2026/6/19　9:00-11:00

特定課題オーガナイズドセッション2「河川環境目標を現場につなぐ評価・設計・管理技術」

オーガナイザー：

原田守啓　岐阜大学
知花武佳　政策研究大学院大学
藤本雄介　国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課
崎谷和貴　（公財）リバーフロント研究所
三浦　心　（株）建設技術研究所
松田浩一　パシフィックコンサルタンツ(株)

話題提供者：

藤本雄介（国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課　技術調整官）
　河川環境定量目標設定にかかる背景と設定状況について
大槻順朗（山梨大）
　扇状地河川における礫列に着目した環境目標の検討と魚類の保全効果
秋田麗子（日本工営）
　河道計画・設計において、　河川環境の質を高める上での課題～実務の観点から～
後藤勝洋（中央大学)、今村正史様（武雄河川事務所副所長）
　六角川の河道内湛水池群を治水と環境の両面からどう評価するか？

会場からの発言者(一覧)：

中村圭吾（土木研究所)、兵藤誠（いであ)、宮脇成生（建設環境研究所)、渡邉康玄（北見工業大学)、田中規夫（埼玉大学)、福岡捷二（中央大学）

【司会:原田】

おはようございます。河川技術シンポジウム 2 日目、開始したいと思います。2 日目の最初のプログラムですけれども、2 時間枠で特定課題オーガナイズセッション 2「河川環境目標を現場につなぐ評価・設計・管理技術」と題しましてお届けいたします。河川部会のオーガナイザーは私、岐阜大学の原田と政策研究大学院大学の知花先生。あと、後ほど話題提供いただく国土交通省の藤本様、加えてリバーフロント研究所の崎谷さん、建設技術研究所の三浦さん、パシフィックコンサルタンツの松田さん、この 6 名で企画した OS でございます。よろしくお願いいたします。

企画趣旨というか背景のこと、少し状況をお話しさせていただきます。この治水と環境の調和した川の姿を追求するというのはですね、この河川技術論文集並びにこのシンポジウムが始まった頃からずっと継続してきた重要なテーマになっております。ただですね、やっぱりこの 5、6 年で風景が変わってまいりました。まず一つは、近年の大規模水害の頻発を受けて、気候変動への適応、そして流域治水が本格化しております。また、国土強靭化の事業等によって、大きな予算が動いて、日本中で河道改修等が進んだわけでございますけれども、それを受けて、さらに基本高水の引き上げを伴う、基本方針の改訂。加えて、河川整備計画の順次改訂が進んでおります。で、この一昨年のちょうど河川技術シンポジウムが 6 月に行われた直前になりますけれども、一昨年の 6 月というのは非常に河川環境に関する重要な事案が続いたんですけど、まず一つはですね、多自然川づくり基本指針が改定されまして、その河川が本来有している流量や土砂のダイナミズムと河川全体の自然の営みを視野に入れた川づくりが、改めて明確に示されました。さらに提言という形で示されましたが、河川管理においてもネイチャーポジティブを追求する。具体的には、河道内の物理環境に関する定量的な環境目標を設定し、つまり治水のついでにと言ったら怒られますけども、治水をやりながら環境に配慮する時代ではなく、治水をやりながら環境目標に向かっていくという大きな時代に、河川技術の大きな転換点にいると、個人的には考えておるところです。

河川環境も定量目標をやるんだ、となってそこから 2 年経ちました。当初は河川環境目標って一体どんなものになるんだろう。全国の河川管理者、河川技術者、多くの市民の方も含めていろんな議論があったわけですが、2 年間経ってですね、おそらく全国で様々な事例や実践が進んでいるのではないだろうか。ということで、今回の河川技術論文集の論文募集に際しまして、特定テーマ C ということで、「治水目標と河川環境目標を達成するための知見と技術」ということで論文募集をさせていただきました。そこでは、河川環境の現状把握がいかに目標設定をするのか。あと、その治水と環境を両立する具体策とはどのようなものか。あと、河道外においてもですね、集水域、氾濫域での取り組みとして、河川環境に資するものはないか、あるいは温暖化対策、我々が今まであまり議論してこなかった、水温等の上昇とかですね、そういったところについて論文募集したわけですけれども、結果としまして、今回かなりたくさんの河川環境に関わる論文が、論文集に最終的に掲載されました。それを少し我々オーガナイザーの方で俯瞰的に整理したところ、問題意識としてはどうもこの 3 つかなと。これが今、2026 年における治水と環境の調和に対する私たちの問題意識の表れなんだろうということで、論点を 3 つ抽出させていただきました。一つ目はですね、そもそも目標設定のあり方ということです。河川環境目標の設定はどちらかというと、河川生態学というか、環境サイドからのプッシュがあって始まったようなところがありましたけれども、河川技術者、河川工学者として、この河川環境目標をいかに実効性のあるものにしていくのかっ

ていう問題意識が強く表れている論文が多数寄せられました。で、そして特に現場に近いところからは、例えばですけれども、多摩川の河川整備計画について、去年の秋の 11 月のオンライン報告会でも話題提供いただきましたが、もうすでに河川環境目標がいかにして立てられているのか。それを日常の河川管理の実務の中で、どういうワークフローとして実践していくのかという現場に近い問題意識が二番目。そして、3 つ目が目標の達成手段ということです。具体的に河川環境目標を立てたとして、そこにどう我々は河道管理を通じてにじり寄っていくんだという、この３つの問題意識が示されたというふうに考えております。

