

気候変動を踏まえたリスク評価について

令和元年7月26日

○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成28年8月出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- 流量の変化について(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の流量変化(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成28年8月出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- 流量の変化について(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の流量変化(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

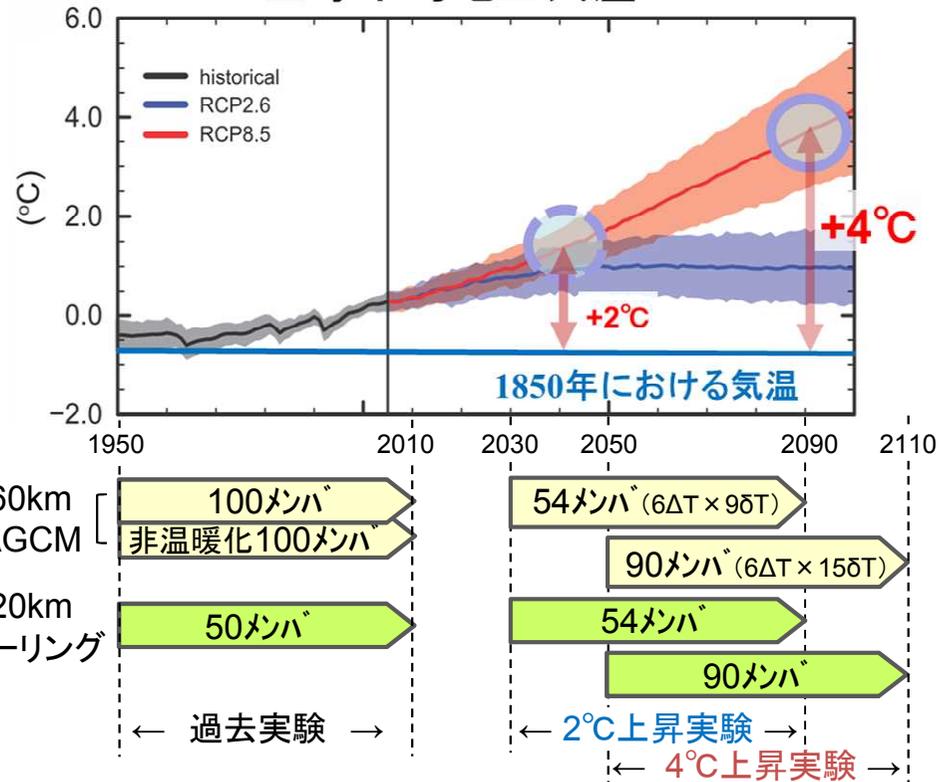
○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

【気候予測アンサンブルデータ】

- d4PDF は、防災等への研究利用、国・自治体、産業界への影響評価や温暖化対策策定への活用を目的として、文科省・気候変動リスク情報創生プログラムおよび海洋研究開発機構・地球シミュレータ特別推進課題において作成されたものである。
- 気象庁気象研究所の全球気候モデル(水平解像度60km)と領域気候モデル(日本域20km)を用いた大規模な気候変動アンサンブル実験(過去実験50メンバ×60年、2°C上昇実験54メンバ×60年、4°C上昇実験90メンバ×60年)のデータが利用可能である。
- 気候変動予測実験データについては、「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)」を活用する。

d4PDFにおける利用可能データ

全球平均地上気温



地球温暖化対策に資する
アンサンブル気候予測データベース
database for Policy Decision making for
Future climate change (d4PDF)

- ◆d4PDFの利用における限界と注意点
- モデルには系統誤差(バイアス)があり、影響評価等に用いる際には、バイアス補正が必要。
 - 6種類のSST昇温パターンを用いているが、モデルの不確実性の幅を十分にはカバーできていない。
 - モデルの「癖」が強く表れて、偏った予測結果になっている可能性がある。

全球モデル(AGCM)と領域モデル(NHRM)の解像度と計算領域(一部改)

※出典: 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベースd4PDF, <http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/index.html>
文部科学省ほか, d4PDF利用の手引き, 2018.11, <http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/design.html>

【気候予測アンサンブルデータ】

- d4PDFのアンサンブル数は過去実験で60年(1951-2010) × 50メンバの計3000年であり、4°C上昇実験(気候変動シナリオRCP8.5における2090年時点相当)で60年(2051-2110) × SST6メンバ × 15摂動の計5400年分となっている。
- 2018年に公開された2°C上昇実験(気候変動シナリオRCP8.5における2040年時点相当)で60年(2031-2090) × SST6メンバ × 9摂動の計3240年分 となっている。

※本資料では、4°C上昇実験をd4PDF、2°C上昇実験をd2PDFと呼称する。

名称	地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)		
実験	過去実験	4°C上昇実験(d4PDF※)	2°C上昇実験(d2PDF※)
気候変動シナリオ		RCP8.5における2090年時点 (1850年比4°C上昇相当)	RCP8.5における2040年時点 (1850年比2°C上昇相当)
ダウンスケーリング手法	力学的		
全球モデル	AGCM		
領域モデル	NHRCM		
解像度	20km		
実験年	1951年～2010年(60年)	2051年～2110年(60年)	2031年～2090年(60年)
海面水温パターン(SST)	観測値(COBE-SST2)	6パターン(CCSM4、GFDL-CM3、HadGEM2-AO、MIROC5、MPI-ESM-MR、MRI-CGCM3)	6パターン(CCSM4、GFDL-CM3、HadGEM2-AO、MIROC5、MPI-ESM-MR、MRI-CGCM3)
積雲対流スキーム	1パターン(Yoshimura Scheme (YS))		
メンバ数等	摂動50メンバ × 60年 ⇒3000年分	SST(海面水温)6メンバ × 摂動15メンバ × 60年 ⇒5400年分	SST(海面水温)6メンバ × 摂動9メンバ × 60年 ⇒3240年分
実施機関	文科省: 気候変動リスク情報創生プログラムおよび統合的気候モデル高度化研究プログラム、気候変動適応技術社会実装プログラム 海洋研究開発機構: 地球シミュレータ特別推進課題		

【気候予測アンサンブルデータ】（ダウンスケーリング）

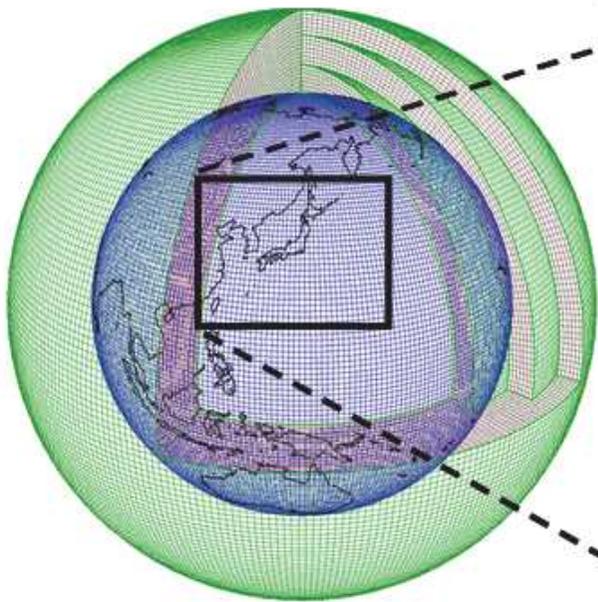
- 大きな洪水流出をもたらす台風や集中豪雨等の数十kmスケールの気象現象を対象とし、極端降雨や流域の地形特性を十分に表現できる解像度が必要となる。
- 本検討では、d4PDFおよびd2PDFの領域モデル実験（水平格子間隔20km）結果を、気象庁の領域気象モデル（NHRCM）を用いて5kmメッシュにダウンスケーリングした。

＜ダウンスケーリングについて＞

- ◆ 粗い気象モデルを境界条件として、領域内の気象を高解像度に再計算する方法。
- ◆ 課題…解像度によって計算負荷が大きくなる。

AGCM

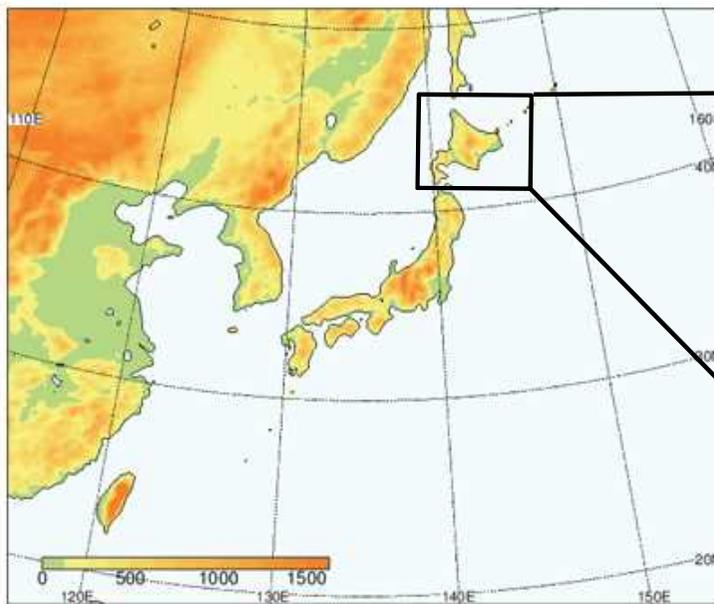
（水平解像度約60km）



（画像：気象庁提供）

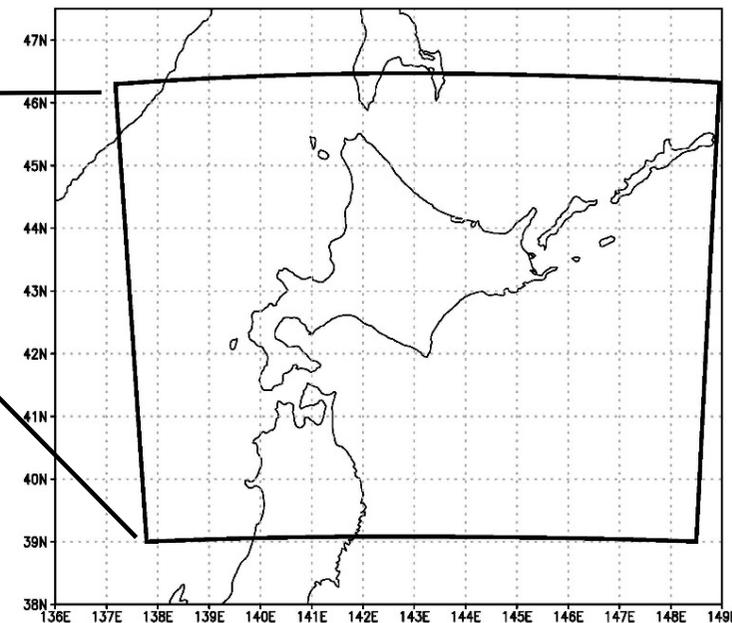
NHRCM

（水平格子間隔約20km）



NHRCM

（水平格子間隔約5km）

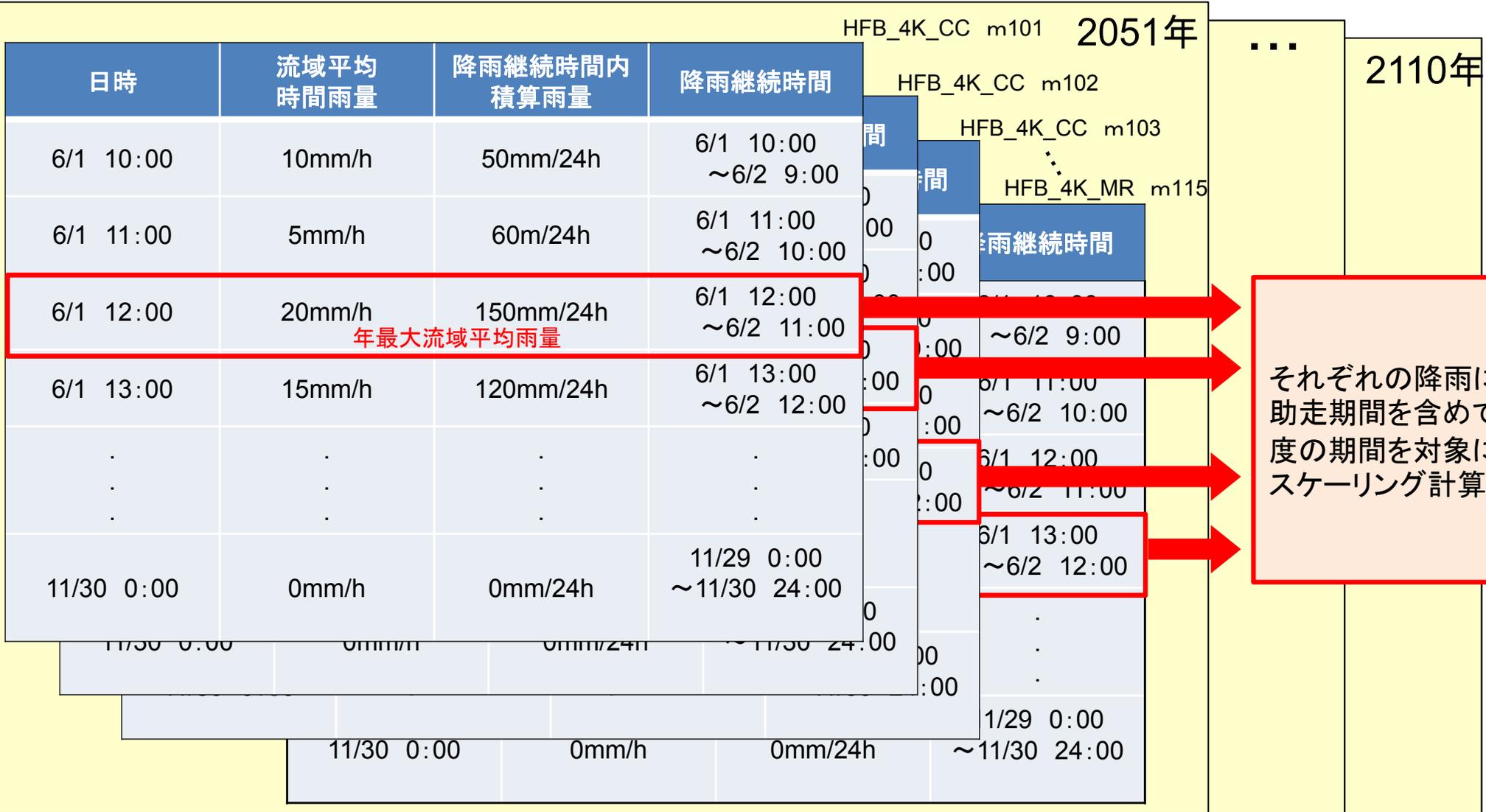


142.5E, 42.75Nを中心に東西方向に800km、南北方向に800kmの範囲

【気候予測アンサンブルデータ】（ダウンスケーリング） 期間について

- d4PDF(d2PDF)の日本周辺RCM20の過去実験60年×50メンバ、将来予測(4°C上昇実験:60年×90メンバ、2°C上昇実験:60年×54メンバ)の降雨量データから、各流域で年最大流域平均雨量となるイベントを抽出。このときの降雨継続時間は、常呂川1日、十勝川3日、石狩川3日とする。
- ダウンスケーリング実施期間は、対象降雨を含む2週間程度とする。

・各メンバの6月～11月を対象に、降雨継続時間内の流域平均積算雨量を算定(24hの場合)



それぞれの降雨について、助走期間を含めて2週間程度の期間を対象に、ダウンスケーリング計算を実施。

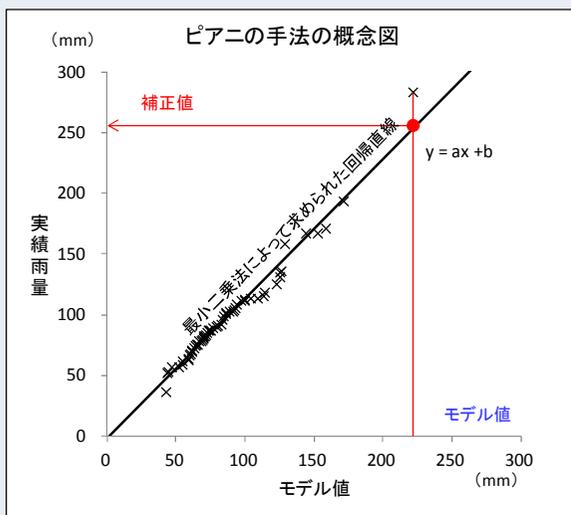
- 気象研究所技術報告第73号では、バイアス補正手法としてピアニの手法、クオンタイルマッピング法が紹介されている。
- 本検討では、流出計算実施の際の時間雨量に対してもバイアス補正を行う。そのため、バイアス補正を行っても補正前の降雨と大小関係(降雨波形)が維持され、実務上も取り扱いが容易なピアニの手法を用いる。

ピアニの手法

手法の概要

モデルによる計算値、観測値それぞれをソートし、小さい値から大きい値の順に並べる。ソートされた計算値、観測値をそれぞれx、yの値と見なしてxy平面にプロットする。そして、xとyについての線形関係を最小二乗法によって求める。この関係式を用いれば計算値(x)が観測値(y)に近似的に補正される。

概念図



利点

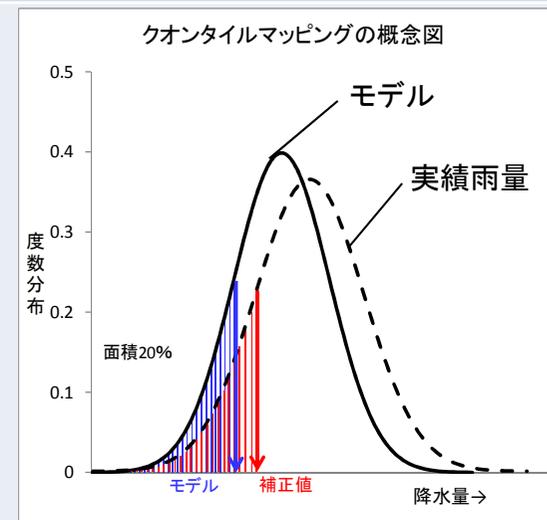
補正前の計算値の大小関係が補正後も維持される。

欠点

最小二乗法による近似を用いているため、誤差が完全に解消されるわけではない

クオンタイルマッピング

モデルによる計算値、観測値それぞれについて累積密度関数を求め、等しいパーセンタイル値を示すデータを対応させる。クオンタイルマッピングでは観測値の累積密度関数に数値を合わせるため、将来気候実験データに適用すると不具合が生じる場合がある。



モデルによる計算値が対応するパーセンタイル値の観測値に置き換えられることによって、誤差が完全に解消される

将来気候におけるモデル計算値と観測値との関係を現在気候のもので代用すると、補正前の計算値の大小関係が補正後に逆転してしまう現象が稀にみられる。

参考資料：『気象研究所技術報告第73号2015第4章将来気候予測』

- 過去実験の年最大降雨量を対象とし、ピアニの手法によるバイアス補正を実施した。
- 関係式作成の対象データは観測実績データとの対応期間とし、過去実験の各50アンサンブルメンバの関係式を作成した。
- なお、関係式については、降雨量が負の値となることのないように、 $b=0$ とした。
- 作成した50アンサンブルメンバの関係式の定数 a の平均値を算出し、全サンプルに適用する関係式を作成した。

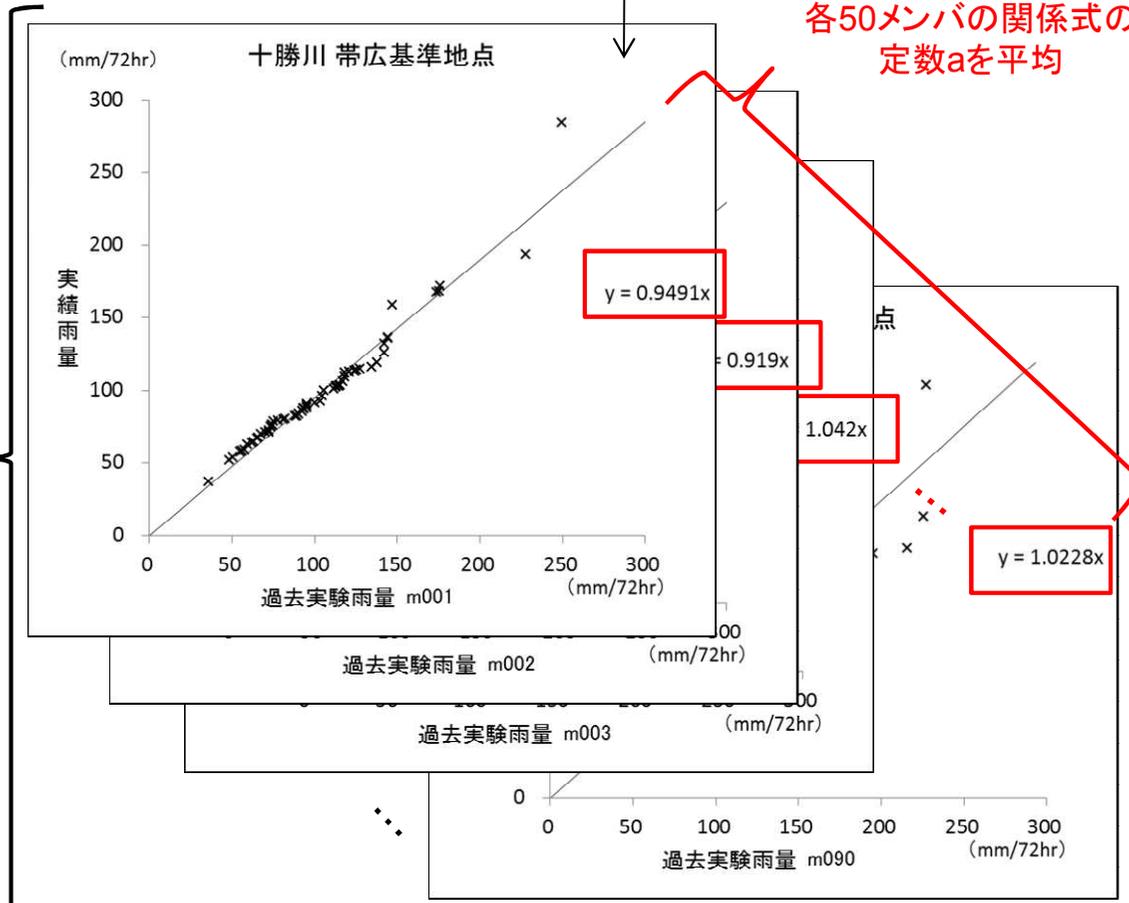
関係式の作成方法

- 観測実績データとの対応期間
 - ・帯広基準地点…60年(1951-2010)
 - ・北見基準地点…49年(1962-2010)

観測実績値と実験値を昇順に並び替えてプロットを作成。

各50メンバの関係式の定数 a を平均

過去実験
50メンバ



補正値の算出方法

ダウンスケーリング後の
流域平均雨量(X)

- ・将来実験
- ・過去実験

関係式

$$Y = a_{\text{平均}} \times X$$

- ・帯広基準地点… $y = 0.99x$

バイアス補正値(Y)

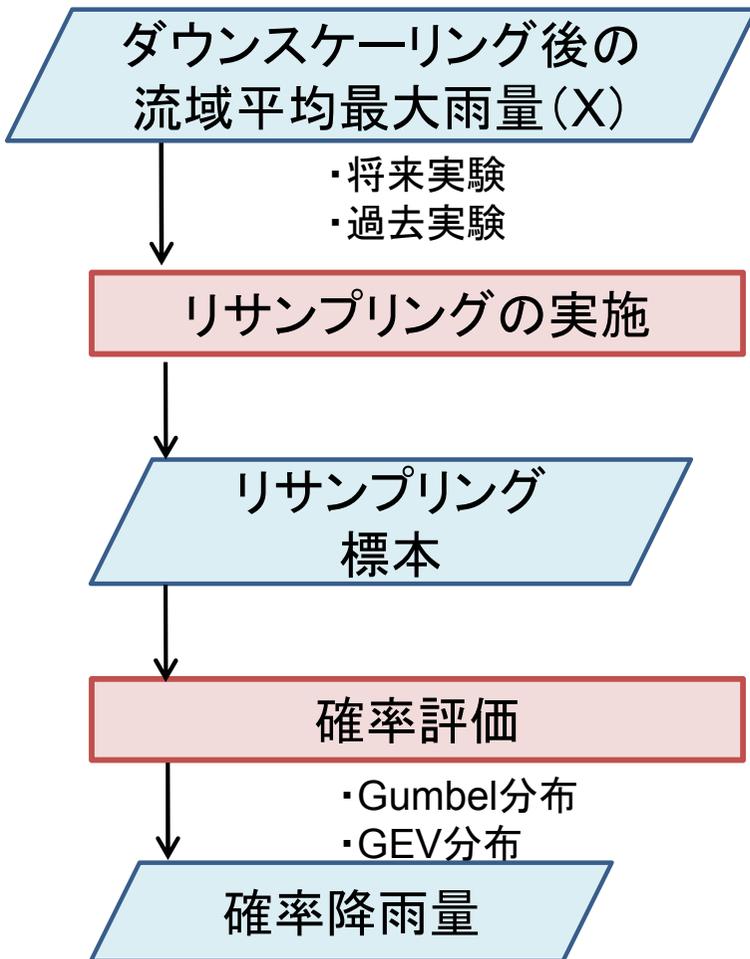
※補正式について

補正式は、流域平均の計画降雨継続時間(十勝川3日・常呂川1日)での年最大雨量を対象にして作成されている。一方で、流出計算には時間雨量が必要となる。補正式($y=ax+b$)を時間雨量に適用した場合、 b の値により、負の値をとる可能性がある。そのため、補正式は $y=ax(b=0)$ とした。

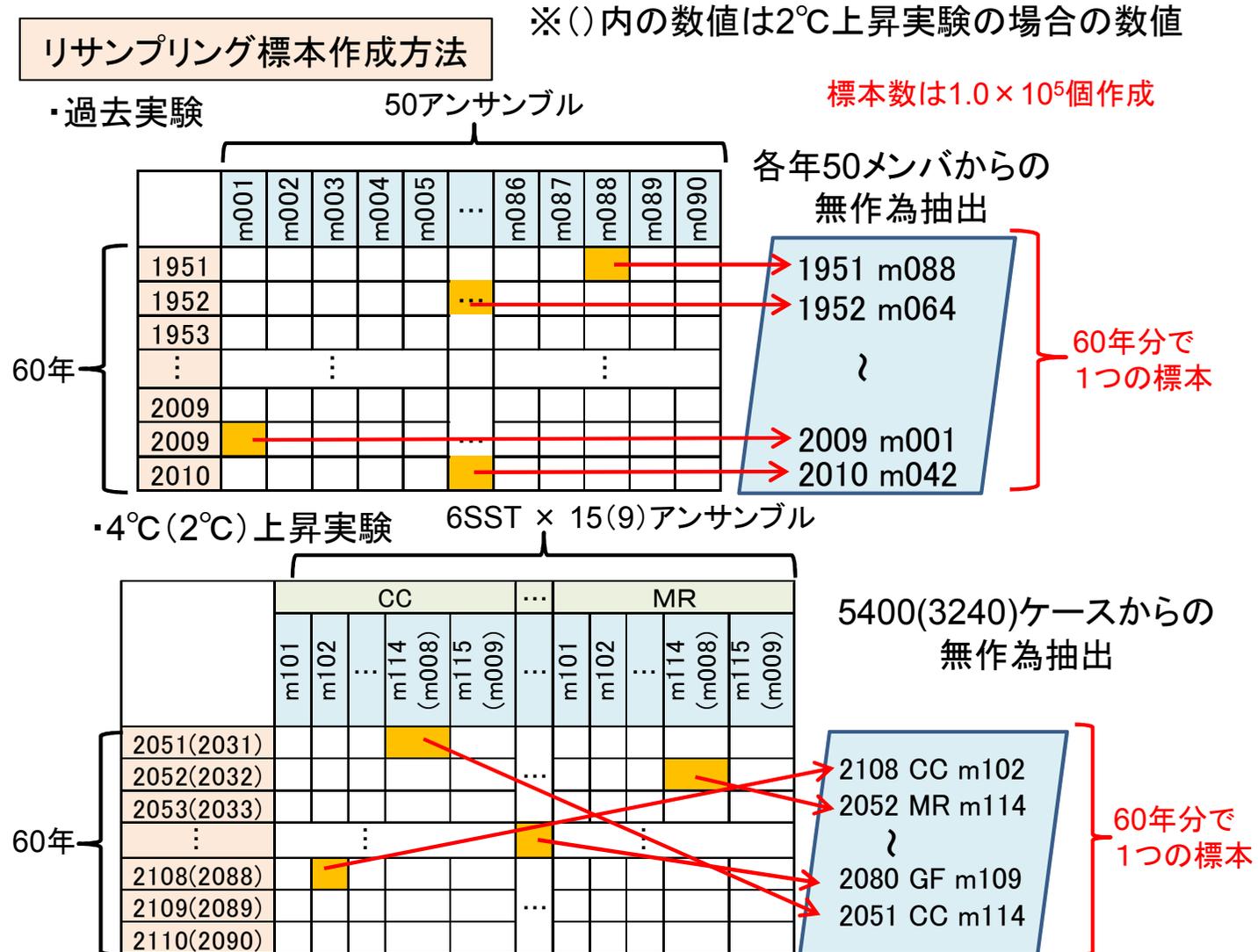
【気候予測アンサンブルデータ】(リサンプリング)

- 確率降雨量の取りうる幅を評価する際に重要となる、分布のすそ野部分の評価を行うため、リサンプリングによって標本を大量に作成し、確率評価を行った。
- リサンプリングの標本数は、確率降雨量の試行毎の値の変動を考慮し、 1.0×10^5 個とした。
- 過去実験については、年々変動の影響を考慮し、各年の50メンバから1メンバを無作為抽出したものを一つの標本とした。4°C上昇実験(2°C上昇実験)については、5400(3240)ケースから60ケースを無作為抽出し、一つの標本とした。

確率降雨量の算出方法

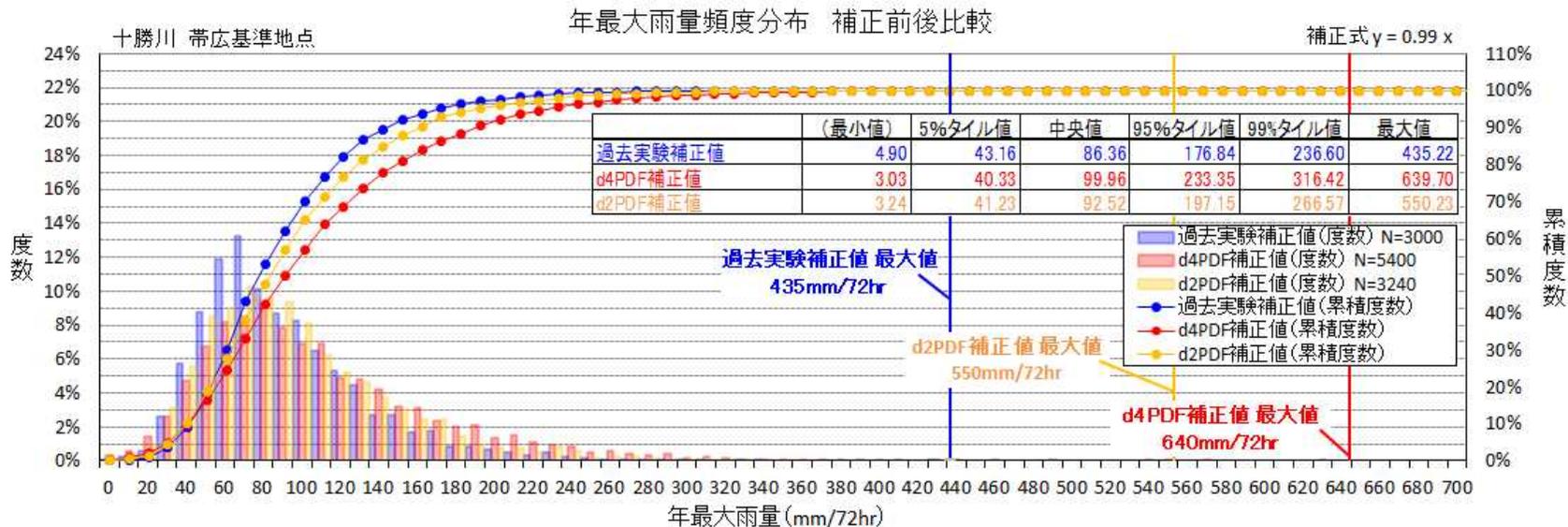
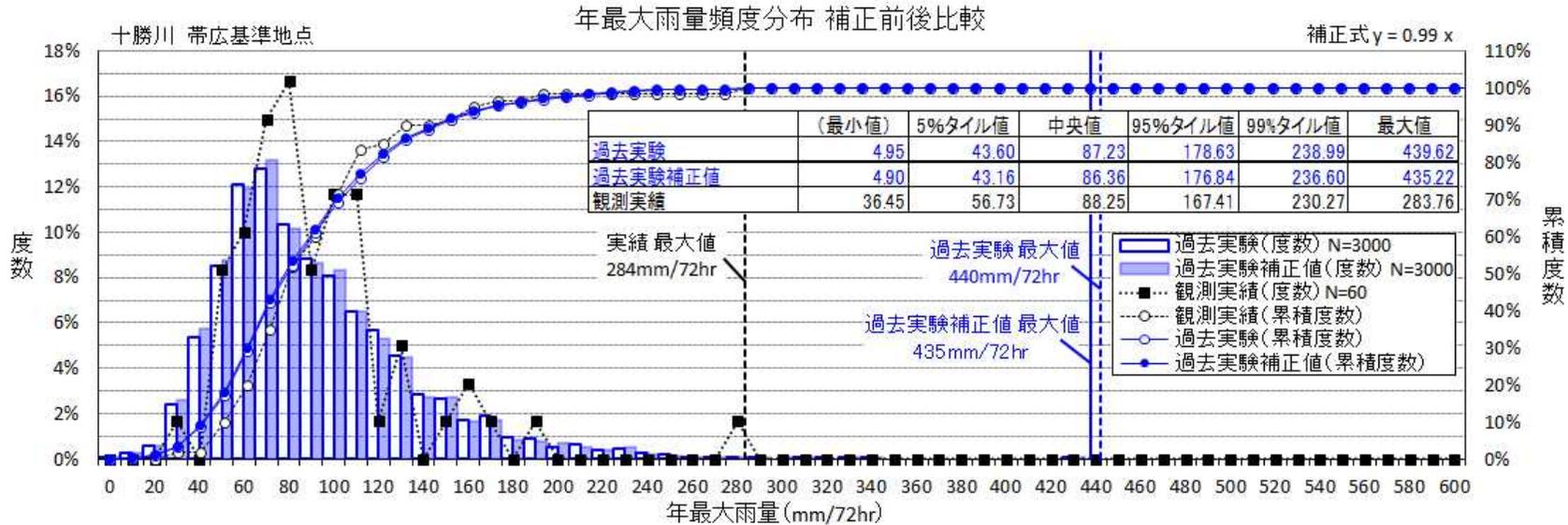


