

水災害分野における 気候変動適応策のあり方について

～災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ～

中間とりまとめ

平成 27 年 2 月

社会資本整備審議会 河川分科会
気候変動に適応した治水対策検討小委員会

目 次

1 はじめに	・・・ 1
2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響	・・・ 3
2.1 気候や水災害の状況	・・・ 3
2.2 将来の気候や水災害	・・・ 6
3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向	・・・ 9
4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方	・・・ 13
4.1 現状と課題	・・・ 13
4.2 基本的な枠組み	・・・ 15
5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容	・・・ 17
5.1 災害リスクの評価	・・・ 17
5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策	・・・ 21
5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策	
5.2.2 施設の能力を上回る外力に対する減災対策	
1) 施設の運用、構造、整備手順等の工夫	
2) まちづくり・地域づくりとの連携	
3) 避難、応急活動、事業継続等のための備え	
5.3 土砂災害に対する適応策	・・・ 33
5.4 渇水に対する適応策	・・・ 37
5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策	
5.4.2 施設の能力を上回る渇水による被害を軽減する対策	
5.5 適応策を推進するための共通的事項	・・・ 40
5.5.1 国土監視、気候変動予測等の高度化	
5.5.2 地方公共団体等との連携、支援の充実	
5.5.3 調査、研究、技術開発の推進等	
5.5.4 技術の継承等	
6 おわりに	・・・ 42

1 はじめに

近年、時間雨量 50mm 以上の短時間強雨の発生件数が約 30 年前の約 1.4 倍に増加し、日降水量 100mm、200mm 以上の発生日数も増加している。一方、無降水日数（日降水量 1.0mm 未満の日数）も増加している。また、新宮川水系や矢部川水系では河川整備基本方針で定める基本高水を上回る洪水が発生するとともに、伊豆大島や広島市においては大規模な土砂災害が発生するなど、全国各地で水害・土砂災害が頻発し、甚大な被害が発生している。

世界各地においても、ハリケーン・サンディによるニューヨーク都市圏での高潮災害や、スーパー台風によるフィリピンでの高潮災害など、激甚な水災害¹⁾が発生している。

平成 26 年 11 月に公表された IPCC²⁾第 5 次評価報告書統合報告書において、気候システムの温暖化について疑う余地はないことが示されており、地球温暖化が進行すると、今後、さらにこのような水災害の頻発化・激甚化が懸念される。

地球温暖化への対応については、平成 24 年 11 月にドーハで開催された COP³⁾18 における国際的な合意⁴⁾の下で世界平均地上気温の上昇を産業革命前に比べて 2℃以内にとどめられたとしても、我が国において気温の上昇、降水量の変化など様々な気候の変化、海面の上昇、海洋の酸性化などが生ずる可能性があり、災害、食料、健康などの様々な面で影響が生ずることが予想されている。これらのことから、緩和への取組を着実に進めるとともに、すでに表れている影響や今後中長期的に避けることのできない影響への適応を計画的に進めることが必要となっている。

水災害分野における気候変動適応策については、平成 20 年 6 月に「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）」を示し、例えば以下のような施策が進められてきている。

- ・気候変動による降水量変化が洪水流量等に及ぼす影響等について検討し、平成 25 年 8 月に中間報告⁵⁾として公表
- ・危機的な渇水となる降水状況とその影響・被害想定に関する検討
- ・洪水等に伴う人的被害等も含む災害リスクを定量的に算出する手法の作

¹⁾ ここでは水害（洪水、内水、高潮）、土砂災害、渇水被害をいう

²⁾ IPCC：気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change）

人為起源による気候変動、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、昭和 63 年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された組織

³⁾ COP：気候変動枠組条約締約国会議（Conference of the Parties）

⁴⁾ 世界の平均気温上昇を産業革命以前と比べて 2℃以内に抑えるために必要とされる温室効果ガスの大幅な排出削減に早急に取り組むというもの

⁵⁾ 国土交通省国土技術政策総合研究所気候変動適応研究本部：気候変動適応策に関する研究（中間報告）、2013

<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn/tnn0749.htm>

成と、国管理河川における試算

- ・局所的な雨量をほぼリアルタイムに観測できる XRAIN（XバンドMPレーダネットワーク）の運用を平成22年より開始（平成27年1月時点で38基整備済み）

しかしながら、我が国において、適応策が十分に進められているとは言えない。一方、諸外国の一部においては、既に気候変動により増大する外力（災害の原因となる豪雨、洪水、高潮等の自然現象）を踏まえた施設計画や設計における対策が進められ、また、低頻度または極端な洪水に対する浸水想定作成等の対策が進められるなど、適応策等が推進されている。

また、水災害分野に限らず、諸外国の一部においては気候変動による影響の評価や国全体の適応計画等が策定されている。我が国においても、現在、中央環境審議会地球環境部会気候変動影響評価等小委員会において、既存の研究による気候変動予測や影響評価等について整理し、気候変動が日本に与える影響及びリスクの評価について審議がされている。さらに平成27年夏頃を目途に政府全体の「適応計画」を策定する予定となっている。

このようなことから、平成25年12月に国土交通大臣から社会資本整備審議会会長に対して「水災害分野に係る気候変動適応策のあり方について」が諮問され、同会長より河川分科会長あてに付託された。これを受け、「社会資本整備審議会 河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会」を平成26年1月に約5年ぶりに開催した。その後計10回開催し、水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方などを明らかにし、中間とりまとめを行った。

2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響

2.1 気候や水災害の状況

(気候)

平成 25 年 9 月から平成 26 年 11 月にかけて、IPCC 総会において最新の科学的知見をまとめた第 5 次評価報告書（第 1 作業部会報告書（自然科学的根拠に関する報告書）、第 2 作業部会報告書（影響・適応・脆弱性に関する報告書）、第 3 作業部会報告書（緩和策に関する報告書）、統合報告書）が承認・公表された。平成 26 年 11 月に公表された統合報告書では、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、また 1950 年代以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものであること、また世界平均地上気温は 1850～1900 年と 1986～2005 年を比較して 0.61℃上昇し、世界平均海面水位は 1901～2010 年に 0.19m 上昇していることなどが示されている⁶⁾。

我が国においては、時間雨量 50mm を超える短時間強雨の発生件数が約 30 年前の約 1.4 倍に増加するとともに、日降水量 100mm、200mm 以上の大雨の発生日数も増加⁷⁾している。また、平成 25 年は約 1 割の観測所で観測史上 1 位の時間雨量を記録し、平成 26 年は総雨量 1,000mm を超える豪雨が高知県において月 2 回発生した。一方、降水の日数（日降水量 1.0mm 以上の日数）については減少している⁷⁾。

また、日本沿岸の海面水位については、長期的（1906 年以降）には明瞭な上昇傾向は見られないが、現在の観測体制となった 1960 年以降は上昇傾向が明瞭に現れており、2013 年までの上昇率は年あたり 1.1mm である⁷⁾。また、長い期間（40 年を目安）のデータを活用できる験潮場等における地盤沈降・隆起の影響を加味した海面変動の経年解析によると、多くの験潮場等で 1980 年以降では年間 3mm 程度の上昇が確認されている⁵⁾。

(水害・土砂災害)

全国各地で毎年のように甚大な水害や土砂災害が発生している。

平成 23 年 9 月には、台風 12 号により、紀伊半島の一部では総雨量 2,000mm を超える大雨となり、新宮川水系では河川整備基本方針の基本高水のピーク流量を上回り、我が国の観測史上最大の流量（約 24,000m³/s）を記録した。また、土砂災害については、表土層だけでなく深層の地盤から大規模に崩落する「深層崩壊」も多発し、奈良県、和歌山県内の 17 箇所では河道閉塞が生じた。この台風により死者・行方不明者 98 名、被災建物棟数約 30,000 棟などの被害となった。

⁶⁾ 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) : 第 5 次評価報告書統合報告書 政策決定者向け要約の概要 (速報版) , 2014

http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_syr_outline.pdf

⁷⁾ 気象庁 : 気候変動監視レポート 2013, 2013

http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2013/pdf/ccmr2013_all.pdf

平成 24 年 7 月には、九州北部豪雨等により、熊本県阿蘇地方で観測史上最大となる 3 時間で 315mm の降雨量を記録し、多くの箇所で土砂災害が発生した。また、矢部川水系では河川整備基本方針の基本高水のピーク流量を上回る観測史上最大の流量となり、計画高水位を 5 時間以上超過し、基盤漏水によって堤防が決壊して広域にわたる浸水が発生した。この豪雨により死者・行方不明者 32 名、被災建物棟数約 12,000 棟などの被害となった。

平成 25 年 9 月には、台風 18 号の豪雨により、特に激しい大雨となった京都府、滋賀県、福井県では、運用開始以来初となる特別警報が発令された。由良川水系では大規模な浸水被害が発生し、福知山市、綾部市の約 38,000 世帯に避難指示が発令された。この豪雨により死者・行方不明者 7 名、被災建物棟数約 12,000 棟などの被害が生じた。京都府の桂川では、観測史上最高の水位を記録し、越水による堤防決壊の危機にさらされたが、淀川上流ダム群により最大限の洪水調節が行われるとともに、懸命の水防活動により、堤防決壊という最悪の事態が回避された。

同年 10 月には、台風 26 号により、伊豆大島において連続雨量が 800mm を超える大雨となり、土石流が流域界を超えて流下するとともに大量に発生した流木により被害が拡大し、死者 36 名などの被害が発生した。

平成 26 年 8 月には、広島市において、バックビルディング現象により積乱雲が次々と発生し、線状降水帯を形成し、午前 1 時より 3 時間で 217mm の降雨量を記録した。避難勧告が発令される前に土砂災害等が発生し、死者 74 名の甚大な被害となった。

また、時間雨量 50mm を超えるようないわゆるゲリラ豪雨が頻発しており、これにより人命、資産、社会経済等に被害をもたらす水害・土砂災害が全国各地で発生している。

世界各地でも毎年のように甚大な被害が発生している。

2011 年 9 月には、タイにおいて、長期間の豪雨によりチャオプラヤ川が氾濫し、2 か月以上にわたり浸水が継続した。この水害では、7 工業団地（全 804 社のうち日系企業約 449 社）で浸水被害が発生し、サプライチェーンを通じて世界中の経済活動にも大きな影響を及ぼした。

2012 年 10 月には、ハリケーン・サンディによる高潮により、アメリカやカナダで 73 名が亡くなった。また、ニューヨーク都市圏では、地下トンネルや駅への浸水による地下鉄の停止、800 万世帯に及ぶ停電などにより、ビジネス活動が停止（ニューヨーク証券取引場も 2 日間閉鎖）するとともに、その影響は国外の経済活動にも及び、被害額は約 800 億ドル（ニューヨーク州、ニュージャージー州の合計）に及んだ。しかし、関係機関等で災害リスク情報等を共有し、災害発生前からの行動計画を策定し、事前の対策が行われていた結果、迅速な復旧がなされた。例えば、地下鉄においては、ハリケーン上陸 1 週間前から土のうの配備等を始め、発災前日には低地部の車両や主要電気設備を高い場所に避難させて地下鉄の運行を停止する等の事

前の備えにより、2日後には地下鉄の一部区間の運行を再開することができた。

2013年11月には、フィリピンで、中心気圧が895ヘクトパスカル、最大瞬間風速が90m/sのスーパー台風（台風30号HAIYAN）により、約5mの潮位上昇に加えて2~3mの波が重なった高潮が発生し、死者・行方不明者7,000人以上、被災者約1,600万人に及ぶ大きな被害となった。

2014年5月には、バルカン半島のセルビア、ボスニア・ヘルツェゴビナで、過去120年で最大となる豪雨により、水害・土砂災害が発生し、死者60名以上の被害となった。

（渇水被害）

平成25年夏には、関東、中部、四国地方を中心に、平年に比べ降水量が少ない状況が続き、吉野川水系では8月下旬に取水制限率が50%に及び、また、豊川水系の宇連ダムの利水貯水量がほぼ0%になるなど、全国18水系23河川の一級河川で取水制限が実施された。愛知県豊橋市、蒲郡市等では減圧給水によりプールの利用停止や公営施設の入浴停止等の影響があり、農業用水では番水及び反復利用の強化による用水不足への対応がとられた。近年も、ダムの利水貯水量が枯渇するなど、全国各地において渇水被害が発生している。

諸外国でも、近年、過去に例の無いような渇水被害が発生しており、WMOの報告書によると渇水によりアメリカでは約200億ドル（2012年）、オーストラリアでは約151.5億ドル（1981年）の経済的損失が生じた。

2006年には、オーストラリアにおいて、マレー・ダーリング川流域の降水量が著しく少なく、オーストラリアの小麦の生産量が前年と比較して約60%減少するなど農作物生産に大きな影響が生じた。また、2012年には、アメリカ・カナダでは広範囲で厳しい干ばつに見舞われ、アメリカのとうもろこしの生産量が前年と比較して約13%減少したことから、とうもろこし等の国際価格は8月~9月にかけて史上最高値を記録し、これによって飼料産業等にも影響が波及した。また、カリフォルニア州では、2012年から続く深刻な渇水に対応するため、州知事は2014年1月に干ばつ非常事態を宣言し、都市部での洗車や水まきを規制する緊急の節水策を実施した。

2.2 将来の気候や水災害

(気候)

IPCC 第 5 次評価報告書において、21 世紀末までに、世界平均地上気温は 0.3～4.8℃上昇、世界平均海面水位は 0.26～0.82m 上昇する可能性が高いことや、21 世紀末までにほとんどの地域で極端な高温が増加することがほぼ確実であり、中緯度の陸域のほとんど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が示されている⁸⁾。また、北西太平洋において、強い台風の発生数、台風の最大強度、最大強度時の降水強度は現在と比較して増加する傾向があると予測されている⁹⁾。

我が国の将来の気候については、年平均気温は全国的に上昇が予測され、大雨による降水量も全国的に増加することが予測されている一方、無降水日数も全国的に増加することが予測されている^{10),11)}。

SRES シナリオ¹²⁾ (A1B シナリオのみ) による将来気候での大雨や短時間強雨の発生頻度は全国的に増加し、時間雨量 50mm 以上の年間発生回数は約 2.7 倍に、日降水量 200mm 以上の年間発生回数は約 1.6 倍になる¹⁰⁾。また、年降水量の全国平均は有意に増加する一方で、無降水日の年間日数は全国平均で 7.7 日増加し、最深積雪は多くの地域で減少し全国平均で約 20cm 減少する¹⁰⁾。

RCP シナリオ¹³⁾ (RCP2.6、4.5、6.0、8.5 の 4 つのシナリオ) による将来気候での大雨による降水量 (上位 5%の降水イベントによる日降水量) は多

⁸⁾ 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) : 第 5 次評価報告書第 1 作業部会報告書 政策決定者向け要約 (気象庁訳) , 2013

http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc_ar5_wg1_spm_jpn.pdf

⁹⁾ 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) : Climate Change 2013: The Physical Science Basis: WORKING GROUP I CONTRIBUTION TO THE FIFTH ASSESMENT REPORT OF THE INETEGOVERMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, pp.1250, 2013

<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

¹⁰⁾ 気象庁 : 地球温暖化予測情報 第 8 巻, 2013

<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/GWP/Vol8/pdf/all.pdf>

¹¹⁾ 環境省、気象庁 : 日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について (お知らせ) , 2014

<http://www.env.go.jp/press/19034.html>

¹²⁾ SRES シナリオ (Special Report on Emission Scenarios) : IPCC が 2000 年に発表した「排出シナリオに関する特別報告書」の中で定めたシナリオ。様々な将来の社会変化を想定し、それぞれの想定 (シナリオ) に応じた将来の温室効果ガス排出量を推定した。A1B シナリオはその一つであり、高度経済成長が続き、グローバル化の進行により地域間格差が縮小、新しい技術が急速に広まる未来社会で、すべてのエネルギー源のバランスを重視すると想定したもの。21 世紀半ばまで排出量が増加し、ピークを迎えた後、緩やかに減少する経過をたどり、2100 年頃の大気中二酸化炭素濃度は約 700ppm に達することが想定される。

¹³⁾ RCP (Representative Concentration Pathways) シナリオ : 政策的な温室効果ガスの緩和策を前提として、将来の温室効果ガス安定化レベルとそこに至るまでの経路のうち代表的なもの (代表的濃度経路) を選び作成したシナリオ。IPCC 第 5 次評価報告書からこのシナリオ区分に基づいた気候の予測や影響評価が行われるようになった。RCP シナリオでは、シナリオ相互の放射強制力が明確に離れていることなど考慮して、2100 年以降も放射強制力の上昇が続く「高位参照シナリオ」(RCP8.5)、2100 年までにピークを迎えその後減少する「低位安定化シナリオ」(RCP2.6)、これらの間に位置して 2100 年以降に安定化する「高位安定化シナリオ」(RCP6.0) と「中位安定化シナリオ」(RCP4.5) の 4 シナリオが選択された。

