

ダムに関する取組について

令和5年11月30日

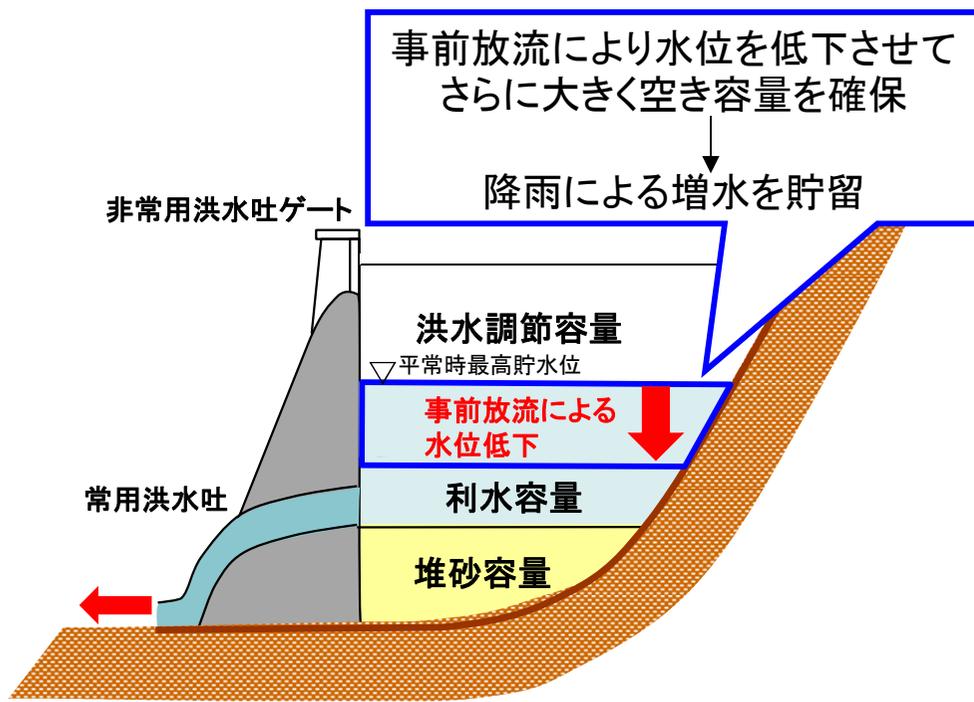
第3回 気候変動に対応したダムの機能強化のあり方に関する懇談会

ダムによる事前放流の強化

事前放流による洪水調節機能の強化

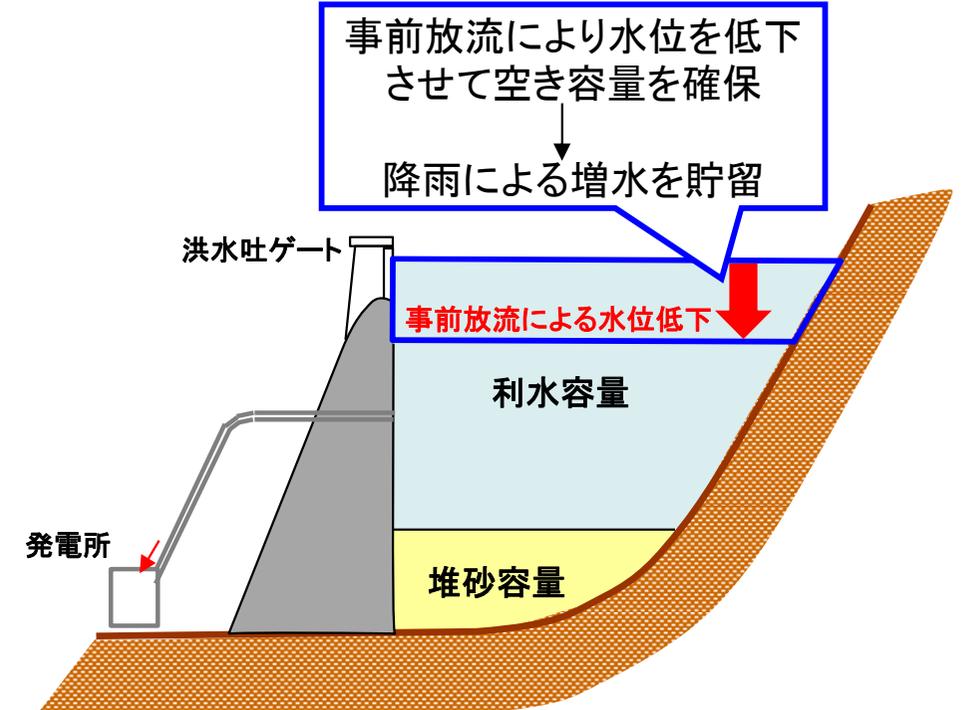
- 水力発電、農業用水、水道等のために確保されている容量も活用して、治水の計画規模や河川（河道）の施設能力を上回る洪水の発生時におけるダム下流河川の沿川における洪水被害を防止・軽減する取組を関係省庁と連携して実施。
- 水力発電、農業用水、水道等のために確保されている容量には、通常、水が貯められていることから、台風の接近などにより大雨となることが見込まれる場合に、大雨の時により多くの水をダムに貯められるよう、河川の水量が増える前にダムから放流して、一時的にダムの貯水位を下げ、「事前放流」を行う。
- 令和元年10月時点で事前放流の実施体制を整えているダムは61ダム（多目的ダム54、利水ダム7）だったが、令和2年度以降関係省庁との連携し、令和5年3月末時点で1444ダム（多目的ダム570、利水ダム874ダム）で体制を整えている。

治水等（多目的）ダムにおける事前放流



事前放流により洪水調節が可能な時間をより長く確保
➡ ダムが満水になり流入量をそのまま放流することとなる異常洪水時防災操作を回避・軽減

利水ダムにおける事前放流



これまでの洪水を貯留する容量がなかったが、事前放流により可能な限り洪水を貯留

事前放流の実績（年度別）

○令和元年度以前は個別に事前放流に取り組んでいたところはあるが、令和2年度以降は、利水ダムも含めた事前放流の実施体制を全国的に整備し対応。

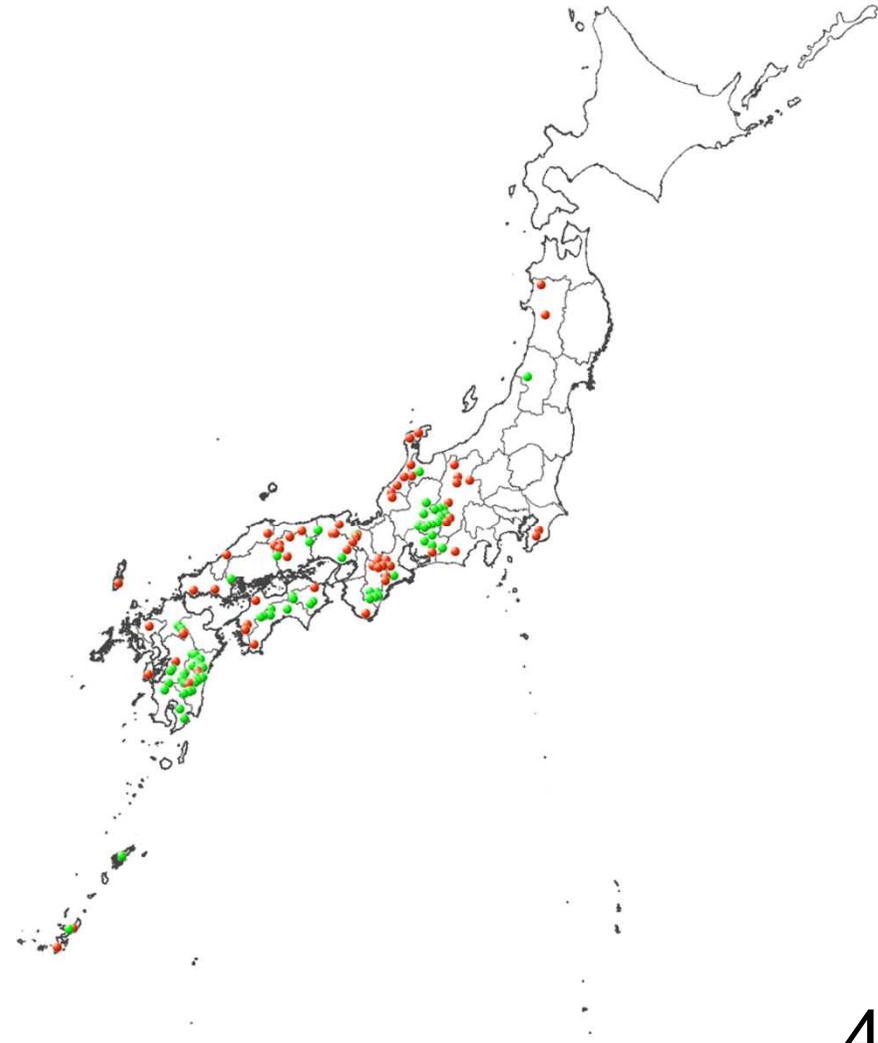
	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度
治水等多目的ダム	75	66	76	87
利水ダム	74	56	86	94
合計	149	122	162	181

事前放流の実施状況（R5年度出水期）

○令和5年度出水期は、全国の、のべ181ダム（うち、利水ダム94）で事前放流を実施

	5月8日 からの 大雨	台風2号 (5月29 日～)	6月29日 からの 大雨	台風 第6号 (8月1日 ～)	台風 第7号 (8月14 日～)	台風 第13号 (9月4日 ～)	合計 (括弧書き は重複除き の数)
治水等 多目的 ダム	2	29	12	16	28	0	87 (72)
利水 ダム	7	26	12	32	10	7	94 (73)
合計	9	55	24	48	38	7	181 (145)

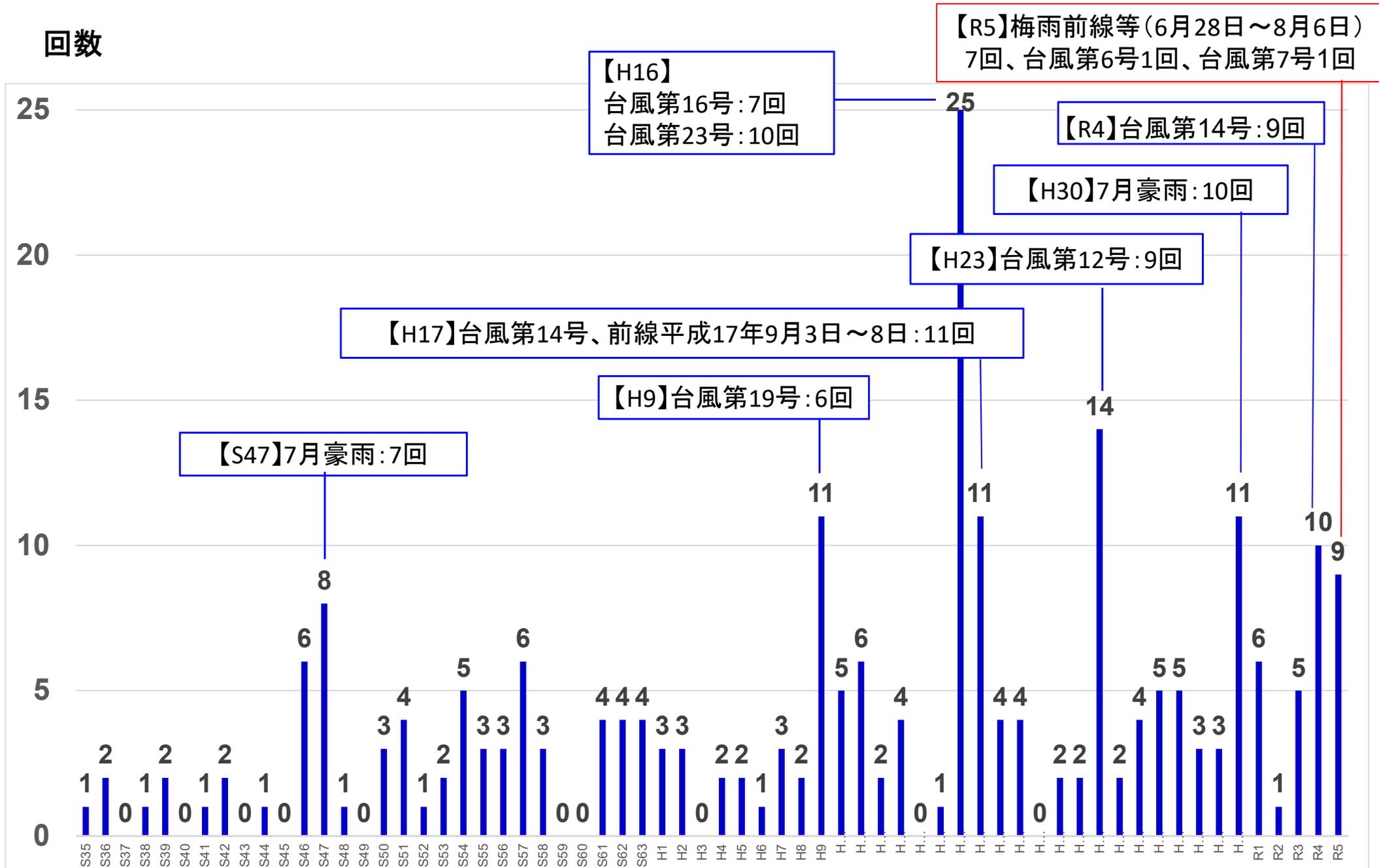
- 事前放流を実施した治水等多目的ダム・・・ 87ダム
- 事前放流を実施した利水ダム・・・ 94ダム



※基準降雨量との関係やダムの運用について評価中であり、数値が変更となる場合があります。

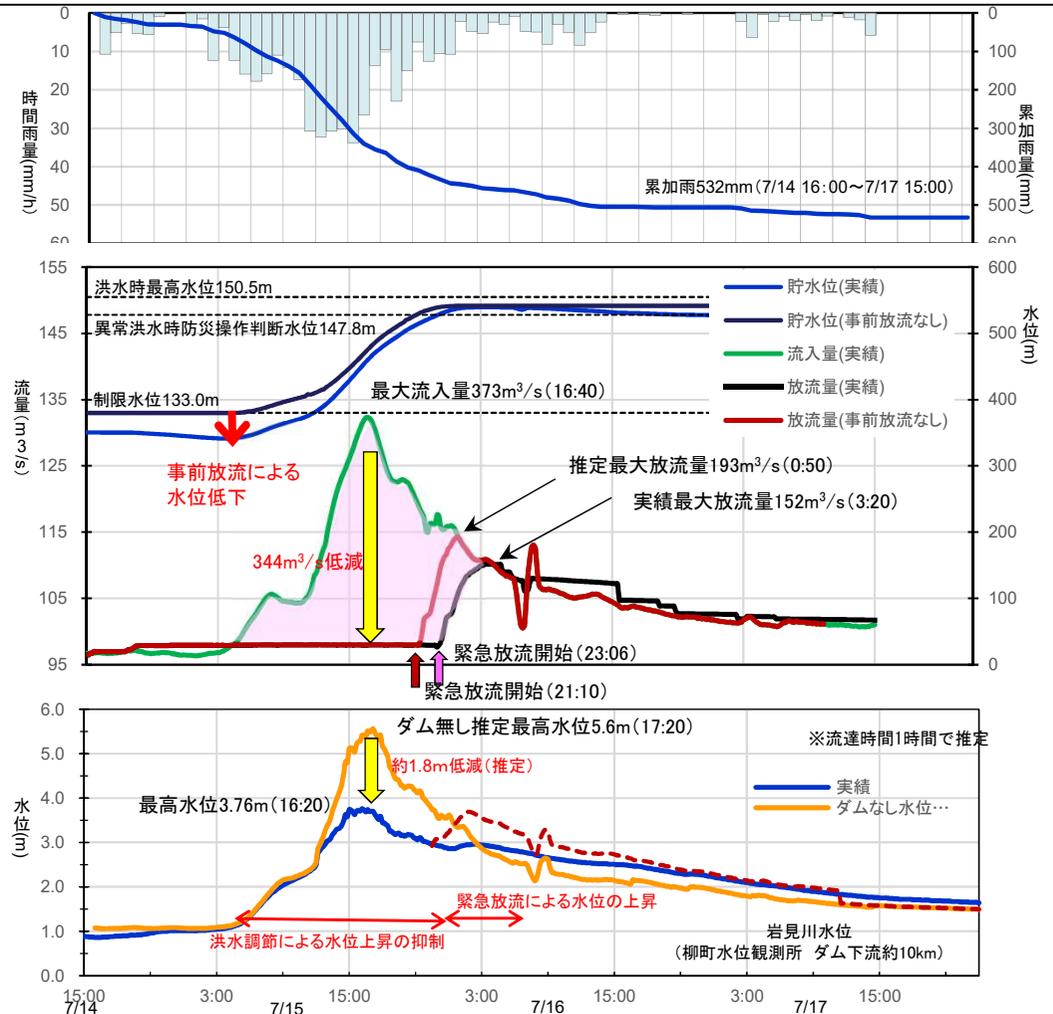
緊急放流(異常洪水時防災操作等)の移行回数 (S35~R5)

