

気候変動を踏まえた基本高水の設定等の考え方 【新宮川水系・五ヶ瀬川水系 共通事項】

令和3年5月21日

国土交通省 水管理・国土保全局

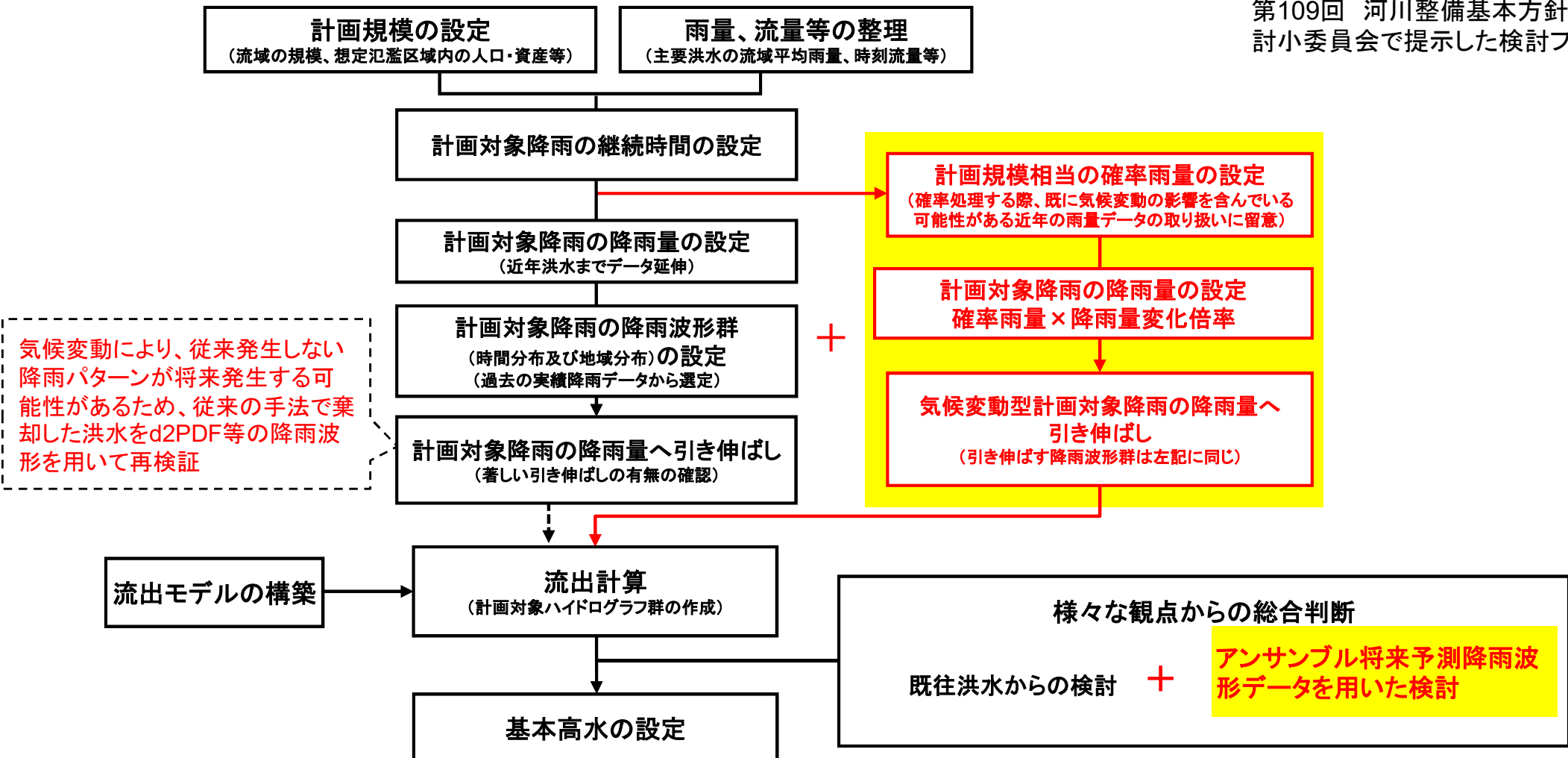
基本高水の設定 新たな基本高水等の設定にあたって考慮すべき事項

	項目	検討すべき内容
気候変動を踏まえた 目標設定	計画降雨量の見直し	○ 過去の降雨データに基づく計画対象降雨の降雨量（計画降雨量）に、地域区分に応じた将来の降雨量変化倍率を乗じる。
	基本高水の設定	○ 計画対象降雨から基本高水の算出にあたり、過去の実績降雨波形群（時空間分布）を用いることを基本としつつ、各流域のアンサンブル予測降雨波形群（時空間分布）も活用。
流域治水の視点	流域の土地利用等を考慮して 流量を設定	○ 流出計算モデルについて、上流・支川も含めた河道や洪水調節施設等の整備状況、流域の土地利用、沿川の保水・遊水機能について現況および将来動向を考慮し、流域の降雨・流出特性や洪水の流下特性を反映。

基本高水の設定の流れ

- 計画規模の設定、計画対象降雨の降雨波形の設定、計画対象降雨の降雨量へ引き伸ばし、流出解析、総合判断により基本高水を設定するという、これまで河川整備基本方針策定の過程で蓄積されてきた検討の流れを基本に、気候変動の影響を基本高水の設定プロセスに取り入れる。
- 計画対象降雨の降雨量には、実績降雨データから得られた確率雨量に過去の再現計算と将来の予測の比(降雨量変化倍率)を乗じて、基本高水を設定する。

