

# 治水ルネッサンス

—新しい河川像を目指して—

River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All

小池俊雄

国立研究開発法人土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター(ICHARM)センター長  
東京大学名誉教授、日本学会協議会(24-25期)  
社会資本整備審議会河川分科会分科会長

## 打ち続く激甚水災害と対応

2

2013年10月

伊豆大島土砂災害(台風)

24時間雨量:824ミリ

死者行方不明:39名

◆避難情報

2014年8月

広島土砂災害(前線、台風)

1時間雨量:121ミリ

死者:77名

◆避難情報

2015年9月

関東・東北地方豪雨(2台風)

24時間雨量:551ミリ(栃木県)

死者:20名

◆避難情報

1343名(ヘリ)、2919名(ボート)

2016年8月

北海道・東北地方豪雨(4台風)

72時間雨量:251ミリ(岩泉)

死者不明:31名

◆要配慮者施設、地域経済・物流

2017年7月

九州北部豪雨(梅雨前線)

6時間雨量:299ミリ(日田)

死者不明:44名

◆土砂・河川氾濫複合災害

(国土交通省・消防庁資料)



2014年11月:土砂災害防止法改正

・土砂災害危険性の明示  
・避難勧告発令・避難体制の支援

2015年1月:新たなステージに対応した防災・減災の在り方

・命を守る  
・社会経済の壊滅的な被害を回避

2015年5月:水防法改正

・最大規模の洪水・内水・高潮対策  
・地下街等の避難確保・浸水防止

2015年7月:想定最大外力策定手法を提示

2015年12月「水防災意識社会」の再構築(一級河川)

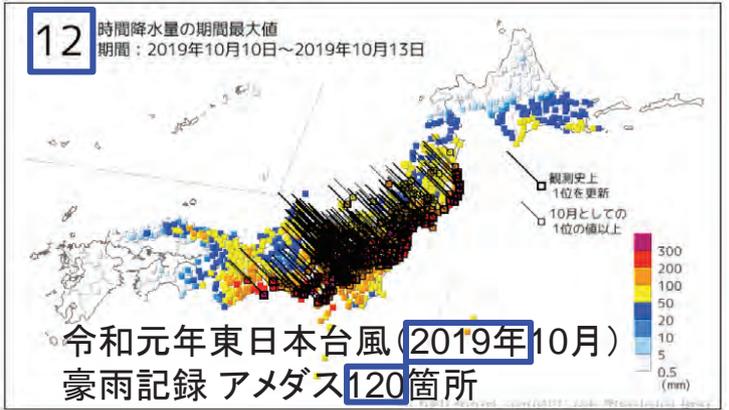
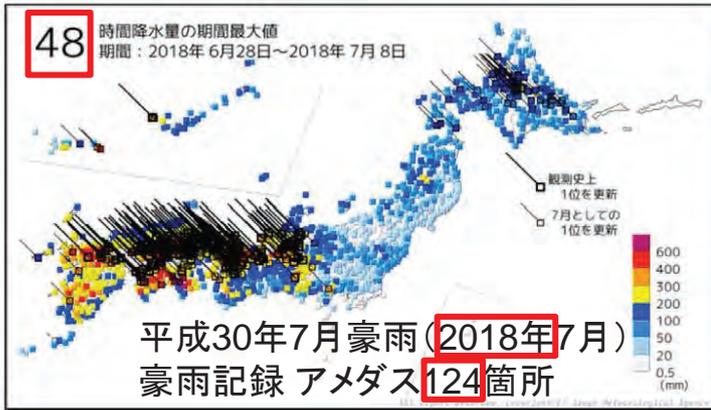
・避難行動直結型ハザードマップ  
・危機管理型ハード

2017年1月「水防災意識社会」の再構築(中小河川等)

・逃げ遅れゼロ  
・地域社会機能の継続性確保

2017年5月水防法改正

・大規模氾濫減災協議会  
・要配慮者施設避難計画・訓練  
・復旧工事などの代行制度



(気象庁資料)

2,581	土砂災害発生件数	952
18,010	住宅全半壊数	33,332
27	破堤箇所数	142
7,173	床上浸水数	8,129
245	死者・行方不明者数	107

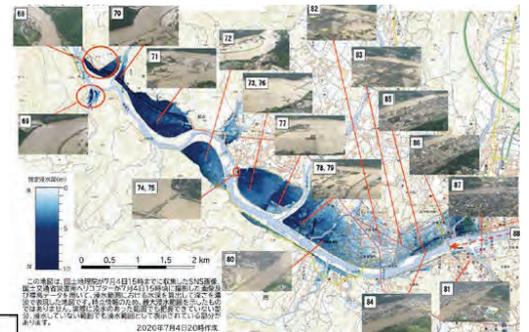
(平成31年1月9日) (内閣府資料) (令和2年4月10日)

2018年12月大規模広域豪雨を踏まえた水災害対策のあり方(答申)→3か年緊急対策  
2019年10月気候変動を踏まえた治水計画のあり方(提言)



令和2年7月豪雨  
(2020年7月)  
死者不明: 86名  
(熊本県: 67名)

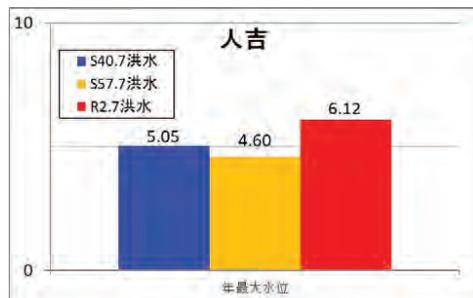
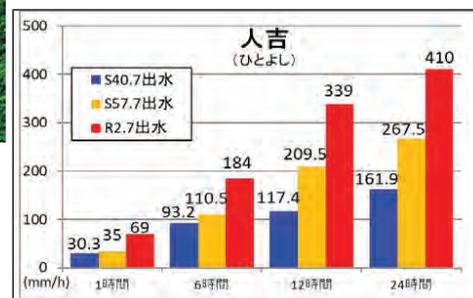
- ・ 圧倒的な水量
- ・ 要配慮者施設
- ・ 落橋
- ・ 土砂災害



1965年7月 5700 m<sup>3</sup>/s



1982年7月 5500 m<sup>3</sup>/s



国宝青井阿蘇神社(人吉市)の洪水痕跡より、寛文9年(1669年)洪水と同程度の浸水深であったと推定。



## 気候と水循環の変動IPCC評価報告書

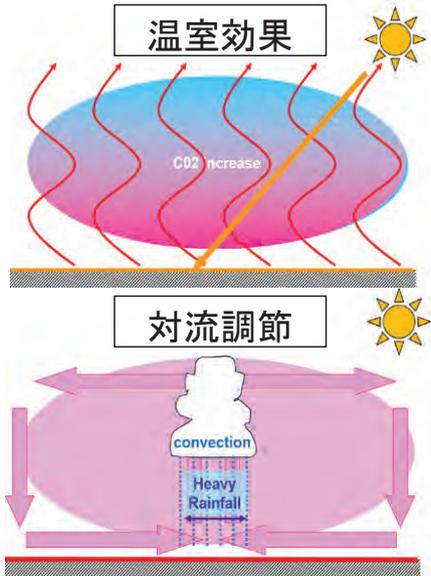
現象及び変化傾向	将来変化の可能性	
	21世紀末	
大雨の頻度、強度、大雨の降水量の増加	中緯度の大陸のほとんどと湿潤な熱帯域で可能性が非常に高い 多くの地域で可能性が高い	{12.4}
干ばつの強度や持続期間の増加	ほとんどの陸域で可能性が非常に高い 地域規模から世界規模で可能性が高い(確信度は中程度) <sup>(h)</sup> いくつかの地域で確信度が中程度可能性が高い <sup>(e)</sup>	{12.4}
強い熱帯低気圧の活動度の増加	北西太平洋と北大西洋でどちらかと言えば <sup>(f)</sup> いくつかの海域でどちらかと言えば可能性が高い	{14.6}
極端に高い潮位の発生や高さの増加	可能性が非常に高い <sup>(l)</sup> 可能性が非常に高い <sup>(m)</sup> 可能性が高い	{13.7}

4次(2007)極端事象特別(2011)5次(2013)

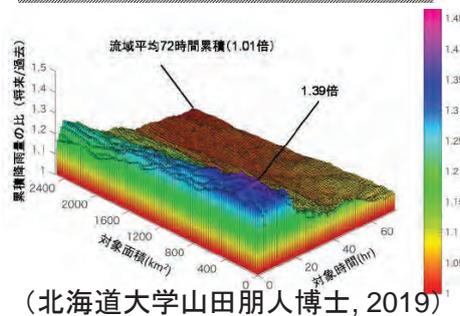
- 「気候の温暖化は疑う余地はない」(IPCC第4・5次評価報告書)
- 温暖化とともに豪雨の頻度・強度・総降水量が増加(原理、数値モデル)
- 渇水の確信度は中程度であるが、大規模長期渇水が頻発(北米、豪、伯)

## 放射-対流平衡

(Manabe & Wetherald, 1967)

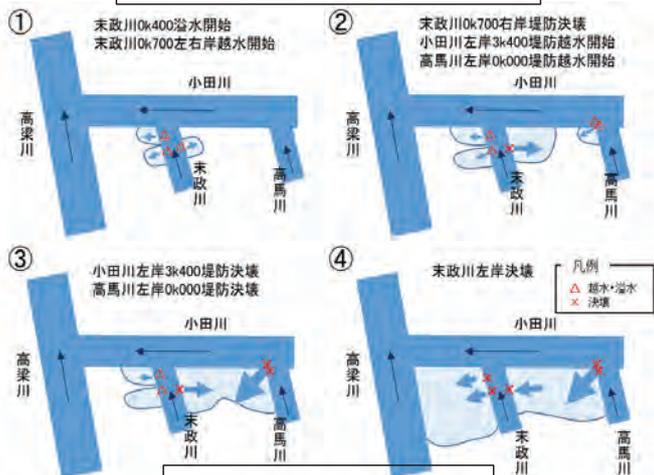


狭い場所における短時間豪雨の増加率が大きい



## 河川災害の変化

### バックウォーター現象

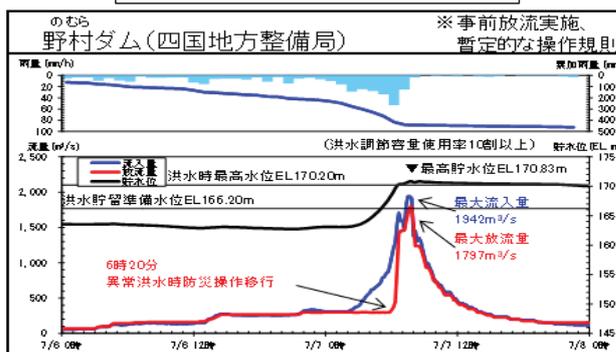


### 土砂・洪水氾濫



写真・図は国土交通省水管理・国土保全局資料

### 異常洪水時防災操作

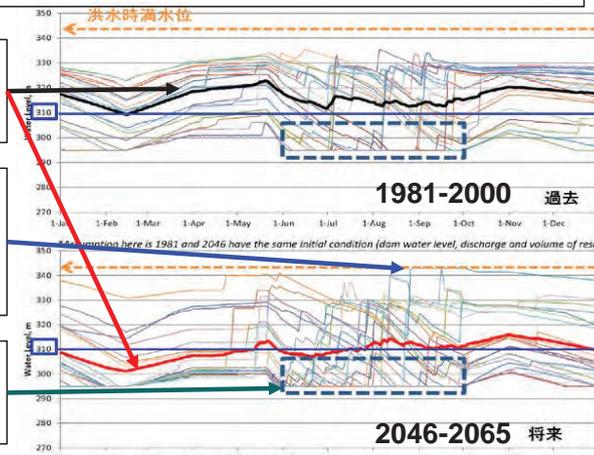


### 貯水池への長期的影響(早明浦ダム)

①平均貯水位低下

②満水位を超える増水

③夏季貯水量枯渇

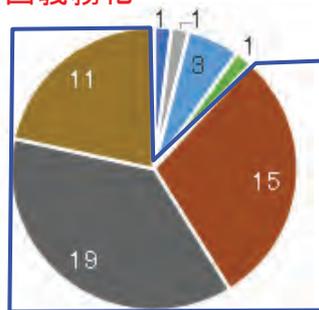


各細線は現在運用での各年1/1-12/31の各日のダム計算水位

2016年8月30日台風10号: 岩手県岩泉町 高齢者グループホーム「楽ん楽ん」9名全員死亡

2017年6月19日改正水防法施行: 要配慮者施設避難計画義務化

災害の名称	西日本豪雨災害			
	2018年7月			
発生日	小田川	肱川(下流)	肱川(中流)	肱川(上流)
河川	岡山県倉敷市	愛媛県大洲市	愛媛県大洲市	愛媛県西予市
場所	特別養護老人ホームA	特別養護老人ホームB	介護老人保健施設C	グループホームD
施設名	特別養護老人ホームA	特別養護老人ホームB	介護老人保健施設C	グループホームD
建物階数	平屋	2階建て	5階建て	2階建て
入所者数	36名	16名	60名	18名
水害想定のマニュアル	なし	あり	あり	なし
水害想定避難訓練	なし	あり	一部あり	一部あり
川の水位情報	確認	確認	確認	確認
行動開始の目安	あり	なし	あり	なし
避難したタイミング	避難勧告	避難指示	—	避難指示
避難先	系列施設	自施設の2階	居室が3階以上	系列病院
避難誘導	応援あり	自力	移動の必要無し	自力
対応状況	迅速	切迫	迅速	切迫



