

# 水災害分野の地球温暖化に伴う気候変化への適応策

## —水災害適応型社会を目指して—

尾澤卓思

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、社会資本整備審議会から答申が出された。答申では、将来の降水量を予想し、及ぼされる影響を分析した上で、対応と具体的な適応策について提案がなされた。降水量の増加は、治水安全度を著しく低下させる結果となった。洪水への対応では、河川のみに対応に加えて流域での対応の重要性が示され、総合治水対策の拡充が示唆された。適応策と緩和策を適切に組み合わせて、持続可能な社会・経済活動や生活が行える「水災害に適応した強靱な社会」（水災害適応型社会）を目指すことが提言された。

キーワード：地球温暖化，気候変化，水災害，適応策，災害リスク，答申

### 1. はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）（以下「IPCC」という）の第4次評価報告書が公表され、人間活動に起因する地球温暖化に伴う気候変化（一般に気候変動と訳されているが、以下「気候変化」という）の影響の大きさと深刻さが明らかにされた。また、その対応として、温室効果ガスの排出削減や吸収により気候変化を緩和させる緩和策と気候変化に対応するシステムを構築することにより発生する可能性のある被害を回避・低減させる適応策の重要性、必要性が示された。

わが国においても、海面水位の上昇、大雨の頻度増加、台風の激化等により、水害、土砂災害、高潮災害等が頻発・激甚するとともに、降雨の変動幅が拡大することに伴う渇水の頻発や深刻化の懸念が指摘されている（これらの災害を「水災害」という）。

こうした中で、国民の安全・安心を確保することが、国の基本的な責務であることから、国は長期的な視点に立ち、早期に気候変化に対して、予防的な施設の整備をはじめとする順応的な適応策を検討・実施する必要がある。このため、気候変化に伴う水害、土砂災害、高潮災害等の頻度や規模などの特性及び社会に与える影響についての分析・評価、及びこれに対応するための適応策について社会資本整備審議会に国土交通大臣から諮問を行った。

社会資本整備審議会河川分科会では、これを受けて「気候変動に適応した治水対策検討小委員会」（以下

「小委員会」という）を設置した。小委員会のメンバーは、表1のとおりである。小委員会は、2007年8月～2008年5月までに8回の審議を行って、河川分科会に審議結果を報告した。小委員会では、従来の治水対策という狭い視点に限定するのではなく、より幅広い視点から水災害分野における適応策全般について検討された。2008年6月、社会資本整備審議会から国土交通大臣へ答申が提出された。

表1 気候変動に対応した治水対策検討小委員会メンバー

委員長	福岡 捷二	中央大学研究開発機構教授
委員	池淵 周一	京都大学名誉教授
	磯部 雅彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科 社会文化環境学専攻教授
沖 大幹	岸 由二	東京大学生産技術研究所教授 慶應義塾大学教授
	木本 昌秀	東京大学気候システム研究センター 副センター長・教授
小池 俊雄		東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻教授
重川 希志依		富士常葉大学大学院環境防災研究科教授
中北 英一		京都大学防災研究所 気象・水象災害研究部門教授
	藤田 正治	京都大学防災研究所 流域防災研究センター教授
藤吉 洋一郎		大妻女子大学文学部教授
三村 信男		茨城大学広域水圏環境科学 教育研究センター教授
虫明 功臣		福島大学
		理工学群共生システム理工学類教授

（※敬称略、五十音順）

本稿では、この答申の治水に関する部分について紹介する。

## 2. 基本的認識

わが国は、狭い沖積平野に人口・資産が集中し、三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）にはゼロメートル地帯が発達している。山地が多く、河川は急勾配で、地すべり地帯など災害の危険性の高い地形・地質である。また、温帯モンスーン気候であり、雨は、一度に激しく降る。水害や土砂災害等に対し脆弱な国土である。このため、治水対策を営々と進め治水安全度を向上してきたが、依然として治水施設の整備状況は、当面の目標に対して約6割程度の進捗であり、低い整備水準にとどまっている。こうした厳しい状況の中で、気候変化による影響は、社会に対し壊滅的な被害を与える可能性がある。このため、適応策と緩和策を適切に組み合わせて、持続可能な社会・経済活動や生活を行える「水災害に適応した強靱な社会」（水災害適応型社会）を目指す必要がある。

