

## テーマ 8 ダム管理

安全に管理・運用し機能の強化を図る



## 概 要

ダムは、ゲート誤操作や決壊が起きれば、下流地域に甚大な被害を及ぼす恐れがあり、徹底した安全管理が重要である。建設時の技術基準、安全のための審査の仕組み、ゲート操作手順を確立し、安全を確保する必要がある。

大きなコストをかけたダム施設を良好な状態に維持するには、日常の点検、長期スパンでの点検を通じて、安全を維持し、管理を改善あるいは合理化し、ライフサイクルコストを低減しなければならない。ダム操作は規則に従って行われなければならない。それにより水系一貫の治水と効率的な利水補給が実現できる。

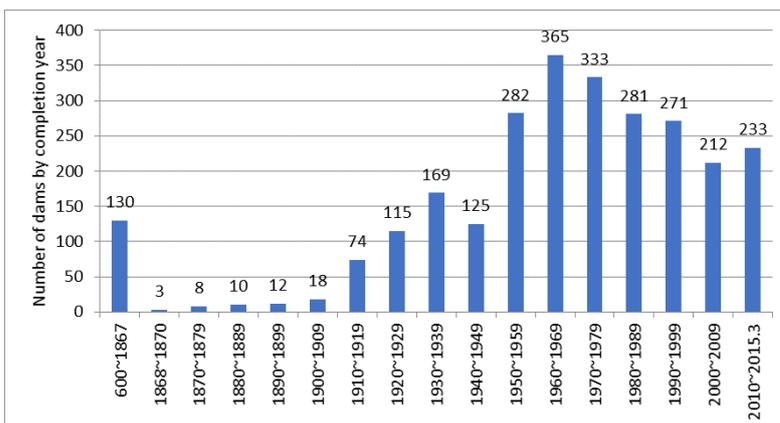
近代的なダム建設が始まってから既に半世紀以上が経過している。長寿命化し、機能を維持し、さらには向上させることは、限られた財源の中で水資源を管理する上での課題である。そのための技術開発とダム再生事業の実施に取り組んでいる。



## 第1章 はじめに

ダムはひとたび決壊すれば下流域に甚大な被害をもたらす恐れがある。地震や洪水の多い日本では、安全管理が重視され、各種技術基準など整備して建設時に審査し、ダム運用時にはモニタリングを行い、必要な連絡体制や点検体制を決めた。そして、これらを実行するための組織整備や人材育成を行った。

ダムは事故が発生した場合に及ぼす下流への影響がきわめて大きく、安全管理は重要な課題である。特に、地震が多く、人口稠密な日本にあっては、安全性が何よりも優先されるべき事項として捉えられている。本テーマでは、日本におけるダム安全のための技術基準や制度、ダムの点検、監視、操作のためのルールがガイドライン、気象災害時のダム操作、ハード面を含めた機能強化やダム再生について述



資料：ダム年鑑（日本ダム協会）から編集

図-1.1 日本のダム建設の歴史

べる。日本では古来農業用のため池が建設されてきた。現存する最古のダムは7世紀初頭に作られた狭山池であり、8世紀初頭につくられた満濃池である。1930年代前後から高度経済成長期にかけて、水資源を確保し、洪水被害を削減するために、多くの近代的なダムが建設された。大地震におけるダムの損傷、台風や前線による豪雨における洪水放流の事故も経験した。

日本では、設計施工段階における技術的なダム安全の確保に加えて、管理段階においても、ダムの安全が適切に維持されるよう、制度、ルール、組織の整備が行われてきた。図-1.1に示すように、日本の多くのダムは1960年代から70年代に完成し、建設後すでに50年以上が経過している。老朽化したダムを効率的に管理し、必要に応じて機能維持または向上のための措置が必要とされている。さらに近年は洪水など気象災害が激甚化する傾向にあり、ハード、ソフト両面でのダム管理の強化が必要とされている。

水資源管理と持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）は密接に関連している。ダム管理と SDGs は、次のボックスに示すような関連がある。

ダム管理と SDGs の関係：

- ① 制度に基づくダムの点検とメンテナンス、それに基づく改良、補強、機能強化が気候変動により激甚化する水災害への適応を強化する。



SDG 目標 13 「気候変動に具体的な対策を」の内、13.1 「気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）および適応の能力を強化」、13.3 「気候変動の緩和、適応、影響軽減に関する教育、啓発、人的能力および制度機能を改善」

- ② 既存のダム施設の効率的な利用と改良による機能向上が水不足の解消に貢献する。

SDG 目標 6 「安全な水とトイレを世界中に」の内、6.1 「安全で安価な飲料水の普遍的なアクセス」、6.4 「淡水の持続可能な採取および供給を確保し水不足に対処するとともに、水不足に悩む人々の数を大幅に減少」、6.5 「統合的な水資源管理を実施」、6.6 「水に関連する生態系の保護・回復」

## 第2章 ダムの安全管理

### 2.1 ダムの安全のための基準と制度

ダム構造に関する基本的な安全要件は法令で定め、各種の基準、ガイドライン、マニュアルがそれを補強すべきである。計画から完成まで審査を行い、安全性を確認する仕組みが必要である。

#### (1) 日本におけるダム決壊事故

ダムが決壊した場合、その被害の大きさは計り知れないものがある。放流設備の機能が損なわれた場合、ゲート操作の不具合に起因する下流地域での洪水の発生やダムの越流破壊といった被害をもたらす危険がある。

日本におけるダム決壊等の事例を表-2.1 に示す。多くは、現在の技術基準が整備される前に設計・施工されたダムである。アースダムの決壊、施工不良や越流を原因とする決壊が多い。農業用ダム（ため池）は、河川用地外に建設され、河川法に基づく審査や承認を受けていない事例もある。その場合、河川施設としての基準を満足していないことが決壊の原因となっている可能性がある。

表-2.1 日本におけるダムの決壊事故事例

ダム名	完成年	事故年	ダム形式	事故内容	被害状況
入鹿池	1633年	1868年	かんがい用アースダム	1868年の大雨による越流・決壊	死者 941人
小諸発電所第一調節池	1927年	1928年	発電用バットレスダム	監督官庁の認可なく建設 1928年に基礎地盤が不良で浸透水によって水みちが拡大し崩壊	死者 5人
幌内ダム	1939年	1941年	発電用重力式コンクリートダム	監督官庁の認可なく湛水開始、発電所が全焼し放置、洪水時に流木でゲート開放できず 1941年に越流・決壊、砂礫層を撤去せず施工した手抜き工事が主たる原因	死者 60人
平和池	1949年	1951年	かんがい用アースダム	1951年に豪雨によって越流・決壊	死者 75人
夜明ダム	1952年	1953年	発電用重力式コンクリートダム	1953年、大雨で両岸から越流、アバット背後の土砂が流出。取り付け済みゲートの一部が電源喪失のため全開できなかったことも越流の一因になった可能性。	直接の被害はなし。
大正池	1949年?	1953年	かんがい用アースダム	1953年、下流のため池と共に越流・決壊	死者 105人
和知ダム	1968年	1967年	発電用重力式コンクリートダム	1967年、ダムが完成し1ヶ月後の試験中、ゲートが破損・崩壊、ゲートの振動現象が問題になる。	死者 1人
藤沼ダム	1949年	2011年	かんがい用のアースダム	2011年3月の東日本大震災により、堰堤が崩壊	死者・行方不明 8人

資料：今後の治水対策のあり方に関する有識者会議 第21回配布資料に加筆

(2) ダムの計画・設計・建設等の審査の仕組み

河川管理者や第3者機関による重層的な許可、承認を通じて、計画、設計、施工段階の安全確保が図られている。表-2.2に示すように、事業者は、各事業目的の監督官庁より事業認可を必要とする。河川管理者である国土交通省（以下、国交省）や都道府県からは、河川用地の占有、河川水の占有、構造物の設置についての許可が必要であり、治水機能を含むダムは、河川整備計画の中に位置付けられる必要がある。図-2.1に示すように、設計段階では、「基本設計会議」で技術専門家の承認が必要であり、利水ダムの場合は河川管理者による設計承認を要する（河川協議）。工事段階では、専門家による基礎岩盤の検査、試験湛水結果の基本設計会議による承認、河川管理者による完成検査を受ける必要があり、操作規則も河川管理者の承認を要する（巻末付表-1）。

表-2.2 日本のダム建設における許認可および承認の仕組み

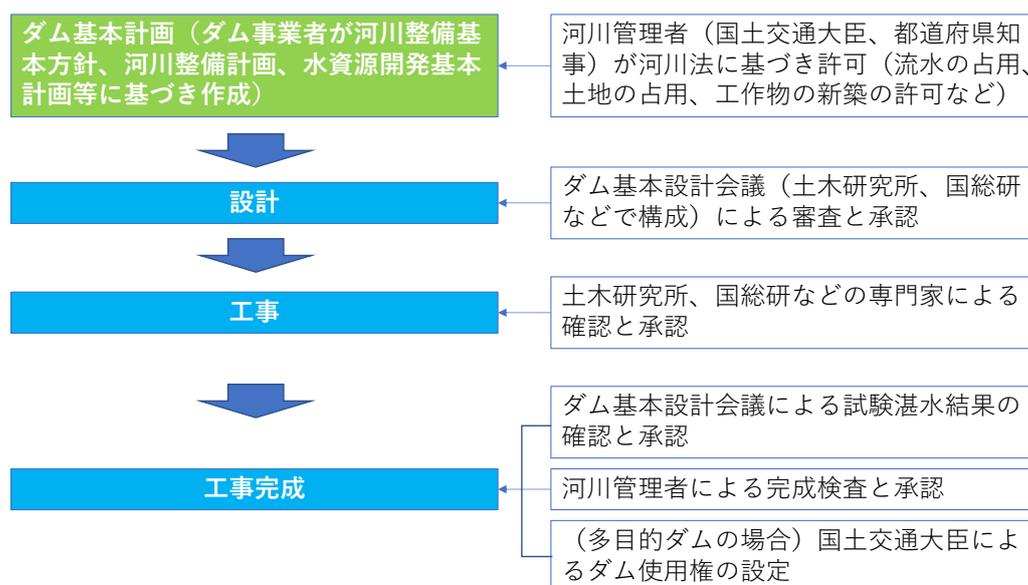
ダムの目的	河川種別 <sup>a</sup>	事業者	事業認可	設置許可 <sup>b</sup>	承認関係 <sup>c</sup>
多目的ダム（治水専用含む）	1級	国土交通省	国土交通省	国土交通省	国土交通省
		水資源機構 都道府県			
	2級	都道府県	都道府県	都道府県	
利水ダム	かんがい	農林水産省、水資源機構、地方公共団体	農林水産省	国土交通省	国土交通省 農林水産省
	発電	電力会社	経済産業省	国土交通省	国土交通省 経済産業省
	上水 工水	水資源機構、地方公共団体	厚生労働省 経済産業省	国土交通省	国土交通省 厚生労働省 経済産業省

注釈 a：一級河川は国土保全上、国民経済上、特に重要な河川として政令で指定したもの。二級河川は、公共の利害に重要な関係があり、都道府県知事が指定したもの

b：河川管理者による河川区域への設置許可

c：ダムの計画、設計、工事（完工検査等）、操作規則の承認

資料：河川法、特ダム法、多目的ダムの建設（ダム技術センター）を参考に作成



資料：多目的ダムの建設（ダム技術センター）を参考に作成

図-2.1 計画、設計、工事段階における多目的ダムの技術的な承認

### (3) 大災害を通じた技術基準の見直し

地震や洪水などの大災害が頻発する日本では、災害後の土木構造物の被害を調査し、その結果を設計手法に反映することで、構造物の安全を確保してきた。例として、阪神・淡路大震災後の耐震設計手法の見直し、近年頻発する大洪水への対応、近代以前から数多く築造されてきた農業用ため池の安全管理について説明する。

#### 1) 阪神・淡路大震災を契機とした耐震設計基準の見直し

世界有数の地震国である日本は、過去幾度となく大規模地震により多大な被害を被ってきた。特に、1995年（平成7年）1月17日に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災、M7.3）は、阪神地域の都市部に発生した内陸直下型地震で、震源が深さ16kmと浅く、戦後最大級の被害が発生した。