くのシナリオ・ケースで増加傾向を示し、全国平均では温室効果ガスの排出量が少ない場合 (RCP2.6) で 10.3%増加、非常に多い場合 (RCP8.5) で 25.5%増加する¹¹⁾。また、年降水量はシナリオの違いによる傾向は不明瞭であり、ケースによって増加する場合も減少する場合もある。無降水日の年間日数は、多くのシナリオ・ケースで増加傾向を示し、全国平均では温室効果ガスの排出量が少ない場合 (RCP2.6) で 1.1 日増加、非常に多い場合 (RCP8.5) で 10.7 日増加する。年最深積雪は沖縄・奄美を除き全てのシナリオ・ケースで減少し、全国平均では温室効果ガスの排出量が少ない場合 (RCP2.6) で 6cm 減少、非常に多い場合 (RCP8.5) で 34cm 減少する¹¹⁾。

(水災害)

IPCC 第 5 次評価報告書によると、近年 (1986～2005 年) の世界平均気温に対し 1°C 上昇することにより極端な気象現象による熱波・沿岸洪水などのリスクが高くなることや、確信度の高い複数の分野や地域に及ぶ主要なリスクとして以下の 8 つが示されている¹⁴⁾。

- ・海面上昇、沿岸での高潮被害などによるリスク
- ・大都市部への洪水による被害のリスク
- ・極端な気象現象によるインフラ等の機能停止のリスク
- ・熱波による、特に都市部の脆弱な層における死亡や疾病のリスク
- ・気温上昇、干ばつ等による食料安全保障が脅かされるリスク
- ・水資源不足と農業生産減少による農村部の生計及び所得損失のリスク
- ・沿岸海域における生計に重要な海洋生態系の損失リスク
- ・陸域及び内水生態系がもたらすサービスの損失リスク

全国の一級水系においては、現在気候と比べ将来気候 (SRES A1B シナリオ) において年最大流域平均雨量が約 1.1～1.3 倍に、基本高水を超える洪水の発生頻度が約 1.8～4.4 倍になることが予測されており⁹⁾、今後、水害が頻発するとともに、激甚化することが想定される。また、低平地やゼロメートル地帯では、市街化の進展により流出量が増加している上に、自然排水が困難であることから、洪水・内水・高潮による浸水が長時間に及ぶことが想定される¹⁵⁾。特に三大湾のゼロメートル地帯においては、海面水位が 80cm 上昇すると仮定した場合、海面水位以下となる面積が約 6 割、人口が約 4 割増加するなど、水害のリスクが増大する。

¹⁴⁾ 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) : 第 5 次評価報告書第 2 作業部会報告書 政策決定者向け要約 (環境省訳) , 2014

http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg2_spmj.pdf

¹⁵⁾ 文部科学省、気象庁、環境省 : 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート『日本の気候変動とその影響』(2012 年度版) , 2013

http://www.env.go.jp/earth/ondanka/rep130412/report_full.pdf

土砂災害に関して、土石流やがけ崩れといった現象が、降雨の激甚化に伴い、大規模化、多発化するとともに、降雨の降り始めから土砂災害が発生するまでの時間が短くなる可能性が懸念されている¹⁶⁾。また、累積雨量が400mmを超過するケースが増えると深層崩壊発生危険度が高まると考えられている¹⁶⁾。

渇水に関して、無降水日数の増加や積雪量の減少による渇水の増加が予測されている。河川の源流域において積雪量が減少すると、融雪期に生じる最大流量が減少するとともに、そのピーク時期が現在より早まることが想定される。これにより、春先の農業用水の需要期における河川流量が減少すると考えられる¹⁵⁾。

また、中央環境審議会地球環境部会気候変動影響評価等小委員会より平成27年1月に示された「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について（意見具申）（案）¹⁷⁾」では、気候変動は日本にどのような影響を与えうるのか、その影響の程度、可能性等（重大性）、影響の発現時期や適応の着手・重要な意思決定が必要な時期（緊急性）、情報の確からしさ（確信度）はどの程度であるかを科学的観点からとりまとめている。例えば、洪水、高潮については「重大性：特に大きい、緊急性：高い、確信度：高い」と示されている。

¹⁶⁾ 社砂防学会：流域の土砂生産・流出と自然環境変化の相互作用に関する研究報告書, 2011

¹⁷⁾ 中央環境審議会地球環境部会気候変動影響評価等小委員会：日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について（意見具申）（案），2015
<http://www.env.go.jp/press/100238-print.html>

3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向

(比較的発生頻度の高い外力に対する施設計画や設計での適応策の例)

オランダでは、2001年にライン川ロビス地点の年超過確率 1/1,250 の計画流量 $15,000\text{m}^3/\text{s}$ を $16,000\text{m}^3/\text{s}$ に引き上げ¹⁸⁾、例えばレント市付近では既存の堤防を堤内地側へ約 350m 引堤するとともに新たに分水路の整備などを進めている。また、2015年以降、今世紀末までの気候変動予測を踏まえ計画流量を $18,000\text{m}^3/\text{s}$ に引き上げ¹⁹⁾、さらに整備を進めることとしている。

イギリスでは、国の指針において気候変動予測を踏まえた将来の洪水流量や海面上昇量等の変化率を設定し、将来の変化に対応可能な洪水・海岸侵食対策を決定することとしている。例えば、テムズ川流域の洪水調節施設（年超過確率 1/200 規模）については、2006年に策定された指針に基づく洪水流量の変化²⁰⁾（20%増）を予め見込んで貯水容量を決定するとともに、その後 2011年に改訂された指針に基づく洪水流量の変化²¹⁾の上限値（70%増）でも堤体や洪水吐きが安全であることを確認している。

ドイツでは、例えばバイエルン州などにおいて、2050年までの気候変動の影響を考慮し、気候変動係数²²⁾により設計流量（一般的に年超過確率 1/100 の洪水流量）の割増を行っている。堤防の整備においては、将来、嵩上げが必要になった場合にも容易に対応できるよう、事前に隣接する用地を確保している。また、橋梁については当初から気候変動係数で割増した流量で設計するとともに、新設の護岸等の構造物については将来の嵩上げが必要になっても容易に対応できるように設計している。

イタリアでは、ベネチアにおいて、高潮対策として可動堰を設置するモーゼ計画を進めている。同計画においては地球温暖化による海面上昇を見込んでおり、 60cm ²³⁾までの海面上昇に対応している。

アメリカでは、陸軍工兵隊が実施する土木事業のプログラムにおいて、将来の海面水位の上昇について、IPCC 第 5 次評価報告書における予測結果を

¹⁸⁾ 1993年に $16,000\text{m}^3/\text{s}$ から $15,000\text{m}^3/\text{s}$ に引き下げたものの、1993年および1995年に大洪水が発生したことなどから、再び $16,000\text{m}^3/\text{s}$ に引き上げ

¹⁹⁾ オランダの気候変動シナリオ KNMI' 06 で予測された降雨量を用い、流出モデルによりライン川ロビス地点の流量を $17,000\sim 22,000\text{m}^3/\text{s}$ と算定。その結果を受け、気候変動を踏まえた 2015年以降の整備目標として $18,000\text{m}^3/\text{s}$ と設定

²⁰⁾ UKCIP02 で予測された降雨量を用い、流出モデルにより洪水流量を求め、現在(1961~1990年)と 2050年代、2080年代のそれぞれの年超過確率 1/20 の洪水流量の変化率を設定

²¹⁾ UKCIP09 で予測された降雨量を用い、流出モデルにより洪水流量を求め、現在(1961~1990年)と比較した 2020年代、2050年代、2080年代のそれぞれの年超過確率 1/50 の洪水流量の変化率を 3段階で設定

²²⁾ KLIWA プロジェクト（ドイツ気象庁とバイエルン州などの一部の州を含む共同プロジェクト）において、気候変動予測モデルで予測された降雨量を用い、流出モデルにより洪水流量を求め、現在（1971~2000年）と将来（2021~2050年）の年超過確率別の流量の比（気候変動係数）を設定

²³⁾ IPCC 第 4 次評価報告書による海面水位の上昇予測（1980~1999年を基準とした 2090~2099年の差） $0.18\sim 0.59\text{m}$ を上回る

上回る独自の3つのシナリオ²⁴⁾を設定し、計画、設計、施工、維持管理を含むライフサイクル全体での代替案比較を実施することになっている。

我が国では、施設計画や設計段階において気候変動による外力の増大についての具体的な考慮はほとんどされていない。

(低頻度または極端な洪水に対する浸水想定等の作成の例)

欧州連合 (EU) においては、「洪水リスクの評価・管理に関する指令」が2007年に公布され、高頻度な事象から低頻度または極端な事象までの様々な規模の洪水に対する浸水想定等を作成することとされている。

オランダでは、生涯で数回発生する可能性がある年超過確率 1/10、生涯に一回程度発生する可能性がある年超過確率 1/100 (1/10～1/500)、生涯で発生する可能性が限りなく低い年超過確率 1/1,000～1/10,000 の浸水想定等が示されている。

スウェーデンでは、年超過確率 1/100 の洪水と想定最大洪水による浸水想定等が示されている。想定最大洪水については降雨、融雪、地盤の湿潤状態等を組み合わせて算出しており、年超過確率 1/10,000 の洪水となっている。

イギリスでは、高頻度 (年超過確率 1/30 以上)、中頻度 (年超過確率 1/30～1/100)、低頻度 (年超過確率 1/100～1/1,000)、ごく低頻度 (年超過確率 1/1,000 未満) の浸水想定等が示されている。

フランスでは、セーヌ川においては歴史的洪水 (既知の最大浸水範囲)、ローヌ川流域リヨンにおいては極めて頻繁な洪水 (年超過確率 1/10 または 1/30)、頻繁な洪水 (年超過確率 1/100 または 1/200)、例外的な洪水 (年超過確率 1/1,000) の浸水想定等が示されている。

ドイツでは、州ごとに浸水想定等を作成することとなっており、年超過確率 1/100 以下 (中程度の確率) の洪水のものは必ず作成し、そのほか、極端な洪水によるものについては州ごとに定められている。例えばザクセン州においてはどの歴史的洪水よりも大きく年超過確率 1/300 以下の洪水、バイエルン州では年超過確率 1/100 の洪水流量の 1.5 倍の洪水、ノルトライン＝ヴェストファーレン州においては年超過確率 1/1,000 の洪水とされている。

ベルギーでは、年超過確率 1/2 から 1/1,000 までの 17 の発生頻度別の浸水想定等が示されている。

また、アメリカでは、年超過確率 1/100 および 1/500 の浸水想定等が示されている。

我が国では、水防法に基づき洪水防御に関する計画の基本となる降雨 (一級水系は原則として年超過確率 1/100～1/200) を対象に浸水想定を作成しているが、これを上回る規模の降雨については対象としていない。

²⁴⁾ 全米研究評議会 (NRC) の報告書に基づき計算された将来の海面水位の上昇量を「高」、「中」、「低」の3段階で設定。例えばルイジアナ州グランド島では100年後の海面水位の上昇を「高」で2.7m、「中」で1.5m、「低」で1.1mと予測するなど、IPCC第5次評価報告書を上回る上昇量となっている。

(災害リスクを踏まえた土地利用規制等での対策の例)

イギリスでは、洪水リスクを踏まえた開発規制が行われている。年超過確率 1/1,000 未満でも浸水しない土地では全ての利用形態で開発が可能であるが、浸水に対して脆弱性が高い施設については、同 1/100～1/1,000 で浸水する土地では審査を通過した場合のみ開発が可能であり、同 1/100 以上で浸水する土地では原則として開発することが出来ない。

フランスでは、古くから洪水危険度に応じた法的強制力を持つ地区設定がされている。高洪水危険区域では建築は禁止され、中洪水危険区域（パリの例では年超過確率 1/100 に相当する 1910 年洪水の浸水区域）では建築規制（例えば基準浸水位より 20cm 上に建築）がなされている。

アメリカでは、1977 年に発出された大統領令により、年超過確率 1/500 の洪水による氾濫域において重要施設の建設に連邦予算が投じられる場合には、担当連邦機関は代替案の検討や被害想定を行い、被害を最小化することを義務付けている。また、年超過確率 1/100 の洪水により浸水する区域においては、連邦の融資等による土地・建物の購入・建築にあたっては洪水保険への加入が義務付けられている。

我が国では、土砂災害に対しては土砂災害防止法に基づく土砂災害特別警戒区域が約 21 万区域で指定されている。また、津波に対しては平成 23 年に制定された津波防災地域づくり法に基づく津波災害特別警戒区域の指定等についての検討が行われている。

高潮、出水等に対しては、危険の著しい区域については建築基準法に基づく災害危険区域を指定し、建築物の建築に関する制限等を定めることができる。例えば高潮に対しては、伊勢湾台風を契機に名古屋市において区域を指定し、建築物の 1 階の床の高さや構造などを規定している。また出水に対しては、由良川水系や江の川水系などで土地利用一体型水防災事業による施設の整備と合わせ、区域の指定が進められている。このように高潮、出水に対して、被災した地域での区域の指定や事業の実施と合わせた区域の指定は進められているが、災害リスクを踏まえてあらかじめ区域を指定したものは見当たらない。

(水資源計画での適応策の例)

アメリカ・カリフォルニア州では、「カリフォルニア水計画 2013」を策定し、22 の気候変動シナリオ²⁵⁾に 9 の成長シナリオ²⁶⁾を組み合わせた 198 のシナリオに基づいて水需給予測を行った結果、100 年に 20 回程度の水不足

²⁵⁾ 22 の気候変動シナリオのうち、12 のシナリオは CAT (Governor's Climate Action Team) により確認されているモデルで予測した将来の気候変動シナリオ。5 のシナリオは過去の厳しい 3 年間の干ばつが繰り返し発生したと仮定したシナリオ、5 のシナリオは気温上昇傾向を踏まえて過去の気候を繰り返したシナリオ。

²⁶⁾ カリフォルニア州財務省及び公共政策機関が公表している情報を基に、3 の人口成長シナリオ（現状以下、現状並み、現状以上）と 3 の開発密度シナリオ（現状以下、現状並み、現状以上）の組み合わせ。

(農業用水の場合)が発生する地域もあると予測している。計画では、水利用の効率化、渇水対応計画など 17 の対応分野で都市用水・農業用水の効率的な利用、再生水の利用、地下水貯留等 300 超の具体的な行動項目をとりまとめている。

オーストラリア・西オーストラリア州では、2009 年に「Water Forever」を策定し、今後 50 年の水計画を示している。2030 年には 20%、2060 年には 40%の降雨が減少するというシナリオに基づいて水需給予測を行った結果、既存の水源では、2060 年には 3.65 億 m³/年の水供給不足が生じるとしている。2060 年までの水需要と水供給のバランスをとる方策として、漏水対策や雨水貯留等による水利用の削減、すべての都市排水の再生利用率の向上、地下水や海水淡水化等の新たな水資源の開発など 23 の選択すべき方策をとりまとめている。

我が国では、地球温暖化に伴う気候変動による水資源への影響についての研究や危機的な渇水となる降水状況とその影響・被害想定に関する検討が進められているが、水資源計画における具体的な考慮はほとんどされていない。

(渇水リスクへの対応の例)

アメリカ・カリフォルニア州では既往最大渇水(120年間で最も厳しい渇水)、オランダでは既往最大渇水(90年間で最も厳しい渇水)に対応する施設を計画している。また、オーストラリア・クイーンズランド州では既設のダム等は最大 100 年に 1 回、イギリス(イングランド、ウェールズ)では 30 年に 1 回発生する渇水レベルに対応できるよう水供給の目標を設定している。これに対して我が国では、原則として 10 箇年第 1 位相当の渇水時の流況を基準として安定的な水利用を可能にするよう施設を計画している。(利根川・荒川水系は 5 箇年第 1 位相当の渇水時の流況を基準としている。)

アメリカ・カリフォルニア州では、1987 年から始まり 6 年間渇水が続いた状況の中、迅速な水融通を行うため水銀行を 1991 年に設立し、水不足に対応した。また、2014 年には、2012 年から続く渇水への対応として、都市部での洗車や水まきを規制する緊急の節水策を決定し、違反者には 1 日につき最大で 500 ドル(約 5 万円)を課することとした。

(OECD(経済協力開発機構)からの勧告等)

OECD からは平成 22 年 5 月に環境保全成果レビュー審査会合の結果が示され、日本に対し「包括的な気候変動に対する適応戦略を策定すること。」等と勧告されている。また、平成 25 年 4 月に示された「National Adaptation Planning LESSONS FROM OECD COUNTRIES」においても、日本は、気候変動による影響評価や気候変動適応策の方向性は示されているが、国の適応計画は定められていないと整理されている。

