

## 常呂川流域のリスク評価

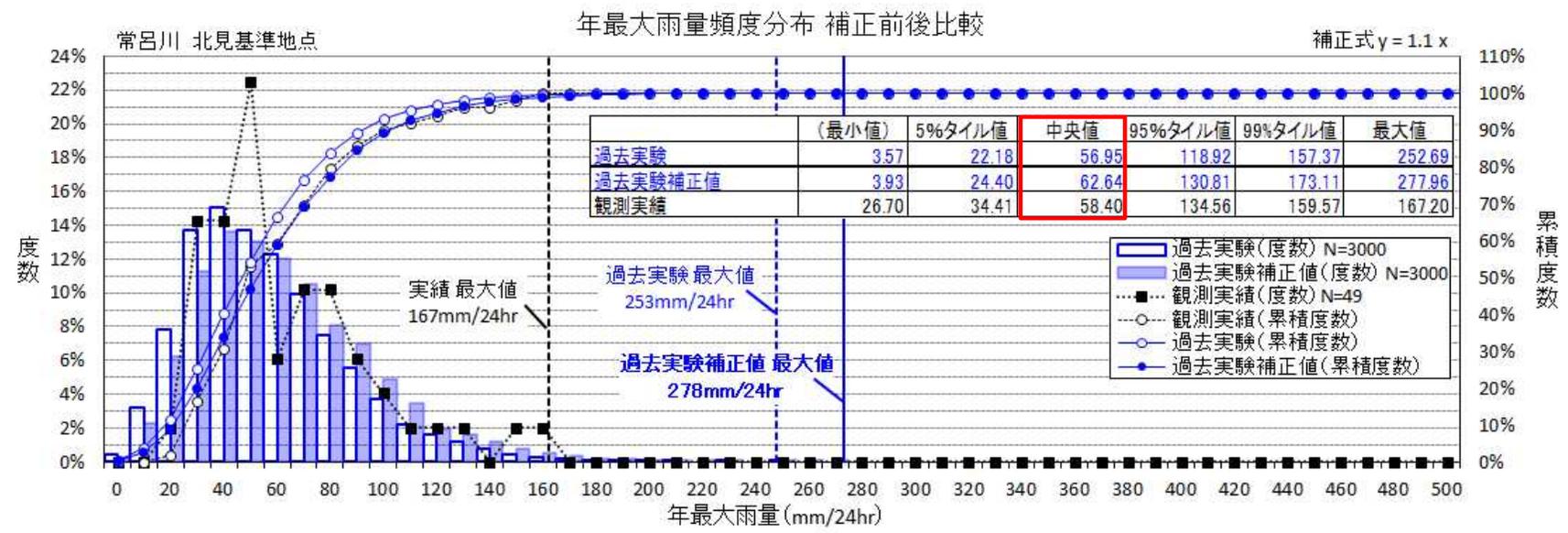
- ・気候変動による降雨の変化
- ・気候変動による流量の変化
- ・気候変動によるリスクの変化

# 気候変動による降雨の変化

# 北見地点の年最大雨量の頻度分布

- 常呂川北見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58mmに対して過去実験降雨の中央値は63mm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63mmに対してd4PDFは68mm、d2PDFは66mm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。

## 過去実験

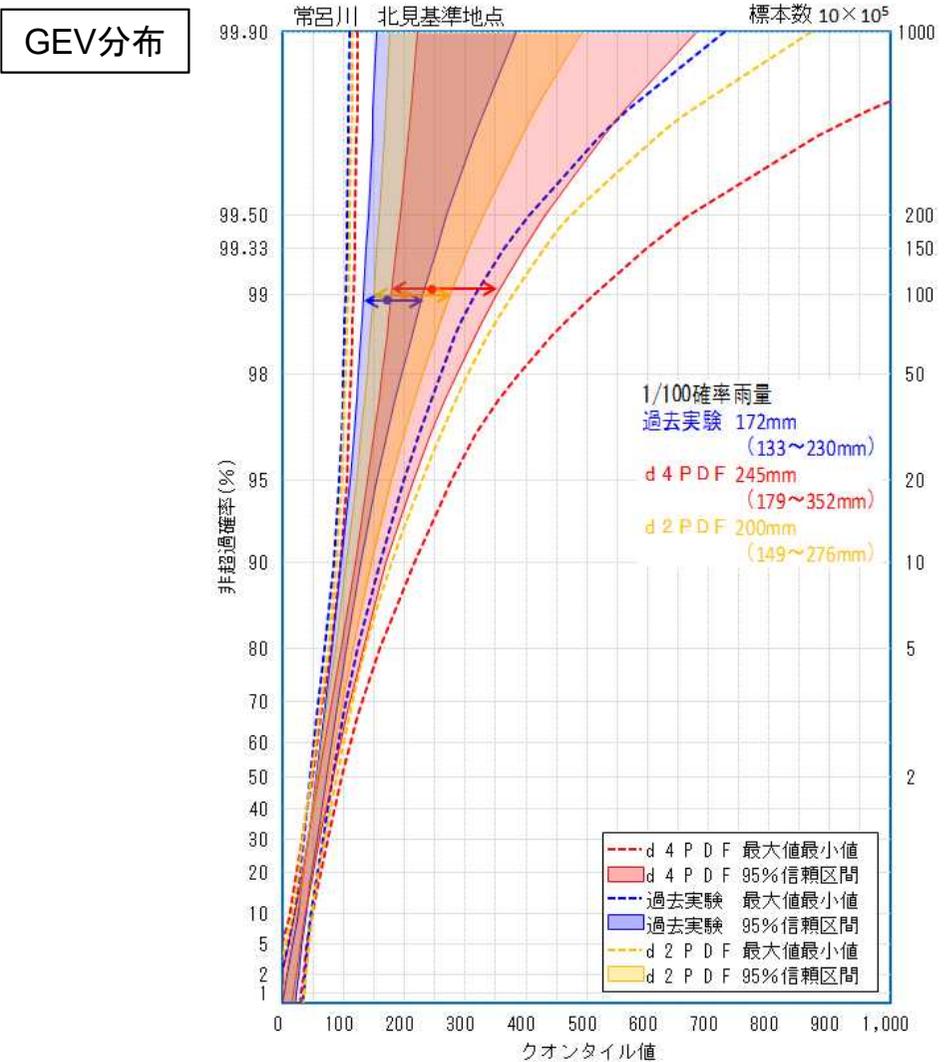
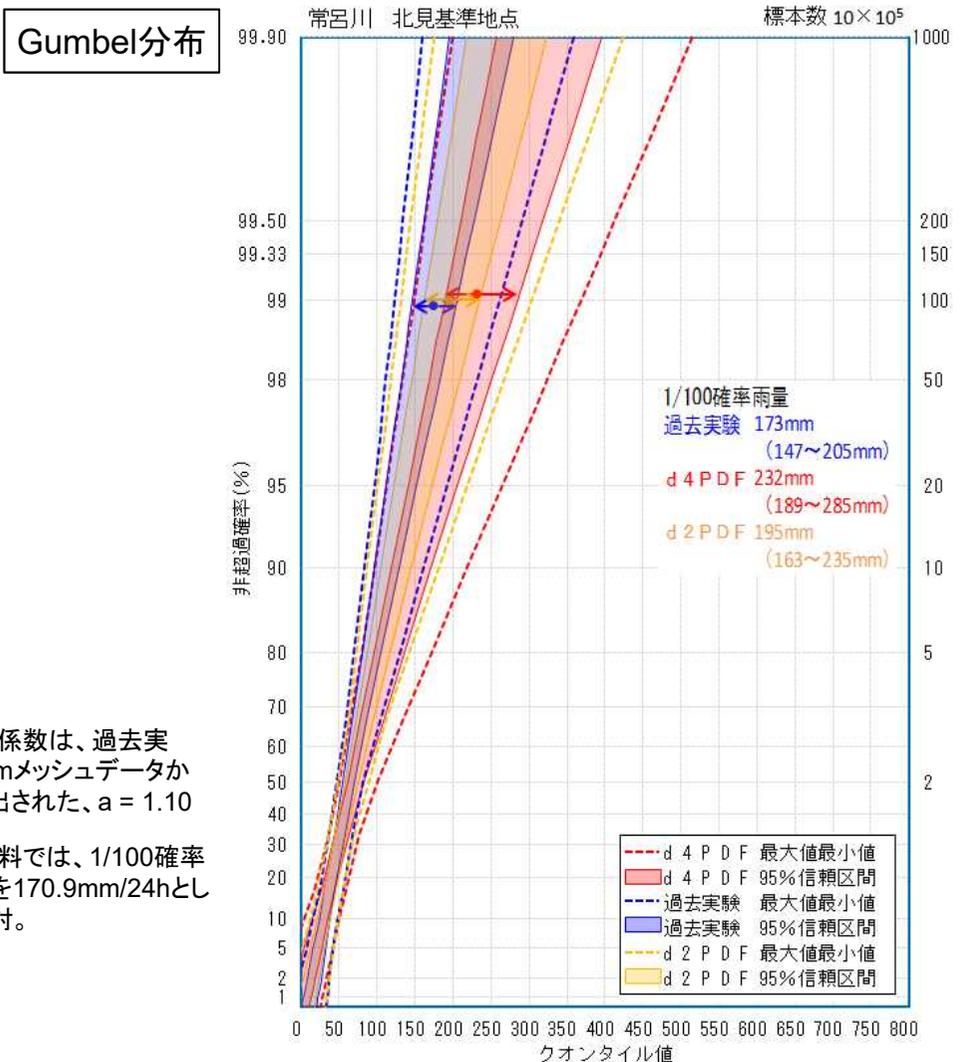