○令和5年度においても9ダムで緊急放流に移行。



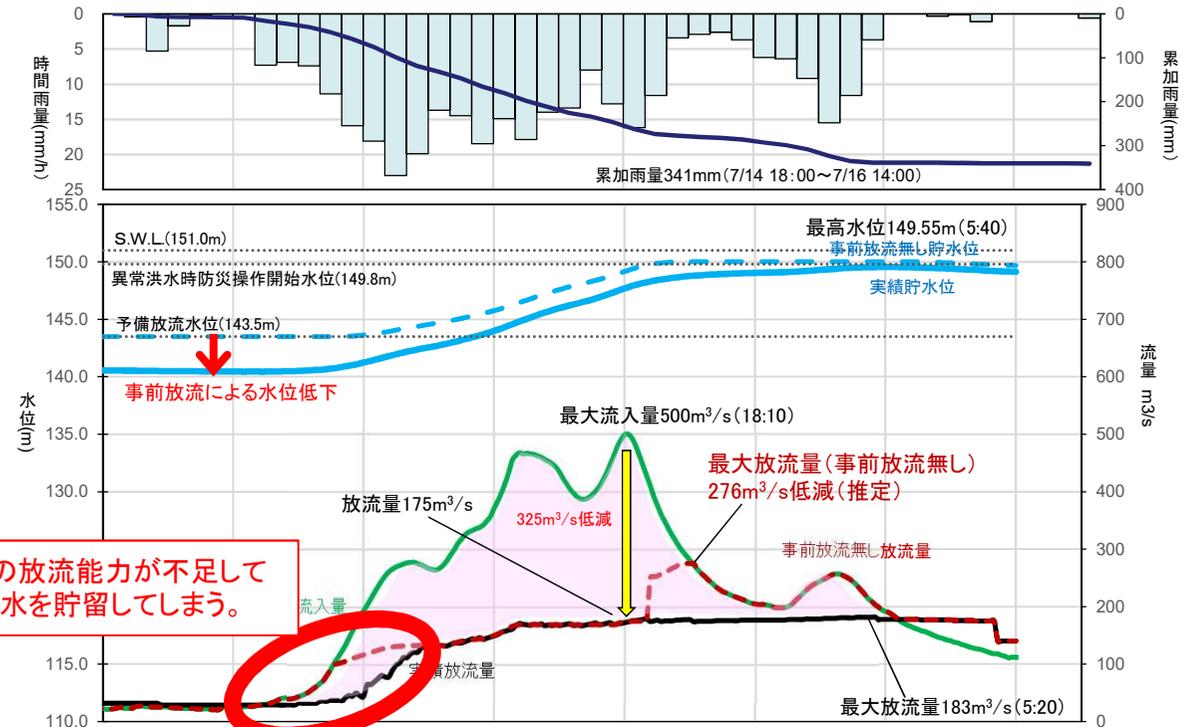
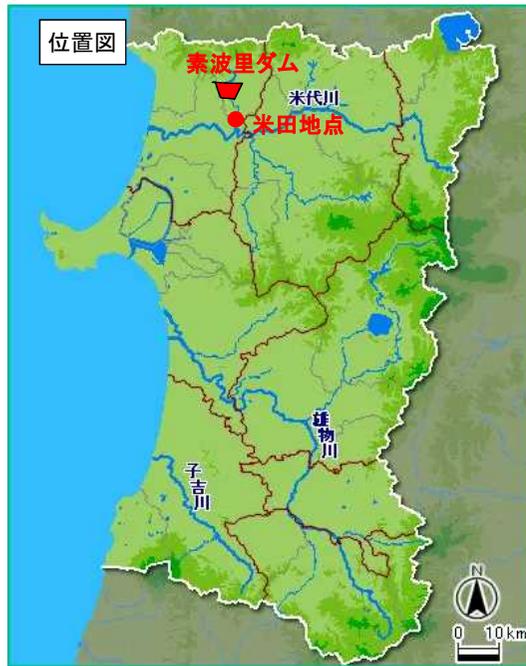
事前放流の効果：岩見ダム（秋田県）の洪水調節効果

- 岩見ダム流域では、令和5年7月14日16時から降雨が降り始め、流域平均累加雨量は532mmを観測。
- 通常の洪水調節容量920万m³に加え、事前放流により約170万m³の容量を追加確保し、洪水調節を実施。
- 大雨により、緊急放流に移行したものの、ダムにより下流河川の水位を1.8m低減したと推定。
- また、緊急放流移行時には、すでに下流河川の水位はピークを過ぎていたため、緊急放流による下流河川の水位上昇は軽微なものであった。
- なお、事前放流を実施していたため、緊急放流移行の時間を2時間程度遅らせるとともに、緊急放流による最大放流量も低減させることができたと推定。

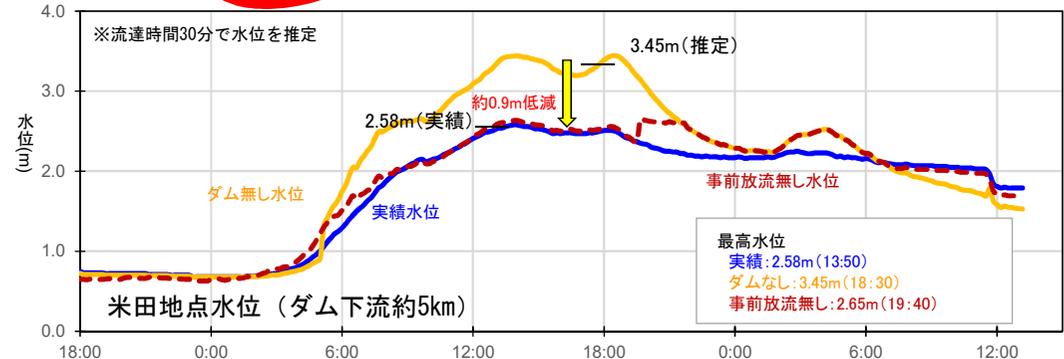
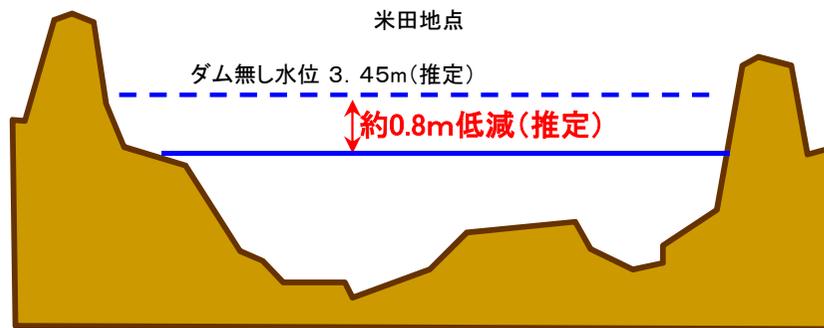


事前放流の効果：素波里ダム（秋田県）の洪水調節効果

- 素波里ダム流域では、7月14日18時から降雨が降り始め、流域平均累加雨量は341mmを観測。
- 通常の洪水調節容量1,000万m³に加え、事前放流により約380万m³の容量を追加確保していたため、緊急放流に移行する可能性があったが、洪水調節容量を使い切ることなく、洪水調節を行った。
- ダムにより、米田水位観測所地点（ダム下流約5km）における水位を約0.8m低減したと推定。
- 一方、事前放流の水位低下により放流能力が不足し、初期洪水を貯留してしまう状況が確認された。

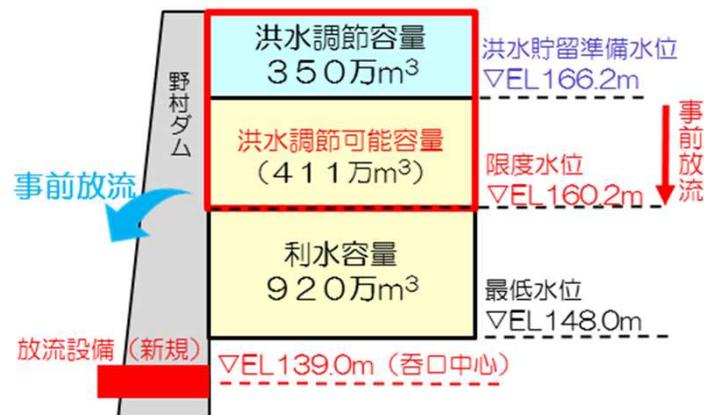


水位低下時の放流能力が不足しており、初期洪水を貯留してしまう。



多目的ダムにおける放流能力増強（野村ダム）

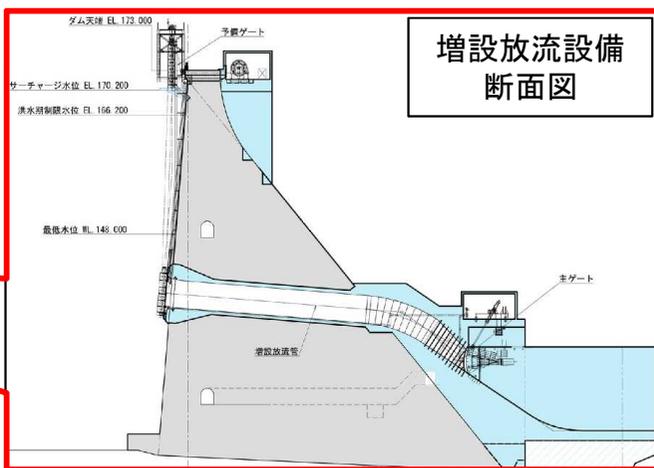
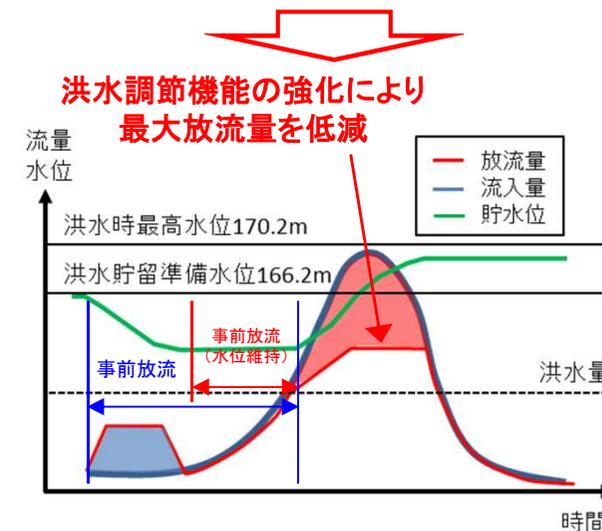
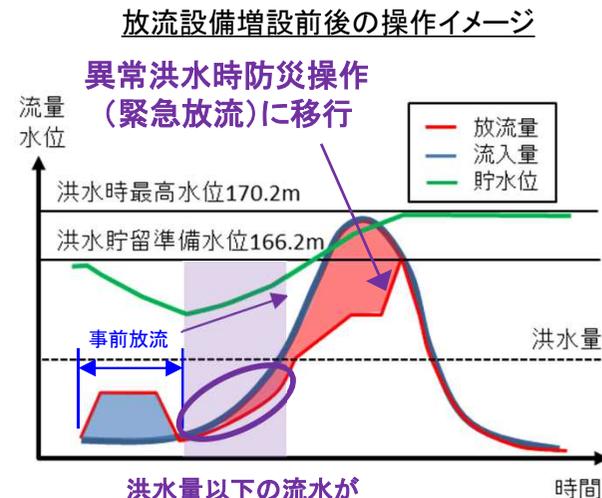
- 肱川水系肱川にある野村ダムでは、平成30年7月豪雨において、梅雨前線等の影響で、計画を上回る洪水となり、異常洪水時防災操作（緊急放流）に移行。ダム下流で大規模な浸水被害が発生。
- 現在の野村ダムは、事前放流で確保した容量を確保・維持するための放流設備能力が小さいため、新たな放流設備を整備し、下流の河川改修と合わせ平成30年7月と同規模の洪水が発生しても災害の発生防止又は軽減を図る。



【放流能力の増強】

384.8 m^3/s → 640 m^3/s (255.2 m^3/s 増)

※事前放流限度水位(EL.160.2m)の場合



利水ダムにおける放流能力増強（相模ダム）

- 利水ダムの事前放流を推進するため、利水ダム管理者による事前放流強化に資する放流施設の整備等を支援する補助事業を実施。
- 相模川水系相模川に設置された相模ダム(神奈川県企業庁管理)において、既設放流設備の改造等を支援し事前放流の強化を図る。

事業内容



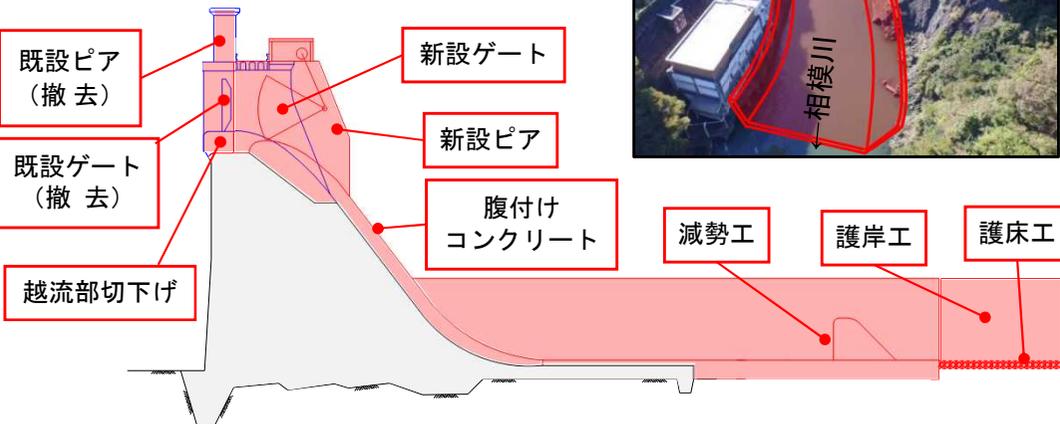
ダム名	相模ダム
河川名	(一級)相模川水系相模川
目的	水道用水、工業用水、発電
形式	重力式コンクリート
堤高	58.4m
竣工	1947年(昭和22年)
管理者	神奈川県企業庁

事業内容

老朽化した既存設備の改造のうち、**事前放流の強化に係る放流設備の改造等**



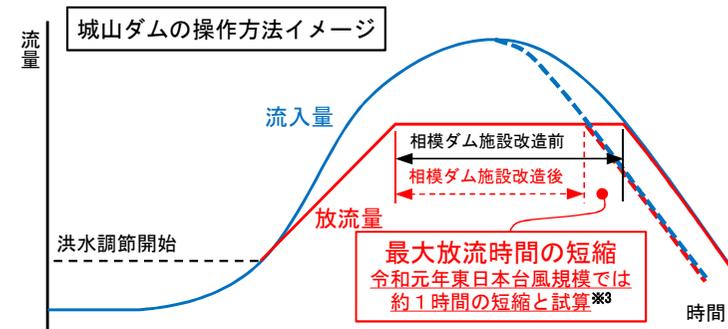
相模ダム



効果

	施設改造前	施設改造後
放流設備		
放流能力 (常時満水位)	3,240 m ³ /s	4,000 m ³ /s ※1 (+760 m ³ /s)
事前放流(72h)による洪水調節可能容量	2,799 万m ³	3,103 万m ³ ※1 (+304 万m ³)

相模ダムにおける事前放流の強化により新たに生み出される洪水調節可能容量を活用することで、下流に位置する城山ダムにおける**最大放流量の継続時間を短縮し下流リスクを低減**※2。



※1 現在執行中の実施設計により変更となる可能性あり。
 ※2 城山ダムでは、令和元年東日本台風により異常洪水時防災操作へ移行したことを機に同規模の洪水に対して特例操作を行うことで緊急放流を回避するよう、ダム操作方法を見直し済み。
 ※3 他の洪水及び今後予定している操作規程の改訂内容においては効果が異なる可能性あり。

