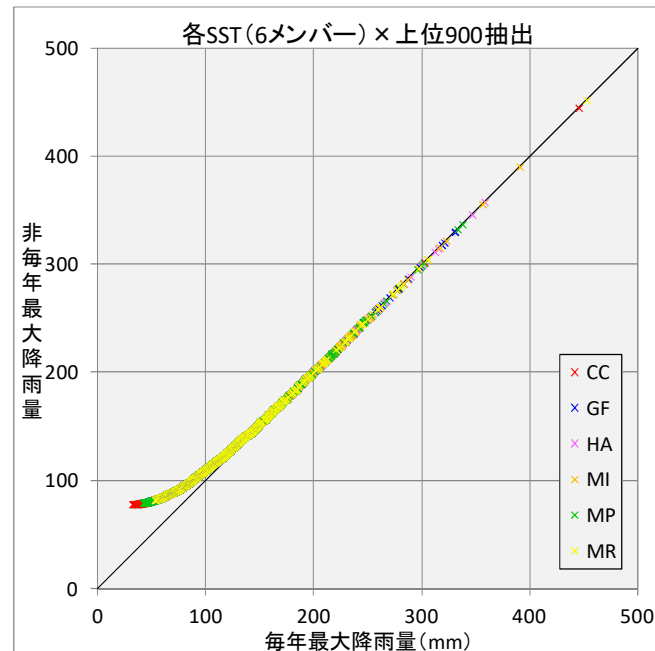
・非毎年降雨は以下の3通りの方法で抽出

- ①全実験から上位5400降雨
- ②各SST(6メンバー)から上位900降雨
- ③各SST(6メンバー)×各摂動(15パターン)から上位60降雨

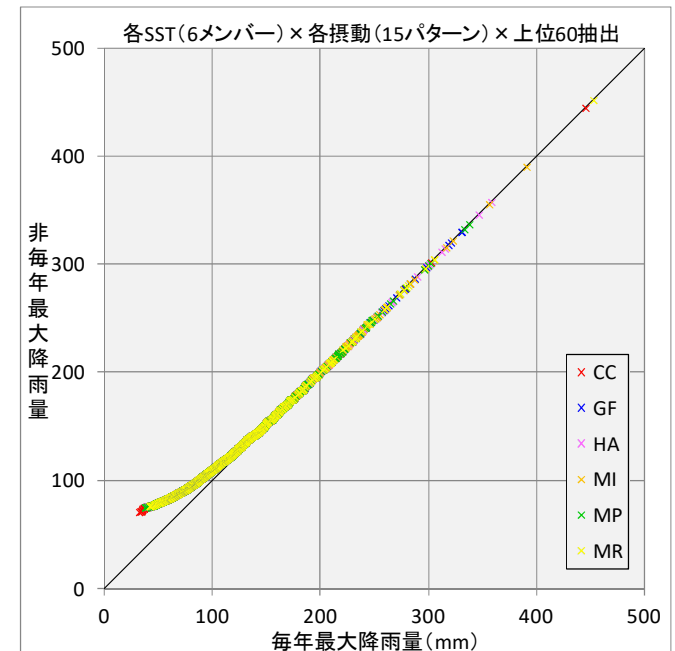
①



②

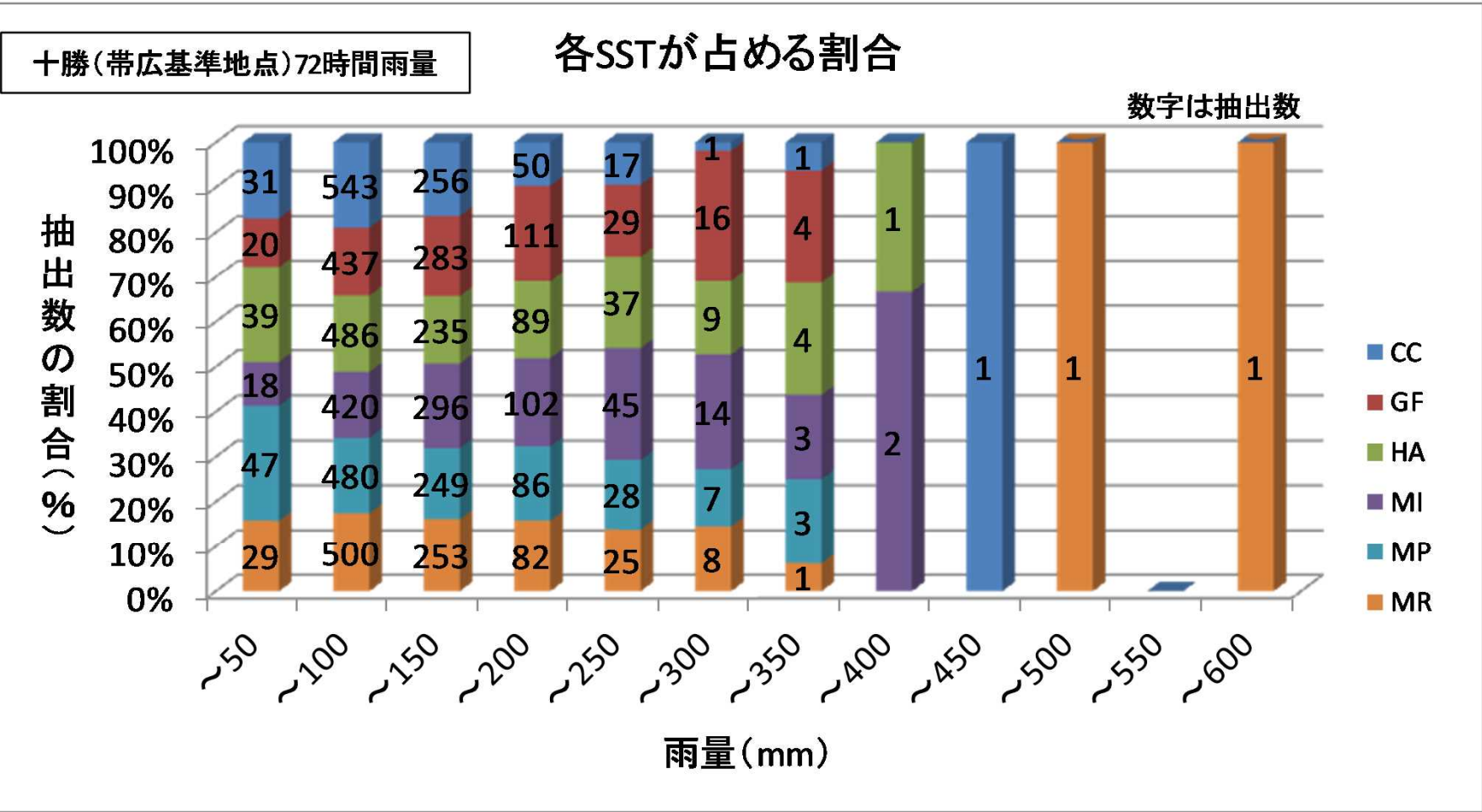


③



抽出された雨量に対するSSTのばらつきについて

- 抽出された降雨について、雨量別(50mm毎)にカウントし、雨量別の総数に対して各SSTが占める割合として整理した。
- SSTメンバのうちCCでは規模の大きな降雨の割合が小さくなっている。また、MRでは450mmを超えるような降雨が現れている。
- SST(海表面水温)の空間分布による降雨量への依存性が低く、降雨量極値において限られたSSTの結果に依存しない。

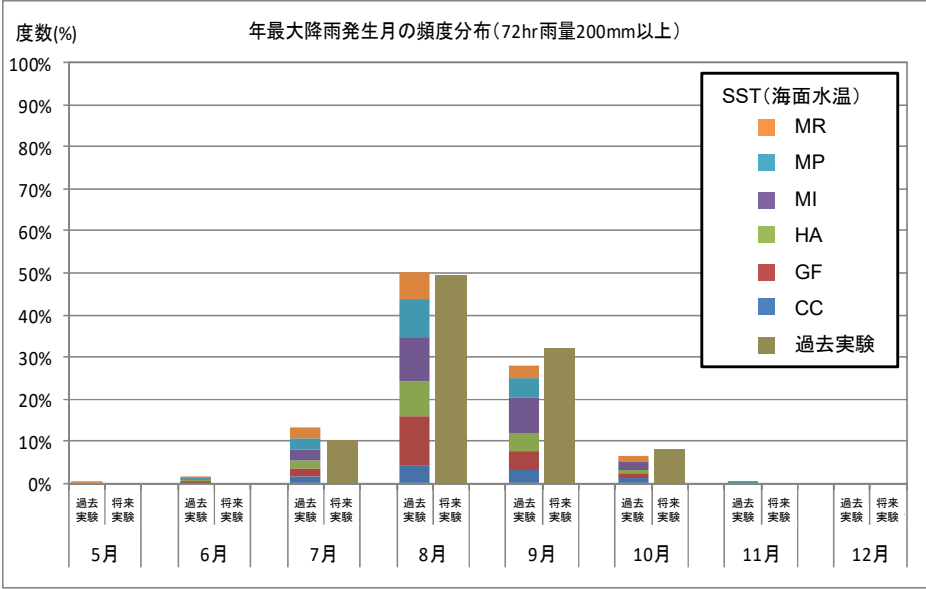
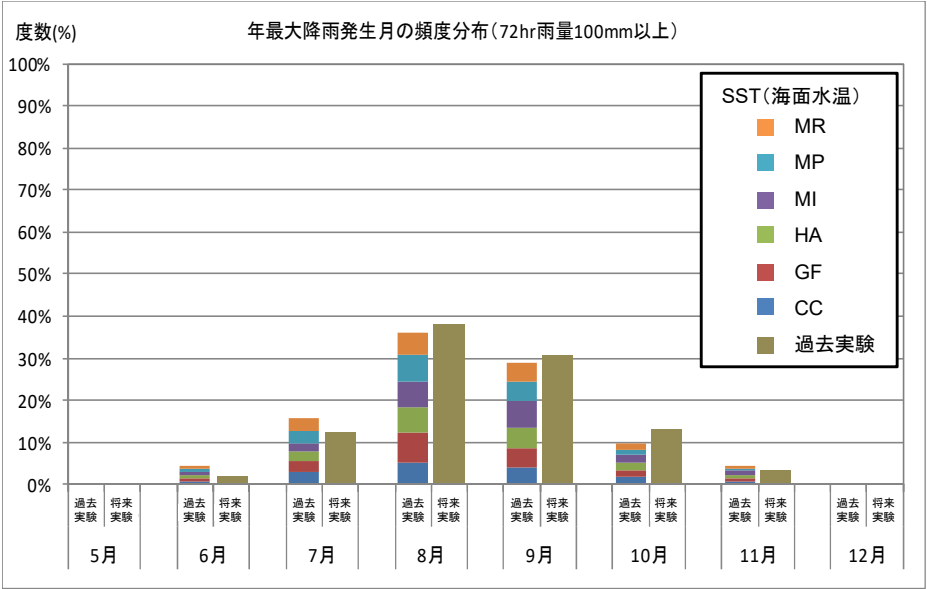


実験各略称	SSTメンバ
CC	CCSM4
GF	GFDL-CM3
HA	HadGEM2-AO
MI	MIROC5
MP	MPI-ESM-MR
MR	MRI-CGCM3

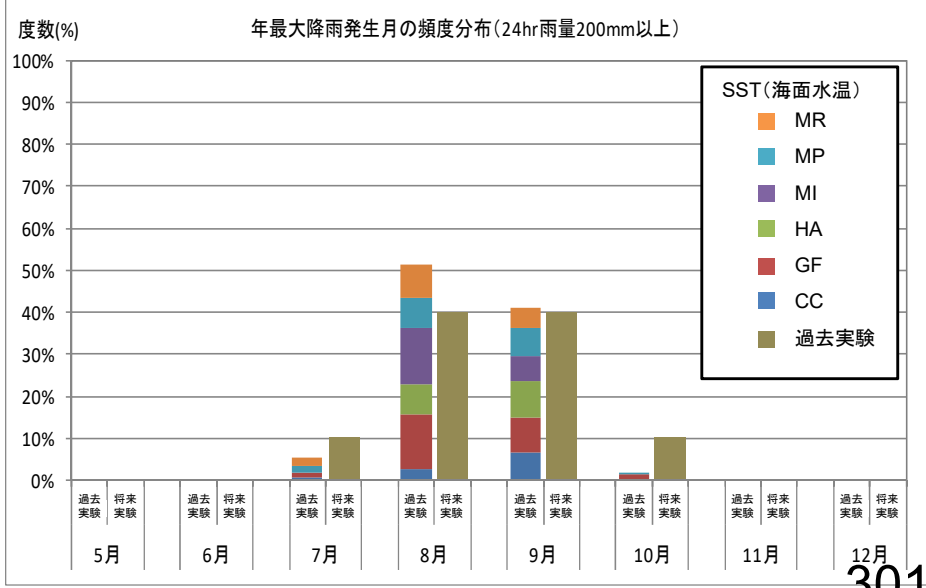
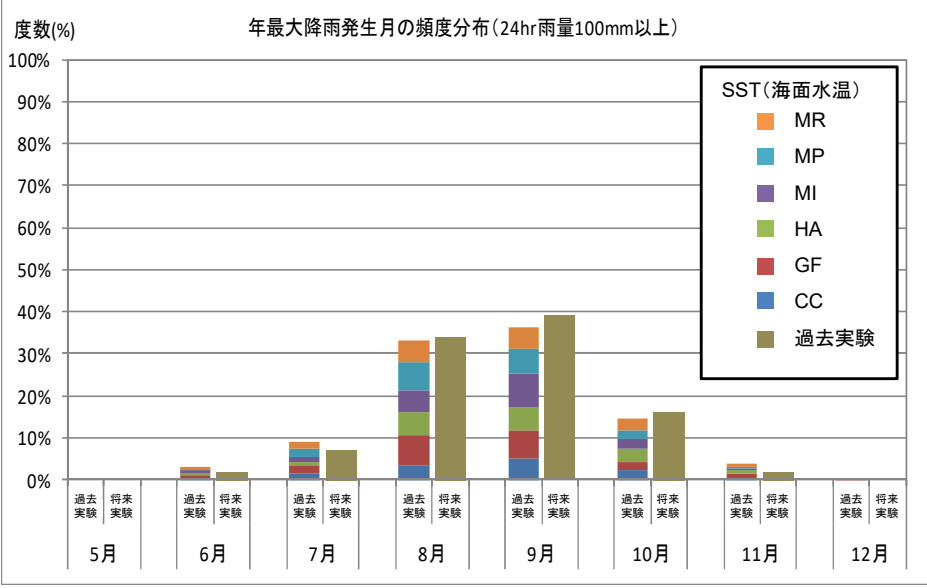
年最大降雨の発生月

- 気候変動後の年最大降雨の発生時期の変化傾向を確認するため、過去実験3000ケースと将来実験5400ケースの年最大降雨発生月を整理した。
- 比較の結果、十勝川流域および常呂川流域ともに、過去実験と将来実験の年最大降雨発生月に違いはみられなかった。

十勝川
帯広基準地点



常呂川
北見基準地点

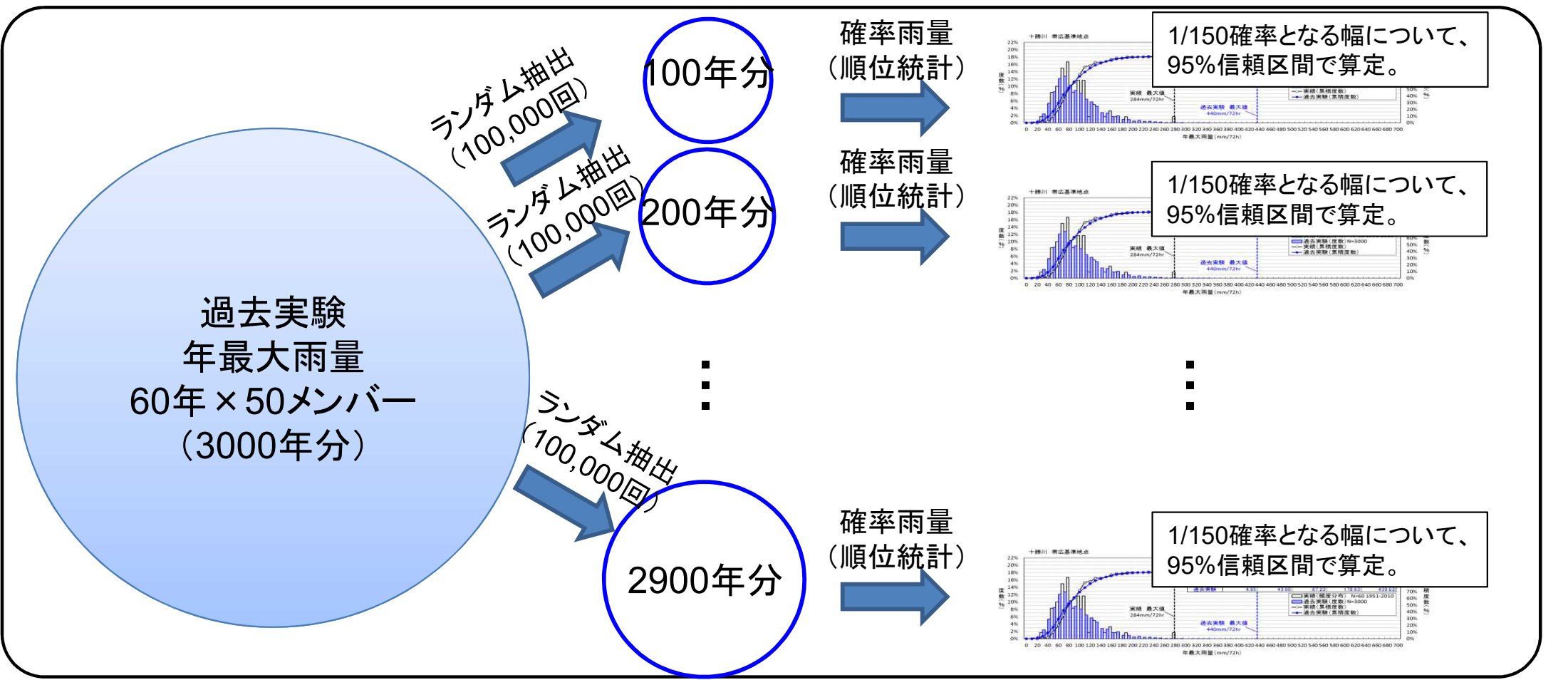


ダウンスケーリング数の感度分析

確率評価に必要な5kmダウンスケーリング数の感度分析～

- 十勝川を対象として、過去実験3000年の中からランダムに年最大雨量をX年分抽出して順位統計により1/150確率雨量を算出する作業を100,000回繰り返し、100,000個の1/150確率雨量の95%信頼区間を算出する。(X年は100年、200年、300年・・・2900年と順次に設定)。
 - 将来実験5400年についても、同様の手法を用いて検討を行った。
- ※上述の作業を10回実施したところ、算出された10個の95%信頼区間の上限値は308mm を含む幅1mm以内に分布(過去実験:X年が100年の場合)しており、その差が小さいことを確認した。下限値についても、同様の確認を行っている。