本日のオーガナイズセッション２におきましては、まずですね、河川環境目標の設定が現状どうなっているのか。この河川環境目標の設定に関わっている河川技術者は、全国でもほんの一握りだと思います。しかし、多くの関係者が非常に興味がある話題ということで、今日はですね、冒頭に国土交通省河川環境課技術調整官の藤本様の方から、河川環境の定量目標設定が、どこでどれぐらい、どういうふうに進んでいるのか、あと、その背景ですね、そこについて、貴重なご講演を、話題提供一番としまして、最初にいただきます。その後、先ほど示した３つの論点の中から、みんなで話を聞いて議論する材料として面白いって言ったらあれですけれども、貴重な論文として、３編の論文をピックアップさせていただきました。一編目は山梨大の大槻先生ですけれども、扇状地河川における環境目標の設定のあり方、河川地形に着目した目標設定のあり方についてのご提案が一つ目です。日本工営の秋田様の方からは、これは本当に現場に即した問題意識ということになりますけれども、実際に河道計画設計の実務の中で、その河川環境目標、どういうふうにワークフローの中に組み込んでいくべきかということで、いろいろ悩みも含めてお話いただけるというふうに伺っております。そして三編目ですけれども、具体的に我々は現場で何ができるのかと。つまり、物理的にどういった河川管理の行為を通じて河川環境を高めていくのかというところで一つ、議論の材料として非常に有名な事例になっているような気がしますけれども、九州の六角川の河道内湛水池群を、治水と環境両面からどう見るのかという事例に関する話題提供をいただきます。その後ですね、後半は総合討議ということで、この総合討議につきましては、できるだけ会場からもどんどん発言していただきたいと思っています。特に今回、特定テーマ C には多数の論文の投稿をいただいておりますので、先ほどお示しした三つの問題意識・論点に対して、多分いろんなお考えを会場にもいらっしゃる方々がお持ちだと思いますので、できるだけ会場の意見も拾う形でディスカッションを展開したいと思っております。六角川の事例に関してですね、現場の方で、武雄河川事務所の方で、長らくこの本事例に関わってこられました副所長の今村様にも総合討議に加わっていただきます。ということで、早速ですが、話題提供の方に入ってまいりたいと思います。最初に藤本様、よろしくお願いします。

【話題提供1：藤本様】

ただいまご紹介いただきました、国土交通省河川環境課の藤本です。私から、先ほど原田先生からご紹介いただきました河川環境定量目標に係る背景と、現在の設定状況について簡単にご紹介させていただきます。まず、経緯をご紹介させていただいて、定量目標設定のまさに今時点の行政においての設定の考え方と設定状況、最後に今後の課題について、私的意見ではありますけども、ご紹介させていただきます。

まず経緯（P3）です。河川環境の整備と保全に関する取り組みについては、平成二年に多自然型川づくりが始まりまして平成九年に、河川法が改正されて、目的に環境が追加されました。その後、平成 14 年には河川環境目標検討委員会が設置されておりまして、もうこの当初から、河川環境を科学的に評価する方法とか、目標数値化する方法、こういったことについて議論が開始されてございました。その後、多自然型川づくりから、多自然川づくりに変わる議論がありましたが、平成 29 年の有識者会議において、目標設定が十分にできていない、河川環境を評価し、具体的な改善に結びつけていくことがまだまだ必要であるという提言もいただいています。そういったことも受け、平成 31 年と令和 5 年には、河川環境を評価する礎となる河川環境管理シートの考え方の手引きがまとめられています。そのような中、まとめられたのが、令和六年の「生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方」提言です。この最後にご紹介した提言について、内容のご紹介をしたいと思います。

（P4）この提言の中では、平成九年に河川法改正がされて、河川環境が目的に入って以降、河川環境を取り巻く状況がいろいろ変化する中、どのように効果的に取り組みを進めていくかということが議論されています。その変化としましては、上段、気候変動による影響が出てきていることや、インフラの老朽化といったネガティブなものもあれば、下段にポジティブなものとして、流域治水の推進によって流域の意識が変化してきたり、ネイチャーポジティブというものが世界の潮流になってきたり、こういった変化があったところです。その結果まとめられた提言がこちら（P5）になっております。その中の一つとして、左側の赤の四角で囲っておりますけれども、本日の話題であります河川における取り組みとして、河川環境の定量的な目標を設定する、それを整備計画に位置づけるということが位置づけられたところです。

具体的中身の文章がこちら（P6）になっております。上段がまず改善に努めるべきこととしまして、赤線のところですけども、必ずしも多自然川づくりの趣旨が徹底されているとは言えないという現状に対し、河川環境の目指すべき水準が必須事項として明確に整備計画に位置付けられていないことが原因の一つとして考えられるとされております。今後取り組むべき事項として下段でございますけども、すべての川づくりの基本である多自然川づくりをより具現化していくために、整備計画に環境の定量目標を設定することが必要であると位置づけられています。この流れからして、行政的にはどちらかというと、この目標というものは、特定の河川環境を実現するというよりは、なかなか河川環境を良好にしていくという取り組みが具体化しない中で、それを具体化していくためのツールとして必要ではないかという考えも、一つとしてあるのではないかと感じています。また、この定量目標の議論、冒頭の背景の中で、

長く時間がかかったとご紹介しましたが、ようやく進められるようになってきたのは、これまでの間に二つの取り組みが進んできたからだと思っております。その一つが、この（P7）河川水辺の国勢調査でます。これは、平成二年から河川においてこの右側に書いてあります表のようなデータを調査してきたということなんですけれども、このようなデータがきちんと蓄積されて、データに基づく議論ができるようになったということです。そしてもう一つが、こちら（P8）は先ほどもご紹介しましたが、河川環境を評価する手法が具体化してきたということがあるかと思います。この河川環境管理シートの考え方としましては、この中央の下段にイメージを書いておりますけども、河川の中で相対的に良好な環境の場というものを評価しまして、このピンクの部分ですね、こういった部分については、しっかりと代表区間として保全する、また、特徴的な環境を有する場、この紫のところですけども、こちらについても保全区間として原則保全していく、それ以外の場所につきましては、この原則保全とした良好な場所をリファレンスにして、しっかりと良好にしていく、右上にイメージがありますが、良好な場所に近づけるように、しっかりと向上させていくという考えになっています。

ここから（P9）定量目標の設定の考え方についてご紹介します。まず、この定量目標を何のために設定するのか、ということ（P10）ですけども、設定することによってこのようなことが達成されるのではないかと思います。ゴールや通過点、そこに至る進捗状況を明確にすることができて、それにより、一貫性を持って継続的に取り組みをしやすくなるということ、優先度を考える材料にもなり得るということがあると思います。また、出水時における災害復旧の取り組みにおきましては、短期間に河道の大規模な改修する必要が生じる訳ですが、その時に環境の観点から対応すべき内容を明確とすることができるという点もあるかと思っております。

