

水災害分野における
気候変動適応策のあり方について

中間とりまとめ（案）

平成 27 年 1 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	・・・	8
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・共有	・・・	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)	被害を軽減させるための対策		
2)	避難、応急活動、事業継続等のための対策		
3)	まちづくり・地域づくりと連携した対策		
5.3	土砂災害に対する適応策	・・・	27
5.4	水害と土砂災害に対する共通の適応策	・・・	31
5.4.1	避難、応急活動、事業継続等のための対策		
1)	的確な避難のための対策		
2)	円滑な応急活動、事業継続等のための対策		
5.4.2	まちづくり・地域づくりと連携した対策		
5.5	湧水に対する適応策	・・・	37
5.5.1	比較的発生頻度の高い湧水の発生をできる限り抑える対策		
5.5.2	施設の能力を上回る湧水による被害を減らす対策		
5.6	適応策を推進するための共通的事項	・・・	40
5.6.1	国土監視、気候変動予測等の高度化		
5.6.2	地方公共団体等との連携、支援の充実		
5.6.3	調査、研究、技術開発の推進		
5.6.4	技術の継承		
6	おわりに	・・・	42

1 はじめに

近年、時間雨量 50mm 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（日降水量 1mm 未満）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し、また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・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、降雨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とから、緩和への取組み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成と、直轄河川における試算
- ・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

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>

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、我が国の水災害分野の気候変動適応策の推進はまだまだ不十分である。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、激甚な外力に対する浸水想定を作成等の対策が進められるなど、水災害分野の気候変動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。このため、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小委員会」を平成26年1月に約6年ぶりに開催した。その後計9回開催し、諸外国における取組み内容や平成23年東日本大震災の教訓より示された津波対策の考え方、平成27年1月に国土交通省がまとめた「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」などを踏まえ、今後の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た「中間とりまとめ」をとりまとめた。

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、また世界地上平均気温は 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⁾。

日本においては、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している⁷⁾。また、平成 25 年は約 1 割の観測所で観測史上 1 位の 1 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 2 回発生した。一方、降水の日数(日降水量 1.0mm 以上)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、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。これらにより死者・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。

平成 24 年 7 月、九州北部豪雨等により、熊本県阿蘇地方で観測史上最大

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

となる 3 時間で 315mm の降雨量を記録して各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。これらにより死者・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、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。なお、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、淀川上流ダム群で最大限の洪水調節を行うとともに、懸命の水防活動により、堤防の決壊という最悪の事態が回避された。

同年 10 月、台風 26 号により、伊豆大島では連続雨量が 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 月の広島市を襲った豪雨では、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。避難勧告の前に土砂災害が発生したことなどにより、十分な避難行動をとれなかった住民が多く、死者 74 名の甚大な被害が発生した。

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、これにより人命や健全な都市機能を脅かす浸水被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。

平成 23 年 9 月、タイでは、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。

平成 24 年 10 月、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 132 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及び、被害額は 800 億ドル規模となる甚大な被害となった。しかし、関係機関等で災害リスク等を共有し、災害発生前からの行動計画を策定し、事前の備えができていた結果、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ができていた結果、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。

平成 25 年 11 月、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・行方不明者が 7,000 人以上、被災者約 1,600 万人に及ぶ大きな被害が発生した。

平成 26 年 5 月、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、洪水・土砂災害が発生し、死者が 60 名以上にのぼる被害が発生した。

（ 渇水 ）

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 1 級河川で取水制限が実施された。愛知県豊橋市、蒲都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が発生している。

諸外国でも、過去例の無いような大きな渇水が発生しており、WMO の報告書によると渇水によりアメリカでは 200 億ドル（平成 24 年）、オーストラリアでは 151.5 億ドル（昭和 56 年）の経済的損失が生じた。また、世界では、GDP が数% 低下する渇水も発生した。

オーストラリアのマレー・ダーリング川流域では、平成 18 年から 20 年にかけて観測開始以来最低の降水状況となり、平成 18 年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発生した。また、平成 24 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、平成 24 年から続く深刻な渇水に対応するため、州知事は平成 26 年 1 月に干ばつ非常事態を宣言した。

