

全体概論

第1章 はじめに

水問題の解決なくして持続可能な開発はあり得ない。経済成長、都市化、人口増加により、世界中、中でも途上国において、水問題は深刻さを増している。水不足、洪水、干ばつ、水質汚染、生態系の劣化などの問題は、気候変動によりさらに深刻になると予測されている。水は多くの持続可能な開発目標（目標、Sustainable Development Goals (SDGs)）に関連している（図-1.1）。水利用、洪水、水環境の管理ができない場合、成長や貧困削減の障害となり（目標 1、8）、地域間や国際間の緊張を高め、紛争を招きかねない（目標 16）。これは、目標 6 の「安全な水とトイレを世界中に」に限らず、水のアクセスは伝染病や健康、ジェンダー、教育に関わり（目標 3、4、5）、水は食糧生産や再生エネルギー、工業生産に使われる（目標 2、7、9）ためである。さらに、洪水に強いまちづくりや気候変動対策（目標 11、13）、環境対策（目標 14、15）を官民等関係者の協働（目標 17）により進めていく必要がある。



凡例： 本報告書と高い関連性がある。 本報告書と中程度の関連性がある。
 本報告書との関連性は低い

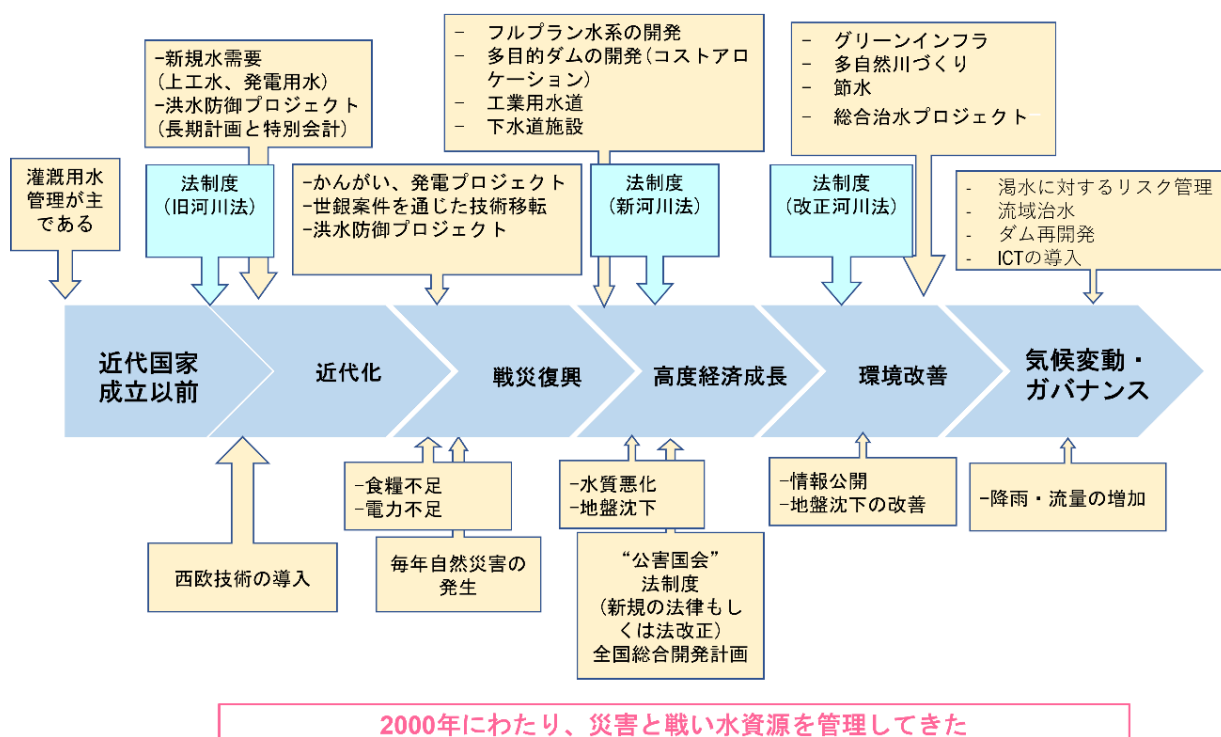
資料：プロジェクト研究チーム

図-1.1 水資源管理と SDGs の関係

本報告書は、途上国の水問題の解決に役立てることを目的として、日本の主に公的セクターによる水資源管理の経験、事例・教訓をとりまとめている。途上国での政策立案、制度整備、能力強化に貢献することを目的としている。ここでは、日本の事例を基に13のテーマに分けて説明を行っている。本報告書で水資源管理として、「利水（上水道、工業用水、農業用水、水力発電）」「治水」「河川環境」を取り扱う。日本では18世紀後半に近代国家が成立し、近代化が進んでくると、洪水を最も深刻な問題として捉え、治水を軸として水問題の解決に当たってきた。第二次世界大戦以降（以下、戦後）、都市化、工業化に伴う都市用水、工業用水の不足とそれに伴う地下水の過剰揚水による地盤沈下の問題、家庭・工業排水による公共用水域の水質悪化、健康被害といった問題が、時代によって発生した。一方、世界の乾燥地帯では現在でも水不足が重要な課題であり、地下水の過剰揚水による地下水枯渇問題や公共用水域の水質汚染を最優先の問題と捉えている国や地域もある。さらに慣習や社会文化、歴史も国や地域によって異なる。万国に適用可能な水資源管理のモデルは存在しないため、各国、各地域での事例を参考とする事になる。

1.1 社会経済的変化に伴う新しいニーズに対応した水資源管理

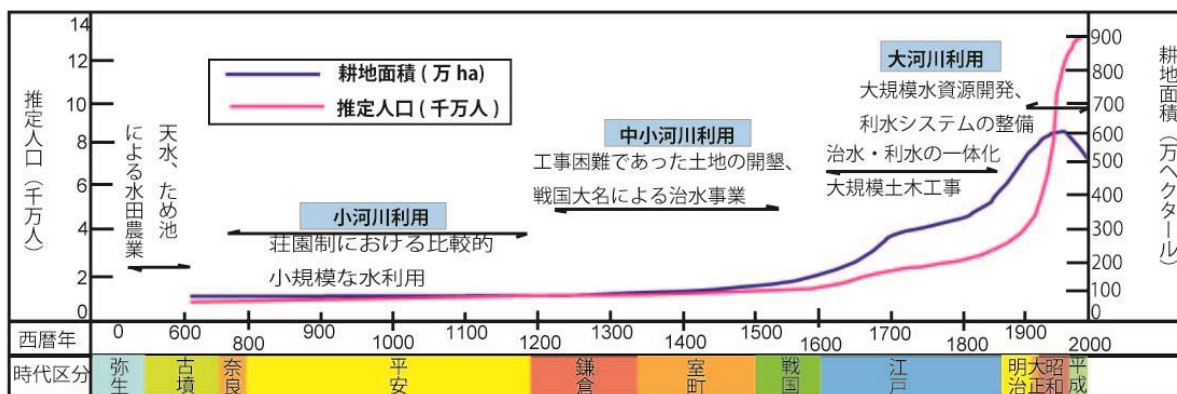
日本は水資源管理において、強靱性、包摂性、持続可能な社会を形成するため、質の高い成長を果たした。日本は近代化以降、変化する水問題に対応する法制度の制定や改正、施策の導入を行い対応してきた（図-1.2）。これらの水問題に対して、各時代にあった科学技術の導入、長期計画の策定やそれに基づく実施、事業費用負担制度の導入などを行い対応してきた。また、社会の要請に合致した水資源管理を行うことで、質の高い成長を図った。



資料：プロジェクト研究チーム

図-1.2 日本の水資源管理の取り組み

日本は2000年近い歴史の中で、洪水、干ばつといった災害と戦い、水資源を管理することで成長してきた。古代より河川水の開発によるかんがい用水の確保と洪水対策を進め、耕地面積を拡大し食料を確保してきた。1500年以上前から取水堰や水路、堤防、ため池が建設された。これに加え、地域社会（村落共同体）の自治によるかんがい用水の配分、施設管理や、集落を守る輪中建設、水防活動などの水害対策が行われてきた。ときには、水争いを繰り返しながら、水利用の秩序をつくり上げてきた。これらの水資源管理により人口が増加し、食糧不足により人口が増加できないというマルサスの罠を克服してきたことがわかる（図-1.3）。



資料：「我が国の農地と水 農林水産省」の一部を抜粋しプロジェクト研究チーム作成

図-1.3 人口と耕地面積の変遷

こうした歴史に基づき日本の水資源管理の制度と慣行が作られてきた。19世紀末の明治維新により近代国家が成立すると、地先ごとに取り組んできた水問題に中央集権国家が乗り出すことになった。これが日本の近代化、成長を支えることとなる。主要な交通手段であった舟運のために河川工事が推進された。近代化が進み洪水被害が深刻化すると、国直轄による治水事業も開始された。水利用は、過去の開発の経緯、歴史を踏まえ、先行したかんがい用の取水を慣行水利権として認めた上で、新規の水利権を設定した。かんがい用水の配分や施設管理、水防活動など、地域社会による水管理は今にいたるまで引き継がれている。伝染病対策として都市の公衆衛生を改善すべく上下水道の整備が始まった

国の成長、社会経済の変化とともに水問題は変化し、それを解決する法制度、施策が展開されてきた。1945年以降は第二次世界大戦による荒廃した国土を復興させるべく、食糧増産のためのかんがい用水、主要な電力源として発電用水が開発された。また、死者・行方不明者数が毎年のように1,000人を越える自然災害が発生し、治水・治山のための国土保全事業が集中的に行われた。

高度経済成長期には、国土を効率的に開発するため洪水被害を軽減し、都市・工業用水を供給するため、水資源開発施設が整備された。高度経済成長のひずみである公害病、都市洪水や水質汚染、地下水くみ上げによる地盤沈下といった問題が次々と顕在化し、その対応に迫られた。社会の成長と共に人々の価値観も多様化し、環境問題への関心が高まり、水環境整備の取り組みが始まった。

河川事務所は、河川管理者として関係機関と連携し水資源管理を実施してきた責任ある組織である。1896年に制定された旧河川法では、河川管理者は都道府県知事であった。1964年に改正された河川法では、河川管理者は、重要な河川は国土交通大臣、その他の河川は都道府県知事と規定されている。

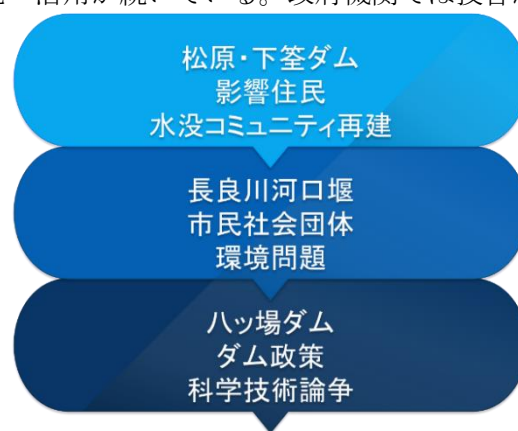
日本では、政府内の水資源部が国レベルで複数の政府機関と政策や計画の調整を行い、河川流域レベルの調整は河川流域委員会が関与することとしている。1962年に水資源局（現在の水資源部）が設置され、水資源政策に関する関係省庁の調整や、水資源管理に関する基本計画の策定・推進を行うこととなった。河川流域レベルでは、河川事務所が河川流域委員会において学識経験者や流域住民の意見を反映させて河川整備計画を策定している。流域委員会の形態は、流域の特性や背景により流域ごとに異なっている。

長期的な視点に立ち、複数の関連セクターやステークホルダー間の調整が図られ、政府全体の計画として水資源開発計画が策定されている。全国総合開発計画は、国の経済・福祉の発展を目指し、他のセクターとの調整を図りながら、水資源開発、治水を重要なテーマとしてきた。内閣は、水資源開発計画を省庁レベルの上位計画として決定した。国は、水資源管理のために関連するデータ、科学的、工学的な根拠に基づき、主要河川流域ごとに計画を策定した。

財政の確保のため役割と責任が明確化された。国は、役割と責任を明確にするための制度を整備した。地方公共団体は、受益者として直轄事業の費用の一部を負担する。地方公共団体が実施する事業には補助金が交付され、国土の均衡ある発展に貢献している。かんがい施設や上水道施設には利用者が一定の費用を負担する。水力発電事業は民間企業が実施している。水資源開発や治水事業は長期にわたり費用もかさむことから、事業費の分担を明確にした分野別の長期計画が策定され推進された。治水事業については一般会計から独立した治水特別会計を1960年（昭和35年）に作り、事業を効率的、効果的に推進した。