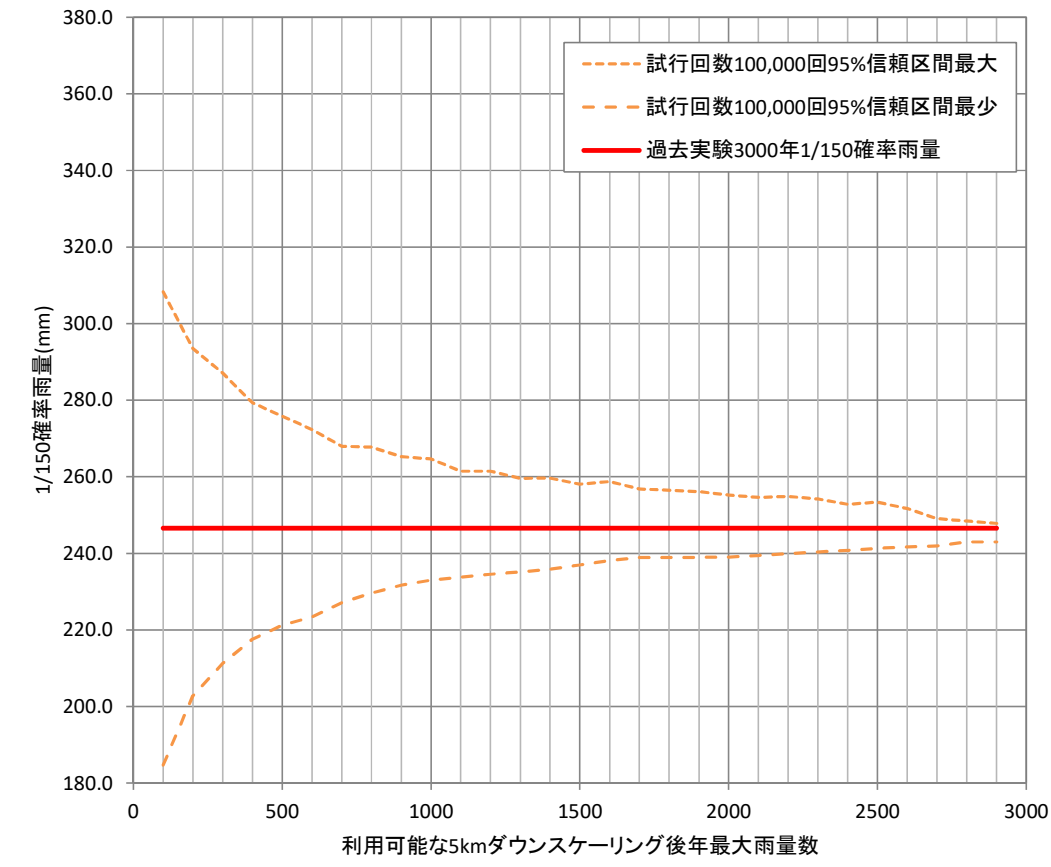
1/150確率となる降雨が取り得る幅(95%信頼区間)を整理



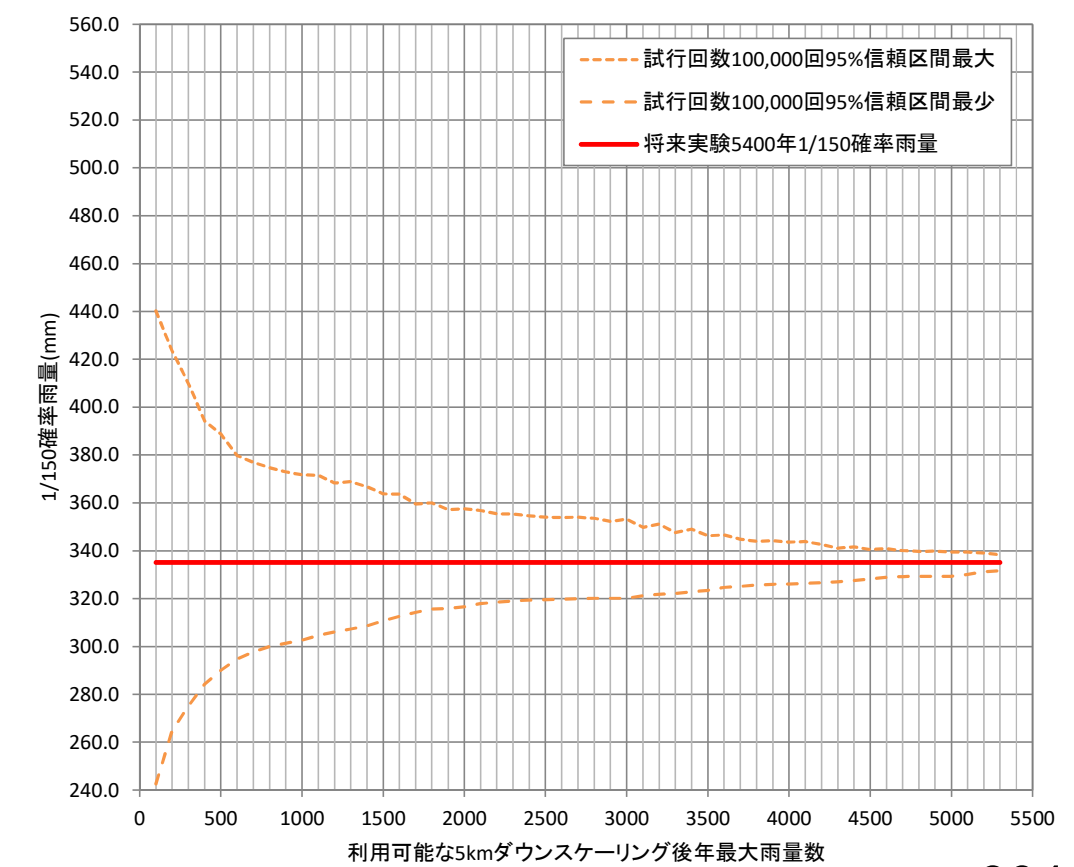
確率評価に必要な5kmダウンスケーリング数の感度分析(十勝川帯広地点)

- 年最大雨量の抽出数を100年分～2900年分(5300年分)のそれぞれで、抽出回数100,000回の場合に1/150確率を取り得る幅を確認した。
- 抽出数が多くなるとつれて、1/150確率を取り得る幅は減少する。
- 過去実験において、北海道内の1級水系で平均的に使用できる抽出数2000年分の場合、1/150確率を取り得る幅は3000年分を使用した場合と比較すると-8mm～9mm程度である。
- 将来実験において、北海道内の1級水系で平均的に使用できる抽出数3000年分の場合、1/150確率を取り得る幅は5400年分を使用した場合と比較すると-15mm～18mm程度である。

過去実験



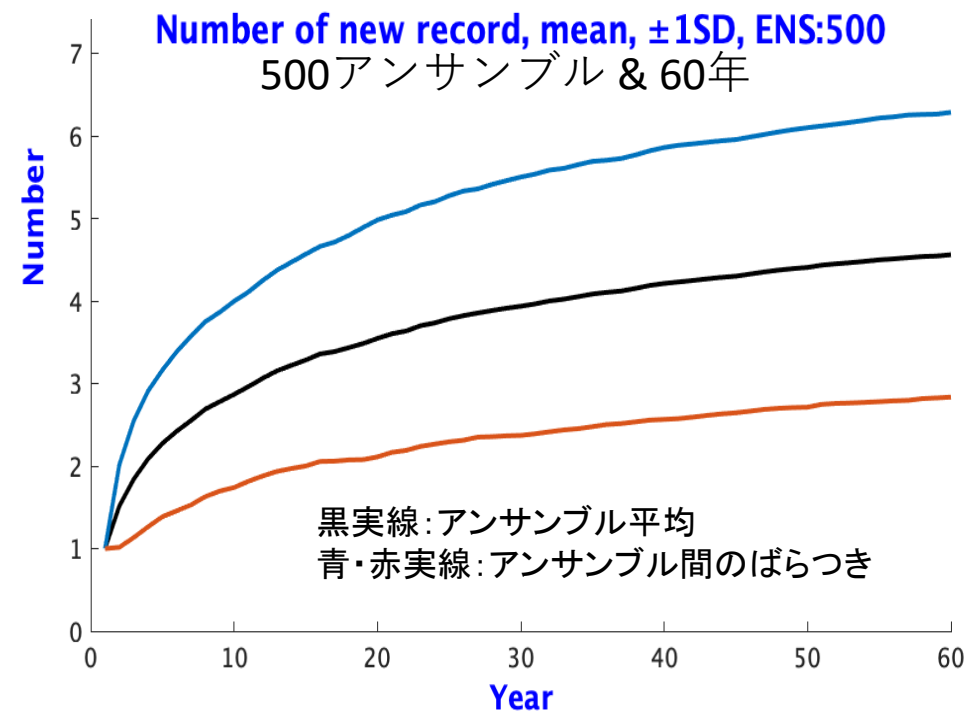
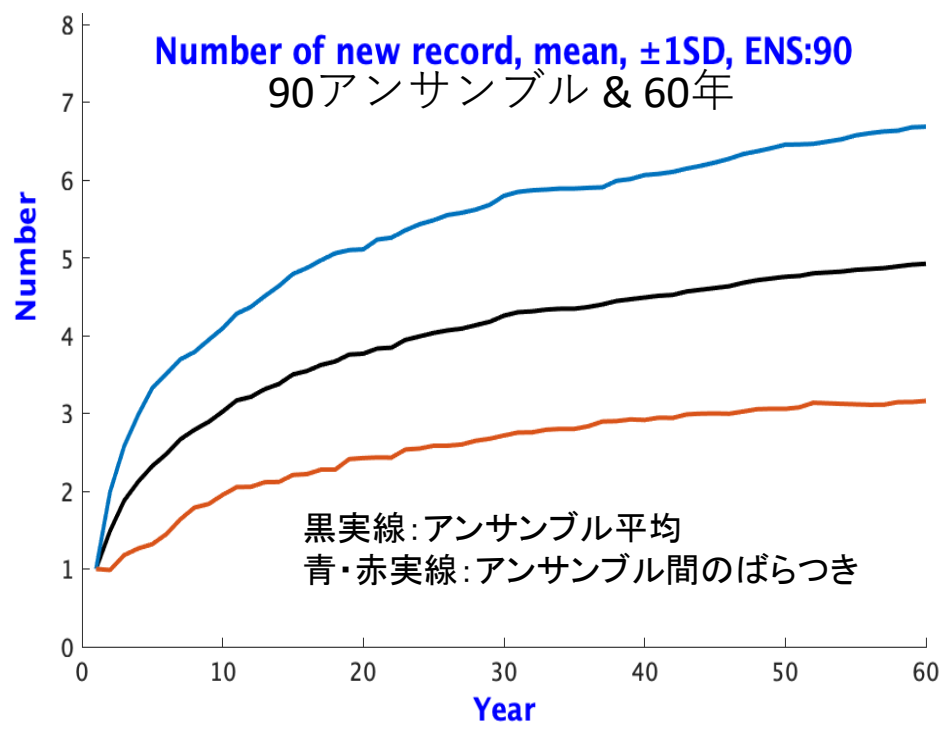
将来実験



○乱数時系列を用いた新記録の発生回数

- アンサンブル数が90(60年分で5400)の場合と、500の場合で比較すると、新記録の発生回数はほとんど変わらない。
- アンサンブル数が90の場合、概ね30年以降、新記録の発生回数はほとんど変わらない。
- これは、d4PDFは、過去及び将来気候を予測するに十分なアンサンブル数(4度上昇実験(5400)、過去実験(3000))を確保していると言える。

○乱数時系列を用いた新記録の発生回数（年最大イベントが乱数として存在すると仮定）



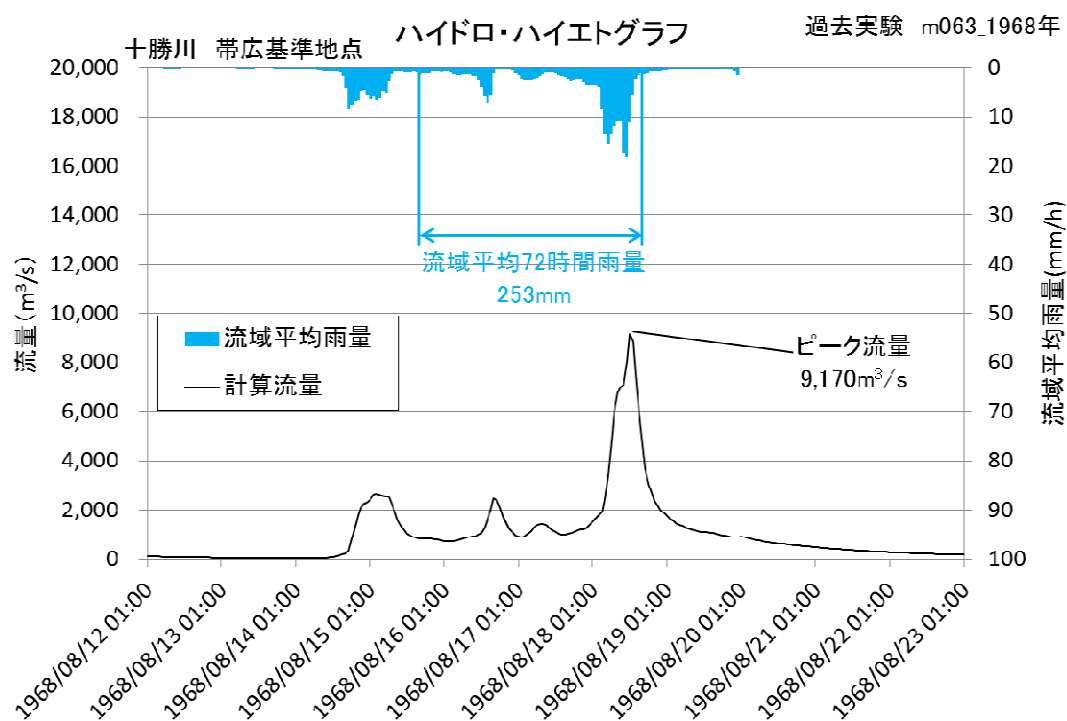
山田委員提供

連続する降雨がピーク流量に与える影響

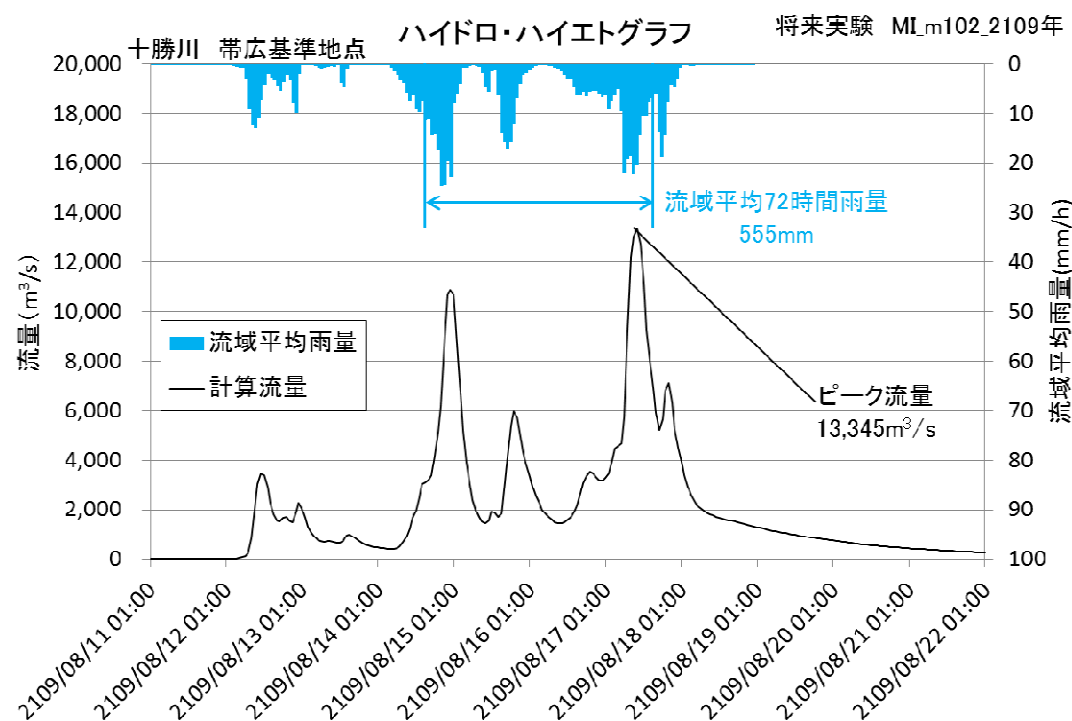
本検討で用いるデータにおける連続降雨

- 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



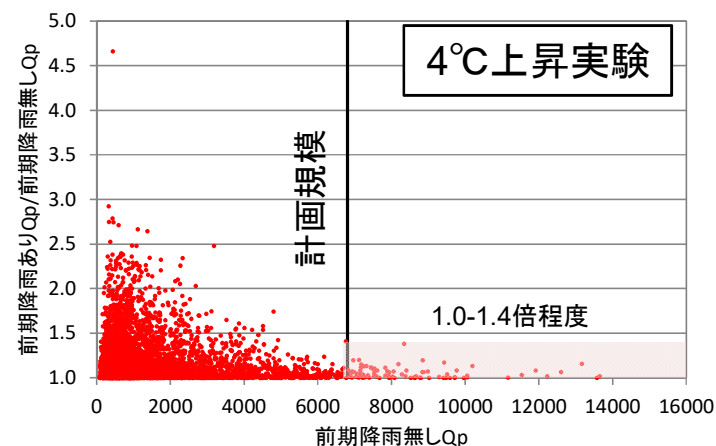
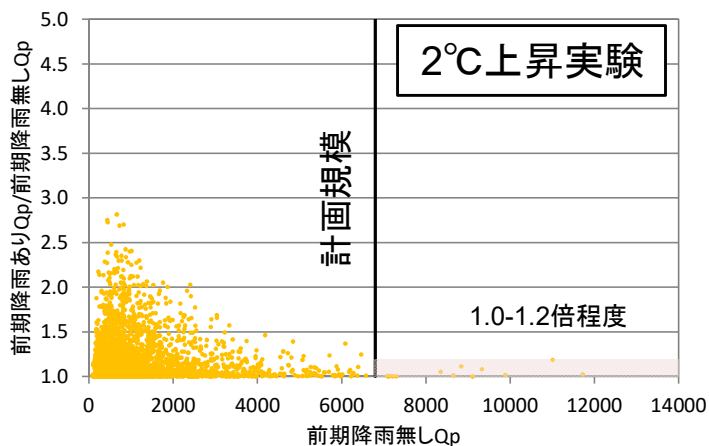
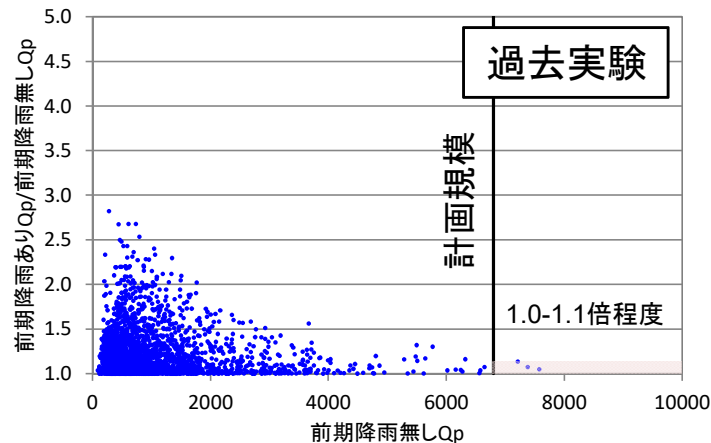
4°C上昇 実験



