

2010 年度河川技術に関するシンポジウム  
 オーガナイズドセッション  
 「気候および社会条件の変化への適応と河川技術」報告

オーガナイザー：藤田光一、泉 典洋

プログラム	2010 年 6 月 3 日（木）14:15-17:15
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ オーガナイザーからの趣旨説明</li> <li>・ 講演「治水と環境の調和した治水適応策としての河幅，断面形の検討方法」            ……………中央大学工学部，研究開発機構 福岡 捷二</li> <li>・ 講演「気候・社会条件変化への対応を含む流域統合目標の達成に向けた河川整備手法について」            ……………名古屋大学大学院工学研究科 辻本 哲郎</li> <li>・ 講演「治水・環境のための流域治水をいかに進めるか？」            ……………九州大学工学研究院 島谷 幸宏</li> <li>・ オーガナイズドセッション全体討議</li> </ul>	

**1. オーガナイズドセッションの企画趣旨**

地球温暖化に伴う気候変化が洪水や渇水などに関わる極端現象の激化をもたらすとの懸念が指摘されています。また我が国は、今後長期にわたって人口減少や高齢化などの大きな社会条件変化のトレンドに入り、これは土地や水の利用形態などに影響しうるものです。河川・流域の整備や管理において、こうした基本的条件の変化を考慮し、適応するために、「河川技術として本当に重要なこと、やるべきことは何なのか？」を考えます。河川・流域さらには地先ごとの複雑で多様な特徴を踏まえるという局所性の考慮を得意としてきた河川技術の特長を踏まえつつ、「今まで培われてきたどのような技術を大切にし、さらに伸ばすべきか？」「新たに開拓すべき技術は何か？」を議論します。講演の内容と関連させて言うと、

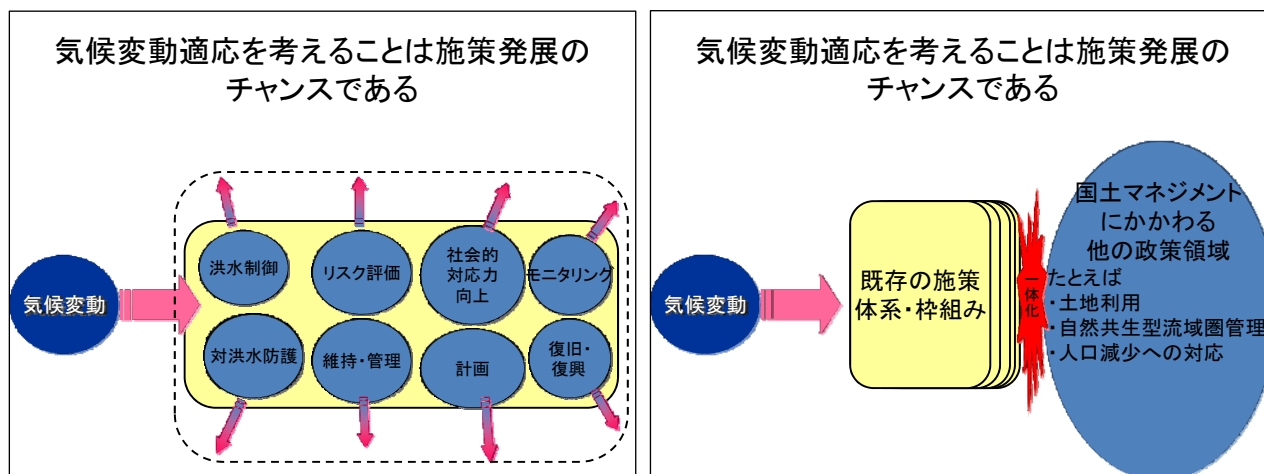
- ・ 福岡捷二先生のお話からは、「より大きな洪水流量を流す河道の設計はどうあるべきか？そこにおいて、環境と治水の一体化や維持管理まで視野に入れた基本的な川づくりの方策はどういうものであるべきか？その技術論をさらに具体化する上で、検討すべきことは何か？」といった課題を、
- ・ 辻本哲郎先生のお話からは、「河道での治水対応の有効性と限界、それを受けての流域への展開という議論が従前からあるが、極端現象の増大などのプレッシャーを真正面から受け止めたとき、そうした方向性が現実に実行されるための要件、フレームや基軸、それらと河川技術との関わりは何か」といった課題を、

- ・ 島谷幸宏先生のお話からは、「流域治水の概念や今までの実績（必ずしも順調にいかなかった事例も含み）を踏まえ、今日において流域治水が本当に実行されるための戦略、実行方策とは何か？ そこにおける河川技術の新たな役割とは？」といった課題を引き出し、議論を深めていくことが大事ではないかと考えています。

## 2. セッションを始めるに当たってのオーガナイザーからの論点提起

### セッションの基本スタンス

- ・ [気候変動予測結果→どうするか？]という流れではなく、“最後の受け口”である「河川技術」を主体に考える。
- ・ 極端現象への対応自体はオーソドックスな課題
- ・ 気候変動という新たに（あるいは、いよいよ）認識すべき流域への負荷という課題を奇貨として、社会状況変化も合わせて考慮しながら、従来の施策の蓄積を十分理解しつつ、そして長らく持ち越していた“宿題”の解決を図るという視点も持ちながら、我々が流域圏単位で本質的に保持すべきシステム、それを実現する方策を“あらためて”提示する、という方向性
- ・ そこで河川技術が担うべき具体的役割とは？



以上のことも念頭に、3つの講演それぞれに関係しそうな論点を次のように提示し、各講演に基づく議論展開の方向性をより明確にしようと試みました。

◇福岡先生からの話題に関して

- ✓ 河道にはどこまで洪水流量を受け持たせられるのか？
- ✓ 河道はどこまで掘り、掘ってよいのか？
- ✓ より大きな洪水流量を流す河道の設計はどうあるべきか？
- ✓ そこにおいて、環境と治水の一体化や維持管理まで視野に入れた基本的な川づくり