次に（P11)、この定量目標の技術基準における位置づけです、こちらは河川砂防技術基準の計画編の抜粋でございますが、上段のピンクで着色しておりますけれども、河川環境等の整備と保全のところに、河川環境等の特徴等をしっかりと把握しながら、また治水・利水機能と成功を図りながら、河川環境等の整備と保全の目標を設定していくということが、位置付けられています。これは定量目標を設定する前からある記載で、定性的な目標も含んではいるんですが、定量目標もこの位置づけの一つだと思っております。次に（P12）定量目標の目標というのは具体に何を対象にしているかということです。河川整備による直接のアウトプットは、生物の生息場になるわけですけれども、その効果として期待されるアウトカムは、生物の多様性です。これを踏まえると、最終的には生物の多様性とか生態系の保全を図りたいわけですので、そういったものが本来目標となるべきなんですけれども、今回目標としましては、この赤のところ、アウトプットである生息場を目標としております。その考えが下に書いておりまして、下線のすぐ下ですが、アウトカムの生物種とか個体数を目標としますと、整備の効果が現れてくるまでに時間を要してしまうということでしたり、河川環境以外の要因によるものを排除することが難しいということから、目標の達成の確認が極めて難しいため、生息場を目標として設定する方がより現実的だと考えているところです。

その目標設定の考え方（P13）です。一つ目のポツに記載のとおり、その川にふさわしい生物群集と、その生息、生育、繁殖環境の現状と過去からの変性等を踏まえつつ、将来にわたって維持されることを見

据えて設定するとしています。下の図の中央が目標として設定する生息場ですが、

この生息場を目標として設定するにあたっては、やはり最終的なアウトカムである右側の生物種、これらとつなげて考える必要があります。実際には、これらの二つがどういう関係にあるかということを、仮説を立てながら検討していますが、こういったものとの関係を考える必要があります。また左側の物理環境です。流量、流砂などの作用によって生息場は変動しますので、そういったことも加味して総数量を算出するなど、こちらの関係もきちんと考えながら進める必要があります。具体のこの生息場の目標例を下に記載してますけれども、低・中茎草地、自然裸地等のこういったものの面積でありましたり、ワンド等の箇所数でありましたり、上下流線との連続性が確保されている延長でありましたり、こういったものを目標として掲げることを進めているところです。

ここ（P14）から定量目標の検討手順についてご紹介します。右下に書いております通り、この手法、現在も検討しながら、また改善を重ねているような状況で、最終的なものというわけではありませんが、今現在はこういう流れで検討を進めています。大枠の流れだけ言いますと、１つ目に河川環境の現況把握をしまして、2 つ目として、保全・創出方針を検討する、3 つ目に、その方針を具体化するための整備・保全の方策を検討しまして、4 つ目として、それらを維持継続するための順応的な管理モニタリング手法について考えるという流れになっています。

ここ（P15）から詳細に入りますが、具体的な内容までご紹介している時間がありませんので、流れだけでも、お伝えできればと思います。一つ目の河川環境の現況把握として、まず河川環境の変遷の整理をしています。左側の灰色のところに記載しておりますが、災害、治水、利水、環境などの沿革でありましたり、空中写真とか流域の諸元でありましたり、こういったものを確認します。右側は多摩川での検討事例ですが上段から過去の河川流量、水質を整理して、下段にはそれらの応答するものとなります魚類確認種数のデータを整理し、河川としての変遷を整理している事例です。

次に、環境要因の増減の整理と分析（P16）をします。この環境要因と申しますのは、生物に影響を及ぼす要因のようなもので、この検討事例ではこの左側の縦軸の中段にあります低・中茎草地や水生植物帯の増減を整理しています。横に距離標を取っておりまして、それぞれの場所での環境要因の面積等を整理することで、河川の中での分布状況や経年変化をグラフで重ねておりますけれども、どのような増減傾向を示してきたかを整理することで、特徴を把握するというような流れになっています。

先ほどのページでは環境要因という場の観点から整理しましたが、こちら（P17）では生物側の観点から、生物種の増減の整理と保全・回復優先種の設定をしています。この保全・回復優先種と言いますのは、この下の表の中央に書いておりますけども、保全・回復を測っていくべき種で、絶滅に瀕しているような種、その河川において確認数が減少している種、もしくは地域において注目されている種、こういったものを保全・回復優先種と位置づけて、これらの種を増やしていくための取り組みを進めようという考えになっています。中央やや上の灰色のところに書いてございますけども、やはり河川環境にとって避けるべきことは、種の喪失であると考えており、そういった中で、2 つ目のポツですけれども環境要因とい

うものは、何かを増やしますと、その分何かがこう上書きで消えますので、トレードオフの関係になりやすいというのも一つの特徴でして、すべての種を増やすためにすべての環境要因を創出していくことは難しいので、この保全・回復優先種に着目して、対象を絞って取り組んでいくという考えで進めています。

こちら（P18）が保全・創出の方針の検討です。これは北上川の事例でございますけども、左側が生息場の観点からの環境要因の整理、右側が生物の観点からの環境要因の整理、こういったものを合わせまして、最終的に一番下ですけれども、保全・創出を行うべき環境要因を整理しています。

次に（P19）この方針を踏まえて、整備・保全の方針を検討します。まず、目標の目安となる水準を設定する、どこまでを目指すかということです。検討事例の上段に、鵡川の事例をつけておりますが、この上段の図の中でも、さらに上段の部分を見ますと、環境要因の増減を整理しています。この下の図では鳥類、魚類との生物のデータを整理しています。このように、生息場の整理と生物種の整理を並べて見ることで、どういった環境の時に生物にとっての環境が良好であったかということを確認し、目指すべき時点を検討したものです。この事例で言いますと、平成 16 年、18 年ぐらいが、自然裸地や草地の面積が多く、下段の生物数も多く確認されていることから、この頃が良好な環境だったのではないかと仮設をたて、この頃の環境を目指すという考え方になっています。次に、この目標水準を踏まえて整備の手段を検討していきます。下段に北上川の事例つけておりますが、中央に目標とする環境要因があり、こういったものを保全・創出していくために、その箇所で行う治水対策を整理して、その治水対策において、どのような環境の保全・創出を図っていけばいいかということを、各セグメントと言いますか、河川の区間ごとに整理しています。

整備方針の検討が続きます（P20）が、この環境要因を実現し、機能を発揮し続けるために必要な物理条件を整理し、河道計上を設計します。左側に小丸川の事例をつけておりますけれども、干潟等の創出を図っていくにあたり、満潮位とか干潮位を確認し、どの高さの面積を増やせばいいかを確認しながら、改修断面を検討している事例です。右側では、初期断面で設定した環境要因につきまして、その後変動しますので、持続性を考えるために、時系列でどういった出水が起きるとどういった増減が発生しうるかを、過去のデータから整理をして、まとめています。次に（P21）、このこういった整備・保全の方策を検討した後に、順応的管理を踏まえた目標達成の検討を行います。まず、保全・回復優先種の中から、モニタリング指標種を設定します。このモニタリング指標は、環境要因を整備した時に、生物種との関係は仮設をたてている中で、望んでいる通りの方向に進んでいるかを確認するために必要となります。