※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。

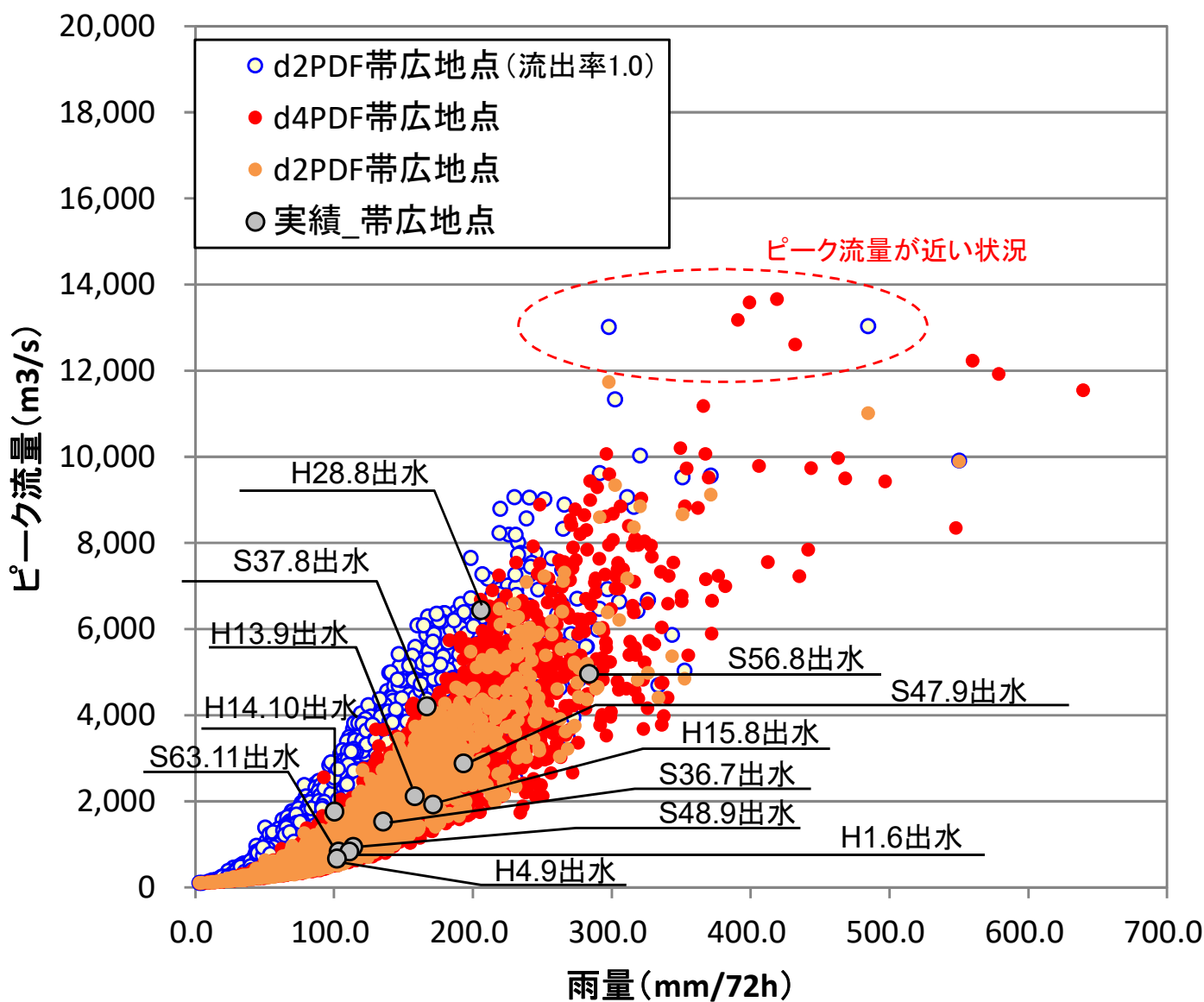
前期降雨を考慮した流出計算によるピーク流量の変化（帯広地点）

- 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。

【飽和状態 (Rsa) まで】

浸透域は損失として流出しない

流域面積 $A \times f1$

【飽和状態 (Rsa) 以降】

流域面積 A

各降雨量レンジの時空間分布ケース数

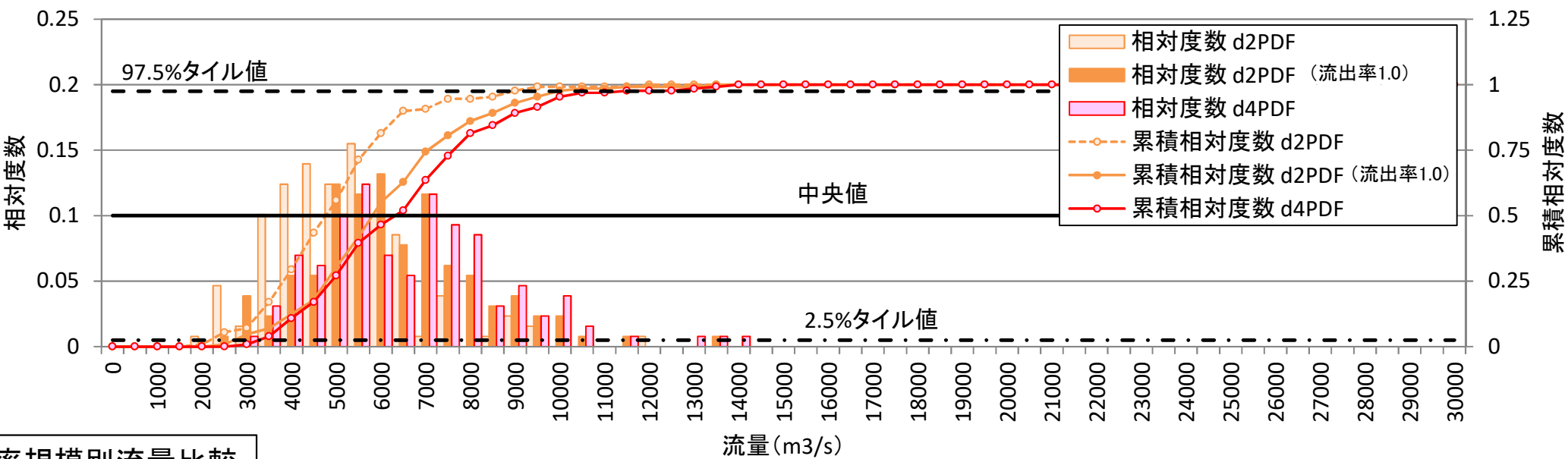
同一レンジの降雨量であっても、d2PDFと比較してd4PDFでは降雨の時空間分布の事例数が多くなる。

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

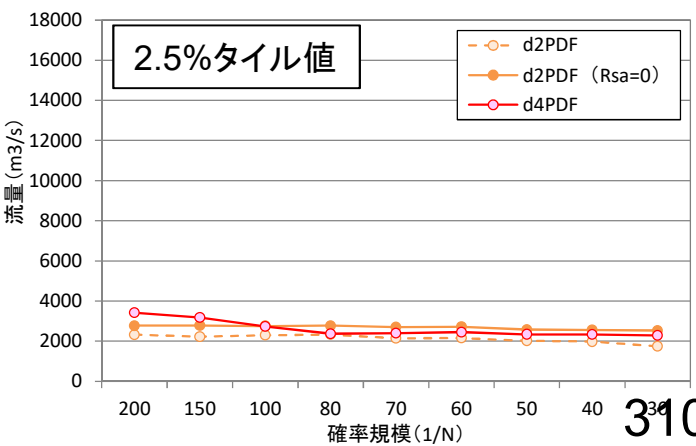
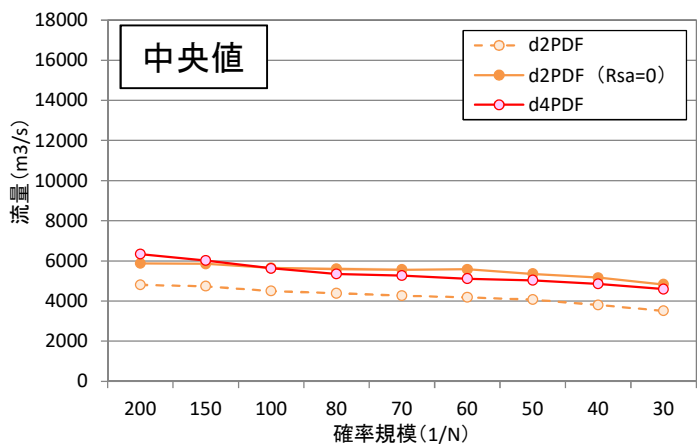
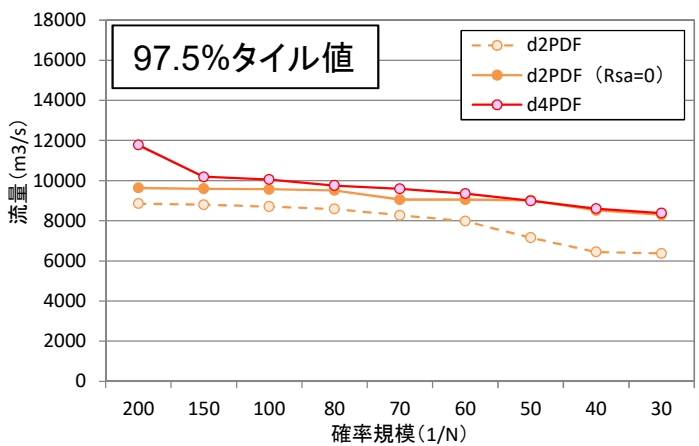
流域の湿潤状態が飽和状態を想定した流出計算によるピーク流量の変化

- 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

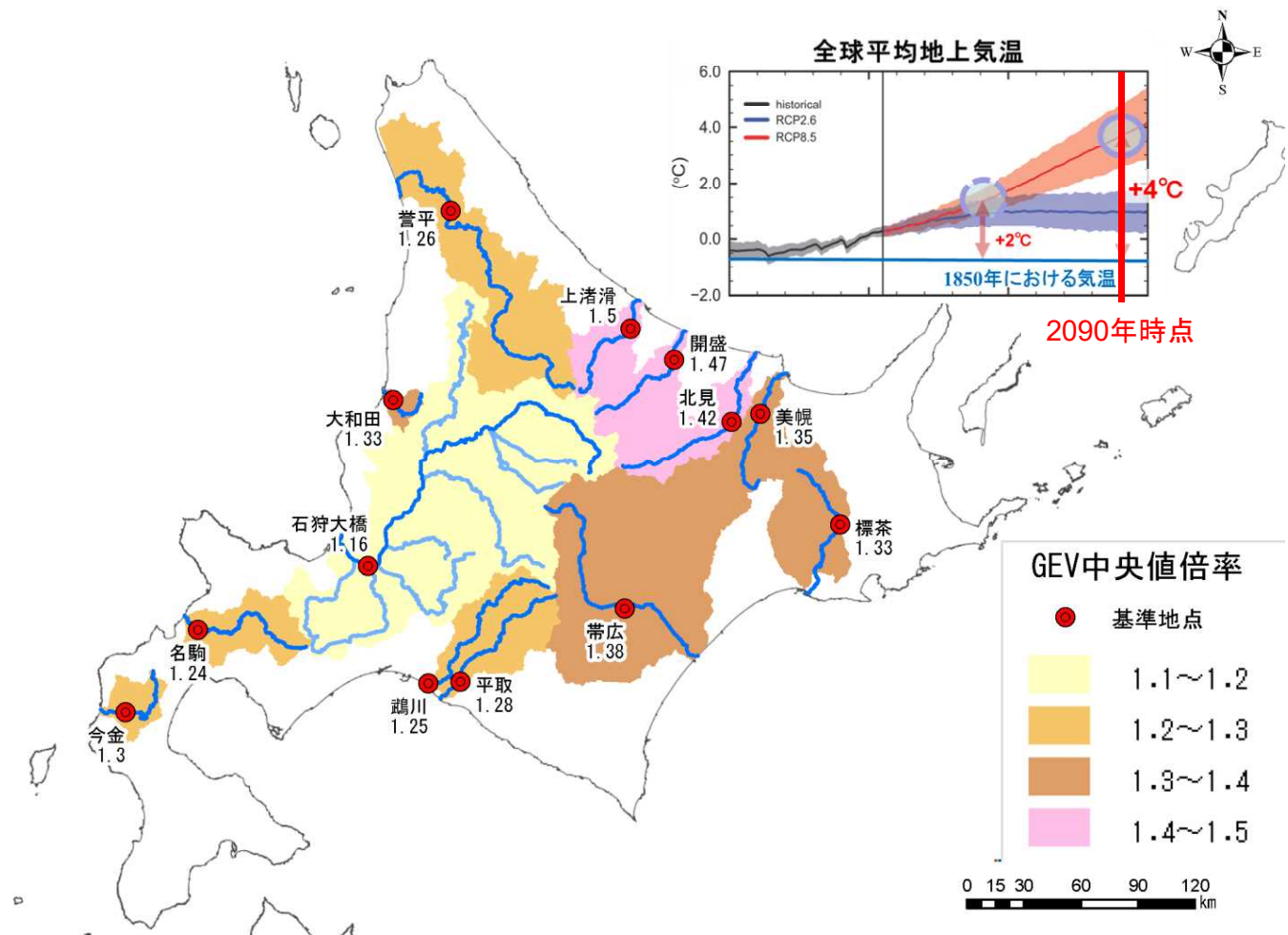


利用可能なダウンスケールデータの抽出

北海道における気候変動に伴う降雨量の変化

- 北海道内1級水系の各基準地点で、過去実験と将来実験(4℃上昇時点)のそれぞれにおいて、計画規模となる降雨継続時間内における降雨量の中央値を算出し比較することにより、気候変動に伴う降雨量の変化倍率を算定した。
- 気候変動に伴う降雨量の変化倍率は、概ね1.1～1.5倍程度の値となっており、特に道東地方などで大きな値となる河川が見られた。
(十勝川の帯広地点で1.38倍、常呂川の北見地点で1.42倍、石狩川の石狩大橋地点で1.16倍など)

流域名	計画規模	降雨の継続時間	変化倍率
石狩川	1/150	3日	1.16
天塩川	1/150	3日	1.26
留萌川	1/100	2日	1.33
十勝川	1/150	3日	1.38
鵺川	1/100	24h	1.25
沙流川	1/100	24h	1.28
常呂川	1/100	24h	1.42
網走川	1/100	24h	1.34
湧別川	1/100	12h	1.46
渚滑川	1/100	12h	1.50
釧路川	1/100	48h	1.32
尻別川	1/100	2日	1.25
後志利別川	1/100	24h	1.30

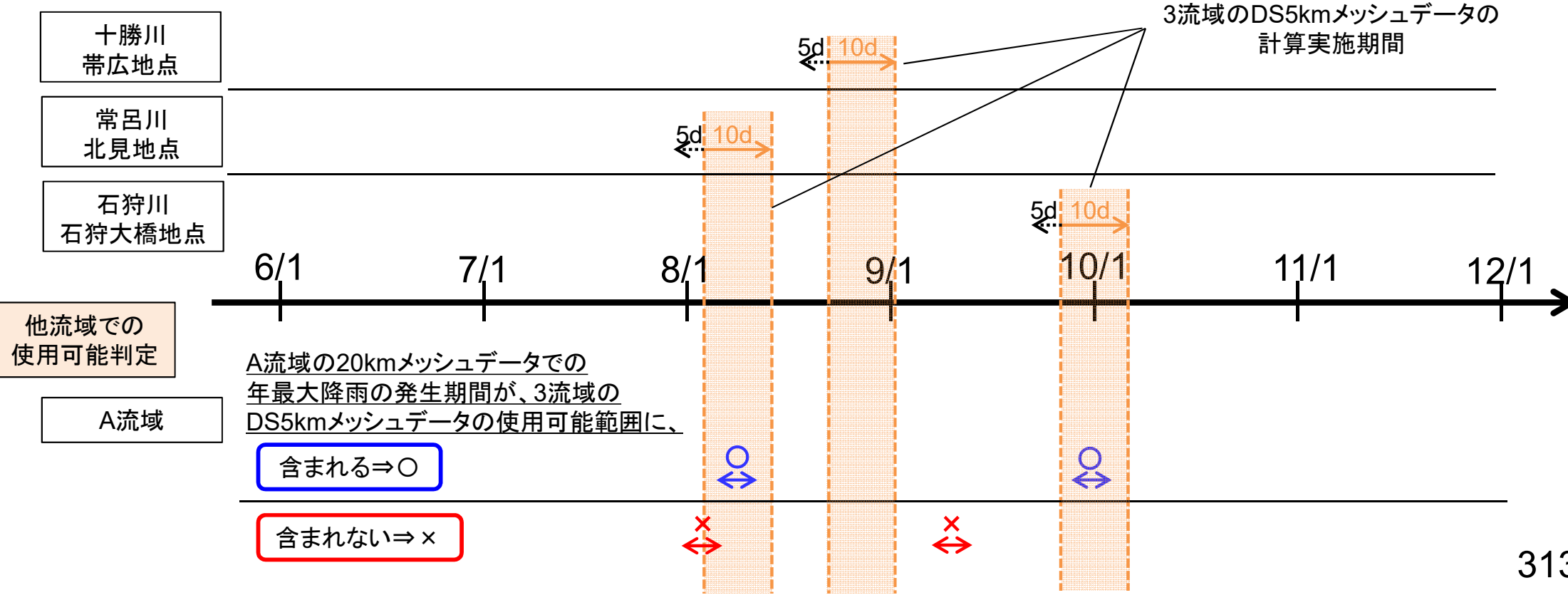


※各水系の基準地点において、気候予測アンサンブルデータの利用可能な5kmDSデータを使用して、バイアス補正及びリサンプリングを施し、確率評価を実施している。図中の倍率は、GEV分布の中央値の変化倍率。
※一部の河川では気候予測アンサンブルデータを用いた降雨の継続時間に仮定をおいている。