問題の科学技術による解決が図られてきた。明治維新後成立した近代国家は、西洋の近代土木技術を導入して、水資源事業を推進した。上水道施設による都市への水供給、連続高堤防による治水対策などである。現在もダムなどの構造物の技術、レーダーやシミュレーションなどのICT（Information and Communication Technology）の開発・活用が続いている。政府機関では技官が純粋技術のみならず、政策立案、意思決定も主導した。

事業の合意形成のあり方は変化している（図-1.4）。ダム建設に対する影響住民の反対運動からダム政策への論争へと変化した。1958年から1971年までの筑後川の松原・下笠ダム建設をめぐる「蜂の巣城紛争」では、事業により影響を被る地元住民に対して補償に関する十分な説明がなされず、長期に渡って反対運動が続いた。これを教訓とし、ダム水源地における水没する地域



資料：プロジェクト研究チーム

図-1.4 水ガバナンスに影響を与えた3事業

社会・住民の生活再建を支援する水源地域特別措置法が制定された。高度経済成長期が終わり、市民の価値観が多様化するにつれ、1980年代頃からダム、堰などの公共事業の必要性や環境影響を争点として、社会問題となる事例が増えた。長良川河口堰を巡る反対運動では、環境や生態系の悪化を危惧する市民社会団体の反対運動が、政治やマスコミも巻き込み拡大した。

水ガバナンス¹変革の契機となり、事業の決定過程の透明性、情報公開、説明責任が進展した。1997年の河川法の改正では、他の公共事業分野に先駆けて住民の参加等が追加された。

東京首都圏の治水、利水を目的とする八ッ場ダムは1967年に計画が決定された。当初は当ダム建設に対するダム地域の反対が中心であったが、その後治水や環境をめぐる政策論争となった。当時の政権が2009年に事業の中止の方針を出した。その後、科学的な根拠を基に治水効果や利水効果についての再検証が行われ、2011年に事業が再開され2020年に竣工した。

1.2 日本の水資源管理の成果

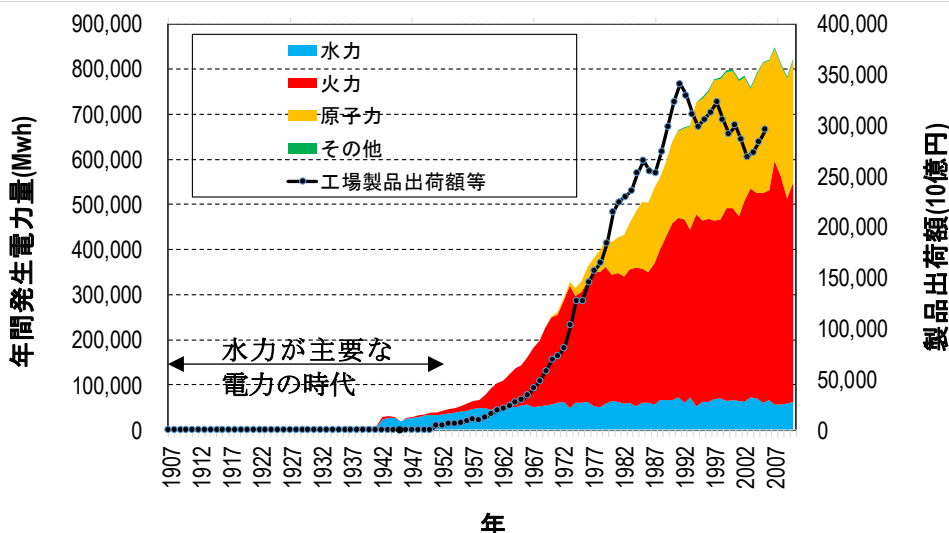
水資源管理は質の高い日本の成長に貢献した。19世紀末から始まる日本の近代化、第二次世界大戦からの戦災復興、高度経済成長において、水資源は重要な役割を果たした。

食料分野では、第二次世界大戦後の食料不足に対処するため、政府は食料生産力拡大を目的としてかんがい用の水資源開発、排水施設の整備などの土地改良事業を推進した。終戦直後は生産資材の欠乏により食料の生産が滞り、連合国より援助を受けるほどの食料危機に襲われていた。このため、水資源開発事業によるかんがい用水の安定供給やかんがい面積を増加させることで、食料の供給量を増加させた。

エネルギー分野では、水力発電は戦災復興において主要なエネルギー源であった。1950年頃の水力発電は供給電力量の80%を占めていた。その後始まる経済成長期においても、電力需要の急増に対応すべく大規模な水力開発が行なわれた。1965年頃まで水力が主要な電力の供給源であった（図-1.5）。

政府は産業活動に不可欠な水を1950年代から、上水道とは別のシステムとして世界的にはあまり類例を見ない工業用水道を構築し、工業用水として供給した（図-1.6）。

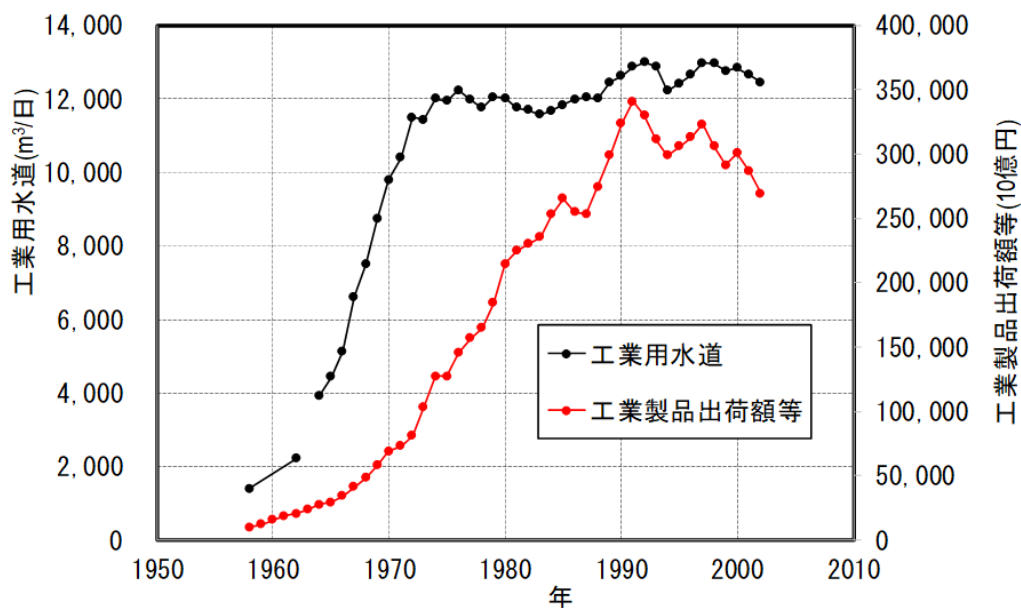
¹ 治水や利水の水管理に加えて、国民の意思や人権を尊重する考えや、合法性、信頼性、透明性など、組織や地域に基づいた基本的な価値観や理念も含めた概念。



注釈：製品出荷額等は従業員4人以上の事業所についてのデータである。

資料：日本電力業史データベース（財団法人日本経営研究所）、電気事業60年の統計（電気事業連合会）と経済産業省経済産業省工業統計データライブラリー産業編データを基にプロジェクト研究チームが作成

図-1.5 発電方式別の発生電力量と製品出荷額等の推移



注釈：従業員30人以上の事業所についてのデータである。

資料：経済産業省工業統計データライブラリー産業編データを基に作成。

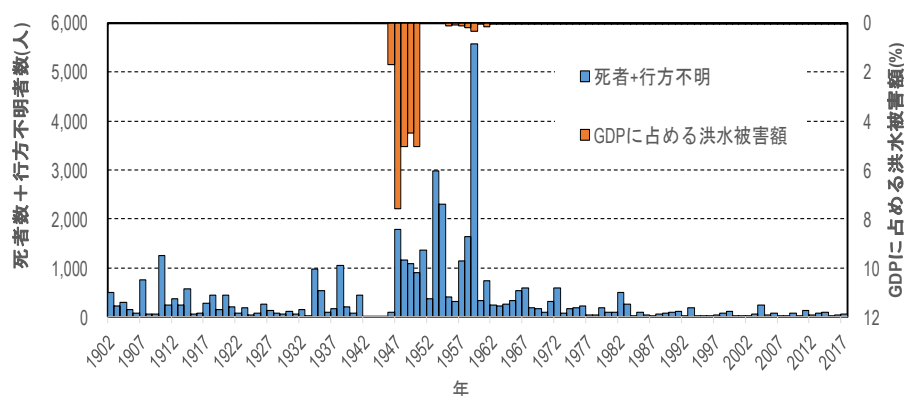
図-1.6 工業用水道と製造品出荷額の推移

(1) 社会的レジリエンス

治水投資により洪水被害を軽減した。大河川の下流域に位置する大都市へ人口が集中したため、日本の大都市は水害に対して脆弱となった。1868年（明治元年）の近代国家成立後、河川法や長期計画が制定され、治水事業が推進されてきた。戦後は1950年代まで、毎年のように1,000人以上の死者、国内総生産（GDP）の1-10%に及ぶ経済被害を出す洪水被害が続いた（図-1.7）。これは、1930年代以降の軍備拡張や戦争により治水投資が滞ったこと、明治以来の連続高堤防の整備

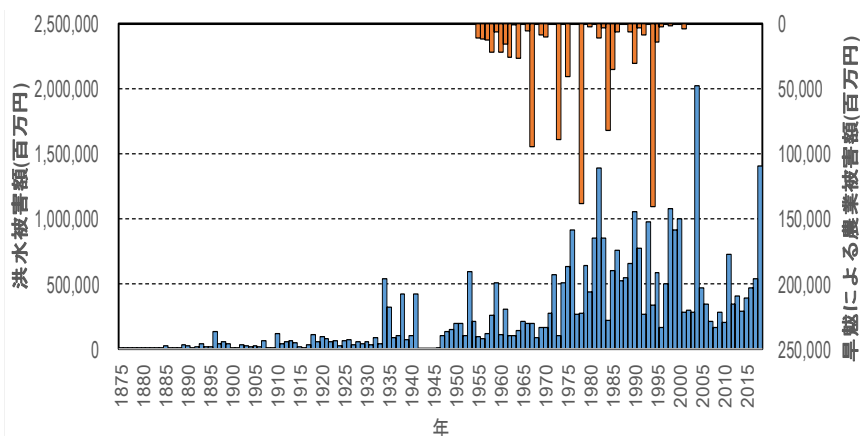
により下流での洪水流量が増加したこと、大型台風や豪雨が発生したことなどが要因である。1960年代から90年代まではGDPの1%を治水に投資し、人命被害を減らすことに成功した。現在も、財源を確保し防災インフラへの事前投資として治水事業を実施している。しかし、現在でも都市化による更なる人口・資産の集中が継続しているため、洪水被害が発生している。一方、戦後の水資源開発により水供給は安定した。また、干ばつによる農業被害も減少した（図-1.8）。

上水道の整備により感染症が減少した。江戸時代末期から明治時代にかけて、日本ではコレラ、赤痢の大流行が発生した。1879年（明治12年）、1886年（明治19年）には、コレラによる死者数が10万人以上に上った。コレラ等の水系伝染病の予防を目的として水道が整備され、都市の衛生状況は改善された（図-1.9）



注釈：GDP、被害額ともに名目。
資料：GDP データは財務省の1946-1950年：「戦後の我が国財政の変遷と今後の課題」、1955年以降令和元年度 年次経済報告書 長期経済統計による。洪水被害額、死者行方不明者数 平成30年水害統計調査 国土交通省の資料を基にプロジェクト研究チームが算定。

図-1.7 洪水による死者、行方不明者数とGDPに占める洪水被害額



注釈：水害被害額、干ばつ被害額共に名目被害額を使用、洪水被害は1875年以降、旱魃被害額は1955年以降。
資料：洪水被害額 平成30年水害統計調査 国土交通省、干ばつ被害、作物統計調査 農林水産省の資料を基にプロジェクト研究チームが算定。