第109回 河川整備基本方針検討小委員会で提示した検討フロー



【赤字】気候変動の考慮要素

降雨量変化倍率

- 降雨特性が類似している地域区分ごとに将来の降雨量変化倍率を計算し、将来の海面水温分布毎の幅や平均値等の評価を行った上で、降雨量変化倍率を設定。
- 治水計画の検討においては、当該水系の地域区分が該当する、2℃上昇の気候変動シナリオによる降雨量変化倍率を用いる。

気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 改定版(令和3年4月)より

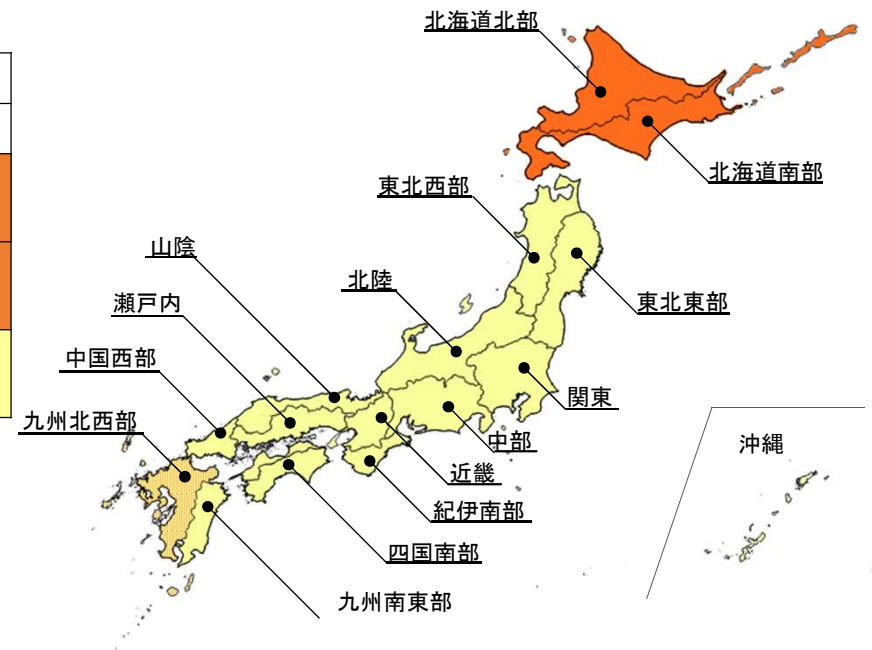
＜地域区分毎の降雨量変化倍率＞

地域区分	2℃上昇	4℃上昇	
			短時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他(沖縄含む)地域	1.1	1.2	1.3

※ 4℃上昇の降雨量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと
3時間未満の降雨に対しては適用できない

※ 雨域面積100km²以上について適用する。ただし、100km²未満の場合についても降雨量変化倍率が今回設定した値より大きくなる可能性があることに留意しつつ適用可能とする。

