

九頭竜川水系河川整備基本方針の変更について ＜説明資料＞

令和5年11月27日
国土交通省 水管理・国土保全局

- 現行の河川整備基本方針は平成18年2月に策定。
- 今回、気候変動の影響も考慮した計画への見直しを行うため、ご審議いただく。

<河川整備基本方針の変更に関する審議の流れ>

①流域の概要.....
・流域及び氾濫域の概要、近年の降雨量、流量の状況
・これまでの主要洪水と主な治水対策 等

【P2～P20】

②基本高水のピーク流量の検討.....
・流出計算モデルの構築、気候変動を踏まえた基本高水の設定 等

【P21～P42】

③計画高水流量の検討.....
・治水・環境・利用を踏まえた河道配分の検討、洪水調節施設等の検討等

【P43～P55】

④集水域・氾濫域における治水対策.....

【P56～P61】

⑤河川環境・河川利用についての検討.....
・河川環境 等

【P62～P71】

⑥総合土砂管理.....
・ダム、河道、河口の土砂の堆積状況 等

【P72～P79】

⑦流域治水の推進.....

【P80～P84】

①流域の概要

①流域の概要 ポイント

- 九頭竜川流域は九頭竜川本川流域、日野川流域、足羽川流域の3つに大きく区分され、本川流域は全流域の中央部および東部を占め、日野川流域は西部と南部、足羽川流域は両流域の中間部をその流域としている。
- 福井市周辺の平野部は、九頭竜川、日野川、足羽川などの洪水時の河川水位より低い位置にあり、氾濫時には甚大な被害が想定される。
- 流域の平均年間降水量は、我が国の平均値の約1.3～1.6倍。平成16年7月の福井豪雨では足羽川の天神橋上流で2日雨量で戦後第3位、6時間雨量では戦後最大の降雨を記録。流下能力を大幅に超えた足羽川下流では、越水による破堤により福井市内の広い範囲で浸水被害が発生。
近年の令和3年7月洪水、令和4年8月洪水では日野川上流の支川で堤防の決壊が発生し、家屋の浸水被害が発生。
- 九頭竜川中流部では、アユやオオヨシノボリ、サクラマス等の通し回遊魚が生息・繁殖する瀬と淵が連続する砂礫河原環境を呈し、下流部の水際にはヨシ・マコモ群落等の抽水植物が水際に沿って広く分布しており、河川整備に伴う環境の保全や創出の取り組みを実施している。

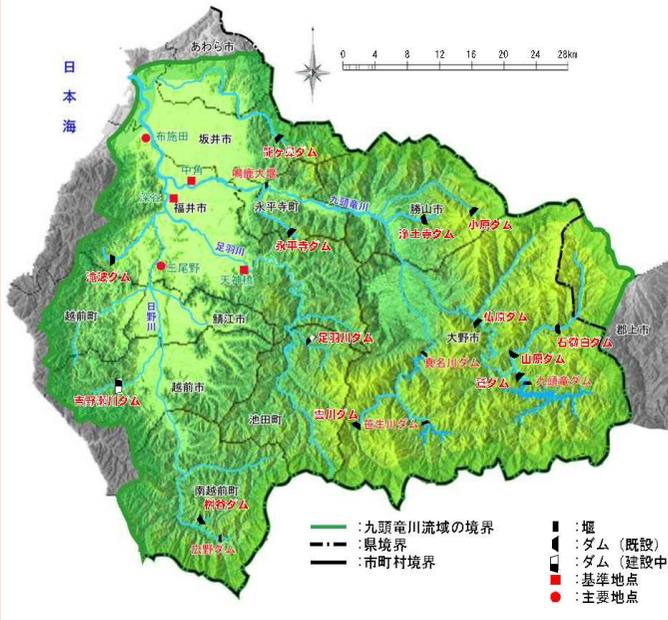
流域の概要 流域及び氾濫域の概要

- 九頭竜川は幹川流路延長116km、流域面積2,930km²の一級河川であり、その流域は福井県、岐阜県の8市4町を抱えている。
- 流域内の市町村には約67万人が生活し、流域の中心には福井県の県庁所在地である福井市がある。
- 令和2年(2020年)の産業別就業人口比率は、1次産業が3.1%、2次産業は32.6%、3次産業は64.3%である。
- 流域の年間降水量は平野部で2,000mm～2,400mmであり、全国平均の1,700mmに対し、多雨傾向である。

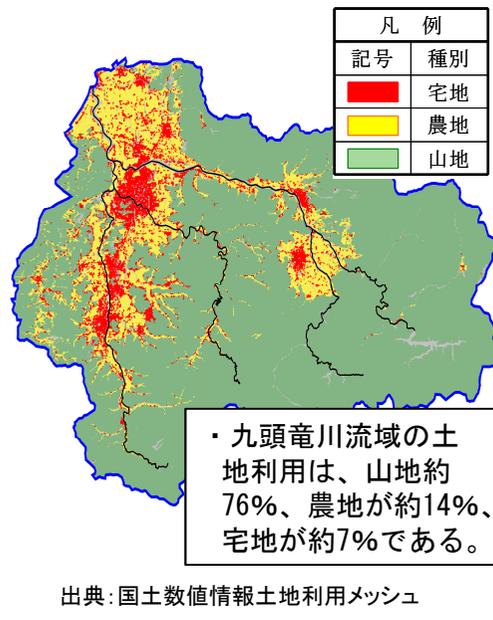
位置図



流域図



土地利用



地形・地質特性

・ 流域の地形は、加越山地、越美山地、越前中央山地、丹生山地に東・西・南の三方を囲まれ、河口には三里浜砂丘が発達。

・ 九頭竜川流域の地質は、泥質ないしシルト質の沼沢地性の堆積物で構成され、日野川流域の下流部では、粘土層が地表部に位置しており、古くからの低湿地帯であったことがうかがえる。

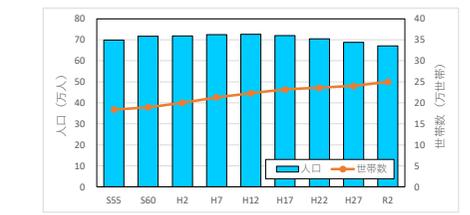


流域及び氾濫域の諸元

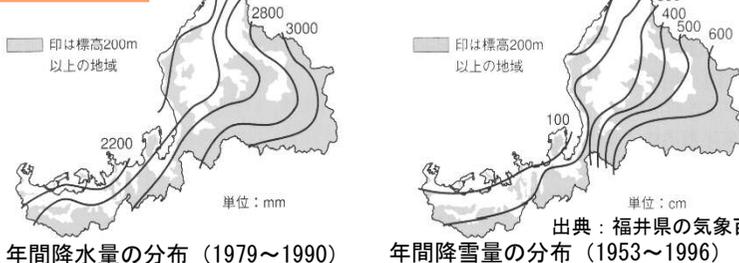
- ・ 流域面積(集水面積) : 2,930km²
- ・ 幹川流路延長 : 116km
- ・ 流域内市町村人口 : 約67万人
- ・ 想定氾濫区域面積 : 365km²
- ・ 想定氾濫区域内人口 : 約42万人
- ・ 主な市町村 : 福井市、坂井市、越前市等(8市4町)

流域市町の人口

・ 流域の8市4町の人口は、昭和55年から概ね約70万人で横ばいに推移している。



降雨特性



- ・ 流域の気候は、日本海型気候の多雨多雪地帯に属している。
- ・ 流域の年平均降水量は平野部で2,000mm～2,400mm、山間部で2,600mm～3,000mmであり、全国平均の約1,700mmに対し、多雨傾向である。
- ・ 年平均降雪量は平野部で2～3m、山沿いで6m以上に達する。

産業

- ・ 流域の主要産業は農業であり、「コシヒカリ」の生産地である。
- ・ 工業では繊維工業が盛んであり、福井市、鯖江市、武生市では眼鏡産業が盛んである。
- ・ 伝統産業では、越前市五箇地区の和紙業、同市の打刃物業、鯖江市の漆器、越前町の越前焼など有名である。
- ・ 福井市を中心に商業・サービス業が盛んであり、豊富な名勝・旧跡や温泉などを活かした観光産業も盛んである。
- ・ 令和2年(2020年)の産業別就業人口比率は、1次産業が3.1%、2次産業は32.6%、3次産業は64.3%である。

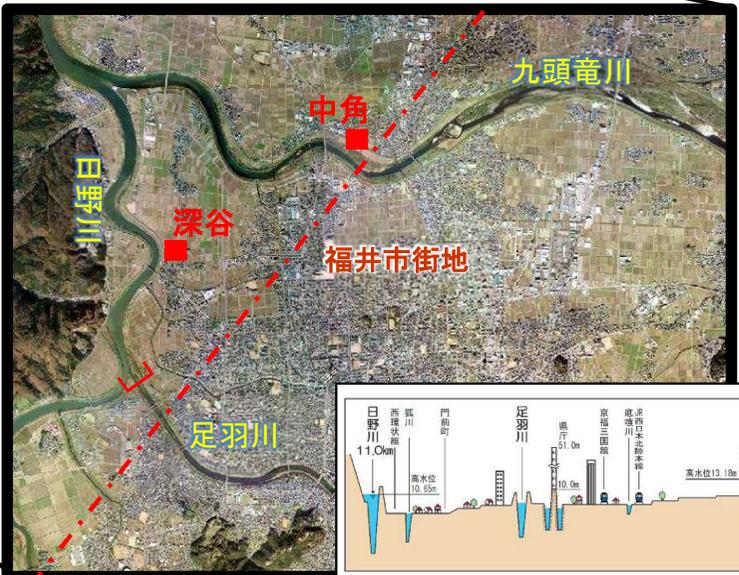
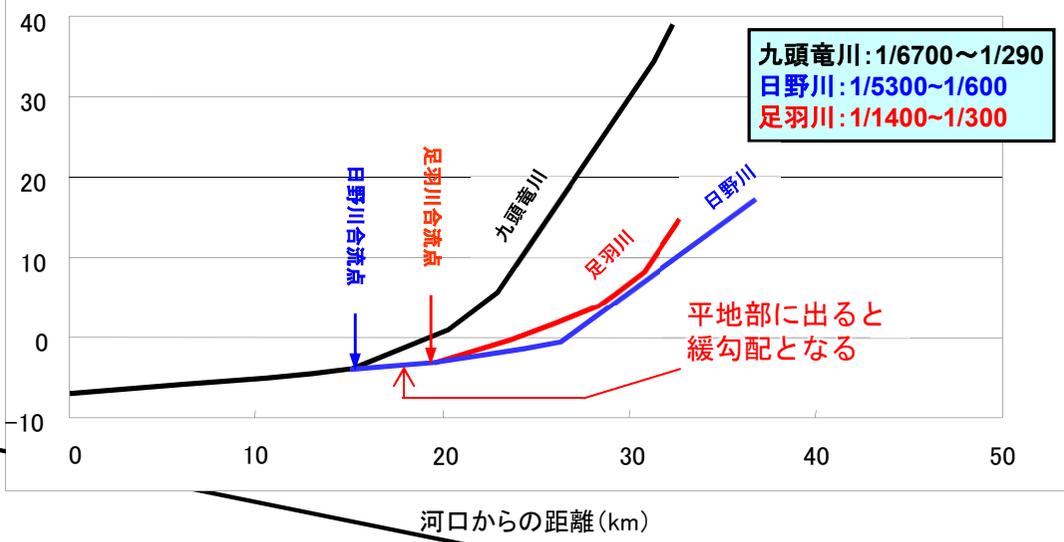
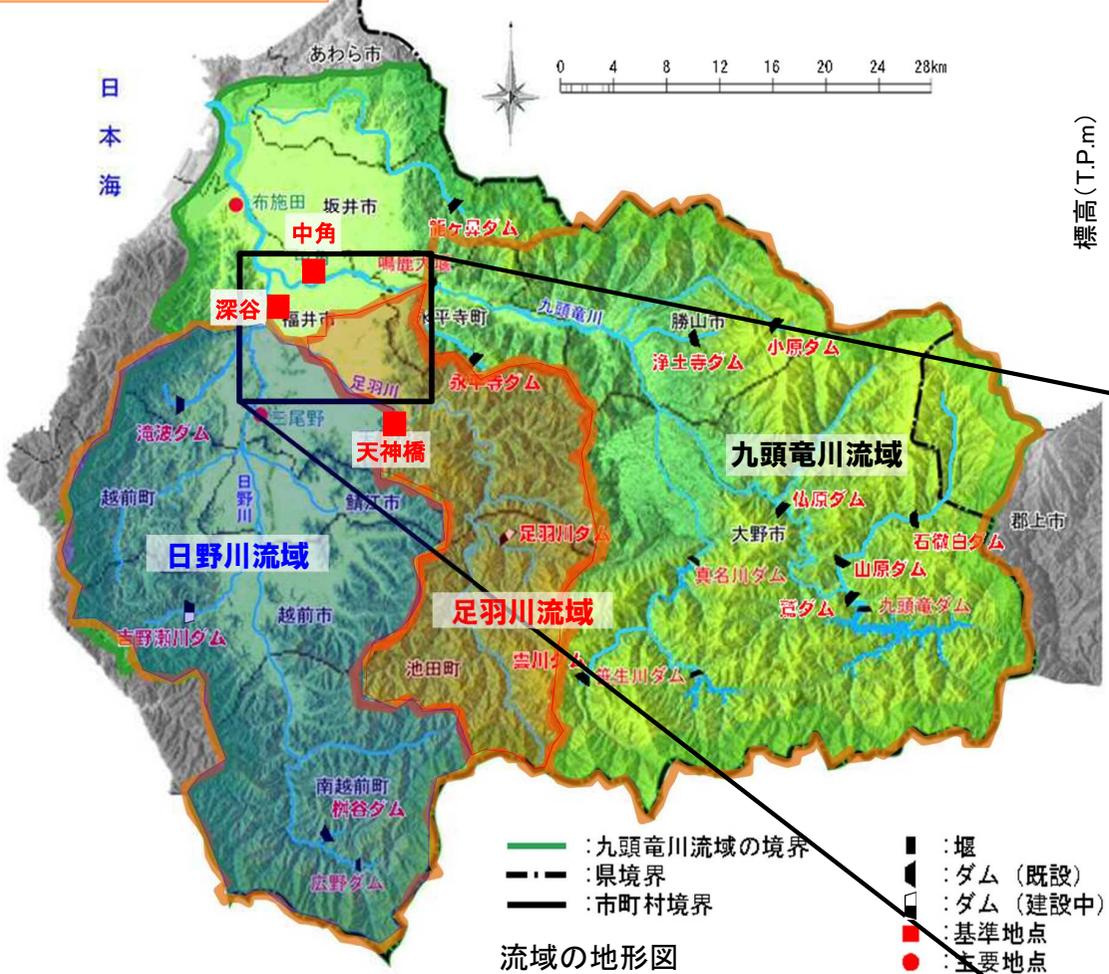


伝統産業

流域の概要 流域及び氾濫域の概要

- 九頭竜川流域は九頭竜川本川流域、日野川流域、足羽川流域の3つに大きく区分され、本川流域は全流域の中央部および東部を占め、日野川流域は西部と南部、足羽川流域は両流域の中間部をその流域としている。
- 九頭竜川、日野川、足羽川の3川が沖積平野に流れ出る地点から河床勾配が急変し緩勾配となることから、沖積平野に形成されている福井市街地付近で浸水被害が発生しやすい。
- 九頭竜川、日野川、足羽川に囲まれた地域に、人口や資産が集中する福井市街地を抱えている。

地形・氾濫域の特徴



・九頭竜川、日野川、足羽川の3川が沖積平野に流れ出る地点から河床勾配が急変し緩勾配となることから、沖積平野に形成されている福井市街地付近で浸水被害が発生しやすい。

流域の概要 動植物の生息・生育・繁殖環境

- 上流部においては、山間部溪流沿いの樹林環境に生息するオオルリ等の鳥類、絶滅危惧種のクマタカ等の猛禽類やニッコウイワナやサクラマス(同種で生活史が異なるヤマメを含む)等の溪流魚が確認されている。
- 中流部においては、平野部を貫流している区間で、みお筋が複列に分かれて流れ、瀬と淵が連続する砂礫河原環境を呈しており、アユやオオヨシノボリ、サクラマス等の通し回遊魚が生息・繁殖している。
- 下流部においては、感潮区間で緩やかな流れを呈しており、ヨシ・マコモ群落等の抽水植物が水際に沿って広く分布。これら水際の抽水植物群落を採餌地及び生息・繁殖地として利用する鳥類のオオヨシキリやオオジュリン等の他、国の天然記念物に指定されているオオヒシクイやコウノトリの飛来が確認されている。
- 支川の日野川流域下流部においては、湿地環境や水際の抽水植物群落が分布している。



中流部 (盆地・平野部)

- ・ 福井市等の平野部を貫流している区間で、砂礫河原や瀬・淵が連続して形成され、アユやオオヨシノボリ、サクラマス等の通し回遊魚が生息・繁殖している。
- ・ 砂礫河原はイカルチドリやコチドリの生息・繁殖地、カワラヨモギ、カワラハハコ等砂礫地固有の動植物の生育・生息・繁殖地となっている。
- ・ 大野市花房から福井市舟橋に至る区間は「アラレガコ生息地」として、国の天然記念物の指定を受けている。勝山盆地、大野盆地では霞堤が存置されており、本川と支川の連続性が保たれている。



カマキリ (アユカケ・アラレガコ)



カワラハハコ



九頭竜川中流 24km付近

下流部 (感潮区間)

- ・ 感潮区間となっており、ボラ、スズキ等の汽水魚や海水魚が生息している。絶滅危惧種のカマキリ(アユカケ・アラレガコ)は11月頃降下し、河口付近や海域の沿岸で産卵する。
- ・ 水際にはヨシ・マコモ群落等の抽水植物が水際に沿って広く分布している他、高水敷は耕作(主に水田)利用され、ガンカモ類・カモ類が水域で多く見られる。
- ・ 国の天然記念物に指定されているオオヒシクイやコウノトリの飛来が確認されている



オオヒシクイ



マガン



九頭竜川河口付近

上流部 (源流部～山間部)

- ・ 上流部や支川においては、全体的に山林の荒廃は少なく、ブナ林やミズナラ林などの落葉広葉樹林帯が多く占めている。
- ・ 山間部溪流沿いの樹林環境には、オオルリやヤマセミ等が見られる。溪流にはタカハヤ、絶滅危惧種のニッコウイワナ、サクラマス(同種で生活史が異なるヤマメを含む)等が確認されている。



オオルリ



ニッコウイワナ



九頭竜川上流 九頭竜ダム

支川日野川

- ・ 日野川流域下流部においては、湿地環境や水際の抽水植物群落分布している。
- ・ 日野川では、ギンブナ、絶滅危惧種のキタノメダカ、オオヨシキリ等が確認されている。また、湿地環境には絶滅危惧種のコウノトリの飛来・繁殖が確認されている。



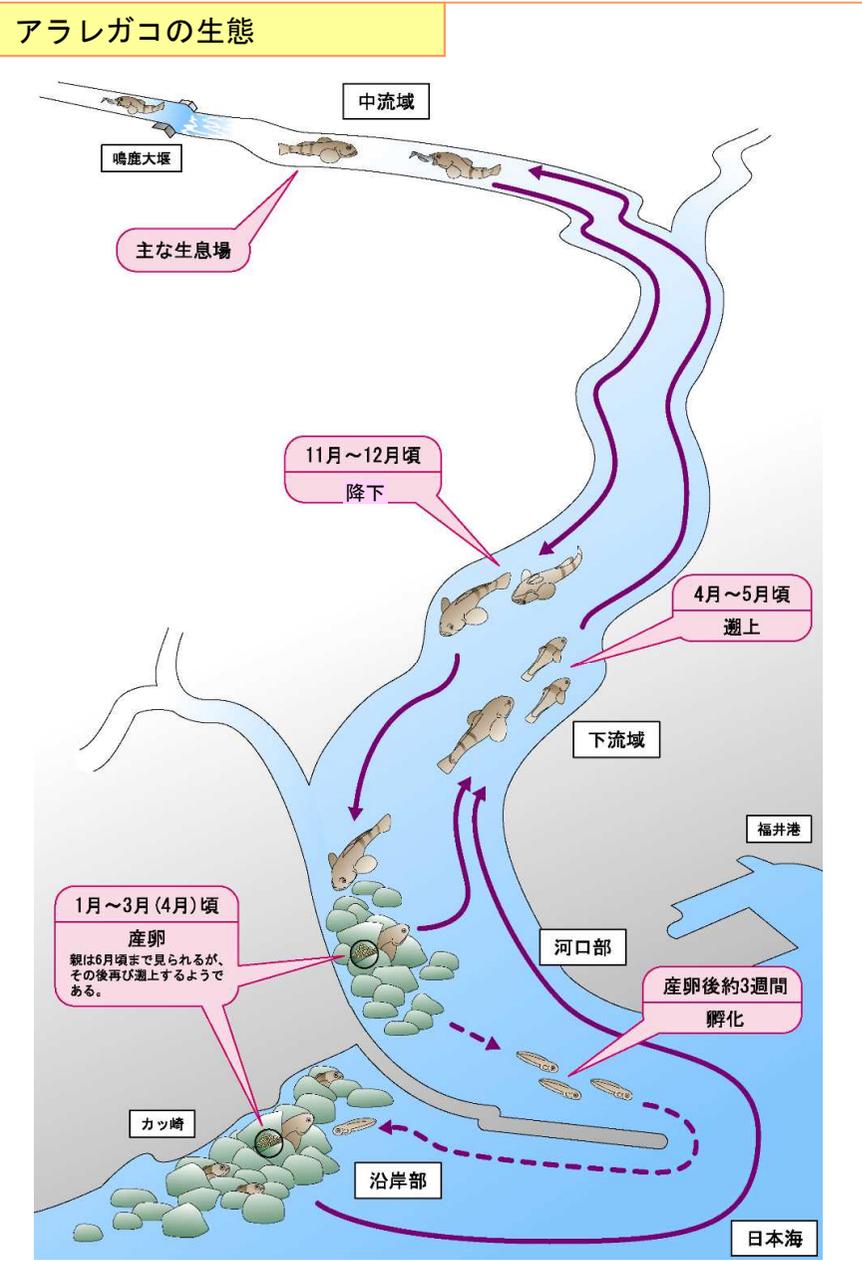
オオヨシキリ



コウノトリ

○ 九頭竜川では、アユや絶滅危惧種のカマキリ(アユカケ・アラレガコ)、サクラマス等の通し回遊魚が多くみられ、中流部の瀬では地域産業にとって重要なアユの産卵場も確認されている。

○ 福井市舟橋(中角橋)から大野市花房に至る間の河川敷は「アラレガコの生息地」として国の天然記念物の地域指定を受けている。



アラレガコ生息地としての天然記念物指定

- 指定区間: 福井市舟橋の中角橋(17.8k付近)～大野市花房の阪谷橋(56.8k付近)まで
- 指定日: 昭和10年(1935)年6月7日

さかざこし

天然記念物指定区間



アユの遡上状況(鳴鹿大堰)

サクラマスの遡上状況(鳴鹿大堰)



河川利用(アユ釣り)



魚道

流域の概要 土地利用の状況（福井市）

- 人口や資産が集中する福井市では、住宅地、商業地、工業地などが、交通ネットワークや主要な公共施設と連携して、機能的な都市活動の展開が図れるように、公共交通機関と連携し、幹線軸沿線への住居機能などの誘導促進が図られている。近年では、北陸新幹線開業に合わせ、福井駅西口の再開発や福井駅前広場をはじめとした周辺土地区画整理事業が進められている。
- 多くの人々が共同しながら効率的かつ計画的に生活の場としていくために市街化を図る区域が「都市環境創造区域」として、農地や、森林、海岸など、人々が関わりあいながら、生活に必要な農林水産物、癒しや健康・レクリエーション、環境教育の場を提供する区域が「自然環境共生区域」として位置づけられている。

道路網整備方針・市街地再開発



出典：福井市都市計画マスタープラン 市街地道路網整備方針図

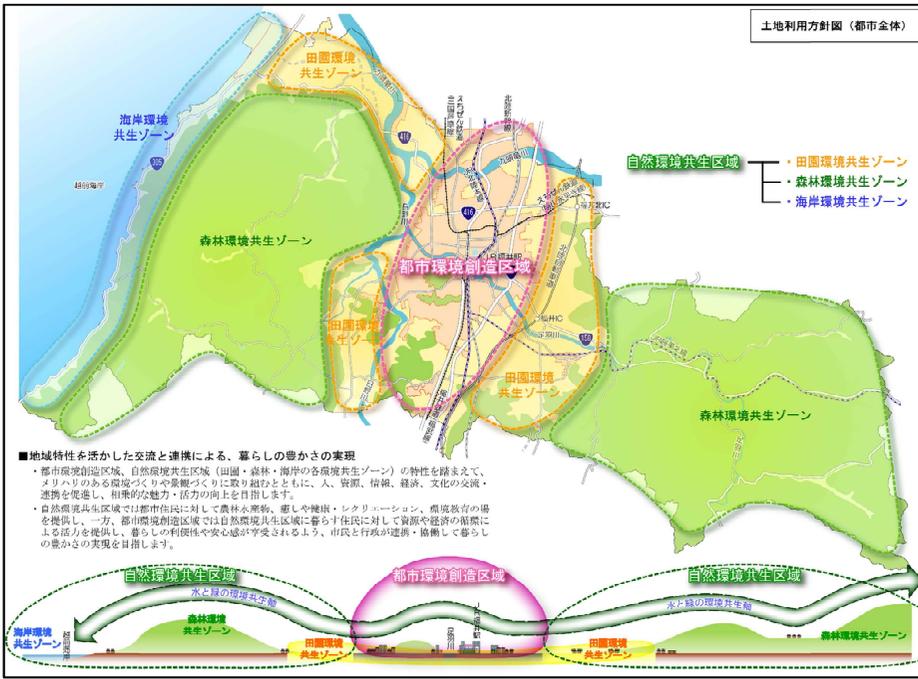
■福井駅周辺の開発状況(市街地再開発事業)



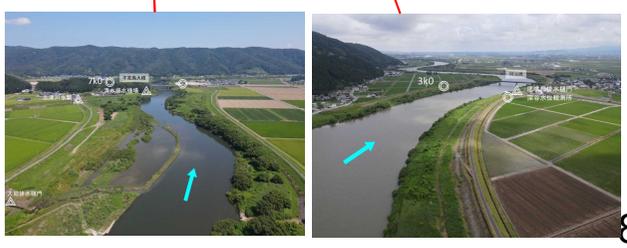
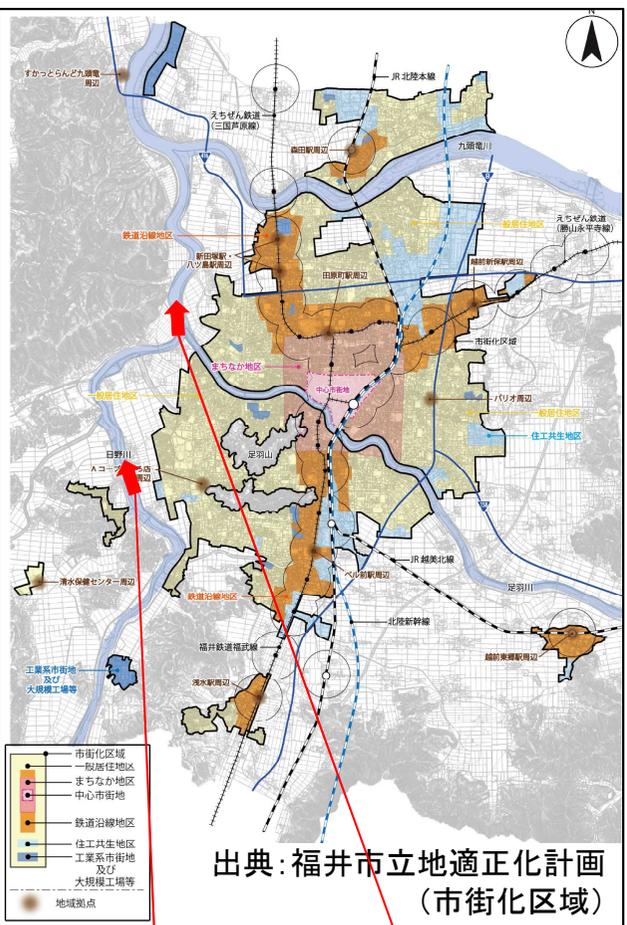
福井駅西口中央地区

土地利用（都市環境創造区域・自然環境共生区域）

- ・「都市環境創造区域」では福井駅を中心に市街化区域が広がり、居住地誘導が図られている。
- ・「自然環境共生区域」では豊かな山林や田園は水源涵養の場や、災害を未然に防止する視点から、更には地産地消・安全な食の供給の場として、市街地との積極的な連携・交流を進めながら適正に管理・活用し自然環境の保全が図られており、河川沿いの堤内地の田畑が保全されることで、浸水被害の軽減にも寄与している。



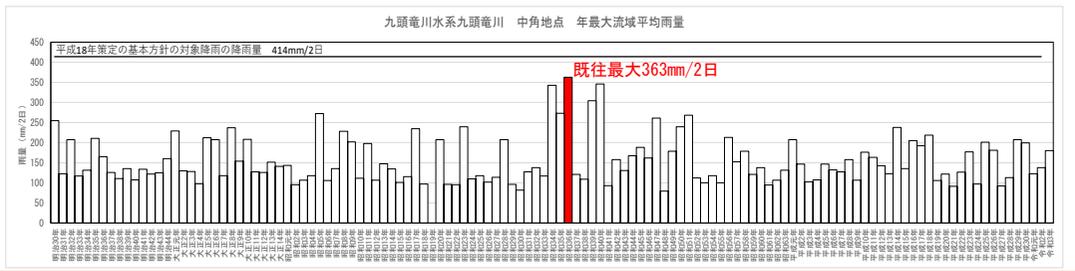
出典：福井市都市計画マスタープラン(土地利用方針図)



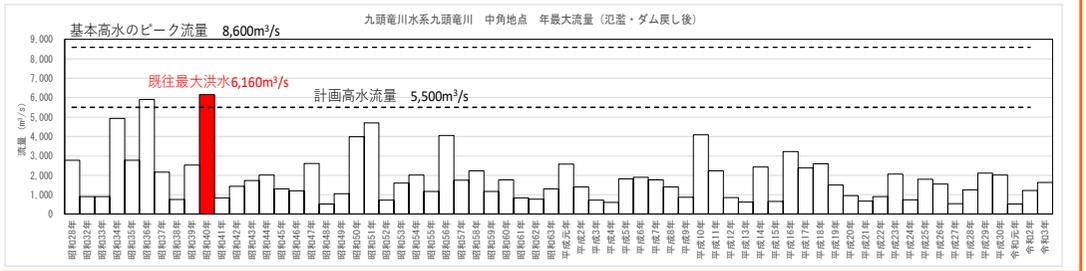
出典：福井市土地適正化計画 (市街化区域)

- 日野川(深谷基準地点)、足羽川(天神橋基準地点)では、平成16年に既往最大の流量を記録している。
- 中角地点の近年の流況では、豊水流量、平水流量、低水流量、渇水流量に大きな変化は見られない。

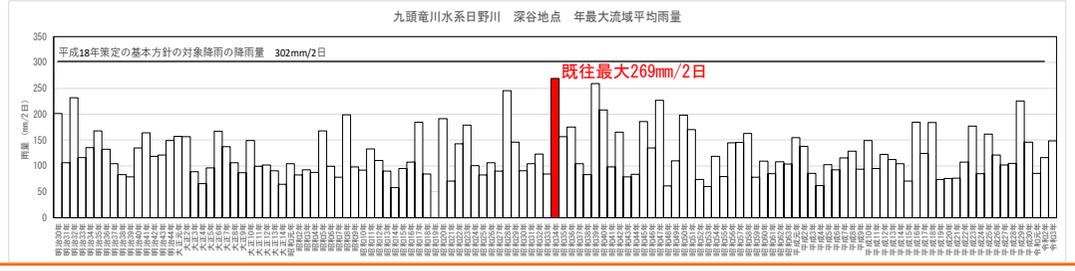
中角基準地点流域平均2日雨量



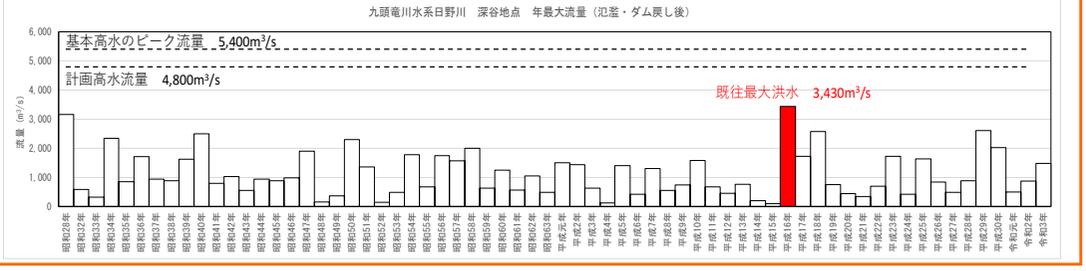
中角基準地点年最大流量 (氾濫・ダム戻し後)



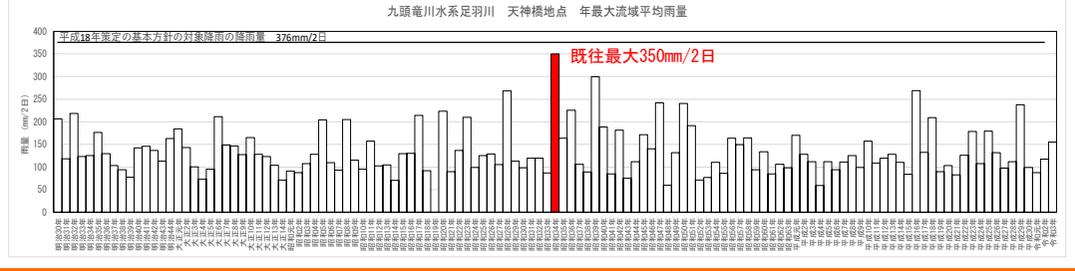
深谷基準地点流域平均2日雨量



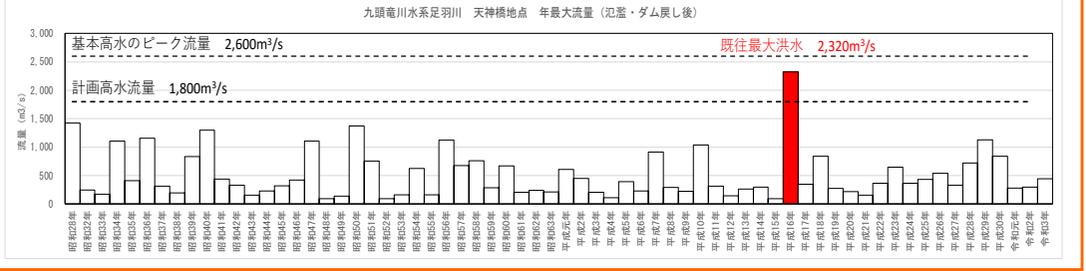
深谷基準地点年最大流量 (氾濫・ダム戻し後)



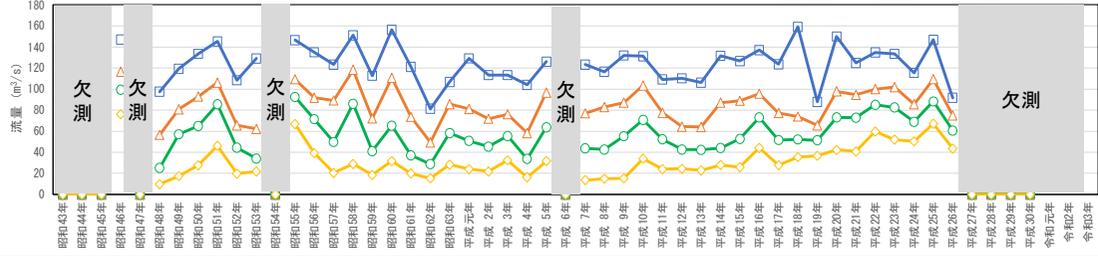
天神橋基準地点流域平均2日雨量



天神橋基準地点年最大流量 (氾濫・ダム戻し後)



中角地点豊平低渇流量



主な洪水と治水対策 主な洪水と治水計画及び主な洪水被害

- 九頭竜川流域では、度重なる洪水被害や流域の開発の進展を踏まえ、昭和54年に工事实施基本計画を改定し、平成18年に基本高水のピーク流量を基準地点中角8,600m³/s 深谷5,400m³/s 天神橋2,600m³/sとする河川整備基本方針を策定した。
- 平成16年7月には、足羽川流域を中心とした豪雨により、足羽川の破堤などにより福井市街地で甚大な被害となった。

主な洪水と治水計画	
明治31年	直轄改修事業として着手 九頭竜川第一期改修計画(～明治44年) 計画高水流量: 中角3,058m ³ /s 深谷1,667m ³ /s 前波695m ³ /s
明治43年	九頭竜川第二期改修計画(～大正13年) 計画高水流量: 中角3,058m ³ /s 深谷1,667m ³ /s 前波695m ³ /s
昭和28年9月 台風13号	流量: 中角2,800m ³ /s 深谷3,200m ³ /s 前波1,400m ³ /s 床下/床上: 8,110戸/9,517戸 浸水面積: 不明 死者、行方不明者: 13人
昭和30年	九頭竜川再改修計画 計画高水流量: 中角3,058m ³ /s 深谷2,830m ³ /s 前波890m ³ /s
昭和34年8月 前線・台風7号	流量: 中角3,300m ³ /s 深谷2,300m ³ /s 前波1,100m ³ /s 床下/床上: 7,512戸/5,584戸 浸水面積: 不明 死者、行方不明者: 2人
昭和34年9月 伊勢湾台風(台風15号)	流量: 中角4,900m ³ /s 深谷1,800m ³ /s 前波900m ³ /s 床下/床上: 5,033戸/1,517戸 浸水面積: 不明 死者、行方不明者: 34人
昭和35年	九頭竜川改修変更計画 ・九頭竜ダム(昭和43年完成)による洪水調節施設を計画 計画高水流量: 中角3,800m ³ /s(5,300m ³ /s) 深谷2,830m ³ /s 前波890m ³ /s ()基本高水のピーク流量
昭和36年9月 第二室戸台風(台風18号)	流量: 中角5,900m ³ /s 深谷1,900m ³ /s 前波1,200m ³ /s 床下/床上: 2,621戸/1,740戸 浸水面積: 3,264ha
昭和40年9月 奥越豪雨 台風24号	流量: (左: 台風24号 右: 奥越豪雨) 中角6,200m ³ /s 2,700m ³ /s 深谷400m ³ /s 2,500m ³ /s 前波200m ³ /s 1,300m ³ /s 床下/床上: 7,504戸/3,467戸 浸水面積: 14,630ha 死者、行方不明者: 25人
昭和43年5月	九頭竜ダム 竣工
昭和41年7月	工事实施基本計画 策定
昭和43年6月	工事实施基本計画 改定(第1回) ・基準地点中角で計画規模1/80 ・真名川ダム(昭和54年完成)などによる洪水調節施設を計画 ・足羽川上流の洪水調節施設を計画 基本高水ピーク: 中角6,400m ³ /s 深谷3,200m ³ /s 前波1,100m ³ /s 計画高水流量: 中角3,800m ³ /s 深谷2,830m ³ /s 前波700m ³ /s
昭和50年8月 台風6号	流量: 中角4,000m ³ /s 深谷2,300m ³ /s 前波1,400m ³ /s 床下/床上: 166戸/6戸 浸水面積: 19ha
昭和54年3月	真名川ダム 竣工
昭和54年11月	日野川五大引堤事業 着手
昭和54年4月	工事实施基本計画 改定(第2回) 基準地点中角で計画規模1/150 基本高水ピーク: 中角8,600m ³ /s 深谷5,400m ³ /s 前波2,600m ³ /s 計画高水流量: 中角5,500m ³ /s 深谷4,800m ³ /s 前波1,800m ³ /s
昭和56年7月 梅雨前線	流量: 中角4,100m ³ /s 深谷1,400m ³ /s 前波1,200m ³ /s 床下/床上: 624戸/2,356戸 浸水面積: 3,756ha
平成9年	河川法 改正
平成16年7月 福井豪雨	流量: 中角3,500m ³ /s 深谷3,400m ³ /s 天神橋2,400m ³ /s 床下/床上: 10,321戸/3,314戸 浸水面積: 260ha 死者、行方不明者: 5人
平成16年10月	直轄河川激甚災害対策特別緊急事業 着手
平成18年2月	九頭竜川水系河川整備基本方針 策定 基本高水ピーク: 中角8,600m ³ /s 深谷5,400m ³ /s 天神橋2,600m ³ /s 計画高水流量: 中角5,500m ³ /s 深谷4,800m ³ /s 天神橋1,800m ³ /s
平成19年2月	九頭竜川水系河川整備計画(国管理区間) 策定 整備計画目標流量: 中角8,100m ³ /s 深谷5,200m ³ /s 天神橋2,400m ³ /s 河道配分流量: 中角5,500m ³ /s 深谷4,300m ³ /s 天神橋1,800m ³ /s
平成20年3月	直轄河川激甚災害対策特別緊急事業 完成
平成25年5月	日野川五大引堤事業 完成

昭和28年9月洪水

- ・前線をともなった台風13号による暴風雨で、日野川で大災害となった。
- ・日野川では各所で破堤、越水し、特に、右岸三郎丸地先の破堤によって福井市西北部の一部は泥海化した。



福井市花月町付近 西公園付近の浸水状況

昭和40年9月洪水

- ・昭和40年9月8日から18日までの10日間に台風23号、前線による集中豪雨(奥越豪雨)、台風24号と連続して豪雨に見舞われ、記録的な雨量となった。
- ・特に、13日～14日の奥越豪雨は、本戸で日雨量844mmを記録し、西谷村(現大野市)に壊滅的な被害をもたらした。



西谷村(現大野市)の被害状況

昭和34年9月洪水(伊勢湾台風)

- ・大型台風である伊勢湾台風が襲来、九頭竜川の中角地点で計画高水位を超えた。
- ・流出や損壊した家屋が101戸、床上浸水家屋が約1,500戸、床上浸水家屋が約5,000戸、被災者は約31,600人に上った。



福井市城の橋通りの浸水状況

昭和56年7月洪水

- ・梅雨前線と雷雨により、中角地点、深谷地点では警戒水位を超え、竹田川では堤防を越水して浸水被害が生じた。
- ・また、流域内の小河川では氾濫や堤防決壊による被害が生じた。
- ・福井市内の低地では、浸水被害が発生した。



福井市高屋付近高屋橋(県道福井三国線)の橋脚が洗掘のため傾いた

昭和36年9月洪水(第二室戸台風)

- ・九頭竜川の中角地点と布施田地点、日野川の深谷地点で計画高水位を超え、伊勢湾台風時と同程度の高水位を記録した。
- ・流失や損壊した家屋は125戸、浸水家屋は4,361戸等の被害を受けた。



