

水関連分野における気候変動への対策の動向



河川政策グループ
研究主幹 副総括
岡安 徹也



河川政策グループ
研究主幹 副総括
飯野 光則



河川政策グループ
首席研究員
柳澤 修



河川政策グループ
首席研究員
酒井 義尚



河川政策グループ
主任研究員
岡部 真人



河川政策グループ
研究員
白井 佑季

1 気候変動適応法について

1.1 法律の概要

本法律は、生活、社会、経済及び自然環境における気候変動影響が生じていること並びにこれが長期にわたり拡大するおそれがあることに鑑み、気候変動適応に関する計画の策定、気候変動影響及び気候変動適応に関する情報の提供その他必要な措置を講ずることにより、気候変動適応を推進し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与することを目的として、平成30年6月13日公布、同年12月1日に施行された。また同法に基づいて、今後おおむね5年間における気候変動適応に関する施策の基本的方向性や分野別施策等を記載した気候変動適応計画を同年11月27日に閣議決定した。

1.2 国土交通省における気候変動適応計画

国土交通省においては政府全体の気候変動適応計画の閣議決定に合わせ、平成27年11月に策定された国土交通省気候変動適応計画を改正した。同計画のうち、自然災害分野、水資源・水環境分野に関する適応施策の概要について図-1に示す。同計画に基づいて、国土交通省は全国に展開している地方支分局における現場業務、本省におけるハード・ソフト両面での制度等企画・立案業務等、幅広く業務を所掌する総合力を発揮して、適応策の展開に総力を挙げて取り組むこととしている。

[執筆担当：飯野]

2 水関連分野における気候変動への取り組み

2.1 国土交通省の検討会等の設置状況

表-1に、気候変動に関する国土交通省の水関連分野におけ

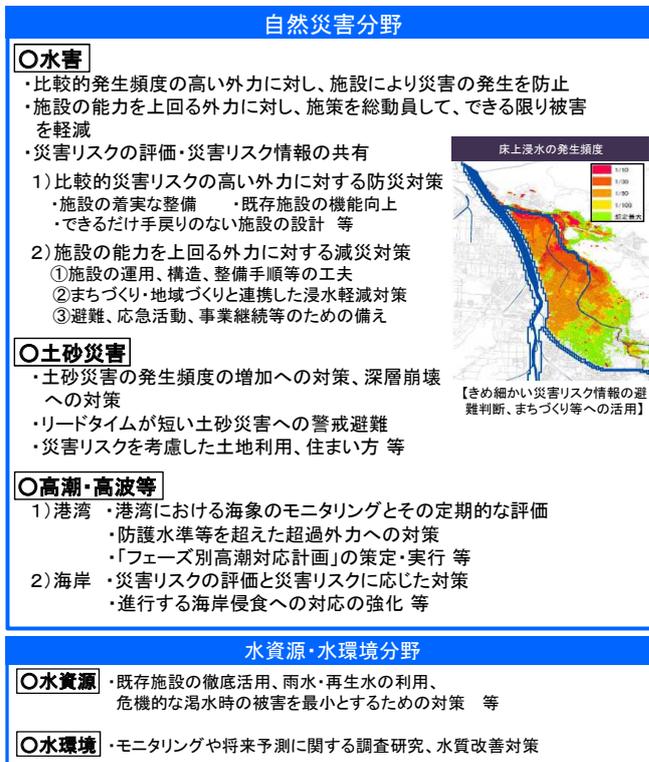


図-1 国土交通省気候変動適応計画（自然災害分野、水資源・水環境分野）の概要
(出典：国土交通省 HP)

表-1 気候変動に関する国土交通省の水関連分野における検討会等
(令和元年10月末時点)

検討会等	設立	開催回数	備考
気候変動に適応した治水対策検討小委員会（社会資本整備審議会河川分科会小委員会）	H19.8.27	22	答申：H20.6 答申：H27.8
気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会	H30.4.12	5	提言：R1.10
水資源分野における気候変動への適応策のあり方検討会	H24.7.11	9	
気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会	R1.10.2	1	