図-1.8 洪水被害額と渇水被害額

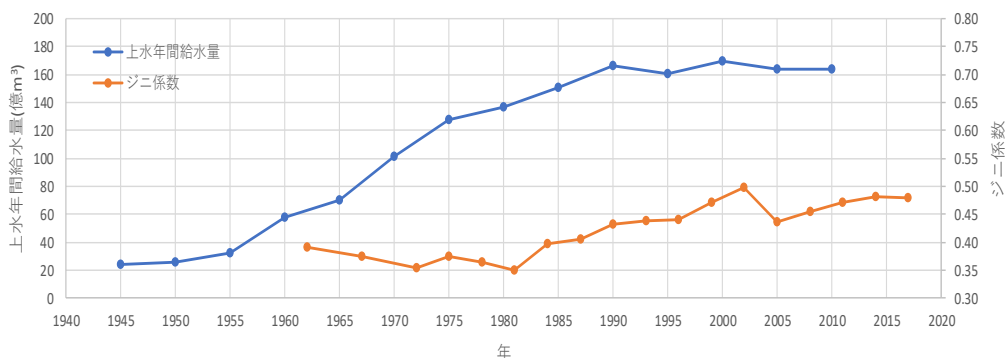


図-1.9 水系経口感染症患者数と上下水道普及率

(2) 包括したサービスの提供

格差是正をもたらす都市開発を水道整備、治水事業が支えた。高度成長期、工業化により労働力が求められたことから、地方から三大都市圏（首都圏、中部圏、大阪圏）への人口流入が進み、1980年には総人口の約50%が都市圏に集中した。都市での就業機会の増大により、高度成長期のジニ係数²は0.40から0.35に低下し所得格差が是正され貧困率も低下した（図-1.10）。この急増する都市人口のために上水供給施設の整備が進められた。東京都の人口は1981年には1951年の2倍になり、上水道配水量は3.3倍に増強された。

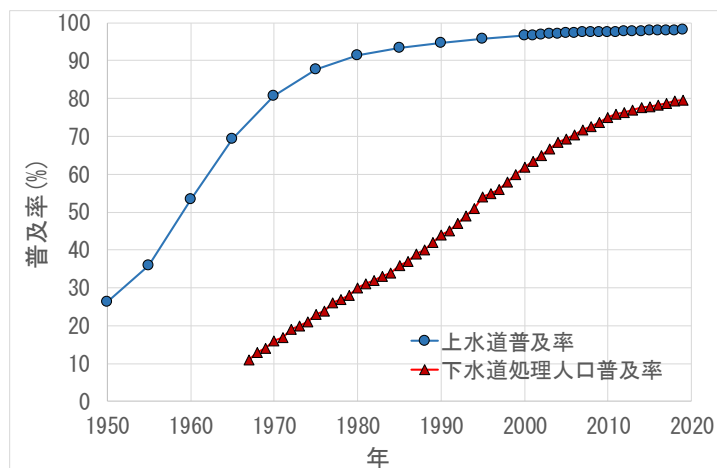
安全な水と衛生へのアクセスが改善された。上水道、下水道は都市部から整備が進められ、現在では地方部にいたるまで整備されている。1980年（昭和55年）には全国の水道普及率は90%を越えた（図-1.11）。下水道については1965年（昭和40年）に10%の普及率であったが、2019年（令和元年）には約80%に達している（図-1.11）。



資料: ジニ係数は所得再配分調査 厚生労働省、上水供給量は「水道のあらまし」第6版(2015年) 水道協会と「日本の水道」 Water Supply in Japan 2007 総務省のデータをプロジェクト研究チームが整理

図-1.10 上水年間給水量とジニ係数の推移

² ジニ係数とは、所得や資産の不平等あるいは格差を図るための尺度の一つ。ジニ係数は、完全平等社会であれば0、完全不平等社会であれば1となる。インドネシア0.378、フィリピン0.423、タイ0.364、ベトナム0.357（2018年、世銀データベース）

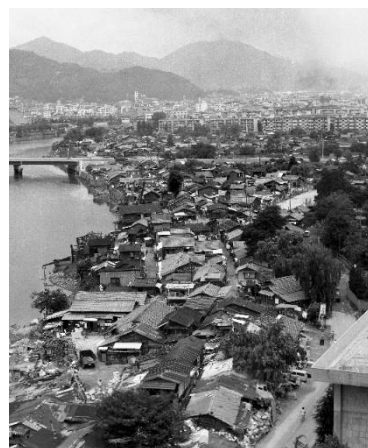


注釈：水道普及率=総給水人口/総人口、但し、総給水人口=上水道人口+簡易水道人口+専用水道人口 下水道処理人口普及率=下水道が整備された地区の人口/総人口

資料：国土交通省データを基にプロジェクト研究チーム作成

図-1.11 上・下水道普及率の推移

都市貧困層の生活環境が改善された。河川整備に合わせて川の中・周辺に住む都市貧困層の改善事業が行われた。例えば広島では太田川に「原爆スラム」と呼ばれる被災者や引揚者が住み、スラム街を形成していた（図-1.12）。太田川の治水事業に合わせて低所得者用の公営住宅を建設し、貧困層に住居を提供した。



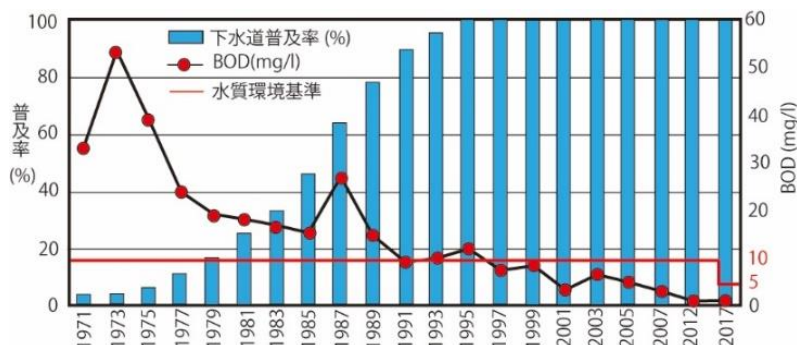
資料：「商工会議所屋上から見た基町/相生通り」、広島公文書館紀要第30号 口絵1 掲載写真、集落構造研究会撮影：広島公文書館提供

図-1.12 広島原爆スラム

事業で影響を受ける住民に対する支援が改善された。ダム建設など大規模事業による住民移転により、生計手段の喪失などの悪影響が生じる。さらに道路などの公共事業と異なり、ダム事業の特徴として地域社会、集落全体が再定住することが挙げられる。こうした社会的な影響を軽減するために、損失補償に加えて地域社会を再建すべく移転地整備、生活再建、生計復旧支援、ダム貯水池を活用した観光振興などの活性化等の対策が取られた。

(3) 持続可能性

経済成長に伴い、工場排水を原因とする公害病による健康被害、生活排水による水質悪化が深刻化した。また、水利用や河川改修により水環境が悪化し生態系が劣化した。これに対して、排水規制や下水道



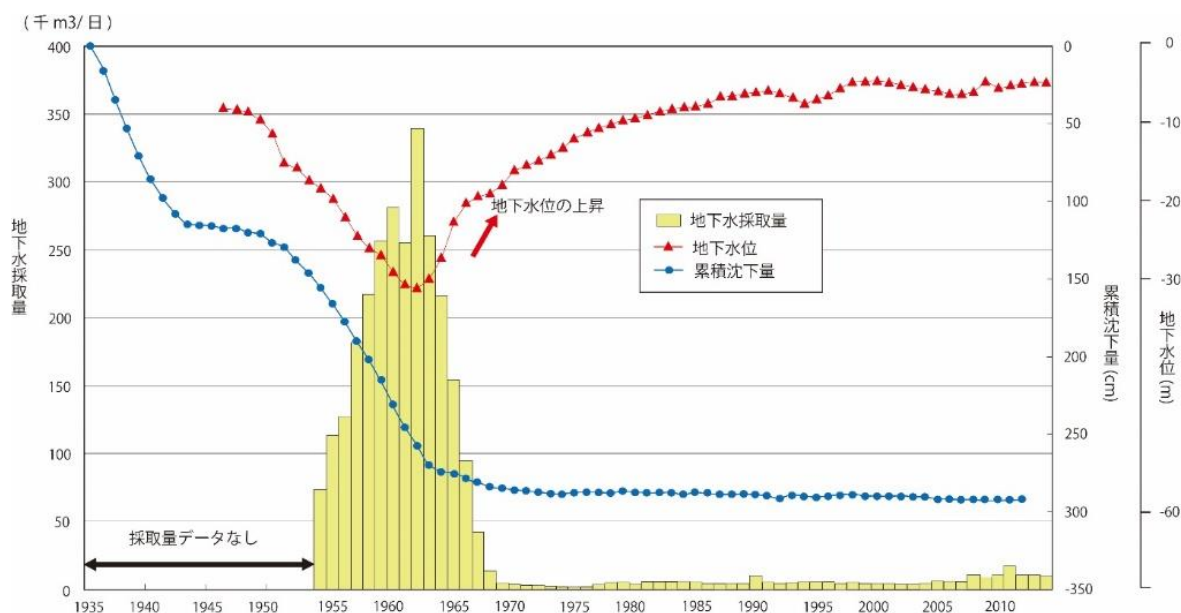
資料：東京都流域下水道50年のあゆみ 東京都下水道局

図-1.13 柳瀬川の水質と下水道整備

道の整備により河川の水質が改善された。例えば、埼玉県と東京都を流れる柳瀬川は、浄化用水の導入、下水道の普及によって改善された（図-1.13）。

工業用水道の利用による地下水の揚水量の減少と地盤沈下のモニタリングによる管理により、地盤沈下は沈静化した。大阪市における地下水の揚水量と地盤沈下量および地下水位の変化を図-1.14に示す。大阪市の地下水採取量に占める工業用水は1960年（昭和35年）頃までは約80%であったが、2019年（令和元年）には、約20%にまで低下している。

多自然川づくりなど、生態系保全や環境保護への貢献が期待されるグリーンインフラ整備が進められている。グリーンインフラは、防災リスクの軽減、動植物の生息地の創出、地域経済の活性化等の複数の便益をもたらす可能性がある。



注釈：地下水揚水量のデータ：1965年まで港観測所、1966年以降港観測所II

資料：「大阪府域における地盤環境に配慮した地下水の有効利用に関する件等報告書」大阪府域における地盤環境に配慮した地下水の有効利用に関する検討会議 平成31年2月

図-1.14 地下水の揚水量と地下水位・累積沈下量（大阪市）

1.3 日本の水資源管理上の課題

このように質の高い成長を支えてきた日本の水資源管理であるが課題も見られる（図-1.15）。

(1) 即応性と柔軟性

1950年代から水俣病などの公害病が深刻化し、死者、健康被害が発生した。経済成長を優先するあまり、工場排水への規制は後追いとなり限定的であった。1970年に公害対策を集中的に審議するため臨時に開催された「公害国会」で対策が強化された。高度経済成



資料：内閣府ウェブサイト

図-1.15 水資源管理における課題

長期を過ぎ、安定成長に移るにつれ水需要は増加から横ばいへと変化し、計画時との乖離が発生したが、事業の見直し決定までには長い時間を要した。

(2) 水ガバナンスの構築

変化を続ける社会の多様なニーズに迅速に対応できるガバナンスを構築できる制度の構築が今後の課題である。これまで主に取られてきた技術や工学からの解決アプローチのみでは不十分である。環境、生態系、気候変動への適応など様々なニーズには、「ガバメント」だけでは対応できず、統一的に水管理を行うための法的、組織的な仕組みを構築していく必要がある。従来の縦割り行政の欠陥を克服し、横断的な管理を目指し、都市や防災など他のセクター、民間、市民社会など幅広い関係者が役割と責任を分担した関与が求められる。流域の健全な水循環を維持・回復するために、流域水循環協議会の設置、流域水循環計画の策定と実施のための仕組み作りが必要である。

(3) 気候や社会経済の変化への適応

気候変動により深刻化する水関連水害に対して対策を強化し成長に貢献する流域治水の実施が求められる。集水域から氾濫域にわたる流域に関わるあらゆる関係者が協働して対策を行うことや水不足のリスク管理も必要である。少子高齢化が進み、変化し続ける社会で、地域の活力を維持し、生産性を向上させ、成長に貢献していかなければならない。近年は「災害弱者」である入院患者を抱える医療機関や高齢者、障害者が暮らす福祉施設が水害被害を受ける事例が増えている。医療機関や高齢者・障害者向け施設の危険地域での建設の規制、避難態勢の支援や整備が求められている。これまでの構造物による対策に加えて、まちづくりや災害対応の強化を進める必要がある。

第2章 各テーマの概要

水資源管理の仕組みをテーマ1から3、途上国で重要な分野別の課題をテーマ4から9、人材育成についてテーマ10で説明する（表-2.1）。

表-2.1 テーマ、本章での節および分野別課題一覧

テーマ		節	治水	利水	環境
1. ガバナンス	1-1 法制度、組織	2.1	○	○	○
	1-2 水利権制度	2.2		○	○
	1-3 住民参加と意思決定プロセス	2.3	○	○	○
2. 計画に基づく開発	2-1 開発計画	2.4	○	○	○
	2-2 流域ごとの計画	2.5	○	○	○
3. 財政		2.6	○	○	○
4. 水質汚濁、環境対策		2.7			○
5. 都市水マネジメント		2.8	○	○	○
6. 河川管理		2.9	○	○	○
7. 地下水管理		2.10		○	○
8. ダム管理		2.11	○	○	○
9. 大規模プロジェクトにおける環境社会配慮		2.12			○
10. 人材育成と技術開発		2.13	○	○	○

