

6 月 11 日 10:20~12:20 オーガナイズドセッション (OS3)
「流域治水の理念とそれに向けた研究・技術開発」
報告

III 議論の総括

東京大学大学院工学系研究科	知花 武佳
国土交通省水管理・国土保全局河川計画課	青野 正志
広島大学大学院先進理工系科学研究科	内田 龍彦
国土交通省水管理・国土保全局河川環境課	大谷 悟
(株)建設技術研究所	田村 浩敏
(公財) リバーフロント研究所	吉田 邦伸

本 OS では流域治水を推進する上で求められる技術や計画論について様々な観点から意見が出された。集約すると以下のようなものである。なお、流域治水の取組は、まだ始まったばかりであり、体系的な整理は途上であるが、今後の地域での具体的な検討にあたって、本 OS での議論が参考になれば幸いである。

【流域治水を進める上での人のあり方】

・流域治水の基礎となる人作り

流域治水の特徴の一つは全員参加型だということにある。一方、特定都市河川法等の改正により参加者や検討対象の範囲を拡大する枠組みができつつあるものの、流域住民の多くは無関心層である。このため、今後はこうした人々に流域治水に関する知識を持たせることから始め、最終的な行動に結びつけていく努力が必要である。ただし、合意形成の難しさおよびその効果的な打開策は、後述する流域の自然・社会特性によって異なるため、様々な事例を集めていかなければならない。いずれにせよ、円滑に合意形成を進めるためには、流域住民に共通の減災意識を持たせ、治水対策がその川本来の姿に応じた対策になっているということを伝える必要がある。

・多分野・多機関・住民の連携

流域水循環と環境・エネルギーとの関係など「水の総合性」を多面的に解析し、実装可能な方策検討とそのための長期的視点が求められる。これには、流域治水に関わる各機関の構成員と住民のそれぞれのレベル向上と連携が不可欠であり、流域ごとの取り組みを検討する「流域水害対策協議会」に多分野の学識経験者が参画するなど、様々な人々が議論する場を増やすことが望まれるが未だ不十分である。そして、要素技術にしっかりとした技術的根拠をもたせ、経済的根拠に基づいて具体的施策を進めると共に、流域全体で水の総合性を評価する技術を確立し、協議会は河川計画と都市計画ひいては国土計画に関わる種々の計画・施策を流域治水という名の下で束ねていく必要がある。ここで課題となるのは、現場河川管理者とまちづくり関係者の情報交換をどうするか、協議の場をどう設定するか、さらには対象地域に住む一般住民が理解するにはどう説明すべきかである。ここでは基礎自治体に期待される役割が大きいが、技術者にも超過洪水時を含む流域の水動態を解析できる信頼できる技術を確立することに加え、それを流域に関わるすべての対象機関、対象者が理解できる内容に翻訳することが求められる。

・河川技術者の役割

全員で流域治水をやるといっても、河川技術者には河川の現象を学術的な根拠に基づく技術をもってしっかりと評価し、説得力を持って発信する責務がある。そのため、官民学の各技術者は、河川技術をどう発展すべきかについて、各自の課題を認識しなければならない。例えば、これまで観測技術も解析技術も向上してきたが、流域全ての機関・関係者が連携するためには一層説得力のある説明が必要であり、そのための解析技術は発展途上である。官民学の河川技術者には、これまでの観測結果を集めてしっかりと議論し、解析技術を進化させ続けるための役割分担が求められる。官は流域治水の全体ビジョンを示すと共に、完成河道ができるまでの各改修段階時のリスク評価結果もしっかり示さなければならない。学は災害調査で満足することなく、学問を進展させるのが責務であることを再認識しなければならない。そして、民は社会要請の変化、学術の発展に応じて技術を変えることも躊躇せず、官学をつなぐシンクタンクとしての役割を果たすことが期待される。

【流域治水を進める上での解析技術のあり方】

・一体解析の重要性

流域の水動態は連続的であるため、流出、洪水流、河床変動、氾濫流の各解析の精度をできる限り向上させると共に、個別現象の解析で終わることなく流域一体で解析する必要がある。例えば、本川と支川の洪水流と氾濫流の一体解析、流出・洪水・氾濫流の一体解析（例えば流量規模に応じて氾濫形態がどのように変化するかを氾濫域の流出変化を踏まえて検討するなど）、砂防と河川の土砂流出・移動の一体解析、などが典型的な連続現象の解析である。この時、明らかにすべき現象は水理現象なのか、被害現象なのか、リスク減少方策なのか、まちづくりのあり方なのか等をまず明確にした上で、そのためのメニューの組み合わせ方を考えることが重要である。このためには各現象の相互作用の影響の度合いをあらかじめ明らかにする学術的基礎、信頼できる解析技術が必要である。