この震災を機に、将来発生しうる大規模地震に対する各種構造物の安全性の評価に関する調査研究が行われ、土木学会は、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震動（レベル2地震動）に対する構造物の耐震性能を照査すべきことを提言した。それまで日本のダムの耐震設計は、河川管理施設等構造令に基づき、ダムの自重に地域ごとに経験的に定められた設計震度を乗じて算定される慣性力を用いて、静的な剛体安定照査を行う従来の手法（震度法）により行われてきた。

阪神・淡路大震災の震央から50km内には、約50基のダムが存在していた。ダムで観測された地震動の最大値は、一庫ダム（ダム高75m、重力式コンクリートダム）で記録され、底部通廊で183gal（0.19g）、上段通廊で482gal（0.49g）の最大水平加速度であった。地震後の臨時点検の結果、いくつかのダムで天端舗装のクラックなどの軽微な被害が認められたが、ダムの安全性に影響を及ぼすような被害はないことが確認された<sup>2</sup>。しかし、近年の地震観測体制の整備等に伴い、ダムの設計震度を上回る強さの地震動も観測されており、レベル2地震動を具体的に設定しダムの安全性について照査を行うこととなった。国交省では、2005年（平成17年）に「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）・同解説」を策定し、これに基づく耐震性の照査が行われることとなった。

#### 2) 想定を上回る洪水による被害とダム管理の見直し

計画を上回る洪水の発生により、操作規則に則ったダムからの放流操作を行っていても、下流に洪水被害が発生した事例がある。例えば、平成7年7月洪水と鹿野川ダム（肱川）、平成18年7月洪水と鶴田ダム（川内川）などがある。このような事例を踏まえて、ハードの施設の対策に加えて、情報伝達、啓蒙活動や予測技術の活用などソフト対策の在り方に関する見直しが進んでいる。詳細は3章で説明する。

---

<sup>1</sup> レベル2地震動に対して、レベル1地震動は、構造物の供用期間内に1~2度発生する確率をもつ地震動であり、それにより構造物が損傷しないレベルの地震動強さである。

<sup>2</sup> 阪神淡路大震災誌、平成9年1月、兵庫県

#### (4) ため池の安全管理

日本には、農業用のため池が約 21 万カ所あり、受益面積 2 ha 以上のため池に限っても約 65,000 カ所とされる。その約 75%が江戸時代以前に築造されたもので、大半のため池は昭和初期以前に築造された<sup>3</sup>。堰堤の施工方法が不明であることが多く、締め固め不足や老朽化が原因で堤体の沈下や漏水が生じているものも多い。ため池の所有者や利用者の世代交代が進み、施設の権利関係が不明確かつ複雑化しており、離農や高齢化で利用者主体の管理組織が弱体化し、日常の維持管理に支障が生じることが懸念されている。

ため池は、近年の大規模な地震や豪雨によって、決壊により下流に被害をもたらしている。2011 年 3 月の東日本大震災では藤沼ダムの決壊で 8 名の犠牲者を出した（コラム参照）。また、2018 年（平成 30 年）7 月豪雨では西日本で 32 カ所のため池が決壊し人的被害が発生した。農業用ため池の情報を適切に把握し、決壊による災害を未然に防止することを目的に、2019 年（平成 31 年）に「農業用ため池の管理および保全に関する法律」が制定され、以下のような施策が実施されている。

- 農業用ため池の届出によるデータベースの作成と情報の公開
- ため池が適正に管理されていない場合、管理者に対する防災工事等の実施勧告
- 決壊等で周辺に被害を発生させるおそれがある「特定農業用ため池」の指定
- 特定農業用ため池における、ため池の保全に影響を及ぼすおそれのある行為の制限
- 特定農業用ため池の決壊に関する情報伝達、避難に関する事項の周辺住民への周知（図-2.4 ため池ハザードマップ参照）
- 特定農業用ため池の適正な管理のための防災工事の命令または代執行
- 裁定に基づく、所有者を確認できない特定農業用ため池の市町村による管理

2020 年（令和 2 年）には、「防災重点農業用ため池に係る防災工事等の推進に関する特別措置法」が制定された。防災工事、劣化状況評価、地震・豪雨耐性評価を推進するために、防災重点農業用ため池を指定し、防災工事等の集中的、計画的推進のための、防災工事等推進計画を策定する。都道府県は、調査や工事の実施主体に対して、技術的な指導・助言を行い、国は、事業実施に要する費用について必要な財政上の措置を行う。

---

<sup>3</sup> ため池ハザードマップ作成の手引き、平成 25 年、農林水産省

### 東日本大震災における藤沼ダムの決壊と教訓<sup>4</sup>

福島県の農業用貯水池である藤沼ダムは、1949年（昭和24年）に竣工した、堤高18.5mの均一型アースダムで、貯水容量約150万m<sup>3</sup>により下流837haの農地をかんがいしている。維持管理は、江花川沿岸土地改良区が行っている。

2011年（平成23年）3月11日の東日本大震災（M9.0）によりダムが決壊し、死者7名、行方不明1名、家屋被害124戸の被害をもたらした（図-2.2）。ダムは天端付近が貯水池側にすべり、これを契機として複数のすべりが発生した。その原因は次の2点と推測された。



資料：福島県須賀川市藤沼湖決壊について 東北大学による東日本大震災一か月後緊急報告会

図-2.2 藤沼ダム決壊状況

- ▶ 施工条件が悪い戦後期に施工され、締固め度が小さく、特に砂分に富んだ材料であり、強い地震動により飽和している部分の強度が低下した。
- ▶ 地震応答解析から、堤頂部の地震動は最大442Gal（0.45g）に達し、かつ50Gal以上の地震動が100秒間も継続した、過去に経験のない地震であった。

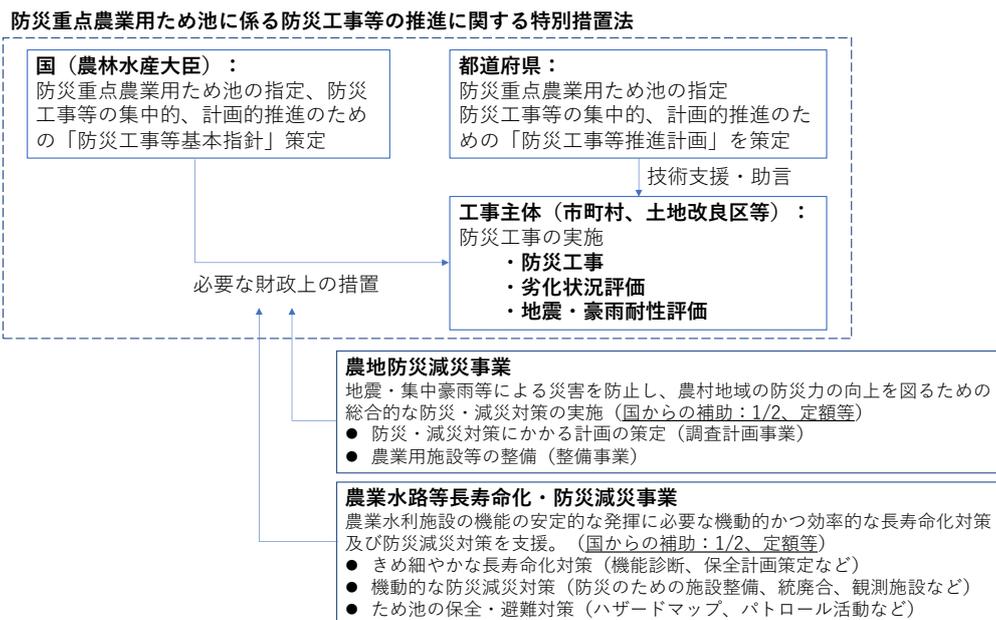
なお、藤沼ダムは2017年（平成29年）に再建されている。



資料：名取市ウェブサイト

図-2.3 ため池ハザードマップによる決壊や避難の情報共有例（宮城県名取市の桑唐堤溜池）

<sup>4</sup> 藤沼湖の決壊原因調査報告書 平成24年1月 福島県農業用ダム・ため池耐震性検証委員会



資料：「防災重点農業用ため池に係る防災工事等の推進に関する特別措置法」を参考に作成

図-2.4 ため池防災事業に係る法制度の枠組み

**古いため池堰堤の維持管理事例<sup>5</sup>**

群馬県藤岡市において、藤岡土地改良区が所有、管理する三名湖（別名大谷池）は、1933年（昭和8年）に築造された農業用ため池である。三名湖は、堤高19.7m、総貯水量1,426千m<sup>3</sup>の均一型アースフィルダムで約330haをかんがいでいる。当該土地改良区では、職員2名により本ため池を含む複数のため池、頭首工、かんがい水路を管理している。また、組合員との水量調整およびそれに基づくゲート操作を行い、年に1回程度（および震度4以上の地震時など必要に応じて）、施設の目視点検による変状調査、簡易測量による堤体変形の確認、観測孔による浸潤線位置の確認を行い、年に3回程度の法面等の除草、水路の泥上げ、ゲート類のメンテナンスなどを行っている。管理費用は、人件費を含めて組合員からの賦課金で賄っており、災害による施設の破損・損壊や、大規模な補修・改修工事の場合は、国の補助事業を活用し、土地改良区の負担軽減を図っている。三名湖は、東日本大震災後のため池一斉点検により、耐震性能が所定の安全率を確保していないこと、決壊した際の下流への影響が極めて大きいことから、当耐震補強工事を実施中である（図-2.5）。

群馬県藤岡市において、藤岡土地改良区が所有、管理する三名湖（別名大谷池）は、1933年（昭和8年）に築造された農業用ため池である。三名湖は、堤高19.7m、総貯水量1,426千m<sup>3</sup>の均一型アースフィルダムで約330haをかんがいでいる。当該土地改良区では、職員2名により本ため池を含む複数のため池、頭首工、かんがい水路を管理している。また、組合員との水量調整およびそれに基づくゲート操作を行い、年に1回程度（および震度4以上の地震時など必要に応じて）、施設の目視点検による変状調査、簡易測量による堤体変形の確認、観測孔による浸潤線位置の確認を行い、年に3回程度の法面等の除草、水路の泥上げ、ゲート類のメンテナンスなどを行っている。管理費用は、人件費を含めて組合員からの賦課金で賄っており、災害による施設の破損・損壊や、大規模な補修・改修工事の場合は、国の補助事業を活用し、土地改良区の負担軽減を図っている。三名湖は、東日本大震災後のため池一斉点検により、耐震性能が所定の安全率を確保していないこと、決壊した際の下流への影響が極めて大きいことから、当耐震補強工事を実施中である（図-2.5）。



資料：群馬県農業農村整備計画2020

**図-2.5 三名湖堰堤耐震工事**

<sup>5</sup> East Asia & Pacific and South Asia Regional Workshop and Exposure Visits for Dam Safety Management and Disaster Resilience, World Bank, April 4, 2017 および群馬県ホームページ

## (5) 技術者の育成

国交省のダム技術者は、ダム事務所における OJT、土木研究所、国土技術政策総合研究所などの研究機関で育成される。財団法人ダム技術センターには国内のダム技術が集約され、都道府県から技術者を受け入れてその技術の向上を図っている。民間企業では、ダム工事総括監理技術者、技術士などの資格を取得することで技術者として認証され、かつ OJT を中心として後進の技術者を育成している。河川管理者以外の者が管理するダムには、ダム管理主任技術者の資格を持った人員を配置することが義務付けられている。資格取得には、全国建設研修センターでの研修を受講して試験に合格する必要がある。全国建設研修センターはダム操作実技訓練などの研修も提供しており、ダム管理者の育成に貢献している。また、水資源機構では、洪水時ゲート操作に関するシミュレーターを使った模擬訓練をオンラインで行っている。

国交省や地方公共団体などでは、毎年の洪水期前の 5 月に各ダム管理所において「ダム管理演習」を実施している。計画した規模を超える異常洪水を想定し、下記のような本番同様の情報伝達や、洪水対応を訓練している。

- ① 情報伝達訓練（関係機関との連絡、通知、放流警報、巡回パトロールなど）
- ② ダム・ゲート操作演習（放流量の計算、ゲート開度の設定など）
- ③ 危機管理演習（非常用電源の使用、ゲートなどの遠隔操作不能時の対応など）