注釈：○課題あり

資料：プロジェクト研究チーム

2.1 分野・地域間の調整のための法制度・組織の整備

水利用者間の水争い、水源地と受益地、開発と環境保全などの利害関係を調整するための法制度、組織を整えなければならない。多くの関係者間や省庁間の利害関係、地域間対立、役割分担、費用負担が絡み合っている。河川からの取水や洪水については上下流、左右岸による対立も起こりうる。環境、生態系といった視点も重要となる。

日本は2000年近い歴史の中で、河川水を利用しつつ洪水被害を減らす河川管理を行ってきた。古くより水田を開墾するために、河川の表流水をかんがい用水として開発してきた。また頻発する洪水との戦いを続けてきた。さらに河川は物資を運搬する交通路として活用されてきた。こうした歴史を基に、19世紀末の近代国家成立後、法制度、組織が確立されてきた。河川の表流水の利用と洪水被害の軽減が重要課題であったことから、水資源全般を取り扱う「水法」ではなく、河川の水と土地を管理するための「河川法」が制定された。

国の成長や社会、経済の変化、気候変動により変遷するニーズに応じるべく、法制度、組織を変革してきた（図-2.1）。

(1) 近代化

1868年（明治元年）に誕生した明治政府は、近代化を進めるべく当時の主要な交通手段である舟運のための水路を整備した。近代化により被害が増加し始めた洪水に対処するため、1896年（明治29年）に河川法を制定し、それまで地方の責務であった治水事業を国直轄事業として開始した。1879年と1886年には、10万人を超える死者を出すなど猛威を振るったコレラなどの水系伝染病の防止および公衆衛生の改善のために、1890年（明治23年）に水道法、1900年（明治33年）に下水道法を制定した。

(2) 戦後復興

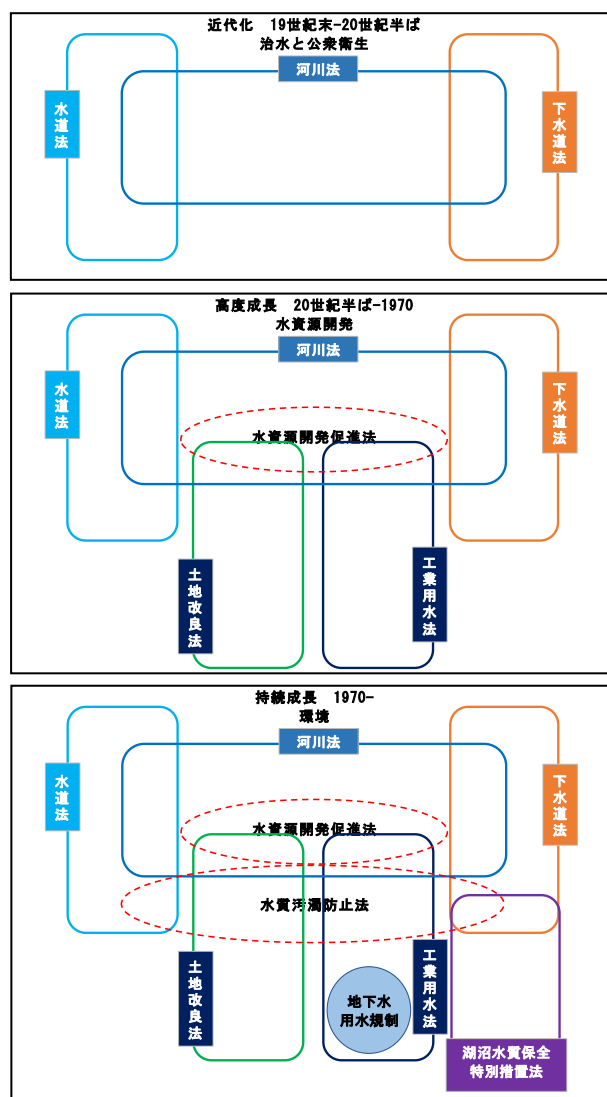
1940年代後半以降、荒廃した国土を復興させるため、資源に乏しい日本の中で数少ない天然資源である水資源開発による電源開発や食糧増産が行われた。かんがい施設の整備のために、土地改良法が制定された（1949年（昭和24年））。戦後立て続けに発生した水害により、各地の河川流域に未曾有の被害をもたらした。そのため、集中的に治水・治山のための国土保全事業が実施された。

(3) 高度経済成長

急増する電力、上水や工業用水の需要にこたえるため、水資源開発が進められた。河川法の目的に「利水」が加えられ、水系一貫の理念に基づく河川管理を目指した（1964年（昭和39年））。効率よく水資源開発を進めるため、複数の目的を持つ施設建設・管理の費用負担を明確にする「特定多目的ダム法」が制定された（1957年（昭和32年））。

(4) 高度経済成長のひずみである環境問題への対応

1960年代から工場排水や鉱山排水による公害の悪影響が顕著になり、河川や海の環境が劣悪化すると共に、深刻な健康被害が生じ、約4万人に及ぶ公害被害者が発生した。今なお公害病に苦しんでいる人たちが大勢いる。これは、日本の高度経済成長の負の部分である。水質汚濁を防止するための法律、制度が整備された。1900年（明治33年）に旧下水道法が制定されたものの下水道の整備は進まず、本格的な整備は1958年（昭和33年）に下水道法が制定されてからのことである。顕著となった地盤沈下を止めるために、地下水の揚水規制を行う工業用水法が1956年（昭和31年）に制定された。高度成長期が終わり社会の価値観が多様化すると、水環境への関心が高まり、河川法の目的に「環境」が加えられるとともに（1997年（平成9年））流域住民の意見を反映させるための河川整備計画策定の仕組みがつけられた。こうした多様なニーズに応えるため、政府による水管理から、関係機関、流域住民、有識者等が参加する水管理へと変化した。地下水も含め水循環に関する施策を総合的かつ一体的に推進することを目的として、健全な水循環を確保するために「水循環基本法」が2014年（平成26年）に制定された。



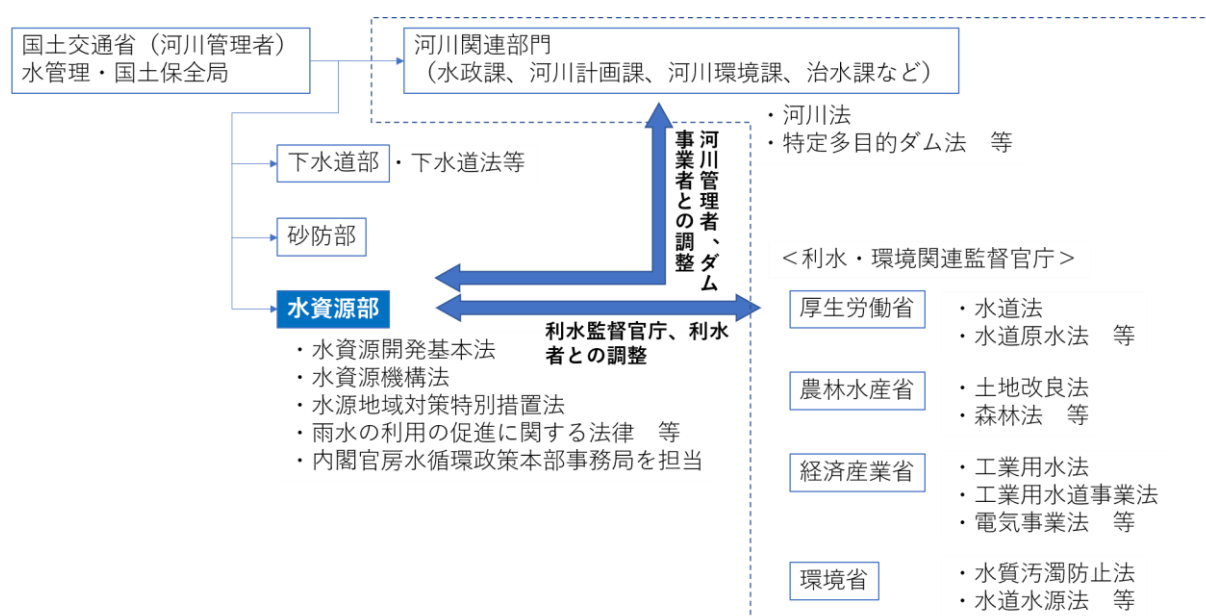
資料：チーム水日本を基にプロジェクト研究チーム作成

図-2.1 水に関わる主な法体系の変遷

(5) 気候変動への適応

気候変動に伴い、水害の頻度が増加し、また規模が拡大している。洪水規模が大きくなり河道のみでは対応しきれないため、国、地方公共団体、民間企業等が連携し、事前防災対策を行い、都市、流域全体で対策を講じている。河川事務所と関係機関が「流域治水」の取り組みを進めている。また、水不足のリスクを管理する取り組みも進められている。

水資源に関する施策について、関係する省庁、部局と総合的な調整を行い、水資源管理の基本計画を立案、企画、推進する部局が必要となり、1962年（昭和37年）に水資源局³（現在、水資源部）が設立された。水資源に関連する中央の行政機関は、主なものだけでも治水、下水道を担当する国土交通省（以下、国交省）、農業用水を所管する農林水産省、上水道を担当する厚生労働省、水力発電、工業用水を所管する経済産業省、生態系や水質汚濁を所管する環境省、地方自治事業を所管する総務省がある（図-2.2）。



資料： プロジェクト研究チーム

図-2.2 水資源行政に関わる組織と関連法制度

水管理・国土保全局が主要河川、地方公共団体がその他の河川の管理を行っている。国土交通大臣、都道府県知事は、河川法に規定されている「河川管理者」である。国交省では流域ごとに河川事務所を置き、河川整備の方針や計画づくり、河川の整備工事、水や土地の占用、工作物の建設の許認可等を行っている。

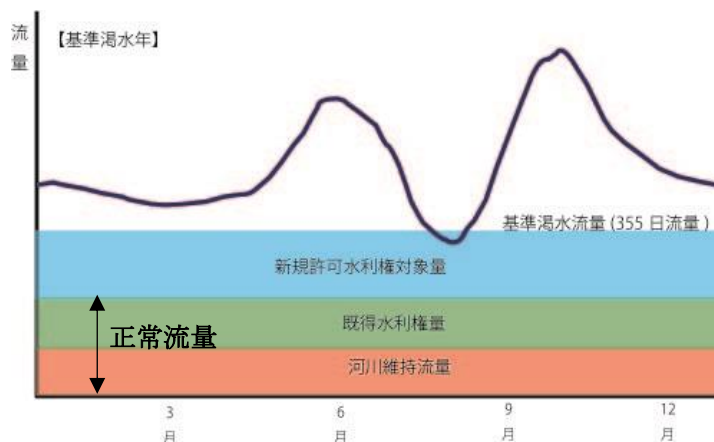
2.2 慣行や特性を踏まえた水利権制度による水秩序の確立

過去の水利利用や開発の経緯、慣行、歴史を踏まえた水利権制度を整備し、水利利用の秩序を確立している。水配分に関わる争いは、地域間の緊張を高め、紛争を招く恐れがある。日本では過去にかんがい用水の配分を巡って暴力を伴う紛争が発生している。近代法制度の設立時に、先行して

³ 1962年経済企画庁の局として設立、その後、1974年国土庁、2001年国土交通省の部局へと移っている。

開発されていたかんがい用水を慣行的水利権として認め、そのうえで水資源のポテンシャルに応じて新規水利権を設定している。

河川事務所が、水利権の許認可の管理を行っている。河川水は公水⁴であり、公共の福祉増進を目的として、利水者が使用することができる。水利権は固定的な既得権ではなく、都市化や環境の重視といった社会の変化の中で変化せざるを得ない。土地の所有権と水利権は切り離されている。取水の認可は、①公共の福祉増進、②実行の確実性、③河川流量と取水量との関係、④公益上の支障の有無から判断される。新たに許可できる取水量として、10年に1回程度の渇水であっても現状を悪化させないことが求められる。これは、10年渇水流量⁵から河川的环境や機能を維持する流量（維持流量⁶）と他の水利使用者の取水量（水利流量）の合計（正常流量）を差し引いた水量の範囲内である（図-2.3）。日本では10年に一度の渇水を基準としているが、流況や水利用等各国の状況に基づき基準を設定すべきである。日本では、許可期間は一般に10年で、その都度更新が必要となる。発電は概ね20年とされている。水利権料は地方公共団体の一般財源となっている。違法取水に対して罰則規定が設けられている。