こちら（P22）がモニタリング計画ということで、モニタリング指標種をモニタリングで確認をし、きちんと望む方向に進んでいるかというものを確認しながら進めていくという計画も整理しています。（P23）今後、これらの取組を行っていくためには、やはり最後のモニタリングが大事になってきますが、モニタリング調査を行うには、人員・時間・コスト的に多大な労力がかかるという課題があるため、モニタリングという意味での河川水辺の国勢調査のマニュアルにつきましても、昨年度改定を行ったところです。最新の技術を反映するという観点から、左側におきましては魚類調査に環境 DNA 調査を盛り込

み、右側におきましては環境基図を作成するにあたり、人工衛星等のデータの活用や、AI の機械学習等の技術の活用も位置づけています。

環境目標の設定状況のご紹介です（P24)。今現在、国管理の一級河川では、11 河川で整備計画に定量目標を設定したところです。具体河川は、この下に書いてある 11 河川となっています。具体内容も少しご紹介させていただきます。これ（P25）は第一号の中国地方の旭川です。まず、環境要因の観点で、礫河原が減少しているということ、二行目ですけれども、生物種の観点から、ワンド・たまりに依存する魚類の減少が見られるということ、こういったことを踏まえ、治水対策である河道掘削をする時に合わせて、環境が良好であった 50 年代の頃を目標として、それぞれ礫河原やワンド・たまりの面積を増やしていく、という事例です。もう一つがこちら（P26）の多摩川の事例です。こちらは、全川にわたって環境目標を設定しておりまして、現時点では、どこの河川もこのような形でやっていければと思っています。内容としては、例えば河口部でございますと、トビハゼ等の魚類やハマシギ等の鳥類の生息場として、掘削に合わせて干潟の面積を増やしていくというものでしたり、中上流部を見ますと、ミクリやタコノアシなどの植物と生息場との関係を踏まえ、水生植物帯の面積を増やしていく、また、イカルチドリ等の鳥類を対象に、自然裸地を増やしていく、このような目標の設定をしています。

最後、今後の課題です。まずこちら（P28）は冒頭にご紹介したあり方検討会の提言でも述べられていますが、行政の担当者として河川環境の整備と保全を推進するために、改善すべき事項です。本日ご紹介しました、順応的な管理が十分ではないとか、目指すべき水準がないとかに加え、今後を考えていかなければいけないのは、この五番の河道設計の考え方をしっかりと確立する必要がある、ということや、あとは実務的な観点ですが、六番、七番の実際に検討しても、現場で実現できなければ意味がないので、検討結果の意図をきちんと関係者と共有していくような体制を作ることや、直轄の職員には河川環境を学びバックボーンとして知見を持っている職員が多くないので、そのような職員もきちんと理解できるような形で、地に足をつけて現場で取組を進められるようにしていくことが大事と感じています。

最後（P29)、定量目標を設定するにあたって感じている課題です。これは、組織的にオーソライズされたものではなく、私個人の意見という形になりますがご紹介します。

まず、河川環境の保全・創出の実現という観点で申しますと、定量目標の設定におきましては、先ほどもご紹介しましたように、いつのどの環境を目指すべき良好な環境とするか、という考えについて、もう少し考えていく必要があるかと思っております。河川環境の調査データは結構蓄積されてきてはいますが、初期の平成 2 年頃においても、すでに人為的な影響がかなり入った時のデータですので、どういった環境を目指していくかは、引き続き検討していく必要があると感じております。2 つ目が、保全・創出の設計、施工方法ですが、整備していきたい環境要因をセグメント、環境要因ごとに治水と両立する形で、どういった設計をすれば現場で実現できるのか、ということはもっと考えていかなければいけないと思います。3 つ目がモニタリングと順応的維持管理ですが、整備した環境をいかに維持・継続していくか、モニタリングを踏まえて、どうアジャストしていくか、も引き続きの課題と感じております。次に良好な河川環境の追求ということで、環境要因が整備されても、生物が必ず期待どおりに応答してくれるかわ

からないところがあります。この生息場と生物との関係がどのようになっているか、モニタリングで確認していく必要があります。また、生息場は自然の営力により変動するものですし、生物に取っての良好な生息環境は面積などの量だけではなく、土砂動態、流量変動、また水温との関係にも左右されます。生物にとって質的に良い環境要因についても検討していく必要があります。

その他にも概念的なご紹介でしかありませんが、整備した環境要因がネイチャーポジティブという観点で本当に良くなっているかを評価する手法でしたり、個別の河川の中の生息場だけではなくて、やはり生態系はネットワークの中で形成されるものですので、そういったものとの関係も考えていかなければいけません。また、整備・保全した環境要因は、自然環境への効果だけではなく、様々なグリーンインフラとしての多面的な機能を持っておりますので、その活用についても考えていく必要があるということ、最後に河川環境というものは自然環境だけでなく、水質、景観、人との触れ合いという目的もございますので、こういったものも含めて、総合的にどう考えていくのか、ということも大きな課題と考えております。本日のテーマは、この内、一番上と 2 つ目ぐらいが対象かと思っておりますが、長期的な視点も踏まえて、課題についてはご紹介をさせていただきました。私からのご紹介は以上です。

【司会:原田】

藤本様、どうもありがとうございました。本省の方のというか、直轄河川の河川環境目標が 11 河川で進んでいること、その全体を見渡した中での課題感ということでお話いただきました。大変貴重な現状認識の共有、ありがとうございます。では引き続きまして、投稿論文の方から 3 題の話題提供をお願いしたいと思います。一題目が大槻先生、準備整いましたらお願いします。話題提供につきまして、お一人、15 分ぐらいで、残り 3 分ぐらいになりましたら合図します。

【話題提供2:大槻】

おはようございます。山梨大学の大槻でございます。今、河川環境の考え方に関する一連のお話を藤本さんからいただきましたが、一つ事例的な研究をご紹介させていただきたいと思います。

本研究でやったことは、端的に申し上げますと、「扇状地河川に特有の礫列という構造を一つの環境目標として取り上げることの可能性について検討した」ということです。環境の階層性を考慮したモデルを用いて目標値を定めて、それが達成されたときに魚類にどういった回復効果を望めるのかということを評価しています。