リサンプリング標本作成方法



【気候予測アンサンブルデータ】 帯広地点の年最大雨量頻度分布

- 十勝川帯広基準地点流域における実績降雨とダウンスケーリング後の過去実験降雨を比較すると、実績降雨の中央値88mmに対して過去実験降雨の中央値は87mmとなり、同程度であった。
- ダウンスケーリング後の過去実験降雨と将来実験降雨(d4PDF/d2PDF)を比較すると、過去実験降雨の中央値87mmに対してd4PDFは100mm、d2PDFは93mmのとなり、気候変動後にはいずれのシナリオも降雨量が増加傾向となる。

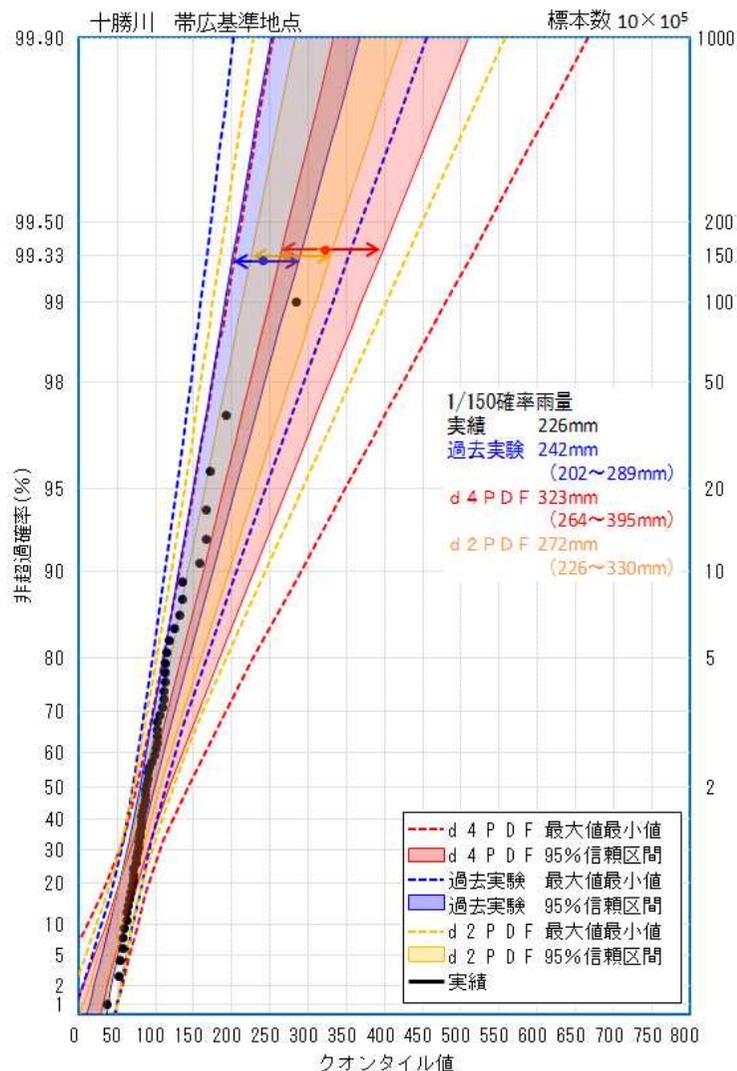


【気候予測アンサンブルデータ】 降雨量の確率評価

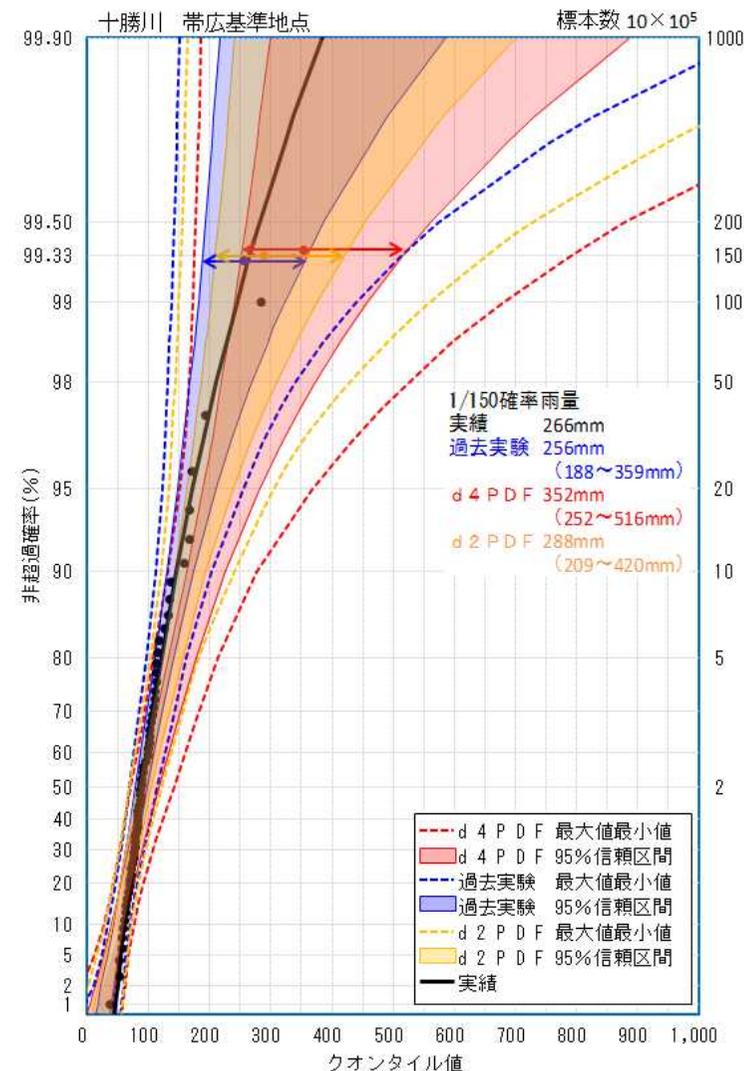
- GEV分布では、1/150確率降雨量の過去実験の95%信頼区間は188mm～359mmとなった。一方、将来実験(d4PDF)の95%信頼区間は252mm～516mmとなり、将来気候では降雨が大きくなる傾向がみられた。
- d2PDFの95%信頼区間は209mm～420mmとなり、上限値・下限値はそれぞれ過去実験と将来実験(d4PDF)の信頼区間の間に位置している。

※補正係数は、過去実験5kmメッシュデータから算出された、 $a = 0.99$

Gumbel分布



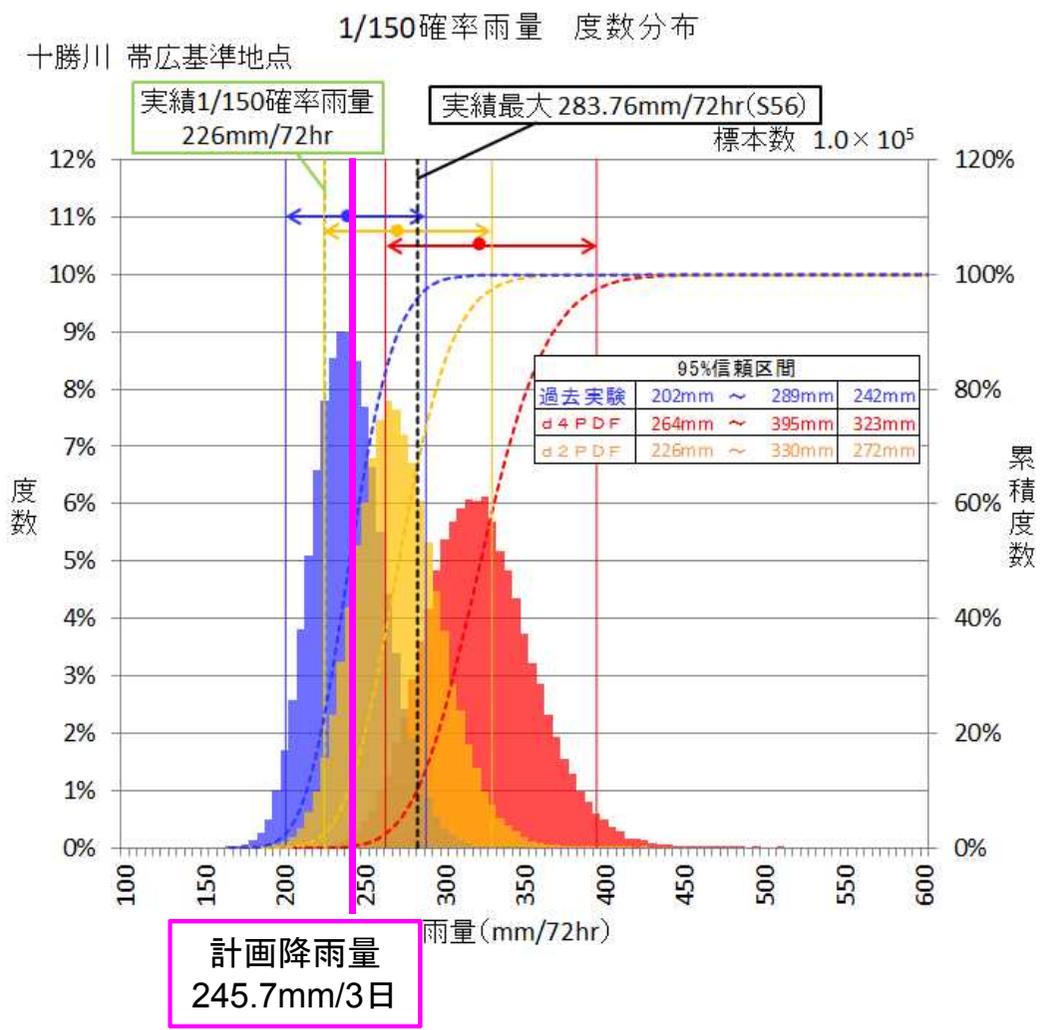
GEV分布



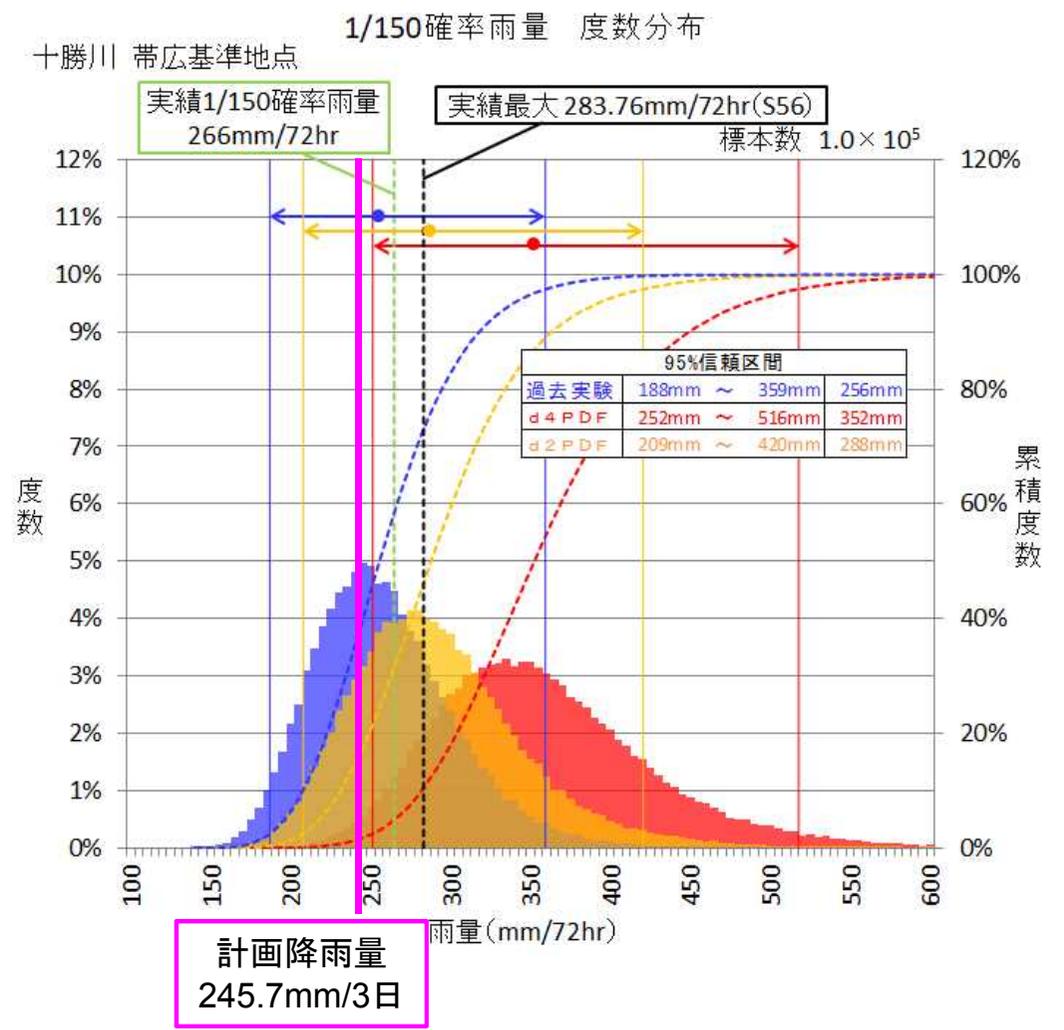
【気候予測アンサンブルデータ】 降雨量の確率評価

- GEV分布では、d4PDF及びd2PDFの中央値が過去実験の95%信頼区間内に含まれる。
- 帯広基準地点の中央値は、過去実験256mmに対し、d2PDFが288mm、d4PDFが352mmとそれぞれ1.13倍及び1.38倍に増加する。

Gumbel分布



GEV分布



○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成28年8月出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- 流量の変化について(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の流量変化(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

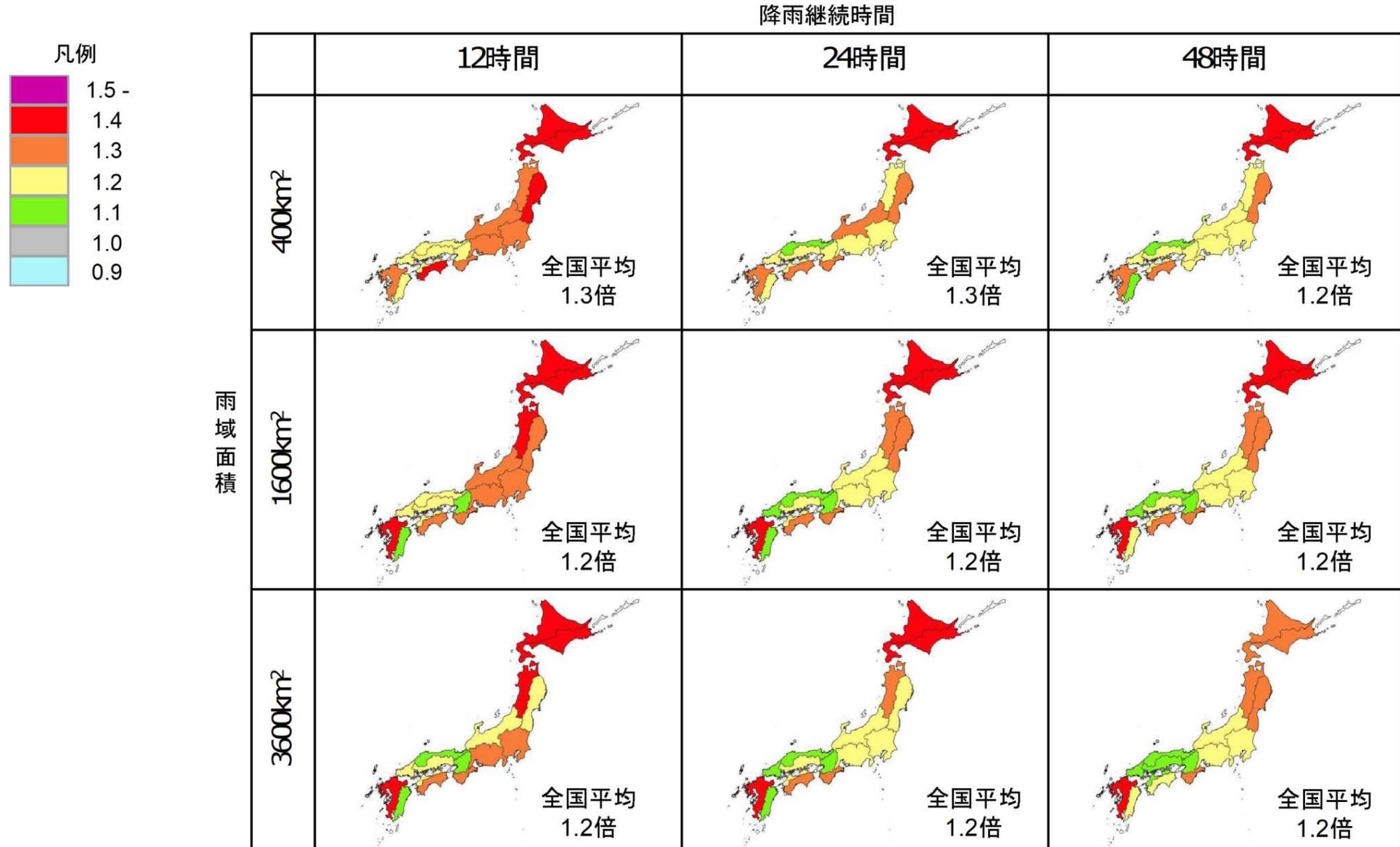
○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

【気候変動による降雨の変化】（全国） 全国ブロックを対象としたDAD解析結果 100年確率降雨量

■ 5kmメッシュにダウンスケーリングしたd4PDFを用いて、全国ブロックを対象としたDAD解析によると、北海道地方では降雨量が概ね1.4倍程度となっており、全国でも気候変動の影響が特に大きい。

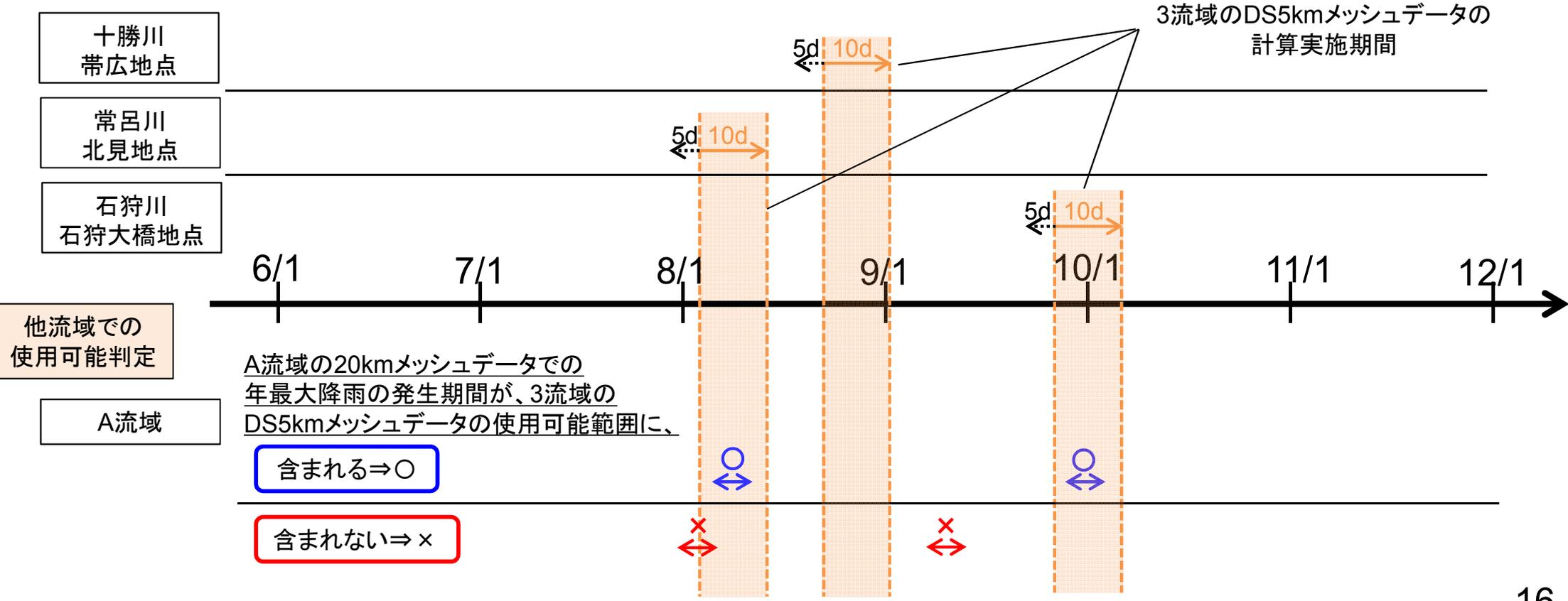


※出典：気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会（第4回） 資料2-3 将来降雨の予測モデルを活用した気候変動の影響検討 より

【気候変動による降雨の変化】（北海道） 計画規模降雨量の倍率変化

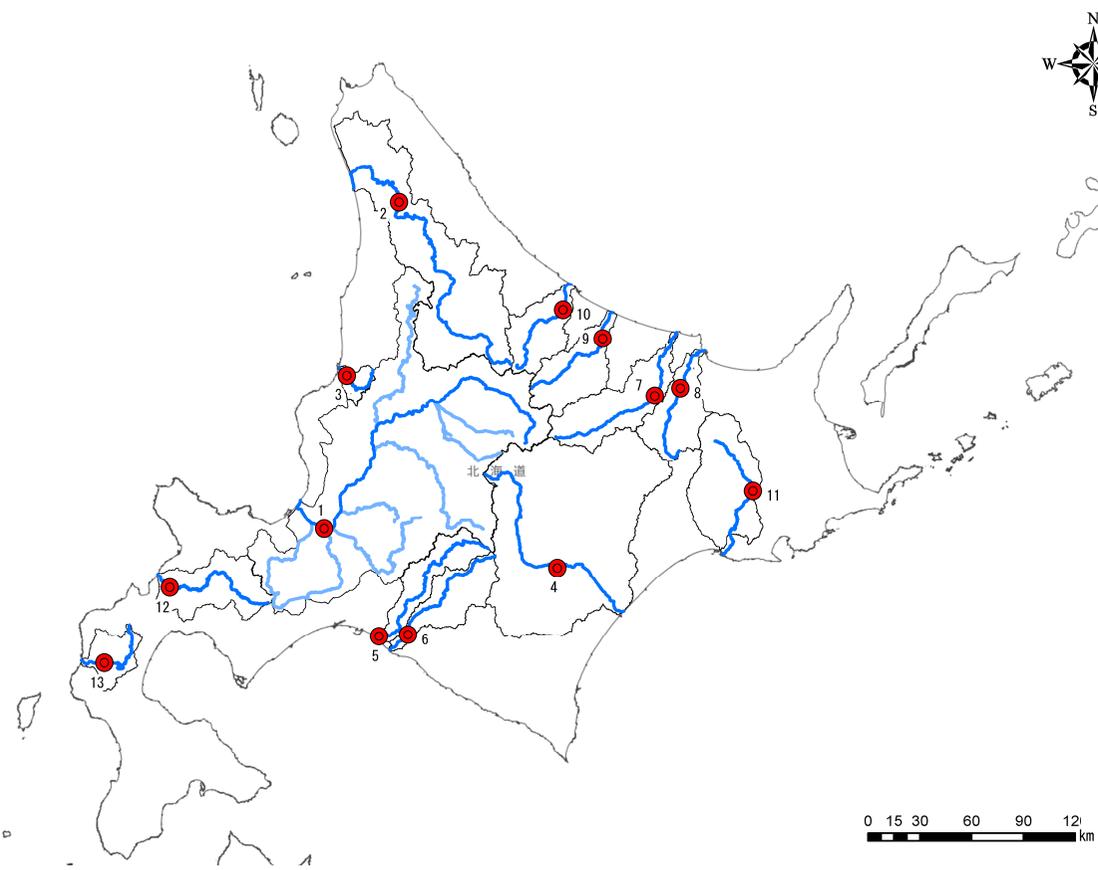
- 北海道内1級水系における将来の降雨量の変化を把握するため、各計画基準地点の流域毎で年最大降雨量を用いた確率降雨量を算出する。
- 平成29年度「北海道地方における気候変動予測(水分野)技術検討委員会」において、十勝川帯広地点及び常呂川北見地点におけるダウンスケーリングを実施し、その後、石狩川石狩大橋地点の年最大降雨量を対象にd4PDFの5kmダウンスケーリングを実施した。一方、他河川の計画基準地点流域の年最大雨量を対象としたデータとはなっていない。
- そこで、①d4PDF20kmメッシュデータの過去実験3000ケース・将来予測5400ケースの降雨データから、北海道内1級水系の各計画基準地点の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した。
②そ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d4PDFの5kmダウンスケーリング計算期間を比較して、北海道内1級水系の各計画基準地点の流域における年最大流域平均雨量の算出にも使用可能なデータを抽出した。

確率評価に利用するイベント抽出イメージ

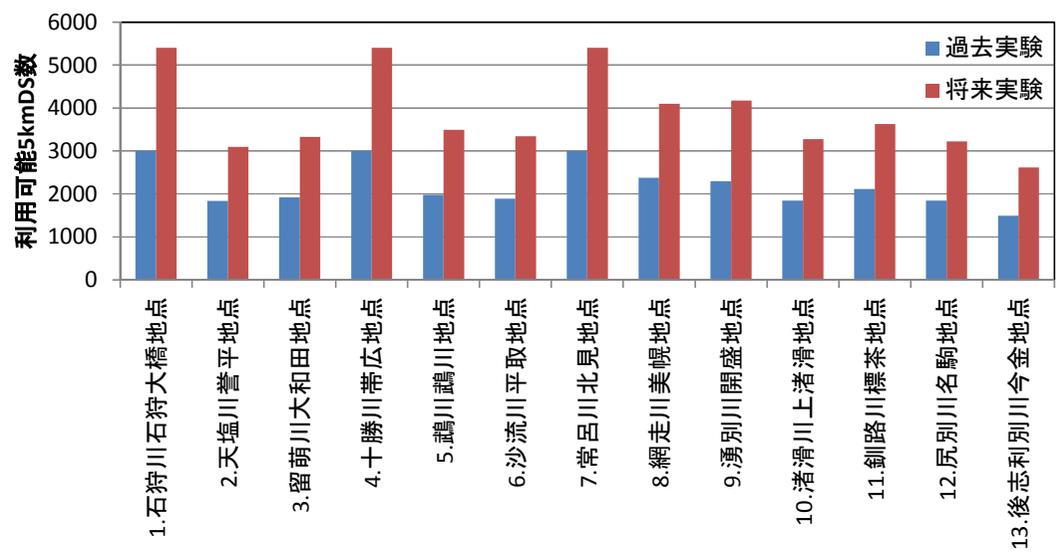


【気候変動による降雨の変化】（北海道） 利用可能な5kmダウンスケーリング数

- 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

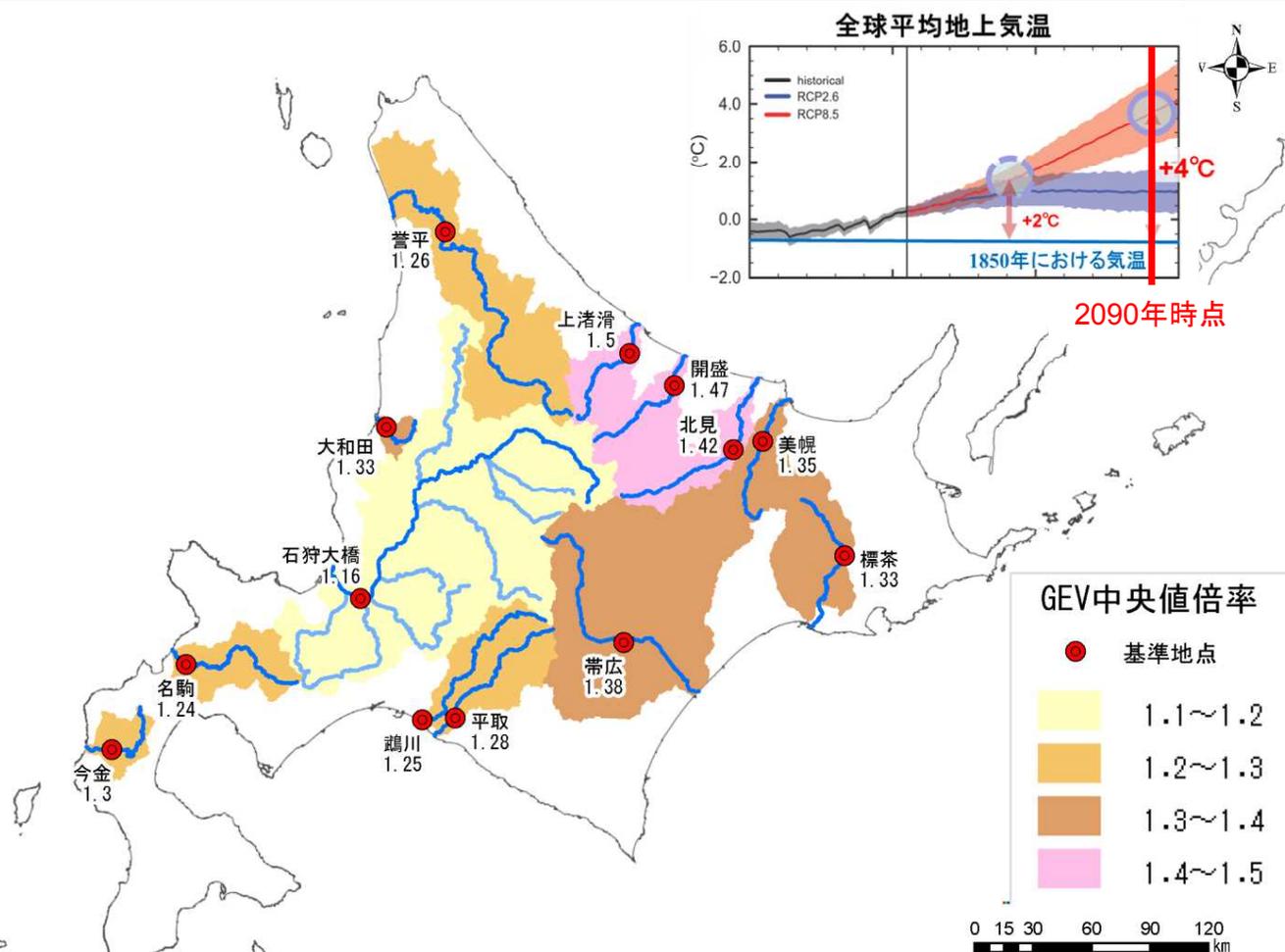


全道流域図と計画基準地点

【気候変動による降雨の変化】（北海道） 計画規模降雨量の変化倍率

- 北海道内1級水系の各計画基準地点で、d4PDF5kmダウンスケーリングデータを用いて計画降雨継続時間の降雨量を対象とした確率評価を実施し、**過去実験と将来実験(d4PDF)の計画規模降雨量の中央値の変化倍率を算定した。**
- 計画規模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。**
- 計画規模降雨量の変化倍率は十勝川の帯広地点で1.38倍、常呂川の北見地点で1.42倍となった。
- また、石狩川の石狩大橋地点における計画規模降雨量の変化倍率は1.16倍となっている。

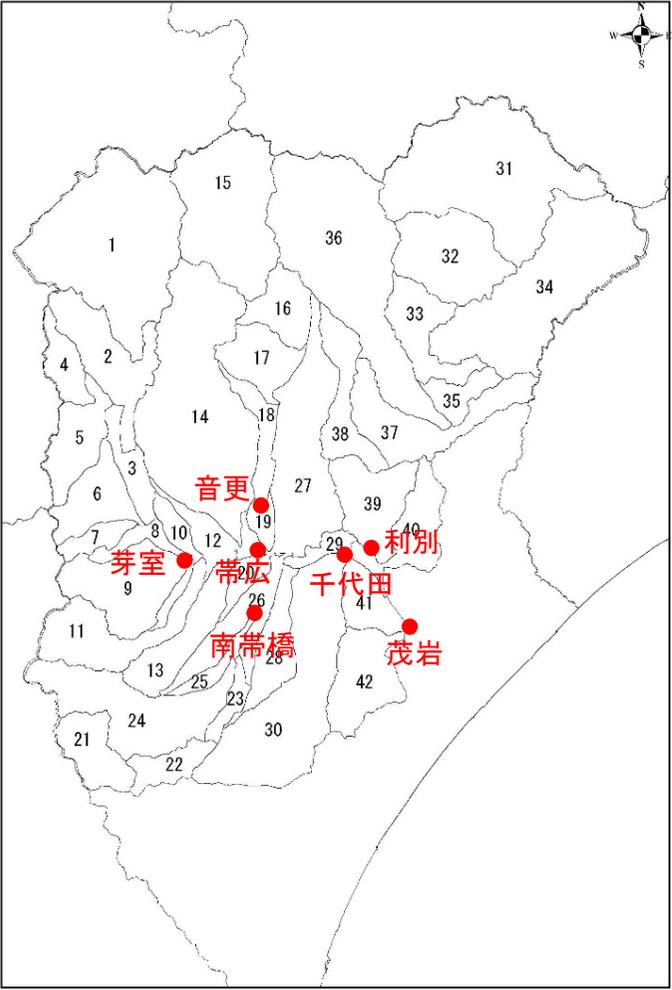
流域名	計画規模	計画降雨継続時間	変化倍率
石狩川	1/150	3日	1.16
天塩川	1/150	3日	1.26
留萌川	1/100	2日	1.33
十勝川	1/150	3日	1.38
鷗川	1/100	1日	1.25
沙流川	1/100	1日	1.28
常呂川	1/100	1日	1.42
網走川	1/100	1日	1.34
湧別川	1/100	12h	1.46
渚滑川	1/100	12h	1.50
釧路川	1/100	2日	1.32
尻別川	1/100	2日	1.25
後志利別川	1/100	1日	1.30