4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方

4.1 現状と課題

我が国は、大都市の多くがゼロメートル地帯や洪水時の河川水位より低い低平地等に位置していること、地質が地殻変動や風化の進行等により脆くなっていること、また年平均降水量は約 1,700mm あるものの一人あたり水資源賦存量²⁷⁾では世界平均の 1/2 以下であることなど、国土が脆弱である。

また、大都市圏の水害リスクの高い地域においても、人口や社会経済の中核機能がさらに集積するとともに、地下空間の高度利用が進んでいる。その結果、水害に対して都市もますます脆弱になっている。

さらに、高齢化の進展、中山間地における限界集落の増加、地域コミュニティの衰退等のため、自助・共助による避難等がより困難になってきており、災害に対して人もますます脆弱になっている。

気候の状況を見ると、時間雨量 50mm を超える短時間強雨や総雨量が数百ミリから千ミリを超えるような大雨が発生し、全国各地で毎年のように甚大な水害・土砂災害が発生している。

その一方で、年間の降水の日数は逆に減少しており、毎年のように取水が制限される渇水が生じている。

地球温暖化に伴う気候変動の影響により、今後さらに、大雨や短時間強雨の発生頻度、大雨による降水量、あるいは無降水日数などが増大することが予測されている。これにより、施設の能力を上回る外力による水災害が頻発するとともに、発生頻度は比較的低いが施設の能力を大幅に上回る外力により極めて大規模な水災害が発生する懸念が高まっている。

施設の能力を大幅に上回る外力への備えとして、我が国の地震対策・津波対策においては、比較的発生頻度の高い外力（レベル 1）に加え、最大クラスの外力（レベル 2）を設定し、防災・減災対策を進めている。

地震対策においては、施設の供用期間中に発生する確率が高い地震動（レベル 1）に対して、施設としての健全性を損なわない性能を求めることに加え、対象地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動（レベル 2）に対して、施設としての機能の回復が速やかに行い得る性能等を求めている。

津波対策においては、比較的発生頻度の高い津波（数十年から百数十年に一度程度）（レベル 1）に対して、施設の整備による対応を基本として人命、財産等を守ることを目指すことに加え、最大クラスの津波（レベル 2）に対して、ハード・ソフト施策の適切な組み合わせにより、人命への被害を極力

²⁷⁾ 水資源として、理論上人間が最大限可能な量であって、降水量から蒸発散量を引いたものに当該地域の面積を乗じて求めた値。世界平均である約 8,000m³/人・年に対し、我が国は約 3,400m³/人・年。

生じさせないことを目指すこととしている。

また、諸外国の一部においては、水災害分野においても既に、気候変動により増大する外力を踏まえた施設計画や設計における対策が進められている。さらに、低頻度または極端な洪水に対する浸水想定等を行っている。

一方、我が国の水害対策等については、比較的発生頻度の高い外力に対し、施設の整備等により災害の発生を防止することを目指している。水害対策では、一級水系は原則として年超過確率 $1/100\sim 1/200$ の規模の外力を対象に長期的な河川整備の方針を定め、下水道は原則として年超過確率 $1/5\sim 1/10$ の規模の外力を対象に雨水管理の計画を定め、施設の整備を進めている。また土砂災害対策では、土石流に対し年超過確率 $1/100$ の降雨量に伴う土砂流出量等を対象として施設の整備を進めている。しかし、施設の整備水準は、例えば河川については、大河川において年超過確率 $1/30\sim 1/40$ 程度の規模の外力に対して約 6 割程度の整備率に留まっている。また、比較的発生頻度の高い外力を超える規模の外力を対象とした対策はほとんど行われていない。さらに、施設計画や設計段階において気候変動による外力の増大についての具体的な考慮もほとんどなされていない。

また、渇水対策については、水供給の安定化を図るため、原則として 10 箇年第 1 位相当の渇水時の流況を基準に施設を計画しているが、水資源開発促進法に基づく水資源開発水系（利根川・荒川水系など 7 水系）では、近年の降水量の変動幅の増大等により需要期における河川流量が減少し、計画時点（昭和 20 年代～昭和 40 年代を基準年としダム等を計画）に比べて施設の供給可能量が計画供給量の 68%～93%に低下している。また、地球温暖化に伴う気候変動を踏まえた渇水対策はほとんど行われていない。

4.2 基本的な枠組み

(対策の基本方針)

世界各地で、毎年のように水災害が発生するとともに、今後、気候変動によりさらに頻発化・激甚化することが懸念されている中、諸外国の一部においては、既に気候変動に対する適応策に取り組んでいる。

我が国においても、大雨や短時間強雨の発生頻度が増加し、大雨による降水量が増大するなどの極端な雨の降り方が現実には起きている。さらに今後、気候変動によりその傾向がますます強まることが予測され、例えば基本高水を超える洪水の発生頻度が現在の約 1.8～4.4 倍になる予測⁵⁾も示されていることから、早急に水災害分野における気候変動適応策を進める必要がある。

このため、気候変動による外力（災害の原因となる豪雨、洪水、高潮等の自然現象）の増大とそれにともなう水災害の激甚化や発生頻度の増加、局地的かつ短時間の大雨による水災害、さらには極めて大きな外力による大規模な水災害など、様々な事象を想定し対策を進めていくことが必要である。

まず、比較的発生頻度の高い外力に対しては、これまで進めてきている堤防や洪水調節施設、下水道、砂防堰堤、水資源開発施設等の整備を引き続き着実に進めることが重要である。また、これらの施設の機能を確実に発揮させるよう適切に維持管理・更新を行うことも必要である。これらにより、水災害の発生を着実に防止することを目指すべきである。

またその際には、諸外国の施策も参考にして、気候変動による将来の外力の増大の可能性も考慮し、できるだけ手戻りがなく追加の対策を講ずることができる順応的な整備・維持管理等を進めるべきである。

施設が整備途上である場合はもちろんのこと、整備完了後であっても、常にその能力を上回る外力が発生する危険性があり、このような外力に対しては、できる限り被害を軽減する対策に取り組むべきである。具体的には、施設の運用、構造、整備手順等の工夫により減災を図るとともに、災害リスクを考慮したまちづくり・地域づくりの促進や、的確な避難、円滑な応急活動、事業継続等のための備えの充実を図るべきである。

まちづくりや避難等に係る対策を促進するにあたっては、施設の能力を上回る様々な外力に対する浸水想定等に基づき、被害を想定し、対策の主体となる地方公共団体、企業、住民等が、どのような被害が発生するかを認識して対策を進めることが必要である。これらにより、氾濫等が発生しても、人命・資産・社会経済の被害をできる限り軽減することを目指すべきである。

特に、施設の能力を大幅に上回る外力に対しては、最悪の事態を想定し、国、地方公共団体、公益事業者、企業等が、主体的に、かつ広域的に連携し

て、ソフト対策に重点を置いて対応することにより、一人でも多くの命を守り、社会経済の壊滅的な被害を回避することを目指すべきである。

(適応策の適宜見直し等)

気候変動により外力が増大することが予測されているものの、想定する温室効果ガス排出シナリオや使用する気候モデルによって予測結果は異なる。また、災害リスクは、外力だけでなく、被害の対象となる人口、資産、社会経済の状況、被害の受けやすさによっても変わることから、人口減少、高齢化、コンパクトなまちづくり・地域づくりの推進、農業・林業等の産業構造や水利用の変化などによっても影響を受ける。特に中山間地等では人口減少が進み、河川等に対する地域の関与も弱くなり、適切な管理を継続することが容易でなくなるおそれがある。水災害分野の気候変動適応策を進めるにあたっては、これらのことに留意する必要がある。

また、適応策については、実施可能なものから直ちに取り組むべきであるが、実施にあたり更なる検討、調査・研究等を要するものもある。

このため、適応策については、それぞれの対策の進め方や目標の時期等を可能な限り明らかにしたロードマップを作成し、気候変動の継続的なモニタリングや気候変動予測技術の向上に取り組むとともに、社会経済の状況や適応策の進捗状況等を踏まえ、5年程度を目途に適宜見直しながら進めていくことが重要である。

なお、適応策を進めるにあたっては、例えば水害への対策としての既設ダムの事前放流が空振りとなった場合に渇水のリスクが増えることなど、治水水面・利水面など個々の施策が相互に関連することがあるため、流域全体として整合がとれたものとなるよう留意する必要がある。

5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容

5.1 災害リスクの評価

(災害リスクの評価・災害リスク情報の共有)

これまで、水害に関する災害リスク情報としては、洪水防御に関する計画の基本となる降雨を対象とする浸水想定を作成するのみであり、それによる被害の想定も十分ではなかった。また、この規模を上回る外力に対しては、浸水想定も作成されていなかった。

しかし、気候変動により頻発化・激甚化する水災害に対応するためには、施設の能力を上回る外力の発生を想定し、災害リスクを考慮したまちづくり・地域づくりや、的確な避難、円滑な応急活動、事業継続等のための事前の備えを進める必要がある。こうした対策を進めるためには、対策の主体となる地方公共団体、企業、住民等が、どの程度の発生頻度でどのような被害が発生する可能性があるかを認識して対策を進めることが必要である。

このため、各主体から見て分かりやすく、きめ細かく災害リスク情報を提示することが必要である。単一の規模の外力だけでなく様々な規模の外力について浸水想定を作成して提示するとともに、床上浸水の発生頻度や人命に関わるリスクの有無、施設の能力や整備状況等についても提示するべきである。また、各主体が参画する様々な協議会等を活用して、災害リスク情報を共有し、対策の促進を図るべきである。

土砂災害については、これまで土砂災害警戒区域、特別警戒区域、土砂災害危険箇所、深層崩壊推定頻度マップ等によって災害リスク情報が示されてきた。今後は土砂災害警戒区域等の指定前においても土砂災害防止法に基づく基礎調査結果の公表を行うとともに、様々な土砂災害のリスク情報についてそれぞれの持つ意味や関係性について分かりやすく住民に提供できるよう取り組むべきである。

災害リスク情報の提示については、現在、洪水、内水、高潮、土砂災害等の災害ごと（洪水にあっては河川ごと）に浸水想定等が公表されているが、住民にとっては「自分の住んでいる場所等にどのような災害リスクがあるか」が重要である。例えば、自分の住んでいる場所等を入力等すれば、その場所の様々な災害リスク情報が容易に入手できる仕組みや、それぞれの浸水想定等を重ね合わせて提示できる仕組みについて検討するべきである。

また、洪水、内水、高潮、土砂災害に対する災害リスクをよりの確に把握するため、航空レーザ測量による詳細な地形データ等を蓄積し活用するべきである。

さらに、災害リスク評価に基づき、まちづくりや避難等に係る対策をよりの確に行うため、河川水位が計画高水位を上回る場合や洪水継続時間が長

くなった場合における堤防決壊の危険性など、河道や施設を評価する手法を検討し、災害リスク評価に反映させるべきである。

また、洪水と高潮の同時生起などの複合災害についても評価する手法を検討する必要がある。

渇水については、住民や企業等が自ら渇水への備えに取り組むため、既存施設の水供給の安全度を評価するとともに、関係者間で、渇水の初期から徐々に深刻化していく状況とそれに応じた社会経済活動、福祉・医療、公共施設サービス、個人生活等への影響・被害の想定などの渇水リスクを評価し、これらを分かりやすい表現で提示して、国、地方公共団体、利水者、企業、住民等で共有するべきである。

（具体的な被害の想定）

各主体が対策を進める上で、どのような現象が起こり、どのような被害が生じるかを認識しておくことが必要である。具体的な被害の想定にあたっては、氾濫域における人口や資産の集積状況、インフラ・ライフラインや病院・福祉施設等の立地状況、産業構造・産業立地の状況、高齢化の状況等、地域の実情に応じた検討を行う必要がある。

特に、大都市圏において、施設の能力を大幅に上回る外力により、大規模な氾濫等が発生した場合には、社会経済活動に甚大な被害が発生するとともに、金融取引の停止やサプライチェーンの寸断等により、その影響が国内外に波及することが想定される。このため、国、地方公共団体、公益事業者、企業等が協働し、直接的な被害はもとより、間接的な被害や波及被害を含めて想定することが必要であり、以下の観点を含めて検討を行う必要がある。

- 日本の大都市は、大河川の氾濫域に都市の中核機能が集積するとともに、ゼロメートル地帯等の特に危険な地域を抱えており、これら地域の水没により、我が国の社会経済の中核機能が麻痺する。
- 日本の大都市は、地下の高度な利用が進んでおり、その地下に電源設備等の社会経済活動を支える施設が設置されている場合が多いことから、地下鉄、地下街、ビルの地下等の地下施設の浸水によって都市機能が麻痺する。また、道路が立体的に整備されており、アンダーパス、トンネル等の水没によっても、都市機能が麻痺する。
- 電力が停止すると他のライフラインも停止するなど、ライフライン間に依存関係が存在している。また、ライフラインの停止により、災害時の応急活動、事業継続等が困難となる。
- 現代の企業活動の中核であるサーバー等の電子機器も浸水被害に対しては非常に脆弱であり、それらが浸水して機能を停止することにより、顧客、商品、受発注等に係る重要な企業データの消失や、通信ネットワークの寸断が生じる。このことにより、金融取引の停止や企業間取引の途絶等の経済被害が国内外へ波及する。

- ・多数の同じような電子機器が同時に故障すると、復旧のための部品が通常の在庫ではまかないきれず、復旧までに非常に多くの時間を要することが想定される。

（想定し得る最大規模の外力の設定等）

これまで比較的発生頻度の高い外力を対象として施設整備やハザードマップの整備等を進めてきたが、今後は、最悪の事態も想定し、想定しうる最大規模の外力が発生しても、できる限り被害を軽減する対策を進める必要がある。例えば、洪水に対する浸水想定区域は、洪水防御に関する計画の基本となる降雨（一級水系は原則として年超過確率 1/100～1/200）を対象として指定することとされている。今後は、浸水想定区域の指定の対象とする外力を、想定し得る最大規模のものとするとともに、洪水だけでなく、内水、高潮も対象とするべきである。その際、地方公共団体、企業、自治組織、住民等が避難等の検討ができるよう、必要に応じて、浸水深だけでなく浸水継続時間を提示するべきである。

想定し得る最大規模の外力（以下「想定最大外力」という。）については、地球温暖化に伴う気候変動により懸念される外力の増大を見込み、速やかに具体的に設定する必要がある。

しかしながら、気候変動予測に関する研究は進められているものの、現段階においては低頻度の現象に地球温暖化が及ぼす影響等についての研究は途上であり、気候変動予測の結果を直ちに見込むことは難しい。

このため、現時点での技術水準を踏まえ、これまでの水理・水文観測、気象観測等の結果を用いて、想定最大外力を設定することが考えられる。

洪水、内水については、当該流域等における降雨だけでなく近隣の流域等における降雨が同じように発生すると考え、国内を降雨特性が類似するいくつかの地域に分割し、その地域内で観測された最大となる降雨を用いて想定最大外力を設定することが考えられる。

また、諸外国の事例等も踏まえ、例えば年超過確率 1/1,000 の外力で設定することや、擬似温暖化実験等の気候変動に関する研究や谷底平野等の地形・地質等の痕跡からの極値流量の推定など、関連する研究成果を活用し設定することなども考えられる。

高潮については、統計的・力学的手法による最大規模の高潮に関する研究が進められているが、現段階での導入には課題がある。このため、我が国における既往最大規模の台風を基本とし、その台風の経路を複数想定することにより、想定最大外力を設定することが考えられる。

土砂災害については、深層崩壊や火山噴火に起因した土石流等の大規模土砂移動現象を想定し、当該地域およびその周辺において発生した既往最大規模の土砂移動現象を基に設定することが考えられる。

渇水については、過去の降水量データ等を活用して、例えば、季節毎で最も厳しい実績の降水量を組合せるなどにより、国内で過去発生した最大級の渇水（福岡渇水²⁸⁾、列島渇水²⁹⁾）を上回るような渇水（以下「危機的な渇水」という。）となる降水状況を想定最大外力として設定することが考えられる。

なお、これらの想定最大外力については、降水や海面水位などに対する気候変動の影響の分析や、低頻度の現象についての気候変動予測技術の向上等を図り、今後、適宜見直すべきである。

また、想定最大外力の規模を上回る外力が発生する可能性があることにも留意するべきである。

²⁸⁾ 福岡渇水（昭和53年）：福岡市、時間給水期間287日間（5時間給水（10日間）、6時間給水（61日間））

²⁹⁾ 列島渇水（平成6年）：松山市、時間給水期間123日間（5時間給水（61日間））
佐世保市、時間給水期間213日間（5.5時間以下給水（207日間））

5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策

5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策

比較的発生頻度の高い外力に対しては、これまで進めてきている施設の整備を着実に進めるとともに、適切な維持管理・更新を行うことにより、水害の発生を着実に防止する防災対策を進めるべきである。