そして、環境目標に関する点で、本研究のポイントは三つあります。一つ目はポテンシャルに基づく目標設定をしているということです。これは現状で存在している場だけで評価するのではなくて、例えば掘削がなければ成立するべき礫列密度を推定し、目標値に位置づけています。二つ目はインパクト・レスポンスを視野に入れている点です。治水対策での河道掘削をはじめ、何か河道の中に操作を加える必要が出てきます。そのときに環境を損なっていないのか、また回復のためには何をどの程度しないといけないのかを確認する必要があると思っています。そのとき、使えるような目標の立て方を本研究ではやっております。そして三つ目は、生物応答までつなげた点です。ここでは魚類の直接採捕データを使って、どの魚種にどの程度の改善効果が見込めるかまで、評価をつなげています。

研究の狙いですけれども、従来、川の個性であるとか、あるいは川の階層性構造といったことは、川づくりをまた多自然川づくりを推進していく上で非常に重要で基礎的な考え方だとされてきたと思います。しかしながら、実際にそれをどういうふうに生かしていくのかは、あまり具体的ではなかったかなと思っております。私自身、富士川で地元の川を良くしたいという思いの中で、この川はどういう個性を持っているのかとか、どういうふうにその環境が決まってくるのかということをより深く理解したいな思いこの研究をスタートしました。

対象地は、富士川流域北部の甲府盆地に流れてくる川です。その中でも、釜無川や笛吹川といった比較的大きな川を対象とするのではなくて、その支川群を対象にしています。図の色は地質の違い表しており、大変高い山もたくさんあります。そういう地質や標高が様々に異なる流域から流れ出てくる川を対象としています。勾配は 1/20 から 1/100 です。この領域で、礫列がどのような状態になっているのかとは、河川技術論文集でも報告させていただきました。UAV を使って得られた画像から目視で抽出するアナログなやり方です。これを 500m ピッチで、どれぐらいの個数密度になるかでデータを整理しております。それから、既往の報告で、掘削によって礫列が減少することを報告いたしました。この掘削範囲と時期は県へのヒアリングと衛星画像を照合から特定しています。魚類採捕につきましては、電気ショッカーを用いて、全 50 地点で 4020 個体を採捕し、合わせて環境調査等も行っております。

まず、最初の「環境目標の対象をどういうふうに設定するのか」というところが実は一番難しいと思います。我々は現場ずっと見ていまして、礫列じゃないかというふうに直感的に判断いたしましたが、環境目標で目指すべきところをどういうふうに客観的に整理するのかは、非常に重要なのではないかと思っております。それで、「礫列」を評価対象にするのですが、本研究では、河川環境の形成の階層性を明示的に組み込んだモデルで推定をしています。ここでは、大きな流域、あるいはセグメントスケールの要因で、掘削がない場合の礫列密度、つまりポテンシャルを推定しています。具体的には、GLMM、一般化線形混合モデルという統計モデルを用いて、この実際に観測された礫列密度と、大スケールの要因、および河道掘削の要因を加えたモデルを組みまして、そこから最終的にこの河道掘削の影響を抜くという、比較的に単純なやり方で、ポテンシャルというものを推定しています。

そして、次の段階では、このポテンシャルも説明変数に用い、川幅、みお筋幅、巨石密度、落差工の有無といった、より小さなスケールでの環境要因を加えた形でモデルを組み小スケールの要因によってどのような操作がどのぐらいの効果を見込むことができるのかを定量できるようにしています。実際のモデルですが、例えばポテンシャル予測のモデルでは流域の円形度は、負に効いてくる、それから河道の掘削がある場合、負に影響する、というようなモデルが得られました。このような変数がそれぞれどのような重みを持っているかは、AIC を使ったモデル選択から抽出されます。

これらのモデルを使いまして、現況の礫列密度をどのぐらい説明するのかを見ています。推定値は、実測値を概ね説明しております。ここで、「掘削有り」という変数を「掘削なし」に置き換えて推定したものが赤のプロットです。現況より少し高い位置に推定されることが分かります。ただ、少し礫列密度が高

い場所になってくると、現況と差が開いてきて、本当に物理的にあり得るのかが懸念されます。そこで長谷川和義先生のご研究から礫列波長の式を比較対象としてチェックすることによって、概ね物理的に妥当であることを確認致しました。次に小スケールに評価したモデルでも、みお筋幅と巨石密度（ここでは直径 1m 以上の巨石でみお筋の中に入っているもの）を増やすと、礫列密度が増加することが統計モデルからも示されました。これを使って、みお筋の拡幅や、巨石の投入・存置によって、環境目標に対して 70-80%程度までは回復できることが評価できました。このように、階層的な統計モデルの枠組みを持って、ポテンシャルからインパクトレスポンスまでを一定程度評価できたと考えております。

次に礫列の回復が魚類にどのような影響を与えるのか、つまり環境目標と生物多様性への接続について検討を行った結果をお示しいたします。こちらは魚類の採捕数と環境要因を用いた CCA の解析結果になります。矢印がそれぞれの環境要因を示しており、赤いプロットがそれぞれの対象魚種がどの環境を選好するかを表した図です。「礫列密度」を注目していただきますと、その先にカジカとアマゴが出てきます。つまり、非常に簡単な方法なのですが、どの環境構造が、どの魚種に対して影響を与えうるのかが、視覚的に理解できます。

今度は個体数のデータを推定できるようなモデルを統計的に構築して推定した結果がこちらになります。これはあくまで数字上ではありますが、環境目標を満足した場合には解析対象のすべての地点で、カジカの個体数が増加する結果となり、その増加倍率は中央値で 1.9 倍ぐらいという結果となりました。これはそういう推定結果がどうかというようなことよりかは、こういう枠組みで評価できますということを、見ていただくのがいいのかなと思います。ただ難しい点もあります。このデータは個体数の調査結果から評価しています。私の感覚では、今回対象とした「礫列」のようなマイクロハビタットスケールのものに焦点を当てた場合、おそらく環境 DNA の在不在データではなかなかうまく評価できないのではないかなと思われます。

結論です。本研究では、統計モデルによるポテンシャルの推定と、物理的妥当性の評価によって、実務的な目標値を提案することができました。河道掘削時に礫列を増加させるために、みお筋の拡幅と、巨石の投入が有効だということも、このモデルの枠組みの中から見えてまいりました。それから、魚類の調査結果を用いることで礫列の環境目標を達成したときに生物側の指標が何なのかを明らかにできたと思っています。