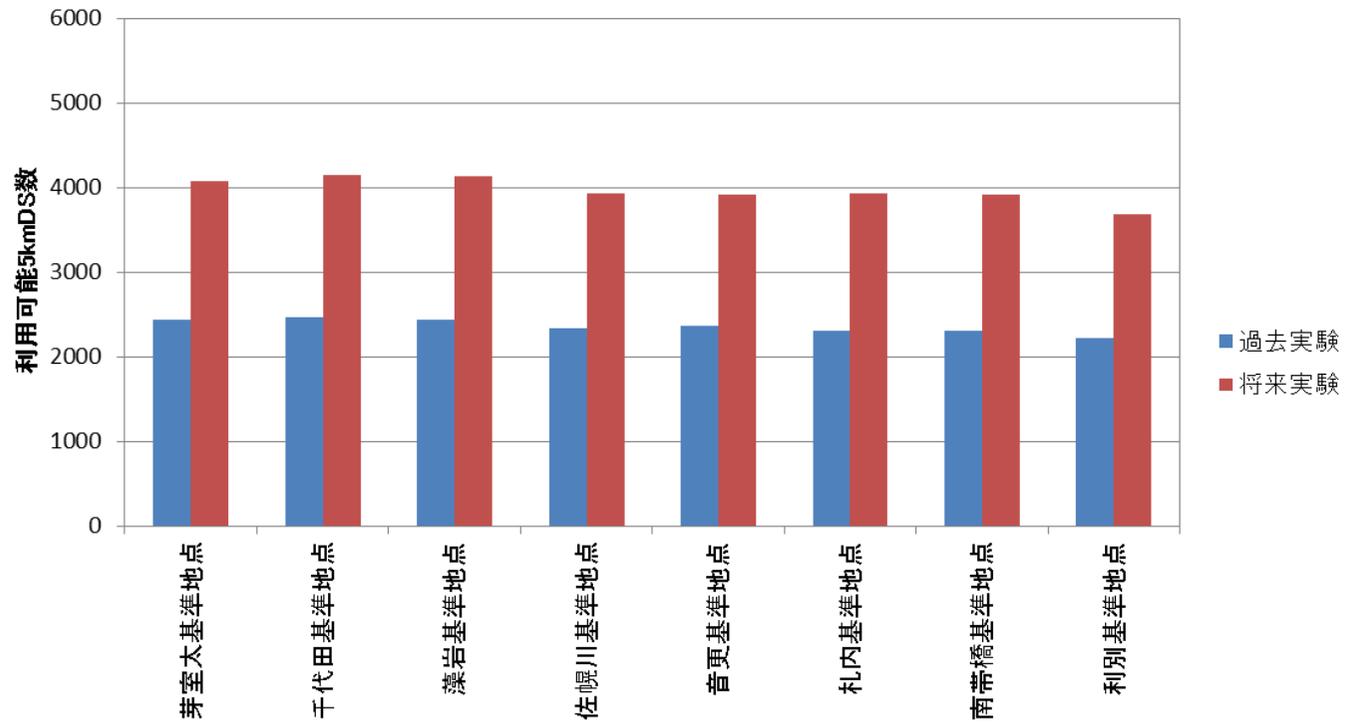
※各水系の基準地点において、P17に示した過去実験及びd4PDFの利用可能な5kmDSデータを使用して、バイアス補正及びリサンプリングを施し、確率評価を実施。図中の倍率は、GEV分布の中央値の変化倍率。気候変動後も計画降雨継続時間は変わらないものと仮定して算定。

【気候変動による降雨の変化】（十勝川水系） 利用可能な5kmダウンスケーリング数

- 十勝川流域の各基準地点において、d4PDF20kmデータから年最大雨量発生期間を抽出し、十勝川帯広地点を対象に実施した5kmダウンスケーリング計算の期間と比較した。
- 各基準地点ともに、過去実験2000年分、将来実験4000年分程度のd4PDF5kmダウンスケーリングデータを使用可能である。



十勝川流域分割図



【気候変動による降雨の変化】（十勝川水系） 計画規模程度の降雨量の倍率変化

- 十勝川帯広地点でのGEV分布1/150確率降雨量の過去実験に対する変化倍率は、d4PDFで1.38倍、d2PDFで1.13倍となった。
- 主要地点単位で見ると、札内川南帯橋地点での変化倍率がd4PDFで1.48倍、d2PDFで1.26倍と増加しており、**本支川毎で、変化傾向に違いがみられる。**

【十勝川基準地点・主要地点】 GEV分布1/150確率降雨の中央値の比較

※()内は95%信頼区間

	メッシュ サイズ	過去実験 (mm/3日)	将来実験(mm/3日)			
			d2PDF (2040年時点)	過去実験からの 変化倍率	d4PDF (2090年時点)	過去実験からの 変化倍率
茂岩地点	5km	244 (182~334)	284 (207~396)	1.16倍	341 (246~487)	1.40倍
千代田地点		260 (195~361)	299 (219~422)	1.15倍	365 (263~530)	1.40倍
帯広地点		256 (188~360)	288 (209~420)	1.13倍	353 (252~517)	1.38倍
芽室太地点		264 (194~372)	290 (212~428)	1.10倍	359 (255~530)	1.36倍
音更地点(音更川)		301 (217~427)	339 (242~516)	1.13倍	417 (292~601)	1.39倍
南帯橋地点(札内川)		330 (248~445)	417 (298~594)	1.26倍	487 (345~725))	1.48倍
利別地点(利別川)		240 (173~345)	281 (199~406)	1.17倍	323 (224~496)	1.35倍

○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成28年8月出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- 流量の変化について(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の流量変化(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

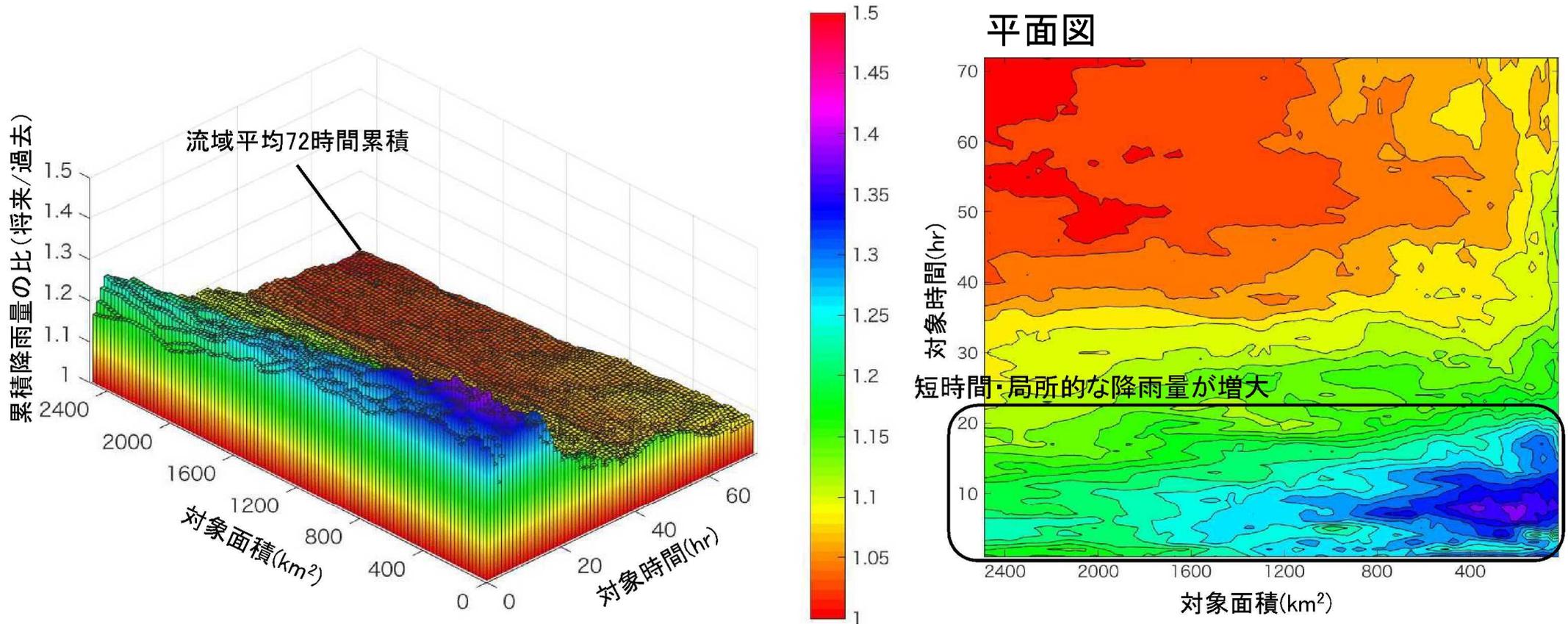
○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

【降雨の傾向】（局所化、短時間化）

- d4PDFを用いて、将来実験と過去実験の累積降雨量の比を整理した。
- 十勝川流域では、流域平均の3日累積では過去と将来の降雨が同程度であっても、将来はより短時間・局所的に雨が集中しやすい傾向にある。

十勝川帯広基準地点集水域(200~250mmのみ)

上述の集水域に存在するデータ数として、過去実験(DS後71事例の中央値)、4°C上昇実験(DS後314事例の中央値)を使用

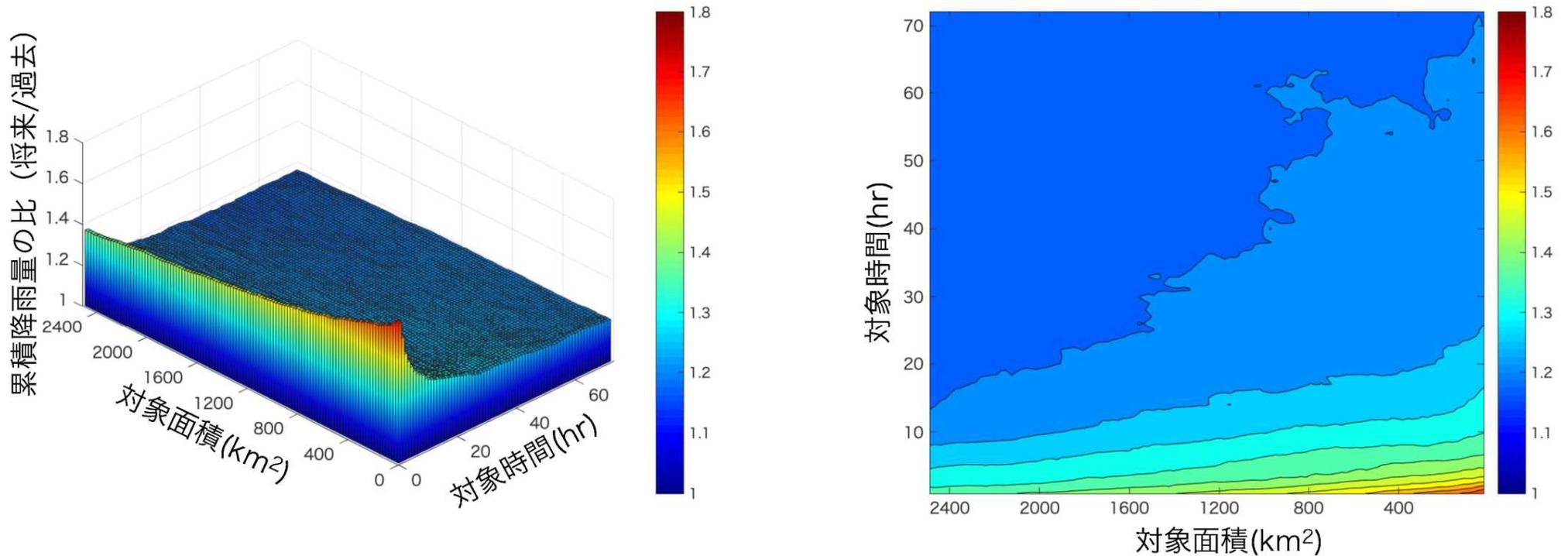


【降雨の傾向】（局所化、短時間化）

- d4PDFを用いて、将来実験と過去実験の累積降雨量の比を整理した。
- 十勝川流域では、将来はより短時間・局所的に雨が集中しやすい傾向にある。

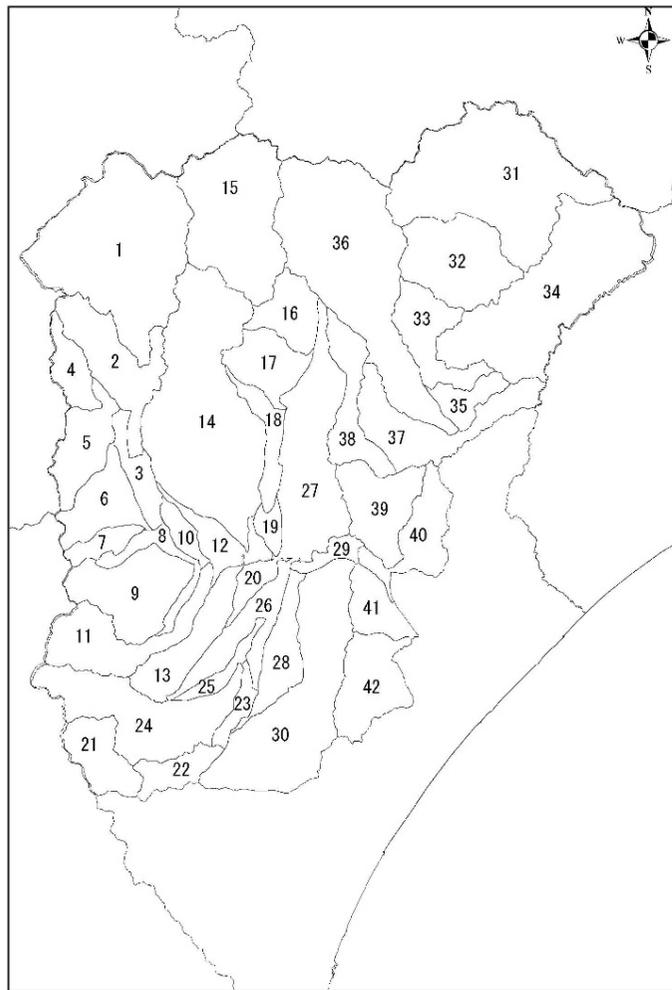
十勝川帯広基準地点集水域

- ・ 過去実験(DS前3000事例の中央値), 4°C上昇実験(DS前5400事例の中央値)を比較

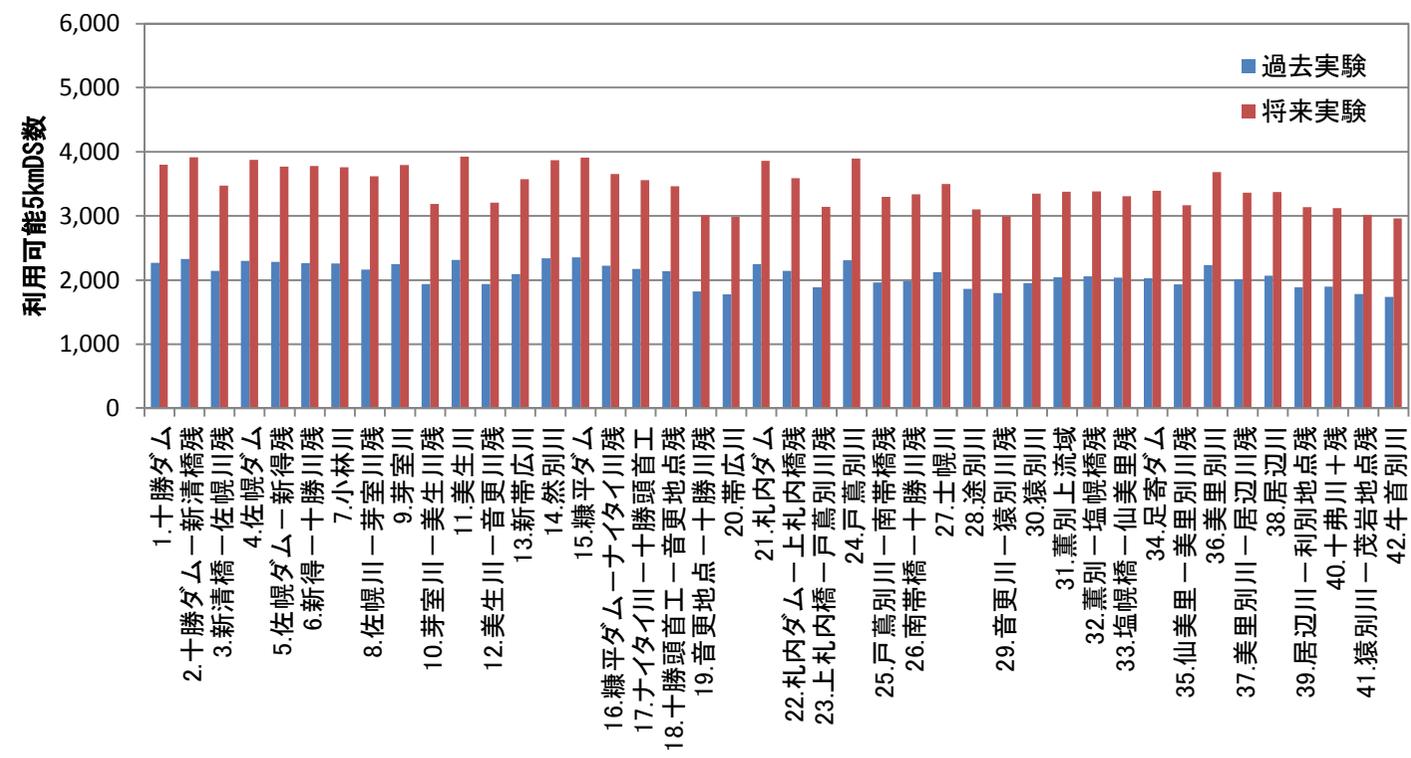


【気候変動による降雨の変化】（十勝川水系） 利用可能な5kmダウンスケーリング数

- 十勝川流域の各小流域において、d4PDF20kmデータから年最大雨量発生期間を抽出し、十勝川帯広地点を対象に実施した5kmダウンスケーリング計算の期間と比較した。
- 各小流域ともに、過去実験2000年分、将来実験3000年分程度のd4PDF5kmダウンスケーリングデータを使用可能である。

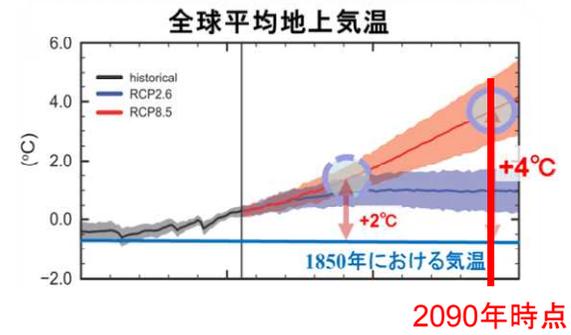
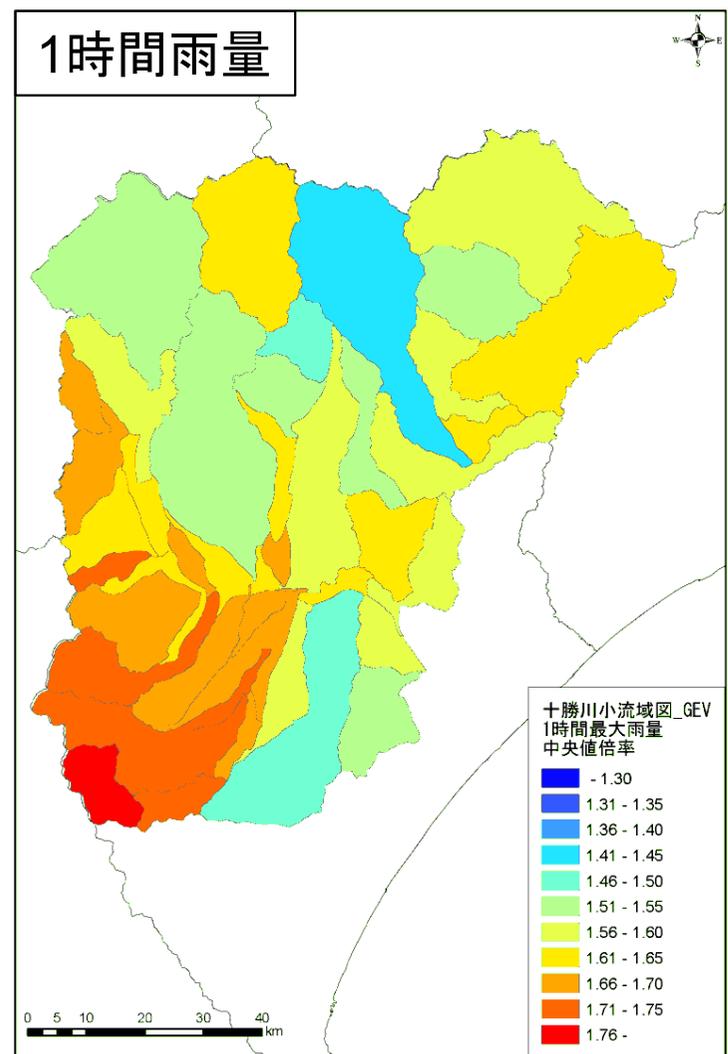
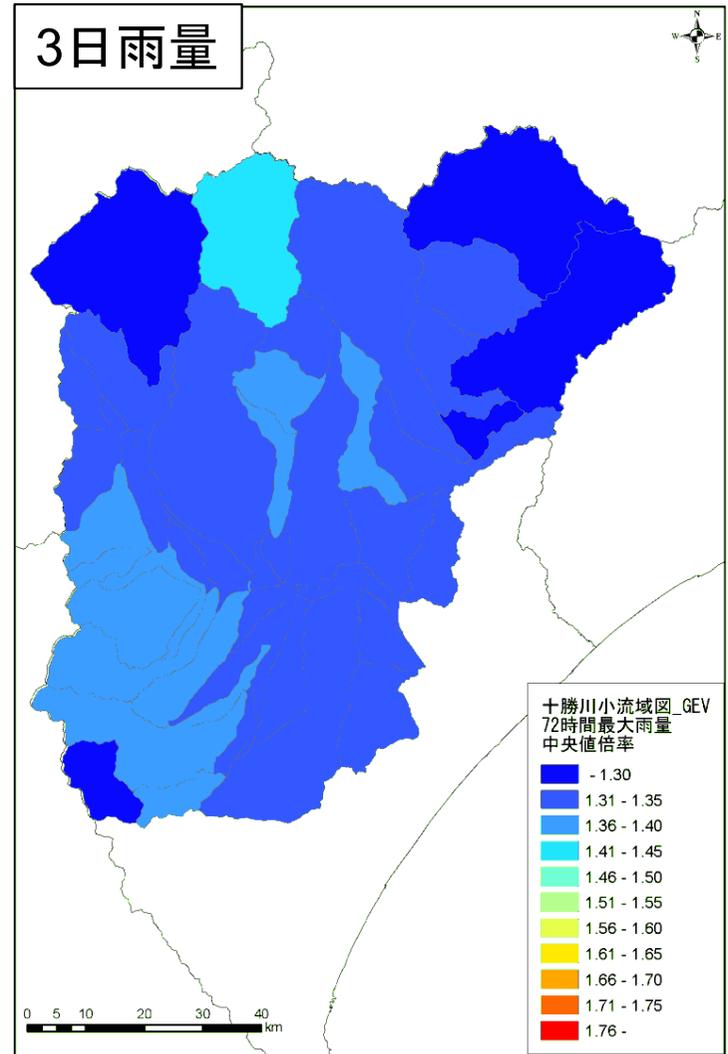


十勝川流域分割図



【降雨の傾向】（局所化、短時間化）

- 十勝川流域の各小流域において、d4PDF（5kmDS後）を用いて気候変動後の計画規模程度（1/150確率）の降雨量の変化倍率を算定した。
- 気候変動後の降雨量の変化倍率は、流域の南西部ほど大きな値をとるものが多い。また、3日雨量の変化倍率と比較して、1時間雨量の変化倍率の方が大きな値をとるものが多い。



- ※なお、降雨量の倍率については、以下により算出。
- ①将来実験（d4PDF）および過去実験について、それぞれ各流域における降雨の確率評価（GEV分布）を行う。
 - ②確率評価により1/150確率となる降雨群に対して、中央値を算出する。
 - ③②の中央値について、将来実験と過去実験の値を各流域ごとで比較する。

※なお、Kinematic Wave法及び角谷の式による洪水到達時間の検討、ピーク流量とピーク生起時間から遡る短時間雨量との相関関係、主要洪水における強い降雨強度の継続時間について、過去実験と将来実験のそれぞれを整理したところ、両者には大きな差が見られなかった。

※GEV分布による1/150雨量中央値の降雨量の変化倍率（バイアス補正無し）

○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- **平成28年8月出水について**(概要、将来実験と過去実験との比較)
- **流量の変化について**(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- **降雨パターンの分類、気象場との関係性**
- **降雨パターン毎の流量変化**(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

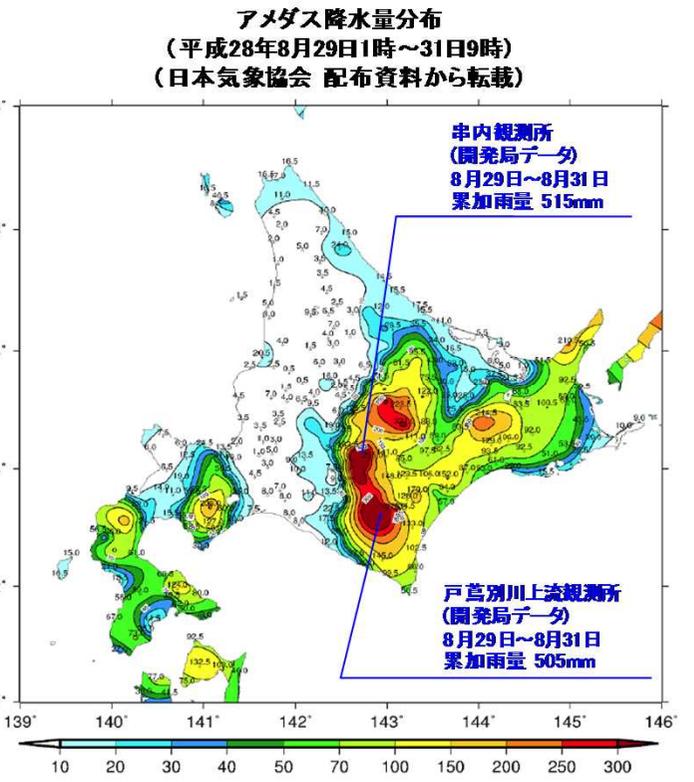
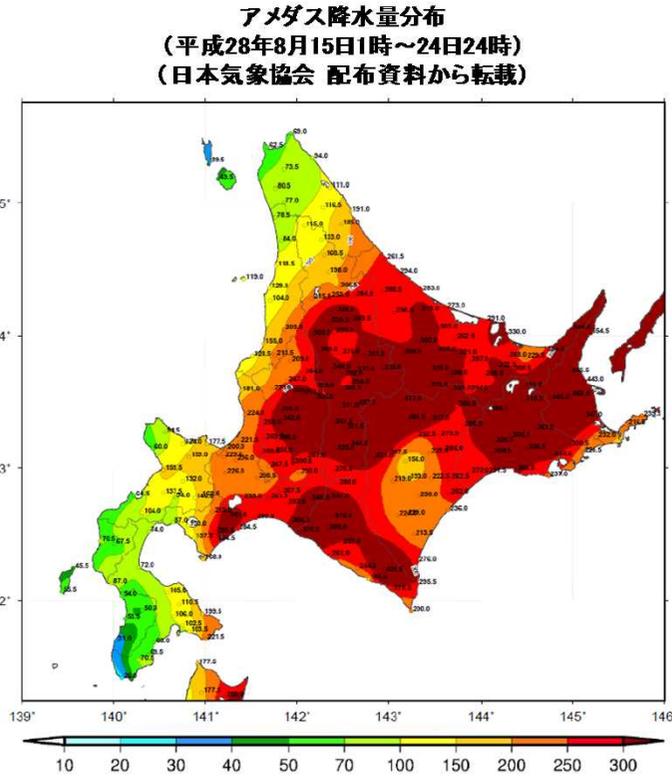
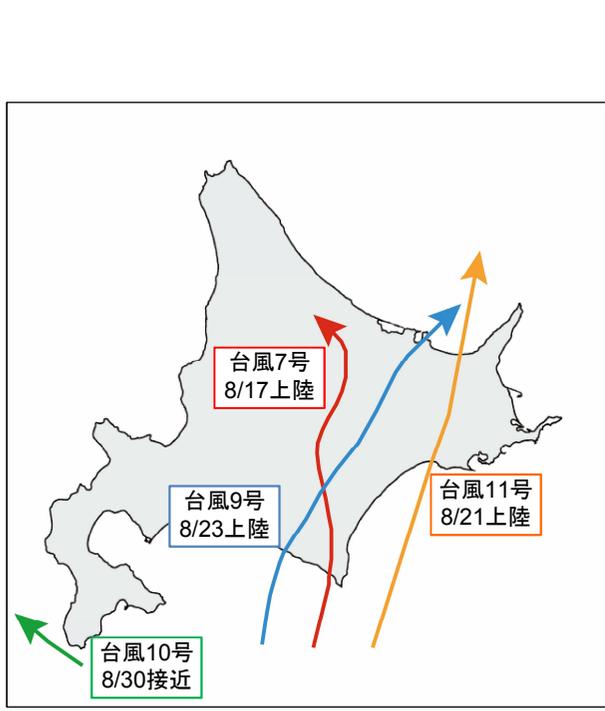
○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

【平成28年8月出水について】（概要）

■平成28年8月17日～23日の1週間に観測史上初めて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。また、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に達するなど、各地で記録的な大雨となった。



◆道内の主要な地点における年降水量の平均値(mm)

地点名	年降水量の平均値(mm)	統計期間	地点名	年降水量の平均値(mm)	統計期間
札幌	1106.5	1981～2010	釧路	1042.9	1981～2010
函館	1151.7	1981～2010	帯広	887.8	1981～2010
小樽	1232.0	1981～2010	網走	787.6	1981～2010
旭川	1042.0	1981～2010	北見	763.6	1981～2010
室蘭	1184.8	1981～2010	留萌	1127.0	1981～2010

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

【平成28年8月出水について】（概要） 主な河川の被害状況

■国管理河川では、石狩川水系空知川、十勝川水系札内川等で堤防が決壊するなどの被害が発生。北海道の国管理河川の堤防の決壊は、昭和56年洪水以来。

地理院地図
(電子国土Web)



台風第10号による大雨
石狩川水系空知川(南富良野町)
・堤防決壊 2箇所
・浸水面積 約130ha 浸水家屋189戸



台風第10号による大雨
十勝川水系札内川(帯広市)
・堤防決壊 2箇所
・浸水面積 約50ha 浸水家屋2戸他



8月20日から続く大雨
常呂川水系常呂川(北見市)
・堤防決壊 1箇所 越水4箇所
・浸水面積 約500ha



台風第10号による大雨
十勝川水系音更川(士幌町)
・堤防侵食 1箇所
・浸水被害なし



【平成28年8月出水について】（概要）十勝川水系における主な被害状況

■十勝川水系においては、3箇所です堤防決壊が発生したほか、河岸侵食や既設護岸の洗掘などによる被災が同時多発的に発生した。



天然河岸の被災状況（音更川）



堤防決壊の状況（音更川）



堤防決壊の状況（札内川）



既設護岸の被災状況（札内川）

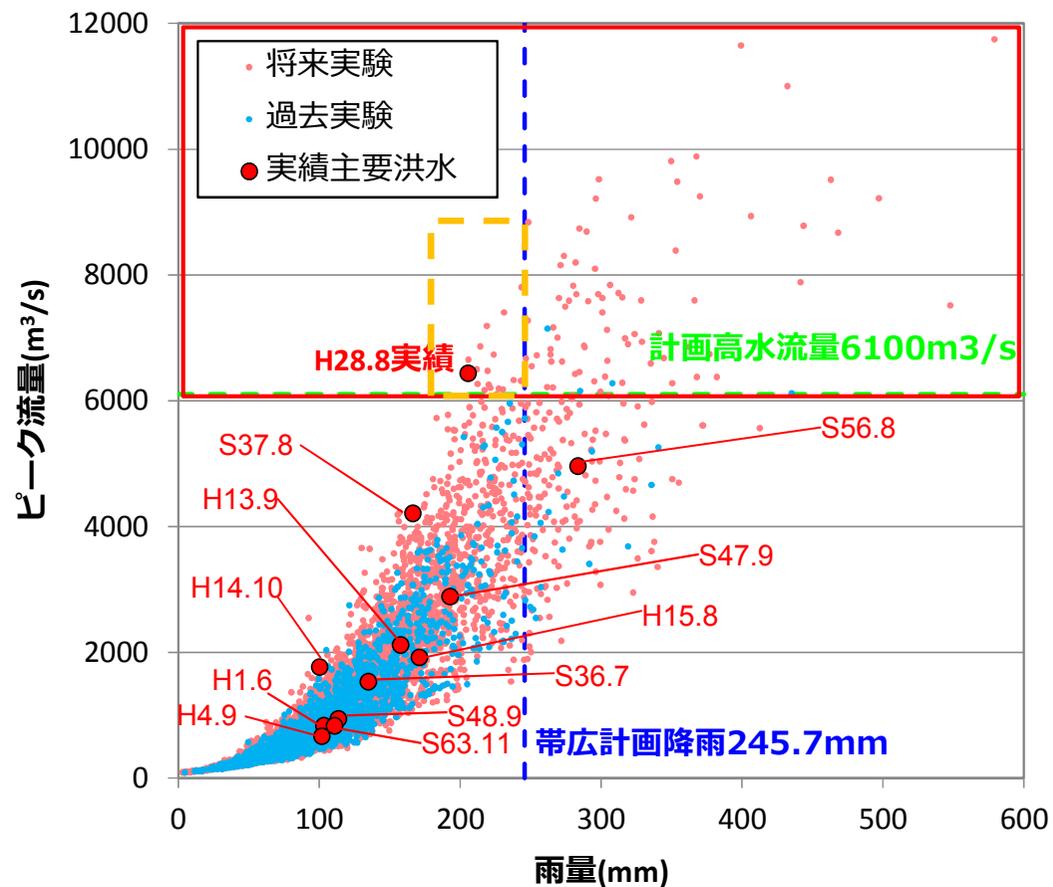
洪水被害の特徴

- 堤防決壊及び、河岸侵食は急流河川である音更川や札内川を主として、本川を含め上流域で多く発生している。
- 被災発生は堤防決壊、河岸侵食ともに、同時多発的に発生している。