利水ダムの洪水調節機能強化に関する事業

○利水ダムにおいても、事前放流などによる洪水調節機能強化のための事業メニューを整備。

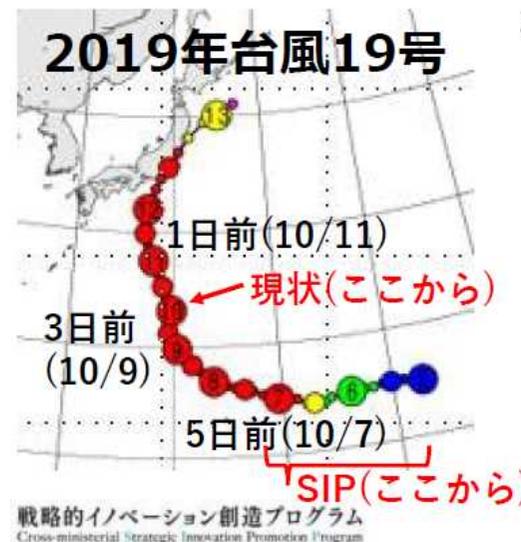
	利水ダム治水機能 施設整備費補助 (R2創設)	利水ダム治水機能向上事業 (R3拡充)	ダム再生事業
概要	事前放流の強化を図り洪水調節機能を向上させることを目的に、 <u>利水ダム設置者が事前放流を行うために必要となる放流施設の整備等を行う場合に、当該整備に対して支援</u>	事前放流の強化を図り洪水調節機能を向上させることを目的に、 <u>利水ダムの放流設備の整備等を行うことにより洪水調節機能の強化を図る場合、河川管理者が主体的に利水ダムの施設改良等を行う</u>	河川管理者が参加して、ダムの嵩上げ、放流施設の改造等を行い、治水・利水機能を増強
事業実施主体	利水ダム設置者	河川管理者	河川管理者または、河川管理者と利水ダム管理者が共同で実施
費用負担	対象経費の1/2以内を事業実施主体に対して国が補助。 (ただし、都道府県知事が管理する区間に設置された利水ダムの場合、当該区間を管理する都道府県知事が費用の一部を負担)	事業の効用が河川のみの場合 は河川管理者のみが費用負担。 なお、事業の効用に応じて河川 管理者と利水者が費用負担を 按分。	事業の効用に応じて河川管理 者と利水者が費用負担を按分。 なお、事業の効用が河川のみ の場合は河川管理者のみが費 用負担。

長時間アンサンブル降雨予測活用に関する研究開発

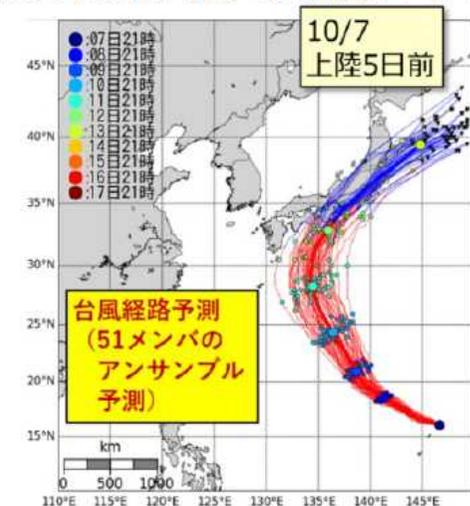
- ダムの操作は、実測値に基づき操作を行うことが基本となっている。
- 一方、防災体制、異常洪水への対応(異常洪水時防災操作)、危害防止のための関係機関通知、事前放流など、降雨予測を元に対応しなければならない場面もある。また、社会的要請が高まっている効果的・効率的な運用の高度化については、降雨予測が前提となる。
- 降雨予測は、的中しない場合もあり、降雨予測結果を前提とした運用は困難。
- 降雨予測の精度には限界があることを前提に、その不確実性を評価可能なアンサンブル降雨予測の導入などによるダムの運用高度化の取組を進める。

SIP2期(2019~2023)により開発した技術(SIP:戦略的イノベーション創造プログラム)

- ①早期の事前放流開始** **4つのコア技術**
コア技術: アンサンブル気象予測を利用した長時間リードタイムの確保(1-3日前 → 5-7日前)
- ②ダム流域への正確な流入量予測**
コア技術: 降雨予測の高解像度化(20km → 1km)
- ③発電量の増大かつ洪水貯留能力の最大化**
コア技術: アンサンブル流入量予測による予測幅の獲得(1本の予測 → 51本の予測(上位/下位予測))
- ④ダム群最適操作による治水効果の拡大**
コア技術: ダム群連携最適操作シミュレータ



2019年台風19号時の長時間アンサンブル予測



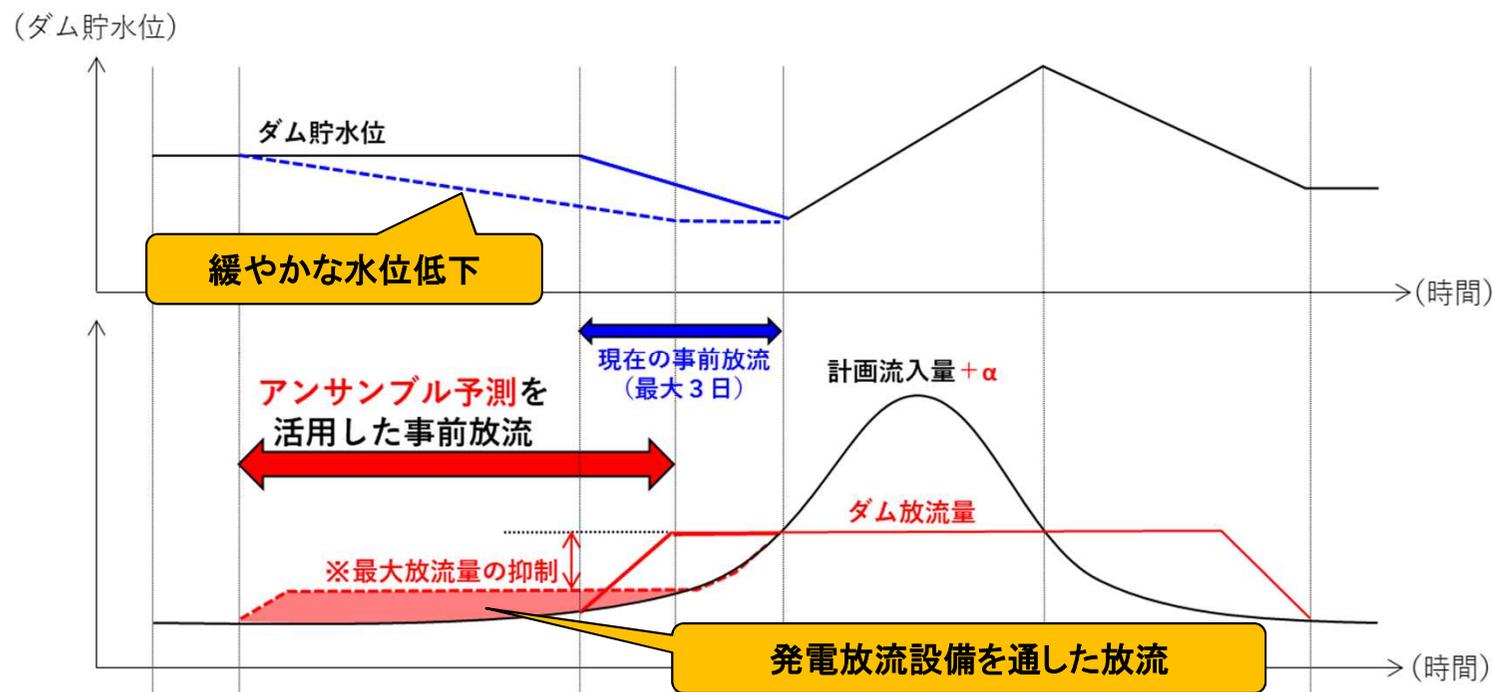
BRIDGE(2023~)により更に開発、社会実装を進める(BRIDGE:研究開発成果の社会実装への橋渡しプログラム)

- リスク分析、リスク評価とリスク管理手法の開発
- 様々なダム(多目的、発電、その他利水ダム)の操作規則への適用
- アンサンブル予測技術の深化

長時間アンサンブル降雨予測の活用（事前放流）

- 事前放流ガイドライン上、3日前から事前放流の実施の判断を行うこととされているが、下流河川利用者の安全確保の負担の増大、ゲート放流などにより貯留水を発電に利用せずに放流する懸念がある。
- 長時間アンサンブル降雨予測の活用することにより、少量のダム放流を長時間かけた事前放流の実施が可能となり、安全確保のための負担軽減、発電に利用しない放流の減少につながる。

【事前放流での活用のイメージ】(木津川ダム総合管理所)



システム導入以後、大きな降雨を経験していないため明確な事前放流ルールの実立には至っていないが、今後も出水事例の収集や関係機関との情報共有などを行い、システムの有効性を検証

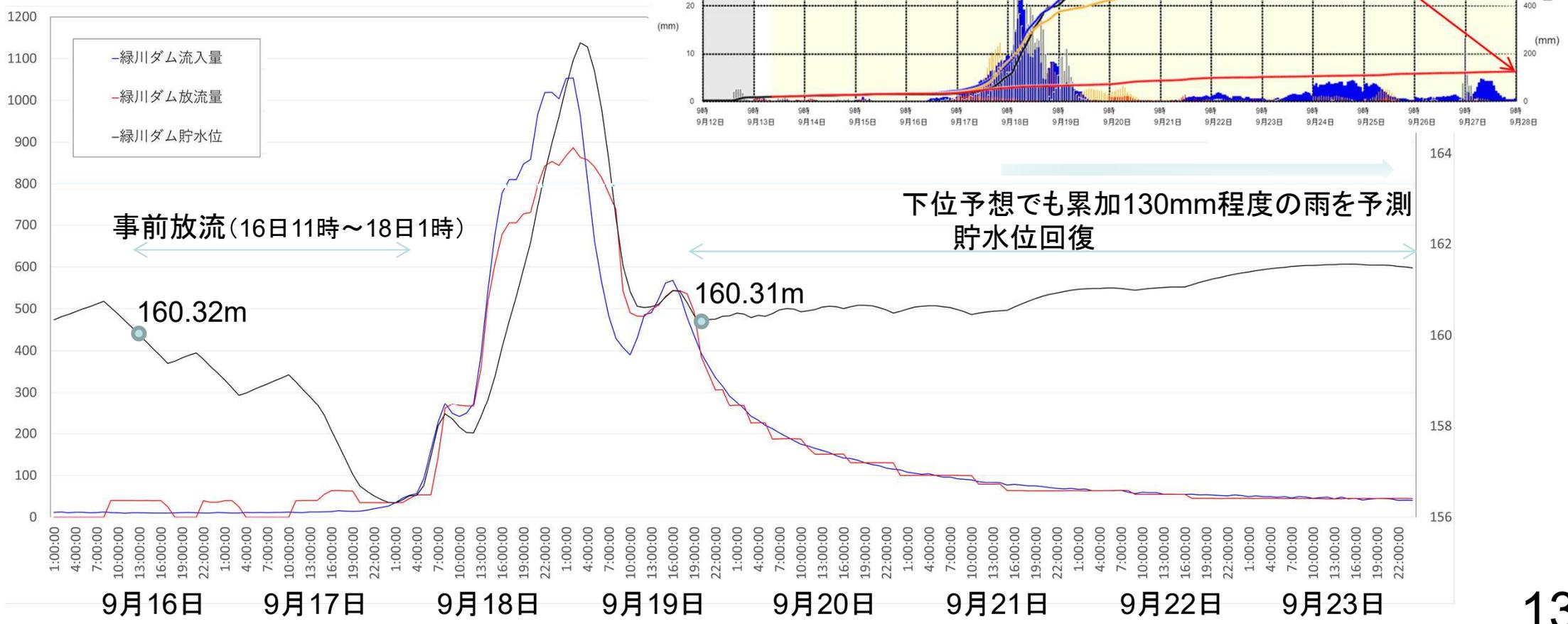
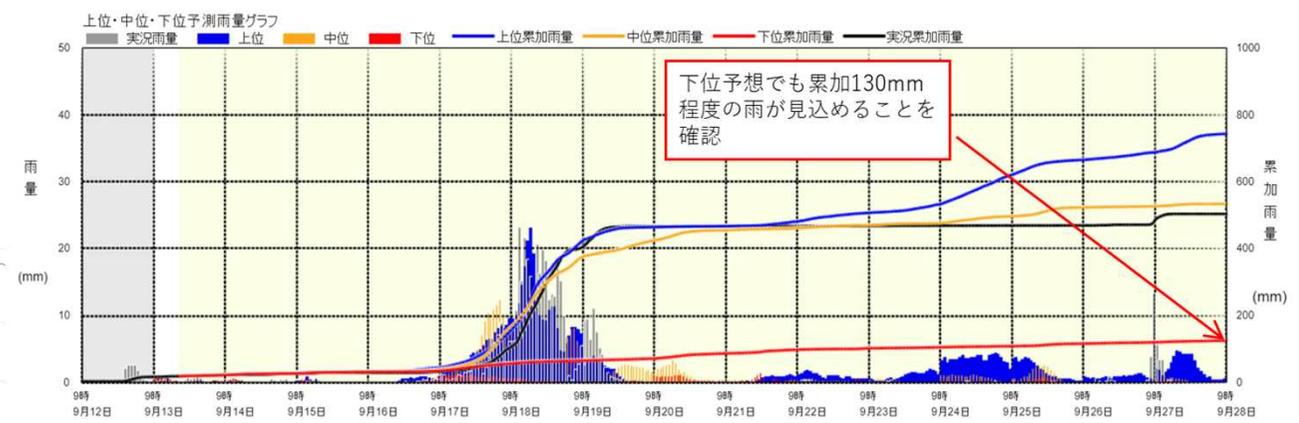
長時間アンサンブル予測の活用（事前放流）

- 事前放流実施時、長時間アンサンブル降雨予測において、最低限見込まれる降雨量の予測においても、貯水位が回復することを確認。
- ダム運用（特に利水者）の不安払拭材料などに使用。

【事前放流での活用】（緑川ダム）

（活用事例）
令和4年9月 台風14号出水時の事前放流

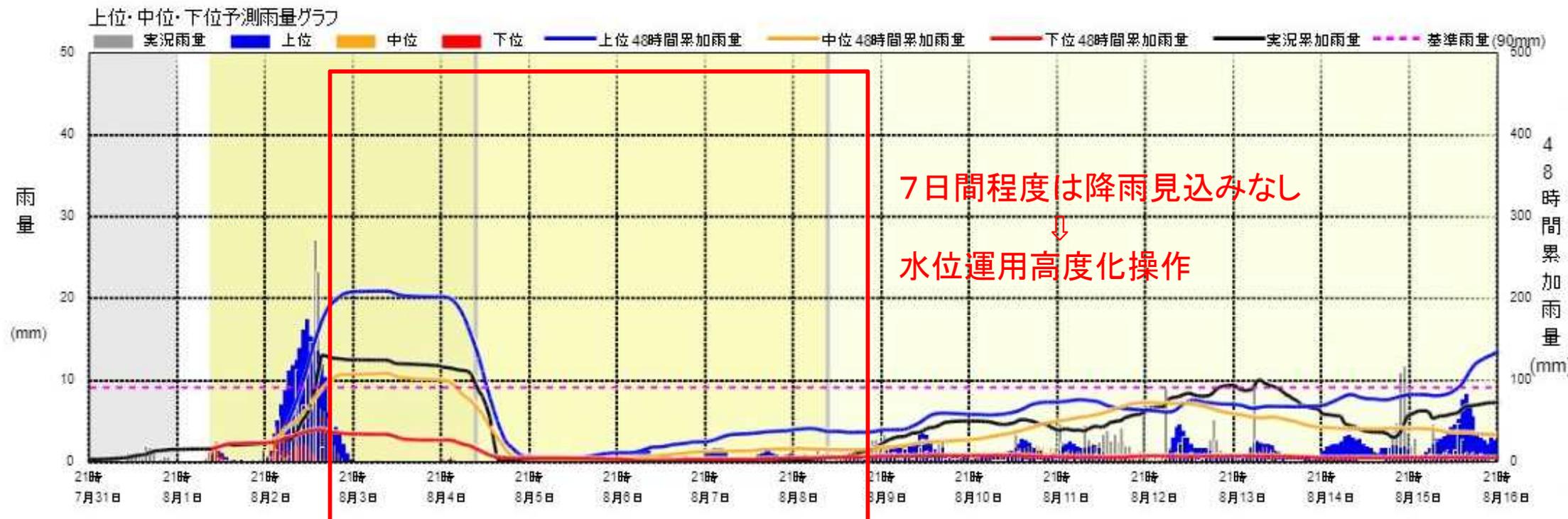
JWAアンサンブル予測【緑川ダム】（過去データ表示中 予測初期時刻 2022年09月13日09時）