(参考)利用可能なダウンスケーリングデータの抽出について

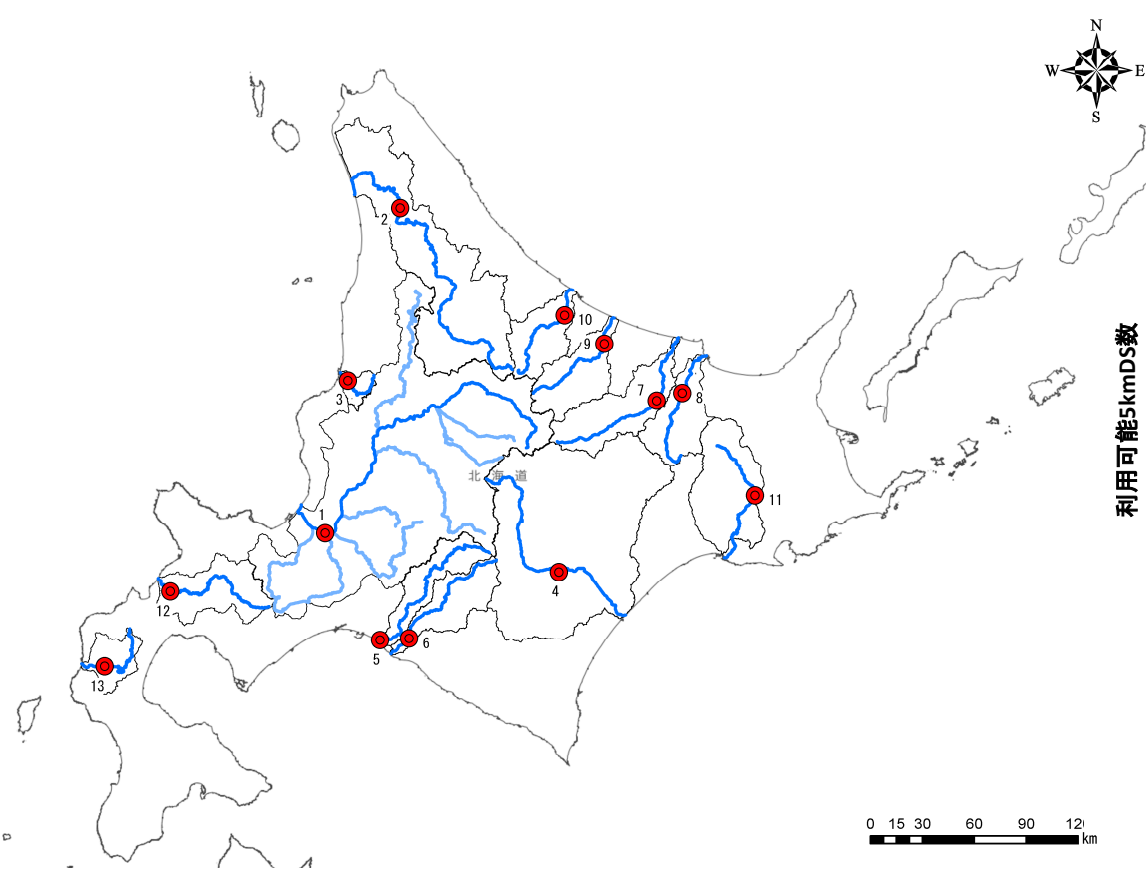
- 一連の検討で、十勝川帯広地点、常呂川北見地点および石狩川石狩大橋地点の3地点においては、20kmメッシュデータによる年最大流域平均雨量発生期間を対象に、過去実験3000ケースおよび2℃上昇実験3240ケース、4℃上昇実験5400ケースの5kmダウンスケーリングを実施した。一方、他地点の年最大雨量を対象とした5kmダウンスケーリングとはなっていない。
- そこで、上記3地点の5kmダウンスケーリング結果を用いて、他地点の気候変動影響の検討を行うため、以下の作業を行った。
すなわち、
 - ①気候予測アンサンブルデータ20kmメッシュデータの過去実験・将来予測の降雨データから、ある流域における年最大流域平均雨量となるイベントを抽出する。
 - ②上述の降雨発生期間と、帯広地点・北見地点及び石狩大橋地点の5kmダウンスケーリング計算期間を比較することにより、降雨発生期間が重複する場合には、ある地点における年最大流域平均雨量の算出に使用可能なダウンスケーリングデータとして抽出した。

確率評価に利用するイベント抽出イメージ

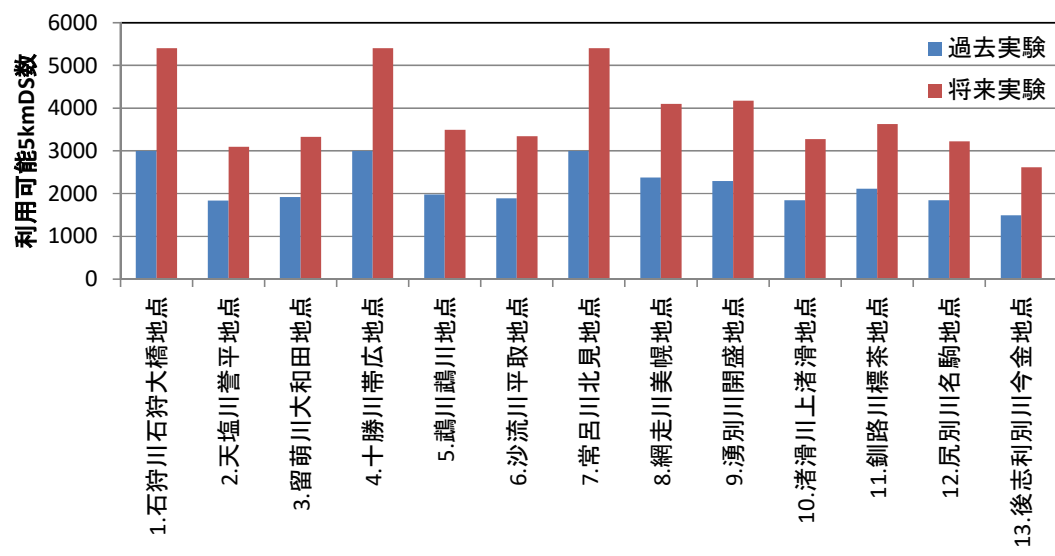


【気候変動による降雨の変化】（北海道） 利用可能な5kmダウンスケーリング数

- 北海道内1級水系の各計画基準地点において、d4PDF20kmデータから年最大雨量発生期間を抽出し、十勝川帯広地点、常呂川北見地点及び石狩川石狩大橋地点を対象に実施したd4PDF5kmダウンスケーリング計算の期間と比較した。
- 各流域ともに、過去実験2000ケース、将来実験3000ケース程度のd4PDF5kmダウンスケーリングデータを使用可能である。



利用可能な5kmダウンスケーリング数



全道流域図と計画基準地点

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

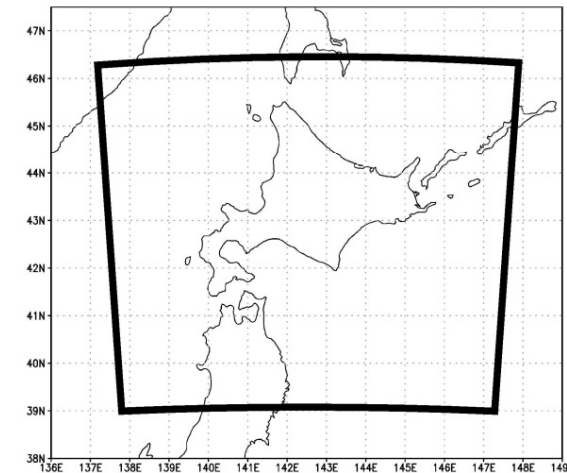
Nonhydrostatic Regional Climate Model (NHRCM)

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℃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

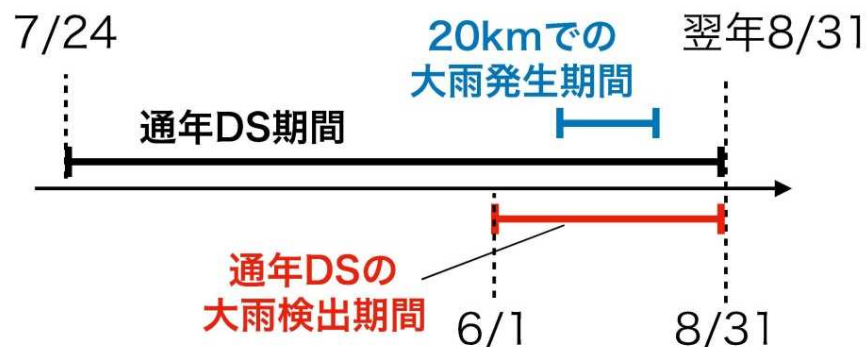
計算対象 d4PDF領域実験(20kmメッシュ)において十勝川帯広基準地点を末端とする集水域での降水量が多いアンサンブル・年の順に計算を実施
(過去実験: 675年分が完了)

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

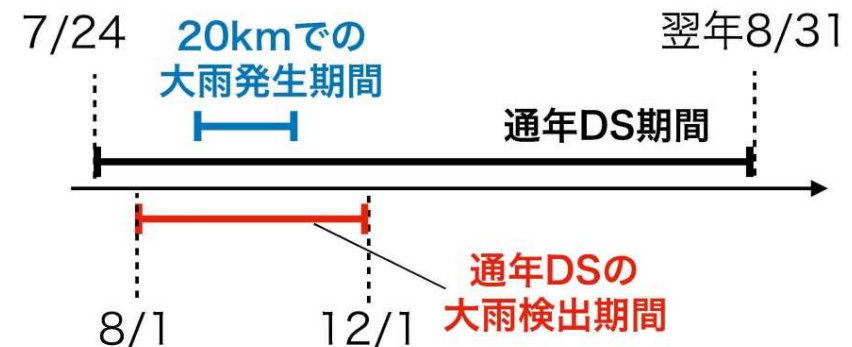
- 20kmメッシュにおける大雨発生日が8月26日以前の場合

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

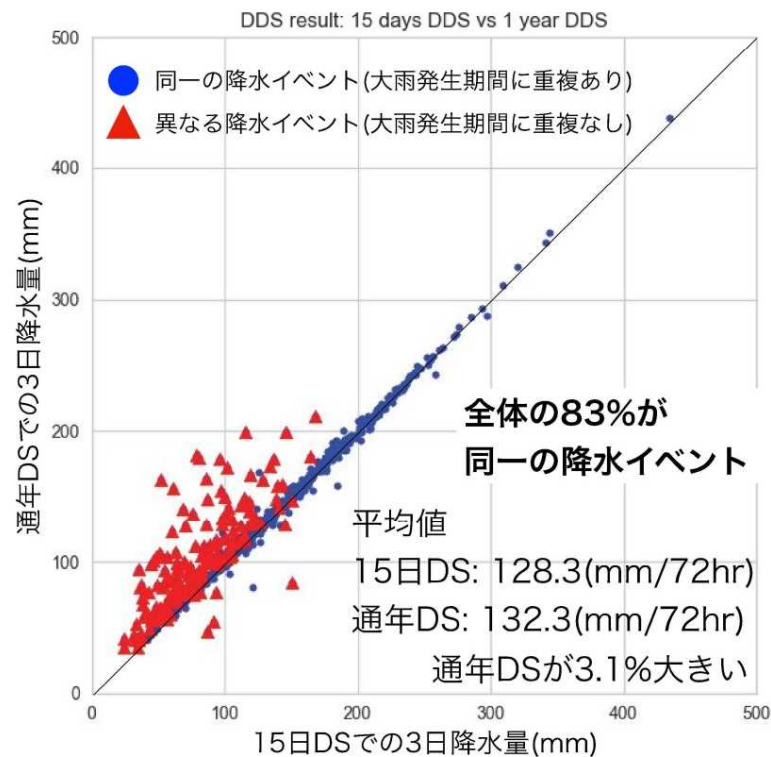


15日DSと通年DSによる年最大降水量の比較(1)

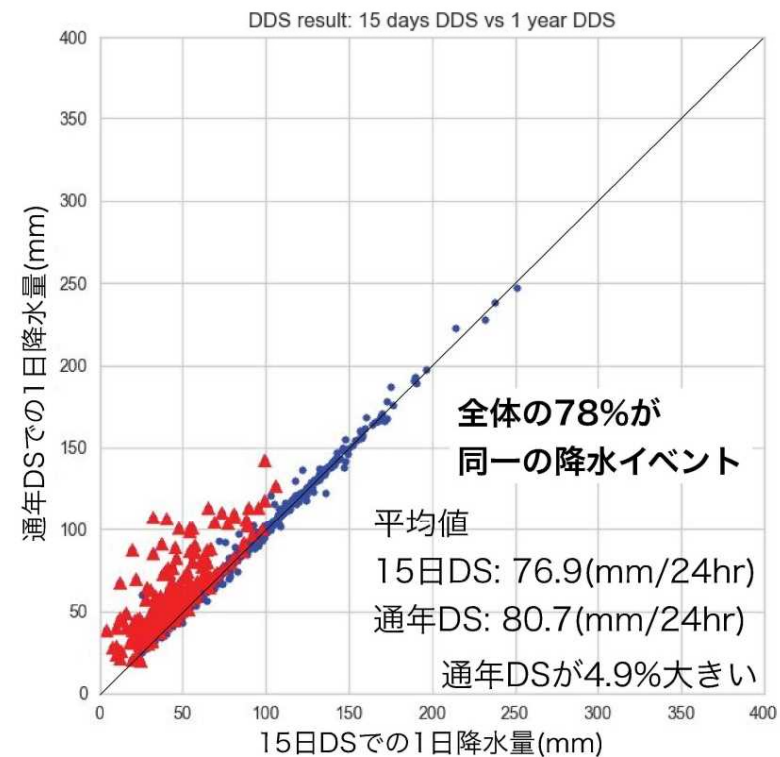
15日DS : 20kmメッシュでの大雨事例を5kmにDSしたもの

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

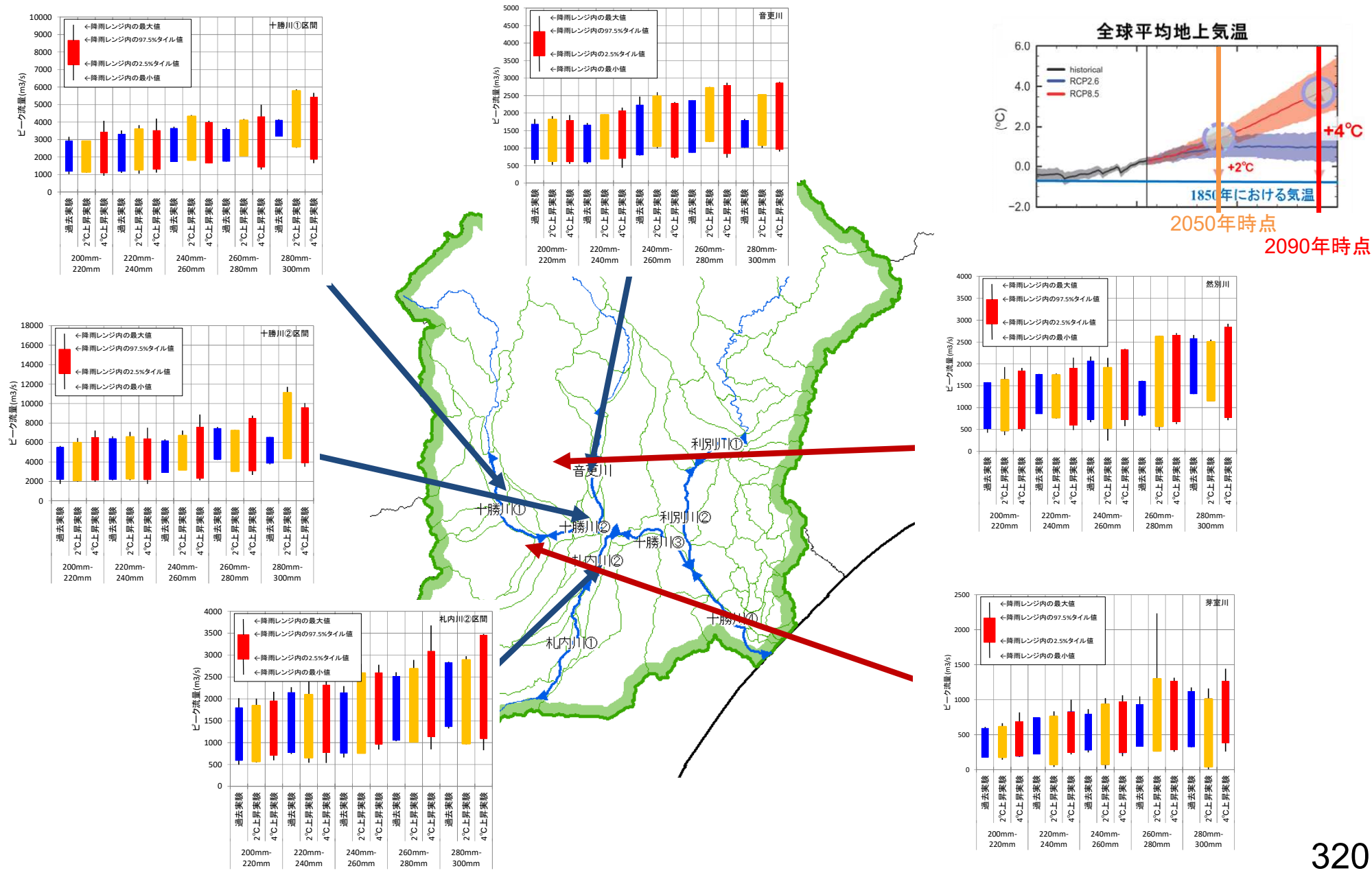


十勝川流域, 常呂川流域ともに上位7%, 5%の降水イベントは20kmメッシュでの大雨事例で占められる.

北海道管理区間における気候変動の影響

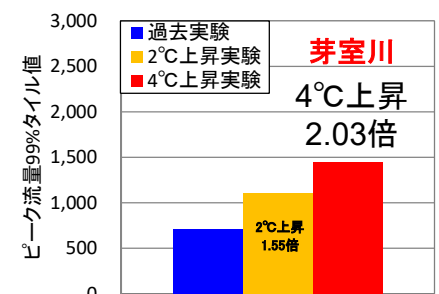
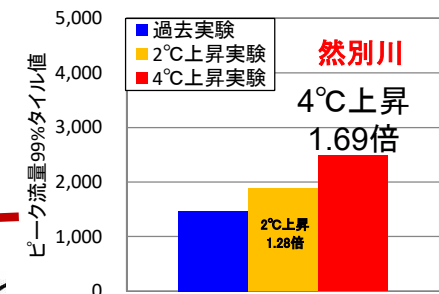
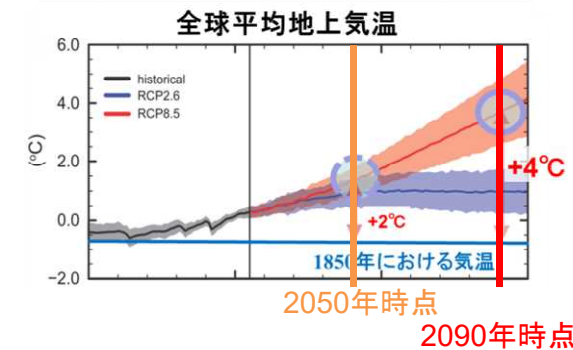
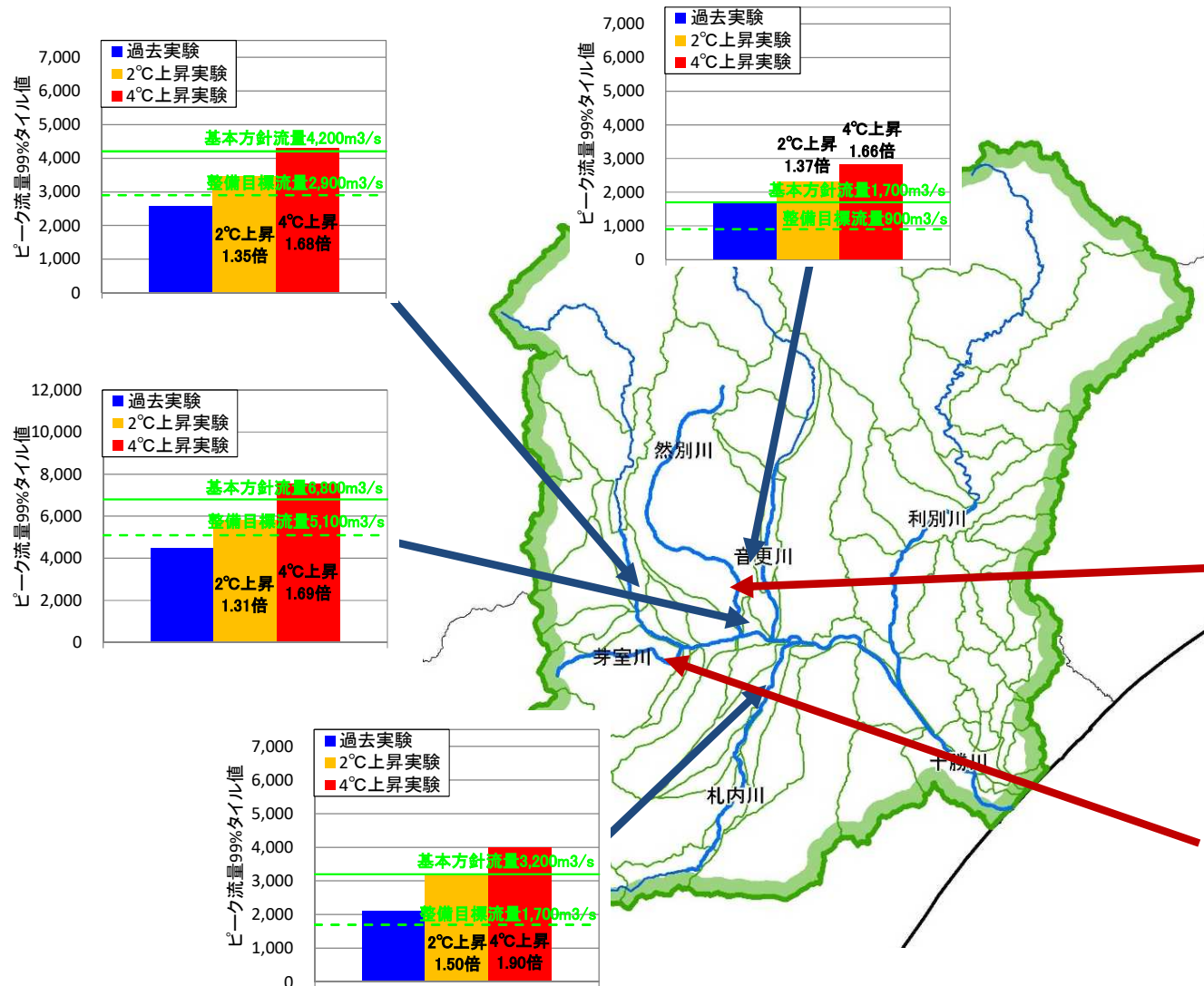
北海道管理区間における気候変動の影響