上志比村(現永平寺町)の被災状況

平成16年7月洪水

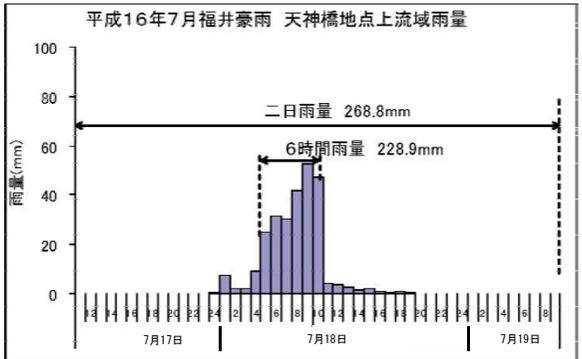
- ・福井県の嶺北地方を中心に短時間に猛烈な雨が降り、天神橋地点では、観測開始以来の最大流量を記録した。
- ・足羽川左岸側では約900mの範囲で越水し、その後左岸4.6km付近で堤防が決壊した。
- ・被害状況は、死者・行方不明者5名、床上浸水3,314戸、床上浸水10,321戸などであった。



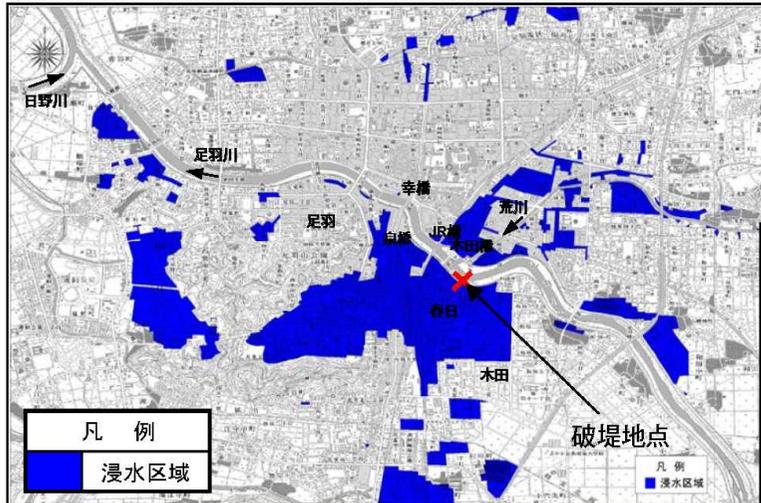
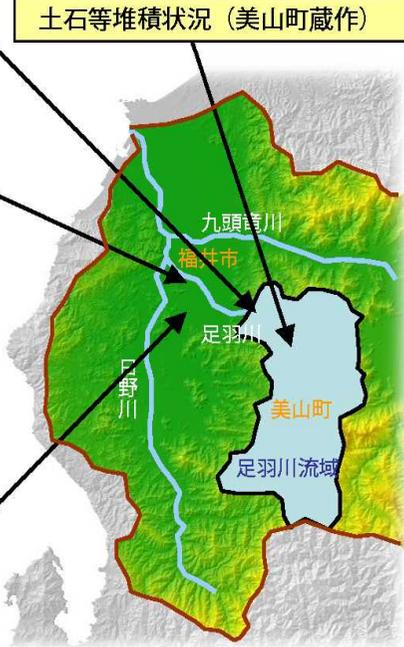
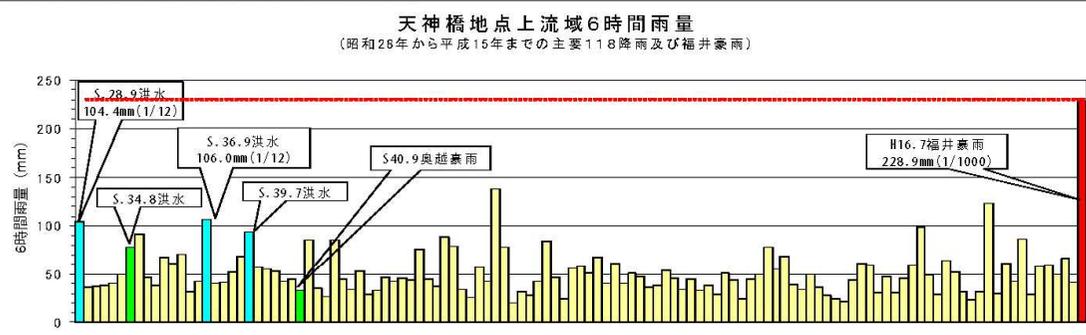
破堤部の状況(福井市春日)

主な洪水と治水対策 平成16年7月福井豪雨の概要

- 天神橋上流の2日雨量(268.8mm/2日)を過去の雨量と比較すると、戦後第3位に匹敵する。6時間雨量(228.9mm/6h)で比較すると、戦後最大であった。
- 足羽川(天神橋)では、昭和51年観測開始以来の最大流量(約2,400m³/s)を記録し、左岸で約900mの範囲で越水し、4.6k付近で堤防が決壊した。
- 福井豪雨全体の被害は、死者・行方不明者5名、床上浸水約3,300戸、床下浸水約10,300戸であった。



福井豪雨に伴う土石流の発生の要因について、植生、標高、地質では有意な差は見られないが、時間雨量70mm以上が発生した斜面では、多く土石流が発生し、その下流においては家屋の全壊・半壊の被害が多く発生している。今回の災害は山間部での集中的な豪雨が最大の要因であったと考えられる。



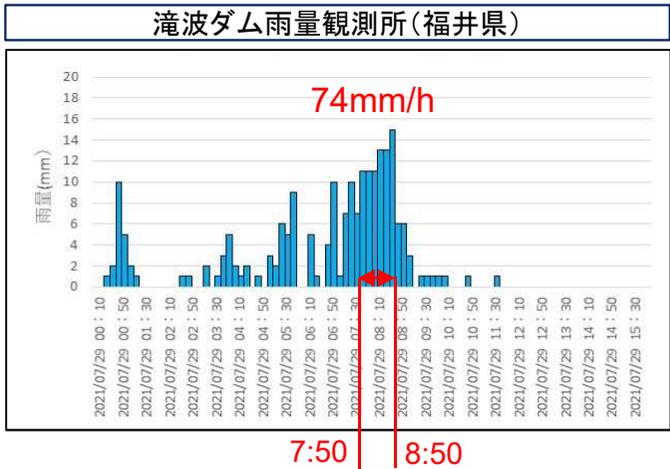
豪雨により現在の河道の流下能力を大幅に越えた足羽川下流では、木田橋付近で越水が始まりその上流200m地点で破堤。福井市内の広い範囲で浸水被害が多数発生した。

福井市街地部の浸水状況

主な洪水と治水対策 近年洪水の概要

- 令和3年7月洪水では福井市の志津川で家屋浸水が発生し、そのほか山内川、越知川、七瀬川で氾濫が発生。
- 志津川で越水、堤防の決壊が発生し、家屋の浸水被害(床上9棟、床下25棟)が発生。
- 志津川流域周辺の雨量観測所で記録された当時の雨量は、日最大1時間降水量74mm(志津川上流:滝波ダム観測所)であった。

令和3年7月29日



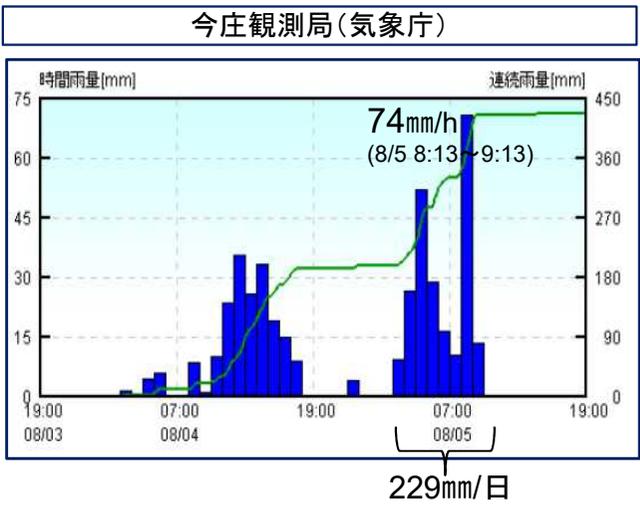
九頭竜川水系 志津川
家屋浸水(福井市大森町)



九頭竜川水系 志津川
破堤箇所(福井市大森町)

- 令和4年8月洪水では、今庄観測局で日最大1時間降水量74mm、日降水量229mm(いずれも観測史上1位)を記録。
- 8月5日の大雨によって、南越前町の鹿蒜川と河野川では家屋浸水が発生し、そのほか大塩谷川、江端川、七瀬川で氾濫が発生。
- 鹿蒜川では、南今庄の直下流で右岸堤防が決壊し、上流部においても氾濫が発生し、護岸流出、堤防決壊が発生し、田畑・家屋が浸水(床下33棟、床上106棟)。

令和4年8月4日～5日



九頭竜川水系 暮見川
護岸損壊(勝山市郡町3丁目)

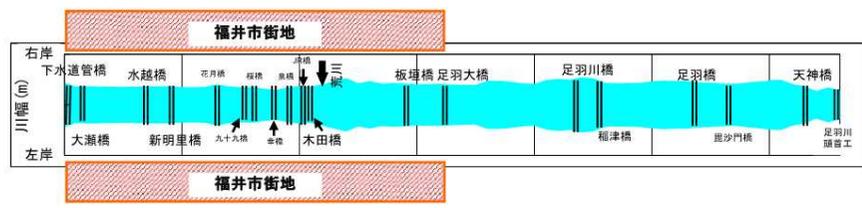
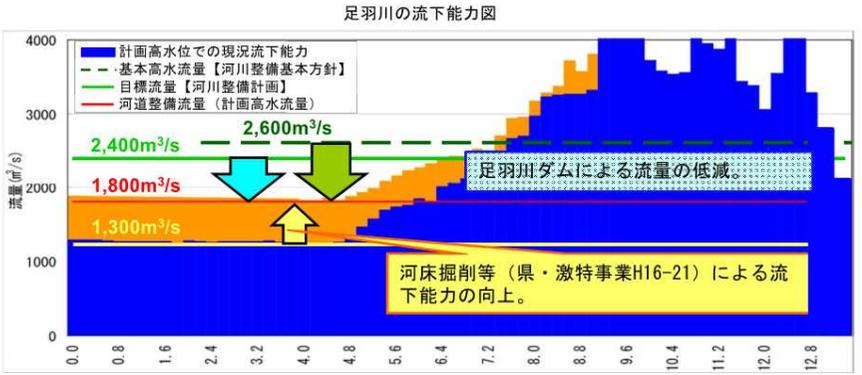
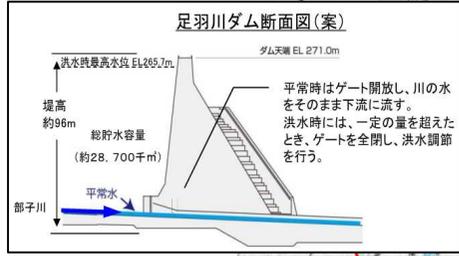
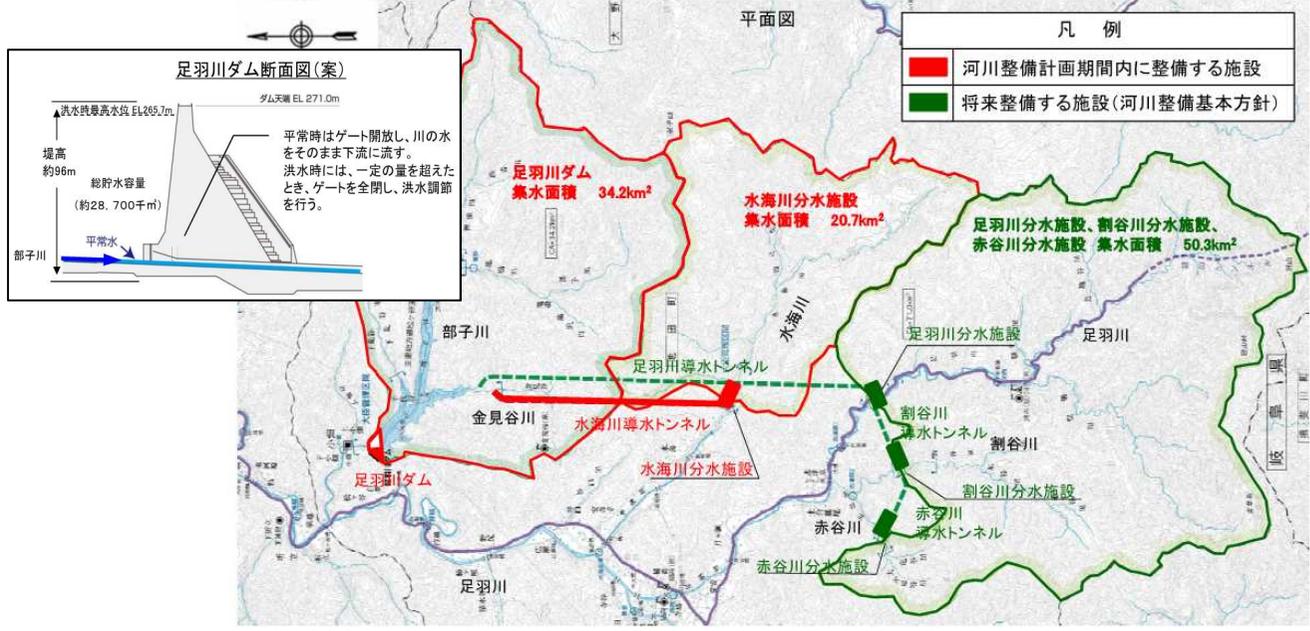


九頭竜川水系 鹿蒜川
破堤箇所(南越前町南今庄)

主な洪水と治水対策 足羽川ダム建設

- 平成16年7月福井豪雨後の激特事業(福井県)により足羽川下流部の流下能力は一定改善されたが、目標流量には不足している。
- 河川整備基本方針に定められた天神橋地点のピーク流量の洪水調節を実施するために、九頭竜川水系足羽川の支川部子川に洪水調節専用ダムを建設し、併せて、他の4河川(水海川、足羽川、割谷川、赤谷川)の洪水を導水するための分水施設(分水堰と導水トンネル)を整備する。
- 現在、ダム本体と水海川の1河川からの分水施設(分水堰と導水トンネル)を整備している。
- 足羽川ダムは、洪水調節のみを目的としているため、平常時には流水の貯留を行わないダムである。

足羽川ダム建設事業



ダムの諸元と整備状況

場所	福井県今立郡池田町小畑地先
ダム形式	重力式コンクリートダム
堤高	約96m
堤頂長	約351m
貯水面積	約94ha
洪水時最高水位	標高265.7m
総貯水容量	約28,700,000m³



ダム本体(整備中)



ダム本体(コンクリート打設状況)



水海川導水トンネル(整備中)

- 足羽川ダム建設事業の実施に伴う環境への影響について、平成25年2月にとりまとめた「九頭竜川水系足羽川ダム建設事業環境影響評価書」に基づき環境に配慮した適切な環境保全対策を実施しながら事業を実施している。
- 足羽川ダム工事の現地着手するにあたり、評価書を踏まえ実施する環境調査や環境保全措置等の内容について、環境面の専門家から助言を受けるため、「足羽川ダム環境モニタリング委員会」を平成26年3月に設立している。本委員会にて、毎年のモニタリング調査結果や環境保全措置、次年の調査計画について報告を行っている。

環境影響評価書において環境保全措置を実施することとした項目及び主な内容

大気質	掘削工等における散水実施 ・工事区域の出口における工事用車両のタイヤ洗浄 ・作業方法の改善(作業員に対する資材の取扱いの指導、アイドリングストップ等)
騒音・振動	遮音壁、防音シート等の設置 ・低騒音型建設機械及び超低騒音型建設機械の採用 ・低騒音の工法の採用 ・作業方法の改善(作業員に対する資材の取扱いの指導、アイドリングストップ等) ・一般国道476号の工事用車両の運行は現況の騒音レベルが高い早朝を回避することを考慮しつつ、工事用車両の運行台数の平準化を行う
水環境(水質)	【工事中】 ・建設発生土処理場及び各分水堰等の施工箇所に沈砂池を設置 ・試験湛水中の貯水位低下放流時の末期に濁水を一時的に貯留し、流入量と同量を放流。その後、出水にあわせて河床部放流設備より放流 ・表層取水設備を設置し、試験湛水後期から表層水の放流
	【ダム建設後】 ・導水施設を運用し、後期放流時に水海川及び足羽川から清澄な河川水を導水する
水環境(地下水の水位)	・導水施設の建設にあたっては、高透水ゾーンの分布を把握し、高透水ゾーンの透水性を低下させる工法を採用する
動物	【クマタカ】 ・繁殖活動に影響を与える時期には、必要に応じて工事を一時中断する ・低騒音、低振動の工法を採用する。停車中車両等のアイドリングを停止する ・作業員や工事用車両が営巣地付近に不必要に立ち入らないよう制限する。車両、服装の色や材質に配慮する
	【アジメトジョウ】 ・出水後の濁水の発生時に、本種が避難できるよう、ダム下流河川の伏流水のある河岸等に、濁水からのシェルターを整備する。整備にあたっては、専門家の指導及び助言を得ながら、事前に実施計画を策定する
植物	【ウスバサイシン・アシュウテンナンショウ】 ・直接改変以外の影響を受ける可能性がある個体について、影響の有無を確認する
	【ヤマシヤクヤク・ミヤマタゴホウ・イワウメヅル・エゾナニワズ】 ・直接改変の影響を受ける個体の移植
	【ミゾハコベ・ミスマツバ・アブノメイ・チョウウキゴケ】 ・直接改変の影響を受ける個体の移植 ・浅い湿地を整備し、直接改変を受ける個体が生育する箇所周辺の表土の撒きだし
	【エヒモ】 ・直接改変の影響を受ける個体を移植する ・移植先となる池や小川等を選定し、直接改変を受ける個体を移植する ・湿地を整備し、直接改変を受ける個体を移植する
生態系	【クマタカ】と同様
景観	・構造物に低明度・低彩度の色彩を採用 ・法面等の植生の回復を図る
廃棄物等	・濁水処理施設による機械脱水等を適切に行い、効率的に脱水ケーキ化を行う ・伐採面積の縮小等により、既存樹木の残存を図る

環境モニタリング調査結果：クマタカ

クマタカ繁殖の保全措置として、定点調査やCCDカメラを使用した営巣地監視によるモニタリングを実施し、クマタカの繁殖状況に応じて、工事の一時休止等の保全措置を実施した。結果として、環境保全措置の対象となったクマタカA、B、Dペアについて、工事中の繁殖成功を確認している。

巣立ち後のクマタカDペア若鳥
(令和4年6月1日撮影)



巣立ち後のクマタカAペア幼鳥
(令和元年10月9日撮影)



定点観察

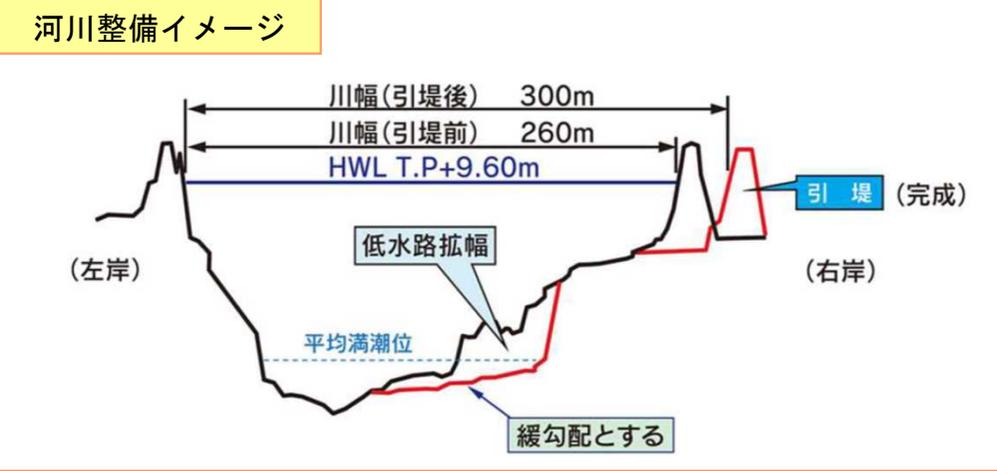


CCDカメラによる営巣地監視



クマタカBペア巣内の状況(ヒナは37日齢)
(令和4年6月22日の営巣地監視データより)

○九頭竜川の中角地区では川幅が極端に狭くなっていたことから、洪水時における本川および日野川水位を低下させ、福井市街地の河川水位を低下させるために河道拡幅を実施し、治水安全度の向上を図ってきた。
○河道拡幅は、低水路掘削と併せて、右岸側においては約640mにわたり平成24年までに引堤を行った。



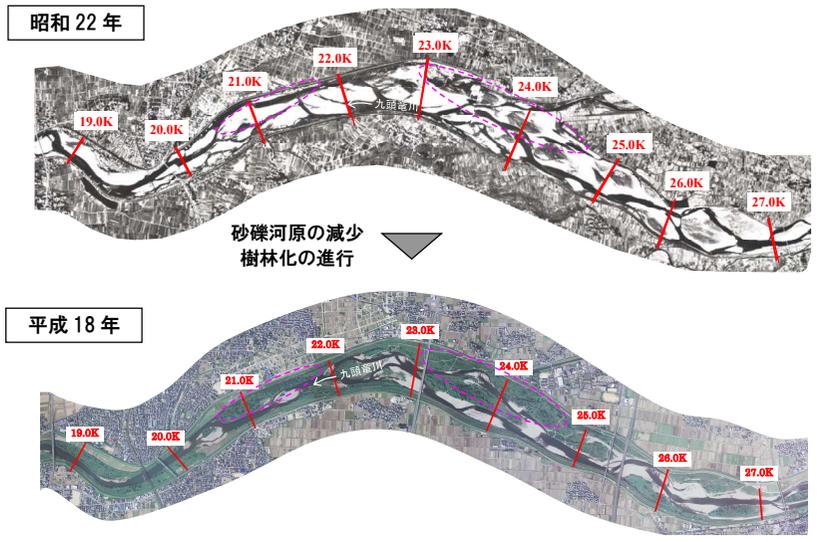
主な治水対策実施区間での環境の保全と創出 九頭竜川中流域

九頭竜川水系

- 九頭竜川中流域では、樹林化による砂礫河原やこれらを利用する動植物の減少に対し、砂州切り下げによる砂礫河原再生が実施されている。
- 砂礫河原や河原植生が形成され、チドリ類の繁殖が確認されている。
- 今後も砂礫河原再生の取り組みを継続することにより、砂礫河原の維持・拡大を図り、モニタリングにより効果を把握する。

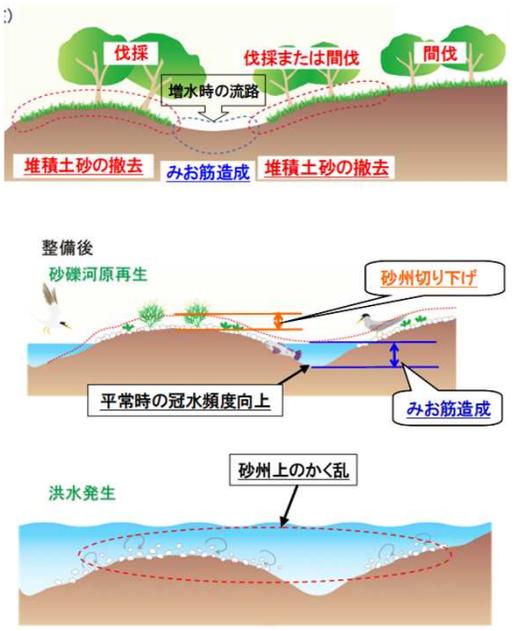
1. 背景

- 流量の平滑化、みお筋と砂州の比高差の増大等により樹林化が進行。
- 従来の砂礫河原の環境が失われつつある。



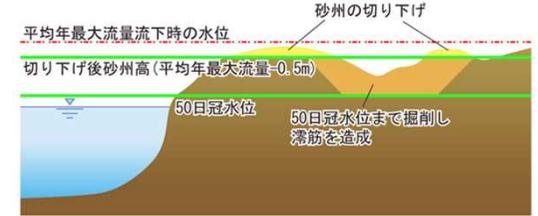
2. 再生手法

- みお筋の造成や砂州の一部切り下げを実施し、数年に1回程度生起する洪水によって砂礫河原面積の拡大を図る。
- 砂礫河原の切り下げ高は、現状で良好な砂礫河原を形成している箇所との砂州高を参考として設定した。



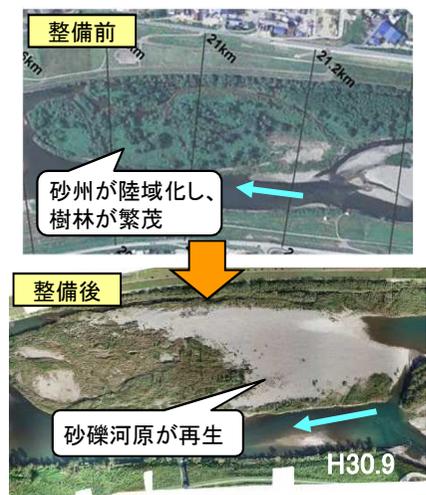
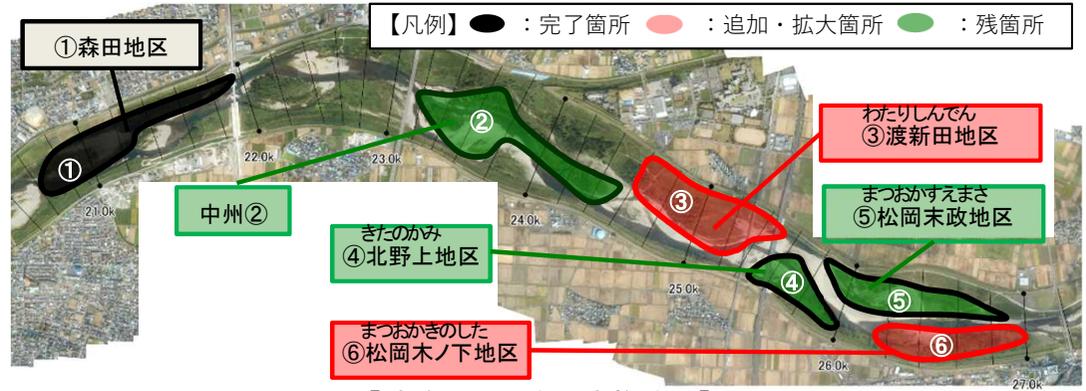
【砂礫河原再生の考え方】

整備の考え方

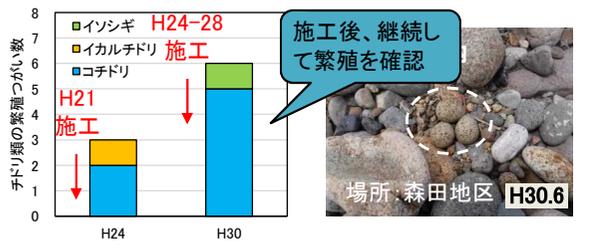
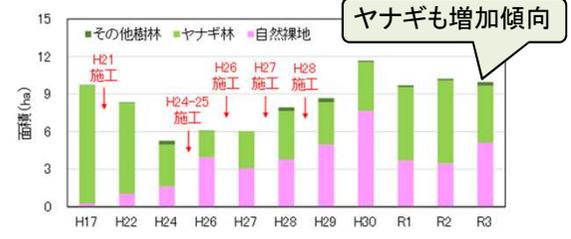


3. これまでの効果と課題

- 令和3年度時点では砂礫河原再生対象区間のうち、森田地区の施工が完了している。
- 砂州切り下げにより砂礫河原が形成され、カワラハハコ等の河原植生の生育やコチドリ・イカルチドリ・イソシギといった鳥類の繁殖が確認されている。
- 一方、施工箇所では、ヤナギ類の再繁茂が確認されている。
- 再生した砂礫河原の変遷をモニタリングするとともに、モニタリングで得られた知見を今後の施工に反映し、砂礫河原の維持・拡大を図る。



【砂礫河原の再生状況(森田地区)】

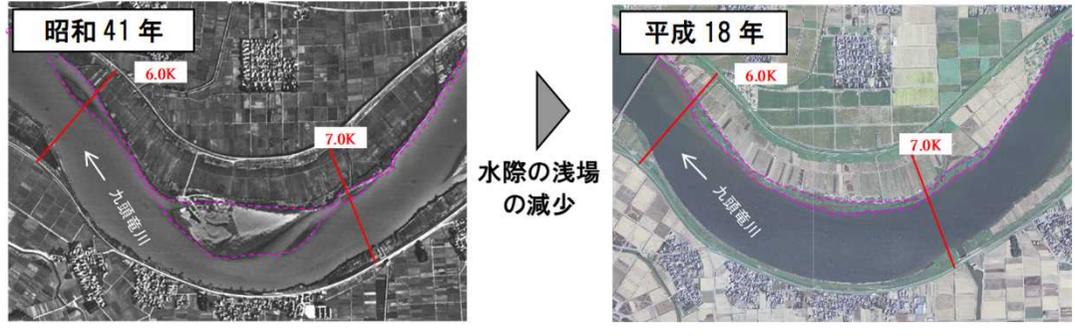


【チドリ類の繁殖つがい数(森田地区)】

- 九頭竜川下流域では、洪水等による河岸侵食により浅場が減少し、ヨシ・マコモ等の抽水植物群落が増加。水際環境の保全・再生が実施されている。
- 事業実施箇所ではヨシ・マコモ群落が増加し、絶滅危惧種のオオヒシクイ等も確認されている。一方、近年はヤナギ類の再繁茂等によりマコモ群落が増加。
- 今後も水際環境保全・再生の取り組みを継続することにより、浅場やヨシ・マコモ群落の維持・拡大を図り、モニタリングにより効果を把握する。

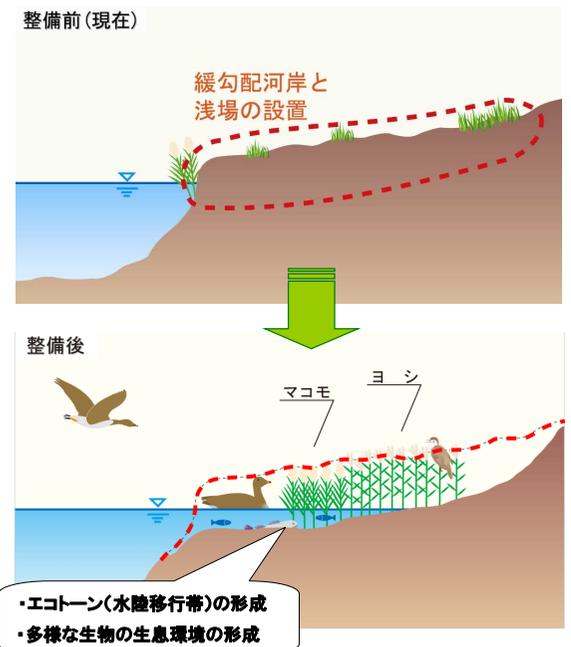
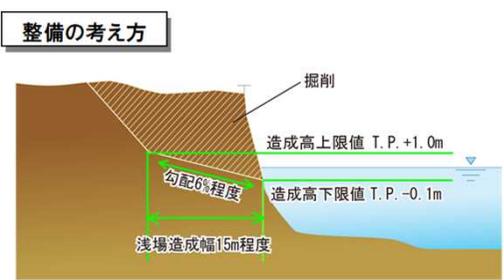
1. 背景

- 洪水等による河岸侵食により浅場の減少し、ヨシ・マコモ等の抽水植物群落が増加。これにより、抽水植物群落を利用する絶滅危惧種であるオオヒシクイ等の生息環境が悪化。



2. 再生手法

- 抽水植物の生育基盤となる浅場を再生するため、高水敷の切り下げを行い、緩勾配河岸を造成した。
- 浅場の造成にあたっては、減少が著しくオオヒシクイの餌でもあるマコモの生育地盤高を考慮して、切り下げ高等を設定した。

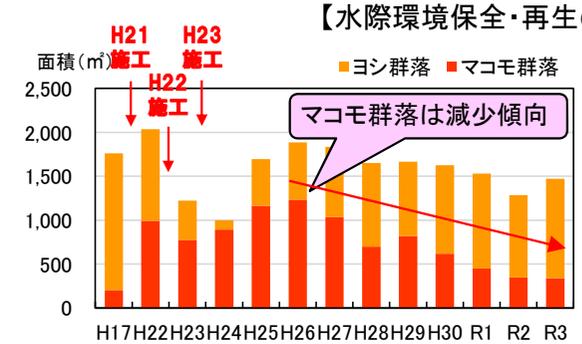
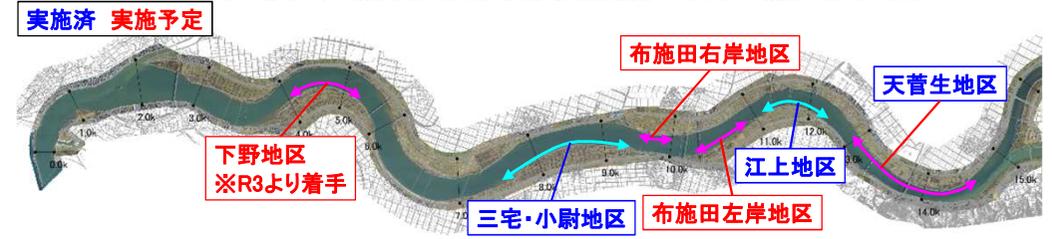


【水際環境再生の考え方】

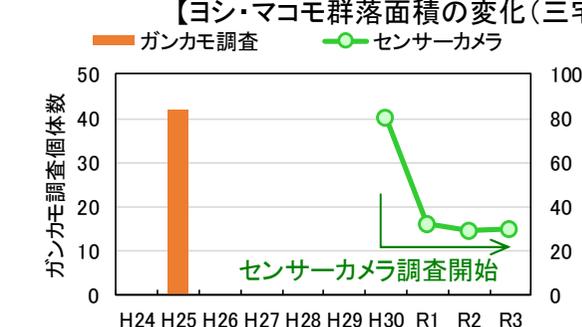
- ・エコトーン(水陸移行帯)の形成
- ・多様な生物の生息環境の形成

3. これまでの効果と課題

- 令和3年度時点では水際環境保全・再生対象区間のうち、三宅・小尉地区・江上地区・天菅生地区の施工が完了している。
- 水際再生により浅場にヨシ・マコモの定着が確認され、オオヨシキリやオオヒシクイの生息も確認されている。
- 一方、ヤナギ類の再繁茂等により、マコモ群落は減少している。
- 再生した水際環境の変遷をモニタリングするとともに、モニタリングで得られた知見を今後の施工に反映し、抽水植物群落の維持・拡大を図る。



マコモ群落

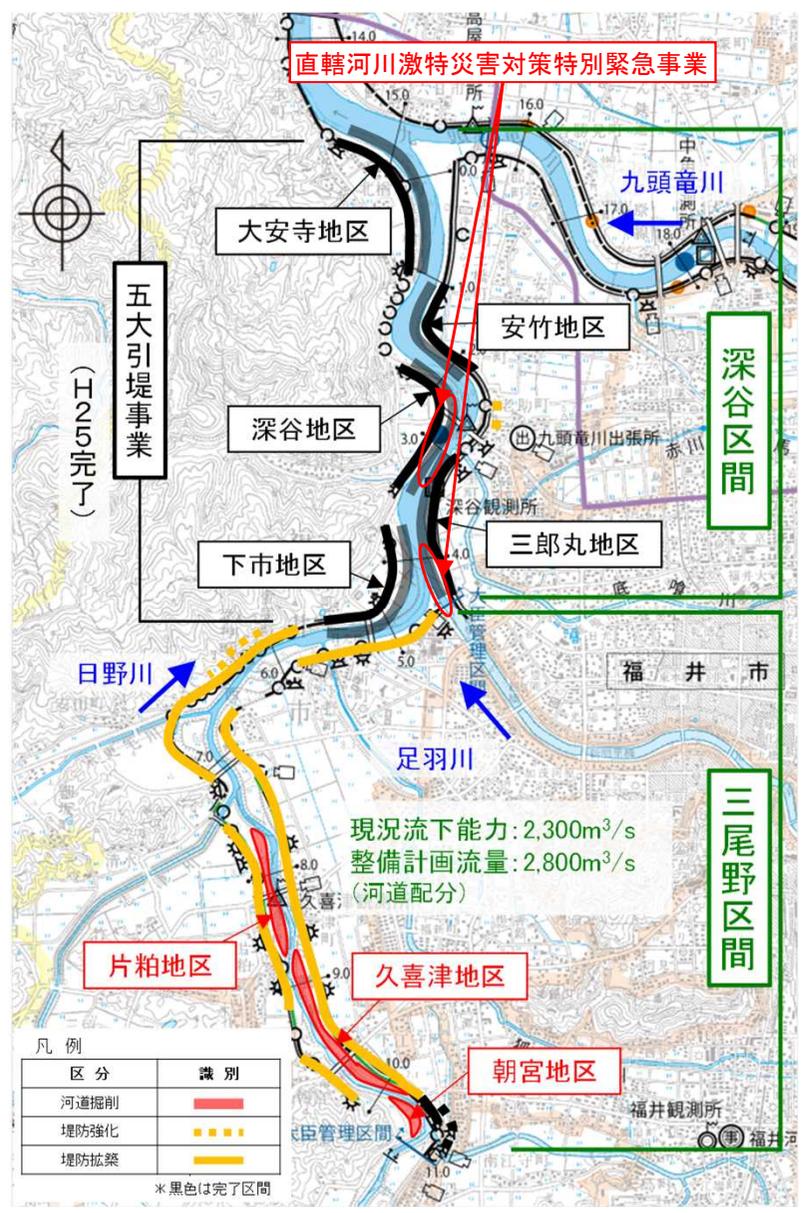


オオヒシクイ

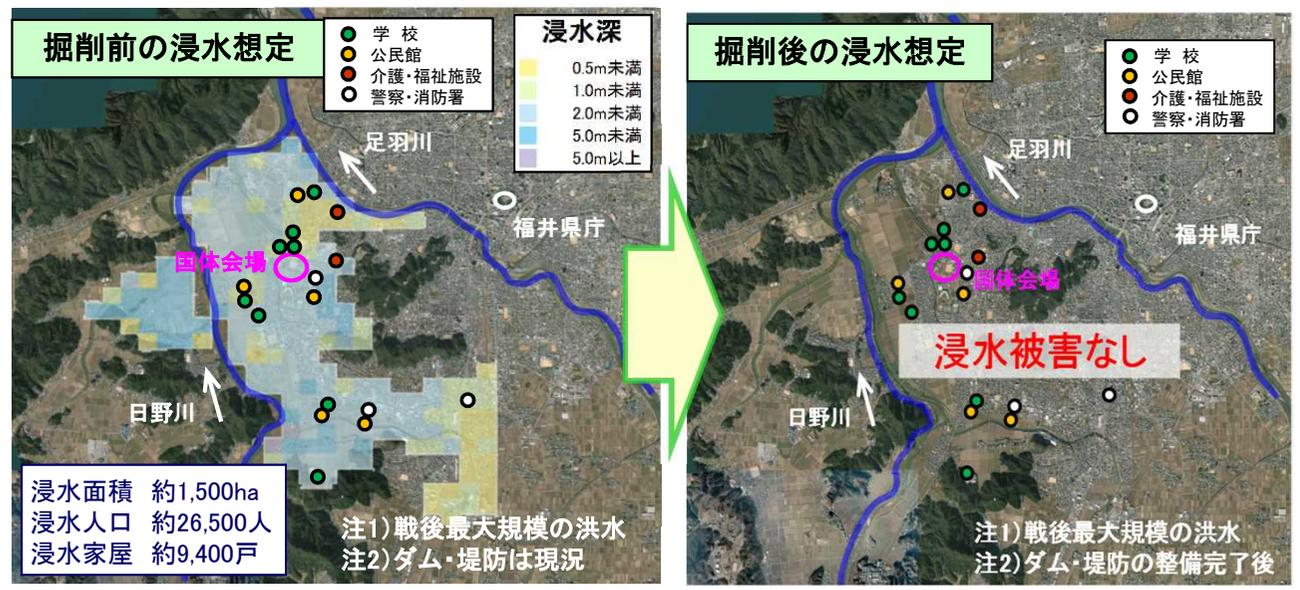
【オオヒシクイの確認状況】※ガンカモ調査とセンサーカメラ 調査は手法が異なる

- 日野川では、過去の浸水被害を契機に、足羽川合流点より下流で引堤や河道掘削を進めてきた。
- 足羽川合流点より上流について、流下能力が不足しているため、今後、河道掘削を実施していく。
- 河道掘削により、最大約1.1mの水位低減効果が得られ、浸水被害(戦後最大規模洪水)を防ぐことができる。

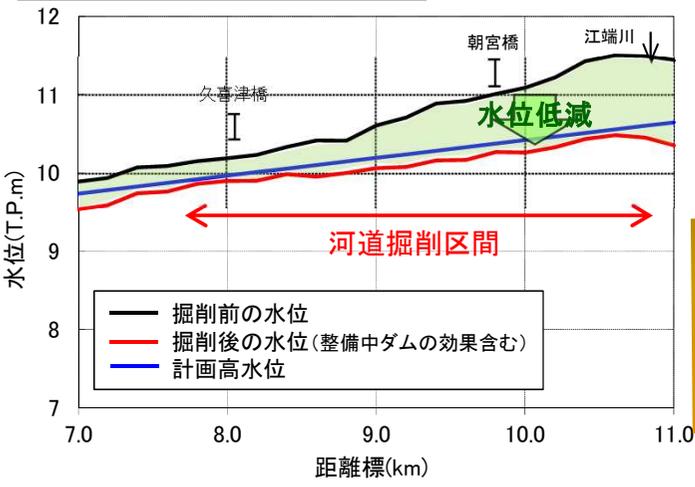
位置図



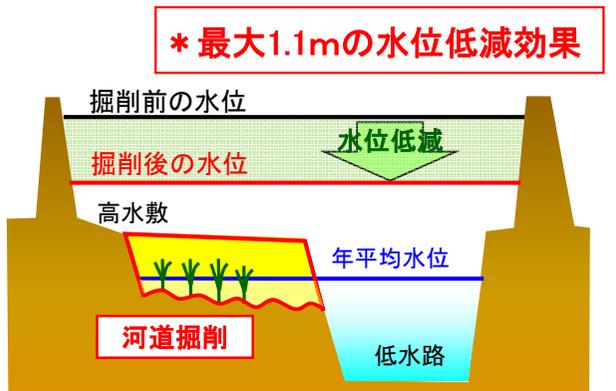
改修の効果



掘削による水位低減効果



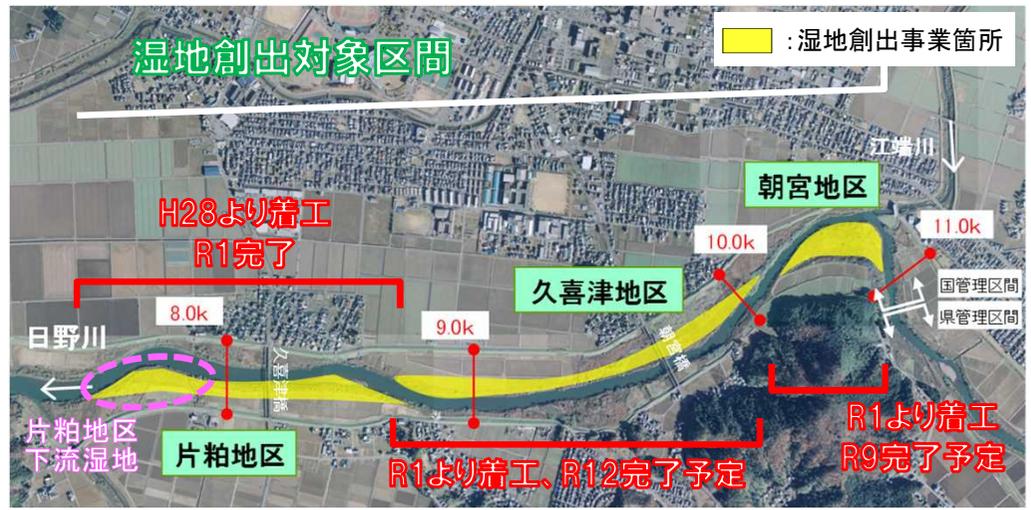
横断面図



○ 九頭竜川水系日野川流域においては、絶滅危惧種のコウノトリの繁殖・飼育・放鳥やコウノトリの採餌場の創出等の取組みが行われており、地域の取組みに連動しながら自然再生の推進を図ることを目的にコウノトリの定着を支援する河道改修(湿地創出)を推進している。