気候変化への対策は、適応策、緩和策のどちらか一方だけでは不十分で、両方が補完しあうことにより気候変化のリスクを大きく低減することが可能であるため、適応策と緩和策を車の両輪として、共に進めていく必要がある。

河川・砂防の分野においても可能な限り緩和策を進める。適応策は、観測データや知見の蓄積に応じて進め方を見直していく「順応的な」アプローチを導入し、現在の治水・利水施策の課題や問題点を見直して、広く国土や社会を視野に入れた検討を行う。さらに、国際貢献、特にアジア・太平洋地域に貢献を果たすことが重要である。

## 3. 外力の増大と国土・社会への影響

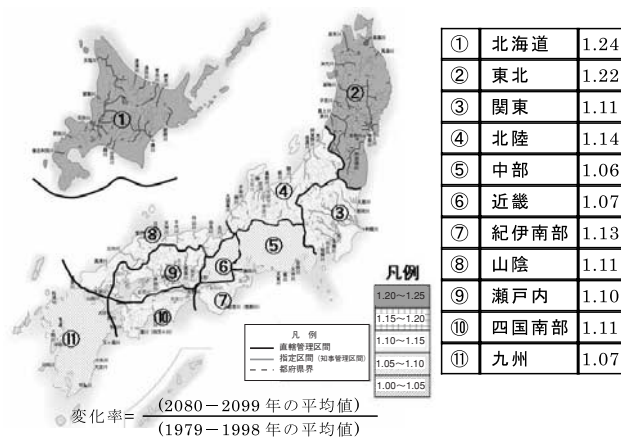
「外力」とは、気候変化の影響を受ける降水量などの気象要素と、その変化により生じる洪水、渇水、土砂流出、高潮等の災害として作用する力を流量や水位などの物理量で示したものである。

### 【降水量の変化】

気象モデルのダウンスケーリングにより、降水量の変化を推定することができるようになった。中位シナリオに基づき、RCM20、GCM20の両モデルによる100年後の予測結果等から、概ね100年後の降水量の変化を予測すると、現在の1.1～1.3倍程度となり、最大で1.5倍程度と見込まれた。全国を11の地域に

区分して100年後の年最大日降水量の変化率を算出した（図—1）。特に、北海道、東北などの地域では、倍率が高くなる傾向が見られる。これは、現段階の予測に基づく数字であり、降雨パターンの変化予測など今後、予測精度を上げる必要がある。

### 【洪水の増大】



図—1 年最大降水量の変化

100年後の降水量の変化が、河川において想定される洪水の大きさに対して、どのような影響を及ぼすか検討した。各地域における100年後の年最大日降水量の変化率により、現計画の治水安全度がどの程度低下するか、全国の82水系の一級河川において試算した。治水安全度は年超過確率で示し、地域及び現計画の治水安全度別にとりまとめた（図—2）。現計画の目標の治水安全度が200年に1度程度の場合は90～145年に1度程度、150年に1度程度の場合は22～100年に1度程度、100年に1度程度の場合は25～90年に1度程度となり、洪水の発生頻度が高くなった。