る検討会等の設置状況（令和元年10月末時点）を示す。このうち、「気候変動に適応した治水対策検討小委員会」、「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」については、検討会等における議論を踏まえ、適応策推進に関する答申・提言を取りまとめている。以下、各検討会等の概要を示す。

2.2 気候変動に適応した治水対策検討小委員会

気候変動に伴う水害、土砂災害、高潮災害等の頻度や規模などの特性の変化及び社会に与える影響を分析・評価し、これに対応するための適応策について検討を行うため、社会資本整備審議会河川分科会に「気候変動に適応した治水対策検討小委員会」を平成19年8月に設置した。同委員会では、水災害分野における適応策について、幅広い視点から適応策全般の基本的な方向を明らかにした答申が平成20年6月に取りまとめられた。

その後、答申に示された適応策をフォローアップするとともに、気候変動に関する新たな知見等を踏まえ、都市や地域の目指す将来の方向とも有機的に連携しつつ、今後更に取り組むべき適応策の基本的な考え方などを明らかにした答申（以下「小委員会答申」という）が平成27年8月に取りまとめられた。同答申の概要を図-2に示す。 [執筆担当：飯野]

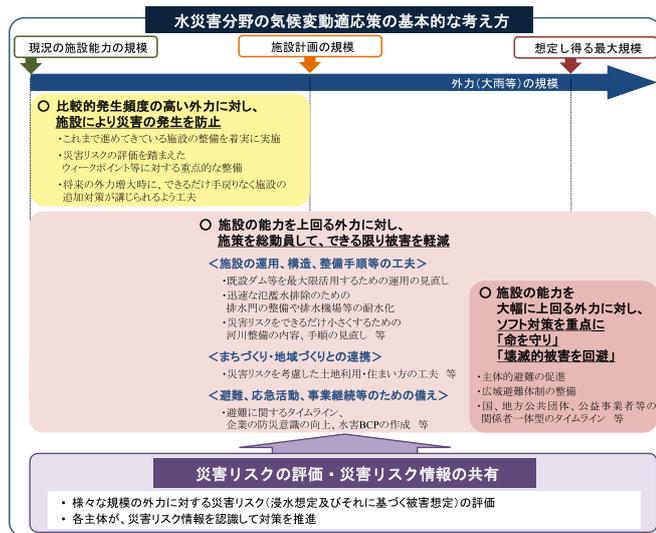


図-2 小委員会答申（H27.8）の概要
（出典：国土交通省 HP）

2.3 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」による第5次評価報告書（2013年）においては、「気候システムの温暖化には疑う余地がなく、21世紀末までにほとんどの地域で極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高いことなどが予測される」ことが報告されている。水災害分野における気候変動適応策としては、特に施設能力を上回る外力に対してできる限り被害を軽減するためのソフト対策を充実させてきたところであるが、ハード対策とソフト対策は、本来、一体的に取り組むべきものであり、ハード対策も含めた気候変動適応策の検

討が進められる環境を整える必要がある。

このため、「気候変動を踏まえた治水計画の前提となる外力の設定手法」、「気候変動を踏まえた治水計画に見直す手法」等について検討を行う「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」を平成30年4月に設置し、気候変動を踏まえた治水計画のあり方について検討を行い、令和元年10月に提言が取りまとめられた。

提言においては、顕在化している気候変動の状況を踏まえ、将来降雨の変化を将来降雨の予測データを基に将来の降雨量の変化倍率を提示している。また、水害対策の考え方として、水防災意識社会を再構築する取り組みをさらに強化するため、気候変動により増大する将来の水害リスクを徹底的に分析し、分かりやすく地域社会と共有し、社会全体で水害リスクを低減する取り組みを強化するとともに、河川のハード整備を充実し、早期に目標とする治水安全度の達成を目指し、災害リスクを考慮した土地利用や、流域が一体となった治水対策等を組合せることを示している。

また、治水計画については、これまでの実績の降雨を活用した手法から、気候変動の予測精度の不確実性が存在するものの、気候変動により予測される将来の降雨を活用する方法に転換することとしている。 [執筆担当：柳澤・岡部]