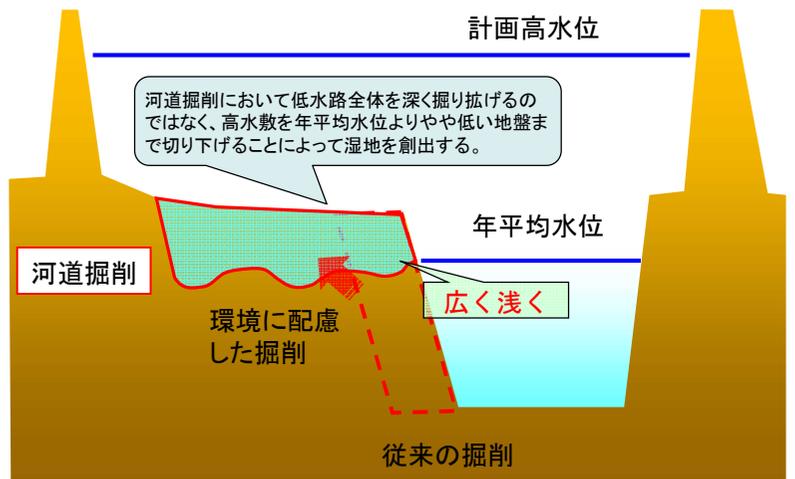
1. 背景

➢ 河道掘削により日野川流域の浸水被害から福井市を守るとともに、コウノトリをはじめとした多様な生物の生息・生育・繁殖の場としても寄与する湿地の創出を図ることで「治水と環境」の両立を目指している。



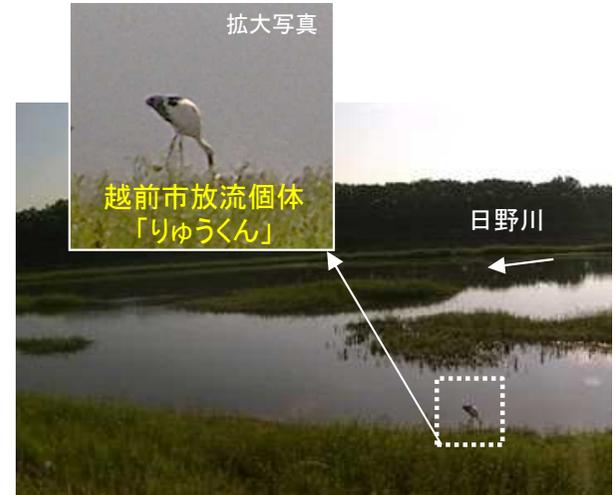
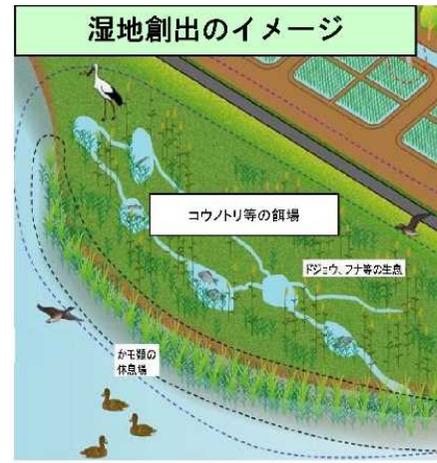
2. 手法

➢ 河道掘削において低水路全体を深く掘り抜けるのではなく、高水敷を年平均水位よりやや低い地盤まで切り下げることによって湿地を創出する。



3. これまでの効果と課題

- 創出した湿地ではコウノトリの飛来が確認された。
- 餌生物のドジョウやフナ類、カエル類の他、多様な動植物の生息・生育・繁殖環境が形成されている。



➢ ヤナギ類の再繁茂等により、湿地環境は悪化している。



②基本高水のピーク流量の検討

○ 現行の河川整備基本方針では、工事実施基本計画の基本高水のピーク流量を検証の上、踏襲している場合が多く、工事実施基本計画においては、限られた雨量、流量データ、実績洪水の情報を用い、現在の基本高水のピーク流量の算定方法とは異なる手法を用いて算定。

工事実施基本計画

○ 計画策定時までには得られた降雨、流量データによる確率統計解析や、実績洪水などを考慮して、基本高水のピーク流量を設定

■九頭竜川水系・工事実施基本計画(S54改訂)

○ 計画規模は既往洪水による被害状況や流域における産業の発展、人口及び資産の増大、土地利用の高度化等を総合的に勘案して1/150と設定した。計画降雨継続時間は、実績降雨の継続時間を考慮して2日を採用し、明治30年～昭和51年(79年間)の年最大流域平均2日雨量を確率処理した1/150確率規模の降雨量から計画降雨量を中角地点で414mm/2日と決定した。

○ 流域の過去の主要洪水における降雨波形を計画降雨量まで引伸ばし、流出計算モデルにより流出量を算出した。基本高水のピーク流量は、下記の流出計算結果から、昭和50年8月降雨パターンを採用し、中角地点8,600m³/sと決定した。

降雨パターン	実績降雨量 (mm)	引伸ばし率	計算ピーク流量 (m ³ /s)
昭和 28 年 9 月 25 日	207.20	1.998	8,347
昭和 34 年 8 月 12 日	342.60	1.208	4,003
昭和 34 年 9 月 27 日	238.30	1.737	11,252
昭和 35 年 8 月 13 日	258.70	1.600	5,289
昭和 35 年 8 月 30 日	273.10	1.516	6,191
昭和 36 年 9 月 16 日	362.70	1.141	7,997
昭和 39 年 7 月 08 日	304.30	1.360	4,954
昭和 40 年 9 月 15 日	346.40	1.195	6,987
昭和 47 年 7 月 12 日	261.00	1.586	5,016
昭和 50 年 8 月 23 日	239.00	1.732	8,501
昭和 51 年 9 月 11 日	268.40	1.542	9,572

○ 日野川・深谷地点、足羽川・前波地点においては、主要地点であるものの、基準地点と同様にそれぞれ基本高水のピーク流量を設定している(深谷:5,400m³/s、前波:2,600m³/s)。

河川整備基本方針

○ 工事実施基本計画策定後、計画を上回る規模の洪水が発生しておらず、流域の状況等に変化がない場合は、流量データによる確率からの検討や、既往洪水による検討等により、既定計画の妥当性を検証の上、既定計画を踏襲し基本高水のピーク流量を設定

○ 既定計画を上回る洪水が発生した場合や計画の規模の見直しを行った場合等には、降雨データの確率統計解析等を行い、基本高水のピーク流量を見直し

■九頭竜川水系河川整備基本方針(H18)

○ 福井市の中心市街地が九頭竜川、日野川、足羽川に囲まれた区域に形成され、日野川、足羽川は支川ではあるがその洪水防御対象区域には水系全体の主たる洪水防御対象区域である福井市街地があることから、中角に加え、日野川の深谷、足羽川の天神橋※をそれぞれ基準地点としている。

※ 工事実施基本計画の足羽川の主要地点は前波地点であるが、河川整備基本方針では観測施設が整備されている天神橋地点に変更している。

○ 工事実施基本計画を策定した昭和54年以降、計画を変更するような大きな洪水、降雨は発生していない。また、水理、水文データの蓄積等を踏まえ、工事実施基本計画の基本高水ピーク流量について、以下の観点から検証した。

① 年最大流量と年最大雨量の経年変化
既定計画を策定した昭和54年以降、計画を変更するような大きな洪水、降雨は発生していない。

② 流量確率による検証
統計期間:昭和28年～平成15年の48ヶ年(S29～S31は欠測)による1/150確率規模の流量
中角:6,600m³/s～9,500m³/s
深谷:2,900m³/s～5,700m³/s
天神橋:1,900m³/s～2,900m³/s

③ 既往洪水による検証
中角:9,500m³/s～11,000m³/s(明治28年7月洪水)
深谷:5,300m³/s～6,300m³/s(明治28年7月洪水)
天神橋:3,200m³/s(平成16年7月洪水(福井豪雨)の湿潤状態)
検証の結果、中角8,600m³/s、深谷5,400m³/s、天神橋2,600m³/sは妥当であると判断した。

気候変動による降雨量の増加を踏まえた河川整備基本方針の変更

○ 平成22年までの降雨データについて確率統計解析を行い、降雨量変化倍率を考慮して、計画降雨量を設定、過去の主要洪水の波形を活用して、基本高水のピーク流量を見直し

■九頭竜川水系河川整備基本方針変更案

● 中角地点
○ 計画規模1/150を踏襲、計画降雨量は降雨継続時間を24hrに見直し、昭和28年～平成22年(58年間)の降雨データについて確率統計解析を行い、降雨量変化倍率を乗じて406.2mm/24hrと設定。

○ 過去の10の主要洪水から、著しい引き伸ばしとなる5洪水を除いた5洪水で検討。
最大が昭和50年8月洪水型で9,251m³/s≒9,300m³/s。

● 深谷地点
○ 計画規模1/150を踏襲、計画降雨量は降雨継続時間を24hrに見直し、昭和28年～平成22年(58年間)の降雨データについて確率統計解析を行い、降雨量変化倍率を乗じて262.4mm/24hrと設定。

○ 過去の8の主要洪水から、著しい引き伸ばしとなる3洪水を除いた5洪水で検討。
最大が昭和50年8月洪水型で7,067m³/s≒7,100m³/s。

● 天神橋地点
○ 計画規模1/150を踏襲、計画降雨量は降雨継続時間を15hrに見直し、昭和28年～平成22年(58年間)の降雨データについて確率統計解析を行い、降雨量変化倍率を乗じて269.1mm/15hrと設定。

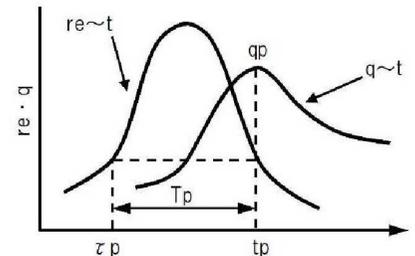
○ 過去の12の主要洪水で検討。(著しい引き伸ばしとなる洪水は存在しない)
最大が昭和36年9月洪水型で3,057m³/s≒3,100m³/s。

- 時間雨量データの蓄積状況、近年の主要洪水の継続時間等を踏まえ、既定計画で定めた計画対象降雨の継続時間(2日)を見直した。
- 洪水到達時間や強度の強い降雨の継続時間、ピーク流量と時間雨量との相関関係等から、対象降雨の降雨継続時間を、総合的に判断して24時間と設定した。

Kinematic Wave及び角屋の式による洪水到達時間の検討

- KinematicWave法による洪水到達時間は8.0~45.0時間(平均20.3時間)と推定。
- 角屋の式による洪水到達時間は8.8~14.1時間(平均11.1時間)と推定。

Kinematic Wave法: 矩形断面上の表面流にKinematic Wave理論を適用して洪水到達時間を導く手法。実績のハイトとハイドログラフを用いて、ピーク流量生起時刻以前の雨量がピーク流量生起時刻(t_p)の雨量と同じになる時刻(τ_p)により $T_p = t_p - \tau_p$ として推定。



T_p : 洪水到達時間
 τ_p : ピーク流量を発生する特性曲線の上流端での出発時刻
 t_p : その特性曲線の下流端への到達時刻
 r_e : $\tau_p \sim t_p$ 間の平均有効降雨強度
 q_p : ピーク流量

角屋の式: Kinematic Wave理論の洪水到達時間を表す式に、河道長と地計則を考慮した式

$$T_p = C A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35}$$

T_p : 洪水到達時間 (min) 丘陵山林地域 C=290
 A : 流域面積 (km²) 放牧地・ゴルフ場 C=190~210
 r_e : 時間当たり雨量 (mm/hr) 粗造成宅地 C=90~120
 C : 流域特性を表す係数 市街化地域 C=60~90

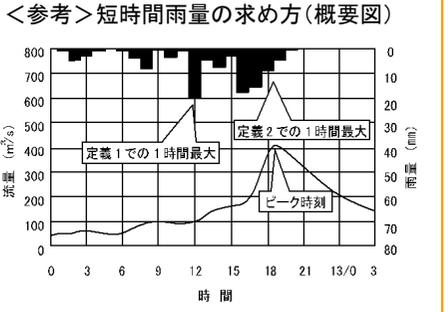
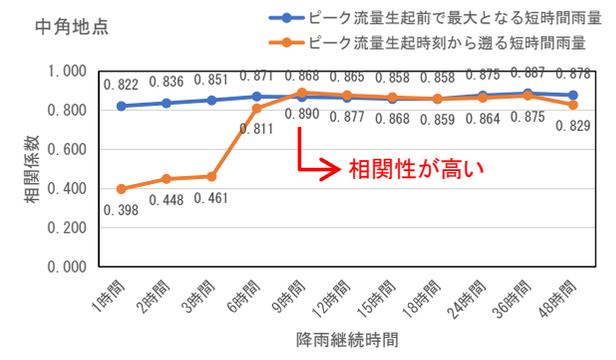
No.	洪水名	洪水発生日	ピーク時刻	角屋式	
				Kinematic Wave法 算定結果(hr)	平均有効降雨強度 r_e 算定結果(hr)
1	洪水 No. 002	昭和28年 9月25日洪水	9/26 0:00*	11	10.14
2	洪水 No. 015	昭和34年 8月12日洪水	8/14 14:00	8	9.06
3	洪水 No. 016	昭和34年 9月27日洪水	9/27 5:00	12	11.59
4	洪水 No. 024	昭和36年 9月16日洪水	9/16 23:00	34	10.33
5	洪水 No. 029	昭和39年 7月8日洪水	7/9 12:00	13	8.14
6	洪水 No. 035	昭和40年 9月15日洪水	9/15 4:00	12	15.52
7	洪水 No. 036	昭和40年 9月18日洪水	9/18 4:00	18	6.04
8	洪水 No. 053	昭和47年 9月17日洪水	9/17 11:00	22	7.28
9	洪水 No. 058	昭和50年 8月23日洪水	8/23 20:00	34	6.96
10	洪水 No. 059	昭和51年 9月11日洪水	9/11 4:00	9	16.32
11	洪水 No. 068	昭和56年 7月3日洪水	7/3 6:00	19	8.04
12	洪水 No. 074	昭和58年 9月28日洪水	9/28 22:00	45	4.18
13	洪水 No. 120	平成10年 9月22日洪水	9/23 1:00	17	6.73
14	洪水 No. 130	平成16年 7月17日洪水	7/18 15:00	15	11.06
15	洪水 No. 131	平成16年 10月20日洪水	10/21 1:00	16	11.01
16	洪水 No. 133	平成18年 7月19日洪水	7/19 6:00	29	6.37
17	洪水 No. 170	平成29年 10月22日洪水	10/23 7:00	28	6.80
18	洪水 No. 172	平成30年 7月6日洪水	7/6 2:00	23	6.11
最大				45.0	16.3
最小				8.0	4.2
平均				20.3	9.0

※3基準地点及び2主要地点における年最大流量の上位10洪水を包絡する全8洪水を対象とした

洪水到達時間の算定結果(中角地点)

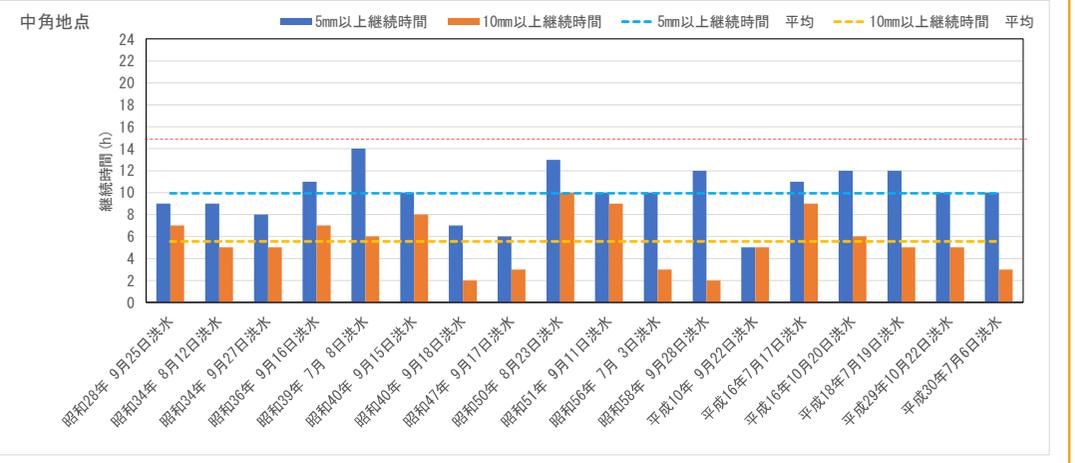
ピーク流量とn時間雨量との相関関係

- 短時間雨量が9時間を超えるとピーク流量と相関が高くなった。



強度の強い降雨の継続時間の検討

- 実績雨量から必要な降雨継続時間は、5mm以上の継続時間で平均10時間、10mm以上の継続時間で平均6時間となり、24時間で概ねの洪水がカバー可能。



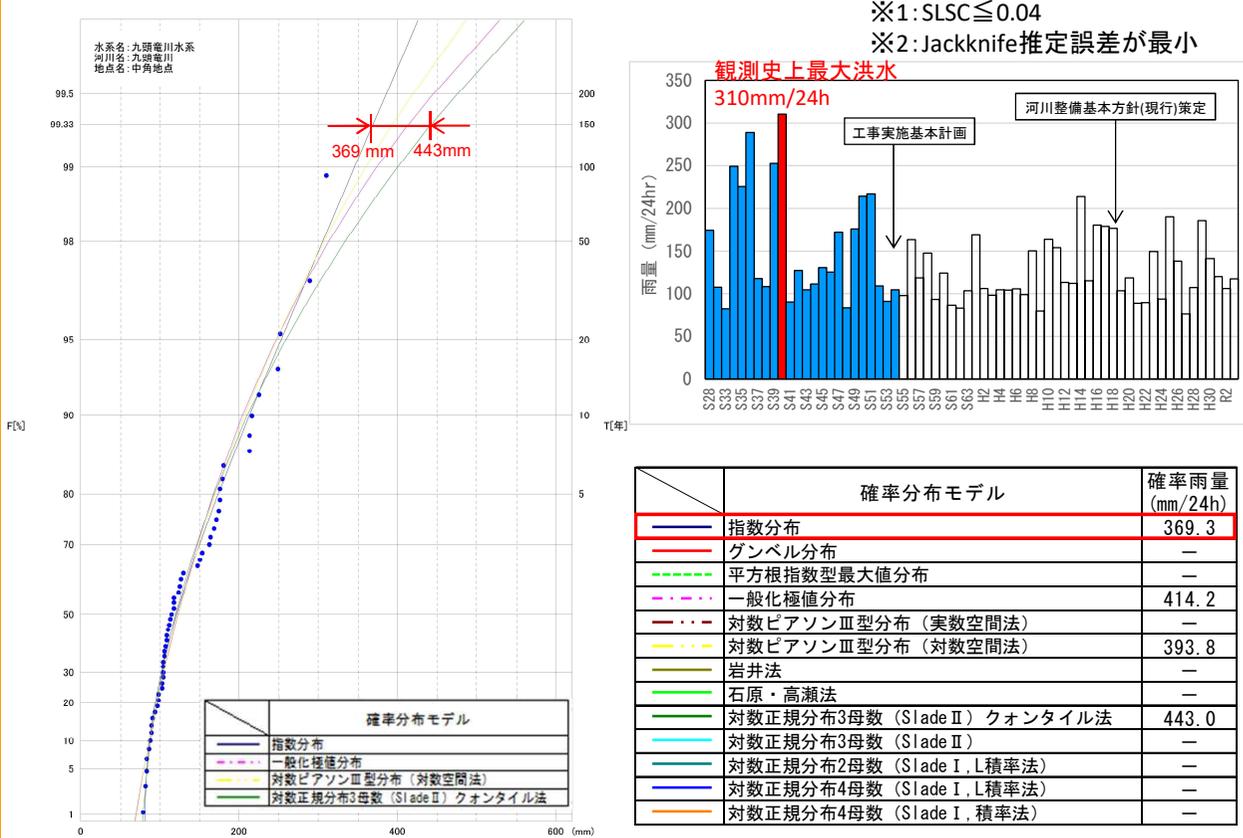
※3基準地点及び2主要地点における年最大流量の上位10洪水を包絡する全18洪水を対象とした

○ 既定計画策定時と流域の重要度等に大きな変化がないことから計画規模1/150を踏襲した。
 ○ 計画規模の年超過確率1/150降雨量に降雨量変化倍率1.1倍を乗じた値、406mm/24hを計画対象降雨の降雨量と設定した。

計画対象降雨の降雨量

【考え方】
 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雨量確率を算定し、これに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。

- 時間雨量データの存在する昭和28年～平成22年の年最大24時間雨量を対象に水文解析に一般的に用いられる解析分布モデルによる1/150確率雨量から、適合度の基準※1を満足し、かつ安定性の良好※2な確率分布モデルを用いて、年超過確率1/150確率雨量369mm/24hを算定。
- 2℃上昇時の降雨変化倍率1.1倍を乗じ、計画対象降雨の降雨量を406mm/24hと設定。



【参考】近年降雨の気候変動の影響等の確認

【考え方】
 雨量標本に経年的変化の確認として「非定常状態の検定：Mann-Kendall検定等」を行った上で、非定常性が確認されない場合は、最新年までデータを延伸し、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」ととどめ、定常の水文統計解析により確率雨量を算定等も合わせて実施。

- Mann-Kendall (マン・ケンドール) 検定 (定常/非定常性を確認) S28～H22および雨量データを一年ずつ追加し、R3までのデータ対象とした検定結果を確認
 ⇒ データをR3年まで延伸しても、非定常性が確認されないため、最新年（R3年降雨）までデータ延伸を実施

- 近年降雨までデータ延伸を実施
 定常性が確認できるR3年まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般的に用いられる確率分布モデルによる 1/150確率雨量から、適合度の基準※1を満足し、安定性の良好※2な確率分布モデルを用いて1/150確率雨量を算定

⇒ 令和3年までの雨量データを用いた場合の超過確率 1/150確率雨量は356mm/24hとなり、データ延伸による 確率雨量は設定した計画対象降雨量と大きな差がないことを確認。

- 主要洪水の選定は、基準地点中角における実績流量が、年最大の平均値以上かつ引き伸ばし率が2倍以下の洪水とした。
- 選定した洪水(棄却した洪水を除く)について、1/150確率24時間雨量406mmとなるように引き伸ばし降雨波形を作成し、流出計算流量を算出した。
- 短時間雨量あるいは小流域が著しい引き伸ばし(雨量確率1/500以上)となっている洪水については棄却した。

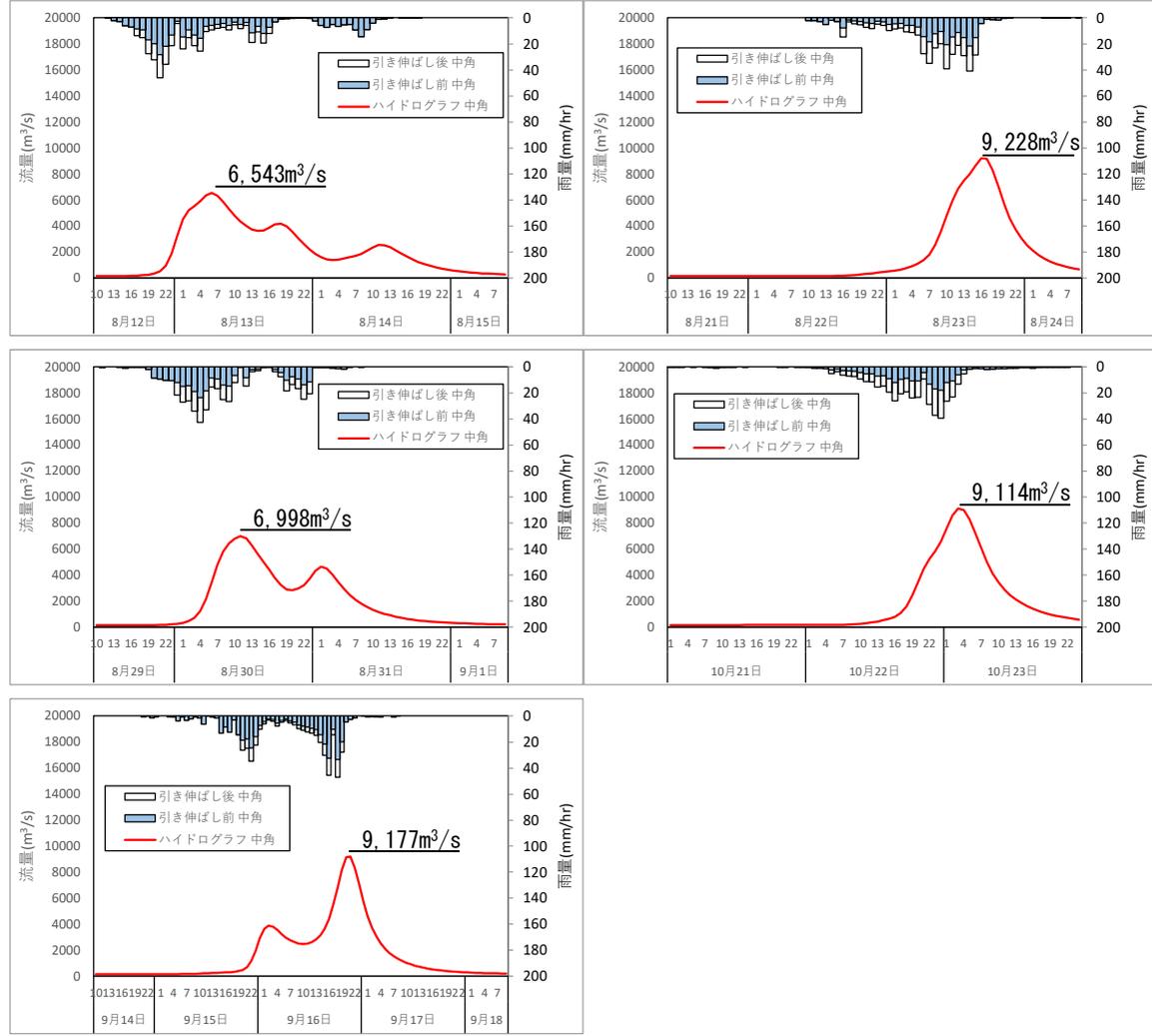
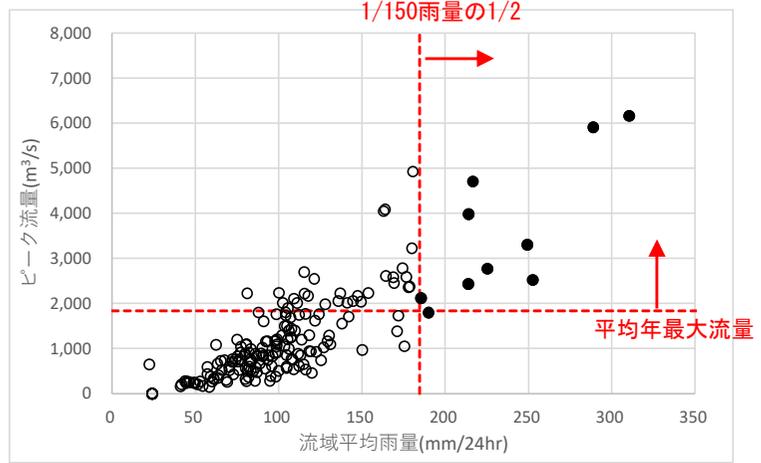
主要降雨波形の選定

【棄却基準】下記の、降雨量が1/500規模以上となる洪水を棄却

- ①時間分布による棄却
洪水到達時間=6hr 計画降雨継続時間の1/2=12hr
- ②地域分布による棄却
中角上流域を3つの地域に分割

洪水No.	洪水名	中角上流域			ピーク流量 m ³ /s	棄却理由
		実績雨量 mm/24hr	計画雨量 mm/24hr	倍率		
No. 15	S34. 8. 12	249. 4	406. 2	1. 629	6, 543	
No. 19	S35. 8. 30	225. 4	406. 2	1. 802	6, 998	
No. 24	S36. 9. 16	288. 9	406. 2	1. 406	9, 177	
No. 29	S39. 7. 8	252. 6	406. 2	1. 608	6, 262	地域分布
No. 35	S40. 9. 15	310. 4	406. 2	1. 309	7, 794	地域分布
No. 58	S50. 8. 23	214. 1	406. 2	1. 897	9, 228	
No. 59	S51. 9. 11	216. 7	406. 2	1. 875	10, 660	時間分布
No. 127	H14. 7. 9	213. 8	406. 2	1. 900	10, 798	時間分布
No. 155	H25. 7. 29	190. 0	406. 2	2. 138	7, 585	地域分布
No. 170	H29. 10. 22	185. 4	406. 2	2. 190	9, 114	

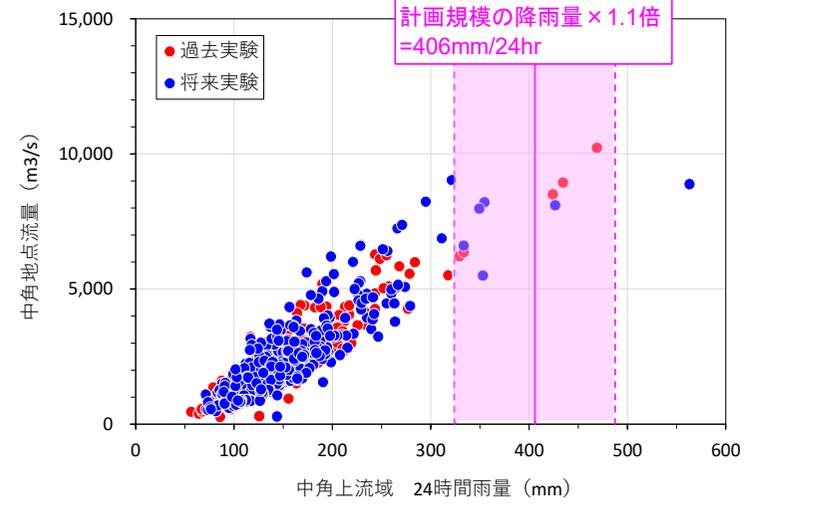
拡大後雨量の確率評価が棄却基準(1/500雨量)を超過しているため棄却



基本高水の設定 計画規模相当におけるアンサンブル予測降雨波形の抽出 (中角地点) 九頭竜川水系

- アンサンブル将来予測降雨波形から求めた、現在気候及び将来気候の年最大流域平均雨量標本から計画対象降雨の降雨量(中角406mm/24hr)に近い10洪水を抽出した。抽出した10洪水は、中央集中や複数の降雨ピークがある波形等、様々なタイプの降雨波形を含んでいることを確認。
- 抽出した洪水の降雨波形について気候変動を考慮した1/150確率規模の24時間雨量(中角406mm)まで引き縮め/引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出。

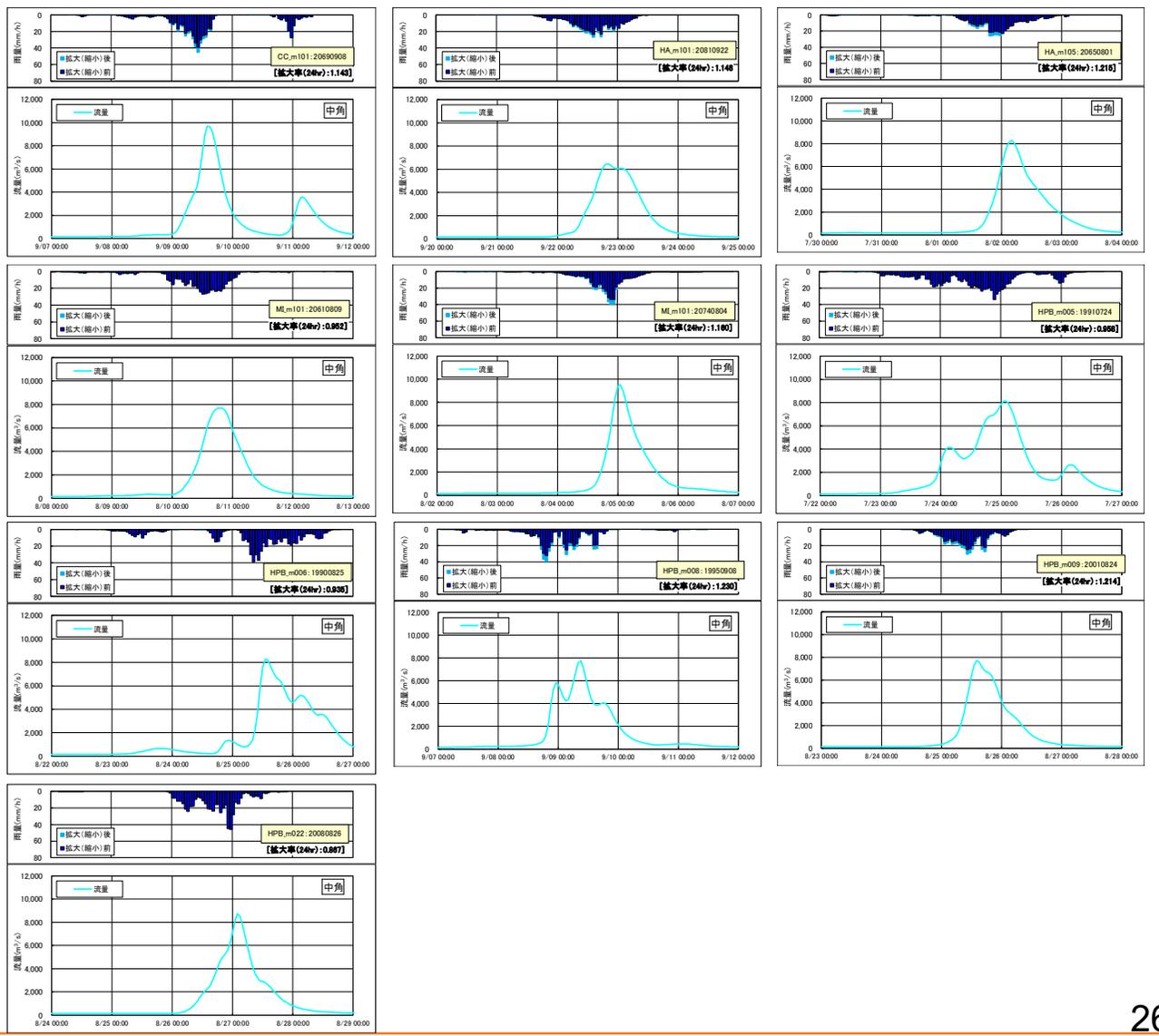
アンサンブル将来予測降雨波形データを用いた検討



■ d2PDF(将来360年、現在360年)の年最大雨量標本(360年)を流出計算
 ■ 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(上下20%以内)の10洪水を抽出(紫の範囲)

洪水名	中角上流域平均24hr雨量(mm)	気候変動後1/150雨量(mm)	引き伸ばし倍率(1/150×1.1倍)	中角地点ピーク流量(m³/s)
将来実験				
CC_m101:20690908	355.3	406.2	1.143	9,690
HA_m101:20810922	353.7		1.148	6,466
HA_m105:20650801	334.4		1.215	8,278
MI_m101:20610809	426.5		0.952	7,691
MI_m101:20740804	350.1		1.160	9,528
過去実験				
HPB_m005:19910724	424.2	406.2	0.958	8,138
HPB_m006:19900825	434.4		0.935	8,268
HPB_m008:19950908	330.2		1.230	7,740
HPB_m009:20010824	334.6		1.214	7,724
HPB_m022:20080826	468.6		0.867	8,741

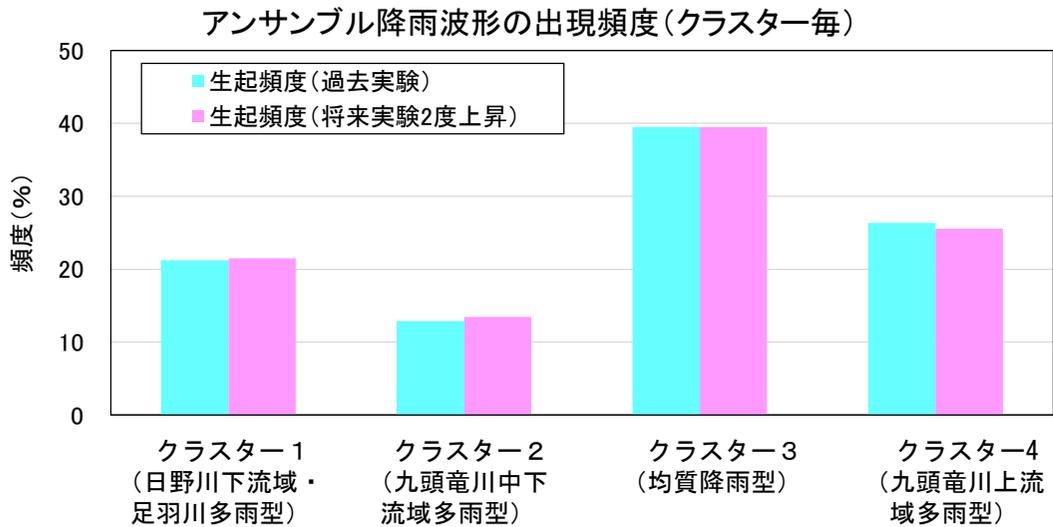
【抽出した予測降雨波形による流量】



- これまで、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、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考慮する必要がある。
- 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ため、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて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の確認を実施。
- その結果、中角地点では主要洪水に含まれないクラスター1(日野川下流域・足羽川多雨型)およびクラスター2(九頭竜川中下流域多雨型)に該当する降雨波形を将来実験アンサンブル予測から1洪水ずつを抽出する。
- 抽出した洪水の降雨波形を気候変動考慮した1/150確率規模の降雨量まで引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出した。

空間クラスター分析による主要洪水群に不足する地域分布の降雨パターンの確認

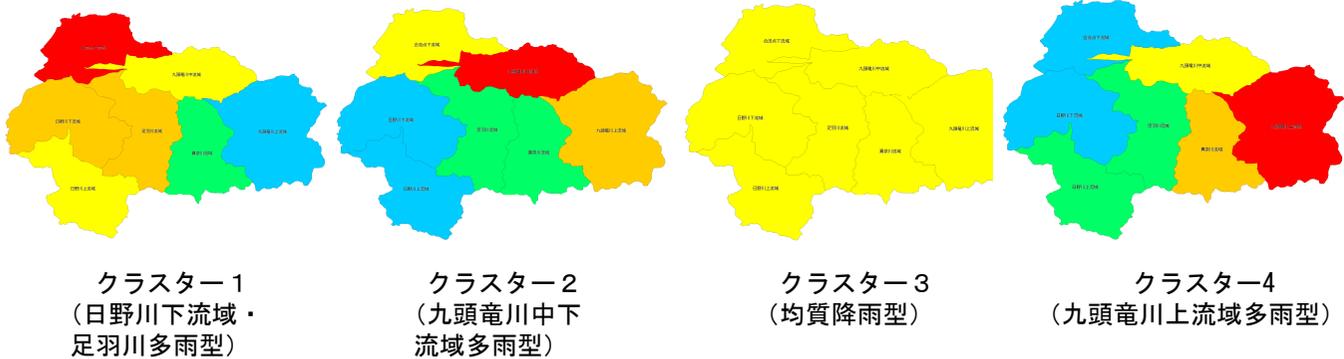
洪水NO	発生年月日	中角上流域		拡大率	中角地点 基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)	クラスターno
		実績雨量	計画雨量			
		(mm/24hr)	(mm/24hr)			
主要降雨波形群						
No. 15	S34. 8. 12	249. 4	406. 2	1. 629	6, 543	4
No. 19	S35. 8. 30	225. 4		1. 803	6, 998	4
No. 24	S36. 9. 16	288. 9		1. 406	9, 177	4
No. 58	S50. 8. 23	214. 1		1. 898	9, 228	4
No. 170	H29. 10. 22	185. 4		2. 191	9, 114	3
クラスター分析により主要降雨波形群に不足する降雨波形						
CC_m101 : 20690908		355. 3	406. 2	1. 143	9, 690	1
CC_m105 : 20620625		263. 6		1. 541	6, 606	2



■アンサンブル将来予測降雨波形を対象に、各流域における雨量の流域平均雨量への寄与率を算出し、ユークリッド距離を指標としてワード法によりクラスターに分類。



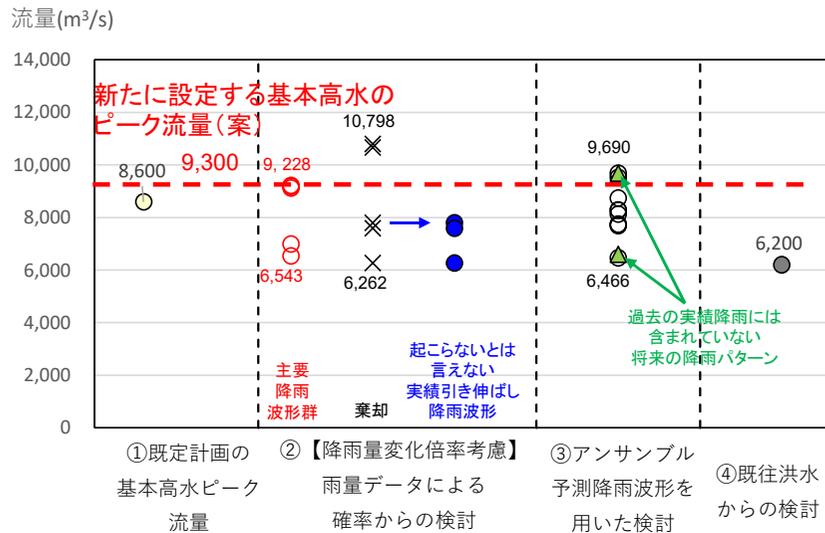
九頭竜川のアンサンブル予測雨量による降雨分布のクラスター分析結果



○ 気候変動による外力からの増加に対応するため、気候変動を考慮した雨量データによる確率からの検討、アンサンブル予測降雨波形を用いた検討、既往洪水からの検討から総合的に判断した結果、九頭竜川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点中角において9,300m³/sと設定。

基本高水の設定に係る総合判断

基本高水の設定に係る総合判断(中角地点)