平成30年7月豪雨における岡山県倉敷市真備町での犠牲者

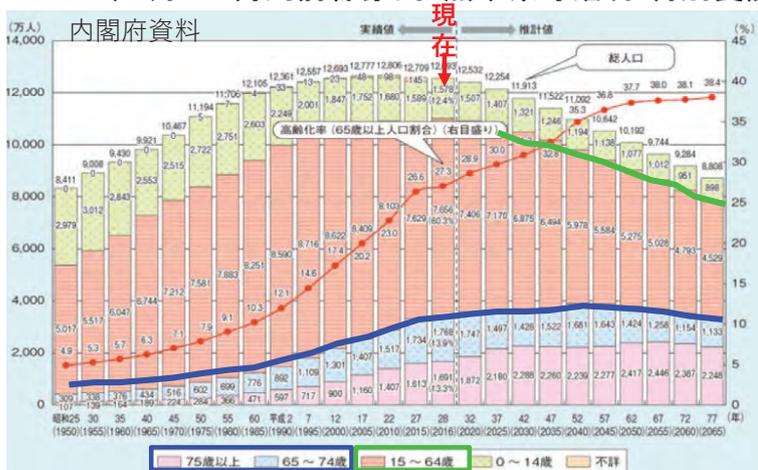
88.2% ≥ 65歳

(土木研究所ICARM大原美保主任研究員調査結果引用、2018)

(徳島大学金井純子、河川情報センター成果報告会2019資料引用)

2019年10月13日台風19号: 埼玉県川越市 特別養護老人ホーム「川越キングスガーデン」120人全員避難

2020年7月4日梅雨前線豪雨: 熊本県球磨村 特別養護老人ホーム「千寿園」14名死亡、51名救助

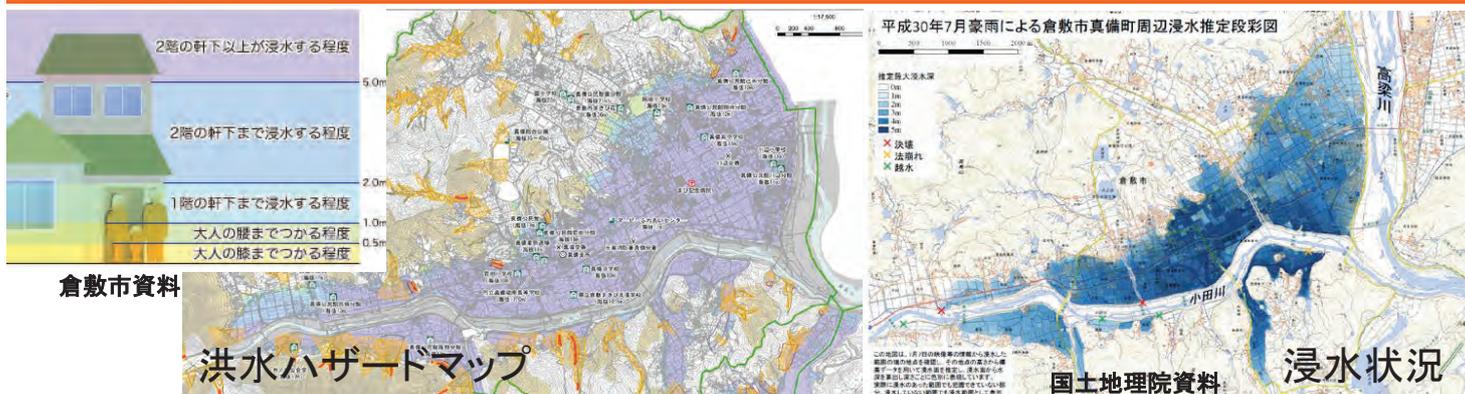


高齢者一人当たり対する生産年齢者数

2000年: 3.9人  
2015年: 2.3人  
2065年: 1.4人

要支援者率激増  
支援可能者率激減

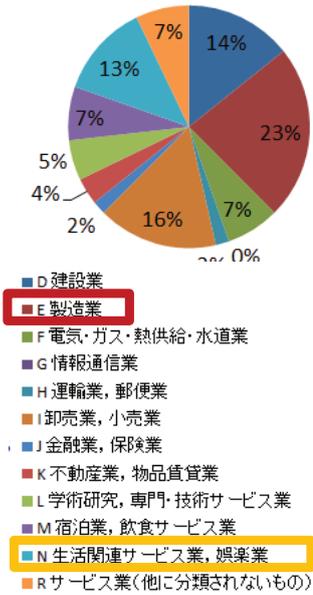
- 少子高齢化により社会は脆弱化している。
- 避難支援体制の強化は不可欠。
- 要配慮者施設の社会における位置づけ、立地条件の見直しが必要。



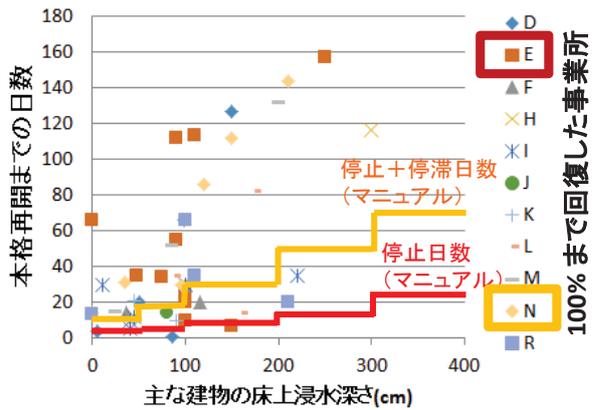
- 危険情報は提供されているが、住民には認識されず、行動につながっていない。
- 我がこと感の醸成と仮想体験による先を見越した取り組みの推進が必要。

## 2015年関東・東北豪雨により被災した事業所の再開状況

調査対象の業種



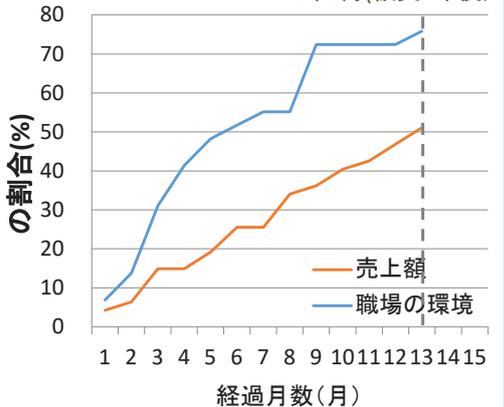
休業日数と浸水深さの分析



治水経済調査マニュアル(H7-8年の被災例に基づく)よりも、長い休業日数を要した事業所も多い。断水等により、浸水が浅くても長期の休業を強いられた事例もある。

売上額・職場環境の回復状況

2016年9月(被災1年後)

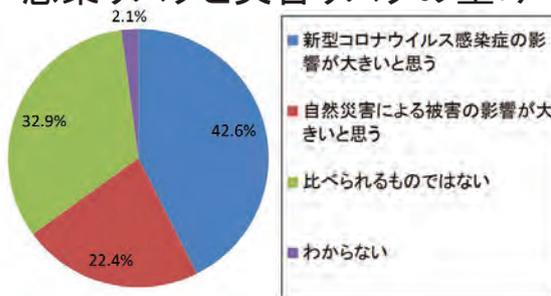


水害から1年後でも、売上が100%に回復した事業所は約半数。地域経済は今も回復の途上にある。

(土木研究所ICHARM大原美保主任研究員調査結果引用、2018)

- 激甚水害による壊滅的な被害からの復旧・復興に従来より長時間を要している、もしくは復旧・復興できていない場合もある。
- 資産被害はソフト対策だけでは回避できず、施設計画への反映が必須。
- 持続可能な(質の高い)成長と合わせた方策が必要。

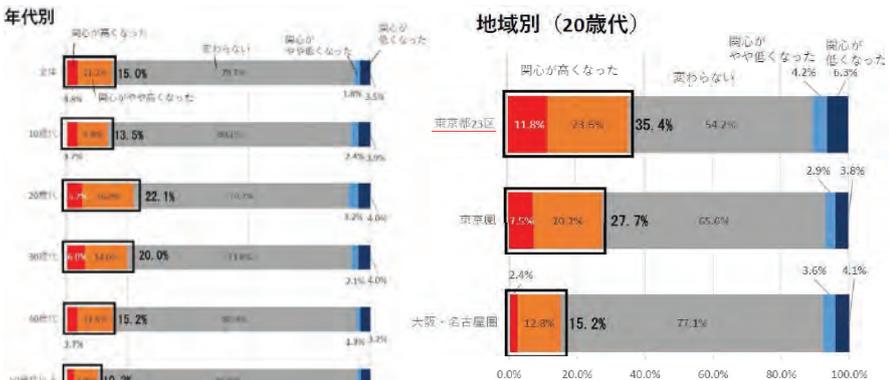
## 感染リスクと災害リスクの重み



地震や洪水による災害リスクと新型コロナウイルスの感染リスクの影響を比較すると、新型コロナウイルス感染症の影響が大きいと考えている人が多い。

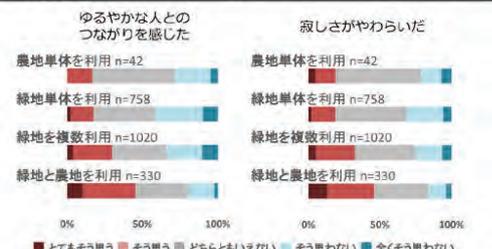
(環境防災総合政策研究機構 環境・防災研究所資料、2020.04)

## 感染症の影響下における地方移住への関心の変化



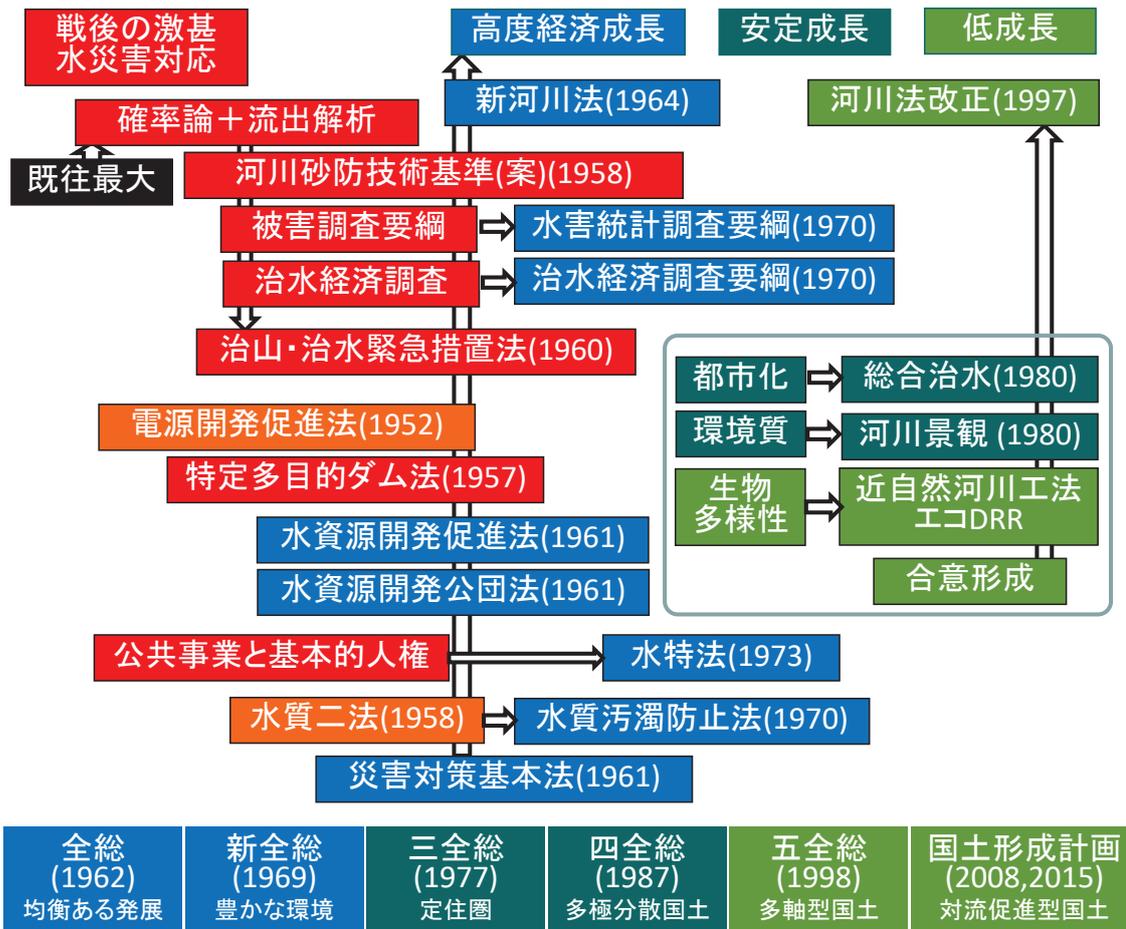
(内閣府資料より国土政策局作成、2020.08)