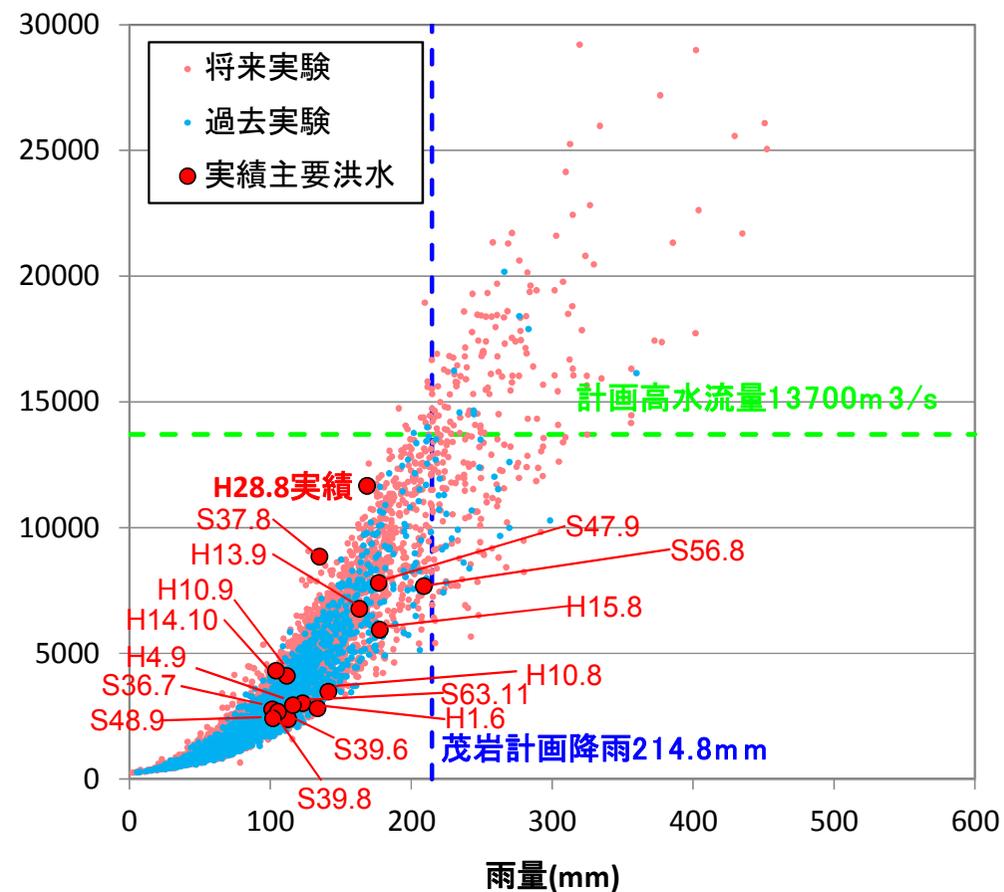
【平成28年8月出水について】（将来実験と過去実験との比較）

- 帯広地点および茂岩地点において、過去実験および将来実験の降雨量とピーク流量※の関係を整理した。
- 帯広地点においては、現行計画の計画降雨量の245.7mm/3日以下において、過去実験ではピーク流量が計画高水流量を超過するケースは見られなかった。一方、将来実験では、同ケースが散見された。
- 帯広地点においては、H28出水では、計画降雨量以下の降雨量にもかかわらず計画高水流量を超過する流量が発生した。

※木村の貯留関数法により算定。以降、本資料では特に断りがない限りは同手法で流量を算定



十勝川 帯広地点

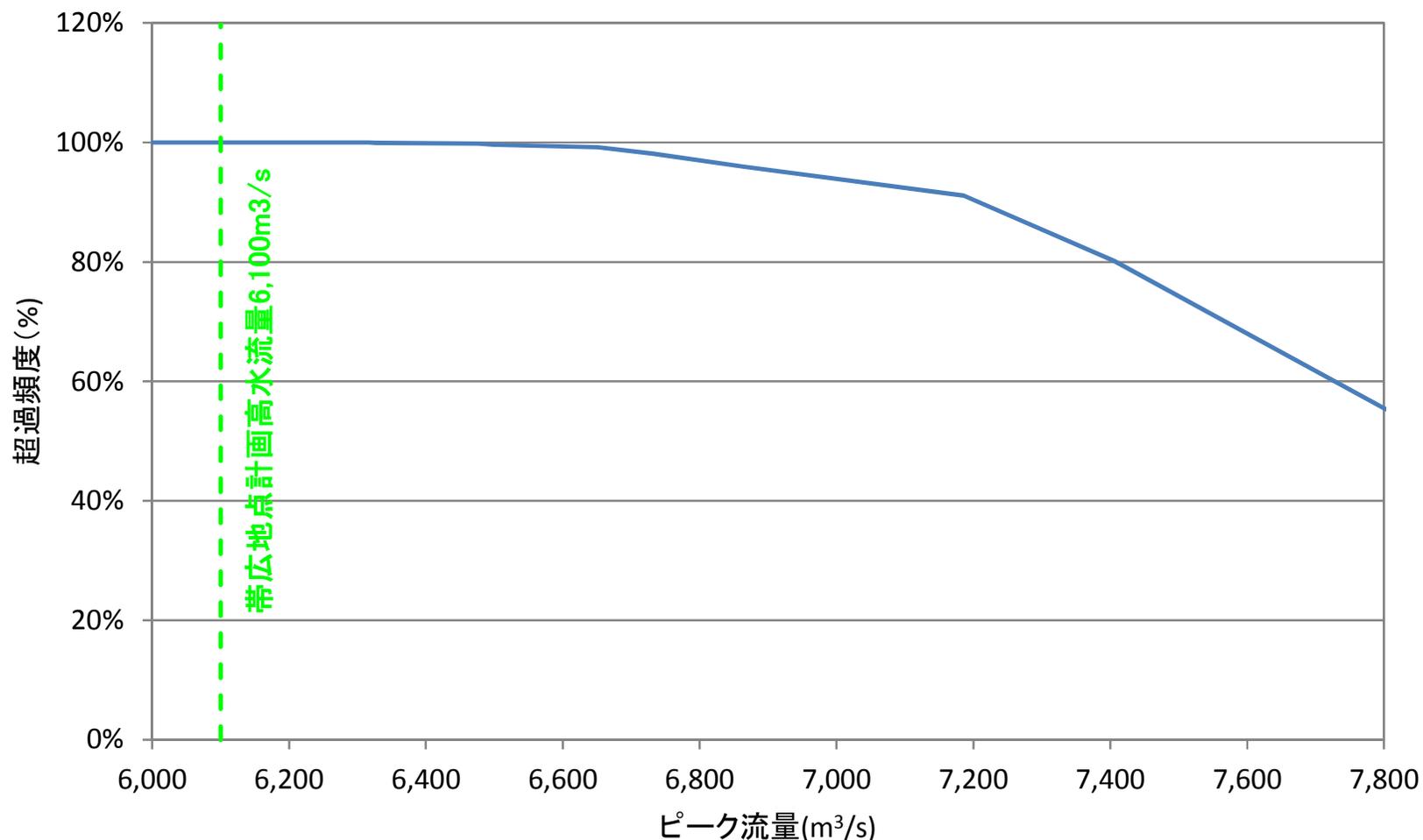


十勝川 茂岩地点

【平成28年8月出水について】（将来実験と過去実験との比較）

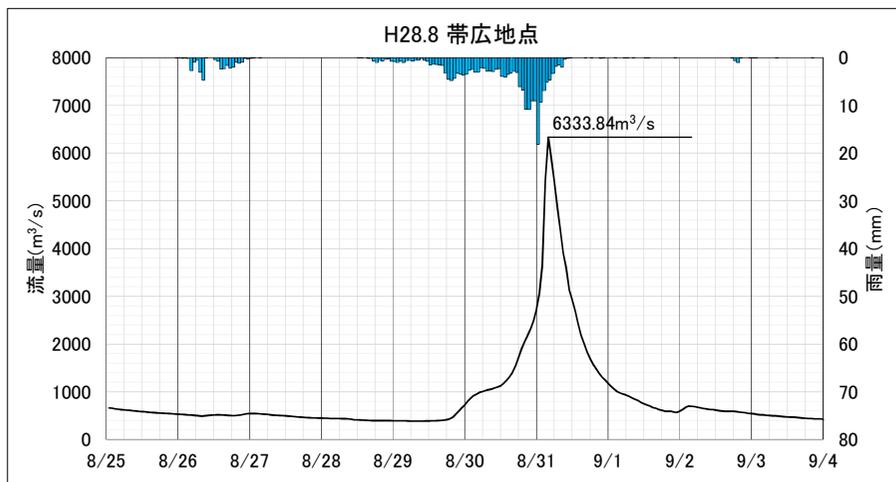
- 将来実験5400ケースから3000ケースを抽出するサンプリングを10万回実施し、10万回のサンプリング中から、帯広地点計画降雨量245.7mm以下で最大となるケースを抽出した。
- 10万回のサンプリングにおいて、帯広地点の計画高水流量が6,100m³/sを超過する頻度は概ね100%であり、将来実験のアンサンブル数が仮に過去実験と同様に3,000ケースであっても、帯広地点計画降雨量245.7mm以下のケースで計画高水流量6,100m³/sを超過するケースは、概ね100%の確率で含まれることとなる。

将来実験5400ケースから3000ケース抽出を10万回繰り返した中で
帯広地点計画降雨量245.7mm以下のケースの最大流量の超過頻度

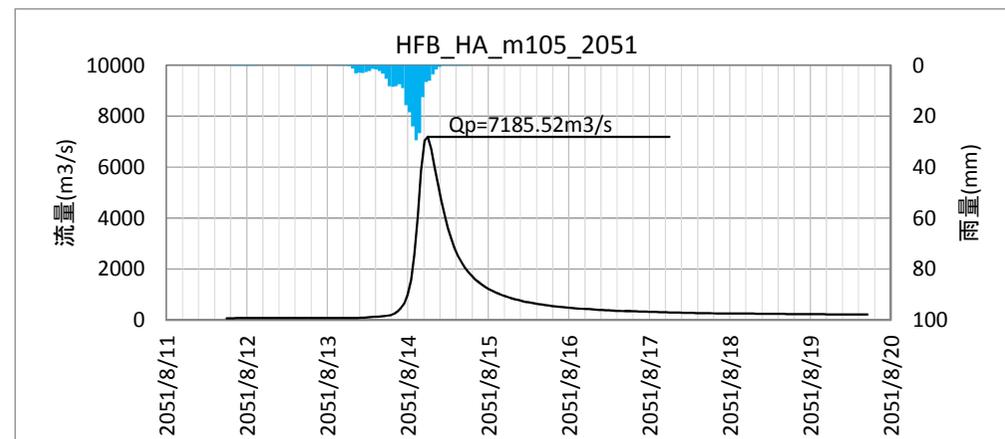
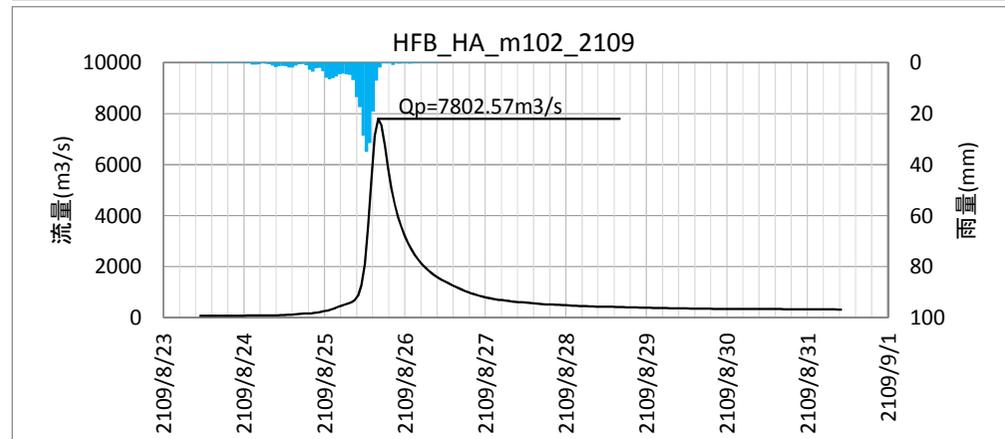
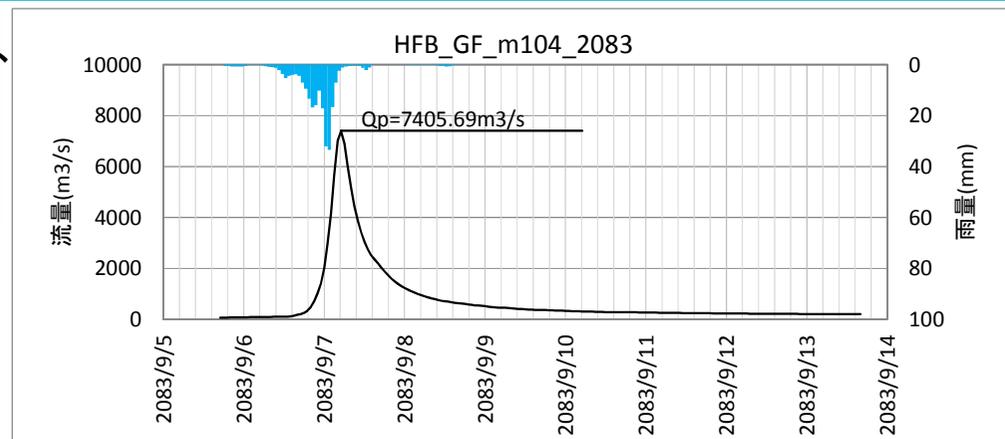


【平成28年8月出水について】（将来実験と過去実験との比較）ハイエト・ハイドロ比較

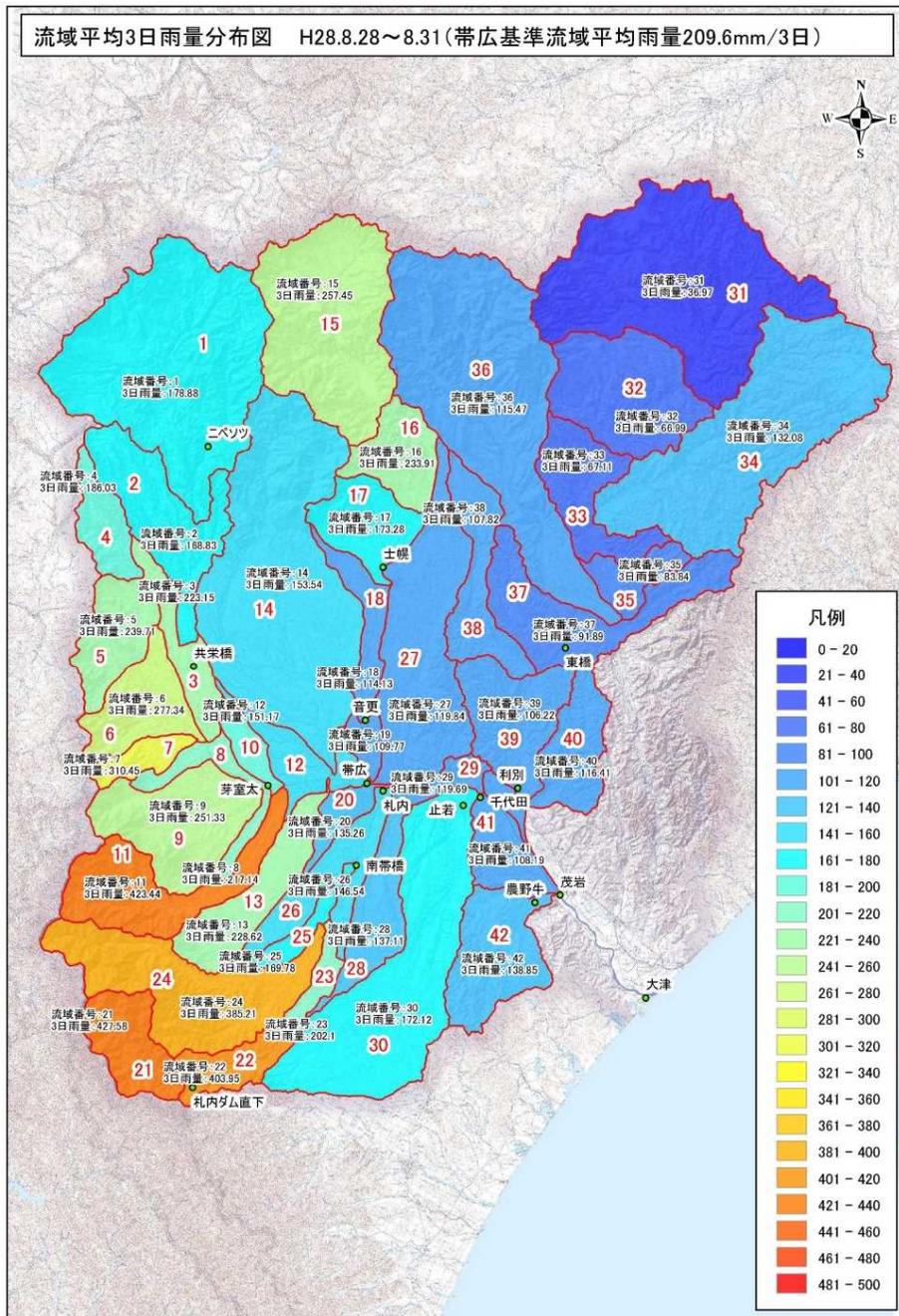
■ d4PDF5kmダウンスケーリングデータを用いて、帯広基準地点にて、「現計画降雨245.7mm/3日以下で、ピーク流量が計画高水流量を超過するケース」において、そのハイエト・ハイドログラフを整理した。



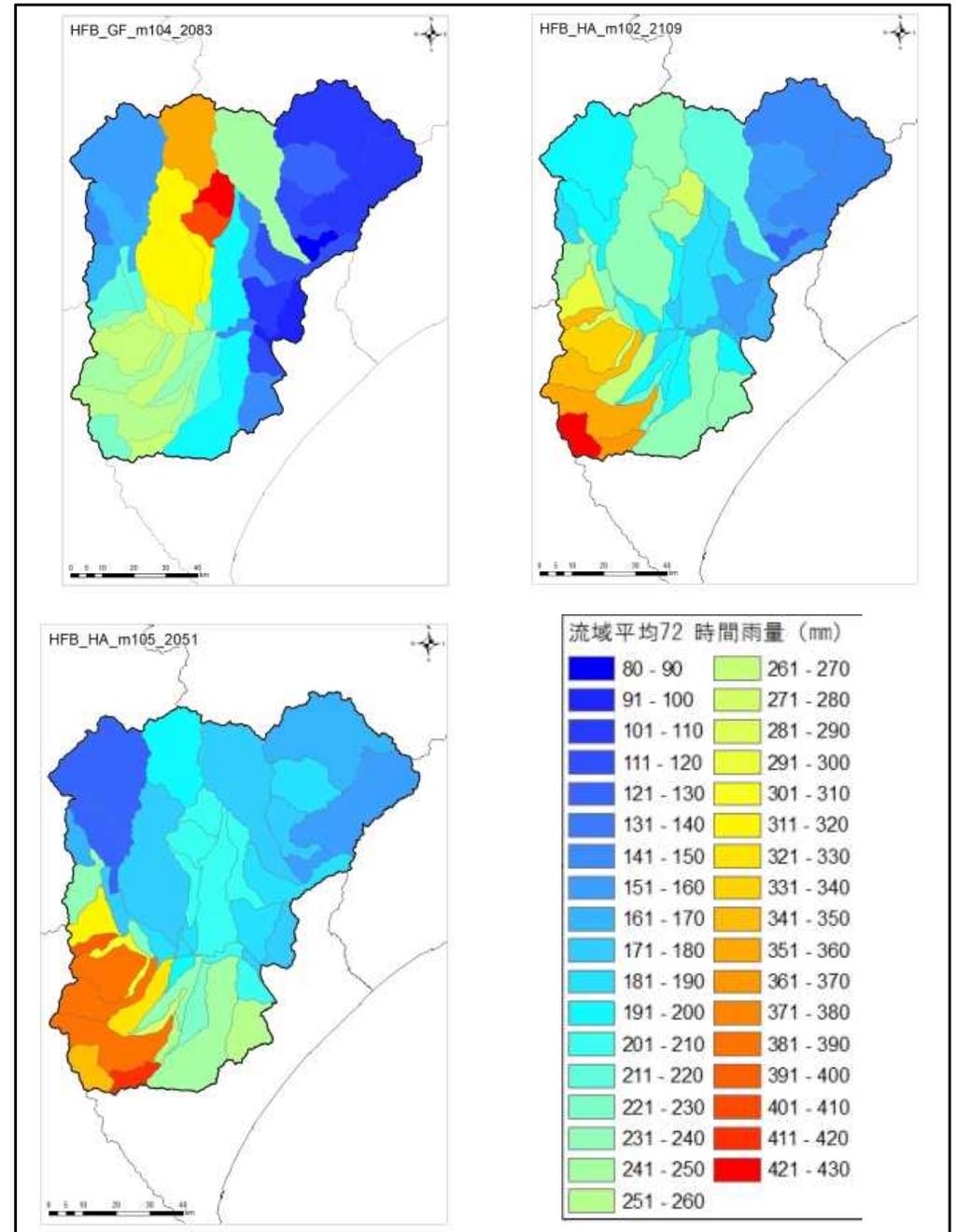
H28出水実績ハイエト・ハイドログラフ



【平成28年8月出水について】（将来実験と過去実験との比較）雨量分布図



平成28年8月洪水3日雨量分布図



d4PDF将来実験雨量分布図

○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成**28**年**8**月出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- **流量の変化について**(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の**流量変化**(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

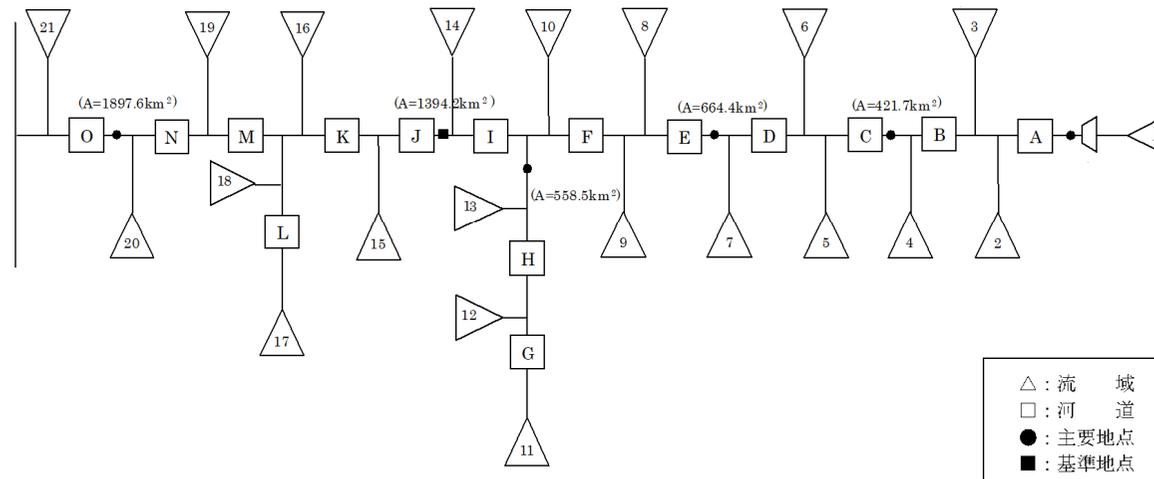
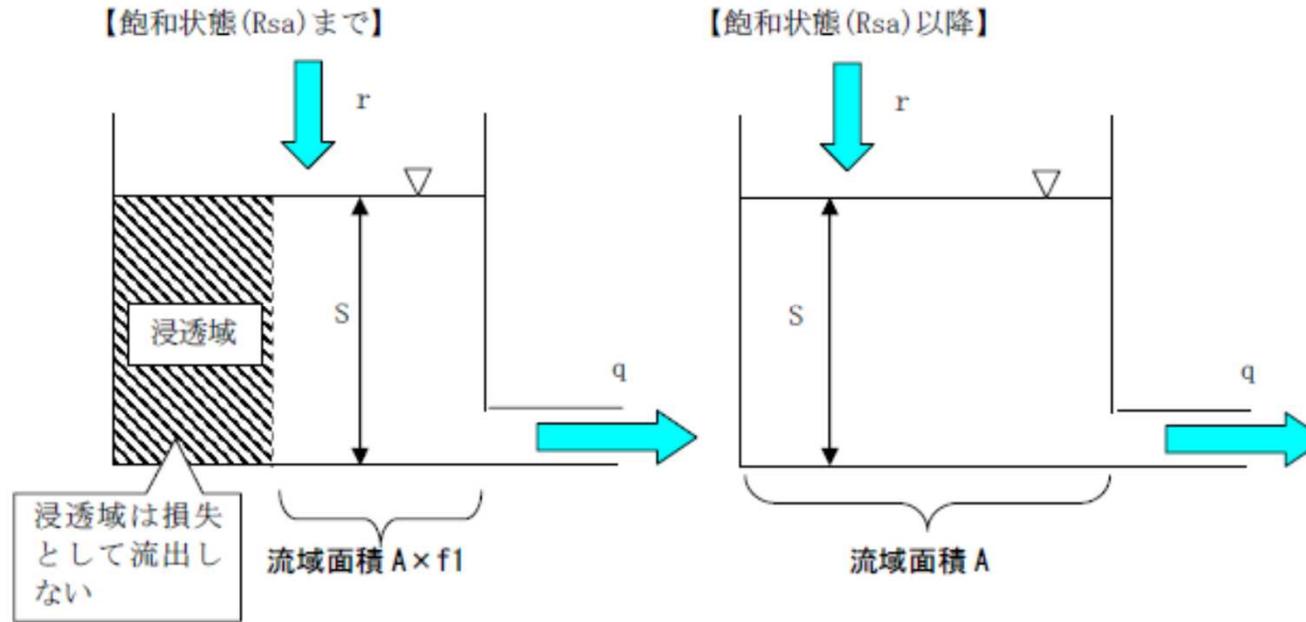
- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

【流量の変化について】（ピーク流量の変化） 木村の貯留関数による方法の検証

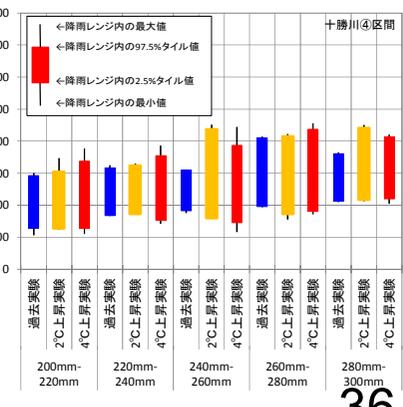
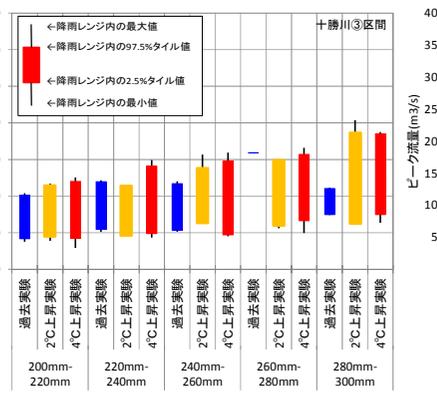
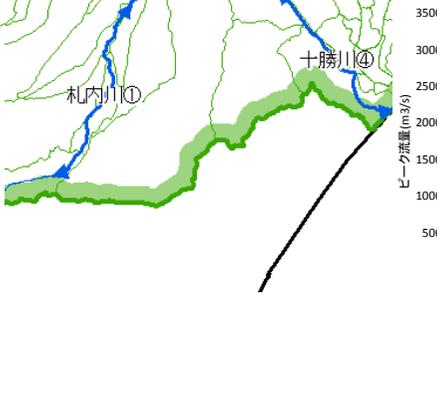
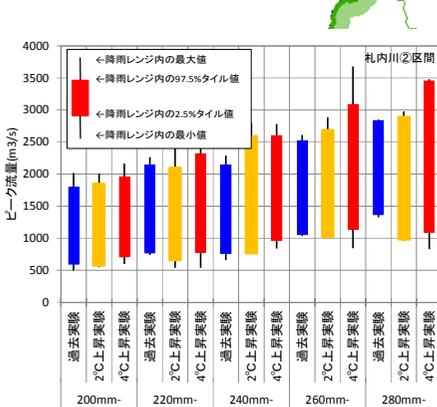
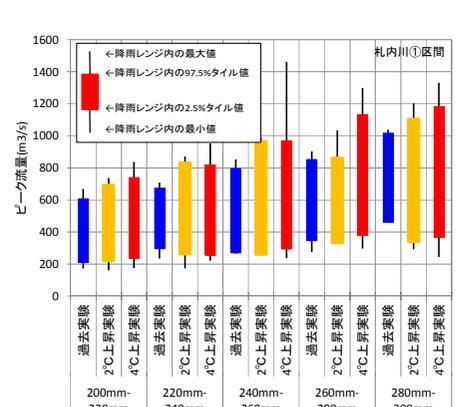
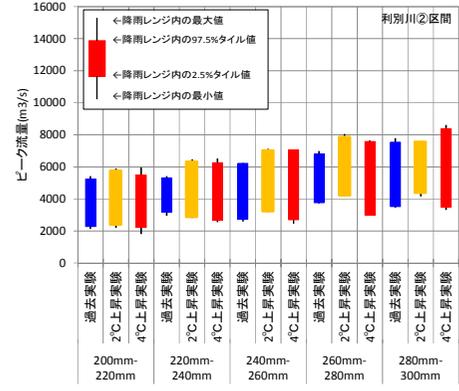
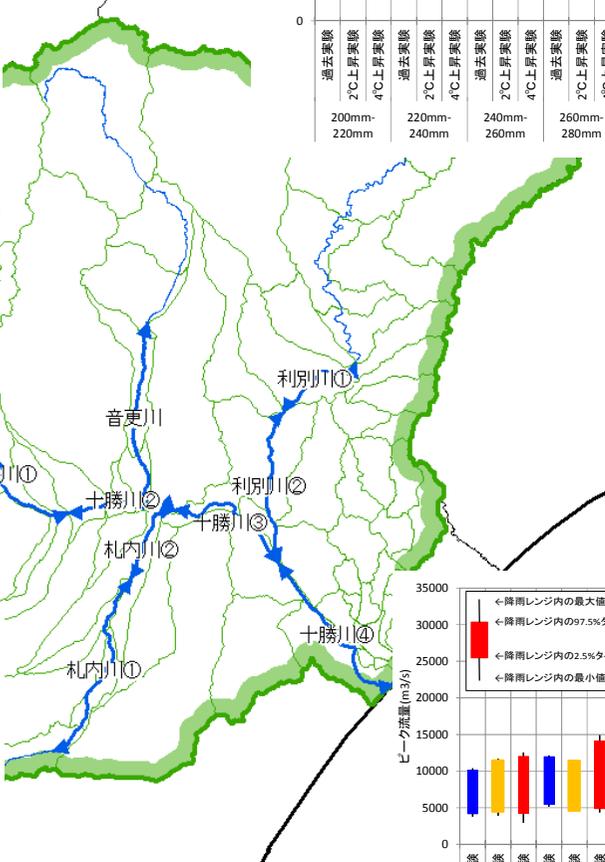
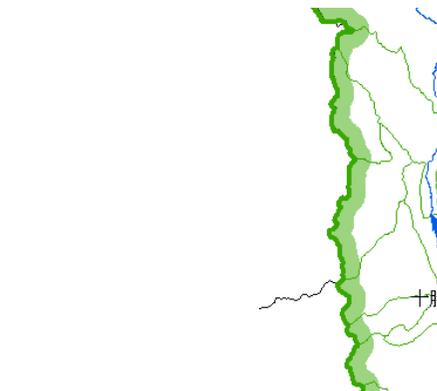
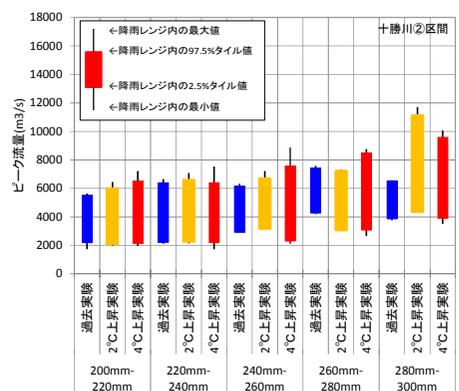
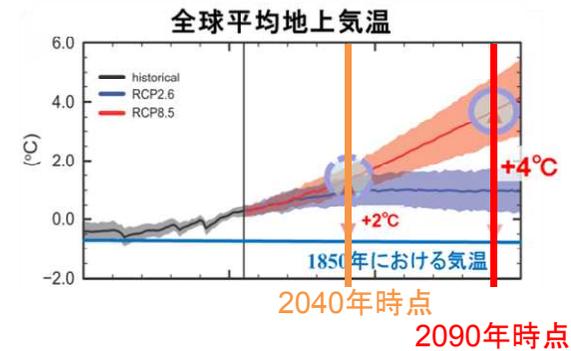
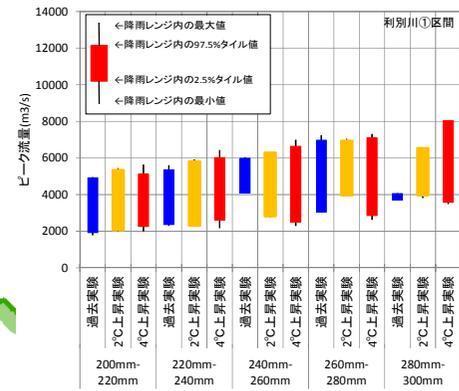
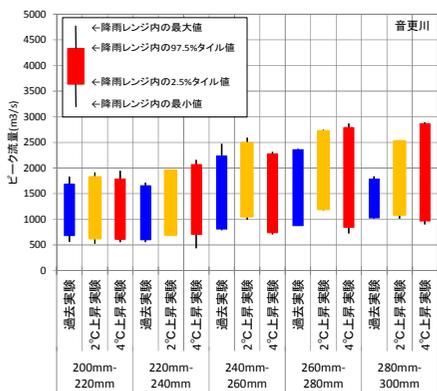
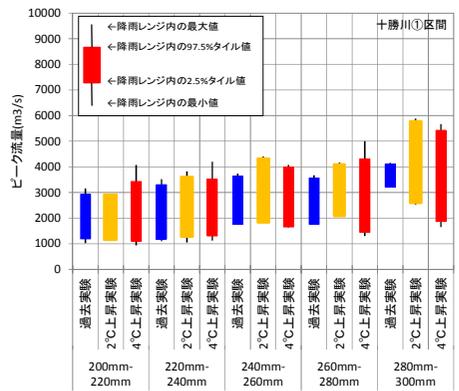
北海道の治水計画で用いられている流出モデル