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、世界平均気温が 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、中緯度の陸地な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⁾。

日本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⁹⁾、¹⁰⁾。

SRES シナリオ¹¹⁾ (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、1 時間降水量 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⁹⁾。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(日降水量 1mm 未満)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⁹⁾。

RCP シナリオ¹²⁾ (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)は多くのシナリオ・ケースで増加傾向を示し、全国では RCP6.0 で平均 16.0%増加する¹⁰⁾。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(日降水量 1mm 未満)の年間日数は、多くのシナリオ・ケースで増加傾向を示し、全国では RCP6.0 で平均 5.0 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、全国では RCP6.0 で平均 20cm 減少する¹⁰⁾。

(水災害)

IPCC 第 5 次評価報告書によると、1 の追加的な上昇により、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、海面上昇、沿岸での高潮被害

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>

¹⁰⁾ 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>

¹¹⁾ 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。

¹²⁾ 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。

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の 8 つが示されている¹³⁾。

全国 1 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現在の約 1.8 ~ 4.4 倍になることが予測されており⁵⁾、今後、洪水が頻繁に発生するとともに、その規模が激甚化することも懸念される。

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、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¹⁴⁾。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、高潮災害のリスクが増大する。

土砂災害に関して、降雨の規模が増大するとともに降雨強度の強い降雨の発生頻度が増加すると土砂災害の発生頻度が増大する可能性がある。また、より狭い範囲に短時間に強い雨が集中するリスクが高まる¹⁵⁾。災害発生時間の早期化¹⁵⁾の可能性も考えられる。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¹⁵⁾。

また、無降水日の増加や積雪量の減少による湯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、需要期における河川流量が減少すると考えられる¹⁴⁾。

¹³⁾ 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

¹⁴⁾ 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

¹⁵⁾ 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

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年にライン川口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¹⁶⁾、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を整備するなどのハード整備を進めている。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 $18,000\text{m}^3/\text{s}$ に引き上げ¹⁷⁾、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年の指針に基づく洪水流量の変化¹⁸⁾(20%増)を予め見込んで貯水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¹⁹⁾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、設計流量算定時に気候変動因数²⁰⁾を従来の設計流量に掛けることにより考慮している。なお、同州では洪水防御施設の計画は一般に年超過確率 1/100 の洪水流量を対象としている。堤防の整備においては、従来の設計流量に対応する高さの堤防を整備するとともに隣接地を確保し、必要な時に容易に堤防の嵩上げ、拡幅を可能としている。また、橋梁については当初から気候変動因数を考慮した設計流量に対応して計画するとともに、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困難が生じないように設計している。

イタリアでは、北東部に位置するベネチアにおいて、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 ²¹⁾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

¹⁶⁾ 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

¹⁷⁾ 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口ビス地点の流量を $17,000\sim 22,000\text{m}^3/\text{s}$ 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

¹⁸⁾ 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

¹⁹⁾ 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

²⁰⁾ 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(気候変動因数)を設定

²¹⁾ 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

来の海面水位の上昇について3つのシナリオ²²⁾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。

日本では、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。

(激甚な外力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 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、セーヌ川では歴史的洪水(既知の最大浸水範囲)、ローヌ川流域リヨンで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(中程度の生起確率)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。

日本では、水防法に基づき浸水想定を洪水防御に関する計画の基本とな

²²⁾ 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ト島では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。

る降雨（1級水系 1/100～1/200）を対象に作成しているが、これを上回る規模の洪水については対象としていない。

（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、同 1/100～1/1,000 で浸水する土地では浸水に対して特に脆弱な利用（洪水時に機能することが求められる警察や消防等）については審査を通過した場合のみ開発が可能とされ、同 1/100 以上で浸水する土地では浸水に対して脆弱な利用については原則として開発出来ない。

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 20 cm 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・建築に当たっては洪水保険への加入が義務付けられている。

日本では、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 万区域で指定がされている。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がかけられることになっている。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、過去の気候や全球モデルによる予測を踏まえた 22 の気候変動シナリオ

23)に9の成長シナリオ²⁴⁾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(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超の具体的行動項目を提示している。