長時間アンサンブル降雨予測の活用（後期放流の工夫）

- 洪水後期放流において、長時間アンサンブル降雨予測を活用
- 洪水後期において、洪水吐きと発電放流管を利用して速やかにダム水位を低下させるが、次の防災操作に支障がないと判断できる際には、水位低下途中に洪水吐きからの放流を停止し、発電放流のみに切り替えて緩やかに水位を低下させ、増電に寄与。

【後期放流での活用】(四十四田ダム)

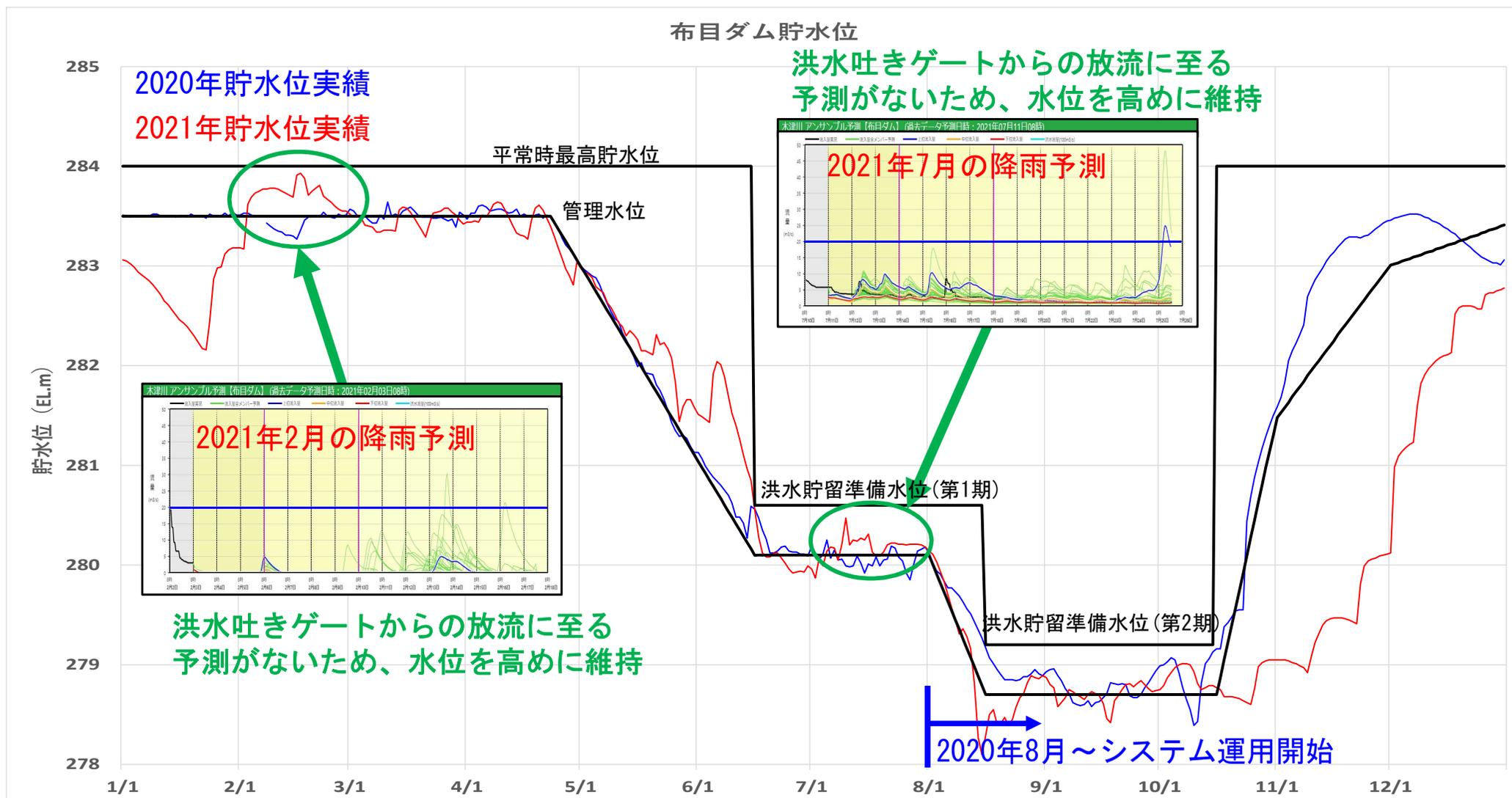


【試行】洪水調節容量の一部を活用して洪水後期に発電放流のみで緩やかに放流。貯水位を91時間の間、試行水位以内で上昇させて運用し、増電へ寄与。

長時間アンサンブル降雨予測の活用（低水管理）

- 突発的な降雨等へ対応するため、管理水位を設けた運用を行っているダムにおいて予測を活用。
- 長時間アンサンブル降雨予測を活用し、洪水吐きゲートからの放流に至る降雨が予測されない場合は、高めの水位を維持、または水位を上昇させることで、発電効率を向上させる。

【低水管理での活用】(布目ダム)



長時間アンサンブル降雨予測の活用のメリットと課題

- 長時間アンサンブル降雨予測の活用によるダム管理における効果を確認した。
- 更なる活用に向けてデータの蓄積・精度の整理を行い、検討を進めていく必要がある。

<メリット>

- ・これまでよりも長時間先の予測、また、予測のバラツキに関する情報を得ることができる。
→大雨が降る予測は、余裕を持った体制の確保・備え、事前放流の実施検討、発電放流を活用したより早い段階での水位低下に利用でき、一方、最低限見込まれる降雨の予測は、既設ダムの洪水調節容量を活用した水位運用高度化に利用できる。
また、早い段階で今後の見込みが得られるため、早期の体制確保につながり、操作に伴う職員の負担軽減につながる。

<活用にあたっての今後の課題>

- ・「大雨の見逃し」「空振り」が発生することが運用上のリスク
→線状降水帯や突発的な降雨等では見逃しが発生しやすい傾向があり、事前に降雨予測を捉えきれしていない実感があるため、予測技術・精度の向上が必要
- ・引き続き、データの蓄積・精度の整理が必要

AIを活用したダム運用の高度化

○ダムの運用高度化を目的として、ダムの流入量予測等にAIを活用する取組を進めている。

問題(目指す姿と現状のギャップ)

- ・R2出水期より、気象・流入量予測を用いて事前放流の取組を全国で開始しており、事前放流は最大3日前より行うこととしているが、降雨量や流入量をさらに精度よく予測することが求められている。
- ・あわせて、治水面に影響を及ぼさずに、さらなる水力発電増電の推進の観点からも予測精度の向上が必要。

将来(課題を解決した姿)

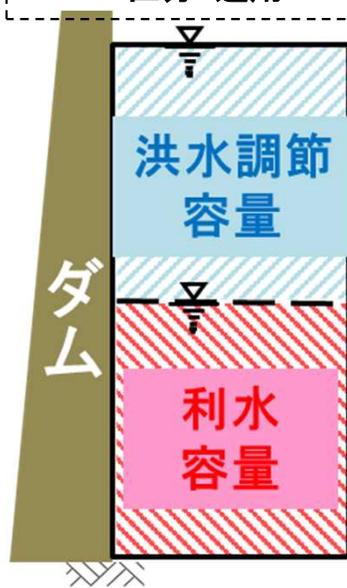
- ⇒気象庁と連携し雨量予測の精度向上の取組と併せて、ダムの操作に必要なダムへの流入量を雨量予測結果からAIを活用して予測する取組を実施。
- ⇒雨量・流入量予測の精度を向上することで、ダムの治水のための容量と利水(発電、農業用水等)のための容量をより柔軟に運用することが可能となり、**事前放流の更なる強化**や**水力発電増電を推進**する。

ダム運用の高度化のイメージ

気象・流入量予測を活用したダム運用

【従来】

治水・利水容量を明確に区分・運用

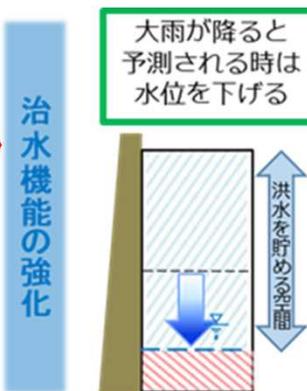


【今後】

予測を活用した柔軟な運用

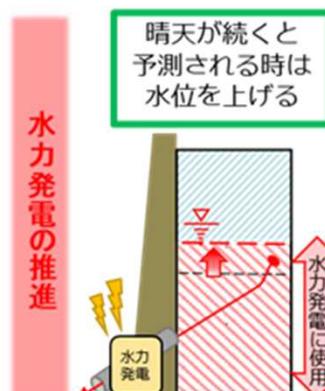
予測技術の活用

雨量予測 + ダム流入量予測



洪水を貯めることができる空間が増える

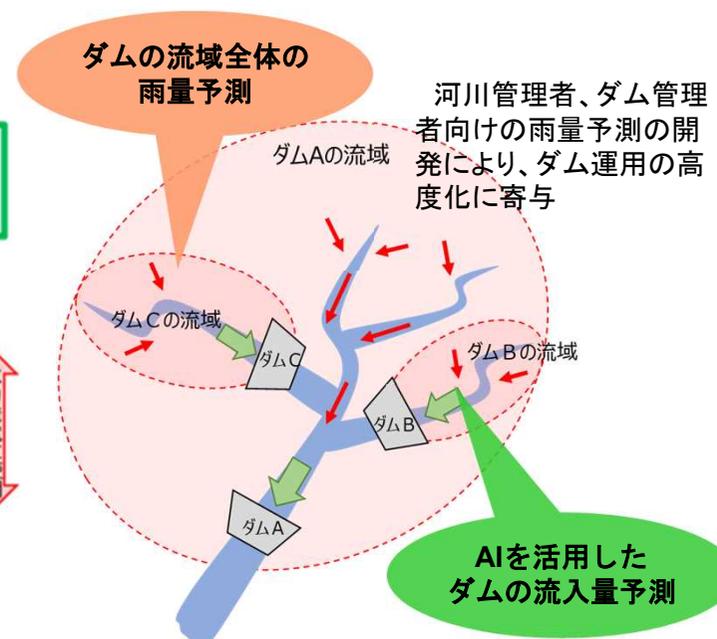
気候変動への適応



水力発電に使える水量が増える

気候変動の緩和

ダムの流域全体の雨量予測



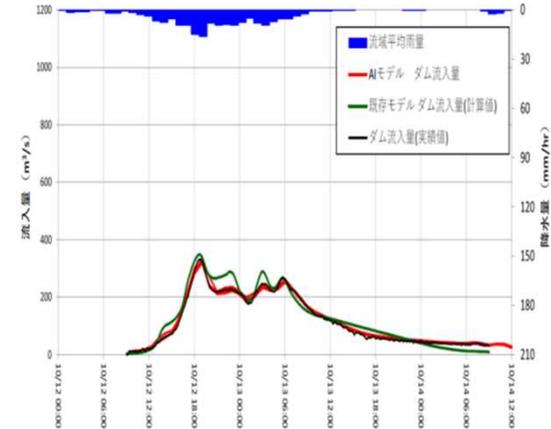
現在のAI活用流入量予測モデル検討状況

○AI活用の流入量予測モデルは、洪水時に加え平常時においても検討を進めている。

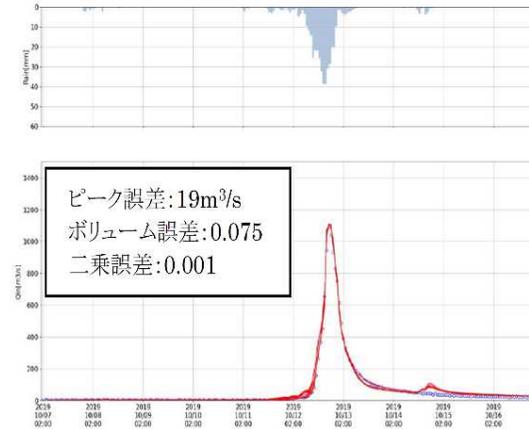
- 洪水時の流入量予測モデルは、比較的精度のよいモデルが構築されている。
- ただし、未経験の大規模洪水への適用性については、引き続き検討が必要。