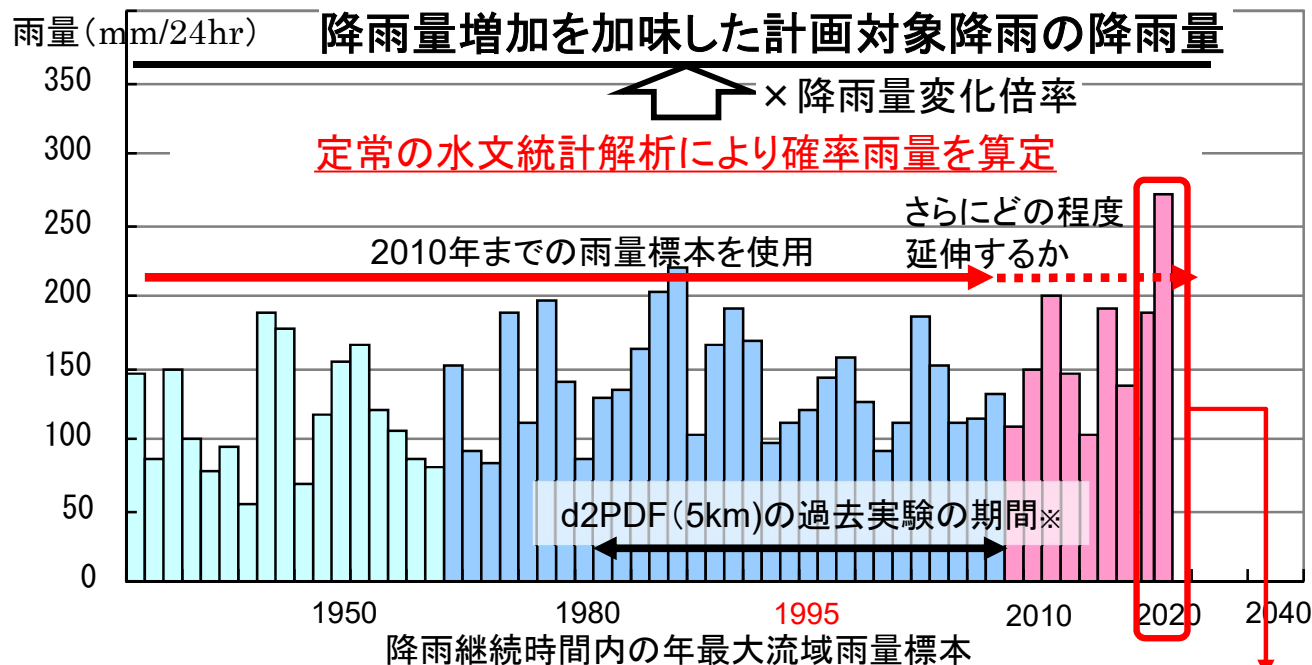
※ 年超過確率1/200以上の規模(より高頻度)の計画に適用する。



将来気候を踏まえた計画対象降雨の降雨量の設定手法

- 降雨量変化倍率(2℃上昇時)を乗じる対象となる、計画対象降雨の降雨量の算定に使用する雨量標本データの取り扱いにあたっては、
 - ・最新年まで延伸してデータ数を増やし信頼性を高める観点 と
 - ・既に気候変動の影響を含んでいる可能性がある雨量標本データをどう取り扱うかの観点について検討する必要がある。
- 実務上、当面の対応として、降雨量変化倍率の算定に用いている過去実験の期間が2010年までであることを踏まえ、既定計画から雨量標本のデータ延伸を一律に2010年までにとどめ、2010年までの雨量標本を用い、定常の水文統計解析により確率雨量を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じた値を計画対象降雨の降雨量とする。
 - ・また、雨量標本に経年的変化の確認(非定常状態の検定:Mann-Kendall検定、AIC評価等)を行った上で、非定常性が確認されない場合は、最新年までデータ延伸し、非定常性が確認された場合は「非定常性が現れる前までのデータ延伸」にとどめ、定常の水文統計解析により確率雨量を算定等も併せて実施し、気候変動の影響を把握しておくことが重要。

将来気候を踏まえた計画対象降雨の降雨量の算定イメージ



※北海道は過去実験の期間が1950~

計画規模に相当するような規模の洪水は基本高水の妥当性確認のため別途検討

水文統計解析手法

【定常解析手法】

- 統計的性質が時間的に変化していないことを仮定して解析を行うことを指す。

【非定常解析手法】

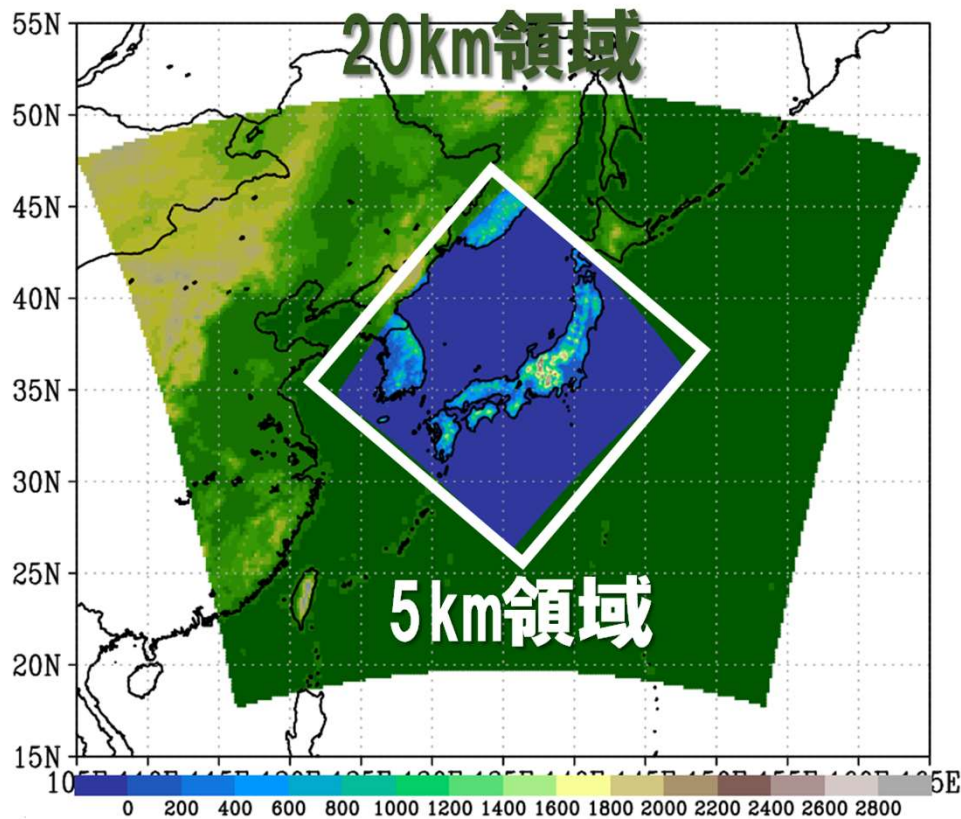
- 水文時系列資料の統計特性の時間的変化がモデルの中に組み込まれた確率分布モデルの母数を推定し、確率評価を行うことを指す。
- 現時点では、水文統計データを対象に非定常解析を実施した既往研究※があるが、引き続き、気温や時間を説明変数とした非定常解析の研究開発等が必要と考えられる。

※例えば、立川康人, 森信治, キムスンミン, 萬和明(2015): 非定常水文頻度解析手法を用いた極値降水量の変化予測-地球温暖化予測情報への適用-

アンサンブル将来予測降雨波形

- 検討に用いるアンサンブル将来予測降雨波形は、2℃昇温時のアンサンブルデータから水系解像度5kmへ力学的ダウンスケーリングしたd2PDF(5km)を活用した。
- 各流域において、現在気候の年最大流域平均雨量360年分、及び将来気候の年最大流域平均雨量360年分の時空間降雨データを用いる。

