

気候変動を踏まえた治水計画への移行について

国土交通省 水管理・国土保全局
河川計画課 佐藤寿延

令和4年6月27日

本日の内容

1. 気候変動の影響の評価方法（参考：技術資料）
2. 気候変動を踏まえた河川計画への変更
3. 既往最大洪水と計画洪水との関係
4. 本川、支川との関係
5. 気候変動化における操作（規則（ルール）か判断か）

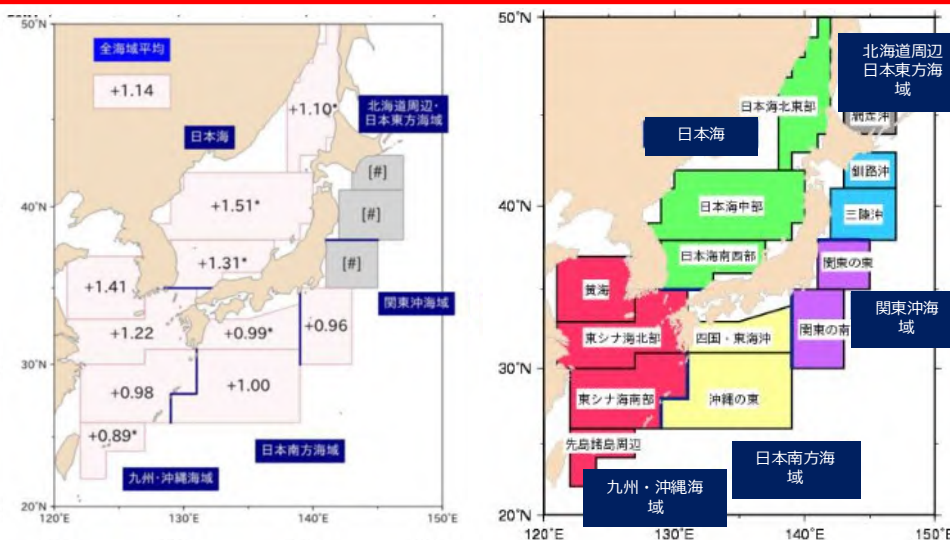
日本近海の海面水温について

海面水温の長期変化傾向

日本近海の海域平均海面水温（年平均）の長期変化傾向（℃/100年）2019年までの100年間の変化（左図）と海域区分（右図）

左図中の無印の値は信頼度水準99%以上で統計的に有意な値を、「*」を付加した値は95%以上で有意な値を示しています。上昇率が[#]とあるものは、統計的に有意な長期変化傾向が見出せないことを示しています。

出典：文部科学省・気象庁「日本の気候変動2020」（令和2年12月）

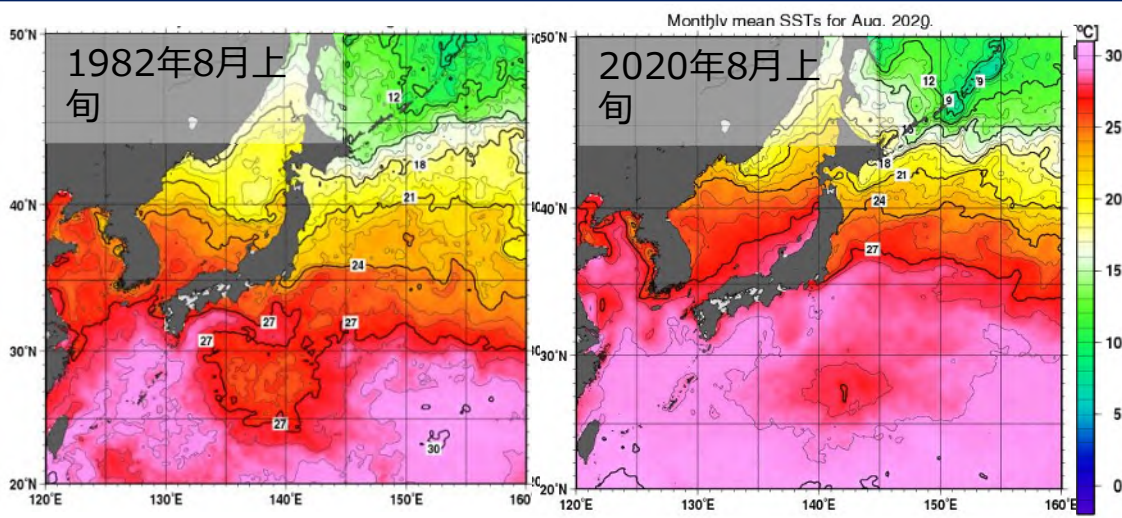


旬平均海面水温

一般的には台風は海面水温が26～27℃以上の海域で発生するといわれています。また海面水温が高いほど、台風はより強くなります。

※台風の発生・発達には海面水温以外にも大気の状態も重要な要因であり、海面水温が高いだけでは台風の発生・発達につながりません

出典：気象庁HP（一部加筆）
解説文は気象庁聞き取り



地球温暖化の定量的影響評価

地球温暖化による**降水量への影響の定量的評価**を気象庁**気象研究所**が実施
現時点で地球温暖化の影響により、**総降水量が約6.5%～約11%増加**と算出
将来、現時点と比較して、**総降水量がさらに6.3%～22%増加**する可能性

水災害 (豪雨イベント)	既に生じている温暖化	これから生じる温暖化
	現時点 1980年以降における温暖化による気温上昇と海面水温の上昇による影響	将来 現在気候に対する将来気候での状況 (2℃上昇シナリオ～4℃上昇シナリオ)
平成30年7月豪雨	総降水量が 約6.5%増加 (1)	—
令和元年東日本台風	総降水量が 約11%増加 (1)	将来さらに、総降水量が 6.3%～22%増加 (2)
令和2年7月豪雨	気温上昇により 降水量が増加 (1) ※定量的な評価は現在実施中	—

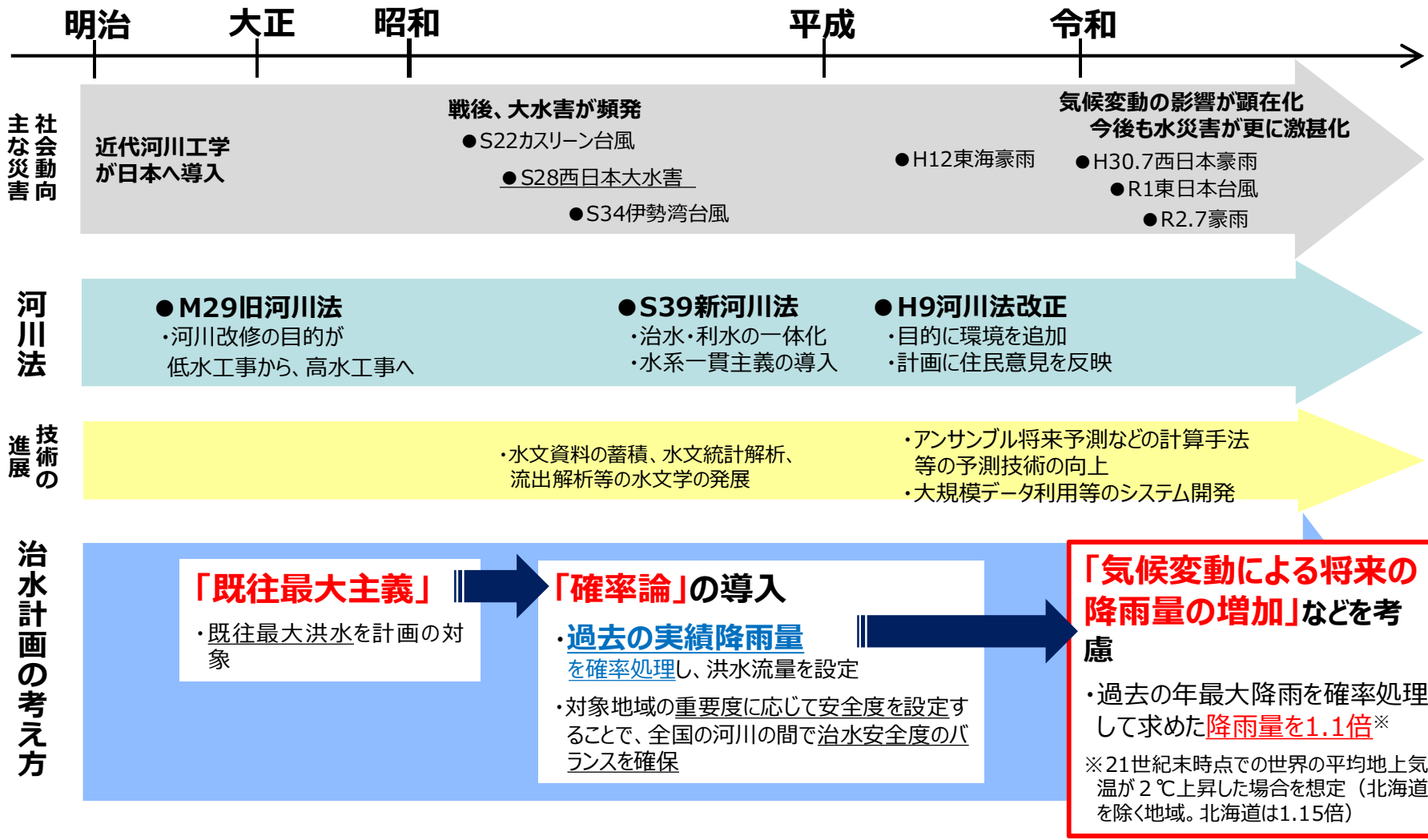
<注釈>

※それぞれの出典を元に、国土交通省水管理・国土保全局が作成。(1):気象庁気象研究所が記者発表、(2):環境省により公表)