- 平常時の流入量予測モデルは、平常時、融雪期をそれぞれ予測するモデルを検討している例がみられる。

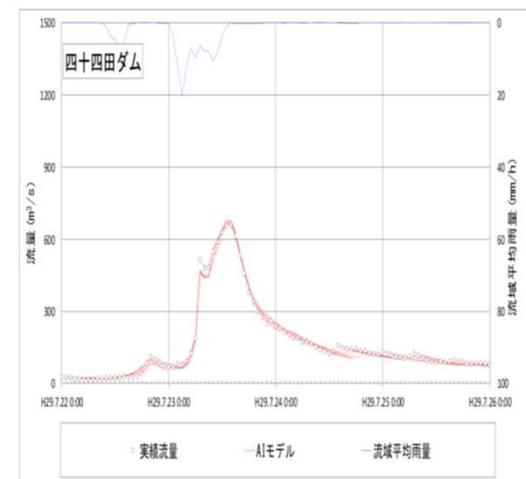
矢木沢ダムの例



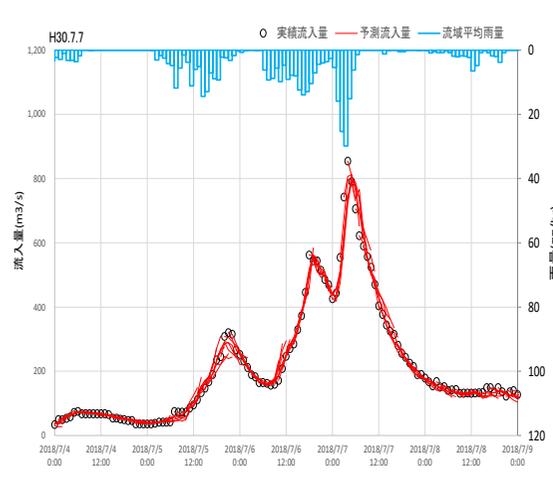
川俣ダムの例



四十四田ダムの例

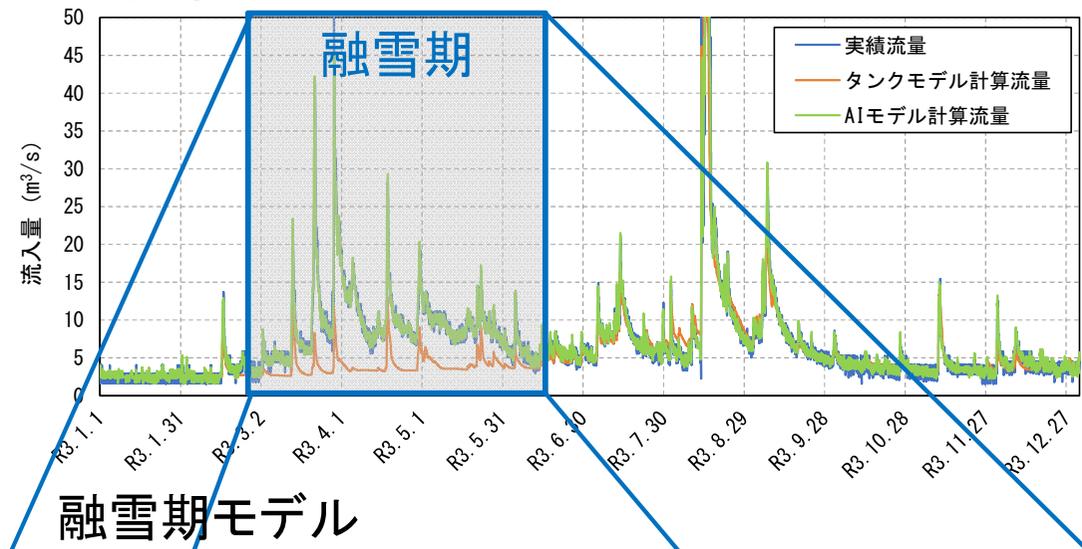


弥栄ダムの例

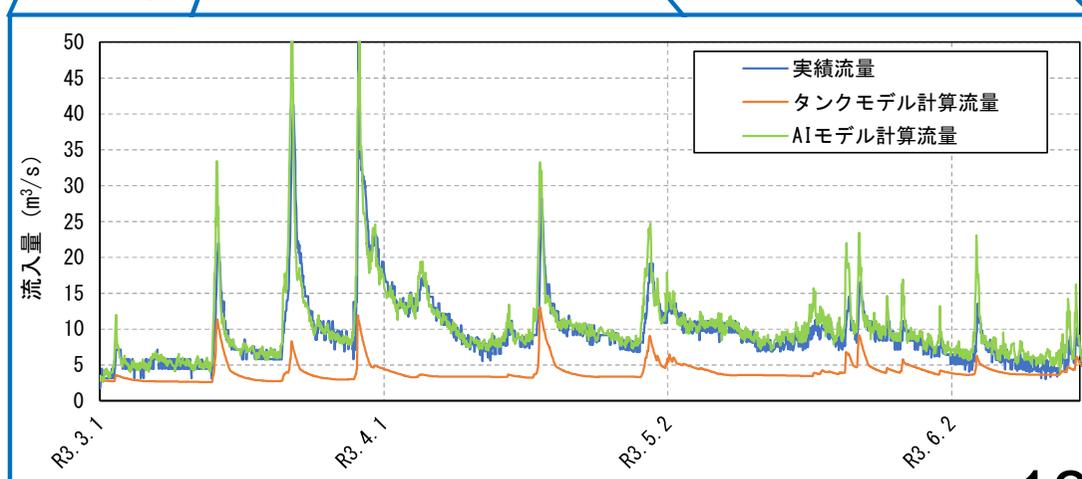


平常時モデル

川俣ダムの例



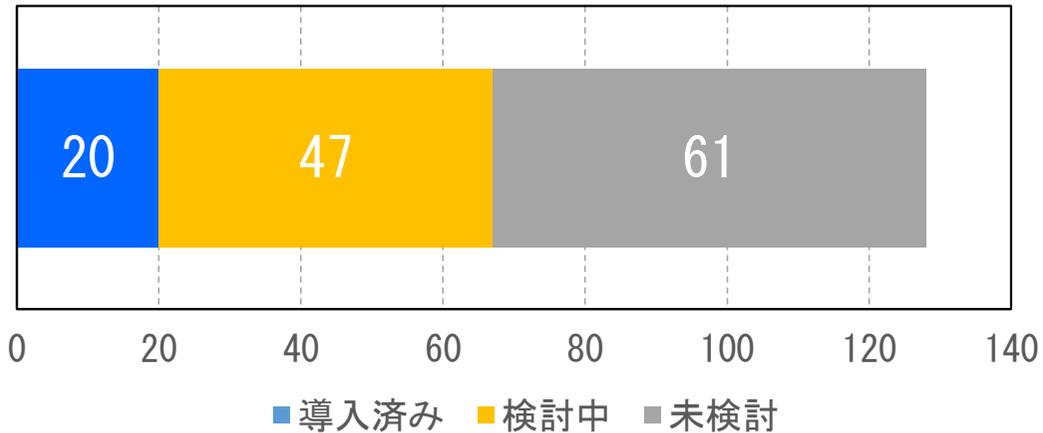
融雪期モデル



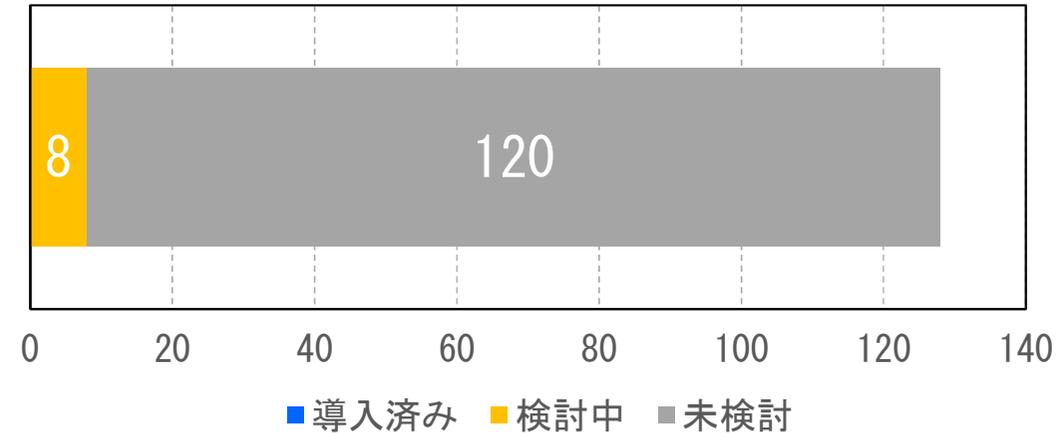
AI活用に向けた現在の取組状況

○国土交通省、水資源機構が管理する128ダムを対象に、AIを活用したダム流入量予測を検討中。

- 洪水時の流入量予測モデルにAIを導入済みのダムは20ダム、検討中のダムは47ダム。
- 平常時の流入量予測モデルにAIを検討しているダムは8ダムとなっている。
- 洪水時の対応に重点を置いて、AIの流入量予測モデルを検討しているダムが多い。

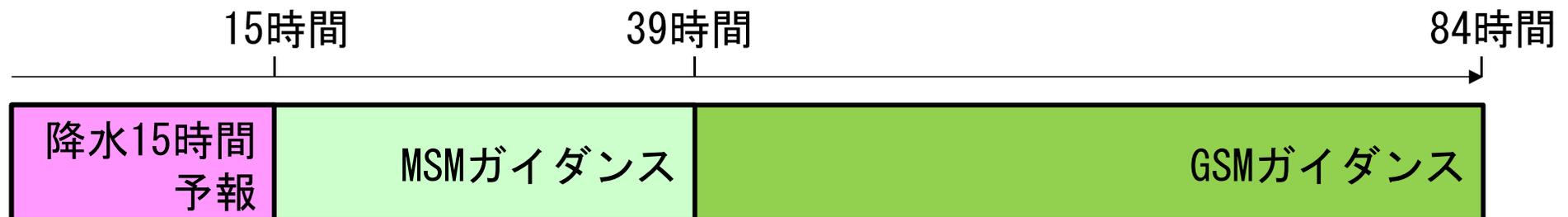


AIを活用した洪水時の流入量予測モデルの検討状況



AIを活用した平常時の流入量予測モデルの検討状況

- また、事前放流を適切に実施するため、AIモデルの構築に合わせて、比較的長時間の予測雨量(GSMガイダンス、MSMガイダンス)も活用できるモデルとしている。



長時間の予測雨量の活用例

ダムの流水管理におけるAI活用の留意事項（案）

- ダムの機能を最大限発揮することを目的に、操作時のダム管理者を支援するため、AI 技術をダムの流水管理に活用する。
- 現時点では、AIに依存したダムの操作はリスクが高いため、AIを活用する場面、AIへの依存度、想定されるリスクなどAI活用の留意事項について、AIの専門家等の意見を踏まえ、「ダムの流水管理におけるAI活用の留意事項(案)」を作成し、AI導入の考え方、検討の進め方を整理。
- AI の活用にあたっては、AIへの依存度別に活用レベルを3段階に設定し、AIへの依存度の低い、リスクの小さい活用レベル1から段階的に活用することとし、検討をすすめている。

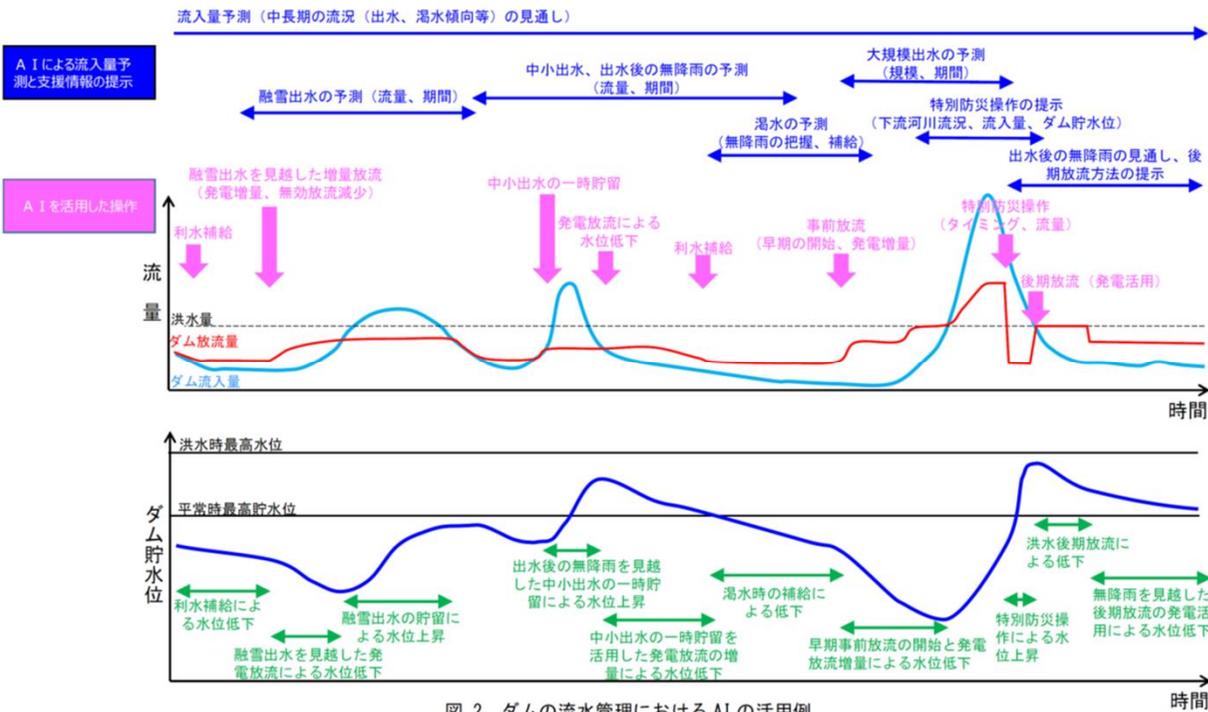


図 2 ダムの流水管理における AI の活用例

表 3 ダムの流水管理に対する AI 活用レベル（平常時、洪水時共通）

AI 活用分野	AI 活用の考え方	AI 活用レベル
流入量予測 放流操作支援	① 流入量予測に AI を活用し、操作規則等に基づく放流計算を行って、操作支援情報を充実させる。ダム管理者は支援情報を参考に放流操作を行う。	レベル 1 流入量：AI を活用 放流操作支援：AI は活用しないが、支援情報を充実化 状況判断：ダム管理者が判断 操作規則等：従来の操作規則、操作細則、各種要領の範疇
	② 流入量予測に AI を活用。ダム貯水位や下流河川の状況等も考慮し、AI を活用して、放流操作支援情報を提示する。ダム管理者は操作規則に基づく操作を基本とし、AI が提示した放流操作支援情報も参考に放流操作を行うことができる。	レベル 2 流入量：AI を活用 放流操作支援：AI を活用 状況判断：ダム管理者が判断 操作規則等：従来の操作規則、操作細則、各種要領の範疇。 必要に応じて各種要領を改定
	③ 流入量予測に AI を活用。ダム貯水位や下流河川の状況等も考慮して、AI を活用して放流操作支援情報を提示する。AI、ダム管理者とともに状況判断を行って、AI に提示された放流量、操作支援情報をもとに放流操作を行う。	レベル 3 流入量：AI を活用 放流操作支援：AI を活用 状況判断：AI およびダム管理者が判断 操作規則等：必要に応じて操作規則、操作細則、各種要領を改訂

※上位レベルの運用は、下位レベルの運用を包括するものとする。

ダムの管理を行う中での課題への対応

堆砂対策

ダム管理における新技術の活用

計画堆砂量に対する堆砂状況

- ダム管理においては、計画を超える堆砂により機能の低下が生じないように、日頃から堆砂状況のモニタリングや対策検討、定期的な維持浚渫等を実施。
- 計画堆砂量を超過しているダムにおいては、追加的な堆砂対策を実施することとしている。（一部は検討中）

ダム管理者	国土交通省	水資源機構	道府県	合計
国土交通省所管ダム	105	24	444	573
計画堆砂量を超過しているダム	7	3	56	66
①堆砂対策を実施中のダム	7	3	39	49
①のうち、ダム再生事業で堆砂対策を実施中のダム	3	0	3	6
①のうち、緊急浚渫推進事業で堆砂対策を実施中のダム	—	—	21	21
②堆砂対策を検討中のダム	0	0	17	17

※ 上記は、令和4年度末時点で最新の測量結果に基づく堆砂状況であり、①～②の区分は令和5年7月末時点での対応状況を示したものである。内容については、今後の堆砂状況や堆砂対策の実施状況によって変わりうる。

※ 国土交通省所管の573ダムのうち、6ダムは集計の対象としていない。

洪水調節容量内の堆砂状況

○洪水調節容量内の堆砂状況に応じて、さらに集中的な対策を実施（一部は検討中）

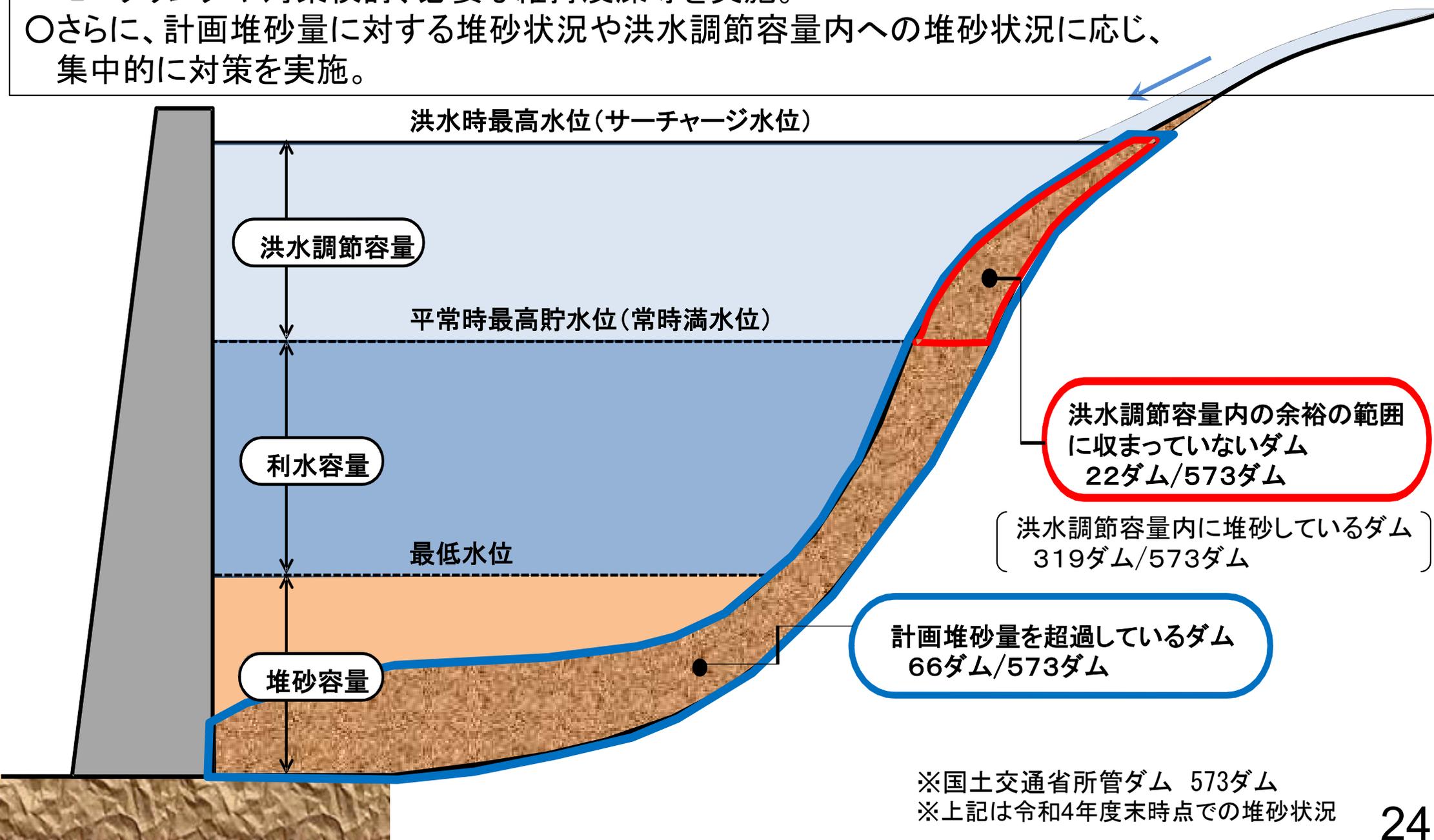
ダム管理者	国土交通省	水資源機構	道府県	合計
国土交通省所管ダム	105	24	444	573
洪水調節容量内に堆砂しているダム	57	15	247	319
洪水調節容量の余裕の範囲に収まっているダム	52	13	232	297
洪水調節容量の余裕の範囲に収まっていないダム	5	2	15	22
①堆砂対策を実施中のダム	5	2	10	17
①のうち、ダム再生事業で堆砂対策を実施中のダム	1	0	0	1
①のうち、緊急浚渫推進事業で堆砂対策を実施中のダム	—	—	10	10
②堆砂対策を検討中のダム	0	0	5	5