オーストラリア・西オーストラリア州では、平成21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の方策のオプションを提示している。

日本では、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、水資源計画においての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、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50年に1回発生する渇水の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。これに対して日本は、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た水供給の安全度でしか施設を計画していない。利根川・荒川水系にいたっては、5箇年第1位相当の渇水に対しての安全度ではない。

アメリカ・カリフォルニア州では、昭和62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平成3年に設立し、水不足に対応した。また、平成26年には、平成24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。

²³⁾ 22の気候変動シナリオのうち、12シナリオは将来の気候変動としてCAT(Governor's Climate Action Team)により確認されているモデルで予測。5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

²⁴⁾ カリフォルニア財務省及び公共政策機関が公表している情報を基に、3つの人口成長シナリオ(現状以下、現状並み、現状以上)と3つの開発密度のシナリオ(現状以下、現状並み、現状以上)の組み合わせ

(OECD (経済協力開発機構)からの勧告等)

OECD (経済協力開発機構)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 あるものの一人当たり水資源賦存量²⁵⁾では世界平均の 1/2 以下であることなど、地球温暖化に伴う気候変動による外力の増大の影響を受けやすい脆弱な国土である。

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、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日降水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、あるいは年間の無降水日などが増大することが予測されている。これにより、施設的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施設的能力を大幅に上回る激甚な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。

激甚な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

²⁵⁾ 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。

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、施設計画の対象としている規模を上回るような外力も対象に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²⁶⁾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。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 ~ 1/40 程度、中小河川において年超過確率 1/5 ~ 1/10 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おらず、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。

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、不安定要素が顕在化している。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。

²⁶⁾ 水害対策では、1 級水系は年超過確率 1/100 ~ 1/200 の規模の外力を長期的な目標に、都市部の河川や下水道の多くは時間雨量 50 mm を目標に施設を整備。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推定し施設を整備。渇水対策では、原則として 10 箇年第 1 位相当の渇水時の流況を基準に施設を整備。

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し、今後、気候変動によりさらに頻発し、その規模も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。

我が国の近年の気象の状況を踏まえると、すでに地球温暖化の進行により危惧されているように、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起きており、明らかに雨の降り方が変化しているとの認識のもと、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、外力の増大とそれにとまなう水災害の激甚化や発生頻度の増加、リードタイムが極端に短い局地的かつ短時間の大雨による災害、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、砂防堰堤、水資源開発施設等の施設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じ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、そのような場合には施設では守りきれないことを認識して、ソフト対策を中心に取り組むことが必要である。具体的には的確な避難、円滑な応急活動、事業継続等のための備えの充実、災害リスクの軽減を考慮したまちづくり・地域づくりの促進など、できる限り被害を軽減するような対策を進めるべきである。また、施設についてもできる限り被害を軽減できるような対策に取り組むべきである。

これらにより、氾濫等が発生しても、人命・資産・社会経済をできる限り守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ような激甚な外力に対しては、最悪の事態を想定し、ソフト対策に重点を置いて対応する必要がある。国、地方公共団体、企業、自治組織、住民等の各主体が危機感を共有し、それぞれが備え、また協働して対策を進めることにより、一人でも多くの人命を守り、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。

(災害リスクの評価・共有)

前述のような防災・減災対策を進めるにあたっては、水災害のリスクを社会全体で共有し、危機感を持って取り組むことが重要である。

特に、大都市圏において大規模な氾濫等が発生した場合の被害を想定するにあたっては、国、地方公共団体、公益事業者、企業等が協働して、どのような被害が生じるのかを波及被害も含めて想定し、関係者で共有すべきである。

(想定し得る最大規模の外力の設定)

最悪の事態を想定した事前の備えを進めるため、地震・津波対策や水災害に関する諸外国における取組みを参考に、現時点で想定し得る最大規模の外力(以下、「想定最大外力」という。)を新たに設定するべきである。

(適応策の一体的な検討・推進と適宜見直し)

水災害分野の気候変動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的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。