【凡例】

②雨量データによる確率からの検討

降雨量変化倍率(2℃上昇時の降雨量の変化倍率1.1倍)を考慮した検討

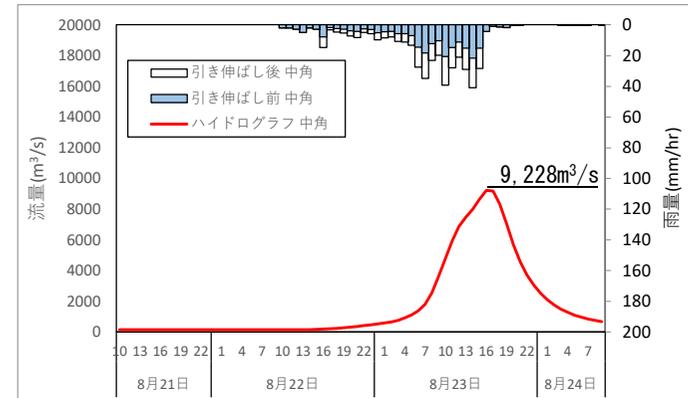
- ×: 短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水
- : 棄却された洪水(×)のうち、アンサンブル予測降雨波形(過去実験、将来予測)の時空間分布から見て将来起こ得ると判断された洪水

③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討

- : 気候変動予測モデルによる現在気候(1980~2010年)及び将来気候(2℃上昇)のアンサンブル降雨波形
- ▲: 過去の実績降雨(主要降雨波形群)には含まれていない、将来増加すると想定される降雨パターン

新たに設定する基本高水

引き伸ばし後の降雨波形を用いて算定したピーク流量が最大となるS50.8波形



河道と洪水調節施設等への配分の検討に用いる主要降雨波形群

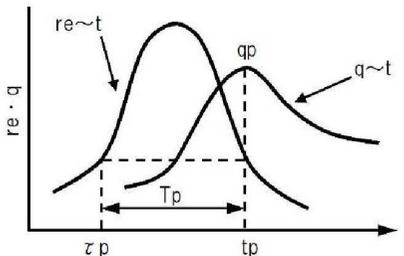
洪水 No.	洪水名	実績24時間雨量 mm/24hr	降雨倍率 (計画降雨量) 406.2mm/24hr	ピーク流量 m ³ /s
No. 15	S34. 8. 12	249. 4	1. 629	6, 543
No. 19	S35. 8. 30	225. 4	1. 803	6, 998
No. 24	S36. 9. 16	288. 9	1. 406	9, 177
No. 58	S50. 8. 23	214. 1	1. 898	9, 228
No. 170	H29. 10. 22	185. 4	2. 191	9, 114

- 時間雨量データの蓄積状況、近年の主要洪水の継続時間等を踏まえ、既定計画で定めた計画対象降雨の継続時間(2日)を見直した。
- 洪水到達時間や強度の強い降雨の継続時間、ピーク流量と時間雨量との相関関係等から、対象降雨の降雨継続時間を、総合的に判断して24時間と設定した。

Kinematic Wave及び角屋の式による洪水到達時間の検討

- Kinematic Wave法による洪水到達時間は8.0~44.0時間(平均20.3時間)と推定。
- 角屋の式による洪水到達時間は8.9~17.2時間(平均12.0時間)と推定。

Kinematic Wave法: 矩形断面上の表面流にKinematic Wave理論を適用して洪水到達時間を導く手法。実績のハイトとハイドログラフを用いて、ピーク流量生起時刻以前の雨量がピーク流量生起時刻(t_p)の雨量と同じになる時刻(τ_p)により $T_p = t_p - \tau_p$ として推定。



T_p : 洪水到達時間
 τ_p : ピーク流量を発生する特性曲線の上流端での出発時刻
 t_p : その特性曲線の下流端への到達時刻
 r_e : $\tau_p \sim t_p$ 間の平均有効降雨強度
 q_p : ピーク流量

角屋の式: Kinematic Wave理論の洪水到達時間を表す式に、河道長と地計則を考慮した式

$$T_p = C A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35}$$

T_p : 洪水到達時間 (min) 丘陵山林地域 C=290
 A : 流域面積 (km²) 放牧地・ゴルフ場 C=190~210
 r_e : 時間当たり雨量 (mm/hr) 粗造成宅地 C=90~120
 C : 流域特性を表す係数 市街化地域 C=60~90

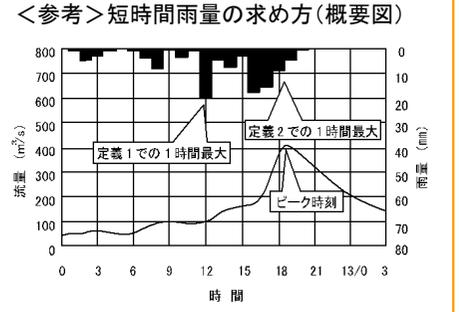
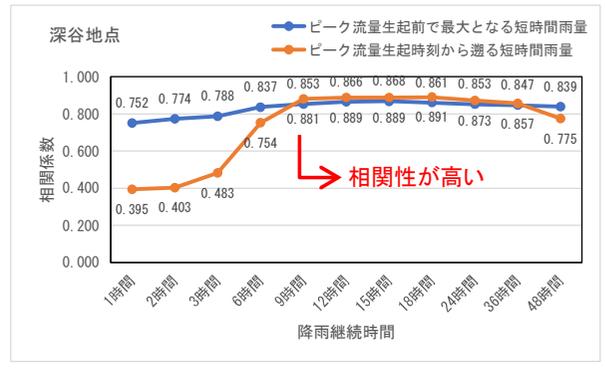
No.	洪水名	洪水発生日	ピーク時刻	Kinematic Wave法		角屋式	
				算定結果 (hr)	平均有効降雨強度 r_e (hr)	算定結果 (hr)	
1	洪水 No. 002	昭和 28 年 9 月 25 日洪水	9/26 0:00*	17	10.46	10.3	
2	洪水 No. 015	昭和 34 年 8 月 12 日洪水	8/14 14:00	15	6.54	12.1	
3	洪水 No. 016	昭和 34 年 9 月 27 日洪水	9/27 5:00	13	8.38	11.1	
4	洪水 No. 024	昭和 36 年 9 月 16 日洪水	9/16 23:00	28	5.55	12.8	
5	洪水 No. 029	昭和 39 年 7 月 8 日洪水	7/9 12:00	15	6.78	11.9	
6	洪水 No. 035	昭和 40 年 9 月 15 日洪水	9/15 4:00	9	2.41	17.2	
7	洪水 No. 036	昭和 40 年 9 月 18 日洪水	9/18 4:00	18	9.21	10.7	
8	洪水 No. 053	昭和 47 年 9 月 17 日洪水	9/17 11:00	22	7.53	11.5	
9	洪水 No. 058	昭和 50 年 8 月 23 日洪水	8/23 20:00	35	5.63	12.7	
10	洪水 No. 059	昭和 51 年 9 月 11 日洪水	9/11 4:00	17	6.37	12.2	
11	洪水 No. 068	昭和 56 年 7 月 3 日洪水	7/3 6:00	8	6.88	11.9	
12	洪水 No. 074	昭和 58 年 9 月 28 日洪水	9/28 22:00	44	3.96	14.4	
13	洪水 No. 120	平成 10 年 9 月 22 日洪水	9/23 1:00	18	6.13	12.4	
14	洪水 No. 130	平成 16 年 7 月 17 日洪水	7/18 15:00	11	15.92	8.9	
15	洪水 No. 131	平成 16 年 10 月 20 日洪水	10/21 1:00	17	8.23	11.2	
16	洪水 No. 133	平成 18 年 7 月 19 日洪水	7/19 6:00	28	6.42	12.2	
17	洪水 No. 170	平成 29 年 10 月 22 日洪水	10/23 7:00	25	8.20	11.2	
18	洪水 No. 172	平成 30 年 7 月 6 日洪水	7/6 2:00	25	6.40	12.2	
		最大		44.0	15.9	17.2	
		最小		8.0	2.4	8.9	
		平均		20.3	7.3	12.0	

洪水到達時間の算定結果(深谷地点)

※3基準地点及び2主要地点における年最大流量の上位10洪水を包絡する全18洪水を対象とした

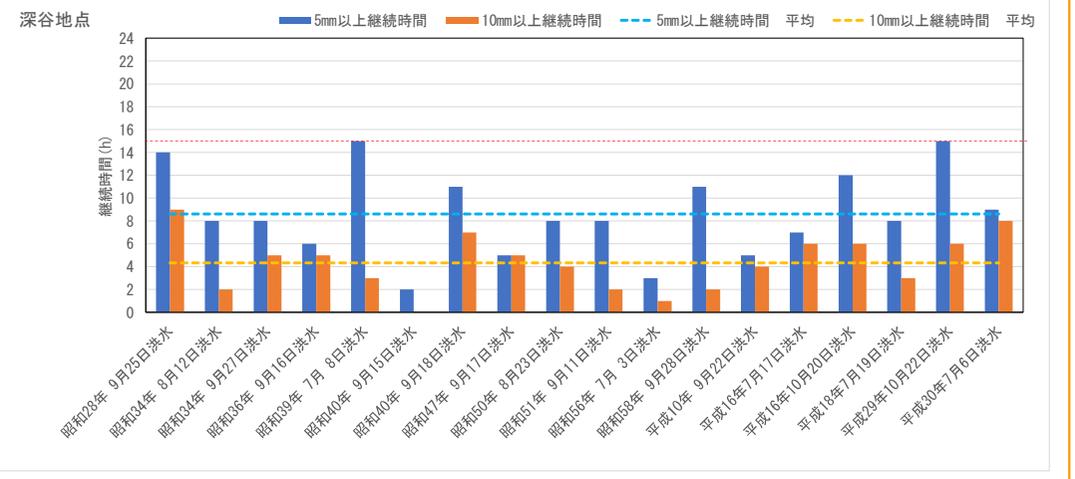
ピーク流量とn時間雨量との相関関係

- 短時間雨量が9時間を超えるとピーク流量と相関が高くなった。



強度の強い降雨の継続時間の検討

- 実績雨量から必要な降雨継続時間は、5mm以上の継続時間で平均9時間、10mm以上の継続時間で平均4時間となり、24時間で概ねの洪水がカバー可能。



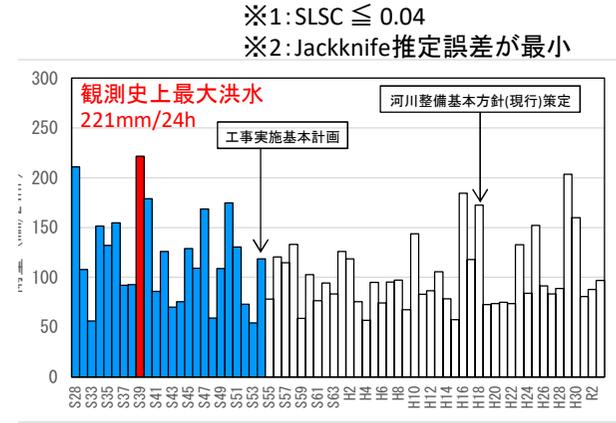
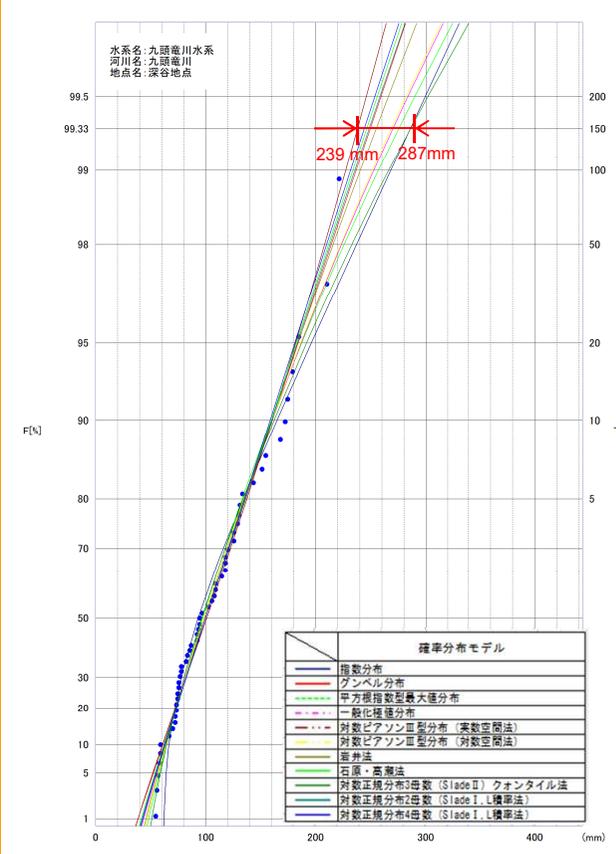
※3基準地点及び2主要地点における年最大流量の上位10洪水を包絡する全18洪水を対象とした

○ 既定計画策定時と流域の重要度等に大きな変化がないことから計画規模1/150を踏襲した。
 ○ 計画規模の年超過確率1/150降雨量に降雨量変化倍率1.1倍を乗じた値、262mm/24hを計画対象降雨の降雨量と設定した。

計画対象降雨の降雨量

【考え方】
 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雨量確率を算定し、これに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。

- 時間雨量データの存在する昭和28年～平成22年の年最大24時間雨量を対象に水文解析に一般的に用いられる解析分布モデルによる1/150確率雨量から、適合度の基準※1を満足し、かつ安定性の良好※2な確率分布モデルを用いて、年超過確率1/150確率雨量239mm/24hを算定。
- 2℃上昇時の降雨変化倍率1.1倍を乗じ、計画対象降雨の降雨量を262mm/24hと設定。



確率分布モデル	確率雨量 (mm/24h)
指数分布	286.7
グンベル分布	250.1
平方根指数型最大値分布	276.2
一般化極値分布	270.8
対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法)	238.5
対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法)	269.2
岩井法	255.6
石原・高瀬法	246.9
対数正規分布3母数 (Slide II) クォンタイル法	286.9
対数正規分布3母数 (Slide II)	—
対数正規分布2母数 (Slide I, L積率法)	249
対数正規分布4母数 (Slide I, L積率法)	244.7
対数正規分布4母数 (Slide I, 積率法)	—

※1: SLSC ≤ 0.04
 ※2: Jackknife推定誤差が最小

【参考】近年降雨の気候変動の影響等の確認

【考え方】
 雨量標本に経年的変化の確認として「非定常状態の検定：Mann-Kendall検定等」を行った上で、非定常性が確認されない場合は、最新年までデータを延伸し、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」ととどめ、定常の水文統計解析により確率雨量を算定等も合わせて実施。

○ Mann-Kendall (マン・ケンドール) 検定 (定常/非定常性を確認)
 S28～H22および雨量データを一年ずつ追加し、R3までのデータ対象とした検定結果を確認
 ⇒ データをR3年まで延伸しても、非定常性が確認されないため、最新年 (R3年降雨) までデータ延伸を実施

○ 近年降雨までデータ延伸を実施
 定常性が確認できるR3年まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般的に用いられる確率分布モデルによる 1/150確率雨量から、適合度の基準※1を満足し、安定性の良好※2な確率分布モデルを用いて1/150確率雨量を算定

⇒ 令和3年までの雨量データを用いた場合の超過確率 1/150確率雨量は240mm/24hとなり、データ延伸による 確率雨量は設定した計画対象降雨量と大きな差がないことを確認。

- 主要洪水の選定は、各基準地点、主要地点の実績流量が、氾濫注意水位相当流量以上かつ引き伸ばし率が2倍以下の洪水とした。
- 選定した洪水(棄却した洪水を除く)について、1/150確率24時間雨量262mmとなるように引き伸ばし降雨波形を作成し、流出計算流量を算出した。
- 短時間雨量あるいは小流域が著しい引き伸ばし(雨量確率1/500以上)となっている洪水については棄却した。

主要降雨波形の選定

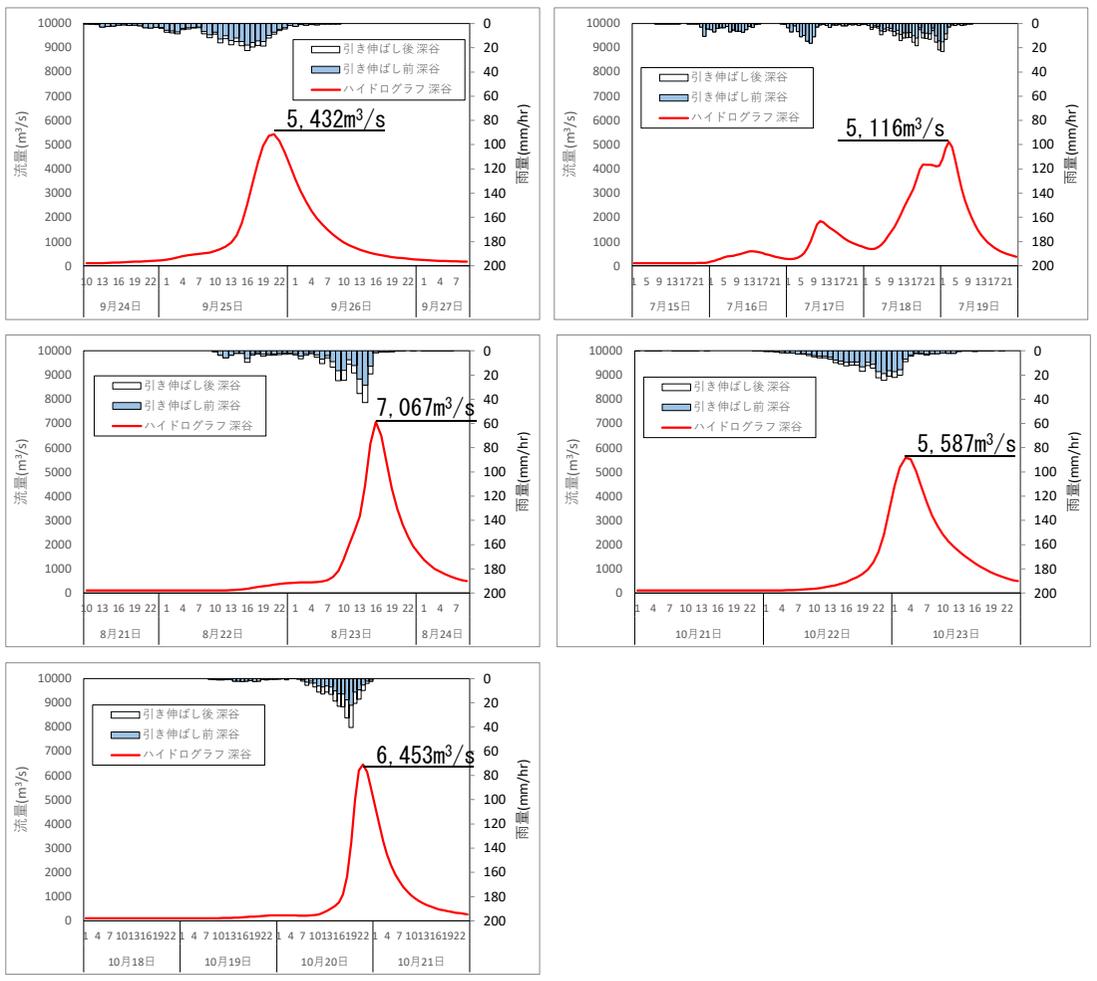
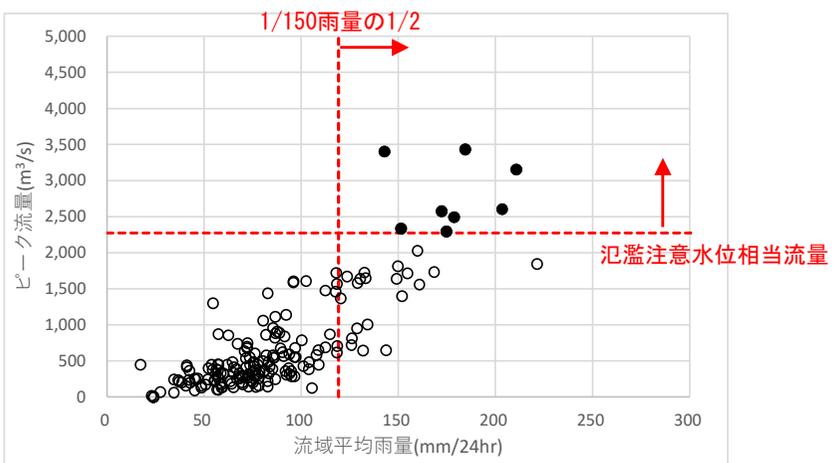
【棄却基準】 下記の、降雨量が1/500規模以上となる洪水を棄却

①時間分布による棄却
 洪水到達時間=6hr 計画降雨継続時間の1/2=12hr

②地域分布による棄却
 日野川の深谷上流域を3つの地域に分割
 足羽川を3つの地域に分割

洪水 No.	洪水名	深谷上流域			ピーク流量 m^3/s	棄却理由
		実績雨量 mm/24hr	計画雨量 mm/24hr	倍率		
No. 2	S28. 9. 25	210.8	262.4	1.245	5,432	
No. 15	S34. 8. 12	151.4	262.4	1.733	3,651	地域分布
No. 36	S40. 9. 18	178.8	262.4	1.467	6,023	地域分布
No. 58	S50. 8. 23	174.8	262.4	1.501	7,067	
No. 130	H16. 7. 17	184.5	262.4	1.422	6,490	時間・地域分布
No. 131	H16. 10. 20	142.9	262.4	1.836	6,453	
No. 133	H18. 7. 19	172.3	262.4	1.523	5,116	
No. 170	H29. 10. 22	203.5	262.4	1.289	5,587	

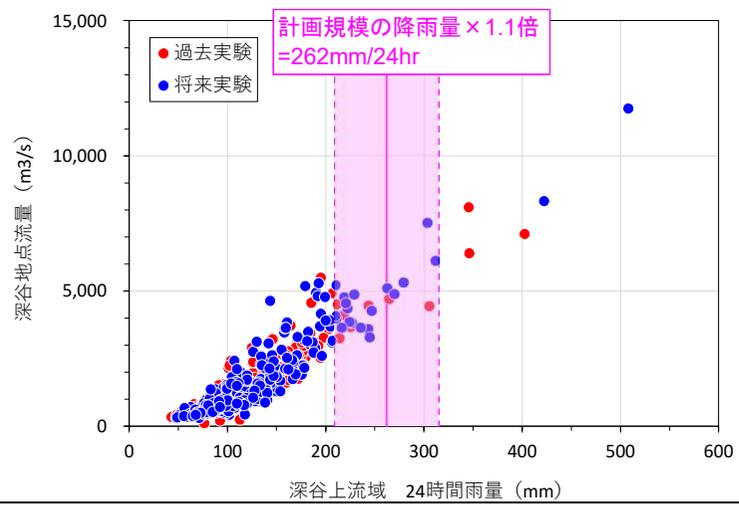
拡大後雨量の確率評価が棄却基準 (1/500雨量) を超過しているため棄却



基本高水の設定 計画規模相当におけるアンサンブル予測降雨波形の抽出（深谷地点） 九頭竜川水系

- アンサンブル将来予測降雨波形から求めた、現在気候及び将来気候の年最大流域平均雨量標本から計画対象降雨の降雨量（深谷262mm/24hr）に近い26洪水を抽出した。抽出した26洪水は、中央集中や複数の降雨ピークがある波形等、様々なタイプの降雨波形を含んでいることを確認。
- 抽出した洪水の降雨波形について気候変動を考慮した1/150確率規模の24時間雨量（深谷262mm）まで引き縮め/引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出。

アンサンブル将来予測降雨波形データを用いた検討



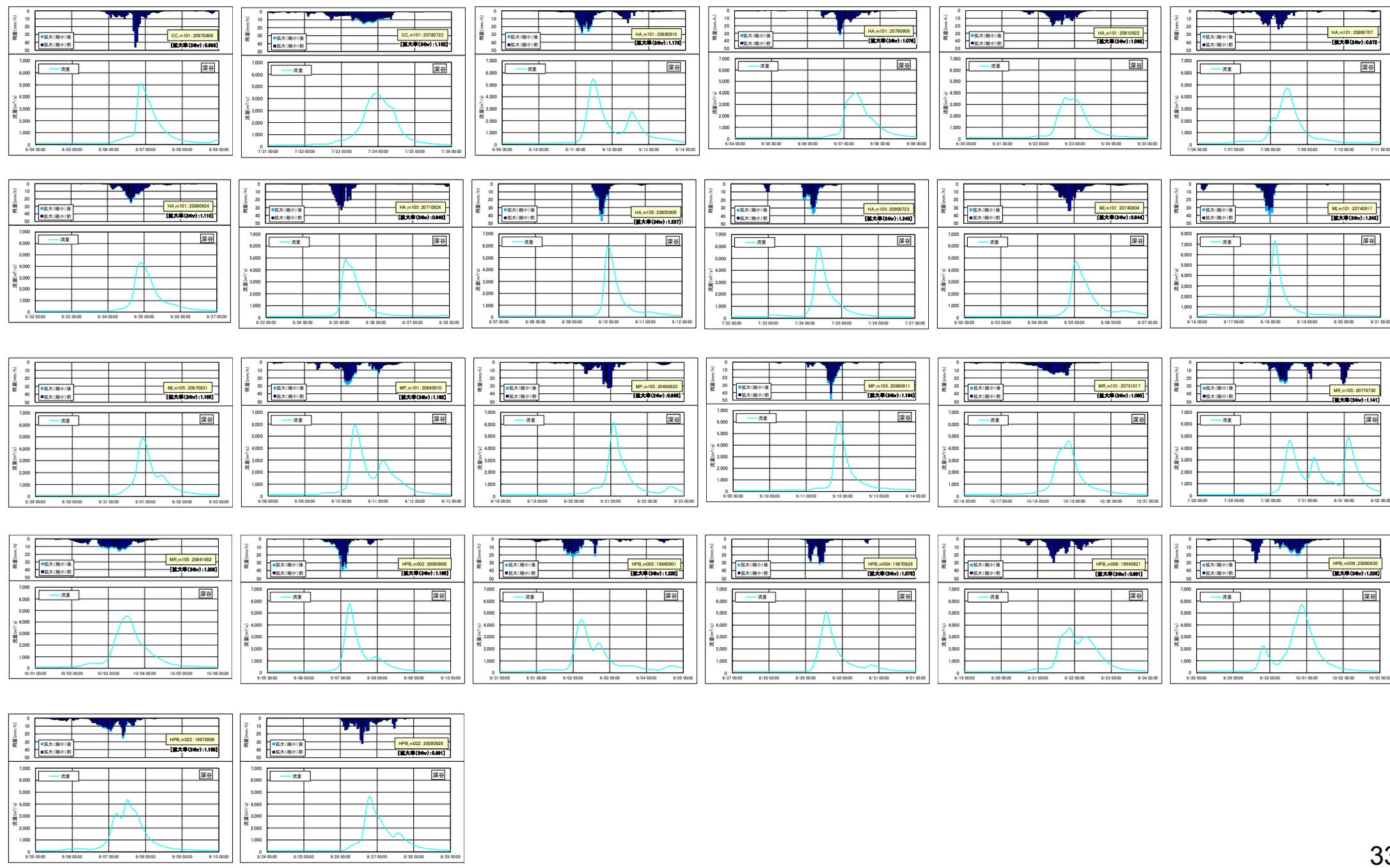
■ d2PDF(将来360年、現在360年)の年最大雨量標本(360年)を流出計算
 ■ 著しい引き伸ばし等によって降雨波形を歪めることがないよう、計画対象降雨の降雨量近傍(上下20%以内)の26洪水を抽出(紫の範囲)

洪水名	深谷上流域平均24hr雨量(mm)	気候変動後1/150雨量(mm)	引き伸ばし倍率(1/150×1.1倍)	深谷地点ピーク流量(m³/s)	
将来実験					
CC_m101 : 20670806	262.9	262.4	0.998	5,110	
CC_m101 : 20780723	227.8		1.152	4,443	
HA_m101 : 20680910	223.1		1.176	5,457	
HA_m101 : 20790906	243.9		1.076	3,981	
HA_m101 : 20810922	245.5		1.069	3,620	
HA_m101 : 20860707	270.0		0.972	4,738	
HA_m101 : 20860924	236.3		1.110	4,311	
HA_m105 : 20710824	279.1		0.940	4,890	
HA_m105 : 20850809	212.1		1.237	5,946	
HA_m105 : 20900723	211.0		1.243	6,007	
MI_m101 : 20740804	311.0		0.844	4,710	
MI_m101 : 20740917	211.1		1.243	7,313	
MI_m105 : 20870831	225.2		1.165	4,894	
MP_m101 : 20640910	220.1		1.192	5,948	
MP_m105 : 20690820	302.9		0.866	6,196	
MP_m105 : 20860911	221.6		1.184	6,042	
MR_m101 : 20751017	247.5		1.060	4,583	
MR_m105 : 20770730	230.0		1.141	4,912	
MR_m105 : 20841002	217.5		1.206	4,517	
過去実験					
HPB_m002 : 20080906	219.5		262.4	1.195	5,802
HPB_m003 : 19860901	215.1			1.220	4,406
HPB_m004 : 19870828	244.2			1.075	5,096
HPB_m006 : 19940821	304.7			0.861	3,751
HPB_m009 : 20060930	212.3			1.236	5,710
HPB_m022 : 19870906	226.4			1.159	4,388
HPB_m022 : 20080826	264.8	0.991		4,653	

基本高水の設定 計画規模相当におけるアンサンブル予測降雨波形の抽出（深谷地点） 九頭竜川水系

アンサンブル将来予測降雨波形データを用いた検討

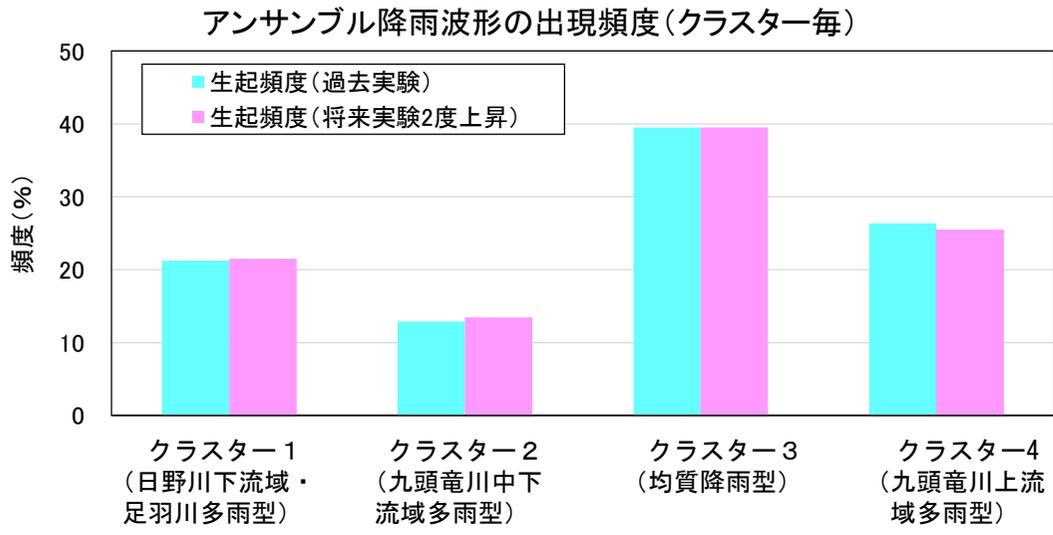
【抽出した予測降雨波形による流量】



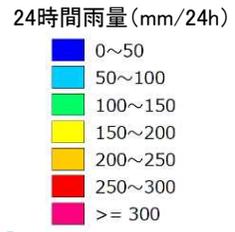
- これまで、実際に生じた降雨波形のみを計画対象の降雨波形としてきたが、基本高水の設定に用いる計画対象の降雨波形群は、対象流域において大規模洪水を生起し得る様々なパターンの降雨波形等を考慮する必要がある。
- 気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形がないかを確認するため、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて空間分布のクラスター分析を行い、将来発生頻度が高まるものの計画対象の実績降雨波形が含まれていないクラスターの確認を実施。
- その結果、深谷地点では主要洪水に含まれないクラスター2(九頭竜川中下流域多雨型)に該当する降雨波形を将来実験アンサンブル予測から1洪水抽出する。
- 抽出した洪水の降雨波形を気候変動考慮した1/150確率規模の降雨量まで引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出した。

空間クラスター分析による主要洪水群に不足する地域分布の降雨パターンの確認

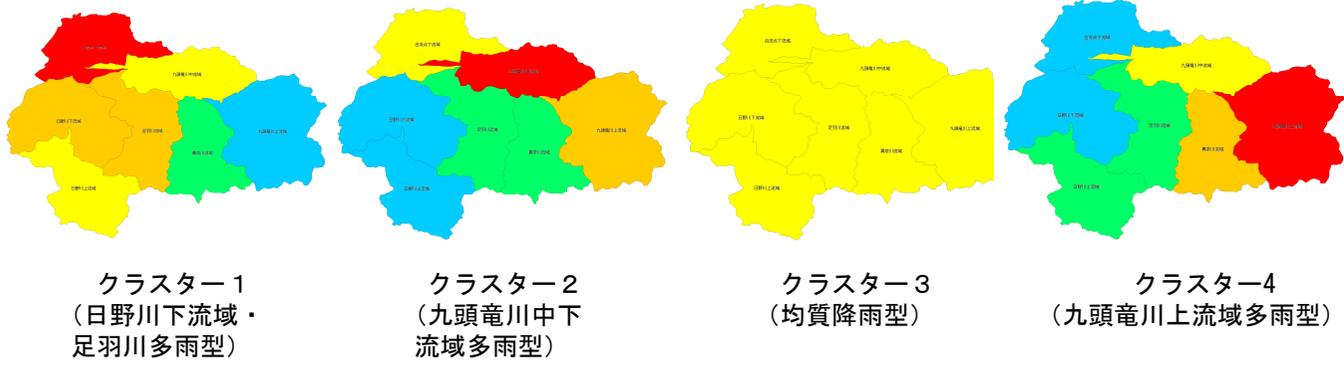
洪水NO	発生年月日	深谷上流域		拡大率	深谷地点基本高水のピーク流量 (m ³ /s)	クラスターno
		実績雨量 (mm/24hr)	計画雨量 (mm/24hr)			
主要降雨波形群						
No. 2	S28. 9. 25	210. 8	262. 4	1. 245	5, 432	1
No. 58	S50. 8. 23	174. 8		1. 501	7, 067	4
No. 131	H16. 10. 20	142. 9		1. 835	6, 453	3
No. 133	H18. 7. 19	172. 3		1. 523	5, 116	3
No. 170	H29. 10. 22	203. 5		1. 289	5, 587	3
クラスター分析により主要降雨波形群に不足する降雨波形						
GF_m101 : 20620626		178. 2	262. 4	1. 472	4, 842	2



■アンサンブル将来予測降雨波形を対象に、各流域における雨量の流域平均雨量への寄与率を算出し、ユークリッド距離を指標としてワード法によりクラスターに分類。



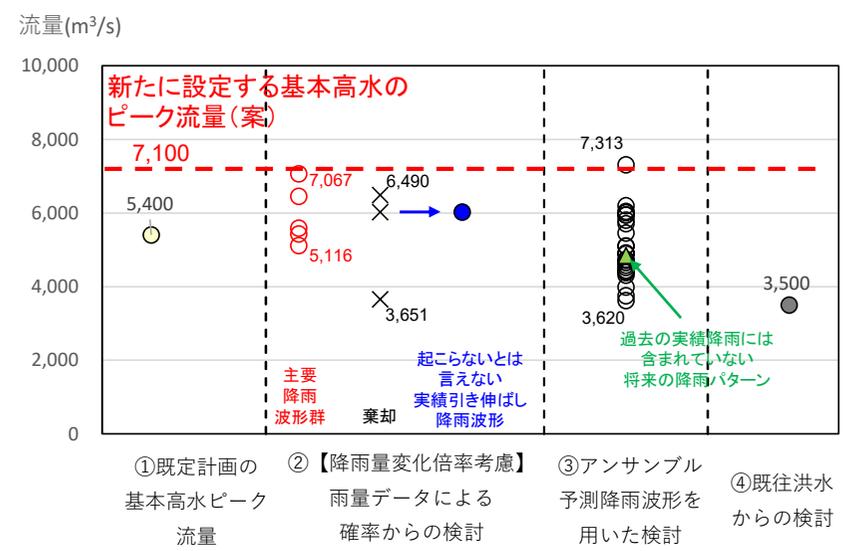
九頭竜川のアンサンブル予測雨量による降雨分布のクラスター分析結果



○ 気候変動による外力からの増加に対応するため、気候変動を考慮した雨量データによる確率からの検討、アンサンブル予測降雨波形を用いた検討、既往洪水からの検討から総合的に判断した結果、九頭竜川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点深谷において7,100m³/sと設定。

基本高水の設定に係る総合判断

基本高水の設定に係る総合判断(深谷地点)

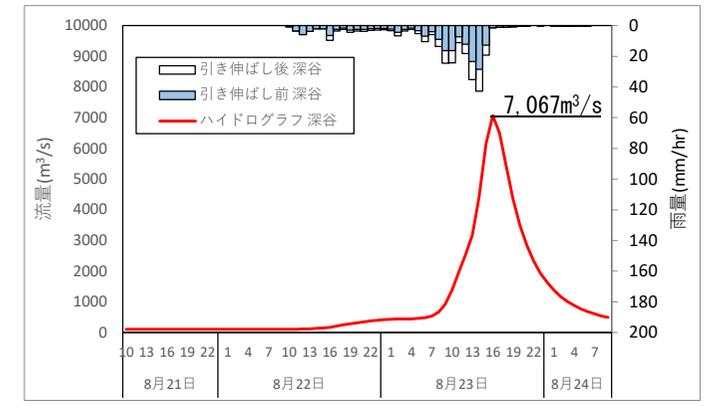


【凡例】

- ②雨量データによる確率からの検討
 - 降雨量変化倍率(2℃上昇時の降雨量の変化倍率1.1倍)を考慮した検討
 - ×: 短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水
 - : 棄却された洪水(×)のうち、アンサンブル予測降雨波形(過去実験、将来予測)の時空間分布から見て将来起こ得ると判断された洪水
- ③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討
 - : 気候変動予測モデルによる現在気候(1980~2010年)及び将来気候(2℃上昇)のアンサンブル降雨波形
 - ▲: 過去の実績降雨(主要降雨波形群)には含まれていない、将来増加すると想定される降雨パターン

新たに設定する基本高水

引き伸ばし後の降雨波形を用いて算定したピーク流量が最大となるS50.8波形



河道と洪水調節施設等への配分の検討に用いる主要降雨波形群

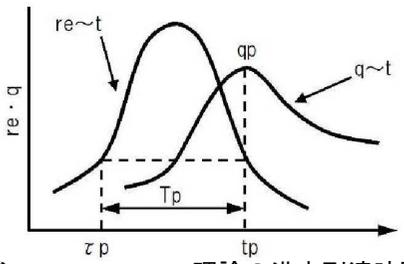
洪水 No.	洪水名	実績24時間雨量 mm/24hr	降雨倍率 (計画降雨量) 262.4mm/24hr	ピーク流量 m ³ /s
No. 2	S28. 9. 25	210. 8	1. 245	5, 432
No. 58	S50. 8. 23	174. 8	1. 501	7, 067
No. 131	H16. 10. 20	142. 9	1. 835	6, 453
No. 133	H18. 7. 19	172. 3	1. 523	5, 116
No. 170	H29. 10. 22	203. 5	1. 289	5, 587

- 時間雨量データの蓄積状況、近年の主要洪水の継続時間等を踏まえ、既定計画で定めた計画対象降雨の継続時間(2日)を見直した。
- 洪水到達時間や強度の強い降雨の継続時間、ピーク流量と時間雨量との相関関係等から、対象降雨の降雨継続時間を、総合的に判断して15時間と設定した。

Kinematic Wave及び角屋の式による洪水到達時間の検討

- Kinematic Wave法による洪水到達時間は4.0~27.0時間(平均11.6時間)と推定。
- 角屋の式による洪水到達時間は5.7~10.1時間(平均7.8時間)と推定。

Kinematic Wave法: 矩形断面上の表面流にKinematic Wave理論を適用して洪水到達時間を導く手法。実績のハイトとハイドログラフを用いて、ピーク流量生起時刻以前の雨量がピーク流量生起時刻(t_p)の雨量と同じになる時刻(τ_p)により $T_p = t_p - \tau_p$ として推定。



T_p : 洪水到達時間
 τ_p : ピーク流量を生ずる特性曲線の上流端での出発時刻
 t_p : その特性曲線の下流端への到達時刻
 r_e : $\tau_p \sim t_p$ 間の平均有効降雨強度
 q_p : ピーク流量

角屋の式: Kinematic Wave理論の洪水到達時間を表す式に、河道長と地計則を考慮した式

$$T_p = C A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35}$$

T_p : 洪水到達時間 (min) 丘陵山林地域 $C=290$
 A : 流域面積 (km²) 放牧地・ゴルフ場 $C=190 \sim 210$
 r_e : 時間当たり雨量 (mm/hr) 粗造宅地 $C=90 \sim 120$
 C : 流域特性を表す係数 市街化地域 $C=60 \sim 90$

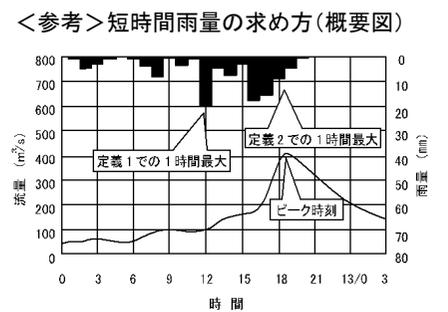
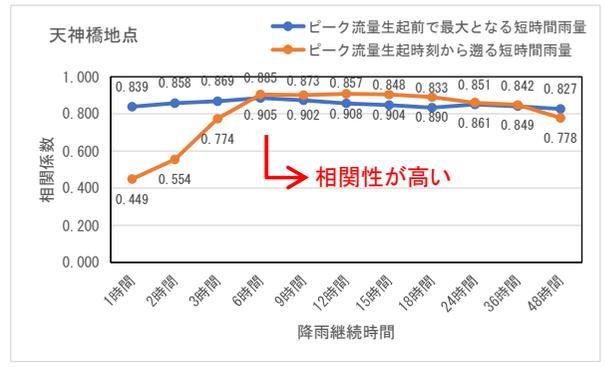
No.	洪水名	洪水発生日	ピーク時刻	Kinematic Wave 法		角屋式	
				算定結果 (hr)	平均有効降雨強度 r_e	算定結果 (hr)	算定結果 (hr)
1	洪水 No. 002	昭和 28 年 9 月 25 日洪水	9/26 0:00*	15	12.6	7.2	
2	洪水 No. 015	昭和 34 年 8 月 12 日洪水	8/14 14:00*	5	10.6	7.7	
3	洪水 No. 016	昭和 34 年 9 月 27 日洪水	9/27 5:00*	10	11.2	7.5	
4	洪水 No. 024	昭和 36 年 9 月 16 日洪水	9/16 23:00**	26	8.2	8.4	
5	洪水 No. 029	昭和 39 年 7 月 8 日洪水	7/9 12:00**	10	9.3	8.0	
6	洪水 No. 035	昭和 40 年 9 月 15 日洪水	9/15 4:00**	7	4.8	10.1	
7	洪水 No. 036	昭和 40 年 9 月 18 日洪水	9/18 4:00**	9	11.8	7.4	
8	洪水 No. 053	昭和 47 年 9 月 17 日洪水	9/17 11:00**	4	10.99	7.6	
9	洪水 No. 058	昭和 50 年 8 月 23 日洪水	8/23 20:00**	17	11.75	7.4	
10	洪水 No. 059	昭和 51 年 9 月 11 日洪水	9/11 4:00**	6	11.45	7.5	
11	洪水 No. 068	昭和 56 年 7 月 3 日洪水	7/3 6:00	6	8.92	8.2	
12	洪水 No. 074	昭和 58 年 9 月 28 日洪水	9/28 22:00	15	7.40	8.7	
13	洪水 No. 120	平成 10 年 9 月 22 日洪水	9/23 1:00	15	6.94	8.9	
14	洪水 No. 130	平成 16 年 7 月 17 日洪水	7/18 15:00	10	24.79	5.7	
15	洪水 No. 131	平成 16 年 10 月 20 日洪水	10/21 1:00	8	12.11	7.3	
16	洪水 No. 133	平成 18 年 7 月 19 日洪水	7/19 6:00	27	6.55	9.1	
17	洪水 No. 170	平成 29 年 10 月 22 日洪水	10/23 7:00	6	17.07	6.5	
18	洪水 No. 172	平成 30 年 7 月 6 日洪水	7/6 2:00	12	13.64	7.0	
				最大	27.0	24.8	10.1
				最小	4.0	4.8	5.7
				平均	11.6	11.1	7.8