※ 上記は、令和4年度末時点で最新の測量結果に基づく堆砂状況であり、①～②の区分は令和5年7月末時点での対応状況を示したものである。内容については、今後の堆砂状況や堆砂対策の実施状況によって変わりうる。

※ 国土交通省所管の573ダムのうち、6ダムは集計の対象としていない。

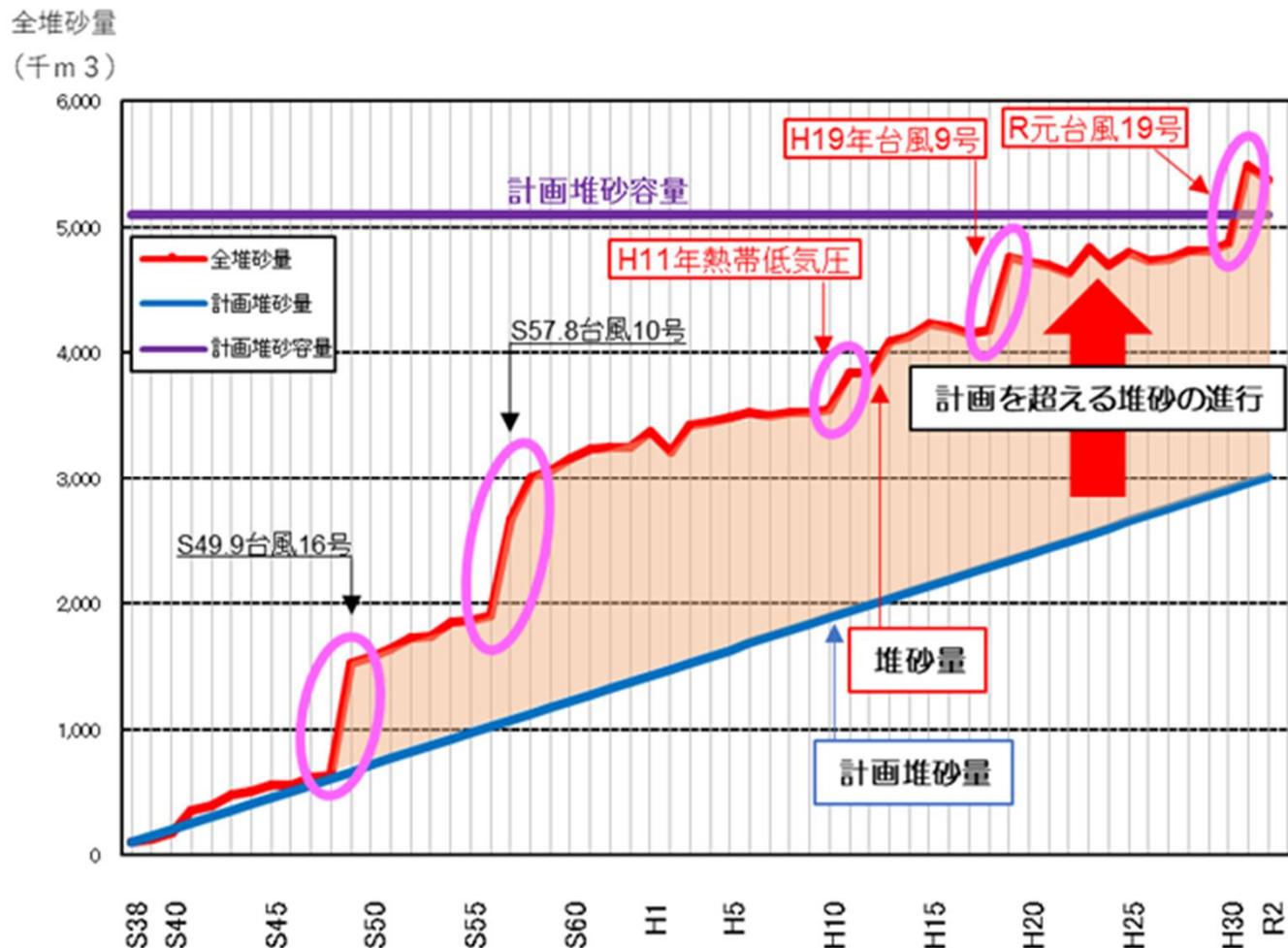
ダム貯水池の堆砂状況

- ダム管理においては、計画を超える堆砂により機能の低下が生じないように、日頃から堆砂状況のモニタリングや対策検討、必要な維持浚渫等を実施。
- さらに、計画堆砂量に対する堆砂状況や洪水調節容量内への堆砂状況に応じ、集中的に対策を実施。



ダムにおける堆砂の課題

- 計画を上回るペースで堆砂が進行し、洪水調節容量内に土砂が堆積しているダムがある。これらのダムでは定期的な掘削・浚渫のみでは除去しきれず、堆砂が進行し、ダムの貯水機能への影響が懸念される。
- 堆砂除去が遅れると、上流に堆積した土砂が水中部へ流下し水中掘削が必要になるが、それにより土砂の除去費用が増大するため、早期対応が重要である。



堆砂状況の経年変化例

- 掘削・浚渫にあたって、
 - ・ダムは山間部に位置するため、近隣での土砂の有効活用(土砂連携)が難しく、広範囲にわたる連携が必要。(運搬コストや運搬方法、処分場所の確保が課題)
 - ・堆砂除去は貯水位が低い状態の方が有利だが、貯水位運用上、そうした期間は限られているため、施工時期を考慮した計画的な掘削が必要。

堆砂対策（ダムリフレッシュプロジェクト）

○予防保全対策として、堆砂対策（堆砂除去）を計画的・集中的に実施することで、中長期的な維持管理の効率化を図る。（直轄・水機構ダム）

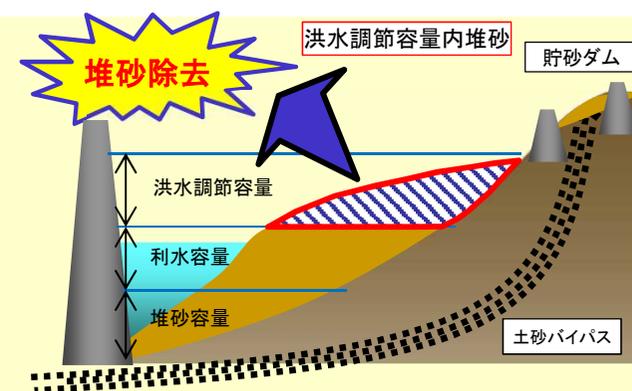
【今後の取組】

ダムリフレッシュ事業（堰堤改良事業）

貯水池機能の回復

■集中掘削

- ・ダム貯水池機能（洪水調節容量）を回復するため、堰堤改良事業により堆砂対策（堆砂除去）を集中的に実施する。



中長期的なダム機能の維持

■施設整備

- ・流入土砂の軽減を図るための施設に加え、堆砂除去を効率化するための土砂ストックヤード等の施設整備を実施する。

【土砂対策施設例】

土砂ストックヤード、土砂掘削用道路、排砂バイパス、貯砂ダム、輸送路



また、以下の取組により効率的な堆砂除去を推進

- 流砂系を考慮して、広範囲にわたる関連事業とも連携し、堆砂対策（堆砂除去）の短期・中長期計画を作成したうえで、土砂融通を推進。
中長期的な土砂の発生見込み、発生する時期、粒径・土質などの情報の共有

- 技術開発・施設運用方法による維持管理手法の深化。

DX活用による無人化・自動化施工技術の開発、関係者調整やダム群連携による施工期間の拡大

流域内の事業間連携を通じた総合的な土砂管理の推進

○流域治水協議会等において、様々な事業における土砂の発生見込みや受入方針を共有するとともに、ストックヤードを積極的に活用し、流域における総合的な土砂管理を推進する。

現状

■背景

- 流域上流部における土砂移動の遮断等により砂浜侵食が進行しており、山地から海岸までの一貫した総合的な土砂管理が求められている。
- さらに、近年の気候変動の影響により、河道の流下能力確保のための掘削、ダム堆砂対策、砂防堰堤の除石等による土砂の発生や、平均海面水位の上昇に伴う砂浜侵食などが見込まれるため、より一層土砂の有効活用を進める必要がある。



砂浜侵食が進行している状況

■課題

- 河道掘削等により発生した土砂は、遠距離運搬に伴う費用の増嵩が懸念されている。また、ダム等においては、貯水池の堆砂対策に伴う大量の掘削土砂の受入地の検討が急務である。
- 海岸の養浜においては、地元関係者との調整等の結果、受入土砂の粒径や施工時期等にミスマッチが生じており、更なる養浜材の確保や円滑な事業推進が求められている。
- 現状の土砂融通は、工事発注の目途が立った段階で調整している事例が多く、今後は流域全体で中長期的な土砂の発生見込みや各事業の特性を踏まえた調整が必要である。

今後の取組

■各主体における取組

《河川・ダム・砂防》

- 将来的な土地利用が見込まれる場合には用地の取得を含め、積極的にストックヤードを活用する。
- ヤードにおいては、受入側の活用方針を考慮した土砂搬入を行う。

《海岸》

- 受入土砂の粒径や施工時期などについて、事前に地元関係者等と協議の上で『土砂受入活用方針』を作成し、流域内で発生する土砂をより積極的に受け入れる。



鬼怒川で使用していたストックヤード

■土砂融通の強化

- 流域治水協議会等において、
 - ・中長期的な土砂の発生見込み
 - ・土砂受入活用方針
 - ・ストックヤードの整備候補地などを共有・協議し、流域全体でコスト削減を図り、効率的な事業実施や円滑な養浜を実現する。