・より精緻な解析の重要性

河川整備基本方針や河川整備計画には土砂問題が陽に取り込まれていない。こうした状態で川のリスクを議論していても流域治水は成り立たない。とりわけ、山地と平野の境界では土砂と流木が氾濫し災害の拡大要因となることが多く、土砂問題の精緻な解析とそれに基づく砂防―河川の一体化は不可欠である。また、流域治水は狭義の洪水対策を超えて環境への配慮も含んだものであるが、環境を理解するためには、より一層繊細な解析が求められる。これまで土砂問題の難しさから、生きものだけを見たり洪水だけを見たりした議論が多くなされてきたが、それでは環境問題と治水がつながることはない。これまでの手法にどのような仮定・簡略化が含まれているかをよく認識し、解析解を得るための近似ではなく、すべてを省略せず実態と現象を把握する精緻な解析へと転換していかなければならない。

・十分適用可能な技術と発展途上の技術の差別化

広く一般に用いられている解析技術の内、流域治水にも十分役立つものと、これまでは良くても流域治水には不十分であるものをはっきりと区別する必要がある。そして、後者に関しては、流域治水に関するどのような研究を発展させるべきかを research map 等を用いて明示し、取り組むべき課題を明確にする必要がある。このように技術を体系化し、その限界をしっかりと示すのも学の重要な役割である。確立された技術については水理公式集へと反映していく必要があり、さらに可能なものについては、開発されたツールをオープンにして共有していくことが望まれる。

【流域治水に求められる全体ビジョンと段階的目標】

・流域治水の全体ビジョン

従来の治水では流域の自然的・社会的条件が固定されていたのに対し、流域治水はこれらすべてが操作対象となるため、国土再編につなげるという大きな視点を持った取り組みが必要となる。そのためには、持続的な地域づくりにつながる投資が必要であり、環境・経済・生態系を含むSDGsの視点でみた効果との比較で、B/Cを評価しなければならない。これには、農林業のあり方も含めた分析なども必要となり、学術の分野横断的な連携を通じて河川技術を流域技術へと昇華させ、未来を見据えた土地利用など大きなランドデザインを提示しなければならない。その上で、流域内における流出抑制技術（ゆっくり流す、貯留する、浸透させる、蒸発散を増やす、の組み合わせ）と河道整備の組み合わせ方など、具体的な対策のイメージも示していく必要がある。

・段階的目標の提示

最終的なビジョンだけ示していたのでは、市民の理解も得られず事業も進みにくい。そこで、各整備段階における治水安全度および氾濫リスク（すなわち多段階リスク明示型浸水想定図）と、各段階に至るまでの具体的な過程を、信頼できる解析技術により示さなくてはならない。流域治水においても河川整備計画に示されている目標への到達を加速すべきであることは変わらないが、今一度河川の成り立ちやスケールを確認し、上流中小支川の整備の進め方や地域住民の意見を総合的に検討しつつ、様々な選択肢の中から適切な進め方を選ぶ必要がある。いずれにせよ各整備段階で流域のリスクがどのように変化していくのかを時系列で示し、その技術的裏付けを明確にしなければ市民の賛同は得られない。また、河川改修には時間がかかることや、整備途上においては、ある場所のリスク軽減がある場所のリスク増大につながる場合があることを河川技術者自身もよく認識し、わかりやすく市民に伝えることも必要である。そして、流域全体のリスクをにらみつつ、整備の順番や進め方について、全員でよく議論していく必要がある。

・対象とするスケールの明示

最終イメージにせよ、段階的な目標にせよ、それが流域全体の議論であるのか、上下流のつながりを意識した議論であるのか、市町村単位の議論であるのか、あるいは地先の安全度議論であるのかなど、議論する対象のスケールをはっきりさせておかないと議論がかみ合わない。そうして、最終的にはマクロスケールの話からメソスケール、ミクロスケールの話までを階層的に解析し、議論していくことで全体像ができていく。ここで、スケールに応じて有効なツールや解析手法は異なるので、各スケールに応じたツールを整理しておく必要もある。ただし、スケール間の相互作用の影響とサブスケールモデルの限界については十分に理解しておく必要がある。

【流域特性の把握】

全体ビジョンや段階的目標を示す上でも、そのための解析手法を選定したり開発したりする上でも、あるいは各自治体がそれぞれの地域に応じた対策を講じる上でも、対象とする流域の特徴をしっかりと捉え、各流域の水災害特性を把握しておく必要がある。各流域の水災害特性は、そもそも人為的改変がなされる前の流域の姿はどのようなものであったのか（流域の自然特性）と、そうした自然特性に依存したりしなかったりする人の住まい方およびそれに伴う流域の人為的改変の状況（流域の社会特性）の双方

に規定される。水災害特性を捉える上で把握しておくべき各特性は以下の通りである。

・流域の自然特性

まず、流域面積や流域の地形地質、気候条件などが流域特性の基本要素であり、これらによって川の特徴も人の特徴も大きく変わり、結果として水災害の特徴が異なる。気候変動による変化を考えるためにも、これら基本要素の特徴を明確にした上での議論が不可欠である。流域内の中地形～微地形に関しては、治水地形分類図にすべての情報が含まれており、これは普段から良く見て、その状況を理解しておかなければならない。こうした流域の自然特性を捉える視点は、治水事業そのものに加えて、流域治水に関わる各種合意形成にも不可欠であり、もともとその川がどういう川だったのかから話を始め、治水事業のメニューは人だけが決められるものではなく、自然の節理に応じてある程度絞られてくるものだという説明にずれば、地域の合意は得られやすい。