※3基準地点及び2主要地点における年最大流量の上位10洪水を包絡する全18洪水を対象とした

洪水到達時間の算定結果(天神橋地点)

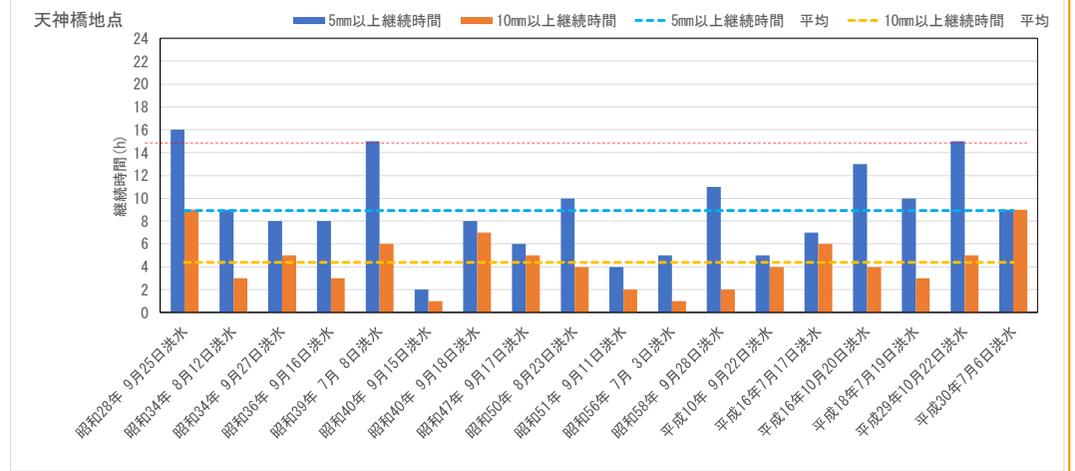
ピーク流量とn時間雨量との相関関係

- 短時間雨量が6時間を超えるとピーク流量と相関が高くなった。



強度の強い降雨の継続時間の検討

- 実績雨量から必要な降雨継続時間は、5mm以上の継続時間で平均9時間、10mm以上の継続時間で平均4時間となり、15時間で概ねの洪水がカバー可能。



※3基準地点及び2主要地点における年最大流量の上位10洪水を包絡する全18洪水を対象とした

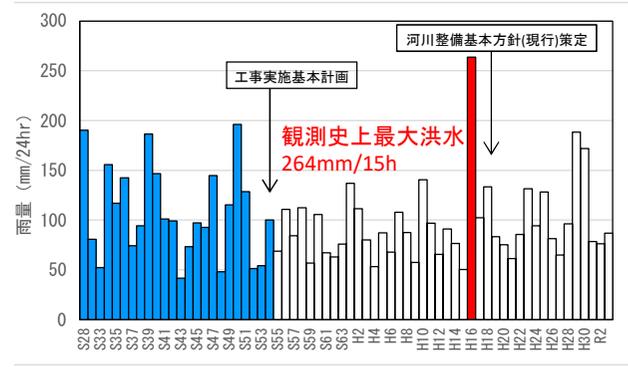
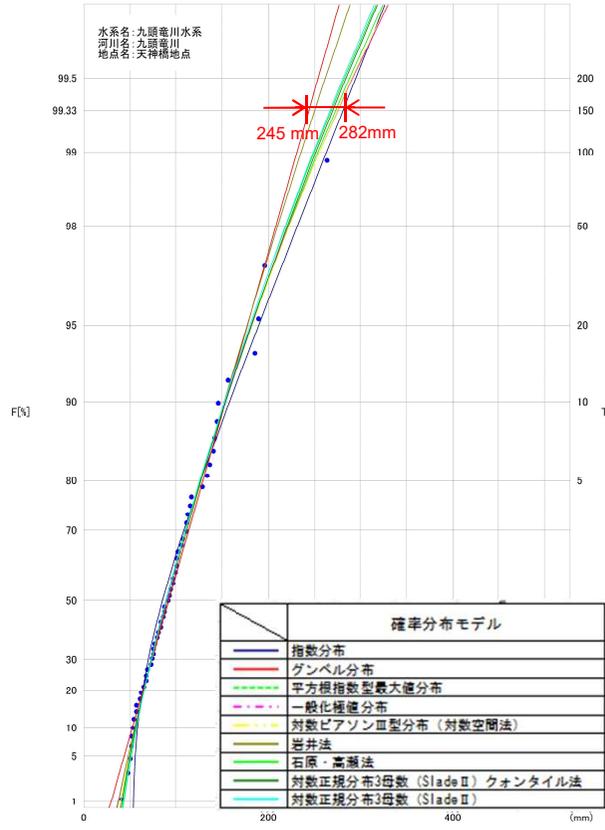
- 既定計画策定時と流域の重要度等に大きな変化がないことから計画規模1/150を踏襲した。
- 計画規模の年超過確率1/150降雨量に降雨量変化倍率1.1倍を乗じた値、269mm/15hを計画対象降雨の降雨量と設定した。

計画対象降雨の降雨量

【考え方】
 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雨量確率を算定し、これに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。

- 時間雨量データの存在する昭和28年～平成22年の年最大15時間雨量を対象に水文解析に一般的に用いられる解析分布モデルによる1/150確率雨量から、適合度の基準※1を満足し、かつ安定性の良好※2な確率分布モデルを用いて、年超過確率1/150確率雨量245mm/15hを算定。
- 2℃上昇時の降雨変化倍率1.1倍を乗じ、計画対象降雨の降雨量を269mm/15hと設定。

※1: SLSC ≤ 0.04
 ※2: Jackknife推定誤差が最小



確率分布モデル	確率雨量 (mm/15h)
指数分布	281.7
グンベル分布	244.6
平方根指数型最大値分布	273.7
一般化極値分布	276.1
対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法)	—
対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法)	275.8
岩井法	250.9
石原・高瀬法	268.8
対数正規分布3母数 (SladeⅡ) クォンタイル法	270.5
対数正規分布3母数 (SladeⅡ)	267.6
対数正規分布2母数 (SladeⅠ, L積率法)	—
対数正規分布4母数 (SladeⅠ, L積率法)	—
対数正規分布4母数 (SladeⅠ, 積率法)	—

【参考】近年降雨の気候変動の影響等の確認

【考え方】
 雨量標本に経年的変化の確認として「非定常状態の検定：Mann-Kendall検定等」を行った上で、非定常性が確認されない場合は、最新年までデータを延伸し、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合わせて実施。

- Mann-Kendall (マン・ケンドール) 検定 (定常 / 非定常性を確認) S28～H22および雨量データを一年ずつ追加し、R3までのデータ対象とした検定結果を確認
 ⇒ データをR3年まで延伸しても、非定常性が確認されないため、最新年 (R3年降雨) までデータ延伸を実施

- 近年降雨までデータ延伸を実施
 定常性が確認できるR3年まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般的に用いられる確率分布モデルによる 1/150確率雨量から、適合度の基準※1を満足し、安定性の良好※2な確率分布モデルを用いて1/150確率雨量を算定

⇒ 令和3年までの雨量データを用いた場合の超過確率 1/150確率雨量は246mm/15hとなり、データ延伸による 確率雨量は設定した計画対象降雨量と大きな差がないことを確認。

- 主要洪水の選定は、各基準地点、主要地点の実績流量が、氾濫注意水位相当流量以上かつ引き伸ばし率が2倍以下の洪水とした。
- 選定した洪水(棄却した洪水を除く)について、1/150確率15時間雨量269mmとなるように引き伸ばし降雨波形を作成し、流出計算流量を算出した。
- 短時間雨量あるいは小流域が著しい引き伸ばし(雨量確率1/500以上)となっている洪水については棄却した。

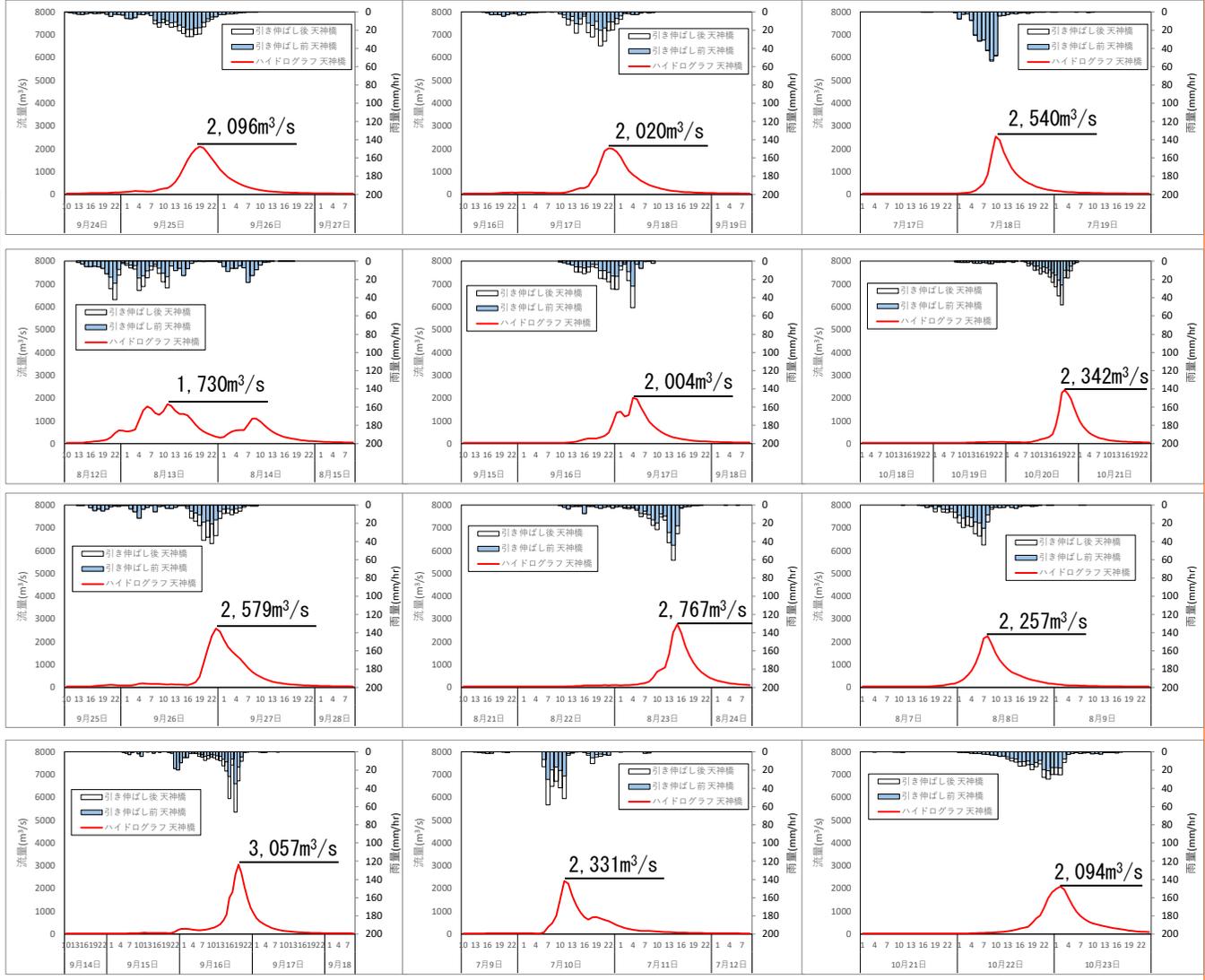
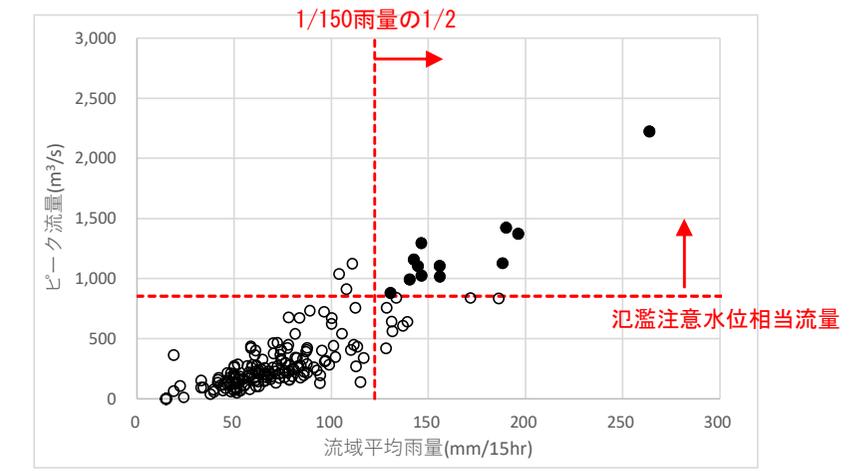
主要降雨波形の選定

【棄却基準】 下記の、降雨量が1/500規模以上となる洪水を棄却

- ①時間分布による棄却
洪水到達時間=6hr 計画降雨継続時間の1/2=8hr
- ②地域分布による棄却
足羽川流域を3つの地域に分割

洪水 No.	洪水名	天神橋上流域			ピーク流量 m ³ /s	棄却理由
		実績雨量 mm/15hr	計画雨量 mm/15hr	倍率		
No. 2	S28.9.25	190.1	269.1	1.415	2,096	
No. 15	S34.8.12	155.8	269.1	1.727	1,730	
No. 16	S34.9.27	130.5	269.1	2.062	2,579	
No. 24	S36.9.16	142.5	269.1	1.888	3,057	
No. 36	S40.9.18	146.4	269.1	1.838	2,020	
No. 53	S47.9.17	144.7	269.1	1.860	2,004	
No. 58	S50.8.23	196.2	269.1	1.371	2,767	
No. 116	H10.7.10	140.4	269.1	1.917	2,331	
No. 130	H16.7.17	263.8	269.1	1.020	2,540	
No. 131	H16.10.20	146.4	269.1	1.837	2,342	
No. 167	H29.8.7	155.9	269.1	1.726	2,257	
No. 170	H29.10.22	188.2	269.1	1.429	2,094	

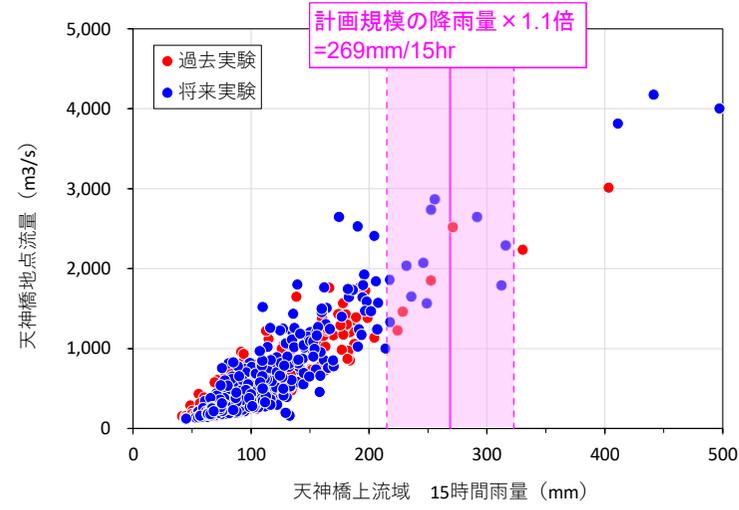
拡大後雨量の確率評価が棄却基準(1/500雨量)を超過しているため棄却



基本高水の設定 計画規模相当におけるアンサンブル予測降雨波形の抽出 (天神橋地点)九頭竜川水系

- アンサンブル将来予測降雨波形から求めた、現在気候及び将来気候の年最大流域平均雨量標本から計画対象降雨の降雨量(天神橋269mm/15hr)に近い15洪水を抽出した。抽出した15洪水は、中央集中や複数の降雨ピークがある波形等、様々なタイプの降雨波形を含んでいることを確認。
- 抽出した洪水の降雨波形について気候変動を考慮した1/150確率規模の15時間雨量(天神橋269mm)まで引き縮め/引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出。

アンサンブル将来予測降雨波形データを用いた検討



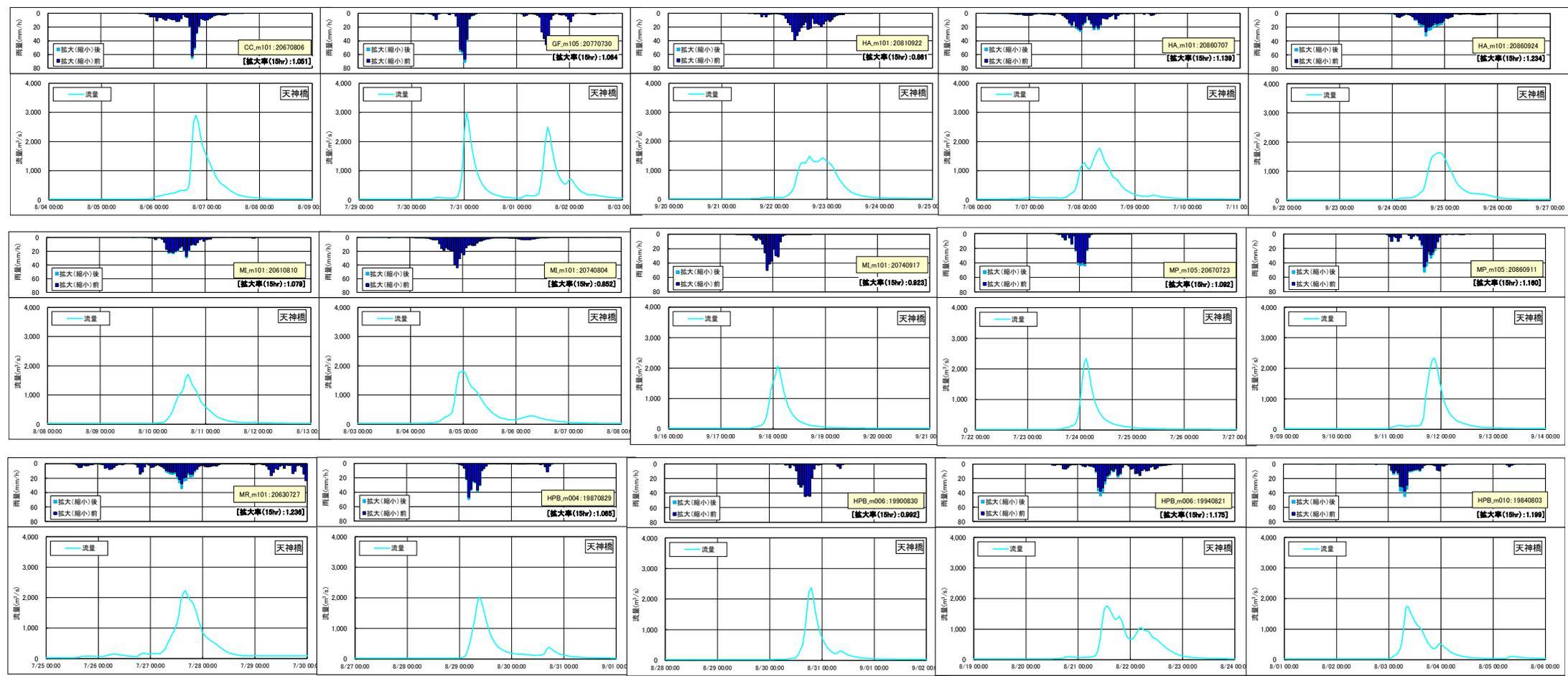
■ d2PDF(将来360年、現在360年)の年最大雨量標本(360年)を流出計算
 ■ 著しい引き伸ばし等によって降雨波形を歪めることがないよう、計画対象降雨の降雨量近傍(上下20%以内)の15洪水を抽出(紫の範囲)

洪水名	天神橋上流域平均15hr雨量 (mm)	気候変動後1/150雨量 (mm)	引き伸ばし倍率 (1/150 × 1.1倍)	天神橋地点ピーク流量 (m³/s)	
将来実験					
CC_m101 : 20670806	256.0	269.1	1.051	2,894	
GF_m105 : 20770730	252.8		1.064	3,006	
HA_m101 : 20810922	312.4		0.861	1,490	
HA_m101 : 20860707	236.2		1.139	1,767	
HA_m101 : 20860924	218.1		1.234	1,631	
MI_m101 : 20610810	249.3		1.079	1,705	
MI_m101 : 20740804	315.9		0.852	1,824	
MI_m101 : 20740917	291.7		0.923	2,066	
MP_m105 : 20670723	246.3		1.092	2,341	
MP_m105 : 20860911	232.0		1.160	2,331	
MR_m101 : 20630727	217.7		1.236	2,232	
過去実験					
HPB_m004 : 19870829	252.7		269.1	1.065	2,024
HPB_m006 : 19900830	271.2			0.992	2,374
HPB_m006 : 19940821	229.0			1.175	1,754
HPB_m010 : 19840803	224.5	1.19		1,738	

基本高水の設定 計画規模相当におけるアンサンブル予測降雨波形の抽出 (天神橋地点) 九頭竜川水系

アンサンブル将来予測降雨波形データを用いた検討

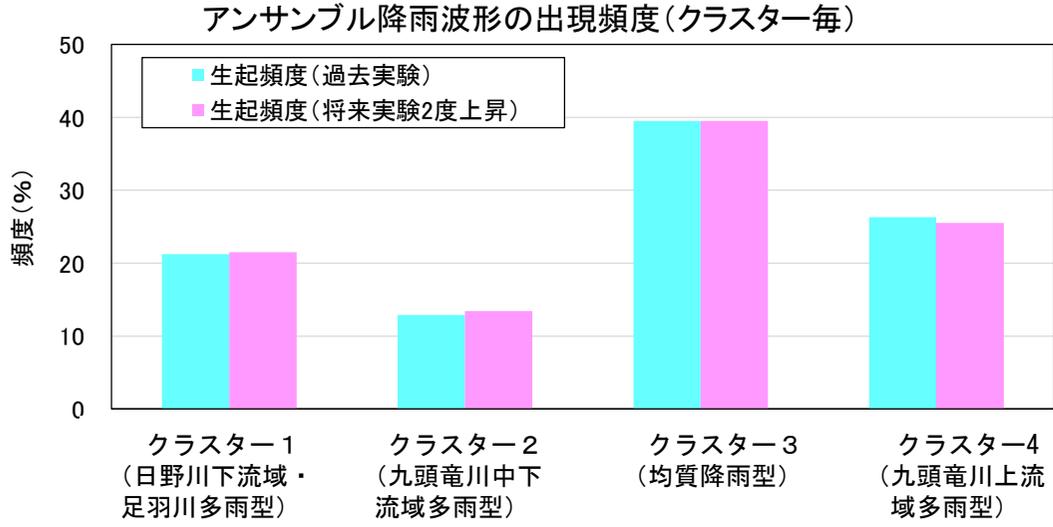
【抽出した予測降雨波形による流量】



- これまで、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、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考慮する必要がある。
- 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ため、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて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の確認を実施。
- その結果、天神橋地点では主要洪水に含まれないクラスター2(九頭竜川中下流域多雨型)に該当する降雨波形を将来実験アンサンブル予測から1洪水抽出する。
- 抽出した洪水の降雨波形を気候変動考慮した1/150確率規模の降雨量まで引き伸ばし、見直した流出計算モデルにより流出量を算出した。

空間クラスター分析による主要洪水群に不足する地域分布の降雨パターンの確認

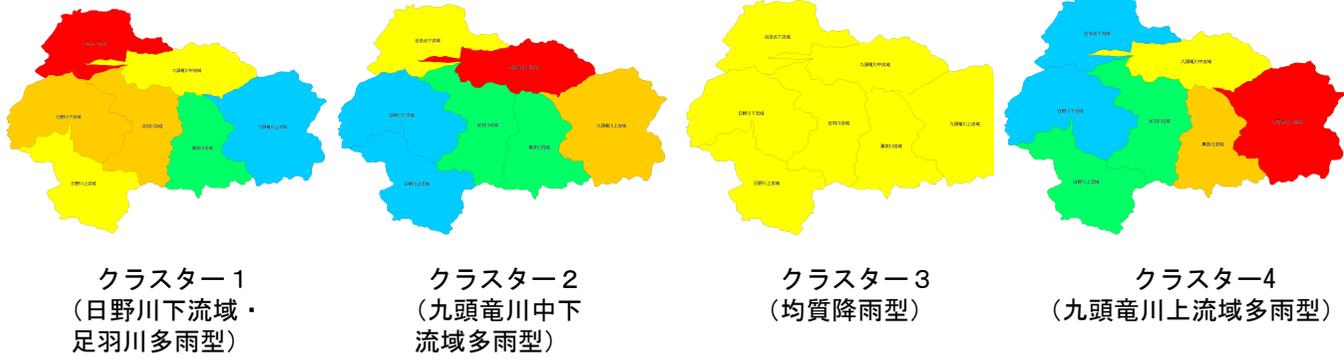
洪水NO	発生年月日	天神橋上流域		拡大率	天神橋地点基本高水のピーク流量 (m ³ /s)	クラスターno
		実績雨量 (mm/15hr)	計画雨量 (mm/15hr)			
主要降雨波形群						
No. 2	S28. 9. 25	190. 1	269. 1	1. 415	2, 096	1
No. 15	S34. 8. 12	155. 8		1. 727	1, 730	4
No. 16	S34. 9. 27	130. 5		2. 062	2, 579	3
No. 24	S36. 9. 16	142. 5		1. 888	3, 057	4
No. 36	S40. 9. 18	146. 4		1. 838	2, 020	1
No. 53	S47. 9. 17	144. 6		1. 860	2, 004	3
No. 58	S50. 8. 23	196. 2		1. 371	2, 767	4
No. 116	H10. 7. 10	140. 4		1. 917	2, 331	1
No. 130	H16. 7. 17	263. 8		1. 020	2, 540	3
No. 131	H16. 10. 20	146. 4		1. 837	2, 342	3
No. 167	H29. 8. 7	155. 9		1. 726	2, 257	3
No. 170	H29. 10. 22	188. 2		1. 429	2, 094	3
クラスター分析により主要降雨波形群に不足する降雨波形						
CC_m105 : 20620625		150. 1	269. 1	1. 793	2, 104	2



■ アンサンブル将来予測降雨波形を対象に、各流域における雨量の流域平均雨量への寄与率を算出し、ユークリッド距離を指標としてワード法によりクラスターに分類。



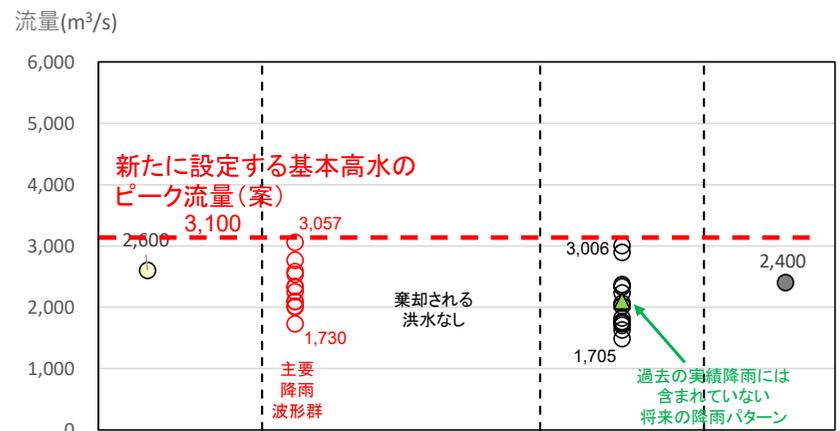
九頭竜川のアンサンブル予測雨量による降雨分布のクラスター分析結果



○ 気候変動による外力からの増加に対応するため、気候変動を考慮した雨量データによる確率からの検討、アンサンブル予測降雨波形を用いた検討、既往洪水からの検討から総合的に判断した結果、九頭竜川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点天神橋において3,100m³/sと設定。

基本高水の設定に係る総合判断

基本高水の設定に係る総合判断(天神橋地点)



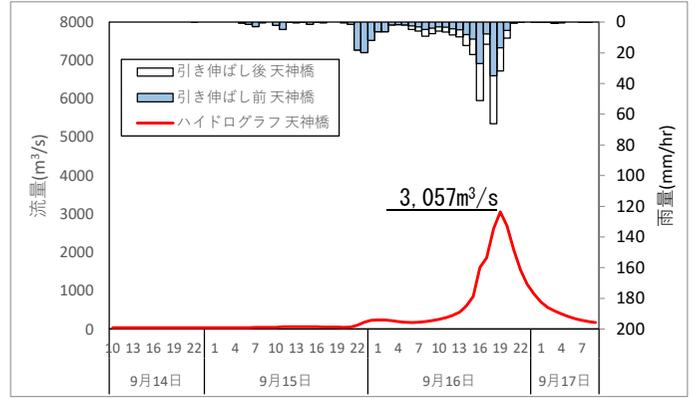
- ① 既定計画の基本高水ピーク流量
- ② 【降雨量変化倍率考慮】降雨データによる確率からの検討
- ③ アンサンブル予測降雨波形を用いた検討
- ④ 既往洪水からの検討

【凡例】

- ②雨量データによる確率からの検討
 - 降雨量変化倍率(2℃上昇時の降雨量の変化倍率1.1倍)を考慮した検討
 - ×: 短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水
 - : 棄却された洪水(×)のうち、アンサンブル予測降雨波形(過去実験、将来予測)の時空間分布から見て将来起こ得ると判断された洪水
- ③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討
 - : 気候変動予測モデルによる現在気候(1980~2010年)及び将来気候(2℃上昇)のアンサンブル降雨波形
 - ▲: 過去の実績降雨(主要降雨波形群)には含まれていない、将来増加すると想定される降雨パターン

新たに設定する基本高水

引き伸ばし後の降雨波形を用いて算定したピーク流量が最大となるS36.9波形



河道と洪水調節施設等への配分の検討に用いる主要降雨波形群

洪水 No.	洪水名	実績15時間雨量 mm/15hr	降雨倍率 (計画降雨量) 269.1mm/15hr	ピーク流量 m ³ /s
No. 2	S28. 9. 25	190.1	1.415	2,096
No. 15	S34. 8. 12	155.8	1.727	1,730
No. 16	S34. 9. 27	130.5	2.062	2,579
No. 24	S36. 9. 16	142.5	1.888	3,057
No. 36	S40. 9. 18	146.4	1.838	2,020
No. 53	S47. 9. 17	144.6	1.860	2,004
No. 58	S50. 8. 23	196.2	1.371	2,767
No. 116	H10. 7. 10	140.4	1.917	2,331
No. 130	H16. 7. 17	263.8	1.020	2,540
No. 131	H16. 10. 20	146.4	1.837	2,342
No. 167	H29. 8. 7	155.9	1.726	2,257
No. 170	H29. 10. 22	188.2	1.429	2,094

③計画高水流量の検討

③計画高水流量の検討 ポイント

- 流域内には既設ダムが多く、九頭竜川流域には現状でも治水容量を有したダムが複数存在。また、足羽川流域では「足羽川ダム」が現在建設中である。
- 気候変動による降雨量の増加に対応するためには、流域治水の観点から踏まえた既設ダムの有効活用や、流域全体を俯瞰したうえで支川での貯留・遊水機能の確保等を幅広く検討。
- 河道配分流量について、九頭竜川、日野川の沿川は福井市の市街地で家屋が密集し、引堤による河道断面拡大は社会的影響が大きく、困難である。また、九頭竜川中流部はアラレガコ生息地としての天然記念物指定されており、河床の掘削が制限されるため、中角地点の計画高水流量は現行の基本方針と同じく $5,500\text{m}^3/\text{s}$ とする。
- 九頭竜川、日野川の下流部は高水敷利用の変化や水際環境(ヨシ・マコモ群落)、湿地環境の保全等を考慮、塩水遡上も配慮したうえで、可能な範囲で河道掘削を行うことにより、深谷地点の河道配分流量は $5,700\text{m}^3/\text{s}$ に増大可能。(主要地点の布施田地点は $10,700\text{m}^3/\text{s}$ に増大可能)
- 洪水調節について、九頭竜川本川では基本高水の増加分を洪水調節により対応するため、既存ダムの有効活用に加え、新たな洪水調節施設で対応し、 $3,800\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節を行うこととする。

河道配分流量（日野川・九頭竜川）

- 日野川では、過去に8k地点において水田の塩害や取水障害が生じており、日野川や日野川合流点より下流の九頭竜川では、できる限り低水路の河床を掘り下げるような河床掘削を抑える必要がある。
- 天然記念物となっているアラレガコ（カマキリ）の生息場や貴重種を保全するため、九頭竜川中流中角区間では、河床掘削は平水位+50cmに制限されている。これを超える掘削の際には文化庁との協議が必要であり、極力そのような掘削は行わないようにすることが必要である。

河床掘削による塩水遡上範囲の拡大

- 九頭竜川河口から日野川11kまでの縦断面図を以下に示しており河床勾配の緩やかな日野川では塩水遡上が発生しやすい。
- 九頭竜川に関しては17kを境に河床勾配が急になり、また河床が朔望平均満潮位よりも高くなることから塩水遡上は発生しにくい。
- 日野川では勾配が緩く塩水遡上の範囲が8k付近まで生じる可能性があり、平水位以下の河床掘削により縦断を下げると上流に遡上するため、取水への影響が懸念される。

河川名	距離標	水利使用の名称	かんがい面積 (ha)
日野川	9.9 k	朝宮揚水機	6.90
	9.2 k	片船揚水機	64.00
	8.5 k	社用水(第2取水口)	133.00
	7.9 k	社用水(第1取水口)	7.00
	7.9 k	久喜津揚水機	10.50
	7.5 k	竹生揚水機	20.00
	7.2 k	清水揚水機	30.00
	6.3 k	下市揚水機	20.00
	5.3 k	角折揚水機	19.50
	4.4 k	大瀬揚水機	20.00
九頭竜川	3.3 k	深谷揚水機	18.30
	1.2 k	横原揚水機	18.70
	13.8 k	天宮生揚水機	1.50
	13.3 k	九頭竜川左岸農業用水	1058.00
	13.3 k	福井臨海工業用水道	-
	10.5 k	布施田新揚水機	5.26
	9.3 k	正善揚水機	8.25
	3.9 k	川崎揚水機	3.30
	0.0 k	福井火力発電所	-



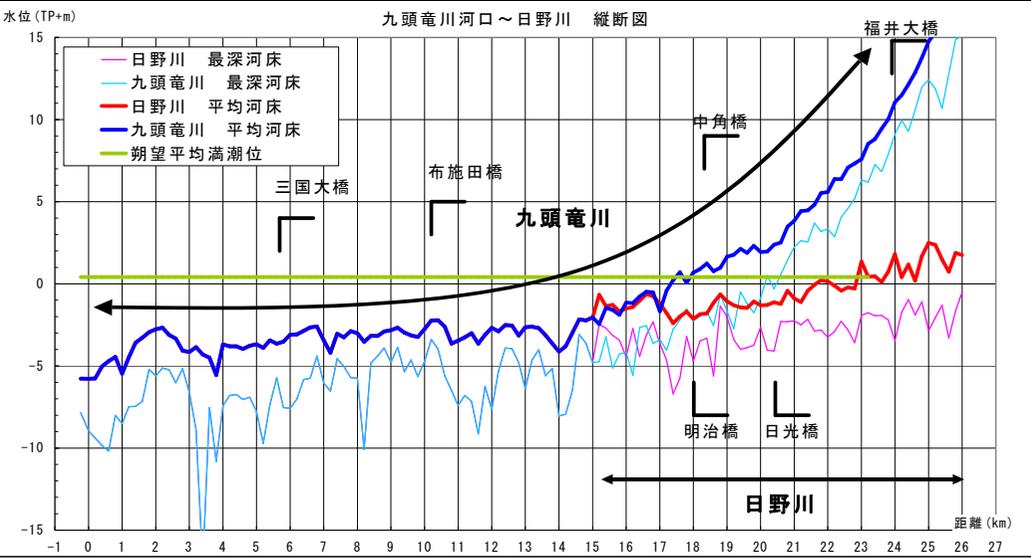
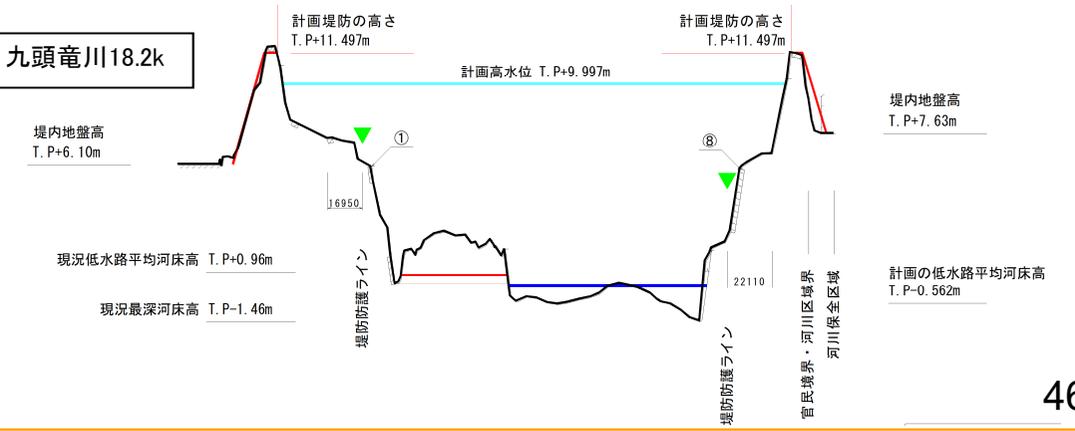
天然記念物: 九頭竜川におけるアラレガコの生息域

- 九頭竜川では、文化財保護法史跡名勝天然記念物として、アラレガコ（カマキリ）の生息地が指定されている。
- 指定区間: 福井市新橋の中角橋(17.8k付近)～大野市花房の阪谷橋(56.8k付近)
- 指定年月日: 昭和10(1935)年6月7日



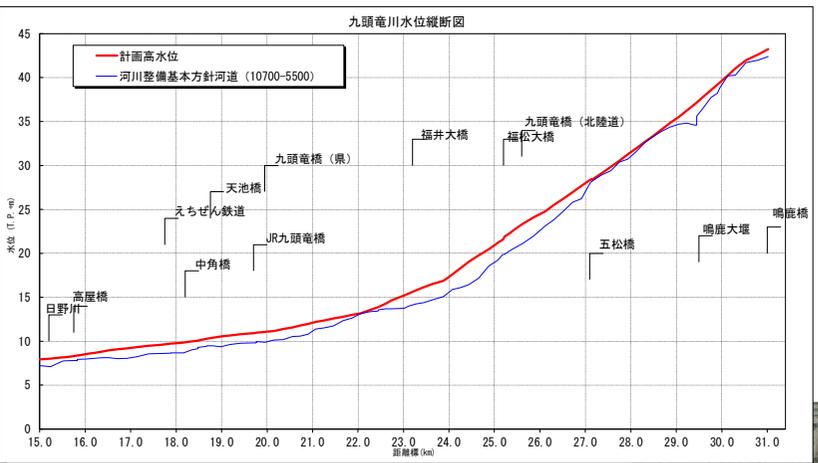
中角区間の制限

- 河床掘削: アラレガコの生息場(天然記念物)のため低水部分の掘削は制限されている
- 河道拡幅: 堤防防護ラインに余地がない、高水敷に貴重種(フジバカマ)が繁茂、沿川には、多数の家屋があり、引堤は社会的な影響が大きい

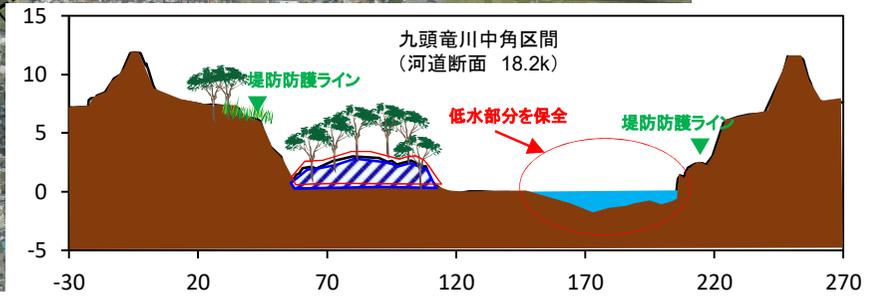
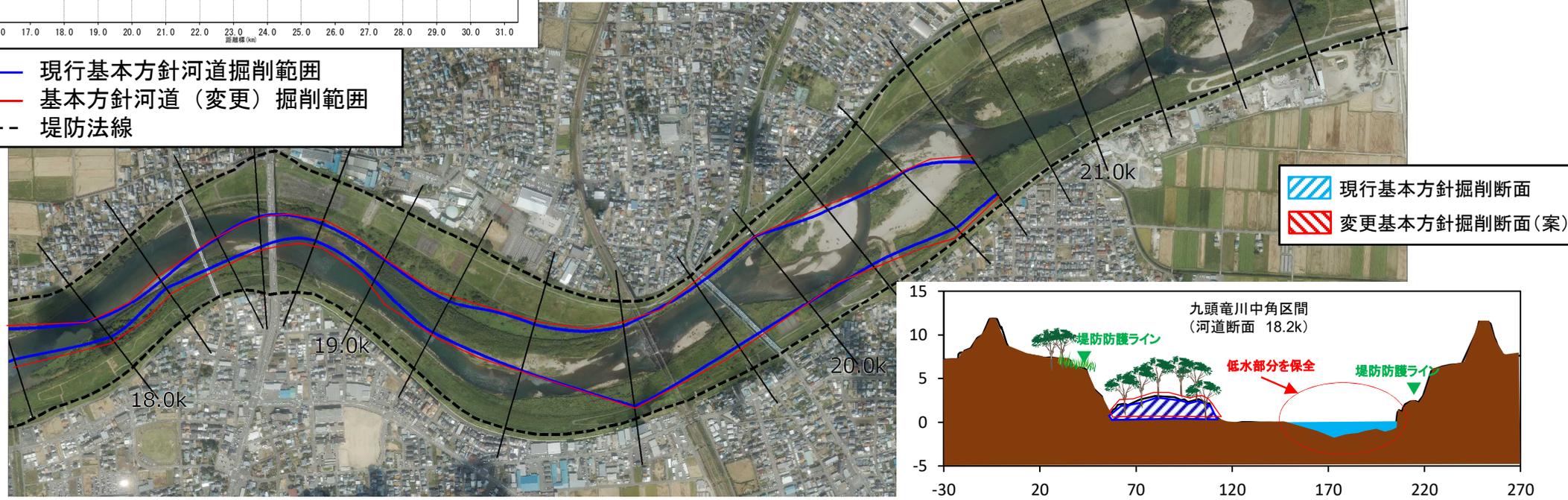