## 感染症の影響下における緑地・農地の利用と意識

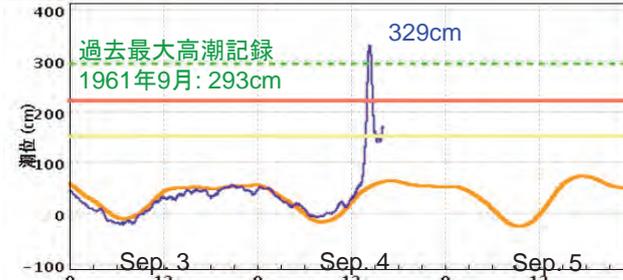


(東京大学横張真教授資料、2020.11)

- 激変する社会に対し、人々の意識変化が進んでいる。
- リスク認知を基に、社会資本のストック効果と意識変化をつなぐ工夫が必要。



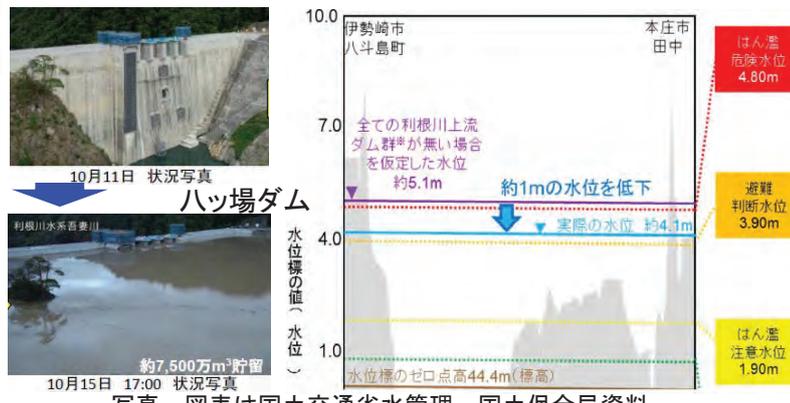
## 社会基盤の役割



	1961.9	2018.9
浸水面積	3,100ha	0
浸水戸数	130,000戸	0



**令和元年東日本台風時の利根川ダム群  
基準点での氾濫危険水位回避：約1m數位低下**



- 社会資本整備の投資効果は非常に大きく、被害軽減に大きく貢献。
- 整備水準を超える外力の発生しており、ソフト対策だけでは対応できない。
- 整備水準の見直しと整備の工夫、長期的な投資体制の確立が必要。

# インフラストラクチャーの デジタルトランスフォーメーション 13

「下支えするもの」  
「下部構造」  
国民福祉・安全・経済  
に寄与する  
基盤施設

持続的・強靱(レジリエント)な  
道筋に移行させるために緊急  
に必要な、大胆かつ変革的な  
手段をとることに決意している。  
(2015年9月第70回国連総会)

## 環境と開発

国連での議論:

- スtockホルム人間環境会議 1972  
**南北対立**  
ブルントラント委員会報告, 1987
- リオサミット, 1992
- ヨハネスブルグサミット, 2002
- リオサミット, 2012
- 第70回国連総会, 2015 → SDGs

## 持続可能な開発:

「将来世代のニーズを損なう  
ことなく現在の世代のニーズ  
を満たすこと」

## 災害リスク

国連での議論

- 国際防災の10年 (IDNDR): 1990s
- 国連防災会議  
1994第1回横浜: prevention  
2005第2回神戸:兵庫行動枠組 risk reduction  
2015第3回仙台:仙台防災枠組 resilience  
**防災・減災の第一義的責任は国家にある。**

## 災害レジリエンス:

「困難な事態に対して備え・計画し、  
影響を緩衝し、回復・適応する能力」

# インフラストラクチャーの デジタルトランスフォーメーション 14

「下支えするもの」  
「下部構造」  
国民福祉・安全・経済  
に寄与する  
基盤施設

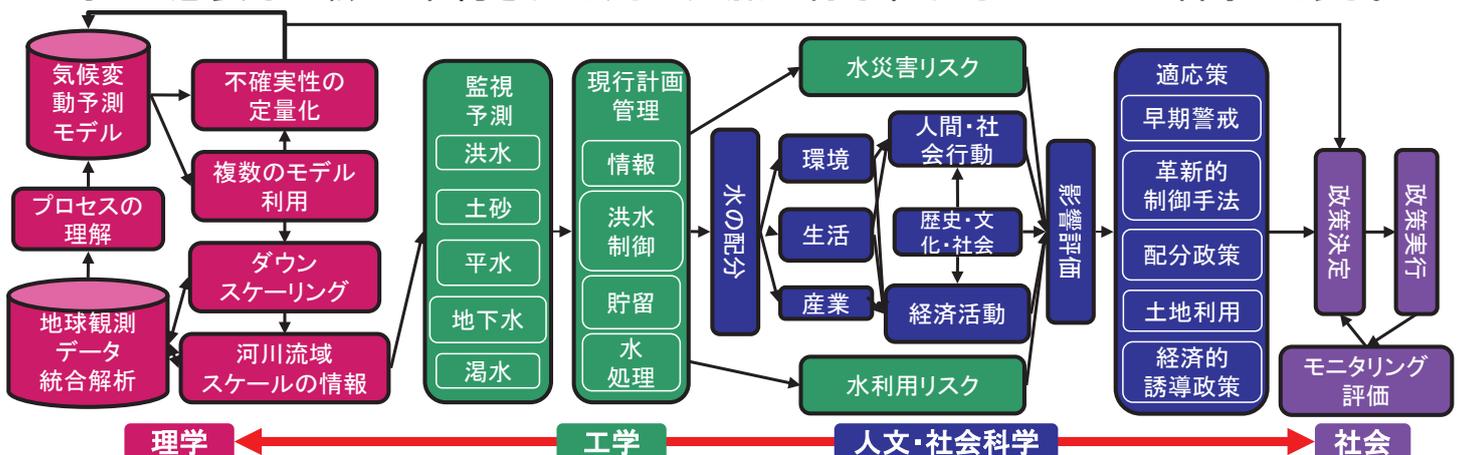
探索・収集・蓄積  
オントロジー・API  
統合・融合  
可視化・仮想体験  
コミュニケーション

持続的・強靱(レジリエント)な  
道筋に移行させるために緊急  
に必要な、大胆かつ変革的な  
手段をとることに決意している。  
(2015年9月第70回国連総会)

人間の情報処理能力に限界があるがゆえに避けられない → **End-to-Endの科学**

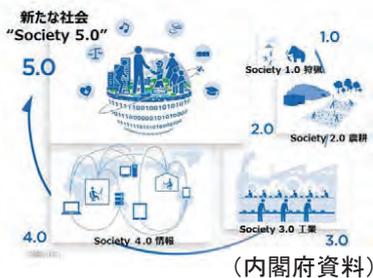
**C.P.スノー**「二つの文化と科学革命」: 人文的文化と科学的文化の間には越えがたい亀裂=溝があり、両者は互いに理解しあうことができず、言葉さえ通じない。

**M.ギボンズ**「モード論」: 学術的な探求の文脈で専門分野に基礎おいて行われる知識生産であるモード1に対して、既存のどの専門領域にも属さず、解決すべき問題に対して必要な知識が集約され応用の文脈で行なわれるモード2の科学がある。



## Society5.0

狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く、新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画(平成28年~令和2年)において提唱



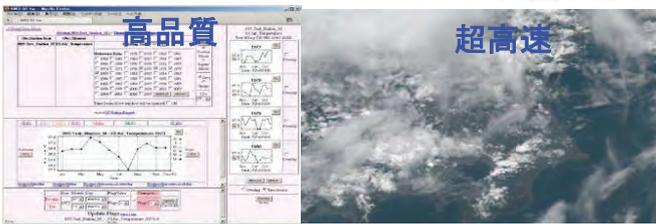
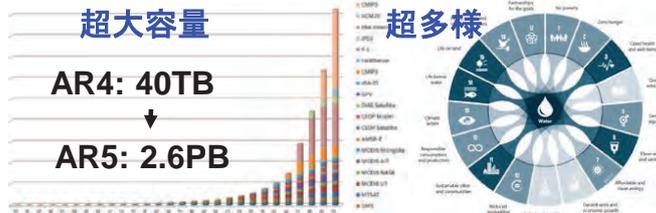
データや情報を仮想空間(サイバー空間)で統合・解析して、現実空間(フィジカル空間)に適用することによって「社会のありよう」を変える。

(内閣府資料)

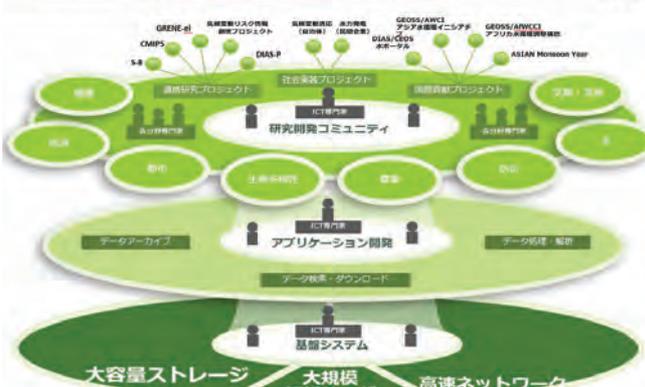
### 「Society 5.0」プラットフォーム構築のイメージ



総合科学技術・イノベーション会議重要専門課題調査会戦略協議会システム基盤技術検討会資料(平成28年9月)



分野間連携、社会と科学の連携促進のエンジン



2000~2005年: 科研費等 → 2006~2010年: 第3期科学技術基本計画国家基幹技術 → 地球環境情報プラットフォーム構築推進P等

文科省、気象庁、環境省による気候変動予測



## 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)

- 全球: 解像度60km、過去6000年分、将来2°C上昇3240年分、4°C上昇5400年分
- 日本付近: 解像度20km、過去3000年分、将来2°C上昇3240年分、4°C上昇5400年分
- 地球シミュレータ特別推進課題、SI-CAT気候変動適応技術社会実装プログラム: d4PDF(5km)

DIASを通じ公開・利用



## 社会資本整備審議会「気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言(改訂版)」 2021年4月



地域区分	2°C上昇		4°C上昇	
	短時間	長時間	短時間	長時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5	1.5
その他(沖縄含む)地域	1.1	1.2	1.3	1.3

流量	洪水発生頻度
約1.2倍	約2倍
約1.4倍	約4倍

＜最先端科学技術に基づく新たな河川計画手法の確立＞

データや情報を仮想空間(サイバー空間)で統合・解析して、現実空間(フィジカル空間)に適用することによって「社会のありよう」を変える。

Society 5.0

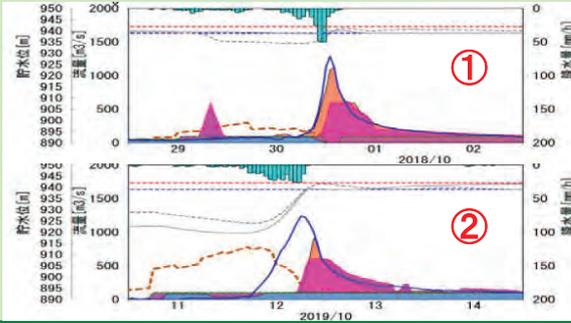
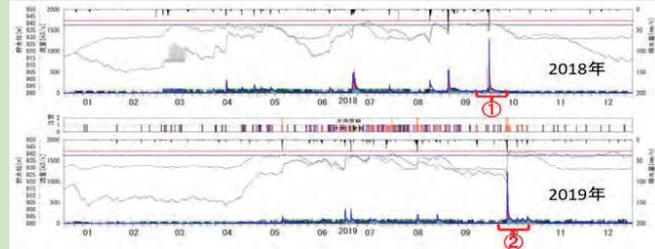
## 官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)

全国市町村(1742)  
リアルタイム災害統合  
情報提供システム



## 発電ダムの洪水調節と増電支援システム

- アンサンブル降雨予測システム
- 水・エネルギー収支分布型流出予測システム(WEB-DHM)
- ダム操作ルール
- データ統合・解析機能



年	事前放流	
	発電量指標	洪水量600m <sup>3</sup> /s以上の放流量
2018	12.7%	-100.0%
2019	3.7%	-100.0%

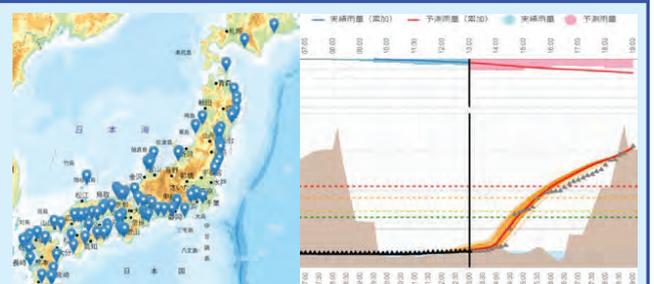
観測水位(実線), 最適化水位(破線), 観測流入量(実線), 予測流入量(破線), 実際放流量, 最適化放流量, 最適化発電使用水量