## 2.2 ダムの安全確保のための点検・検査

確実に点検を実施し、第三者の視点から点検を評価することで、ダムの安全を維持し、管理を改善あるいは合理化し、ライフサイクルコストを低減できる。

### (1) 点検に関する項目・方法・時期

ダム管理者は施設を常に良好な状態に保つ義務を有する。各種ガイドラインに従って日常の点検巡視、河川管理者と専門家による定期的な点検を実施するための仕組みが整備されている。河川管理者が設置するダムの点検は、「巡視・日常点検」、「臨時点検（地震時、出水時等）」、概ね 3 年に 1 回以上の「定期検査」、および概ね 30 年ごとに専門家の意見を聴きながら実施する「ダム総合点検」に区分される（図-2.6）。巡視・日常点検は「ダム点検整備基準」（巻末付表-2~4 に詳細を示す）を定め、日常の管理における巡視・点検、維持・修繕等の頻度を定めている。

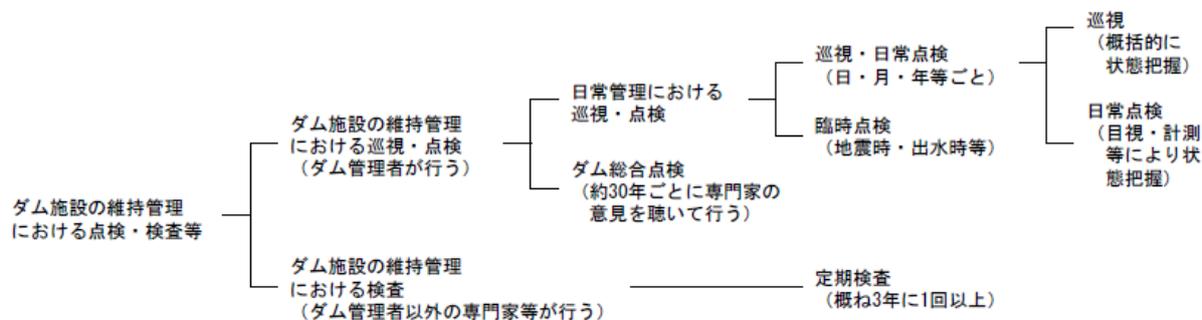
#### 1) 定期検査によるダム維持管理の改善

河川管理者が設置するダムは、「ダム定期検査の手引き」に従い、概ね 3 年に一度の頻度で定期検査を行う。定期検査の実施は、国土交通省から各ダム管理者に通知される。検査は、ダム管理者以外のダム専門家が実施し、改善の必要性が指定された場合、ダム管理者は対応方針をとりまとめ、その実施状況を随時報告しなければならない。

#### 2) 総合点検によるダム維持管理の改善

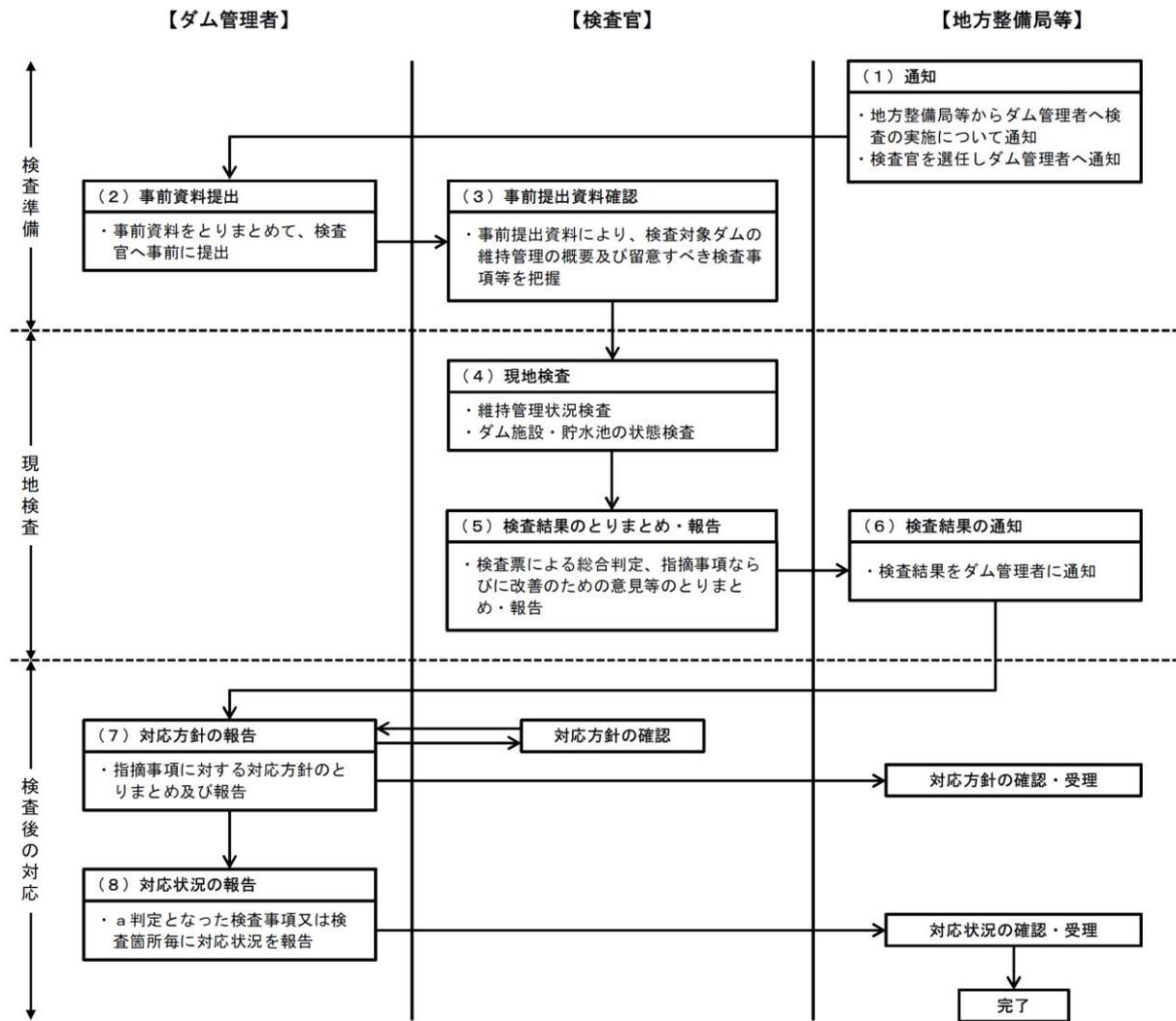
日本では、建設から長期間を経たダムが多く、社会資本に対する国民のニーズの多様化や気候変動への適応も求められる中、維持管理コストがますます増大する。ダムの劣化や損傷を

早期に把握し、適切な時期に必要な補修を行う合理的な維持管理が求められる。ダム総合点検は概ね30年の一度の頻度で実施され、より長期的な視点に立って、ダムの健全性を評価し、維持管理の方針を立てることを目的としている（図-2.7）。健全性の評価にあたっては、ダム管理記録のレビューだけではなく、必要に応じてダム堤体などの非破壊調査やコア採取をするなど、詳細な調査が実施される（表-2.3）。



資料：ダム総合点検実施要領・同解説 国土交通省

図-2.6 ダム施設の維持管理における点検・検査



資料：ダム定期検査の手引き 国土交通省

図-2.7 ダム定期検査の実施手順

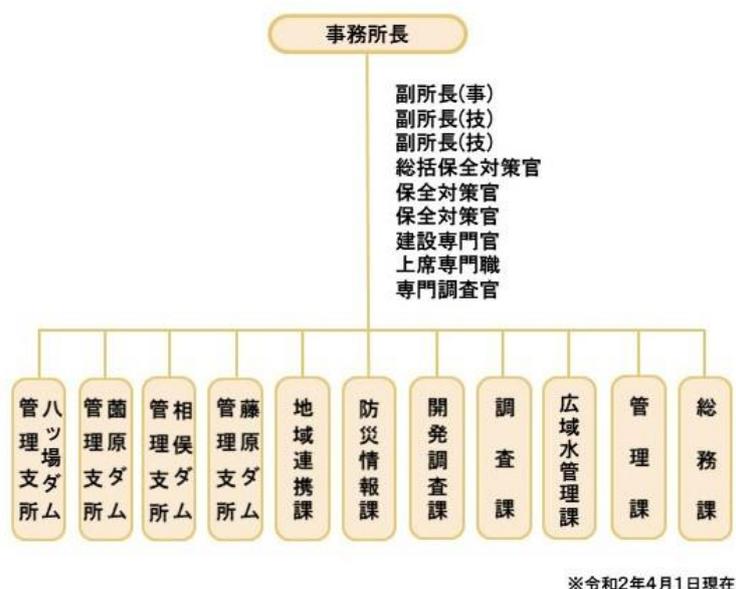
表-2.3 定期検査の主な検査事項と検査結果の評価

区分	主な検査項目	結果の評価方法
維持管理の実施状況検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ダム管理組織体制</li> <li>✓ ダムの操作、点検巡視、データ保管の実施状況</li> <li>✓ 長寿命化計画に基づく対策の有無</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A 直ちに改善の措置が必要である。</li> <li>B 一部問題はあるが、全体的な問題ではない。</li> <li>C 全体的に問題ない。</li> </ul>
ダム施設および貯水池の状態検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ダムや貯水池の計測結果、観測結果</li> <li>✓ 堤体および関連施設の劣化や損傷状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A 直ちに措置を講じる必要がある。</li> <li>B1 安全性及び機能は保持されているが、速やかな措置を講じる必要がある。</li> <li>B2 安全性及び機能は保持されているが、必要に応じ措置を講じる必要がある。</li> <li>C ダムの安全性や機能に影響を及ぼすおそれがないと判断され、状態監視を継続する。</li> </ul>

資料：ダム定期検査の手引き 国土交通省

(2) 管理体制

ダムの維持管理は、通常、ダム管理所の職員によって行われる。管理所の組織の例として国土交通省の利根川ダム統管理事務所内について記載する（図-2.8）。利根川上流には、国交省および水資源機構が管理する 9 基の多目的ダムがあり、利根川ダム統管理事務所による統合運用が行われている（「4.2 ダムの統合運用」参照）。利根川ダム統管理事務所の組織は図-2.8 のとおりで、統管理事務所の下に、各ダムの管理支所が所属している（国交省直轄管理の 4 ダムのみ）。各管理支所の標準要員構成は、職員 3 名、期間業務職員 1 名、外部委託要員 3～4 名の合計 7～8 名である。管理庁舎は、例えば藤原ダムの場合は 4 階建て構造で、次のようなレイアウトである（表-2.4 および図-2.9）。



資料：利根川ダム統管理事務所ウェブサイト

図-2.8 利根川ダム統管理事務所の組織

表-2.4 藤原ダム管理支所のレイアウト

4 階	機械室（空調など）
3 階	操作室（ゲート操作の操作卓など）、通信機械室
2 階	執務室、会議室、休憩室、書庫
1 階	仮眠室、蓄電池設備（停電時の通信設備用）
車庫棟	車庫、発電設備（停電時のゲート操作）

資料：利根川ダム統管理事務所からの聞き取りによる



資料：利根川ダム統管理事務所ウェブサイト

図-2.9 藤原ダム管理支所

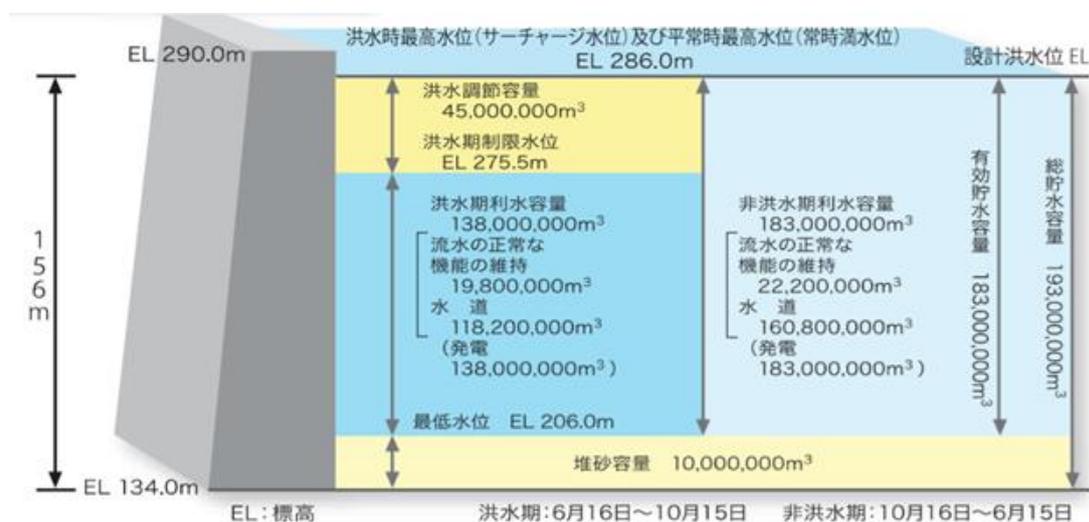
### 第3章 洪水時のダム運用

#### 3.1 多目的ダム貯水池の容量配分と洪水調節

ゲート操作方法、下流沿川の巡視、ダムからの放流する前の下流沿川への警報の方法を定める。河川の治水計画に従って、下流の安全を考慮した洪水時のダム操作規則を定める。

##### (1) 宮ヶ瀬ダムの事例

図-3.1 は相模川水系の宮ヶ瀬ダムの貯水池容量配分を示している。有効貯水容量の 183 百万  $m^3$  は、非洪水期はすべて利水補給のために使用される。洪水期は、水位を制限水位 EL.275.5 m まで低下させ、洪水調節容量 45 百万  $m^3$  を洪水調節のために空けておき、制限水位以下の 138 百万  $m^3$  を利用して利水補給を行う。