河道配分流量（河道配分流量の増大の可能性：九頭竜川中流部）

- 流下能力の低い18.2k地点では左右岸に市街地が広がり、引堤及び背後への断面拡大は困難。
- 九頭竜川では、福井市中角橋(17.8k付近)～大野市阪谷橋(56.8k付近)がアラレガコ(魚)の生息地として天然記念物指定を受けている。これを受け、天然記念物指定区間において河床掘削を行う場合、平水位+50cm(余裕分)を掘削下限高としており、下流部とは異なり高水敷の幅も広くない。またこの区間は、良好な生物の生育・生息環境となる礫河原が存在し、アラレガコが生息する瀬・淵や水際環境を保全する方針。
- 以上を踏まえたうえで、河川環境への影響を最小限に抑えつつ、可能な限り樹木伐採や河道掘削を行った場合、基準地点中角の河道配分流量は現行の基本方針と同じ、5,500m³/sである。



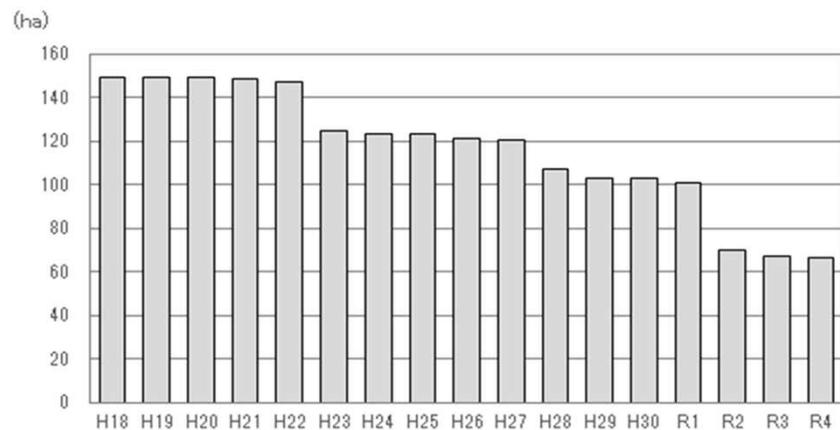
— 現行基本方針河道掘削範囲
— 基本方針河道(変更)掘削範囲
- - - 堤防法線



高水敷利用の変化

高水敷における農地の利用は、河川整備基本方針策定当時（平成18年）では149.2haであったが、その後、後継者不足などにより、令和4年時点で66.5haと55%減少している。

近年は、田畑の占用が減り、耕作放棄地になっている。このため、流下断面確保のため当該放棄地を含む高水敷の掘削を行うこととする。



許可申請手続きされた高水敷の田畑面積の経年比較 (九頭竜川)

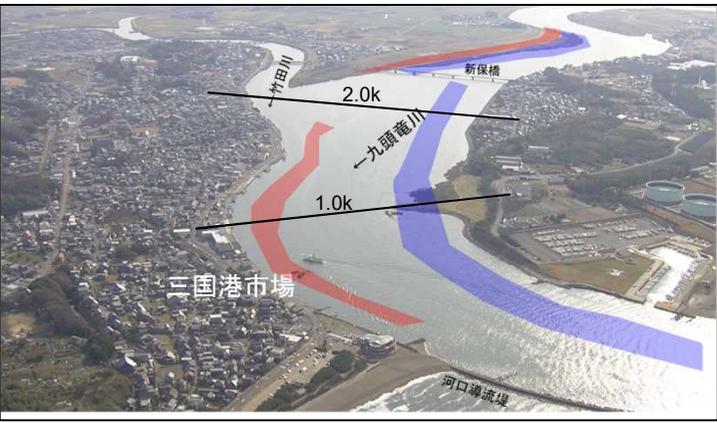


九頭竜川(14.0k付近)の耕作放棄地

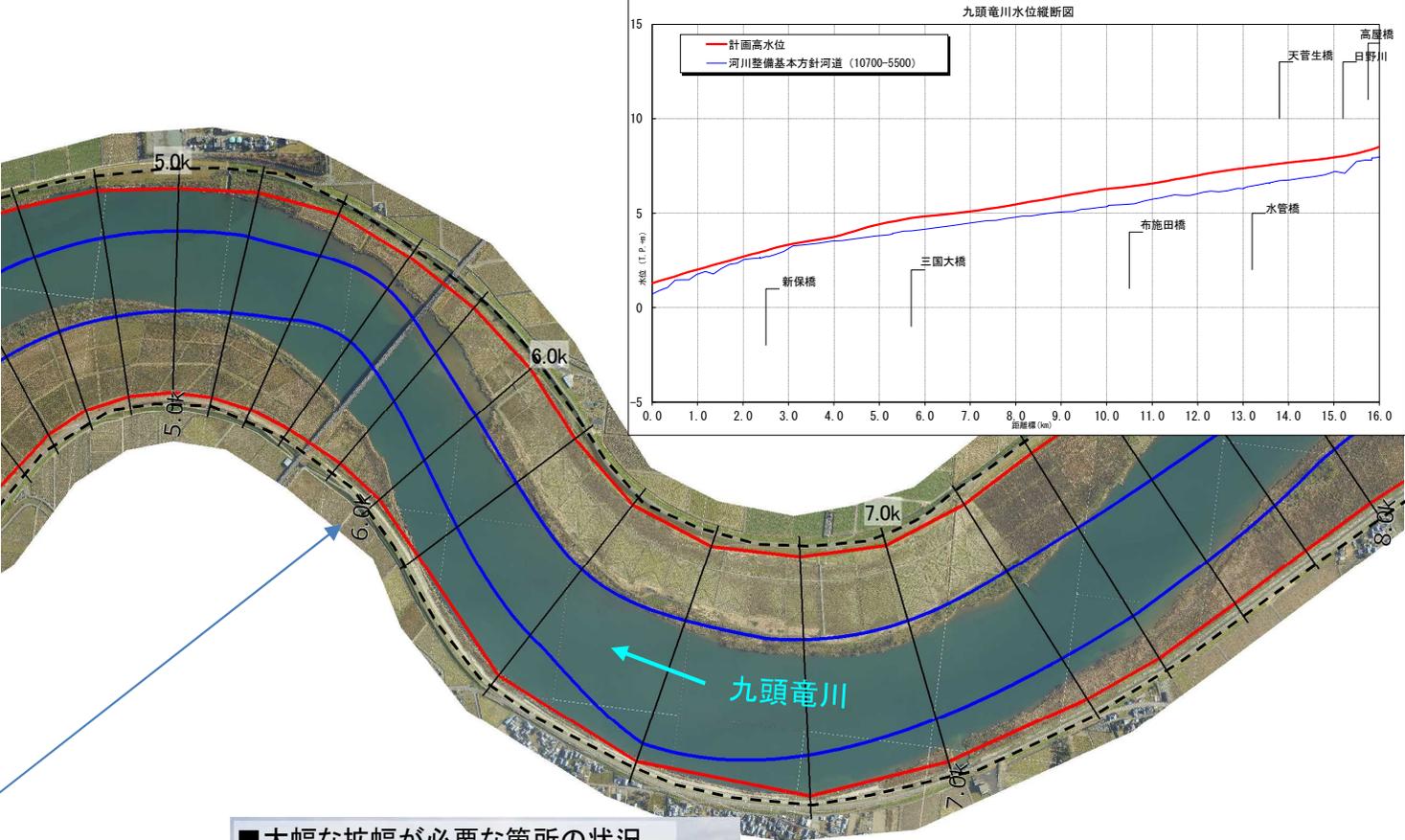


河道配分流量（河道配分流量の増大の可能性：九頭竜川下流部）

- 九頭竜川布施田区間(6.0k付近)では、堤防防護ラインまで高水敷幅に掘削の余地があるため、最大掘削深を塩水遡上等に配慮した高さとしつつ、日野川の水位低下にも寄与する河道掘削を行う。
- 塩水遡上や湿地環境(コウノトリ等の採餌場)や水際環境(ヨシ・マコモ群落、オオヒシクイ等の生息場)への影響を最小限に抑えつつ河道掘削を行った場合、主要地点布施田での河道配分流量は9,200m³/sから10,700m³/sに増大可能。

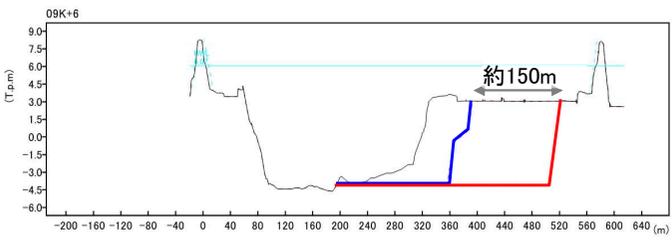
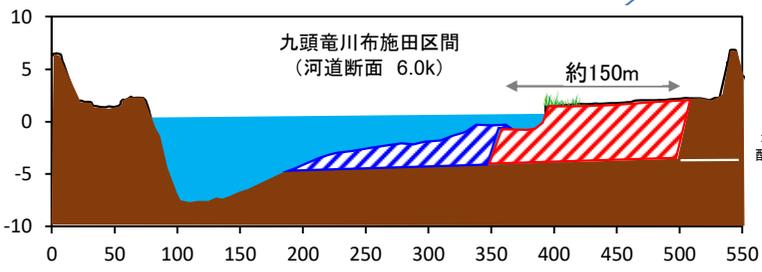


九頭竜川河口部



- 現行基本方針河道掘削範囲 (Blue line)
- 基本方針河道(変更)掘削範囲 (Red line)
- - - 堤防法線 (Dashed line)

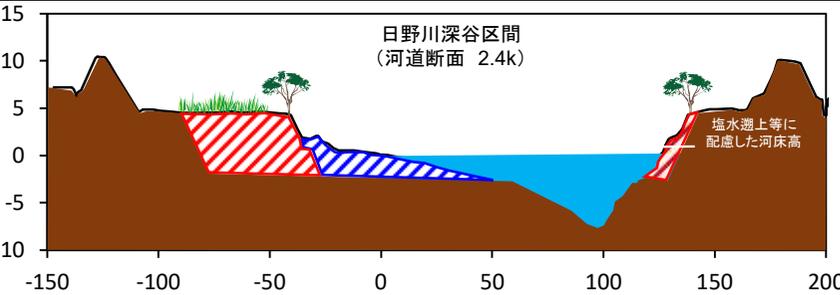
- ▨ 現行基本方針掘削断面 (Blue hatched)
- ▨ 変更基本方針掘削断面(案) (Red hatched)



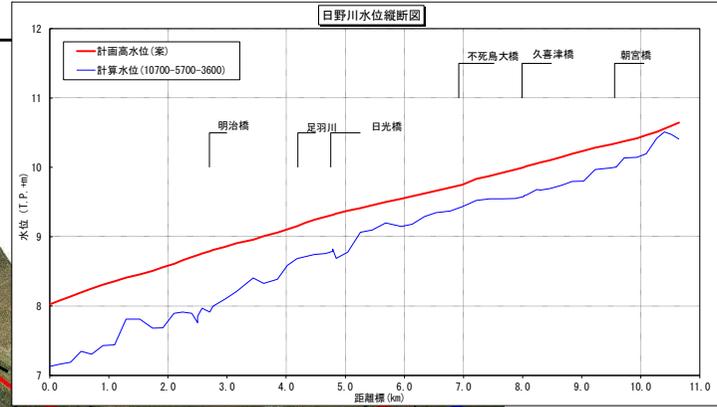
河道配分流量（河道配分流量の増大の可能性：日野川・足羽川）

九頭竜川水系

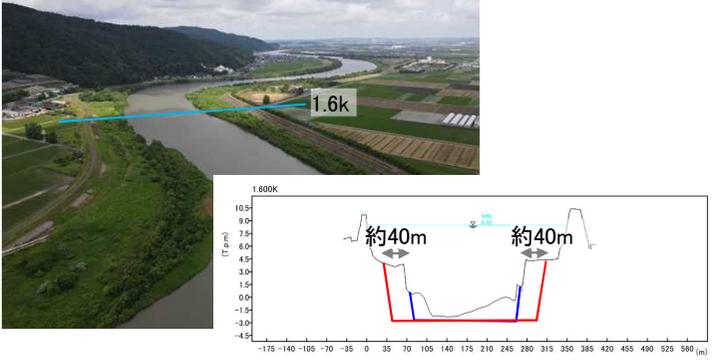
- 足羽川では平成16年の福井豪雨による被害を受けて、天神橋下流の区間では激特事業により大規模な河道掘削を行い、現行基本方針の計画高水流量までの河川整備が完了。
- 足羽川の流下能力の低い4.0k付近では左右岸に福井市の市街地が広がり、引堤は困難。
- 日野川下流部では平成25年に五大引堤が完了しており、再度引堤を行うことは社会的影響が大きい。
- 日野川深谷区間(2.4k付近)では、堤防防護ラインまで高水敷に掘削の余地があるため、最大掘削深を塩水遡上等に配慮した高さとしつつ、日野川の流下能力向上と足羽川の水位低下に寄与する河道掘削を行う。
- 河川改修による塩水遡上やコウノトリ等の採餌場となる湿地環境や水際環境への影響を最小限に抑えつつ、可能な限り掘削を行った場合、河道配分流量は基準地点深谷：現行の基本方針4,800m³/sから5,700m³/s、主要地点三尾野3,300m³/sから3,600m³/sに増大可能。また、足羽川の基準地点天神橋での河道配分流量は1,800m³/sから2,100m³/s増大が可能。



▨ 現行基本方針掘削断面
▨ 変更基本方針掘削断面(案)



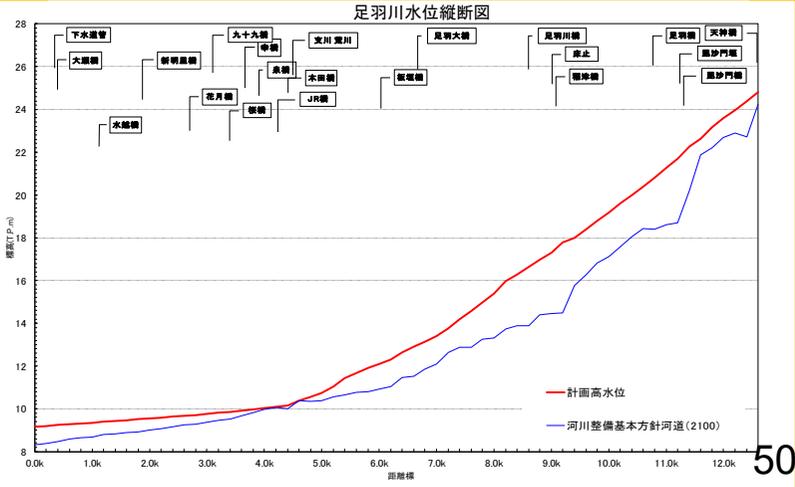
■ 大幅な拡幅が必要な箇所状況



足羽川（現行計画の計画高水流量まで改修済み）



足羽川下流部の市街地状況(4.0k付近)
出典：地理院空中写真2021/06/10



- 九頭竜川流域には15基の既存ダムがあり、洪水調節容量は約14,826万m³となっている。加えて、現在足羽川ダム及び吉野瀬川ダムを建設中。
- 気候変動による降雨量の増大に伴う流量の増加に対応するため、流域内の既存ダムを洪水調節に最大限活用を図り、将来的な降雨予測精度の向上によるさらなる洪水調節容量の確保、効率的に洪水調節を行う操作ルールへの変更等に加え、ダム再生や新たな洪水調節施設の整備を検討。
- なお、ダムの洪水調節容量の検討にあたっては、様々な洪水波形等により必要な洪水調節容量の検討を実施。

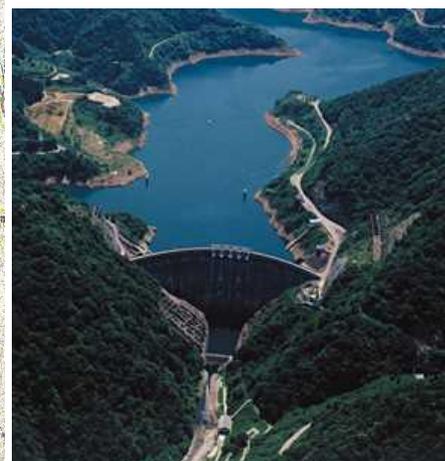
九頭竜川流域の既存ダム諸元

対象ダム	所管	洪水調節容量 (万m ³)	洪水調節 ^{※1} 可能容量 (万m ³)	基準雨量 (mm)	集水面積 (km ²)	型式	
						型	目的
九頭竜ダム	国交省	3,300.0	2812.4 ^{※4}	510	184.50	R	FP
真名川ダム	国交省	8,900.0 ^{※2}	600.0 ^{※2, ※4}	550	223.70	A	FNP
広野ダム	福井県	560.0 ^{※3}	457.6 ^{※4}	292	42.30	G	FNIP
笹生川ダム	福井県	1,128.0 ^{※3}	709.6 ^{※4}	294	70.66	G	FNWP
龍ヶ鼻ダム	福井県	460.0	530.7 ^{※4}	195	31.10	G	FNWP
永平寺ダム	福井県	19.0	7.5 ^{※4}	155	3.10	G	FNW
榎谷ダム	福井県	345.0	259.0 ^{※4}	277	10.16	R	FAWI
浄土寺川ダム	福井県	114.0 ^{※3}	65.2 ^{※4}	214	7.70	G	FNW
雲川ダム	北陸電力	0	11.1 ^{※4}	550	58.80	A	P
仏原ダム	北陸電力	0	170.0 ^{※4}	510	421.90	G	P
鷲ダム	電源開発	0	596.0 ^{※4}	510	191.60	GA	P
石徹白ダム	電源開発	0	0.0	-	96.80	GA	P
山原ダム	電源開発	0	0.0	-	142.70	G	P
小原ダム	北陸電力	0	0.0	-	11.80	G	P
滝波ダム	福井市	0	42.6 ^{※4}	183	7.50	R	F

九頭竜ダム



真名川ダム



既存ダムの位置図

【参考】洪水調節施設等（事前放流による効果）

○九頭竜川水系の治水協定に基づき、利水ダム等で事前放流により確保可能な容量を活用した洪水調節について、過去の主要洪水波形を用い、流量低減効果を試算した。

○九頭竜川流域については、洪水の波形によって一定の効果を得られることを確認した。このため将来的には降雨予測精度の向上が図られることを前提に、事前放流により確保可能な容量も考慮し、洪水調節を検討。

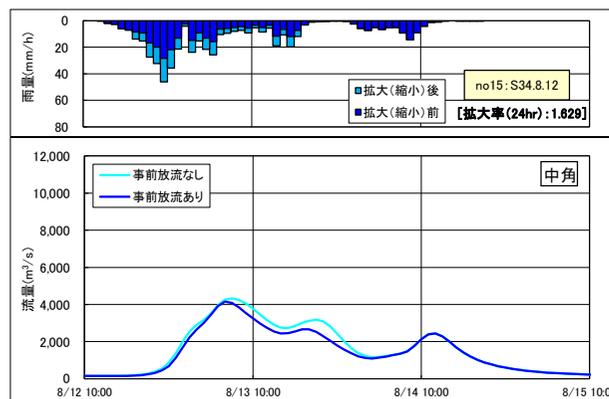
【基準地点 中角流量】

洪水no	洪水名	ピーク流量		低減効果
		事前放流なし	事前放流あり	
015	S34. 8. 12	4,336	4,164	172
019	S35. 8. 30	5,304	4,177	1,127
024	S36. 9. 16	7,215	6,387	828
058	S50. 8. 23	7,223	5,948	1,275
170	H29. 10. 22	6,017	5,594	423

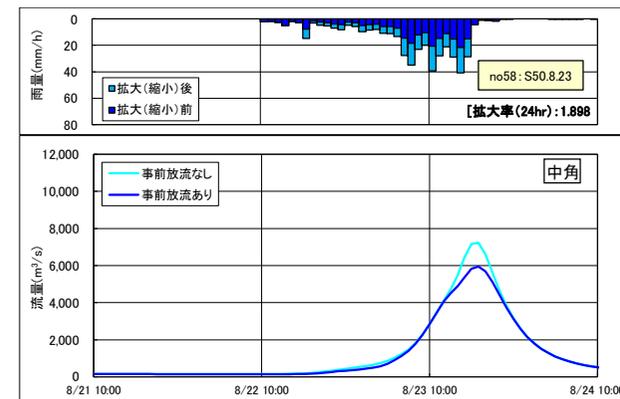
【基準地点 深谷流量】

洪水no	洪水名	ピーク流量		低減効果
		事前放流なし	事前放流あり	
002	S28. 9. 25	4,495	4,489	6
058	S50. 8. 23	5,793	5,725	68
131	H16. 10. 20	5,483	5,483	0
133	H18. 7. 19	4,501	4,501	0
170	H29. 10. 22	4,621	4,618	3

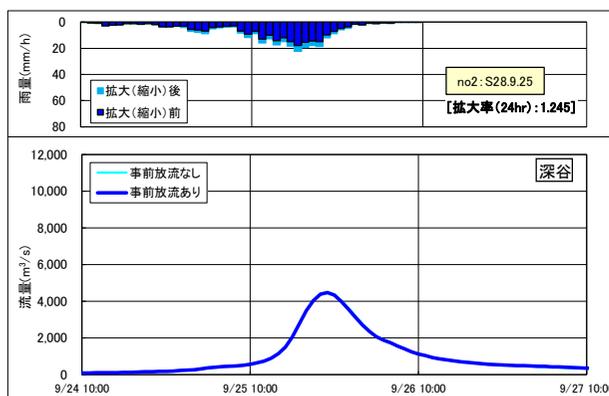
【S34. 8. 12型】中角地点



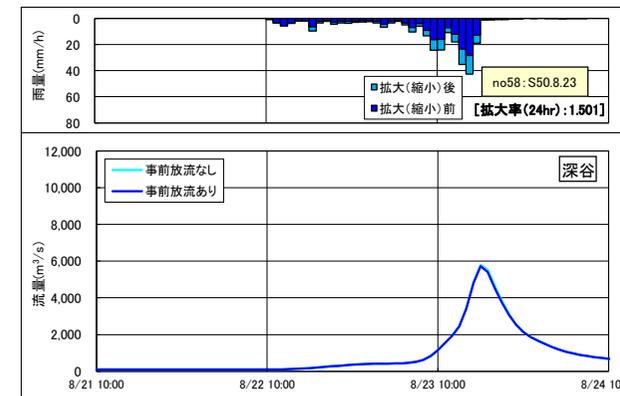
【S50. 8. 23型】中角地点



【S28. 9. 25型】深谷地点



【S50. 8. 23型】深谷地点



洪水調節施設等

○河道について、本川・日野川合流点下流(布施田)、日野川(深谷)、足羽川(天神橋)地点は河道掘削により河道配分流量の増大が可能。

○河道配分流量を踏まえ、今回見直しを行う基本高水ピーク流量に対応するため、各河川の洪水調節施設等に対応は次のとおりとする。

各河川における実現可能性の高い調節施設は以下のとおり。

九頭竜川：事前放流により確保可能な容量も考慮した、既設ダムの有効活用やダム再生、新たな洪水調節施設の整備

日野川：既設ダムの最大限の活用等

足羽川：建設中の足羽川ダムに加え足羽川下流域における貯留・遊水機能の確保

洪水調節施設の候補

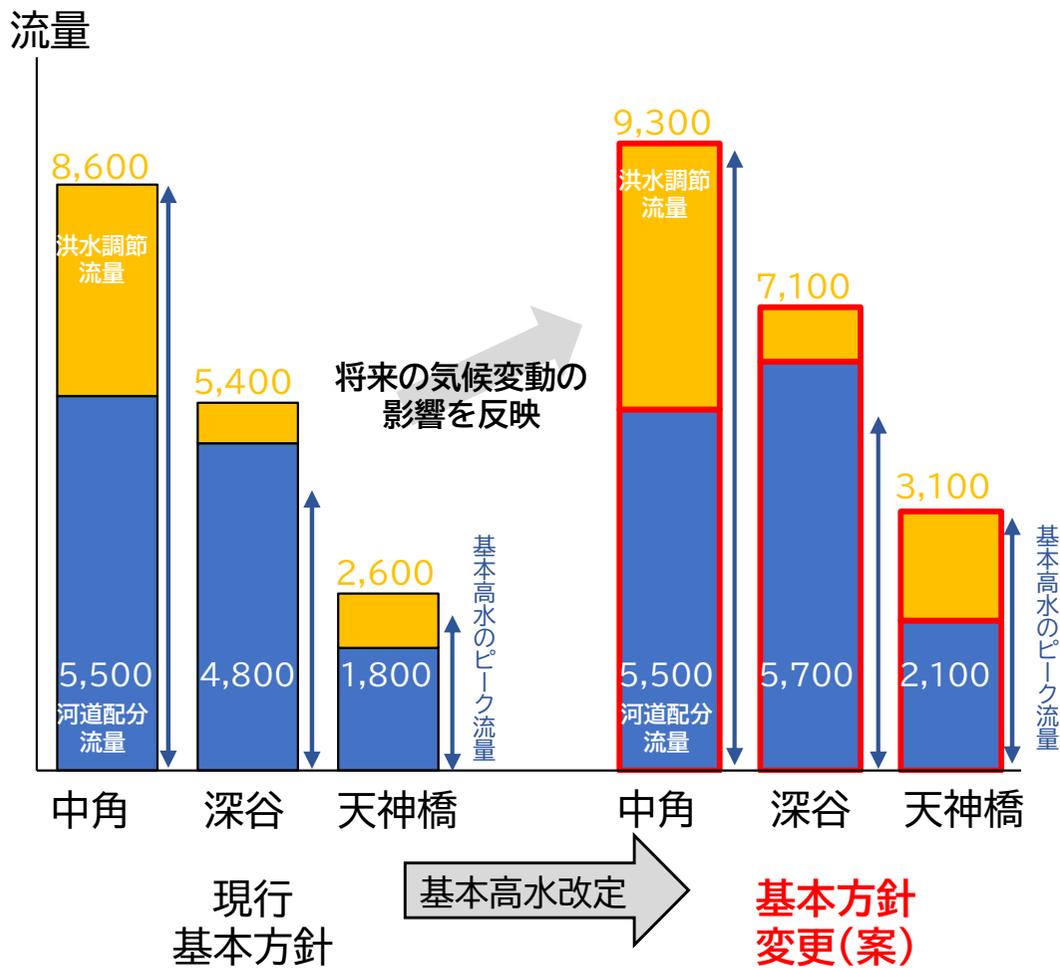


河道と洪水調節施設等の配分流量図

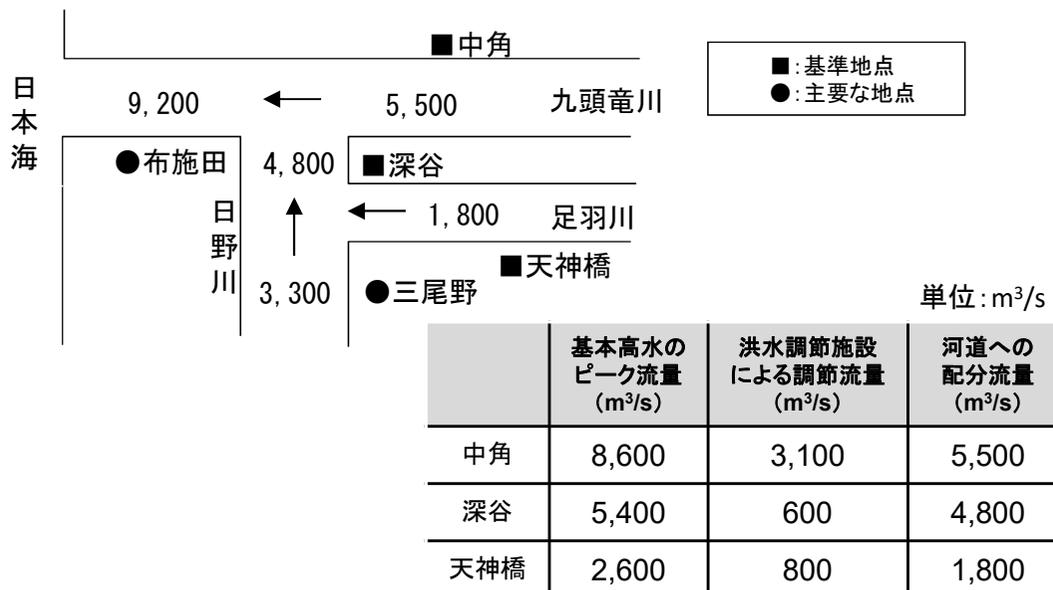
○ 気候変動による降雨量の増加等を考慮し設定した基本高水のピーク流量9,300m³/s(中角地点)、7,100m³/s(深谷基準地点)、3,100m³/s(天神橋基準地点)を、洪水調節施設等により調節し、河道への配分流量を5,500m³/s(中角基準地点)、5,700m³/s(深谷基準地点)、2,100m³/s(天神橋基準地点)とする。

<河道と洪水調節施設等の配分流量>

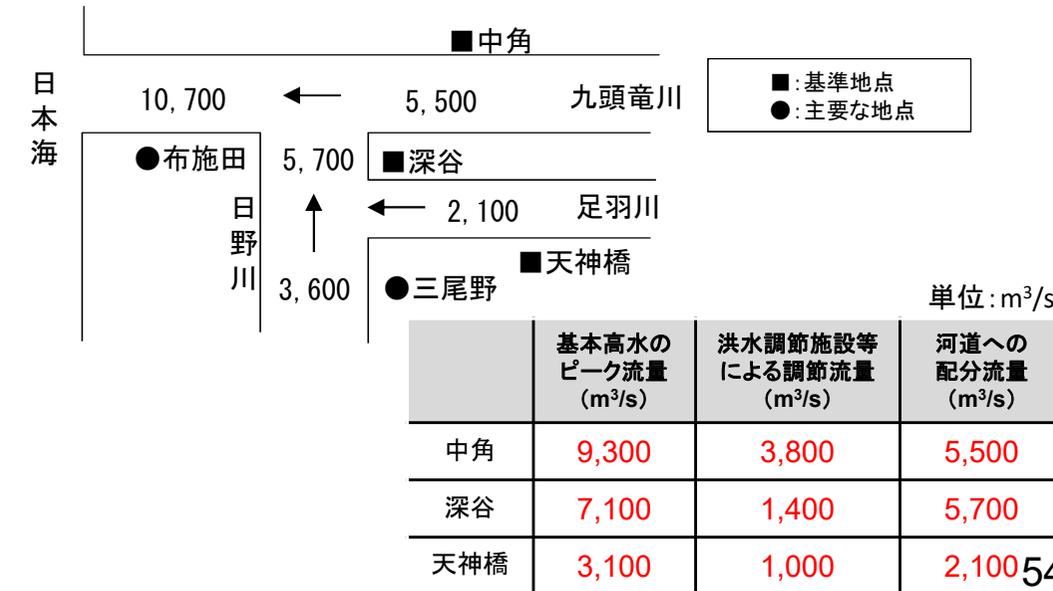
洪水調節施設等による調節流量については、流域の土地利用や雨水の貯留・保水遊水機能の今後の具体的取り組み状況を踏まえ、基準地点のみならず流域全体の治水安全度向上のため、具体的な施設配置等を今後検討していく。



【現行】 <九頭竜川計画高水流量図>



【変更】



- 気候変動の影響によって仮に海面水位が上昇したとしても手戻りのない河川整備を実施する観点から、河道配分流量を河川整備により計画高水位以下で流下可能かについて確認を実施。
- 九頭竜川では、流下能力評価の算出条件として、朔望平均満潮位に密度差による水位上昇を加えて出発水位と設定しているが、仮に海面水位が上昇(2℃上昇シナリオの平均値43cm)した場合、概ねH.W.L以下で流下可能となっていることを確認。
- 今後、海岸管理者が策定する海岸保全基本計画と整合を図りながら、河川整備計画等に基づき対応していく。

【気候変動による海面上昇について(IPCCの試算)】

- ◆ IPCCのレポートでは、2100年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、RCP2.6(2℃上昇に相当)で0.29 ~ 0.59m、RCP8.5(4℃上昇に相当)で0.61~1.10mとされている。
- ◆ 2℃上昇シナリオの気候変動による水位上昇の平均値は0.43mとされている。

シナリオ	1986~2005年に対する2100年における平均海面水位の予測上昇量範囲(m)	
	第五次評価報告書	SROCC
RCP2.6	0.26-0.55	0.29-0.59
RCP8.5	0.45-0.82	0.61-1.10

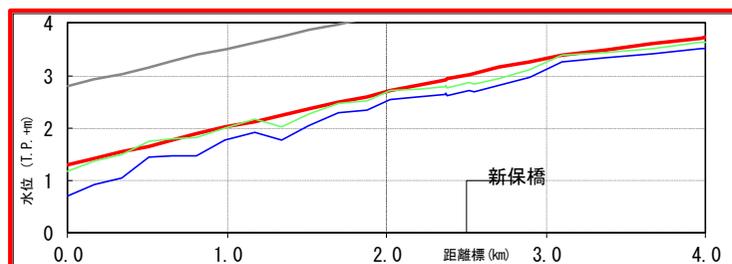
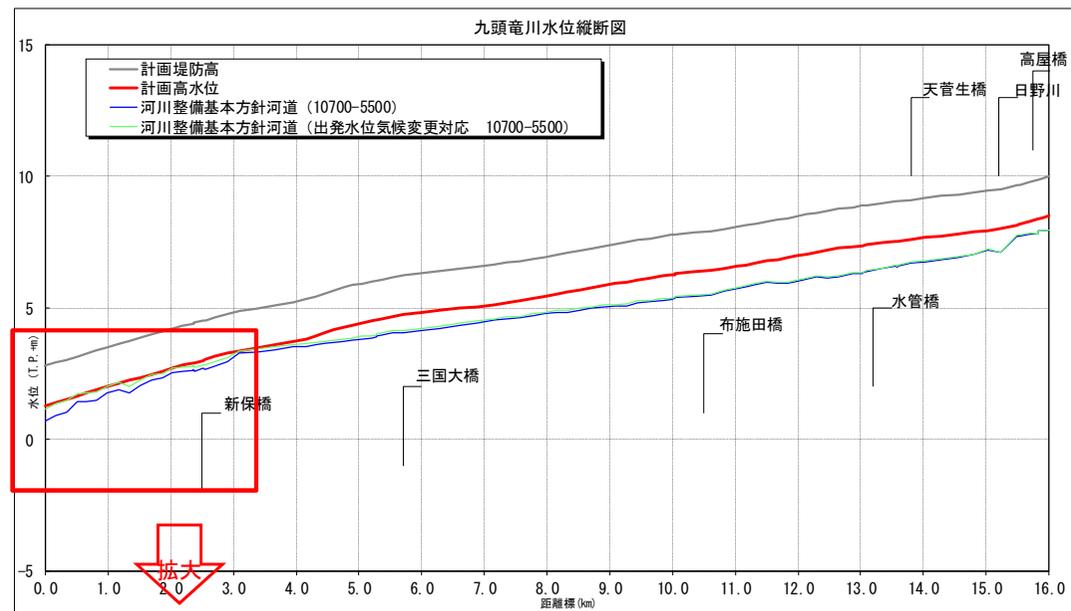


【九頭竜川における海面水位上昇が出発水位に与える影響】

- ① 現行の出発水位の設定方法
 朔望平均満潮位 + Δh(密度差)
 $= 0.412 + 0.146 = \underline{T.P.+0.56m}$
- ② 気候変動による海面水位上昇量: PCR2.6シナリオの平均値(0.43m)
- ③ 上記の①+②+密度差の変化量0.01mを追加:
 $T.P.+0.56m + 0.43m + 0.01m = T.P.+1.00m (> \text{現行出発水位: } T.P.+0.56m)$

出発水位の考え方(九頭竜川) ※海面上昇の影響

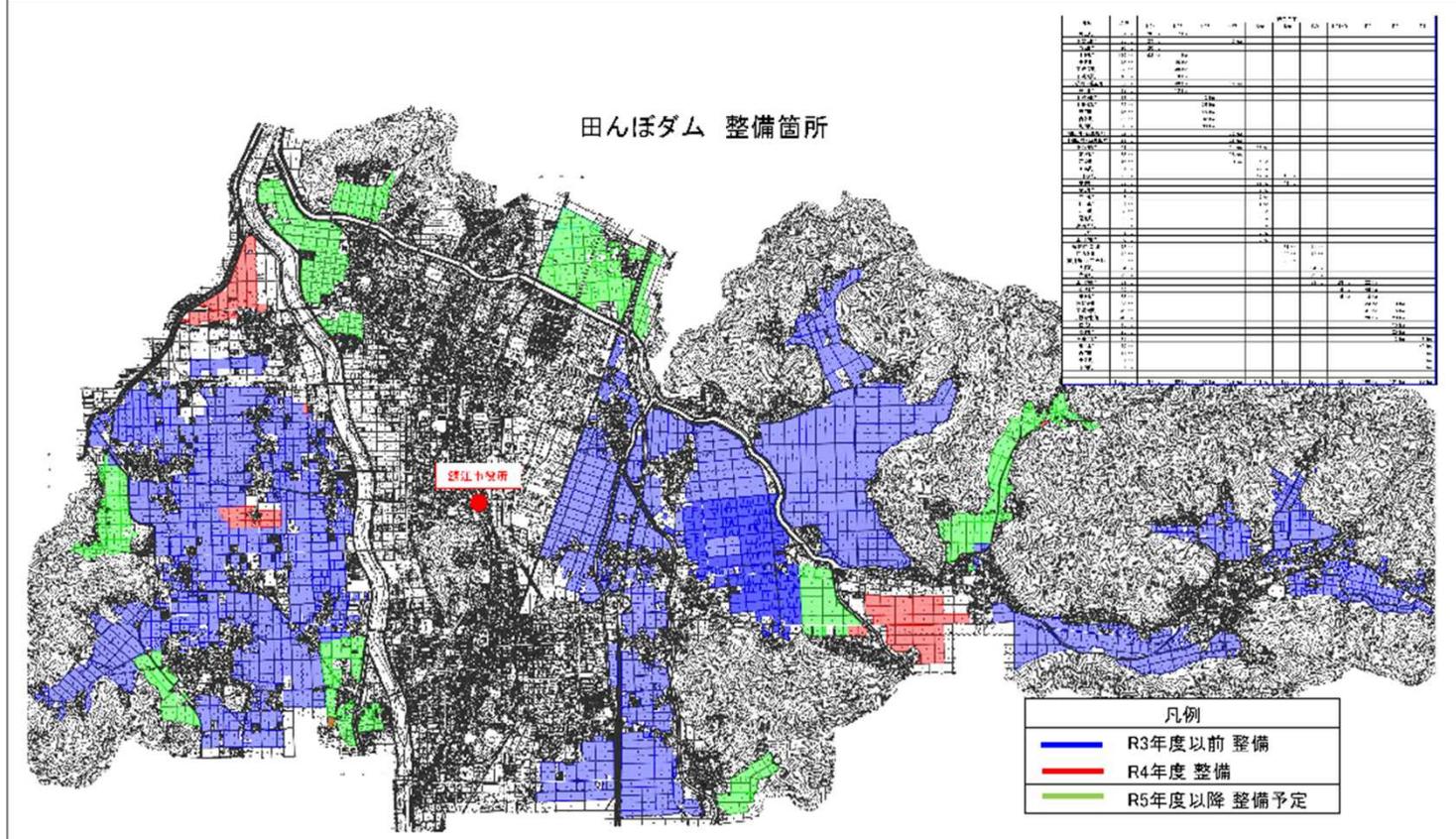
- | | |
|---------------|------------|
| ①: 出発水位 ※現行計画 | T.P.+0.56m |
| ②: ①+海面水位上昇 | T.P.+1.00m |



④集水域・氾濫域における治水対策

集水域・氾濫域における治水対策（田んぼダム）

- 鯖江市は、平成16年福井豪雨において甚大な被害が発生したことを受け、流域の被害軽減のため、平成20年から総合治水基本計画を策定し雨水対策に取り組んでいる。
- 平成24年度からは、田んぼダムの取組を推進しており、市内の田耕地面積約2,000haのうち、地元協議の整った地区から順次取組を進め、約1,500haを田んぼダムとして整備済みで、さらなる推進を図っている。



地区名	面積 (ha)	整備済 (ha)	整備予定 (ha)
鯖江市	2,000	1,500	500
...