将来の降水量の増加により、現計画が目標としている治水安全度は、著しく低下する結果となり、浸水・氾濫の危険性が増すことが明らかになった。

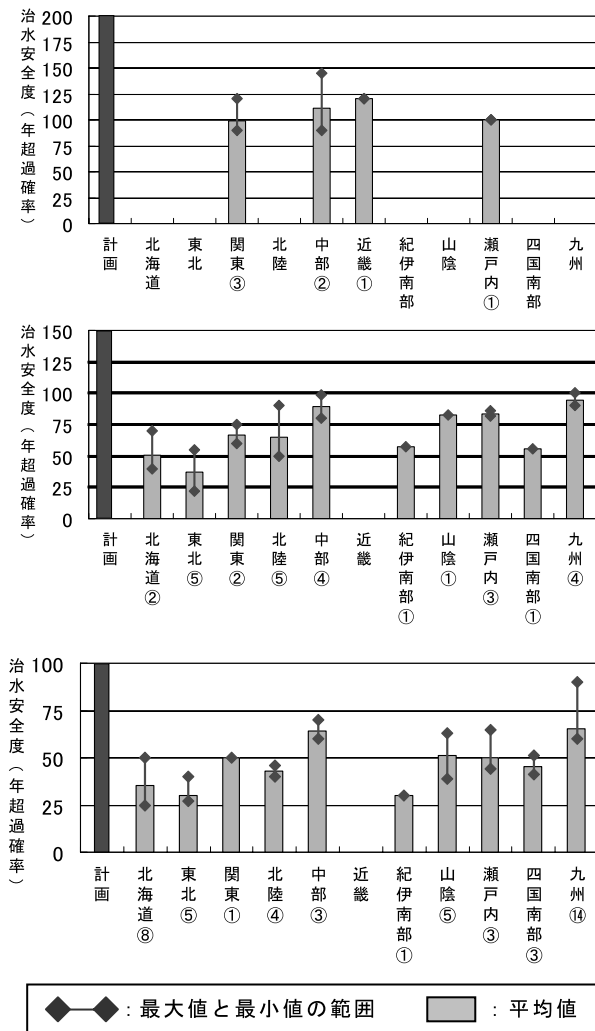
### 【土石流等の激化】

土砂災害の発生頻度の増加、発生時間の短縮化、発生規模の増大が想定される。特に、これまで大雨が少なかった地域で想定を超える降雨が発生した場合は、激甚な土砂災害となる恐れがある。土砂流出量の増加は、中下流部において多量の土砂と一体となった洪水を発生させる恐れがある。また、河道やダム貯水池への土砂の堆積が、氾濫の危険性を高めたり、ダム機能に支障を与えたりすることが想定される。

### 【高潮及び海岸侵食の増大】

海面水位の上昇は、温室効果ガス濃度が安定したとしても数世紀にわたって継続する。海面水位は、大気

の流れの数十年規模の変動や黒潮の変動など自然要因の影響を強く受けることから、上昇量を精度良く見通しを立てることは技術的に難しいが、長期間にわたる比較的安定した現象のため、上昇量を施設設計に見込むことは可能である。さらに、台風の激化が高潮及び海岸侵食を増大することが想定される。



図一 2 将来の降水量の増大による治水安全度の低下

#### 4. 適応策の基本的方向

##### (1) 目標の明確化 — 「犠牲者ゼロ」 —

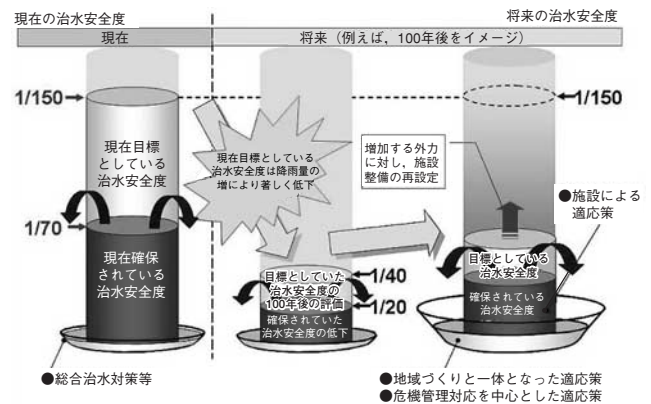
気候変化により激化する水害、土砂災害、高潮災害等からすべてを完全に防御することは難しい。このため、適応策としては「犠牲者ゼロ」に向けた検討を進めるとともに、首都圏のように中枢機能が集積している地域では、国家機能の麻痺を回避することなどへの重点的な対応に努め、被害の最小化を目指すことが必