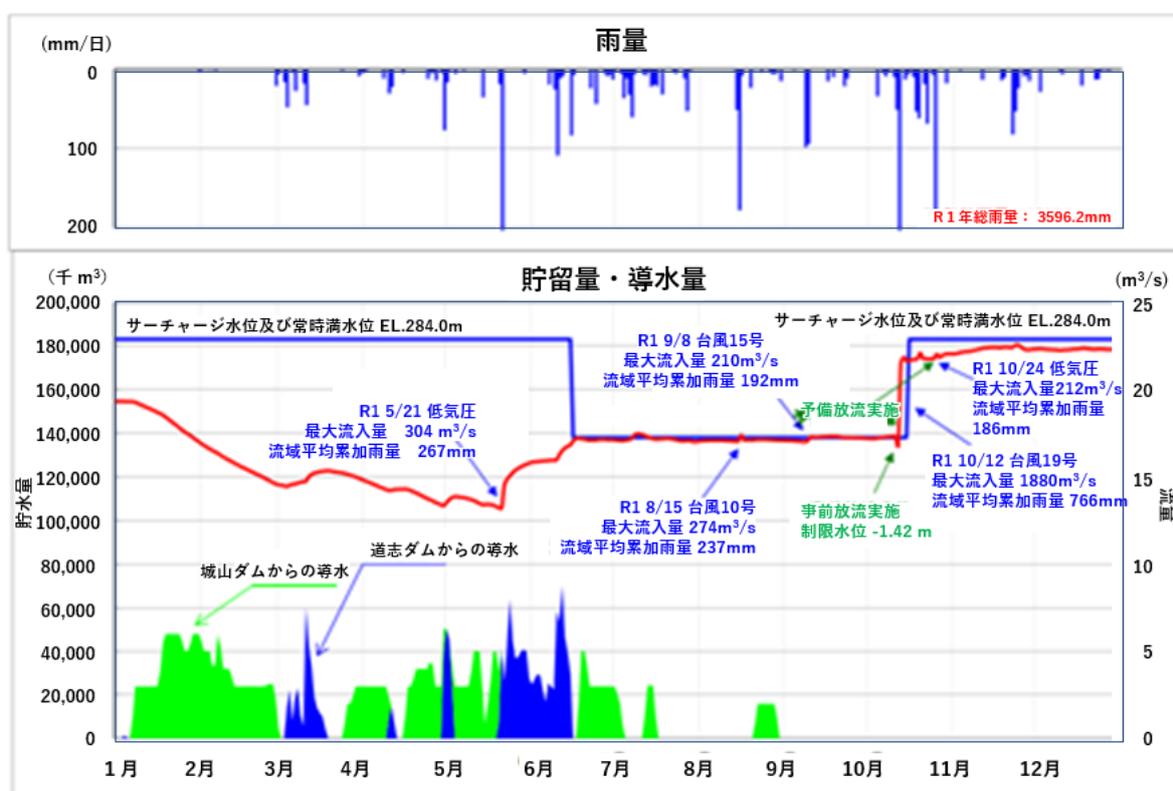
資料：「宮ヶ瀬ダムパンフレット」国土交通省 関東地方整備局 相模川水系広域ダム管理事務所

図-3.1 宮ヶ瀬ダムの貯水池容量配分図

### 宮ヶ瀬ダムの年間貯水池運用の事例

2019年（令和元年）における宮ヶ瀬ダムの運用実績を図-3.2に示す。

- 12月段階で貯水池は満水であるが、非洪水期である1～5月に多くの利水補給があり水位が低下する。
- 6月以降、降雨が多くなり、貯水位が上昇し始める。
- 6月15日～10月15日は洪水期であり、洪水の流入に備えて、貯水位を洪水期制限水位 EL.275.5m以下に維持する。下流では取水量に対して十分に河川流量が多いので、ダムからの補給量は少ない（ダムの貯水位は下がらない）。
- 10月15日以降は非洪水期であり、貯水位を満水位まで回復させ、非洪水期の間の利水補給に備える。



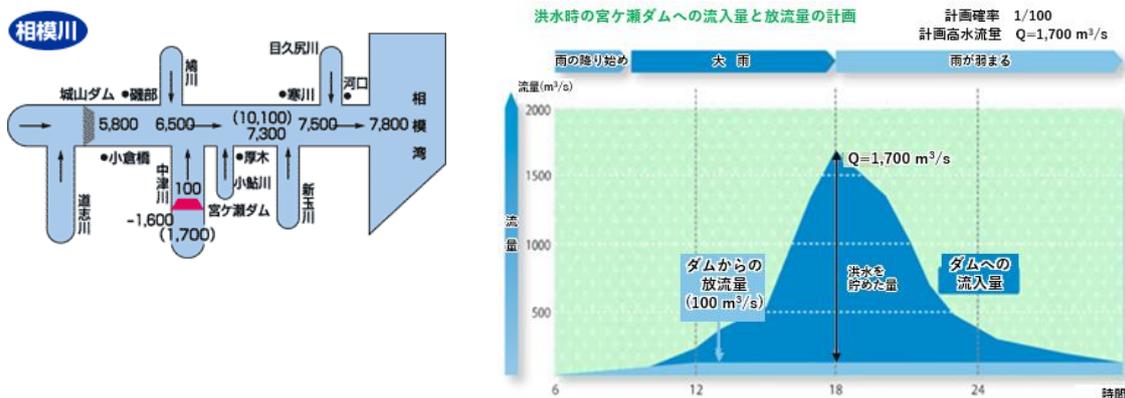
資料：相模川水系広域ダム管理事務所ウェブサイト

図-3.2 2019年（令和元年）の宮ヶ瀬ダムの貯水池運用実績

### 洪水調節の多目的ダムの操作事例（宮ヶ瀬ダムにおける 2019 年 10 月 12 日洪水）

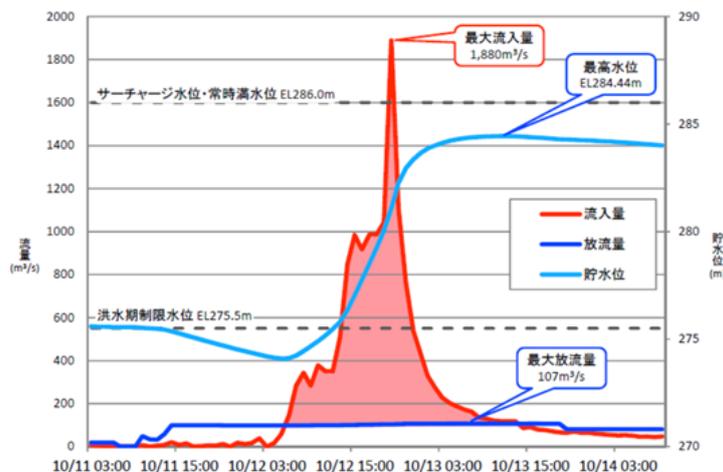
図-3.3 の左図は、相模川の治水計画を示す。治水基準点（厚木）における基本高水流量（ダム等による調節前の計画流量）は  $10,100\text{m}^3/\text{s}$  である。上流のダムにより  $2,800\text{m}^3/\text{s}$  の洪水調節を行い、河道は計画高水流量  $7,300\text{m}^3/\text{s}$  を受け持つ計画となっている。このうち、 $1,600\text{m}^3/\text{s}$  を宮ヶ瀬ダムが受け持つ計画である。右図は、宮ヶ瀬ダムの洪水調節計画のハイドログラフを示している。流入量のピーク値  $1,700\text{m}^3/\text{s}$ （100 年確率相当）に対し、一定量放流方式により、その大部分の  $1,600\text{m}^3/\text{s}$  を調節し、 $100\text{m}^3/\text{s}$  を下流に放流する。

図-3.4 は、2019 年（令和元年）10 月に発生した台風 19 号による洪水における、宮ヶ瀬ダムの実際の運用記録である。計画上のピーク流量  $1,700\text{m}^3/\text{s}$  を上回る  $1,880\text{m}^3/\text{s}$  の流入があった。貯水池に 43 百万  $\text{m}^3$  を貯留し、最大放流量は  $107\text{m}^3/\text{s}$  であった。これにより治水基準点（厚木地点）で  $1.1\text{m}$  の水位低下をもたらした。このときの貯水池最高水位は  $\text{EL}284.44\text{m}$  で、計画上の最高水位である  $\text{EL}286\text{m}$  まで  $1.56\text{m}$  まで迫ったが、事前の洪水予測から、洪水前に貯水池の水位を下げたため洪水を調節できた。



資料：相模川水系広域ダム管理事務所ウェブサイト

図-3.3 相模川の治水計画とダムによる洪水調節



資料：令和元年台風第 19 号におけるダムの状況（国土交通省）

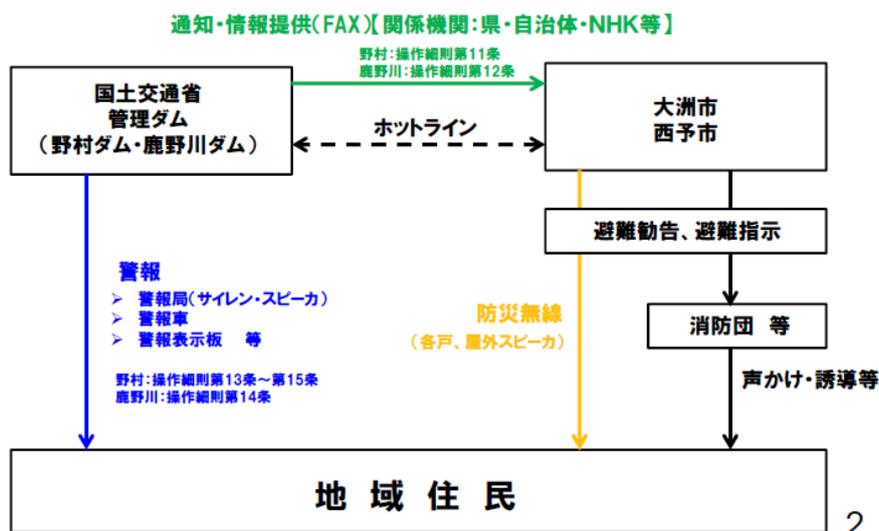
図-3.4 宮ヶ瀬ダムの洪水調節事例（2019 年台風 19 号）

河川法第 52 条（洪水調節のための指示）により、河川管理者は洪水の被害を防止するために、利水ダムの所有者に洪水の一時的な貯留などの措置を指示することができる。具体的には、巻末付表-5 に洪水放流に関する利水ダムの分類と必要な対応を示す。