（木村の貯留関数モデル）



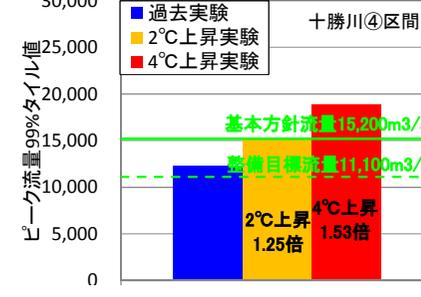
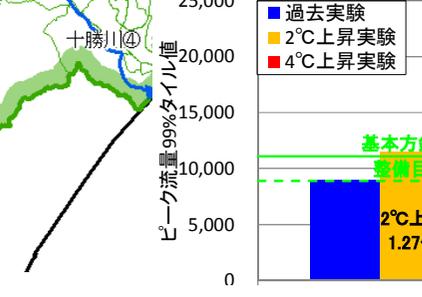
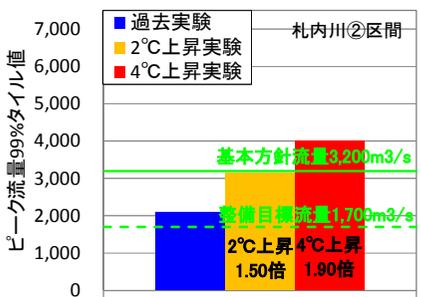
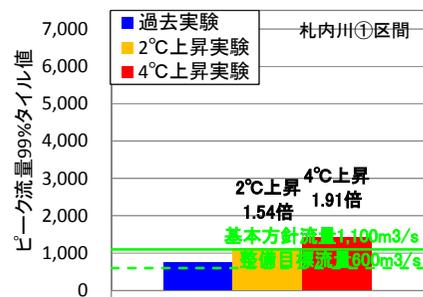
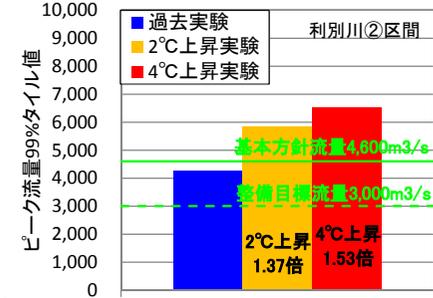
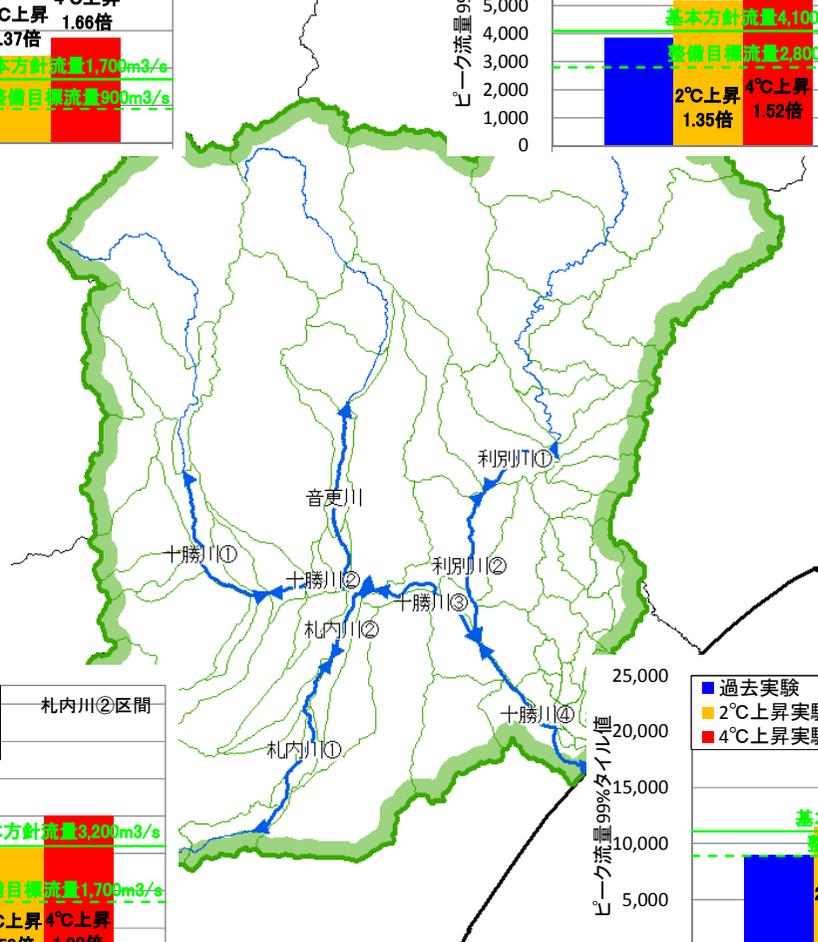
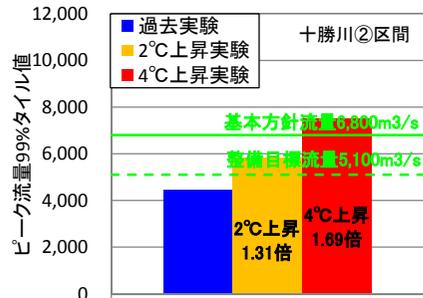
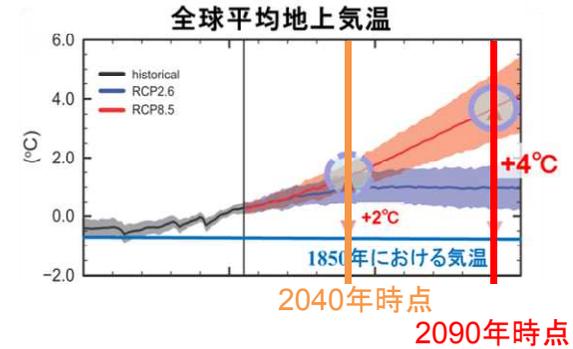
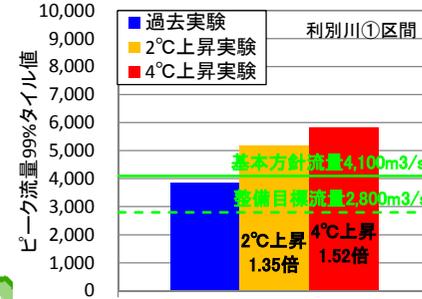
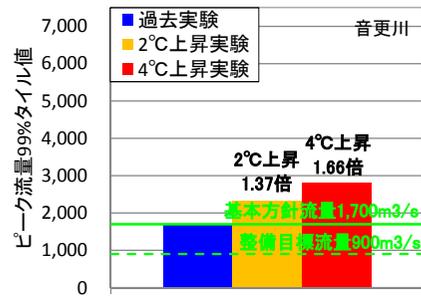
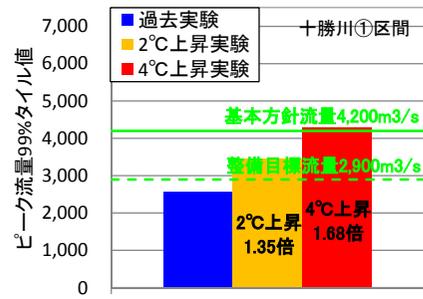
【流量の変化について】（ピーク流量の変化）

■ 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。特に、札内川においてこの傾向が強く見られた。



【流量の変化について】（ピーク流量の変化）基本高水流量との比較

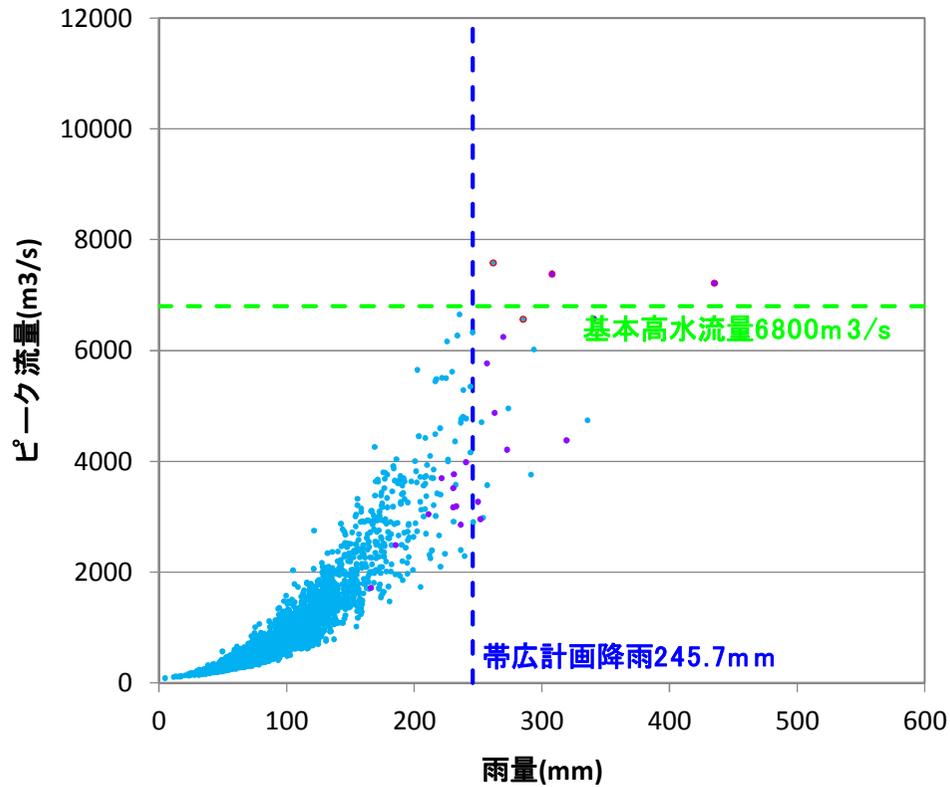
- 流出計算で過去実験3000ケース、将来実験5400ケースのピーク流量を算出し、各基準地点の99%タイル値を算出。
- 札内川①および②で過去実験に対して将来実験は1.9倍程度となり、最も変化が大きかった。



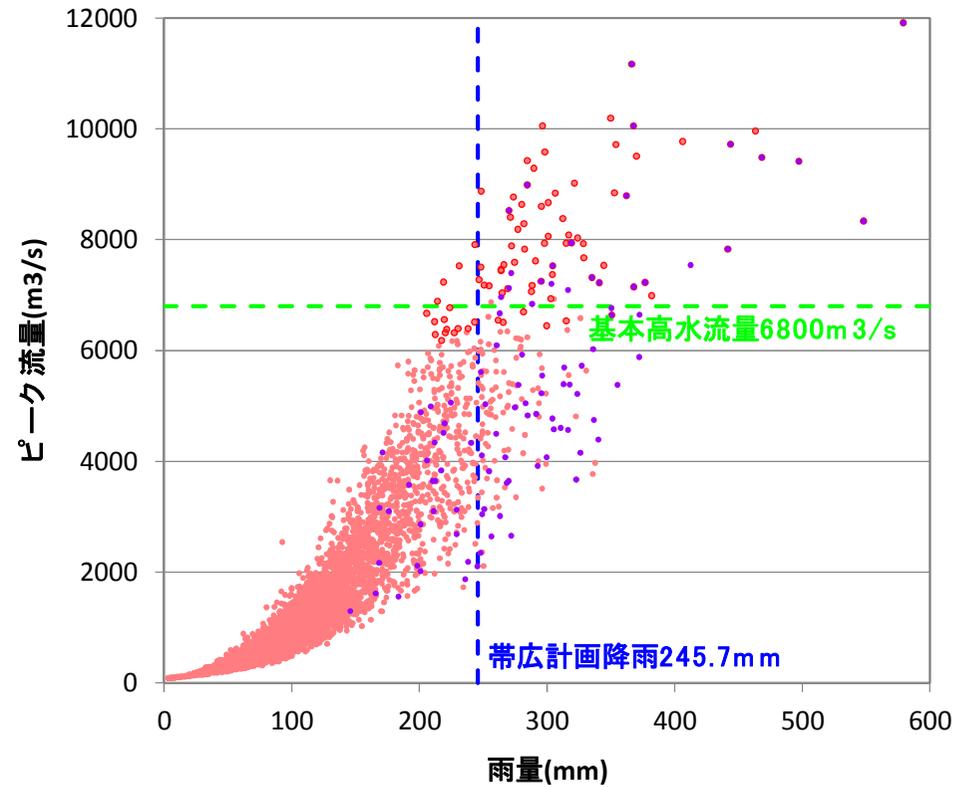
【流量の変化について】（洪水貯留施設における状況）

- 過去実験およびd4PDFについて流出計算を実施し、帯広地点におけるピーク流量と十勝ダムの洪水貯留量を整理した。
- 雨量が大きくなると、十勝ダムの洪水貯留量が洪水調節容量を上回る場合がある。

- 過去実験 十勝川 帯広
- 過去実験 十勝川 帯広 (洪水調節後流量が計画高水を超過)
- 過去実験 十勝川 帯広 (洪水貯留量が洪水調節容量を超過)



- 将来実験 十勝川 帯広
- 将来実験 十勝川 帯広 (洪水調節後流量が計画高水を超過)
- 将来実験 十勝川 帯広 (洪水貯留量が洪水調節容量を超過)

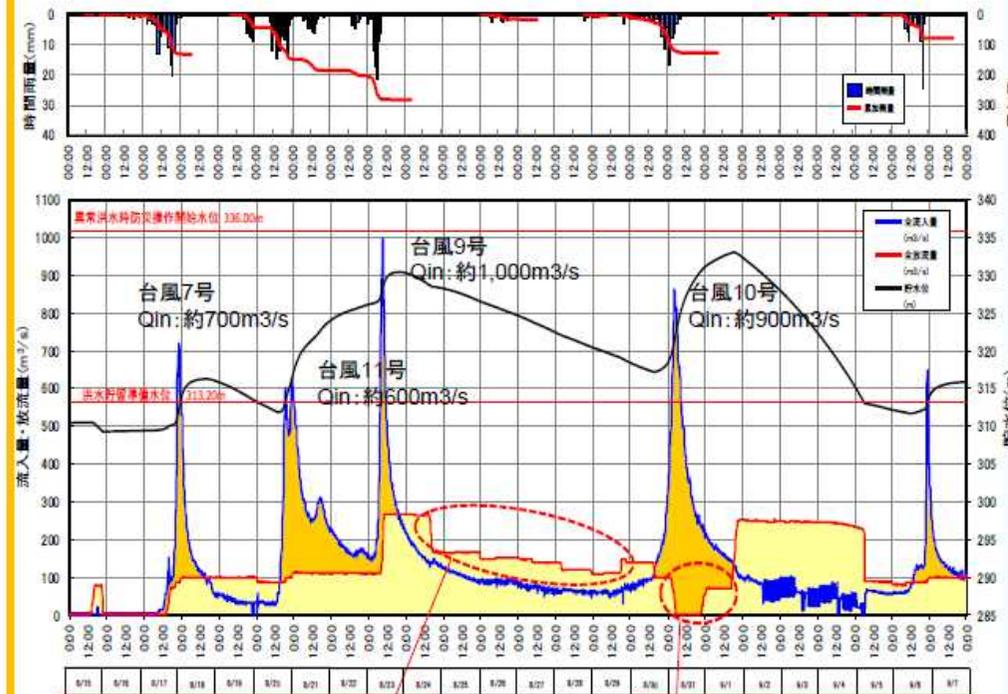


(参考)平成28年出水時のダムの状況

- 十勝ダムにおいては、4回の洪水調節を行うとともに、下流の水位状況を見ながら、放流量を低減させる特別防災操作を実施し、下流水位低減に効果を発揮。
- 札内川ダムは、洪水調節用のゲート設備を有しないため、一山目のピークについては洪水量を大きく低減させることができたが、二山目のピークの途中で非常用洪水吐きから越流することとなった。

十勝ダム

4個の台風に対し洪水調節を行うとともに、下流の水位と次々と迫る台風による降雨の予測をみながら特別防災操作を実施。

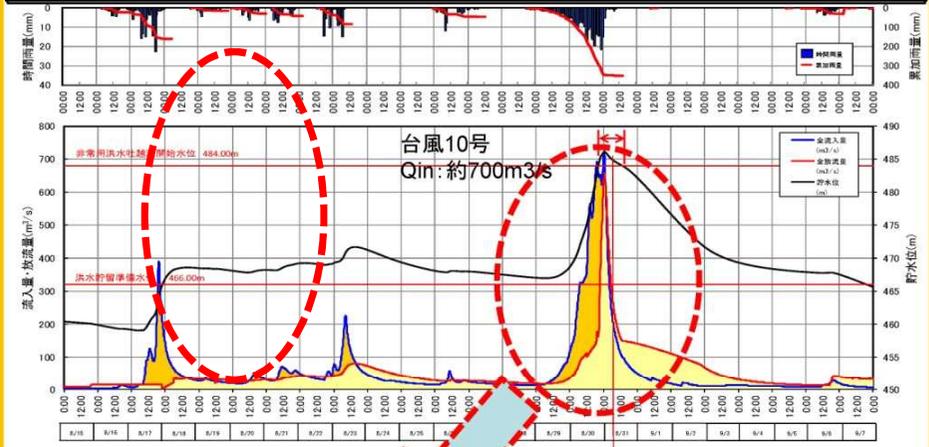


下流河川での緊急復旧工事の状況を踏まえ、放流量を低減する特別防災操作を実施

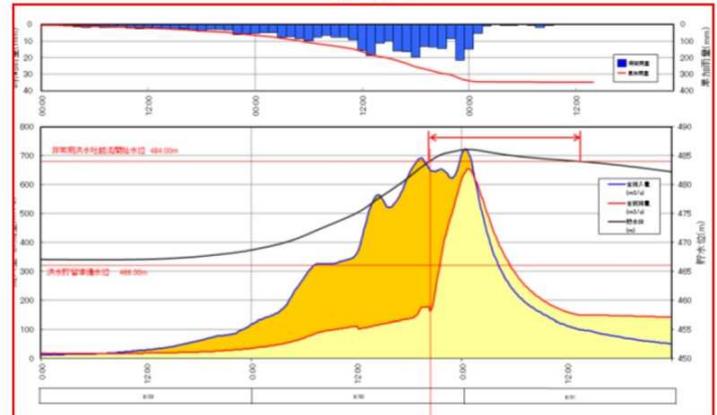
下流河川の水位が計画高水位を超えると想定される状況を踏まえ、放流量を低減する特別防災操作を実施

札内川ダム

連続した台風と、台風第10号に伴う降雨により計画洪水流量を超える流入量を観測。



非常用洪水吐きから越流



○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成**28年8月**出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- 流量の変化について(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の流量変化(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

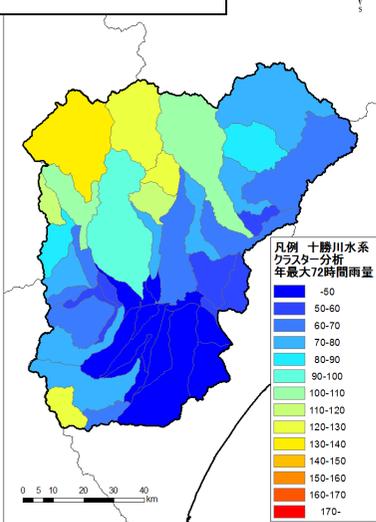
- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

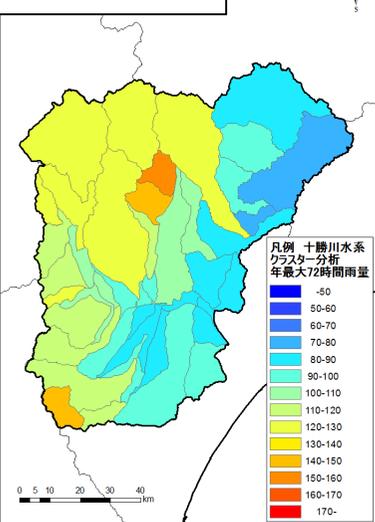
【降雨パターンの分類、気象場との関係性】 クラスタ分析

- 将来における時空間分布の変化を把握するため、十勝川帯広地点における過去実験3000ケースおよび将来実験5400ケースの年最大雨量を対象に、降雨の空間分布をクラスタ分析により5つに分類した。
- 発生頻度は、クラスタ2およびクラスタ3が多く、将来実験では、流域南西部に降雨が集中するクラスタ5の発生割合が増加する。

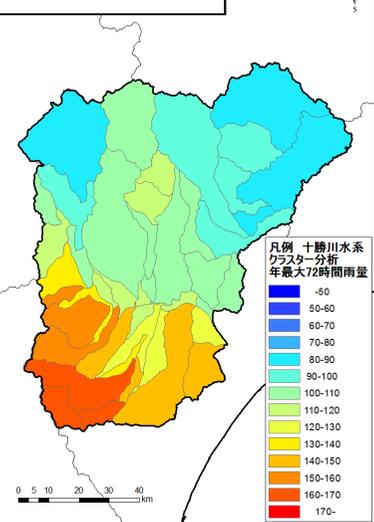
クラスタ1



クラスタ2



クラスタ3



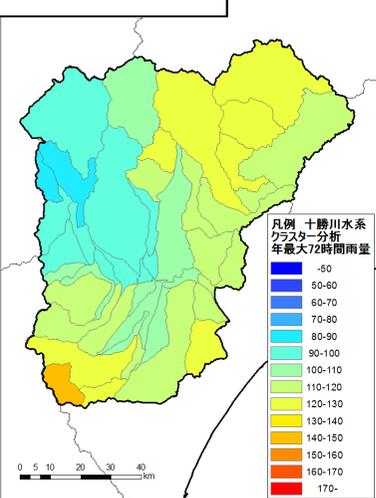
分類方法の概要

- ・分析手法: ウォード法
- ・類似度判定: ユークリッド距離
- ・次式の各単流域の総雨量に対する寄与率を用いて、類似度を判定

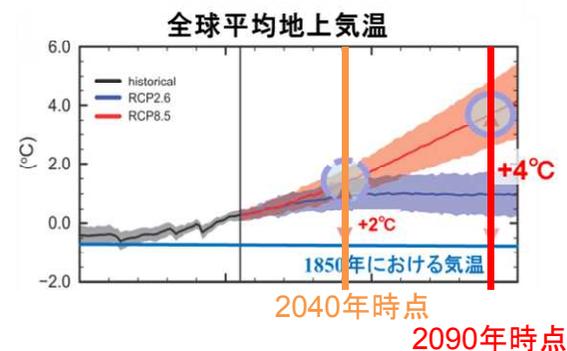
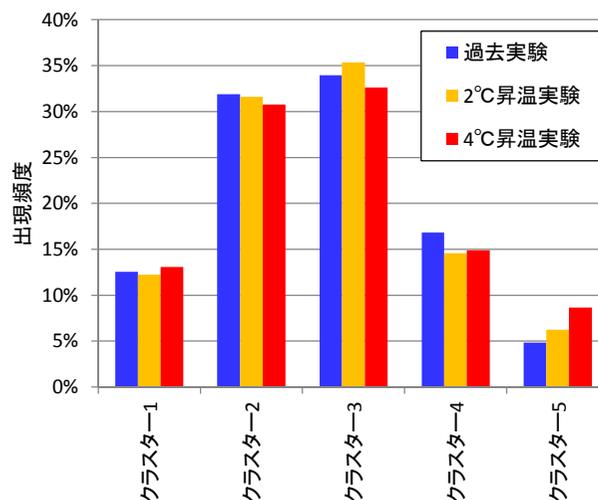
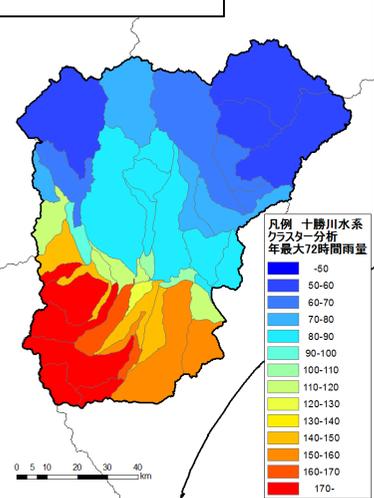
$$x_i = \frac{R_i A_i}{\sum_{i=1}^n R_i A_i}$$

ここに、x: 流域総雨量に対する寄与率、R: 流域平均3日雨量(mm)、A: 流域面積(km²)、添字i: 流域番号、n: 小流域数(42流域)

クラスタ4

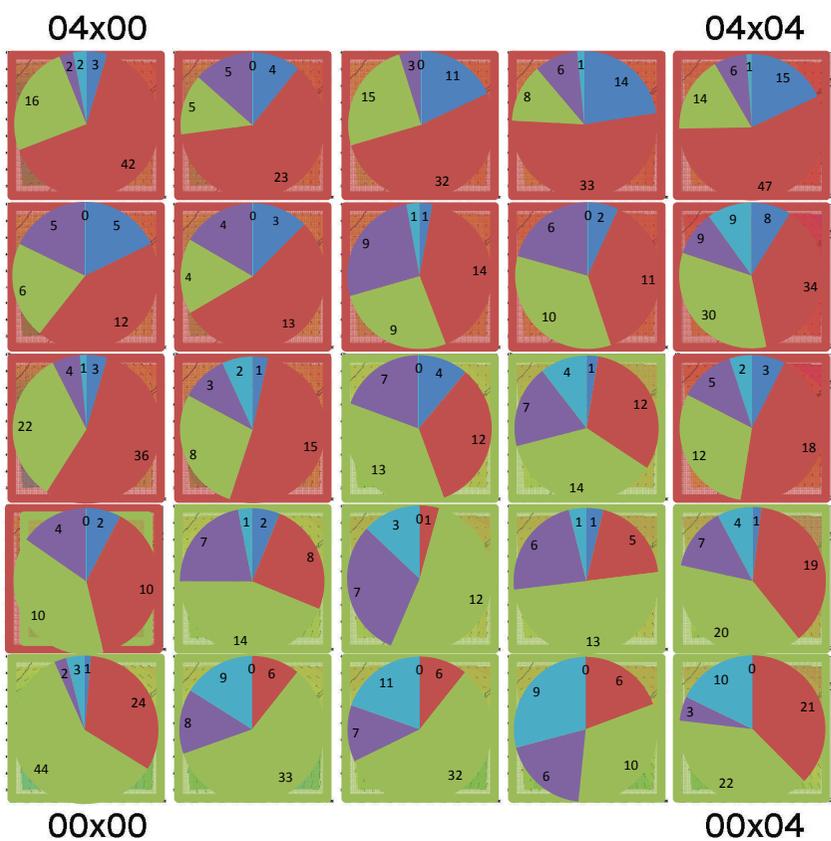


クラスタ5

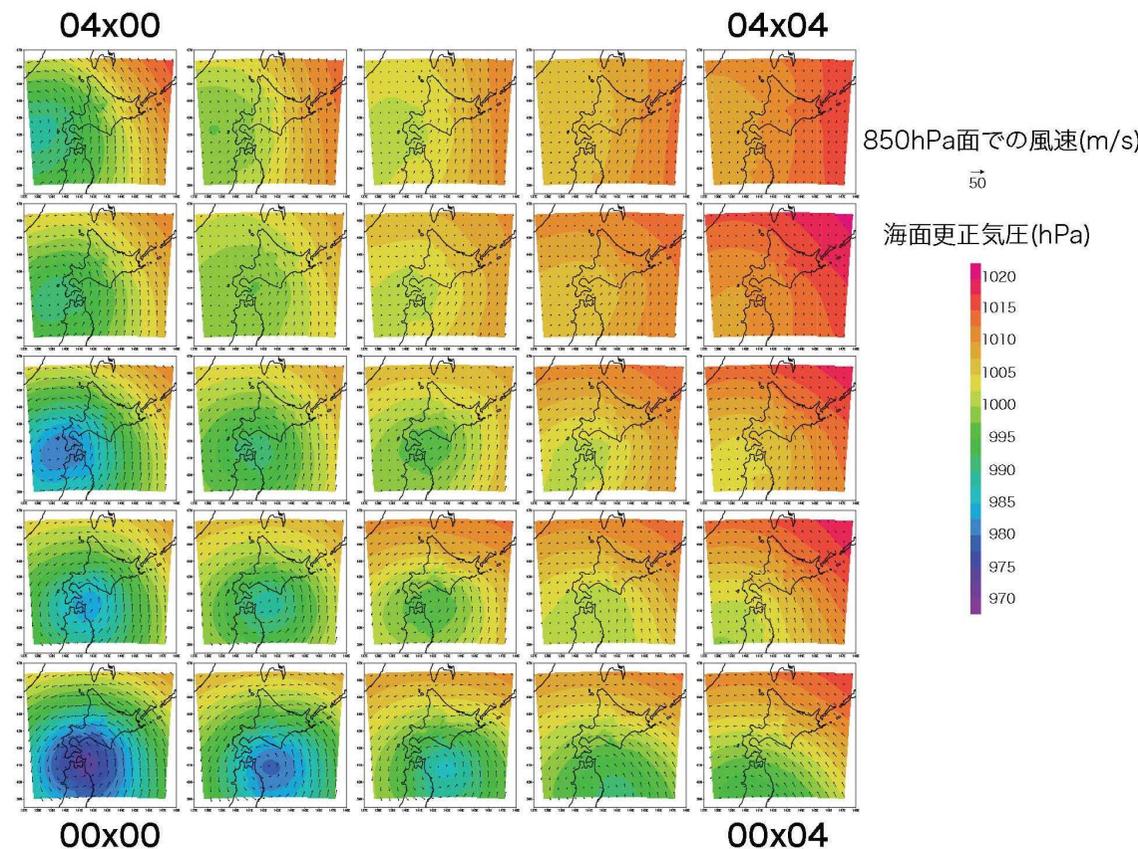


【降雨パターンの分類、気象場との関係性】 自己組織化マップ

- 星野らがd4PDFを用いて行った、十勝川帯広地点における年最大雨量を対象とした気象場の分類結果と、前頁の降雨の空間分布の分類結果を比較した。
- 十勝川流域では、北海道の南側の海面更正気圧が低い時に、十勝川流域南部に降雨をもたらすクラスター3の降雨分布が発生しやすく、北海道の西側の海面更正気圧が低い時に、十勝川流域北西部に降雨をもたらすクラスター2の降雨分布が発生しやすい傾向にある。



- クラスター1
- クラスター2
- クラスター3
- クラスター4
- クラスター5



※8,9月に発生し、150mm/3日を上回る降雨イベント(過去実験:252イベント、4°C上昇実験901イベント)を対象

使用データ

対象降雨：8,9月に発生し、5kmDSにおいて150(mm/72hr)を上回る降雨イベント
(過去実験:252イベント、4°C上昇実験901イベント)

対象時間：流域内の1時間降雨強度が最大となる時間

使用した変数：850hPaの水平風速(u,v), 海面更正気圧(slp)

両気候条件の気象場を含めて分類するため
温度情報を含まない変数とした

分類手順 Nguyen-Le et al.(2017)など

標準化

同一変数、同一格子点上のデータを平均0,分散1の分布に変換

各変数、各格子点のばらつきの影響度を統一

主成分分析

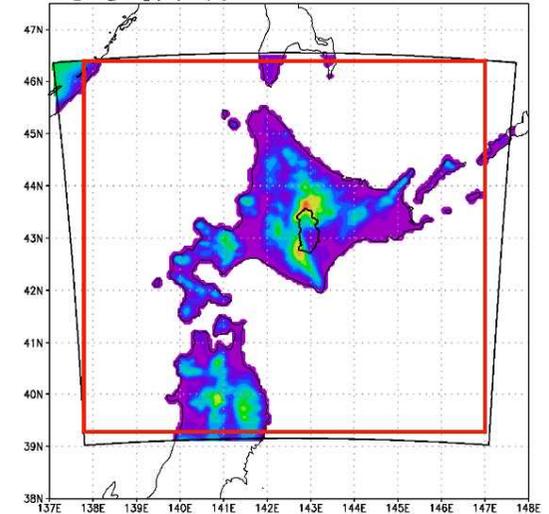
u,v,slpの空間分布から寄与率が大きい順に主成分を算出

もともとは3(変数) \times 74(緯度方向のグリッド数)
 \times 93(経度方向のグリッド数)=**20646**(次元)
寄与率の合計が95%を満たす主成分を抽出
→ **19次元**でばらつきを表現

自己組織化マップ 機械学習の一種

寄与率の合計が95%を満たす主成分 (高次元情報) から2次元上(5 \times 5ノード)に気象場を分類

対象領域



気候変動を踏まえたリスク評価について

○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成**28年8月**出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- 流量の変化について(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の流量変化(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

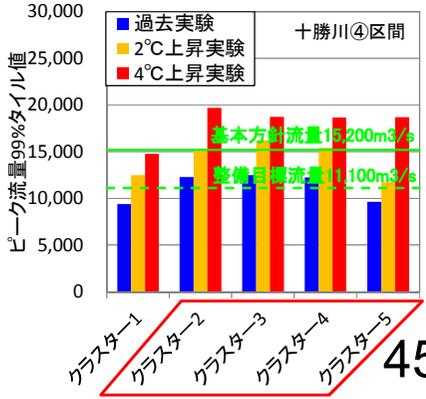
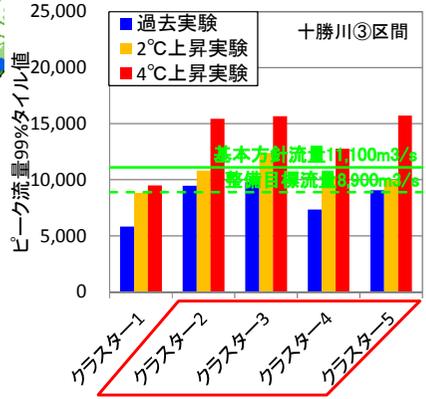
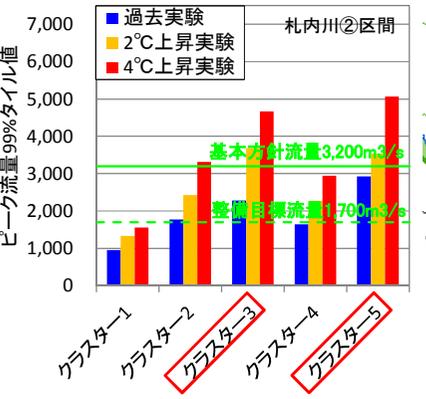
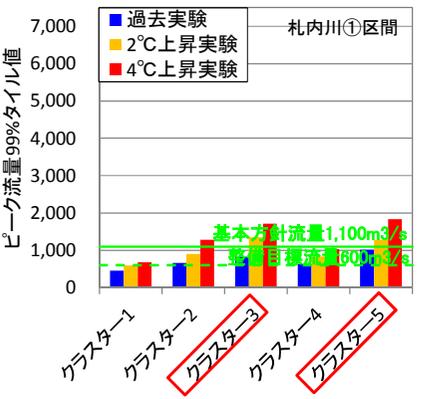
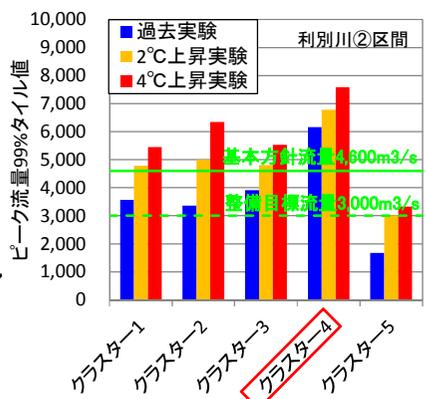
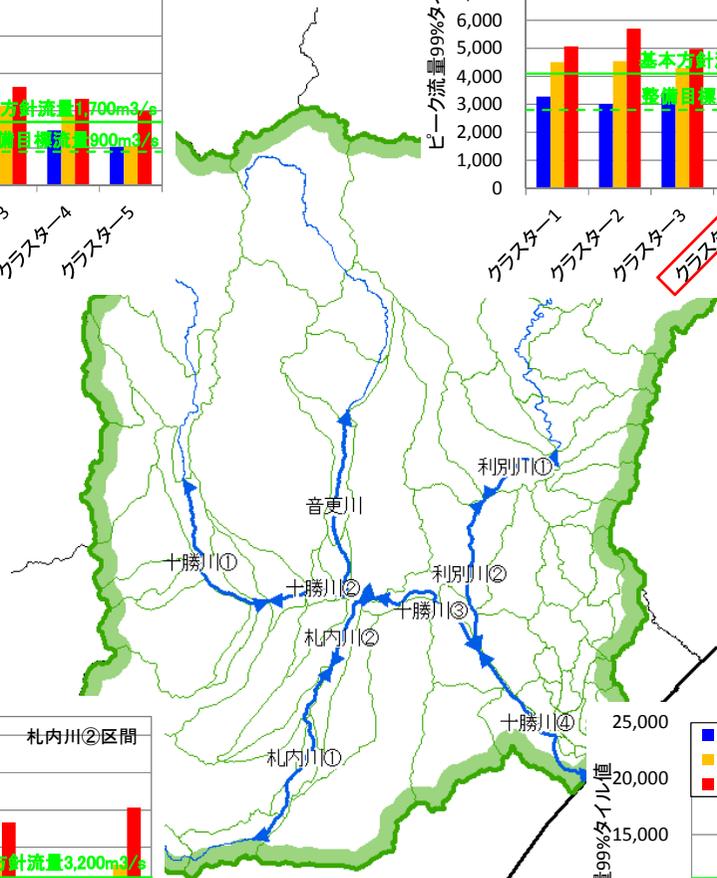
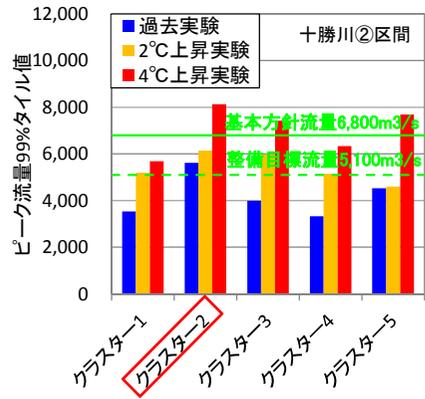
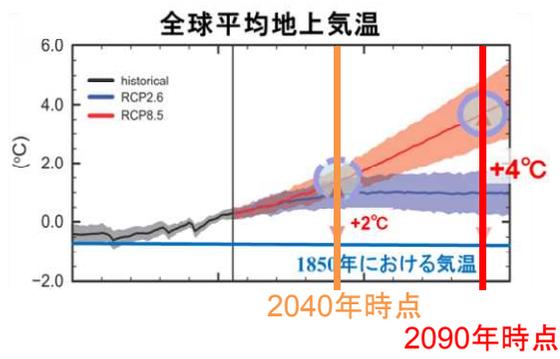
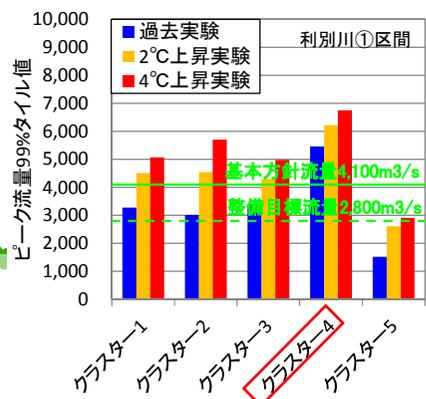
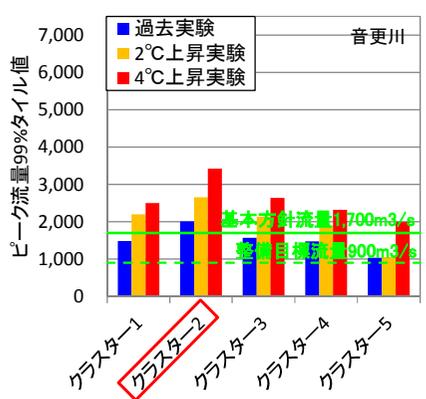
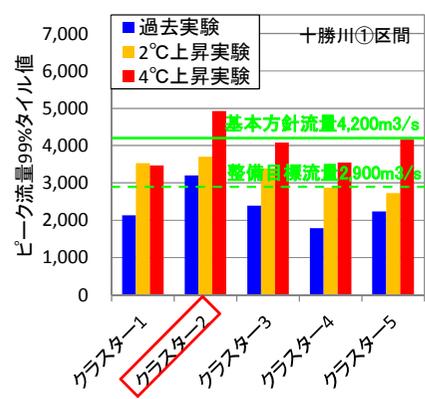
○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