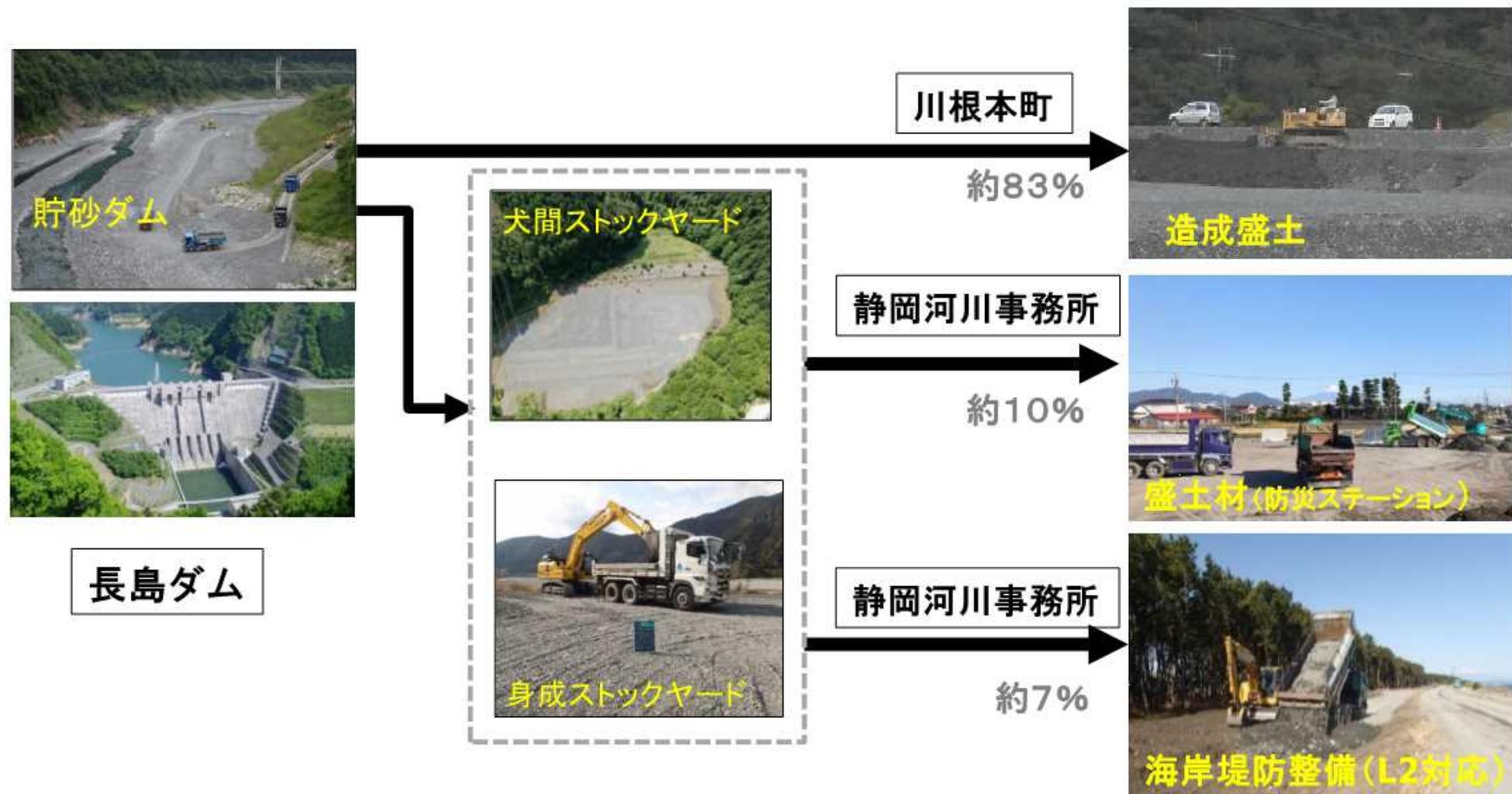
流域内で発生した土砂をより積極的に海岸に還元することで、総合的な土砂管理を推進



各主体による土砂融通のイメージ

堆砂対策（総合土砂管理：大井川水系 長島ダム）

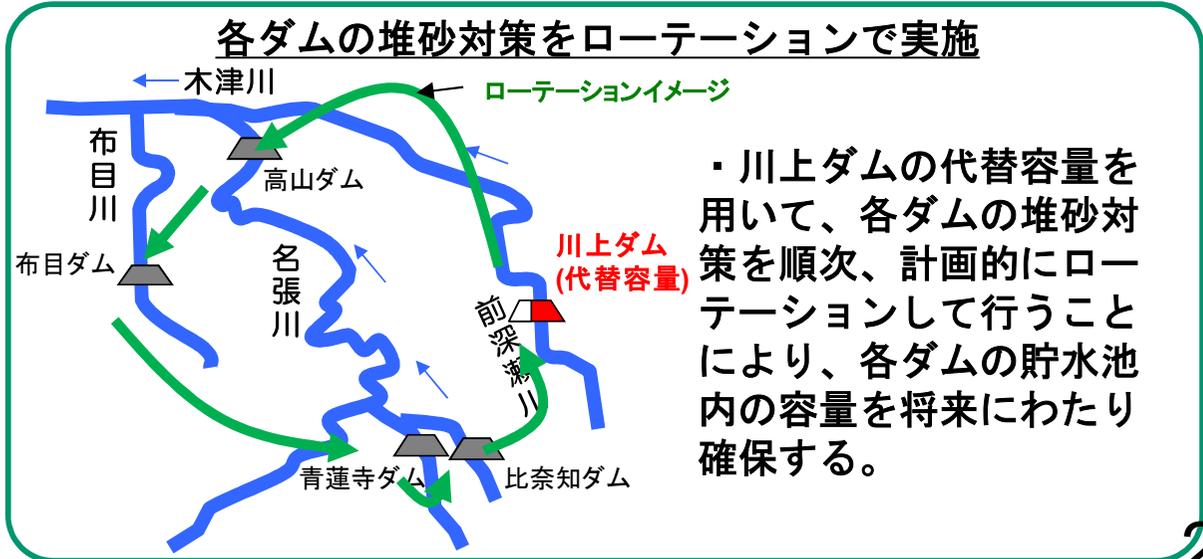
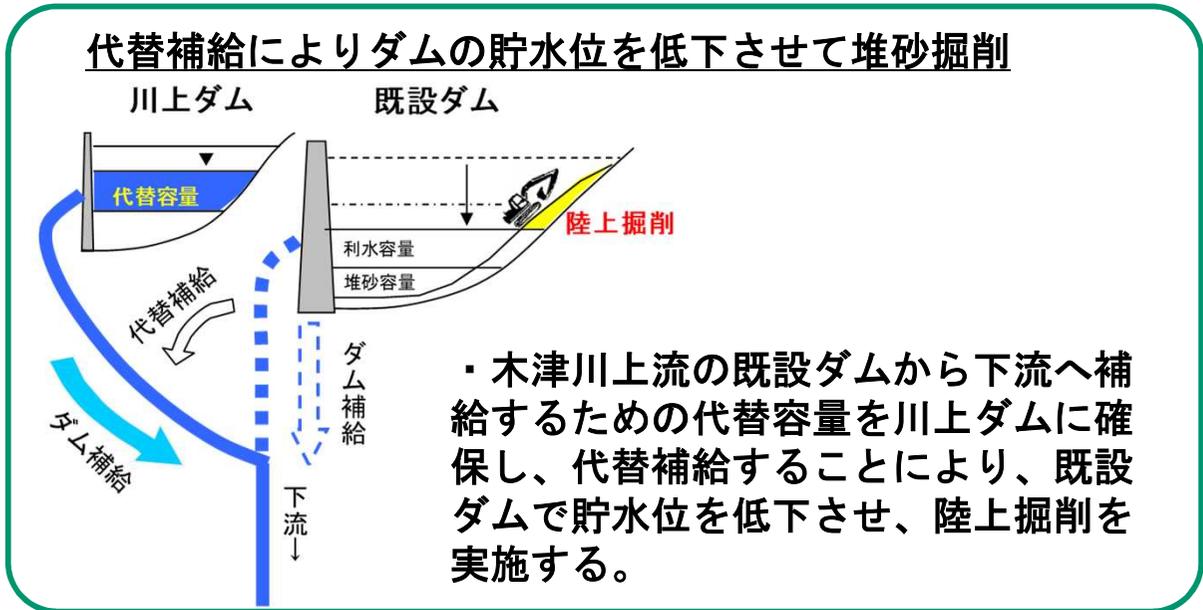
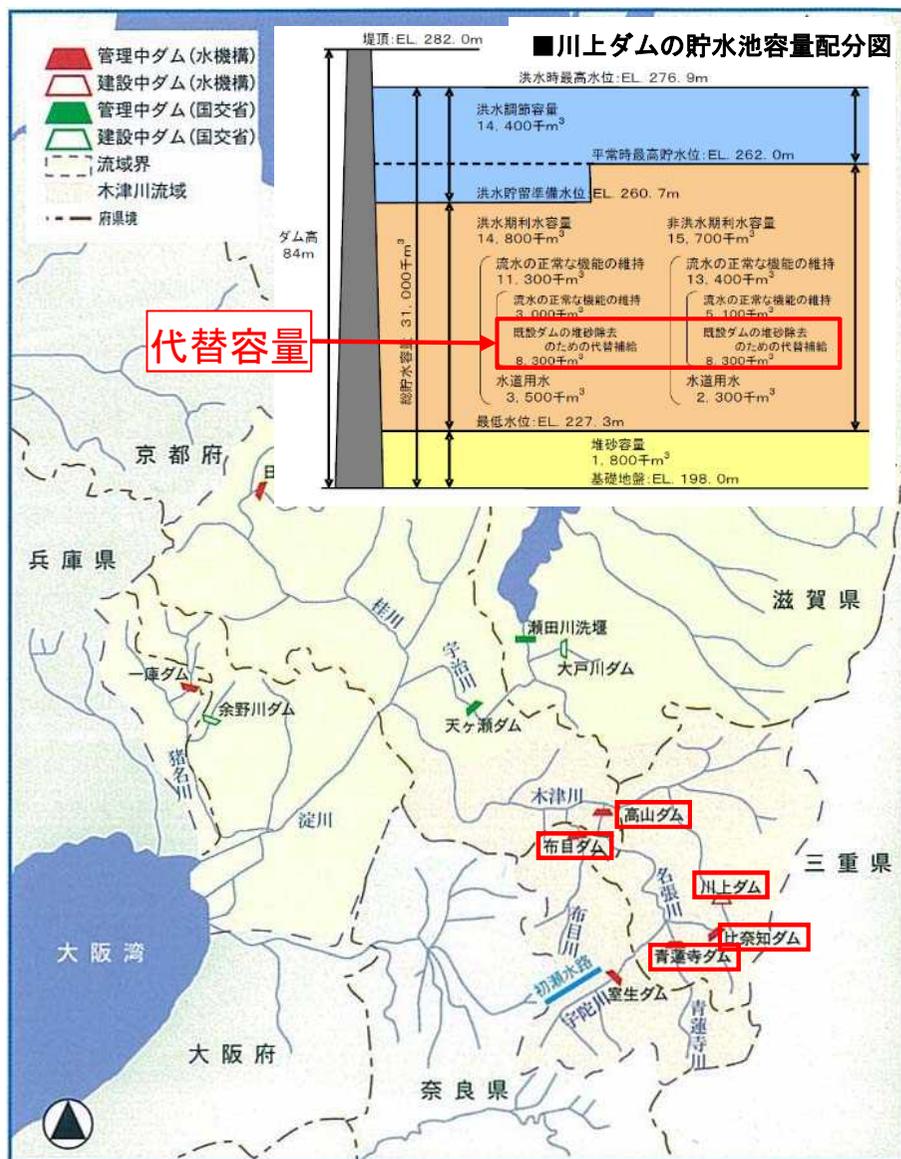
- 少しでも川や海を流れる土砂の量を減らさないよう各事業者が注意を払い、大井川や駿河海岸らしい環境を守っていくことを目指す。
- 流砂系の中で掘削した土砂は、基本的に流砂系の中で活用し、無駄のないようリサイクルに努める。



※ 図中、黒数字はH28-R2の実績

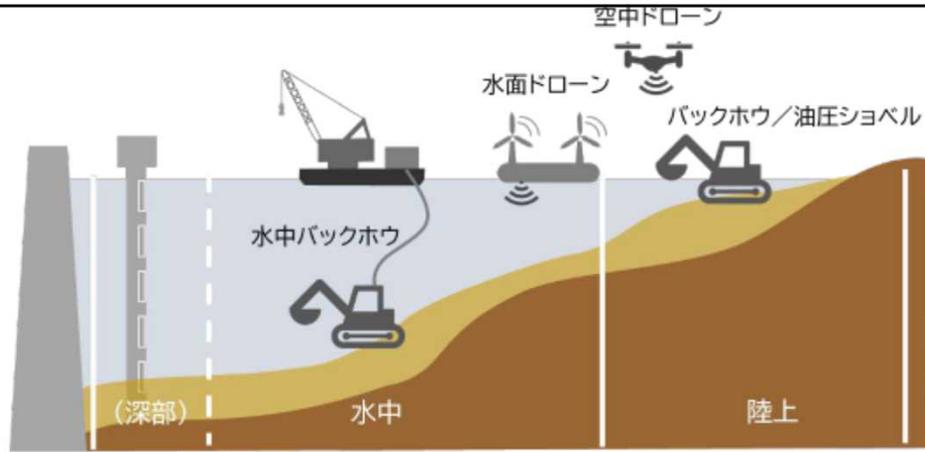
堆砂対策（木津川ダム群長寿命化運用）

○木津川上流ダム群（高山、青蓮寺、布目、比奈知、川上）の土砂管理について、川上ダムの代替容量を利用し、木津川上流ダム群でローテーションを組み、各ダムの貯水位を低下させ堆積土砂の陸上掘削を行うことにより、ライフサイクルコストを低減。



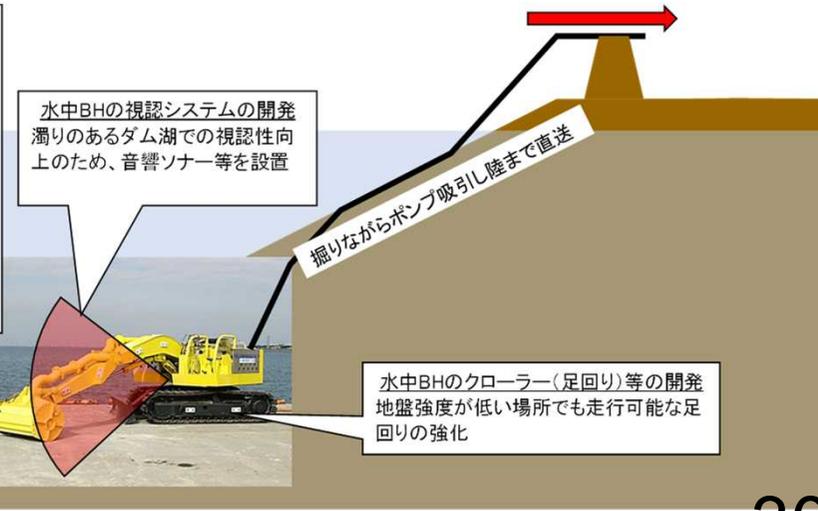
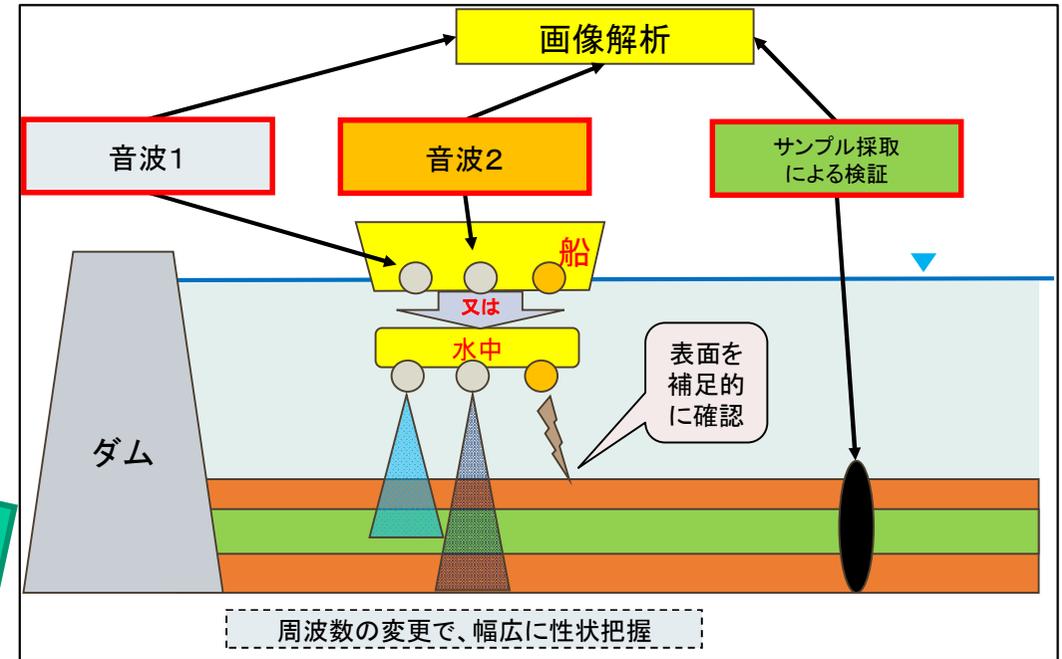
堆砂量計測、堆砂除去に関する技術開発の推進

- 現在、重機によるダム堆砂除去が一般的。陸上掘削、浚渫を貯水池の運用に制限をかけながら実施している場合が多い。
- 堆砂除去の水中施工、遠隔施工や堆砂量の自動計測など堆砂除去に関する技術開発を推進。



レトロフィット装置を後付けして遠隔操作を実現

※農水省官民連携事業で開発



新技術を活用した整備・管理DXの推進による河川管理の高度化・効率化

- 新技術を活用した、河川等の「調査・計画」、「設計」、「施工」、「維持・管理」等の一連の業務でDXを推進することにより高度化・効率化し、人口減少下での持続可能なインフラ整備・管理に貢献。
- UAV等で取得した画像データや三次元点群データを活用し、河道や堤防の変状把握や任意箇所での横断面の作成等、河川の巡視や点検等の維持管理業務の高度化・効率化を推進。

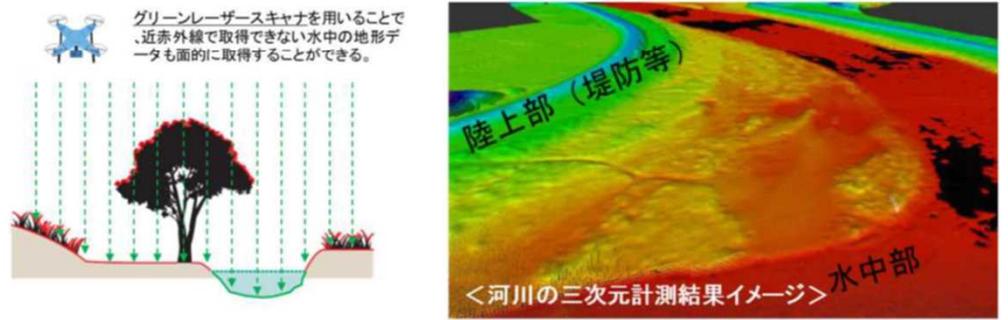
新技術等を活用した河川等の整備・管理DX(高度化・効率化)



[UAVやAI技術を活用した巡視、調査・点検]

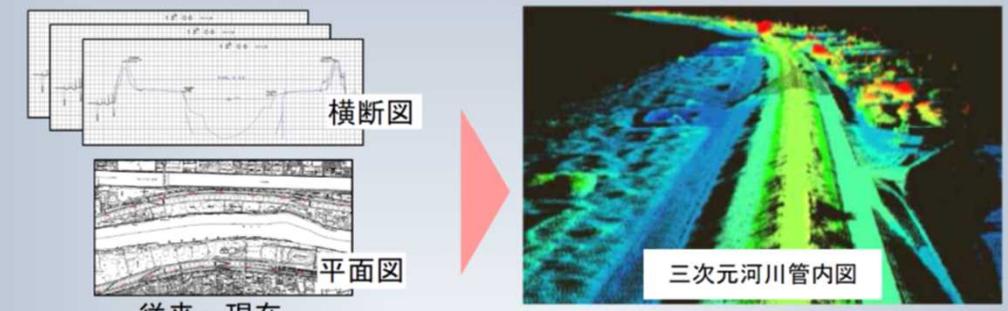


[三次元点群データの活用]



【三次元点群データの活用イメージ】

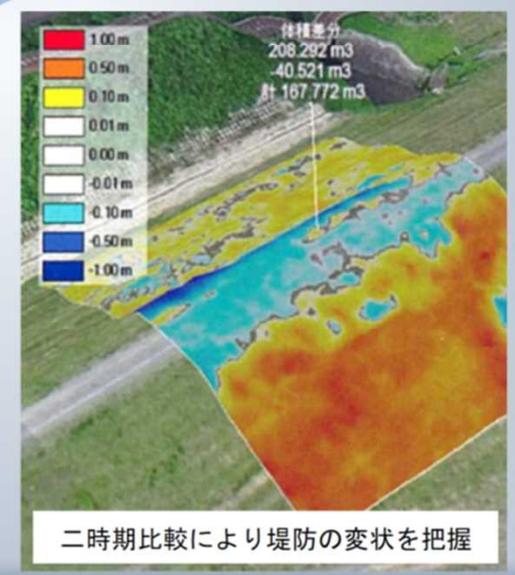
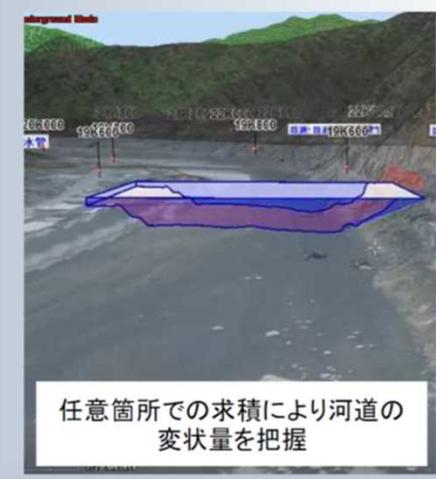
三次元点群データを活用した河道や堤防の変状把握等の点検や、その点群データにより整備した三次元管内図を用いた管理の高度化・効率化を図る。