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、その大きさについては、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幅があるなど不確実性が伴う。また、災害リスクは、災害外力と被害対象(人口、資産、社会経済活動)及び被害対象の脆弱性によって決まるものであり、気候変動により外力が増大することだけでなく、人口減少、少子・高齢化、コンパクトなまちづくり・地域づくりの推進、水利用や農業・林業等の変化などによっても影響を受けることに留意する必要がある。

このため、水災害分野の気候変動適応策については、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、流域社会の状況や適応策の進捗状況等を踏まえ、適宜見直しながら進めていくことが重要である。

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・共有

(災害リスクの評価・共有)

国、地方公共団体、公益事業者、企業、自治組織、住民等が気候変動に適応した防災・減災対策に取り組む上で、水災害のリスクを各主体が認識し、また社会全体で共有することが必要不可欠である。

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踏まえて、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や、災害リスクの軽減を考慮したまちづくり・地域づくり等ができるよう、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。

土砂災害については、これまで土砂災害警戒区域等に基づくハザードマップや、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上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)にハザードマップ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」が重要であることから、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に関するリスク情報が容易に入手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、避難や応急活動、まちづくり・地域づくりなど被害軽減のための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べきである。

湧水については、住民や企業等が自ら湧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、想定最大外力に対して、関係者間で、湧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・被害の想定などの湧水リスクを評価し、これらをわかりやすい表現で提示して、国、地方公共団体、事業体、企業、住民等で共有するべきである。

(想定し得る最大規模の外力の設定等)

現在、水防法においては、洪水防御に関する計画の基本となる洪水(1級水系では年超過確率 1/100 ~ 1/200)を対象として浸水想定区域を指定することとされているが、今後は、洪水だけでなく、内水、高潮についても対象とするとともに、外力を想定し得る最大規模とするべきである。その際、地方公共団体、企業、自治組織、住民等が避難の検討ができるよう、浸水深だけでなく浸水継続時間を提示するべきである。

想定最大外力は、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設定すべきであるが、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。

しかしながら、全国各地で毎年のように甚大な水災害が発生し、今後、気候変動によりさらに頻発・激甚化することが懸念されていることから、速やかに想定最大外力を具体的に設定して、適応策を進めていく必要がある。

このため、想定最大外力については、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、設定するべきである。

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状況である。このため、我が国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²⁷⁾、列島渇水²⁸⁾）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。

（大規模な氾濫等による被害の想定）

大都市圏において、施設の能力を大幅に上回る激甚な外力により、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、浸水想定に基づき、国、地方公共団体、公益事業者、企業等が協働して、どのような現象が発生するのか、発生した場合にどのような被害が生じるのかを想定し、関係者で共有する必要がある。被害の想定にあたっては、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、以下の観点から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。
- ・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。

²⁷⁾ 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））

²⁸⁾ 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））

- ・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。

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堤防や洪水調節施設等の施設の整備を引き続き着実に進めるとともに、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・更新を行うことにより、水害の発生を着実に防止するべきである。

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じ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。

< 取組み内容を今後新たに検討するもの >

（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手戻りのない設計に努めるべきである。

（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恐れがある。

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、河川と下水道の一体的な解析手法の開発に取り組むべきである。

(施設計画、設計等のための気候変動予測技術の向上)

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、雨量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。

< これまでの取組み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の観点も踏まえながら、引き続き堤防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、大きな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、災害リスクを踏まえた効果的・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(河川整備計画、河川整備基本方針等)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・更新の充実と管理の高度化)

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、堤防の漏水や河岸浸食に対する危険度判定等の技術向上を図るべきである。さらに、危険個所に CCTV や簡易水位計を設置するなど、危険個所の洪水時の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。

(水門等施設の自動化等)

時間雨量 50mm を超える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・自動化や施設の耐水化等を推進すべきである。

(総合土砂管理の推進)

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とから、河道や海浜の形状変化の観測、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行い、外力の増大による移動土砂の量と質の変化を把握・評価するべきである。

その上で、現在取り組んでいる、下流河道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、関係機関と連携し流域一体となった総合的な土砂管理の取組みを推進するべきである。