## 将来実験



# 北見地点における降雨量の確率評価

- 過去実験、将来実験の各データに対して、リサンプリングによって標本を大量に作成し(1.0×10<sup>5</sup>)、これを用いて確率評価を行った。(過去実験・将来実験のそれぞれについて、60年分で一つの標本となるような無作為抽出を、1.0×10<sup>5</sup>標本となるまで行った。)
- GEV分布では、1/100確率降雨量の過去実験の95%信頼区間は133mm~230mmとなった。一方、将来実験(d4PDF)の95%信頼区間は179mm~352mmとなり、将来気候では降雨が大きくなる傾向がみられた。
- 将来実験(d2PDF)の95%信頼区間は149mm~276mm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。



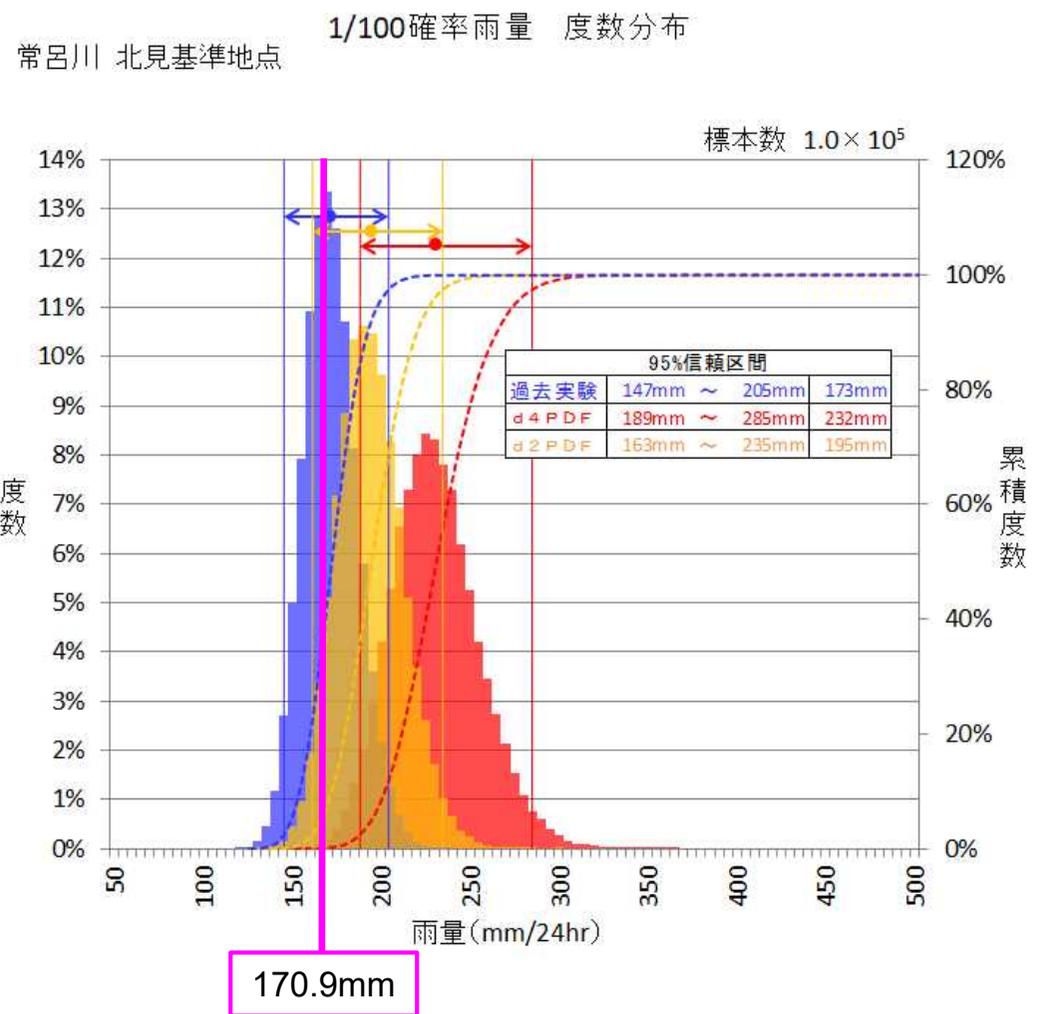
※補正係数は、過去実験5kmメッシュデータから算出された、a = 1.10

※本資料では、1/100確率雨量を170.9mm/24hとして検討。

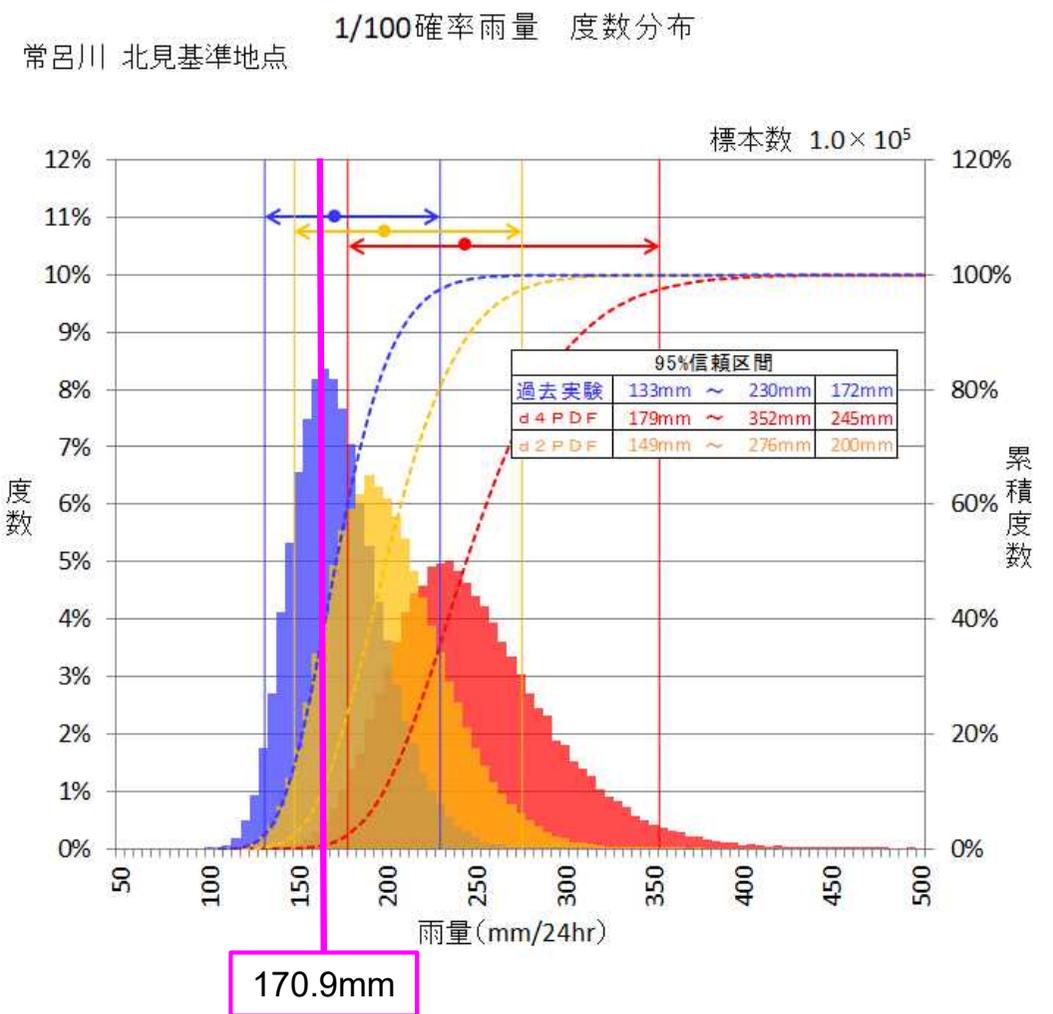
# 北見地点における降雨量の頻度分布

- GEV分布では、d2PDFの中央値は過去実験の95%信頼区間内に含まれるが、d4PDFの中央値は過去実験の95%信頼区間内に含まれない。
- 北見基準地点の中央値は、過去実験172mmに対し、d2PDFが200mm、d4PDFが245mmとそれぞれ1.16倍及び1.42倍に増加する。

