

行動変容を支える知の統合

－ 質の高い社会づくりを目指して －

【配付資料】

- ◇ 「河川」 2020年9月号（公益社団法人日本河川協会）
P.4-9 社会基盤は文明を拓く転換装置
- ◇ 「河川」 2021年7月号（公益社団法人日本河川協会）
P.2-4 流域治水 その実行の時
- ◇ 「土木施工」 2022年2月号（株式会社オフィス・スペース）
P.20-22 流域治水の具現化－治水のあるべき姿を求めて
- ◇ 「道路建設」 2022年9月号（一般社団法人日本道路建設業協会）
P.17-22 気候の変化の下での社会基盤のレジリエンス

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長

小池 俊雄



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っただ中で、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からう。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¹⁾。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²⁾、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³⁾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⁴⁾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⁵⁾。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⁶⁾。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⁷⁾。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⁸⁾。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/
- 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
- 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
- 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
- 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>

巻頭言

流域治水の具現化 治水のあるべき姿を求めて



東京大学名誉教授
小池 俊雄

今一度、流域治水を考える

2020年7月、社会資本整備審議会から「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～」が答申され（以下、答申）、同年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」が閣議決定された。また、2021年4月には流域治水に関連する9つの法律の改正案が衆参両議院において全会一致で可決された。さらには2019年10月に暫定版として提言された「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」の確定版（以下、提言）が2021年4月に纏められた。これらの一連の過程を通して、気候の変化の不確実性を科学・技術で読み解き、治水政策を転換するためのガバナンスとファイナンスの枠組みが整えられた^{1),2)}。

答申の副題にある「転換」とは、傾向・方針などを違った方向に変えることを意味する。英語ではtransformationが当てられ、DX（デジタルトランスフォーメーション）として日常生活の中にも浸透してきた。災害の衝撃を吸収して被害を軽減し、速やかに復旧・復興する能力はレジリエンスと呼ばれる、災害という不都合な状態に対応しつつ、復興していく過程も、社会の変容、つまりtransformationと表される。2015年3月に仙台で開催された第3回国連防災世界会議で打ち出された「より良い復興(Build Back Better)」は、転換する力を高めて、より良い社会を構築することを目指している。これは必ずしも、発災後の行動のみを指すのではなく、事前の対応も含んでいる。1923年9月の関東大震災後の帝都復興により現在の東京の骨格ができたのも、1995年1月の阪神・淡路大震災からの神戸の復興にも、事前に準備されていた都市改造計画の存在の重要性が指摘されている。

それでは、何を拠る所に、どこへ向かって転換するのか。

2015年9月25日の国連総会で採択された持続可能な開発のための2030アジェンダには、「我々は、世界を持続可能でレジリエントな道筋に移行させるために緊急かつ必要な、大胆かつ変革的な手段をとることを決意している。」と記されている。経済学者の宇沢弘文は、ゆたかな経済生活を営み、すぐれた文化を展開し、人間的に魅力ある社会を持続的、安定的に維持することを可能にするような自然環境や社会的装置を社会的共通資本と呼んだ。それは、大気・水・森林・河川などの自然環境、道路・交通機関・上下水道などの社

会的インフラストラクチャー、教育・医療・金融などの社会的制度資本から構成され、社会全体の共通の財産であるとしている。2021年3月に閣議決定された第6期科学技術基本計画では、「持続可能性と強靱性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりが多様な幸せ(well-being)を実現できる社会」を目指している。また同年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を併せて推進することが明記され、その統合的な政策の評価方法も提示された。

以上を踏まえると、流域治水は、流域のあらゆる関係者が、流域全体を視野において、自然環境、インフラ、諸制度を総動員して、激甚化する洪水へのレジリエンスを高めるとともに、流域全体の持続可能な発展を牽引し、統合的なwell-beingを実現していくことと理解されよう。

流域治水への転換のための行政的課題

河川法で規定される一級水系においては、社会資本整備審議会の意見を聴いて、長期的な観点と国土全体のバランスを併せ持つ河川整備基本方針（以下、基本方針）を、河川管理者である国土交通大臣が作成することとしている。基本方針では、河川の総合的な保全と利用の基本の方針とともに、河川整備の基本事項として、計画降雨・基本高水とその河道及び洪水調節ダムへの配分、主要な地点における計画高水位と計画高水流量、および川幅・維持流量が定められる。この基本方針に沿って、国土交通大臣は関係地方公共団体の長や学識経験者、関係住民の意見を聴いて、20～30年後の河川整備の目標を明確にし、個別事業を含む具体的な河川の整備の内容を明らかにする河川整備計画が策定される。