2.4 水資源分野における気候変動への適応策のあり方検討会

気候変動による将来の渇水規模・頻度の科学的な把握、適応の方向についての検討、及び水源が枯渇し国民生活や社会活動に深刻かつ重大な支障が生じる「ゼロ水」（危機的な渇水）への対応策についての検討を実施するため、「水資源分野における気候変動への適応策のあり方検討会」が平成24年7月に設置された。

第1回～第5回では、利根川、吉野川、筑後川の各流域の渇水発生要因等の分析を行い渇水指標（初期貯水量、融雪期回復量、夏期低減量）に関連する気象因子（特定期間の降水量）の抽出を行うとともに、気候変動モデル（RCM20、GCM20、AGCM3.1S、AGCM3.2S）によるシミュレーションを行い、近未来及び将来における連続無降雨日数及び渇水指標に関連する気象因子を試算し渇水状況を分析した結果、近未来、将来とも現在より渇水傾向にあるとの結論を得ている。また、気候変動モデルの精度を向上するためのバイアス補正についても検討が行われた。

第6回～第9回では、渇水の進展に伴う影響と危機的な渇水が発生した時の被害状況等について想定し、そのような状況に対する対応策としての渇水対応タイムラインの考え方等について検討している。 [執筆担当：酒井]

2.5 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」による第5次評価報告書（2013年）においては、「気候システムの温暖化には疑う余地がなく、大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、

海面水位は上昇している」こと、更に、「21世紀の間、世界全体で大気・海洋は昇温し続け、世界平均海面水位は上昇を続ける可能性が高い」ことなどが報告されている。

こうした中、平成30年には台風第21号に伴い大阪湾で既往最高の潮位を記録する高潮によって浸水被害が発生するなど、高潮等の脅威は勢いを増している。平均海面水位が上昇すれば、我が国の砂浜は広範囲にわたって影響を受け、消波等の機能が低下すると予測される。また、我が国の海岸保全施設は、昭和30年代に発生した伊勢湾台風等を契機に整備した施設が多く、整備から60年が経過する等、老朽化による更新時期を迎えている。

沿岸部における気候変動適応策としては、ハード・ソフトの施策を最適な組み合わせで戦略的かつ順応的に進めることで、「高潮等の災害リスク増大の抑制」及び「海岸における国土の保全」を図るとの方向性を示してきたところである。

国土交通省水管理・国土保全局をはじめとする海岸4省庁では、これまでの海岸保全の取組を踏まえつつ、気候変動適応策を具体化すべく、気候変動に伴う平均海面の水位上昇や台風の強大化等による沿岸地域への影響及び今後の海岸保全のあり方や海岸保全の前提となる外力の考え方、気候変動を踏まえた整備手法等について「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」を令和元年10月に設置し、来年度の取りまとめに向けて検討を開始したところである。 [執筆担当：岡安]

3 気候変動に関する調査・計画等の事例

ここでは、当センターにおいて、気候変動に関して調査・計画等の検討を行った事例を紹介する。

3.1 河川管理施設への影響検討

気候変動による河川への影響として、洪水流量の増加、流速の増加、計画高水位を超過する頻度の増加等が考えられ、河川管理施設等（堤防、ダム、水門・樋門等）の施設配置計画に対して影響を及ぼすことが想定された。このため、当センターでは、各施設への影響を表-2のとおり分類、整理し、各施設の具体的な対策の検討を進めている。[執筆担当：柳澤・岡部]

3.2 河川管理施設において気候変動の影響を考慮した事例

日光川水閘門は、将来の地球温暖化による海面上昇を考慮した構造を備えた河川管理施設の先駆的な事例として、平成30年3月に竣工した（写真-1）。

日光川水閘門は、災害史上未曾有の高潮被害をもたらした伊勢湾台風の復旧事業により、我が国最大のゼロメートル地域を抱える日光川流域の河口部に建設された。昭和37年の竣工以来、日光川流域の防災の要として住民の安全・安心に寄与してきたが、竣工後40年以上を経過し老朽化が進行するととも