## (2) 下流住民・利用者の安全確保

ダムからの放流量が急増する場合は、下流の住民やレクリエーションによる利用者などの安全を確保するために、放流前に念入りなパトロールや通知を行わなければならない。

河川法は、ダムの管理者に、操作規則を作成し河川管理者の承認を得ることを義務付けている。ダムの放流により下流に急激な流量変化や被害が想定されるときには、関係する都道府県知事、関係市町村長、関係警察署長への通知と、一般の周辺住民や河川の利用者に周知をすることを義務付けている。この通知、周知の方法については、ダムの操作規則の中で定める必要がある。操作規則では、「危害防止措置」として、通知しなければならない状況、通知先（通常、関係行政機関、地方公共団体、警察、消防、メディアなど）、通知の方法（手段や時間）、サイレン吹鳴の方法、警報車による警報の方法、が定められている。異常洪水時防災操作の場合、さらに地方整備局や都道府県知事の承認が必要となる（図-3.5）。



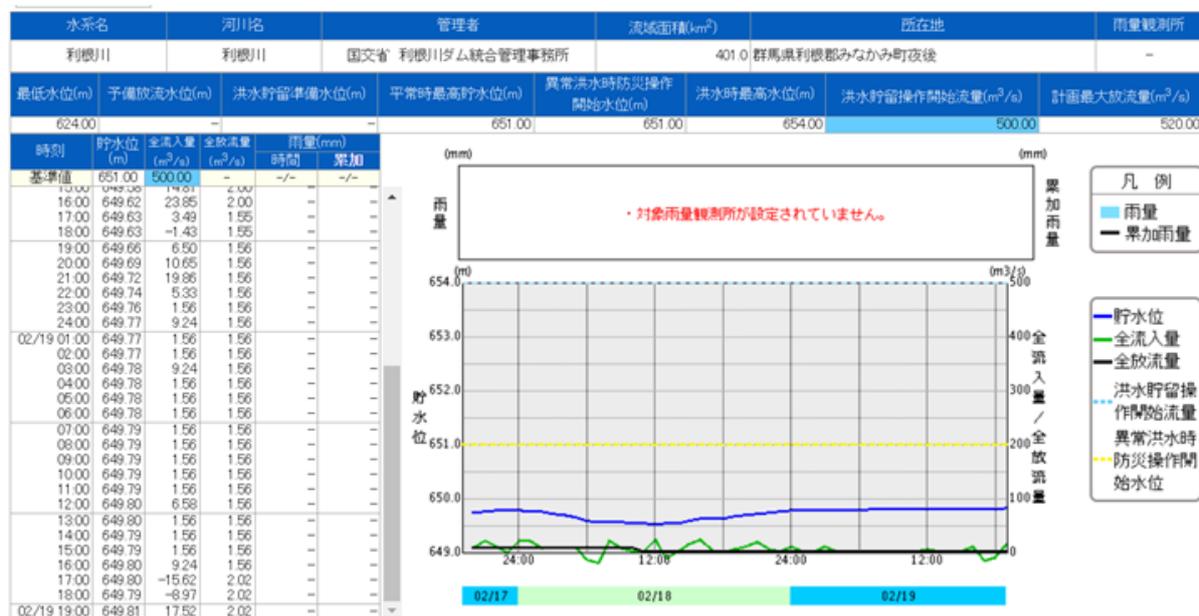
資料：野村ダム・鹿野川ダムの操作に関わる情報提供等に関する検証等の場（とりまとめ）参考資料 H30.11

図-3.5 通知と情報提供

一般への情報共有は、①川の防災情報サイト（国交省）でのリアルタイムでのダム情報（流入量、放流量、貯水位、雨量）の公開（図-3.6）、②ダム管理者のウェブサイトによる放流警報等の通知がある。各ダム管理所がツイッターのアカウントを持っており、放流状況などを見ることができる（図-3.7）。

川の利用者が退避する時間が無くなるようなダム放流による急激な水位上昇は避ける必要がある。ゲートを有するダムの操作規則・細則では、急激な水位上昇を避けるために、放流量の増加を制限している。ダム放流警報システム計画・設計指針（案）では、ダム放流による下流河川の水位上昇速度の限度に関する目安を、下流区間の最も危険な箇所において 30 分間に 30 cm としてい

る。しかし、急激な貯水池への流入量の増加により、放流量増加制限を越えて放流を行う場合がある。このようなダムからの放流による水位上昇量が30分間で30cmを超えると予測される区間については、下流の河川利用者に対し水位の上昇を周知すべく、放流警報を実施すべき区間として考慮する。



資料：国土交通省

図-3.6 「川の防災情報」によるダム水文データのリアルタイム情報



資料：藤原ダム

図-3.7 藤原ダムのツイッターによる情報共有

### (3) 記録と報告

河川法は、ダム管理者に水文量（主として貯水池への流入量、放流量、貯水位、河川水位）の観測と記録、操作の記録を義務付けている。洪水時には河川管理者や都道府県に通知する義務がある。常時のデータも河川管理者に提出する。水文量の観測、記録、蓄積は、施設の洪水調節や利水補給に関する運用維持管理に必要であるだけでなく、ダム操作を検証するために重要である。治水計画の策定や見直し、河川の水質や生物環境の保全対策検討、工事実施のためにも重要な情報となる。これらのデータは「川の防災情報」でリアルタイムに一般に情報共有されている。「ダム諸量データベース」でも過去の情報がデータとして公開されている。

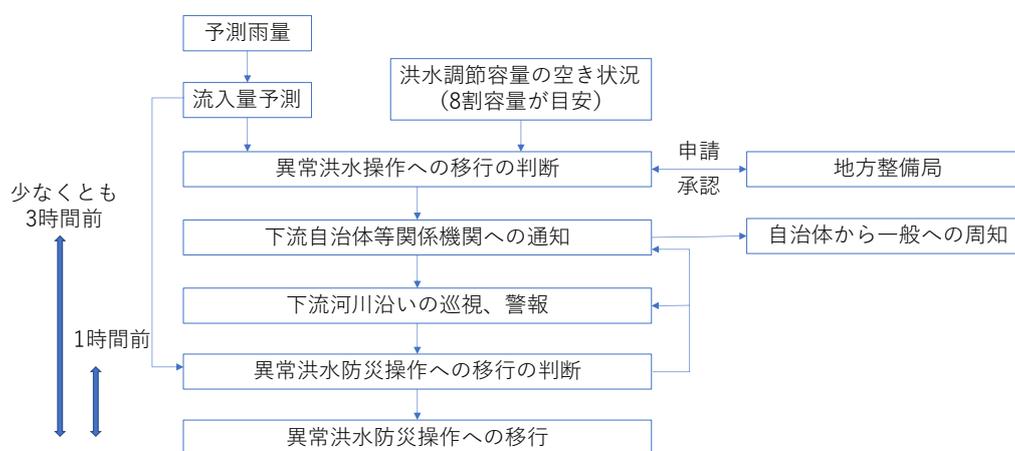
### 3.2 計画を超える異常洪水時のダム運用

洪水調節操作を行うダムにおいて、計画を超える洪水によりこれ以上貯水できないことが予想される場合、放流量と流入量が同じになる放流操作（異常洪水時防災操作）を行い、ダムの安全を確保するとともに、下流への被害をダムが無い場合の被害以上としないようにする。

#### (1) 異常洪水時防災操作

計画の洪水流量より大きな洪水が発生して、これ以上貯留するとダムに危険が及ぶと想定される場合には、ダムの安全を確保するため、異常洪水時防災操作を行う。洪水調節を停止して放流量と流入量が同じになる放流操作を行う。放流により下流に氾濫が発生する可能性があることから、その被害を最小限に抑える操作としなければならない（日吉ダムの事例を後述する）。

本操作を行うにあたって、ダム管理者は、国交省地方整備局の承認を得なければならない。下流地方公共団体の首長を含む関係機関、住民への通知、下流の巡視を、十分に余裕を持ってできるよう、早い段階で承認を得る必要がある。関係機関への最初の通知は、少なくとも本操作移行の3時間前が望ましい。異常洪水防災操作により下流に氾濫被害の発生が予測される場合は、ダム管理者は、周辺地方公共団体や関係機関と連携して、氾濫被害を最小限に抑えるような情報発信等の対策を講じるべきである（図-3.8）。



資料：利根川ダム統合管理事務所からのヒアリング、野村ダムただし書き操作容量から作成

図-3.8 異常洪水防災操作への移行手順

### 2018年（平成30）年7月の肱川の野村ダム、鹿野川ダムの異常洪水防災操作における教訓

2018年（平成30年）7月の記録的な豪雨では、愛媛県の肱川沿いで、995 ha の氾濫により 3,703 戸の家屋浸水する被害が発生した（図-3.9）。肱川沿いには洪水調節機能を持つ2つの多目的ダム（野村ダム、鹿野川ダム）が設置されており、いずれも計画規模（100年確率）を大きく超える流入があった。規則に従った洪水調節操作、異常洪水防災操作および関係機関への通知や警報を行ったが、発信した情報が受け手である住民に確実に伝わっていなかった可能性が指摘されている（表-3.1）。



資料：国土交通省

図-3.9 肱川沿いの氾濫状況

国、地方公共団体および学識者により「検証等の場」が設置され、より有効な情報提供や住民への周知のあり方、より効果的なダム操作についての議論と検証が行われた。この検証により以下のような対応策が提案された。

表-3.1 異常洪水防災操作による洪水被害の軽減のための施策例（野村ダム、鹿野川ダム）

課題	主な対策案
情報提供や住民への周知	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 河川水位とダム放流量に関連する避難発令基準の設定</li> <li>● メールやTV電話などを利用した地方公共団体との連絡方法の強化</li> <li>● 地方公共団体への情報の解説を行うリエゾン人員の派遣</li> <li>● 電光掲示板、地域のケーブルテレビ、行政用の防災無線などを利用した警報手段の強化</li> <li>● きめ細かな水位情報提供のための危機管理型水位計の充実した設置</li> <li>● 異常洪水防災操作に関連した洪水ハザードマップの作成</li> <li>● 確実な避難に結び付くための行政機関のタイムライン（防災行動計画）の整備</li> <li>● ダム操作や情報等に関する住民への説明会や防災訓練の開催、防災読本の作成、小中学校での防災教育の推進</li> </ul>
ダム操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 洪水予測を踏まえた事前放流の強化</li> <li>● 鹿野川ダムの改造（洪水調節容量の増加）に伴うより効果的な洪水調節ルールへの変更</li> <li>● 下流河川の改修の推進とそれに伴う柔軟なダム操作ルールの変更</li> </ul>

資料：野村ダム・鹿野川ダムの操作に関わる情報提供等に関する検証等の場 とりまとめ（四国地方整備局）

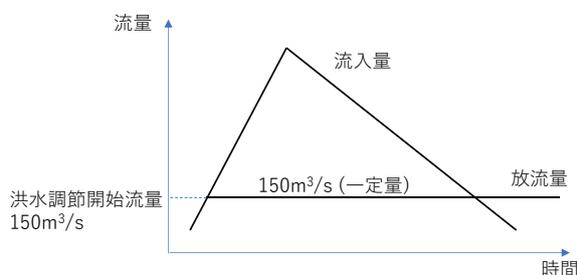
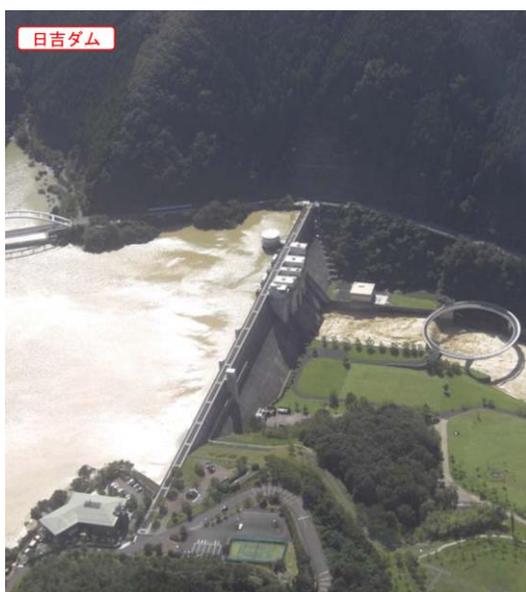
#### (2) 大洪水時の高度なダム操作

近年の気候変動に伴い、降雨とそれに伴う洪水の流出が激甚化している。一方で、降雨予測技術等の最新技術を利用した高度なダム操作が可能となっている。2013年（平成25年）9月の台風18号において、京都府の桂川上流にある日吉ダムでは、流入量を予測することでダムの容量をぎりぎりまで使用する操作を行い、下流の被害を大きく軽減した。