要である。

##### (2) 増大する外力への対応

##### 【洪水に対する治水政策の重層化】

将来的に、現在の治水安全度を確保することによる基本高水のピーク流量の大幅な増加、もしくは現在の計画の流量を目標とすることによる治水安全度の著しい低下という課題を解決する必要がある。このためには、これまでの計画において目標としてきた流量に対し、河道改修や洪水調節施設の整備等を基本とする「河川で安全を確保するという治水政策」で対処することに加え、増加する外力に対し「流域における対策で安全を確保する治水政策」を重層的に行うべきである(図一3)。これにより、起こり得る様々な規模の洪水を対象とし、その規模に応じて弾力的に流域で対応する。これまでの総合治水対策で実施してきた方策の拡充をはじめ、流域における対策の積極的な展開を推進する。



図一 3 適応策の考え方

##### 【激化する土砂災害への対応強化】

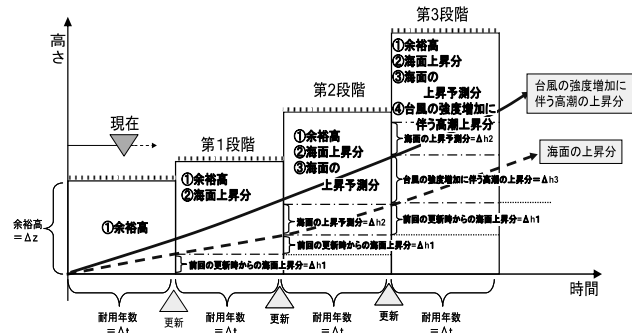
土砂災害の増加や規模の拡大に対してすべて予防的措置を行うことは、現実的でなく、危険性に応じた対応を考えるべきである。施設整備にあたっては、人命を守る効果が高く、土砂災害の危険性の高い箇所を重点的に行う。さらに、土地利用規制や警戒避難体制の整備などのソフト対策を強化する。増加する流出土砂量に対しては、流域の治水、利水、環境のバランスを考慮しながら、山地から海岸までの一貫した総合的な土砂管理の取り組みを強化することが重要である。

##### 【高潮への段階的な対応及び進行する海岸侵食への対応の強化】

海面水位の上昇や台風の激化に対応するため、コンクリート構造の多い高潮堤防等においては、施設更新などにあわせて、増大する外力を見込んだ高潮堤防等

の嵩上げを行い、浸水頻度を減少させる必要がある。海面水位の観測や予測計算などで上昇量を適切に見込んでいく方法で実施する（図—4）。

進行する海岸侵食に対応するためには総合的な土砂管理を積極的に推進する必要がある。



図—4 高潮への段階的な対応

(3) 災害リスクの評価

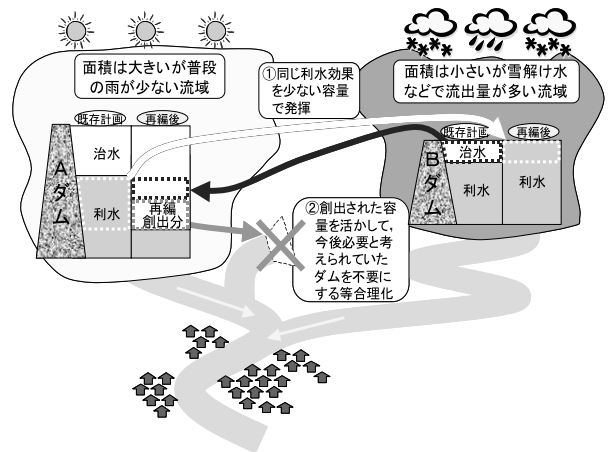
適応策の検討にあたっては、その前提となる気候変化の影響に伴い発生する水災害が社会や経済等に与える影響を、国民や関係機関等にわかりやすい形で示す必要があり、国土構造や社会システムの脆弱性を災害リスクとして評価し、明らかにすることがますます必要となる。この脆弱性を十分理解した上で適切な適応策が選択されるべきである。