表-2 気候変動による河川管理施設に与える影響

気候変動	河川への影響	影響を受ける施設	上流部(山地領域)	中流部(河道領域)	河口部(感潮領域)
1. 降雨の変化 ・総降雨量の増加 ・時空間分布の変化	基本高水を超える洪水の発生 ・洪水流量の増加	ダム、調整池、遊水池	ダムの洪水調節容量の不足(ダム再開発)	調整池、遊水池の容量不足(容量増強)	
		河道		河道の流下能力不足(堤防嵩上げ、河道掘削、高水敷切り下げ)	
		堤防		越流の可能性	
		堰・水門・樋門		堰・水門・樋門の疎通能力不足(改築等)	
	排水施設			排水機場等の排水能力不足	
	既設横断構造物	余裕高不足 橋梁の桁下不足→流下阻害			
・流速の増加		河道の制御施設	局所的な洗掘の進行(新たな護岸、水制、床止め設置) 流況の変化→河岸侵食(新たな護岸、水制、床止め設置)		
		既設横断構造物	局所的な洗掘の進行、施設の損傷		
・短時間降雨の増加	・表面流出量の増加	ダム、防災調整池、雨水貯留	設計洪水量を超える流量の流入(ダム再開発)	防災調整池、雨水貯留の能力を超える流出(施設増強)	
・洪水継続時間の長期化	・水位の高い時間の長期化	堤防	堤防への浸透が繰り返されることによる弱体化(堤防強化)		
・発生頻度の増加	・水位が高くなる頻度の増加	堤防	堤防への浸透が繰り返されることによる弱体化(堤防強化)		
		河道の制御施設	河岸侵食発生の可能性 水衝部の局所的な洗掘が促進(新たな護岸、水制、床止め設置)		
・土砂崩壊量の増加	土砂災害の大規模化・多発化 ・土砂流出量の増加	ダム	ダムへの堆砂		
		河道		河積減少(浚渫)	河口への堆積、河口閉塞(浚渫)
	・流木流出量の増加	ダム	ダムへの集積		
		河道		河川構造物への集積、河道閉塞(浚渫等)	
		既設横断構造物		橋梁等への集積、施設の損傷	
2. 海面上昇 ・平均海面の上昇 ・潮位偏差の変化	計画高潮位を超える頻度の増加 ・海面水位上昇	河道・堤防			堤防高の不足(堤防嵩上げ)
		排水施設			排水機場の排水能力不足
3. 気温の変化 (水温の変化)	森林植生帯分布の変化 ・表面流出量増加 生態系の変化	ダム、防災調整池、雨水貯留	設計洪水量を超える流量の流入(ダム再開発)	防災調整池、雨水貯留の能力を超える流出(施設増強)	
4. 低気圧の増加 (風速の増加)	風倒木の増加 ・流木流出量の増加	ダム	ダムへの集積		
		河道		河川構造物への集積、河道閉塞(浚渫等)	
		既設横断構造物		橋梁等への集積、施設の損傷	

に、東海地震をはじめとする大規模地震の影響により機能不全に陥ることが懸念された。また、地盤沈下等の影響により治水計画上も洪水流下の阻害となっていたことから、総合的な安全度の向上を図るべく、「日光川水閘門改築事業」が計画された。

当センターでは、平成 19～20 年度に愛知県より業務を受託し、「日光川水閘門改築技術検討委員会」を組織し、当時の社会的要請から、「ゲートの危機管理対策」「河川構造物の耐震対策」「地球温暖化に伴う気候変動への対応」「景観」「ラムサール条約に指定された藤前干潟への配慮」「長寿命化」「コスト縮減」等の観点から検討を行った。平成 20 年 6 月社会資本整備審議会答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変動への適応策のあり方について」では、海面水位の上昇は避けられないが、将来、具体的にどの時点でどの程度上昇するのかが不確実であったことから、委員会においては、段階的かつ柔軟に対応できるように、部位・部材毎に、あらかじめ対応しておくものと将来対応するものに分けて、対策方法を設定した(図-3)。