※大気の数値シミュレーションを用いて実際の豪雨現象を忠実に再現した上で、地球温暖化に伴う気温上昇分を除去、または、さらに温暖化のシナリオに基づき気温を上昇させ、再度、大気の数値シミュレーションを行うことで、温暖化の影響を定量的に評価。
 ※気象研究所が開発した非静力学大気モデル(NHRCM)を用い、日本周辺を2～5kmの解像度で数値計算した結果によるもの。

気候変動を踏まえた計画へ見直し～変遷～

○ 「過去の実績降雨を用いて確率処理を行い、所要の安全度を確保する治水計画」から、「気候変動の影響による将来の降雨量の増加も考慮した治水計画」へと転換。



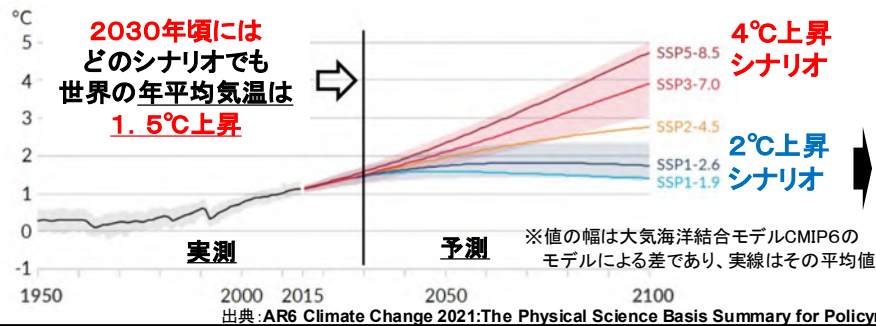
温暖化の影響を予め見込んだ治水計画へ転換

- 堤防やダム等の施設で氾濫を防止するとして定めたハード整備の目標流量などが、将来の気候変動によりどの程度変化するか等の科学的な分析を水系ごとに実施し、21世紀末の未来に備えるため、温暖化の影響を予め治水計画に反映し、中長期的、かつ計画的に河川整備を進める。
- 新宮川や五ヶ瀬川、球磨川等、近年、大規模な水害が発生した際の洪水流量が長期的な目標(基本高水)を上回った水系から順次、ハード整備の長期計画である河川整備基本方針を見直し、治水対策の強化を行う。

気候変動に関するシナリオ(IPCC第6次評価報告書)

- ◆ 大気中の水蒸気量が増加し、海水温が上昇することで、災害をもたらすような豪雨の発生頻度が増加し、降雨量が増大するとともに海面水位が上昇する。

1850年～1900年に対する世界平均気温における各シナリオごとの予測



気候変動を考慮した治水計画の改定の考え方

- ◆ 一級水系では100年に1回程度発生する洪水の氾濫防止を施設整備の目標として定めている
- ◆ 気候変動に対応するため、過去の降雨データに基づく雨量(100年確率)を、1.1倍するとともに、過去に経験したことない雨の降り方も考慮して計画の改定作業を実施

<地域区分毎の降雨量変化倍率(2°C上昇)>

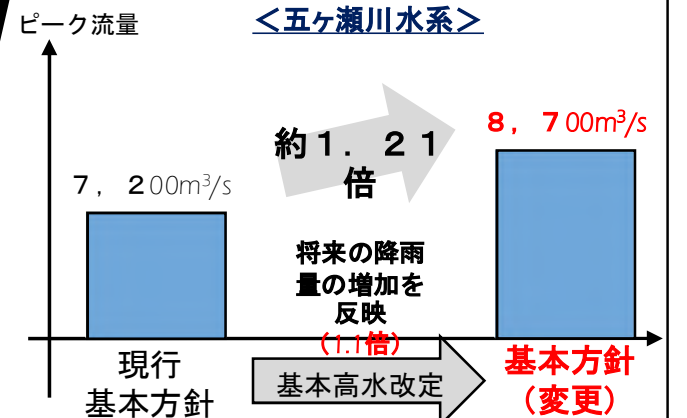
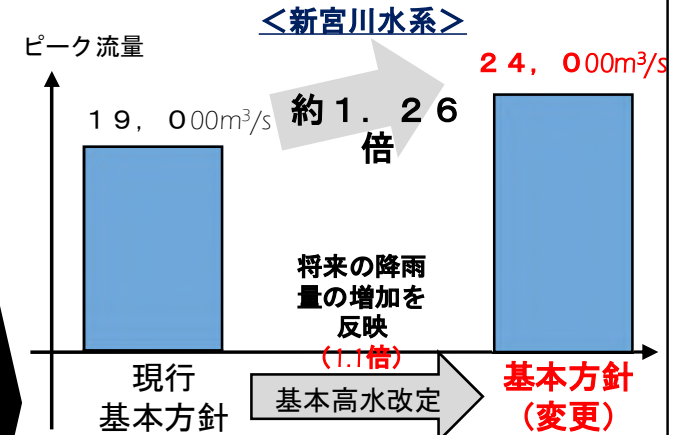
今世紀末時点での降雨量の変化倍率

全国(北海道を除く)	1.1
北海道	1.15

※出典: 「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言 改訂版(令和3年4月)



気候変動を踏まえた基本高水のピーク流量 【氾濫防止のための施設整備の長期目標の流量規模】

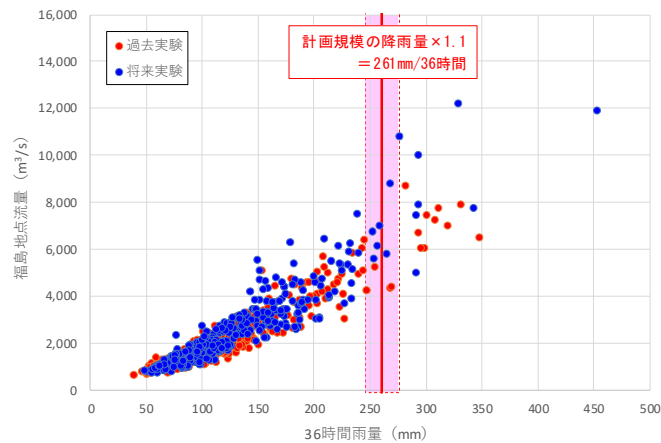


アンサンブル予測降雨波形の抽出（福島地点）

（阿武隈川水系 河川整備基本方針）

- 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（福島261mm/36hr）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36時間雨量（福島261mm）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。