①実時間観測(カメラ含)情報

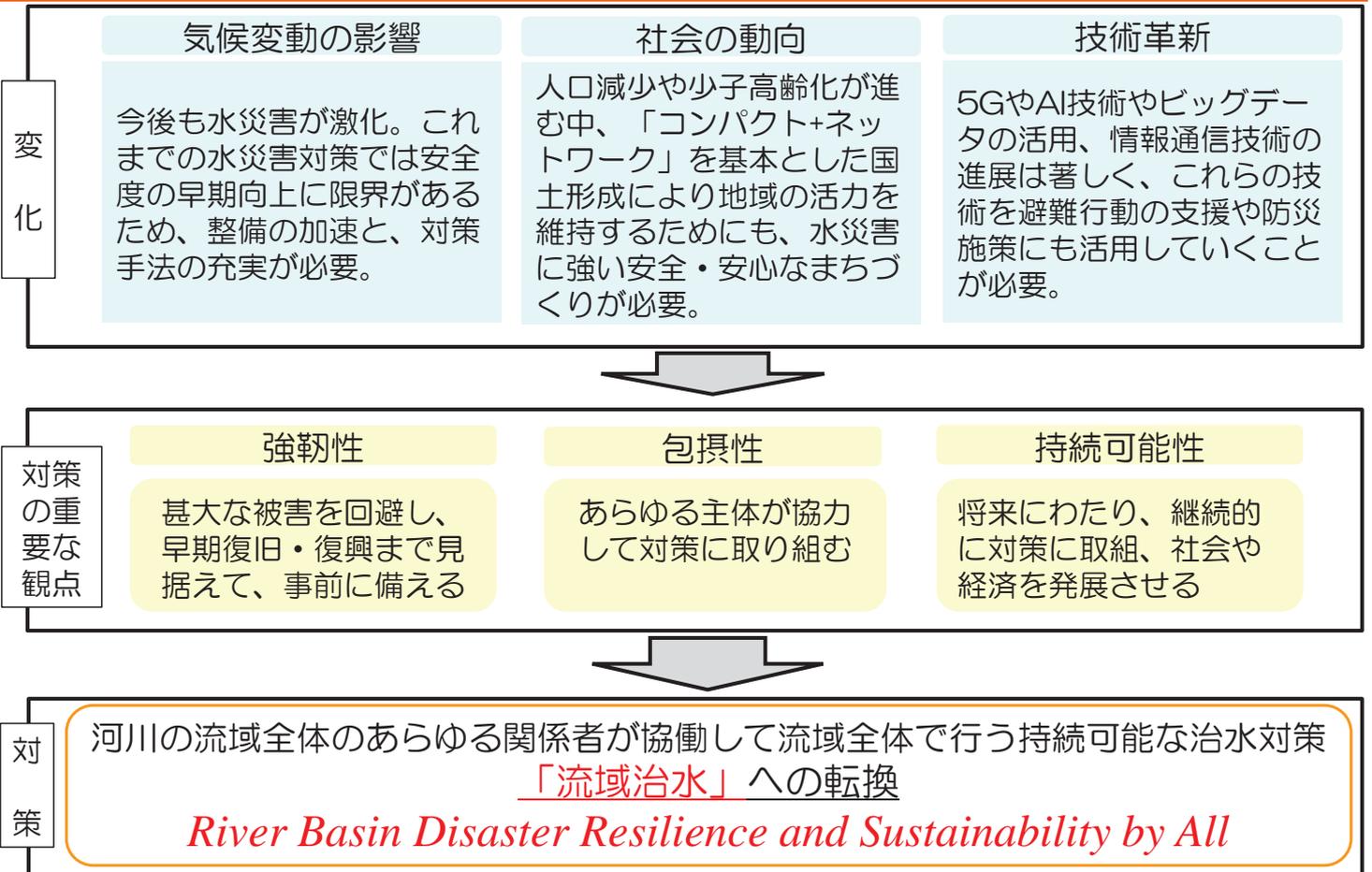


②ハザードマップ避難所情報



③中小河川短期(2~4時間)水位予測システム

# 変革の方向性：ガバナンスと制度設計



## ①特定都市河川浸水被害対策法

- 特定都市河川定義
- 流域治水計画
- 流域水害対策協議会
- 雨水貯留浸透施設整備計画
- 貯留機能保全
- 浸水被害防止区域指定と援助(情報/費用/土地)
- 河川協力団体への要請

## ②水防法

- 洪水浸水想定区域
- 雨水出水浸水想定区域
- 高潮浸水想定区域
- 要配慮者施設での避難計画・訓練の報告義務と市町村による助言・勧告

## ④下水道法

- 計画降雨/操作規則/計画認定

## ⑤河川法

- 権限代行の拡充
- ダムの事前放流に関する協議会
- 河川協力団体への要請

## ③建築基準法

- 擁壁に関する建築確認の適用除外

## ⑥都市計画法

- 一団地都市安全確保拠点施設
- 地区整備計画での施設・基準指定
- 浸水被害防止区域を開発許可対象

## ⑦防災のための集団移転促進事業にかかる国の財政上の特別措置等に関する法律

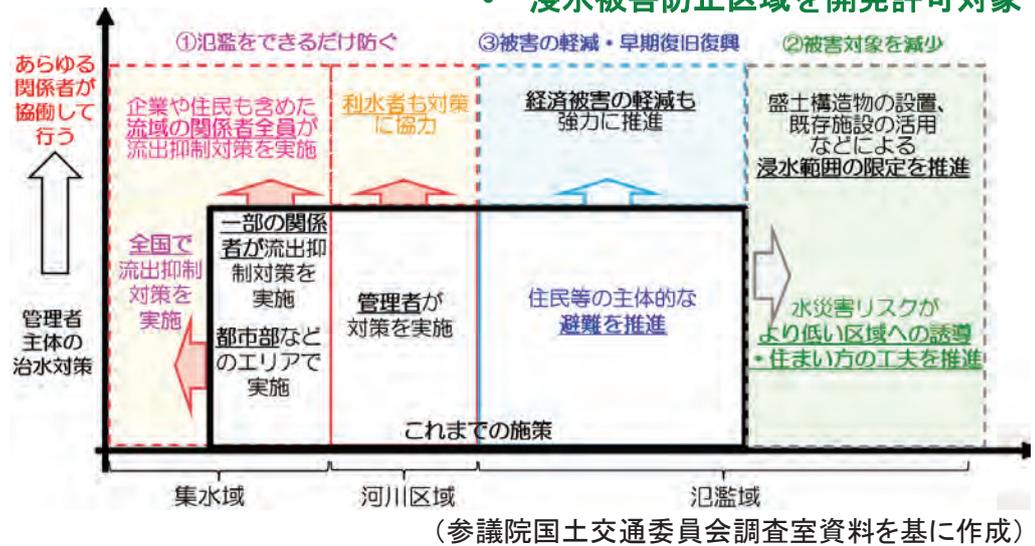
- 浸水被害防止区域他、災害危険エリアを対象
- 都道府県、URの役割

## ⑧都市緑地法

- 雨水貯留浸透地帯を特別緑地保全地区

## ⑨土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律

- 要配慮者施設での避難計画・訓練の報告義務と市町村による助言・勧告



## 第204回国会

### 衆議院予算委員会公聴会意見陳述

### 参議院国土交通委員会参考人意見陳述



- 昭和35年より始まった治山・治水特別措置法の事例を引き、補正・本予算を組み合わせた適時で切れ目のない投資が重要。
- 官・民・コミュニティの密接な連携、および防災を地域開発の一環として組み込んで地域の発展・成長を目指す事が重要。
- 関東大震災後の帝都復興を牽引した後藤新平が、震災半年前まで任にあった東京市長時代に、「八億円計画」と呼ばれる東京市開発計画を立てていたことに触れ、事前の投資誘導が重要。

- 施策効果の経済評価を地域で共有することによって災害リスクの軽減に加えて地域の発展の可能性を認識すること、我がこと感の醸成が重要。
- 連携のガバナンスの飛躍的な推進、特に田んぼダムなどで農林水産省との連携や、国と地方の管理の接続部での連携強化、市町村での部局間連携の推進支援が鍵。
- リスクコミュニケーション科学技術と社会をつなぐ触媒的な役割を担う人材の育成が重要。

流域治水関連9改正法案: 2021年4月衆参両議院で全会一致可決、同5月公布

## 防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策 概要(1/2) (令和2年12月11日閣議決定)

### 1. 基本的な考え方

- 近年、気候変動の影響により気象災害が激甚化・頻発化し、南海トラフ地震等の大規模地震は切迫している。また、高度成長期以降に集中的に整備されたインフラが今後一斉に老朽化するが、適切な対応をしなければ負担の増大のみならず、社会経済システムが機能不全に陥るおそれがある。
- このような危機に打ち勝ち、国民の生命・財産を守り、社会の重要な機能を維持するため、防災・減災、国土強靱化の取組の加速化・深化を図る必要がある。また、国土強靱化の施策を効率的に進めるためにはデジタル技術の活用等が不可欠である。
- このため、「激甚化する風水害や切迫する大規模地震等への対策」「予防保全型インフラメンテナンスへの転換に向けた老朽化対策の加速」「国土強靱化に関する施策を効率的に進めるためのデジタル化等の推進」の各分野について、更なる加速化・深化を図ることとし、令和7年度までの5か年に追加的に必要となる事業規模等を定め、重点的・集中的に対策を講ずる。

(内閣官房国土強靱化推進室資料)

## 防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策 概要(2/2) (令和2年12月11日閣議決定)

### 2. 重点的に取り組む対策・事業規模

○対策数：**123**対策

○追加的に必要となる事業規模：**おおむね15兆円程度を目途**

1 激甚化する風水害や切迫する大規模地震等への対策[78対策]	おおむね12.3兆円程度
(1) 人命・財産の被害を防止・最小化するための対策[50対策]	
(2) 交通ネットワーク・ライフラインを維持し、国民経済・生活を支えるための対策[28対策]	
2 予防保全型インフラメンテナンスへの転換に向けた老朽化対策[21対策]	おおむね2.7兆円程度
3 国土強靱化に関する施策を効率的に進めるためのデジタル化等の推進[24対策]	おおむね0.2兆円程度
(1) 国土強靱化に関する施策のデジタル化[12対策]	
(2) 災害関連情報の予測、収集・集積・伝達の高度化[12対策]	
合 計	おおむね15兆円程度

### 3. 対策の期間

- 事業規模等を定め集中的に対策を実施する期間：  
令和3年度（2021年度）～令和7年度（2025年度）の**5年間**

(内閣官房国土強靱化推進室資料)

## ① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らす

**集水域**

**雨水貯留機能の拡大**  
[県・市、企業、住民]  
雨水貯留浸透施設の整備、ため池等の治水利用

**流水の貯留**  
[国・県・市・利水者]  
治水ダム等の建設・再生、利水ダム等において貯留水を事前に放流し洪水調節に活用

[国・県・市]  
土地利用と一体となった遊水機能の向上

**持続可能な河道の流下能力の維持・向上**  
[国・県・市]  
河床掘削、引堤、砂防堰堤、雨水排水施設等の整備

**氾濫水を減らす**  
[国・県]  
「粘り強い堤防」を目指した堤防強化等

## ② 被害対象を減少させる

**リスクの低いエリアへ誘導／住まい方の工夫**  
[県・市、企業、住民]  
土地利用規制、誘導、移転促進、不動産取引時の水害リスク情報提供、金融による誘導の検討

**氾濫域**  
浸水範囲を減らす  
[国・県・市]  
二線堤の整備、自然堤防の保全

## ③ 被害の軽減、早期復旧・復興

**土地のリスク情報の充実**  
[国・県]  
水害リスク情報の空白地帯解消、多段階水害リスク情報を発信

**避難体制を強化する**  
[国・県・市]  
長期予測の技術開発、リアルタイム浸水・決壊把握

**経済被害の最小化**  
[企業、住民]  
工場や建築物の浸水対策、BCPの策定

**住まい方の工夫**  
[企業、住民]  
不動産取引時の水害リスク情報提供、金融商品を通じた浸水対策の促進

**被災自治体の支援体制充実**  
[国・企業]  
官民連携によるTEC-FORCEの体制強化

**氾濫水を早く排除する**  
[国・県・市等]  
排水門等の整備、排水強化

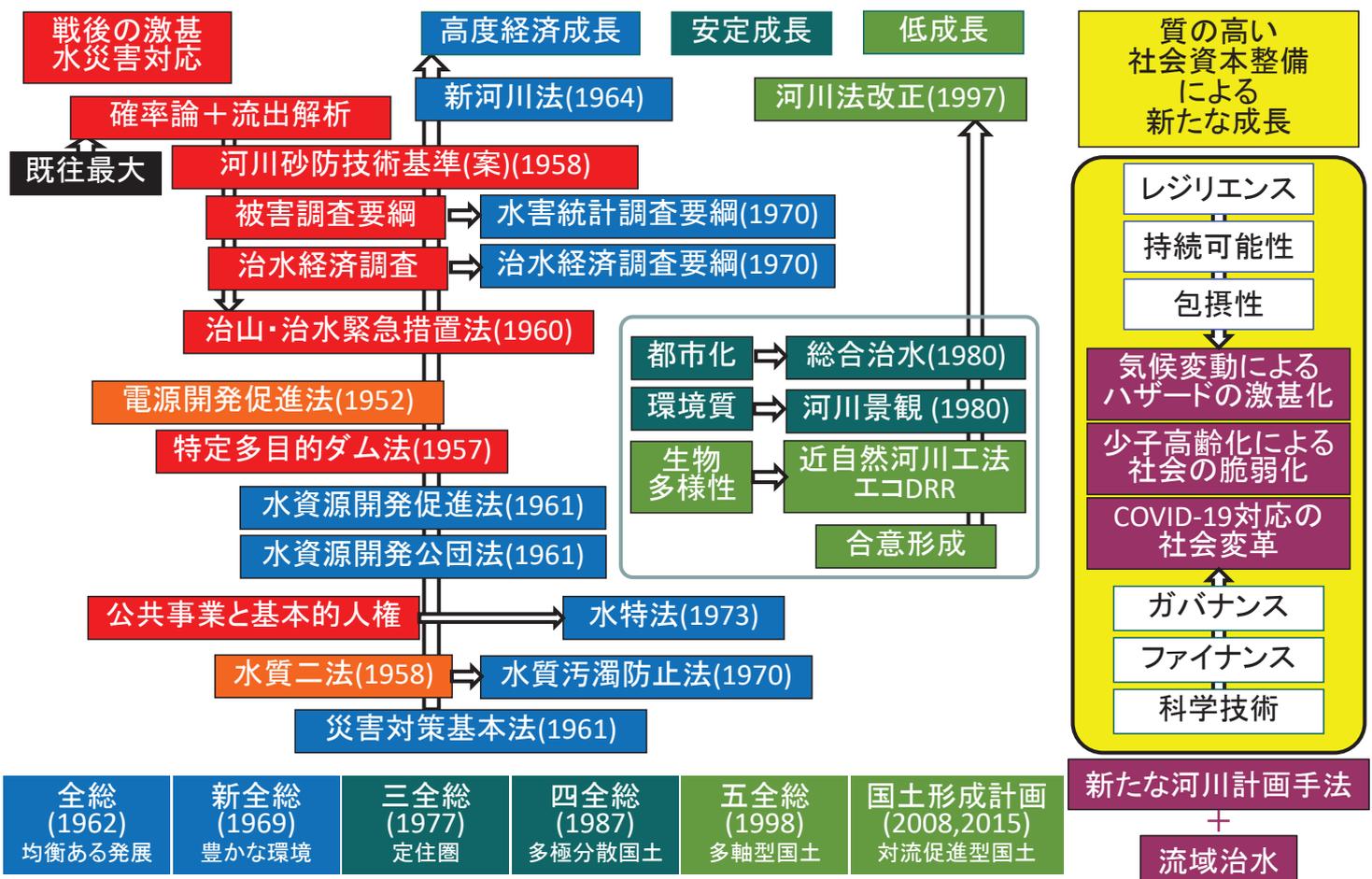
流域治水とは：国土交通省水管理・国土保全局資料

都市再生特別措置法等  
2014年：立地適正化計画制度  
2018年：低未利用地土地権利  
2020年：新規立地抑制・移転促進

第5次 社会資本整備重点計画(2021年5月)  
流域治水の推進に当たり、グリーンインフラの積極活用やコンパクトシティの取組みにおける防災対策の強化を併せて推進。

守り(直接被害軽減)から攻め(間接被害軽減と開発余剰)の投資→新たな成長。

# ガバナンス・ファイナンス・科学技術：実行の時 24



## コロナ禍での水害対応ヒヤリハット想定と標準運用手続き(SOP)での市町村支援システム



3 / 63

1 初期

2 本部運営

3 庁内体制

4 情報収集

5 関係機関との連携

6 避難勧告等の発令

7 情報伝達

8 避難所

① 考慮してなかった

② 検討している

③ 計画立案中

④ 計画済み

⑤ 実施済み

⑥ 対象外

### ヒヤリハットテーマ

2.1: 災害対策本部での人の密集～  
2.2: 外部の行政組織からのリエゾンなど、地域外の人との接触機会の増大  
2.3: 災害対策本部での医療・福祉や感染予防に詳しい職員が不足

**災害対策本部に人が集まり過ぎて、3密(密集、密閉、密接)だ!**

～災害対策本部での人の密集～

**対象**  
● 災害対策本部室のメンバー  
災害対策本部を立ち上げたが、人が集まりすぎて、「3密」(密集、密閉、密接)の状態になっている。迅速な災害対応が必要だが、新型コロナウイルス感染症が心配だ。

**結果**  
災害対策本部室メンバーの感染リスクが高まる。

■事前の周知

■設備等

- 広くて、換気の良い災害対策本部室の確保
- 3密にならないような机・椅子等の配置
- 災害対策本部室への感染予防グッズの配置
- 災害対策本部室でのオンライン環境の確保

■仕組み

■災害対応中

- 定期的な換気
- 不必要な入室者の制限

### 災害対応手続き(SOP)

1-1 災害対策本部

1-2 人員管理

- 1-1-1 災害警戒体制の構築(発災前・災害対策本部設置前)
- 1-1-2 災害対策本部の設置・体制の確立
- 1-1-3 災害対策本部の運営
- 1-1-4 各対策部班の運営
- 1-1-5 災害対策本部の解散
- 1-1-6 記者会見・マスコミ対応

SOPで追加すべき手続き

災害対策本部に入室する庁内職員や外部人員をできるだけ削減するために本部室と庁内及び庁外を結ぶインターネット環境(Lan、WiFiなど)を整える。この際、災害による停電時を考慮した対応を想定しておく。

ヒヤリハットテーマで追加すべき対策



第1回試行実験  
(2020年8-9月)  
群馬県安中市  
千葉県袖ヶ浦市  
神奈川県川崎市  
神奈川県茅ヶ崎市  
岡山県矢掛町  
岐阜県安八町  
広島県竹原市

- ・市町村:  
学習と改善による対応力強化
- ・都道府県・国:  
格差の理解と改善支援
- ・部局間協働の促進

## 避難の遅れでヒヤリハット

想定最大レベルでの洪水発生時における避難仮想体験

(ダイジェスト版)

シミュレーション高度化



VR高精度版



VRご当地普及版

# 巻頭言



こいけとしお  
小池俊雄

KOIKE Toshio

東京大学名誉教授  
Professor Emeritus, the University of Tokyo

## 社会基盤は文明を拓く転換装置

Infrastructure as a Device for Turning Civilization

### 1. 根本的な解決を求めて

「洪水期を迎えるのが怖い」、専門家の一人として、我が国の治水政策の取りまとめに関わらせて頂いて6回目の洪水期を迎える筆者の偽らず心境である。打ち続く激甚水害に対応する政策が答申され、国主導の治水事業や法改正を通して着実に実現されてきてはいるが、地域を揺るがし、国全体に衝撃を与える甚大な被害が次々と発生している。命を守る対応策をまとめるも、水害に対する脆弱性が進む社会にあって、多くの尊い命が一挙に失われている。頻発する豪雨に加え、その広域化・長期化も加わり、従来の施設計画の考え方では対応できない事態も生じてきている。

この度、河川計画手法の見直しと流域治水の導入という2つの柱が、社会資本整備審議会から答申された。その取りまとめに当たり、専門家の一人として、戦後の治水の展開を問い直し、現在直面している課題を整理して、根本的な解決の方向性を模索し、議論の開始に当たって、以下を提案した。

「災害対応力を高め、持続可能な開発を、包摂的な枠組みで進める」

本論ではその骨子を記述したい。

### 2. 現在の治水の課題

#### (1) 現在に至る治水計画の基盤構築

終戦直後の1945年9月の枕崎台風災害から1959年9月の伊勢湾台風災害までは、毎年のように4桁の人的被害が記録された。この中で、既往の最大流量に基づく方式から、計画規模の確率に対する降雨量と流出モデルを用いて洪水流量を算出するという手法への転換が試みられた。具体的に、千代川、白川、淀川など、実河川への適用が重ねられ、1958年に以下の3点を目的とする、「河川砂防技術基準（案）」がまとめられた。

・技術の発展段階と技術レベルの現状を提示

- ・全国の技術レベルの統一
- ・技術と管理との一体化

河川砂防技術基準（案）の作成は、限られた国家財政のもとで治水投資を合理的に進めるための方法論の確立を目指したものであり、打ち続く大水害に対応しつつ、全国的なバランスを考慮して事前対応を進めようとする河川技術政策の表れであった（中村、2014）。

現在の水害統計調査の母体となる調査要綱は1961年に策定され、「水害実態調査」及び「水害資料調査」により水害被害額が把握され、1970年にこれらが整理されて現在の水害統計調査要綱につながっている。河川整備への投資の基礎的な考え方と手法もこの時期に形成された。当時の最先端の流出モデルであった総合単位図法の開発者である中安米蔵は、経済評価指標も提案しており、ある年超過確率をもった流量を対象にした工事を行うことによって得られる利益の年平均を期待値とし、これを全工事費で割った防災利益率（年利益率）、いわゆる、B/Cを提案している（稲田、1960）。その後、1961年、1962年に、それぞれ「治水経済調査方針及びとりまとめ方法」、「水害区域資産等調査要綱」がまとめられ、1970年に整理されて「治水経済調査要綱」が策定された。さらに、公共事業の事業評価の技術的な基準をまとめるために、2000年に「治水経済調査マニュアル（案）」が策定された次第である（湧川、2007）。

1950年に出された「治水計画における洪水流量について—千代川を中心として—」において、中安は下記のように述べている（中村、2011）。

「現在の貧困な国家財政や災害で病弊した地方財政の下で此の巨額の資産の支出を考える時、ここでは単純な技術的理想論は許されないだろう。今後の治水計画の基本方針は現実的、且つ科学的でなければならない。この観点より治水計画実施のあり方は従来治安の面を重視して余り考慮されなかった経済的諸関係の調査の上に立たなければならない。」

このようにして、水害被害の計量、確率論の導入、流出モデルの開発、経済評価手法の確立という統合的な科

学・技術体系が、戦後復興期に打ち続いた激甚水害に対応して構築された意義は大きかったと考えられる。

これらの科学・技術基盤の確立と並行して、1953年に発生した西日本大水害を受け、単年度予算に抛らない長期的な治水投資の必要性が論じられた。修正を繰り返した提案は、当時の大蔵省などの反対を受けて3度却下されたが、1958年9月の狩野川台風を受けて閣議了解がなされ、翌年の伊勢湾台風災害を経て、1960年に治山治水緊急措置法の成立という形で実現した。爾来、財政構造改革の閣議決定（2002年）を受けて幕を閉じるまで、財政的裏付けのある9次に及ぶ治水長期計画が実施されてきた。

## （2）現代社会が直面する課題

### 1）変化する気候

今世紀に入り、気候の変化は観測データにも顕在化し、近年の被害の増大とともに、社会的な認識も広がってきた。

気象庁の地域気象観測システム（アメダス）は1974年に観測を開始し、全国で1300箇所余りにおいて降水の時間観測が継続されている。現在までの44年間で3期間に区分して、各年に過去最大24時間降雨が記録された観測所数の各期間平均を求めると、最初の2期間では年間20箇所程度であったが、直近の第3期間では年間50箇所を超えている。今までに経験したことのないような豪雨が、日本中いたるところで頻繁に発生するようになってきていることが示されている。

2017年の九州北部豪雨災害では、福岡・佐賀県境にある脊振山地に発生した線状降水帯により、福岡県朝倉市は時間169mmという豪雨に見舞われ、1982年の長崎豪雨で記録された我が国の最大時間降雨記録の187mmに迫った。また9時間雨量も778mmに達し、気象観測史上最大級の豪雨となった。2020年7月には熊本県人吉市にて12時間雨量で339mmが記録され、同地点で過去最大の209.5mmの1.5倍にも及ぶ豪雨となった。平成30年7月豪雨災害では48時間雨量が西日本一帯の125箇所において、翌年の令和元年東日本台風災害では12時間雨量が東日本一帯の120箇所において、それぞれ観測史上最大を記録した。つまり過去最大の豪雨が、連続する2年間において、日本全域にわたる約2割の観測地点で記録される事態となっており、広域の同時激甚水害に直面する事態となっている。

豪雨による越流・破堤が深刻化している。令和元年東日本台風災害では、実に142箇所破堤し、河川管理者を震撼させた。流域住民の被害は甚大で、泥水に浸かった新幹線車両の映像は見る者に焦燥感を与えた。令和2年7月豪雨における球磨川人吉市での河川水位は、洪水痕跡から7.25mに達したと推定されている。河川計画上の最高水位（計画高水位）である4.07mはおろか、1965年に記録された観測史上最高水位5.05mをはるかに越えた。同市の国宝青井阿蘇神社には寛文9年（1669年）洪