日吉ダムの洪水調節は、計画最大流入量 1,510 m<sup>3</sup>/s に対して、一定量放流方式で 150 m<sup>3</sup>/s を放流

し、 $1,360\text{ m}^3/\text{s}$  の洪水調節を行う計画である（図-3.10）。台風 18 号では、過去最大の  $1,690\text{ m}^3/\text{s}$  がダムに流入した。

下流河川で氾濫危険水位を超えても、ダム管理者である水資源機構と河川管理者である国交省近畿地方整備局が協議し、ダム安全設計上の最高水位である  $\text{El.}203.7\text{ m}$  まで利用することを調整した。結果的にダム計画上の洪水時最高水位  $\text{El.}201.0\text{ m}$  を超える  $\text{El.}201.87\text{ m}$  まで洪水を貯留した。レーダーによる雨雲の動きを確認し、予測降雨・流入量と貯留可能量を確認しながら、ぎりぎりまで洪水を貯留した。下流ではすでに堤防からの越流が発生していたが、異常洪水防災操作の開始を 3 時間遅らせ、下流河川で  $1.5\text{ m}$  の水位低減効果があったと想定され、破壊的な堤防の決壊を免れることができた（図-3.11）。



資料：平成 25 年 9 月台風 18 号洪水の概要 平成 26 年 3 月作成 国交省近畿地方整備局河川部

図-3.10 日吉ダムの放流状況（左）と洪水調節計画（右）



資料：平成 25 年 9 月台風 18 号洪水の概要  
平成 26 年 3 月作成 国交省近畿地方整備局河川部

図-3.11 下流河川の越水状況

### 3.3 洪水時の利水ダムの運用と役割

利水専用ダムであっても、ダムを建設したことにより、ダムが無かった時より洪水流量が増大し、被害が悪化することがあってはならない。日本では洪水予測の技術を活用し、利水専用容量の一部に洪水調節機能を持たせている。

#### (1) 既存の法制度における対応

日本では、河川法により、河川の従前の洪水流下機能を減殺することが無いよう、必要な施設や措置を講じることが義務付けられている。利水専用ダムは治水機能を持たないが、ダムを建設したことにより、洪水の影響が下流河川において増大することが無いよう、必要な措置を行わなくてはならない。河川法により、河川管理者は洪水の被害を防止するために、利水ダムの所有者に洪水の一時的な貯留などの措置を指示することができる。

#### (2) 事前放流による利水容量の治水活用に係る最近の取り組み

水害の激甚化等を踏まえ、ソフト対策の一つとして、既存の利水ダムや多目的ダムの利水容量を、事前放流によって治水に利用する取り組みが行われている。事前放流による治水効果が高いと判断されるダムを優先して行っており、国交省所管ダム 54 基と利水ダム 7 基で実施体制が整っている（2019 年 11 月時点）。国交省では、事前放流による治水協力のため、令和 2 年 4 月に「事前放流ガイドライン」を発行した。

#### 事前放流ガイドラインの主な記載事項

##### 【開始基準】

- ダム上流の予測降雨量が基準降雨量以上であるとき。
- 基準降雨量は、下流で氾濫等の被害が生じるおそれのある規模（ダム下流河川の現況流下能力に相当する規模）の降雨として定める。
- 予測降雨量は、84 時間先までの予測を行うモデルを用いる。

##### 【貯水位低下量設定方法】

- 事前放流の実施判断は 3 日前から行う。
- 39 時間先までの予測を行うモデルによる数値予報データも併せて用い、いずれか大きい方が基準降雨量以上であるかを確認する。

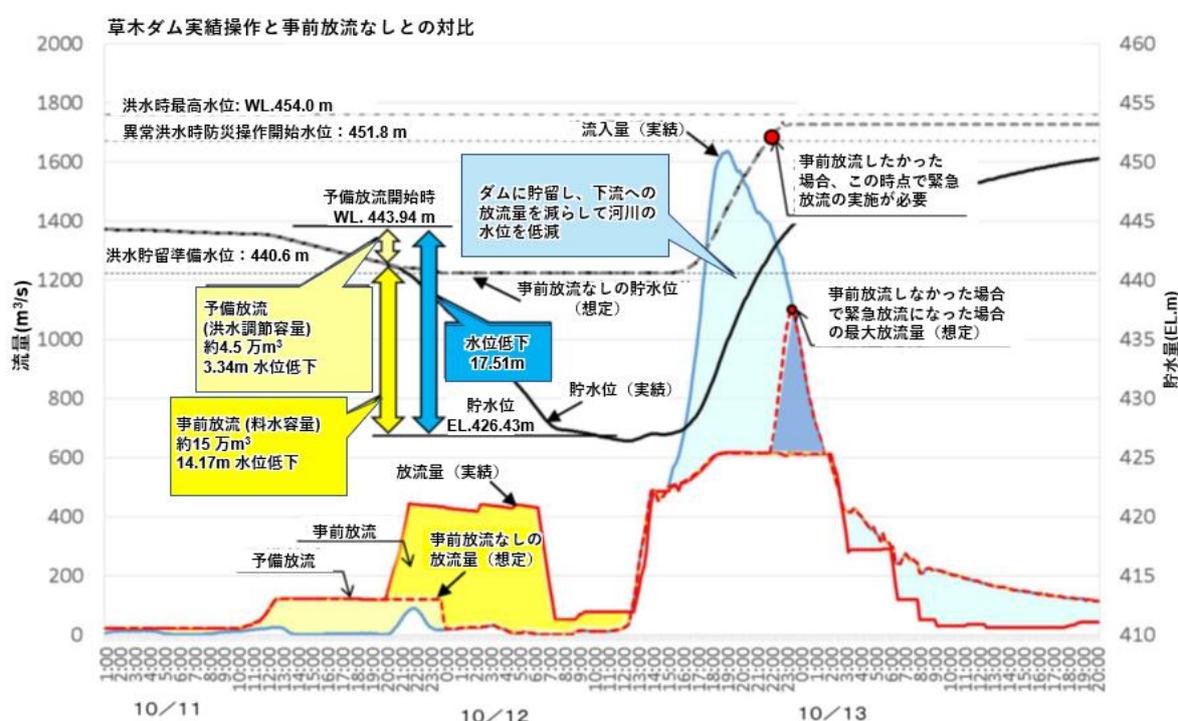
##### 【事前放流後に水位が回復しなかった場合の対応】

- 事前放流後に低下させた水位が回復せず、水利用が困難となる場合は、河川管理者は必要な情報を提供し、関係者間の水利用の調整が円滑に行われるよう努める。関係利水者は、治水調整協議会等において弾力的な水融通の方法を協議する。
- 利水者に特別の負担が生じた場合、合理的理由があれば必要な費用を河川管理者が負担する。

### 事前放流による治水協力の事例

2019年（令和元年）8月の台風10号では、熊野川水系において風屋ダム、池原ダム（いずれも発電専用ダム）で事前放流による洪水貯留を実施した。これにより下流河川で1.3mの水位低減効果を発揮し、家屋被害を防ぐことができた。事前放流による水位低下量は、2ダムの有効貯水容量の3割に相当する98百万 $m^3$ であった（図-3.12）。

2019年（令和元年）10月の台風18号では、渡良瀬川の草木ダムにおいて15百万 $m^3$ の事前放流を行った。洪水調節容量20百万 $m^3$ に、利水容量における事前放流分を合わせて、35百万 $m^3$ の容量を洪水前に確保した。異常洪水防災操作を避けることができ、下流への放流の増加を防ぐことができた。



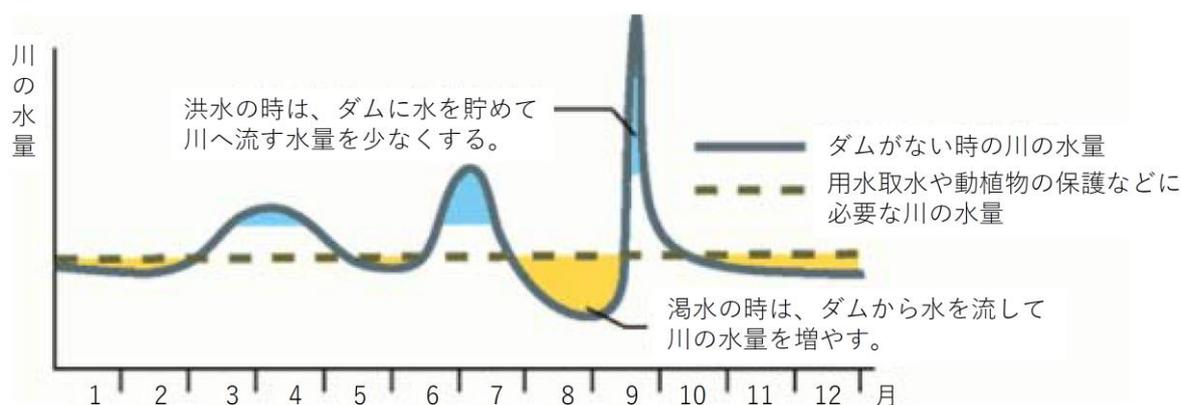
資料：国土交通省

図-3.12 令和元年台風18号における草木ダムの事前放流操作と効果

## 第4章 利水時のダム運用

複数のダムを総合運用することで効率的な貯水池運用ができ、適正な水管理が可能になる。

ダムの利水容量は、利水基準点における正常流量に対して一般に10年に一度発生する渇水に対して補給できるよう決められる。実際のダム運用では、利水基準点の流量を観測し、自然流量において基準点の正常流量を満足しない場合にダムの貯留水から不足分を補給する。貯水位が常時満水位より低く、利水基準点流量が正常流量を満足する場合は、ダム流入水は、貯水位を回復するために使用される。ダムの利水補給のイメージを図-4.1に示す。



資料：国土交通省

図-4.1 ダムの利水補給のイメージ

一つの水系内に複数のダムがあれば、各ダムがバラバラに補給操作を行うのではなく、各ダムの位置、貯水池の規模、流域の特性などを考慮して、連携した利水補給を行うことで、効率的な貯留水の利用が可能となる。例えば、東京都市圏を含む広い地域で水利用されている利根川には、国交省および水資源機構が管理するダム9基がある（図-4.2）。

利根川流域は広大なため、雨の降り方（降雨範囲、降雨パターン、継続時間等）の違いにより、残留域からの流出が様々に変化し、さらに水利用が複雑であることから、河川流況は時々刻々と変化している。利根川の利水基準点は栗橋地点であり、実運用上は主に矢木沢ダム、奈良俣ダム、藤原ダム、相俣ダム、菌原ダム、八ッ場ダムが栗橋に向けて、下久保ダムと草木ダムは主としてそれぞれの支川（神流川、渡良瀬川）の基準点に向けて補給するケースが多い。上流ダムから栗橋までの到達時間は約1.5日であるため、渡良瀬貯水池は栗橋の直上流に位置している特性を活かして短時間の流量の急変動に対する調整補給に利用するケースが多い。

補給の優先順位は、基本的には利水容量に対してダム流域面積が大きいダム（すなわち回復しやすいダム）から補給するが、その年の降雪状況、各ダムの回転率等も考慮し無駄な放流が生じないように、時々判断が必要である。



資料：利根川ダム統合管理事務所

図-4.2 利根川ダム統合管理事務所管内のダム貯水池

## 第5章 ダムの再生と機能向上のための施策

ダムの嵩上げや洪水吐き、放流管の増設、排砂施設の新設などにより既設ダムの機能向上が可能である。日本では、これらの工事を既設ダムを運用しながら施工する技術が発展してきた。雨量レーダーを活用した流量予測、事前放流、貯水池容量の再編などのソフト技術も既設ダムの機能を増強する有効な手段である。

### (1) ダム再生の方策

気候変動の影響が顕在化しつつあり、洪水や渇水の被害が頻発化、激甚化している。財政が制約される中、トータルコストを抑制しつつ、既存ストックを有効利用することが重要であり、これまでに整備されてきたダムを長期にわたって有効にかつ持続的に活用しなければならない。流域の特性や課題に応じて、ソフト、ハード対策の両面から、既設ダムの長寿命化し、効率的かつ高度なダム機能の維持、治水・利水・環境機能の回復・向上のための既存ダムの再生が推進されている。ダム再生の取り組みには表-5.1 に示す方策がある。