- あらかじめの対応：躯体や基礎は水位上昇に対応して後に改築することが難しいことから、手戻りとならないよう当初から対策を行う。
- 将来の対応：ゲート、ゲート設備及びカーテンウォールは、地盤沈下量、海面上昇量の将来の変化量を考慮して、将来、対策を行う。

現在、国土交通省では、小委員会答申を受けて、将来の海面水位の上昇等に対して、水門や樋門等についてはできるだけ容易に改造ができるような構造とすることや、改造が困難な門柱や基礎等については、設計時にあらかじめ影響を見込んだ設計とすること等、手戻りなく河川管理施設の整備を進めるための設計上の考え方や対策を具体化していくこととしている。当センターでは、今後とも国土交通省の検討を支援していくこととしている。 [執筆担当：柳澤]

3.3 気候変動を踏まえた総合的な治水方策の検討

流域の急激な都市化に伴う流出増に対応するため、総合治水対策特定河川事業や特定都市河川浸水被害対策法といった枠組みに基づき、これまで都市部を中心に流域一体となった総合的な治水対策が推進されてきた。一方で、地方部の中小河川等においては、上下流バランスや財政制約等の観点から整備水準が必ずしも高くないことに加え、各地で現況施設能力を上回る洪水が発生しており、今後、気候変動の影響に伴い豪雨が増加することも踏まえると、総合的な治水対策を全国的に展開する方策を検討する必要がある。

対策の実施に当たっては、流域の貯留機能を最大限確保するため、多様な機能を有するため池、水田などについて施設管理

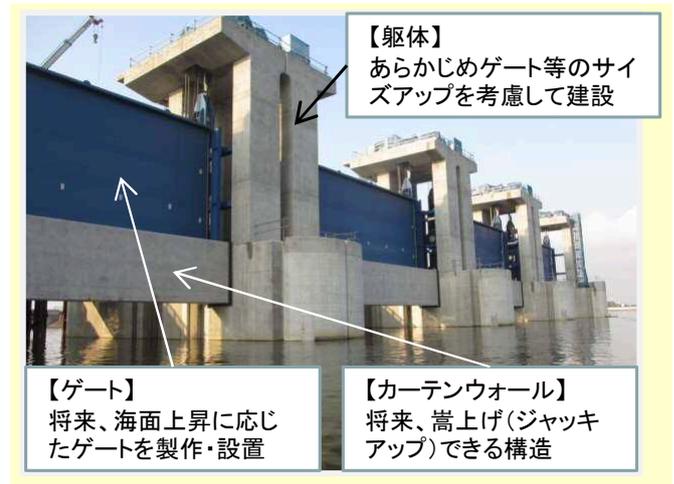


写真-1 将来の海面上昇に対応できる構造 (愛知県日光川水閘門)
(出典：愛知県 HP 資料)

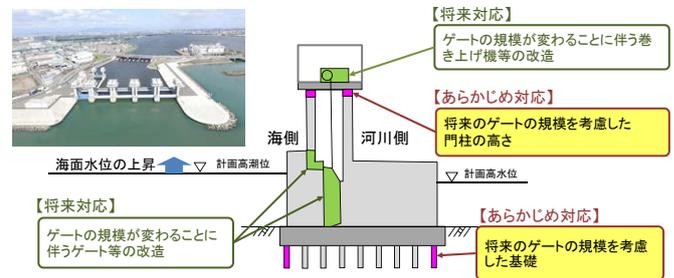


図-3 海面上昇に対する水門設計での対応イメージ
(出典：小委員会答申参考資料・国土交通省 HP)
(写真：愛知県提供)



写真-2 ため池の洪水吐に切り欠きを設置し、治水容量を確保した事例
(兵庫県南あわじ市高坂池)
(出典：「淡路島の水瓶「ため池」治水プロジェクト(兵庫県)」を一部加工)