■解像度20kmを5kmへダウンスケーリング



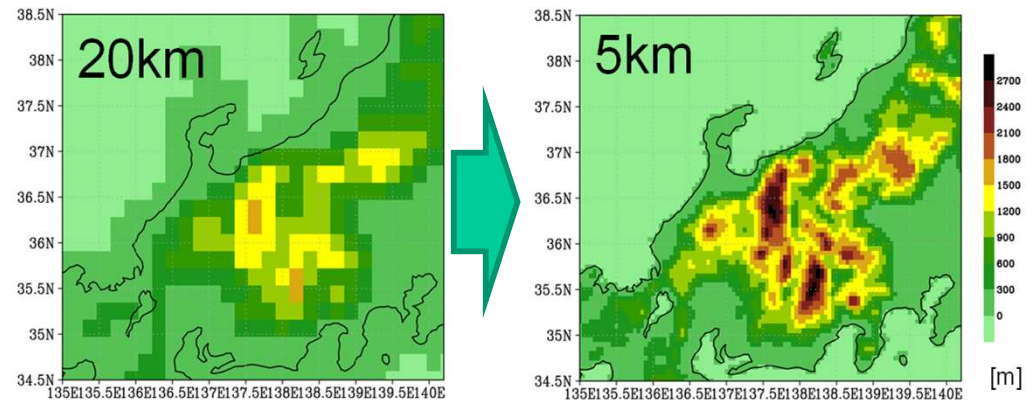
出典: 佐々井崇博(東北大学), 「SI-CATプロジェクトにおける力学DSデータセットの構築」をもとに作成

■ダウンスケーリングの条件

モデル	非静力学地域気候モデル(JMA-NHRCM)
水平格子間隔	5km
初期値・側面境界値	d4PDF20kmRCM(2℃昇温実験)
初期時刻	7月24日～翌年8月30日
過去実験年数	372年分(31年×12パターン)
将来実験年数	372年分(31年×6SST×2摂動)

※今回の解析で使用的是、現在気候・将来気候ともに360年分

■地形の再現性

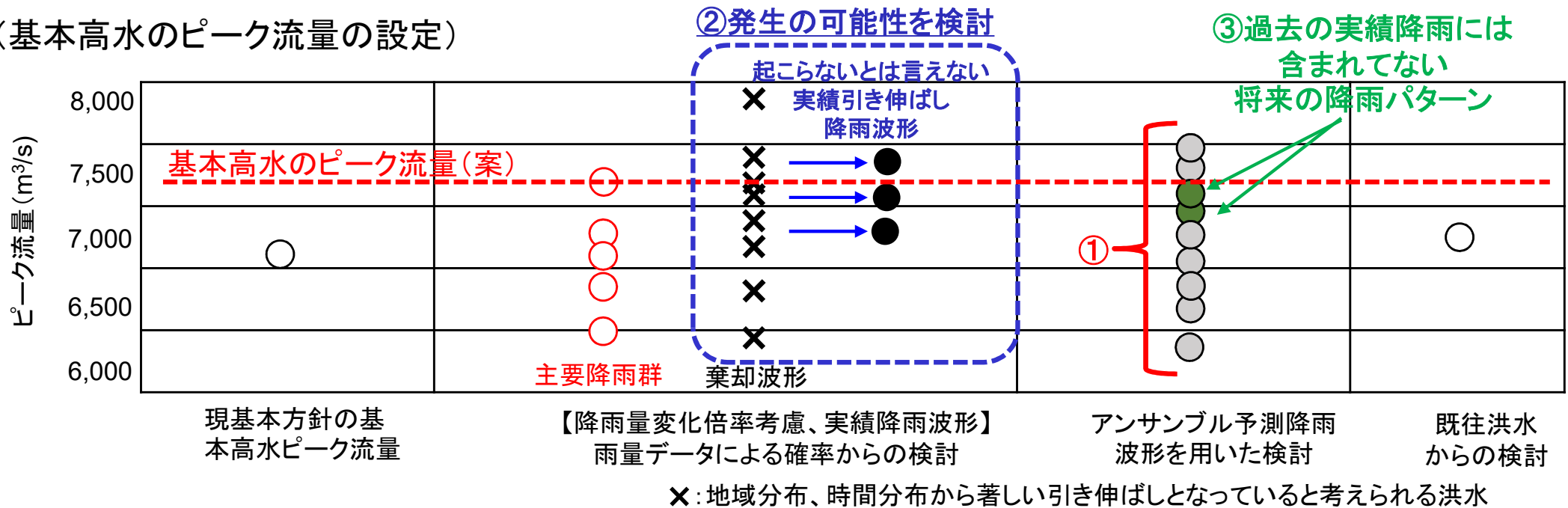


基本高水の設定の考え方

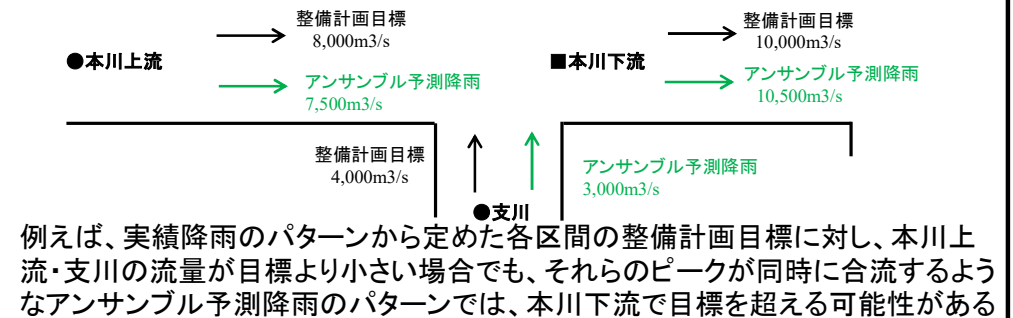
【アンサンブル予測降雨波形の活用】

- ①計画対象降雨の降雨量相当のアンサンブル予測降雨波形を用いたハイドログラフ群のピーク流量の最大値と最小値の範囲内に基本高水のピーク流量が収まっているかどうか等、決定する基本高水の妥当性の確認に活用。
- ②時空間的に著しい引き伸ばしになっている等から、これまで棄却してきた実績降雨の引き伸ばし降雨波形について、アンサンブル予測降雨波形群(過去実験、将来予測)を踏まえて発生の可能性を検討。
- ③過去の実績降雨には含まれてない降雨パターンが気候変動の影響によって発生する可能性について、将来のアンサンブル予測降雨波形群を用いて検討。