(4) 適応策の具体的な提案

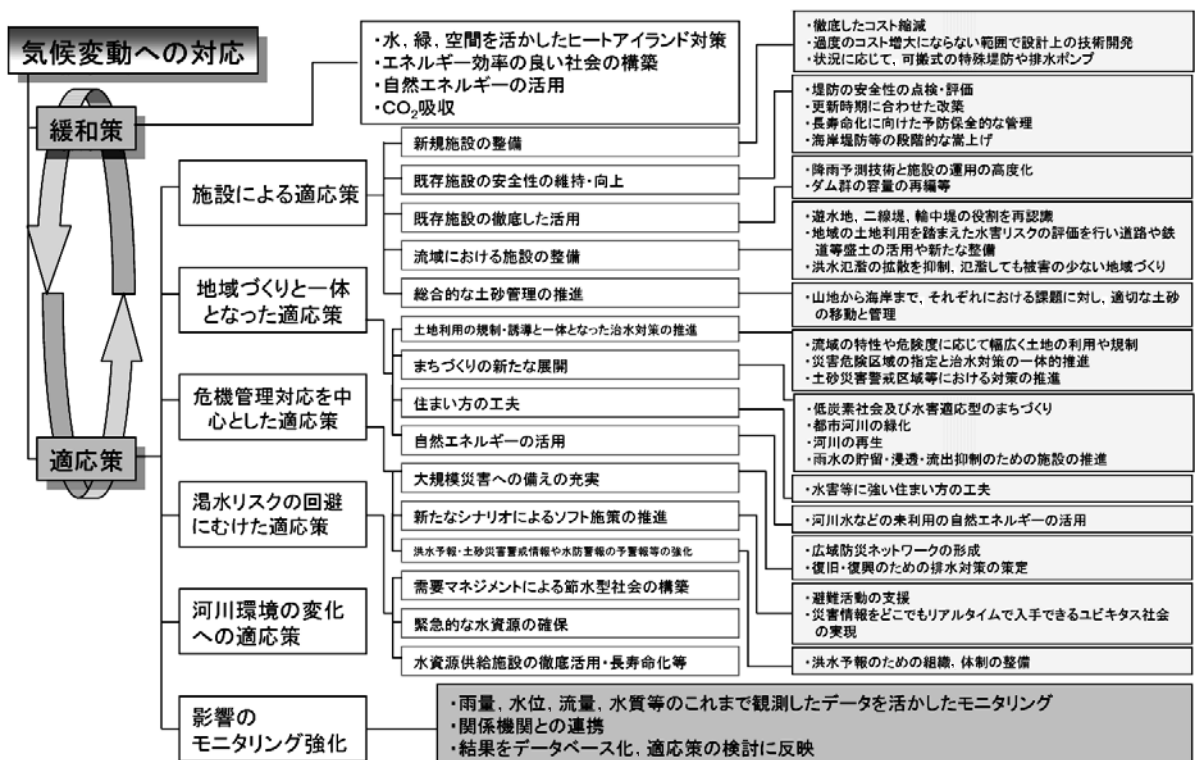
適応策としては、着実に被害の軽減を図る「施設による適応策」、地域づくりのビジョンとも関係する「地域づくりと一体となった適応策」、災害が発生した時に被害の最小化を図る「危機管理対応を中心とした適応策」等を提案している（図—5）。

【施設による適応策】

施設は、その能力以内の外力に対し、生命・財産への被害を防止し、通常社会・経済活動が継続することを可能とする。このため、できる限り、施設の能力の向上に努め、施設により被害の予防・最小化することを引き続き重視していかなければならない。