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、そのような場合には施設では守りきれないことを認識して、ソフト対策を中心に取り組むことが必要である。具体的には的確な避難、円滑な応急活動、事業継続等のための備えの充実、災害リスクの軽減を考慮したまちづくり・地域づくりの促進など、できる限り被害を軽減するような対策を進めるべきである。また、施設についてもできる限り被害を軽減できるような対策に取り組むべきである。

1) 被害を軽減させるための対策

<取組み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、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、上下流・本支川のバランスが確保され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、手順となるように計画を必要に応じて見直すべきである。

(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操作等)

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と、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。

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、万が一、構造物の損傷などによって甚大な被害が発生する可能性の有無について点検し、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、予備電源の確保等を推進するべきである。

< これまでの取組みをさらに推進していくもの >

(避難場所、避難路等の確保)

円滑かつ迅速な避難に資するため、河川管理施設の活用も含め、避難場所や避難路に活用できる防災拠点等の確保、整備を進めるべきである。

（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、水位計を縦断的に密な間隔で設置するとともに、堤防を越水した際にも水位観測が可能となるよう、観測機器を適切に設置し、水位観測等のさらなる充実を図るべきである。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、洪水、内水、高潮、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降水観測については、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技術を用いた観測ネットワークを維持するべきである。

（水防体制の強化）

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。

水防体制を充実・強化するため、洪水時の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。

（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、地下街等の施設の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るべきである。

特に、地下街、地下鉄等の地下駅及びこれらに直結又な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で浸水が発生したり、施設管理者間で十分な浸水情報の共有ができてなかつ

たりすることがある。このため、関係する複数の施設管理者が協議会を設置するなどし、連携して浸水防止が必要な出入口や浸水経路を把握したり、効果的な情報伝達や避難誘導方策を検討したりし、一体的な浸水防止・避難確保対策の計画を作成すべきである。

（粘り強い構造の海岸堤防の整備）

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べきである。

2) 避難、応急活動、事業継続等のための対策

「水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策」における「避難、応急活動、事業継続等のための対策」については、「土砂災害に対する適応策」と共通するため、5.4.1 にまとめて後述する。

3) まちづくり・地域づくりと連携した対策

「水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策」における「まちづくり・地域づくりと連携した対策」については、「土砂災害に対する適応策」と共通するため、5.4.2 にまとめて後述する。

5.3 土砂災害に対する適応策

土砂災害については、気候変動により以下の影響が考えられる。

- ・ これまでにも見られてきたような規模の豪雨が発生する頻度が増加することにより土砂災害が発生する頻度が増加する。
- ・ 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連続雨量が 1,000mm を超えるような記録的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。
- ・ 豪雨や記録的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。その際には除石を行うなど、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。併せて、ソフト対策にも取り組むべきである。

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について、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、土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域の指定等により危険な場

所を周知することによって、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。

（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べきである。また、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階以上へ移動することも考えられる旨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 SNS (Social Networking Service) 等の新たな情報技術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稼ぐ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。

（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、その結果をハード対策、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、透過型堰堤の採用、流木止め設置、既存不透過型堰堤の透過型化等を検討し、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。

（避難、応急活動、事業継続等のための対策）

「土砂災害に対する適応策」における「避難、応急活動、事業継続等のための対策」については、「水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策」と共通するため、5.4.1 にまとめて後述する。

（まちづくり・地域づくりと連携した対策）

「土砂災害に対する適応策」における「まちづくり・地域づくりと連携し

た対策」については、「水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策」と共通するため、5.4.2 にまとめて後述する。

5.4 水害と土砂災害に対する共通の適応策

施設が整備途中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、そのような場合には施設では守りきれないことを認識して、ソフト対策を中心に取り組むことが必要である。具体的には的確な避難、円滑な応急活動、事業継続等のための備えの充実、災害リスクの軽減を考慮したまちづくり・地域づくりの促進など、できる限り被害を軽減するような対策を進めるべきである。

特に、施設の能力を大幅に上回るような激甚な外力に対しては、最悪の事態を想定し、ソフト対策に重点を置いて対応する必要がある。国、地方公共団体、企業、自治組織、住民等の各主体が危機感を共有し、それぞれが備え、また協働して対策を進めるべきである。