つまり流域治水への転換には、基本方針の「河川の総合的な保全と利用の基本の方針」と「河川整備の基本事項」の変更が必要となる。そこで、社会資本整備審議会の下に設定されている河川整備基本方針検討小委員会（以下、小委員会）にて、109の一級水系の基本方針の変更の議論が開始された。同小委員会での審議結果は河川分科会に諮られ、その結果が審議会会長の承認を得て議決された後、河川整備計画を変更する手続きが始められる予定である。

課題は多い。現行の河川法は、河川管理者が河川区域

を指定して、自ら管理する内容を定めており、流域のあらゆる関係者の行動を規定するものでもなければ、流域全体を対象とするものでもない。そもそも河川法には「流域」という言葉すら出てこない。答申において、「流域のあらゆる関係者」とされているが、河川管理者以外の者が行う行為を基本方針に記す工夫が必要となる。また、答申では「流域全体で」とされているが、河川区域以外での行為の表現方法も考えなければならない。その実行を含めて、鍵は冒頭に述べた流域治水に関連する9つの法律の改正にあると考える。概要は拙著²⁾を参照されたいが、流域水害対策協議会やダム洪水調節機能協議会の設置や、NPO法人などの河川協力団体の役割の記述、あるいは浸水被害防止区域や貯留機能保全区域の指定などを通じて、誰が何処で何をするかを選択肢の幅は広がっていることの認識が必要である。なお、2021年11月に改正された河川法施行令には「流域」が加えられ、河川整備基本方針及び河川整備計画の作成にあたって考慮することとして「現在及び将来の気象の状況、土地利用の現状及び将来の見通し」が追記されたことは望ましい。

提言では、計画降雨の値を全国的に1.1倍、北海道では1.15倍することとしているが、堤防整備率が6割程度である現状に鑑みると、これらの変化倍率を乗じた計画降雨に対処するための実現可能な基本方針を策定できるかという問題がある。一方で、気候変動予測モデルから得られる変化倍率は、各気候区分の内での推定値のばらつき度を考慮したうえで中位の値が採用され、さらには気候変動と豪雨の物理的な関係性を踏まえて共通と考えられる地域の平均を用いている。つまり、変化倍率は各地域の推定値の上限値ではなく、それを超える豪雨が発生する可能性は前提とされている。実際にそのような豪雨が発生すると、変更される新たな基本方針に記される河川整備の基本事項の値が、既往最大よりも小さな規模にならざるを得ない場合もでてくる。国土全体のバランスをとる観点からは必要な措置となるが、果たして解決しうる治水方策はあるのか、また合意の形成は可能かという問題に遭遇する。

流域治水、始動

公開されている小委員会の資料を基に³⁾、基本方針変更に関する議論を辿ってみよう。

2021年5月に開始された具体的水系の基本方針の変更の議論では、毎回、「河川整備基本方針の変更の考え方について」と題するパワーポイントが資料もしくは参考資料として提出されている。これには流域治水の下での基本方針策定の指針がまとめられており、各回の議論を経て更新されている。同年6月の第111回小委員会では、「河川管理者が行う整備と併せて、流域のあらゆる関係者による流域治水に係る取組みを、それぞれの流域の特性を踏まえて総合的・多層的に実施する方向を記載」することが示されている。同年8月の第113回小委員会でもまとめられた五ヶ瀬川

水系河川整備基本方針の本文新旧対照表では、国および各県と市町等が連携して行う対策として、「河川沿いの浸水しやすいエリアでは、関係機関が堤防整備とあわせて背後地の土地の嵩上げや防災拠点施設である自治体庁舎の移転等の取り組みを実施しており、今後も、地域住民の合意形成を図りつつ、関係機関が実施する土地利用規制や立地の誘導等に必要な支援を行う。」という具体的な記述がみられ、河川管理者が「流域のあらゆる関係者」と協力して実施する流域治水の記し方の一例と考えられる。

同じく第113回小委員会でまとめられた新宮川水系河川整備基本方針の本文新旧対照表には、「洪水調節施設等により1,000m³/sを調節」と記述されている。ここに「等」がつけられている変更理由として、「利水ダム等による事前放流による容量確保は、河川管理行為の一環として、洪水調節施設の調節流量と同等の扱いとし、従前の表現に「等」を追記」と記されており、ダムを新設するのではなく、既存ダムを積極的に活用する姿勢が明確に打ち出されている。さらに本文中に、「流域内の既存ダムにおいては、施設管理者との相互理解・協力の下で、関係機関が連携し効果的な事前放流の実施や施設改良等による洪水調節機能強化を図る。」が加えられて、「流域のあらゆる関係者」の協力が明示されるとともに、その追記理由が「予測技術の向上、操作ルール等の変更、施設改良等を想定」とされ、科学・技術の進展の効果が見込まれていることも画期的である。