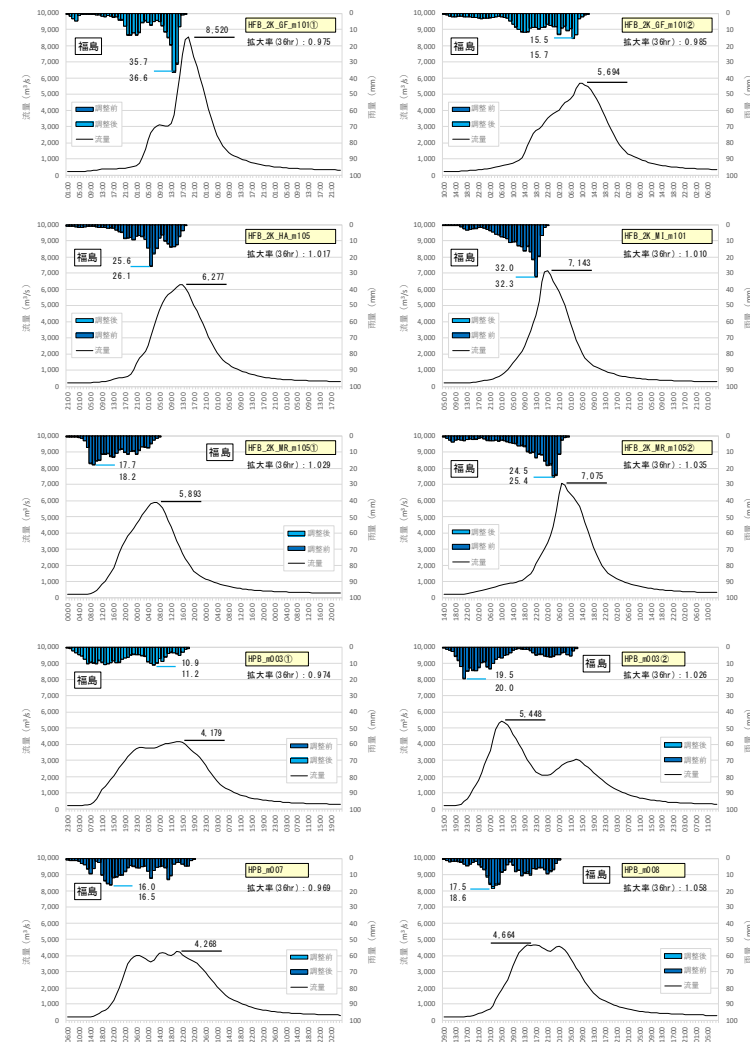
アンサンブル将来予測降雨波形データを用いた検討



- 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に、計画対象降雨の降雨量近傍の洪水を抽出

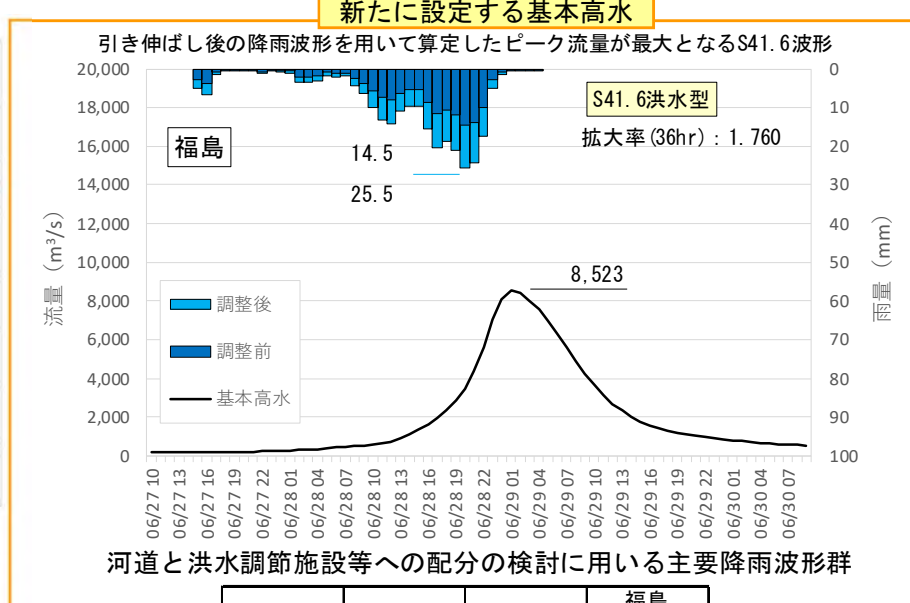
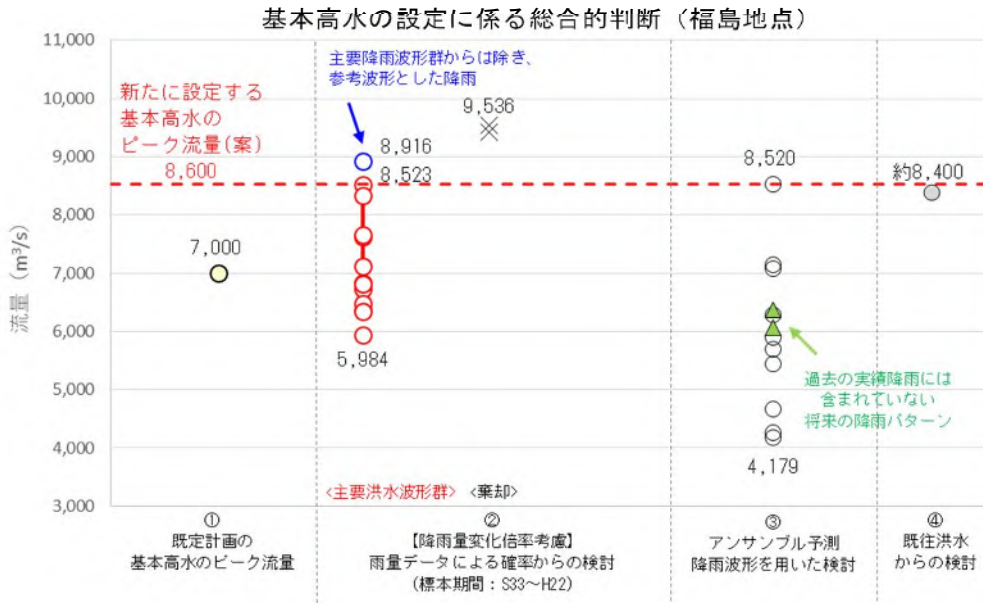
洪水名		洪水要因	福島地点 36時間雨量 (mm)	気候変動後 1/150雨量 (mm)	拡大率	福島地点 ピーク流量 (m³/s)
将来実験	HFB_2K_GF_m101 ①	台風性	267.4	261	0.975	8,600
	HFB_2K_GF_m101 ②	台風性	264.8	261	0.985	5,700
	HFB_2K_HA_m105	前線性	256.4	261	1.017	6,300
	HFB_2K_MI_m101	台風性	258.2	261	1.010	7,200
	HFB_2K_MR_m105 ①	前線性	253.5	261	1.029	5,900
	HFB_2K_MR_m105 ②	台風性	252.0	261	1.035	7,100
過去実験	HPB_m003 ①	台風性	267.8	261	0.974	4,200
	HPB_m003 ②	台風性	254.2	261	1.026	5,500
	HPB_m007	台風性	269.1	261	0.969	4,300
	HPB_m008	台風性	246.5	261	1.058	4,700

【抽出した予測降雨波形群による流量】



総合的判断による基本高水のピーク流量の設定(福島地点) (阿武隈川水系 河川整備基本方針)

- 気候変動による外力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、阿武隈川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点福島において8,600m³/sと設定。
- なお、雨量データによる確率からの検討について棄却されなかった降雨波形のうち、アンサンブル予測波形で得られた流量の範囲を超える波形については、生起可能性等の検証を加え、うち1波形は主要降雨波形(基本高水の設定)に採用、1波形は主要降雨波形から除いたうえで整備途上の上下流本支川バランスチェックに活用。



【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°C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
- ③ アンサンブル予測降雨波形を用いた検討:
対象降雨の降雨量(261mm/36h)に近い10洪水を抽出
○: 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°C上昇)のアンサンブル降雨波形
- ④ 既往洪水からの検討: R1.10洪水の実績流量

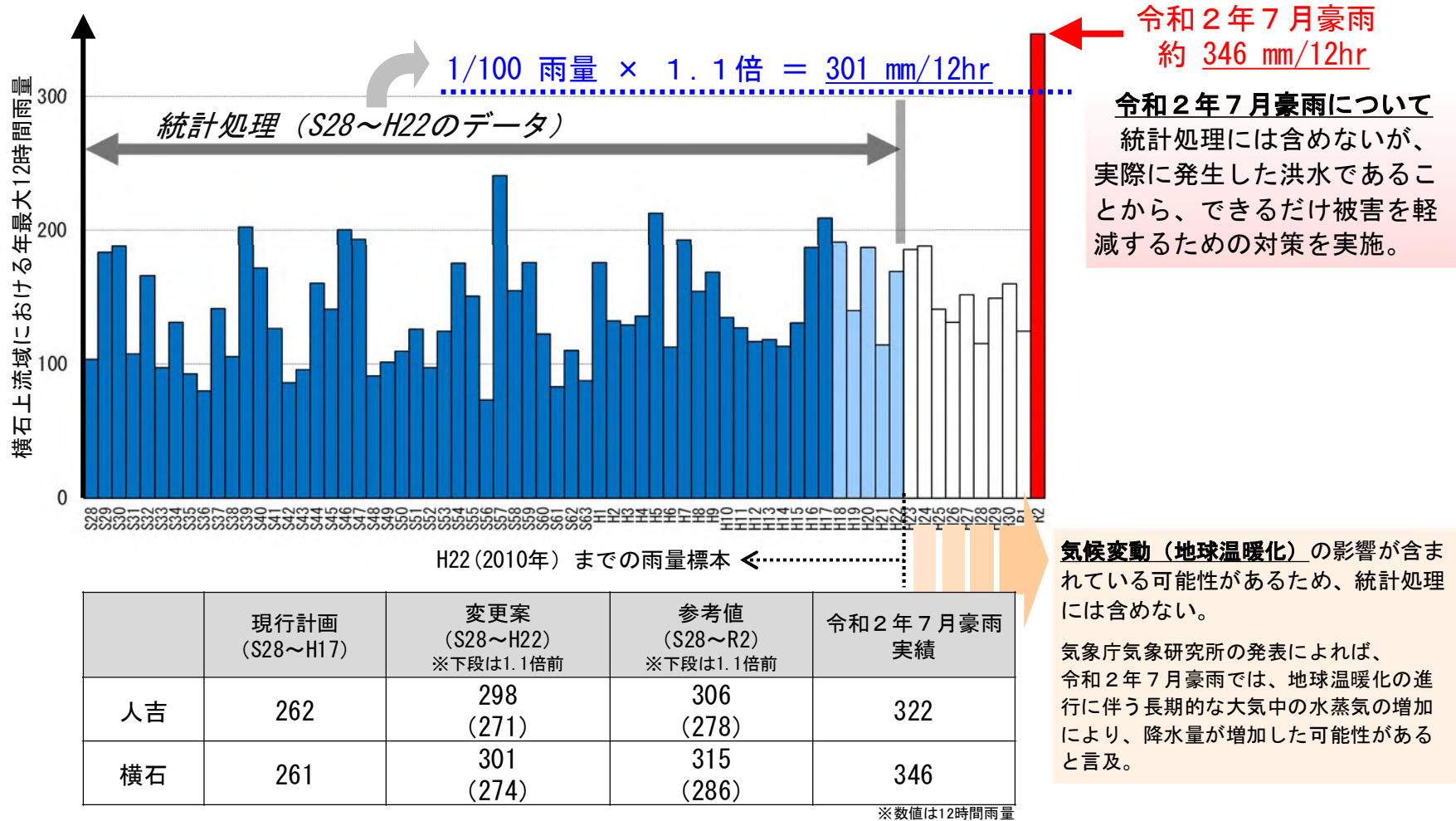
【参考】水防法に基づく想定最大降雨
・雨量: 323mm/2日(1/1000確率)
・基準地点流量: 9,700m³/s(S61.8型)