その際には、気候変動による将来の外力の増大の可能性も考慮し、できるだけ手戻りがなく追加の対策を講ずることができる順応的な整備・維持管理等を進めるべきである。

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

（施設の着実な整備）

比較的発生頻度の高い外力による水害の発生を防止するよう、堤防の緊急点検結果等を踏まえながら、引き続き堤防や下水道等の施設の整備を着実に実施するべきである。

災害リスク評価を踏まえ、ウィークポイントがあれば優先的にその解消を図るなど、効果的・効率的な整備促進を図るべきである。

また、施設計画の目標等（河川整備基本方針、河川整備計画等）については、近年の大雨等の発生頻度の増加や災害の発生状況等を踏まえつつ、地域の重要性等も勘案し、目標や内容について必要に応じて見直すことも検討するべきである。

（既存施設の機能向上）

既設ダムの嵩上げや、洪水吐きの増設等により治水機能の増強等を行うダム再生、既存の下水道施設の増補管や貯留施設の整備など、既存ストックのより一層の機能向上を図るべきである。

（維持管理・更新の充実）

施設の機能を確実に発揮させるよう適切に維持管理・更新を行うことが必要である。

的確かつ効率的な維持管理を行うため、航空レーザ測量による詳細な地形データ等を活用して河川堤防の高さ、河道の状況をきめ細かく把握し管理の高度化を図るべきである。また、ICTやロボット等の活用を推進し、下水道施設の状況をきめ細かく把握するべきである。

さらに、堤防の漏水や河岸侵食、マンホールからの溢水等に対する危険度判定等の技術向上を図るべきである。また、危険箇所に CCTV や簡易水位計を設置するなど、洪水や内水に関する情報の把握に努めるべきである。

土砂の流出量が増大する可能性があることも考慮し、必要な貯水池容量を維持・確保するため、堆積土砂の掘削・浚渫、貯砂ダムの設置、排砂バイパスの設置等を組み合わせるなどしたダムの堆砂対策を引き続き推進する

べきである。

（水門等の施設操作の遠隔化等）

これまで水門等の確実な操作と操作員の安全確保のため、津波遡上区間の水門等について、重点的に施設操作の遠隔化・自動化等を進めてきた。気候変動による大雨や短時間強雨の発生頻度の増加に伴い、水位の急激な上昇が頻発することが想定されることから、水門等の確実な操作と操作員の安全確保のため、水門等の施設操作の遠隔化・自動化等を推進するべきである。

（総合的な土砂管理）

気候変動により山間部からの土砂流出の増大や海面水位の上昇などによる海岸侵食の進行が懸念される。このため、河道、海岸及びダム堆積土砂の変化の観測、支川も含めた土砂動態及び粒径集団のモニタリングを継続的に実施し、外力の増大による移動土砂の量と質の変化とそれに伴う環境への影響について把握・評価を行うとともに、流砂系全体として持続可能な土砂管理の目標について検討するべきである。その上で、現在取り組んでいる、下流の河道や海岸に配慮したダムからの土砂供給、河道堆積土砂の掘削及び掘削土の養浜材への活用、沿岸漂砂の連続性を確保するサンドバイパスなど、総合的な土砂管理の取組を推進するべきである。

また、このような総合土砂管理の推進にあたっては、流域の関係機関が一体となって組織的かつ継続的に取り組めるよう、実効性のある枠組みを構築するべきである。

【取組内容を今後新たに検討するもの】

（できるだけ手戻りのない施設の設計）

気候変動により外力が増大し、将来、施設の改造等が必要になった場合でも、できる限り容易に対応できるよう、施設の整備にあたっては、設計段階で幅を持った外力を想定し、改造等が容易な構造形式の選定や、追加的な補強が困難な基礎部等をあらかじめ増強しておくなど、外力の増大に柔軟に追随できるできるだけ手戻りのない設計に努めるべきである。

また、既存の施設を老朽化対策などで更新する際にも同様にできるだけ手戻りのない設計に努めるべきである。

（施設計画、設計等のための気候変動予測技術の向上）

できるだけ手戻りのない施設の設計を行うにあたり気候変動による外力の増大の幅を想定することが必要であるなど、気候変動適応策を進めるにあたっては気候変動による影響をより精度よく想定する必要がある。このため、降水や海面水位などに対する気候変動の影響の分析、気候変動予測技術の向上等に取り組むべきである。

（海面水位の上昇の影響検討）

気候変動による海面水位の上昇に伴い、高潮・高波による被災リスクの上昇、沿岸部の水没・浸水、内水の排水条件が厳しくなることに伴う浸水、海岸侵食の進行、干潟や河川の干潮区間の生態系への影響、河川河口部における海水（塩水）の遡上による取水への支障、地下水の塩水化などが懸念される。

気候変動に伴う海面水位の上昇量やこのような影響について明らかにするべきである。また、施設の更新時等に気候変動による外力の増大に対応した対策に努めるべきである。さらに、災害リスク評価への反映方法などについて検討するべきである。

（土砂や流木の影響検討）

気候変動に伴い土砂や流木の流出量の増大が懸念されている。土砂の流出量の増大は、河道での移動土砂の量と質のバランスを変化させ、河道形状等が変化し、土砂堆積の増大に起因する河川の氾濫などが懸念される。また、流木の流出量の増大は、下流河川の橋梁部等において河道を閉塞させ、橋梁の流失や河川の氾濫を引き起こすおそれがある。

気候変動に伴う土砂や流木の流出量の変化や、これらが河道等に及ぼす影響を明らかにするとともに、これらへの対策としてあらかじめ橋梁のクリアランスを大きくすることや、将来の土砂堆積の増加を勘案した事前の河道掘削などについて検討するべきである。

（河川と下水道の施設の一体的な運用）

豪雨対策を担う河川と下水道については、これまでも、特定都市河川浸水被害対策法や100mm/h安心プラン制度などにより、河川と下水道が共同で事業を進めているところである。今後、河川及び下水道の施設の一体的な運用の推進を図るため、河川及び下水道の既存施設を接続する連結管や兼用の貯留施設等の整備を推進するとともに、河川と下水道の流れを一体的に解析する手法の開発に取り組むべきである。

5.2.2 施設の能力を上回る外力に対する減災対策

施設の能力を上回る外力に対しては、施設の運用、構造、整備手順等の工夫により減災を図るとともに、災害リスクを考慮したまちづくり・地域づくりの促進や的確な避難、円滑な応急活動、事業継続等のための備えの充実など、施策を総動員して、できる限り被害を軽減する減災対策に取り組むべきである。

1) 施設の運用、構造、整備手順等の工夫

施設の能力を上回る外力に対し、超過洪水等を考慮してこれまで進めて

きている対策を着実に進めるとともに、施設の運用、構造、整備手順等の工夫等により減災を図るべきである。

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

（観測等の充実）

施設の能力を上回る外力に対し、河川水位やダム等の貯水位、下水道の水位、河川流量等を確実に観測するとともに、洪水時の河道内の水理現象や堤防等施設の挙動を的確に把握できるよう観測機器の改良や配備の充実を図るべきである。例えば、河川等では、水位の縦断的に密な間隔での観測や堤防天端を上回るような水位の観測、洪水時の堤防等の変状の把握など、観測の充実を図るべきである。また、下水道では、降雨や管渠内の水位等の観測情報等を蓄積し、河川管理者を含む関係者で共有するための情報基盤の整備を推進するべきである。

また、応急活動や避難対策のため、市街地に様々な目的で配備されている民間等のカメラの活用等により、リアルタイムで浸水等の状況を把握できるようにするべきである。

さらに、水害、土砂災害に対する災害リスクを的確に把握するために、航空レーザ測量による詳細な地形データ等を蓄積し、活用するべきである。

また、水災害の外力を把握する上で特に重要な役割を果たす降水観測ネットワークにおいて、広域かつ局所的な降水が捉えられるよう、今後とも常に最先端の気象技術等の活用を検討するべきである。

（水防体制の充実・強化）

堤防の漏水や河岸侵食に対する危険度判定等を踏まえて、重要水防箇所をきめ細かく設定し、水防管理者に提示するべきである。

また、的確かつ効率的な水防を実施するため、危険箇所に CCTV や簡易水位計を設置し、危険箇所の洪水時の情報を水防管理者にリアルタイムで提供するとともに、水防団や地域住民も情報を得やすい仕組みを検討するべきである。

さらに、洪水だけでなく、内水及び高潮についても水位を周知するべきである。

出水時の堤防の漏水や河岸侵食、マンホールからの溢水等の状況の把握のため、地域住民等から情報を収集する仕組みについても検討するべきである。

また、水防体制を充実・強化するため、洪水や内水に関する活動拠点の整備や水防資機材の備蓄を行うとともに、水防工法の普及等を推進するべきである。

（河川管理施設等を活用した避難場所等の確保）

円滑かつ迅速な避難等に資するため、堤防や河川防災ステーション等の河川管理施設等を活用して、避難場所や避難路の確保に努めるべきである。

（粘り強い構造の海岸堤防等の整備）

海岸堤防等については、海水が堤防等を越流した場合でも施設の効果が粘り強く発揮され、浸水被害を軽減、あるいは避難のためのリードタイムを長くできるよう技術開発や整備を推進するべきである。

【取組内容を今後新たに検討するもの】

（様々な外力に対する災害リスクに基づく河川整備計画の点検・見直し）

河川整備計画については、河川整備基本方針の達成に向けた段階的な計画として、当面の整備の目標とする外力に対して水害の発生を防止し、または軽減するための整備の内容等が定められている。しかしながら、気候変動による洪水流量の増加や高潮による潮位・海面水位の上昇が懸念されることから、今後は、想定最大外力までの様々な規模の外力に対して、上下流・本支川のバランスなどに留意し、氾濫した場合の災害リスクができる限り小さくなっているか等について点検し、減災の観点も考慮した最適な河川整備の内容、手順となるように必要に応じて計画を見直すべきである。

（決壊に至る時間を引き延ばす堤防の構造）

現況の施設の能力を上回る外力の発生頻度が増加することにより、堤防決壊の危険性を増加させるような水位となる頻度が増加し、また洪水継続時間が長くなることも見込まれるため、堤防が決壊に至るまでの時間を引き延ばし、避難等のための時間をできる限り確保することを可能とするような堤防の構造について検討するべきである。

（既存施設の機能を最大限活用する運用）

既設ダムについては、異常洪水時防災操作（計画規模を超える洪水時の操作）の開始水位の見直しなど、ダムの洪水調節能力を最大限活用するための操作の方法について検討し、必要に応じて操作規則等を見直すべきである。

また、ダム上流域の降雨量やダムへの流入量の予測精度の向上を図ることで、ダム操作の更なる高度化に努めるべきである。

なお、確実なダム操作を行うため、専門的な知見と豊富な経験を有する技術者の確保・育成にも努めるべきである。

内水対策について、施設の能力を上回る降雨で生じる内水による浸水被害の要因分析を行い、水位情報等を活用した下水道管渠のネットワークや排水ポンプの運用方法について検討するべきである。

洪水と内水の双方の外力が増大することを踏まえ、排水ポンプの管理者と排水先の河川管理者がより一層連携を図り、河道や排水ポンプ、貯留管等の施設の機能を最大限活用して、できる限り浸水被害を軽減するための管理・運用方法について検討するべきである。

(大規模な構造物の点検)

ダム・堰など大規模な構造物については、想定最大外力など、設計外力を上回る外力が発生した場合を想定し、構造物の損傷などの有無や、その損傷による影響について点検し、必要に応じて対策を実施するべきである。

(氾濫拡大の抑制と氾濫水の排除)

氾濫原にあって氾濫の拡大を抑制する機能を有している自然堤防や連続盛土等については、これらによる氾濫拡大の抑制効果を評価し、必要に応じてその保全を図るべきである。

また、氾濫が発生した場合においても、氾濫被害の軽減や迅速な復旧・復興を図るため、事前に氾濫水排除の計画をたて、氾濫水を早期に排除するための排水門の整備や排水機場等の耐水化、燃料補給等のためのアクセス路の確保、予備電源や備蓄燃料の確保等を推進するべきである。

2) まちづくり・地域づくりとの連携

施設の能力を上回る外力に対し、災害リスクを考慮したまちづくり・地域づくりの促進により減災を図るべきである。

これまで、都市部における流出抑制と連携した総合的な治水対策や、輪中堤等の整備と土地利用規制等を組み合わせた対策などが地域の状況に応じて進められてきた。しかしながら、災害リスクを考慮したまちづくり・地域づくりは、全国的に十分に進んでいるとは言えない。これまで河川等の担当部局とまちづくり・地域づくりの担当部局との連携が、必ずしも十分に行われてきたとは言えない。また災害リスク情報としては、洪水防御に関する計画の基本となる降雨を対象とする浸水想定のみが作成されており、また浸水によりどのような被害が生じるかについて十分に示されていなかったため、まちづくり・地域づくりの検討や民間投資にあたって、平時のメリットと災害時のリスクを比較する材料が十分ではなかったと考えられる。

今後、都市や中山間地において、人口減少等を踏まえたまち・地域の再編が進められていく。この機会をとらえ、河川等の担当部局とまちづくり・地域づくりの担当部局が連携し、これまでの取組で得られた知見や協議会等の枠組み等も活かしつつ、災害リスクを踏まえたまちづくり・地域づくりを促進する必要がある。

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

（総合的な治水対策）

市街化の進展に伴う洪水時の河川への流出量の増大に加え、近年の水害リスクの増大に対応するため、引き続き治水施設の整備を進めるとともに、その流域のもつ保水・遊水機能を確保するなどの総合的な治水対策を推進すべきである。

また、保水・遊水機能の確保にあたっては、引き続き貯留浸透施設の整備等の地方公共団体等による流域対策との連携を図るべきである。

（土地利用状況を考慮した治水対策）

洪水の発生頻度が増加しているにも関わらず、早期の治水対策が困難な地域においては、一部区域の氾濫を許容することを前提とし、輪中堤等によるハード整備と土地利用規制等によるソフト対策を組み合わせるなど、地域の意向も踏まえながら、土地利用状況を考慮した治水対策を推進すべきである。

（地下空間の浸水対策）

地下空間の重要施設の浸水防止や、地下空間からの避難行動のため時間の確保等のために、地下街等の施設管理者による止水板等の設置や適切な避難誘導など、地下空間への浸水防止対策や避難確保対策を促進すべきである。

特に、地下街、地下鉄等の地下駅及びこれらに直結又は地下道を介して接続するビルによって形成されるような大規模な地下空間では、多数の地上出入口、地下接続口が存在するため、各施設管理者が想定していない経路から浸水が発生するなど、施設管理者間での浸水情報の共有が不十分な場合がある。このため、関係する複数の施設管理者が協議会等を設置し、連携して浸水防止が必要な出入口や浸水経路を把握し、また効果的な情報伝達や避難誘導方策を検討し、一体的な浸水防止・避難確保対策を促進すべきである。

【取組内容を今後新たに検討するもの】

（災害リスク情報のきめ細かい提示・共有等）

まちづくり・地域づくりや民間投資の検討に資するよう、想定最大外力による浸水想定を含め、様々な規模の外力による浸水想定を作成するとともに、床上浸水の頻度や人命に関するリスクの有無等の災害リスク情報や具体的な被災事例を、地方公共団体、企業、住民等の受け手に分かりやすい形で提示すべきである。

また、地方公共団体の開発許可や建築確認の担当部局等の協力を得つつ、様々な機会をとらえて災害リスク情報を提示する取組を進めるべきである。

さらに、まちづくり・地域づくりに関する計画を検討する場（都市再生特

別措置法に基づく市町村都市再生協議会等)に、河川管理者や下水道管理者等が積極的に参画して関係者と災害リスク情報の共有を図るべきである。

住民等に対しては、日頃から河川等に親しみ、関心をもってもらうことにより、災害リスクについても認識して防災・減災のための対策に参画してもらえるよう努めるべきである。

(災害リスクを考慮した土地利用、住まい方)

コンパクトなまちづくり等の推進にあたっては、まちづくり・地域づくりの担当部局と連携し、例えば洪水等による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を促すべきである。また、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も検討するべきである。

特に、洪水等による浸水深が大きく、人命に関するリスクが極めて高い地域など災害リスクが極めて高い地域については、そのリスクを提示し、建築基準法に基づく災害危険区域の指定を進めること等により、建築物の構造規制や宅地開発等の抑制、人命を守るための避難場所の確保等が促進されるよう働きかけるべきである。あわせて当該地域からの移転を促進するため、がけ地近接等危険住宅移転事業等による支援を促進するべきである。

また、災害時要配慮者が日常的に利用する病院、福祉施設等については、特に立地場所や構造等に配慮が必要である。

(まちづくり・地域づくりと連携した浸水軽減対策)