第114回小委員会での球磨川の基本方針変更の議論では、令和2年7月と同規模の豪雨が生じた場合には、新たに設定する河川整備の基本事項の値を超過することが示された。図一1に示されるように、新たな基本方針の下で令和2年7月豪雨が発生すると洪水位は計画上最高と定める計画高水位を長い区間にわたって超過することになる。実際には、堤防の沈下や波欠け等を考慮して余裕高を加えて築堤されるため、堤防高さは超えないものの、既往最大の洪水規模より低いレベルの河川改修、洪水調節施設計画となる。これは昭和28年の西日本水害で被災した同じ熊本県を流れる白川の計画策定以来の初めてのことである。これに対して第115回小委員会では、図一2にあるように河川管理者による河川区域での2つの取組に加え、流域全体で様々な関係者と協力して取り組む9つの対応策が提示された。これらの具体的内容は河川整備計画の策定を通じて議論されることになるが、第116回小委員会でまとめられた球磨川水系河川整備基本方針の本文新旧対照表には、「河川整備や施設の運用高度化等により河川水位をできるだけ低下させることと併せ、流域全体のあらゆる関係者が協働した総合的かつ多層的な治水対策により、被害の最小化を目指す。」と記され、課題解決の方針が明示された。

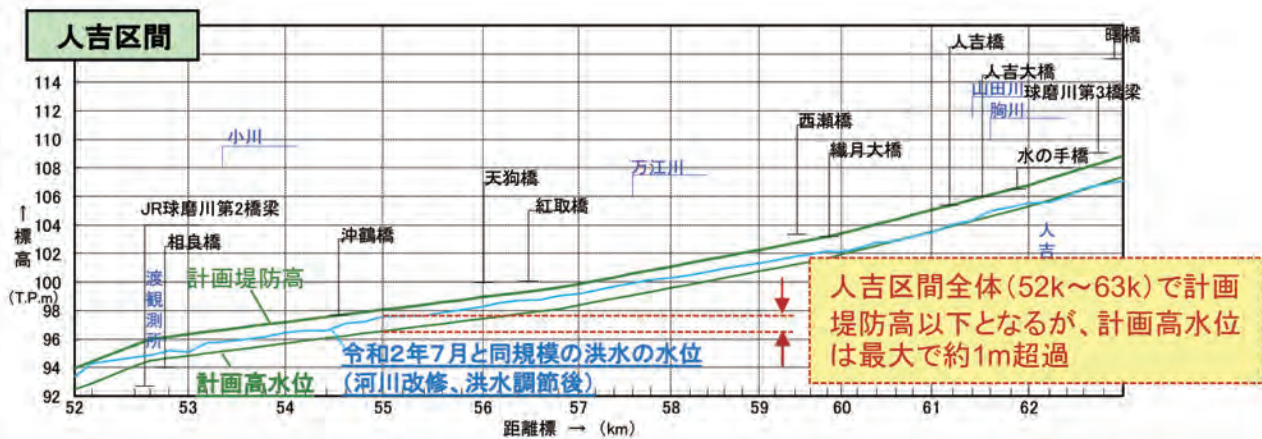
これら一連の国の動きと並行して、地方でも流域治水に関する色々な取組が開始されている。宮城県大崎市は、地域の誇りを高め、地域の発展を目指して、地域全員で取り

組む「水害に強いまちづくり」に関する共同研究を一般社団法人東北地域づくり協会と協力して進めている。その活動の一環として、国や流域治水協議会等と協力して流域治水をテーマに市民を対象としたシンポジウムが2021年11月に開催され、同地域の生業や環境、歴史、賑わい、暮らし方に着目し、これらを守り、さらに高めるための流域治水の基本的な在り方が議論された。熊本県熊本市では、関係市町村、県、企業、市民、大学などが協力する「くまもと地下水財団」の活動を進め、阿蘇を源とする豊かな地下水の保全と適正な利活用による健全な水循環を構築し、世界に誇れる質の高い地下水文化を形成している。さらに、加藤清正公以来の治水の歴史を踏まえ、科学的根拠に基づく意思決定と行動を目指して熊本市の関係各課や市民、商工会議所、国が協力して、避難体制や水害対応力の向上の取組が始まり、利水・治水を包括した新たな水文化の創造への努力が開始されている。