洪水名	実績雨量(mm/36hr)	拡大率	福島ピーク流量(m ³ /s)
S33.09.27	144.1	1.810	6,400
S41.06.29	148.2	1.760	8,600
S46.09.01	132.3	1.971	6,000
S56.08.23	167.9	1.553	6,900
S61.08.05	234.7	1.111	7,700
H10.08.30	201.3	1.296	6,800
H11.09.16	134.9	1.934	6,500
H14.07.11	214.7	1.215	7,200
H16.10.21	137.7	1.894	6,400
H23.09.22	213.3	1.223	7,700
H29.10.23	155.3	1.680	6,900
R01.10.12	250.7	1.040	8,400

対象降雨の降雨量と令和2年7月豪雨の実績降雨量

(球磨川水系 河川整備基本方針)

- 過去の実績降雨により求めた降雨量に降雨量変化倍率(1.1)を乗じて算出した降雨量と比較し、令和2年7月豪雨における降雨量は大きく超過
- また、気候変動の影響が含まれている可能性がある近年降雨まで含めた統計処理の結果に対しても大きく超過

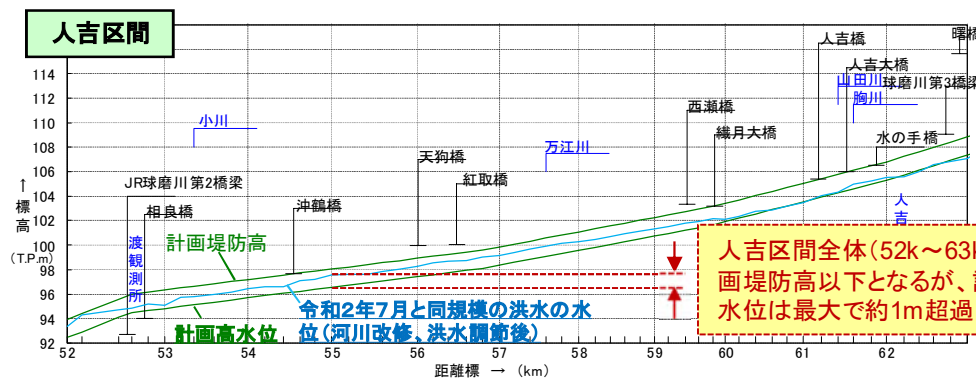


令和2年7月と同規模の洪水に対する施設の効果と対応

(球磨川水系 河川整備基本方針)

- 令和2年7月と同規模の洪水のピーク流量は、人吉地点から下流の区間において今回設定した基本高水のピーク流量よりも大きくなる。(例：横石地点 基本高水のピーク流量 11,500m³/s、令和2年7月と同規模の洪水のピーク流量 12,600m³/s)
- 今回設定する河道への配分流量に対応した河川改修、洪水調節施設による、令和2年7月と同規模の洪水に対する効果を検証したところ、水位は計画堤防高を上回らないものの、人吉区間から中流部の大部分の区間、及び下流部の一部区間で計画高水位は超過する結果となった。
- このため、施設の運用技術の向上に加え、流域治水を多層的に進めること等により、令和2年7月と同規模の洪水を含め、基本高水を超過する洪水に対してもさらなる水位の低下や被害の最小化を図る取組を進めていく。

令和2年7月と同規模の洪水に対する計算結果

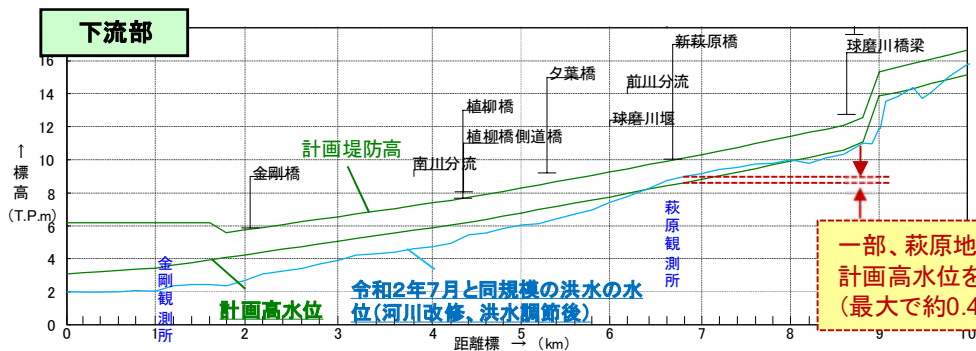


中流部

中流部区間全体(10k~52k)で、宅地かさ上げ高さ(計画高水位+1.5m(余裕高相当)を基本)以下となるが、計画高水位は超過

人吉区間全体(52k~63k)で計画堤防高以下となるが、計画高水位は最大で約1m超過

○令和2年7月と同規模の洪水を含め、基本高水を超過する洪水に対してもさらに水位を低下できるよう、施設の運用技術の向上や、流域治水の多層的な取組の実施を推進

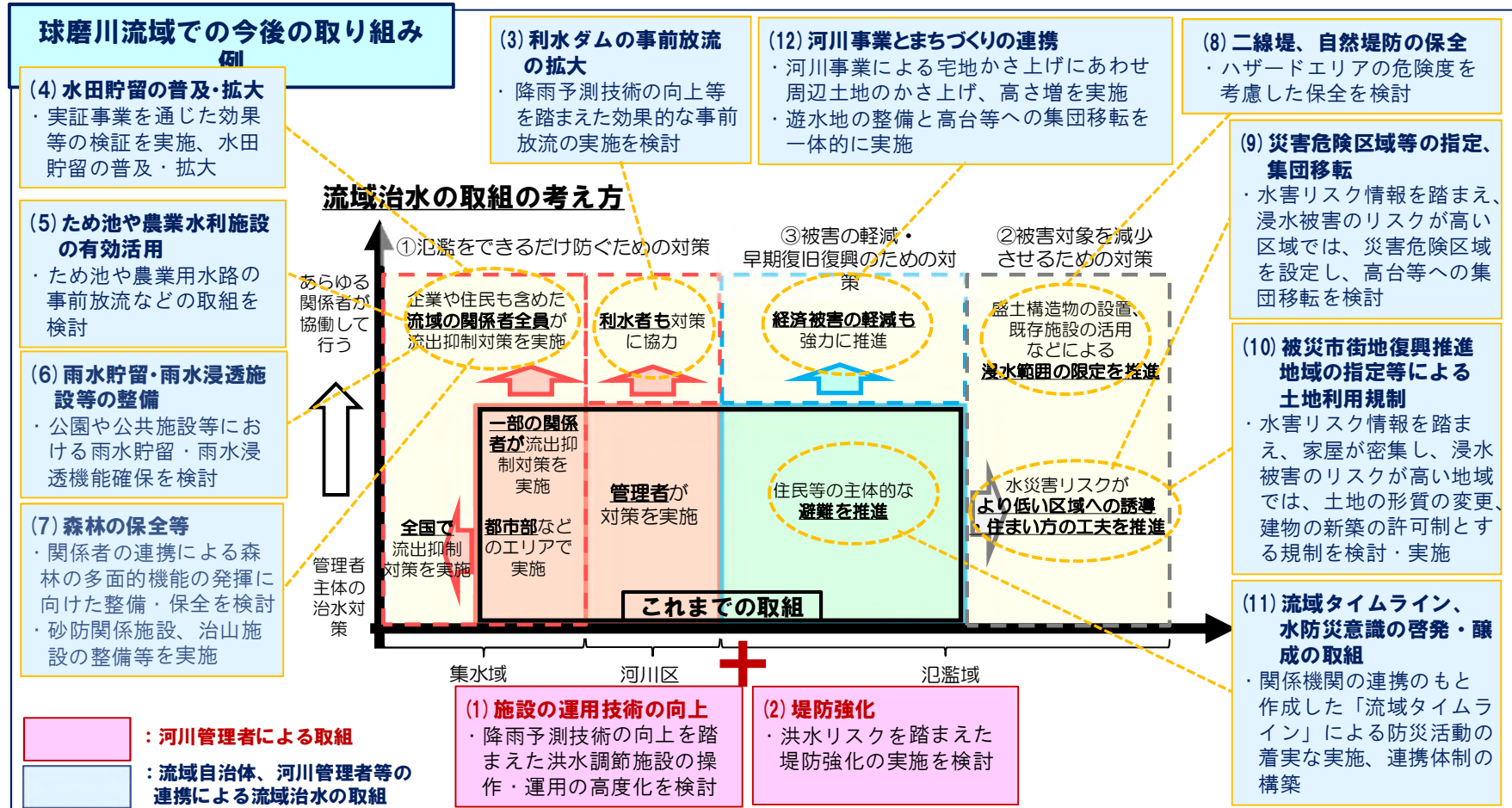


一部、萩原地区で計画高水位を超過(最大で約0.4m程度)