資料：プロジェクト研究チーム

図-2.3 新規許可可能範囲

に許可できる取水量として、10年に1回程度の渇水であっても現状を悪化させないことが求められる。これは、10年渇水流量⁵から河川的环境や機能を維持する流量（維持流量⁶）と他の水利使用者の取水量（水利流量）の合計（正常流量）を差し引いた水量の範囲内である（図-2.3）。日本では10年に一度の渇水を基準としているが、流況や水利用等各国の状況に基づき基準を設定すべきである。日本では、許可期間は一般に10年で、その都度更新が必要となる。発電は概ね20年とされている。水利権料は地方公共団体の一般財源となっている。違法取水に対して罰則規定が設けられている。

渇水時には流域ごとの慣行や歴史に従い、利水者は互譲の精神で合意に基づき取水制限を行う。流域毎に渇水協議会が開かれ、渇水調整のルールが策定される。このルールは過去の開発の経緯や慣習によって異なる。例えば、利水者間で取水制限の率に差をつけない、先に開発された水利権を優先する、上水道を優先するなど、様々である。河川事務所は、利水者間での調整や協議が円滑に行われるよう必要な情報を提供し協議の場を設置する。

水利権転用⁷の制度の整備により、水資源の有効活用が可能となった。水需要の減少しているかんがい用水から、水需要の増加している都市用水への転用が行われている。都市化が進む東京首都圏では、かんがい用水の水路改修などの合理化事業により都市用水を生み出し、その改修費用を水道部局が負担した。水利権売買は日本では行われていない。

土地改良区がかんがい施設を管理している。かんがい地域内での水配分のルールは農民により決められ、施設の運営維持管理も農民が行っている。施設操作は、公的な機関が行うことで公平性

⁴ 公共の目的に利用される水。公法によって規制される湖沼か河川の水。

⁵ 渇水流量とは年間を通じて355日間はこの値を下回らない河川流量

⁶ 維持流量は、環境や生態系など河川の機能を損なってはならない流量の事で、動植物の保護、漁業、景観、流水の清潔の保持等を考慮して決定する。

⁷ 何らかの理由で、許可された水利権量全量が必要ない場合、必要量と許可量の差分を減じ、その減量分を他の目的に転用する事。減量側は減量の手続を転用側も水利権の申請が必要。

および実効性が担保されている。土地改良区の運営資金は、組合員からの賦課金（農地の面積から決まる）であるが、公益性が高いため税制上多くの優遇措置（例えば法人税、消費税、所得税等の非課税）が取られている。

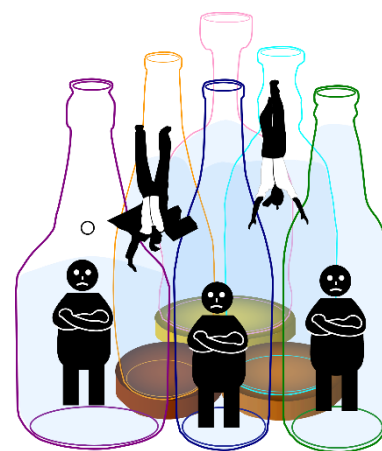
2.3 政府の管理から水ガバナンスの構築へ移行

水資源事業を進めるにあたっては、各流域や地域社会の実情に応じて水ガバナンス⁸を確立しなければならない。政府が関係者の合意を形成し推進する方式では、複雑化する社会の多様化するニーズに応えることが難しい。各省庁の責任や所管する法律が明確な縦割り行政では対応できないニーズが出ている（図-2.4）。水ガバナンスの構築のためには、意思決定過程への住民や市民社会の参画、事業の情報公開、関係者の役割と責任の明確化、政府の説明責任が必要である。

長良川河口堰を巡る論争が、水ガバナンス変革の契機となった。高度経済成長期が終わり、市民の価値観が多様化するにつれ、1980年代頃からは、ダム、堰などの公共事業において、事業の必要性や環境影響を争点として、大きな社会問題が発生する事例が増えた。長良川河口堰の建設に対して、環境や生態系の悪化を危惧する市民の反対運動は政治やマスコミも巻き込み拡大し、全国的に知れ渡った。国交省は市民社会とのコミュニケーションを図るため、水質、水文、環境、技術など関連するあらゆるデータ、情報を徹底的に公開した。賛成派と反対派の双方が公開の場で議論を交わす円卓会議が8回開催されたが、議論が折り合うことはなく、堰の運用を開始した。この後、これらの取り組みは公共事業の決定過程の透明性・説明責任の改善に繋がった。

日本では、流域ごとの治水・利水・環境を含む河川整備のアクションプランである「河川整備計画」を検討する際に、流域委員会が設立される。1997（平成9年）年に河川法が改正され、20年から30年間で実施する河川整備の目標や具体的な内容を示す「河川整備計画」の作成が規定された。必要に応じ学識経験者の意見を聴くこと、公聴会の開催等関係住民の意見を反映することも規定された。流域委員会は、流域毎に多様な制度設計の下で運営されるため、その制度にはばらつきがある。

淀川ではガバナンスの確立に向けた革新的な取り組みを行った。淀川は古代より日本の成長の中心地域である大阪、京都など大都市圏を流域に抱える重要河川である。2001年（平成13年）に設立された流域委員会には、専門家に加えて、住民が対等の立場で主体的に議論に参加した（図-2.5）。これまでは政府が事務局を担い、委員を選定し、原案を作成し、議論を方向付けることが一般



注釈：ビンが行政、国民は隙間に落ちる
資料：日本水フォーラム 竹村公太郎

図-2.4 縦割り行政モデル



資料：淀川水系流域委員会

図-2.5 淀川流域委員会の様子
(2009年4月8日、枚方市)

⁸ 水ガバナンスとは、治水や利水の水管理に加えて、国民の意思や人権を尊重する考えや、合法性、信頼性、透明性など、組織や地域に基づいた基本的な価値観や理念も含めた概念

的であった。しかし、この委員会では、事務局は第三者である民間企業に委託され、委員も準備委員会により検討、選出された。対立の構図を持ち込まないよう、具体の事業ありきではなく、まずは流域が持つ諸問題、洪水、環境、水利用など、幅広く議論した。これにより、委員の専門家が工学に加えて環境の視点を持つなど、学びの機会が提供された。委員会と政府の意見が、特にダムの建設をめぐり対立し、6年が経過しても河川整備計画は策定されなかった。委員会は2007年（平成19年）に一時休止されることとなった。

市民や関係者が参加する水ガバナンスを確立するには、情報公開が不可欠である。情報の徹底的な公開がない場合、政府による説明は説得力を持たず、市民社会とのコミュニケーションは成り立たない。2001年（平成13年）4月に「情報公開法」が施行され、行政機関の保有する全ての行政文書を対象として、誰でもその開示を請求することができるようになった。国交省では、2003年（平成15年）に策定した住民参加手続きガイドラインを活用し、計画策定者からの積極的な情報公開・提供等を行うことにより住民参画を促し、住民・関係者等との協働の下で、より良い計画となるよう取り組んできた。個別の公共事業の内容や、各年度の予算執行については、ウェブサイトでの情報開示が一般的となった。住民の意見を反映させるための措置として、パブリックコメント手続きを実施している。

さまざまな意見を収束させる方法に唯一の正解はなく、その方法を探し続ける姿勢が問われている。日本では住民参加のプロセスを踏んだことで、異なる意見を纏めきれず、意思決定に長期間を要するケースが出てきている。合意形成に向けて全員一致の合意は難しくても、全員が受け入れ可能で、地域や社会全体の利益を考えた取り組みを目指すべきである。

社会経済情勢の変化に合わせて事業の内容を見直す必要がある。特に大型事業の実施にあたっては長期間を要することが多く、社会情勢や前提条件が変わる可能性がある。各国においては、変化に対応可能な柔軟な仕組みを導入するべきである。日本では、事業の進捗に応じて、新規事業採択時評価、再評価、完了後の事後評価の3段階で評価・再評価を実施している。再評価では、「継続」または「中止」を決定する。

水環境保護や防災活動では官民様々な組織が連携を強化する事が重要である。資金の支援、訓練、表彰などを通して官側はこれらの活動を支援する必要がある。地域のコミュニティ、地元住民は、地域の状況に応じた災害への備え、民間企業は企業の保有する資源を活用し、様々な課題に対する解決策を提供することが重要である（図-2.6、図-2.7）。



資料: 平成 25 年 9 月台風 18 号の概要、国交省近畿地方整備局、平成 26 年 3 月

図-2.6 水防活動



資料: お魚殖やす植樹運動 100 年前の浜の再生

図-2.7 植樹運動の様子

2.4 国家開発計画の中での水資源開発の長期的計画

水資源開発の計画は、国家開発計画など上位計画の枠組みの中で総合的でなければならない。水資源開発は、強靱かつ、持続可能で、包摂的な、質の高い成長の達成に不可欠である。流域の水資源管理が適切でない場合、水害、干ばつ、環境悪化という問題が発生し、水資源を適切に活用できず、国の成長にも影響を及ぼしかねない。水資源関連事業は、計画から建設まで長期間を要し、完成後もその運用と効果が長期間持続するため、長期的な視点が不可欠である。水資源の開発計画は省庁レベルの計画より上の国の「上位計画」として位置付けられることが必要である。こうした計画は、政策実施を担保するために、単なる事業を羅列するリストではなく、データに基づき課題解決の目標、効果、投入を説明する必要がある。

日本では、戦後復興における地域の総合開発が、水資源開発を中心分野として実施された。戦後、人口圧力が強く、食糧、エネルギー等の基礎物資の不足がはなはだしく、国内の資源開発が必要であった。当時活用可能な資源の一つであった水資源を、水力発電、かんがい用水、上工水のために開発した。財政が厳しいことから、世界銀行からの借款による水力発電プロジェクトやかんがい用水、上水供給の開発も行われた。また、治水事業により洪水被害軽減が図られた。

1960年代には、急速な経済成長にともなう問題を解決するために行われた国土開発では、水資源開発が重要分野であった。長期的な視点に立ち国土開発の基本的な方向を示す全国総合開発計画が策定され、その中で水資源開発の方針が閣議決定により明確に示された。都市活動の増大によりインフラや公共サービスの不足、都市と地方の「地域格差」の二つの問題が顕在化した。増加する水需要にこたえるため用水の確保は重要課題であった。その後も全国総合開発計画が改定されるたびに、利水、治水に加え、水環境も含め、水管理が重要課題として位置付けられた。

社会経済活動の観点から重要な水系については、水資源開発基本計画を策定して、施設整備を進める。高度経済成長期には大都市圏を中心に、産業の著しい発展、都市人口の急激な増大と集中および生活水準が向上し、水需要が激増し、深刻な水不足に直面していた。さらに、セクター間、関係者間の調整が困難な状況にあった。1961年の水資源開発促進法により、産業の発展や都市人口の増加に伴い広域的な用水対策を実施する必要のある水系を「水資源開発水系（フルプラン水系）」として7水系を指定し（図-2.8）、「水資源開発基本計画（フルプラン）」を策定してきた。

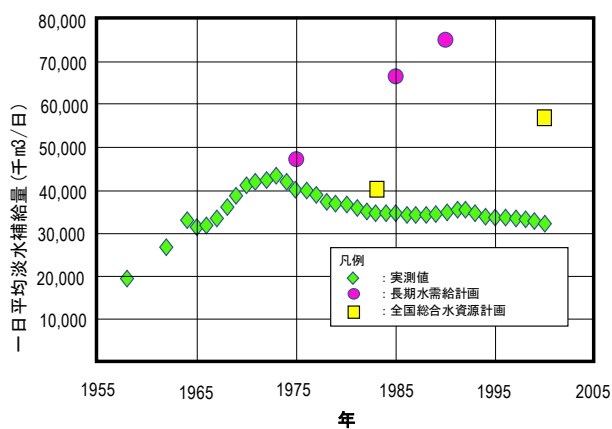


資料：国土交通省ウェブサイトの図を基に作成

図-2.8 フルプラン水系位置図

国土の約17%を占めるフルプラン水系には、人口や産業活動の約5割が集中している。この計画は水関係大臣、財務、計画担当大臣も参加する閣議にて決定される。国交省の水資源部⁹が原案を作成し、関係省庁、都道府県等との調整などを行う事務局を務めている。計画では、水資源の総合的な開発および利用の合理化について定めている。①水の用途別の需要の見通しおよび供給の目標、②供給の目標を達成するため必要な施設が示されている。

計画の見直しの仕組みを策定する必要がある。社会・経済の変化や技術の進歩により水の需要は変化し、計画していた事業も変化する。日本では高度経済成長期が終わり、また工業用水の再利用や節水努力により、長期計画の予測値と実測値に乖離がでてきた（図-2.9）。治水等の分野別の長期計画については、「資源配分を硬直的なものとし、経済動向や財政事情を迅速に事業へ反映することを困難にしている。」との指摘がなされた。