(基本高水のピーク流量の設定)



○これらの検討の結果から発生の可能性を考慮する必要があると判断した洪水を用い、改修途上における本川・支川、上下流のバランスのチェックや氾濫を抑制する対策の区間検討等、河川整備計画策定時に、河川整備内容、手順などを検討する。



アンサンブル将来予測降雨波形の抽出方法

○引き伸ばし等により降雨波形を大きく歪めることがないよう、計画対象降雨の降雨量近傍のアンサンブル将来予測降雨波形を活用。

その際、主要降雨波形群に不足する将来発生頻度が増加するような降雨パターンを含むよう抽出。

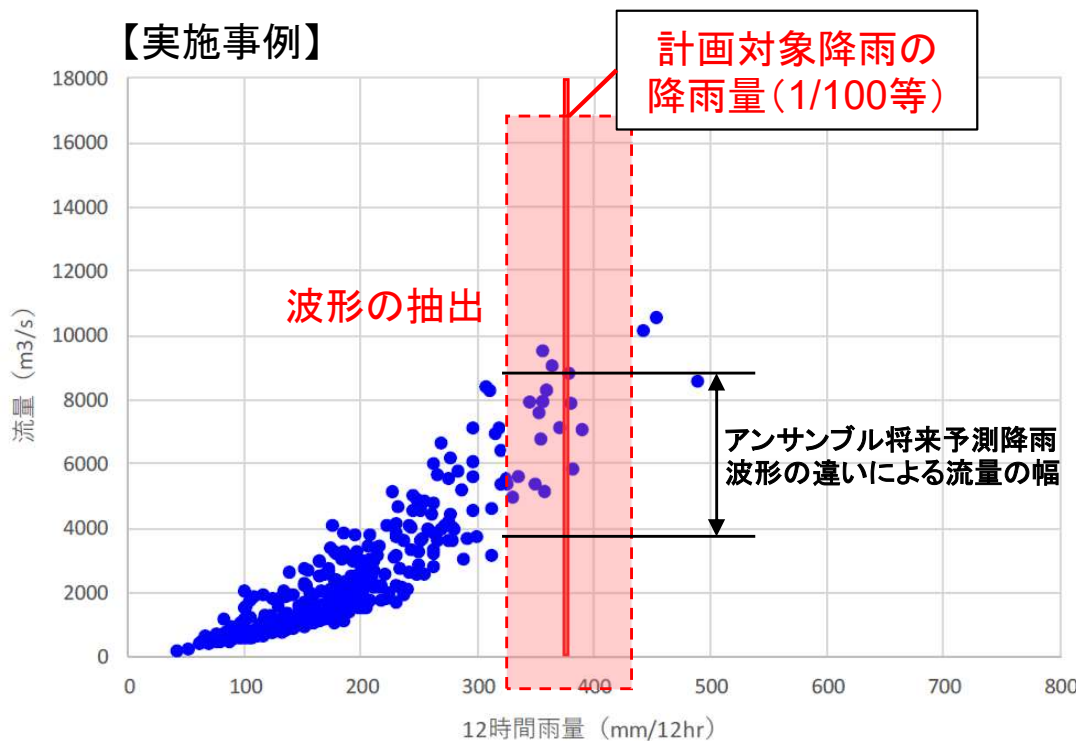
○抽出した波形を計画対象降雨の降雨量に引き縮めor引き伸ばし、将来生じ得る時空間分布を有した降雨波形による流量として算出。

アンサンブル将来予測降雨波形の抽出方法の例

○d2PDF (将来実験：30年×6SST×2摂動) の年最大雨量標本(360年)を流出計算

○例えば、**著しい引き伸ばし等によって降雨波形を歪めることがないよう、計画対象降雨の降雨量近傍の洪水**を抽出

【実施事例】

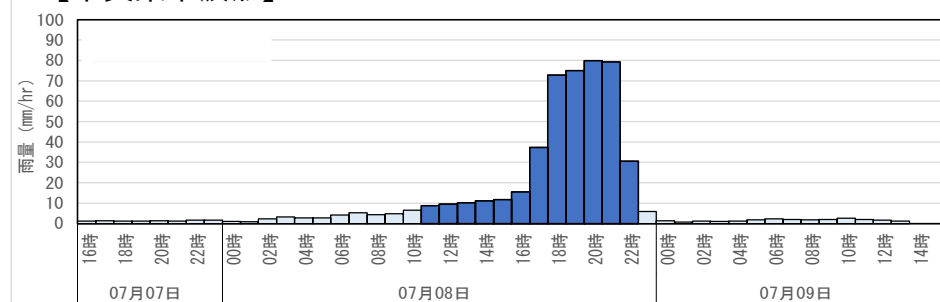


○降雨量が計画対象降雨の降雨量になるよう、抽出されたアンサンブル将来予測降雨波形の降雨量を調整する。

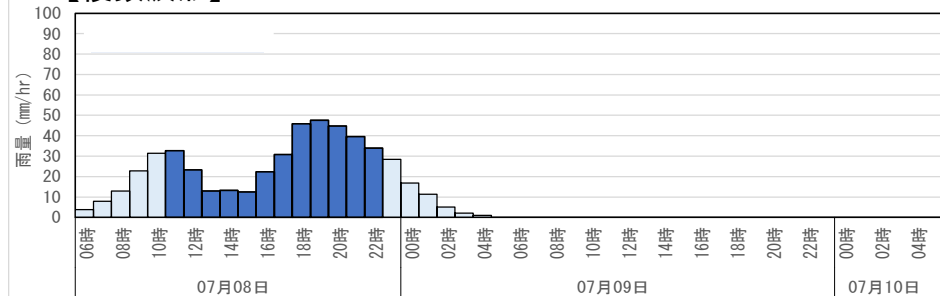
(引き縮めor引き伸ばし)