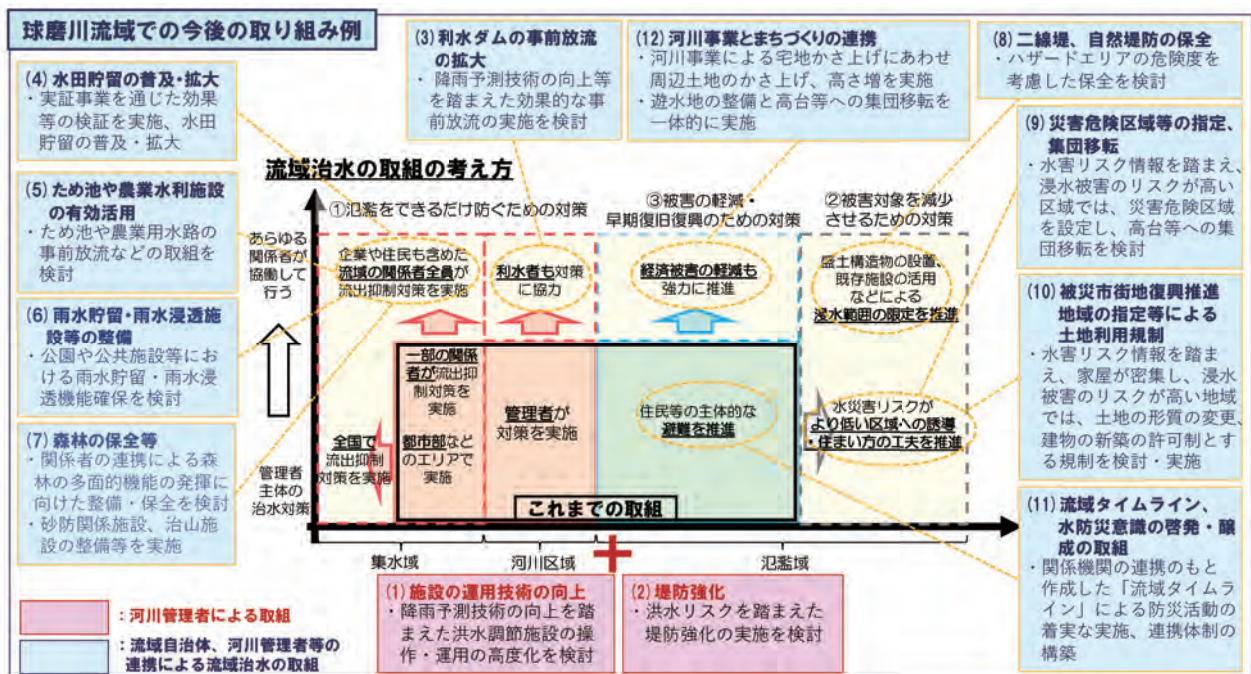
流域治水が始動している。河川管理者が河川区域で行なう治水から、変化する気候の下で、流域のあらゆる関係者が、全体を視野において、統合的なwell-beingを実現するための治水への転換である。この取り組みが地域の文化を育み、次第に国全体、あるいは人類の共通の普遍的規範となり、新たな文明への転換の一助となることを期待したい。

参考資料

- 1)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。
- 2)小池俊雄:流域治水 その実行の時、河川、pp. 2-4、2021年7月。
- 3)国土交通省河川整備基本方針検討小委員会、http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/kihonhoushin/index.html



図一 球磨川水系における変更後の基本方針に基づく河川改修、洪水調節施設による、令和2年7月と同規模の洪水に対する効果³⁾



図二 球磨川水系における令和2年7月と同規模の洪水を含む基本高水を超える洪水への対応策³⁾

気候の変化の下での社会基盤のレジリエンス

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
センター長 小池 俊雄



令和2年7月豪雨では、球磨川の人吉市と八代市間の狭窄部にかかる10橋が一度に流失しました。豪雨の発生とともに土砂崩れによる通行止めが頻発し、平成30年には国道8号で、また令和2年には関越道でドカ雪による車両の立往生が発生しています。気候の変化とともに激甚化する極端事象への対応が求められています。

1. 統計と予測

まず水害統計を紐解いてみましょう。図-1は今世紀以降の被害額(名目)の推移を示しています。年々の変動はあるものの、水害による被害総額、一般資産被害、河川被害に加えて、道路と橋梁(道路、鉄道を含む)の被害も増加傾向を読み取ることができます。今世紀初めの10年と、直近の10年を比較しますと、被害総額、一般資産被害は1.4倍、河川被害は1.3倍の増加に対して、道路被害は1.5倍、橋梁は2.2倍に及んでいます。図-2は道路交通管理統計(2007～2019年)の異常気象時の通行止め箇所数を表しています。2011年は、台風6号、新潟・福島豪雨、台風12号、台風15号など、相次ぐ気象災害の影響によって通行止めが非常に多く発生していますが、経年的に増加の影響を見て取ることができます。2011年を含む期間最初の5年間と直近5年間の平均の比較では1.3倍に増加しており、それぞれ3年間の比較では3倍にもなります。

「気候システムの温暖化については疑う余地がない」という一文が、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)によって2007年2月に公表され

た第4次評価報告書(AR4)第1作業部会(WG1)報告に記されました。全く同じ記述は、2013年9月に公表されたAR5/WG1報告にも使われました。一方、温暖化が及ぼす人間の影響については、AR4/WG1報告では「可能性が非常に高い」と記され、AR5/WG1報告では「可能性が極めて高い」と記されました。「非常に」と「極めて」の違いは、予測に用いられたモデルの結果の類似性によるもので、前者は90%以上、後者は95%以上でした。しかし、2021年8月のAR6/WG1報告では、「人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」と断言されるに至りました。