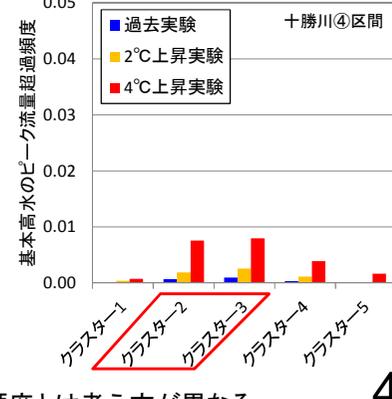
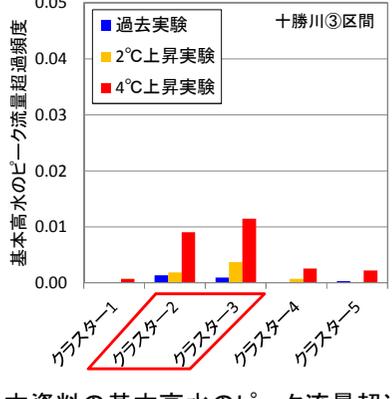
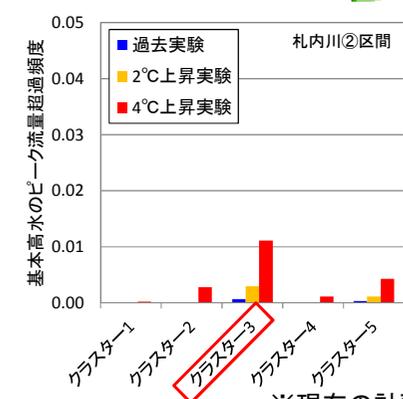
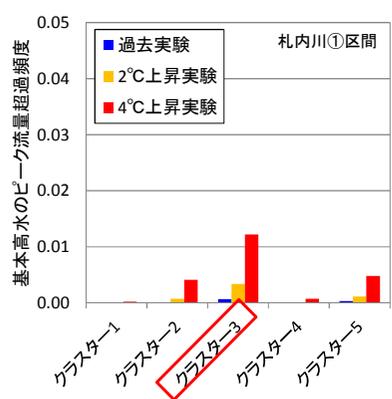
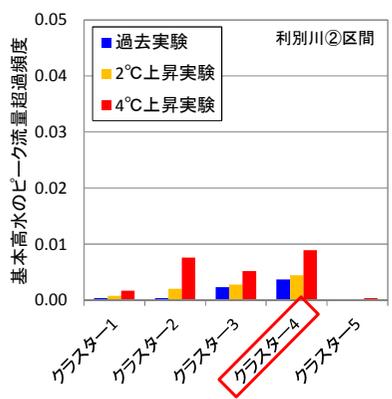
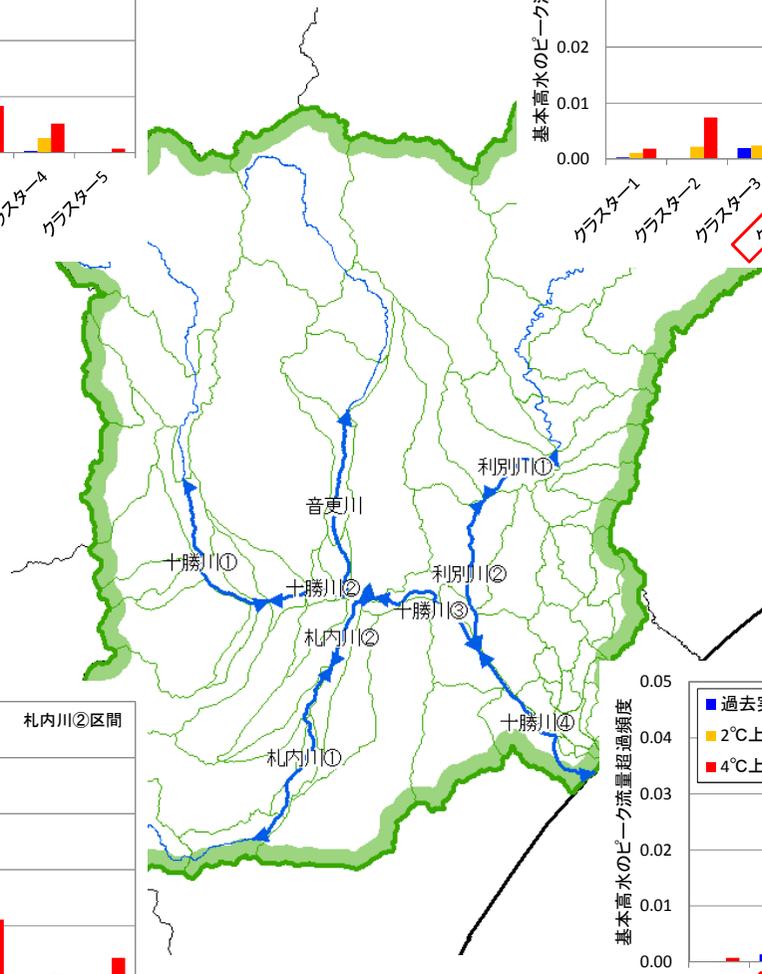
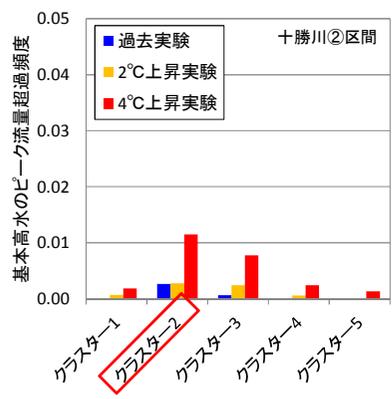
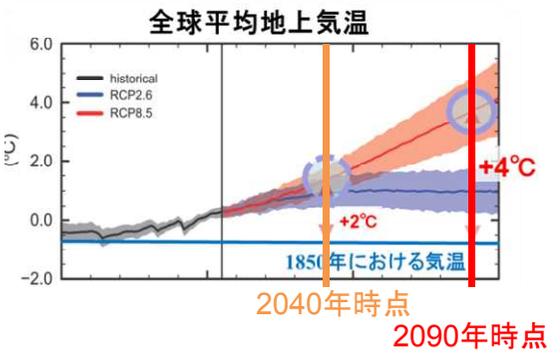
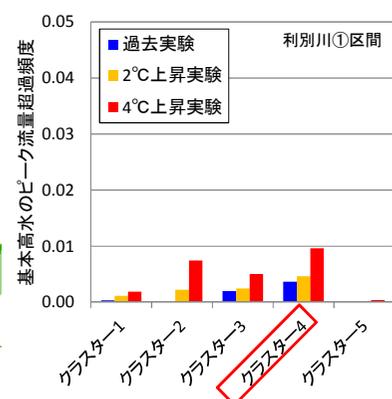
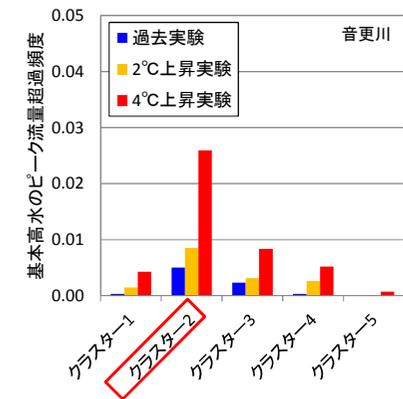
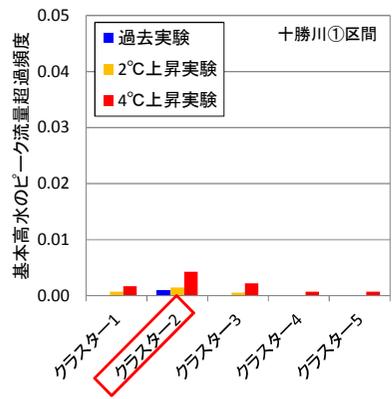
【降雨パターン毎の流量変化】（ピーク流量）

- 流出計算で過去実験3000ケース、将来実験5400ケースのピーク流量を算出し、各クラスターの99%タイル値を算出した。
- 各支川において、ピーク流量が大きくなるクラスターは異なり、十勝川上流域および音更川ではクラスター2、札内川ではクラスター3および5、利別川ではクラスター4でピーク流量が大きくなる。また、本川下流域ではクラスター2~5で流量が大きくなる。



【降雨パターン毎の流量変化】（基本高水を超過する頻度）

■ 流出計算で過去実験3000ケース、将来実験5400ケースのピーク流量が現行計画の基本高水のピーク流量を超過する頻度を比較した。気候変動後は、特に、音更川におけるクラスター2の降雨パターンにおいて、基本高水のピーク流量を超過する頻度が相対的に高まる。

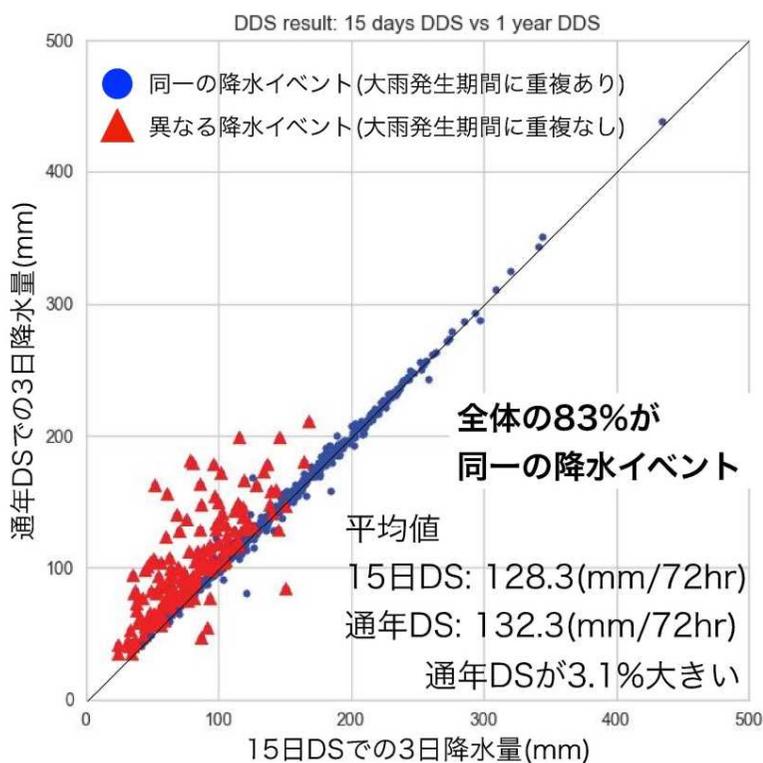


※現在の計画は3日雨量の発生確率で計画されており、本資料の基本高水のピーク流量超過頻度とは考え方が異なる。

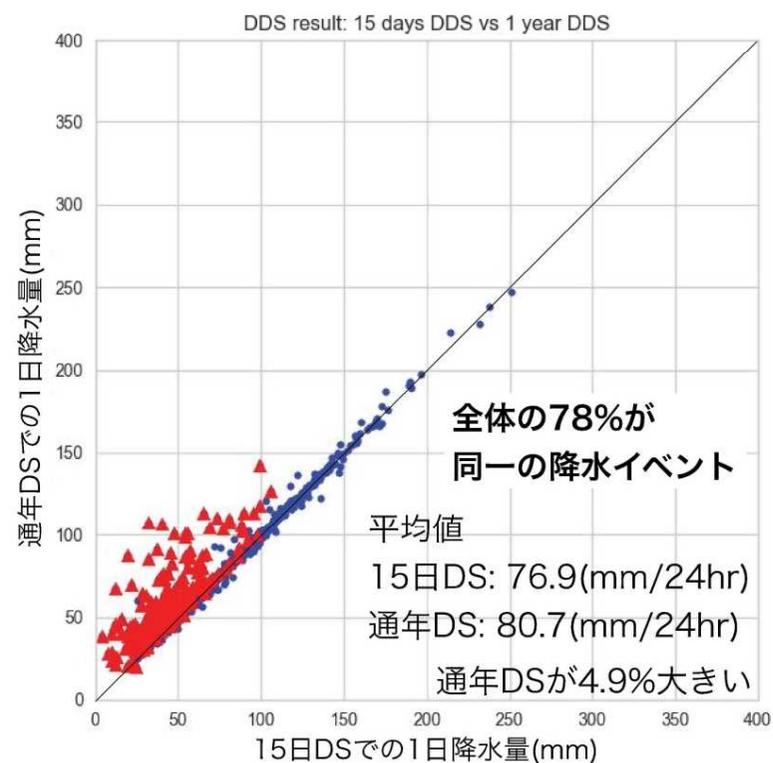
15日DSと通年DSによる年最大降水量の比較(1)

15日DS : 20kmメッシュでの大雨事例を5kmにDSしたものの
通年DS : 上記の大雨事例の該当年を1年間DSしたものの

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

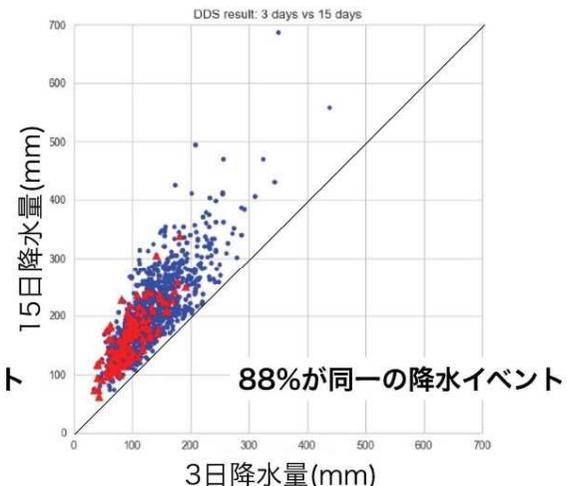
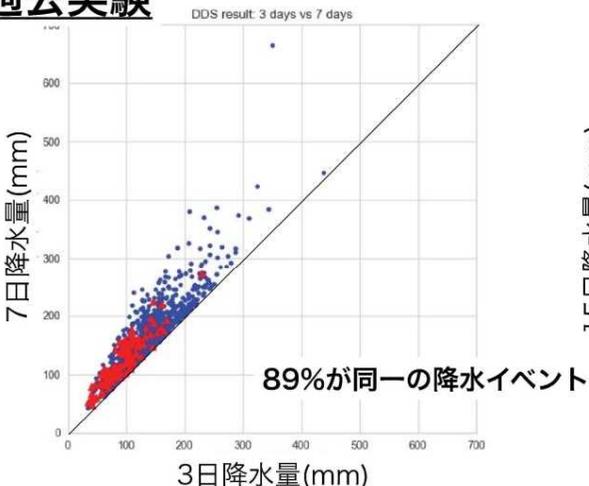
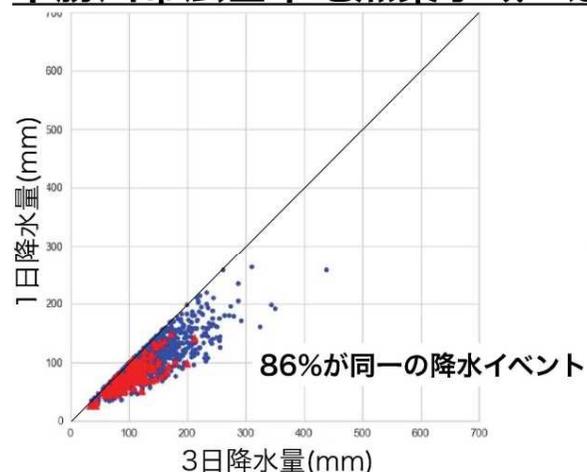


十勝川流域, 常呂川流域ともに上位7%, 5%の降水イベントは20kmメッシュでの
大雨事例で占められる。

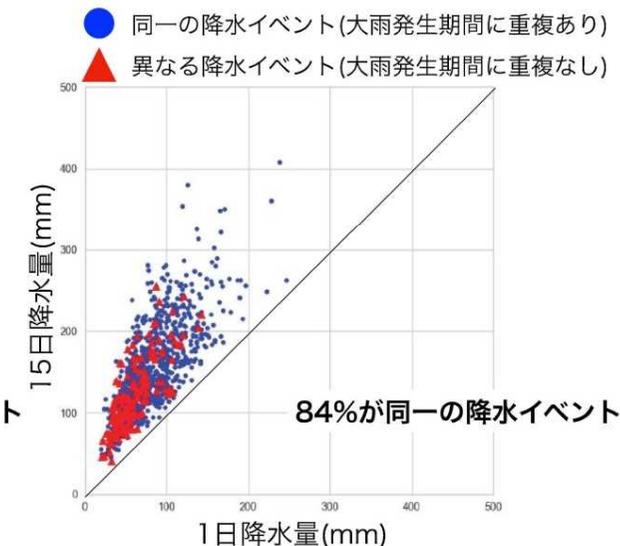
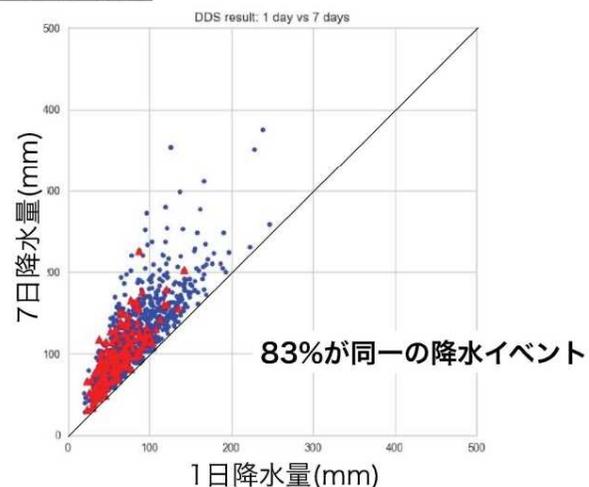
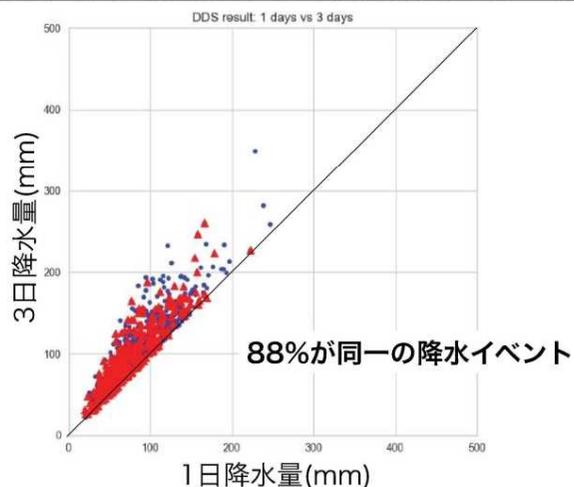
選定した年最大降水量は異なる時間スケールでも年最大イベントか？

通年DSの結果より検証

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



いずれの時間スケール間の比較においても80%以上が同一の降水イベント
降水量の多い事例ほど同一の降水イベントとみなせる割合が高い

○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成28年8月出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- 流量の変化について(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の流量変化(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

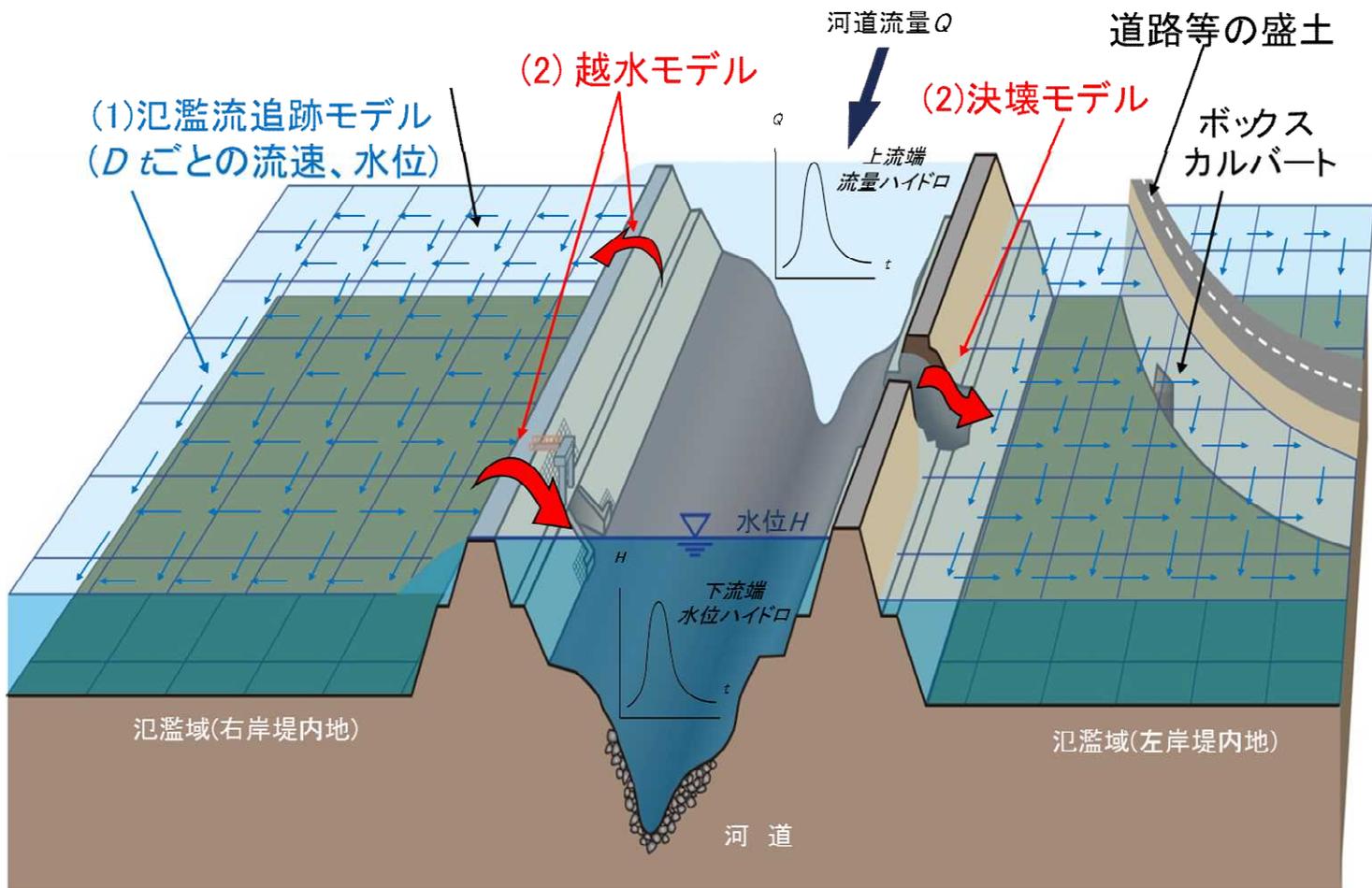
○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

【十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化】

- 前項までに算出した大量アンサンブルの流量データを用いて気候変動前後における氾濫シミュレーションを実施した。
- 大量アンサンブルデータを用いることにより、評価する浸水深に応じた浸水確率をメッシュ毎に算出することが可能となる。
- 氾濫シミュレーションモデルは、平面二次元不定流計算を組み込んだ、以下のモデルを用いる。

(1) 氾濫流追跡モデル
 透過率・空隙率を考慮した平面二次元不定流計算

(2) 決壊・越水モデル
 越流公式(河道⇒氾濫原: 栗城等の式、氾濫原⇒河道: 本間の式)



※施設状態は現況を想定した

【十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化】（氾濫シミュレーションモデル）

■ 主なシミュレーション条件は、現況河道、現況治水施設状態とした。



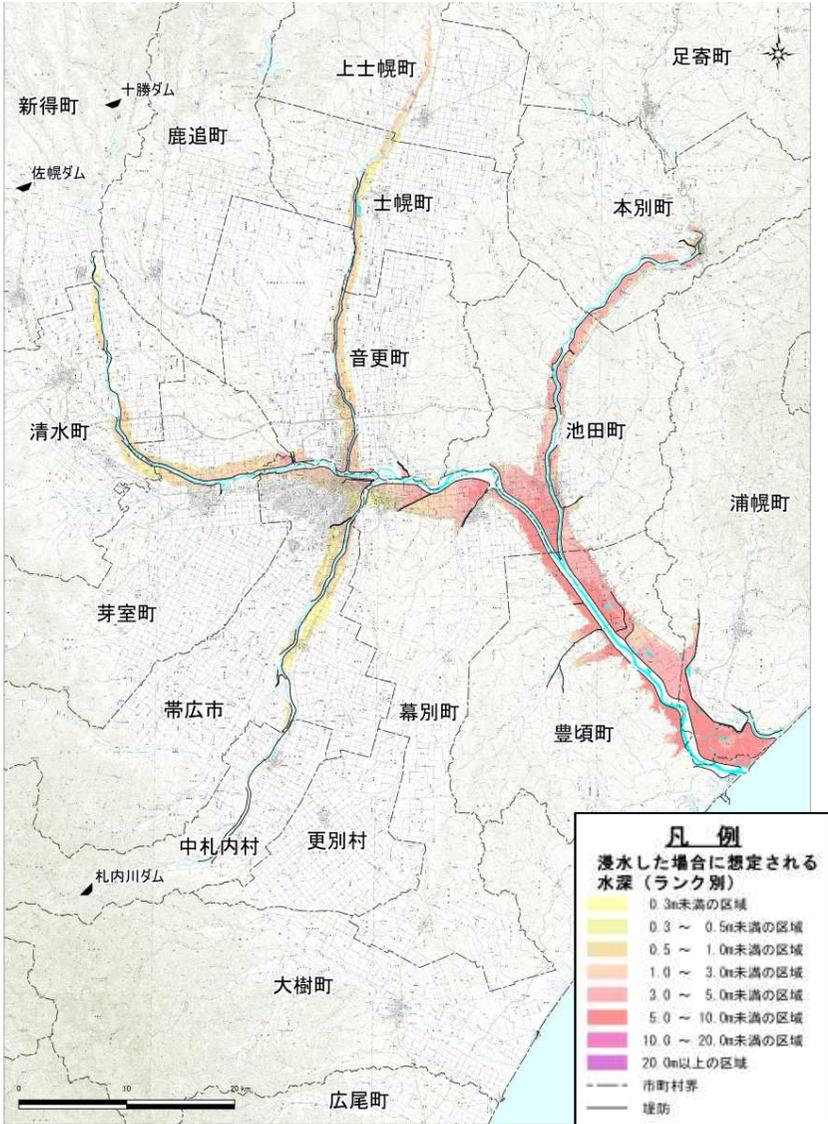
● 主な氾濫計算条件

項目	内容
計算メッシュサイズ・地盤標高	100mメッシュ(メッシュ地盤高は最新のLPデータより作成)
河道状態	平成30年河道
洪水調節施設	現況施設(十勝ダム、札内川ダム、佐幌ダム)
破堤地点	破堤の可能性のある地点(破堤開始水位を超過)全ての地点で氾濫計算を実施し、最大となる浸水深を算定。
破堤条件	破堤開始水位(HWLを基本とする)を河道水位が超過した時
破堤地点上流の氾濫による流量低減	水位が堤防高や地盤高を上回る場合には氾濫による河道流量を低減

【十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化】（最大浸水域）

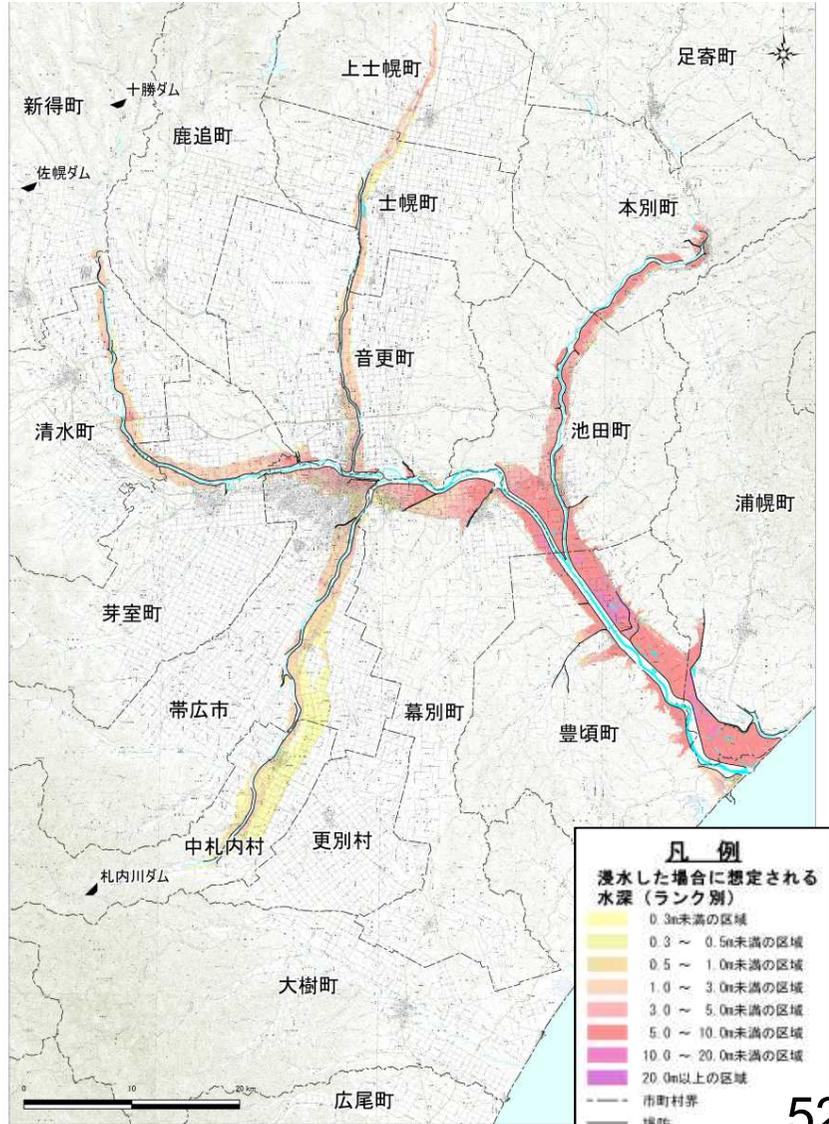
- 想定される全ての地点で氾濫シミュレーションを実施し、最大包絡の浸水域及び浸水深を算定した。
- 過去実験3000ケースの最大浸水域は、十勝川および音更川、札内川、利別川沿い等に広がっている。
- RCP8.5シナリオで4°C上昇が想定される2090年時点では、浸水面積が増加するほか、同一地点であっても浸水深が増大する傾向にある。