Gumbel分布

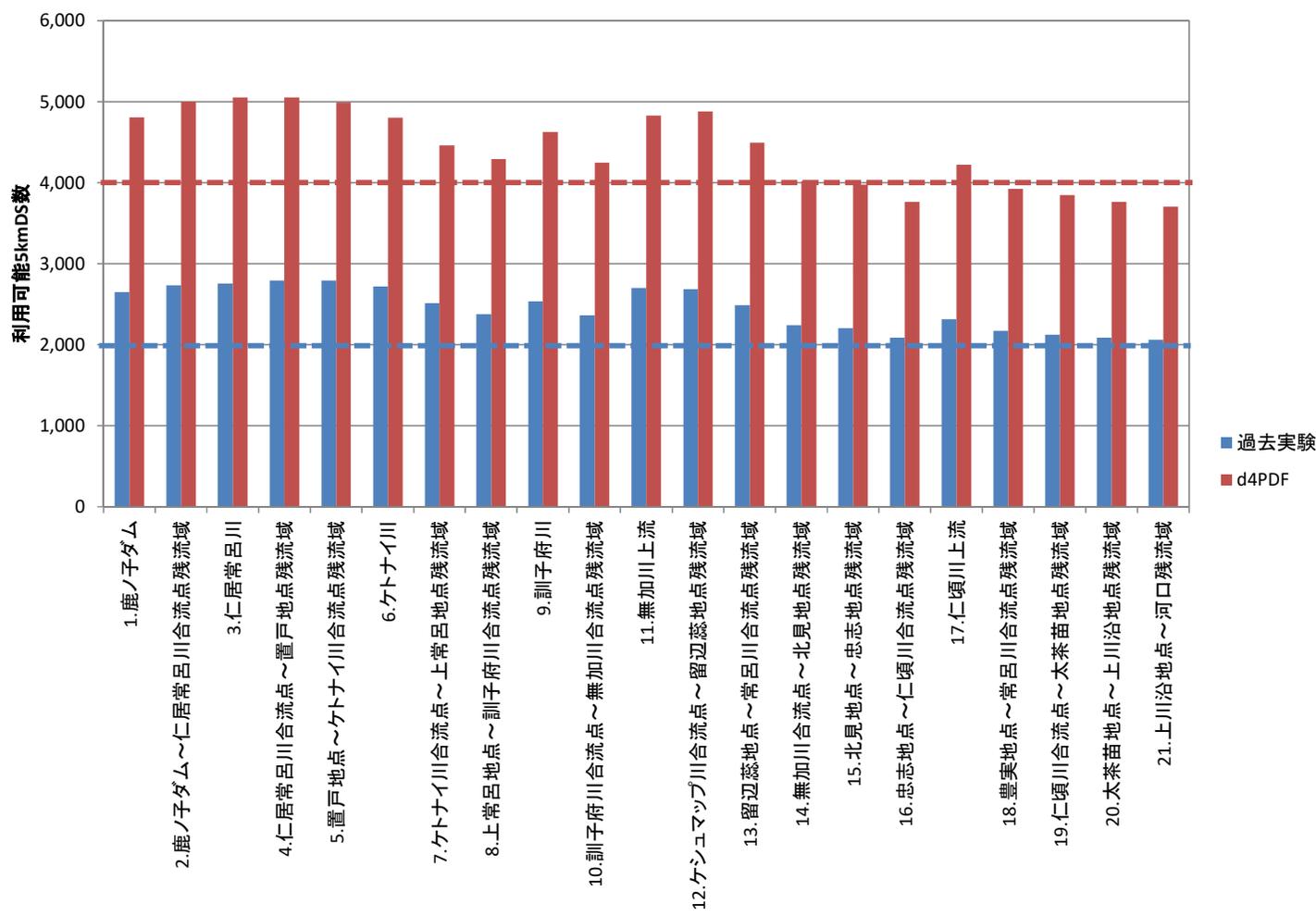
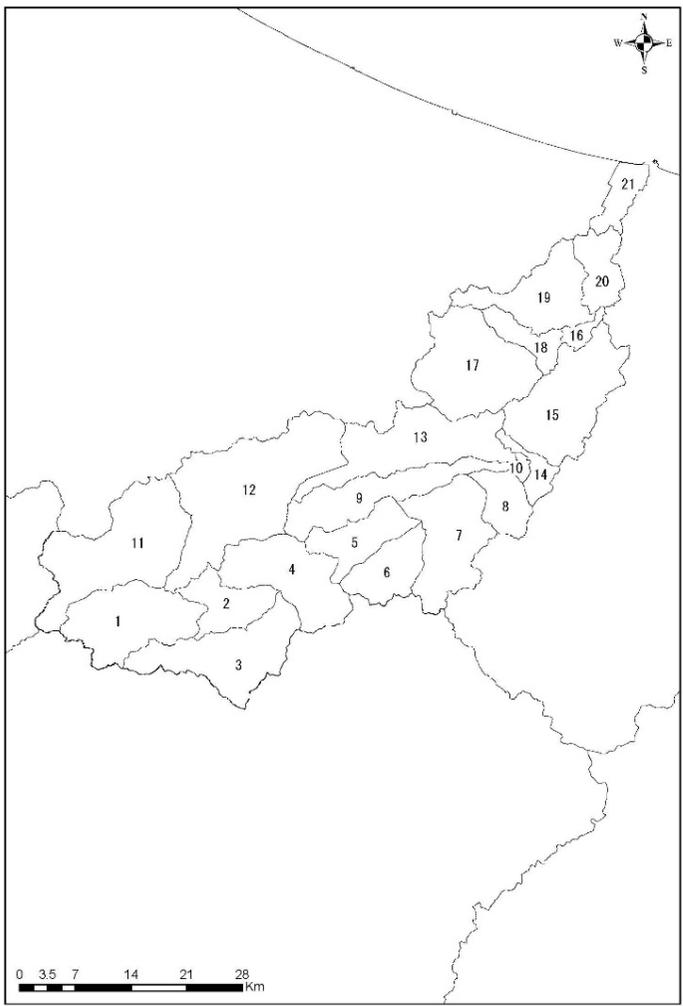


GEV分布



# 常呂川水系において利用可能な5kmダウンスケーリング数

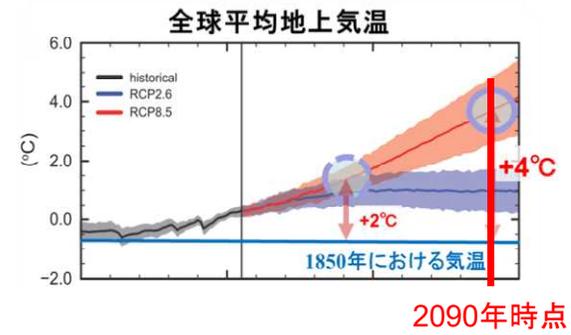
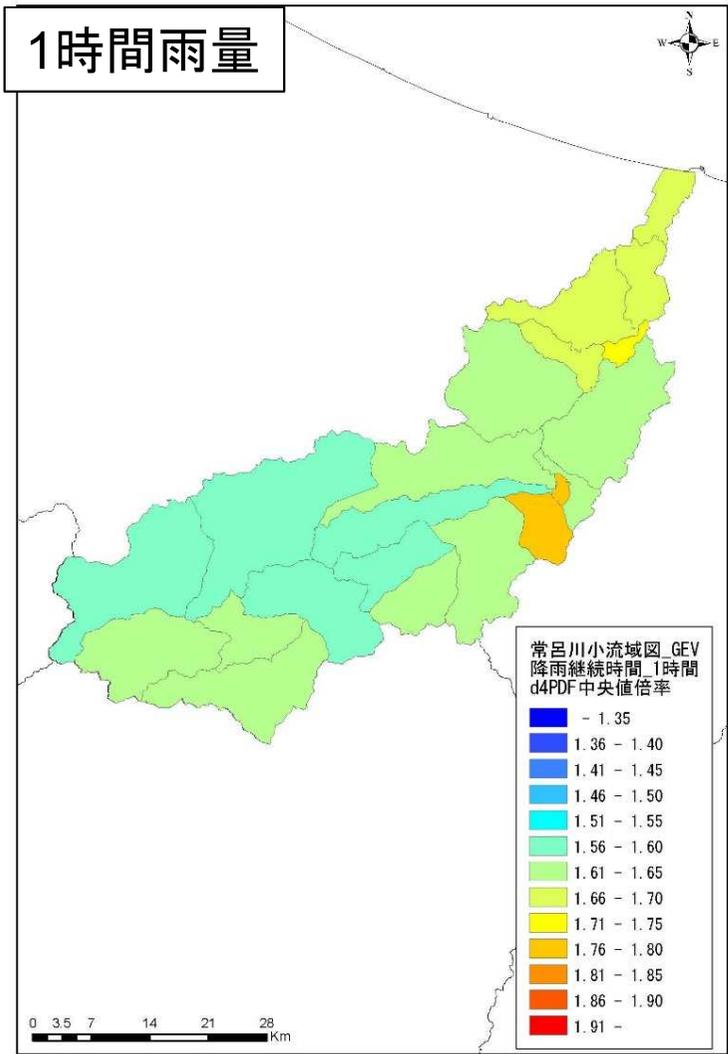
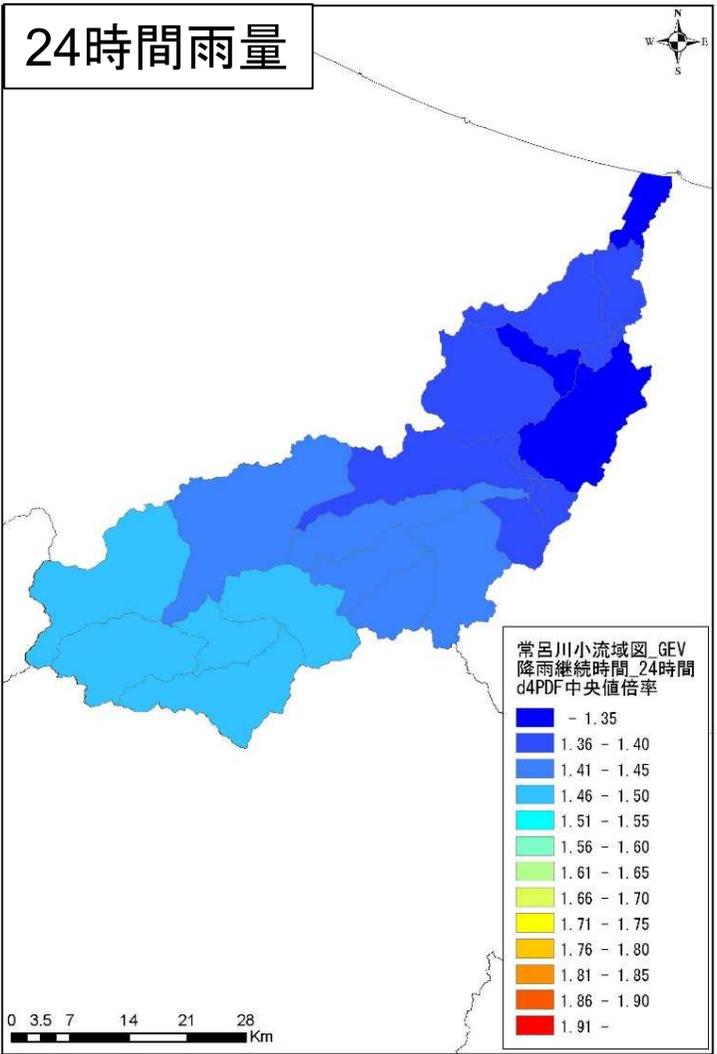
- 常呂川流域の各小流域において、d4PDF20kmデータから年最大雨量発生期間を抽出し、常呂川北見地点を対象に実施した5kmダウンスケーリング計算の期間と比較した。
- 各小流域ともに、過去実験2000年分、将来実験4000年分程度のd4PDF5kmダウンスケーリングデータを使用可能である。