国際地球観測年(1957～1958年)を契機に、ハワイ州マウナロアで大気中の二酸化炭素濃度の精密観測が始まって60余年が経過しています。この間、気候をモデル化してコンピュータで数値的に解く手法が発展し、二酸化炭素の吸収源に関する科学的な議論(ミッシングシンク)や、数値計算上の雲の取り扱いなどの様々な不確定性に対して、観測、メカニズムの理解、数値モデルの精度向上が積み重ねられてきました。

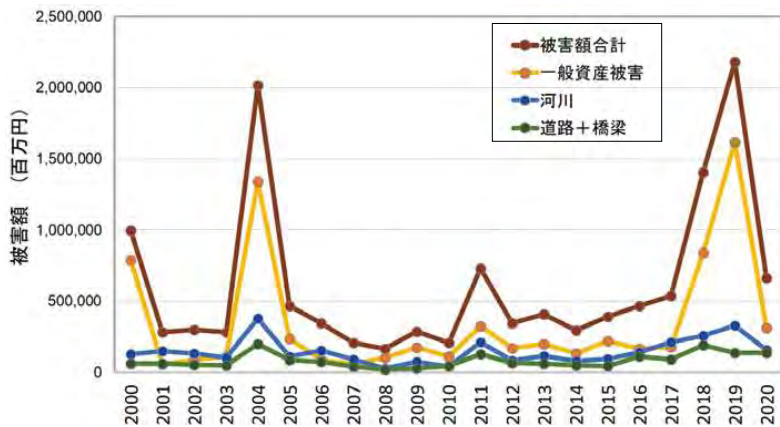


図-1 水害被害額の経年変化 (水害統計より)

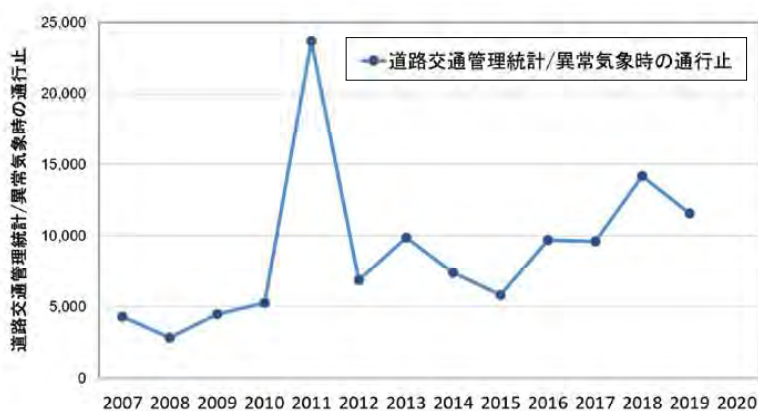


図-2 異常気象時通行止め箇所数 (道路交通管理統計より)

AR4が公開された2007年にIPCCにノーベル平和賞が受賞され、2021年10月には真鍋叔郎先生にノーベル物理学賞が授与されました。放射対流平衡モデルの開発と温暖化の数値実験によって、温室効果気体濃度が増加すると地球規模で温暖化が進行することを定量的に示されたご功績です。

我が国の科学コミュニティは、これらの研究の牽引役の一角を担ってきました。2002年に運用を開始した世界最速(当時)のコンピュータ「地球シミュレータ」を用いて、大気100 km、海洋20 kmの世界最高解像度で、過去100年、将来100年の気候を計算し、AR4に大きく貢献しました。AR5の準備期間中には東日本大震災で節電が強く求められる中、東京大学に設置されたデータ統合・解析システム(DIAS)の土日の運用によって日本の気候変動予測モデルの出

力結果が世界に先駆けて公開されました。カオス性を示す大気現象の不確実性によって気候の変化はどの程度の幅となり、またどのような確率分布を示すかを知るために、予測計算を開始するときの初期の大気状態や、境界条件となる海面水温や海水を変化させて数千年に及ぶ多数の気候変動予測計算を行う分野においても、我が国は世界の先端を切り拓いています。これは、「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、database for Policy Decision making for Future climate change (d4 PDF)」とDIASにアーカイブされ、様々な解析やさらに高い空間解像度の結果を得るためのダウンスケーリング計算に用いられています。

2020年12月に文部科学省と気象庁から発表された「日本の気候変動2020 - 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書-」は、観測データによるこれまでの気候の変化の統計的性質と、数値気候予測モデルによる将来の気候の変化を、広く国民が理解する貴重な機会を提供しています。同書では、日降水量200 mm以上の大雨の年間日数や時間降水量50 mm以上の短時間強雨の発生回数が有意に増加していることが観測データから示されています。予測計算からは、20世紀末(1980～1999年平均)と比べて21世紀末(2076～2095年平均)には2℃上昇のシナリオで、日降水量200 mm以上の年間日数は約1.5倍、時間降水量50 mm以上の短時間強雨の頻度約1.6倍に増加し、年最大日降水量も約12%増加するとされています。