過去実験

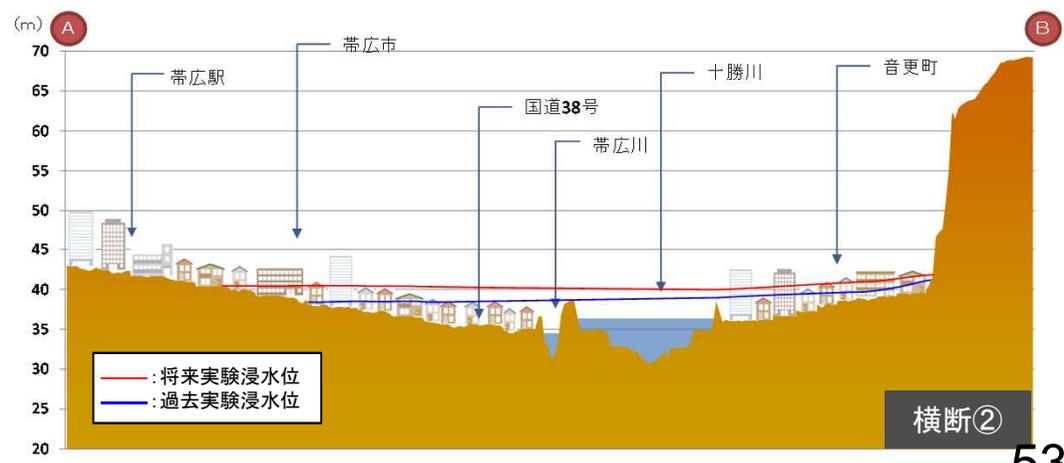
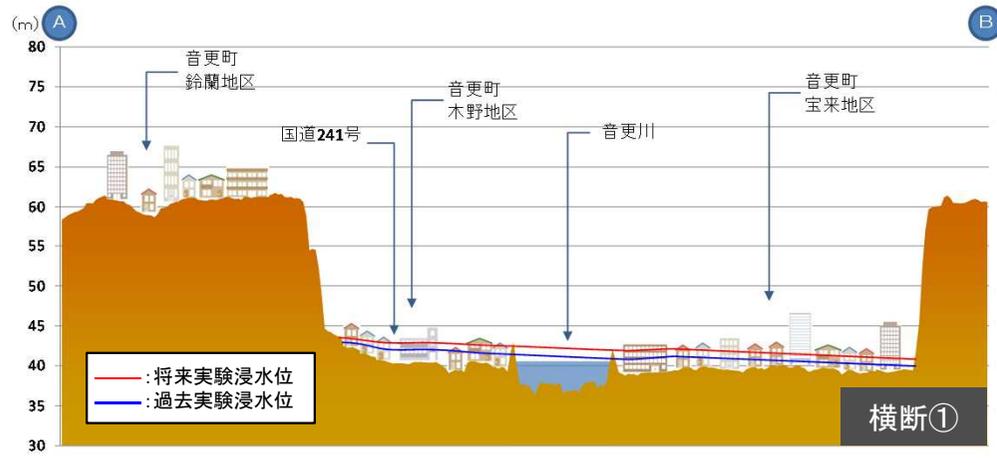
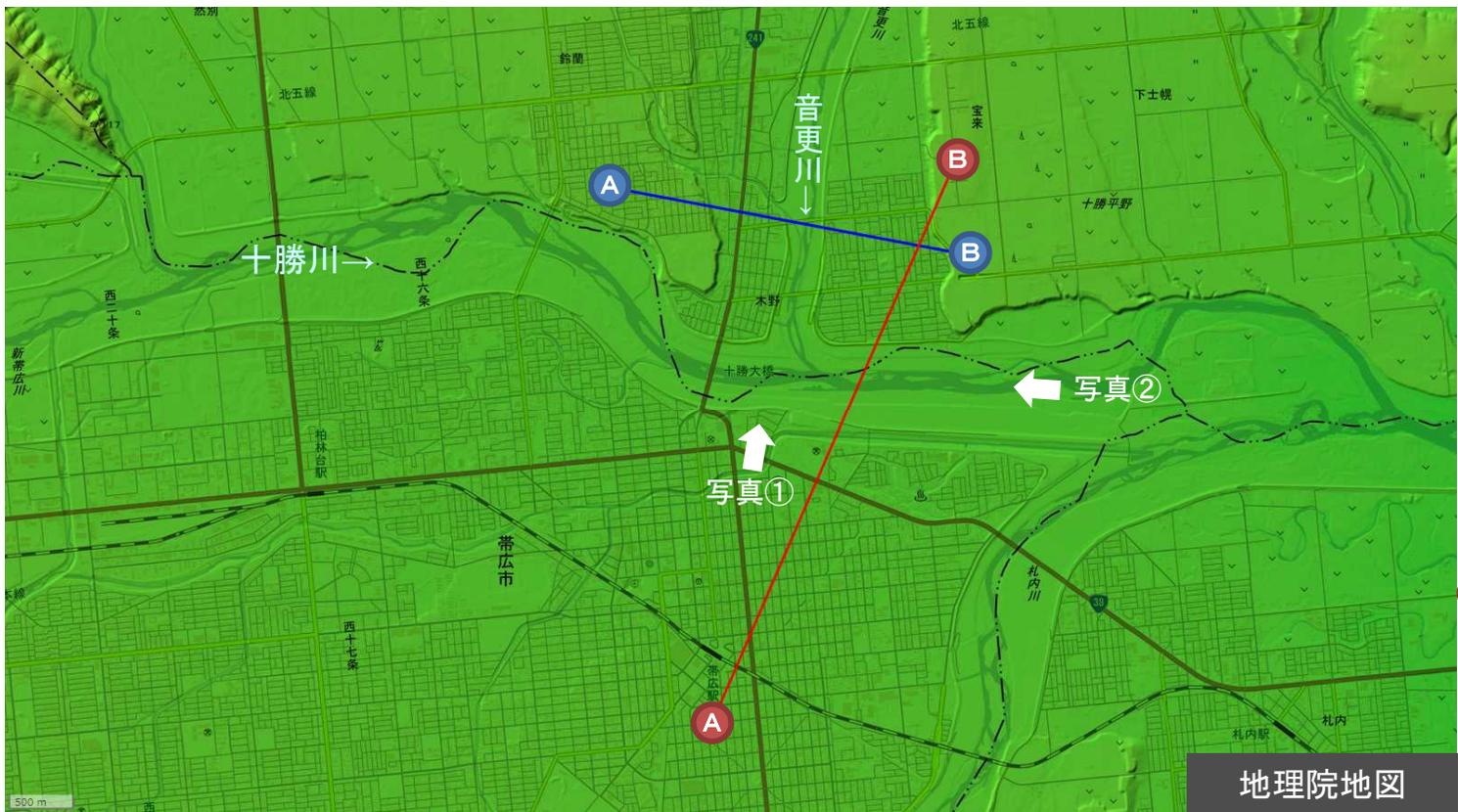


4°C上昇 実験

（RCP8.5シナリオで想定される2090年時点）

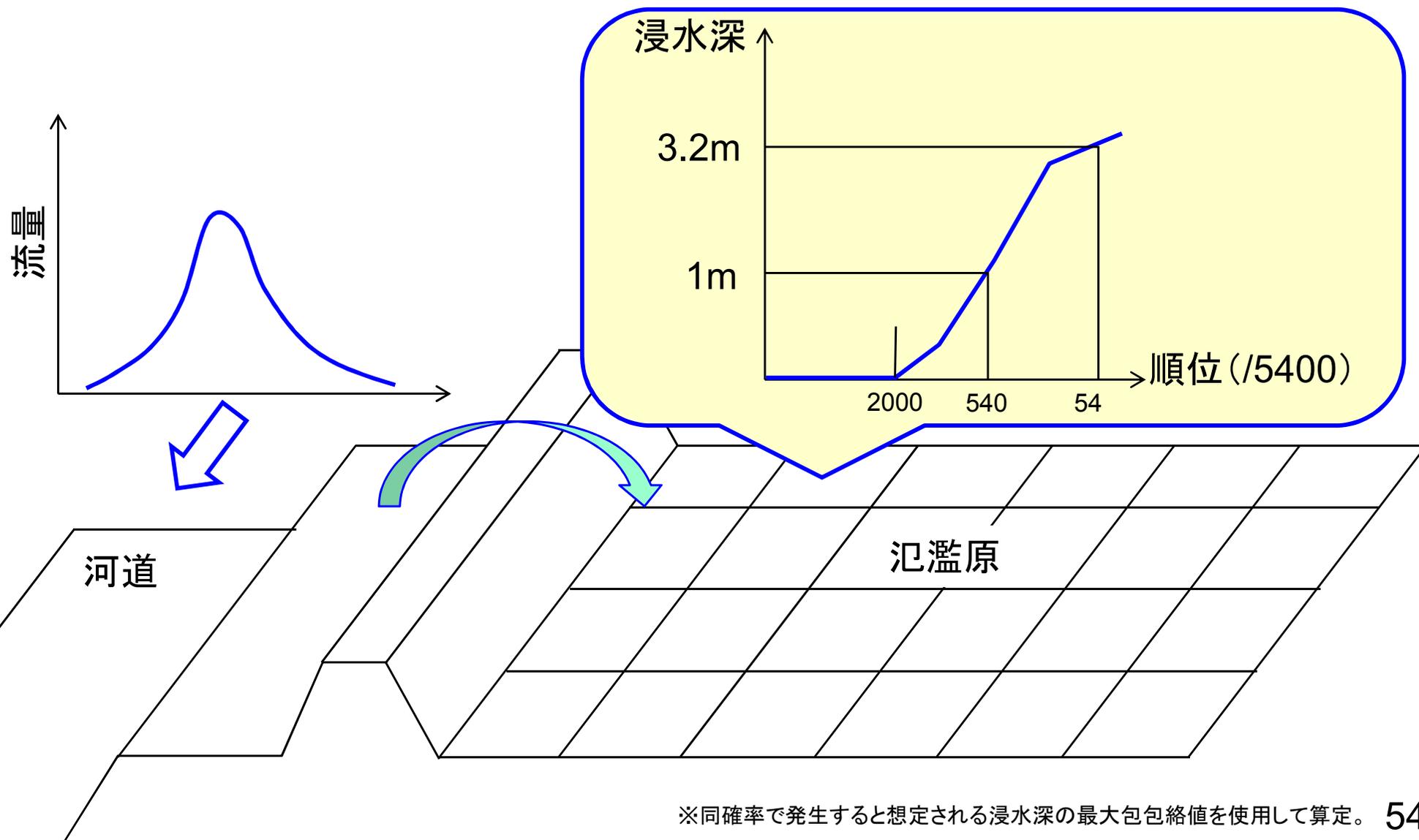


(ご参考)流域の概要について:帯広市・音更町市街地付近の標高



【十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化】（浸水確率）

- リスク表示方法の一つとして、過去実験3000ケース・将来実験5400ケースを対象に氾濫計算を実施し、地先の浸水確率を算出した。
- 氾濫計算は、水位がHWLに達した時点で破堤するものと仮定し、各計算メッシュの過去実験3000ケースの浸水深、将来実験5400ケースの浸水深を用いて、順位統計によって浸水深ごとの超過確率を算定した。



【十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化】（浸水確率） 浸水深1m

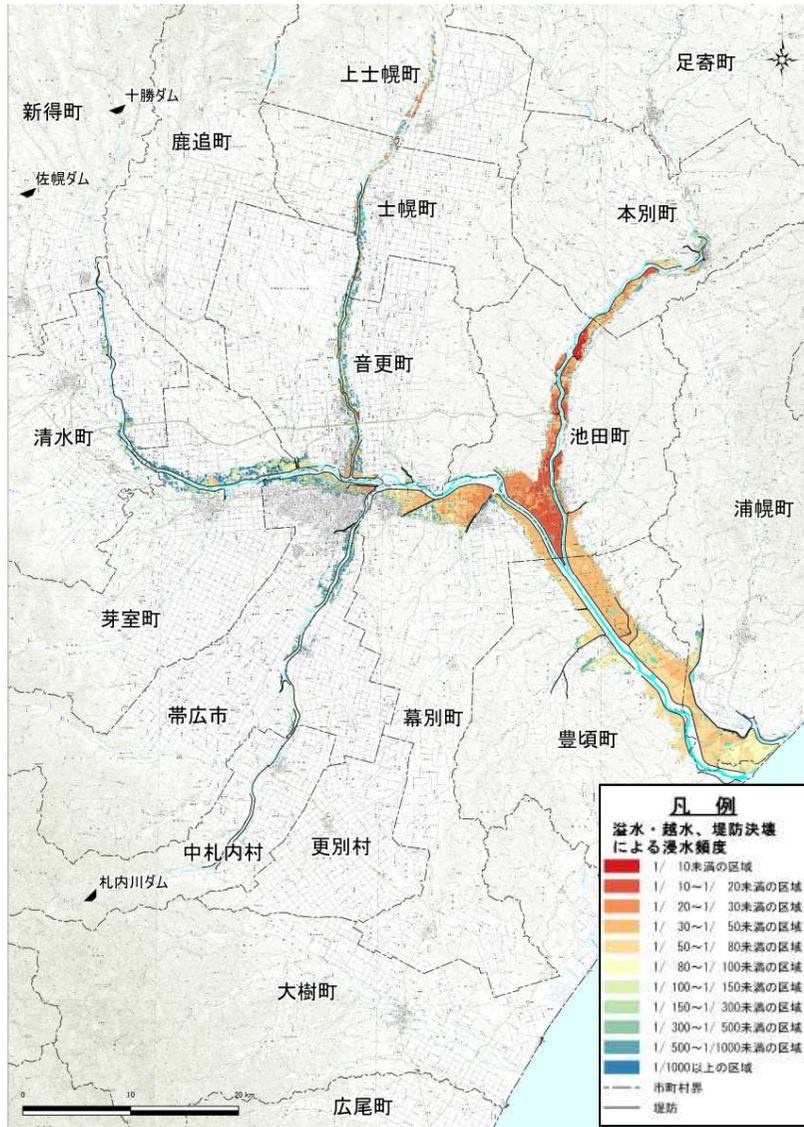
■ 河道掘削等の整備が予定※されている十勝川本川下流部および利別川沿い等で、浸水確率が高い。

※十勝川水系河川整備計画【変更】(H25.6改定)

■ RCP8.5シナリオで4℃上昇が想定される2090年時点では、同一地点であっても浸水確率が増大する傾向にある。

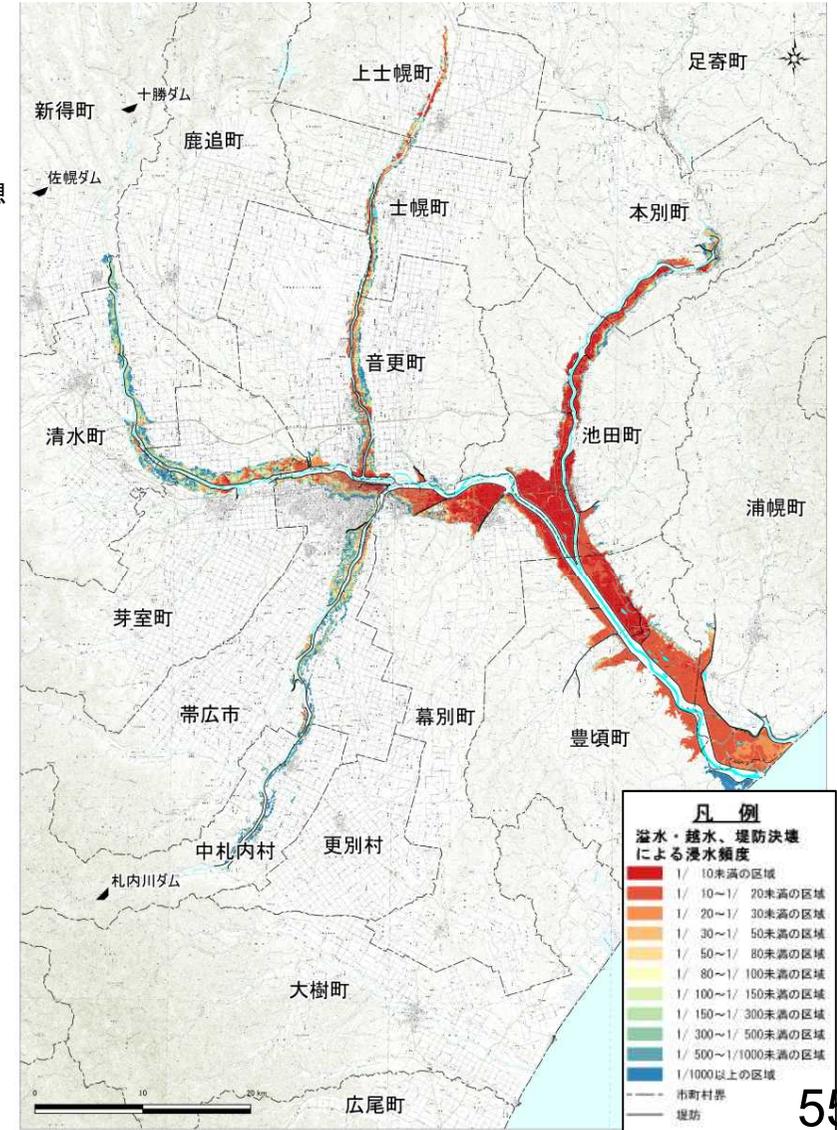
床上から50cm程度の浸水深となる確率（浸水深1m）

過去実験



4℃上昇 実験

（RCP8.5シナリオで想定される2090年時点）

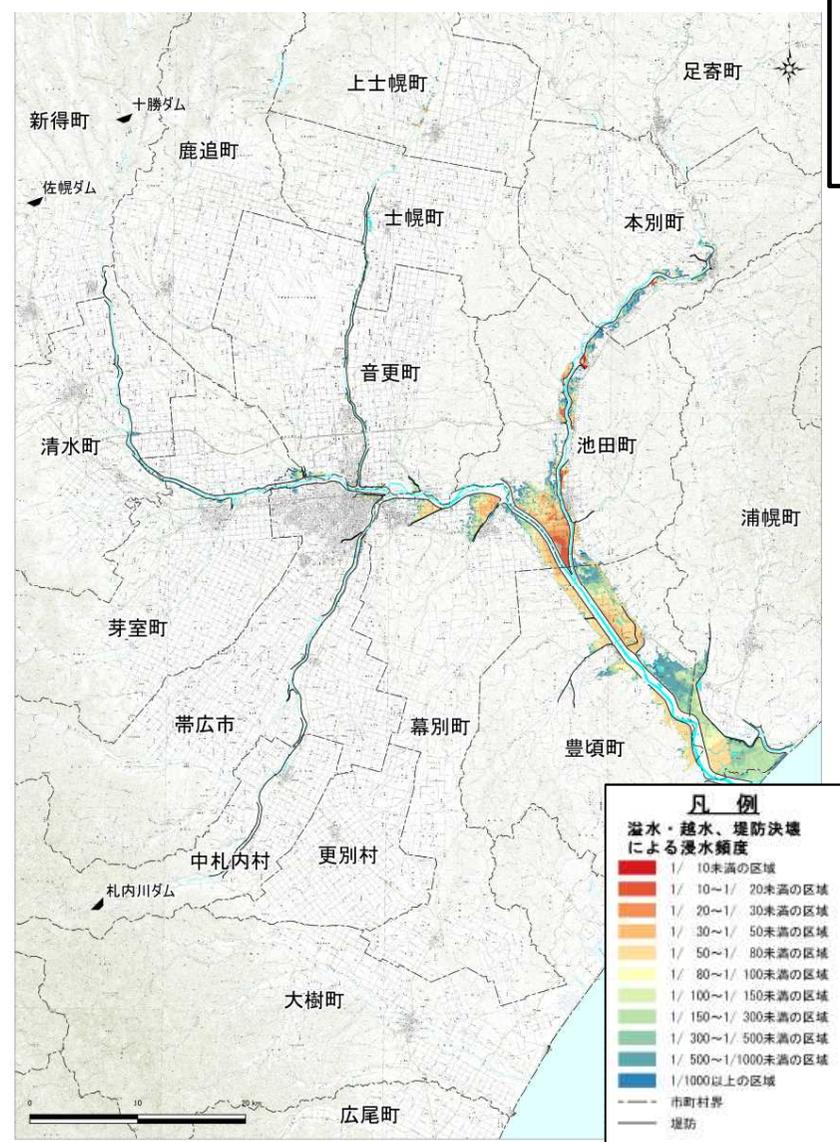


【十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化】（浸水確率） 浸水深3.2m

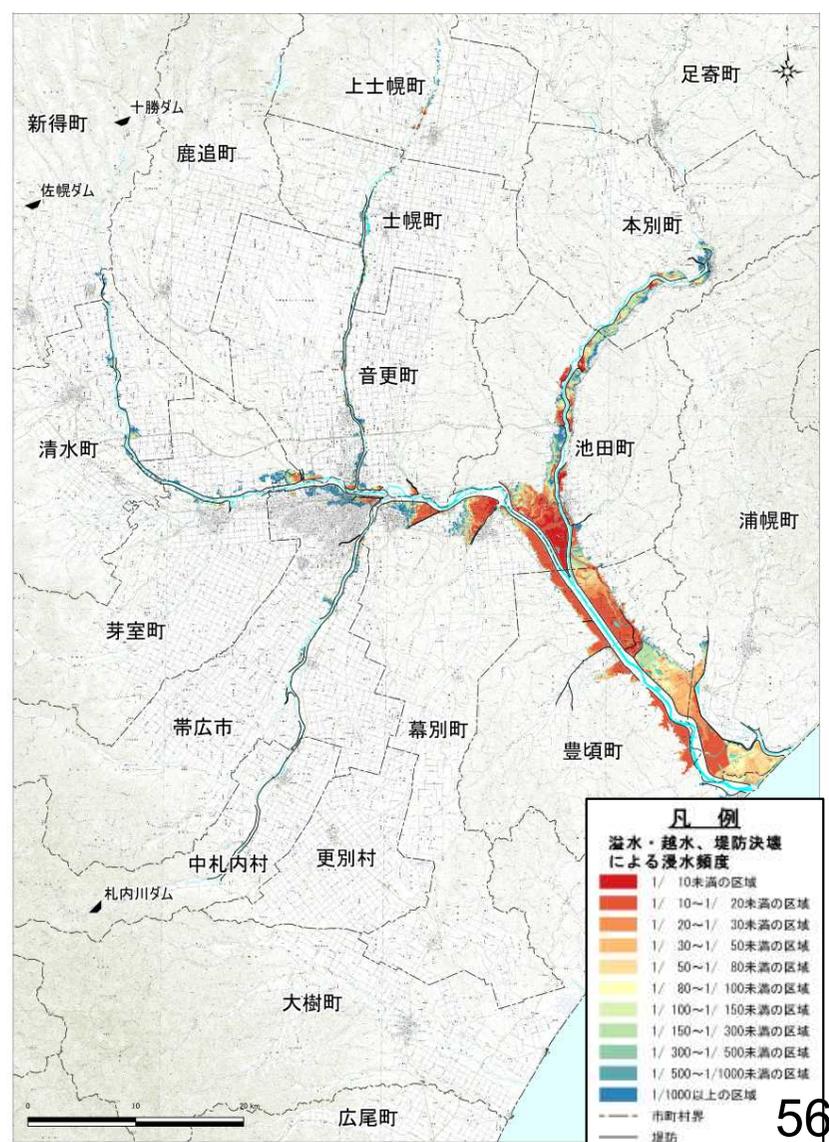
- 河道掘削等の整備が予定※されている十勝川本川下流部および利別川沿い等で、浸水確率が高い。
 - RCP8.5シナリオで4℃上昇が想定される2090年時点では、同一地点であっても浸水確率が増大する傾向にある。
- ※十勝川水系河川整備計画【変更】(H25.6改定)

1階が水没する程度となる浸水深となる確率（浸水深3.2m）

過去実験

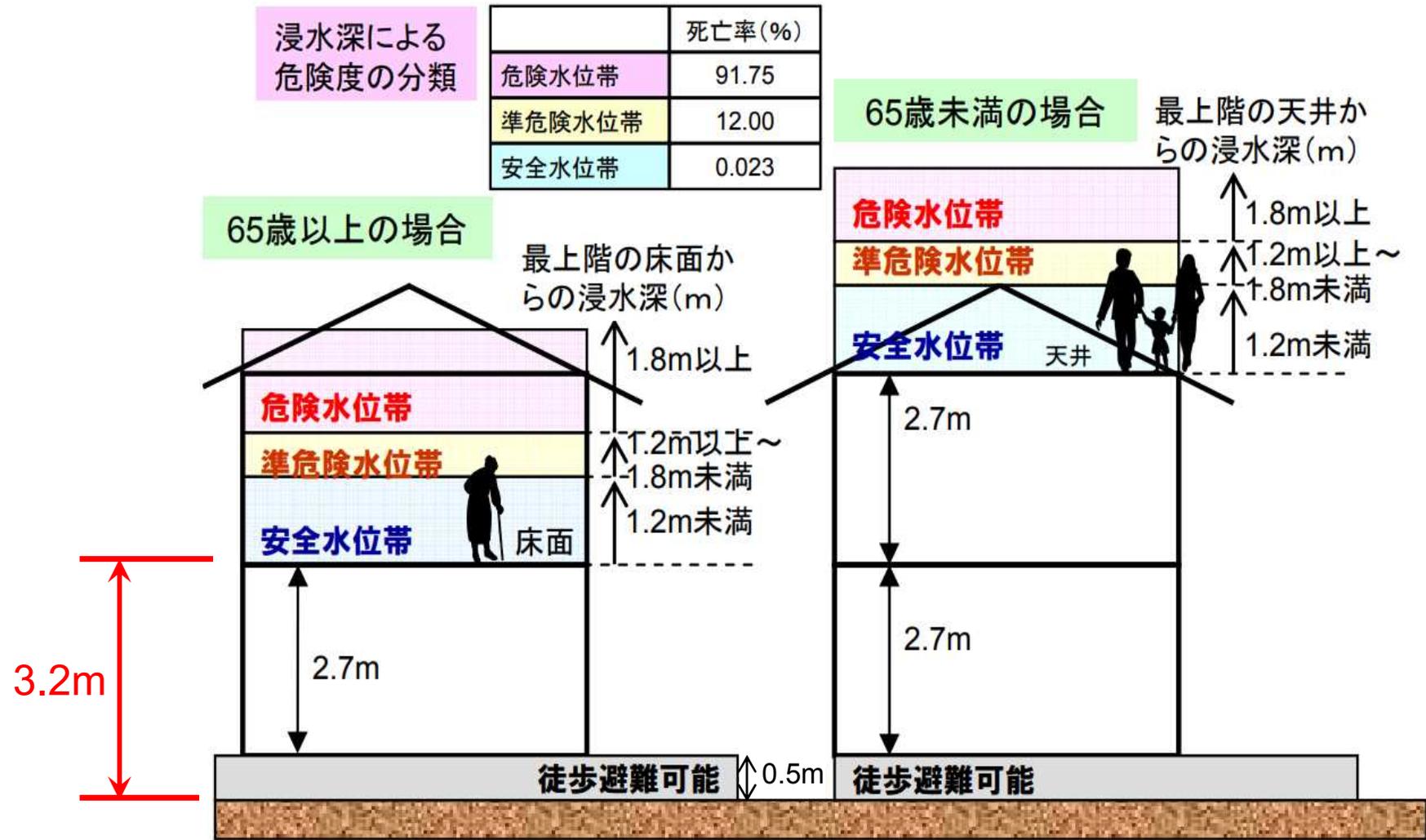


4℃上昇 実験 (2090年時点)



【参考】想定死者数の算定手法～LIFESim手法～

- 「水害の被害指標分析の手引き」(H25試行版)に示されている手法は以下の通り。
- この手法は、LIFESimモデルをベースに米陸軍工兵隊がハリケーン・カトリーナ災害後の施設整備等の評価に用いたモデルである。

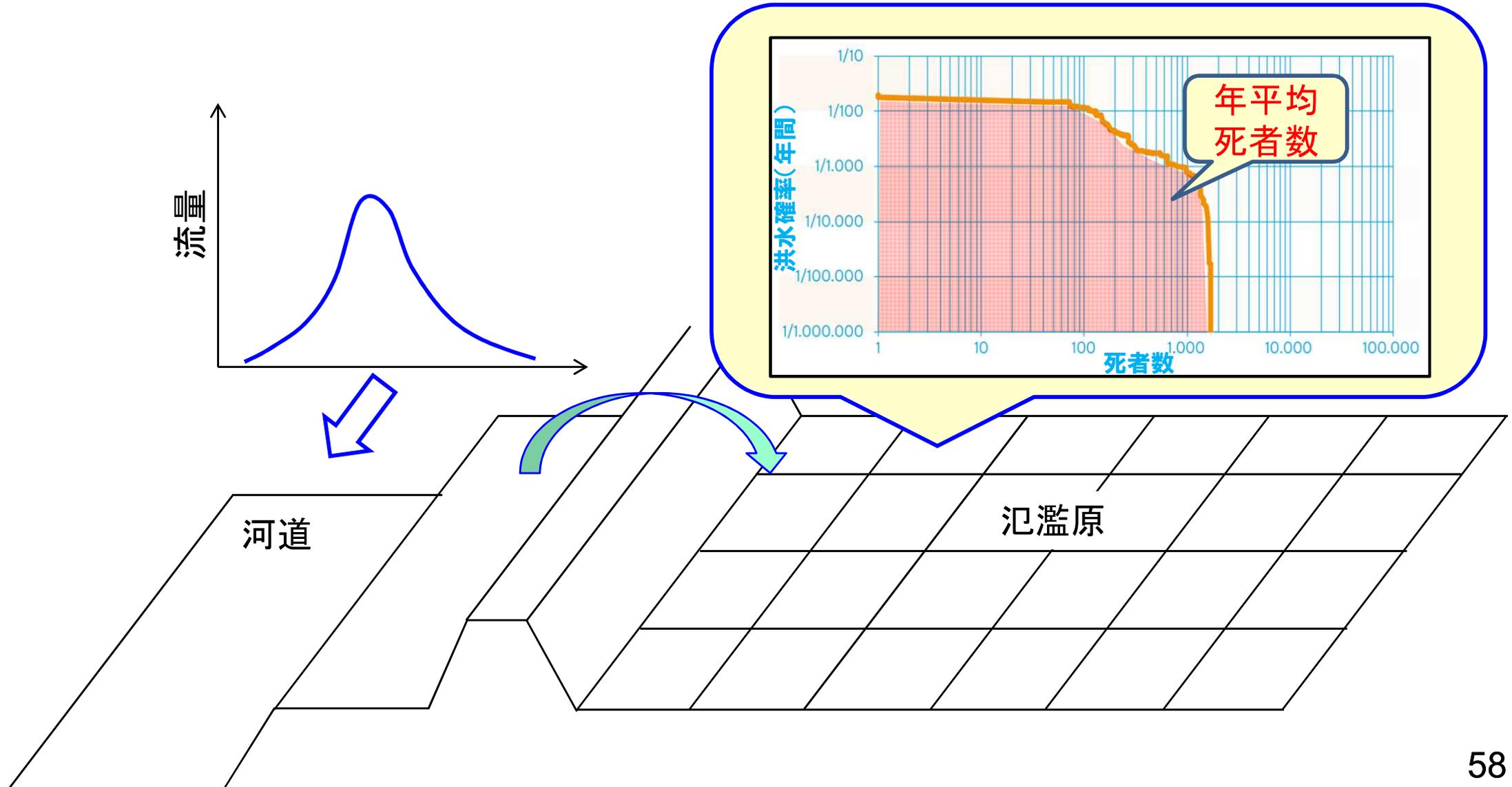


浸水深による危険度の分類

※ 内閣府, 大規模水害時の排水施設の状況、死者数・孤立者数の想定手法; 死者数の想定手法, 2008.3, pp3, http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/daikibosuigai/9/pdf/shiryuu_1.pdf から内容、図を引用

【十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化】（地先のリスクについて）

- リスク表示方法の一つとして、過去実験3000ケース、4°C上昇実験5400ケースを対象に、各ブロックごとに死者数および被害額を算定し、年平均死者数を算出する方法が考えられる。
- 氾濫計算結果から得られた死者数を降順に並び替え、順位統計により確率を設定してF-Nカーブを作成し、積分することにより、年平均死者数を算定する。



○北海道地方における気候変動による降雨の変化

- 気候予測アンサンブルデータ(ダウンスケーリング、バイアス補正、リサンプリング)
- 気候変動による降雨変化(全国、北海道、十勝川水系)
- 降雨の傾向(局所化、短時間化)

○十勝川水系における気候変動による流量の変化

- 平成28年8月出水について(概要、将来実験と過去実験との比較)
- 流量の変化について(ピーク流量の変化、洪水貯留施設における状況)
- 降雨パターンの分類、気象場との関係性
- 降雨パターン毎の流量変化(ピーク流量、基本高水を超過する頻度)

○十勝川水系における気候変動による氾濫リスクの変化

- 最大浸水域
- 浸水確率(浸水深1m、浸水深3.2m)

○常呂川水系における気候変動による氾濫リスクの変化(今後、検討予定)

● 将来気候における降雨量の変化

- 帯広地点における計画規模程度の降雨量の変化は、**4°C上昇実験**では過去実験の**約1.38倍**に増加し、**2°C上昇実験**では過去実験の**約1.13倍**に増加した。また、4°C上昇実験では十勝川水系の**各小流域毎に降雨量の変化率が異なり**、特に、**流域南西部の短時間雨量では約1.7倍**に増加する小流域が存在する。
- 4°C上昇実験では、**より短時間、局所的な雨に集中しやすい傾向**がある。

● 将来気候における流量の変化

- 4°C上昇実験では、**3日雨量が同程度であっても、過去実験に比べてピーク流量が大きくなる**ケースが現れる。
- 各地点で流量が大きくなりやすい降雨パターンのピーク流量99%タイル値で見ると、将来実験では各河川でピーク流量がかなり大きくなり、特に**札内川では過去実験と比べて約1.9倍まで増加**する。
- 各地点で流量が大きくなりやすい降雨パターンの現計画の基本高水流量を超過する頻度を見ると、将来実験では各河川で超過頻度が高くなり、とりわけ**音更川における超過頻度が相対的に高くなる**。

将来気候における氾濫リスクの変化

- 将来気候においては、最大浸水域や浸水確率の氾濫リスクが増大する。

(今後、精査することを予定)

(参考) 十勝川の流域および河川の概要

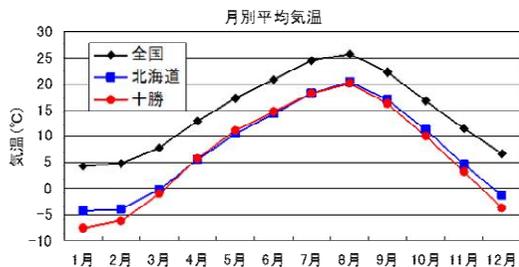
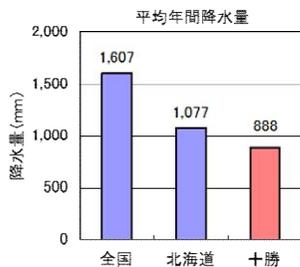
- 十勝川は北海道東部を流れる流域面積9,010km²、幹川流路延長156kmの川で、流域の中心には道東の社会・経済活動の拠点となる帯広市がある。
- 流域の気候は太平洋側気候区に属し、平均年間降水量(約900mm)は全国平均(約1,600mm)に比べて少ない。
- 流域の35%を農地が占め、畑作や酪農畜産を主体とした大規模農業が営まれており、国内有数の食料供給地となっている。

流域及び氾濫域の諸元

項目	諸元	備考
流域面積	9,010km ²	全国第6位/109水系
幹川流路延長	156km	全国第17位/109水系
流域内人口	約34万人	
想定氾濫区域面積	617.8km ²	
想定氾濫区域内人口	約15.5万人	
想定氾濫区域内資産	約3兆1000億円	
流域内市町村	1市14町2村	帯広市、音更町、幕別町、池田町、芽室町 等