図—6 ダム群の容量の再編



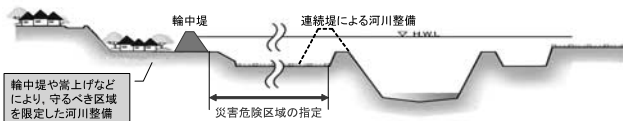
図—5 適応策の具体的な提案

- ・新たな施設整備にあたっては、徹底したコスト縮減と外力変化を念頭に設計上の工夫や技術開発を行う。
- ・既存施設の安全性の維持・向上と徹底した活用を行う。堤防の安全性の点検・評価と強化対策を推進し、降雨・流出予測技術とダム等の施設の運用の高度化やダム群の容量の再編等を図る（図—6）。
- ・流域の遊水地、二線堤、輪中堤などにより氾濫流の拡散防止、被害軽減を図る。
- ・山地から海岸まで、それぞれにおける課題に対し、適切な土砂の移動や管理、沿岸漂流砂の制御、海岸の保全・再生を行う総合的な土砂管理を推進する。

#### 【地域づくりと一体となった適応策】

気候変化により増加する外力に対し、大きな外力を対象に防御することは困難なため、様々な流域対策で外力の集中を避け、外力をできるだけ分散して守ることが社会、経済、環境面で有効である。このため、これまで限定的に総合治水対策などで実施してきた方策を拡充し、外力の増加要因であるCO<sub>2</sub>の削減策も含めた地域づくりを社会構造の変化と併せて実施する。今後は、経済的な効率性や利便性などに加えて、エネルギーの効率性や都市内の環境、水災害のリスクの軽減を考慮した地域づくりを進め、「水災害適応型社会」を構築していくことが重要である。

- ・災害危険区域や土砂災害警戒区域などの土地利用の規制や誘導と一体となった治水対策を推進する。災害危険区域とあわせて輪中堤の築造、宅地の高上げ



図—7 土地利用の規制や誘導と一体となった治水対策

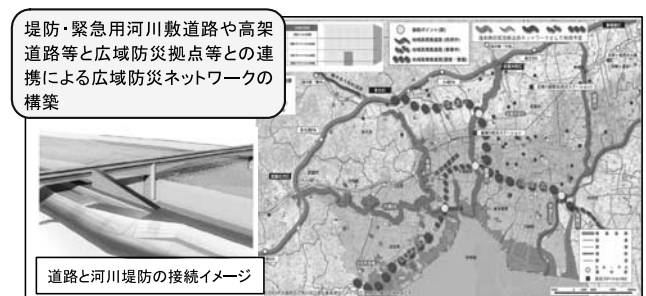
等により住宅を防御する（図—7）。

- ・浸水対策による安全性の確保とあわせて、CO<sub>2</sub>削減による環境負荷の低減を考えた低炭素型及び水災害適応型のまちづくりを進める。
- ・河川の持つ水辺や緑地の空間の重要性を踏まえ、風の道の確保などによりヒートアイランド現象の抑制やCO<sub>2</sub>削減効果を兼ね備えた河川整備を進める。
- ・雨水の貯留・浸透・流出抑制のための施設の整備を推進する。
- ・高床式やRC構造など浸水や土砂災害に強い建築構造を採用したり、浸水区域を避けて建築することも検討したりするなど住まい方を工夫する。

#### 【危機管理対応を中心とした適応策】

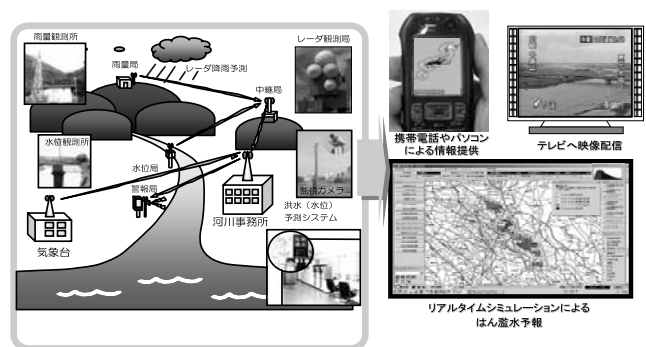
施設整備を重点的に実施したとしても、水害や土砂災害、高潮災害等を完全に防御できず、社会・経済活動や生活活動に影響が及ぶ。また、突発的な大規模災害に対しては、減災に向けて発生時に速やかな対応が可能となるように平常時からの備えが必要である。こうしたことから、大規模災害に対し、平常時における予防的な施設整備とあわせて、危機管理の観点から一体的に減災や復旧・復興対策を講ずる必要がある。