資料：「日本の水需要予測システムの分析と評価」西岡喬・那須清吾

図-2.9 日本の水需要予測と実測値の比較

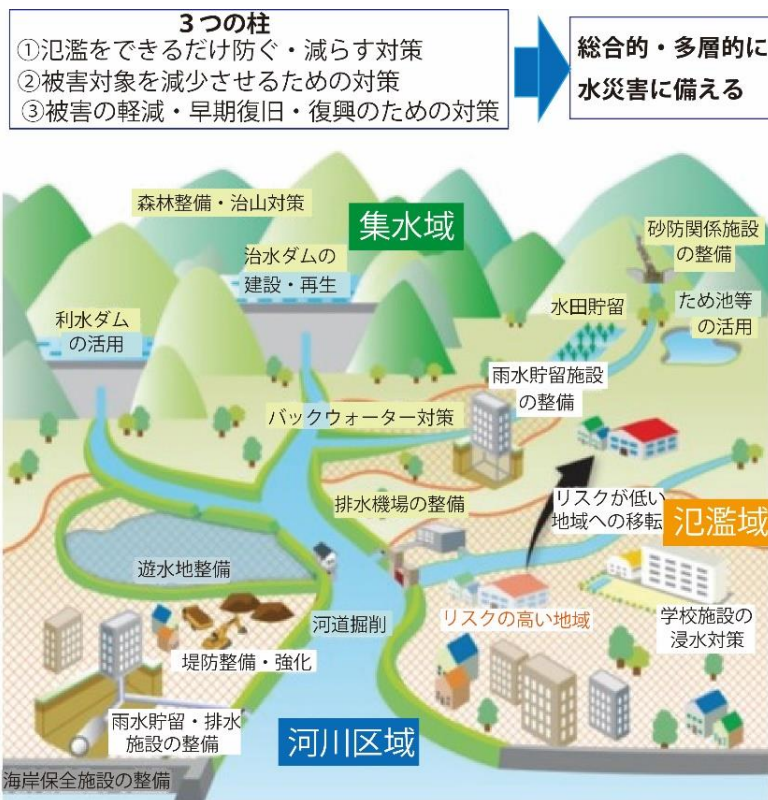
長期計画により、予算を確保し整備を進めることができる。水資源開発事業や治水事業は完成までに長期間を要することから、単年度ごとの予算配分ではなく、長期的な予算の確保が必要である。日本では1910年（明治43年）の大水害を契機に、第一次治水長期計画が策定され、河川ごとに必要な予算額を計上し、治水事業が展開された。この会計を処理するため、一般会計から独立した治水特別会計が作られた。1960年（昭和35年）に治山治水緊急措置法が制定され、治水事業

⁹ 水資源に関する計画を策定する部局

の長期計画が策定された。治水事業の費用と効果を明確にするため一般会計から独立した治水特別会計が設けられた。2003年（平成15年）に治水長期計画は、他の8つのセクターの計画と共に、社会資本整備重点計画に統合された。

気候変動により深刻化する水害・渇水に適応するため、氾濫域も含めた流域全体で、様々な関係者が総合的かつ多層的に取り組む「流域治水」や、渇水に対して「リスク管理型」の水の安定供給が必要である（図-2.10）。気候変動により激甚化している水害に対して、堤防やダムなど構造物による伝統的な対策だけでは不十分である（表-2.2）。①氾濫をできるだけ防ぐまたは減らすために、農業用ため池の治水への利用、都市域での雨水の浸透や洪水貯留、②被害対象を減少させるための、危険地域での開発規制、③災害対応、復旧、復興など、流域全体での協働による対策が必要である。

利水面では、既存施設の徹底活用やハード・ソフト面での施策の連携による全体システムの機能確保など、リスク管理型の「水の安定供給」へ転換することが鍵となる。観測やICTなどの科学技術を活用し、将来の気候変化を予測し、不確実性も踏まえた対応が必要である。



資料：国土交通省ウェブサイト

図-2.10 流域治水のイメージ図

表-2.2 気候変動による降雨量、流量と洪水発生頻度の変化倍率

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
2℃上昇時	約 1.1 倍	約 1.2 倍	約 2 倍
4℃上昇時	約 1.3 倍	約 1.4 倍	約 4 倍

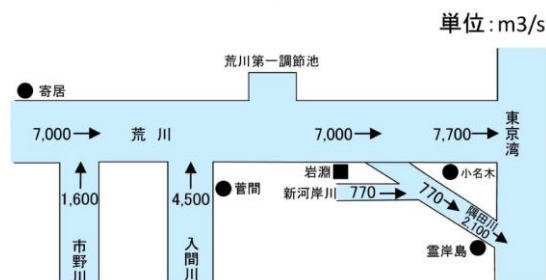
注釈：対象は国土交通省が管理する河川であり、その平均値を示している。流量については、各水系で利用されている流出モデルを基に算定されている。

資料：気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言 改定版 国土交通省 2021年（令和3年）4月、スライド7

2.5 流域単位での水資源管理

流域の特性、慣行に応じて水資源管理計画を策定する。流域全体でセクター間の整合性を図り、整備目標を設定し、施設の整備や水管理を最適化する。計画の策定のために水文データを蓄積する必要がある。観測データが十分でない場合は、衛星観測、過去の痕跡、伝聞等を活用する。

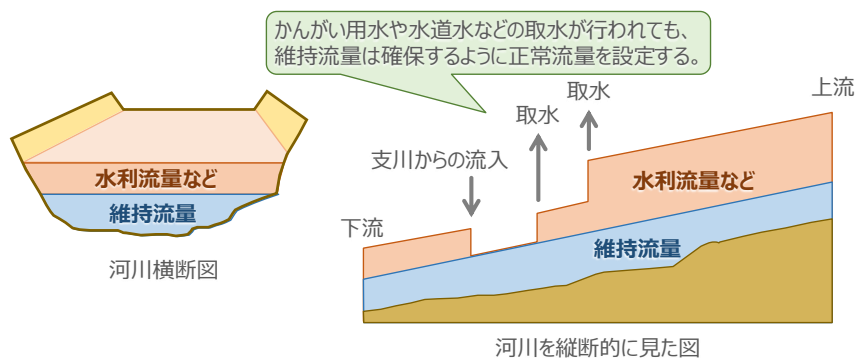
治水計画の作成にあたっては、整備目標となる治水安全度を洪水被害の影響度に応じて設定する。治水計画の整備目標は、対象となる洪水の発生確率（確率年）で表現する。例えば、社会経済上重要な首都圏や大阪などを流れる重要な河川は200年に一度の発生確率洪水が設定されている。事例として荒川の計画流量配分図を示す（図-2.11）。



注釈：治水安全度は1/200
資料：国土交通省 荒川上流河川事務所ウェブサイト

図-2.11 荒川計画流量配分図

水利用計画の整備目標となる利水安全度¹⁰（確率年）を設定する。水利用計画は、新規の水利用や環境など流水の正常な機能を維持するための正常流量を満足するように計画される（図-2.12）。日本では利水安全度を一般に10年に1回程度発生する規模の渇水を対象としている。流域の自然流量が不足する場合には、貯留施設の建設などを計画に取り組む。正常流量は、かんがいや水道などに利用する水利流量に加えて、①舟運、②漁業、③観光、④流水の清潔の保持、⑤塩害の防止、⑥河口の閉塞の防止、⑦河川管理施設の保護、⑧地下水位の維持、⑨景観、⑩動植物の生息地 または生育地の状況、⑪人と河川との豊かな触れ合いの確保など、幅広い概念を含む。



資料：兵庫県ウェブサイトを基にプロジェクト研究チーム作成

図-2.12 正常流量設定イメージ

河川ごとに整備のマスタープラン、アクションプランを作成する。日本では1997年（平成9年）に河川法が改正され、河川整備基本方針・整備計画の2段階で作成することを規定している。「河川整備基本方針」は、水資源の総合的な保全と利用に関するマスタープランであり、①水害対策、②水の利用と機能の維持、③河川環境の整備と保全の方針を示す。対象となる洪水の流量、施設の能力、河川の対象洪水の計画水位、および流水の正常な機能（利水、河川機能、環境）を維持す

¹⁰ 河川水を利用する場合における渇水に対する取水の安全性を示す指標

る流量が含まれる。河川整備基本方針では、生態系、景観、水質、人と河川との豊かな触れ合いの確保などの環境に関する事項の管理原則も含まれる。その対策として、動植物の良好な生息・生育環境の整備、良好な水質の保全、良好な景観の維持・創出、人々の活動の場の創出などが挙げられる。一級河川では、専門的知識を有する学識経験者を主たる構成員とし、都道府県知事も加わる社会資本整備審議会¹¹河川分科会の意見を聴き、国交省の河川事務所が河川整備基本方針を定める。二級河川では都道府県河川審議会の意見を聴き、都道府県の河川事務所が河川整備基本方針を定める。河川整備計画は、策定した河川整備基本方針に基づき、20~30年後の河川整備の目標を明確にしたうえで、個別事業を含む具体的な整備行動内容を明らかにするアクションプランである。河川整備計画は、流域委員会等の協議の場を設け、関係住民、関係地方公共団体、学識経験者から意見を聴き、河川事務所が策定する。

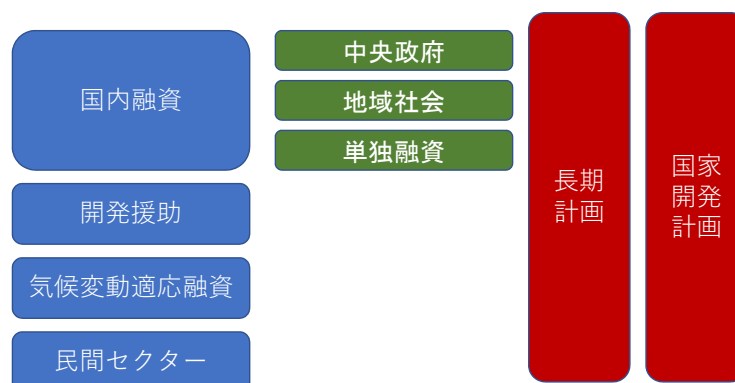
河川事務所が水資源管理の課題・ニーズを把握し調整を行うことが重要である。国交省は流域ごとに河川事務所、さらに事務所の下部組織として出張所を置いている。水資源管理は自然を相手にしており、河川事務所が課題や地域社会のニーズを把握し、対応策を考える必要がある。また、水資源、防災、都市、環境、農業など、様々な関係者と協働する必要があるため、河川事務所が関係者（関係機関）や地域社会との信頼関係を築いていくことが重要である。

2.6 費用負担および財源調達

水資源開発・管理の財源には公的資金、民間資金がある（図-2.13）。

日本では、公的資金は中央政府と地方政府による一般財源、さらには2.4節で述べた水に関連した特別会計があった。歴史上、治水事業やため池建設等は、基本的に地域で対応していた。明治以降、近代化が進むにつれ、治水事業は中央政府が直轄事業として関わってきた。水道、下水道事業は地方公共団体、発電は民間会社が実施して

きた。直轄事業は、受益に応じた地方公共団体の負担が求められている。地方公共団体の事業については、国の補助金により事業の推進を図ってきた。農民が組合員の土地改良区による灌漑事業は、農民にも費用負担が求められる。下水道事業でも利用者にも費用負担が求められている。水資源関連の事業費負担割合は以下である（表-2.3、図-2.14）。



資料: Ishiwatari, M. and Akhilesh S. "Good enough today is not enough tomorrow: Challenges of increasing investments in disaster risk reduction and climate change adaptation." Progress in Disaster Science 1

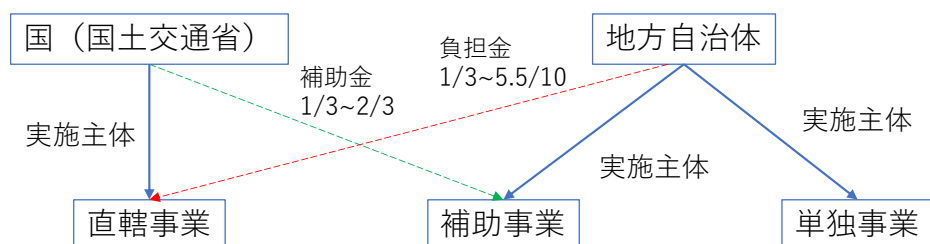
図-2.13 水資源開発・管理の財源

¹¹ 国土交通設置法に基づき、国土交通大臣の諮問に応じて不動産業、宅地、住宅、建築、建築士および官公庁施設に関する重要事項を調査審議等を行う。

表-2.3 事業費の負担割合

目的	河川区分	負担割合
河川改修	一級河川	国（国土交通省）2/3、都道府県 1/3
	二級河川	国（国土交通省）1/2、都道府県 1/2
かんがい		受益者 1/10、残り、国（農林水産省）3/4、都道府県 1/4
上水		1/2～1/3 の国庫補助（厚生労働省）
下水道		公共下水道：主要な管渠等 1/2、終末処理場 1/2 または 5.5/10 流域下水道：主要な管渠等 1/2、終末処理場 1/2 または 2/3
工水		40%以内の国庫補助（経済産業省）
発電		事業者負担（事業者は電気使用の契約者から徴収して回収）