○整備途上の段階や基本高水を上回る洪水が発生した場合にも、浸水被害を最小化するため、氾濫シミュレーション等のリスク情報を積極的に提示するとともに、水害に強いまちづくりや避難体制の強化等の取組を河川管理者と地元自治体、地域住民等が連携して進めていく。

令和2年7月と同規模の洪水を含む基本高水を超過する洪水への対応 (球磨川水系 河川整備基本方針)

- 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、令和2年7月と同規模の洪水を含む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。



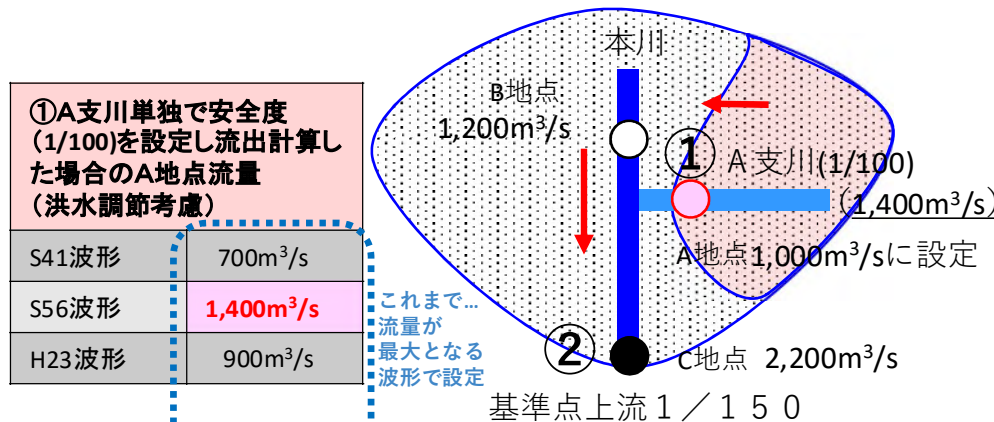
支川の計画高水流量の設定

(阿武隈川水系 河川整備基本方針)

【新たな支川の計画高水流量の設定の考え方】

- 流域の地形特性や降雨特性から本川と支川の同時合流のケースが多く、それによって本川において氾濫の発生が懸念される場合は、氾濫による被害を流域全体で最小化及び分散させるため、本川と支川の計画高水流量のバランスを考慮する必要がある。
- そのため、本川・支川で治水安全度を維持した上で、現況の流下能力、沿川の土地利用、浸水リスク等を踏まえ、本川のピーク流量計算時における本川・支川の計算流量を勘案して計画高水流量を設定する。
- なお、支川流域も含め流域全体の治水安全度向上のため、下流から順次実施する河川整備に加え、上流区間や支川流域において、沿川の遊水機能の確保にも考慮した河川整備、更に貯留機能を向上するための流域での取組を実施。（本支川バランスにおける「流域治水」）。

<氾濫による被害を流域全体で最小化及び分散させるための本川と支川の計画高水流量の設定のイメージ>



①A支川単独で安全度(1/100)を設定し流出計算した場合のA地点流量(洪水調節考慮)

S41波形	700m³/s
S56波形	1,400m³/s
H23波形	900m³/s

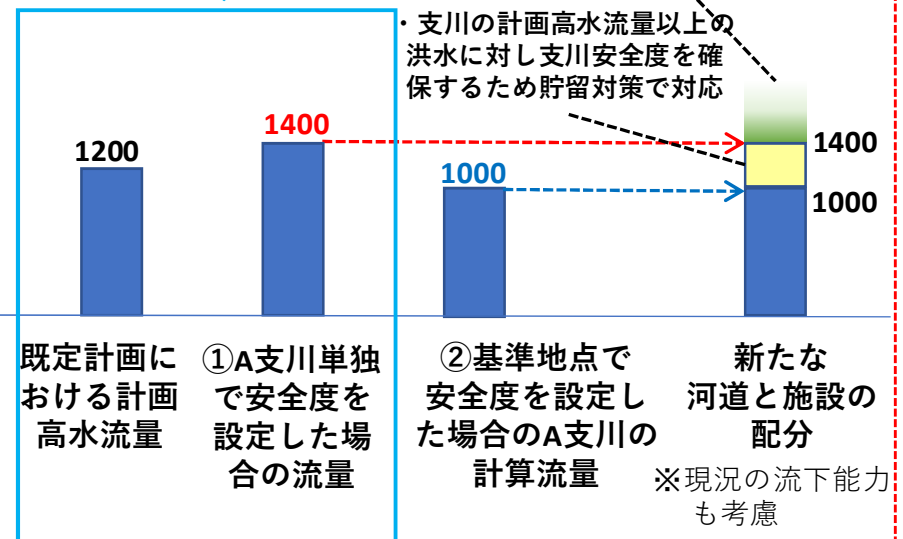
②基準地点で安全度(1/150)を設定し流出計算した場合のA支川の計算流量(洪水調節考慮)

	A地点	B地点	C地点
S61波形	800m³/s	900m³/s	1,700m³/s
H10波形	1,500m³/s	500m³/s	2,000m³/s
R1波形	1,000m³/s	1,200m³/s	2,200m³/s

1,000m³/sを上限に設定

<A支川における設定過程(イメージ)>

- ・既定計画策定以降の、近年データまで取り込み、さらに降雨量変化倍率を考慮して設定
- ・既定計画と同等の安全度を確保。さらに大きな洪水に対しても、流域での対策により対応可能



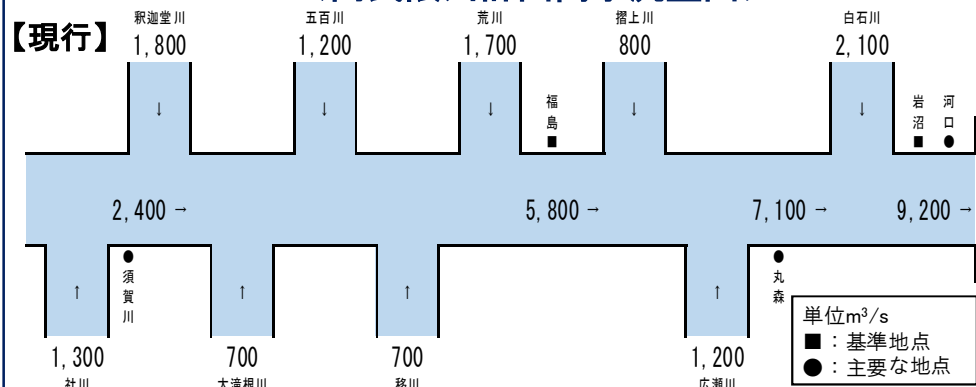
調節する流量
河道流量 12

河道と洪水調節施設等の配分流量 変更 (案)

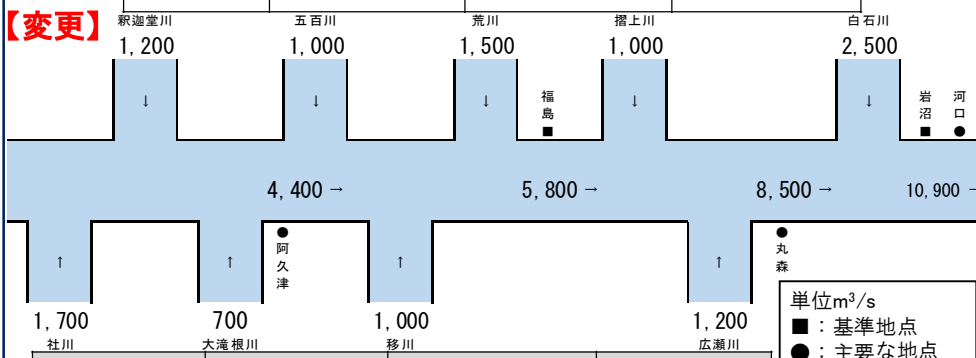
(阿武隈川水系 河川整備基本方針)

○ 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ピーク流量福島地点 8,600m³/s、岩沼地点 12,900m³/sを、洪水調節施設等により、それぞれ2,800m³/s、2,000m³/s調節し、河道への配分流量を福島地点 5,800m³/s、岩沼地点 10,900m³/sとする。