○様々な気象要因による降雨波形が含まれているか確認

【中央集中波形】



【複数波形】

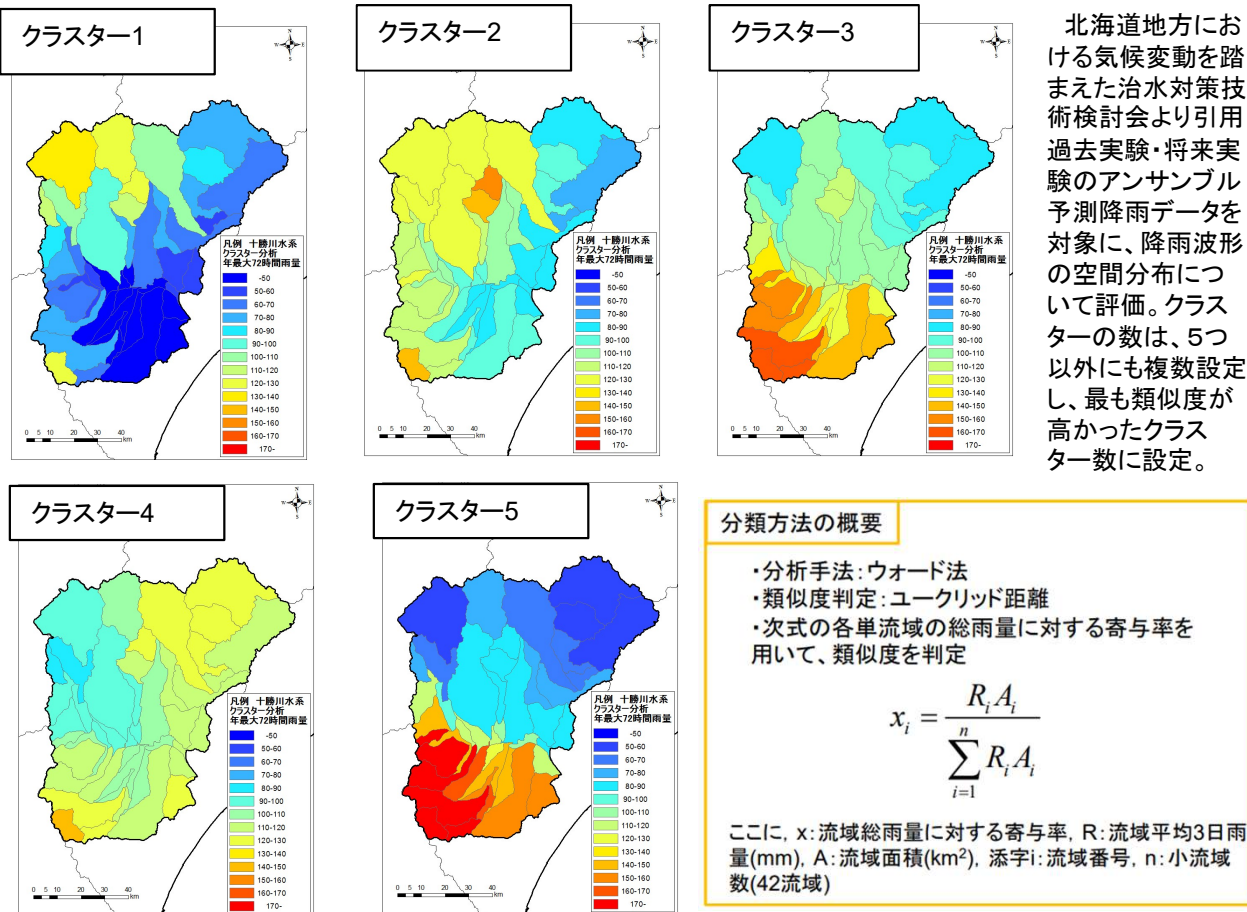


降雨波形が不足していれば過去実験やd4PDF等も活用

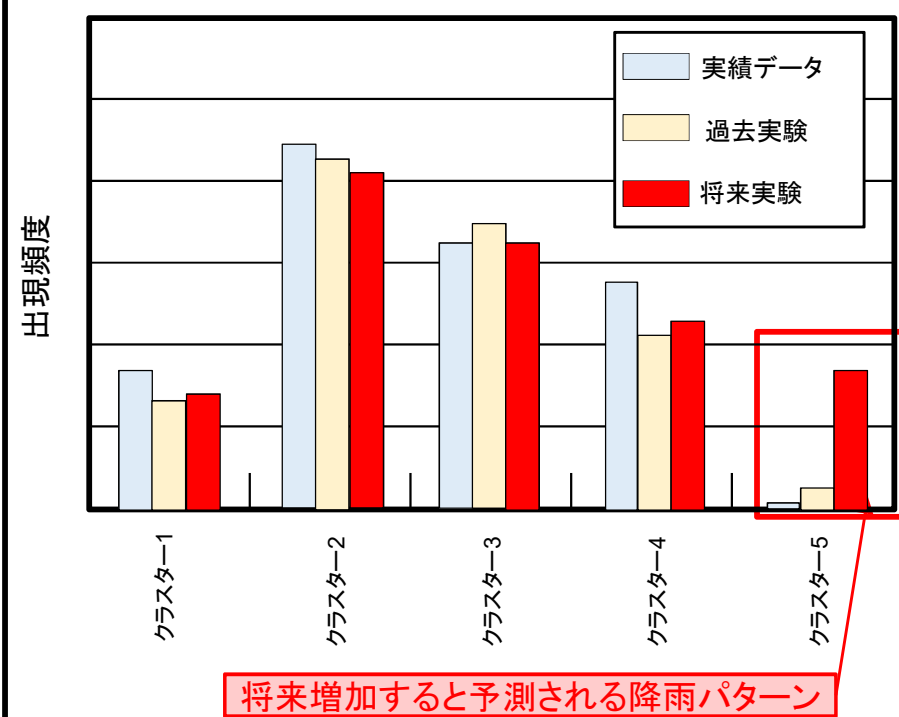
アンサンブル将来予測降雨波形の抽出方法

- 基本高水の設定に用いる計画対象の降雨波形群は、対象流域において大規模洪水を生起し得る様々なパターンの降雨波形等を含んでいる必要。
- これまでは実際に生じた降雨波形のみを計画対象の降雨波形としてきたが、気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形がないかを確認する必要がある。