資料：河川法、特定多目的ダム法、「日本の河川」建設省編よりプロジェクト研究チーム抜粋



資料：プロジェクト研究チーム

図-2.14 直轄事業と補助事業の費用負担

財源の調達には様々な手段を組み合わせる。日本では、多目的施設の建設および維持管理において、各事業者が費用を分担する。負担割合は目的ごとに得られる便益（その目的のみに施設を建設した際にかかる費用）および支払い能力を踏まえて決定する。地方公共団体への財政負担を軽減するため、水資源開発公団（現在の水資源機構）が地方公共団体に代わり財政投融资の借入れ資金を調達し、施設完成後に地方公共団体が返済するという手法も取られた。

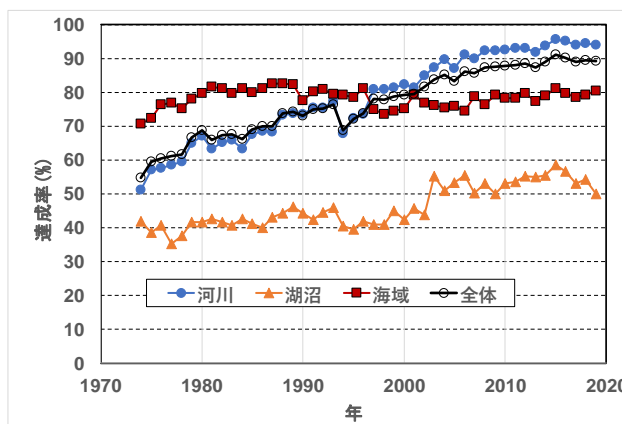
財源確保が困難な場合の施設の建設・維持管理において、官民連携 PPP（Public-Private Partnership）手法も検討すべきである。PPP 手法は上下水道事業で多く採用されている。PPP の形態として①業務委託、②Design Build（DB）または Design Build and Operation（DBO）、③PFI（従来方式）、④PFI（コンセッション方式）の4段階に区分される。PPP の採用により、民間の経営ノウハウを活用し、効率的な経営を達成することが可能となる。日本では上水道施設の老朽化や耐震化対策が求められる一方で、人口減少社会を迎えて事業者の経営環境が悪化しており、PPP 手法は事業継続の対策の一である。

2.7 効果的な水質汚濁管理および環境保全

経済活動に伴う環境悪化に対して法制度の整備が必要である。日本では、高度経済成長期に工場排水による水質汚染により、水俣病やイタイイタイ病といった公害病が発生し、数万人に深刻な健康被害が発生し、今も苦しんでいる人達がいる。1958年（昭和33年）に「水質保全法」と「工場排水法」が制定されたが、規制水域が限定されたこと、違反に対する制裁がないこと、規制対象や対象汚濁項目が少ないこと等の不十分な規制のため、効果が限定的で抜本的な対策とはならなかった。1970年（昭和45年）、公害問題と対策を議論する「公害国会」が開催され、「水質汚濁

防止法」をはじめ、公害対策基本法や下水道法の一部改正など多くの公害対策が成立した。下水道法は改正により「水質保全」が目的に明記された。地方公共団体によっては、工場の立入り検査や民間企業への改善勧告を行うことができる等のさらに厳しい基準を設けた。

下水道や浄化槽などの処理施設を人口密度や地形条件に応じて組み合わせて整備する。人口が集中している地域では下水処理場による集合処理、住宅がまばらな地域では個別処理である合併浄化槽により、効率的な整備を行う。2019年（平成31年）には、全国の河川における環境基準（BOD）の達成率が94.1%に達成している。（図-2.15）



資料：環境省「令和元年度公共用水域水質測定結果」

図-2.15 河川水質改善の推移

閉鎖性水域の水質劣化に対して、汚濁の排出点が特定できない面源負荷に対する対策が必要である。湖沼や周囲を陸地に

囲まれた内湾・内海など閉鎖性水域・海域では、流入した汚濁物質が蓄積し、水質が悪化しやすく改善が難しい。面源負荷対策は、市街地、農地、森林等で主に人為的に発生する負荷への対策、これらが水路や河川等に流出する負荷の対策、閉鎖性水域に流達する負荷の対策を、全体計画を基に各々について実施する必要がある。汚染対策として市街地では、下水道整備をはじめとして、道路清掃、雨水の地下浸透および貯留の促進、雨水の処理等が、農地では、水管理の改善、適正施肥の実施などがある。2019年（平成31年）時点で河川の水質基準達成率が94.1%に対して湖沼は50.0%、海域は80.5%と基準の達成度が低い状況である¹²。

日本では、河川における自然環境の保全・復元を推進するため、1990年代より「多自然型川づくり」を進めている。川の特性と地域の風土・文化を踏まえて地域の魅力を引き出すよう取り組んでいる。治水上の安全性を確保しつつ、多様な自然環境をできるだけ保全し、改変する場合は最小限に留めて、良好な自然環境が復元できるように川づくりを行っている。

古くからの知恵を活用する。伝統工法は、材料が地場の木材、竹、石等であるため、周囲の自然に溶け込み、水辺地形への順応性が高いため、自然にやさしい工法であると考えられている。日本の伝統工法として、①流れを変えるための聖牛などの水制工、②河岸部保護のため水中に沈める粗朶沈床、③洪水の影響を和らげる水害防備林としての河畔林、④農業取水用として大きい石を用いた井堰などが挙げられる。アフガニスタンでは九州にある山田堰をモデルとして、石材を使用した農業取水堰を建設している（図-2.16、図-2.17）。

¹² 環境省「令和元年度公共用水域水質測定結果」の情報による。



資料:甲府河川国道事務所ウェブサイト

聖牛（水制工）：杭状の部材を三角錐に組んだもの。河床が砂利や石など、杭を打ち込むことが難しい場所に設置。流失を防ぐため、蛇籠などを重石として用いる。



資料:信濃川下流河川事務所ウェブサイト

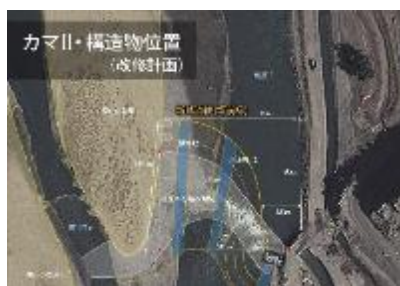
粗朶沈床（河床や河岸侵食対策）：粗朶を一定の太さに束ねたものを格子状に組み、大きなマット状にした後、沈石を投入し川底に沈める。



資料:北海道開発局ウェブサイト

河畔林：洪水流や氾濫流の流勢を弱め、堤防の破堤を防止し、氾濫被害を軽減する。

図-2.16 伝統工法



カマ II 堰（アフガニスタン）

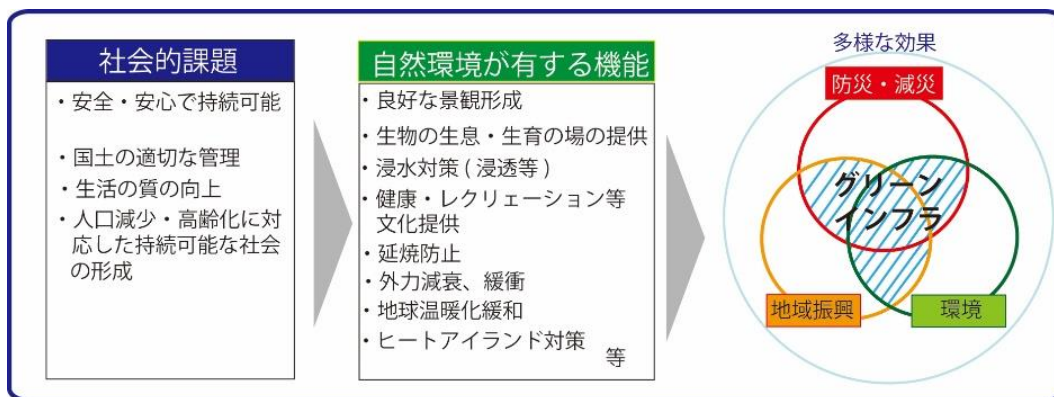


山田堰（日本）

井堰は古くから建設されてきた取水堰であるが、木材によるものや石積みによるものがある。
注釈：アフガニスタンにおいて、灌漑取水堰として日本が江戸時代から原型をとどめている「山田堰」を参考に建設。
資料：ペシャワール会ウェブサイト、朝倉市提供

図-2.17 井堰（山田堰）海外事例

グリーンインフラは、防災・減災、環境、地域振興への多様な効果が期待でき、複数の SDGs の目標達成にも寄与する。グリーンインフラは、自然環境が有する多様な機能をインフラ整備に活用し、持続可能で魅力ある国土・都市・地域づくりを進める取り組みである（図-2.18）。日本では、自然環境に巧みに関与しデザインすることで、地域課題に対応することを目的とした社会資本整備や土地利用を多く実施してきた。



資料：国土交通省 グリーンインフラポータルサイト

図-2.18 グリーンインフラの範囲

2.8 都市の水循環の改善

都市の水循環に影響を与える問題に対して、治水・利水に係る安全を確保しつつ、環境との共生を図り水循環の回復・健全化を図る。都市への人口集中と都市域の拡大、社会経済活動の活発化により、水循環が悪化し、水質、水量、水辺環境、地下水に対して様々な影響を与えている。波及する課題は多岐にわたり、解決に向けて複数分野での協働が必要となる（表-2.4、図-2.19）。

表-2.4 都市域の「利水」「治水」「環境」に関する対策

対策	利水	治水	環境	摘要
1. 利水				
1.1 上水道料金体系	○			多量の使用者が割高となる設定
1.2 節水こま	○			各家庭で利用する水の抑制
1.3 上水道の漏水率の低減	○			
1.4 雨水貯留(利用)	◎	○		雨水を貯留することで、洪水時の流失を少しでも抑制
1.5 中水利用	○			
1.6 下水道高次処理水利用	◎		○	処理水を環境用水として利用
1.7 工業用水の回収水利用	○			
1.8 海水淡水化	○		△	塩水濃度の高い水を海に戻すため、その対策が必要
2. 治水				
2.1 河川改修(堤防建設、河床浚渫)		◎	○	スーパー堤防等
2.2 遊水池/多目的遊水池		◎	○	普段は別目的の施設として利用
2.3 透水性舗装・透水ますによる地下浸透	○	◎		地下水保全に対して寄与
2.4 地下貯留		◎		
2.5 地下河川		◎		
3. 水環境				
3.1 多自然かわづくり		○	◎	
3.2 下水道整備		◎	◎	合流管により洪水時に水質低下がある。
4. 啓発活動				
	○	○	○	全ての取り組みでリンクする

注釈：◎対策としての効果は極めて高い、○対策としての効果は高い、△対策としての効果は低い

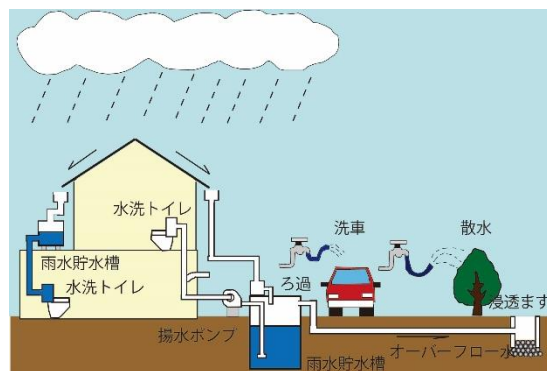
資料：プロジェクト研究チーム



出典:国土交通省

図-2.19 都市部の流域対策のイメージ

水需要管理は、水利用を抑制することで様々な利益をもたらす。日本では多くの地方公共団体で使用水量の増加に伴って水単価が上がる逓増料金制を採用し、家庭での節水コマの利用、さらに節水への啓発活動を行っている。水道配水システムの漏水率の平均は5%と小さい。雑用水として、雨水、個々のビルや地区における循環水、下水処理水などを利用している（図-2.20）。雨水利用は、年間約 1,120 万 m^3 に上り、トイレ用水、散水などの雑用水のほか、消防、修景にも活用されている。東京都内にある大相撲の興行施設である国技館では地下に 1,000 m^3 の雨水を貯められるタンクを設置し、トイレや冷房や散水に利用されている。下水を高次処理し雨水や循環水と同じような利用がなされている。工業用水では回収水の利用向上により、新規供給水量を抑制している。日本では、工業用水の回収率を大きく上げて、水需要の抑制に取り組んできた。1970（昭和45年）以降は、新規供給よりも回収水の利用量が多くなった。2015年（平成27年）時点での回収率は77.9%である。