常呂川流域分割図

# 降雨の傾向について

- 常呂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（1/100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、24時間雨量では流域の南西部ほど大きな値をとるものが多い。また、24時間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。



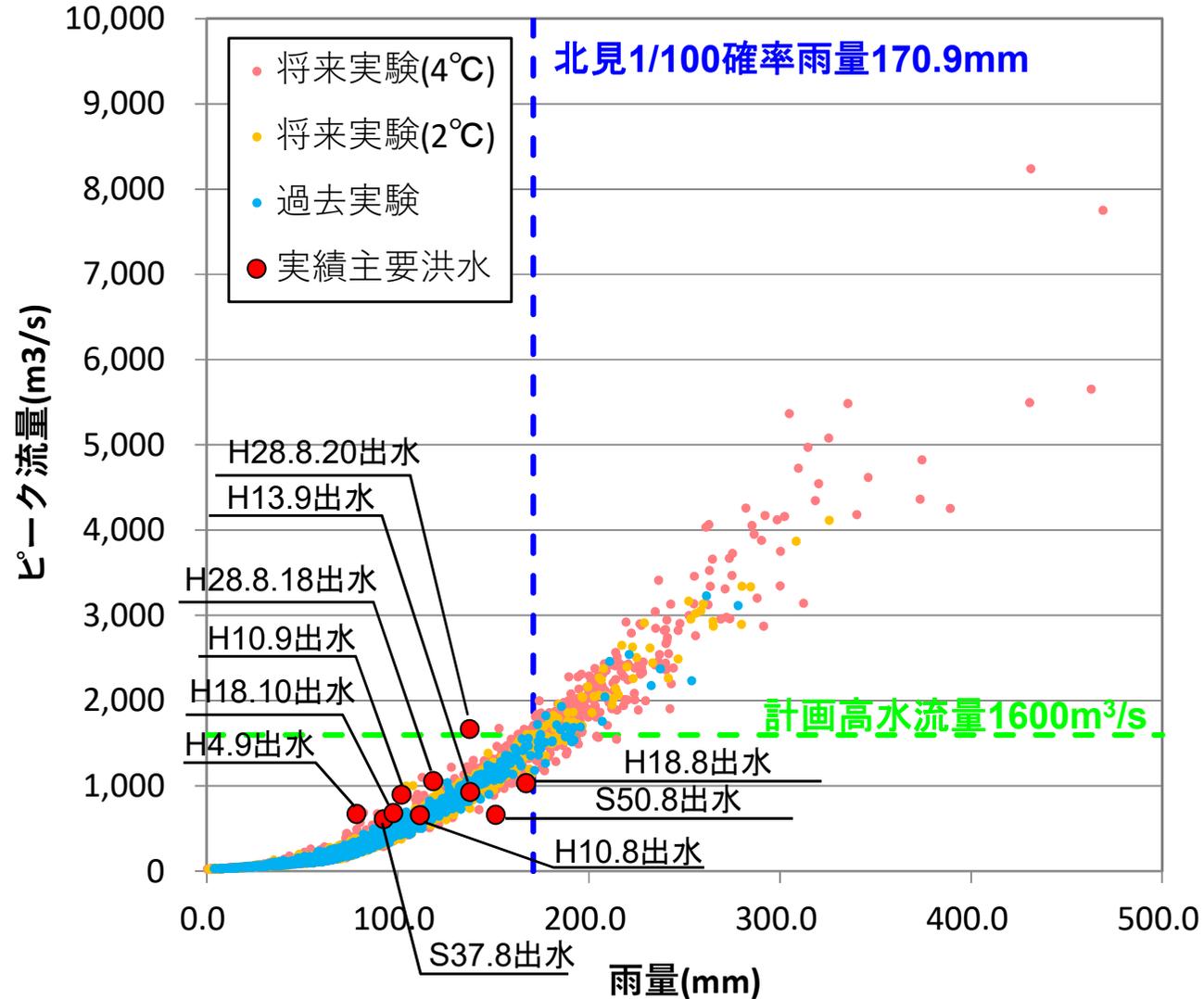
- ※なお、降雨量の倍率については、以下により算出。
- ①将来実験（d4PDF）および過去実験について、それぞれ各流域における降雨の確率評価（GEV分布）を行う。
  - ②確率評価により1/100確率となる降雨群に対して、中央値を算出する。
  - ③②の中央値について、将来実験と過去実験の値を各流域ごとで比較する。

※GEV分布による1/100雨量中央値の降雨量の変化倍率（バイアス補正無し）

# 気候変動による流量の変化

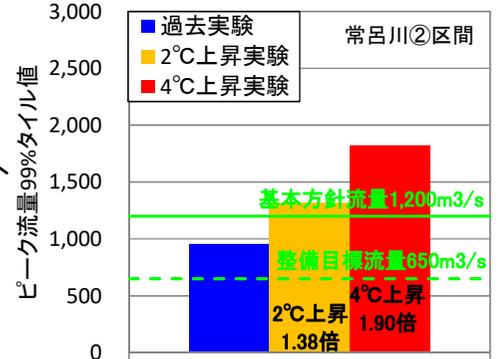
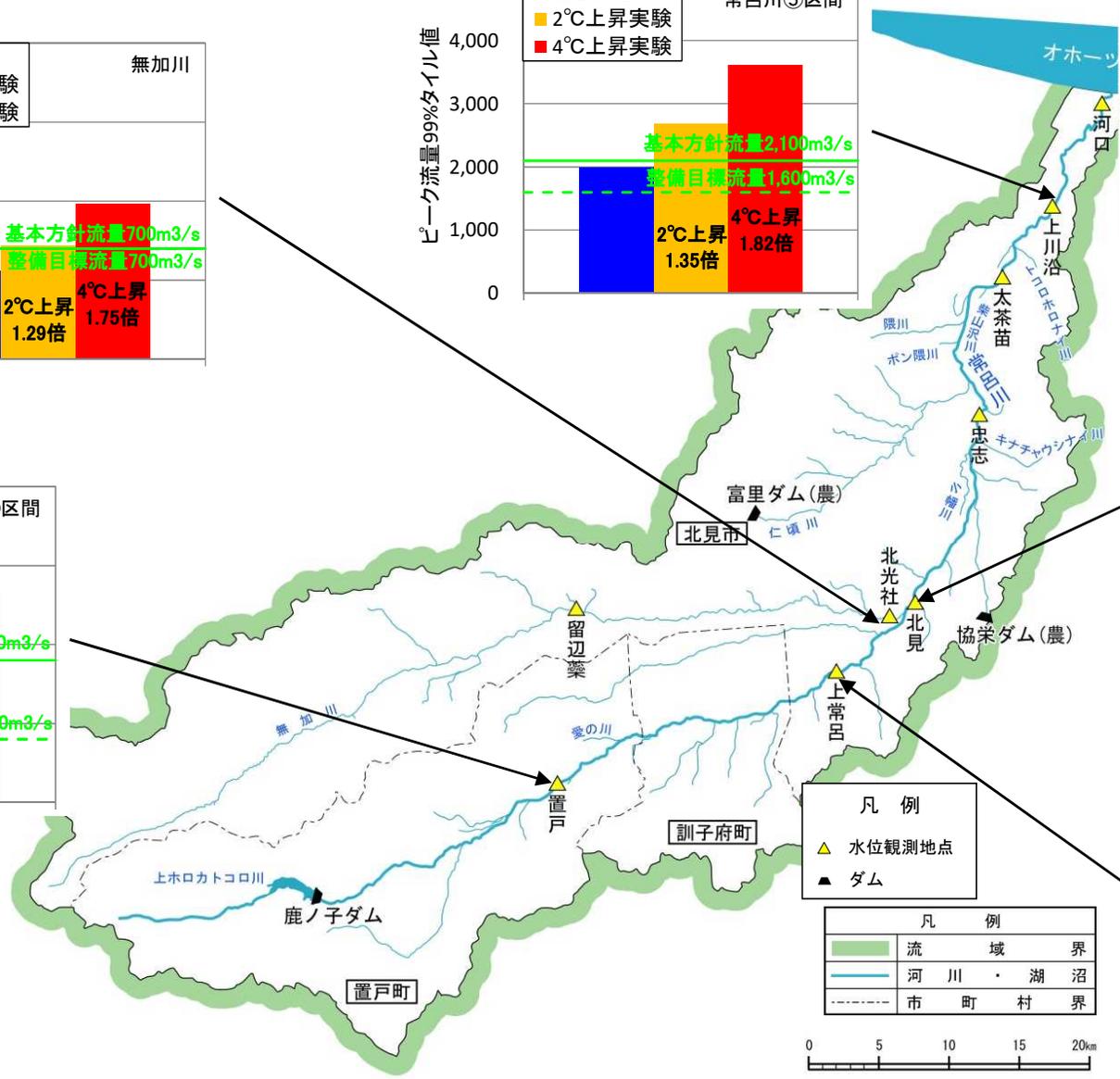
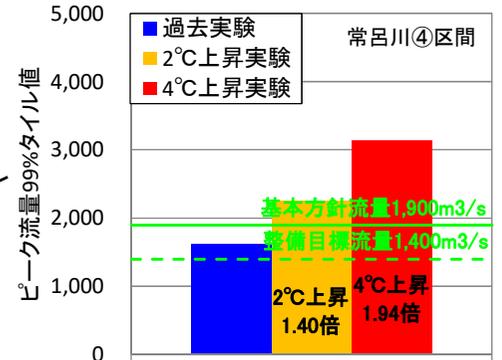
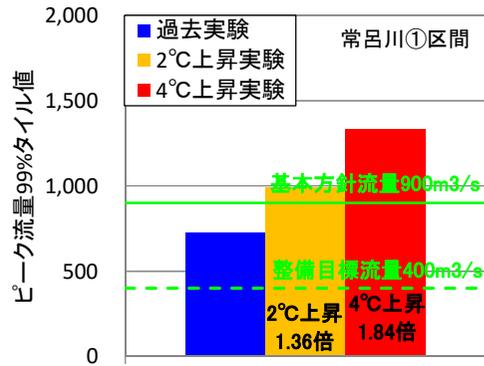
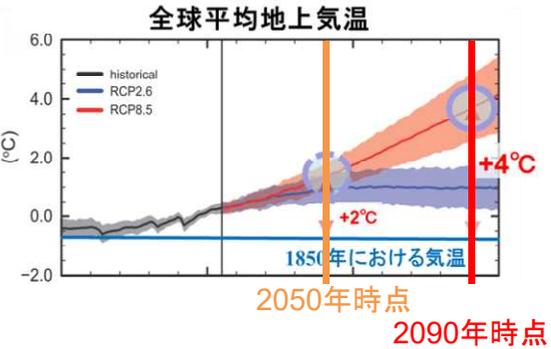
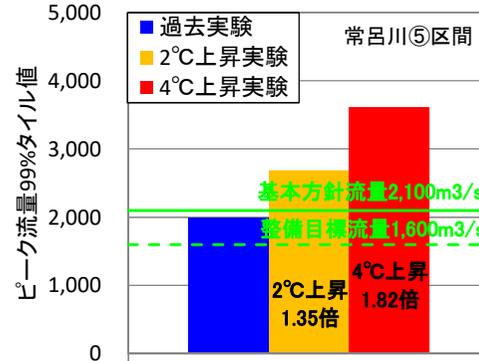
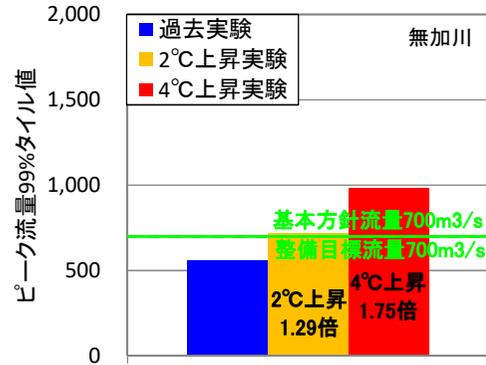
# 気候変動による降雨量とピーク流量の関係