流域の気候特性

- ◆ 平均年間降水量は約900mmであり、全国平均(約1,600mm)に比べて少ない。
- ◆ 夏の平均気温は北海道平均程度であるが、冬は北海道平均よりも低く、寒暖の差が大きい。



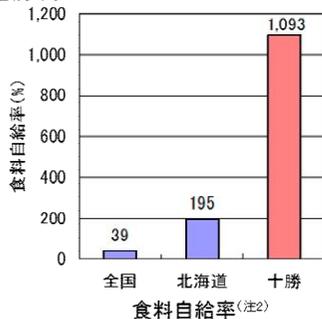
出典: 気象庁アメダス
統計期間: 1981~2010年の近年30ヵ年統計値を使用

流域の社会特性

- ◆ 十勝川流域では、小麦・馬鈴薯・てん菜・小豆・いんげん等の畑作、酪農・肉用牛生産業等の畜産を中心とした大規模な農業、甜菜製糖・乳製品・馬鈴薯加工食品等の食品加工業が営まれ、日本有数の食料供給地となっている。
- ◆ 十勝の農業は、農業産出額約2,400億円^(注1)、食料自給率はカロリーベースで約1,100%^(注2)を誇る。



(注1) 農業産出額～農林水産省「生産農業所得統計」(H18)、(注2) 食料自給率～十勝総合振興局資料(H18)

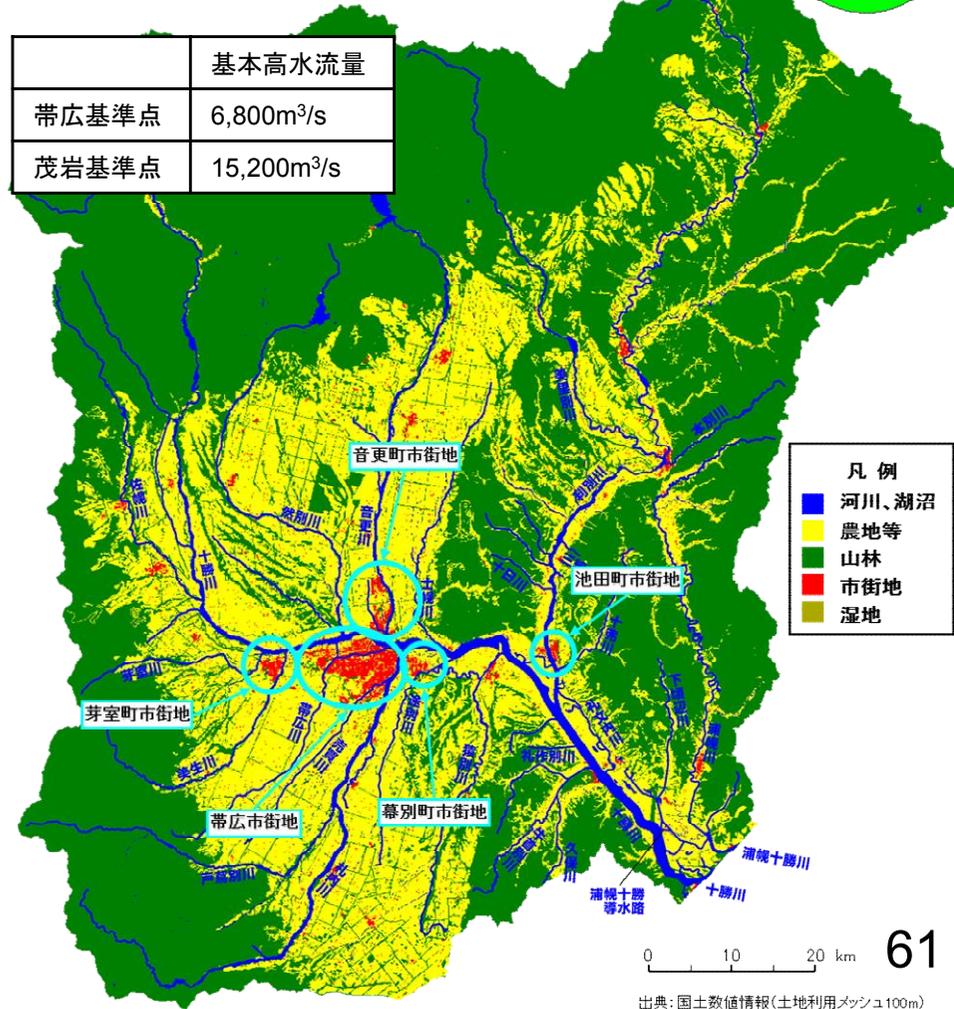


流域の土地利用

- ◆ 流域の土地利用は、山林が約62%、畑地や牧草地等の農地が約35%、宅地等の市街地が約1%となっている。



	基本高水流量
帯広基準点	6,800m ³ /s
茂岩基準点	15,200m ³ /s

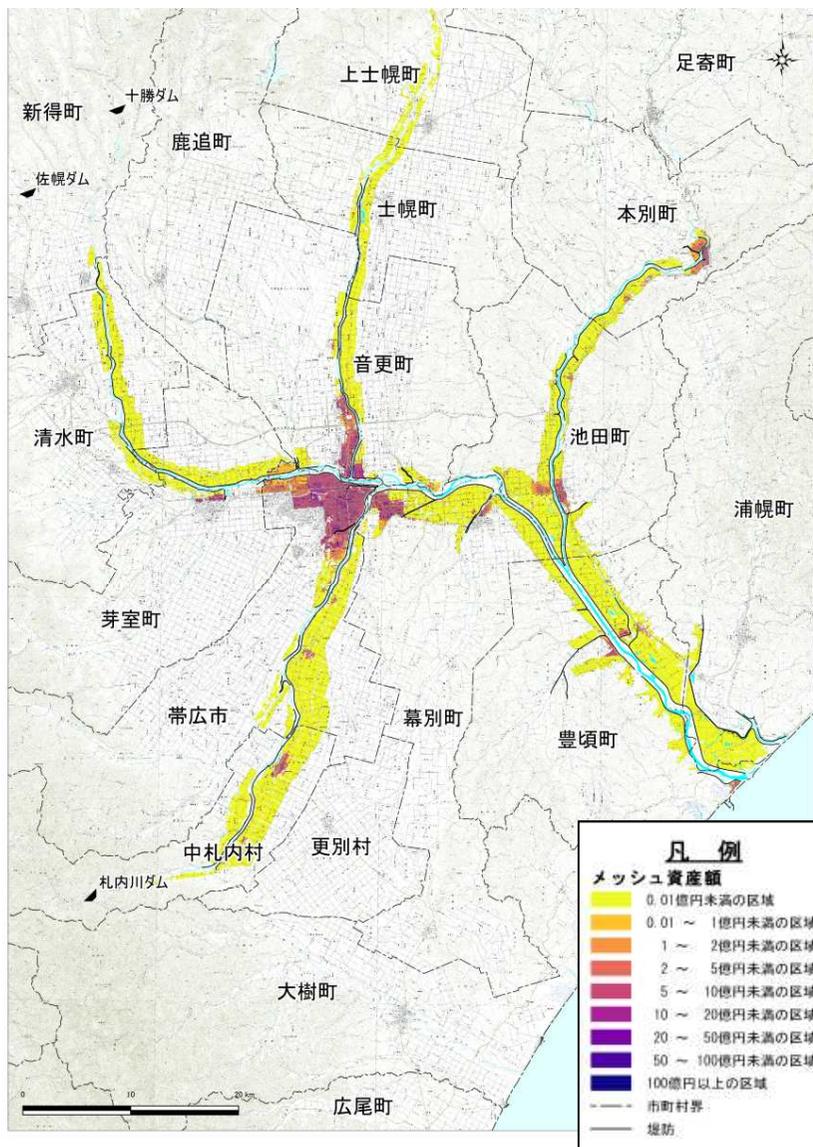


出典: 国土数値情報(土地利用メッシュ100m)

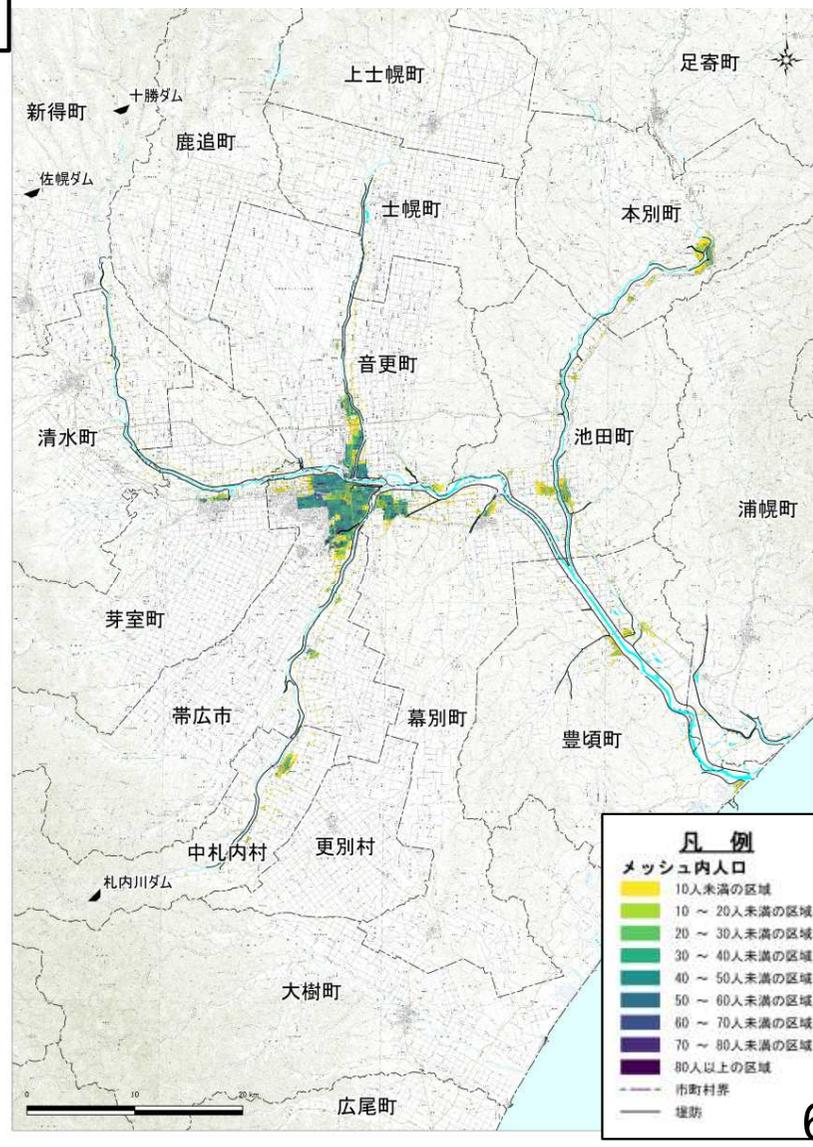
(参考)十勝川水系の人口・資産分布について

■ 十勝川流域は、帯広市をはじめとする1市14町2村からなる。特に、帯広市を中心とした帯広圏は、近年、十勝川や音更川、札内川と平行する国道沿いに市街地が拡大している。

資産分布



人口分布



(参考) 十勝農業の特徴と降雨災害

- 十勝地方の農業は、畑作、畜産双方で北海道一。
- 畑作は「輪作」体系であり、秋小麦作付が農地の利用全般を規定している。大雨後に圃場が確保できない場合、秋小麦の連作となり、次年度以降に連作障害等が発生する懸念がある。

		農業経営 体数	経営耕地 (ha)	経営体当 たり(ha)
実	北海道	40,714	1,050,451	25.8
	十勝	5,843	235,266	40.3
数	オホーツク	4,573	152,255	33.3
	十勝	14.4	22.4	
割合	オホーツク	11.2	14.5	

大規模経営であり、家族経営が大半
⇒大型機械を活用した効率的な作業

		作付面積(ha)						
		小麦	ばれいしょ	大豆	小豆	他豆類	てんさい	たまねぎ
実	北海道	120,261	51,399	29,247	25,960	9,242	56,925	14,076
	十勝	44,929	21,853	5,820	15,997	7,039	23,289	x
数	オホーツク	28,835	17,652	1,377	1,978	869	24,948	7,623
	十勝	37.4	42.5	19.9	61.6	76.2	40.9	
割合	オホーツク	24.0	34.3	4.7	7.6	9.4	43.8	54.2

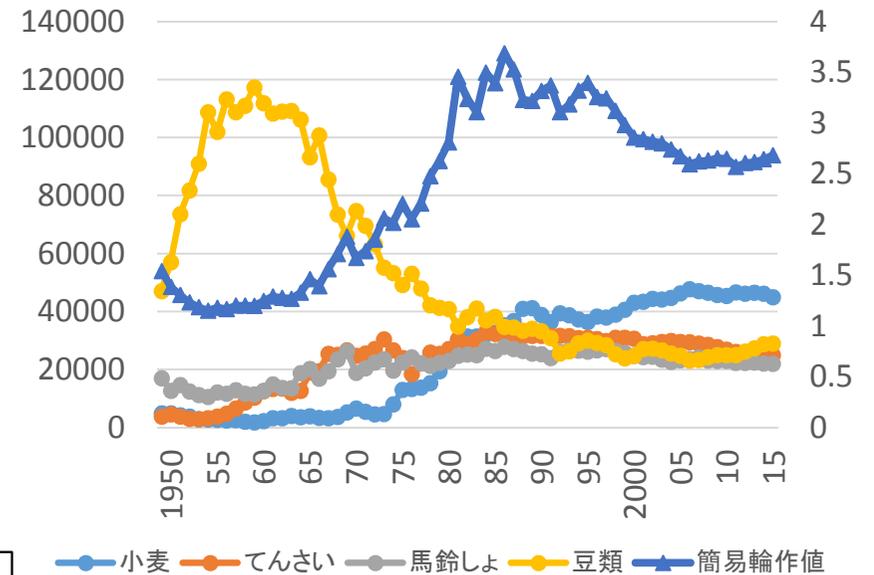
十勝は畑作で最大の産地
オホーツクを加えると、さらにシェア拡大
畜産でも北海道最大の産地
加工を必要とする生産物が多い(頻繁な輸送)

		家畜飼養頭数		
		乳用牛	肉用牛	豚
実	北海道	820,430	497,035	634,895
	十勝	233,109	224,567	147,921
数	オホーツク	110,869	64,382	77,390
	十勝	28.4	45.2	23.3
割合	オホーツク	13.5	13.0	12.2

資料: 2015年農業センサス

【志賀永一教授(帯広畜産大学)提供】

主要畑作物の作付動向と簡易輪作値



資料: 北海道農林水産統計年報、農業センサス
簡易輪作値=4作物の合計面積/4作物のうち最大作付作物面積

【輪作が必須の畑作土地利用】
豆類偏作であったが、寒冷地作物であるばれいしょ、てん菜の導入、さらに小麦振興により「十勝型」の4品輪作
90年代後半から小麦傾向

(参考) 常呂川の流域および河川の概要

- 常呂川は、北海道北東部を流れ、北見市街地で支川無加川が合流しオホーツク海に注ぐ、流域面積:1,930km²、幹川流路延長:120kmの一級河川である。その流域は、北見市、訓子府町、置戸町の1市2町からなり、**オホーツク圏における社会・経済・文化の中核**をなしている。
- 流域の土地利用は、約8割を森林が占め、中流域及び下流域の河川沿いに市街地や農地が分布している。
- 流域の産業は、北見市を中心とした**商業のほか、農業、水産業が盛ん**であり、**たまねぎやてんさい、ホタテの全国有数の産地**となっている。

流域及び氾濫域の諸元

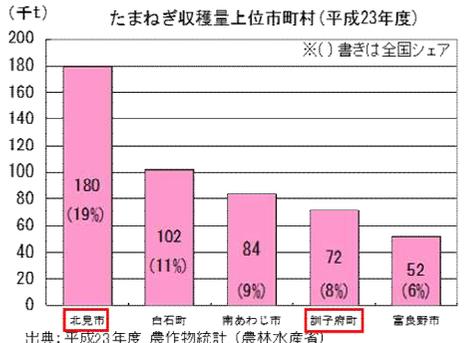
【常呂川流域】		【無加川流域】	
流域面積	: 1,930km ² (全国32位/109水系)	流域面積	: 536.1km ²
幹川流路延長	: 120km (全国38位/109水系)	幹川流路延長	: 74.6km
流域内人口	: 約14万人		(内、直轄管理区間7.2km)
想定氾濫区域面積	: 116.8km ²		
想定氾濫区域内人口	: 約6万人		
想定氾濫区域内資産	: 1兆529億円		
関係市町村	: 1市2町(北見市、訓子府町、置戸町)		

産業

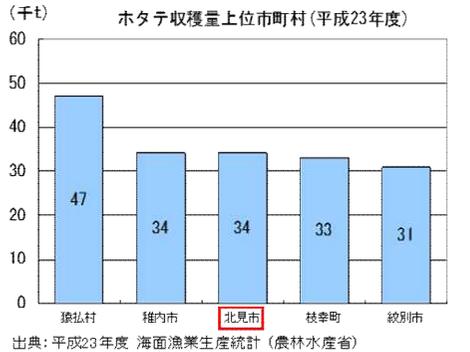
- 中下流部は農地として明治初期からひらけ、たまねぎやてんさいの生産が盛んなほか、河口沿岸ではホタテ養殖等の漁業が行われている。
- 特にたまねぎは、常呂川流域市町(北見市、訓子府町)での収穫量が、全国シェアの約27%(平成23年度調査)を占めている。



たまねぎ畑

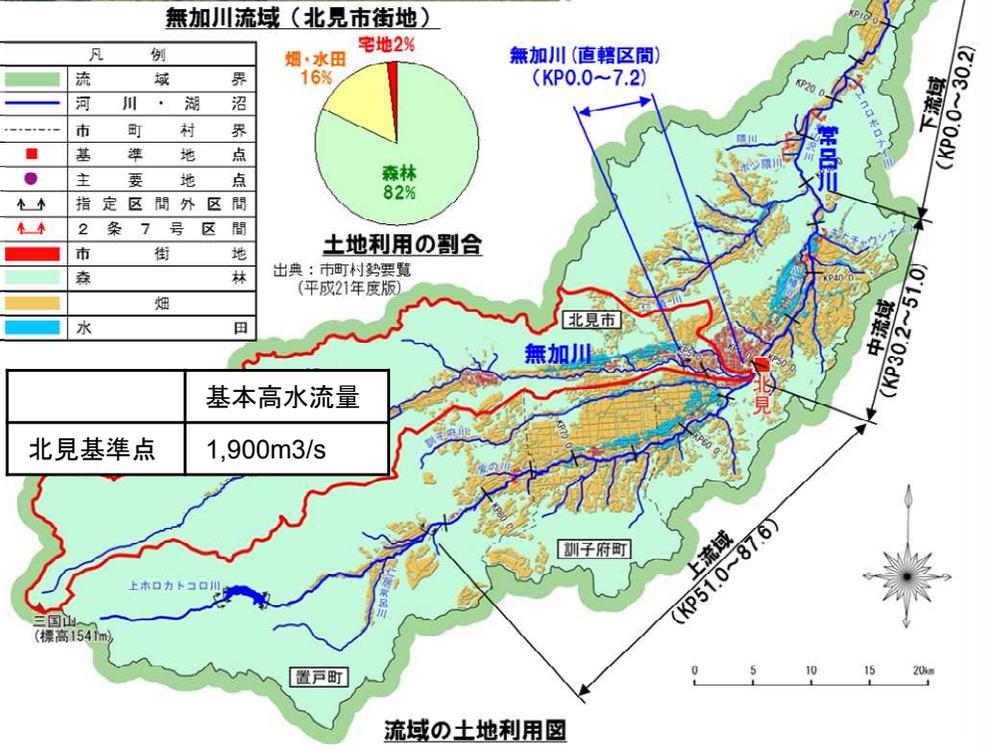


ホタテ漁



流域の土地利用

■ 流域の土地利用は、森林が82%、畑や水田などの農地が16%、宅地などの市街地が2%となっている。



(参考) 日本の食を支える北海道農業

- 北海道は、耕地面積は全国の1/4を占め、食料自給率は208%であり、日本の食料基地として重要な地域である。
- てんさい、ばれいしょなど全国シェア率が高い作物が多く、洪水被害で出荷量が減少した場合、その影響が全国に及ぶ。

□ 全国における北海道農業の位置づけ

- 北海道では、**全国の1/4の耕地面積**を活かし、稲作・畑作・酪農などの土地利用型農業を中心とした生産性の高い農業を展開している。
- 農業産出額は1兆1,100億円で、全国の13.2%を占める。
- 食料自給率は208%(概算値)**であるとともに、国産供給熱量の約2割を供給するなど、我が国における食料安定供給に重要な役割を發揮している。

■北海道農業の全国シェア

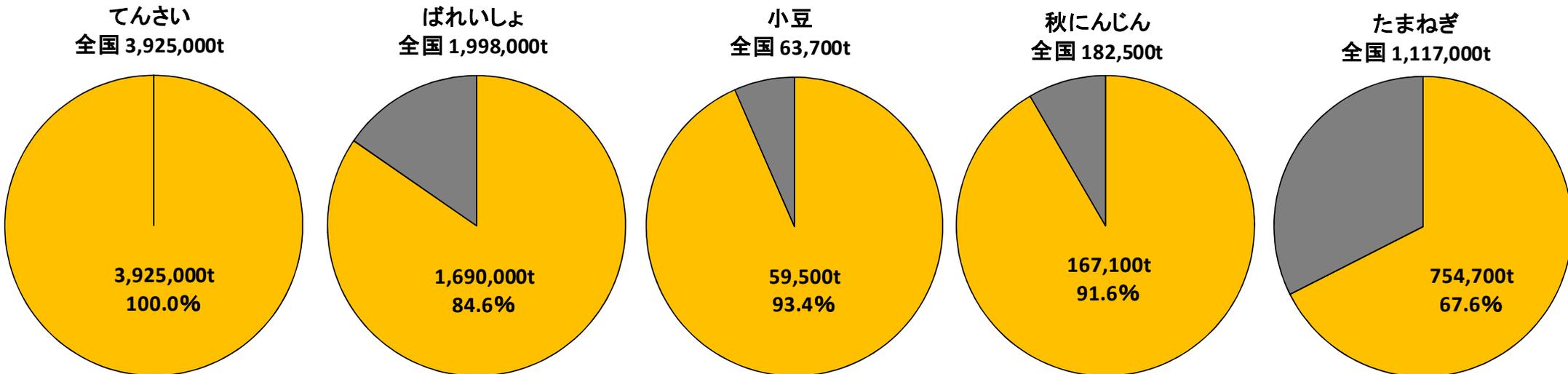
項目	単位	全国	北海道	シェア率	年次
耕地面積	千ha	4,496	1,147	25.5%	H27
農家戸数	千戸	2,155	44	2.0%	H27
販売農家戸数	千戸	1,330	38	2.9%	H27
専業農家戸数	千戸	443	27	6.1%	H27
農業産出額	億円	84,279	11,110	13.2%	H26
国産供給熱量	kcal/人・日	940	204	21.7%	H25
食料自給率	%	39	208		H26(概算値)

資料：農林水産省「耕地及び作付面積統計」、「農林業センサス」、「農業構造動態調査」、「生産農業所得統計」ほか

□ 北海道のH27年作物出荷量(全国シェア率)

○全国シェア率

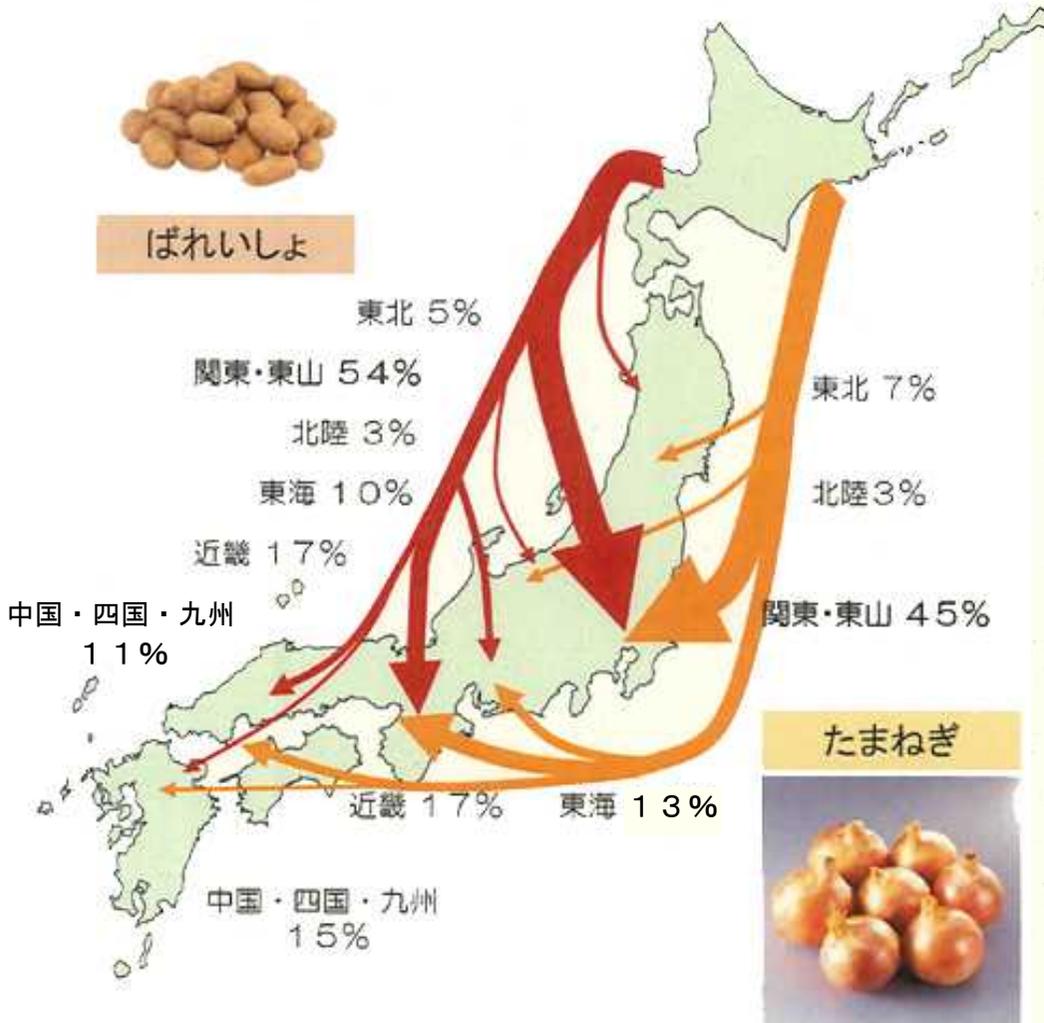
てんさいは100%。ばれいしょ、秋にんじん、小豆は80%以上。たまねぎ、スイートコーン、小麦、かぼちゃは50%以上。



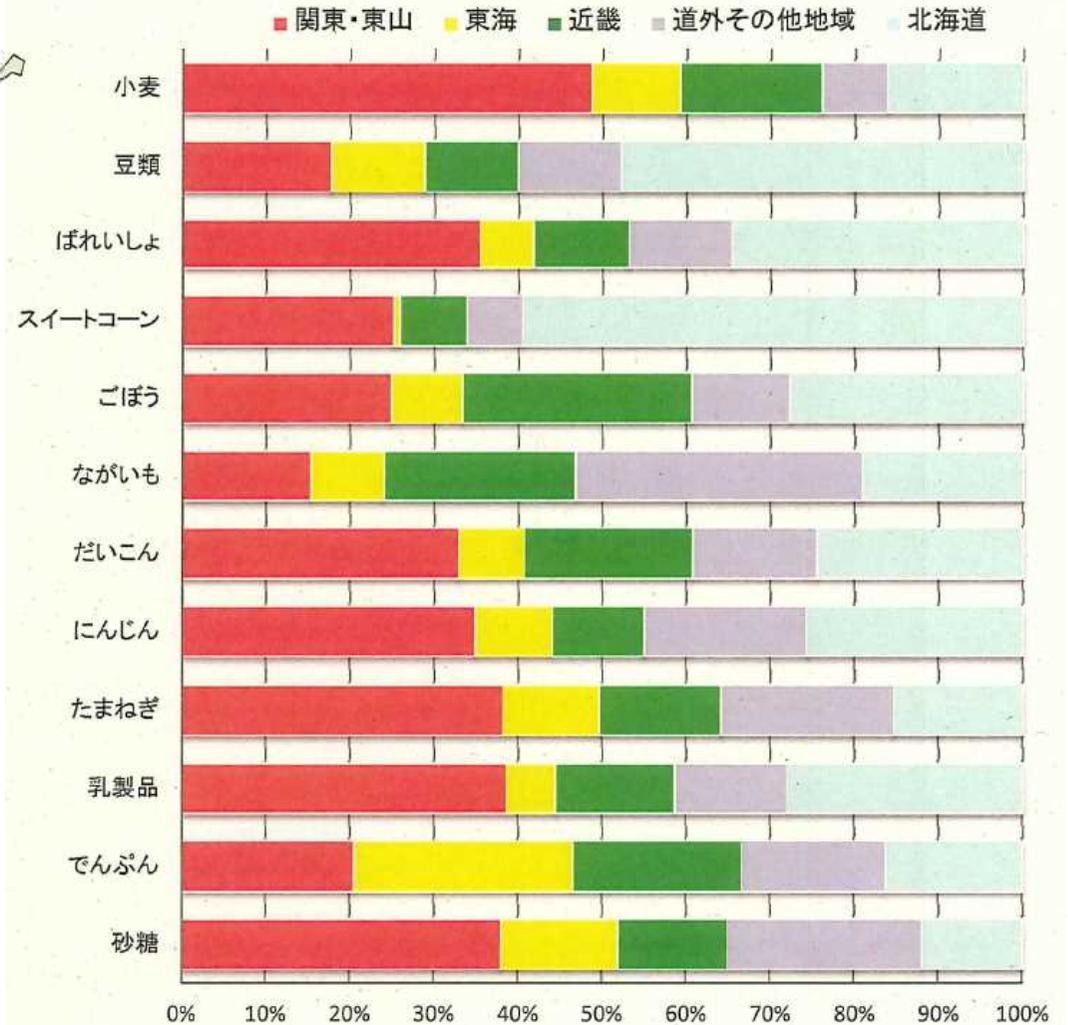
(参考) 北海道の農産物の流通の特徴

- 北海道内で生産されたばれいしょやたまねぎなどの農産物や乳製品等の加工品は、その多くが全国各地に出荷されている。
- 出荷先としては、関東や近畿などの大消費地に運ばれるものが多く、鉄道やフェリーによって都府県に運ばれている。

道外への出荷状況



主要畑作物等の出荷先別出荷量(割合、平成25年)

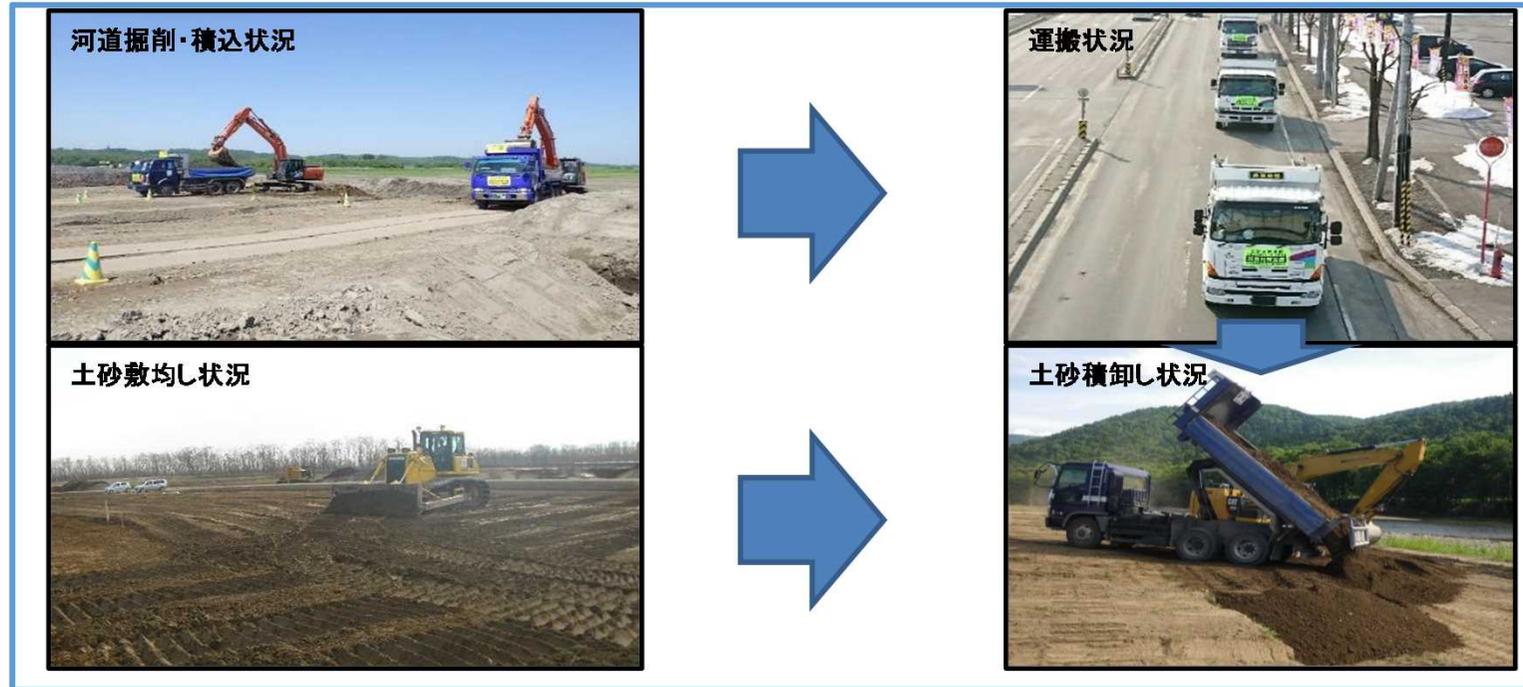


(資料) 北海道開発局「平成26年度農畜産物及び加工食品の移出実態調査結果報告書」

(参考) 掘削土の農地への流用の概要

- 農業の被害面積は約4万ha(札幌ドーム約7千個分)。被害金額は543億円(H28.9.27 北海道発表)
- 農地が浸水することにより、農作物が「収穫できない・収穫が遅れる」などの被害が発生。特に、ばれいしょやスイートコーン、タマネギなどの野菜類が大きな被害。浸水したことによる作物や土壌の流出及び上流からの土砂の流入が発生。
- 被害の大きかった十勝川、常呂川、石狩川において、平成28年11月から被災農地へ掘削土砂の運搬・提供を開始。平成30年7月にはすべての予定土砂の運搬・提供(総量約67万m³)が完了し、早期の農地復旧を支援しました。

河川事業による被災農地の災害復旧支援



営農が再開できるまで農地が回復(帯広市)