資料：墨田区ウェブサイト

図-2.20 雨水利用

都市洪水に対しては都市内での対策も含め総合的に対応していく必要がある。都市内では住宅などの建築物が密集しており、用地の確保が難しいため、河川工事のみで治水対策をすることは難しい。都市内での洪水調節地、浸透施設、避難体制整備などの構造物対策や非構造物対策を実施していく上で、河川以外にも関係部局との協働が欠かせない（図-2.21）。幅広い機関や市民社会と

協働するガバナンスの構築が必要である。民間との連携により効率的な整備が行える。例えば東京都妙正寺川では、洪水を貯留する調節池の上部に公園やピロティ式の集合住宅を建設し、都市部での高価な土地の有効活用が行われた。



資料：鶴見川多目的遊水地パンフレット 国土交通省京浜河川事務所、写真：河道整備 「鶴見川の川づくりのポイント」 国土交通省京浜河川事務所を基にプロジェクト研究チーム作成

図-2.21 流域一体となった治水対策のイメージ

グリーンインフラは、都市部において様々な効果を発揮する。グリーンインフラによる河川改修事業は、洪水被害の軽減のみならず、生息環境の向上、コスト縮減、レクリエーションの空間の提供に貢献している。福岡の上西郷川では、川に隣接する小学校と市民団体による環境学習が行われている（図-2.22）。大阪府では、都市河川の改修工事が、地域経済や観光に貢献している（図-2.23）。



資料：福津市提供

図-2.22 グリーンインフラ（福岡県上西郷川）



資料：（公財）リバーフロント研究所

図-2.23 かわまちづくり（道頓堀川）

2.9 河川の水と土地の管理

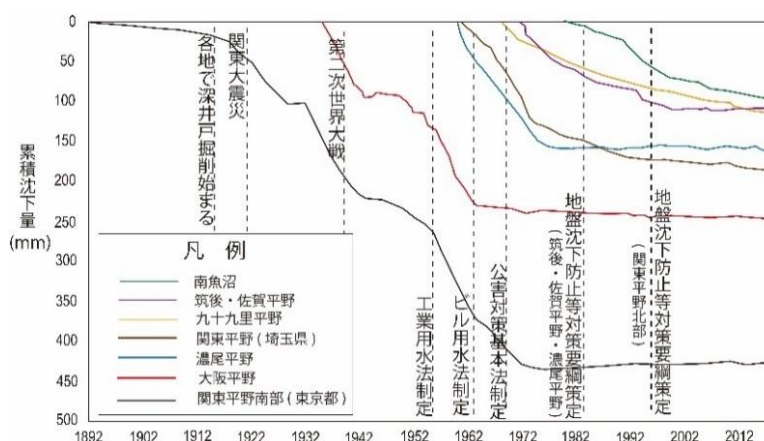
河川の土地、水を適正に維持・管理するための法制度、組織を整備する必要がある。日本では、河川管理者の代行として河川管理事務所が、河川の管理や河川管理上必要な用地の確保等を行う。また河川事務所は、流水の占用、土地の占用、河川産出物の採取、工作物の新築・改築、土地の掘削、竹林の流送や閘門の通航などの許認可等の業務を行う。河川事務所と地域社会との協働は不可欠であることから、河川の美化活動（除草・清掃・外来種の駆除など）、河川に関する環境教育・防災教育、河川環境の調査・研究といった活動を行う民間団体と連携し活動を行っている。

違法な河川使用行為に対しては罰則が科せられる。

河川および河川構造物は、体制を確立し、運営、維持管理を行う必要がある。河川事務所は洪水時には、河道・施設の巡視・点検やダム・水門の操作、洪水予報の発表、洪水情報の関係機関への通知などを行う。また地域社会の水防活動を支援する。平常時、河川事務所は施設の巡視、除草・障害物の除去や目視等による点検・ゲートの動作確認等を行い異常があれば修理する。

2.10 地下水の揚水量、水質の適切な管理

地下水の過剰揚水により地下水位が低下した場合、地盤沈下が発生しそれに伴う構造物の損傷や浸水被害および塩水混入といった問題が発生する。地盤沈下は地下の粘土層が排水圧密により収縮する不可逆的な現象で一旦生じると回復が困難である。日本では、昔から表流水を農業用水として開発・利用し、明治以後の新規水利用である上工水は水源を地下水に求めた。人口増や工業生産増に伴って地下水を大量に揚水したことにより、大阪、東京等の大都市とその周辺で大きな地盤沈下が起こり、地域によっては一年間に20cm以上、累計では5m以上の沈下もみられた（図-2.24）。



資料：平成30年度全国の地盤沈下地域の概要（環境省）を基に作成

図-2.24 代表地点の地盤沈下の推移

ことにより、大阪、東京等の大都市とその周辺で大きな地盤沈下が起こり、地域によっては一年間に20cm以上、累計では5m以上の沈下もみられた（図-2.24）。

持続可能な地下水利用を図るためには、地下水取水を規制し代替水源を確保する必要がある。1956年（昭和31年）に工業用水法が、1962年（昭和37年）に建築物用地下水採取の規制法が制定され、地下水利用の規制が進んだ。地方公共団体は条例を制定して独自の規制に乗り出した。地下水から表流水による代替水源を開発し、工業用水道を整備した。

地下水の保全・利用には地域特性に即したあり方を実現していく必要がある。観測データを集め、利用実態を把握して、地下水の保全と持続的利用が求められる。熊本地域は、昔から地下水が豊富であり、人口70万人以上の熊本市は水道水のすべてを地下水で賄っている。地下水の保全活動に行政、企業、住民が一体となって取り組み、調査研究の成果を踏まえた効率的・効果的な対策に取り組んでいる。

地下水の水質管理には、有害物質の地下浸透を未然に防止することが重要である。地下水は、いったん汚染されると浄化が容易ではなく、汚染が拡散する。基準を定めモニタリングを行い、異常値が発見された場合は、飲用指導、汚染井戸の周辺調査を早急に実施する必要がある。これらの対応のための体制を確立しておく事も必要である。

2.11 ダムの安全な管理・運用と機能の強化

ダムが決壊した場合、下流域に甚大な被害をもたらすため、厳格な承認プロセスや安全管理が重要である。地震や洪水の多い日本では、ダムを安全に管理、運用するための施策、制度が整備されてきた。法律、政令、技術基準、建設時の審査、運用時のモニタリング、連絡体制、点検体制が整えられた。これらを実施する組織整備や人材を育成した。ダムや堰の事業者は監督官庁より事業の認可を取得し、建設に関わる許可を河川管理者より取得する。計画、設計、工事完了、操作規則の策定の各段階での承認が必要である。

ダムからの洪水時放流量は、下流の安全性を考えて設定する必要がある。最大放流量は、下流地域の洪水流下能力から被害を及ぼさない流量（無害流量）に設定する。河川内からの避難時間を確保するために、急激な水位上昇を防ぐ必要がある。日本では、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30cmとしている。放流前に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、スピーカーやパトロールによる通知を行っている。ダム管理所は、水文データおよびダム操作の記録を、河川事務所に報告する義務がある。

流入量を超える放流は行わない。洪水被害を増加させるダムからの放流操作は行ってはならない。貯水池がこれ以上貯留できなくなると想定される場合は、ダムが無いのと同じ状況、つまり放流量を流入量と同じにする操作を行う。流入量を正確に把握することは難しいため、上流での雨量観測、流入する支川での水位観測などを充実する必要がある。

利水ダムの操作ルールの変更により洪水調節が可能である。日本では利水容量を使用して洪水調節を行う洪水対策を始めている。技術の進歩により降雨量の予測が精緻化されているため、事前に放流し洪水容量を確保できるよう、利水者と協定を結んでいる。事前放流した後、降雨によって貯水量が元に戻らない場合には政府が補償する。

土地改良区は老朽化した農業用ため池の点検、補強が必要である。ため池が決壊し、被害が発生した事故が起きている（図-2.25）。農業用ため池は約21万箇所あり、その約75%が150年以上前に築造された。離農や高齢化で利用者主体の管理組織が弱体化している。管理、保全のために法律が制定され、補強工事への財政補助制度も整えられてきた。



資料：福島県須賀川市藤沼決壊について 東北大学による
東日本大震災1か月後緊急報告会

図-2.25 藤沼ダム決壊状況

一流域に複数のダムが存在する場合、統合運用する事により効率的な水資源管理が可能である。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、東京首都圏を流域に持つ利根川（流域面積 16,400km²）では、9 ダムの統合運用を行っている。利水補給の優先順位をつけ、利水容量に対して流域が大きいダムすなわち回復しやすいダムから補給を行っている。

既存ダムを有効に活用するために、先進技術が活用されている。日本では、堤体の嵩上げによる貯水池容量の増量、設備の増設による放流能力の増加、水力発電設備、堆砂処理設備の増設などによるダムの機能強化が図られている（図-2.26）。



資料：国交省 北海道開発局 札幌開発部ウェブサイト

図-2.26 新桂沢ダム嵩上げ

2.12 大規模事業での環境社会配慮

大規模事業により集落・コミュニティ全体が水没する場合、コミュニティが崩壊しかねず、補償に加えてコミュニティの再建に努める必要がある（図-2.27）。移転住民や水源地域も事業の受益者となるように財源を含めて制度を整備しなければならない。本来、水資源事業は人々の生活を向上させ安全なものにするために実施されるが、一部の地域社会や生態系に負の影響をもたらすことがある。大規模事業では、コミュニティ全体が水没、破壊される場合があるため、土地、建物の損失補償、移転費等の支給だけでは不十分である。水没コミュニティが四散せず、再建できるように集団で移転できる代替地の整備が必要である。日本では水源地域対策特別措置法が制定され、道路や上下水道、住宅整備などの公共事業への財政支援、移転住民の税金軽減等が行われている。さらに、公共事業で負担できないきめ細やかな生活再建・地域振興を支援するため、水源地域対策基金が作られている。この基金は、ダムの治水、利水の便益を受ける下流の地方公共団体等からの負担金を財源にしている。水源地域の活性化に関わる人々の連携や人材育成の支援、観光プログラムの開発、地域産品の販路拡大等の取り組みが行なわれている。上下流交流事業では、事業の恩恵を受けている下流地域の住民が水源地域を訪れ、ダム施設を見学するだけでなく、貯水池の清掃活動やスポーツ交流を通じて親睦を深めている（図-2.28）。これらの活動により水源地域の現状や問題について理解を深めることが期待されている。水源地の森林保全、良質な水の安定供給のための財源として 2001 年（平成 13 年）に地方税として水源税が導入された。



資料：水源地対策の法制度や支援内容を基にプロジェクト研究チーム作成

図-2.27 流域全体での水源地対策支援



資料：利根川ダム統合管理事務所ウェブサイト

図-2.28 利根川水源地地域の環境保全活動

大規模事業では、環境影響を回避・低減するため、環境アセスメントを行い、様々な環境保全対策の実施が必要である。水資源開発施設は自然を循環している水を人為的に貯留・取水し、物質の循環を遮断するため、自然環境に及ぼす影響が大きい。日本では、①ビオトープ、魚道等の生態系保全、②ダムからの放流水による影響低減（冷水対策、富栄養化対策等）、③水源地の森林整備等が行われている（図-2.29）。



注釈：高低差の大きい箇所、切り欠き付きの越流隔を階段状に設置し、魚が休みながら遡上できる魚道

資料：国土交通省 北海道開発局 函館開発建設部 ウェブサイト

図-2.29 美利河ダムの魚道

2.13 人材育成・技術開発

明治時代、日本は外国人土木技術者を招聘して技術移転を進めた。1880年代、留学から帰国した技術者が公共事業を率先して行い後進の育成も行った。現在、日本の大学進学率は49%であり、一定数の土木系大学卒業生が毎年社会に送り出されている。OJT（On-the-Job Training）が人材育成の基本であり、職場・職位に応じたOJTを通じて自己啓発を積み重ねることで実践的な能力開発が行われている。OJT以外にもOff-JT（Off the Job Training）により能力開発の促進が行われている。Off-JTとしては、研修、講演会・講習会等への参加、技術資格の習得、学会活動等がある。

国は自ら研究開発を行いその成果を水平展開する必要がある。国の研究機関や関連団体は、研究開発を行い、その成果を公表している。この成果は、ガイドラインやマニュアル等として発行され利用されている。

民間企業等有する技術を活用する枠組みを作る必要がある。品質確保・品質向上の観点から、官公庁の工事・業務の委託契約に当たって、企業に技術提案を求める総合評価落札方式が行われている。日本では各企業が独自の研究開発を行っている。企業等の技術開発を振興するため、国交省は、河川砂防技術研究開発公募、革新的河川管理プロジェクト等の取り組みを行っている。