水痕跡が遺されており、球磨川の河川整備基本方針を策定する際にも参照されたが、令和2年7月豪雨による洪水水位はこの痕跡とほぼ同程度であった。球磨川は同市域で市域地盤が計画高水位より高い、いわゆる掘り込み河道区間である。そこがこの高水位に見舞われ、2階にまで達する洪水流が市域の広い範囲を川の如く流下する事態となった。人吉市の下流の長い渓谷部（狭窄部）ではさらに水位が上昇し、橋桁から河川水面までの余裕高さ（クリアランス）を食いつぶし、水位の上昇で橋桁が横からの河川流の力を受けて落橋した道路橋は10橋にも及んだ。

同じ総雨量の場合には、継続時間が短く、シャープな降雨パターンほど、大きな洪水ピークを形成する。河道やダムなどの貯留施設の設計に用いる洪水ピーク流量は、これまでは実際に発生したシャープな降雨パターンを主に使って求められてきた。しかし、平成30年7月豪雨で48時間、72時間という長時間にわたって継続する豪雨によって、洪水ピーク流量は計画レベルにまで至らずとも、長時間継続する大流量によってダム洪水調節容量が不足する事態が生じている。また河川が合流する場合、通常は支川の洪水流出が早く、本川が遅れる。しかし本川が洪水ピークを迎えた時に、長時間豪雨の影響で支川の流量が依然として高い場合、合流点においてバックウォーター現象が顕著となる。また長時間にわたって河川水位が高い状態が続くと、浸透などによって堤防が脆弱化し、片岸が破堤すると対岸は大丈夫というこれまでの常識を覆して、両岸において破堤が生じるという事態となる。岡山県の高梁川支川の小田川では、平成30年7月豪雨においてこれらの影響が重なり甚大な被害が生じた。

豪雨の変化に応じて土砂、洪水災害にもこれまでにない形態が顕在化してきた。2017年の九州北部豪雨災害では、花崗閃緑岩、片岩で覆われた脊振山地はいたるところで崩壊し、土石流が発生した。特に深部まで風化した「鬼マサ」と呼ばれる花崗閃緑岩の真砂土は、崩壊、土石流によって移動、堆積後、さらに洪水によって下流に運ばれ、河床勾配の小さな谷底平野の細い河道を埋め尽くした。その結果、洪水流は行き場を失い、谷底平野一杯に氾濫し、のどかな田園風景を一変させた。これは「土砂・洪水氾濫」と呼ばれ、同様の災害は前年の北海道・東北豪雨災害において十勝川支川のペケレベツ川でも生じている。平成30年7月豪雨では広島県、愛媛県で同様の災害が多発し、令和元年東日本台風災害でも阿武隈川沿川の丸森町で大きな被害を引き起こしている。

### 2）社会の脆弱化

2015年の関東・東北豪雨災害では、堤防からの越流や破堤に対して住民の避難が遅れ、多くが氾濫流の中に孤立し、ヘリコプターで1300人あまり、地上部隊により3000人に近い多数の住民の救助されるに至った。翌2016年の北海道・東北豪雨災害では岩泉町の高齢者グループホームで9名の入所者が亡くなった。これらを受けて、

それぞれ、国管理の大河川、都道府県管理の中小河川に対して、「水防災意識社会の再構築」が社会資本整備審議会から答申されている。これら2つの答申を受けて、2017年5月に河川法が改正され、圏域や行政界などを考慮して複数の国管理河川、都道府県管理河川をそれぞれまとめた大規模氾濫減災協議会の設置が法制化されるとともに、要配慮者利用施設の管理者に対して避難確保計画の策定が義務化されるに至った。この改正の施行に合わせて、その実効性を加速するために、「水防災意識社会の再構築」に向けた緊急行動計画が国土交通省より同年6月に発表されている。

しかしその直後の九州北部豪雨で被災した朝倉市においては、自主防災マップを作り、地元自主避難所を定めて避難訓練を実施し、当日も避難準備情報・指示・勧告が適宜に発令されてはいたが、死者行方不明者35名という痛ましい結果となったのである。令和2年7月豪雨による球磨川水害でも、事前に避難確保計画を作り、避難訓練も重ねていた特別養護老人ホームが水没し、近隣の住民らも避難支援に当たったが、入所者14人が死亡するという悲惨な事態を防ぐことはできなかった。

九州北部豪雨災害の犠牲者のうち8割が60歳以上である。平成30年7月豪雨災害全体では65歳以上の高齢者が全犠牲者のほぼ6割であったが、氾濫浸水深が5メートルに達した倉敷市真備町では9割近くに達した。我が国の人口構造データによれば、65歳以上の高齢者一人当たり対する15~64歳の生産年齢者の比率は、2015年では2.3人であったが、50年後の2065年には1.4人と推計されている。ちなみに今世紀初めの2000年では3.9人であった。これは災害時に自助が可能で更には避難等を支援することのできる者の比率が減り、要支援者の比率が増えることを示している。

平成30年7月豪雨で被災した高梁川支川の小田川においては、150年、100年に1度の豪雨に対する洪水・土砂災害ハザードマップが作成、公表されており、平成30年7月豪雨災害時の実際の浸水深は、そのハザードマップとほぼ一致している。しかし、アンケート調査によれば、住民の多くがハザードマップの存在を知っていたものの、内容まで理解していたのは4分の1にすぎず、リスク情報は共有されてはいても認識されていないという実態が浮かび上がっている。

### 3) 激変する社会

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の蔓延は社会を一変させた。国内にあっては感染が流行している地域から、あるいはそれらの地域への移動を控える動きが定着し、国際的には国家が移動を制限することにより人流によるグローバル化は完全に抑制されている。マスクを着用し、身体的距離を確保し、こまめな換気により、密集・密接・密閉のいわゆる「3密」を回避する生活習慣が定着し、公共交通機関の利用時の混雑を避けて徒歩・

自転車利用の併用が進み、買い物行動においても電子決済や通販の利用が進み、eコマース依存が高まっている。

テレワーク、時差出勤、オンライン会議の導入により、働き方が変化している。J.D.パワージャパンによる4月末の「テレワーク下におけるWEB会議利用に関する日米調査」の結果によれば、我が国では約8割が「コロナウイルスが収束した後も、テレワークや在宅勤務という働き方はあってもよい」と回答している。高等教育環境も変化し、文部科学省が全国の国立大、公立大、私立大、高専、計1069校を調べたところ、7月1日時点で全てにおいて授業が実施されており、遠隔もしくは遠隔・面接併用の授業を採用しているのは8割を超えている。このように、労働や教育の環境変革は進み、次代を担う人々の意識も変化してきた。内閣府による6月の意識調査によれば、三大都市圏居住者の中で、感染症の影響下において地方移住への関心が高くなった、あるいはやや高くなったと答えたのは全体平均で15%となり、20歳代および30歳代ではいずれも20%を超えている。とりわけ東京都23区に住む20歳代では約35%におよび、変わらないと答える約54%に近づいている。

一方、COVID-19禍は水災害の予防、対応に大きな制約条件を課している。環境防災総合政策研究機構が北海道、東京都、大阪府、兵庫県、熊本県の5都道府県の災害時の避難経験のある住民を対象としたインターネット調査の結果（4月20日発表）によれば、COVID-19の拡大が避難行動に影響すると回答した1641人の約4割は、避難所等の様子を見て避難先を変えると回答しており、自治体が指定する避難所等に行かないようにするという回答も3割近くに上る。また地震や洪水による災害リスクとCOVID-19の感染リスクの影響の比較については、3割余りが比べられないと回答している一方で、COVID-19の影響が大きいと考えている人が4割余りとなっており、地震や洪水などの被害の方の影響が大きいと思う人のほぼ倍であった。

これは避難する住民側の回答であるが、「三密」が懸念される避難所等や対策本部の開設・運営および避難情報の発出を担う市町村側にも、COVID-19禍にあっては感染クラスターの発生リスクの観点から、その判断、行動にブレーキがかかりかねない。水災害被災リスクとCOVID-19感染リスクの双方を回避するために、水害対応の責任を担う市町村と、情報を受けて行動する住民の両者が予め納得し、滞りなく安全に対応できる体制の確立が喫緊の課題である。

## 3. 変革の方向性

気候の変化が広く認識されるようになり、災害への対応と持続可能な開発があわせて国際的に議論されるようになった。2019年5月に開催された国連防災機関（UNDRR）の防災グローバルプラットフォームや、同

年7月の持続可能な開発目標（SDGs）に関する国連ハイレベル政治フォーラムでは、SDGsの実現を目指した災害対応力の強化が訴えられた。とりわけ、2015年に合意された気候変動に関するパリ協定において、緩和策に加えて適応策が明示的に含まれたこと、また水がSDGsのほぼすべてに深く関連していることから、気候の変化によって激甚化する水災害への対応をSDGsと結び付けて取り組むことが国際的に求められている。

我が国の少子高齢化は一段と進み、2008年には前年と比べ7万9000人の減少となり、以降現在まで、いずれの月においても人口は前年に比べて減少しており、しかも、減少率は徐々に大きくなってきている。しかし、その高齢化の様相を調べると、解決の糸口が見えないわけではない。2015年の60歳以上を対象とした調査では、我が国の高齢者の就業意欲は、米国、スウェーデン、ドイツと比較して男女ともに高く、また2013年の調査によれば、仕事をしている高齢者は生きがいを感じると回答した割合が仕事をしていない高齢者より10%程度高いことが示されている。高齢者の体力・運動能力は2000年から2015年に各年齢階級とも1割程度向上しており、概ね5歳下の年齢階級のスコア並になっている。また65歳以上の高齢者世帯の消費支出額は、1世帯当たりで全世帯に比べて高く、人口構成が増加する2030年には市場の半分近くまで伸びると予測されている。少子化に対する対策の充実を図ることは言うまでもないが、高齢化社会を悲観する必要はない。高齢者の労働意欲、消費力を原動力とする社会に作り替えていく工夫と努力が求められているのである。

COVID-19の蔓延によって社会の様相は一変し、COVID-19禍の後をあるいはCOVID-19禍と共に（post/withコロナ）、どう生き抜くかが問われている。一方、我が国は高度経済成長の歪を是正するために、「国土の均衡ある発展」を目標として、1962年以降5次にわたる全国総合開発計画を実施してきた。「地域間の均衡ある発展」、「豊かな環境の創造」、「人間居住の総合的環境の整備」、「多極分散型国土の構築」、「多軸型国土構造形成の基礎づくり」、それぞれの方針に基づき、長期的にみれば大都市への急激な人口流入傾向は収束に向かい、地域間の所得格差もかなり縮小された。確かに、依然として東京と太平洋ベルト地帯に偏った一極一軸構造は明確であり、地方都市の中心市街地では空洞化が進み、中山間地の過疎化は深刻である。これらに対応するため、2008年には国土形成計画（全国計画）が、また2015年には概ね10年を目標とした第2次計画が策定された。ここでは、生活に必要な各種機能を一定の地域に集約するとともに、各地域をネットワークでつなぐことで、圏域人口を維持し、利便性の低下を回避し、イノベーションの生み出すヒト、モノ、カネ、情報を流動させようと試みている。「コンパクト+ネットワーク」と言われるこの国土計画構想を支えるための社会システムの改革は到底困難であるとの見方もあった。しかし、テレワークに

よる働き方改革、遠隔授業の実現による教育改革、eコマースの急成長や遠隔診療による社会経済改革など、現在、否応なしに、また部分的、不完全ながらも経験することによって、国民の生活の様式と意識に明確な変化が表れ始めている。

COVID-19禍で激変する社会にあつて、60年におよぶ国土政策によって蓄積された社会基盤のストック効果を賢く使い、安心できる豊かな高齢化社会を築き、気候の変化によって激甚化する災害外力をしなやかに受け止め、被害から素早く上手に立ち直り、さらなる成長につなげることに貢献できる治水を目指したい。以下に、統治（ガバナンス）、投資（ファイナンス）、科学技術の、それぞれの観点から具体化を考えたい。

### （1）ガバナンス

災害に対する国全体としての予防力・対応力・回復力を高め、個性を重視した地域の新たな成長を描くために、住民一人ひとり・コミュニティ、地方の行政庁・企業・諸団体、国等の現場のすべての関係当事者（ステークホルダー）が、変化する水災害リスクの理解を深め、得られる情報を効果的に使って、相互に協力し、相応に責務を分担し実行していく、包摂的な社会づくりが必要である。

我が国では、1959年の伊勢湾台風を契機として、「災害対策基本法」が1961年に制定された。その結果、総合的かつ計画的な防災行政の確立と推進を図ることを目的として、中央防災会議、都道府県防災会議、市町村防災会議が、それぞれ国、都道府県、市町村に設置され、災害発生またはそのおそれがある場合にはそれぞれに災害対策本部を、非常災害発生の際には国においても非常（緊急）災害対策本部を設置し、的確かつ迅速な災害応急対策の実施のための総合調整等が行われる。防災は、「災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、及び災害の復旧を図ること」と定義され、2011年の東日本大震災を踏まえて、大規模災害からの復興は地域社会が抱える課題を解決する機会ととらえて、発災前よりも良い地域環境づくりを目指す「大規模災害からの復興に関する法律」が2015年に公布されている。つまり、災害の未然の防止から、発災後の復旧、復興まで、行政的な縦横の協力体制は整えられている。