■ 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

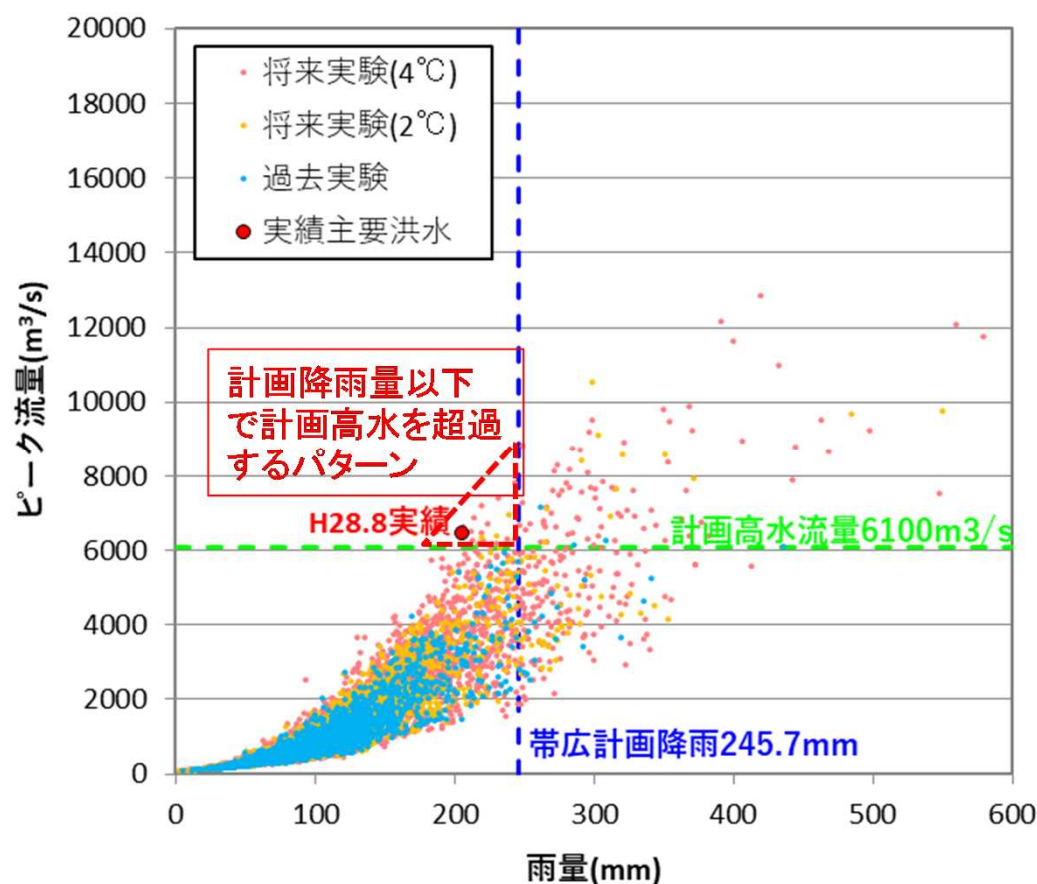
- 流出計算で過去実験と将来実験のピーク流量を算出し、各地点における99%タイル値を算出した。
- 然別川では、過去実験に対して2℃上昇実験が1.28倍、4℃上昇実験が1.69倍となった。
- 芽室川では、過去実験に対して2℃上昇実験が1.55倍、4℃上昇実験が2.03倍となった。



**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)

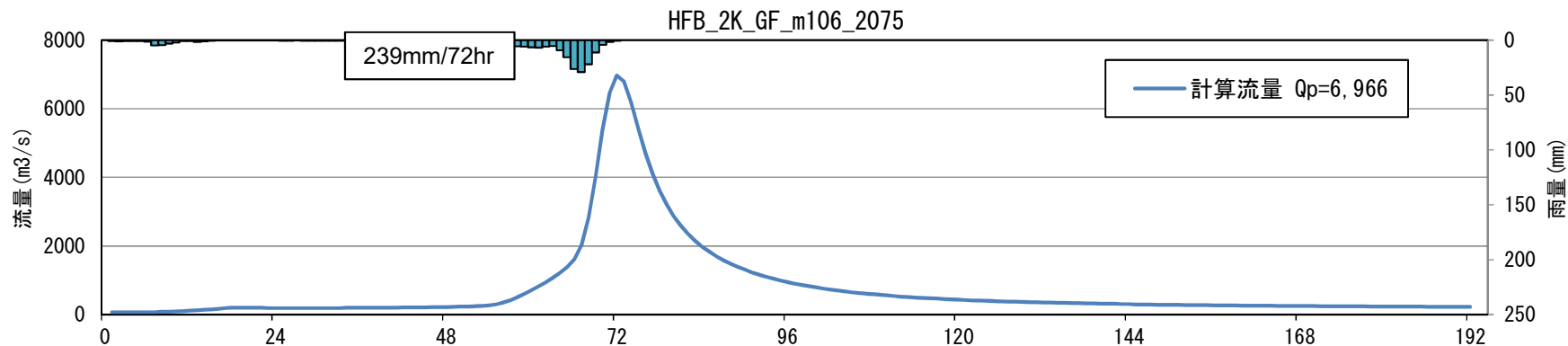
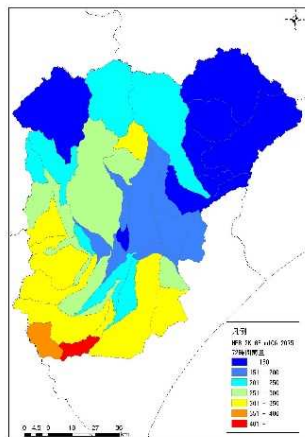
- 平成28年洪水では、帯広地点における流域平均雨量が計画降雨量以下であったにもかかわらず、計画高水流量を超過した。
- 平成28年洪水と同様に、大量アンサンブルデータにおいて、計画降雨量以下にも関わらず、計画高水流量を超過するパターンが、どの程度発生しているか整理した。
- この結果、過去実験では、計画降雨量以下2979ケース中0ケースだったのに対し、d2PDFでは3189ケース中3ケース、d4PDFでは5180ケース中16ケースと、d2PDF・d4PDFともに発生割合が増加する結果となった。
- なお、最大となる流量で見ると、帯広地点の計画高水流量 $6,100\text{m}^3/\text{s}$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



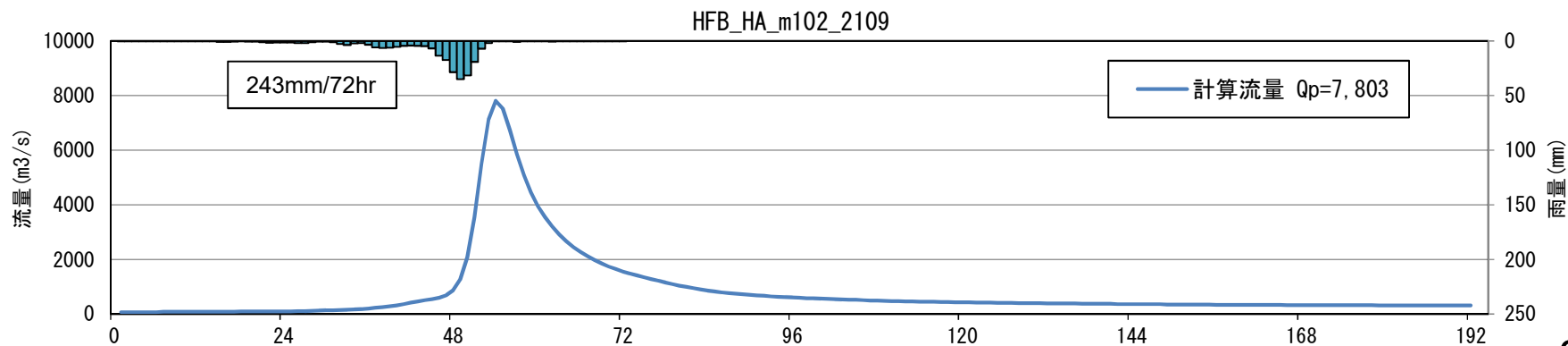
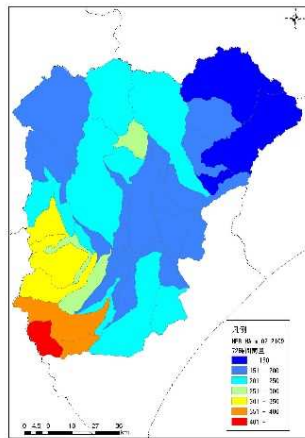
計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(帯広地点)

- 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。

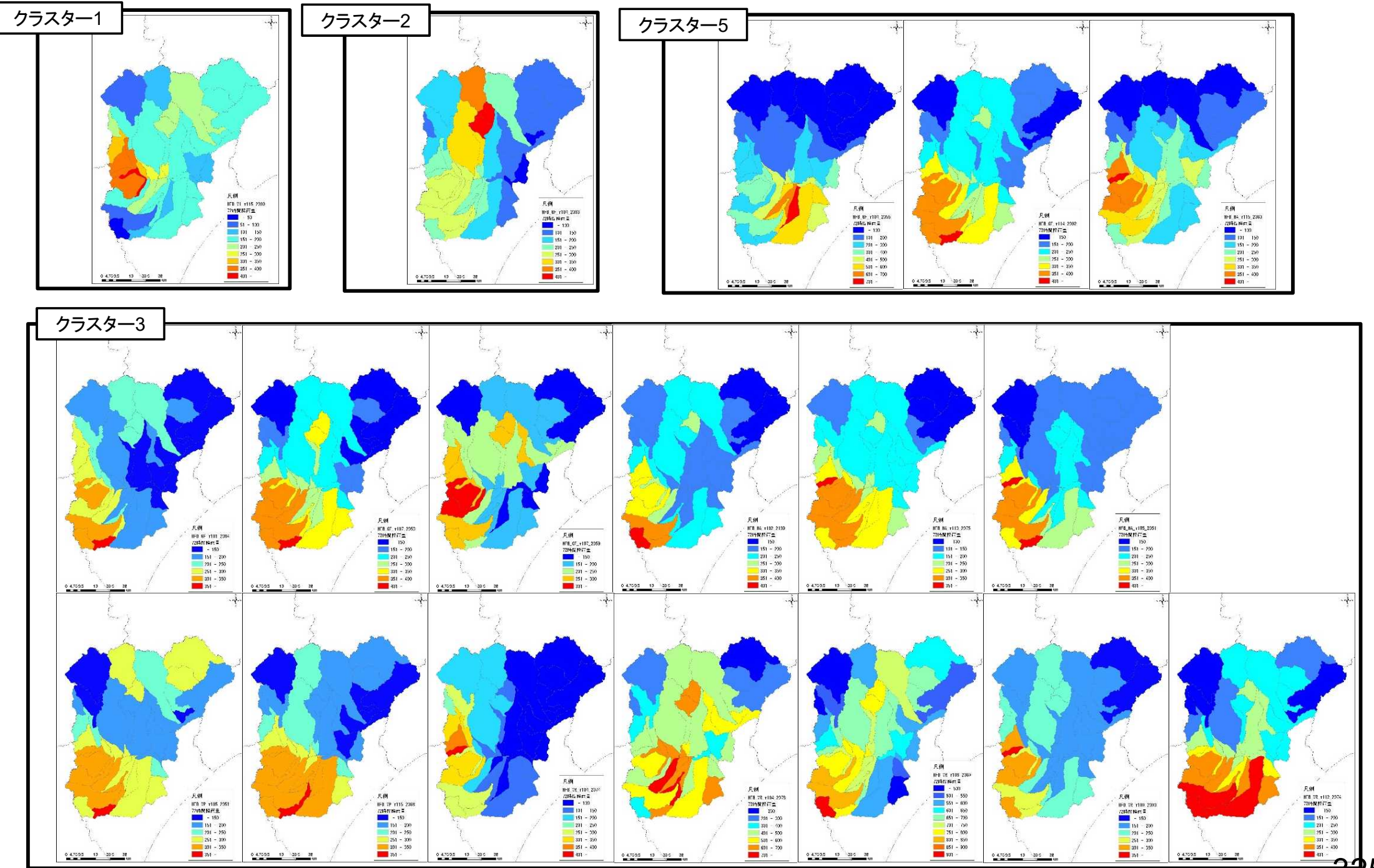
2°C上昇実験



4°C上昇実験

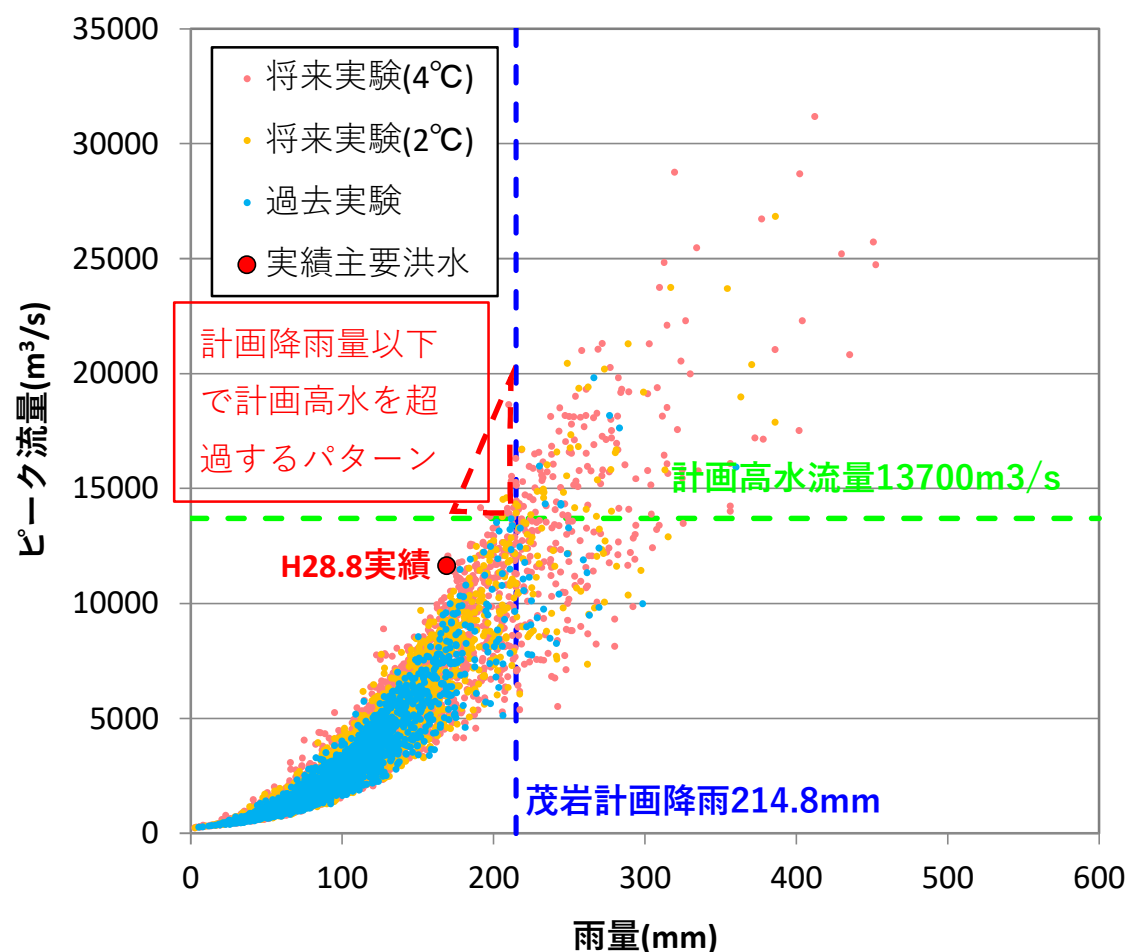


(参考)計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(d4PDF、帯広地点)



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)

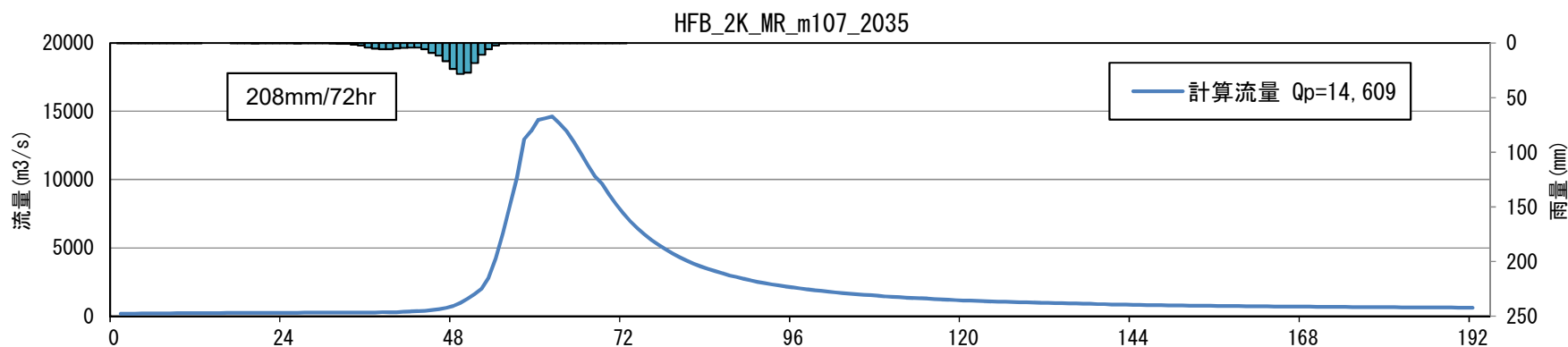
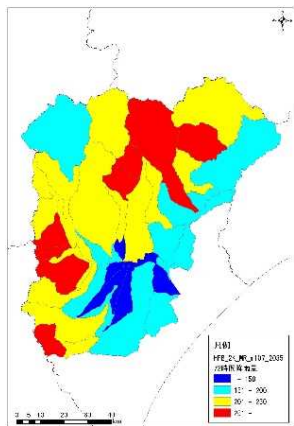
- 大量アンサンブルデータにおいて、茂岩地点における流域平均雨量が計画降雨量以下にも関わらず、計画高水流量を超過するパターンが、どの程度発生しているか整理した。
- この結果、過去実験では、計画降雨量以下2407ケース中0ケースだったのに対し、d2PDFでは2812ケース中5ケース、d4PDFでは3875ケース中13ケースと、d2PDF・d4PDFともに発生割合が増加する結果となった。
- なお、最大となる流量で見ると、茂岩地点の計画高水流量13,700m³/sに対して、d2PDFでは14,609m³/s(1.07倍)、d4PDFでは18,657m³/s(1.36倍)となり、流量規模も増加する結果となった。