- 北見地点において、気候変動による降雨量とピーク流量の関係を整理した。
- 北見地点においては、1/100確率雨量である170.9mm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、同ケースが若干見られた。
- 北見地点においては、H28出水では、1/100確率雨量以下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。



# 気候変動によるピーク流量の変化

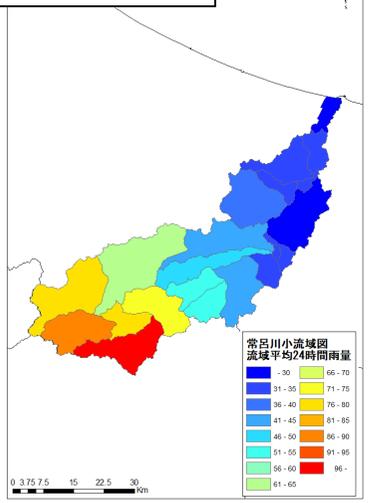
- 流出計算で過去実験3000ケース、将来実験5400ケースのピーク流量を算出し、各基準地点の99%タイル値を算出。
- 各地点ともに、過去実験に対して将来実験(d4PDF)は約1.7~1.9倍程度となる。



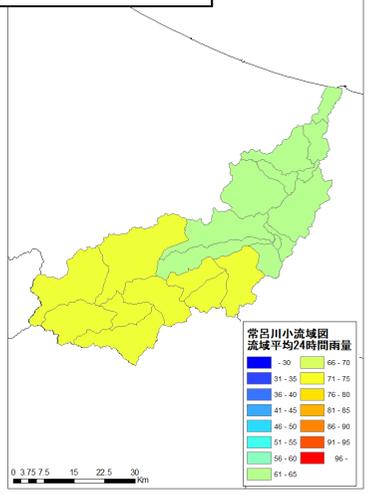
# 降雨パターンの分類について

- 将来における時空間分布の変化を把握するため、常呂川北見地点における過去実験および将来実験の年最大雨量を対象に、降雨の空間分布をクラスター分析により3つに分類した。
- 発生頻度は、クラスター2が多い傾向にある。また、気候変動によって、流域北東部に降雨が集中するクラスター3の発生割合が増加する傾向にもある。

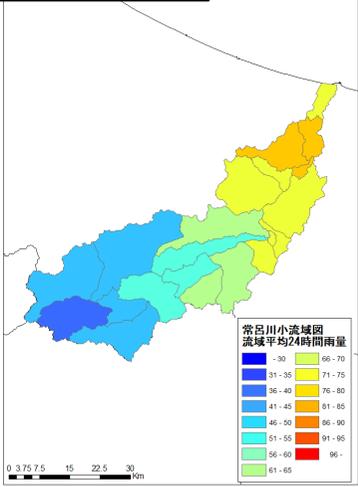
クラスター1



クラスター2



クラスター3

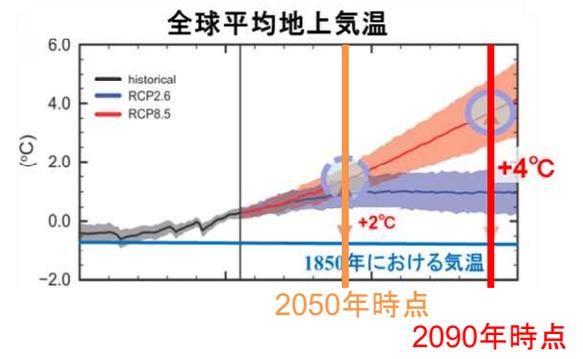
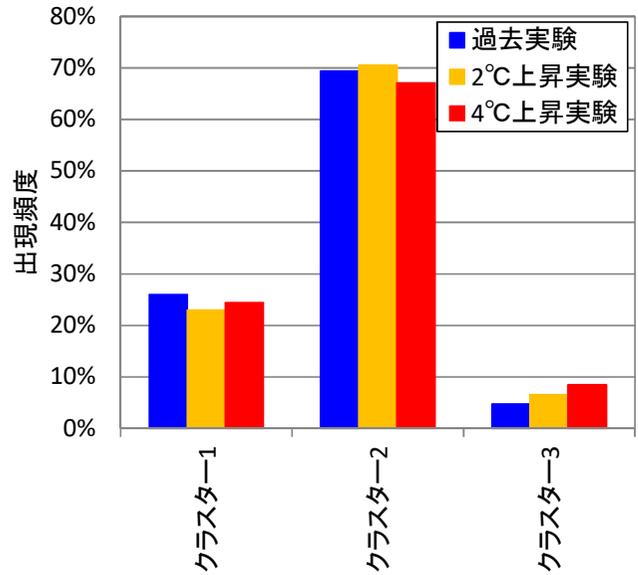