- 例えば、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて時空間分布のクラスター分析を行い、将来発生頻度が高まるものの計画対象の実績降雨波形が含まれていないクラスターがある場合には、そのクラスターに分類されるアンサンブル将来予測降雨波形を抽出する。

①アンサンブル予測降雨データの結果を用いたクラスター分析の例



②クラスター分析結果と過去の対象降雨の比較

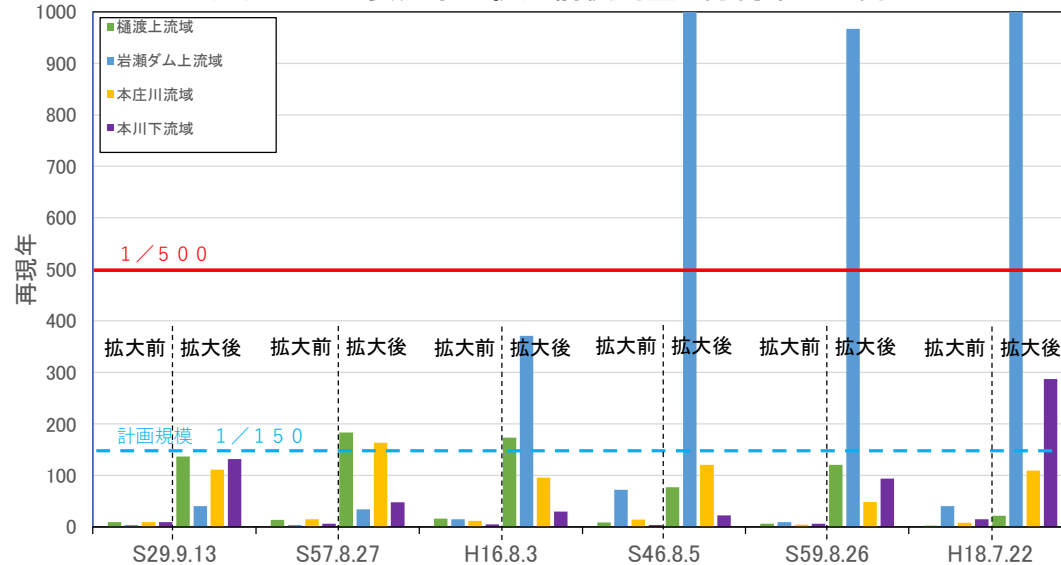


降雨波形群と、過去実験と将来実験の降雨についてクラスター分析を行い降雨パターンについて解析を行う。実績の降雨波形群と過去実験において観測されていなかった降雨パターンが将来実験において増加していないかを確認する。

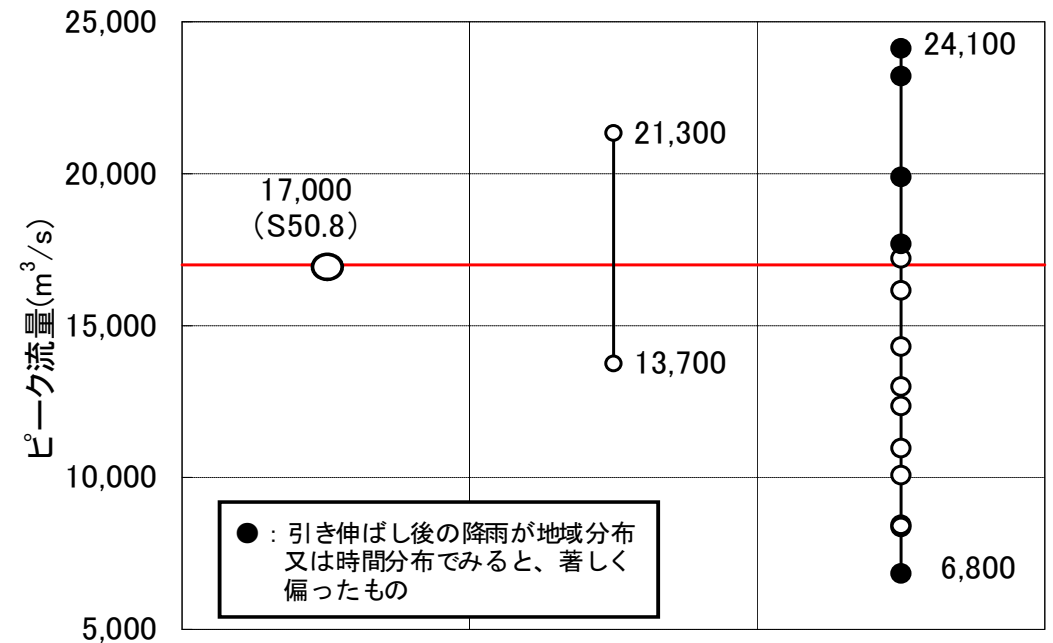
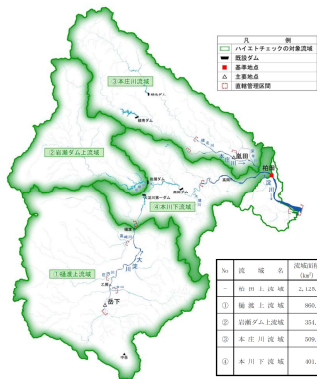
(従来)実績洪水における著しい引き伸ばしの有無の確認