・参考：鯖江市全体での進捗
 R4年度末 : 1,505ha
 R5年度末(予定) : 1,597ha
 (鯖江市内の田んぼは約2,000ha)

「田んぼダムへの取組み」説明資料

出典：鯖江市ホームページ

田んぼダムへの取組み

田んぼダムの取組で地域に安心と安心を

鯖江市役所 上下水道課

田んぼダムってなに？

田んぼダムとは、田んぼがわだかまりを防止し、水害被害を軽減するための治水対策です。平成14年度より田んぼ4,000ha(約1/3)で全面一歩取りもめがはじまりました。

今、田んぼダムが注目されているの？

田んぼダムは、田んぼの畦を高く築き、水が田んぼに溜まるのを防ぎ、水害被害を軽減します。

田んぼダムってどうするの？

田んぼダムは、田んぼの畦を高く築き、水が田んぼに溜まるのを防ぎ、水害被害を軽減します。

田んぼダムの種類

- 田んぼダムで築り割りで築く
- 田んぼダムの種類

田んぼダムにまつわる取組の事例

田んぼダムにまつわる取組の事例

- 田んぼダムで築り割りで築く
- 田んぼダムの種類

出典：鯖江市ホームページ

集水域・氾濫域における治水対策（校庭貯留・地下貯留）

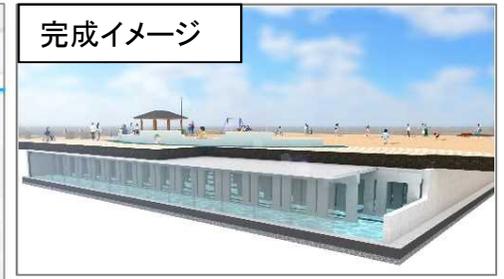
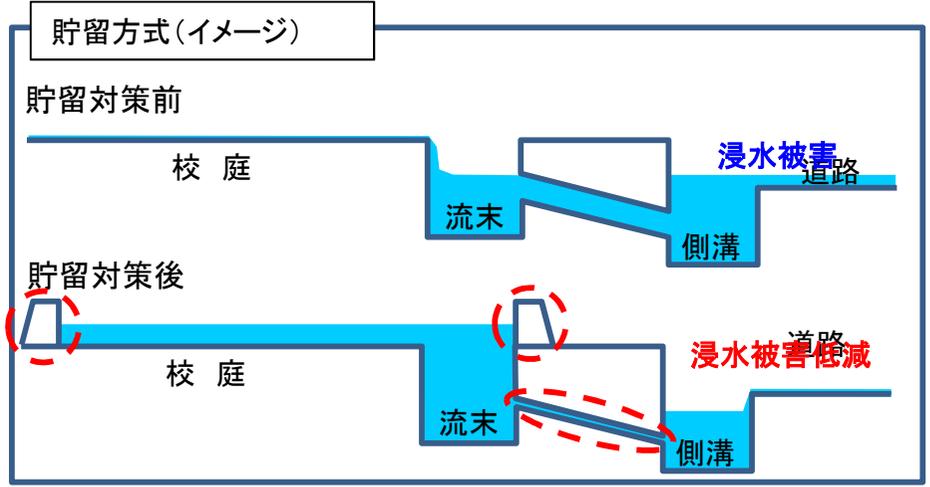
○坂井市の田島川流域では、県にて丸岡高校定時制の校庭周囲に小堤を、流末の柵にオリフィスを設置し、放流量を小さくする校庭貯留を実施している。
 ○福井市の底喰川流域では、市街地の浸水解消を目指し、福井市にて公園の敷地を活用した地下式調節池を設置している。

・場所
 県立丸岡高校 定時制(坂井市丸岡町内田)

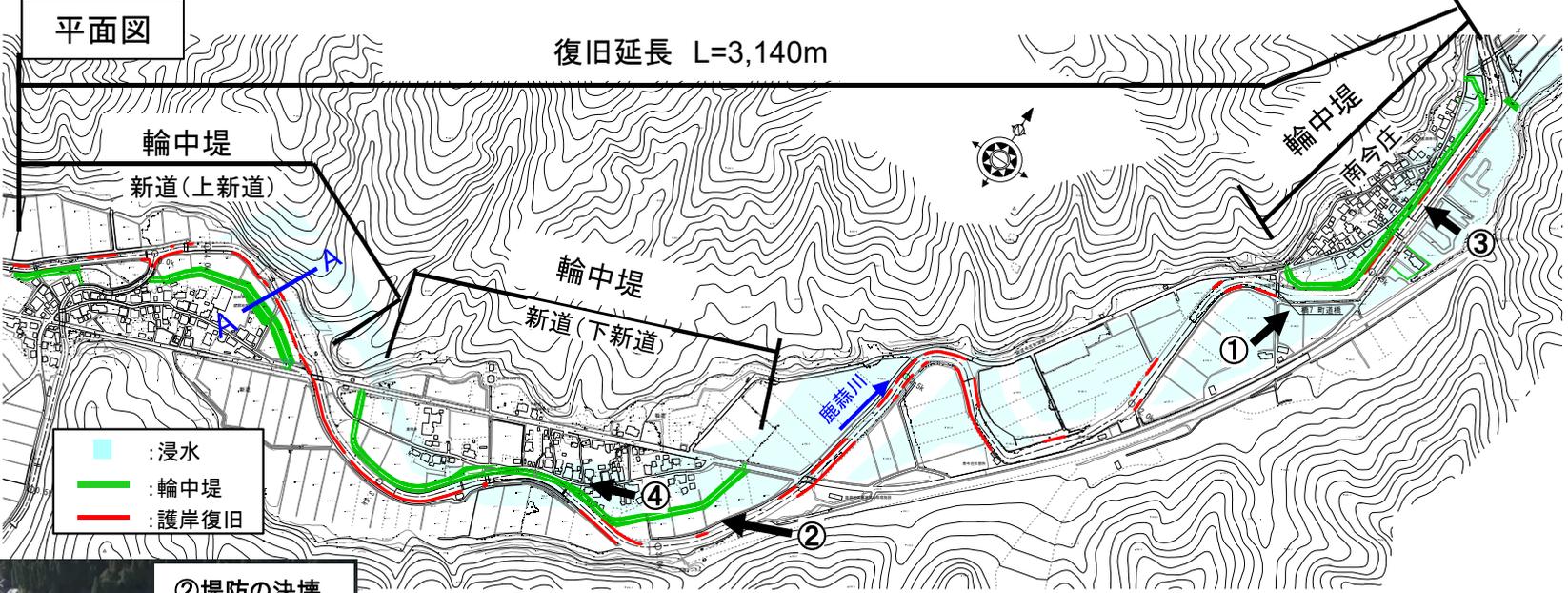
・貯留量、貯留方法
 最大貯留量 約370m³
 最大貯留水深 約40cm
 貯留方法 表面貯留方式

・場所
 若草公園(福井市西開発2丁目)

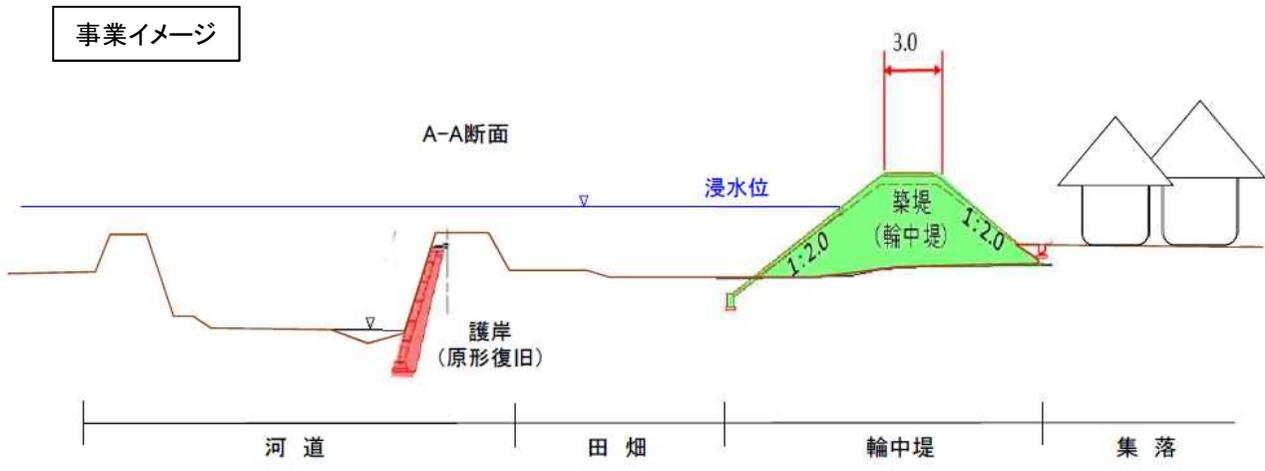
・貯留量、貯留方法
 貯留量 約1,670m³
 貯留方法 地下貯留方式



- 日野川支川の鹿蒜川では、令和4年8月の大雨により甚大な浸水被害が発生し、家屋の浸水、堤防の決壊、および護岸崩壊等の甚大な被害が発生。
- 福井県は、災害復旧として、再度災害防止の観点から、原形復旧にあわせて河川沿いに家屋が点在する区間においては一部の土地の氾濫を許容し、輪中堤の整備により、家屋等の浸水被害を防止する対策を実施。通常の河川改修よりも、早期の整備効果の発現が期待される。

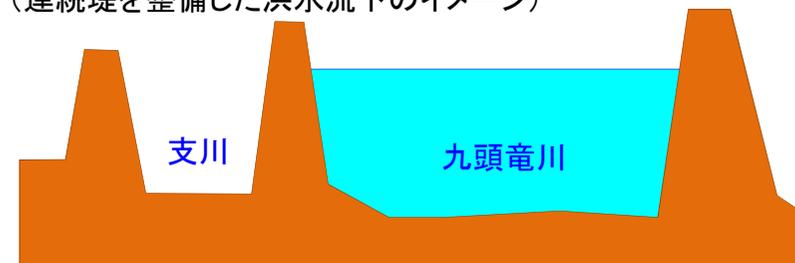


【事業内容】
 事業主体：福井県
 河川名：一級河川 九頭竜川水系 鹿蒜川
 事業箇所：南条郡南越前町南今庄～新道
 事業延長：3,140 m
 事業期間：令和4年度～令和6年度(予定)
 事業概要：輪中堤、護岸工 等

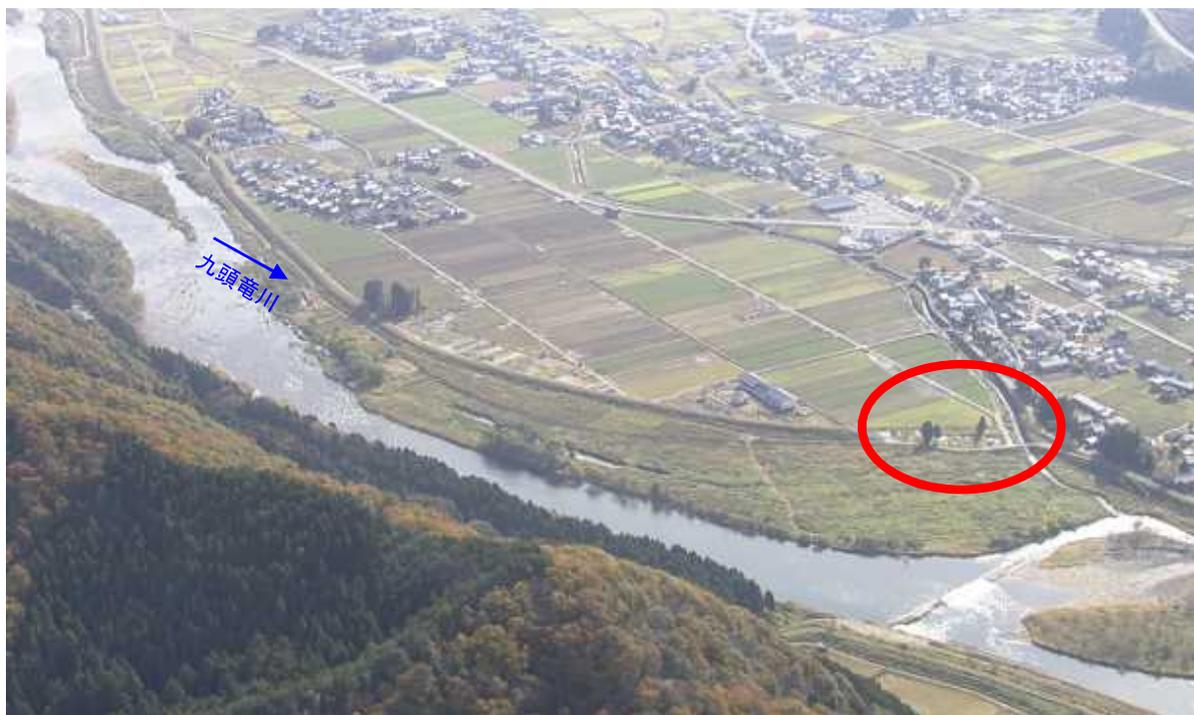
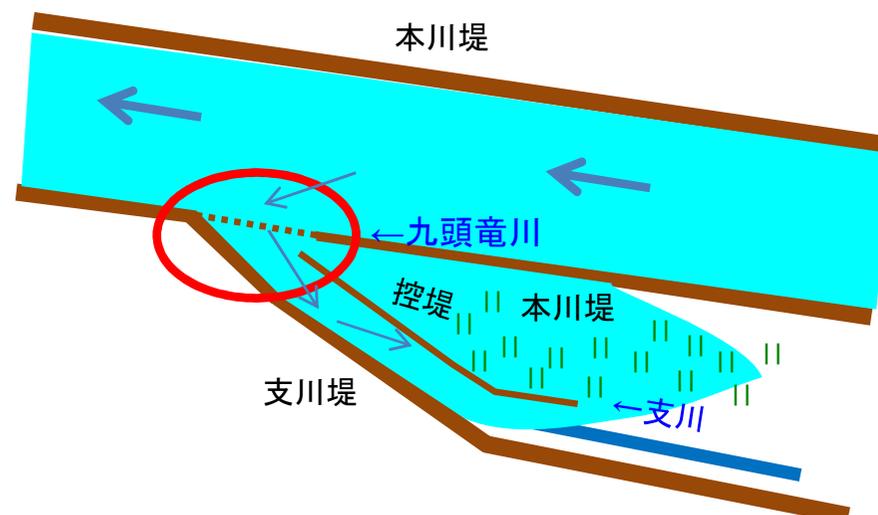
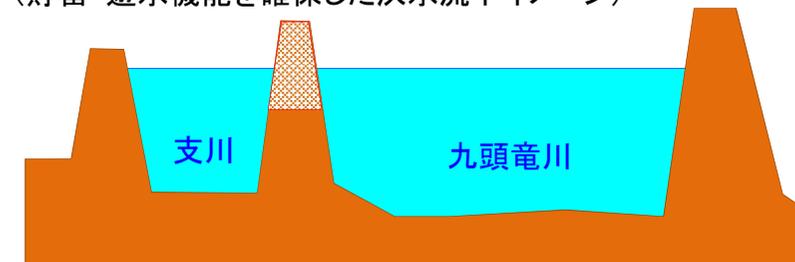


- 九頭竜川の国直轄管理区間より上流の区間には、支川合流部などにおいて、堤防が不連続となっており、霞と同様の貯留・遊水機能を有している箇所が存在。
- 流域治水の観点から、家屋浸水等を防ぐため、開発抑制等と合わせた貯留・遊水機能の確保等について検討が必要。

（連続堤を整備した洪水流下のイメージ）



（貯留・遊水機能を確保した洪水流下イメージ）



○ 支川との合流部において、九頭竜川本川堤防の一部が不連続となっており、支川には控堤が設置されている箇所が存在。

- 近年、局地的な集中豪雨が頻発する傾向が高まる中、治山事業・森林整備事業による防災・減災に取り組んできている。
- 今後、気候変動がより一層激化することが見込まれることを踏まえ、「流域治水」の取組として事業を推進していく。

■ 治山事業の実施状況について

◇ 山地災害等による荒廃地の復旧するために治山事業を実施



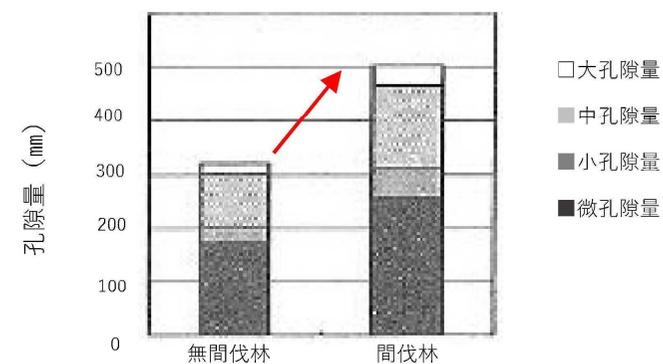
【治山ダム工（越前市中津原）】



【山腹工（丹生郡越前町下山中）】

■ 森林整備事業の実施状況について

間伐の実施で森林土壌の孔隙量が保持



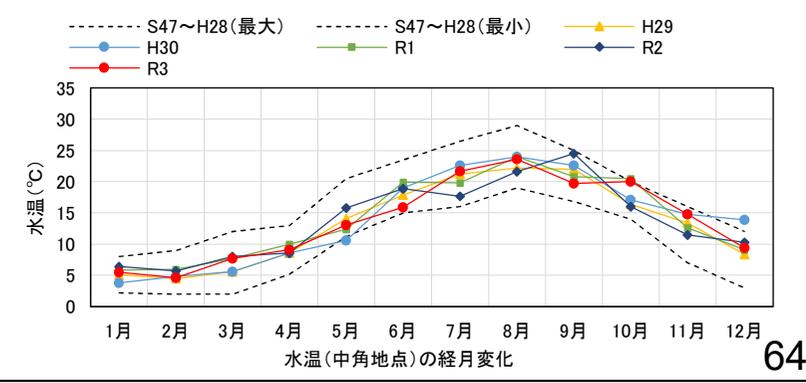
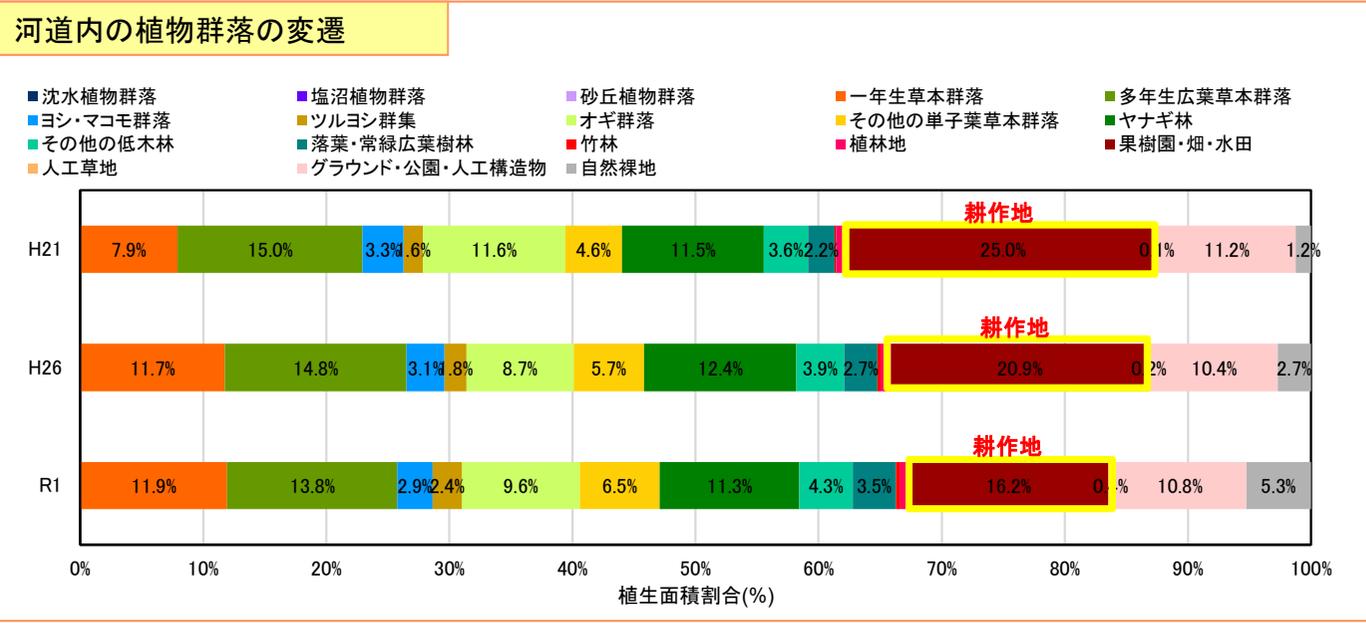
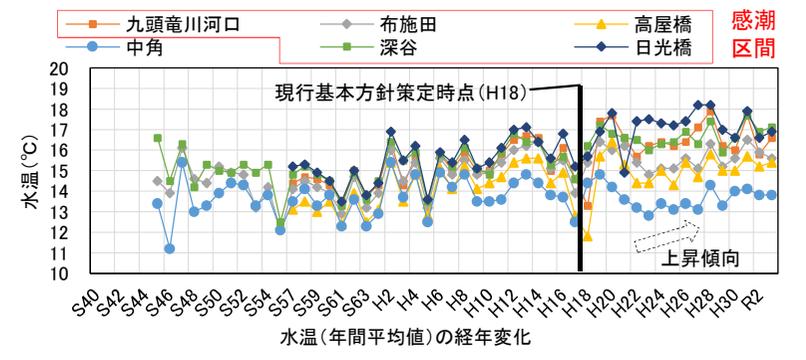
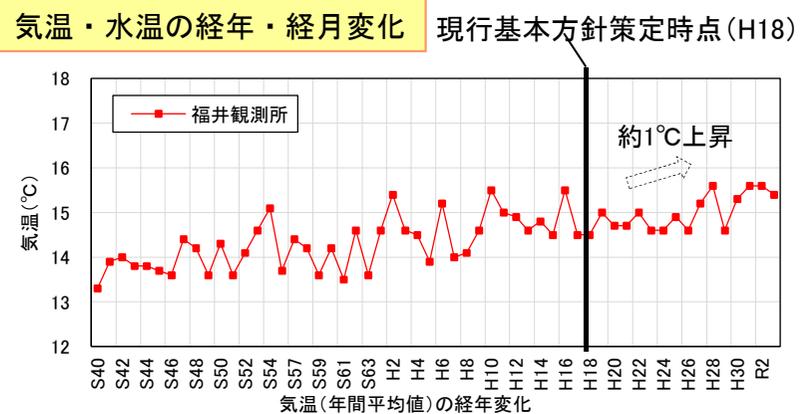
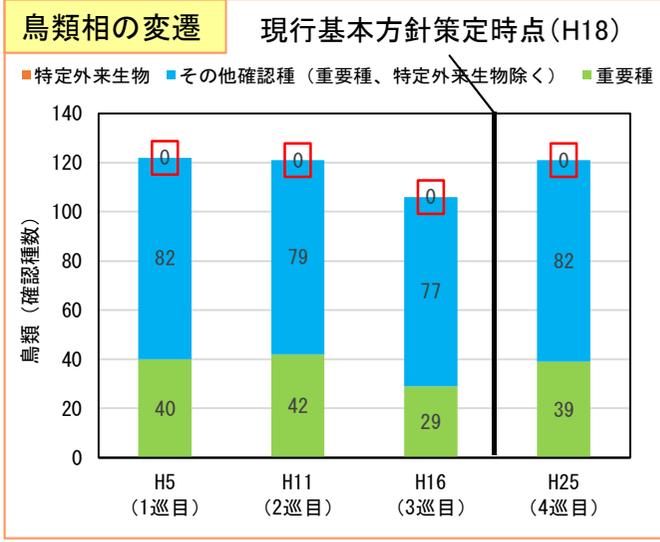
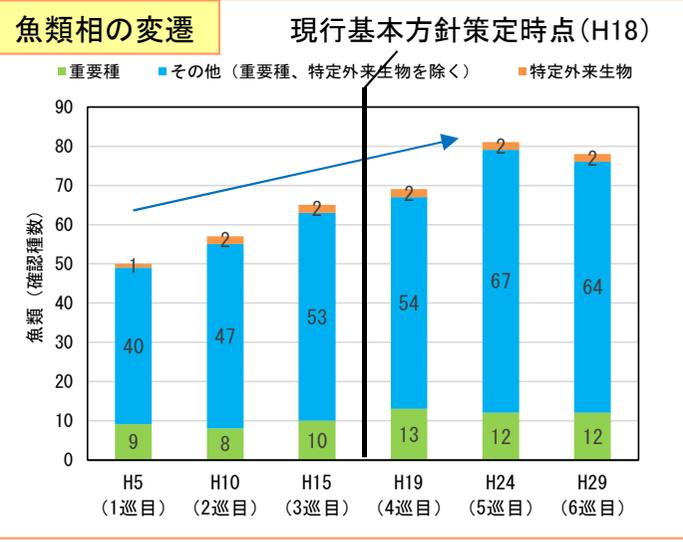
※服部ら「間伐林と無間伐林の保水容量の比較（2001）」

⑤河川環境・河川利用についての検討

● 河川環境・河川利用についての検討 ポイント

- 水温、動植物の生息・生育・繁殖環境等に係る観測・調査を継続的に行い、気候変動による河川環境への影響について把握に努める。
- 河道配分流量が九頭竜川本川で増加しており、河道掘削・引堤が必要となるが、河道掘削・引堤の実施にあたっては、九頭竜川水系の動植物の良好な生息・生育・繁殖環境の保全・創出を図る。
- 動植物に関する近年の調査結果や蓄積したデータを踏まえ、各地区での動植物の生息・生育・繁殖環境の保全・創出の方針、外来種への対応を明確化する。あわせて生態系ネットワーク形成を明確化する。
- 最新の河川環境、水利権等の情報を踏まえた流水の正常な機能を維持するための必要な流量は、中角地点で4月～8月は概ね $15\text{m}^3/\text{s}$ 、9月～11月は概ね $26\text{m}^3/\text{s}$ 、12月～3月は概ね $17\text{m}^3/\text{s}$ 、三尾野地点で3月～11月は概ね $8\text{m}^3/\text{s}$ 、12月～2月は概ね $6\text{m}^3/\text{s}$ であり、前回方針策定時から変更しない。

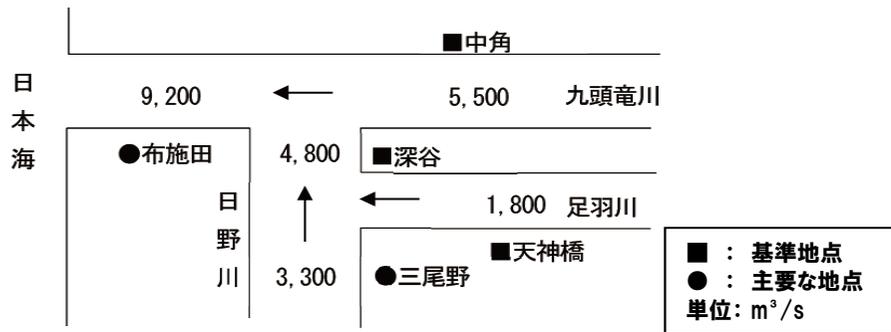
- 魚類・鳥類の種数は、現行方針策定時から増加傾向または横ばいの傾向であり、確認種数に大きな変化はない。
- 河道内では、現行方針策定時から自然裸地や一年生草本群落の増加傾向がみられ、ヤナギ類をはじめとする樹林は横ばい傾向にある。
- 九頭竜川下流域の高水敷は、現行方針策定時に畑や水田として広く利用されているが、近年は耕作利用のとりやめが進んでいる。
- 水温は感潮区間で上昇傾向にあるが、自流区間(中角)では現在のところ明確な変化傾向はみられない。
- 水温、動植物の生息・生育・繁殖環境等に係る観測・調査を継続的に行い、気候変動による河川環境への影響について把握に努めることを明確化する。



流量配分見直しを踏まえた環境創出のポイント

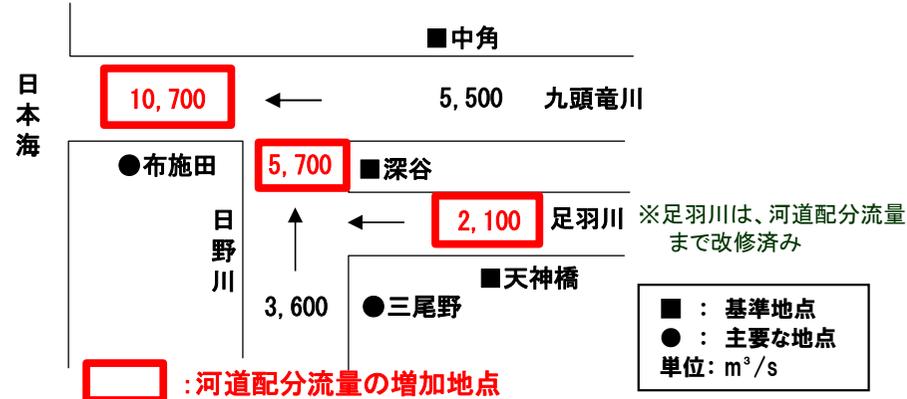
- 河川整備基本方針の見直しにより、河道配分流量は、九頭竜川布施田で9,200m³/sから10,700m³/sと1,500m³/s増加、日野川深谷では900m³/s増加しており、現行方針河道に対して追加掘削等が必要となる。
- 九頭竜川では、河道掘削時にカマキリ(アユカケ・アラレガコ)等の産卵の場を保全するとともに、アユ等の生息環境である瀬淵を保全する。また、オオヒシクイ等の餌となる抽水植物の保全を図りつつ、カワラハハコ等の生育場である礫河原を保全する。
日野川では、河道掘削時にオオヨシキリの生育・繁殖の場となるヨシ原を保全する。また、キタノメダカ等の生息・繁殖環境であり、コウノトリの採餌場となっている水際環境や湿地環境の保全を図る。
- 上下流一律で画一的な河道形状を避けるなど工夫を行い、掘削後もモニタリングを踏まえた順応的な対応を行う。

【現行】



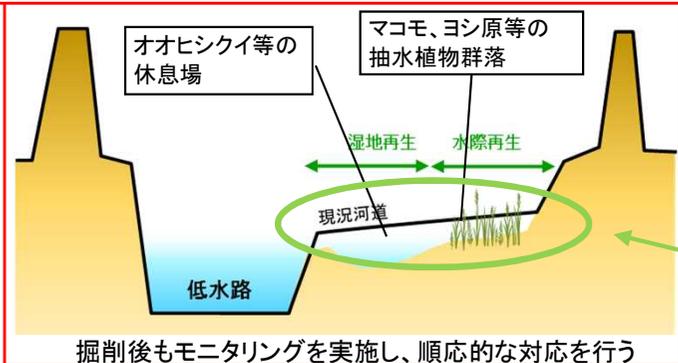
河川名	基準地点	基本高水のピーク流量 (m ³ /s)	洪水調節施設による調節流量 (m ³ /s)	河道への配分流量 (m ³ /s)
九頭竜川	中角	8,600	3,100	5,500
日野川	深谷	5,400	600	4,800
足羽川	天神橋	2,600	800	1,800

【変更】



河川名	基準地点	基本高水のピーク流量 (m ³ /s)	洪水調節施設等による調節流量 (m ³ /s)	河道への配分流量 (m ³ /s)
九頭竜川	中角	9,300	3,800	5,500
日野川	深谷	7,100	1,400	5,700
足羽川	天神橋	3,100	1,000	2,100

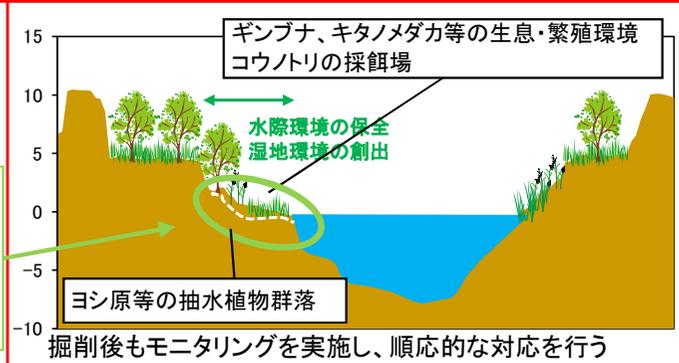
環境の保全・創出のイメージ横断図(九頭竜川下流域)



掘削は、平水位掘削に限らず、目標とする河道内氾濫原生生態系に応じて掘削深や形状を工夫するとともに、河川が有している自然の復元力を活用

掘削後もモニタリングを実施し、順応的な対応を行う

環境の保全・創出のイメージ横断図(日野川)



掘削後もモニタリングを実施し、順応的な対応を行う

- 河川環境情報図を見える化した「河川環境管理シート」をもとに、河川環境の現状評価を踏まえ、区間毎に重要な動植物の生息・生育・繁殖環境の保全・創出を明確化する。
- 事業計画の検討においては、事業計画の検討、事業の実施、効果を把握しつつ、目標に照らして順応的な管理・監視を行う。

現状分析結果と目標設定【上流部】

【現状分析結果】

- ・ 良好な溪流環境には、タカハヤや絶滅危惧種のニッコウイワナ、サクラマス(同種で生活史が異なるヤマメを含む)などが生息する他、溪流沿いの樹林環境には、オオルリやヤマセミが生息。

【目標】(基本方針本文)

- ・ タカハヤや絶滅危惧種のニッコウイワナ、サクラマス(同種で生活史が異なるヤマメを含む)などが生息・繁殖する良好な溪流環境、オオルリやヤマセミが生息・繁殖する溪流沿いの樹林環境の保全を図る。

現状分析結果と目標設定【中流部】

【現状分析結果】

- ・ 河道内は、多様な環境が形成され、砂礫河原ではイカルチドリ、瀬・淵はアユやカマキリ(アユカケ・アラレガコ)、アブラハヤが利用している。
- ・ 福井市舟橋より上流区間は、「アラレガコ生息地」として国の天然記念物の指定を受けている。
- ・ みお筋の固定化等により樹林化が進行し、従来の砂礫河原の環境が失われつつある。

【目標】(基本方針本文)

- ・ アユや絶滅危惧種のカマキリ(アユカケ・アラレガコ)等の生息環境である瀬、アブラハヤ等の生息・繁殖環境である淵の保全を図る。また、カワラハハコ等が生育し、イカルチドリ等の生息・繁殖の場でもある礫河原の保全や創出を図る。

現状分析結果と目標設定【下流部】

【現状分析結果】

- ・ 水際の抽水植物帯は絶滅危惧種のおオヒシクイが採餌場等に利用。河道内に絶滅危惧種のカマキリ(アユカケ・アラレガコ)等の通し回遊魚の遡上・降下が確認されている。
- ・ 水田利用されている高水敷では人工湿地として多様な生物の生息場となっているが、耕作利用のとりやめにより河道内の水田(湿地環境)が減少している。

【目標】(基本方針本文)

- ・ 河口付近の絶滅危惧種のカマキリ(アユカケ・アラレガコ)の産卵の場の保全を図るとともに、おオヒシクイ等の餌となるマコモや、おオヨシキリの生息・繁殖の場となるヨシ原等の抽水植物群落の保全を図る。

現状分析結果と目標設定【支川日野川】

【現状分析結果】

- ・ 水際にはヨシ等の抽水植物が広く分布し、おオヨシキリの生息・繁殖の場となっている。水際環境や湿地環境では、ギンブナやキタノメダカ等の生息が確認されている。
- ・ 高水敷切り下げで創出した湿地では、コウノトリの飛来が確認されているが、ヤナギ類の再樹林化がみられる。
- ・ 日野川流域ではコウノトリの飛来・繁殖が確認されており、コウノトリを地域活性化のシンボルとする機運が高まっている。

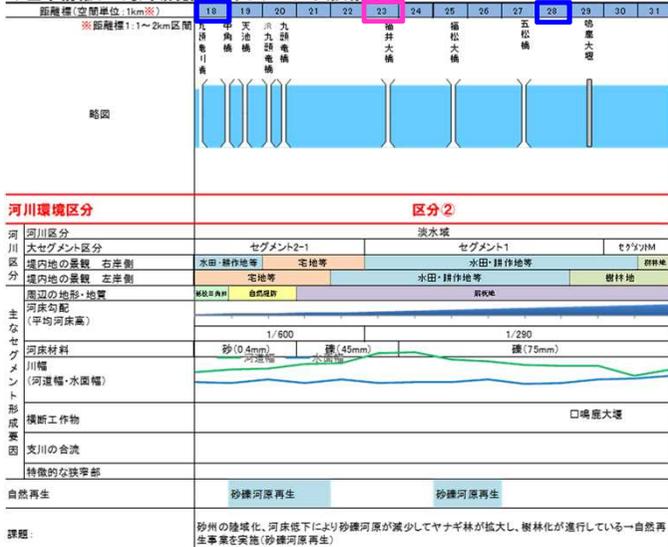
【目標】(基本方針本文)

- ・ おオヨシキリの生息・繁殖の場となるヨシ原や、ギンブナや絶滅危惧種のキタノメダカ等の生息・繁殖環境であり、絶滅危惧種のコウノトリの採餌場となる水際環境や湿地環境の保全・創出を図る。

環境の評価が
高い区間

環境の多様性
を創出する区間

◆基本情報1：河川環境区分（セグメント形成要因）



【現状】

- 河道内は、多様な環境が形成され、砂礫河原ではイカルチドリ、瀬・淵はアユやカマキリ（アユカケ・アラレガコ）、アブラハヤが利用している。
- 福井市舟橋より上流区間は、「アラレガコ生息地」として国の天然記念物の指定を受けている。
- みお筋の固定化等により樹林化が進行し、従来の砂礫河原の環境が失われつつある。

【環境の保全、創出の方針】

アユや絶滅危惧種のカマキリ（アユカケ・アラレガコ）等の生息環境である瀬、アブラハヤ等の生息・繁殖環境である淵の保全を図る。また、カワラハハコ等が生育し、イカルチドリ等の生息・繁殖の場でもある礫河原の保全や創出を図る。

◆基本情報2-1：生物の生息場の分布状況【左岸】（大セグメントごとの両岸の中央値に基づき評価）

距離標(空間単位:1km)	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
陸域環境	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
水域環境	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
水質環境	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
生物多様性	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

◆基本情報2-2：生物の生息場の分布状況【右岸】（大セグメントごとの両岸の中央値に基づき評価）

距離標(空間単位:1km)	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
陸域環境	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
水域環境	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
水質環境	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
生物多様性	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

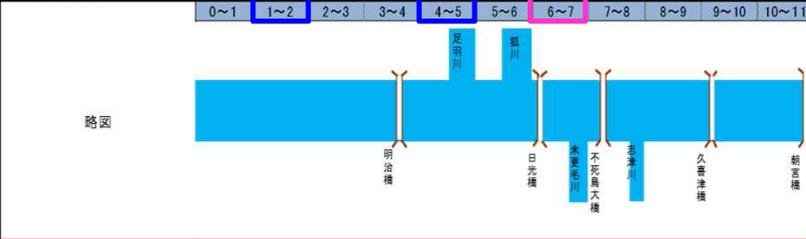


※整備を実施する際は、生息場における相対評価のほか、定量評価や地形・環境の経年変化等を踏まえて、河川の環境保全・創出の目標設定を行い、適切な河川改修等を実施する。

環境の多様性を創出する区間

環境の評価が高い区間

◆基本情報1: 主なセグメント形成要因の整理



河川環境区分		区分1		
河川区分	汽水域			
大セグメント区分	セグメント2-2			
小セグメント区分				
堤内地の景観 右	水田・耕作地等	宅地等	水田・耕作地等	樹林地
堤内地の景観 左	宅地等	樹林地	水田・耕作地等	樹林地
周辺の地形・地質	低位三角州 高位三角州			
河床勾配 (平均河床高)				
河床材料	1/5,300 砂(0.44mm)	1/2,800 砂(0.39mm)	1/2,000 礫(6.83mm)	
川幅 (河道幅・水面幅)	河道幅 水面幅			
横断工作物	●鹿嶋川 ●足羽川 ●狐川 ●久喜川 ●江端川			
支川の合流	●水更毛川 ●志津川 ●深谷川			
特徴的な狭窄部				
自然再生工事箇所				
課題:				

【現状】

- 水際にはヨシ等の抽水植物が広く分布し、オオヨシキリの生息・繁殖の場となっている。水際環境や湿地環境では、ギンブナやキタノメダカ等の生息が確認されている。
- 高水敷切り下げで創出した湿地では、コウノトリの飛来が確認されているが、ヤナギ類の再樹林化がみられる。
- 日野川流域ではコウノトリの飛来・繁殖が確認されており、コウノトリを地域活性化のシンボルとする機運が高まっている。

【環境の保全、創出の方針】

オオヨシキリの生息・繁殖の場となるヨシ原や、ギンブナや絶滅危惧種のキタノメダカ等の生息・繁殖環境であり、絶滅危惧種のコウノトリの採餌場となる水際環境や湿地環境の保全・創出を図る。

◆基本情報2-1: 陸域・水際域・水域における環境要素の出現状況 (全川の中央値に基づき評価)

距離標	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11
陸域	△	○	△	○	△	△	○	○	○	△	○
水際域	△	○	○	△	△	○	△	△	○	○	△
水域	-	△	-	-	-	-	○	-	-	-	-
汽水	○	△	○	○	△	△	○	○	△	○	-
特殊性	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
総合評価(典型性のみ)	3	2	2	3	1	3	5	4	4	3	2

◆基本情報2-1について: 総合評価(典型性のみ)は、全川の中央値を基準として陸域・水際域・水域の物理環境を○・△・×で評価し、○の数から×の数を差し引いた数値。



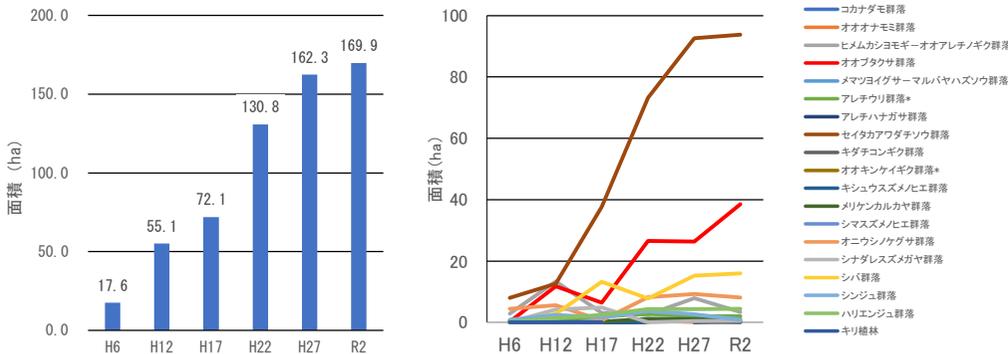
※整備を実施する際は、生息場における相対評価のほか、定量評価 や地形・環境の経年変化等を踏まえて、河川の環境保全・創出の目標設定を行い、適切な河川改修等を実施する。

河川環境の整備と保全 外来種の対応

- 現行基本方針策定時以降、在来種等への影響が懸念される。魚類では特に平成24年度以降タイリクバラタナゴの個体数の増加が確認されている。
- 九頭竜ダムでは、平成19年にコクチバスが確認されたことから、平成22年から漁業協同組合が主体となり、地域関係者、福井県、国土交通省等との連携による共同調査・駆除が継続的に行われている。
- 外来種、特に特定外来生物の生息・生育が確認された場合は、在来種への影響を軽減できるよう関係機関等と迅速に情報共有するなど連携して適切に対応することを明確化する。

外来植物群落の経年変化について

- ・ 九頭竜川、日野川における外来植物群落で多いのはセイタカアワダチソウ群落、オオブタクサ群落である。
- ・ 特定外来生物が優占する群落は、アレチウリ群落、オオキンケイギク群落である。



群落名 ^{※1}	外来種 ^{※2}		調査年度毎の群落面積 (ha)						
	外来生物法	対策優先度	H6	H12	H17	H22	H27	R2	
コカナダモ群落	重点						0.02		
オオオナモミ群落	その他		0.5			0.5	0.1	1.2	
ヒメムカシヨモギーオオアレチノギク群落			2.9	13.3	3.1	2.5	7.9	3.4	
オオブタクサ群落	重点	○	0.2	11.8	6.5	26.5	26.4	38.5	
メマツヨイグサーマルバヤハズソウ群落							0.1		
アレチウリ群落	特定	緊急	◎			2.7	2.0	2.0	
アレチハナガサ群落	その他	○					0.1	0.3	
セイタカアワダチソウ群落	重点	◎	8.0	12.6	37.7	73.2	92.6	93.8	
キダチコンギク群落					0.1		0.2	0.03	
オオキンケイギク群落	特定	緊急	◎					0.05	
キシュウズメノヒエ群落	その他					0.02			
メリケンカルカヤ群落	その他			0.2	1.1	1.1		0.6	
シマスズメノヒエ群落	その他							0.1	
オニウシノケサ群落	産業	○	4.4	5.6	0.7	8.2	9.2	8.1	
シナダレスズメガヤ群落	重点	◎	0.1	4.3	4.8	0.1	0.4	0.6	
シバ群落				2.8	13.2	7.8	15.2	16.0	
シンジュ群落	重点		0.9	2.4	1.6	3.8	2.6	0.9	
ハリエンジュ群落	産業	◎	0.2	1.4	2.4	4.3	4.4	4.4	
キリ植林				0.1				0.01	
群落種類数	2群落	14群落	8群落	8群落	9群落	10群落	12群落	15群落	16群落
合計面積			17.0	54.3	70.2	130.8	162.3	169.9	

※1河川水辺の国勢調査 植物群落の解説における“外来種が優占する植物群落”
 ※2外来種の選定基準は以下のとおり。
 外来生物法：特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（環境省 2014）に指定された特定外来生物
 外来種リスト：我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト（環境省 2015）に掲載された種
 緊急（緊急対策外来種）、重点（重点対策外来種）、産業（産業管理外来種）、その他（その他の総合対策外来種）
 対策優先度：河川における外来植物対策の手引き（平成25年12月 国土交通省河川課）に掲載された種
 ◎：対策を優先すべき外来植物 ○：河川において注意が必要な主な外来植物

魚類（外来種）の経年変化について

- ・ 平成24年度以降、タイリクバラタナゴの確認個体数が増加している。
- ・ タイリクバラタナゴ、ブルーギル、オオクチバスは、広範囲にわたって確認されており、定着しているものとみられる。いずれも止水～緩流域を好む種である。
- ・ 特定外来生物であるブルーギルは平成29年度に増加傾向であった。オオクチバスは増加傾向が見られない。引き続き、関係機関等と迅速に情報共有するなど連携して適切に対応する。