この上に立ってまず必要なことは、住民一人ひとりが、地域のリスクや防災施設の効果とその限界を理解し、災害時に自らのリスクに応じて主体的に避難を決断し、安全確保の行動をとれることである。そのためには、災害時の情報入手方法や行動の手順に平時から慣れていることが重要で、コミュニティ単位でのマイタイムラインづくりや、ハザードマップや仮想現実（VR）等を活用した避難訓練やワークショップ、防災教育を実施することによって、個人力、コミュニティ力を高めることが有効である。また、被災による痛みや苦悩を地域で癒し、様々な形で語り継ぎ、ネットワークやツーリズム

を通じて社会で広く共有することによって、災害文化を醸成していくことも必要である。

多くの地方自治体にとって災害対応は初めて経験する未学習課題で、しかも対応できる人的資源に限りがあり、災害対応が想定通りに進められない事例が多い。したがって、平時から関連部署と情報を共有し、齟齬なく受け継ぐ体制を構築し、発災時に短期に必要最低限な所作で連携できる仕組みの確立や、大事に至らずとも危機状態に至った過去の事例や他地域での経験を、標準的な災害対応手順（SOP）に沿って整理して、事前に対応を準備しておくことが肝要である。これらの日頃の取り組みによって、COVID-19禍での対応を含め、予測段階から、発災、救援、応急、復旧、復興と続く時系列に応じて、限られた各部署の人材資源を適切に配分できる体制づくりが可能となる。

河川法の適用を受ける法定河川は、その延長が約14.4万kmにおよび、そのうち約1万kmを国が直接管理し、約2万kmは市町村、それ以外は都道府県によって管理されている。日本の海岸線の総延長が約3.4万km、地球の赤道1周が約4万kmであることを考えると、兩岸を管理しなければならない河川の長さが実感できよう。近年の水害の特徴の一つが、国と都道府県の管理区間の河川が接合する都道府県管理区間側での越流・破堤であり、バックウォーター現象の影響や堤防整備の進捗状況の違いを考慮した対策をはじめ、両者のバランスに十分配慮した河川計画・管理が必要である。山地部での土砂生産、都市部での下水、農村部での農業排水と河川水の相互作用については、それぞれ、砂防部局、下水道部局、農林水産部局と、河川部局との密接な協力が必要となる。さらに、水資源利用目的の貯留機能は、これまで治水機能とのトレードオフと考えられてきたが、洪水予測能力の向上と事前放流に対する補償制度の確立で、利水・治水運用の協力の道が拓かれつつある。このように、市町村—都道府県—国、農林水産—下水—砂防—河川、利水—治水の各関係当事者が相互に協力する体制づくりが力強く推進されなければならない。

都市や住宅、道路や鉄道は利益を生み出す社会基盤と受け止められる一方で、治水は災害による不利益を減らす社会基盤と捉えられてきた。しかし、治水能力を超える災害外力が頻繁に加わるようになり、利益を生み出すべき社会基盤の機能が著しく損なわれるようになった。また人口減少、少子高齢化に加え、COVID-19禍に伴って、社会基盤の再構築が求められている。このような背景に鑑み、都市計画法、都市再生特別措置法が改正され、都市計画区域全域において、災害レッドゾーンでの住宅等の開発が原則禁止となり、市街化調整区域で浸水ハザードエリア、いわゆるイエローゾーンでの住宅等の開発許可が厳格化されることになった。また、宅地建物取引業法施行規則の一部を改正する命令が公布され、「不動産取引時において、水害ハザードマップにおける

対象物件の所在地を事前に説明することを義務づけること」となった。治水にとっては念願であった、水害リスクを重要事項として土地・建物取引の際に説明することが、義務づけられることになったのである。今後、河川部局と都市、住宅部局が一層連携して、その枠組みを道路・鉄道の各部局に拡張して、質の高い社会基盤の整備が望まれる。

## （2）ファイナンス

1950年代に確立した、確率論と流出モデルにより水害による直接被害の期待値を算定し、投資効率（B/C）によって投資の妥当性を評価する手法に加え、変革期を迎えた河川整備への投資にはどのような考え方が必要であろうか。

道路や街区等の社会基盤が整備されると、企業の誘致や住宅建設が進み、さまざまな外部経済効果によって税収が増える。同様に考えると、河川整備の場合は水害によって税収がどの程度減少するかが鍵となる。つまりこれを定量的に評価できれば、河川整備投資によって税収の落ち込みを取り戻した分、つまり増収分の一部を河川整備への投資主体に還元する仕組みを構築することによって投資を促進することができることになる。つまり、よい投資であればスピルオーバー効果（外部効果）によって、河川周辺地域の税収の落ち込みを防げることが提案されている（吉野、2018）。

従来、都市計画は人口急増による開発圧力に対応するための土地利用規制が中心であった。しかし、人口減少、少子高齢化を受けて、現在はコンパクトな都市構造に誘導して活性化させることに重点が移っている。この時にとられる居住誘導と浸水想定を組み合わせると対応力を高めると同時に、氾濫原である低湿地を自然地に戻して、エコロジカルな場として地域の魅力の一つに加えることができれば持続可能な社会の形成につながる。このようにして地域の魅力が高まることによるプラスの外部経済効果をも含めると、投資の可能性が期待される。

国際的には、アジア・太平洋域は世界GDPの60%以上を占める一方で、世界の水関連災害による死者、被災者数の3分の2を占め、1億3千万の人々が基本的な水にアクセスできず、5億人もの人々が基本的な衛生施設にアクセスできていない。アジア地域で水に関わる全てのSDGsの達成のためのインフラ投資には2020年から2030年までに合計4兆ドルが必要とされている。一方、科学的試算によれば、パリ協定の2°C目標達成と地域間の経済的な格差是正等により、21世紀末における地球温暖化による被害額は世界全体でGDPの3.9~8.6%から0.4~1.2%に抑えられると推計されており、投資に見合う将来の便益への期待は高まっている。したがって、水災害対応力と、気候の変化を含めた水に関連するSDGs、とりわけ水へのアクセス、貧困、飢饉・食料、エネルギー、水圏生態系の便益を科学的、定量的に見積もる手法の開発によって、投資を促進させる戦略が必要となる。

### (3) 科学技術

我が国の治水計画は、河川流域ごとに所定の治水安全度に対応してある値を超える確率（超過確率）に相当する計画降雨を流出モデルに入力して得られる洪水ピーク流量を基に策定されてきた。2015年の水防法の一部改正において、施設の能力を上回る外力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減災対策のための基準として、想定最大外力（洪水・内水）が同年7月に設定された。ここでは全国を15地区に区分して、「降雨継続時間ごとの面積－降雨強度関係」が求められ、同じ地区内で経験された豪雨は地区内のどの河川流域でも発生するという仮定が用いられ、流域内で観測されたデータのみでの計画から一歩踏み出した算出手法の適用であった。

我が国では、第5期科学技術基本計画（2016～2020年）において、データや情報を仮想空間（サイバー空間）で統合・解析して、現実空間（フィジカル空間）に適用することによって、膨大な情報を統合、解析して、様々な情報や知識が幅広く国民に共有され、今までにない新たな価値を生み出して、「社会のありよう」を変えるSociety 5.0が推進されている。

例えば、高解像度全球大気モデルおよび高解像度領域大気モデルとスーパーコンピュータを用いて、海氷と海面水温に小さな摂動を加えて異なる初期値を用いて計算した100メンバに及ぶ現在気候再現実験（1951～2011年）、将来予測される海面温度のパターンに摂動を加えた90メンバの将来気候予測実験（2051～2110年）、温室効果ガス濃度を産業革命以前の状態に固定し、トレンド成分を除いた海面温度と、それに整合する海水を境界条件とした現在気候の非温暖化実験（1951～2011年）がそれぞれ実施され、「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF）」が作成された。数ペタバイトにおよぶ膨大なデータはデータ統合・解析システム（DIAS）上に蓄積され、様々な分析と力学的なダウンスケーリングが行われている。その成果を用いることで、確率密度関数の裾野部分にあたる豪雨の発生を不確実性を考慮して比較することができ、将来気候下における河川計画の基本となる計画降雨が推定された。この推定値と、観測データに基づく確率評価の値を比較し、気候の変化を考慮した我が国の河川計画手法が確立された。人類が気候の変化に気付き始めて30余年を経て、現在の治水を支えた河川砂防技術基準（案）の考え方は、60年ぶりに改訂されることになった。Society 5.0に基づく科学技術の貢献の典型的な事例と言ってもよさそう。

一方、現場の関係当事者が、自らが暮らす地域を離れ、また専門分野以外の情報に精通することは難しく、多様な情報をもとに現場での問題の解決に向けて意思決定し、実行することには困難が多い。そこで関係当事者が、科学技術に基づき、災害対応力の向上と持続可能な開発に包摂的に取り組むには、外部の経験や資源を効果

的に導入するために以下の支援機能が必要となる。

- 1) 関係当事者との信頼関係を築き、説明責任を果たす。
- 2) 対象地域の課題の所在とその構造を示唆する。
- 3) 実行可能な目標の設定を支援する。
- 4) 目標到達のための方法と戦略の選択を支援する。
- 5) 統治構造を提案する。
- 6) 科学技術に基づいた腑に落ちる説明をおこなう。

つまり、現場の関係当事者間の議論において司会進行機能を有し、問題の解決を推進し、専門的に助言する機能を併せ持つ触媒的存在が求められており、これを「ファシリテータ」と定義する。しかし実際には、総合的な視野を持つ人材は育ちにくく、現場の実践力を高めるための技術や態度を身につける機会も少ないために、このような人材は稀有である。科学者のコミュニティと関係当事者との協力による「ファシリテータ」の育成が急務である。

## 4. 変革を進めよう

表題は、2004年に、東京大学の「土木工学科」がその学科名を「社会基盤学科」に変える趣意をまとめた文書の冒頭に記された言葉である。古代ローマの広域水道、シルクロード、パリの都市設計が、次の時代のさきがけとなる文化を形成し、それが時を経て普遍的規範となり、新たな文明を築いてきた役割に触れている。同文書では当時を、「高度経済成長の外挿から大きく下方修正され、安定成長期を迎えたいま、機能、効率、量の充足だけでなく質や調和が求められる時代」と観ていた。

当時、我が国は財政構造改革の真ただ中で、その後、国難と言われる東日本大震災を経験した。一方、国際的には、災害リスクの軽減、持続可能な開発、気候の変化への対応が、それぞれ、仙台防災枠組、SDGs、パリ協定として2015年に合意された。そこにCOVID-19禍が世界全体に吹き荒れている。価値観が大きく揺れ動き、質や調和に加えて、共感と信頼が求められている。

この変革の時代における駆動力の一つが、デジタルトランスフォーメーション（DX）であることは間違いないだろう。ただし、ますます多様化する価値観と需要を探索し、長期的な展望をもって新たな行動目標を設定し、社会と共に粘り強く改革していく人材も不可欠である。DXを使いこなし、地域に根ざしつつも地球的な視野をもち、多様性を受容して、多くの人々を纏め上げる力量が求められている。

「災害対応力を高め、持続可能な開発を、包摂的な枠組みで進める」

はこのような背景から発信した言葉である。新たな河川計画手法と流域治水はその緒についたばかりで、解決すべき具体の課題は山積している。この新たな社会基盤整備への取り組みが文化を育み、普遍的規範となって、人類の生存と発展につながる新たな文明の礎の一助となることを期待したい。



こいけとしお  
小池俊雄

KOIKE Toshio

東京大学名誉教授  
Professor Emeritus, the University of Tokyo

## 流域治水 その実行の時

The time has come to implement “River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All”

### 1. はじめに

流域治水関連の9本の改正法案が、2021年4月の第204回国会の衆参両議院とともに全会一致で可決された。時を同じくして、「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」が提言され、最先端の科学技術に基づく計画手法の基盤が構築された<sup>1)</sup>。2020年12月には「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」として5年間で15兆円の投資が閣議決定されており<sup>2)</sup>、これでガバナンスの構築、科学技術に基づく方法論の基盤、投資の準備が整った。

少子高齢化で社会の脆弱化の懸念が高まる中、気候の変化によって激増する水災害外力への対応として打ち出された流域治水<sup>3)</sup>の実行の時である。流域治水の提案背景、目指すべき方向性について記した拙稿<sup>4)</sup>に続き、本稿では流域治水において新たに取り組む事項を整理し、その実現に向けた法改正の内容の構造的な理解を試み、適用の可能性を思索したい。

### 2. 流域治水による新たな取り組み

流域治水は、甚大な被害を回避し、早期復旧・復興まで見据えて、事前に備える「強靱性」、将来にわたり継続的に社会や経済を発展させる「持続可能性」、これらを進めるために全ての主体が協力して取り組む「包摂性」の3点を基本の理念としており、流域全体のあらゆる関係者が協働して流域全体で取り組む治水対策と位置付けられている。流域治水の英語表記は、「強靱性：resilience」、「持続可能性：sustainability」、「包摂性：by all」の対応を考え、「River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All」とされており、その内容が明解に示されている。