最後に、今後の環境目標定量化に向けての、私の意見を述べさせていただきます。本研究は礫列に絞った一つの事例ではありますが、今後の環境目標の定量化に向けては、ポテンシャル、つまり潜在的な環境とはこういうものだということが見えてくる目標設定が重要ではないかと考えています。それから、人為的インパクトを組み込むこと、つまりインパクトレスポンスがはっきり分かるような目標設定が必要だと思います。それから生物応答です。場の目標というのが、種多様性などの生の生物情報と接続していくことが重要だと考えます。

環境目標全体に関しては、たくさんの価値ある研究が環境目標に向かっていると思います。一方でこれ

はどのレベルの環境目標と結びついているのかもう少し整理されるといいなと思うことがあります。行政的には、絶対に達成する必要のある行政目標があると思います。しかしその下には誘導目標とか、生物多様性としてどうするのか、あるいはどんなチェックをしていかなければならないかという目標、それから、インパクトレスポンスに基づいた操作の目標などがあると思います。こういったものは役割が異なると思います。それぞれの目標に種類に対して、うまく知見を集積できればいいのかなと私は考えております。

以上で、私のお話を終わりたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

【司会:原田】

大槻先生、どうもありがとうございました。やはりその河道特性というか、その対象とする区間の特徴を、いかにいい指標として取り出すかという、非常にお手本的な研究、ありがとうございました。続きまして、話題提供全体では三題目になりますが、論文からの発表としては二題目となります日本工営の秋田様の方から話題提供をお願いします。

【話題提供3:秋田】

日本工営の秋田と申します。よろしくお願いします。昨日ですね、下にちょっと小さく書いてます、こういったタイトルでポスター発表させていただきました水理指標を介して、河川環境管理シートの思想を設計に活用する手法ということでさせていただいたんですけど、今日の発表の方は、なぜこういうことをしたかといったところの、ちょっと実務の課題と背景的なところをお話しさせていただければと思います。実務の中で私、河道計画や設計、河道管理といったところをよく担当してございまして、河川環境はちょっと正直あまり、専門ではないんですけども、河川工学とかそういったところがどちらかというと主眼ですけども、河川環境をどう取り入れていくかっていったところで、ちょっと勉強させていただいております。

背景として、何度も出てきましたけども、大規模河道掘削の掘削機会というのが今、確実に増えているといったところをお示ししています。特に緊急治水対策プロジェクトとか、国土強靭化のようなですね、非常に短期集中的に掘削をしてしまうという事例もありますし、今後はですね、計画規模が増えることによって、計画掘削土量についても増大していくということがあります。こちらが緊プロの実施状況で、東北とかで非常に多くなってございますし。こちらが整備計画等で流量を変更した場合に、どれぐらいの計画通りになりそうかというものを試算したものですね。現状の 6.5 倍ぐらいはありそうだという見込みが示されていたりします。

こうなるとですね、今後当面河道掘削とかを検討していく機会は増えていくんですけども、それにちょっとなかなか技術が追いついてないんじゃないかというところを日頃感じております。一方でネイチャーポジティブへの転換ということで、こちらもちょっと現場でよく設計した現場で作業服で歩いてると、地元の方に話しかけられてですね、昔に比べると魚種が減った、とかですね、魚を釣れる場所が減ったとか、そういう話はよく聞くので、実際そうなんだろうなということで感じているところです。ここからち

ょっといくつか具体の設計事例とその後の変化の方を紹介したいと思います。多自然川づくりというのは前々からありますので、大規模掘削に当たっても多自然川づくりは必ず考慮されているということですけども。

例えばここですね、緩流域、感潮域ですけども、高水敷を掘削する時に、ワンド、水際を残してワンドを創出したという事例になります。工事直後はこんな感じですけども、三年後に行くと、ヨシとかガマの群落が形成されていて、非常に狙い通りになった事例ということになります。こちらもですね、もう少し上流で、まだ感潮域ですけども、大きな、完全に極化して水面下、陸地下になっていたところについて、ここは護岸の基礎を残して、護岸高ぐらいで掘削した事例になります。平水よりも少し、満潮よりも少し高いぐらいの掘削をしました。そうしますと、出水が来て、護岸の周りだけが掘れて、ここは本当は陸地だったんですけども、浸食を受けまして、結果いい感じの湿地になったっていうところになります。もともと水際にタコノアシが八株ぐらいしかなくて、移植したりしてたんですけども、今行くと非常に群生してて、ちょっと狙ったわけじゃないけど、結果うまくいった場所ということになります。

これまた別の川ですけども、平面図ですね。掘削前の植生図、掘削後の植生図になってます。こういった青いところを平水でカットしてるんですけども、掘削前は広いところに色塗りがされていて、非常に単調な植生群落になっているということが分かります。掘削後ですね、同じ凡例ですけども、いきますと礫河原が残っている、裸地になっている場所もあれば、植生が侵入している場所もあるんですけども、非常に細かいパッチになっていて、多様な植物が今侵入してきていると。また水際の掘削した時は真っ平だったんですけども、結構複雑な地形ができていて、そういった場所に、こういう緩流を好むような魚も確認される。もともと生息しづらかった魚もいる。湿地を好む植生もいる。これもかなり今いい環境になっているものとなる。こちらは、これはよくやるやつ。礫河原のところで二極化したところを、木も切った上で平水までカットする。この平水のカットの幅は、必要な化石に合わせて、幅を決めるんだけども、こういう掘削した後ですね。もともと竹林が水際まで迫って、かなりちょっと嫌な感じの川だったんですけども、礫河原が見えて近づくと、哺乳類が近づいた足跡とか、ワンドができたり、湧水がいたり、鳥が休んでいたりということで、今現在は非常に良い環境になっているというところです。

これもちょっと似たような話ですけども、クリークが樋門樋管の出口のところでできて、湿生植物がいたりとか、そういったところに今までにいなかったようなちっちゃい魚がいたりとか、そういう事例になっています。ここまで紹介したのが、これまで実施してきた掘削で、平水位以上のカットですね。少し斜めに掘ってみたりとか、掘削場所を工夫して、結果、狙ったものじゃないとしてもですね、掘削後数年は、少なくとも数年はいい状態になっている事例になってます。で、これ、左側のオーダーというような形ですね。もともとの現況オーダーに対しまして、この辺を掘削しましょうという計画があって、これを様々工夫してですね。より良い環境になるように工夫してきたというのが、これまでのところになります。

一方で、今後、気候変動ですね、対象流量が 1.2 倍とか 1.3 倍とかになってくるようなところになりますと、これ実際のなんですけども、もともとの整備計画で、こっちが今後、改訂後の整備計画で必要な河