者等と連携し、その機能の保全・有効活用等を図るなど、既存ストックの改良等により、効果的・効率的に流出抑制対策を推進することが有効である(写真-2、図-4)。

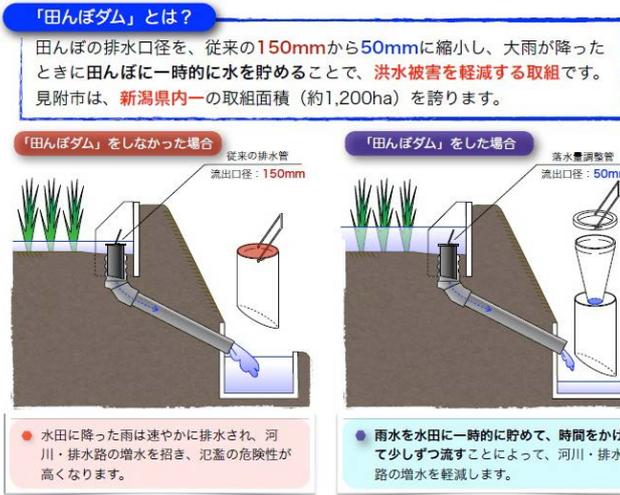


図-4 水田貯留（田んぼダム）
（出典：新潟県見附市 HP）

また、災害リスクを考慮したまちづくりは、全国的に十分に進んでいるとは言えない状況である。まちづくりに関しては、都市のスポンジ化、低未利用地の増加等の問題があり、都市再生特別措置法に基づく立地適正化計画により、災害リスクも考慮した居住の誘導を図り、安全でコンパクトなまちづくりが求められている。

こうした動きを捉え、今後は、様々な規模の外力による地域の災害リスク情報をきめ細かく提示した上で、河川等の担当部局とまちづくりの担当部局が連携し、災害の危険性のより低い地域へ居住の誘導を図り、必要に応じて建築物の構造等の工夫を促すとともに、効率的な治水対策によって安全性を向上させる取組を一体的に推進する必要がある。さらに、居住を誘導する区域外の地域における跡地等について、保水、遊水機能の保全が図られるような方策について検討することも重要である（図-5）。

災害リスクを考慮した土地利用・住まい方の工夫の促進

- 床上浸水の頻度が高い地域など、災害リスクの高い地域を提示することを通じて、災害リスクの低い地域への居住や都市機能の誘導等を促す
- 特に、浸水深が大きく、人命に関するリスクが極めて高い地域などは、その災害リスクを提示し、建築物の構造等の工夫を促す

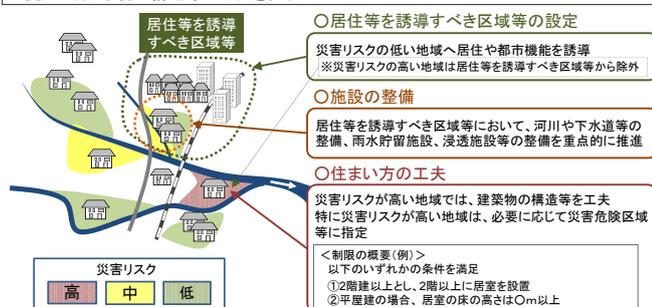


図-5 災害リスクを考慮した土地利用・住まい方の工夫
（出典：小委員会答申参考資料・国土交通省 HP）

これらの総合的な治水対策やまちづくりとの連携に関して、今後は自治体等による先進的な取組事例や活用できる支援制度等について全国的に周知を図るとともに、新たな支援方策等の

検討を行っていく必要がある。当センターとしても、国土交通省の検討の支援をしていくこととしている。

【執筆担当：白井】

3.4 SIP スーパー台風予測システムの開発

府省・分野を超えた横断型の研究開発プログラムである「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」において、「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」が令和4年度までの5箇年計画で研究開発が推進されている。

気候変動によって今後生じうるスーパー台風に対処するため、本研究では、72時間先の高潮・洪水予測情報を予測幅とともに提供し、それを用いてダムや水門の機能を最大利用して「逃げ遅れゼロ」・「経済早期復旧」を実現することを目的に、以下のシステム開発の社会実装を目標としている。