従来～現在

三次元点群データの活用

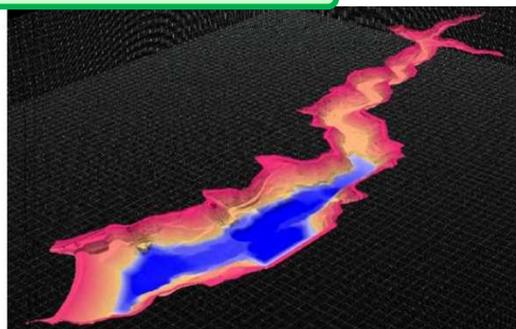
現在～今後



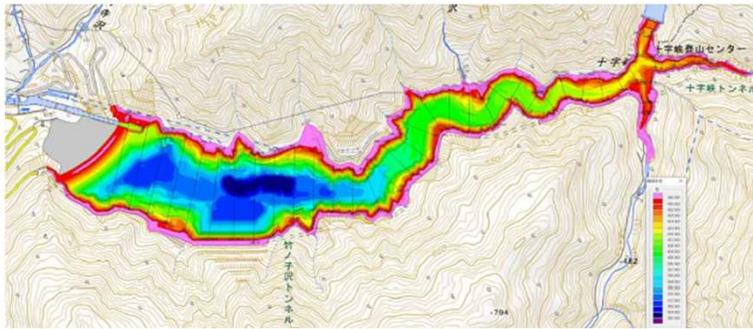
ダム管理へのDX導入事例

- ダム湖内の堆砂状況把握については、これまで、ダム深淺測量、河川横断測量を用いて、200m間隔の測線毎に人力測量し、把握をしてきた。
- 近年、ナローマルチ式の深淺測量、航空レーザー測量による地形把握が可能となり、測線によらずダム湖内全体の3D座標の把握が可能。
- これらの成果は、堆砂ボリュームをより詳細に算出するだけでなく、堆砂形状を把握することができるため、堆砂肩の動き、局所的な異常堆砂の状況、ゲート等ダム施設周辺の堆砂状況把握に利用。今後、更にデータを蓄積することにより、効率的なダム管理を推進。

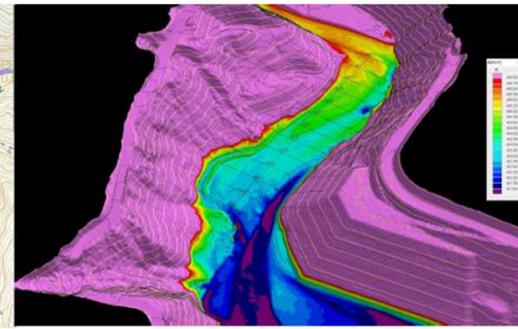
堆砂測量の成果（3D）



ナローマルチビームで取得したダム湖内（三国川ダム）



標高段彩図（平面）

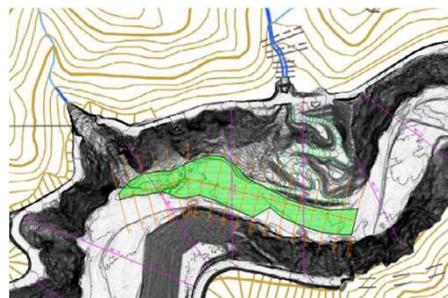


標高段彩図（3D）

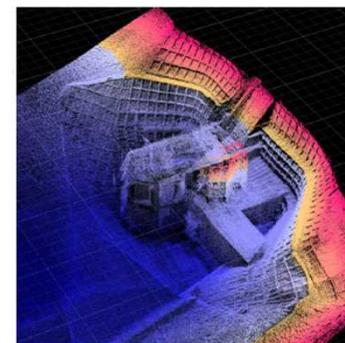
堆砂測量の成果の応用例



堆砂肩の前進状況把握へ利用



ICT堆砂掘削への利用



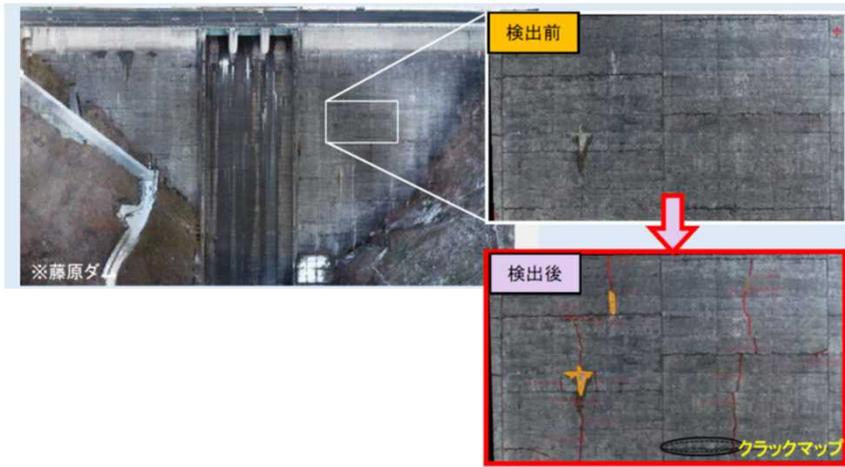
施設管理への利用
(取水口付近における変状・異常堆砂・異物の確認)

ダム管理へのDX導入事例

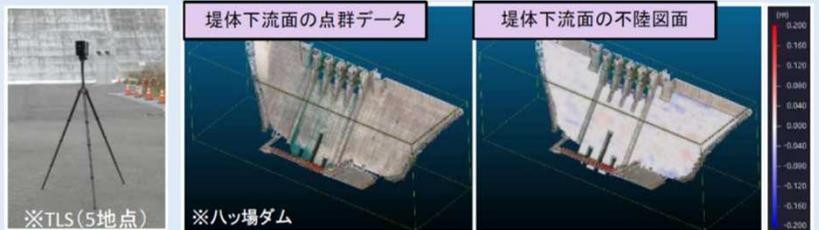
- ダム管理においても点検や巡視においてDXを導入。
- 各ダムにおける取組状況を共有し、効率的・効果的なダム管理を推進する。

<ドローンによる堤体損傷調査事例>

- ・自動飛行で撮影した写真画像から展開画像を作成し、AIによりひび割れ等の損傷を自動検出
- ・地上レーザースキャナーでの計測も実施し、3次元点群データも活用した整理を実施

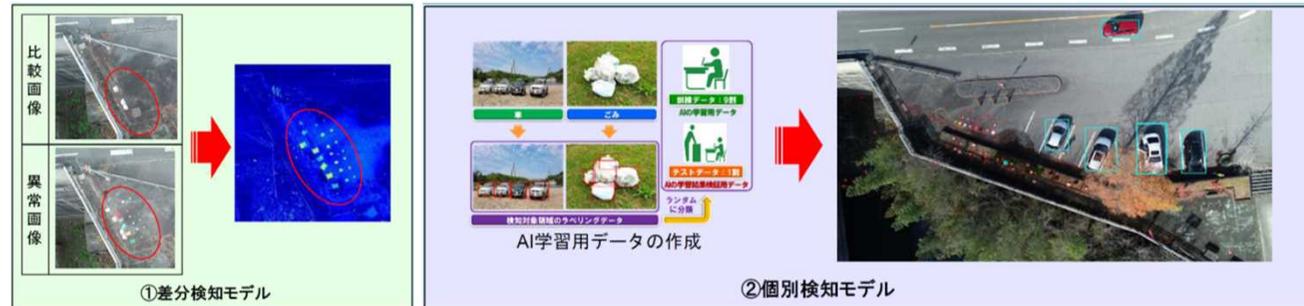


地上レーザースキャナ（TLS）で堤体下流面の三次元点群データを取得し、コンクリート表面に生じた不陸（凹凸）を検出。放流等による導流部の摩耗量や、上記「事例その1」のひび割れ等の損傷調査と連動した堤体下流面の不陸の調査が可能。



<ドローンによる巡視支援事例>

- ・撮影された画像解析により、検知・検出する技術の検討を実施



<水中ドローン活用の事例>

- ・水中ドローンを湖面船上より遠隔操作し、堤体コンクリート部の表面を撮影することで、管理所内でのリアルタイムの状況確認を実験的に実施



- 現場条件
- 調査2日前の降雨による貯水池の濁り
 - 風速 約2m/s
 - 水中ドローン操縦場所: 湖面の船上
 - 映像確認場所: 管理所庁舎内 (鮮明化映像をYouTubeライブ配信)
 - 撮影最大深度: 約7m(湖底付近)
- 使用機材
- 最大潜行可能深度: 300m
 - 本体サイズ : 幅=410mm
高さ=375mm
奥行: 639.5mm
 - 駆動時間 : 最大4時間
 - 重量 : 約28kg
 - ゲーム用コントローラで操作可能
 - 鮮明化処理装置使用



今後の方向性

【事前放流の強化】

○放流設備の改良

- ・事前放流で確保した容量をより有効に活用するため、施設改良を推進する。

○長時間・アンサンブル予測の活用

- ・事前放流を行う際、より早い段階での増電に資する水位低下や体制の確保等に長時間・アンサンブル予測を活用する。
- ・実装を重ね、平常時の増電に資する取組も含め、ダム運用高度化を推進する。

【今後のダム管理のあり方】

○堆砂対策

- ・ダムリフレッシュ事業により、予防保全対策として、堆砂対策（堆砂除去）を計画的・集中的に実施することで中長期的な維持管理の効率化を図る。（直轄・水機構ダム）
- ・総合的な土砂管理も踏まえた対応を検討。
- ・土砂処分に関し、運搬方法等も含めて検討。

○最新技術の活用

- ・DX、AI技術のダム管理への導入を進め、管理の高度化・効率化を進めるとともに、ダム管理の支援、意志決定支援を見据えた技術開発を進める

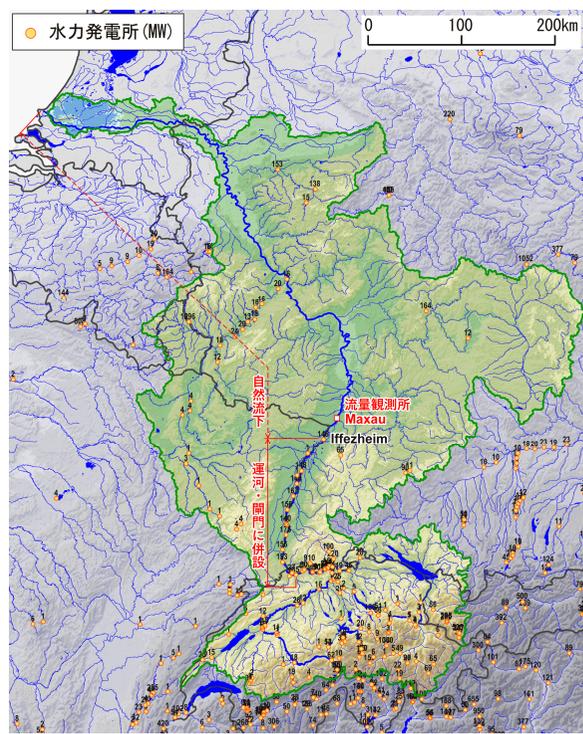
その他

日本における平地の小水力発電導入の可能性

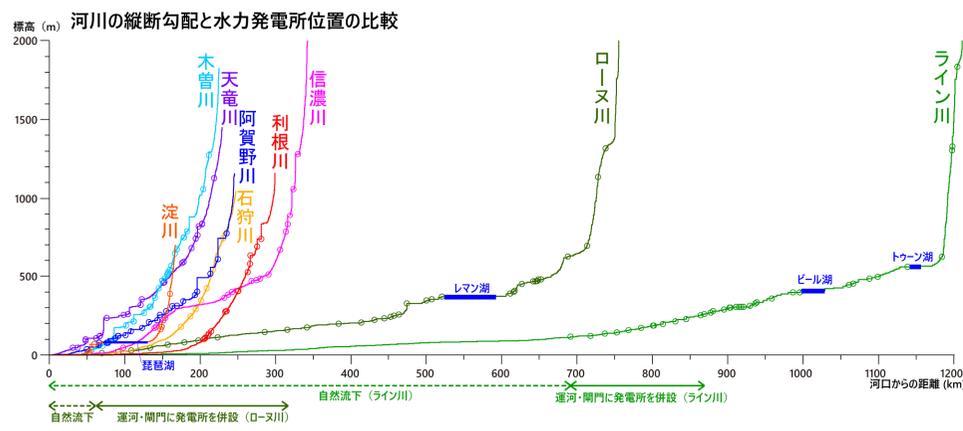
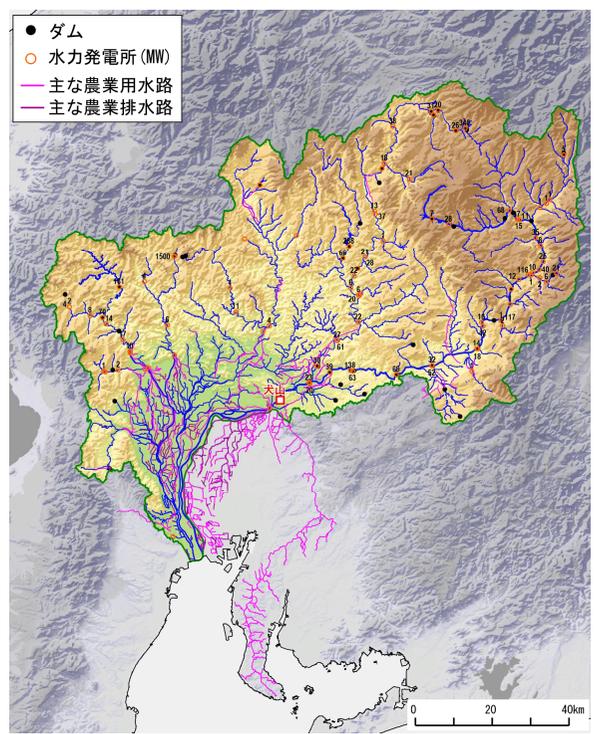
欧州と日本における水力発電所の立地に関する比較

- 欧州の河川は舟運の内陸水路として利用され、閘門(※)が連続して設置されているため、緩勾配の河川においても閘門の水位差を利用した水力発電が行われている。
- 一方、日本の河川は扇状地、沖積平野で農業用水の取水が行われるため、水力発電所はその上流側に立地。日本の河川は平常時と洪水時の流況が大きく異なるため、小流量を大きな水頭差で利用する発電が主流。
- 日本は欧州に比べ平地での流量が小さく、また、変動も大きく、平地での発電利用が進んでいない状況。

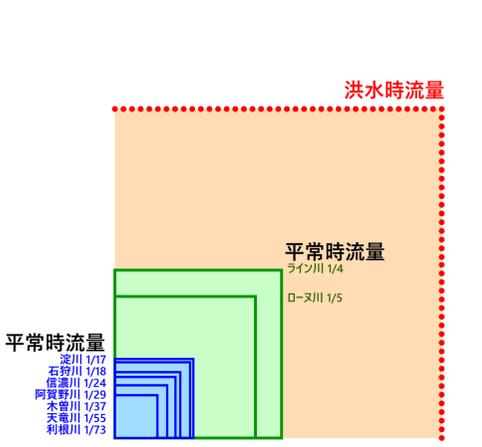
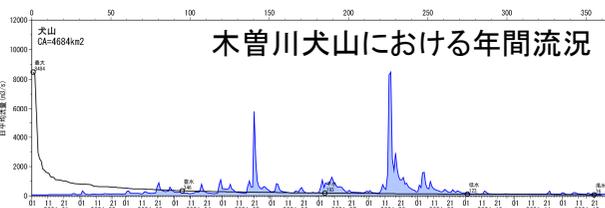
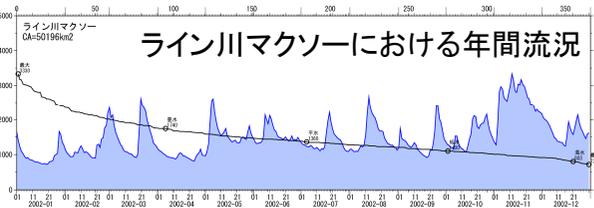
欧州の代表的事例：ライン川



日本の代表的事例：木曾川



欧州と日本の河川の縦断勾配、水力発電所位置の比較



欧州と日本の河川の流況の比較