積になってきます。この赤い線まで掘りましょうみたいのが、一次設定河道になるんですけども、ここまで求められてしまうと、環境との両立って言った時に何ができるかっていうところ、非常に行き詰まってしまったということで、ちょっと今までのと、経験的手法に頼っていたんでは何もできないなってことで、ちょっと今回のポスターの発表した論文の検討につながったんですけども、今後こういう大規模掘削って言った時にやっぱりもうちょっと環境の評価技術がきちんとないとやっていけないんじゃないかなっていうところを感じております。これが現状の河道設計のフローですね。いくつかの河道形状案をまず設定します。平面とか縦断とか横断とかですね。環境でいけば斜めにしてみようとか掘削敷高を変えてみようみたいなことでいくつか設定した上で、当然流下能力は満足しないといけないと。満足しなければ掘削ボリュームを上げていくような検討をして流下能力を満足する数案に対しまして、様々な観点で調査してそのうちの一つが河川環境になるんですけども、より良いものを決めていくっていうプロセスになります。で、この時に流下能力は必須なわけですけども、河川環境でこの環境じゃダメよって言ってやり直すほど強い意向、力のあると言いますか、それに匹敵する対抗馬となり得るような評価方法が、今あるかなって言われた時に、なかなか難しいのではないかというふうに感じております。例えば礫河原面積が何ヘクタールみたいなところがあったとしても、この場でなくてもいいよねとか、何ですかね、掘削直後は満たせるけど、5 年後になくてもしょうがないかとか、ちょっとそのしょうがないかの中でちょっと埋もれてしまうものが多いんじゃないかなというふうに感じています。ということで、いくつか現状の環境の評価技術についてまとめたものをご紹介したいと思います。

河川環境といっても、何を予測するかというところは様々なんですけど、例えば魚類の生息確率であったり、鳥類であったり、昆虫類であったりと、いろいろあると思うんです。ここでは植物について、例えばどんな方法があるかといったところを紹介させていただきます。まず演繹的なアプローチということで、河川工学をやっている方に最も馴染みのある河床変動計算とか水理計算とか、それに近い方法での予測手法になります。こちらは浅枝先生のモデルになりますけども、植物がその地盤とか比高とか成長とか、そういったプロセスを全部数式化して、モデルの中に取り込んで、それを時々刻々メッシュごとに逐次計算していくという非常にわかりやすいモデルになっています。で、ヤナギであれば、こんな風に拡大していくはずですね。それと競合する草本の変化とかいうのをメッシュごとに追うというモデルになります。ただ、やっぱりモデルが非常に複雑でですね。一個一個のパラメーターの同定が難しいとか、どうしても対象種がヤナギと草本みたいな感じで、シンプルな区分にせざるを得ないというところが課題になります。

これは、河川シンポで 2024 年に発表されていたものを引用させていただきました。iRIC とかでも今、樹木の象徴が入れられるようになっているということで。これはさらに iRIC よりも標準モデルよりも踏み込んで改良されたものになりますと、どうなったら植生がフラッシュして成長してみたいのを、毎日毎日計算していって更新するというものになっています。こちらもやっぱり、物理モデルの限界とも言えますけど、モデルの区分がシンプルにならざるを得ない。木本、草本みたいな、裸地みたいな、そういった 4 区分ぐらいにしかなれないといったところが課題になろうかと思います。続いて、統計的手法と言われている目的変数と説明変数の間の関係性をその都度学習させていくような、ちょっと普遍的ではないんですけど、っていうモデルになります。最近やっぱ AI も活用して、非常にバッチリ合わせてくる

っていうんですかね、説明が完璧なものができるというところになります。これ、今回の河川シンポで発表されていた藤村のモデルになります。で、統計的モデルのこの手法のデメリットの一つとしては、一時点の評価っていうんですかね、植生図の学習させるものによってしまうので、その時間変化の概念がちょっと持たせにくいというのが課題ではあるんですけども、そこを少し考えられているのが、この萱場先生のモデルですかね。植物の遷移みたいなところを取り入れて表現されていたりといったものがございます。様々なモデルがありまして、演繹的な手法、帰納的な手法ってあるんですけども、やっぱメリット、デメリットそれぞれあろうかなというふうに思います。で、いずれもですね、なんですかね、実務の中で、それぞれの目的に応じながら、ケースバイケースで使い分けながら、実施、使っているというところかなというふうに感じております。

環境に関しましては、私の個人的な考えで言いますと、演繹的な手法を突き詰めることが本当に必要だとは思うんですけども、その技術を待っていてはですね、多分何十年もかかりそうなので、帰納的手法というのに頼らざるを得ないのかなということで考えておりまして、その組み込み方が難しいなというところを日頃感じております。環境の評価技術っていうのは必要なんですけども、やっぱ結構あるじゃんっていう人もいてですね、できるじゃんっていう人もいるんですけど、で、全然ダメだよねって人もいて、何がこう話が合わないのかなっていうのを、やっぱこう、先ほどの階層の話もありましたけど、今どの話をしてるのかってところをきちんと整理していかないといけないのかなというふうに思ってます。で、河道設計の立場からいきますと、流下能力の対抗馬としてトレードオフになってくる場合が今後様々ありますので、そういった時に対抗馬になるには、流下能力の計算では、水位のミリ単位の調整をするわけですけども、それぐらいに扱えるようなモデルが必要ではないかということで、例えば因果関係が明白で、どこをなら直すとどこが環境がアップするかみたいなことが、明確なモデルとか。あと評価基準と閾値ですね。ここまで達成できないならフィードバックして河道形状を是正するみたいなところのこの 2 つが必要だなということで、私の論文ではこれは水理量を用いたらできるんじゃないかなっていうことで取り組んだものになってます。ちょっとその内容は今回お話ししないんですけども。以上となります。

【司会:原田】

秋田様どうもありがとうございました。東北の掘削ボリューム 6.5 倍って結構衝撃的でしたけど、やっぱり河道掘削中心で、河積を稼ぎながら、実際に河川環境目標とどう折り合いをつけていくんだって、非常に実地に即した問題意識を的確な整理で示していただいて、本当にありがとうございました。では続きまして、中央大学の後藤勝洋先生の方から、六角川の事例についてよろしくお願いします。