1962年以降のデータによれば、1日に20 cm以上の降雪が観測されるような大雪の日数も減少

しており、将来も、北海道の一部地域を除いて降雪・積雪は減少すると予測されています。しかし、10年に一度といった、ごくまれにしか発生しない大雪の降雪量は、確信度は低いながら、本州の山岳部や北海道の内陸部ではむしろ増加することが予測されています。この理由は、地球温暖化が進行した状況では日本海から供給されたより多くの水蒸気が大気中に蓄えられており、強い寒気の吹き出しや、「日本海寒帯気団収束帯」と呼ばれる寒気流の収束が発生した時には、気温が低い内陸部や山地では大雪として降ることになるからとされています。

2. 河川行政の試み

IPCCのAR4(2007年)およびAR5(2014年)を受けて、それぞれ2008年および2015年に社会資本整備審議会より水災害分野における気候変動の適応策が国土交通大臣に答申されています^{1),2)}。並行して、2013年の伊豆大島豪雨災害、2014年の広島市土砂災害を受けて、2015年1月には、「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」の政策が打ち出され³⁾、命を守ることと社会経済の壊滅的な被害を回避することを主眼にして、同年5月に水防法が改正されました。同改正法では、最大規模の洪水、内水、高潮を想定して命を守る対策を進めることとし、7月にはそのための「想定最大外力」の算定手法が公表されました⁴⁾。ここでは、「現段階においては想定最大外力(洪水、内水)のような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等は途上であり、全国統一的な手法として、気候変動予測の結果を直ちに見込むことは難しい」と判断されました。

そこで、我が国を15の気候区に区分し、各気候区内の最大豪雨の観測データから得られた面積と降雨継続時間の関係が用いられました。この手法は対象とする河川流域外であっても、流

域を含む気候区内であれば、同じような豪雨が起こりうるという仮定に基づいており、流域内の観測データだけではならず、同じ気候条件下で起こりうる極端事象を、命を守る行動に適用しようという新たな試みでした。これは従来の河川流域内の観測データに基づく計画論から、一步踏み出したものと評価できましょう。

しかし、2015年9月に関東・東北豪雨災害、翌2016年8月に北海道・東北豪雨災害が発生し、国、都道府県の管理河川において、避難情報発令や住民避難の遅れの問題が顕在化するとともに、激甚水害による地方経済への壊滅的被害が問題となりました。そこで、「水防災意識社会の再構築」の政策が打ち出され^{5),6)}、2017年5月には水防法が再度改正され、圏域や行政界などを考慮して大規模氾濫減災協議会を設置すること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避難訓練の実施が要請されました。また、都道府県管理区間の災害復旧事業やダムの再開発の支援のために、都道府県の権限を国が代行する措置などが盛り込まれました。

我が国の最大時間降雨記録187 mm/hrに迫る169 mm/hrの豪雨に福岡県朝倉市が見舞われたのは、同改正法施行の2週間後のことでした。2012年に豪雨災害を経験したばかりの朝倉市では、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てきました。しかも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にもかかわらず、死者行方不明者35名という痛ましい被害が生じたのです。その結果、施行されたばかりの改正水防法で新たに規定された国の権限代行の適用の最初のケースとなりました。またこの九州北部豪雨水害は、気候の変化の認識の広がりと同様に並行して取り組まれてきた新たな政策や法改正等によるソフト対策の一層の強化とともに、事前対応としての河川の施

設整備の新たな対応が不可欠であるという認識をもたらし、2018年4月、社会資本整備審議会の下に「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」(以下、技術検討会)が設置されました。

「想定最大外力」の算定方法の検討時には見送られた気候変動予測の結果の導入が、この3年間の科学技術の発展で、技術検討会の議論の俎上に上がりました。先述のd4 PDFとその空間ダウンスケーリング結果の利用可能性が検討されたのです⁷⁾。技術検討会では、2015年にパリ協定において合意された上昇幅「2℃」未満を目標にしつつ、「4℃」を整備メニューの点検や減災対策を行うためのリスク評価、河川管理施設の危機管理的な運用の検討、手戻りのない施設設計の参考として活用することとされました。

図-3はその結果で、想定最大外力と同様の15気候区分ごとに、6パターンの海面温度(SST)で計算された変化倍率が記されています。北海道北部と北海道南部ではいずれのSSTでも全国の算術平均値を超過しているため別途計算して1.15倍とし、残り13地域についてはSSTの違いによる幅の範囲に全国の算術平均値が入っていることから一律1.1倍とされました。この検討結果は、2021年4月に「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 - 提言」として公表されました⁸⁾。戦後打ち続いた大水害に対して、当時の先端科