5.4.1 避難、応急活動、事業継続等のための対策

1) 的確な避難のための対策

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を進めていく必要がある。一方で、リードタイムが極端に短い局地的かつ短時間の大雨を現在の技術で正確に予測することは困難であること等を踏まえると、避難勧告等の発令が間に合わない場合や発令から現象の発生までに時間的余裕がない事態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の状況情報から判断して、主体的に避難することが不可欠である。また、このような状況情報をもと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、いざというときには、避難勧告等だけでなく状況情報を基に、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。

< 取組み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の促進)

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には、幼少期からの防災教育を進めることが効果的であり、これにより子供から家庭、さらには地域へと防災知識等が浸透していくことが期待できる。このため、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み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の支援方策を検討するべきである。

また、現在、多くの小学校等で地震を想定した避難訓練は行われているが、

水害等を想定した避難訓練はほとんど行われていない。このため、今後は、水害等を対象とした避難訓練の実施を促進するための方策について検討する必要がある。

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マスコミ等を通じた啓発を行うべきである。

（避難を促す状況情報の提供）

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、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、これらを早い段階から時系列で提供するべきである。

住民が土砂災害警戒情報等の防災情報をより自らに関わる情報として認識できるよう、区域をより細分化して情報を提供するべきである。

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じるべきである。

（避難の円滑化・迅速化を図るための事前の取り組みの充実）

浸水深が非常に深い区域や長期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じるべきである。

具体的には、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、危険な区域からの退避の方向、避難場所の名称、当該避難場所までの距離等を記載した標識の設置を進めるべきである。

また、災害発生前のリードタイムを考慮した避難ができるよう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激甚な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だけでなく、浸水深が3階以上に達する等、避難しなかった場合には人命が失われる危険性が極めて高くなる区域が発生するおそれがある。また、浸水が長期間継続する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。

行政等における各種対策の基礎情報として、さらには住民における危機意識の醸成を図るための情報として、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・公表することについて検討するべきである。

また、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。

<これまでの取組み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、注視すべき情報、想定される氾濫の範囲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、市町村長が避難勧告等の発令に向けた準備を進めるため、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いなかったことから、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。

2) 円滑な応急活動、事業継続等のための対策

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、事業継続のための対策を講じ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。

<取組み内容を今後新たに検討するもの>

(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激甚な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の体制の整備と、これらの関係者が情報を共有し、連携しつつ対応を行うための関係者一体型タイムライン(時系列の行動計画)を策定するべきである。

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るべきである。

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。

（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。

（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）策定を促進するための方策を検討するべきである。

（企業の防災意識の向上、水害BCPの作成等）

具体的な被災事例等も踏まえ、浸水等による物理的影響だけでなく、浸水等によるライフラインの停止等による影響も含め、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るべきである。

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、重要な資料やデータ等の上層階等への搬送、電力等が途絶した時の代替手段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るべきである。

特に大規模水害時には、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るべきである。

<これまでの取組み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)

TEC-FORCE (Technical Emergency Control FORCE : 緊急災害対策派遣隊) 等による市町村の支援体制を強化するべきである。

5.4.2 まちづくり・地域づくりと連携した対策

災害リスクの軽減を考慮したまちづくり・地域づくりの推進については従来から指摘されているが、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十分には行われていない。また災害リスクとして示されているものは、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であり、また浸水によりどのような被害が生ずるかについて十分に示されなかったため、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不十分であった。

今後、人口減少・超高齢化社会の到来を踏まえ、都市再生特別措置法の一部改正等によるコンパクトなまちづくりなどを契機としてまち・地域の再編が進められていく機会をとらえ、災害リスクを踏まえたまちづくり・地域づくりの促進を図る必要がある。

<取組み内容を今後新たに検討するもの>

(災害リスクのわかりやすい提示)

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だけでなく、様々な発生頻度の外力による浸水想定に加え、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、住民等の受け手にわかりやすい形で提示するべきである。

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を提示する取組みを進めるべきである。

(災害リスクが特に高い地域への対応)

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特に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。また、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。