- ①高潮・洪水予測：全国の河川・海岸を対象に72時間先の台風・降雨のアンサンブル予報を活用したリアルタイム予測情報を予測幅と合わせて、地先での最悪事態を予測するハザード予測システムを開発する。潮位、越波高・越流量、河川水位・流量、氾濫を予測対象とし、全国の河川流量は解像度150m、沿岸都市域の高潮氾濫は解像度3mを有する予測システム。
- ②ダム管理：15日前からのアンサンブル降雨予測と上記の洪水予測を活用し、利水調整をリアルタイムで逐次実施しながらダム容量を最大限利用する統合ダム管理システム。
- ③水門管理：全国に立地する2万余の小規模な既設水門を対象に試験運用を踏まえ、電源喪失や通信途絶等の過酷状況下で自動閉鎖や開閉状況一元監視できるシステム。

上記の予測や施設操作のシステムが社会実装されることにより、近年多発している水害の激甚化に対するハード・ソフトの防災力の向上が期待される。引き続き、研究責任者である京大立川康人教授のご指導の下、当センターはスーパー台風予測システム開発の事務局として、開発を鋭意進めていくこととしている。

参考：内閣府・戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）
<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/index.html>

【執筆担当：岡安】

3.5 濁水対応タイムライン作成のためのガイドライン（初版）の作成

国土交通省気候変動適応計画には「濁水に対する適応策を推進するため、関係者が連携して、濁水による影響・被害の想定や、濁水による被害を軽減するための対策等を定める濁水対応タイムライン（時系列の行動計画）の作成を促進する」、「濁水対策の検討を支援するガイドラインの作成」と記載されている。これを踏まえ、水管理・国土保全局水資源部では「濁水対応タイムライン作成のためのガイドライン（初版）」を取りまとめた（図-6、図-7）。

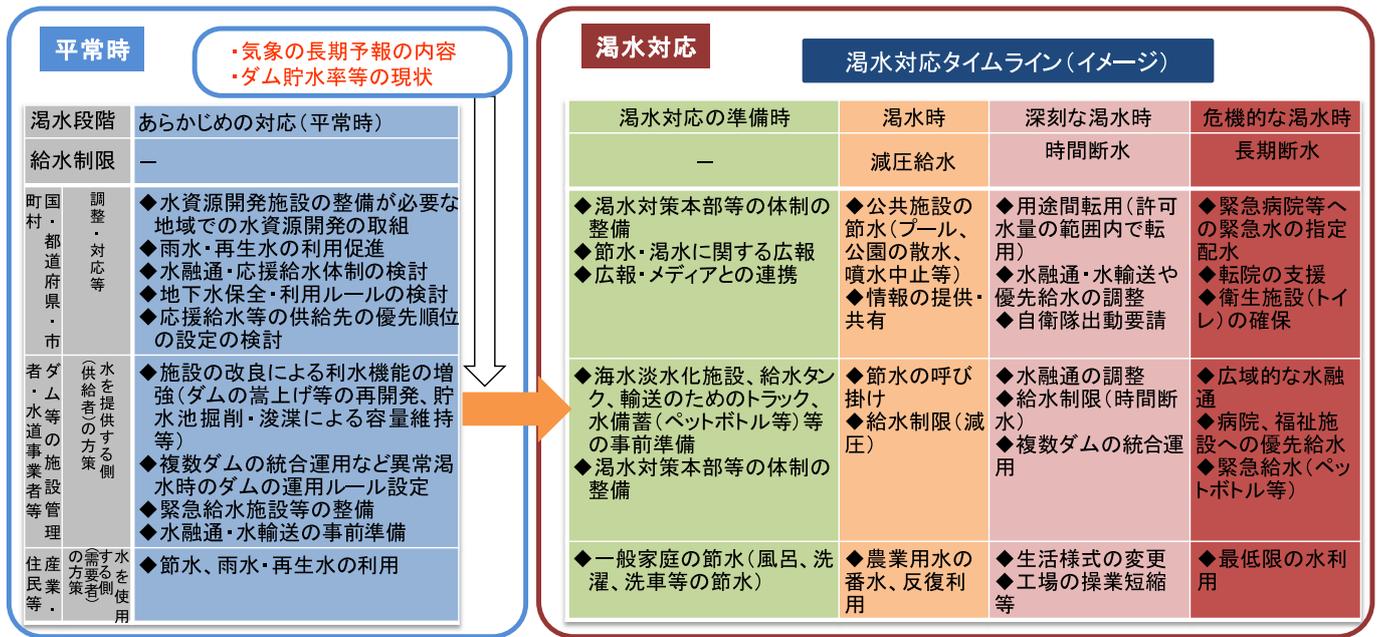


図-6 渇水タイムラインのイメージ
(出典：国土交通省 HP)