災害リスクが比較的高いものの、既に都市機能や住宅等が集積している地域については、関係者が協議会等において災害リスク情報を共有し、適切な役割分担の下、災害リスクを軽減するために河川、下水道等の整備や雨水貯留施設、浸透施設の整備、止水板の設置などを重点的に推進するべきである。

また、既成市街地等の内水対策においては、下水道施設のみでは対応できない豪雨による浸水被害を防止・軽減するため、民間による雨水貯留浸透施設の設置、地方公共団体による民間の雨水貯留施設の管理等を促進する制度を検討するなど、官民連携した流域における流出抑制対策を推進するべきである。

地形的に内水による浸水被害が行政界を跨がって発生する場合などには、土地の利用状況等を踏まえて、都市機能等が集積していない区域に貯留施設等を整備するなど、広域的な観点から、地方公共団体が共同して実施する対策の促進を図るべきである。

(まちづくり・地域づくりと連携した氾濫拡大の抑制)

災害リスクを踏まえたまちづくり・地域づくりにあたっては、津波防災地

域づくり法に基づく津波対策などの取組を参考に、二線堤、自然堤防、連続盛土等の保全、市町村等による二線堤等の築造など、氾濫の拡大を抑制するための仕組みを検討するべきである。

3) 避難、応急活動、事業継続等のための備え

施設の能力を上回る外力に対して、的確な避難、円滑な応急活動、事業継続等のための備えの充実を図るべきである。

特に、施設の能力を大幅に上回る外力に対しては、最悪の事態を想定し、国、地方公共団体、公益事業者、企業等が、主体的にかつ広域的に連携して、ソフト対策に重点を置いて対応するべきである。

① 的確な避難のための取組

市町村長が発令する避難勧告等は、避難行動のトリガーとなる情報として非常に有効であり、今後ともその適切な発令を促進するための対策が必要である。一方で、局地的かつ短時間の大雨に対して避難勧告等の発令が間に合わない場合等も想定しておくことが必要である。

このような事態においても人命を守るためには、避難勧告等の発令を待つのではなく、住民自らが、周囲で生じている状況、行政機関等から提供される降雨や河川水位等の時系列の情報等から判断して、主体的に避難することが不可欠である。また、このような情報を基に主体的に避難するためには、住民一人一人が自然災害に対する「心構え」と「知識」を備え、情報を基に、自ら考え適切に行動できるようにするための施策を推進していくべきである。

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

(避難勧告の的確な発令のための市町村長への支援)

市町村長が避難勧告等を適切なタイミングで適切な範囲に対して発令できるよう、非常時において国・都道府県が市町村をサポートする体制・制度を充実するとともに、平時においても、危険箇所等の災害リスクに関する詳細な情報を提供するべきである。

また、市町村長に対し、各種防災情報について、早い段階から現象の進行に応じて時系列で提供するべきである。

さらに、多くの市町村においては防災の専門家がないことから、平時から専門家が支援できる体制や市町村長や市町村防災担当者を対象とした研修制度の充実を図るべきである。

【取組内容を今後新たに検討するもの】

（防災教育や防災知識の普及）

自然災害に関する「心構え」と「知識」を備えた個人を育成するため、防災教育が体系的に実施されるよう学習指導要領の充実を検討している文部科学省への支援方策を検討する必要がある。また、各学校教育現場における取組を推進するための年間指導計画や板書計画に関する情報を教育委員会等に提供するなど支援方策を検討するべきである。

さらに、防災知識の普及を図るため、浸水想定やハザードマップの公表の機会を活用した説明会等の開催や報道機関等を通じた啓発を行うべきである。

これらの取組がより効果的なものとなるよう、日頃から河川との関わりを持ち、親しんでもらうことも重要であり、河川協力団体や住民等による河川環境の保全や防災知識の普及啓発活動等を支援するべきである。

（避難を促す分かりやすい情報の提供）

雨量や土壌雨量指数の増大、洪水による河川水位の上昇、高潮による海面水位の上昇等の現象の進行に応じて危険の切迫度が住民に伝わりやすくなるよう、これらを早い段階から時系列で提供するべきである。その際、防災情報と危険の切迫度との関係を分かりやすく整理して提供するなど、情報の受け手にとって分かりやすい情報の提供に努める必要がある。

特に地下空間は浸水により命を失う危険性が高いことから、現在、洪水に関する情報については、不特定多数の者が利用する地下街等の管理者等に対し、市町村長から直接伝達されることになっている。今後は、内水や高潮についても同様の措置を講ずるべきである。

（避難の円滑化・迅速化を図るための事前の取組の充実）

浸水深が非常に深い区域や長時間浸水する区域等では、まずは危険な区域から円滑かつ迅速に退避し、さらには避難場所まで避難することを可能とするために必要な対策を講ずるべきである。

具体的には、現在設定されている避難場所や避難経路等が、想定最大外力に対して危険性が高い場合もあることから、避難場所や避難経路等の安全性を再確認し、これらを災害に対して安全な場所に確保することを促進するための方策を検討するべきである。

また、ハザードマップについて住民等から見て分かりやすい表示となるよう努めるとともに、街のなかに、その場所において想定される浸水深、その場所の標高、退避の方向、避難場所の名称や距離等を記載した標識の設置を進めるべきである。

さらに、市町村における避難に関するタイムライン（時系列の行動計画）や避難計画の策定、これらに基づく避難訓練の実施等を促進するための方策を検討するべきである。

（広域避難や救助等への備えの充実）

施設の能力を大幅に上回る外力により大規模な氾濫等が発生した場合には、広大な区域が浸水するとともに、浸水が長期間継続することとなり、そのような区域では多数の孤立者が発生するおそれがある。

このような場合、市町村を越えた広域避難が必要になるとともに、非常に多くの孤立者等の救助や、短期間では救助しきれない孤立者に対する大量かつ多地点への救援物資の輸送が必要となる。

このため、国、地方公共団体、公益事業者等が緊密に連携して、円滑かつ迅速なオペレーションを行うことが不可欠であり、これを実現するための施策について検討していくべきである。

大規模水害時等における死者数・孤立者数に関する被害想定を作成し、この被害想定を踏まえ、国、地方公共団体、公益事業者等の関係機関が連携した広域避難、救助・救急、緊急輸送等ができるよう、これら関係機関が協働してタイムライン（時系列の行動計画）を策定するべきである。

②円滑な応急活動、事業継続等のための取組

各主体が連携した災害対応の体制等を整備するとともに、応急活動、復旧・復興活動において重要な役割を担う防災関係機関、インフラ、ライフラインに係る公益事業者等、社会経済活動の担い手である企業等が、事業継続等のための対策を講ずることが必要である。しかしながら、地震に対しては、このような対策が進んでいる一方で、水害に対する対策はほとんどされていないのが現状である。

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

（災害時の市町村への支援体制の強化）

大規模水害時等においては、市町村の災害対応全般にわたる機能が著しく低下するおそれがある。このため、TEC-FORCE（Technical Emergency Control FORCE：緊急災害対策派遣隊）等が実施する、災害発生直後からの被害状況調査、市町村長等に対する助言、排水ポンプ車による緊急排水、衛星通信車等による通信機能・監視体制の確保、道路啓開、自衛隊や消防・警察による捜索・救助活動の支援等、市町村の支援体制を強化するべきである。

【取組内容を今後新たに検討するもの】

（防災関係機関、公益事業者等の業務継続計画策定等）

防災関係機関等が、応急活動、復旧・復興活動等を継続できるよう、市役所等の庁舎や消防署、警察署、病院等の重要施設の浸水リスクが低い場所への立地を促進するための方策や、浸水防止対策の実施、バックアップ機能の確保等の業務継続計画の策定を促進するための方策を検討するべきである。

また、電力、上下水道、ガス、通信、鉄道等を管理する公益事業者が、被害をできる限り軽減するとともに、早期に復旧できるよう、変電所の耐水化など重要施設が浸水被害を受けないようにする対策や、災害発生前のリードタイムを活かして重要設備等を安全な場所に移動するといったタイムライン（時系列の行動計画）の策定を促進するための方策を検討すべきである。

（氾濫流の制御、氾濫水の排除）

大規模な水害においては、氾濫被害の拡大防止や早期の復旧・復興のため、迅速に浸水を解消することが極めて重要となる。このため、氾濫流の制御や、排水用の水門、排水ポンプ等による氾濫水排除に係る計画をあらかじめ検討しておくべきである。

（企業の防災意識の向上、水害 BCP の作成等）

企業等が水害時等における自らの弱点を把握することできるよう、事業所等における浸水被害の事例についてとりまとめ、情報提供することについて検討すべきである。

また、企業等の被害軽減や早期の業務再開を図るため、代替機能の確保やサプライチェーンにおけるリダンダンシーの確保等の具体的な内容を定めた、水害を対象とした BCP（Business Continuity Plan：事業継続計画）の作成や浸水防止対策の実施を促進するための方策について検討すべきである。

特に大規模水害時においては、浸水した区域全体の機能が麻痺し、個々の企業だけで事業継続を図ることが難しいことから、企業、行政等が協働・連携した地域レベルでの事業継続マネジメントの手法及び実施を促すための方策についても検討すべきである。

（各主体が連携した災害対応の体制等の整備）

施設の能力を大幅に上回る外力により大規模な氾濫等が発生した場合を想定し、国、地方公共団体、公益事業者等が連携して対応するため関係者一体型タイムライン（時系列の行動計画）を策定すべきである。

また、災害時のオペレーションを的確に実施するためには、事前の対策だけでなく、リアルタイムの各種災害情報を一元的に集約し、関係者間で共有することも重要であり、そのための実践的な方策や仕組みについて検討すべきである。

また、大規模な災害発生時には、復旧等に係る人的・物的資源が不足することが想定されることから、限られた人的・物的資源をどの段階で、どの対策に優先的に投入するのか等をあらかじめ検討しておくべきである。

5.3 土砂災害に対する適応策

土砂災害については、以下にみられるような気候変動による影響に対して対策に取り組むべきである。

- ・大雨や短時間強雨の発生頻度が増加することにより、土砂災害の発生頻度が増加する。
- ・急激に発達する積乱雲群等による、突発的で局所的な大雨が増加することにより、警戒避難のためのリードタイムが短い土砂災害の発生が増加する。
- ・台風の勢力が増大すること等により総雨量が 1,000mm を超えるような記録的な大雨の発生頻度が増えることによって、深層崩壊等の計画規模を超える土砂移動現象の発生頻度が増加する。
- ・記録的な大雨の発生頻度が増加することにより、土石流が流域界の尾根を乗り越えて流下する現象や、不明瞭な谷地形を呈する箇所における土石流等の発生頻度が増加する。
- ・台風による風倒木の発生や土砂移動現象の頻度の増加、規模の増大等に伴い土砂と相まって流出する流木が増加することが想定され、流木災害の発生頻度が増加する。

(土砂災害の発生頻度の増加への対策)

土砂災害の発生頻度が増加することにより、さらに多くの人命を危険に晒し、社会経済活動に重大な影響を与えることのないよう、一層、人命を守る効果の高い箇所における施設整備を重点的に推進するとともに、避難場所・経路や公共施設、社会経済活動を守る施設の整備を実施するべきである。また、砂防堰堤の適切な除石を行うなど、既存施設も有効に活用するべきである。

土砂災害のおそれのある箇所が多く存在することから、費用や整備に要する期間に制約のある中、できるだけ効率的にハード対策が進められるよう、施設の計画・設計方法や砂防ソイルセメント等の活用など、使用材料について、より合理的なものを検討する必要がある。

また、土砂災害は降雨等の誘因と地形・地質等の素因が箇所ごとに連関して発生するものであり、正確な発生予測のためにはさらなるデータ蓄積と研究、技術開発が必要である現状を踏まえ、ハード対策とソフト対策を一体的に進めていくことが重要となる。

土砂災害防止法の改正により土砂災害警戒区域の指定をより一層促進し、ハザードマップの作成・公表や夜間の防災訓練などの実践的な訓練等を通じて、警戒避難体制の強化を図るべきである。

今後は、土砂災害警戒区域等の指定の前段階においても、土砂災害防止法に基づく基礎調査結果をホームページに掲載、公共施設等での提示、各戸配

布、回覧板など様々な方法で公表することで土砂災害の危険性を住民等に十分周知し、速やかに土砂災害のリスクが高いことを示すことによって警戒避難体制の整備等を促していくべきである。

事前に地域ごとに時系列での行動手順を決めておくタイムライン（時系列の行動計画）の作成について支援を行うなど、警戒避難体制の充実・強化を図るべきである。

また、警戒避難を的確に行うためには、避難勧告等の情報を出す側である市町村、それらの情報を受け取る側の住民代表双方に土砂災害に関する知識をもった人材の育成等が重要である。児童・生徒への防災教育、住民への講習会、都道府県・市町村職員等を対象とした研修等、対象と目的を明確にした取組を推進するべきである。

（警戒避難のためのリードタイムが短い土砂災害への対策）

土砂災害に対しては、時間的に余裕をもって、あらかじめ設定された避難場所に立退き避難をすることが基本となるが、土砂災害の前兆現象が起き始めるなど危険が差し迫っている場合には、住民が一刻も早く危険な場所から離れることができるよう、危険な場所や逃げる方向についてこれまで以上に周知するべきである。また、近隣のマンション等の堅牢な建物の高層階に避難することも有効な方法であることや、小規模な急傾斜地の崩壊等が想定される区域の戸建住宅において既に家の外に出られる状況でない場合には、急傾斜地等の反対側の2階以上への移動も考えられることについても、併せて周知すべきである。また、実践的な防災訓練、防災教育を通じて土砂災害に対する正確な知識の普及に努めるべきである。

今後は、的確な避難勧告や避難行動を支援するため、土砂災害警戒情報の発表単位の細分化、精度向上を検討するとともに、早い段階から雨や地中の水分の含み具合に関する時系列情報を提供できるよう検討するべきである。

さらに、より迅速な状況の把握及び情報の伝達ができるようソーシャルメディア等の新たな情報収集・共有の方法を活用することも検討するべきである。

（計画規模を上回る土砂移動現象への対策）

計画規模を上回る土砂移動現象に対しても、砂防堰堤等が少しでも長い時間、減災機能を発揮することで、人命を守り、社会経済活動への影響を最小限とすることができるように、砂防堰堤等の施設配置や構造を検討するべきである。

さらに、それによって少しでも住民の避難時間を確保することや氾濫範囲を減少させることで避難場所・経路を保全するなど、ハード対策とソフト対策の連携方策についても検討するべきである。

（深層崩壊等への対策）

記録的な大雨による深層崩壊等に伴う大規模土砂災害に対しては、初動対応を迅速化するため、深層崩壊等の発生や河道閉塞の有無をいち早く把握する国土監視体制の強化を進めるべきであり、人工衛星、地震計ネットワークにより大規模土砂移動現象を迅速に検知できる危機管理体制の整備を推進するべきである。

併せて、今後は、地質、地質構造等の素因に関する情報を把握するため、空中電磁探査などの新たな技術の活用を図っていくべきである。

また、河道閉塞による湛水、火山噴火の降灰とその後の降雨等によって、土石流の発生等、甚大な被害が懸念される場合には緊急調査をおこない、市町村に対して避難勧告等の判断に資する情報を提供するべきである。

大規模土砂災害への危機管理対応については、UAV（Unmanned Aerial Vehicle：無人航空機）等の新たな技術の導入を進めるとともに、関係機関と連携したより実践的な訓練を実施するなど、対応の迅速化、高度化に取り組むべきである。

また、大規模土砂移動現象の発生後は、下流域への土砂の影響を考慮し、流域全体の継続的なモニタリングが必要である。

（不明瞭な谷地形を呈する箇所での土砂災害への対策）

不明瞭な谷地形を呈する箇所で土砂災害が発生することに対しては、対象箇所が膨大に存在することが想定されることから、重点的に対策すべき箇所を抽出するため、危険度評価手法を検討するとともに、地形特性を踏まえた、より合理的な施設の構造について検討を行うべきである。

（土石流が流域界を乗り越える現象への対策）

不明瞭な谷地形を呈し隣接溪流等に流れ込む危険性のある箇所では、土砂量や範囲を適切に推定するため、土石流の氾濫計算等を行い、その結果のハード対策、ソフト対策への活用を検討するべきである。

（流木災害への対策）

土砂移動現象の頻度の増加や規模の増大に伴い、発生頻度の増加が懸念される流木災害に対しては、流木災害により土砂災害の被害が拡大することがないように、流木捕捉効果の高い透過型堰堤の採用、流木止め設置、既存の不透過型堰堤を透過型堰堤に改良することなど検討し、流木対策計画を策定するべきである。