流域治水の理念に基づく対応策は、下記の3つに分類される。

① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策、

② 被害対象を減少させるための対策、

③ 被害の軽減や、早期復旧・復興のための対策

①については、鶴見川流域に象徴されるように、これまでも都市化が進んだ一部河川においては、1979年より総合治水対策が進められ、約10年間で17流域において、都市化に伴って増加する流出を抑制する集水域対策が実施されてきた。その後、流出抑制施設の指定や開発者による流出抑制機能の阻害行為の規制等における総合治水対策の拘束力の弱さを改善するために、2004年に特定都市河川浸水被害対策法が施行されるに至り、現在までに大都市域を中心に8水系64河川が指定されている。ただし、2010年に行われた同法の行政レビューでは、法指定が広がらないという課題が指摘され、指定の要件としてガイドラインに示す指標のあり方について検討するとともに、関係者間の調整が円滑に進むよう自治体への財政面等でのインセンティブ等について検討すべきと指摘されている<sup>5)</sup>。一部の都市河川で一部の関係者により実施されてきたこれまでの流出抑制対策を、流域治水では流域の住民や企業等、全ての関係者が全国規模で実施することを目指している。

これまでは河川管理者のみで実施されてきた河川の流水の貯留による治水機能の発揮について、流域治水では、降雨予測情報を活用し、利水者と協力して多目的ダムや利水ダムの利水のための貯留水をあらかじめ放流して、洪水調節のための容量を確保する「事前放流」を治水計画に反映するため、操作方法や経済的なインセンティブ、洪水調節機能強化を見込んだ施設改良などの協議を進めることとしている。

②については、浸水危険性の高い地域において、土地利用誘導や建築行為を許可制とする「滋賀県流域治水の推進に関する条例」（2014年）、原則として市街化区域へ編入しない「大和川流域における総合治水の推進に関する条例」（2018年）等の先駆的事例がみられる。また、個別の住宅の水災害リスクを理解できるよう、不動産取引時に宅地建物取引業者が取引対象となる物件を取引相手に説明する際に用いる重要事項説明に水害リスクを明

示することも義務付けられた（2020年）。

さらにこのような水害リスクの軽減の観点に立った施策に加え、社会の変化、特に人口減少や少子高齢化を考慮して、地域の活力の維持やにぎわいの創出を目指して都市再生特別措置法等が順次改正され、立地適正化計画制度が導入され（2014年）、低未利用地土地権利設定等促進計画や立地誘導促進施設協定が制度化され（2018年）、さらに「災害ハザードエリアにおける新規立地の抑制」や「災害ハザードエリアからの移転の促進」、「居住エリアの安全確保」（2020年）が盛り込まれた。

1986年吉田川の破堤、浸水の大被害を受けた宮城県鹿島台町（現大崎市）では、国、県、町、地域住民が一体となり、また河川管理者と道路管理者が協力して、川づくりは地域づくり、線の治水から面の治水へという考えに立つ「水害に強いまちづくり事業」として、氾濫拡大防止とバイパス・緊急輸送路整備を兼ねた二線堤が設置されている。地域全体の安全と持続的な発展を目指して、河川堤防の決壊による氾濫水が溜まる地区と氾濫から守られる地区との分断意識を乗り越えて合意を築いた賜物である。流域治水の理念を先取りした創意と努力、高い民度に敬意を表したい。

③については、伊豆大島土砂災害（2013年）、広島土砂災害（2014年）を受けて「新たなステージにおいて命を守る」政策のもとに水防法が改正されて（2015年）、施設では守りきれない事態に対処するため、想定し得る最大規模の降雨による浸水想定区域の公表が進んだ。さらに、鬼怒川の国管理区間が決壊した関東・東北豪雨（2015年）、地方自治体が管理する多数の河川で深刻な人的・経済的被害が多発した北海道・東北豪雨（2016年）を受けて、「水防災意識社会の再構築」政策のもとに水防法等が改正されて（2017年）、社会福祉施設や学校、医療施設等の要配慮者利用施設における避難確保計画の作成が義務付けられた。また、住民一人ひとりの行動計画であるマイ・タイムラインの作成の推進なども進められてきた。

流域治水では、これらの人命を守る行動のさらなる推進を図るとともに、経済被害の最小化も目標としている。市役所、病院などの重要施設、上下水道などの社会インフラの機能を守り、素早い復旧を可能にすることに加え、鉄道・河川・道路事業者等の連携による交通ネットワークの確保も重要課題となる。民間企業等が止水板、浸水防止壁、土地の嵩上げ、電気施設の浸水対策等を講じ、業務内容や活動の状況に応じて平時から発災前後の対応を計画し、訓練することが求められている。これらを推進するための情報の共有はもとより、投資意欲を膨らませる金融商品の開発支援も、流域治水が取り組むべき課題である。

以上のように、流域治水は河川管理者だけでなく流域の全ての関係者が、また管理対象区間だけでなく流域全体で、水災害に対する強靱性（レジリエンス）を高め、地域の持続可能性を創出する取り組みであり、これらを

支える新たなガバナンス構築と制度設計の第一弾が、この度の流域治水関連の9本の改正法の目的であると捉えている。

### 3. 改正法の構造的な理解

流域治水の3つの対応策は、構造的に関連する複数の法改正によって支えられている。

①の推進として、「特定都市河川浸水被害対策法」の改正により、特定都市河川流域では、事業者は雨水貯留浸透施設整備計画を作成して、都道府県知事等の認定と必要な助言および指導を受けることができることとされており、一方で国及び地方公共団体から整備費用の補助を受けられることになっている。また「下水道法」の改正では、この雨水貯留浸透施設の事業者は下水道管理者から公共下水道への接続の認定を受けることが規定され、下水道管理者は、同法に基づく事業計画に浸水被害の発生を防ぐべき目標となる計画降雨を定めることができるとしている。さらに、「都市緑地法」の改正により、雨水を貯留して地下に浸透させることによって浸水被害を防止する機能を有する土地を雨水貯留浸透地帯として、特別緑地保全地区の指定要件に加えることができることとなった。これによって緑地による浸水被害防止のいわゆるグリーンインフラとしての役割を加えることができることとなった。

②の水災害リスクがより低い区域への誘導・住まい方の工夫を推進するための制度設計は、今回の法改正の中でも最も重要な点の一つであろう。「特定都市河川浸水被害対策法」の改正では、国土交通大臣または都道府県知事が指定する特定都市河川流域においては、都道府県知事が浸水被害防止区域を指定することができ、この区域内で住宅（自己用を除く）や要配慮者利用施設を建築する特定開発行為は、都道府県知事等の許可を受けることとしている。一方、河川管理者、下水道管理者には、都道府県知事が浸水被害防止区域を指定する際の情報提供、助言が求められている。また、「都市計画法」の改正において、開発許可の基準として、開発行為の対象として適当でない区域として浸水被害防止区域が追加された。さらには、「防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置等に関する法律」の改正において、集団移転促進事業の対象となるエリアに浸水被害防止区域が追加され、住宅団地ならびに病院、小・中学校、社会福祉施設などが対象となる。また「都市計画法」の改正では、一団地の都市安全確保拠点施設や避難施設、避難路等の防災上必要な機能の確保が盛り込まれ、建築物の地盤や床面の最低限度を定めることができることとなった。

③の中で、住民の主体的な避難を進める対応については、「水防法」の改正において、洪水浸水想定区域として指定し、洪水浸水想定区域図を公表する対象河川として、これまでの洪水予報河川や水位周知河川に加え、一

級河川及び二級河川のうち住家等の防護対象があるなど円滑・迅速な避難確保等を図る必要のある河川を加えることとなった。この改正によって新たに約15,000河川において洪水浸水想定情報が周知される。また、内水や高潮による浸水想定区域においても同様の内容が同法の改正に含まれている。要配慮者利用施設における避難確保計画策定の義務化は2017年の「水防法」改正で盛り込まれているところであるが、今回の改正では施設の所有者、管理者には市町村長に避難確保計画・訓練の報告義務が課され、市町村長は報告に対して必要な助言・勧告ができることとされた。同様の内容は、「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」の改正にも盛り込まれている。また復旧の迅速化については、2017年の「河川法」にて確立された特定河川工事の権限代行、つまり高度な技術、機械力が必要な河川の復旧や改善を都道府県知事からの要請に基づいて国土交通大臣が代行する措置が、今回の「河川法」改正で河川の埋塞復旧などの河川の維持へも適用されることになった。

以上のように流域治水の3つの対応策を支える制度設計に加えて、今回の法改正では「包摂性：by all」の枠組みも明確に示されている。「特定都市河川浸水被害対策法」の改正により、国土交通大臣の指定による場合は流域水害対策協議会の設置が義務づけられ、都道府県知事の指定による場合は同協議会を設置することができることとされ、関連の都道府県知事、市町村長、学識経験者、民間事業者等と河川管理者との協議の場がつけられた。また、「河川法」の改正により、利水者、関係都道府県知事（一級水系の場合）等と河川管理者からなるダム洪水調節機能協議会を設置し、利水ダムなどの事前放流に関して協議を行う法的な位置づけが整った。また、包摂的な取り組みを進めるに当たって必要となる河川の管理に関する情報・資料の収集や提供を業務とするNPO法人などの河川協力団体の役割についても、これら両改正法で明確に位置付けられた。

## 4. 実行へ向けて

いよいよ実行の時である。2021年3月には109の一級水系、12の二級水系において、国、流域自治体、企業等からなる流域治水協議会での議論を踏まえた流域治水プロジェクトがまとめられている<sup>6)</sup>。多様な多くの関係者の参加を得て、流域治水を進める具体の議論が全国規模、かつ現場レベルで始まったことにより、これから解決すべき難しい課題を乗り越えるための協議の基盤と計画の原型ができた。

今後、現行の河川整備基本方針等に用いている計画降雨に、北海道では1.15、その他の地域では1.1という変化倍率を乗じた計画づくりを進めることになる。この影響が非常に大きく、河川によっては河道や貯留という①の枠組みの推進だけではカバーできない事態や、また技

術的方策はあっても地域の合意を得るのが難しく、実現に長い時間を要する場合も出てこよう。

また、これらの変化倍率は、推計の最大値を包摂的に取ったものではなく、推計の幅とその中央値、これらの全国的な分布と推計幅の物理的意味づけを考慮して設定されたものであるため、計画降雨量に変化倍率を乗じた値を超える降雨が実際に発生する可能性がある。この場合は既往最大より小さな計画降雨量を設定することになる。降雨はその時間分布、空間分布によって洪水のピーク流量に与える影響が大きく異なるので一概には言えないが、既往最大流量より小さな計画上の洪水流量（これを基本高水という）を設定せざるを得ない場合もある。

このような事態を想定して、河川の流下機能や流域での貯留効果を向上させる①の対応策を鋭意進めつつ、②や③の対応策を流域全体の関係者の協力で実施することによって、命を確実に守り、経済的、社会的被害を最小限に抑えることが流域治水である。さらに、地域それぞれの特性に合った形で、これらの住まい方や土地利用の工夫、環境・開発と防災・減災の調和を図ることにより、持続的な地域の発展をも目指している。

2021年5月に閣議決定された第5次社会資本整備重点計画では、流域治水の推進に当たり、グリーンインフラの積極活用やコンパクトシティの取組みにおける防災対策の強化、DX政策との連携等の強化が強調されている<sup>7)</sup>。また同年3月に閣議決定された第6期科学技術・イノベーション基本計画では、国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会と一人ひとりの多様な幸せ(well-being)が実現できる社会の構築を目指して、サイバー空間とフィジカル空間の融合による持続可能で強靱な社会への変革、新たな社会を設計する力と価値の創造力の源泉となる「知」の創造、新たな社会を支える人材の育成が謳われている<sup>8)</sup>。革新的な政策と科学・技術によって官民投資を促進し、流域治水を新たな成長戦略として位置付け、質の高い成長を実現していきたい。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言、2021年4月。 [https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/chisui\\_kentoukai/](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/)
- 2) 内閣官房：防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策、2020年12月。 <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudokyoujinka/5kanenkasokuka/index.html>
- 3) 国土交通省：気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について 答申、2020年7月。 [https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/kikouhendou\\_suigai/index.html](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/kikouhendou_suigai/index.html)
- 4) 小池俊雄：社会基盤は文明を拓く転換装置、河川、pp. 2-7、2020年9月。
- 5) 国土交通省：総合的な水害対策—特定都市河川浸水被害対策法の施行状況の検証 一、2010年3月。 <https://www.mlit.go.jp/common/000111002.pdf>
- 6) 国土交通省：流域治水プロジェクト、2021年3月。 [https://www.mlit.go.jp/river/kasen/ryuiki\\_pro/index.html](https://www.mlit.go.jp/river/kasen/ryuiki_pro/index.html)
- 7) 国土交通省：第5次社会資本整備重点計画、2021年5月。 [https://www.mlit.go.jp/report/press/sogo08\\_hh\\_000168.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/sogo08_hh_000168.html)
- 8) 内閣府：第6期科学技術・イノベーション基本計画、2021年3月。 <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index6.html>