<阿武隈川計画高水流量図>



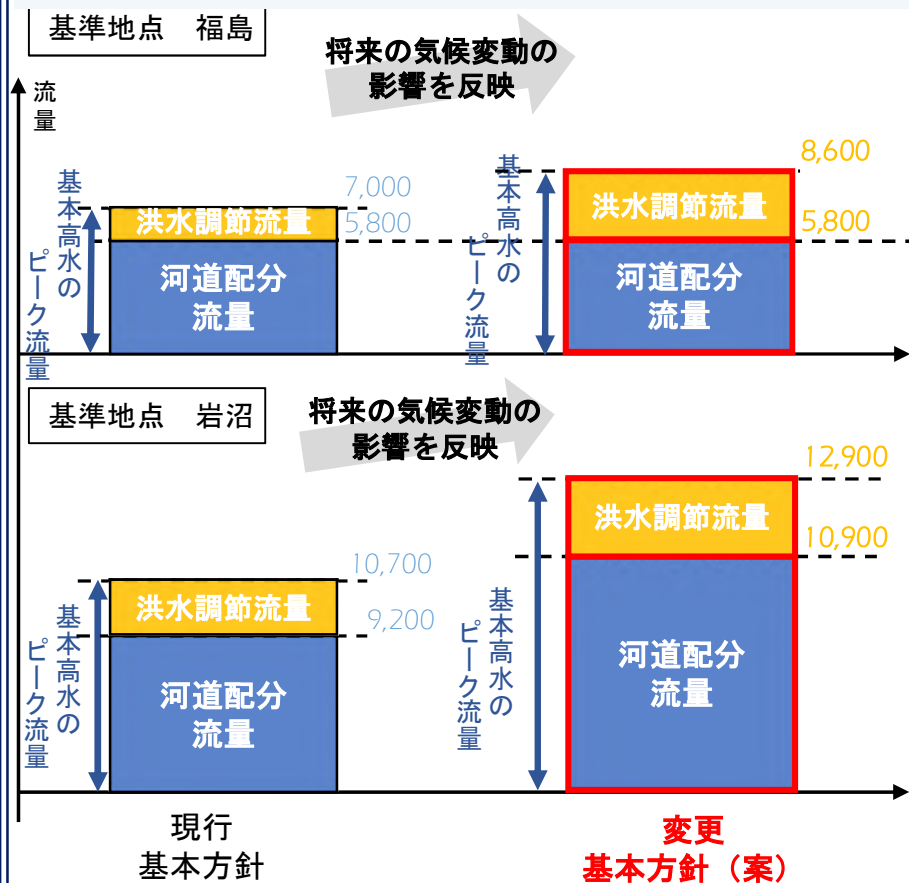
	基本高水のピーク流量 (m ³ /s)	洪水調節施設による調節流量 (m ³ /s)	河道への配分流量 (m ³ /s)
福島	7,000	1,200	5,800
岩沼	10,700	1,500	9,200



	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)
福島	8,600	2,800	5,800
岩沼	12,900	2,000	10,900

<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、具体的な施設計画等を今後検討していく。

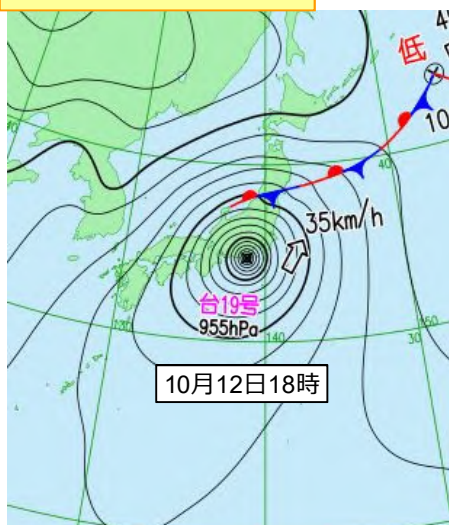


※基準地点 福島、基準地点 岩沼の計画規模1/150は踏襲

降雨の概要

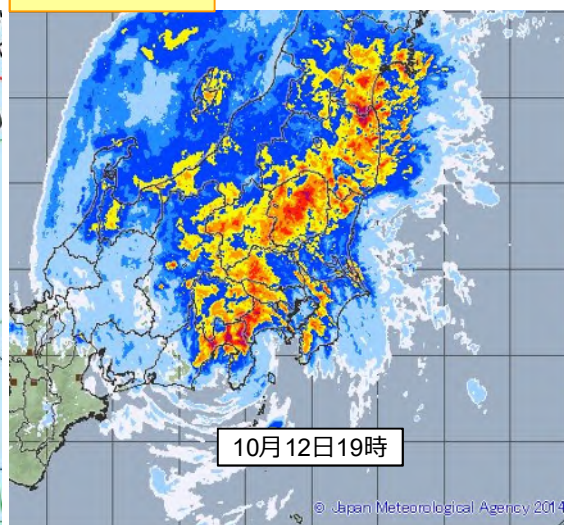
- 台風本体の発達した雨雲や台風周辺の湿った空気の影響で、静岡県や関東甲信地方、東北地方を中心に広い範囲で記録的な大雨となった。
- 10日からの総雨量は神奈川県箱根町で1000ミリに達し、関東甲信地方と静岡県の17地点で500ミリを超えた。

気象・降雨の概要



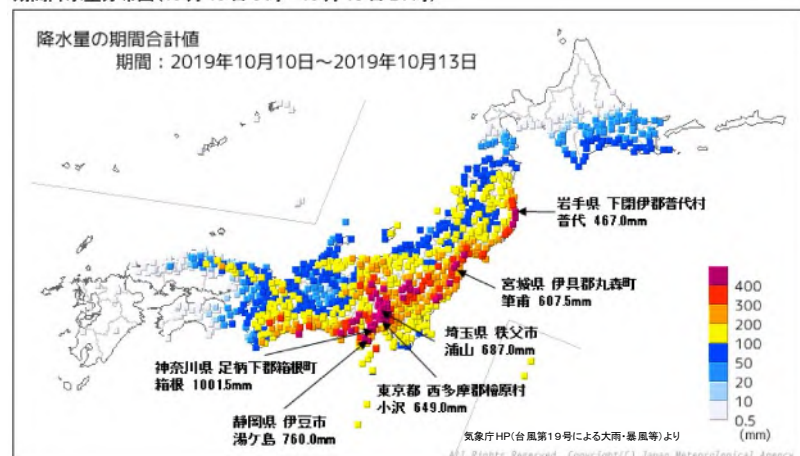
10月12日18時

レーダ雨量図

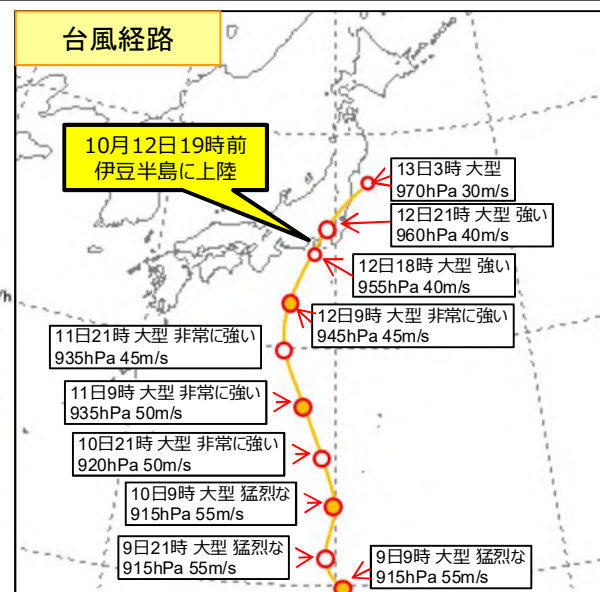


10月12日19時

期間降水量分布図(10月10日0時~10月13日24時)