渇水対応タイムラインとは、渇水関係機関の連携のもと作成する、渇水の深刻度の進展と影響・被害を想定した「渇水シナリオ」と、渇水による被害の軽減と最小化のための対策等を時系列で整理した「行動計画」で構成され、その目的は、渇水関係機関が渇水による影響や被害などのリスクの認識を共有するとともに、それに対する様々な対策があることを共有することで、被害の軽減と最小化を図るものとしている。

渇水対応タイムラインを作成するメリットとしては、次の5項目が挙げられている。

- ① 渇水関係機関が互いに顔の見える関係が構築され、連携強化が図れる。
- ② 渇水関係機関の対策時期と内容の明確化により、相互の対策の整合性の確認を通じて対策の漏れが防止されるだけでなく、対策の限界が明らかになる。
- ③ 渇水の深刻度の進展に先行して事前の対応準備が可能となり、落ち着いて渇水の対応に当たることができる。
- ④ 渇水対応のふりかえり(検証)、改善(PDCAサイクル)が容易に行える。
- ⑤ 渇水対応力の維持・向上。

今後、当センターでは、本ガイドラインを参考としつつ、各河川流域の水利用の特性に応じた渇水対応タイムラインの作成を支援することで、渇水に強い地域づくりに貢献していくこととしている。
[執筆担当：酒井]

3.6 まとめ

以上、当センターでの気候変動に関する検討事例を紹介した。令和元年には8月豪雨、台風第15号、第19号等により東日本をはじめとした広い地域で大きな被害を受けた。ま

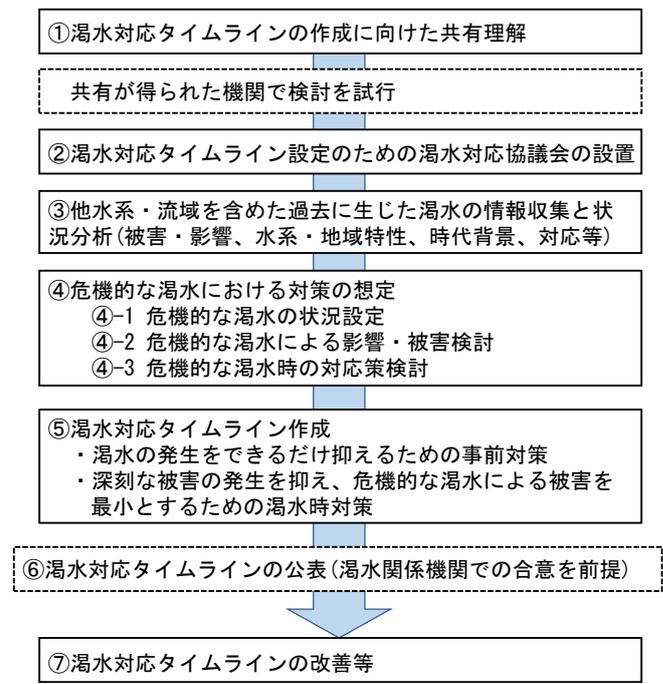


図-7 渇水タイムラインの作成手順

た、平成30年も西日本豪雨等により広域的に大被害を受けており、気候変動による影響は年々顕在化し、対策の早急な実行が望まれている。気候変動の影響は、洪水のみならず、渇水などの被害をより悪化させ、国民生活や経済活動に大きな影響を与えていくため、広くアイデアを募集し、知恵を結集し対応していくことが求められている。

当センターも、これまで蓄積した知識、経験等を生かして、引き続き、水関連分野における気候変動への対策の検討に貢献していきたい。