土砂災害特別警戒区域について、指定の前段階においても土砂災害防止

法上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開発抑制を促すべきである。

（まちづくり施策との連携）

いわゆる「コンパクトなまちづくり」等の推進にあたっては、土砂災害特別警戒区域や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の災害リスクの高い地域を提示することを通じて、これらの地域以外の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。

（まちづくり・地域づくり関係者との災害リスクの共有、軽減策の実施）

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の共有を図るべきである。

また、このようなまちづくりの取り組みと連携した河川、下水道等の施設整備に取り組むべきである。

特に、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おり、居住を誘導する区域に設定せざるを得ない地域については、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、浸透施設の整備などを関係者が協力して重点的に推進するべきである。

（流域対策の推進）

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。

流域における保水・遊水機能の維持・向上のため、流域調節池の設置・保全、農地、緑地、森林等の機能の保全等を地域との協力の下、引き続き推進するべきである。

（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り組みを参考に、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取り組みを促進するべきである。

5.5 渇水に対する適応策

国、地方公共団体、利水者等は、地球温暖化に伴う気候変動により渇水が頻発、長期化、深刻化し、さらなる渇水被害が発生する可能性があること懸念されていることから、渇水の発生をできる限り抑える対策や、渇水による被害を減らす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、関係者間で共有するべきである。

渇水への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、渇水による被害を減らす対策等を定める渇水対応タイムラインを作成するべきである。

5.5.1 比較的発生頻度の高い渇水の発生をできる限り抑える対策

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うえで、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、緊急時のトイレ洗浄用水、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推進するべきである。

<これまでの取組み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り組みを進めるとともに、ダムの高上げ、貯水池の掘削などによる既存施設の機能向上等の可能性について調査、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うえで、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調査、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推進するため、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、地域のニーズ等状況に応じ、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下水処理水の利用を推進するべきである。

（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、広報・メディアと連携して、通常時及び渇水の恐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実施するため、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。

5.5.2 施設の能力を上回る渇水による被害を減らす対策

< 取組み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）

渇水への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、渇水による被害を減らす対策等を定める渇水対応タイムライン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、その他外食産業等に経済的損失が発生するとともに、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国民生活や社会経済活動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、個人生活等への影響・被害を踏まえた上で、政府一体としての対応や企業等における渇水への対応、応援給水や水備蓄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。

<これまでの取組みをさらに推進していくもの>

(水融通、応援給水体制)

関係者間で、渇水時における都道府県、市町村、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みを促進するべきである。

(渇水時の河川環境のモニタリング)

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から、その影響を低減していくために、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。

5.6 適応策を推進するための共通的事項

5.6.1 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。

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、土砂量や流木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。

5.6.2 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下し、どのような被害が発生するかを想定し、避難や応急活動、まちづくり・地域づくりなど被害軽減のための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。

今後ますます水害の頻発・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、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への支援機能を拡充するべきである。

5.6.3 調査、研究、技術開発の推進

気候変動適応策を具体的に推進するにあたり、気候変動予測技術、災害リスク評価手法やその提示方法、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構造など、現時点において技術的知見や手法等はまだまだ研究途上であるものも多い。このため、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基準等への反映を目指すべきである。

（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。

5.6.4 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多く、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

近年、雨の降り方が明らかに変わってきており、全国各地で水災害が頻発し、甚大な被害が発生している。既に気候変動による影響が顕在化しているという危機感を持ち、外力の増大とそれに伴い頻発・激甚化する水災害に対処し、流域社会を支えるため、気候変動適応策に直ちにに取り組むことが必要である。また、人口減少、高齢化などに対応して、持続的かつ効率的な地域社会を形成するための取り組みが進められている。このような取り組みも踏まえつつ、災害リスクを直視し、流域社会全体で対策に取り組むことが重要である。

気候変動適応策には、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ることから、ロードマップを明確にし、体系的、戦略的に進めていく必要がある。更なる検討を要するものについては、その検討の成果を制度や基準、計画等に反映させ、順次具体化を図るべきである。また、気候変動が及ぼす影響はまだまだ未解明な部分が多く、土砂や流木の流出、河川環境などについても、調査、研究等をさらに進めるべきである。

社会資本整備審議会 河川分科会
気候変動に適應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 検裕	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（湧水、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（湧水、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 等