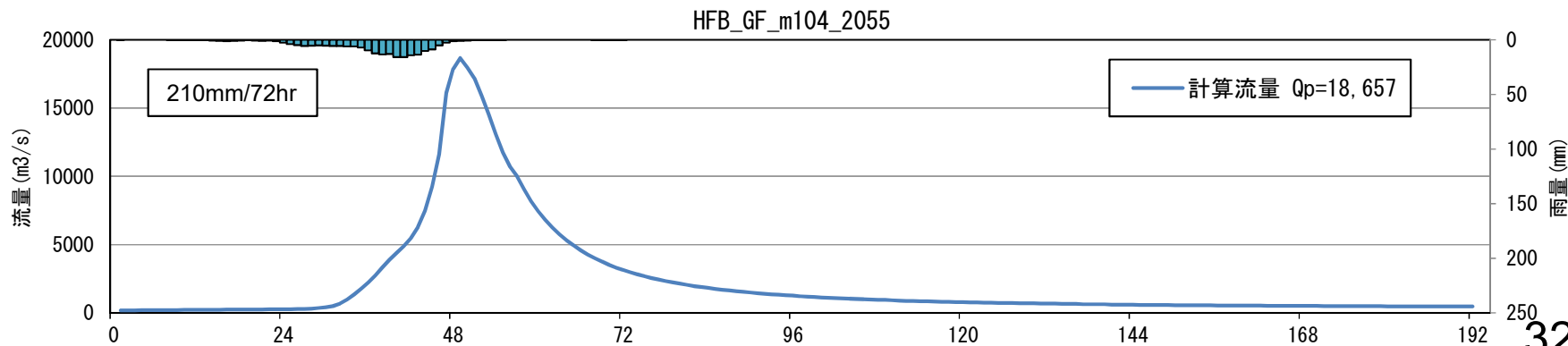
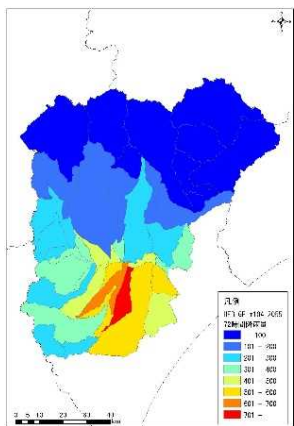
計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(茂岩地点)

- 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

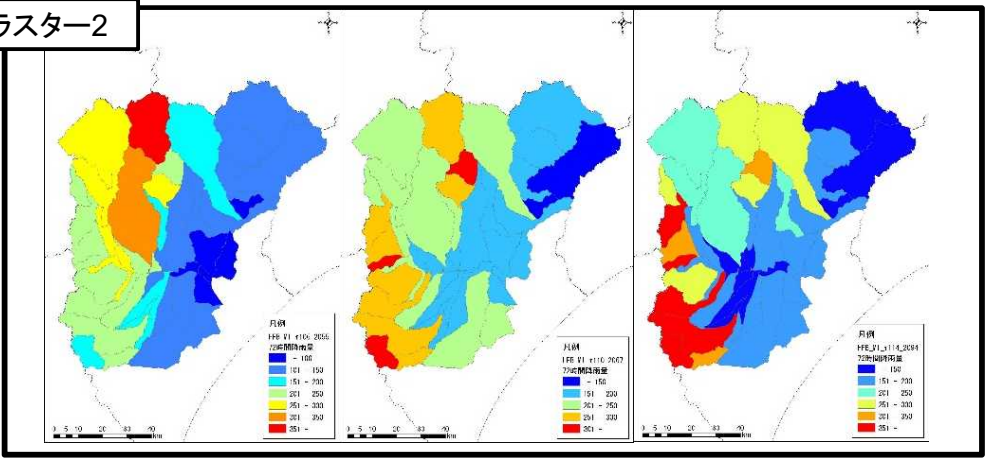


4°C上昇実験

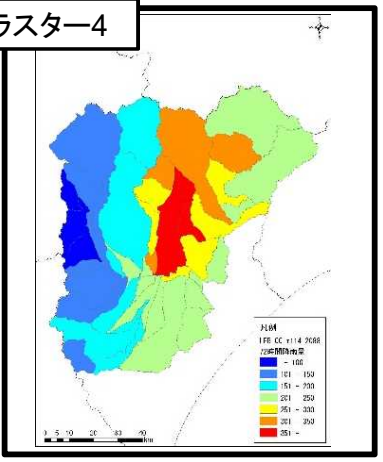


(参考)計画降雨量以下にも関わらず計画高水流量を超過するパターン(d4PDF、茂岩地点)

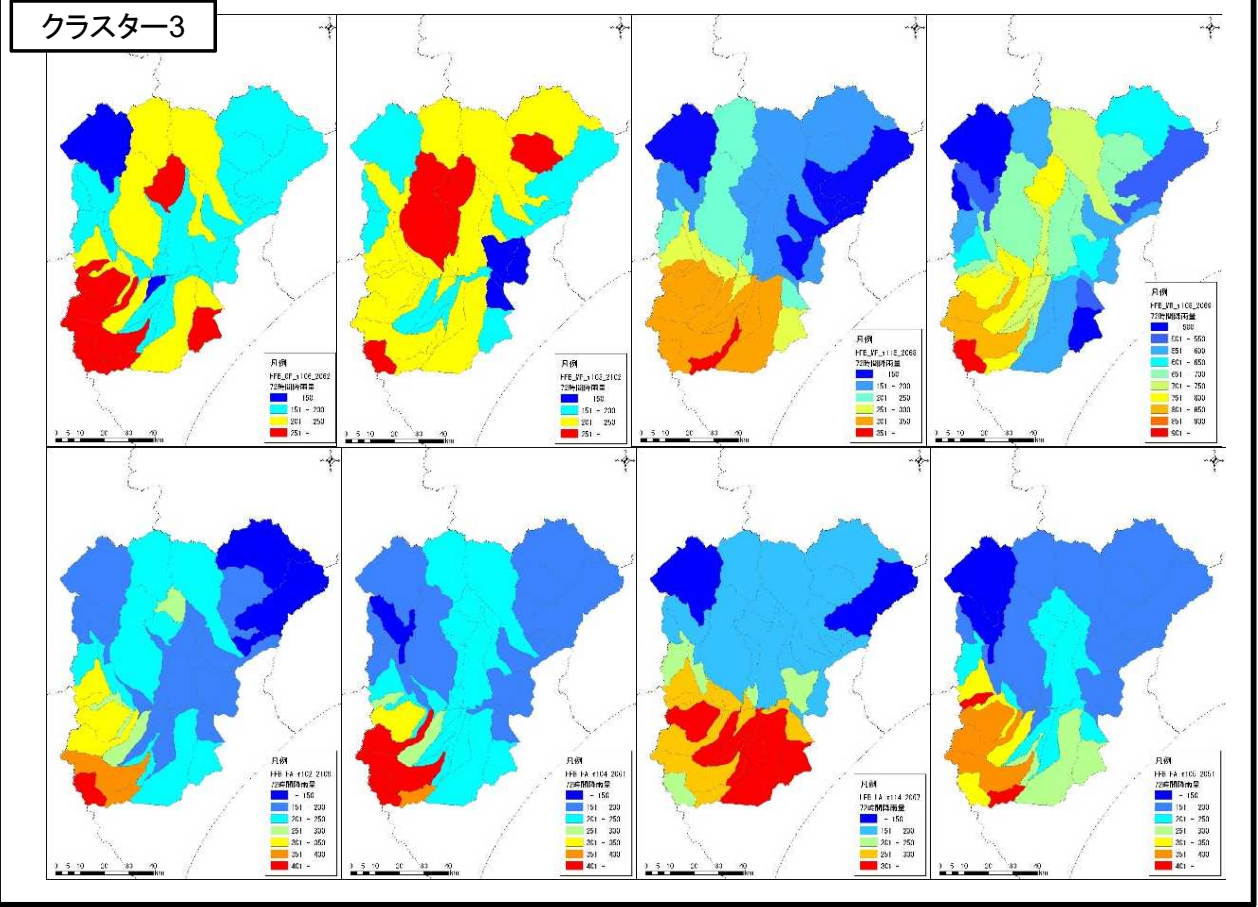
クラスター2



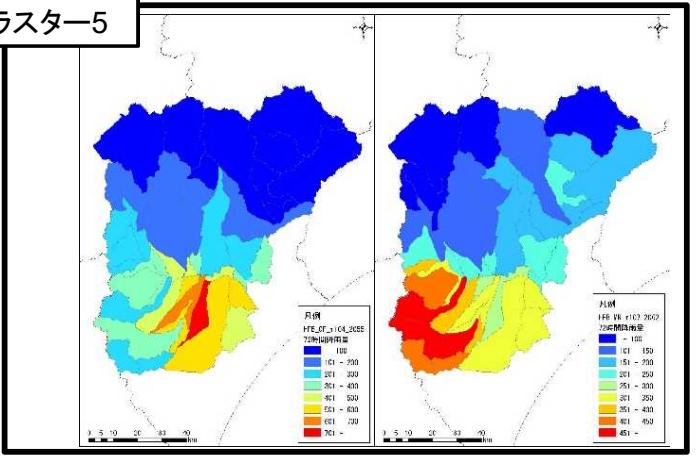
クラスター4



クラスター3



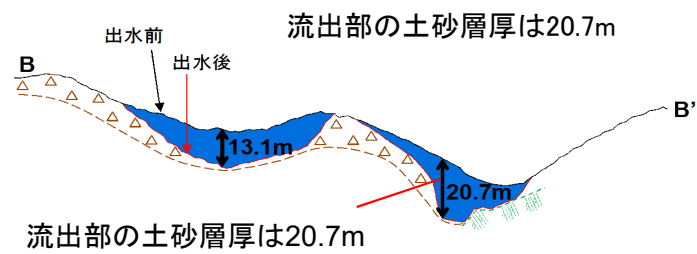
クラスター5



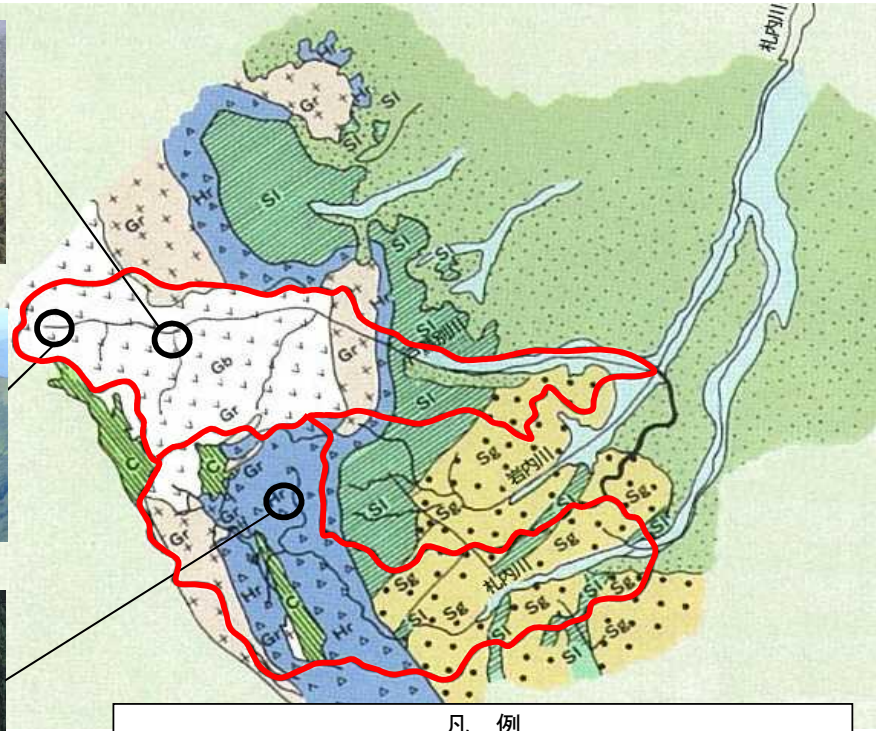
戸蔦別川における土砂災害のリスク

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)

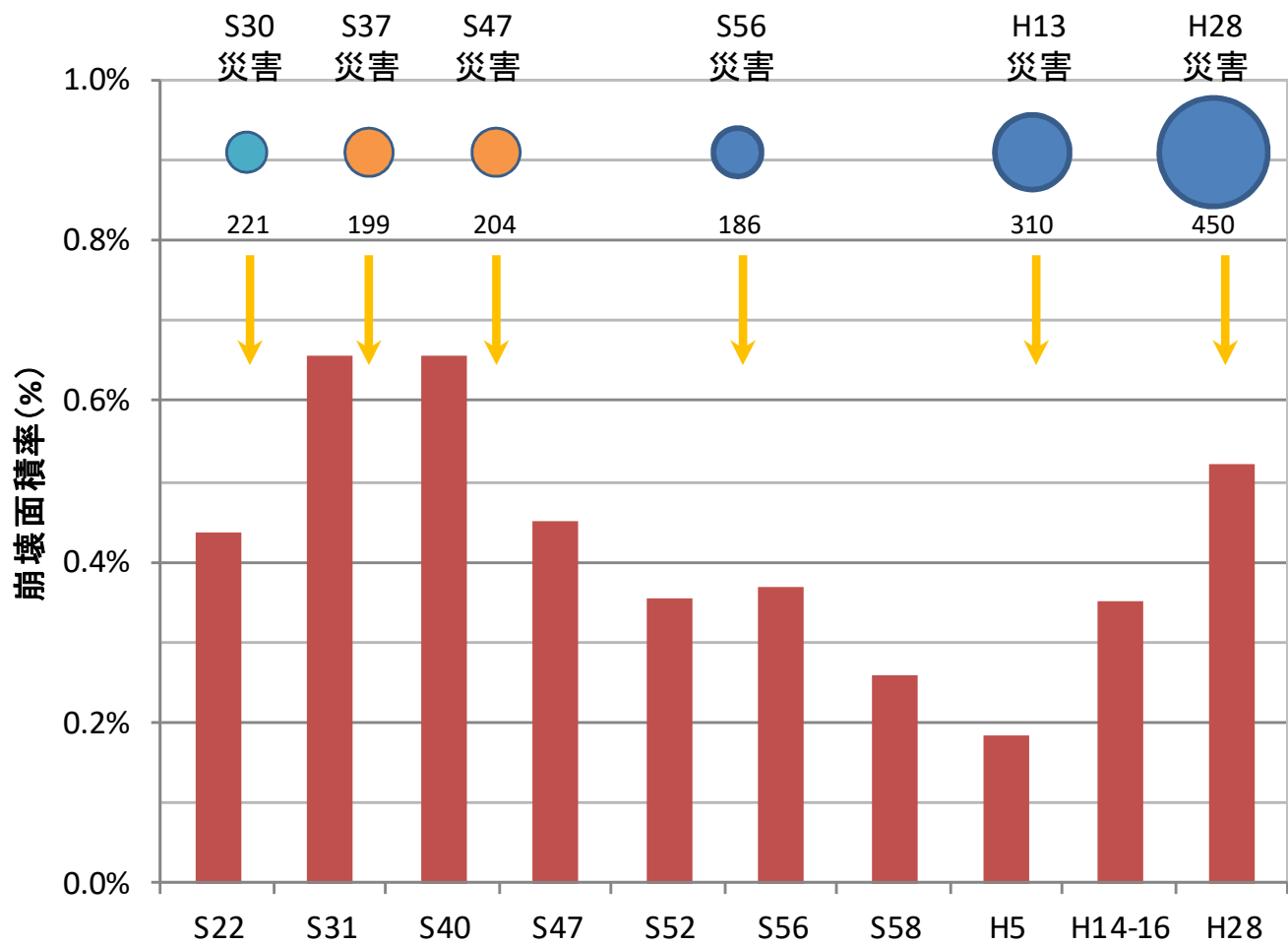


凡 例			
	礫・砂・粘土 (沖積層)		花こう岩質岩石
	ローム		はんれい岩質岩石
	砂岩・礫岩		ホルンフェルス
	粘板岩		結晶片岩・片麻岩岩石
			直轄砂防区域

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。



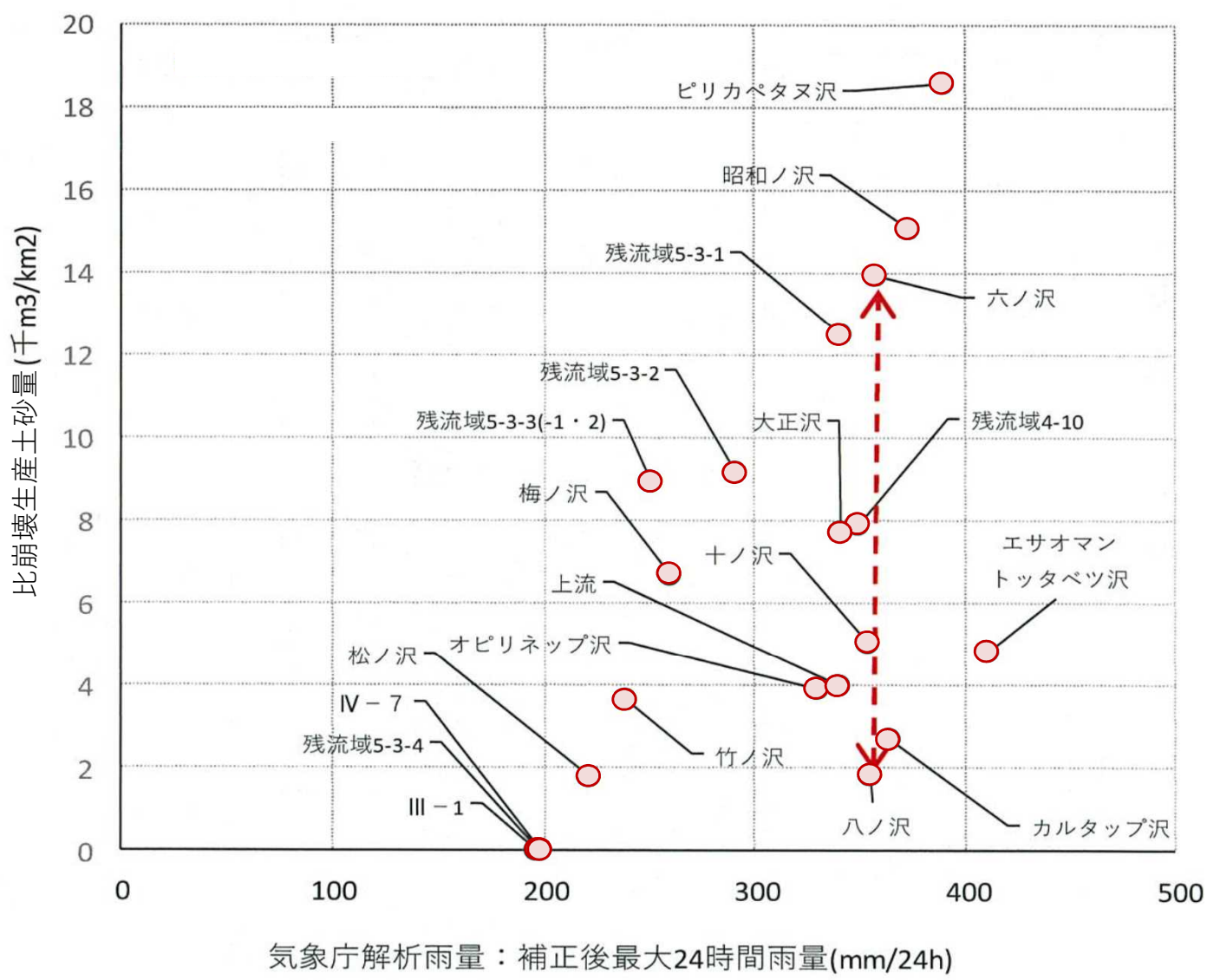
雨量(mm)