台風経路



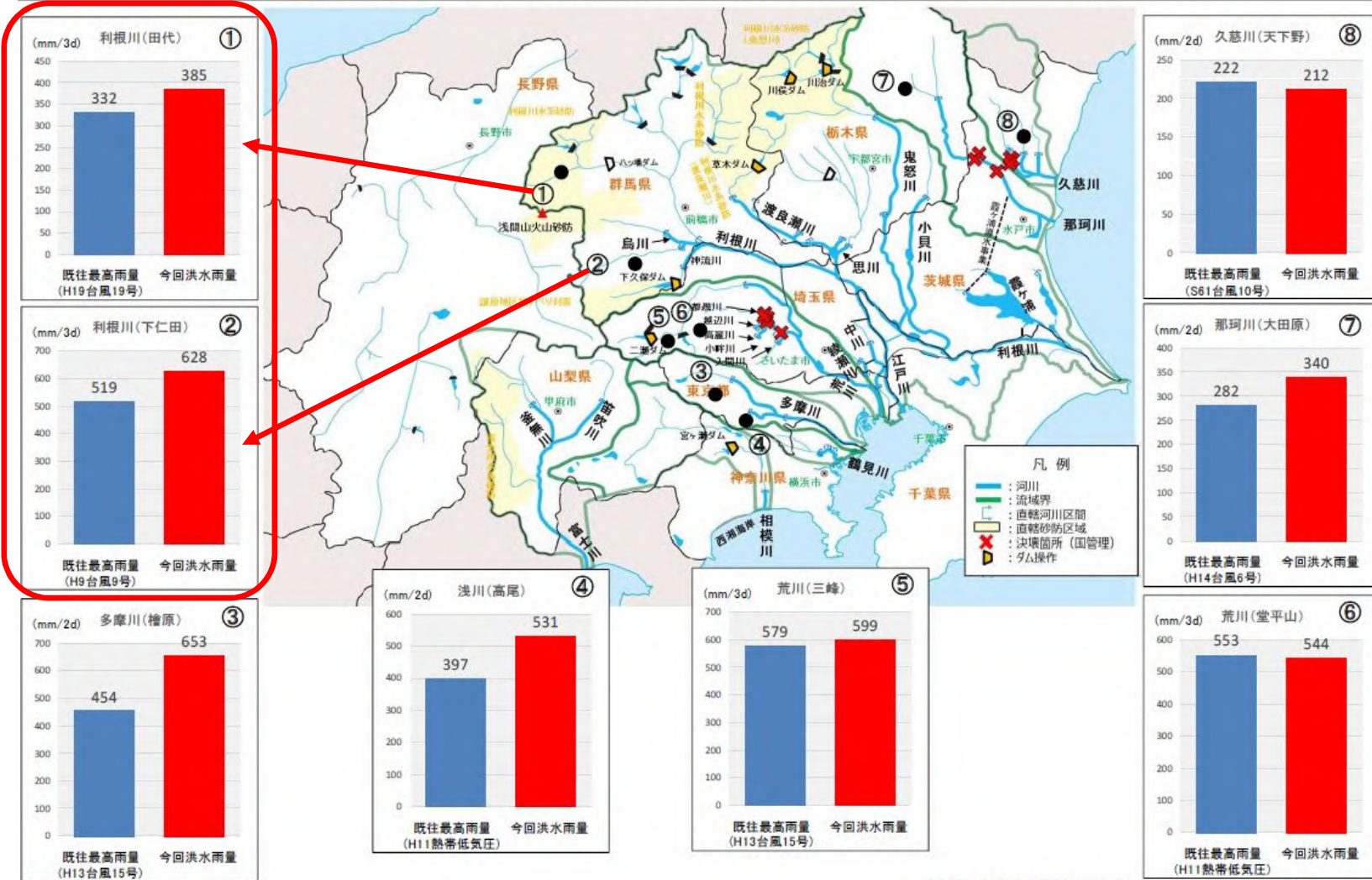
72時間降水量の多い方から10位(10月10日0時~10月13日24時)

順位	都道府県	市町村	地点	期間合計値 mm
1	神奈川県	足柄下郡箱根町	箱根(ハコネ)	1001.5
2	静岡県	伊豆市	湯ヶ島(ユガシマ)	760.0
3	埼玉県	秩父市	浦山(ウラヤマ) ※荒川流域	687.0
4	東京都	西多摩郡檜原村	小沢(オザワ) ※多摩川流域	649.0
5	静岡県	静岡市葵区	梅ヶ島(ウメガシマ)	631.5
6	神奈川県	相模原市緑区	相模湖(サガミコ) ※相模川流域	631.0
7	東京都	西多摩郡奥多摩町	小河内(オゴウチ) ※多摩川流域	610.5
8	宮城県	伊具郡丸森町	筆甫(ヒッポ)	607.0
9	埼玉県	比企郡ときがわ町	ときがわ(トキガワ) ※荒川流域	604.5
10	埼玉県	秩父市	三峰(ミツミネ) ※荒川流域	593.5

※速報値

令和元年東日本台風による雨量の状況

■ 関東地方整備局管内では、台風第19号の降雨により、多くの雨量観測地点で既往最高雨量となりました



(令和2年4月10日 関東地方整備局 出水速報第4報より)

※数値等は速報値のため、修正する可能性があります。

令和元年東日本台風時の利根川の状況

出典: 利根川上流河川事務所HP

群馬県邑楽郡板倉町 飯野付近 (142.7k)

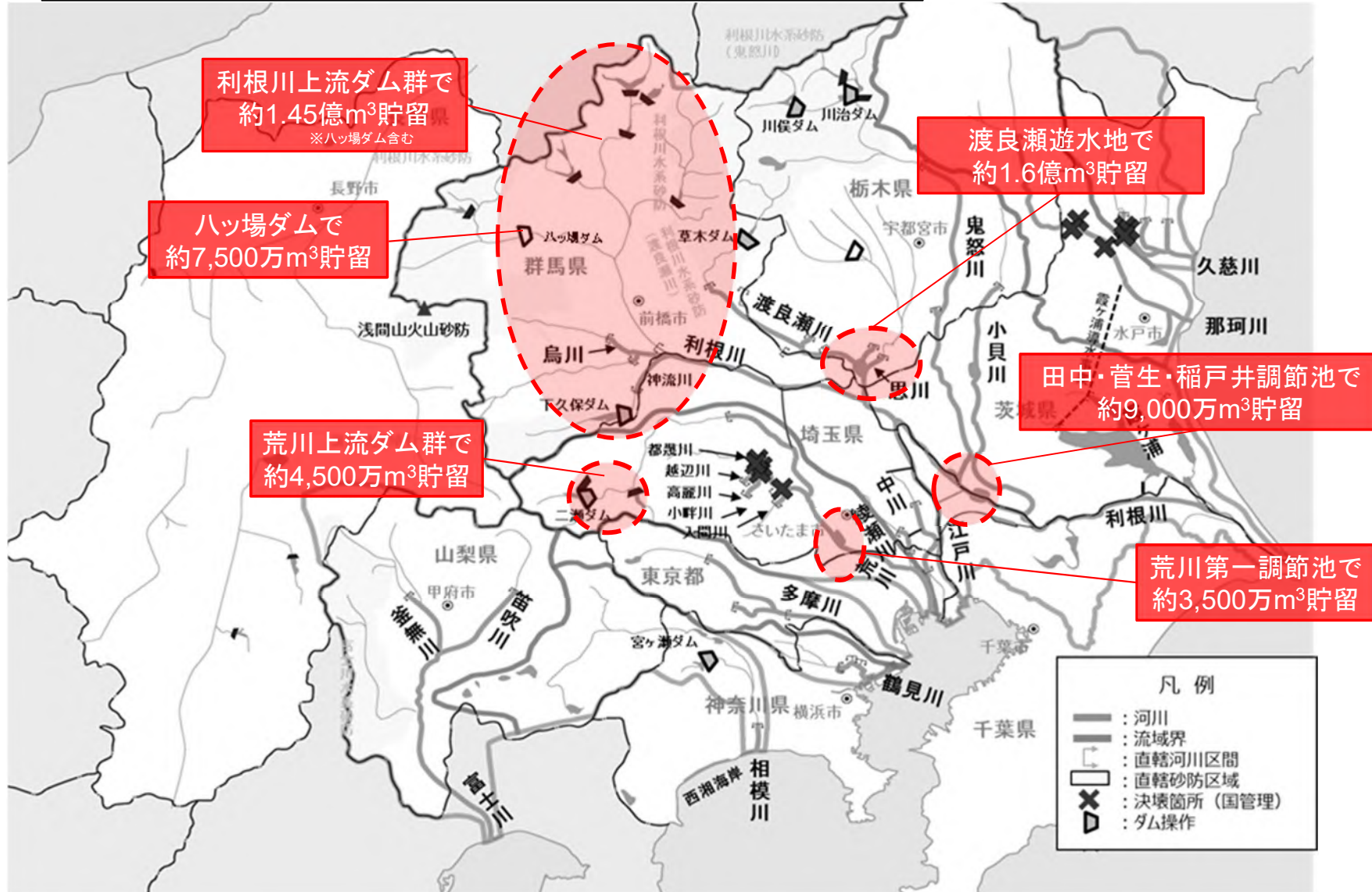


埼玉県久喜市 JR東北本線利根川橋梁付近 (130.5k)



施設の効果 利根川・荒川流域

○ 利根川・荒川流域の主な洪水調節施設で約4.8億m³貯留。



- 草木ダムでは、台風19号による大規模な出水に対し、降雨予測を踏まえて、予備放流及び事前放流を実施し、容量を確保。
- 計画の洪水調節容量を超える約2184万m³をダムに貯留し、異常洪水時防災操作を回避。