・流域の社会特性

これまでの国土改変により流域の特徴は大きく変わっており、気候変動との複合的な結果として洪水流量が増大している。そのため、国土改変の状況をよく把握し、適切に処置していかなければならない。しかし、流域の様々な特徴と事情により、河道とダム・遊水地の分担率なども流域によって大きく異なっており、今後の治水事業メニューは流域によって様々である。また、コンパクトシティや高台への居住地誘導が可能な地方部と、空いている土地がほとんどない都市部でも取り得る方策は大きく異なる。さらに合意形成についても、流域の規模が流域全体を見通せる規模であるのか否か、上下流に歴史的なつながりがあるのか否か、未だ上記自然特性に根ざした暮らしが残っているのか否かなどでも、その難易度や有効な方策は大きく異なる。このように、各流域の社会特性に応じて有効かつ実行可能な対策は変わってくるため、各流域固有の社会活動の歴史をしっかりと理解し、整理した上で、取り得る対策のメニューを提示する必要がある。

【流域治水に求められる具体的要件】

・河道における水位・流量の時空間変化

降雨からの流出、洪水流伝播については、従来手法に加えて流域治水に資する新たな解析法を模索していく必要がある。河道の分析においては、個別の河川で水位・流量の時空間変化を捉えるだけでなく、どのような雨が降った時に、各河川からどのように水が出て、どのように本川のハイドロを作るのか、ここが解析できなければならない。例えば、球磨川の本川・支川のピークは計画上タイムラグが考慮されているが、2020年の洪水では完全に重なり非常に大きな流量となった。雨の降り方に加えて、支川の改修や側溝の整備などにより下流への流下が早まっている河川も多く、本川支川の全体を対象に水の動きを把握する必要がある。なお、近年よく見かけるようになった線状降水帯は、少しのずれで流出、洪水形態は大きく変わる。こうした状況にも臨機応変に対応するのは難しいと言わざるを得ないが、支川にも水位計を設置し、どういう雨に対して川がどう応答していくのかについての知見を蓄積していく必要がある。そのためにも、河川管理者は日頃から河道の縦横断面形をしっかりと把握しておかなければならない。

・河道と氾濫原の一体解析

これまでは洪水流の計算と氾濫流の計算を水位差で受け渡ししながら個別に計算してきたが、河道と氾濫原の三次元的な流れによる運動量交換を考慮した、準三次元による一体的な解析手法が開発されつつある。こうした解析技術を用いて、上記流量の時間変化がどのような時にどのようなはん濫形態にな

るのかをしっかりと示し、減災まちづくりにつなげることが期待される。例えば、2020年の球磨川では、河道と氾濫原に複断面的流れが生じたため、内岸側の集落を高速流が抜けて大きな被害が出る結果となった。これまで、浸水被害防止区域は浸水深での制御にならざるを得なかったが、こうした球磨川の状況を踏まえると流速（流体力）の評価は不可欠であり、その結果をどう社会実装していくかが課題となる。取り得る対策についても、河道の対策が進めば流域のはん濫リスクは減り、超過洪水対策の施設能力によって許容される氾濫量も異なるため、両者は一体で議論されるべきである。川がどうなれば町はどうなるのか、町がどうなれば川はどうなるのか、洪水時のリスクから普段の環境まで含め、精度良い解析結果に基づきよく議論しなければならない。

・氾濫原も含めた施策のあり方

こうした解析結果を活かして地形や氾濫形態に応じた人の暮らしを模索しなければならない。不連続堤周辺のような河道と都市のバッファゾーンも含め、氾濫原全体での水管理を計画で位置づけていくことも求められており、それには都道府県や市区町村が氾濫原管理者といったものになる必要がある。とりわけ貯留機能保全区域≡浸水被害防止区域となるような地域は、生態系保全の観点でも重要になってくることが多く、早期に保全区域として指定することが望まれる。今後は「自然外力＞施設能力」という状況が頻発することが懸念されているが、かつて治水対策が十分実施されていない時代には、氾濫原は河川の一部であり、流量が増えれば谷底一杯に水が流れていた。そして、近世以降に氾濫原全体でどのように洪水を流すかという治水システムが構築されてきた。霞堤などはそのパーツであり、こうした治水施設は個別の機能評価に加え、町の配置まで含め、氾濫原全体の治水システムを評価する必要がある。例えば、氾濫水をうまく導き、農地に被害が出ないようにしつつ、肥沃な土砂は堆積させるなど、守るべきものを守りつつ自然の恵みを享受してきた事例も多い。一方、現代では治水対策が進展したことで氾濫原にまちの開発が進み、高度な社会経済活動が展開されている。このように、川の成り立ちや近世の治水システムなども参考に、これまでに実施されてきた治水対策や現代のまちや住まい方等の状況を今一度見つめ直し、上下流バランスなど河川全体の安全性の向上に取り組むとともに、住民や民間、行政など流域の関係者間で協力し、地域の安全度を向上させるといった現代にあった方策を議論する必要がある。

以上