はどのようなものであるべきか？

- ✓ 「深く比高の大きな河道から広く平らな河道への反転」が目指すべき方向か？
- ✓ 河道設計における「河道形成流量」と「計画高水流量」のとらえ方

◇辻本先生からの話題に関して

- ✓ 「河道での治水対応の有効性と限界、それを受けての流域への展開」、「無被害で済む状況の拡大に加えて、流域（生活・活動の場）を視軸に置いた極端現象への靱性の付与」という議論が従前からあるが、そうした方向性が現実に実行されるための要件、フレームや基軸は何か？
- ✓ より実態に近い被害評価と起こりうる被害を適切に考慮した施策体系は突破口となるか？ とすれば、その具体的な展開の方法は？
- ✓ 不確実な将来動向（気候変動、社会状況変化）への備え、時間軸上のコントロールを正規に取り上げた施策体系の具体像はいかなるものか？
- ✓ 主として防災容量の拡大を主目的とする“計画的”インフラ整備と靱性確保のための施策および時間軸上コントロールとの並立のさせ方は？

◇島谷先生からの話題に関して

- ✓ 流域治水（流出抑制）の概念や今までの実績（必ずしも順調にいかなかった事例も含み）を踏まえ、今日において流域治水が本当に実行されるための戦略、実行方策とは何か？
- ✓ 視点の“越境”（→河川・河道の環境、→水循環、→行政制度の単位、→地域住民の活動）、視点の複合化の意義は？
- ✓ 現実が動くための、また実体性のある議論としての施策枠組みのあり方と求められる技術はどのようなものか？
- ✓ バックキャスト、施策の枠組み、目標提示が新たな河川技術開発を幅広く誘起する仕掛けの中身と実効性は？

◇3つの講演を横串にした視点

右図に示すように、3つの講演は、それぞれ、河道、氾濫原、（上流）流域という互いに密接に関係し、全体として流域を構成する場を主対象にしています。3つの話題を横串にする議論ができれば、河川から流域にわたる様々なスケールで展開される施策群の全体像を考えることにもつながります。



### 3. 各講演の内容

いずれの講演も、河川技術論文集 第16巻に収められている、上記の講演タイトルと同じタイトルの論文を基にしています。内容把握のために、まずは対応する論文を参照くだ

さい。また、以下には、各講演の際に用いられたスライドと、講演直後の質疑の概要を示してあります（概要の文責はオーガナイザーを含む河川部会）。これらの材料から、各講演の内容を把握いただければと思います。

### 3. 1 福岡捷二先生の講演と質疑

- (1) 論文 [論文 pdf へのリンク](#)
- (2) 講演時のスライド [講演スライド pdf へのリンク](#)
- (3) 質疑の概要

●福岡の式は、提案された式を変形すると、結果として、川幅  $B$  が粒径  $d_r$  と無関係に決まることになってしまう。それでよいのだろうか？

●このような式を河道計画の基本にすることには大きな違和感はない。大局的にはこういう方向で良いとの印象を持った。その一方で、川は非常に個性的であり、個々の川本来の特徴をとらえた河道計画も大事である。その点をどのように考えるか？

**福岡先生** 確かに、今の式の形では  $d_r$  は効かないことになる。これは、川幅の式の右辺が、今のところ 0.4 乗にするとデータとよくフィットするからである。もう少しデータを調べると、このべき数が変わってくる可能性もある。大事なのは、川幅にしても、水深にしても、次元量ではなく、無次元量同士で関係性を分析し、実測に合う関係を見出したことであり、その無次元量同士の関係において、粒径  $d_r$  が入っていることが重要なポイントである。粒径  $d_r$  は河道を決める重要な量である。以上から、現時点で式上が  $d_r$  ほぼ消えるからと言って  $d_r$  が効かないと判断するのは不適切であることを強調しておきたい。

この式は大局的な決まり方を普遍的に表すことを主眼としており、個々の河川における検討において、大局的法則性を踏まえつつも、その河川の特性を把握して川づくりに反映させるべきことについてはその通りと私も考えている。個性の把握は重要であり、実際の川づくりは両方の観点から検討することになる。

●このような法則性を分析する際には、流砂というファクターすなわち流砂の移動性を考えなければいけないのではないか？

**福岡先生** 大きく見ると、流量に対して流砂は二次的なものと考えられる。福岡の式が成立するような安定的な河道においては、川幅が決まってくれば流砂はほぼ決まってくると考えている。流砂運動は川幅が決まればそれに応じたものとなり、川底の形となって表れるということである。もちろん、福岡の式の諸量と流砂量との関係がどうなっているかを検討することは次の大事な課題である。

●比流量と比流砂量との関係がずれるような河川では流砂の特性は非常に重要になってくる。そのような場合、福岡の式のラインから外れてくるのではないか？

**福岡先生** そのような観点では検討していない。洪水によってできる川幅の議論という点では概ね表現できていると考えている。

### 3. 2 辻本哲郎先生の講演と質疑

- (1) 論文 [論文 pdf へのリンク](#)
- (2) 講演時のスライド [講演スライド pdf へのリンク](#)
- (3) 質疑の概要

●新河川法は「川の実態」をふまえるという主旨ですが、実際にそうなっているのか疑問である。まず、①基本的に H.W.L は変えないというのは、それでよいのか？ 次に、②ピーク流量の流下に伴う低減を考慮しなくて良いのか？ そして、③社会的な実態論や氾濫許容の概念、川と社会経済の実態論は十分取り入れられているだろうか？ 社会的問題（プライオリティー）といったことをどのように考えるのでしょうか？

**辻本先生** ①と②は現段階ではまだ本格的には考慮されていないと思う。③については、財政的な制約から、改修の着手のタイミング、順番に反映させるなどしてきたと考えられるが、どの川の、あるいはどの区間を優先的に整備するかといった点を正面から考慮するという事は、明確な形ではまだなされていないのではないかと。