（上流域の管理）

迅速で効率的な流域管理を進めるために、人工衛星や航空レーザ測量によって得られる詳細な地形データ等を定常的に蓄積することで、国土監視体制の強化を図るべきである。

さらに国土管理の観点から、上流域の荒廃を防ぐことは重要であり、山腹工等の斜面对策や、地域との連携によって実施されている里山砂防事業、グリーンベルト整備事業について、その効果を検証しつつ推進するべきである。

（災害リスクを考慮した土地利用、住まい方）

土砂災害警戒区域等の指定を促進するとともに、指定の前段階においても土砂災害防止法に基づく基礎調査結果を公表し、いち早く土砂災害のリスクが高いことを示すことで、より安全な土地利用を促していく必要がある。特に、要配慮者利用施設や防災拠点の安全確保にはこれまで以上に十分な配慮を促すべきである。

災害リスクが特に高い地域については、土砂災害特別警戒区域の指定による建築物の構造規制や宅地開発等の抑制を促進するべきである。あわせて当該地域からの移転を促進するため、がけ地近接等危険住宅移転事業等による支援を促進するべきである。

5.4 渇水に対する適応策

地球温暖化に伴う気候変動により渇水が頻発化、長期化、深刻化し、さらなる渇水被害が発生することが懸念されている。このため、渇水による被害を防止・軽減するための対策をとる上で前提となる、既存施設の水供給の安全度と渇水リスクの評価を行い、国、地方公共団体、利水者、企業、住民等の各主体が渇水リスク情報を共有し、協働して渇水に備えるべきである。

渇水に対する適応策を推進するため、関係者が連携して、渇水による影響・被害の想定や、渇水による被害を軽減するための対策等を定める渇水対応タイムライン（時系列の行動計画）を作成するべきである。

5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策

原則として10箇年第1位相当の渇水時の流況でも水を安定して利用できることを基本とし、既存施設の水供給の安全度について評価した上で、地域の実情を踏まえ、水を安定して利用するための方策を柔軟に検討するべきである。

雨水・再生水利用は、通常時のみならず、緊急時の水洗トイレ用水、散水用水、消防用水に活用できるなどの代替水源等としての利用が図られている。雨水・再生水利用や節水といった水の有効利用を促進するべきである。

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

（既存施設の徹底活用等）

水資源開発施設の整備が必要な地域において水資源開発の取組を進めるとともに、ダムの高上げ、貯水池の堆積土砂の掘削・浚渫などによる既存施設の機能向上等の可能性について検討するべきである。

また、既存の水資源開発施設の機能を適切に発揮し続けるため、老朽化対策等を着実に実施するなど、維持管理・更新を計画的に行うべきである。

各ダムの貯水・降水状況等を勘案した上で、同一流域内の複数のダムの統合運用や、ダムの特性を勘案した渇水時における運用方法の点検・見直しなど、ダムの効率的な運用の可能性について検討するべきである。

（雨水の利用）

雨水の利用の推進に関する法律の施行等を踏まえ、より効果的な雨水利用を促進するため、雨水利用のための施設に係る規格等の標準化、計画、設計に係る技術基準類の改定に向けた検討を進め、雨水利用のための施設の設置を促進するべきである。

（再生水の利用）

再生水は技術の開発や実績の積み重ねによって、多様な用途に活用できる重要な資源となりつつあり、地域のニーズ等に応じ、下水処理場に給水栓

等の設置を進め、設置情報等を提供するなどし、道路維持用水や樹木散水等にも下水処理水の利用を促進するべきである。

（早めの情報発信と節水の呼びかけ）

関係機関への渇水に関する情報提供・共有や、報道機関等と連携して、通常時及び渇水のおそれのある早い段階からの情報発信と節水への呼びかけを促進するべきである。このため、国内だけでなく諸外国での過去の渇水における事例を調査し、効果的な方法について提示するべきである。

（水の重要性に関する教育や普及啓発活動）

雨水・再生水利用や節水といった水の有効利用を促進していくためには、水の重要性や大切さについて国民の関心や理解を深めることが重要である。このため、学校教育現場における取組を推進するための教材作成に関わる情報を提供するなどの支援方策を検討するべきである。また、国及び地方公共団体が開催する「水の日（8月1日）」関連行事への国民の参加を促す方策を講ずるなど、普及啓発活動を促進するべきである。

5.4.2 施設の能力を上回る渇水による被害を軽減する対策

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

（水融通、応援給水体制の検討）

関係者間で、渇水時における都道府県、市町村、水道事業者等の水融通、応援給水体制をあらかじめ検討し、渇水時の対応が円滑に図られるための取組を促進するべきである。

（渇水時の河川環境に関するモニタリングと知見の蓄積）

渇水時の河川流量の減少により、河川に生息・生育する水生動植物等の生態系や水質などの河川環境に影響が生じることが懸念される。このような影響を低減していくために、河川の流量等のデータを収集・蓄積するとともに、河川流量減少時の河川環境のモニタリングを実施し、知見の蓄積を図るべきである。

【取組内容を今後新たに検討するもの】

（関係者が連携した渇水対応の体制等の整備）

渇水に対する適応策を推進するため、協議会を活用するなどし、関係者が連携して、渇水の初期から徐々に深刻化していく状況とそれに応じた影響・被害の想定や、渇水による被害を軽減するための対策等を定める渇水対応タイムライン（時系列の行動計画）を作成するべきである。

このため、想定最大外力の設定方法や過去の渇水による影響・被害の事例、

想定される影響・被害、渇水リスクの提示方法等を含め、渇水対策の検討を支援するガイドラインを作成するべきである。

（取水制限の前倒し等）

中長期的な降水等の気象予測を含めた渇水予測技術の向上を図り、渇水対応タイムラインに示した渇水による影響、被害想定等を基に、状況に応じた取水制限の前倒し実施等の可能性を検討するべきである。

（渇水時の地下水の利用と実態把握）

平成 6 年の列島渇水時には、一時的な地下水の過剰な採取により、関東平野北部等で地盤沈下が進行した。地盤沈下は不可逆的な現象で一旦生じると回復が困難であり、地下水の塩水化等の地下水障害は回復に極めて長期間を要するため、これらを防止する観点から、持続可能な形で地下水の保全と利用をマネジメントする必要がある。地方公共団体等が地域の実情に応じた持続可能な地下水保全・利用ルールを検討し、渇水による影響、被害が甚大となっている状況下における緊急的な代替水源としての地下水利用について検討するため、地下水収支や地下水挙動の把握に関する技術を開発するべきである。

また、地下水の各種データは、地表水と比較し十分整備されていないほか、地方公共団体等が個別に調査、観測しているのが現状である。このため、国はデータを相互に活用するための共通ルールの作成等の環境整備を行うべきである。

（危機的な渇水時の被害を最小とするための対策）

危機的な渇水時には、過去発生した最大級の渇水時の給水制限を上回るような給水制限が行われ、工場の操業停止、農業生産高の減少、その他水利用が多い外食産業等の経済的損失や、医療活動への影響（手術困難、透析困難）による生命の危機、大学等の休学措置、水洗トイレ用水の確保など社会経済活動や国民生活に深刻かつ重大な支障が生じることが想定される。また、首都圏で危機的な渇水となった場合には、首都機能に甚大な支障をきたし、その影響が全国に波及することも想定される。

このため、既存施設の水供給の安全度と渇水リスクの評価を行い、想定される社会経済活動、福祉・医療、公共施設サービス、国民生活等への影響・被害を踏まえた上で、政府一体となった対応や企業等における渇水への対応、応援給水などの供給先の優先順位の設定等について検討するべきである。

5.5 適応策を推進するための共通的事項

5.5.1 国土監視、気候変動予測等の高度化

人工衛星や航空機、UAV（Unmanned Aerial Vehicle：無人航空機）等によって得られる画像データや詳細な地形データを定常的に蓄積し、国土監視の体制の強化を図るべきである。

これらの画像データや地形データを活用して、災害リスクの的確な把握や、発災直後の迅速な被災状況の把握、復旧・復興対策の早期立案、さらには河道・海岸等の平時の管理の高度化に役立てるべきである。

また、人工衛星、地震計ネットワークにより大規模土砂移動現象を迅速に検知できるようにするべきである。

降水や海面水位などに対する気候変動の影響の分析や気候変動予測技術の向上を図るとともに、気候変動モニタリングについては、流域全体における降雨、低水から高水までを含む流況、土砂や流木の流出量の変動を分析する手法について検討するなどにより高度化を図るべきである。

また、気象分野とも連携し、流出解析や洪水流の水理解析等の高度化に取り組むべきである。

5.5.2 地方公共団体等との連携、支援の充実

地方公共団体等が浸水想定等を基に、どのような被害が発生するかを想定し、まちづくりや避難等に係る対策を検討するにあたり、国等は積極的に技術的な支援を行うべきである。

また、今後ますます水害・土砂災害の頻発化・激甚化が懸念されることを踏まえ、大規模な災害等に際して被災地方公共団体の支援を行い、二次災害防止や被災地の早期復旧のための技術的支援を迅速に実施するため、TEC-FORCE（Technical Emergency Control FORCE：緊急災害対策派遣隊）、専門家の派遣など、国等による地方公共団体等への支援機能を拡充するべきである。

5.5.3 調査、研究、技術開発の推進等

気候変動適応策を具体的に推進するにあたっては、気候変動予測技術、災害リスク評価手法、河道や堤防等の施設を評価する手法、被害の軽減が図られる施設構造などについて、調査、研究、技術開発を推進する必要がある。

これらに関する既往の成果について実用化を進めるとともに、新たな課題に対して積極的に調査、研究、技術開発に取り組み、できる限り早期に手法等を確立し、技術基準や計画等へ反映すべきである。

また、適応策については、広く社会全体で様々な取組を進めることが必要

であり、工学的・技術的な課題だけでなく、幅広い観点から防災・減災のための施策を検討していくべきである。

(研究等の例)

- ・気候変動の影響により外力が増大することが予測されていることから、増大する外力についての定量的な評価や確率規模の取扱い、新たな治水計画論等についての研究を推進するべきである。
- ・気候変動による水害リスクの増大に対し、例えば水害保険等の活用状況を分析するなどにより、既存の制度・手法等にとらわれない新たな適応策の可能性についての研究を推進するべきである。
- ・気候変動が河川環境等に及ぼす影響について、特定の河川、湖沼において水質、水温の変化を予測する研究は一部で進められているが、河川環境全体の変化等を把握、予測することは現段階では困難な状況である。このため引き続き調査・研究を推進するべきである。
- ・土砂災害に関しては、発生情報と降雨状況、土砂災害警戒区域等を組合せ、災害リスクの切迫性をより確実に当該市町村や住民に知らせる防災情報についても研究を推進するべきである。
- ・雪崩災害については、気象の変化に伴い降雪の量、質等が変化することに加え、降雪の場所が変化し、これまであまり想定されていない場所においても大雪となる可能性があることから、降雪・積雪等に関する観測を続けるとともに大雪や雪崩による災害への影響について、さらに研究を推進するべきである。
- ・気候変動による水資源への影響や社会への影響を含めた渇水リスクについて調査・研究を推進するべきである。
- ・諸外国の水銀行制度や緊急の節水策としての課金制度について現状を調査するとともに、その適用性について調査・研究を推進するべきである。

5.5.4 技術の継承等

技術の基準化、高度化等が進んでも、現場における具体の技術的判断には河川等の整備・維持管理等に関し豊富な経験を有する技術者の知見を必要とする部分は依然として大きく、気候変動の影響による外力の増大、水災害の頻発等への対策において技術者の知見はますます重要となる。

このため、技術を継承する仕組みを整備し、河川等の整備・維持管理等を担う職員の育成を継続的に行うべきである。また、このような技術の必要性、重要性を積極的に広報し、官民の技術者を幅広く確保できるようにするべきである。

6 おわりに

気候変動は遠い将来のことではなく、水災害分野においては既にその影響は顕在化しつつある。このような影響がさらに深刻化してからは、対策に大きな手戻り、手遅れを生じることとなり、国民生活、経済社会の大きな支障となりかねないことから、危機感を持って直ちに水災害分野の気候変動適応策に取り組むべきである。

比較的発生頻度の高い外力に対しては、引き続き、施設により災害の発生を防止することを基本とするべきであり、従来からの施設の整備、維持管理・更新等を着実に進めることが、適応策としても重要である。

また、その際には、将来の外力増大に備え、できるだけ手戻りを生じないための工夫等も必要となる。

その一方で、今後の外力の増大も念頭に、常に施設の能力を上回る外力が発生する危険性があることを強く認識し対処していくことが重要である。施設では守りきれない事態を具体的に想定し、その災害リスク情報を社会全体が共有し、施設の運用・構造・整備手順等の工夫、まちづくり・地域づくりとの連携、避難、応急活動、事業継続等のための備えなど、考えられるあらゆる施策を総動員して減災対策に取り組む必要がある。

このような適応策を進めるにあたっては、施設の能力を上回る外力に対する災害リスク情報の役割が極めて重要である。様々な規模の外力を対象とした浸水想定やそれに基づく被害想定などを共有する必要がある。また、施設等によりどの程度の規模の外力まで水災害の発生を防止または軽減することができるのかを示すことも重要である。

なお、今回とりまとめた適応策については、直ちに実施できるもの、更なる検討を要するものなど、その段階は様々であり、それぞれの対策の進め方や目標の時期等をできる限り明らかにしたロードマップを策定し、体系的・戦略的に進めていくことが必要である。また、更なる検討を要するものについては、その検討成果を制度や技術基準、計画等に反映させ、順次具体化を図るべきである。

一方で、気候変動予測については、まだまだ不確実な面が多いことから、予測技術の向上を図りつつ、順応的に対策を進めることも重要である。

当小委員会は、国民の安全・安心を担う国土交通省に対し、ここに示したようなハード対策とソフト対策が一体となった新たな施策に積極的に取り組み、気候変動適応策を進めていくことを期待する。

社会資本整備審議会 河川分科会
気候変動に適応した治水対策検討小委員会
委員名簿

委員長	福岡 捷二	中央大学研究開発機構	教授
委員	飯島 淳子	東北大学大学院	教授（第12回～）
	磯部 雅彦	高知工科大学	副学長
	沖 大幹	東京大学生産技術研究所	教授
	柄谷 友香	名城大学大学院	准教授
	岸 由二	慶應義塾大学	名誉教授
	木本 昌秀	東京大学大気海洋研究所	副所長・教授
	小池 俊雄	東京大学大学院工学系研究科	教授
	櫻井 敬子	学習院大学	教授（第11回）
	重川 希志依	富士常葉大学大学院環境防災研究科	教授
	関根 正人	早稲田大学理工学術院	教授
	多々納 裕一	京都大学防災研究所	教授
	知花 武佳	東京大学大学院工学系研究科	准教授
	中井 檢裕	東京工業大学大学院社会理工学研究科	教授
	中北 英一	京都大学防災研究所	教授
	中埜 良昭	東京大学生産技術研究所	所長・教授
	林 春男	京都大学防災研究所	教授
	藤田 正治	京都大学防災研究所	教授
	古米 弘明	東京大学大学院工学系研究科	教授
	間瀬 肇	京都大学防災研究所	教授
	三村 信男	茨城大学	学長
	山崎 登	日本放送協会	解説主幹

※敬称略 五十音順
※第11回小委員会以降

審議経緯等

- 平成 25 年 12 月 11 日 国土交通大臣より社会資本整備審議会会長に諮問
- 12 月 13 日 社会資本整備審議会会長より河川分科会会長に付託
- 平成 26 年 1 月 20 日 第 11 回小委員会
・水災害分野に係る最近の主な動向について 等
- 3 月 18 日 第 12 回小委員会
・気候変動に関する最新の知見
・平成 20 年 6 月答申のフォローアップ
・今後の主な検討課題について
- 4 月 18 日 第 13 回小委員会
・気候変動に関する最新の知見
・平成 20 年 6 月答申のフォローアップ
・今後の主な検討課題及びそれへの対応について
- 5 月 19 日 第 50 回河川分科会
[報告事項]水災害分野に係る気候変動適応策のあり方について
- 6 月 30 日 第 14 回小委員会
・今後さらに取り組むべき適応策（リスク評価、流域レベル）について
- 7 月 28 日 第 15 回小委員会
・最近の都市を巡る動きについて
・今後さらに取り組むべき適応策（まち・地域レベル）について
- 9 月 22 日 第 16 回小委員会
・今後さらに取り組むべき適応策（渇水、高潮・海面水位の上昇）について 等
- 11 月 28 日 第 17 回小委員会
・中間とりまとめ（骨子案（渇水、土砂災害除く））について 等
- 12 月 24 日 第 18 回小委員会
・今後さらに取り組むべき適応策（土砂災害）について
・中間とりまとめ（骨子案）について 等
- 平成 27 年 1 月 30 日 第 19 回小委員会
・中間とりまとめ（案）について
- 2 月 13 日 第 20 回小委員会
・中間とりまとめ（案）について