- 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

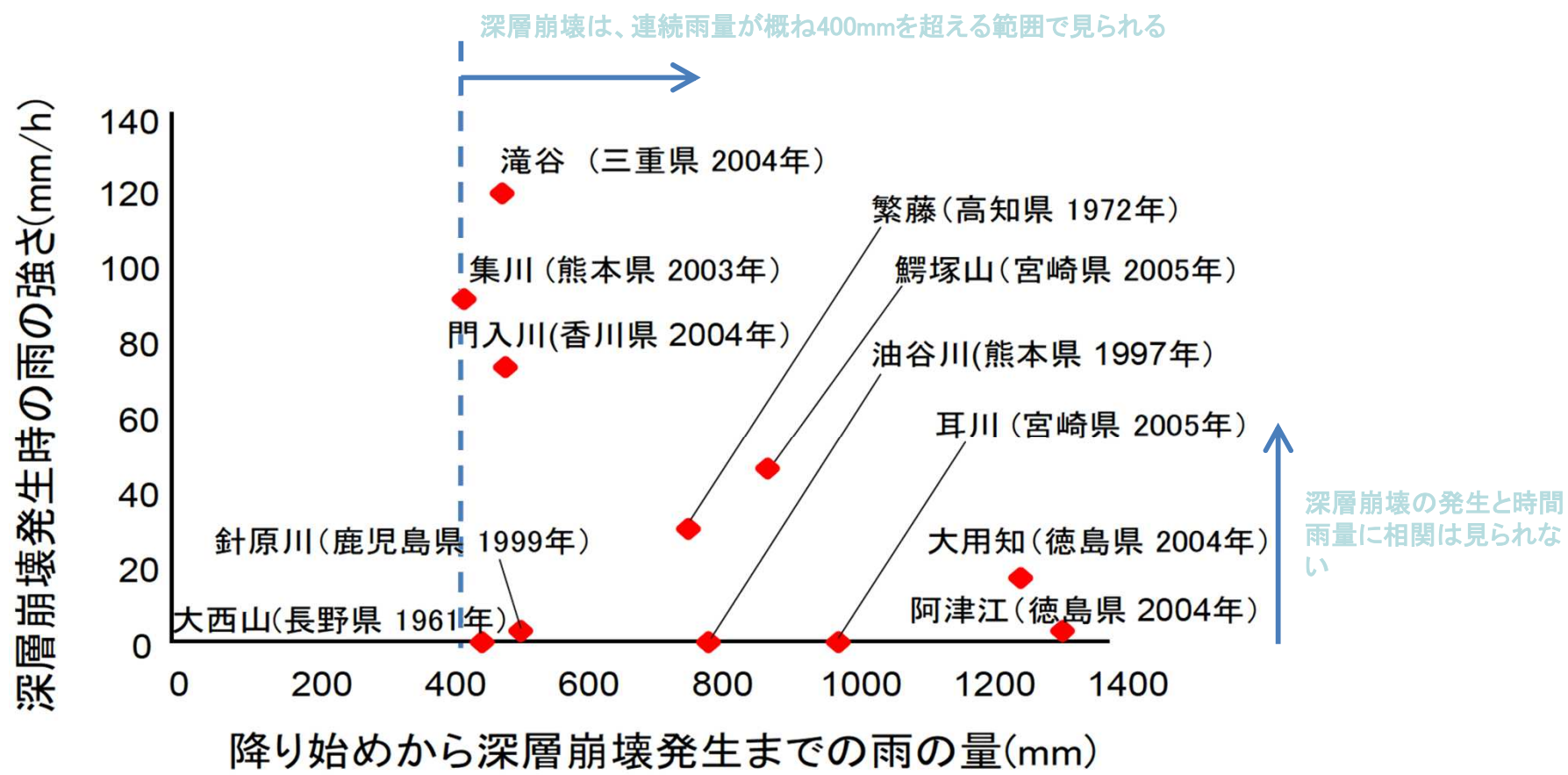
H28豪雨時の溪流ごとの土砂生産

- 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。



深層崩壊の誘因となる降雨

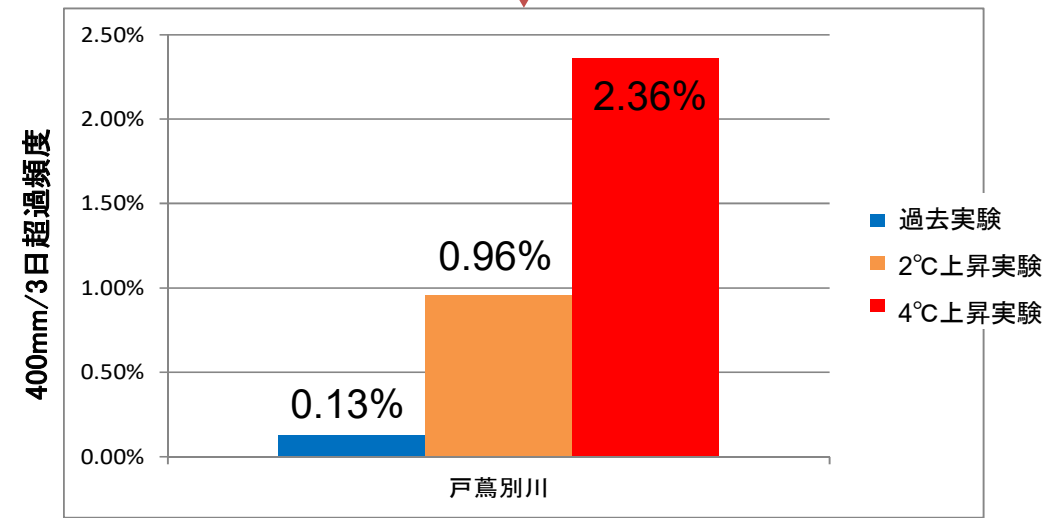
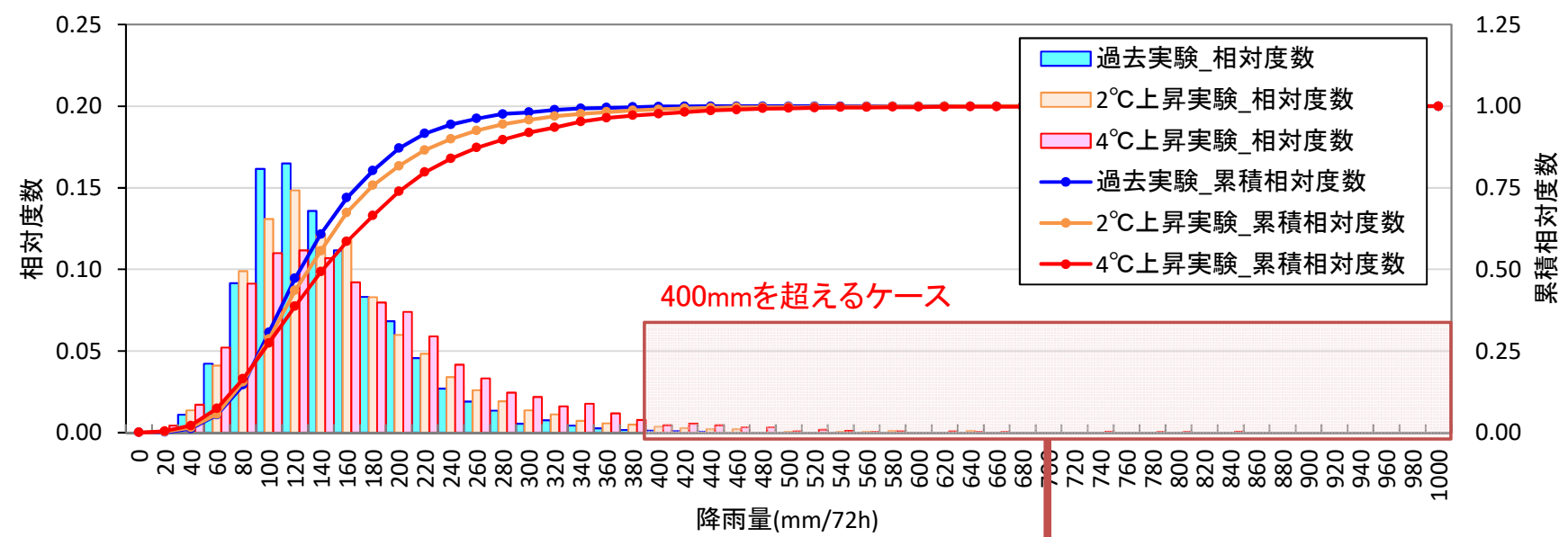
- 深層崩壊の誘因には降雨・融雪・地震・火山噴火などがある。
- 発生時の時間雨量は様々だが、深層崩壊の発生は、連続雨量が概ね400mm以上となっている。



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。



大雨が農業に与える影響について

- 十勝川流域では、畑作、酪農・畜産を中心とした大規模な農業が営まれ、また、これらを加工する食料品製造業が盛んである。
- 一方、平成28年の水害は、日本有数の食料供給地である十勝地方を直撃し、農作物の価格高騰などによる影響が全国的に及んだ。
- 平成28年の水害による農業被害を通して、気候変動がもたらす農業分野における影響について整理した。

【農地が浸水することによる影響】

- 畑作物は水に浸かることに非常に弱い。農地への浸水は作物の減産、不作に繋がる。
- 農地の土壌には、微生物や有機物などに加えて、保水性と排水性の両方が重要。
土づくり(特に表層30cm)には複数年を要し、洪水による流出は影響大。
- 浸水被害が2年連続で発生した場合には、農家への経済的な損失は大きなものとなり、廃業へと繋がりがねない可能性がある。

【農作物の集積施設や食品加工工場が浸水することによる影響】

- 農作物の集積施設の浸水により、集積施設としての機能が停止することで、その地域全体の農作物の集荷・選別・加工等、流通の全行程に影響が及ぶ可能性がある。
- 小麦やばれいしょ、豆類などを貯蔵する集積施設は、作物の温湿管理が重要。
浸水により電気系統の損害を受けた場合には、貯蔵中で浸水被害を受けなかった作物にも影響が及ぶ可能性。
- 十勝川流域には、大手乳製品メーカーや肉牛加工工場などの大規模工場が立地し、施設が浸水した場合には、受け入れ停止による生乳の廃棄や、生乳・肉牛の代替施設輸送など十勝地域全体の畜産農家に影響が及ぶ。

【地域経済への波及的影響】

- 農業の直接的な被害が、全国の食品加工業や外食産業などに間接的な経済被害を及ぼす。

浸水が十勝地方の農業に与える影響を踏まえ、気候変動による「浸水の頻度」、「農業集積施設における浸水リスク」、「経済への波及的な影響」等について分析を進めた。



農地の浸水被害(H28年8月南富良野町)

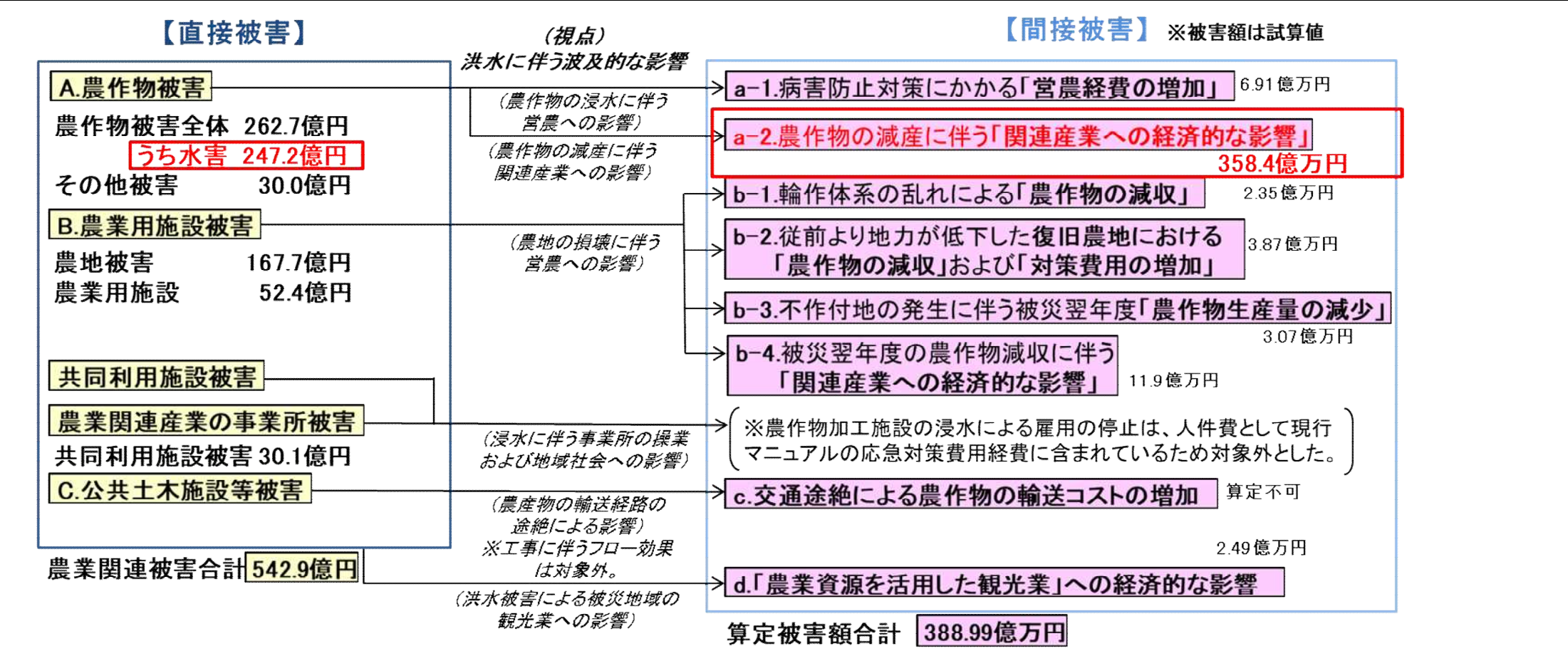


食品加工工場の浸水被害
(H28年8月南富良野町)

※農業に関連する研究機関からの聞き取りによる。

H28の水害による波及的な農業被害に関する試算について

- H28の台風による農業被害合計額は約543億円であり(図黄色部分)、そのうち水害によるものは約247億円を占める。
- 直接被害に対する間接被害をヒアリング調査をもとに体系化し、その全体額を推計すると約389億円となる(図ピンク色部分)。
- 間接被害のうち、産業連関分析による「関連産業への経済的な影響」は約358億円となり、間接被害全体の約9割を占めるとともに、水害による直接被害額の約1.4倍となり、北海道農業への被害が全国的な経済被害を及ぼしたことが想定される。



※間接被害の各項目は、H28台風被害に対するNOSAI・JA・被災した食品加工工場など11カ所を対象にヒアリングを行い抽出したものの、またそれぞれの試算額については下記の仮定のもと算出している:

(a-1) 営農経費の増加=掛かり増し営農経費(円/ha)×被害対象面積(ha)

(b-1) 輪作体系の乱れによる農作物の減収=収量減少+肥料費用を中心とした営農経費の増加=平年収量(kg/ha)×減収割合(%)×単価(円/kg)×連作面積(ha)+掛かり増し費用(円/ha)×連作面積(ha)

(b-2) 地力の低下による「農作物の減収」+「対策費用の増加」=農作物資産額(円/ha)×終了減収割合(%)×農地普及事業対象面積(ha)+整備費(円/ha)農地復旧事業対象面積(ha)

(b-3) 不作付地による農作物生産量の減少=農作物資産額(円/ha)×不作付地面積(ha)

(b-4) 翌年度の「関連産業への経済的な影響」:a-2の手法をb-1~b-3に適用し算出

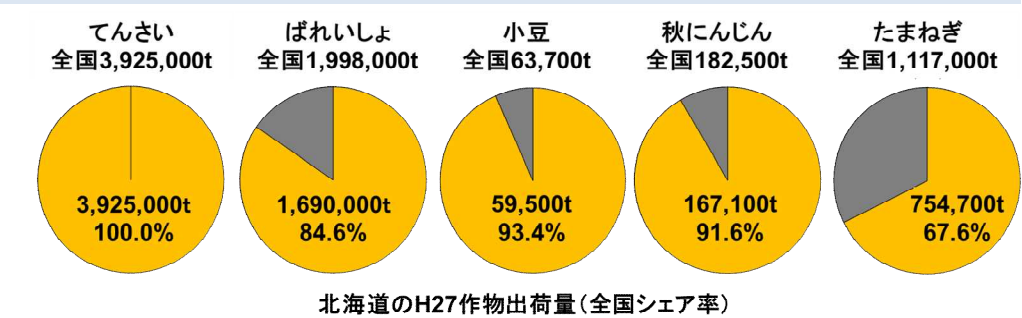
(c) 交通途絶による輸送コストの増加:算定不可(水害起因の交通途絶の判別、および通常と比較した場合のコスト増加率の把握が困難なため)。

(d) 農業資源を活用した観光業への経済的影響=(平年の観光客数-被災年の観光客数)(人)×農業関連施設での消費額(円/人)