●道路のように、今後の整備の進め方をテレビなどで宣伝するといったメディア等でのアピールはできないか？

**辻本先生** 国交相など行政がしっかりとアピールすべきである。

### 3. 3 島谷幸宏先生の講演と質疑

- (1) 論文 [論文 pdf へのリンク](#)
- (2) 講演時のスライド [講演スライド pdf へのリンク](#)
- (3) 質疑の概要

●今までアウトプット評価からアウトカム評価へという大きな流れがあったが、さまざまなセクターを巻き込むこのようなプロジェクトの場合、かえって個々のアウトプット評価が大切になると理解した。その重要性を認めた上で、しかし、全体で治水効率がどれだけ上がったかという評価がまた大切なのではないかと。各々の取り組みが治水をどの程度達成できたかが明確にならないと難しくならないか。

**島谷先生** そのとおりである。既成市街地で総合治水を行えるとすれば、それは誘導、啓発、自発によってのみと考えている。だから個別撃破方式で一つずつやっている。例えば、貯めることによりピーク時間をずらすことがものすごく効果がある。

## 4. 全体ディスカッション

□オーガナイザー（藤田）：気候、社会の変化をふまえ、フレームの打ち出しだけでなく、具体的、技術的にどのようにやっていくのか、という議論が大事と考えています。この点につき、発表内容のなかで再度、強調しておきたいことがあればお願いします。

**福岡先生** 「多自然川づくり」は比較的流量の小さい状況を対象としてやってきていると考えている。今後、ダムになるべく頼らない治水への転換が議論されている状況などを踏

まえると、従前にもまして、多自然川づくりにおいても洪水を考えなければいけない。たとえば 1/100、1/200 確率規模まで考えないといけない。流量が小さいものから大きなものまで全てが環境問題であるという意識をもつべきである。治水と環境を一緒に考えた多自然川づくりを実施するためには、このような考え方に基づく川づくりの技術を具体化していくことが必須である。

**島谷先生** 中小河川を対象に多自然川づくりの技術の基準作りに取り組んできている。なぜ中小河川を主対象にした検討が先行しているかという点、大河川に比べて中小河川は、求められる流下能力増の度合いが大きく、現況河道からの改変の度合いが大きく、改修や災害復旧などの人為的インパクトが大きい。したがって、多自然川づくり技術の具体化がより急がれるからである。その効果も大きいはずである。中小河川の技術基準においては、対象とする洪水を踏まえた河道諸元の決め方が大事なポイントの1つとなっている。

□オーガナイザー（藤田）：中小河川の技術基準では、単断面の堀込み河道を主対象としており、対象とする洪水流量に応じて川幅や水路深さをどう設計するかが、重要な技術的ポイントとなり、河道を掘り下げて流速を早めて流下能力を向上させる方法を極力採らないこと、代わりに川幅を広げることで流下能力増をはかることを基本にしている。拡幅後の形状については、真っ平らではなく、現況断面を踏襲して、動きを拘束しない低水路あるいは滞を付けた断面とすることを推奨している。しかし、データ不足もあって、掘り下げによる悪影響を防ぐことにまず重点が置かれ、拡幅した河道断面の維持や粗度管理、設定すべき河道断面形などについてはさらに検討が必要である。福岡先生提案の手法がこうした技術課題の解決にどうつながるか、大事なポイントになる。

福岡先生のご講演や論文で提案されている舟底型河道については、たとえば、自然堤防帯の河川より上流かなど、そのような形状設定に馴染む川とそうでない川があるように感じる。いずれにしても、この提案を1つの貴重なきっかけととらえ、洪水までを明確に考慮した河道設計の具体的方法をさらに勉強していくことが大事である。

**辻本先生** 「多自然川づくり」には、もともと人間が手を加えすぎた川を対象に、それをどのように戻していくかという位置づけがあった。最近では、地先でのインパクトだけでなく、国土、流域というより大きなスケールの視点からも議論されるようになってきた。一方、特に大河川は、相対的に容量が大きいゆえに、人為インパクトの影響がストレートに現れにくく、多自然川づくりを意識しなくとも自然的な要素をある程度残しているという面もある。そうした中では、特に、大河川が多自然川づくりを考える場合、一つ一つステップを踏みながらその意味を具体化していくことが大事である。スケール毎に概念の整理をして、それぞれを丹念に統合していくなどの整理が必要になる。そうしないと、水系一貫土砂管理などの大きなスケールの施策議論において、地先での取り組みとの関係が見えにくくなりがちである。

**島谷先生** 雨水をためる技術についても、家、学校、街区といったスケール別に考えている。スケール別に技術を見出し、作っていくことが大事である。

□オーガナイザー（藤田）：辻本先生のご講演の中で、「命からがら」ではなく「快適な」避難というコンセプトがあった。大事なポイントと思うが、その意味をわかりやすく説明いただけますか？

辻本先生 「命だけは守るから、物をもたずに命からがら逃げてください」といっても、逃げた場合に、避難過程はもちろん、その後の避難先での生活、どのように本来の生活に戻れるかなど、住民が心配する問題がたくさんある。ハードによる完全な防災のほか、ソフトといっても「命だけは助かる避難」にいきなり移行するのではなく、ハードからソフトに段階的に守られる状況を作ることが大事という考え方に基づいている。避難も、いきなり「命からがら」ではなく、まずは、極力ふだんの生活を変えなくて済むような工夫がされたソフト対策が提供されるようなことを考えるべきであると、講演で強調した。

島谷先生 私は、是非、治水を「見える化」していきたいと考えている。治水の仕組みを地面の下に入れてしまうと、物が見えなくなり、住民が治水のことを考えるのが難しくなる。治水の仕組み、問題、解決の道筋を「見える化」することで、身近な川に対して、治水に対しても受け身でなく、自分たちで積極的に動いていこう、お金を出してでも取り組みに参画しようという考えが住民の間に広がると期待している。

福岡先生 個々の川の特徴について「本来はこういう形だけど……」というものを河川技術として示せるのがよい。島谷先生の話聞いて、治水は環境とも、さらには教育ともつながるといふ事例を具体に見た。これからは、中小河川も含め、なぜこの川はこの川幅になっているか、自然の川ならこの川幅だが、それがなぜ現在こうなっているのか、そして治水のためには、この川幅をどのようにしなければならぬか、それが環境も含めてどのような川づくりをすることを意味するのかについて、住民にもわかりやすく説明できるようにすることが大事であり、そのような技術をつくってもらいたい。一般の方に、改修の必要性やその理由を理解いただけるようにしたい。