○ 気候変動による外力の増大・頻発化

- ・既に極端な雨の降り方が顕在化(時間雨量50ミリ以上の発生件数が約30年間で約1.4倍)
- (将来予測(21世紀末))
- ・大雨による降水量(日降水量)が全国平均で10.3~25.5%増加¹⁾
- ・全国の一級水系において、施設計画の規模を上回る洪水の発生頻度が約1.8~4.4倍に増加²⁾
- ・無降水日の年間日数(日降水量1ミリ未満)が全国平均で1.1~10.7日増加¹⁾

1)RCPシナリオによる予測
2)SRES A1Bシナリオによる予測

○ 欧米諸国では、既に気候変動適応策を実施

- ・年超過確率1/1,000など低頻度または極端な洪水の浸水想定等の提示(例:EU諸国、アメリカ)
- ・将来の外力増大時にできるだけ手戻りがない施設の設計(例:ドイツ)
- ・将来の外力増大を見込んだ規模での施設の整備(例:オランダ等)

○ 激甚化する水災害に対処し気候変動適応策を早急に推進すべき

- 施設では守りきれない事態を想定し、社会全体が災害リスク情報を共有し、施策を総動員して減災対策に取り組む
- 従来からの施設の着実な整備等に加え、
 - ・外力が増大した場合に、できるだけ手戻りなく施設の追加対策を講じられるように工夫
 - ・施設の能力を上回る外力に対しても減災効果を発揮できるように工夫

水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方

現況の施設能力の規模

施設計画の規模

想定し得る最大規模

外力(大雨等)の規模

○ 比較的発生頻度の高い外力に対し、施設により災害の発生を防止

- ・将来の外力増大時に、できるだけ手戻りなく施設の追加対策が講じられるよう工夫
- ・災害リスクの評価を踏まえた
ウィークポイント等に対する重点的な整備 等

○ 施設の能力を上回る外力に対し、施策を総動員して、できる限り被害を軽減

<施設の運用、構造、整備手順等の工夫>

- ・既設ダム等を最大限活用するための運用の見直し
- ・迅速な氾濫水排除のための
排水門の整備や排水機場等の耐水化
- ・災害リスクをできるだけ小さくするための
河川整備の内容、手順の見直し 等

<まちづくり・地域づくりとの連携>

- ・災害リスクを考慮した土地利用・住まい方の工夫 等

<避難、応急活動、事業継続等のための備え>

- ・避難に関するタイムライン、
企業の防災意識の向上、水害BCPの作成 等

○ 施設の能力を大幅に上回る外力に対し、ソフト対策を重点に「命を守り」「壊滅的被害を回避」

- ・主体的避難の促進
- ・広域避難体制の整備
- ・国、地方公共団体、公益事業者等の
関係者一体型のタイムライン 等

災害リスクの評価・災害リスク情報の共有

- ・様々な規模の外力に対する災害リスク(浸水想定及びそれに基づく被害想定)の評価
- ・各主体が、災害リスク情報を認識して対策を推進

水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策

○比較的发生頻度の高い外力に対する防災対策

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

- ・施設の着実な整備
- ・既存施設の機能向上
- ・維持管理・更新の充実
- ・水門等の施設操作の遠隔化等
- ・総合的な土砂管理

【取組内容を今後新たに検討するもの】

- ・できるだけ手戻りのない施設の設計
- ・施設計画、設計等のための気候変動予測技術の向上
- ・海面水位の上昇の影響検討
- ・土砂や流木の影響検討
- ・河川と下水道の施設の一体的な運用

○施設の能力を上回る外力に対する減災対策

1)施設の運用、構造、整備手順等の工夫

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

- ・観測等の充実
- ・水防体制の充実・強化
- ・河川管理施設等を活用した避難場所等の確保
- ・粘り強い構造の海岸堤防等の整備

【取組内容を今後新たに検討するもの】

- ・様々な外力に対する災害リスクに基づく河川整備計画の点検・見直し
- ・決壊に至る時間を引き延ばす堤防の構造
- ・既存施設の機能を最大限活用する運用
- ・大規模な構造物の点検
- ・氾濫拡大の抑制と氾濫水の排除

2)まちづくり・地域づくりとの連携

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

- ・総合的な治水対策
- ・土地利用状況を考慮した治水対策
- ・地下空間の浸水対策

【取組内容を今後新たに検討するもの】

- ・災害リスク情報のきめ細かい提示・共有等
- ・災害リスクを考慮した土地利用、住まい方
- ・まちづくり・地域づくりと連携した浸水軽減対策
- ・まちづくり・地域づくりと連携した氾濫拡大の抑制

3)避難、応急活動、事業継続等のための備え

①的確な避難のための取組

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

- ・避難勧告の的確な発令のための市町村長への支援

【取組内容を今後新たに検討するもの】

- ・防災教育や防災知識の普及
- ・避難を促す分かりやすい情報の提供
- ・避難の円滑化・迅速化を図るための事前の取組の充実
- ・広域避難や救助等への備えの充実

②円滑な応急活動、事業継続等のための取組

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

- ・災害時の市町村への支援体制の強化

【取組内容を今後新たに検討するもの】

- ・防災関係機関、公益事業者等の業務継続計画策定等
- ・氾濫流の制御、氾濫水の排除
- ・企業の防災意識の向上、水害BCPの作成等
- ・各主体が連携した災害対応の体制等の整備

土砂災害に対する適応策

(土砂災害の発生頻度の増加)

- ・人命を守る効果の高い箇所における施設整備
- ・より合理的な施設計画・設計の検討
- ・タイムラインの作成支援による警戒避難体制の強化

(警戒避難のリードタイムが短い土砂災害)

- ・土砂災害に対する正確な知識の普及
- ・的確な避難勧告や避難行動を支援するための情報の提供

(計画規模を上回る土砂移動現象)

- ・少しでも長い時間減災効果を発揮する施設配置や構造の検討

(深層崩壊)

- ・大規模土砂移動現象を迅速に検知できる危機管理体制の強化

(不明瞭な谷地形を呈する箇所での土砂災害)

- ・地形特性を踏まえた合理的な施設構造の検討
- ・危険度評価による重点対策箇所の検討

(土石流が流域界を乗り越える現象)

- ・氾濫計算による土砂量や範囲の適切な推定

(流木災害)

- ・透過型堰堤、流木止めの活用
- ・既存不透過型堰堤の透過型化を検討

(上流域の管理)

- ・地形データ等の蓄積による国土監視体制の強化

(災害リスクを考慮した土地利用、住まい方)

- ・土砂災害警戒区域等の基礎調査及び指定

渇水に対する適応策

○比較的发生頻度の高い渇水による被害を防止する対策

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

- ・既存施設の徹底活用等
- ・雨水の利用
- ・再生水の利用
- ・早めの情報発信と節水の呼びかけ
- ・水の重要性に関する教育や普及啓発活動

○施設の能力を上回る渇水による被害を軽減する対策

【これまでの取組をさらに推進していくもの】

- ・水融通、応援給水体制の検討
- ・渇水時の河川環境に関するモニタリングと知見の蓄積

【取組内容を今後新たに検討するもの】

- ・関係者が連携した渇水対応の体制等の整備
- ・取水制限の前倒し等
- ・渇水時の地下水の利用と実態把握
- ・危機的な渇水時の被害を最小とするための対策

適応策を推進するための共通的事項

- 国土監視、気候変動予測等の高度化
- 地方公共団体等との連携、支援の充実

- 調査、研究、技術開発の推進等
- 技術の継承等

水災害分野における気候変動適応策のあり方について

～災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ～

中間とりまとめ

参考資料

本資料は、「水災害分野における気候変動適応策のあり方について ～災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ～ 中間とりまとめ」の内容の一部を補足説明するため、水管理・国土保全局が作成したものである。本資料については、今後、内容の修正や充実を適宜行う予定である。

欧米諸国では、年超過確率1/1,000など、低頻度または極端な洪水の浸水想定等を提示

	浸水想定における対象外力の規模※1※2	
	最大規模	それ以外
イギリス	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{30} \sim \frac{1}{1,000}$
フランス	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{10}$ または $\frac{1}{30}$ $\frac{1}{100}$ または $\frac{1}{200}$
ドイツ	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{100}$
ベルギー	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{2} \sim \frac{1}{500}$
オランダ	$\frac{1}{10,000}$	$\frac{1}{10} \sim \frac{1}{500}$ $\frac{1}{1,000} \sim \frac{1}{10,000}$
スウェーデン	$\frac{1}{10,000}$	$\frac{1}{100}$
アメリカ	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{100}$

※1 毎年、1年間にその規模を超える外力が発生する確率

※2 同一国内であっても河川や地域により、対象外力の規模が異なるものがある

イギリスにおける浸水想定区域図

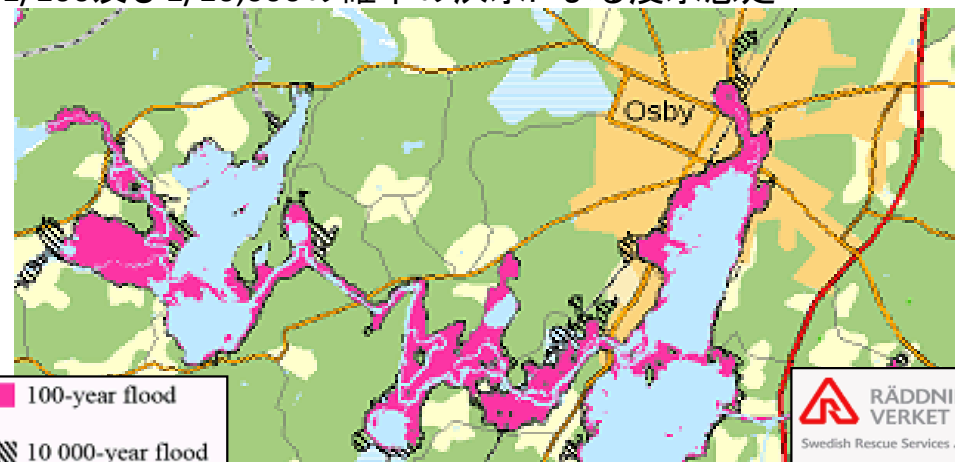
■青色部は1/100、緑色部は1/1,000の確率の洪水による浸水想定



(参考) <http://watermaps.environment-agency.gov.uk/wiyby/wiyby.aspx?topic=floodmap>

スウェーデンにおける浸水想定区域図

■1/100及び1/10,000の確率の洪水による浸水想定



(参考) <http://gisapps.msb.se/Oversvamningskartering/Oversiktliga/framework.html>

欧米諸国では、既に気候変動適応策を実施【ドイツ】

○将来の外力増大時にできるだけ手戻りがない施設の設計

- ・設計流量(一般的に年超過確率1/100の洪水流量)に気候変動の影響を割増[※]し、以下の設計等を実施
 - 堤防については、将来嵩上げが必要となった場合に備えて事前に用地を確保
 - 護岸等については、将来嵩上げが必要となっても容易に対応できるように設計
 - 橋梁については、当初から割増した流量により設計

※ KLIWAプロジェクト(ドイツ気象庁とバイエルン州などの一部の州を含む共同プロジェクト)において、気候変動予測モデルで予測された降雨量を用い、流出モデルにより洪水流量を求め、現在(1971~2000年)と将来(2021~2050年)の年超過確率別の流量の比(気候変動係数)を設定

表 ドイツの地域・確率年別気候変動係数

地域	確率年	気候変動係数
ネッカー	100	1.15
ドナウ上流	100	1.25
バイエルン	100	1.15



図 100年確率洪水位及び気候変動による水位上昇見込み量概念図

※「Freeboard」は波・風等による水位上昇による越流を防止するためのもの

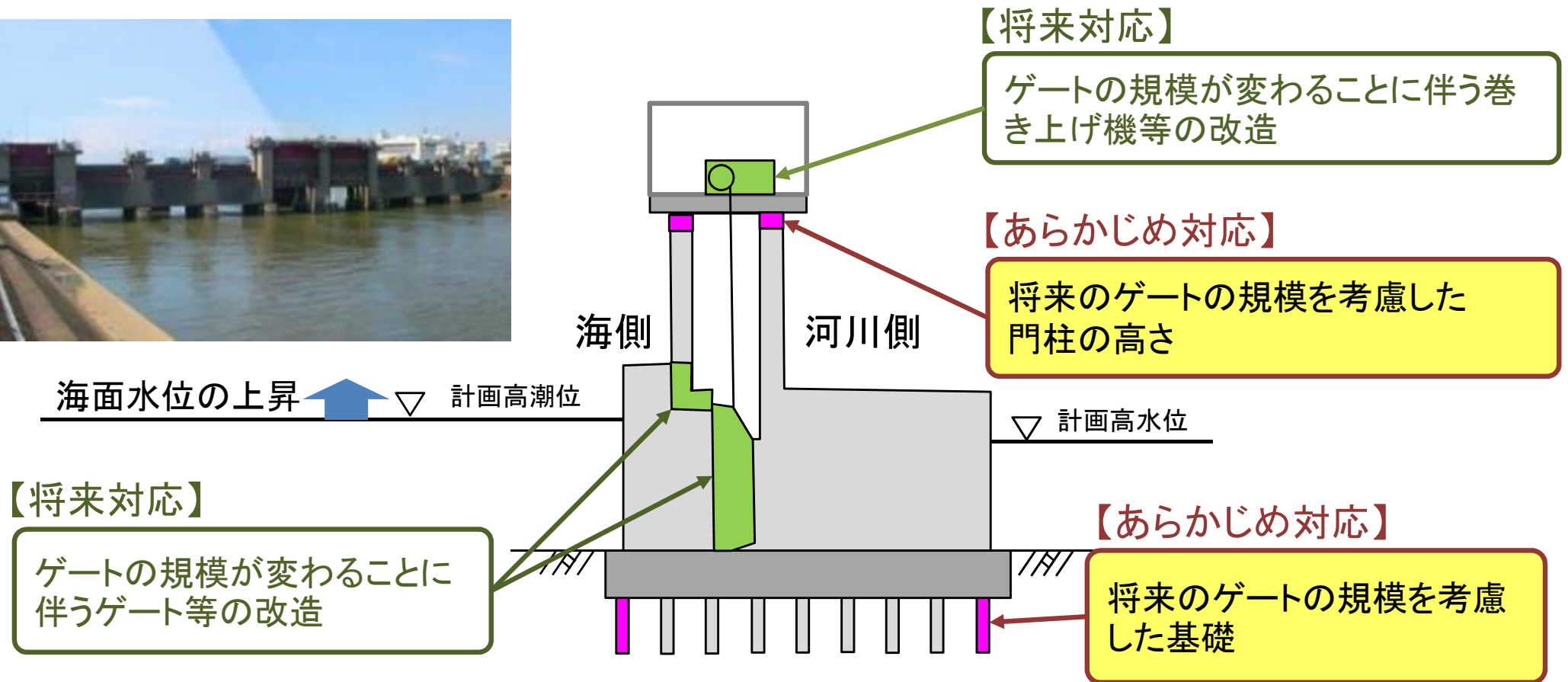
出典: KLIWA*: Climate Change in Southern Germany Extent -Consequences – Strategies, pp.18-19, 2009.