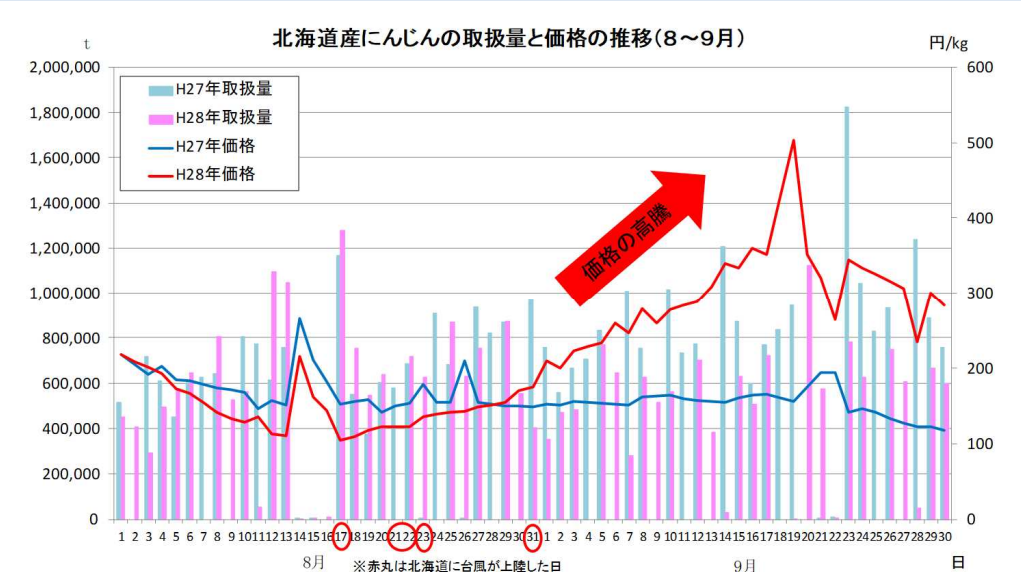
北海道の農業被害がもたらす全国への経済的影響について

- 北海道が高いシェアを占める農作物は数多くあり、これらが被害を受けると全国的な波及効果が発生する可能性がある。
 - H28の水害に対して、産業連関分析※1を用いて全国の関連産業への経済的な波及被害額を算定したところ、約358億円と試算されることから、北海道の農業被害が全国への経済的影響をもたらしたことが想定される※2。
- ※1: 経産省および各都道府県作成の「平成17年 地域間産業連関表」を使用 ※2: H28水害における農業の直接被害額: 約247億円

○北海道は多くの農作物において高い全国シェアを占めており、H27年作物出荷量の全国シェア率において、てんさいは100%、ばれいしょ・小豆・秋にんじんは80%以上。



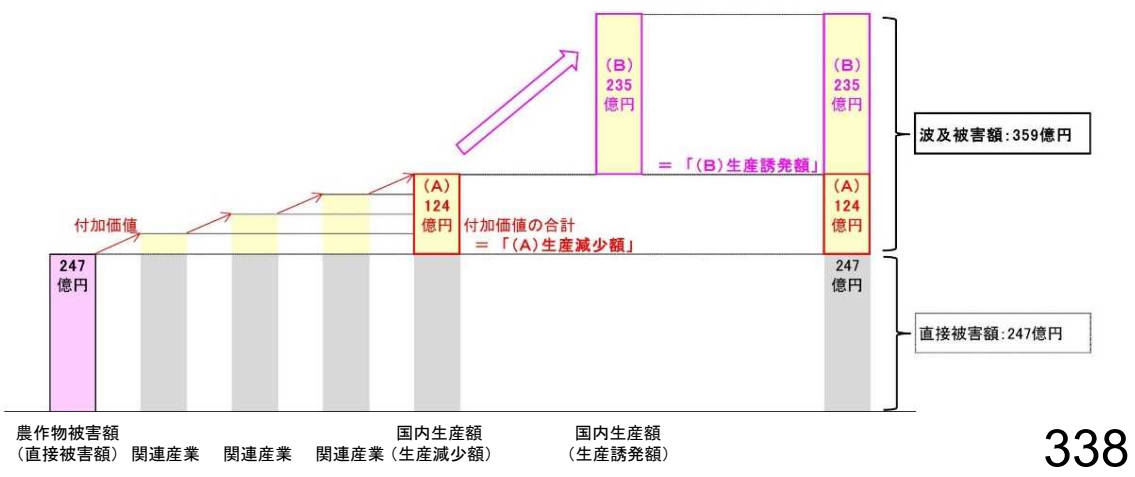
○北海道産にんじんは、例年8月以降全国シェア率9割を占めるため、H28の災害後は価格が過年度の2倍にまで高騰した。



○H28の水害において、農作物被害による関連産業(食品加工業、運送業、卸・小売業、飲食店等)への全国への経済的な波及被害額を産業連関分析にて算定した。ここで、
波及被害額 = 生産減少額※1 + 生産誘発額※2



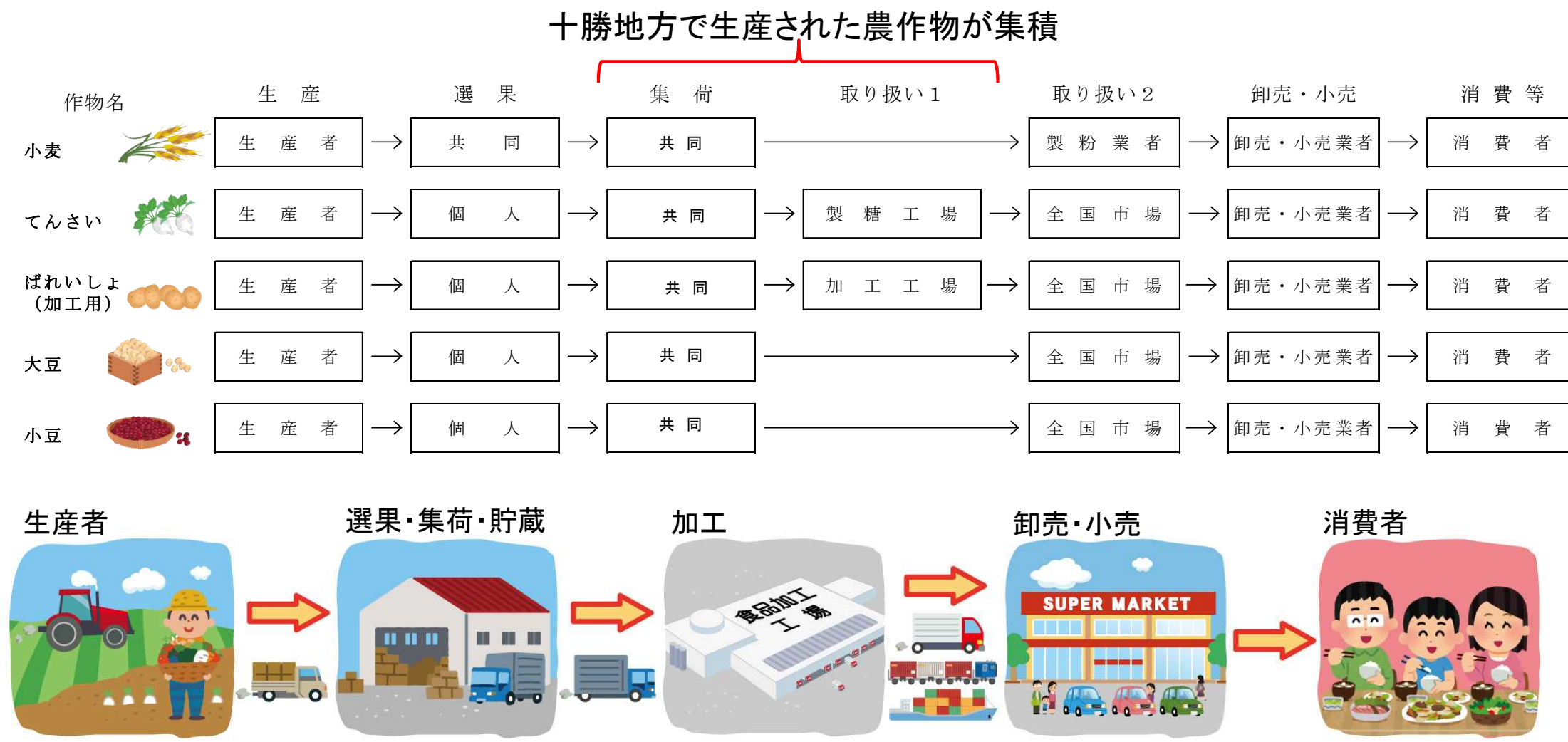
○農作物の直接被害額247.2億円に対して、
生産減少額 + 生産誘発額 **波及被害額**
123.77億円 + 234.67億円 = **358.4億円**
となり、北海道の農業被害が全国的な影響をもたらすことが分かった。



(参考)十勝川流域の農業施設

- 各地域ごとに農作物の集荷、貯蔵が行われている。
- 農業集積施設や食品加工工場が浸水被害により機能停止した場合には、受け入れ停止による農作物の廃棄、加工品の減産やそれに伴う生産農家の収益低下、消費者、関連産業（食品加工業、外食産業）への影響が想定される。

【十勝川流域の主要農作物の流通イメージ】



FNカーブを用いた効果検証

FNカーブから得られるリスク情報

- FNカーブは、ある確率で生起する洪水に対する、ブロック内での想定死者数との関係を示すものである。
- FNカーブを詳細に分析することで、全体のリスクを高めている氾濫ブロックの特定と、リスク低減に効果的な対策の抽出が可能となる。

➤ 高リスク領域に対して支配的な氾濫ブロックの特定

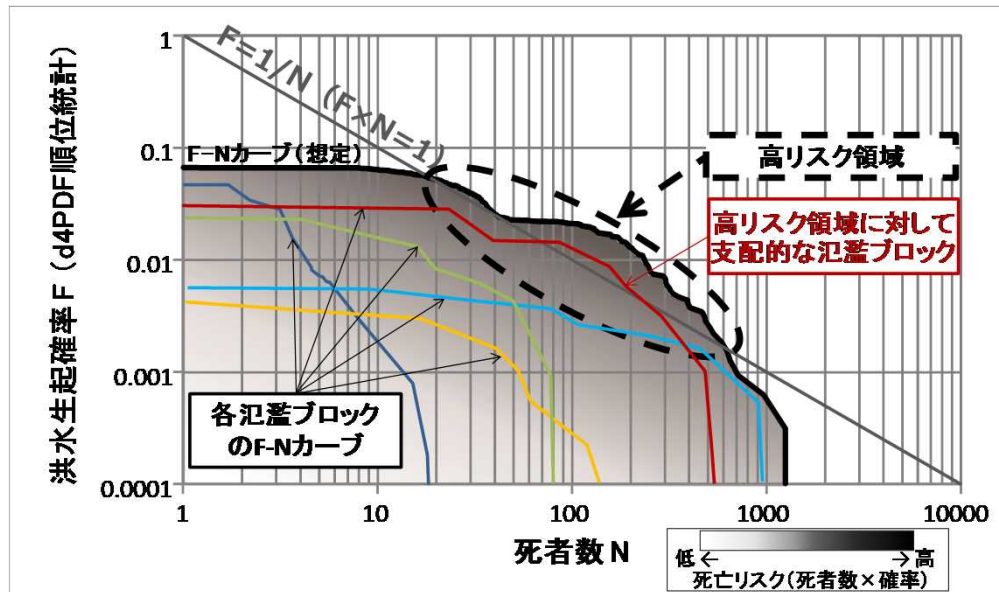


図 FNカーブによる高リスク領域の特定イメージ

- ・ あるエリアのFNカーブの高リスク領域に対して、そのエリアを構成する氾濫ブロック毎のFNカーブを重ねて図示することで、支配的となる氾濫ブロックを視覚的に把握することができる。
- ・ なお、支配的な氾濫ブロックを特定しにくい場合には、リスクが複数の氾濫ブロックに分散している可能性に留意。

➤ 高リスク領域に対して効果的な対策の抽出

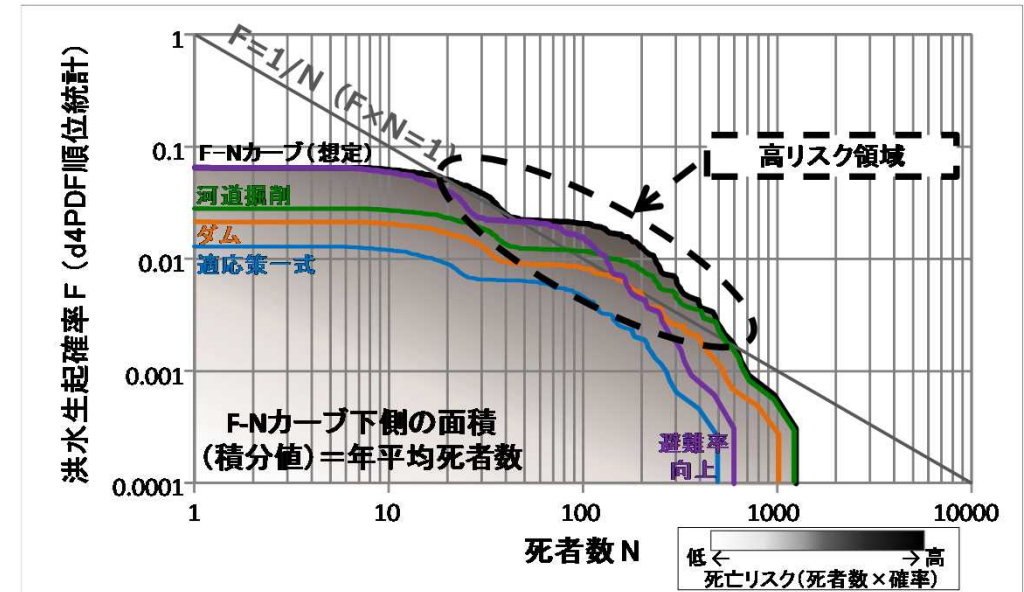
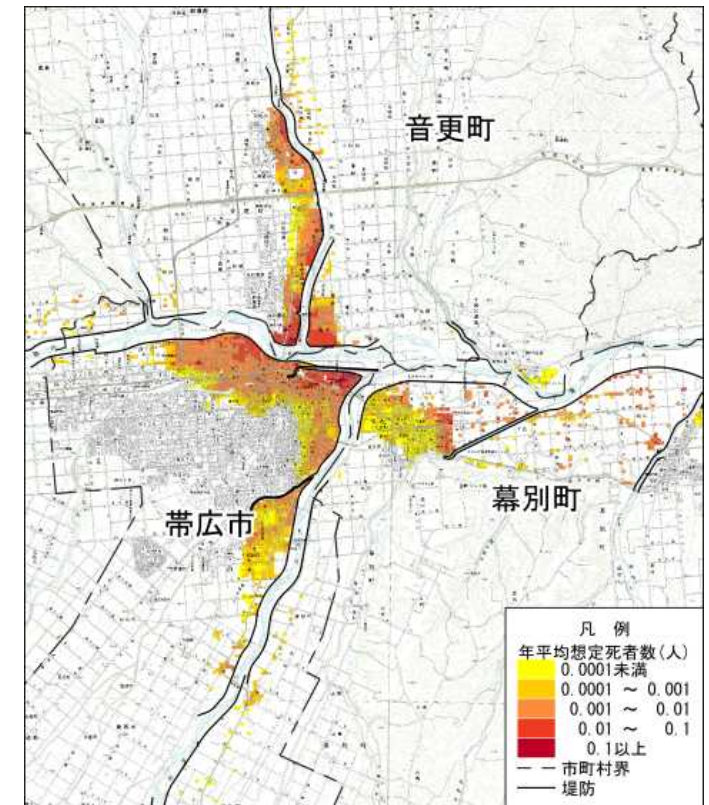
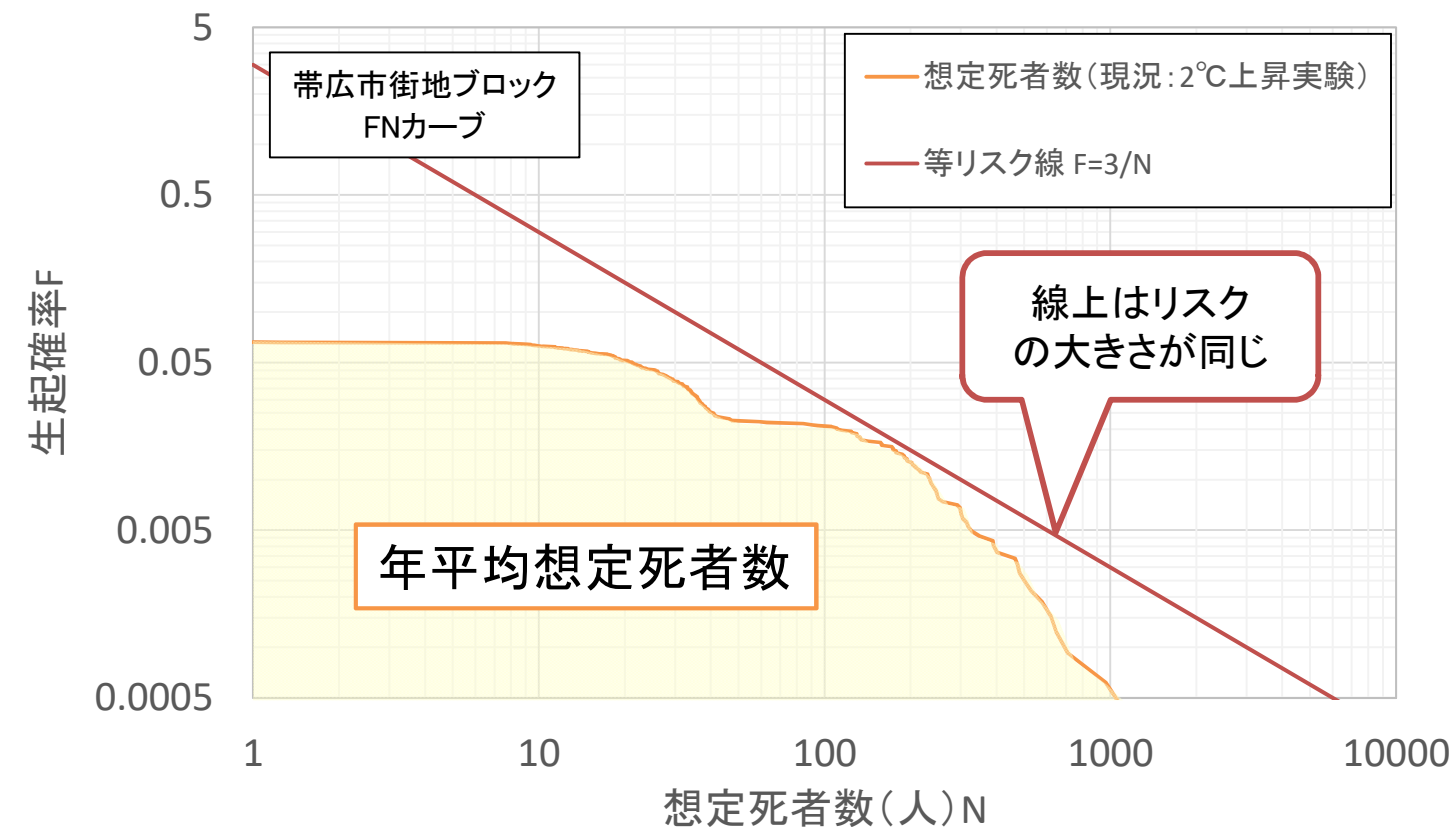


図 FNカーブによる効果的な対策の抽出イメージ

- ・ 各々の対策による効果を、FNカーブの変化から分析する。
- ・ 高リスク領域に対して効果的な対策をとることで、エリア全体の死亡リスクを効果的に引き下げることが可能となる。

FNカーブから得られるリスク情報

- FNカーブは、ある確率で生起する洪水に対する、ブロック内での想定死者数との関係を示すものである。
- FNカーブに対して、 $F=C/N$ で表現される等リスク線と比較することにより、流域内でリスクが特に高い領域について定量的に検討できる可能性がある。



FNカーブからみる人的被害軽減に効果的な河川整備

- FNカーブと等リスク線 ($F=C/N$) を用いることによって、リスク低下させるための対策案の検討手法として活用できる可能性がある。
- すなわち、現在の河川整備状況においては、帯広市街地ブロックの等リスク線の係数は $C=3$ で表されるが、 $C=1$ となるような河川整備を実施することにより、等リスク線を上回っている領域（つまり、流域において高いリスクとなる領域）を抑制することにつながる。