島谷先生 川がどうやってこの形になったかということが今もってなかなか理解できない現状がある。そこはやはり明確にしたい。

辻本先生 河川整備の進め方を考える上で、川の大きさ、流量、ゲリラ豪雨の効き具合など、河川流域の特徴から類型化して考え、説明していくという視点も必要となる。同じ雨が降っても、昔に比べ2～3倍の洪水流量になっている都市河川もあり、そうした河川では、人間が自ら有意に流出を増やし、低平地に出た人が被害を受けるような状況である。そうした河川での河川整備は大河川とは基本条件が異なる。

●会場から：流域でのインパクトがからむ整備の場合、社会的因子が大きく影響する。目標が「環境」となっても、その点、考えるべきインパクトは同じである。そう見れば、治水、環境に関わる河川整備を統一的に見られるのではないか。

辻本先生 環境について、何が外力で、何を達成目標にするか？ 生態系そのものは様々

な外力（確率規模）が関わっているし、そこにおける人為的作用も様々である。しかし、水循環との関わり合いから見ると、同じ土俵でとらえられるかもしれない。そうした視点が、より統合的な河川整備手法につながる可能性がある。

●会場から：滋賀県では、県内河川流域について技術検討を行っており、その結果を見ると、滋賀県の地理的条件においては、1/200 確率などの所定の洪水規模を見据えた氾濫源管理たとえば氾濫浸水対策としての土地利用規制などをきちんと行っていけば、「命からがらで守らざるを得ない地域」は相当程度少なくできそうな状況である。このように具体のケースを見ながら検討を進めることも大事ではないか？

●会場から：治水計画の目標に対して現況あるいは整備計画達成レベルで足りない部分をハザードマップなどによる「減災」で対応するという整理でよいのだろうか？

辻本先生 当面、基本方針整備レベルまで進まないからといって計画レベルを下げるわけにはいかない。法律的な見地からも下げられない。したがって、その計画に対応した洪水が発生したときの被害を想定して、それに何らかの形で対処していくしかない。

●会場から：行政に関わる法律上は、ハザードマップ、浸水想定区域図というような取り組みは、河川法や河川管理というより、水防法が該当する。

●会場から：今のコメントについて確認をすると、ハザードマップなどの施策は、目標とする「治水安全度」とのギャップへの対応というよりも、リスク管理という面で位置づけられているということですね。

□オーガナイザー（藤田）：従来の施策体系はそれとして、今後の河川技術の展開を考える場合、ハード整備による防災機能が完全に発揮されている状態から、その能力を超えた場合に、ソフト施策がスムーズに効果に加わっていくという状況を作ることが、辻本先生の講演の中での強調点では？

辻本先生 今回の議論の表現を使うならば、河川法と水防法を融合しないと守っていけないということである。基本方針で設定している治水の目標と現状とのギャップをどう埋めるかを、真剣に検討することが必要である。

島谷先生 環境上良いところを守るための計画上の位置付けが必要なのではないか。

福岡先生 そのような取り組みは、整備計画などでも既に相当行われている。

□オーガナイザー（泉）：河川と流域の関係、自然河川を突き詰めて研究し、川づくり技術に生かすことが求められていると言える。そして、そのようなことは、今まで構築されてきた土砂水理学などの体系で概ね実行可能ではないか？

福岡先生 私はそうは思わない。私の講演で提起した内容から、河川技術が何を必要としているかを考えた時、従来の研究では足りないことが少なからずある。そこをしっかりと理解してほしい。それを明確にして取り組むことが必要である。また、ここで再度強調して



おきたいことは、河道の対策はもういいから、流域対策へという安易な考え方はよくないということである。河道の中でやるべきことはもっとあるということをきちんと考えるべきである。河川整備も含め、治水施設をきちんと信頼できるものとして整備すべきであり、そのために足りない技術が今日新たに出てきている。安易に流域に逃げてはだめだと確信する。

**辻本先生** どのような断面であれば河道が自律的に維持できるのかといった観点での検討は重要であり、そこでは水理的なアプローチがもちろん不可欠である。また、超過洪水への対応について、今あらためて議論しておくことも重要と考える。河道や貯留浸透だけでは洪水流量増には対応できない場合も少なくないと考えられ、温暖化影響への適応策の検討の中で、こうした議論が役に立つのではないか？

**島谷先生** 適応に向けての一つのヒントは、伝統的河川工法ではないか。伝統的な治水工法の洗い出しが必要と考える。

**福岡先生** 伝統的工法を応用するというのは考えとしてはよいが、今日においてもそのまま適用するのがよいのか、改善して適用すべきか、あるいは大幅にレベルアップすべきか、ということを考慮しつつ実施して行かなければならない。本来は好ましくないものをたくさん使っているケースもあるのではないか。技術基準を修正するなど技術的に必要な取り組みをしないと、結果的に消化不良で終わってしまうと懸念する。

□オーガナイザー（藤田）：冒頭の主旨説明でも述べたように、河川技術という土俵で、気候および社会条件の変化へ適応するために何をすべきかについて、具体的な議論をし、現状の課題と今後の技術展開のポイントを明確化・共有化することを目的として、本 OS を行いました。講演をしていただいた 3 先生からは、河道、氾濫原、（上流）流域というそれぞれの場を中心とした河川技術の展開について、最新の知見や取り組みに基づく具体的な提起をいただき、その後のディスカッションで、議論を深めることができました。誠にありがとうございました。先生方のお考えを話していただくことを優先し、オーガナイザーがその内容を吟味してまとめる時間を取るのは控えました。本日、ここにお集まりいただいた皆様方には、本日交わされた豊富な知見を、適応において河川技術が果たす役割の一層の具体化に向けての取り組みに何らかの形でお役立ていただければ誠に幸いです。長時間のご静聴と議論への参加、ありがとうございました。