表-5.1 ダム再生の取り組み

ダム再生の方策	具体的な内容
(1) ダムの長寿命化	<ul style="list-style-type: none"> <li>堆砂対策（掘削・浚渫、貯砂ダム、土砂バイパス、排砂ゲートの設置）</li> <li>機械設備の定期点検による PDCA サイクルに乗った計画的な維持管理、長寿命化計画とライフサイクルコストの平準化、縮減</li> </ul>
(2) ダム施設の維持管理の効率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>従来の目視点検に加え、水中維持管理用ロボットの導入（試行段階）</li> <li>ドローンカメラによる遠隔点検、計測による機動的で安全な点検</li> </ul>
(3) 治水・利水機能の向上	
1) 運用改善や容量振り替え	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイム高精度雨量レーダー（XRAIN）の拡大</li> <li>レーダー雨量による洪水予測による洪水被害の低減</li> <li>事前放流による利水容量の洪水調節への活用、利水機能の治水容量への振り替え（八田原ダム、佐久間ダム）</li> <li>ダム群の再編による貯水容量再配分（鳴瀬川総合開発、鬼怒川ダム上流ダム群連携、北千葉導水及び三郷放水路の連携）</li> </ul>
2) 貯水容量の増大	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダムの嵩上げ（新桂沢ダム、津軽ダムなど）</li> </ul>
3) 放流能力の増強	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダム堤体内の大口徑削孔による放流管増設（鶴田ダム、天ヶ瀬ダムなど、大水深下での施工技術）</li> </ul>
(4) 河川環境の改善	
1) 弾力的管理による河川環境改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>フラッシュ放流による淀みなどの河川環境の改善（寒河江ダムなど）</li> <li>堆砂対策との組み合わせによる下流への土砂還元（下久保ダムなど）</li> <li>ダム連携による不特定容量（環境容量）の創出（五十里ダムと川治ダム）</li> </ul>
2) 施設整備等による河川環境の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂バイパスによる土砂移動の連続性</li> <li>清水バイパス、選択取水設備、曝気循環設備による水環境改善（浦山ダムなど）</li> <li>魚道の設置、樹林帯の整備による生物環境の改善（徳山ダムなど）</li> </ul>

資料：「ダム再生ビジョン」国土交通省水管理・国土保全局

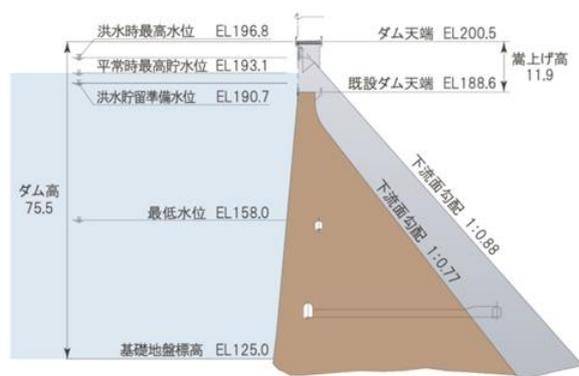
ダム再生は、比較的小さいコストで、短時間、周辺の自然社会環境への小さい影響により、大きな効果が得られるため効率的である。特にダムの嵩上げは、少ないコスト、水没面積で、比較的大きく貯水容量増やすことが可能である。放流管の増強は、貯水容量の再編や利水容量の治水への利用を可能にし、既設ダムを気候変動のような環境の変化に対応させることが可能である。排砂バイパスなどの堆砂対策施設は、既存ダムを長寿命化することが期待できる。また、ソフト対策としては、雨量レーダーを利用した洪水予測により、利水容量を一時的に治水利用するなど、より効率的で高度なダム利用を可能とする。

## (2) 日本のダム再開発技術

日本では、最新の仮締切り技術を駆使し、洪水期や非洪水期をうまく使いながら、既設ダムの貯水池運用を可能な限り損なわないよう、ダムの再開発の工事を行っている。以下はその事例である。

### 1) 桂沢ダムの嵩上げ事業

1957年（昭和32年）に建設された堤高75.5mの重力式コンクリートダムである桂沢ダムは、既存の治水および利水の機能の増強を目的として、同ダム軸で11.9m嵩上げされた（図-5.1）。ダムの嵩上げは、少ない水没面積で効率的に貯水容量の増加を実現できるほか、既設ダム堤体を、新ダムにそのまま取り込むことでコスト縮減や環境負荷の軽減を図る。

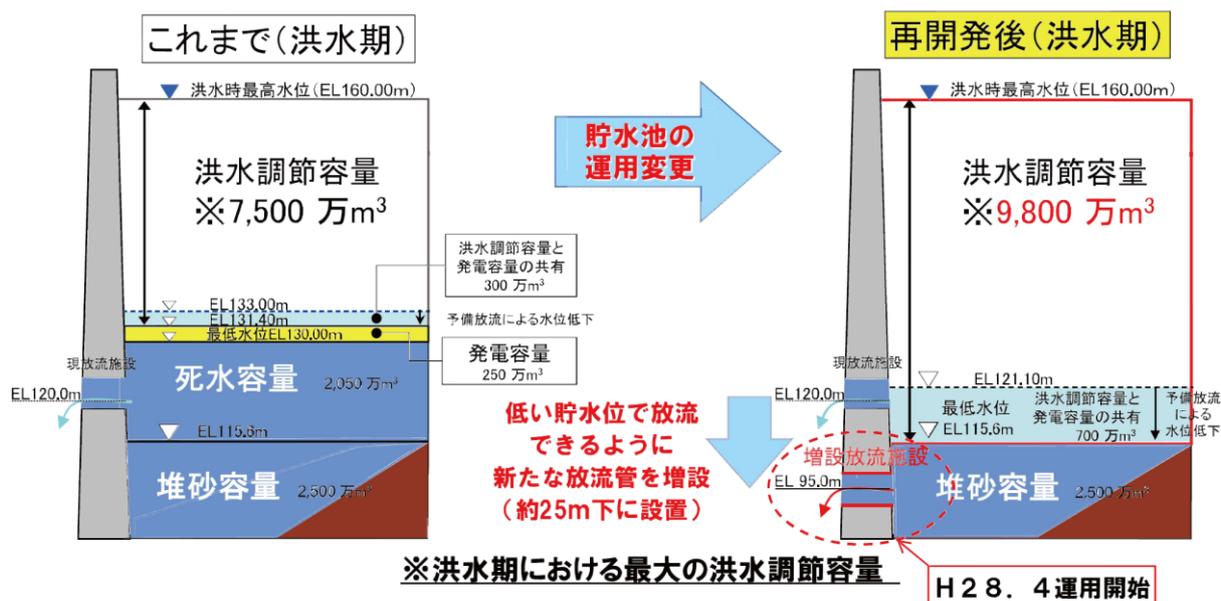


資料：北海道開発局札幌開発建設部

図-5.1 新桂沢ダムの堤体断面と工事状況

### 2) 鶴田ダムの穴あけ工事による放流管増設

川内川では、2006年（平成18年）7月に沿川の3市2町で136箇所に及ぶ浸水被害が発生し、死者2名、浸水面積約2,777ha、浸水家屋2,347戸に及ぶ甚大な被害となった。これを契機として、川内川上流に位置する鶴田ダムの洪水調節機能を増強する再開発事業に着手した。鶴田ダムは、1966年（昭和41年）に完成した堤高117.5mの重力式コンクリートダムで、洪水調節、発電を目的とした多目的ダムである。洪水期に発電容量の一部を洪水調節容量に振り替えることで、75百万 $m^3$ の洪水調節容量を98百万 $m^3$ に増強する（図-5.2）。この新しい貯水池運用に対応するために、洪水用放流管と発電用の取水口とペンストックを既設堤体内に削孔して取り付ける工事が行われた（図-5.3）。



資料：川内川河川事務所

図-5.2 鶴田ダムの再開発における貯水池運用計画の変更



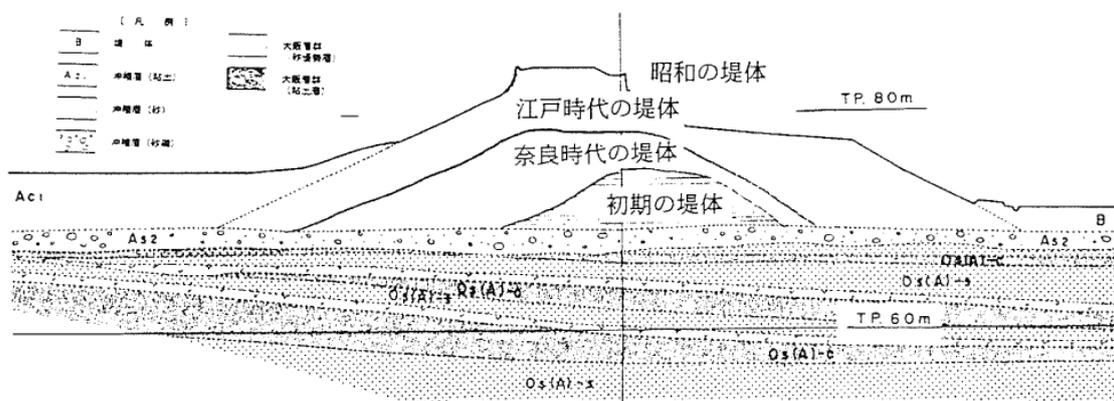
資料：川内川河川事務所

図-5.3 鶴田ダム再開発の工事状況(上流仮締切、堤体削孔)および完成前後の状況

### 3) 日本最古のダム再開発(狭山池の改修)

大阪市内にある狭山池はかんがいを目的として7世紀前半に築造された。その記録は「古事記」や「日本書紀」にも登場し、現存するダム貯水池としては、国内最古である。何度も改修が繰り返されており、奈良時代の行基や鎌倉時代の重源、安土桃山時代の片桐且元などが改修にかかわってきた。横断図を図-5.4に示す。

近年、狭山池の下流域では、都市化の影響で水田が減少し、土地利用が宅地や道路へと変化した。このため土地の保水力が低下し水害が頻発した。1982年（昭和57年）の台風10号では、下流の西除川が氾濫し、3,000戸以上の家屋が浸水した。そこで、洪水調節機能を加える「平成の改修」が、1986年～2001年（昭和61年～平成13年）まで実施され、湖底を約3m掘り下げ、堤体を約1.1m嵩上げして、治水容量100万 $m^3$ および農業用水容量180万 $m^3$ を新たに確保した（図-5.5）。



資料：狭山池ダム・古代の堤体が語る土木技術史について、土木史研究第15号、金盛他

図-5.4 狭山池の改修の歴史

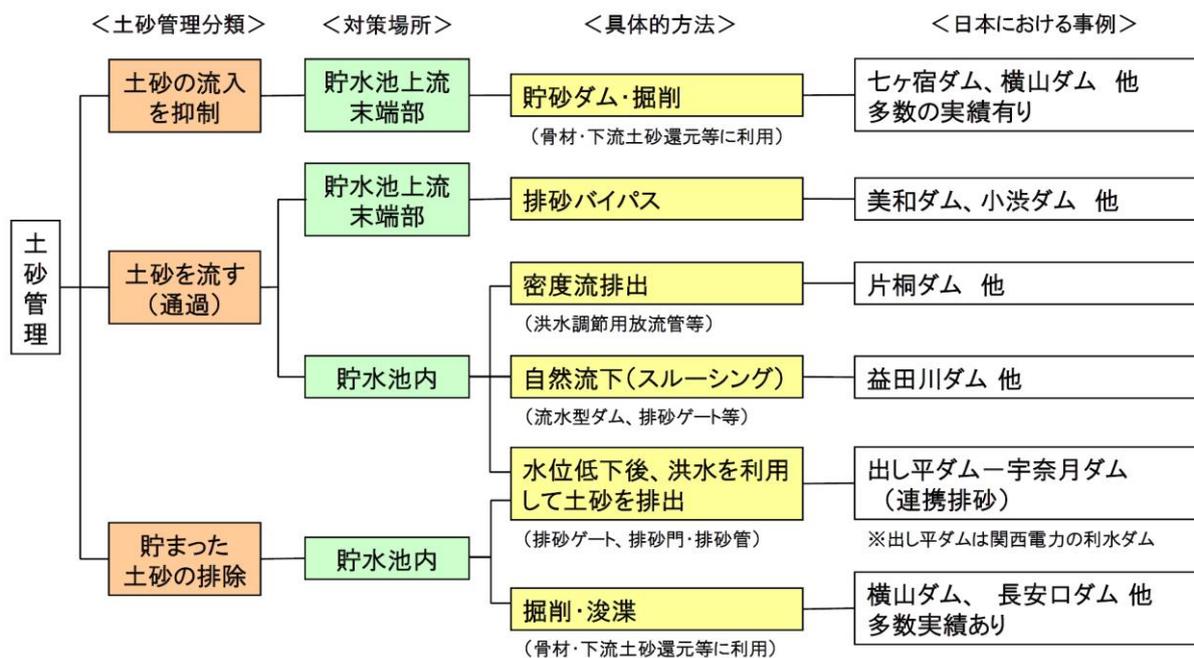


資料：大阪府ウェブサイト

図-5.5 改修前後の狭山池

### (3) ダムの堆砂対策技術

日本では、100年間に貯まる堆砂量を想定して、ダム貯水池の堆砂容量を決定している。生産土砂量が多く急流河川に位置するダムでは、想定を上回るスピードで堆砂が進行することもある。貯水容量の減少や発電等取水口の埋没による機能低下だけでなく、粗粒化による河川環境の変化、河床低下、海岸線の後退など、河川全体の土砂環境の変化を招く事例もある。堆砂対策としては、代表的なものとして、掘削・浚渫、排砂バイパス、水位低下によるフラッシングなどがある。主な堆砂対策およびその事例を図-5.6および図-5.7に示す。