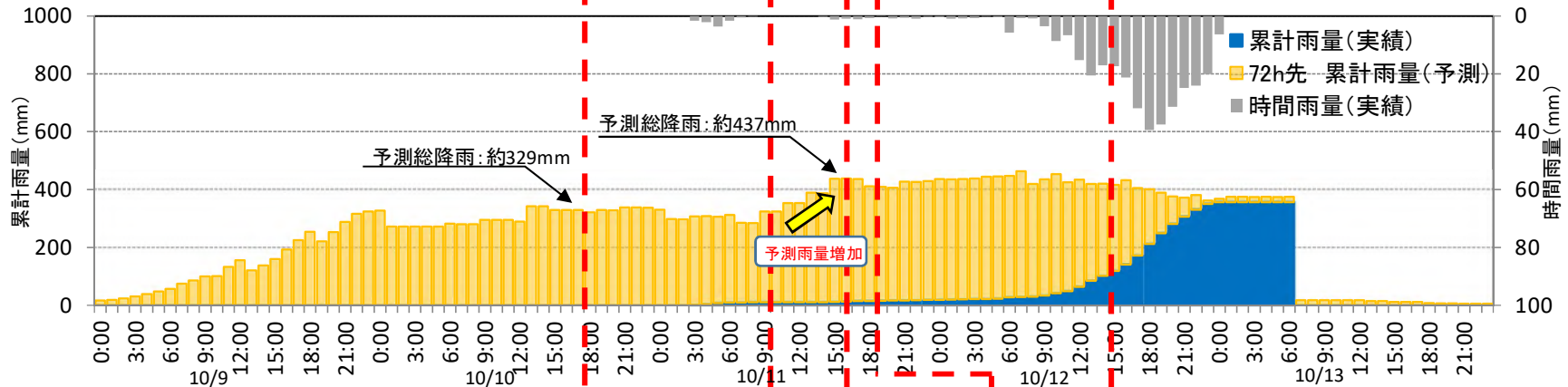
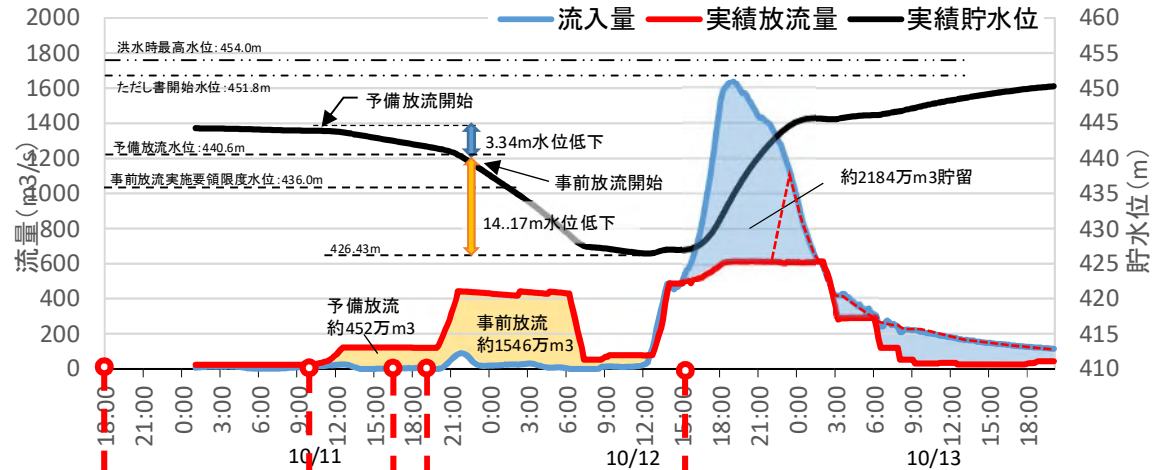
①10/10 18:00 水資源機構 - 地整打合せ内容

- ・ 降雨予測を踏まえると、異常洪水時防災操作に移行する可能性あり。**予備放流を実施。**
- ・ 予測が変わらなければ、予備放流で対応可能。現時点で、予備放流水位以下への水位低下**(事前放流)は実施しない。**

②10/11 17:00 水資源機構 - 地整打合せ内容

- ・ 降雨予測が上振れし、異常洪水時防災操作に移行する可能性が高い。
- ・ 予測を踏まえ、**異常洪水時防災操作が回避できる水位まで事前放流(※)を実施する。**

※事前放流実施要領策定済であったが、「洪水期」「累加雨量」などの条件を満たしていなかったため、関係者と協議を行い、緊急的な措置として事前放流を実施

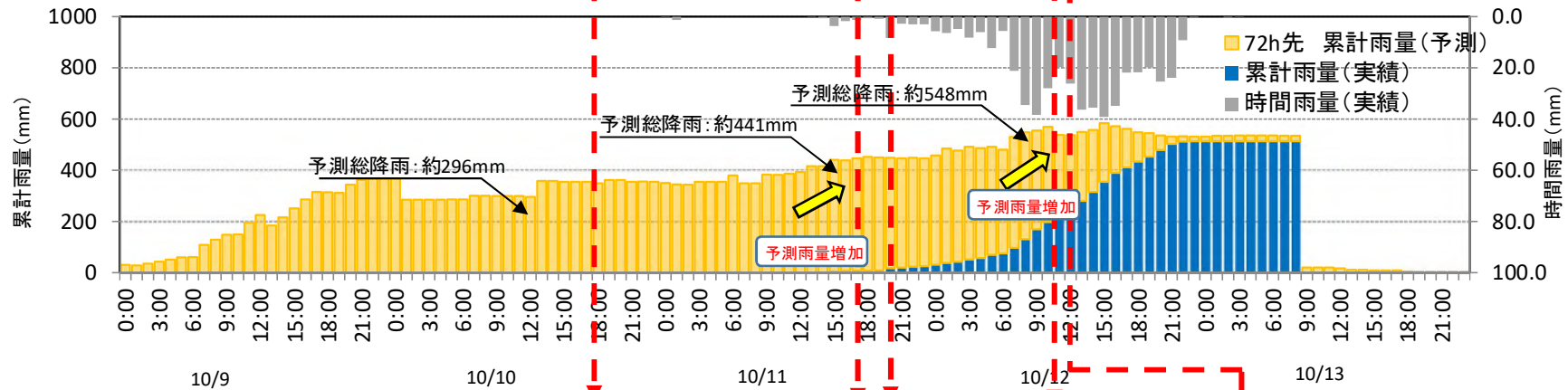
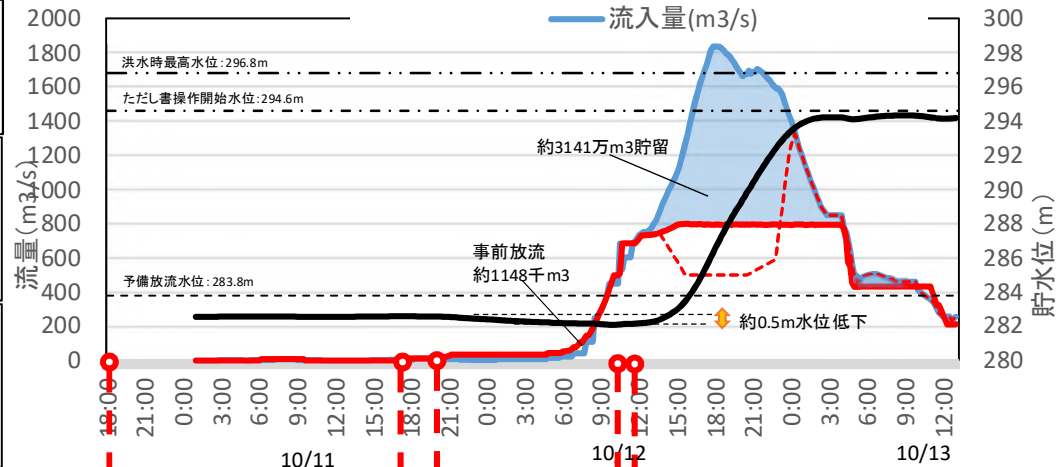


- 10/10 18:00 ①打合せ
- 10/11 10:00 予備放流開始
- 10/11 17:00 ②打合せ
- 10/11 19:00 事前放流指示
- 10/12 15:00 洪水調整開始

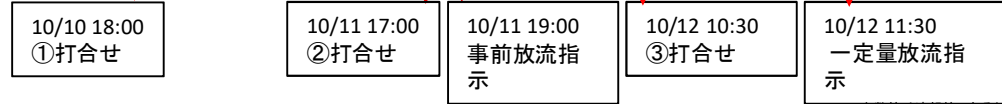
本数値は速報値であるため変更となる可能性がある

- 下久保ダムでは、台風19号による大規模な出水に対し、降雨予測を踏まえて、水位の維持及び事前放流を実施し、容量を確保。
- また、協定書に基づく関東地方整備局長指示による洪水調節も行うことにより、異常洪水時防災操作を回避。

- ①10/10 18:00 水資源機構 - 地整打合せ内容
- ・ 予備放水水位以下であるため、**現状の水位を維持**
 - ・ 予測が変わらなければ、現状の水位で対応可能であり、更なる水位低下 (**事前放流**) は実施しない。
- ②10/11 17:00 水資源機構 - 地整打合せ内容
- ・ 降雨予測が上振れし、異常洪水時防災操作に移行する可能性が高い。
 - ・ 予測を踏まえ、水位低下の限度である**1m/日のスピードで水位低下 (事前放流※)**を実施。
- ③10/12 10:30 水資源機構 - 地整打合せ内容
- ・ 降雨予測が更に上振れし、異常洪水時防災操作に移行する可能性がかなり高い。
 - ・ 予測を踏まえ、**異常洪水時防災操作の回避又は軽減のため洪水調節 (800m³/sの一定量放流)**を実施。



※事前放流実施要領策定済であったが、「洪水期」「累加雨量」などの条件を満たしていなかったため、関係者と協議を行い、緊急的な措置として事前放流を実施



本数値は速報値であるため変更となる可能性がある