## 分類方法の概要

- ・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

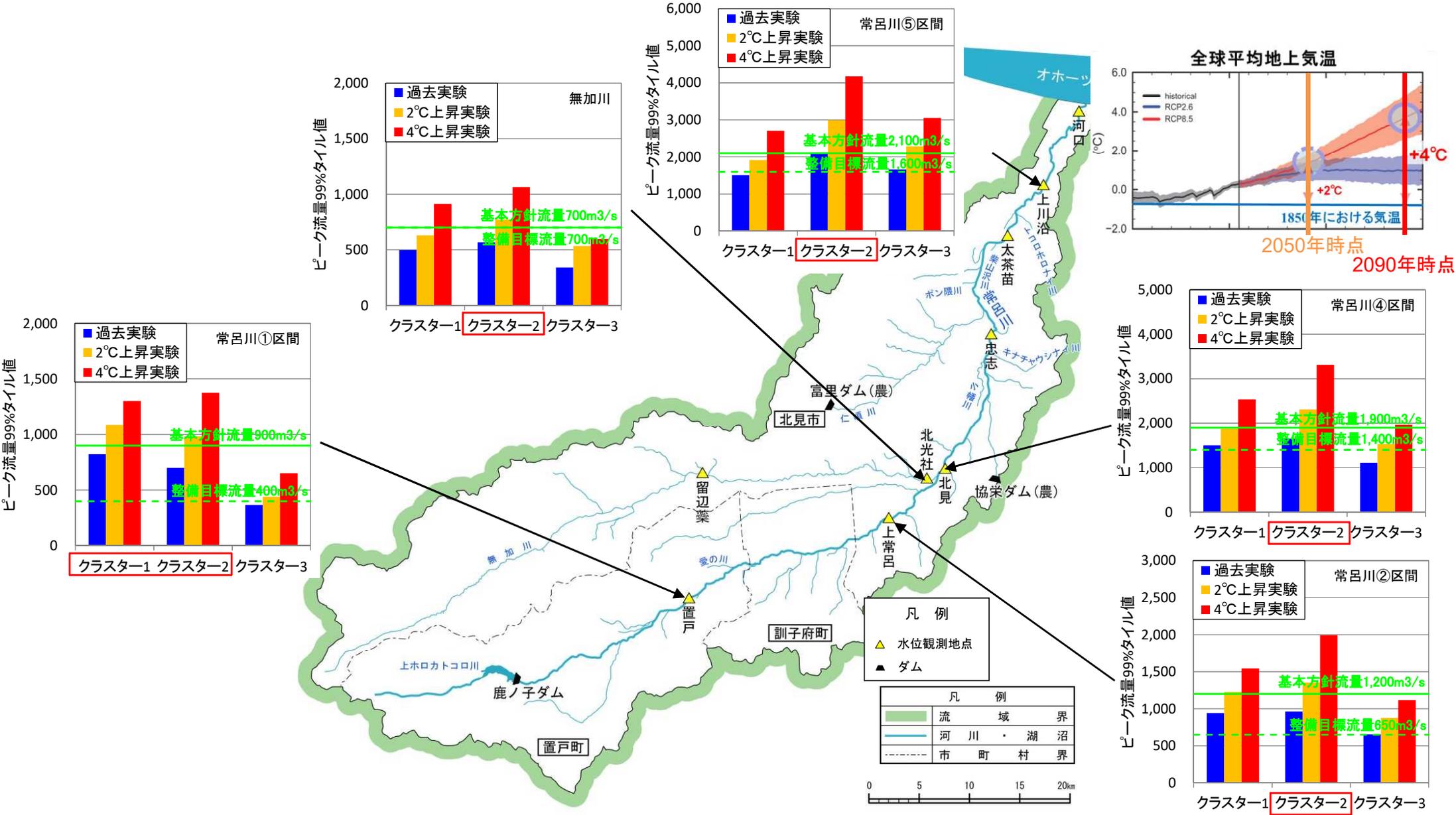
$$x_i = \frac{R_i A_i}{\sum_{i=1}^n R_i A_i}$$

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(km<sup>2</sup>), 添字i: 流域番号, n: 小流域数(42流域)



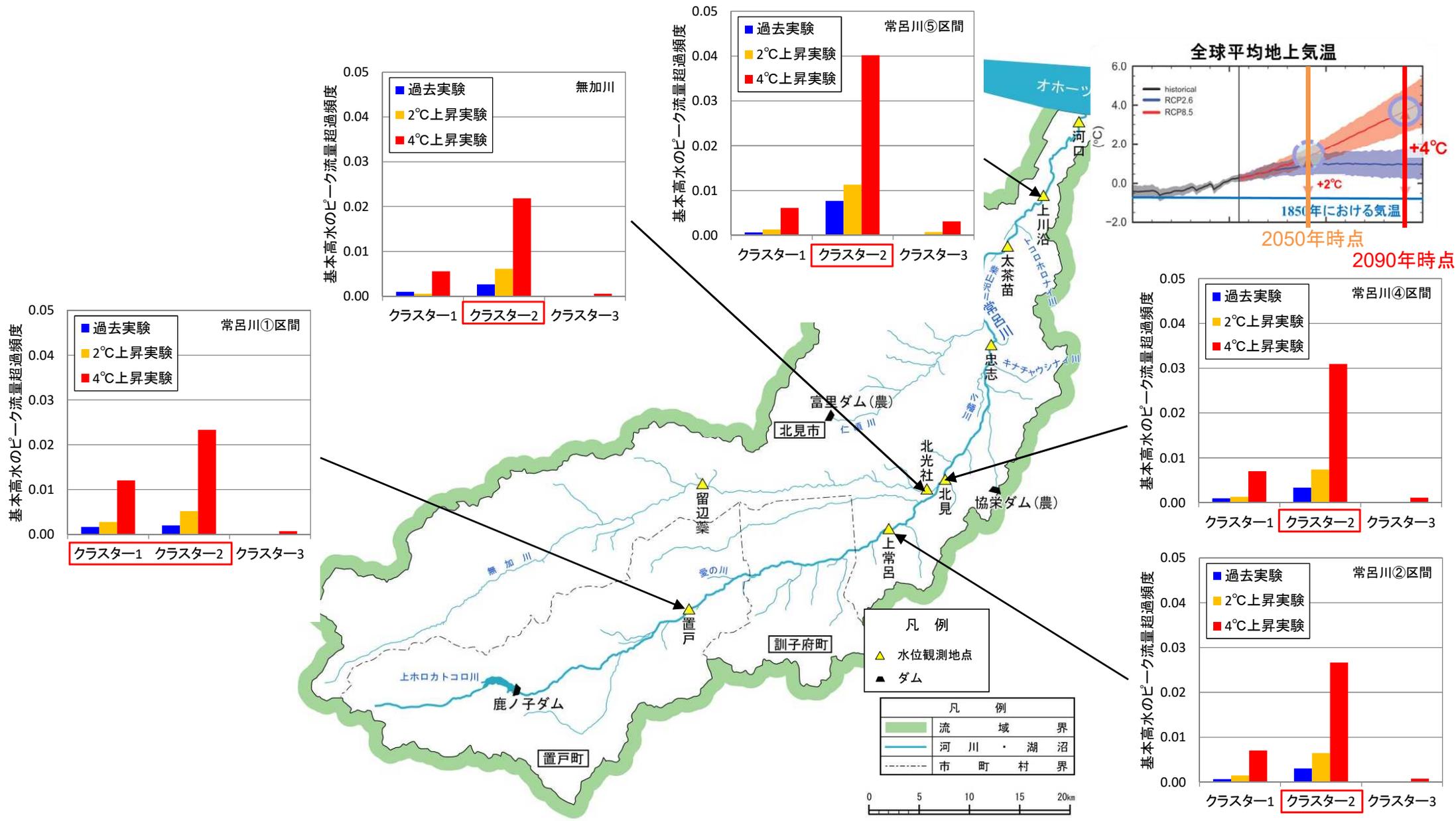
# 降雨パターン毎の流量変化

- 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。
- 常呂川流域では、主にクラスター2でピーク流量が大きくなる。



# 基本高水を超過する頻度について

■ 過去実験・将来実験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**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。