- ・防災ステーションや資材備蓄場等から災害箇所へのアクセスを確保する広域防災ネットワークを構築する（図—8）。



図—8 広域防災ネットワーク

- ・早期に被災施設の復旧、被災地域の復興を可能にする排水対策を策定する。
- ・ハザードマップや災害リスクなどの情報を提供するとともに、河川の水位や氾濫情報、土砂災害情報などをどこでもリアルタイムで入手できるユビキタス社会を実現する（図—9）。



図—9 リアルタイム情報の共有

- ・観測体制の強化や降雨・流出予測技術の向上等による予警報の技術及び洪水予報のための組織、体制を強化する。

#### 【気候変化による影響のモニタリングの強化】

緩和策への取り組みや社会条件の変化など不確実性がある中で、外力の変化の予測についても予測値に大

きな幅が存在する。こうした中で、調査・観測によるモニタリングは重要であり、気候変化の把握を目的としたモニタリングを行う。

各流域や沿岸域において調査・観測してきた雨量、水位、流量、潮位、波高、水質、流出土砂量、河道形状、生物、被災状況等のデータを活かして、関係機関と連携のもとに気候変化に伴う外力の変化をモニタリングすべきである。外力の変化を適切に調査・観測できるように指標を明確にし、現在の調査・観測方法などを検証して、必要に応じて改善や新たな技術の導入を図る。

**(5) 適応策を講ずるにあたっての課題**

不確実性のある気候変化の適応策を講ずるにあたっては、様々な課題が想定される。主な課題として、気候変化による外力の変化の把握、災害リスクの評価、流域等での安全確保、河川生態系や水・物質循環系への影響予測と評価などがある。これらについては、知見やデータが少なく研究レベルのものや広範な関係者に関わるものもあるが、適応策に関わる部分には国土交通省が責任を持って取り組むべきであり、課題に応じて政府全体での取り組みや省庁連携に加え、産・学・官の協力体制を作り、新しい知恵を導入する枠組みづくりを考えるべきである。

**5. 適応策の進め方**

**【進め方の基本的な考え方】**

治水は、長期的な計画の下で整備を進めるものであることから、外力変化を適切に想定し、継続している治水施策の中に、気候変化への適応策を組み込んでいく必要がある。

適応策を進めるにあたっては、予防的措置への重点投資、優先度の明確化、ロードマップの作成、順応的なアプローチの採用を基本とする（図—10）。また、流域においては、河川管理者だけでは達成できないこ

とも数多くあるため、住民や地方公共団体等の協力を得ることや、連携しながら進めていくことが不可欠である。このため、災害リスクやロードマップを示し、利害関係者間の調整や適応策の総合的な取り組みを行うことにより、水に関する様々な部門の統合的な管理を行うことが必要である。

**【適応策の実施手順】**

次の新たな知見の進展となる IPCC 第5次評価報告書等が出される頃までの5年程度の期間を第1段階として設定し、適応策を講ずるにあたっての主な課題について検討すべきである。また、今後増加していく外力への対応を含め施設整備の再設定を行うとともに、ロードマップを作成し、重要な適応策と評価される取り組みについては直ちに重点的に実施する。

続く期間を第2段階として設定し、第1段階での取り組みを評価して、その結果に基づく優先度に応じて対策を実施するとともに、新規に効果的、効率的な適応策を重点的に実施する。また、治水政策や適応策は、河川整備基本方針や国土形成計画など国土や地域づくりのビジョンに反映し、「水災害適応型社会」を構築する。