*KLIWA:水資源管理に係る気候変動と同影響に対応するためのドイツのバーデン=ビュルテンベルク、バイエルン、ラインラント=プファルツの各州とドイツ気象庁を含む協同プロジェクト。

将来の外力増大時にできるだけ手戻りがない施設の設計

- 将来の外力増大時に、できるだけ容易に改造ができるよう設計
- 改造が難しい部分はあらかじめ対応、その他は将来の更新時に対応

(例) 海面水位上昇に対する水門設計での対応イメージ



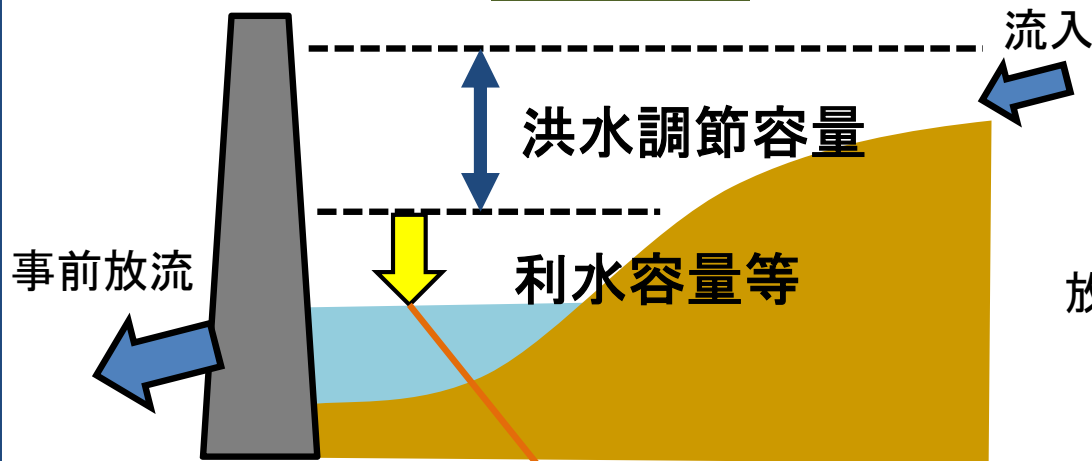
既設ダム等の既存施設の最大限活用

○ダムへの流入量の予測精度の向上等を図り、ダムの洪水調節能力を最大限活用できるように操作方法を見直す

(例) 事前放流を活かした洪水調節

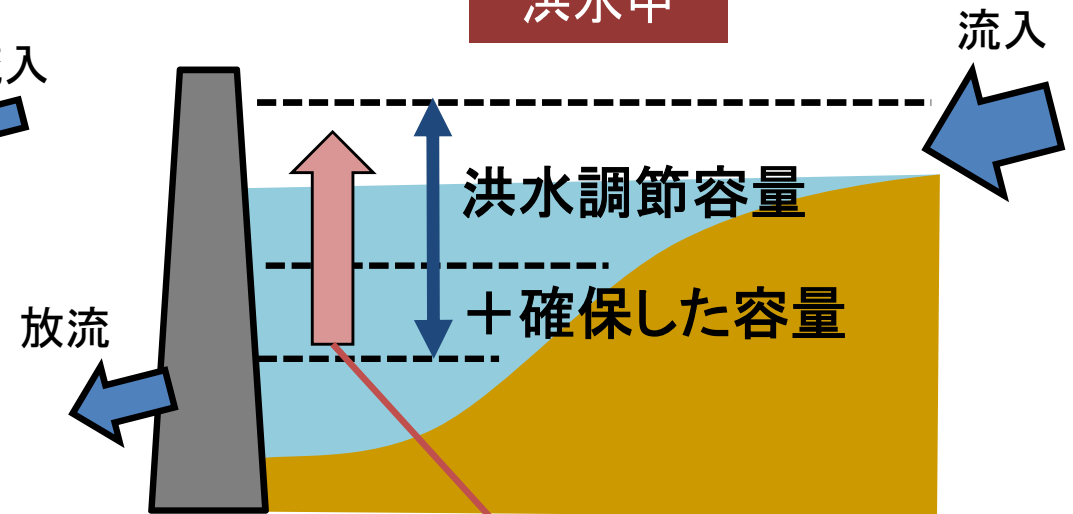
ダム上流域の降雨量やダムへの流入量の予測精度の向上

洪水前



事前放流により洪水調節のための容量をさらに確保

洪水中



事前放流により確保した容量も用いて洪水調節

迅速な氾濫水の排除

○氾濫水を早期に排除するための排水門の整備や排水機場等の耐水化等を実施

迅速な氾濫水排除のための排水門の整備



排水ポンプ車による緊急排水



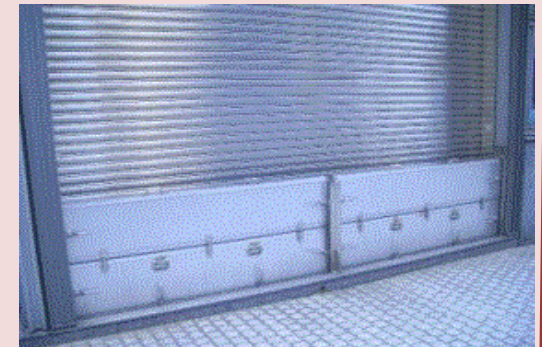
排水機場等の耐水化



電源設備等の嵩上げ



止水板の設置



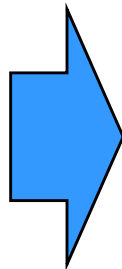
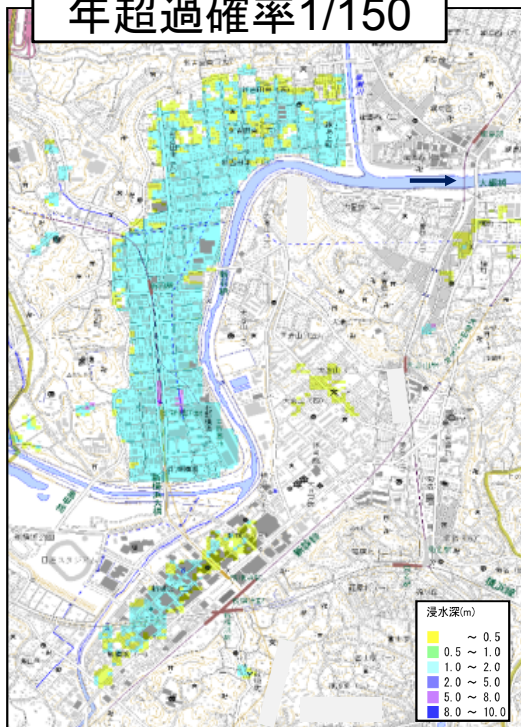
様々な規模の降雨を対象とした浸水想定

○避難の検討やまちづくり、投資判断等に資するよう、様々な規模の降雨について浸水想定を作成・提示

これまで

洪水防御に関する計画の基本となる降雨のみを対象

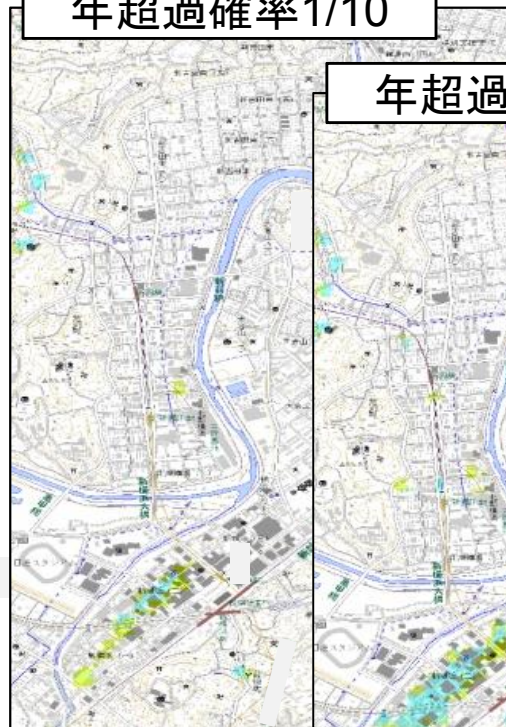
年超過確率1/150



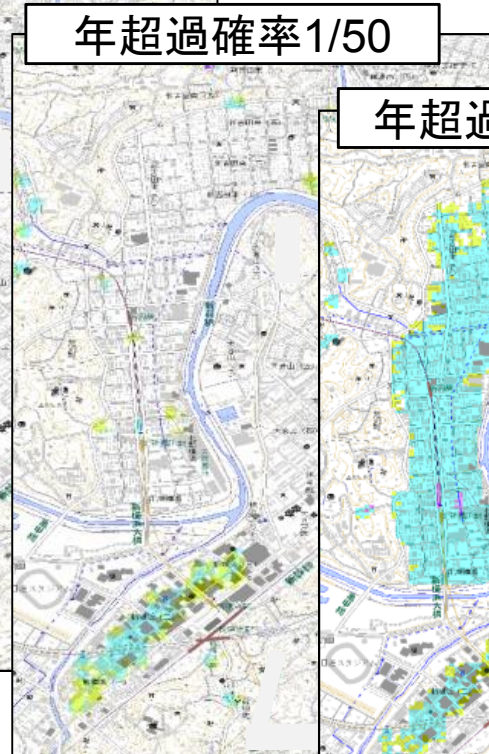
今後

想定最大外力までの様々な規模の降雨を対象

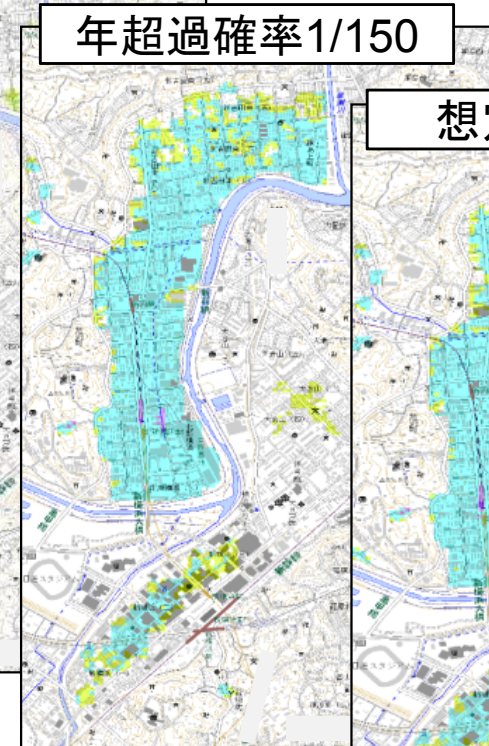
年超過確率1/10



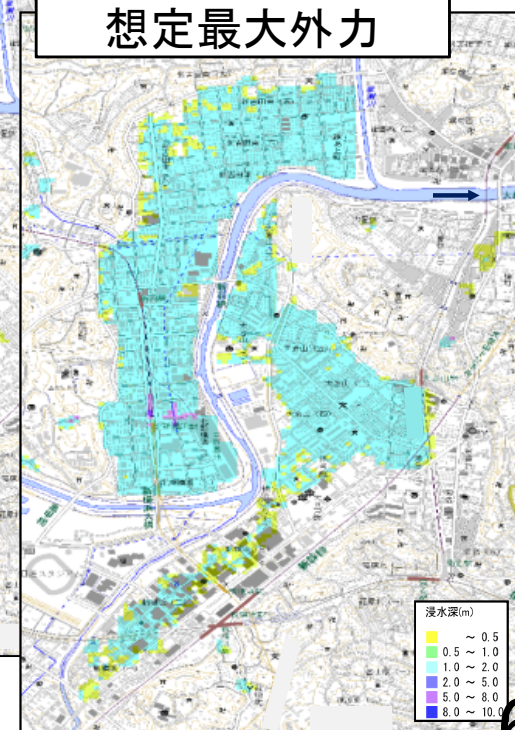
年超過確率1/50



年超過確率1/150



想定最大外力

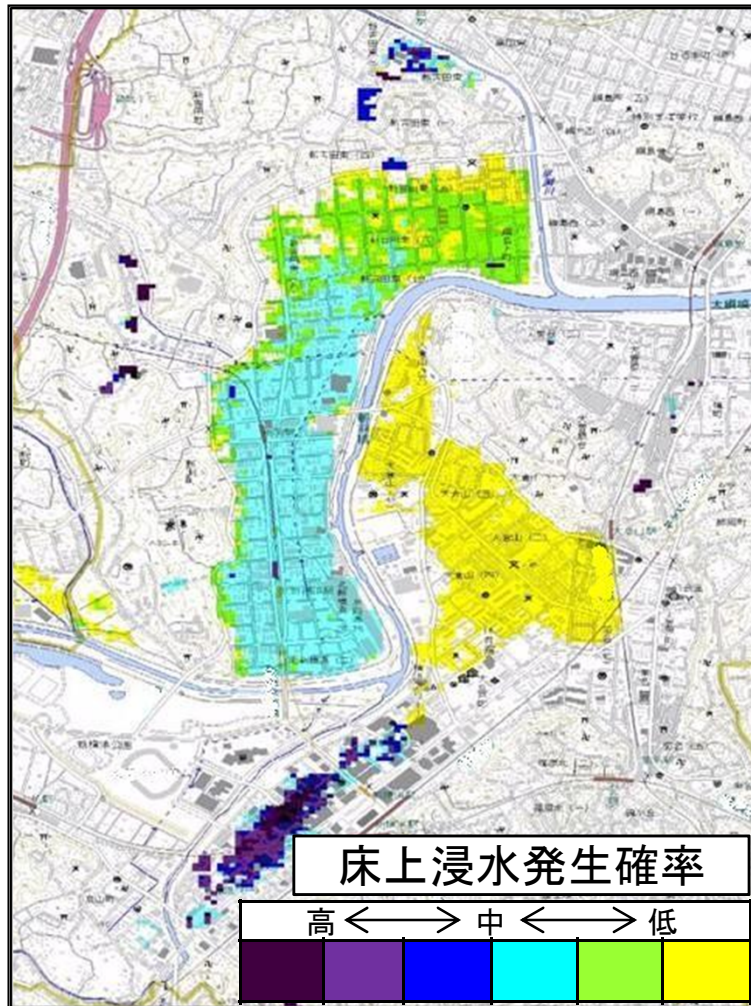


※図は、あくまでイメージのため、実際の河川と必ずしも一致しない。

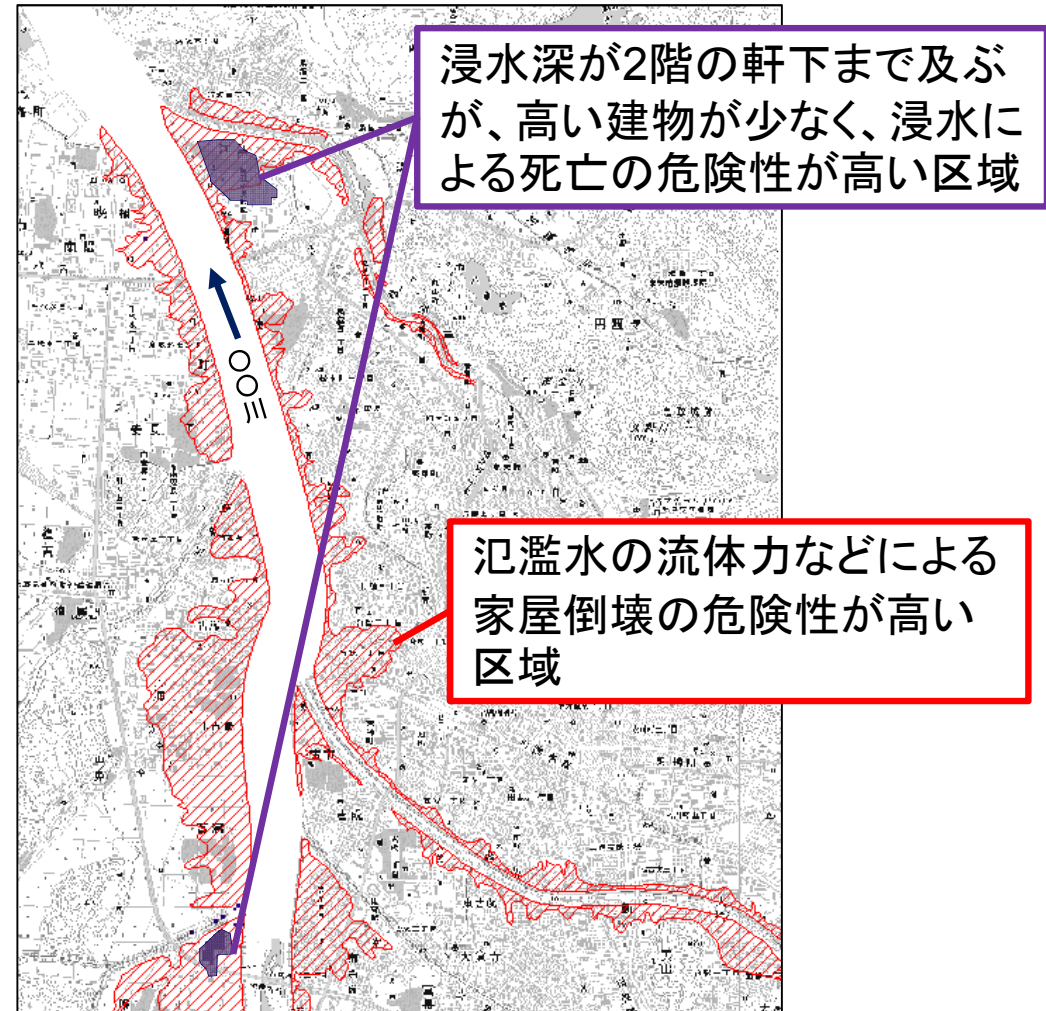
きめ細かい災害リスク情報の提示

○浸水深だけでなく、資産被害が大きくなる床上浸水の発生頻度や、浸水深が極めて深くなる区域や家屋倒壊の危険性がある区域など人命に関わるリスクについても提示

床上浸水の発生頻度



人命に関わるリスク



※図は、あくまでイメージのため、実際の河川と必ずしも一致しない。

避難に関するタイムラインや避難計画の策定

○市町村における避難に関するタイムライン(時系列の行動計画)や避難計画の策定、これらに基づく避難訓練の実施等を促進

(例) 台風に伴う洪水に想定したタイムラインのイメージ