## 5. オーガナイザーの総括コメント

最後に、以上の講演と議論を踏まえて、今後の展開につなげる意図も込めて、本 OS を終えての総括コメントを以下に記す（以下は、あくまでオーガナイザー（藤田、泉）の考えを述べたものです）。これは、オーガナイザーの力量不足と、課題設定がやや広すぎたことが相まって、OS 終了時における全体とりまとめが不十分なままであったことの反省も踏まえてのことである。なお、本 OS テーマに関係する河川技術論文集掲載論文への全体的コメ

ントについては、オーガナイザーによる総説（OS 実施前に執筆）を参照されたい。

[総説 pdf へのリンク](#)

また、講演いただいた先生のお一方より、本章を含む本 OS 報告の内容をお読みいただき、コメントをいただきました。6 章に原文のまま掲載します。OS の内容について議論を深め、論点を明確にする上で重要ですので、あわせて参照いただければと思います。

（1）福岡先生のご講演について—河道に関わる技術—

オーガナイザーが考えた問いを再掲する。

- a) 河道にはどこまで洪水流量を受け持たせられるのか？
- b) 河道はどこまで掘り、掘ってよいのか？
- c) より大きな洪水流量を流す河道の設計はどうあるべきか？
- d) そこにおいて、環境と治水の一体化や維持管理まで視野に入れた基本的な川づくりはどういうものであるべきか？
- e) 「深く比高の大きな河道から広く平らな河道への反転」が目指すべき方向か？
- f) 河道設計における「河道形成流量」と「計画高水流量」のとらえ方

講演および対応論文は、a)b)c)に相当程度ストレートに答える内容を持ち、また、e)についても、「船底型河道」を基本とする河道設計を提案することで、その方向を肯定し、具体的な設定法まで示していると言える。また、d)に関しても、維持管理の具体的評価にまでは踏み込んではいないものの、代表例を具体的に説明しながら、技術の基本的方向性を明示している。こうしてみると、「福岡の式」に代表される提案全体が、河道設計に関わる新たな技術体系を作るという点において意欲的な内容を持つことは明らかである。特に、対象とする洪水流量を正面から取り上げて、河道の大局的安定という観点から、洪水流量に見合う河道基本諸元を設定する方法を提案していることは重要である。この点は、いわゆる「河道形成流量」に応じた低水路河道スケールについての研究蓄積がある一方で、治水技術として重要となる計画レベルの洪水流量について、それをどのように河道設計に見込むかを直接的に示す河道技術手法が不十分であったことを浮かび上がらせている。

このように提案内容が河道設計に直結する力を持つだけに、その技術的妥当性のさらなる詰めが論点となろう。この点についてまず挙げられるのは、OS でも議論になったように、現在の福岡の式を展開すると式の中から粒径を消去できてしまうことである。この点については、無次元表示で解釈することの力学的アプローチとしての必然性、河道形成システムを力学的に考える上での粒径というファクターの決定的重要性を強調しながら、粒径を消した次元量に変換することが不適切であることを福岡先生は明確に主張されている。しかし、今後のデータ整理によって変わる可能性があるとは言え、現時点で、無次元川幅について  $d$  が消去できる 0.4 というべき数でデータが式に良くフィットするという事実は、それなりに重いと言える（無次元水深についても 0.38 で 0.4 に非常に近い）。両方のべき数が 0.4 の場合、形式上は、福岡の式が川幅・水深比一定の条件で流下能力に見合う河道断面積

を表現していることに概ね相当することを考慮しても、この式の物理的意味については吟味の余地を残しているように思える。

もう一つの論点は、上記の問いの f) に当たる河道形成流量に関わるものである。講演では、まず自然河道を対象に福岡の式を導き、次に、日本の基本方針河道について計画高水流量を用いて整理した結果から、計画高水流量とそれに見合うように作られた“安定な河道”についても福岡の式によく合うことを示している。ここにおいて福岡先生の提起する共通して重要なポイントは、安定な河道を形成する流量（河道形成流量）が、従来言われている平均年最大流量と言うよりも、計画高水流量相当であるとしている点である。このことが土台となって、治水目標で対象とする洪水流量に見合う河道設計法や気候変化による洪水流量増に対して河道をどうすべきか、という技術課題への福岡の式を用いた提案に展開していく。オーガナイザーは、この提案の河川技術的意義を認めた上で、しかし、平均年最大流量規模の比較的頻度の高い洪水を河道形成流量として分析することと、計画高水流量規模を河道形成流量として分析することの間で、「河道形成流量」が同じ意味を持っているのかという点について検討する必要性を感じている。前者は、おそらく次の 2 つの考えすなわち、[河道形成力 $\propto$ 洪水流量規模 $\times$ 頻度] であり、大規模洪水は、力は大きい頻度が小さいため、結果として 2~3 年に一度程度の洪水規模が支配的であるという考え方と、大規模な洪水が発生しても氾濫してしまうので規模の割に河道変化を起こす力にあまりならないという点を背景にしていると考えられる。一方、後者は、特に日本のように堤防がある河川では、洪水規模が増大すれば低水路満杯状態を超えても引き続き河道に大きな影響を与え、したがって、規模の大きな洪水が当該河道の大局的安定性を支配するという考えに基づいていると思われる。しかし、計画規模の洪水が生起している直轄河川が多いとは言え、その頻度は大きくはないはずであり、低水路に対して一定の高水敷幅を確保している河川も多く、川幅は堤防で人為的に規定されている。そうした中で、低頻度の洪水がどの程度・どのように河道形状を支配しているか？ 「安定していること」をどのように定義し、判断するか？ 大規模洪水を経験していることと河道の安定性との関係性 については、検討の余地を残しているように思われる。

この問いは、現在目にしている河道がどのような流量規模に主に影響を受けて形成されているのか？ という河川技術上も河道システム理解に関わる学問体系上も根本的な課題の改めての投げかけと言え、今回の提案を契機として、この点の検討を深めることが求められていると言えそうである。このために必要なことの一つとして、河道形状を大幅に変えたときの応答の洪水外力や土砂供給との関係、さらには、規模の大きな洪水が作用したときの河道変化状況、それと中小洪水のそれとの比較、種々の洪水および人為インパクトの履歴性、河道の基本諸元の長期的変化がこれらに与える影響などの把握があろう。河道変化にかかわる基本的な分析が改めて求められている。