- 実績降雨を計画規模の降雨量まで一律に引き伸ばすことによって、地域分布に大きな偏りや、時間的に高強度雨量の集中が発生する降雨において、それらの降雨量の年超過確率の値が計画規模と著しい差異がある場合は当該実績降雨波形を検討対象降雨から除外することとしている。【河砂基準】
- 具体的には、選定された実績降雨について引き伸ばし後の小流域の降雨量及び短時間（洪水到達時間等）の流域平均雨量を確率評価し、これらが非現実的な確率値となっている場合は除外。平成28年に方針改定した大淀川では1/500を棄却基準に設定している。

大淀川の主要洪水の拡大前後雨量と再現年の一例



棄却 棄却 棄却



既定計画基本高水のピーク流量

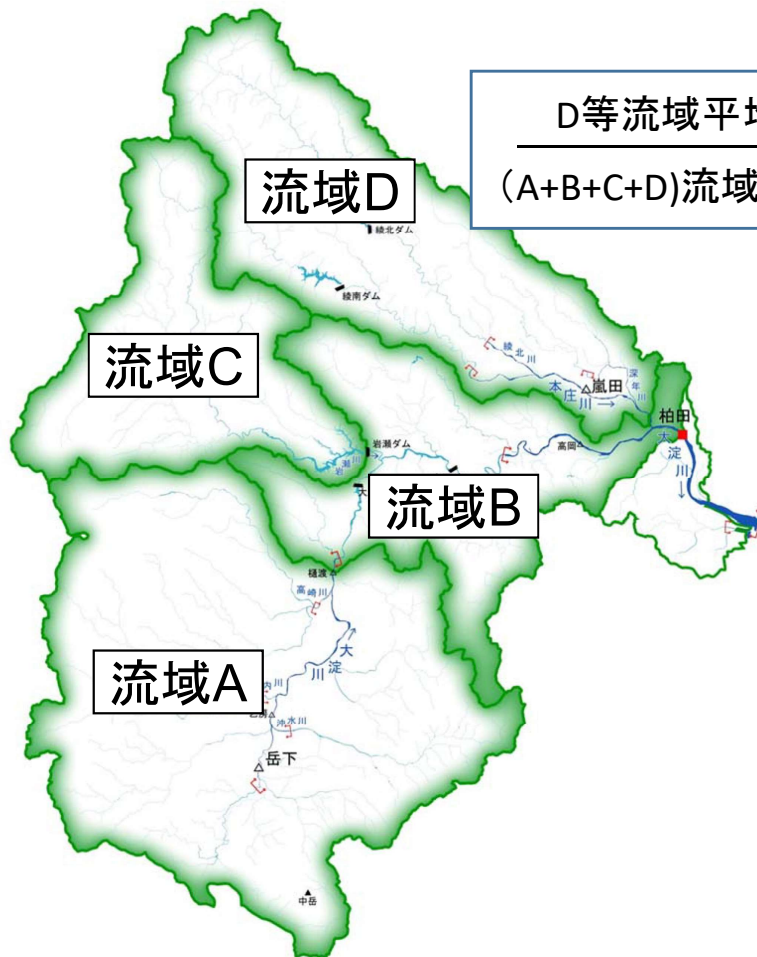
流量データによる確率からの検討

雨量データによる確率からの検討
(597mm/2日)

(気候変動対応)実績洪水における著しい引き伸ばしの有無の確認(案)

- 気候変動による降雨パターンの変化（特に小流域集中度の変化）により、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形が起こり得る場合がある。
- このため、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形を、当該水系におけるアンサンブル予測降雨波形による降雨パターンと照らし合わせる等により再検証を実施する。

(再検証のイメージ)



アンサンブルデータの降雨波形を用いた方法(空間分布のチェック)

d2PDF等（将来気候）から計画規模の降雨量近傍（10洪水程度）のアンサンブル降雨波形を抽出し、各波形について、継続時間内の小流域の流域平均雨量／流域平均雨量を求める。

（各小流域の流域全体に対する雨量の比率）

予測降雨波形	A流域平均雨量	B流域平均雨量	C流域平均雨量	D流域平均雨量
洪水①	1.6	1.2	1.1	1.1
洪水②	1.1	1.4	1.3	1.2
洪水③	1.2	1.2	1.5	1.1
...	1.1	1.2	1.1	1.6

各小流域の比率の最大値

予測降雨波形	A流域平均雨量	B流域平均雨量	C流域平均雨量	D流域平均雨量
最大	1.6	1.4	1.5	1.6

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率と大きく逸脱していないか確認する等のチェックを行う等が考えられる。

棄却した実績洪水	流域A通過流量	流域B通過流量	流域C通過流量	流域D通過流量
H〇型	1.1	1.7	1.1	1.1
S〇型	1.7	1.1	1.1	1.1
R〇型	1.5	1.2	1.1	1.2

再検討