学・技術であった確率論と流出モデルの導入を図り、1958年に河川砂防技術基準(案)がまとめられました。今回の提言は、約60余年ぶりに基本的な考え方を改定する手法が提案と位置付けることができます。

計画降雨の変化倍率1.1倍は、100年確率の洪水流量の変化倍率約1.2倍に相当し、同規模の洪水の発生頻度は約2倍にもなります。つまり、災害による被害は2倍となります。また図-3に示されるように、これらの変化倍率はSSTによる不確定性の算術平均であり、各気候区の最大値ではありません。したがって、これらの変化倍率で計画する施設の規模を上回る事象の出現も考慮しなければなりません。これまでの方策に加え、新たな考え方の導入と、それを実現するためのガバナンスと投資が必要となります。そこで、2019年11月に「気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会」(以下、検討小委員会)が設置されました。

検討小委員会の議論では、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点が基本の理念と位置付けられました。そのうえで、総合治水対策として都市化河川で進められて

きた「氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策」、滋賀県や大和川流域で進められてきた「被害対象を減少させるための対策」、水防災意識社会の再構築で進められてきた「被害の軽減や、早期復旧・復興のための対策」を、河川管理者が都市、住宅、水資

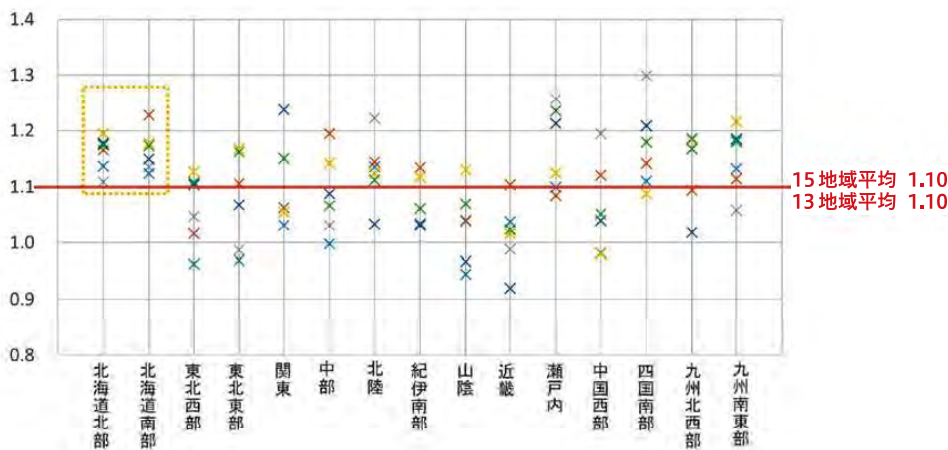


図-3 気候区ごとに算定された計画降雨の変化倍率の範囲 (資料8より引用)

源、農林水産、エネルギー部局等と連携し、国、都道府県、市町村間の協議を深め、民間の協力を得て進める治水政策がまとめられました。これは、流域治水として2020年7月に社会資本整備審議会から国土交通大臣に答申されました⁹⁾。

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」が閣議決定され、5年間で15兆円の投資が盛り込まれ、流域治水の推進がその主要な項目として位置付けられました。さらに第204回国会では、流域治水関連の9本の改正法案が、2021年4月に衆参両議院にて全会一致で可決されました。科学・技術の知見に基づいて新たな政策が提案され、それを支える投資とガバナンスの整備が整いました。

これを受けて、2021年5月より、河川整備の基本方針変更の議論が始まり、第一弾の新宮川、五ヶ瀬川の変更では、全ての主体が協力して取り組む「包摂性」を前提に、「誰が何をするか」が分かる記述や、利水ダムの操作規則の変更による貯留効果等が新たに盛り込まれました。第二弾の球磨川では、令和2年7月豪雨による既往最大洪水が、新たな基本方針を上回る事象と位置付けられ、国、都道府県、市町村が果たすべき役割が改めて確認されました。第三弾の十勝川、阿武隈川では、河川区域の「線」としての治水から、支川を含む「面」としての治水への転換や、地場産業の中心である農業の振興に資する治水の在り方が論じられています。

3. 社会基盤のレジリエンスと協働

災害時に被害を最小限に留め、迅速に復旧する能力を有することは、全ての重要社会基盤の共通事項となっています。これまで外力に対する抵抗力の強化に重点が置かれていた防災に加え、外力による機能低下を軽減させ、被害から早期に回復する能力を高めることが事業者に求められています。さらには、東日本大震災時に

実施された道路啓開の「くしの歯作戦」や、日本海側から太平洋岸に多様な運用手段を組み合わせ、物資を輸送した「F作戦」など、機能回復や活動再開を支援する協働による体制づくりも重要となっています。