No	科和名	種名 ^{※1}	外来種 ^{※2}			調査実施年度					
			外来生物法	外来種リスト	外来種	H5	H10	H15	H19	H24	H29
						2季	3季	3季	3季	3季	3季
1	コイ科	タイリクバラタナゴ		重点	国外	0	72	61	65	369	316
2		ハス		総合		0	0	1	0	0	0
3	サケ科	ニジマス		産業	国外	1	0	0	0	0	0
4	サンフィッシュ科	ブルーギル	特定	緊急	国外	0	4	4	2	4	13
5		オオクチバス	特定	緊急	国外	1	2	3	6	5	6
合計(種数)			2種	5種	4種	2種	3種	4種	3種	3種	3種
合計(個体数)			-	-	-	2	78	69	73	378	335

※1種名、配列は、「河川水辺の国勢調査のための生物リスト(令和4年度版)」に従った。
 ※2外来種の選定基準は以下のとおり。
 外来生物法：特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（環境省 2014）に指定された特定外来生物
 外来種リスト：我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト（環境省 2015）に掲載された種
 緊急（緊急対策外来種）、重点（重点対策外来種）、産業（産業管理外来種）、その他（その他の総合対策外来種）
 外来種：外来種ハンドブック等に掲載された国外外来種（国外）

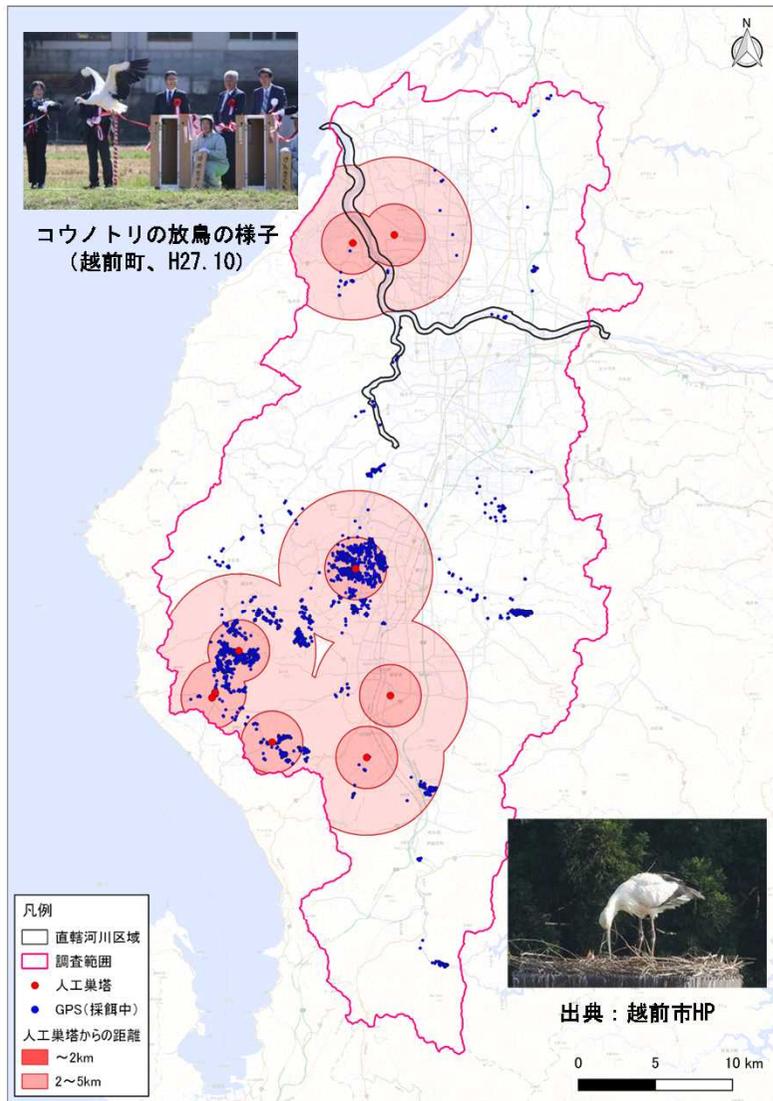
オオクチバス



平成29年度河川水辺の国勢調査

- ・ 天然湖沼やダム湖、ため池、公園の池、河川の中・下流域などに生息する。
- ・ 典型的な肉食性の魚類
- ・ 繁殖期は表面水温が15℃に達するとはじまり、本州では4～7月頃。
- ・ オオクチバスが定着・急増した湖沼やため池では、捕食や競争により在来魚類群集にさまざまな影響を及ぼしている。

- 九頭竜川流域の福井平野では、南西部を中心に絶滅危惧種のコウノトリが飛来・定着しており、人工巣塔での繁殖も確認されている。
- 直轄管理区間では、江上地区の高水敷の水田や日野川の片粕湿地においてコウノトリの採餌が確認されている。
- 川の中を主とした取組から流域も含めた生態系ネットワークの形成へと視点を拡大し、流域内の事業者が各々の情報を共有しつつ、様々な取組を進めている。
- 生態系ネットワークの形成の取組方針について明確化する。



【福井平野におけるコウノトリ(福井県放鳥個体)の飛来状況と人工巣塔の設置状況】



【九頭竜川直轄管理区間及び周辺域におけるコウノトリの飛来状況等】

⑥総合土砂管理

⑥総合土砂管理 ポイント

- 山地領域では、過去の被害への対策として砂防堰堤の整備を進めており、平成16年の福井豪雨による土砂災害に対して一部効果を発揮した。現在の崩壊地面積は、昭和40年奥越豪雨当時から大幅に減少している。
- ダム領域では、昭和40年奥越豪雨や平成16年福井豪雨の影響で多くの土砂が流入しており、一部のダムでは計画堆砂量を超えて堆積が進行している。
- 河道領域では、流量の平滑化やみお筋の固定化、みお筋と砂州の比高差の増大(二極化)により砂州において樹林化が進行しており、砂州を切り下げるなど礫河原の再生に取り組んでいる。
- 河床変動について、出水や河道改修による引堤、低水路拡幅等による変化はみられるが、顕著な土砂堆積や河床低下は生じていない。
- 河口領域では、突堤の効果により河口砂州の形成は抑制されており、港湾施設もあるため定期的な維持掘削が毎年実施されている。
- 海岸領域では、汀線変化はほとんど見受けられない。
- 流域の源頭部から海岸までの一貫した総合的な土砂管理の観点から、各関係機関が相互に連携し、流域における河床材料や河床高の経年変化、土砂移動量の定量把握、土砂移動と河川生態系への影響に関するモニタリング等を継続的に実施していく。

- 上流のダムでは一部計画堆砂量を超えた堆砂が進行。山地では近年崩壊は確認されていない。河道においては、河道改修や出水等に伴う一時的な河床変動は見られるが、その後は概ね安定。河口部では、砂州の堆積や河口の閉塞は生じていない。
- 今後、流域の源頭部から海岸までの一貫した総合的な土砂管理の観点から、各関係機関が相互に連携し、流域における河床材料や河床高の経年変化、土砂移動量の定量把握、土砂移動と河川生態系への影響に関するモニタリング等を継続的に実施していく。

流域図



山地領域

- 真名川上流では、未曾有の洪水や山腹崩壊の大災害をもたらした昭和40年9月の奥越豪雨を契機に、昭和53年より砂防事業に着手
- 真名川上流では、砂防えん堤、山腹工の整備を進め、流域内における公共施設の保全及び下流の治水安全度を維持
- 現在の崩壊地面積は、昭和40年奥越豪雨当時から大幅に減少

ダム領域

- 九頭竜ダムでは計画堆砂量相当の堆砂が進行
- 過去の出水で堆砂が進行し、計画堆砂量を超えているダムも一部あり

河道領域

- 出水や河道改修による引堤、低水路拡幅等による変化はみられるが、顕著な土砂堆積や河床低下は生じていない
- 河床材料について、平成16年の福井豪雨などの洪水による土砂移動で、九頭竜川下流では中砂(0.25~0.85mm)以下の割合が増え、一方日野川では細砂(0.075~0.25mm)が流出している

河口・海岸領域

- 河口部では、砂州の堆積や河道閉塞は生じていないが、航路維持を目的として浚渫をほぼ毎年実施
- 河口の左右岸の海浜について、汀線の変化は殆ど見られない。左岸の三里浜では埋め立てが進み、昭和46年に福井港として整備され、海岸の状態が変化

○九頭竜川水系の砂防関連施設として、福井県では1,283基の砂防堰堤を整備している。そのうち、奥越土木管内での整備が全体の4割を占める。
 ○砂防堰堤では、平成16年の福井豪雨による土石流を受け止めるなど、下流への被害を未然に防いでいる。

九頭竜川水系内の砂防事業

福井県では、明治27年に砂防工事に着手し、県内最古の砂防堰堤である鬼谷川堰堤を皮切りに、現在、九頭竜川水系内に1283基の砂防堰堤が整備されている。そのうち、約1%において透過型堰堤の整備を推進している。

施設数(R4.3時点)

	福井	三国	奥越	丹南	鯖丹	合計
九頭竜川水系	174	16	516	479	98	1283
うち透過型	12	0	45	23	11	91



砂防堰堤では、洪水時に発生した土石流を受け止め、下流への被害を未然に防いでいる。

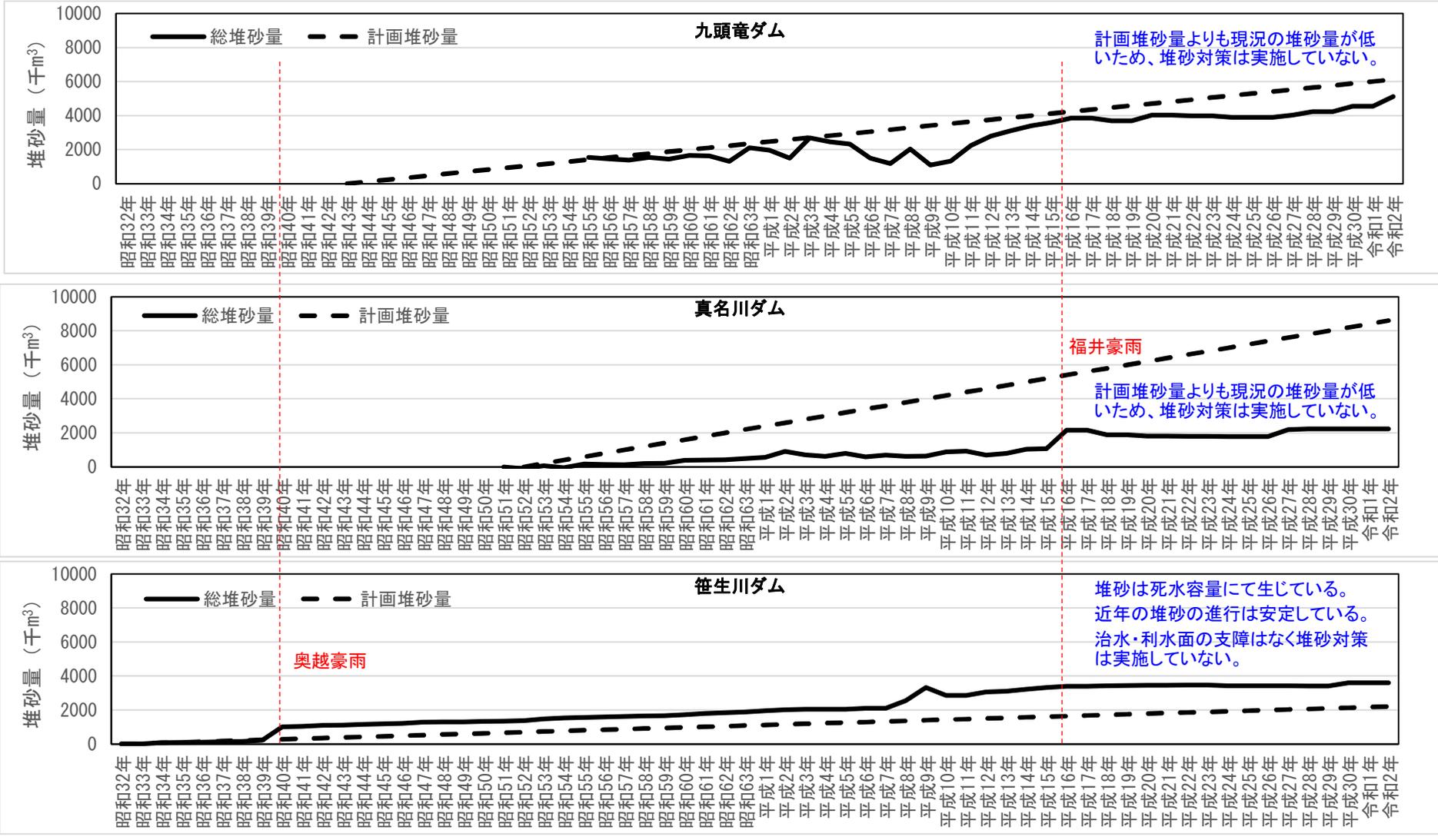


平成11年12月 (土石流発生前)

平成16年8月 (土石流発生後)

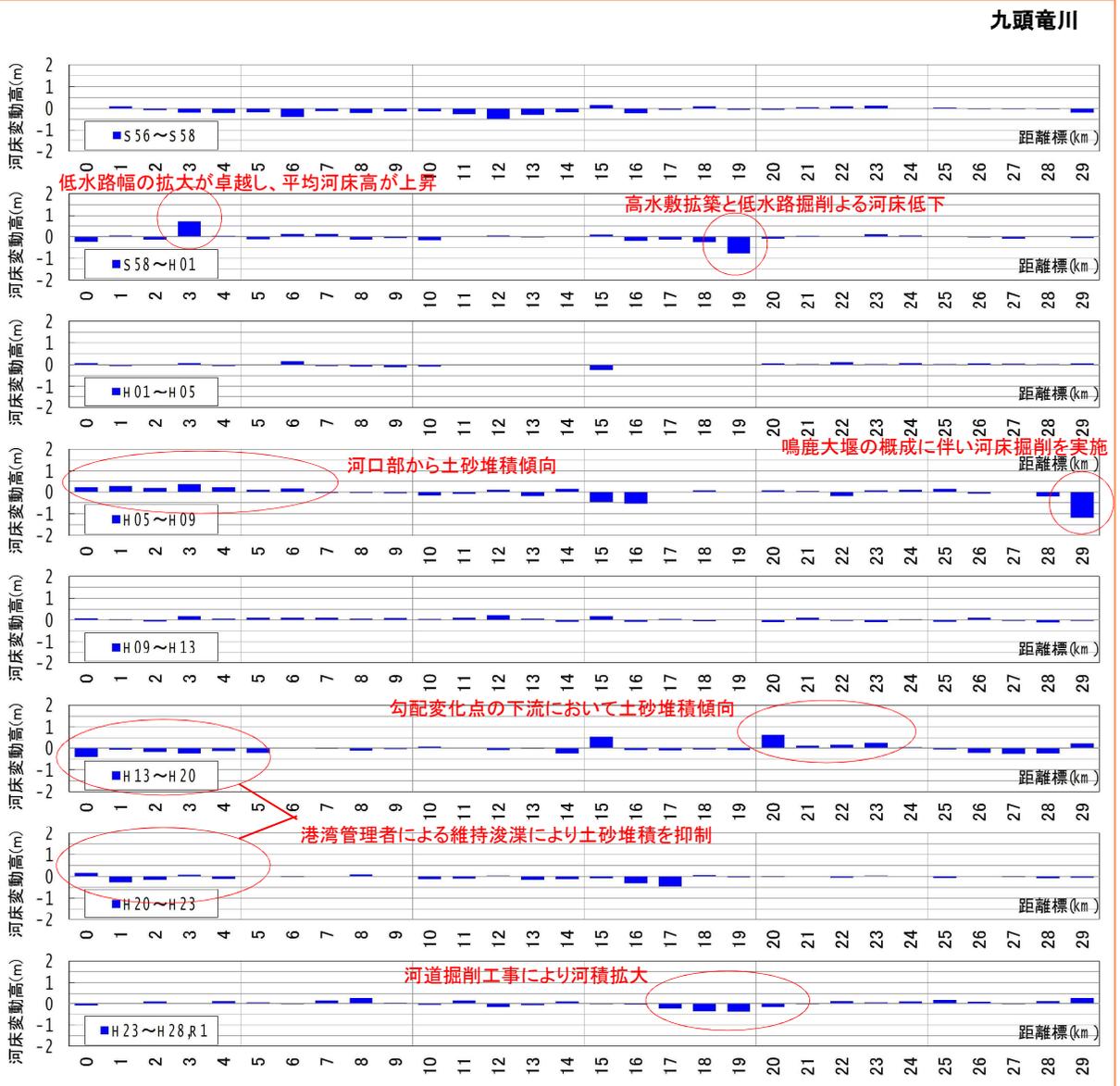
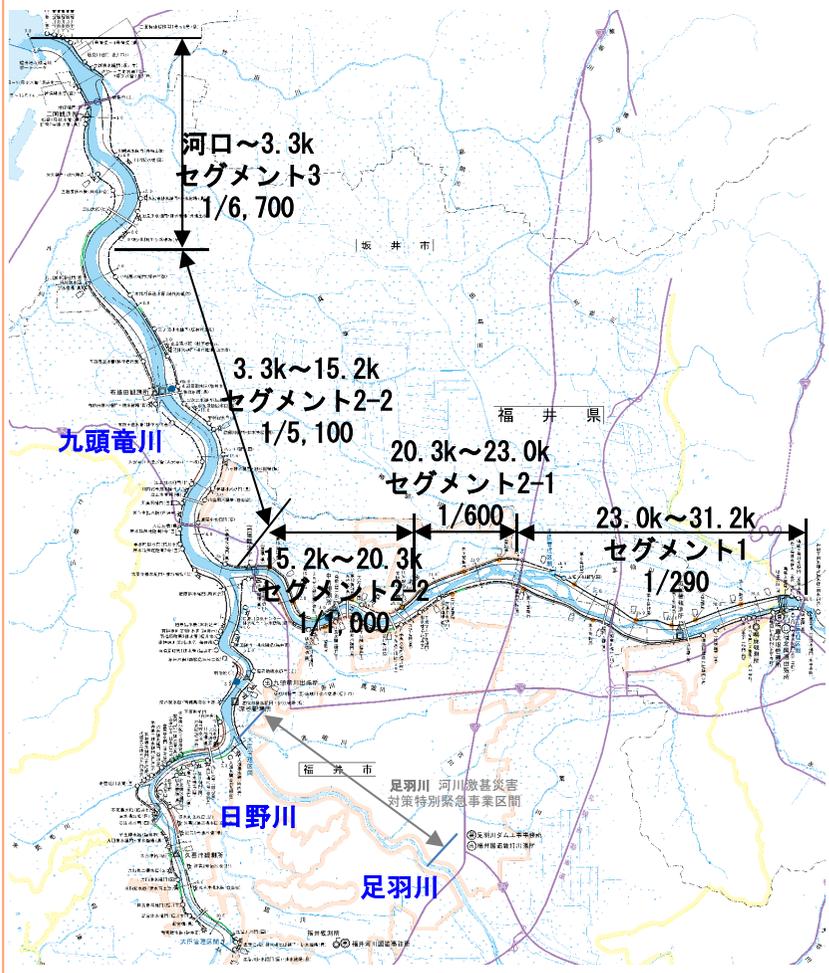
- 昭和43年に竣工した九頭竜ダムでは昭和55年以降、計画堆砂量と同じペースで土砂が流入している。
- 昭和52年に竣工した真名川ダムでは洪水の発生とともに土砂の流入が増えることがあり、平成16年の福井豪雨後は例年でない大量の土砂が流入している。
- 昭和32年に竣工した笹生川ダムでは昭和40年の奥越豪雨で堆砂が進行し、その後も計画堆砂量を超えるペースで土砂が流入している。

ダム堆砂量の変遷



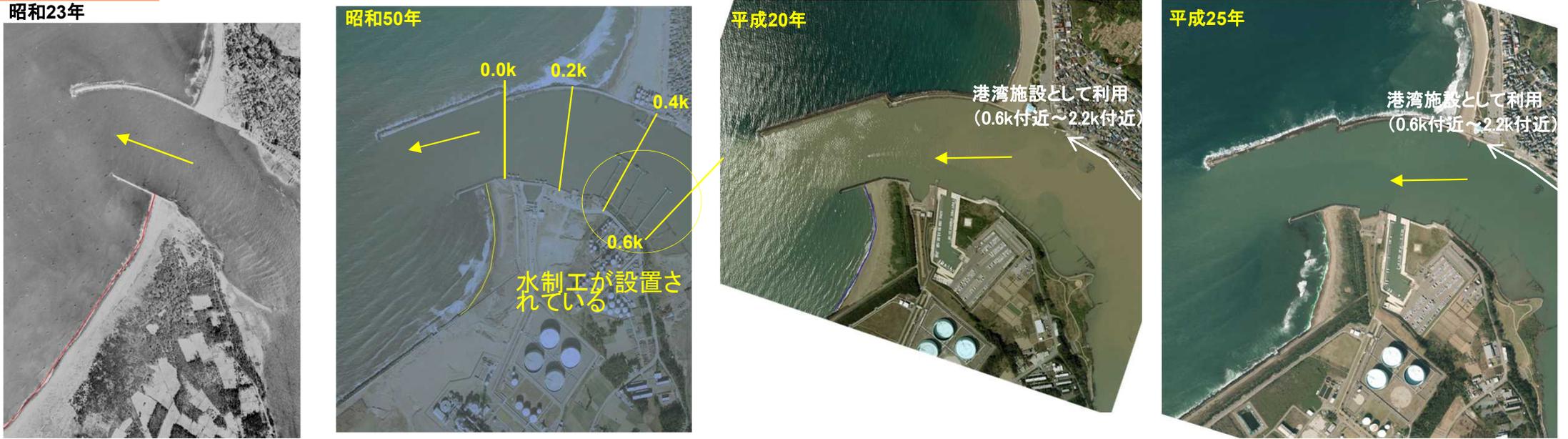
○九頭竜川は、河口から15.2k付近まで勾配が1/6,700~1/5,100と緩やかで、その上流区間では1/1,000~1/290と変化する。
 ○河口部や20k付近など堆積が生じやすい区間はあるが、顕著な土砂堆積は生じていない。

河道の特性



○ 三里浜は福井港建設に伴う埋立により改変された。その後、埋立地と河口部左岸の間にて、砂浜が形成されている。
 ○ 砂浜の汀線の変化について、平成20年には浜幅が広がったのち、平成25年には昭和50年の浜幅に戻っていることから、汀線は安定している。

河口部の状況

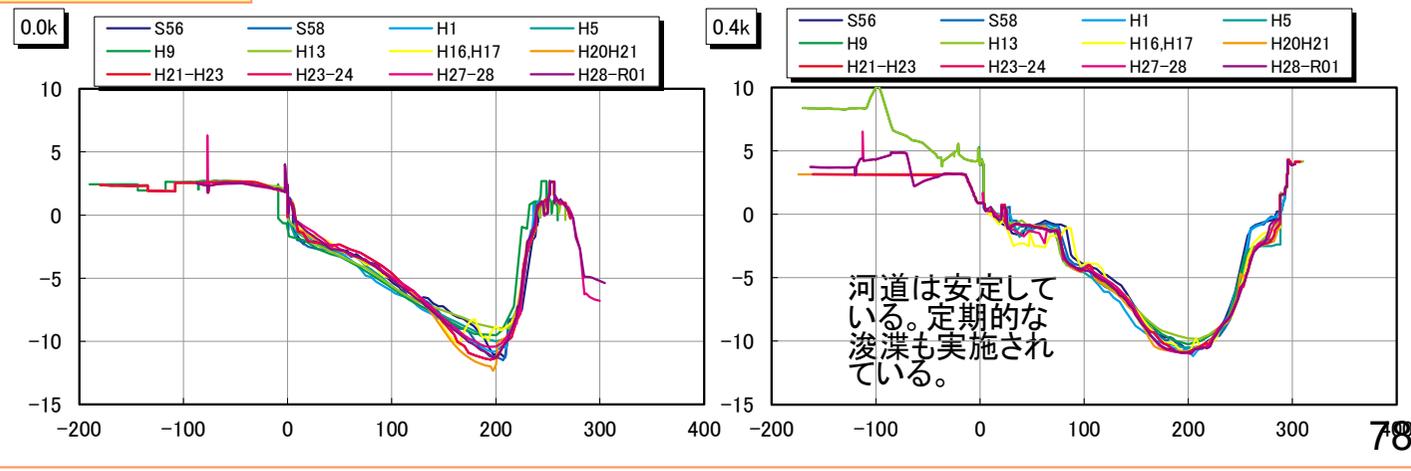


汀線変化の状況

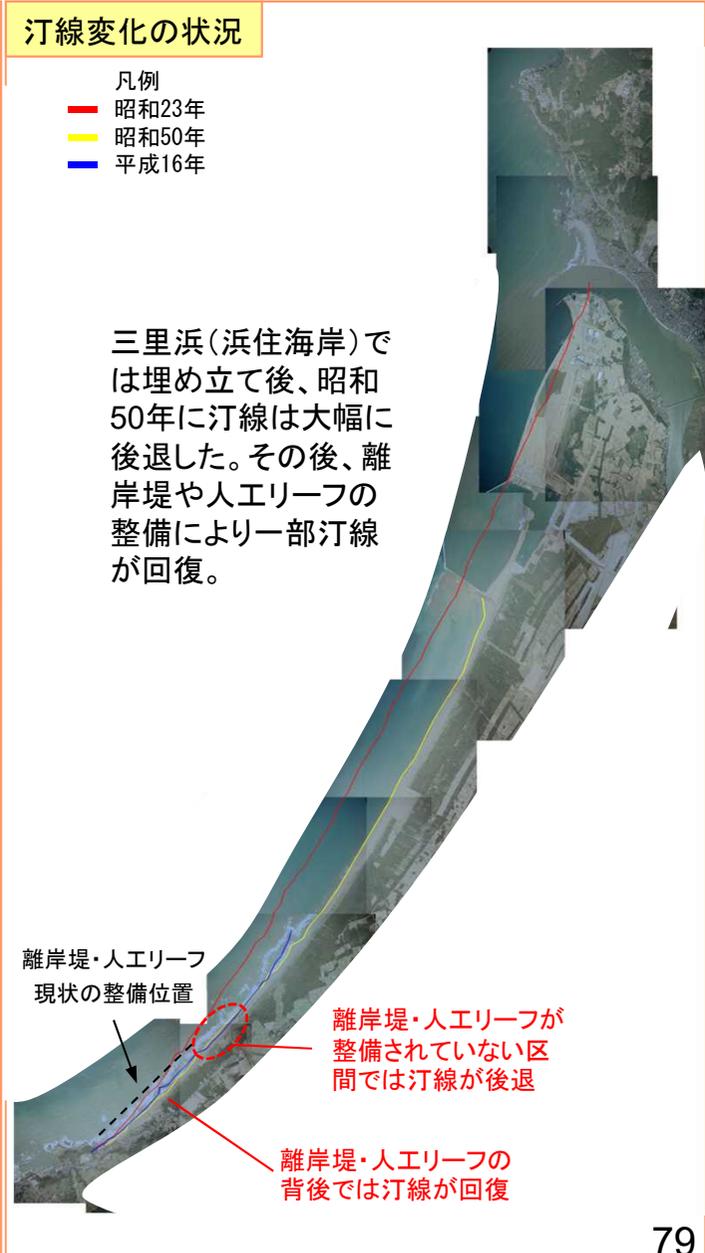
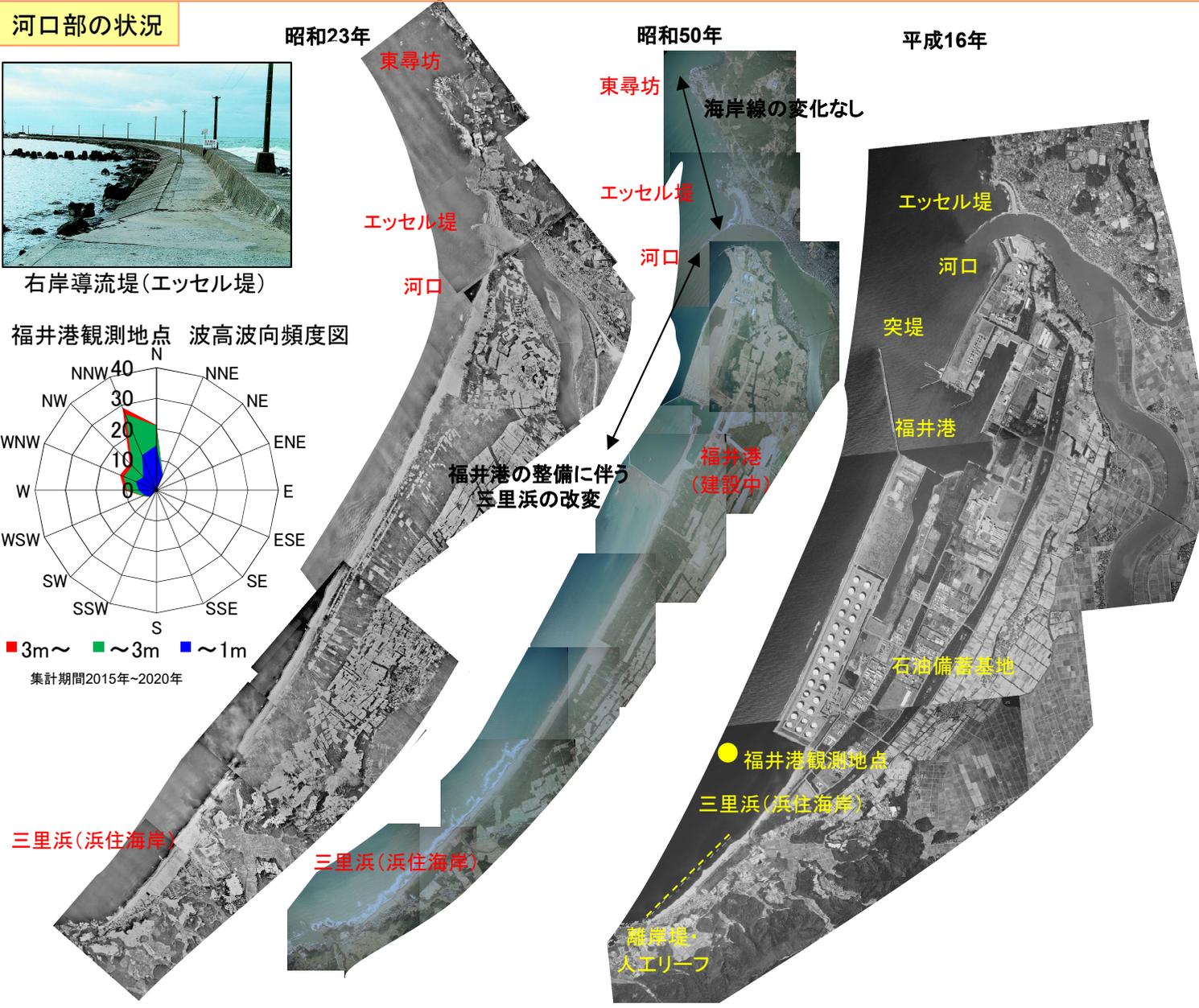
三里浜では埋め立て後、昭和50年と平成25年の汀線位置はほぼ同じ位置にあり、汀線の後退は見られない。



河道の変化状況



○ 三里浜(浜住海岸)は、福井港建設における突堤整備により、九頭竜川からの土砂供給が減少し砂浜の汀線が大幅に後退した。
 ○ その後、離岸堤や人工リーフの対策により背後では一部汀線が回復している。



⑦流域治水に係る取組

○ 気候変動による水害リスクの増大に備えるため、河川・下水道管理者が行う治水対策に加え、あらゆる関係者が協働して流域全体で水害を軽減させる治水対策を計画的に推進するため、「九頭竜川・北川流域治水協議会」を設置し、「流域治水」の推進を図る。

○ 令和元年東日本台風では、各地で戦後最大を超える洪水により甚大な被害が発生したことを踏まえ、九頭竜川水系においても、幸福度※日本一の福井を洪水から守るため、近畿で2番目にダムが多い流域だからこそ洪水調節施設を最大限に活用した即効性のある事前防災対策を進める必要があり、国管理区間においては、戦後最大規模の洪水と同規模の洪水を安全に流し、流域における浸水被害の軽減を図る。（※全47都道府県幸福度ランキングにおいて4年連続総合1位）



- 凡例
- 河道掘削 (河道拡幅を含む)
 - 堤防拡築・築堤
 - 堤防強化(浸透)
 - 捷水路・地下放水路
 - 遊水地
 - ダム
 - 浸水範囲(整備計画規模洪水)
 - S23年7月梅雨前線 堤防決壊箇所(国)
 - S28年13号台風 堤防決壊箇所(国)
 - H16年福井豪雨 堤防決壊箇所(県)
 - 大臣管理区間



- 氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策
- 河道掘削、築堤、堤防強化、堤防拡築、粘り強い堤防、捷水路、地下放水路、樋門改修、橋梁架替、足羽川ダム建設、吉野瀬川ダム建設、ダム再生、既設ダムの有効活用、河道内樹木伐採、遊水地
 - 下水道等の排水施設、雨水貯留浸透施設の整備
 - 利水ダム等15ダムにおける事前放流等の体制構築、実施(関係者: 国、福井県、福井市、勝山市、永平寺町、北陸電力(株)、電源開発(株)等)
 - 砂防堰堤等の整備、治山ダム等の整備
 - 田んぼダム・森林整備・治水効果の検証
 - 調節池・校庭貯留・公園貯留等

- 被害対象を減少させるための対策
- 立地適正化計画による水害リスクの低い地域への居住誘導等の検討
 - 土地利用規制・誘導(災害危険区域等)の検討
 - ※今後、関係機関と連携し対策検討

- 森林整備 既存15ダムの事前放流
- 既設ダムの有効活用
- 治山ダム整備 治水効果の検証
- 河道内樹木伐採 田んぼダム



- 被害の軽減、早期復旧・復興のための対策
- 関係者の役割分担をより明確にしたタイムラインの改良
 - ダム下流河川の避難勧告等の発令に着目したタイムラインの作成
 - 水害リスク空白域の解消
 - ハザードマップの更新・周知と説明(想定最大規模の降雨を対象)
 - 市町を超えた広域避難計画の検討
 - 災害時における逃げ遅れをなくすため、避難行動要支援者の避難計画の検討
 - 防災啓発活動を推進させるため、域内全教育委員会へ積極的に働きかける
 - 小中学校等と連携した防災に関する出前講座の取組み
 - 高齢者の避難行動の理解促進のための地域包括支援センター・ケアマネジャーとの連携
 - 水位計、量水標、カメラ設置、活用
 - 重要水防箇所の情報共有と関係市町による共同点検の実施
 - 洪水時のダムの貯水池の状況を伝えるための手段の充実
 - 要配慮者利用施設の避難確保計画作成および避難訓練実施の促進支援
 - 水位周知河川等の見直し・氾濫危険水位等の基準水位の見直し
 - 庁舎受電設備、非常用発電設備等の浸水対策
 - 水防資材の配備等

● グリーンインフラの取り組み 詳細ページ

創出した湿地に飛来したコウノトリ

※具体的な対策内容については、今後の調査・検討等により変更となる場合があります。

流域治水に係る取り組み【九頭竜川水系流域治水プロジェクト】（ロードマップ） 九頭竜川水系

- 九頭竜川では、上下流・本支川の流域全体を俯瞰し、国、県、市町が一体となって、以下の手順で「流域治水」を推進する。あわせて、県庁所在地である福井市を含めた広大な氾濫原を有する特徴を踏まえ、安全なまちづくり(立地適正化計画に基づく防災指針の検討等)や内水被害軽減対策(雨水排水施設整備等)、調節池・田んぼダム等の流域対策、地区タイムラインの活用等のソフト対策を実施。SDGsに位置付けた持続可能な流域治水により、福井県の幸福度日本一の担保に寄与。
- 【短期】「足羽川ダム建設」・「吉野瀬川ダム建設」と「日野川改修」により、日野川筋の浸水リスクを低減。
- 【中期】既存ストックの活用で早急に洪水調節機能を向上させる「九頭竜川上流ダム再生」により、本川筋の浸水リスクを低減。
- 【中長期】九頭竜川全域に必要な「堤防拡築」を完成させ流域全体の治水安全度向上を図る。

区分	対策内容	実施主体	工程			
			短期（5年程度）	中期(15年程度)	中長期（整備計画完了）	
氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策	河道掘削・堤防拡築・堤防強化	福井河川国道事務所		日野川改修	堤防拡築・堤防強化	
	河川改修・遊水池	福井県		河道掘削完成	河川改修・遊水池	
	ダム建設	足羽川ダム工事事務所・福井県	足羽川ダム・吉野瀬川ダム	ダム建設完成		
	ダム再生	福井河川国道事務所	九頭竜川上流ダム		ダム再生完成	
	既存ダム事前放流	九頭竜川ダム統管理事務所・福井県・福井市・北陸電力・電源開発等	調節池設置完成(福井市)	排水ポンプ更新完成(越前市)	排水ポンプ耐水化完成(鯖江市)	事前放流
	調節池・下水施設・田んぼダム・ため池	福井市・大野市・勝山市・鯖江市・あわら市・越前市・坂井市・永平寺町・池田町・南越前町・越前町				調節池・下水施設・田んぼダム・ため池
	砂防・治山・森林整備（間伐等）	福井河川国道事務所・福井県・岐阜県・市町・福井森林管理署・森林整備センター等				砂防・森林整備
被害対象を減少させるための対策	土地利用規制・誘導（災害危険区域等）検討	各県市町・河川管理者				
	立地適正化計画による水害リスクの低い地域への居住誘導等の検討	福井市・大野市・勝山市・鯖江市・あわら市・越前市・福井森林管理署等			立地適正化計画	
被害の軽減、早期復旧・復興のための対策	被害軽減対策・早期復興支援	全ての関係機関・福井県防災士会・福井県建築士会				
グリーンインフラの取組	水際環境保全・再生、砂礫河原再生	福井河川国道事務所	水際環境保全・再生、砂礫河原再生			
	水鳥等の採餌場・休憩地等の生息環境再生 湿地創出		水鳥等の採餌場・休憩地等の生息環境再生 湿地創出			

堤防拡築・堤防強化完成

気候変動を踏まえ、更なる対策を推進

※スケジュールは今後の事業進捗によって変更となる場合がある。

○河川整備の途上段階での施設規模を上回る洪水や、基本高水を超過する洪水に対しては、これまでも避難体制の強化など様々な取り組みを実施し、被害の最小化を図ってきたところ。

○施設規模を上回る洪水や、基本高水を超過する洪水に対して、さらなる水位の低下や被害の最小化を図るため、河川管理者として施設の運用技術の向上や堤防強化等の新たな取り組みを実施するとともに、地元自治体、住民、河川管理者等が連携し、多層的な流域治水の取組を推進する。

<p>戦後最大洪水等に対応した河川の整備（見込）</p>  <p>整備率：55% (概ね5か年後)</p>	<p>農地・農業用施設の活用</p>  <p>4市町 (令和3年度末時点)</p>	<p>流出抑制対策の実施</p>  <p>15施設 (令和2年度実施分)</p>	<p>山地の保水機能向上および土砂・流木災害対策</p>  <p>治山対策等の実施箇所 25箇所 (令和3年度実施分) 砂防関係施設の整備数 1施設 (令和3年度完成分)</p>	<p>立地適正化計画における防災指針の作成</p>  <p>0市町 (令和3年12月末時点)</p>	<p>避難のためのハザード情報の整備</p>  <p>洪水浸水想定区域 (令和3年12月末時点) 13河川 内水浸水想定区域 (令和3年11月末時点) 0団体</p>	<p>高齢者等避難の実効性の確保</p>  <p>洪水 811施設 計画 土砂 171施設 (令和3年9月末時点) 個別避難計画 集計中 (令和4年1月1日時点)</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

洪水を河川内で安全に流すため、引き続き河道掘削や堤防整備を実施

- 九頭竜川水系における流域治水の一環として、堤防拡築、河道掘削等を実施し、早期に安全性の向上を図る。



河道拡幅（九頭竜川水系竹田川）

現状写真（河道拡幅前）



河道掘削（九頭竜川水系日野川）

被害対象を減少させるための対策

洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保

- 想定最大規模降雨における洪水ハザードマップを順次作成し、洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図る。



福井市 洪水・土砂災害ハザードマップ

こうなる前に 知って 備えて 行動へ



洪水・土砂災害ハザードマップ改訂

被害の軽減、早期の復旧・復興のための対策

マイ・タイムライン、マイ防災マップ作成支援

- マイ・タイムライン、マイ防災マップの作成支援を実施することで地域防災力の向上を図る。

小学校への出前講座



ワークショップの開催





マイ防災マップの作成

マイ・タイムラインの作成

- 九頭竜川の下流域はヨシ・マコモ群落等の抽水植物が水際に分布し、オオヒシクイ等の休息・採餌地となっている。中流域はアラレガコの生息地として国の天然記念物の地域指定を受けており、砂礫河原や瀬、淵が連続している。砂礫河原はコアジサシやカワラハハコ等の砂礫地固有の動植物の生息・生育場となっている。
- 多様な生物を育む九頭竜川水系の豊かな河川環境を回復するため、今後概ね10年間で日野川の湿地創出など、自然環境が有する多様な機能を活かすグリーンインフラの取組を推進する。



オオヒシクイなどの採餌場、休憩地等の生息環境再生

水際環境保全・再生



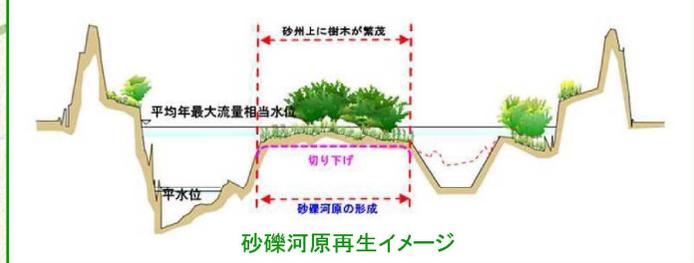
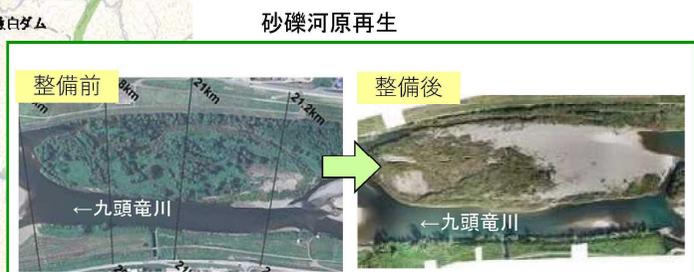
湿地創出によるコウノトリなどの生物の多様な生育環境の保全



凡例

- 県境
- 流域界
- ▽ 大臣管理区間
- ▲ 既設ダム(直轄)
- 治水メニュー
- グリーンインフラメニュー

- 自然環境の保全・復元などの自然再生
砂礫河原再生、水際環境保全・再生
- 生物の多様な生息・生育環境の創出による生態系ネットワークの形成
コウノトリ、オオヒシクイなどの採餌場・休憩地等の生息環境再生
- 治水対策における多自然川づくり
湿地創出によるコウノトリなどの生物の多様な生育環境の保全
- 自然環境が有する多様な機能活用の取組み
 - ・ 小学校などにおける河川環境学習
 - ・ 福井県流域環境ネットワーク協議会による自然再生の推進
 - ・ 堤防草刈りで生じた草を堆肥化して無償配布



砂礫河原再生イメージ

【全域に係る取組】
・ 地域のニーズを踏まえた賑わいのある水辺空間創出への連携・支援

※具体的な対策内容については、今後の調査・検討等により変更となる場合があります。