資料：国土交通省

図-5.6 日本における堆砂対策の種類



排砂バイパス



排砂ゲートによるフラッシング

資料：ダム貯水池土砂管理の手引き(案)(国土交通省)、天竜川ダム統合管理事務所、北陸地方整備局

図-5.7 日本におけるダム堆砂対策の事例

ダム堆砂掘削における土砂の有効利用とコスト縮減の事例として、掘削した砂礫を近隣地方公共団体の道路などの公共事業に活用した。堆砂対策と下流河川環境の改善を目的として、掘削した土砂をダム下流に置き土し、洪水時に自然流下させる「下流土砂還元」の取り組みも行われている。河床粗粒化を解消し、河床に付着し更新されていなかった藻が洗われ、ダム建設以前の河床砂礫環境に戻ることが可能である。これによりダム建設前の生態系に戻ることも報告されている。長安ロダムの事例を図-5.8に示す。

(4) 雨量レーダーを用いた治水利水機能の増強

日本では、解像度 250 m、配信時間間隔 1 分のレーダー雨量が概ね全国をカバーしている。このレーダー雨量情報は洪水予測技術に活用され、次のようなダムの治水、利水機能の増強に生かされている。



資料： 那賀川河川事務所

図-5.8 堆砂の下流土砂還元と河床環境の改善事例（長安ロダム）

## 第6章 教訓

- ① **ダム安全のための技術的要求を、法令と各種基準やガイドラインで定め、これに基づき技術的な審査を行う制度を整える。**計画、設計、建設、維持管理の段階ごとに、審査と確認を行い、徹底的に安全性をチェックする体制を整備することで、安全のための制度を機能させる。日常の点検や巡視、河川管理者や専門家による定期的な検査を実施し、わずかな変状や兆候を見逃さないことが、安全確保において重要である。定期検査や総合点検を実施し、長寿命化計画が策定することで、管理の改善や合理化を実現し、ライフサイクルコストを低減する。古い時代に建設された農業用のため池は機能や構造上の問題があるものも多く、点検、補強のための法整備と財政支援により、事故を防止しなければならない。
- ② **洪水時の操作規則を定め、洪水時の下流河川とダム堤体の安全を確保する。**ダムの操作規則により洪水時のゲート操作方法を定め、下流のパトロールや警報の手法も明確にする。これにより、洪水調節機能を確実に果たすとともに、放流を原因とする下流の人的な被害を防止する。人工的な洪水被害の発生を防ぐため、想定を超える洪水が発生した場合でも、放流量＝流入量となる異常洪水時防災操作方法を定める。さらに雨量レーダーによる流域の面的な雨量とそれに基づく洪水予測は、事前放流などのより高度な放流操作を実現し、ダムの洪水調節機能を高めることができる。
- ③ **複数ダムの統合運用により効果的な水供給を行う。**複数のダムを抱える流域では、統合運用、容量の再編、ダム群連携を行うことで、利水安全度を上げることができ、河川環境を改善できる。
- ④ **再生の技術により長寿命化と機能の向上に努める。**ダムは改良を重ねることで、低コスト、短時間、また自然社会に対する低い負荷で、より大きな機能を発揮することができる。最新のソフト、ハード技術を駆使することで、洪水の予測技術による機能の向上、堆砂対策、ダムの嵩上げ、放流管等の増設などのダム再生を実現できる。また、技術の発達により、既存ダムの運用を妨げずに、ダム再生のための工事を実施することが可能である。

巻末資料

付表-1 日本のダムへの調査・設計に関わる技術基準の事例

基準類	内容
河川管理施設等構造令及び同施行規則	ダムや堤防などの河川管理施設、許可工作物の構造について河川管理上必要とされる一般的技術的基準を定めたものである。
河川砂防技術基準	ダムだけではなく河川および砂防構造物の調査、計画、設計、維持管理に係る広範な技術基準であり、調査編、計画編、設計編、維持管理編で構成されている。
多目的ダムの建設	多目的ダムの計画、調査、設計、施工、管理に関する技術基準であり、技術的には多目的ダムだけではなく全てのダムに適用できる。計画・行政編、環境・調査編、設計編、施工編、管理編で構成されている。
ダム堰施設技術基準	ダムのゲートや取水設備の主に鋼製構造物に関する技術基準で、水理設計、構造設計、点検・整備要領などについて記載している。
コンクリートダム/フィルダムの細部技術	コンクリートダムや、フィルダムの細部の構造について、事例等を紹介したガイドラインである。
グラウト指針	ダム設計のうち、カーテングラウチング、コンソリデーショングラウチングなどの基礎処理に関するガイドラインである。
台形 CSG ダム設計・施工・品質管理技術資料	2012年に発行された日本独自の台形 CSG ダムに関する技術資料である。台形 CSG ダムは、河川管理施設等構造令にはまだ記載されていない形式である。すなわち法令外のダム形式のため、その建設には国土交通大臣の特認が必要である。(英語版あり)
大規模地震に対するダム耐震性能照査指針	レベル2地震(当該地点で考えうる最大の地震)に対する耐震性能の要求とその照査方法に関するガイドラインである。1995年1月の兵庫県南部地震を契機として発行された。

資料：プロジェクト研究チーム

付表-2 標準的なダム点検整備基準（点検に関する事項）

区分		点検種別	頻度	実施時期及び方法
堤体・洪水吐き		通常点検	毎日	目視等による外観の変状確認
		定期点検	1回/年	目視等による洗堀などの確認
堤体等計測装置等		定期点検	1回/月	動作確認による異常の有無の確認
放流設備	放流設備	定期点検	3回/年	出水期前、出水期中、出水期後に管理運転等で異常の有無の確認
		放流前点検	その都度	放流前に目視等で異常の有無確認
		放流後点検	その都度	放流後に目視等で異常の有無確認
	取水設備	長期閉塞時点検	1回/年	目視等で異常の有無確認
		洪水後点検	その都度	目視等で異常の有無確認
予備発電設備		通常点検	1回/月	管理運転による動作確認
		洪水前点検	その都度	目視等で異常の有無確認
		定期点検	保安規定による	保安規定に基づく管理運転を伴う詳細な点検
ダム管理用制御処理設備		通常点検	毎日	目視確認による表示内容等の確認
		定期点検	1回/年	遠方操作等による動作確認
観測設備	観測所	定期点検	1回/年	各部測定等の詳細点検
	管理所	通常点検	毎日	表示や記録状況の目視確認
	監視装置	定期点検	1回/年	各部測定等の詳細点検
放流警報設備	管理所	通常点検	毎日	目視等で異常の有無確認
		定期点検	2回/年	各部測定等の詳細点検
	警報所	定期点検	2回/年	動作確認による電源状況等確認
		洪水前点検	その都度	動作確認による電源状況等確認
電気設備		通常点検	毎日	目視等による異常の有無確認
		定期点検	保安規定による	保安規定に基づく詳細点検
通信設備		通常点検	毎日	通話試験、目視等による確認
		定期点検	1回/年	各部の測定等の詳細な点検
車両		通常点検	毎日	点検による異常の有無確認
巡視船・作業船		定期点検	1回/月	管理運転等による異常の有無確認
流木止め設備		定期点検	1回/年	目視等による異常の有無確認
係船設備		定期点検	1回/年	動作確認による設備の確認
排水設備	排水設備	定期点検	1回/月	目視等による異常の有無確認
	異常警報装置	定期点検	1回/2週	動作確認による設備の確認
標識・手摺・照明設備		定期点検	1回/月	打音触診、点灯状況確認
調査測定用機械器具		通常点検	適宜	器具の詳細な点検
ダム施設全般		臨時点検	その都度	一定規模以上の地震、洪水後に実施し、異常の有無確認

資料：国土交通省河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）

付表-3 標準的なダム点検整備基準（計測に関する事項）

計測項目		コンクリートダム					フィルダム	
		重力・中空重力			アーチ		均一型	ゾーン型 及び表面 遮水型
		50m 未満	50m 以上 100m 未満	100m 以上	30m 未満	30m 以上		
漏水量	1	1 回/日						
	2	1 回/週						
	3	1 回/月						
変形	1	—	1 回/週	1 回/日	1 回/週	1 回/日	1 回/週	
	2	—	1 回/月	1 回/週	1 回/月	1 回/週	1 回/月	
	3	—	1 回/3 月	1 回/月	1 回/3 月	1 回/月	1 回/3 月	
揚圧力	1	1 回/週			—	1 回/週	—	
	2	1 回/月			—	1 回/月	—	
	3	1 回/3 月			—	1 回/3 月	—	
浸潤線	1	—					1 回/週	—
	2	—					1 回/月	—
	3	—					1 回/3 月	—
地震動		地震時（ダム天端、ダム基礎あるいは底部、およびその他必要な個所）						

第1期：試験湛水開始から満水以降2ヵ月以上経過するまでの期間

第2期：第1期以後、貯水位に計測値が正しく追随し、ダムの挙動が安定したと確認できるまでの期間（100m以上のダム、特殊な形状のダム等は3年以上の期間とする）

第3期：第2期経過以降

資料：国土交通省河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）

付表-4 標準的なダム点検整備基準（巡視に関する事項）

区分		頻度	巡視における確認事項
堤体・洪水吐き等		1 回/週	劣化、摩耗、ひび割れ、継目の開きを含む外観の異常
放流設備		1 回/週	設備全般の異常の有無
管理用道路、貯水池周辺斜面		1 回/週	異常の有無
		洪水後	異常の有無
観測設備	観測所	1 回/月	設備全般の異常の有無
放流警報設備	警報所	1 回/月	設備全般の異常の有無
	警報用立札	2 回/年	数量、塗装の剥落、破損等の有無
流木止め設備		1 回/月	設備全般の異常の有無
係船設備		1 回/月	設備全般の異常の有無
標識・手摺・照明設備		1 回/週	設備全般の異常の有無

資料：国土交通省河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）

付表-5 洪水放流の関する利水ダムの分類と必要な対応

類型	ダムの特徴	必要な対応
1類	通常時に比べて洪水流下速度が増大し、下流の洪水流量が著しく増加する。増加する流量を調節する容量をダム湖に確保する。	大規模な利水ダムでは洪水流入量と等しい放流を行うと、結果として下流の洪水到達時間短くなるといった被害が発生する。洪水を一定程度貯留するための容量が必要である。
2類	堆砂によりダム湖上流の河床が上昇したダム、またはダム管理者が貯水池の敷地として所有権を取得した土地面積の広さが十分でないダムで、上流の水位上昇による水害を防止するため、ダム湖の水位を予備放流水位として夏季に事前に放流して水位を下げ、洪水に対処する。	予備放流での対応が必要。
3類	貯水池の容量に比して洪水吐の放流能力が大きいか、あるいは洪水吐ゲートの操作方法が複雑で、ダム湖の水位を夏季にあらかじめ放流し水位を下げる。	洪水時に急激な水位上昇が発生しても適切な操作ができるよう、予備放流での対応が必要。
4類	防災上支障がない。	特になし。

資料：日本ダム協会ウェブサイト