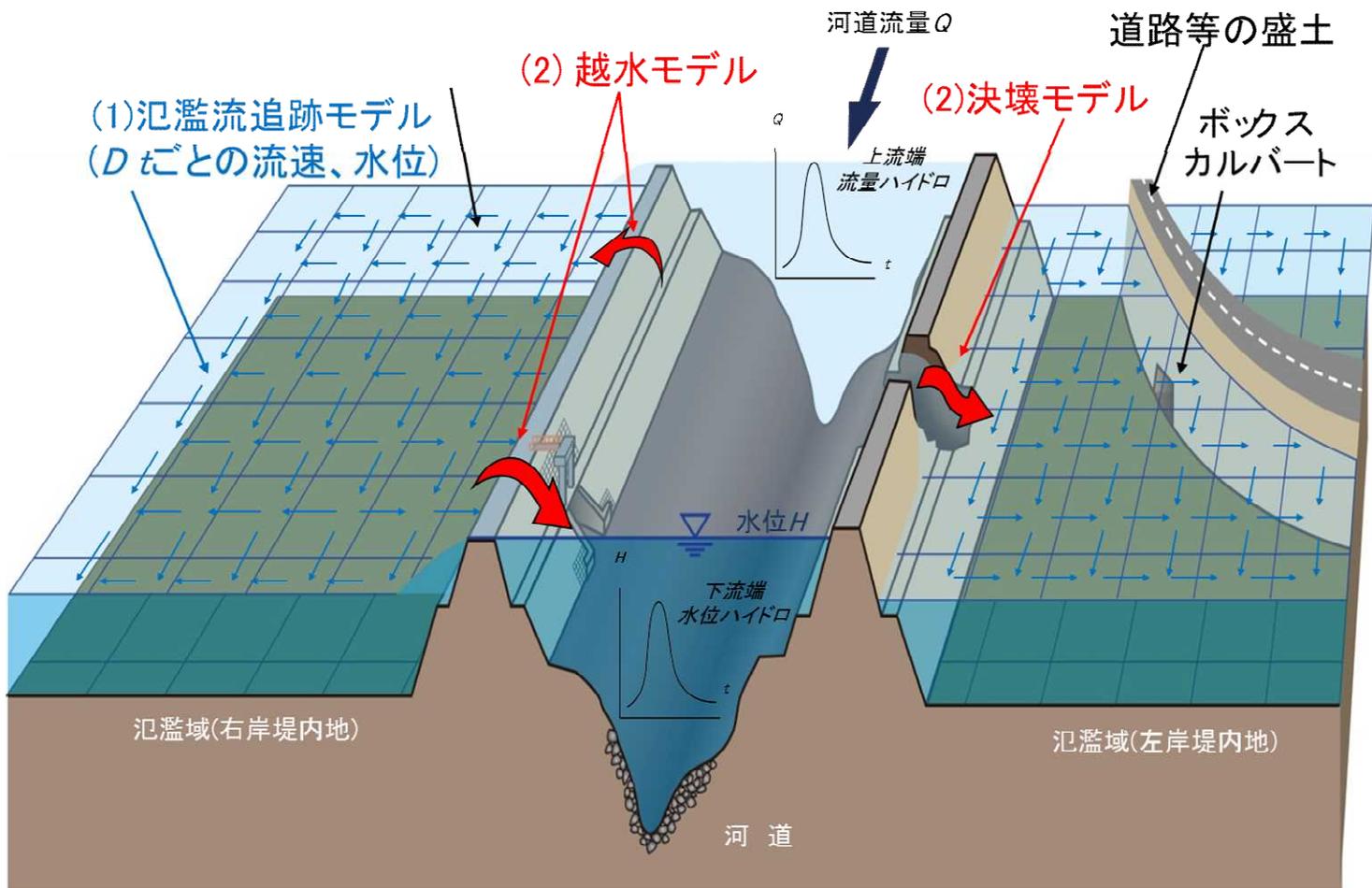
# 気候変動によるリスクの変化

# 氾濫計算について

- 大量アンサンブル降雨データから算出した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

# 氾濫シミュレーション条件について

■ 以下の条件のもと、氾濫シミュレーションを実施した。



凡例	
-----	JR (石北本線)
-----	国道39号線
-----	国道242号線
-----	国道333号線

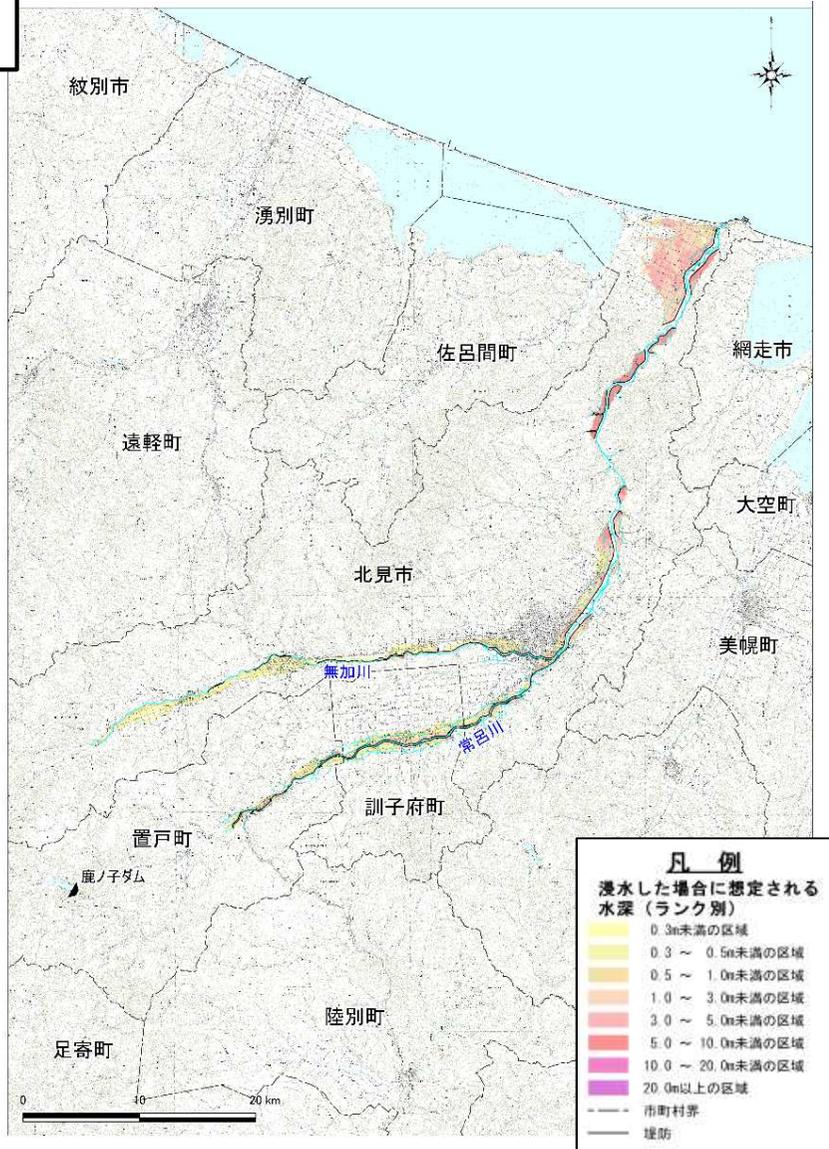
## ● 主な氾濫計算条件

項目	内容
計算メッシュサイズ・地盤標高	125m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28年河道
洪水調節施設	現況施設(鹿ノ子ダム)
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。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

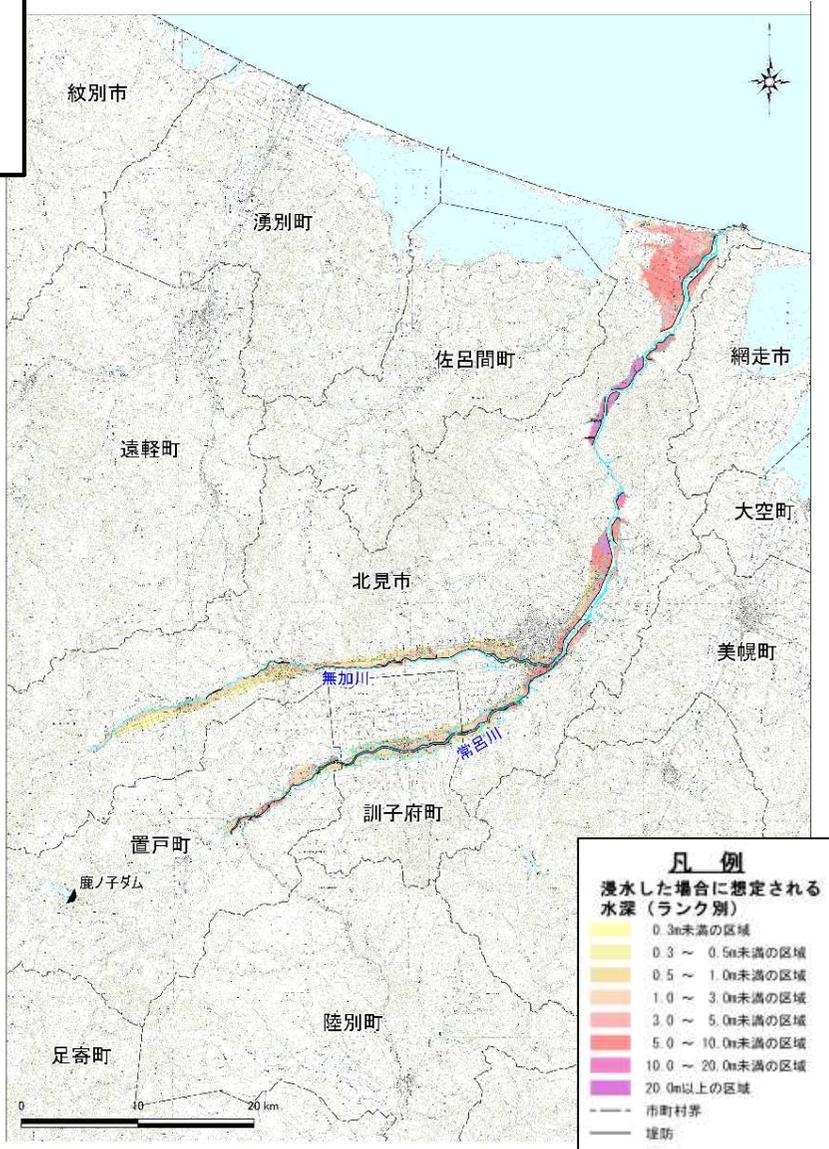
# 常呂川流域における気候変動による最大浸水域の変化

- 過去実験の最大浸水域は、常呂川および無加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、最大浸水域が増加するほか、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