第2段階以降では、順応的に対応し、必要に応じて施設整備の目標等の再設定も検討する。

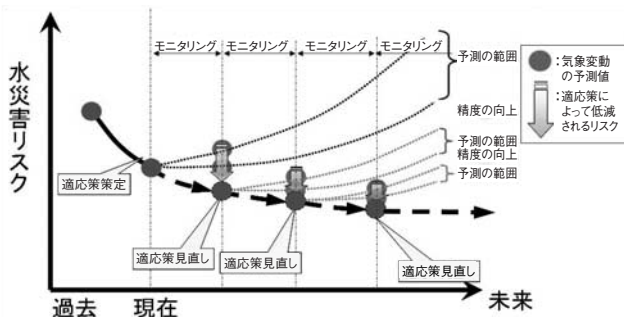
**【国際貢献の推進】**

国際貢献としては、気候変化による水災害は地域によって影響の有無や度合いは異なるものの世界共通の課題であるため、各国の首脳等に国の最重要課題として適応策の取り組みの重要性や国際協力の必要性を働きかける必要がある。技術面では、先進的な予測・評価技術や情報技術を発信するとともに、アジア・太平洋地域においてグローバルモデルなどによる気候予測や国土・社会への影響予測への支援、適応策の立案、実施の支援を行うことが重要と考える。

また、国連機関などによる開発途上国等への水管理や災害対応等のプロジェクトに対して協力を進める。

**6. おわりに**

答申では、現時点において、地球温暖化や社会条件のシナリオ、気候変化の予測計算等において不確実性はあるものの、外力の増大と国土・社会への影響をできるだけ具体的に想定した。そして、目標を明確にした上で、これまでの治水や利水などの政策を見据えながら、新たに必要な適応策の基本的方向を明らかにしてきた。治水、利水及び河川や海岸の環境に関して未だ脆弱な我が国の国土において、気候変化は大きな影



図—10 順応的なアプローチの採用

響を及ぼすが、信頼性の高い施設による安全性の確保を次世代に向けて着実に進めるとともに、社会条件の変化や社会構造の再構築の中で地域づくりと一体となった流域における適応策を進めることなどを提案している。

また、社会構造に関わるような適応策は、河川部局単独で行えるものに自ずから限界があり、政府や関係省庁等が一体となって、住民や地方公共団体等の理解や協力・連携の下に推進することが極めて重要であることを指摘している。このため、政府や関係省庁等が一体となって取り組める仕組み作り、流域の住民や関係機関、地方公共団体、企業等において共通認識が持てるように、わかりやすい情報の徹底的な公表と適応

策に関する合意形成が必要とされている。さらに、今後とも気候変化の予測計算等の不確実性を減らし、適切な目標を設定する努力を求めている。

この答申を受けて、早急に災害リスクや適応策のロードマップ等を検討することになっている。地球温暖化は、待ってくれない。

JICMA

## [筆者紹介]

尾澤 卓思 (おざわ たかし)  
国土交通省  
河川局  
河川計画調整室長



## 橋梁架設工事の積算 ——平成 20 年度版——

## ■改定内容

1. 共通 (鋼橋, PC 橋)
  - ・ 共通仮設費率の改訂
  - ・ 架設用仮設備機械等損料算定表の改訂
  - ・ 機械設備複合損料の改訂
2. 橋種別
  - 1) 鋼橋編
    - ・ 設備損料の諸雑費の改訂 (ケーブルクレーン, 送出し設備, 門型クレーン, トラベラクレーン等)
    - ・ 架設桁組立・解体歩掛の改訂
  - 2) PC 橋編
    - ・ プレグラウト PC 鋼材縦締工歩掛の新規設定
    - ・ コンクリート床版の炭素繊維補強工法の吊

## 足場改訂

■ B5 判 / 本編約 1,120 頁 (カラー写真入り)  
別冊約 120 頁 セット

## ■定 価

非会員: 8,400 円 (本体 8,000 円)  
会 員: 7,140 円 (本体 6,800 円)

※別冊のみの販売はありません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円  
沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>