三番目のポイントは「船底型河道」の位置づけである。上述のように河道の基本諸元を計画高水流量から福岡の式により設定するとして、当然、計画高水流量は平均年最大流量

よりも相当大きいので、設定される河道が堤間幅一杯に近い船底型河道になる可能性が高い。このように、現在の低水路に比べて相当幅広の船底型河道形状を設定した場合に、河道がそれを基調とした形状として長期間維持されるかどうかという課題が考えられる。特に自然堤防帯の河川の場合、自然河川であっても自然堤防によって河岸が立ち、低水路域が明確になることは珍しくない（講演対応論文の図-5、図-6 の斐伊川区間もそのように見ることができる）。また、こうした河道区間では、低水路を拡幅すると、この自然堤防形成作用により川幅が元に戻っていくという現象が起こる場合がある。こうしたことから、計画高水流量見合いの船底型河道がどのような状況をつくり出すか、福岡先生が提示されているように、大局的にはその形状を基調として、洪水規模に応じた自然の修正作用を受けつつも変動が許容範囲内の安定した河道となるのか、場合によっては上記のように一方向的応答が起こり、維持に労力を要する状況となるのか、その応答が計画規模洪水で元に戻るのか、全体としてどのような維持労力が考えられるかなど、具体的な河道変化に着目した検討も行って、今の低水路を拘束している護岸をはずすことの意味と合わせ、このような考え方をさらに吟味していくことが必要と考えられる。こうした中で、「船底型」河道設計がより馴染みやすい河道条件とそうでない河道条件という議論も出てくるかもしれない。

現在の河道計画に関わる技術は、「流下能力を中心とした治水機能確保を、いわゆる定規断面を設定しながら量的に改修していく時代」から、「多自然型川づくりの導入」と「環境保全の内部目的化」を経て、「多自然川づくり」へと移行し、河道特性の把握を大事にしながら、「現況の河道を重視」して流下能力増などの新たな要求に対して、どこをどのように修正して対応していくかを丁寧に検討することを求めるものに進展してきている。その基本フレームは、いくつかの代替案について、それぞれの下で河道状況がどのようなになるかを何らかの方法で見込み、治水、環境、コスト、維持労力等の観点から比較し評価した上で判断することを求めるものである。一方、福岡先生の講演での提案は、治水・環境両面で河道が持つべき基本的な姿を最初に設定し（講演での議論にあったように、個々の河道区間の特性把握を軽んじているわけではないが）、それに現況河道をどう近づけていくか、というフレームになっているように見える。いわば、前者が現況からスタートするのに対して、後者は最終形からスタートするものと言えよう。以上の比較だけで、2つの方法論それぞれの特徴がかなり明らかになっている。仮に、気候変動やその他の条件の変化によって、河道に流すべき洪水流量が大きく増加する事態となれば、それは現況河道を変える度合いが大きいことを意味し（OSでの議論にあったように、中小河川の川づくりでは既に経験していることである）、後者の技術論への期待を誘引する状況とすることができる。その意味で、福岡先生の提案は、今後の河川技術を考える上で時宜に適ったものである。もちろん前者の方法論の持つ堅実さが、特に実務上、今後も重要視されていくことも述べておかなければならない。そして、後者を新たに使いこなしていくためには、それが大胆な部分を有し、“決定力”も強いことから、その普遍性や適用範囲、適用のあり方などについて、今まで述べた点を含め、さらに勉強していくことが必要であり、河道に関わる技術を

さらに発展させる上でも大事である。

(2) 辻本先生のご講演について—氾濫原を対象にした河川技術政策—

オーガナイザーが考えた問いを再掲する。

- a) 「河道での治水対応の有効性と限界、それを受けての流域への展開」、「無被害で済む状況の拡大に加えて、流域（生活・活動の場）を視軸に置いた極端現象への韌性の付与」という議論が従前からあるが、そうした方向性が現実に実行されるための要件、フレームや基軸は何か？
- b) より実態に近い被害評価と起こりうる被害を適切に考慮した施策体系は突破口となるか？ とすれば、その具体的な展開の方法は？
- c) 不確実な将来動向（気候変動、社会状況変化）への備え、時間軸上のコントロールを正規に取り上げた施策体系の具体像はいかなるものか？
- d) 主として防災容量の拡大を主目的とする“計画的”インフラ整備と韌性確保のための施策および時間軸上コントロールとの並立のさせ方は？

問いの内容が幅広い技術政策的内容を含むものである上にやや抽象的であったこともあり、またご講演の主題ともややずれがあったため（この責はオーガナイザーにある）、上記 a)～d)ときれいに對比させてコメントするにはやや無理があるので、ここでは、特に重要と考えられる a)と関連づけてのコメントを試みたい。

OS での議論の最後の部分で、「河道の対策はもういいから、流域対策へという安易な考え方はよくない」「河道の中でやるべきことはもっとあるということを引きちんと考えるべきである」という意見が出た。これは、「河道へ集中していたインフラ整備型の施策を、非インフラ整備型にも展開して流域に分担させる」こと自体を否定する議論ではないであろう。むしろ、オーガナイザーの問題意識も合わせて整理して言うならば、「流域における施策が、河道内での対策に比較して、実行可能性という面で質的に全く異なるにもかかわらず、流域対策への移行という方向性のみの議論で、あるいは施策メニューの羅列で事足りりとして、それを具体的にどのように実行していくかについての議論なされないようでは、こうした施策議論の草創期ならばともかく今日においては、甚だ物足りない」ということになる。