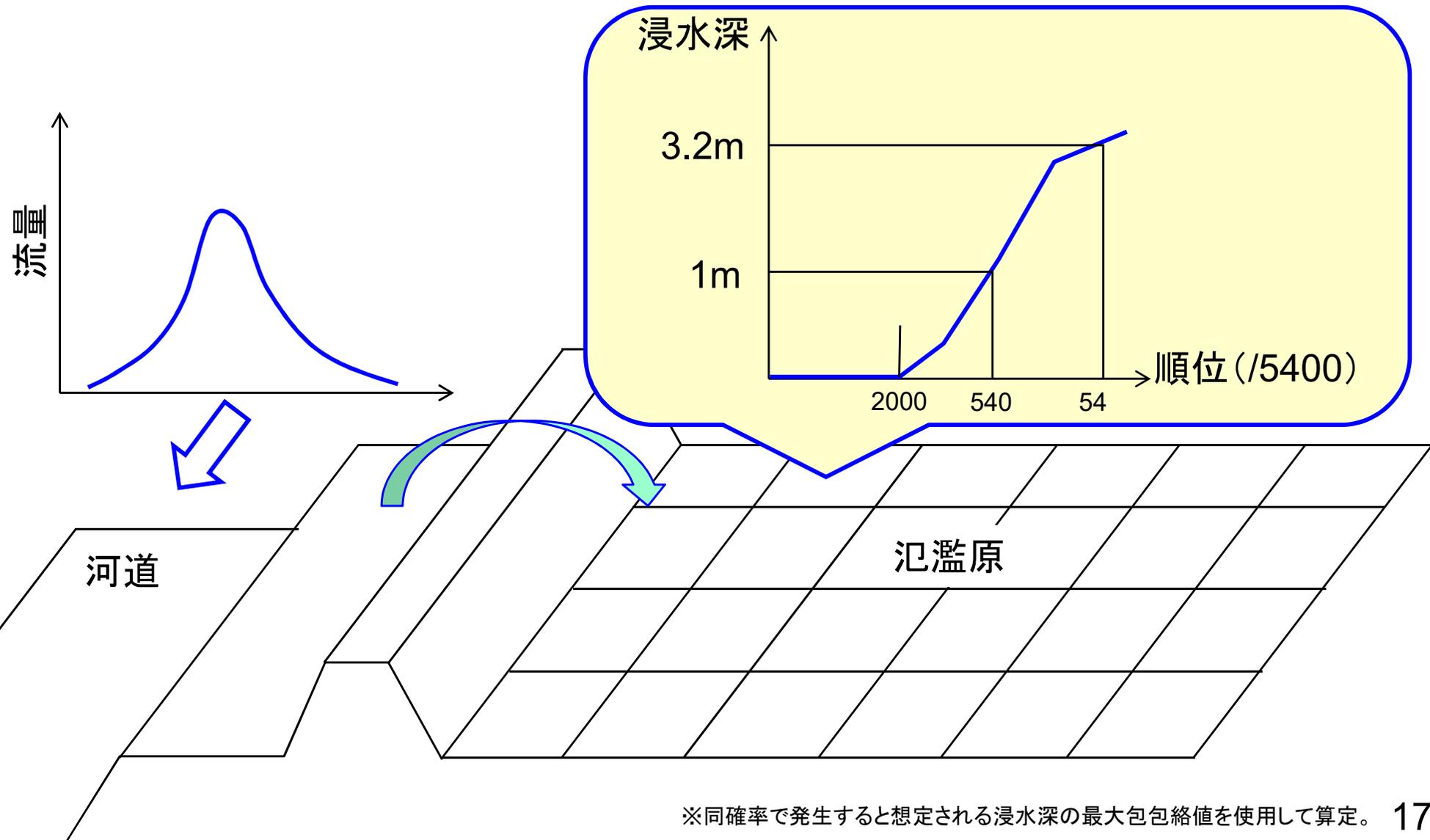


4°C上昇  
実験  
(2090年時点)



# 浸水確率について

- リスク表示方法の一つとして、過去実験3000ケース・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。







# (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:1,930km<sup>2</sup>、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

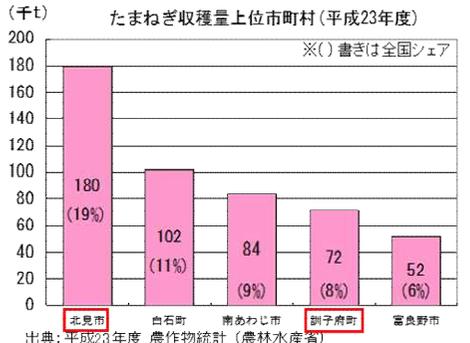
【常呂川流域】		【無加川流域】	
流域面積	: 1,930km <sup>2</sup> (全国32位/109水系)	流域面積	: 536.1km <sup>2</sup>
幹川流路延長	: 120km (全国38位/109水系)	幹川流路延長	: 74.6km
流域内人口	: 約14万人	(内、直轄管理区間7.2km)	
想定氾濫区域面積	: 116.8km <sup>2</sup>		
想定氾濫区域内人口	: 約6万人		
想定氾濫区域内資産	: 1兆529億円		
関係市町村	: 1市2町(北見市、訓子府町、置戸町)		

## 産業

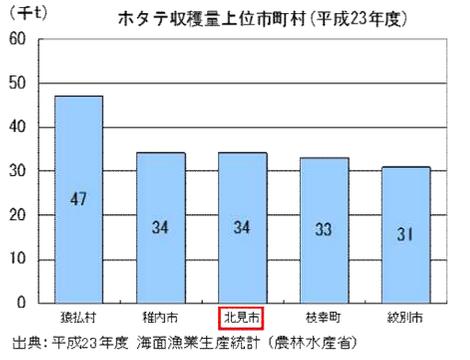
- 中下流部は農地として明治初期からひらけ、たまねぎやてんさいの生産が盛んなほか、河口沿岸ではホタテ養殖等の漁業が行われている。
- 特にたまねぎは、常呂川流域市町(北見市、訓子府町)での収穫量が、全国シェアの約27%(平成23年度調査)を占めている。



たまねぎ畑

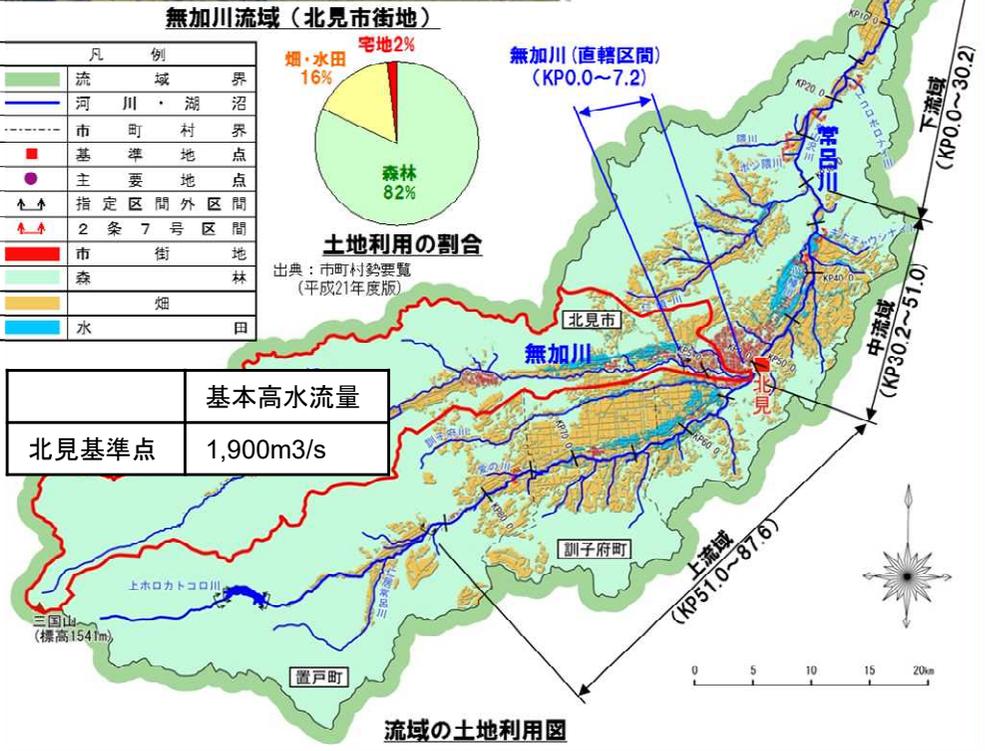


ホタテ漁



## 流域の土地利用

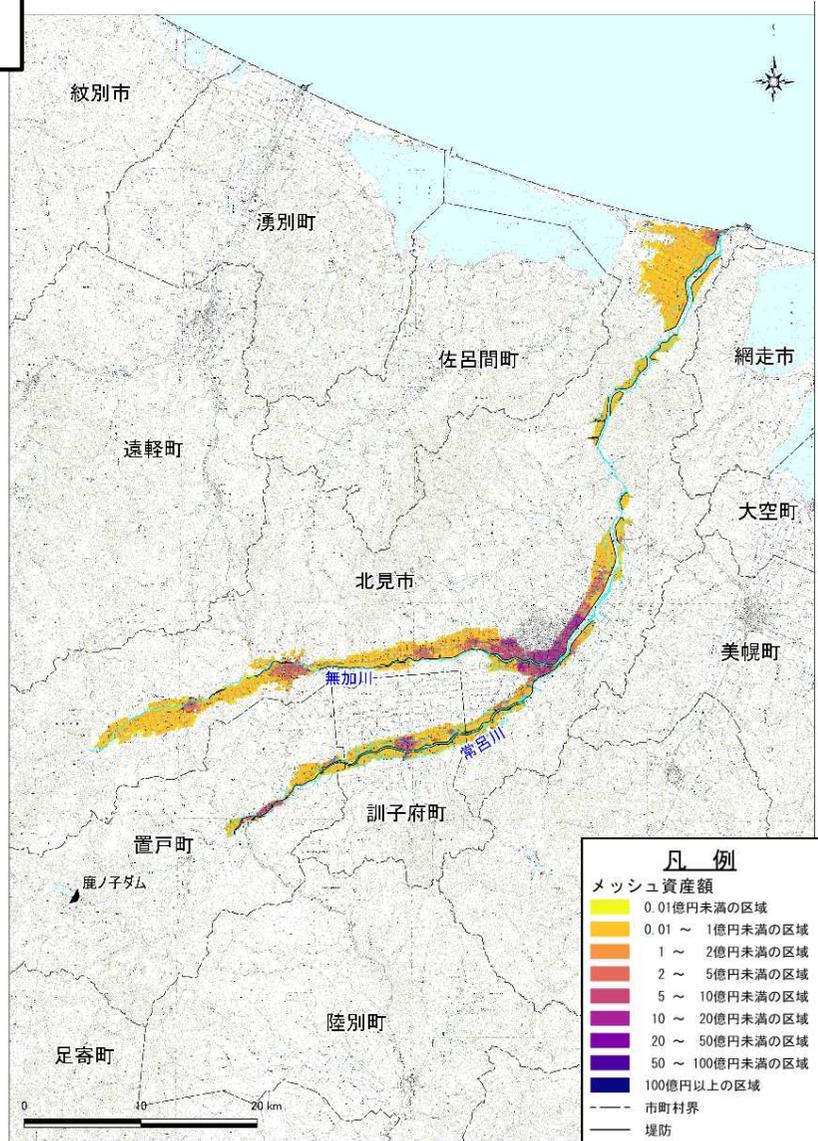
- 流域の土地利用は、森林が82%、畑や水田などの農地が16%、宅地などの市街地が2%となっている。



# (参考)常呂川水系の人口・資産分布について

■ 常呂川流域は、北見市をはじめとする1市2町からなる。特に、北見市を中心とした北見圏は、近年、常呂川や無加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