耐震設計の分野では、「危機耐性」という新たな概念が提案されています。本田ら¹⁰⁾は、これを「狭義の設計段階で想定していなかった事象においても、構造物が単体もしくはシステムとして、破滅的な状況に陥らないような性質」と定義しています。その上でこの定義にそって設計の概念を拡張し、設計外力を超えて損傷を受けても粘り強く一定の機能を発揮し、被災後であっても復旧・復興へ貢献し、地域社会での位置づけや行政とのつながりや他の社会基盤とのネットワークとしての機能を考慮することの重要性が強調されています。高橋らは¹¹⁾、国内外の構造設計体系の変遷を概観した上で、平成24年改訂の道路橋示方書において危機耐性の考え方が既に盛り込まれていることを指摘しています。それは、設計上の配慮事項や計画レベルだけでなく、終局状態や限界状態の設定、排除すべき設計可能性や構造形式など、設計レベルにおいても反映されています。さらにその体系化に当たっては、想定した限界状態を超える場合にどのような事態が生じるかについてシナリオを作成し、その回避と影響低減のメニューを充実させることが提案されています。

超過事象や致命的な状態を想定した時の対応手法としては、リスクマネジメント手法の導入が提案されています。玉越は¹²⁾、設計上想定するものとそれをを超えるもの、管理の範囲にあるもの、範囲外のもの、を明確にして、安心安全などの社会基盤の要求性能およびそれを実現するための構造的性能と、そのための耐荷や耐久の物理的性能についての規定の重要性を指摘した上で、4つの限界の対応を含む性能保証型インフラ

セットマネジメント手法を提案しています。つまり、安心安全の限界には全てのハザードの考慮により、評価の限界には性能規定型基準の導入により、合意と納得の限界にはリスク・コミュニケーションにより、保証・補償の限界にはリスク・アロケーションによって、目標、目的、手段を整合させることが望ましいとしています。

河川は主として度重なる災害から社会を守る基盤として、一方、道路は社会の活性、利便性を生み出す基盤として、それぞれ整備が進められてきました。東日本大震災を経て、いずれも想定を超える状況を組み込んだ対応が模索されています。河川では、気候の変化とともに外力そのものが変化し、計画手法を変更するとともに、河川管理者が河川区域で行う治水から流域全体で全ての関係当事者が協力して行う治水に舵を切りました。道路側から見れば、その外力の変化の影響を道路、橋梁の性能保証にどのように反映するかが課題となりましょう。河川側から見れば、大規模な洪水、土砂災害からの復旧支援の要となる道路の機能に期待するところが大きいです。

1986年の吉田川の破堤で、浸水の大被害を受けた宮城県鹿島台町（現大崎市）には、河川管理者と道路管理者の協力によって、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ます。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って、国と県、市町村、住民が一体となって地域全体の安全と持続的な発展を目指した「水害に強いまちづくり」事業の成果の第一歩です。2019年10月、2022年7月と浸水被害が続く同地域では、地域の災害レジリエンスと持続可能な発展を目指して、洪水貯留のブロック化を目指した県道嵩上げや、破堤を避けるために堤防の一部の余裕高を切り下げて計画的に溢流させる案なども含めた、分野、所掌を跨いだ協働による統合的

な検討が進められています。分野を超えた協働による社会基盤のレジリエンスの向上が強く望まれています。

【参考文献】

- 1) 交通省、2008：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
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/kikouhendou/pdf/toshintext.pdf
- 2) 国土交通省、2015：水災害分野における気候変動適応策のあり方について
<https://www.mlit.go.jp/common/001091553.pdf>
- 3) 国土交通省、2015 a：新たなステージに対応した防災・減災のあり方
<https://www.mlit.go.jp/saigai/newstage.html>
- 4) 国土交通省、2015 b：浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法
https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/shinsuisoutei_honnun_1507.pdf
- 5) 国土交通省、2015 d：大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の変革による「水防災意識社会」の再構築～
http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/daikibohanran/pdf/1512_02_toushinonun.pdf
- 6) 国土交通省、2017：中小河川等における水防災意識社会の再構築のあり方について
http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/daikibohanran/pdf/1701_02_toushinonun.pdf
- 7) 文部科学省気候変動リスク情報創生プログラム、2019：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）
<http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/>
- 8) 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/
- 9) 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
- 10) 本田利器ら、「危機耐性」を考慮した耐震設計体系 — 試案構築にむけての考察 —、土木学会論文集 A1（構造・地震工学）／72巻（2016）4号
- 11) 高橋良和ら、国内外の道路橋の設計指針にみられる「危機耐性」の分析、土木学会論文集 A1（構造・地震工学）／72巻（2016）4号
- 12) 玉越隆史、性能保証型インフラセットマネジメントの方法論、京都大学経営管理大学院道路アセットマネジメント政策講座オンライン技術セミナー資料、2022.2.22