このようなことを踏まえたとき、上記4つの問いの中で a)がまずは一番に重要になる。辻本先生のご講演は、今後見込まれる社会構造の変化や気候変動の影響を織り込み、河川整備手法について、こう変えていくべきだという丸ごとの“デッサン”を行ったものと表現できよう。それは、まだ施策フレームの概括的デザインの段階であり、問い a)にストレートに対応するものではないが、河川整備手法を対象にしているだけに、問い a)を考える貴重な材料を提供しているように思う。特に、perfect protection からハザードマップ型減災～超過洪水危機管理（TNT 計画型）へのシームレスなリスク管理への移行を提唱する中で、「減災」の段階においては快適な避難を目指すべきと打ち出していることは、ソフト施

策の目標像を転換し位置づけをより明瞭にする議論につながる可能性がある。治水目標規模の洪水までは、河道を中心としたハード技術を軸に、足りない分を快適な避難などの質の高いソフト施策でカバーしていくと規定することで、ソフト施策に求められる目標と要件、責任範囲が具体化し、そこで必要となる技術や情報、施策、制度が逆算できるようになり、技術検討の内容と“出口”もよりはっきりしてくるのではないかと。そうなることで、河道内での施策に関わる技術に比べてあいまいな面があったソフト施策の進め方により堅固な計画性が付与できるのではないかと。このような展開を触発するという可能性がある。

ただし、現時点においては、快適な避難が実務上何を意味するのか詳しい説明にまでは至っておらず、したがって、その実現可能性や確実性の議論を行える状況ではまだない。また、OSで議論があったように、現状とこの提起との間には政策的位置づけという点でもギャップがあり（水防法と河川法の議論）、技術面とは別に政策論としてどのような整理がされていくか、と言う点も課題である。また、仮に、質の高いソフト施策が可能となり、その実践が計画的に進められる環境が整う見込みがでてきた場合、d)の問いにある「防災容量の拡大を主目的とする“計画的”インフラ整備と靱性確保のための施策との並立のさせ方」をどう考えるかが、よりクローズアップされてくる。この問いを考えるための具体的材料もまだまだ不十分である。以上のような課題を考慮してもなお、治水目標として掲げた安全度の“内数”であるならば、ハードとソフトの両面から計画的に質の高いアウトカムを目指すという方向は、河道における種々の施策と氾濫原の施策の実質的一体化を促進するための駆動力になり得るという点で、1つの意義のある提起と言えるのではないかと。

辻本先生のご講演および対応論文にある、施策の全体フレームについて次代の姿を丸ごとデッサンすることを通じての提言がその場の議論で終わらないためにも、より具体的な、個々のパーツの良否を評価できるレベルでの検討が並行してなされ、こうした全体的ビジョンとの緊張感を持ったキャッチボールが継続的になされる状況を作ることが大事ではないかと。

### (3) 島谷先生のご講演について—（上流）流域を対象にした河川技術政策—

オーガナイザーが考えた問いを再掲する。

- a) 流域治水（流出抑制）の概念やこれまでの実績（必ずしも順調にできなかった事例も含み）を踏まえ、今日において流域治水が本当に実行されるための戦略、実行方策とは何か？
- b) 視点の“越境”（→河川・河道の環境、→水循環、→行政制度の単位、→地域住民の活動）、視点の複合化の意義は？
- c) 現実が動くための、また実体性のある議論としての施策枠組みのあり方と求められる技術はどのようなものか？
- d) バックキャスト、施策の枠組み、目標提示が新たな河川技術開発を幅広く誘起する

仕掛けの中身と実効性は？

島谷先生のご講演と対応論文によって、樋井川流域での実際の取り組みを通じて、上記の問いに対する答えが具体性を持って随分提示されたと言えそうである。特に、a)とc)に関係して、「総合治水と樋井川流域治水の差」をわかりやすく整理していただいたことは（講演スライドの p26～32 参照）、流域治水の技術政策としての本質を理解する上でも、今後この分野の技術政策の進め方を考える上でも、大きな助けとなる。そして、島谷先生のご講演が、(2) のところで紹介した厳しい認識すなわち「流域における施策が、流域対策への移行という方向性のみの議論で、あるいは施策メニューの羅列で事足りりとして、それを具体的にどのように実行していくかについての議論なされないようでは、こうした施策議論の草創期ならばともかく今日においては、甚だ物足りない」に対して、1つの具体的な解答を与えていることも重要なポイントである。

講演スライド p31 にある

総合治水は、効率性、確実性、全体計画。

樋井川流域治水は、満足度、確率的、普及率。

という整理は象徴的であろう。これは、OS でのアウトプットとアウトカムをめぐる議論にも通じる対比である。これら2つの方法論については、「到達ルートは違うが、目指す出口は同じ」という見方をされがちかもしれないが、島谷先生の意図は、市民共働型流域治水とは何かを説明する中で（講演スライド p2）、「単に治水のための治水でなく」と明言しており、それぞれの最終目的が重ならない部分が存在し、そこにそれぞれの、特に後者の方法論の特質がある（→経路の違いにとどまらない）と理解すべきである。となれば、問い b)に対する答えが、治水安全度を所定のレベルまで高めるための手段という表現では収まらず、「流域で治水対策を進める過程で地域の景観や自然環境が改善され、それが福祉さらに地域づくりへと発展することを目指す治水」（講演スライド p2）となるために必要なこと、となっていくのも当然の流れである。スライドの最後（p33）で、問い d)にも関係する今後の課題が述べられているが、このような課題が提示され、分野融合的な「雨水学」の取り組みが提唱されているのも、「単なる治水にとどまらない治水」という基本的考えに根ざすものであろう。

こうした取り組みは、従来の感覚で言う河川技術の範疇を踏み越えているという印象を与えるかもしれない。また、政策論とくに河川計画論からは、取り組み実施を確実性の観点からよりも「確率的」に見ていくこと、効率性というよりも満足度を重視することに、違和感を持たれるかもしれない。アウトカム達成力の評価が弱いのではないかという指摘もあるであろう。こうした点についての議論・詰めはさらに必要と考えられる。その上で、しかし、「河川技術を『河川（水・土砂・物質循環系を含む）と人間および生物との関係をより良いものに変えていくために河川を賢く制御する実践的技術の総体』」ととらえ、河川技術の分野において、産学官を問わず広い裾野から研究開発や技術検討が精力的に行われ、それが河川や流域の現場に広がり、現実を変え、そのことが国民、流域住民から肯定的に

認知され、河川技術の発展とその現場への適用を促進するという好循環の形成に貢献する」ことを河川部会の目的として掲げていることに鑑みると、そして、地域に好ましい具体的変化をもたらすことの重みを考えると、島谷先生のご講演と対応論文は、やはり、河川技術の発展に関わる重要な知見と題材を提供するものと言える。

#### (4) まとめ？

正直申し上げて、本 OS の企画主旨のところを書いた「3つの講演は、それぞれ、河道、氾濫原、(上流)流域という互いに密接に関係し、全体として流域を構成する場を主対象にしています。3つの話題を横串にする議論ができれば、河川から流域にわたる様々なスケールで展開される施策群の全体像を考えることにもつながります」に合うまとめを書くことは、オーガナイザーの力量を超えていて、できそうにありません。ご容赦ください。その上で、この OS から感じ取った共通する重要事項を簡単に述べさせていただいて、総括コメントをしめることとしたい。

- 今までの技術的枠組みや個々の守備範囲を超えて、全体像を描く。描き直す。
- 空想を描くのではなく、今までの技術や実践の蓄積の上に立った次代の“現実”を示す。
- その過程で、気候および社会条件の変化への適応も内包させる。
- 全体像と、個々に必要となる技術やその適用法などとの関係を明確にする。
- 論の提示で終わらず、具体の実践法をあわせて考える。

気候変化も社会条件の変化も河川の施策にとって重荷となるものであるが、重荷の作用は河川技術をもう一段飛躍させるチャンスでもある。これを機に河川技術が、長年の宿題の解決も含め、大いに進展することが期待される。

## 6. 講演いただいた先生からの本報告に対するコメント

福岡捷二先生からいただいたコメントを以下に掲載します。

2010年河川技術に関するシンポジウム オーガナイズドセッション「気候および社会条件の変化への適応と河川技術」報告を読んで

藤田光一様  
泉 典洋様

2010年河川技術に関するシンポジウム オーガナイズドセッション「気候および社会条件の変化への適応と河川技術」報告 じっくりと読ませていただきました。講演内容が3人三様で纏まりづらいにもかかわらず、適切にまとめていただき感謝申し上げます。報告書では、「気候および社会条件の変化への適応と河川技術」の今日的課題を整理され、



OS 講演者の主張とこれらの課題を重ねて論じ、最後に、各講演に対し、学術、技術上の位置づけと方向性、検討すべき課題が提示されました。

その中で、私の発表に関連して気づいた点をお伝えします。

1. 3章、4章の私が発言した部分は、原文通りで問題ありません。しかし、中小河川の多自然川づくりについては、発言時間の関係で、私は問題提起だけに終わりましたが、これに対する島谷、辻本両先生のご意見が現状肯定と読み取れ、これでは問題があります。報告書を読んだ多くの都道府県河川技術者が、多自然川づくりのアドバイザーがそのように考えているからこれでよいと考えるのではないかと懸念します。中小河川の多自然川づくりの現状技術のどこが問題なのかについて示すべきでしょう。例えば治水と環境の調和した理想的な河川状況を述べている「福岡の式」と対比すると、中小の多自然河川といわれる代表的な河川では、1/3程度の治水安全度でさえも確保されていず、求められる多自然川づくりと整合していない実情には全く触れていません。OSではこの点について議論は行いませんでした。私は河道の技術は、どうあるべきかを中心に述べており、2人の先生の流域の技術的視点での議論とはかみ合わなかったのでしょうか。しかし、この報告書を読んだ技術者が、言いわけが当然のことで、やむを得ないことと思われることを強く危惧します。オーガナイザーである藤田さんが、この点について今後の問題として議論を締めくくっていますが、不十分であると思います。今後の多自然河川技術を考えるとき、大川川はもとより中小河川を含めた治水と環境の調和した多自然川づくりが今後の重要な課題であるとの結論がオーガナイザーの結論としてあってほしいと考えています。

2. 5章の私の論文に対するオーガナイザーのコメントの大部分については、異論はありません。これまでの河川技術との比較関係で、これからの河川技術の新しい検討課題を含めてよくまとめていただいたと思います。

しかし、私の原論文中で述べているように水深や河幅が代表粒径に関係しないのではないかという記述は容認しがたいものがあります。仮に  $B = \dots$ ,  $h = \dots$  の形式にしたとき、粒径が陽的に入っていないなくても河幅、水深は、 $I$  を介して  $d$  に関係することになります。各安定河川で  $I$  と  $d$  は独立な関係ながらも、河川が異なれば、 $I$  と  $d$  の異なる独立関係を有することから、河川ごとまたは一つの河川の縦断的な河幅  $B$  の変化を論ずるときには、 $B$  は  $d$  に依存すると考えなければなりません。この説明にあまり強くこだわると、河道形成の本質を分かりづらくすることから、私は、無次元関数形で議論するのがよいと主張しているのです。オーガナイザーの指摘の根拠は、べき乗が 0.4 であることから  $d$  は効かない可能性があるとのこと指摘ですが、その指摘は、私が言わんとする河道形成の重要な本質を見逃して、比較的末梢的な問題に入りすぎていると言わざるを得ません。

3. 私の研究へのオーガナイザーのコメントの最終部分で、これまでの河川技術の蓄積、

役割は重要であることが述べられており異論はありませんが、こと、流量増に対する改修方式、地球温暖化に対する適応技術については、やや弁護しすぎの感があります。2つのアプローチが互いに影響を及ぼしあってよくしていくというのはその通りですが、一方において、今までのアプローチの問題点は、問題点としてこの際に明確にするべきであるというのが私の思いです。でなければ、河川技術の進展が望めないのではありませんか。

いろいろ書きましたが、私の意見をどのように扱うかは、オーガナイザーのお考えにお任せしたいと思います。河川部会の発展のためには、また、若手技術者や若手研究者を刺激する意味では、新しい技術の問題指摘だけでなく、これまでの河川技術の問題の所在を明確にし、研究をしてもらうことが必要であると思います。