【話題提供4:後藤】

本日は、武雄河川事務所と、私ども中央大学の共同研究による成果について、話題提供させていただきます。タイトルはこの通りです。冒頭、原田先生から紹介ありました通り、有名な事例ということで、これが六角川の高水敷に整備された湛水池となります。もともとヨシ原でして、このヨシ原の繁茂を抑制するために整備された池ということで、だいたい縦断長が数 10m、幅が 10m 前後で深さは 1m ということで、0.5m の水深を維持することでヨシ原の生育が抑制できるということで設計されております。ここに流入口がございまして、1 日 2 回の満潮時に低水路と池の水が出入りすることで、この池の水環境が維

持されております。この湛水池、現在では六角川と支川の牛津川と合わせて合計 170 個整備されています。その背景としまして、六角川の流域は約 6 割が内水氾濫区域となっております。

これは令和 3 年 8 月の六角川で発生した洪水の浸水状況を表しておりますが、六角川は河口からほぼ 30 キロが感潮区間である低平地河川となっておりまして、このように大きく蛇行した河道の高水敷にヨシ原が生えておりまして、それが洪水流の抵抗となることで、洪水水位が非常に上がりやすくなっています。で、この低平地の内水を排除するためには、排水ポンプで六角川に排水する必要があるんですけれども、この洪水のように水位がハイウォーターレベル（以下 HWL）を超えるとポンプを止めざるを得ないため、そのポンプ能力は非常に大きいんですけれども、それを十分発揮できないことが課題になっております。

六角川の河道管理の問題がございまして、二つ。まず高水敷のヨシ原の繁茂と、あと有明海由来のガタ土の堆積がございまして、最初説明しました通り、高水敷のヨシ原がまず大きな洪水流の抵抗になるということで、武雄河川事務所の方では伐採をやってるんですけれども、やはりヨシ原の生育速度が速いということで。伐採しましても、数ヶ月程度で元の長さに戻るということに加え、生育密度も上がってしまうという、非常に厄介な問題となっております。なので、低水路河道を掘削して、河積の確保もしてるんですけれども、この有明海の潮汐によってガタ土と呼ばれる細粒粘土が河岸付近に堆積するということで、いくら掘削しても再堆積するということで、やっぱり流下能力の不足が解決できないということが問題としてありました。

このため、武雄河川事務所ではヨシ原の対策に着目した検討を長年にわたって実施してきております。その先駆けとして、平成 14 年に広島大学との共同研究で、ヨシ原がどの程度の洪水に対して倒伏するか、抵抗となるかというのを実証した実験がございまして、今議論しております湛水池の試験施工というのは、実は 15 年前から、平成 23 年から佐賀大学との共同研究で、ずっとデータを取って実施した経緯がございます。

以降、まず支川の牛津川で試験施工がございまして、その時にヨシの繁茂対策の効果と、どういうふうな構造であれば土砂が堆積しづらいかと、そういったものを実証した上で令和四年から六角川の本川で湛水池の本格的な整備が進められたということにございます。

これが現在の状況なんですけれども、見てわかります通り、湛水池の設置した当時の写真で見ると、この周りが白くてコンクリートで固められてるんじゃないかと誤解を持たれる方はいると思うんですけれども、その三年後の状況を見ると。もともと砂利を敷き詰めているだけであって、このように植生が生育しております。この池と周辺のヨシ原が自然に馴染んできておりまして、この状態に比べて非常に多様な水際景観を呈していることがわかります。また、この池の前面に幅数メートル程度ヨシを残すことでヨシ原の縦断的な連続性というのは維持しております。これによってヨシの固有種に配慮しており、現在のところ、オオヨシキリとか、カヤネズミの影響というのは見られてないという状況となっております。

今回の話題提供のテーマが、湛水池を治水と環境の両面からどう評価するかということで、それを踏まえて 3 つほど観点を設定して、六角川で分かってきたことを示したいと思います。一つ目に、湛水池の治水機能は洪水を低下させるってことなんですけれども、この機能をもう少し流域の目線で見て、その機能を有効に活用することで、流域の治水効果としてどの程度、例えば内水氾濫の減少に寄与できるかというのが一つ目。湛水池が整備されることで、これまでになかったワンド環境が新たに創出されました。どのような湛水池が治水と環境の両面にいいか、河川施設として機能するかというのが 2 つ目の観点。3 つ目に湛水池の効果的な配置構造を明らかにすることで、ヨシ原と湛水池の面積、環境目標みたいなもんですけれども、そのバランスを維持しながら、治水と環境機能向上を図るか、この三つの観点で示していきたいと思います。

まず、湛水池の治水機能についてです。洪水の外力は冒頭で示した令和三年の洪水外力を用いまして湛水池のない河道とある河道に対して、HWL を超過した際のポンプの停止を考慮した洪水解析を行いまして、それらの結果を比較することで湛水池の治水機能を評価しております。まず、湛水池により洪水低下効果なんですけれども、これは令和三年洪水を流した際の湛水池のない河道とある河道の水面形を時間変化の比較を示したもので、下の図が湛水池のあるなしの水位変化量を示したものとなっております。六角川では、この 21 キロより上流では流下能力が低いということで、この洪水でも HWL を超えてしまっているという状況になっております。なので、ここに湛水池の設置範囲を書いてるんですけれども、この湛水池の求められる治水機能というものはこの 21 キロ上流の水位を下げて、ポンプを有効活用するように図ることということになります。実際、湛水池によってどれだけ水位低下量があったかというのが下の図なんですけれども、赤で示す洪水ピーク時で数センチメートルとそれほど大きいものではないです。ただし、見て分かります通り、この池のない上流区間にまで水位が低下しているということなので、湛水池の治水機能のポイントというのは、単なる洪水水位の低下ではなくて、その水位低下量分の縦横断的な積分量に相当する空間を河道内に生み出しているということで、この空間を活用してどれほど流下能力の向上を図れるかというのを定量的に評価してみました。

この図の横軸が令和三年洪水の経過時間で縦軸が湛水池による流下能力の増加効果なんですけど、緑の線というのは湛水池のあるなしによってポンプ排水量が増加した分になります。これは湛水池のある河道の水位が湛水池のない河道に比べて、HWL を超過する時間が短くなることで、こういうふうに断続的に表れております。その積分量がだいたい 14 万 t に相当します。さらに、湛水池のある河道ではない河道に比べて水位低下分ございまして、これというのは現状の排水ポンプでは排水できない分の流下能力の余力量にとなります。この余力量を活用した効果として、この青線で示しておりますのが、ここではポンプの調整を行う基準点である新橋地点に着目しておりまして、その新橋地点の湛水池のあるなしの水位低下量に流速をかけた流量で表しておりまして、その継続的な効果による分が 19 万トンということで、湛水池の水位低下効果をこういう形でポンプ排水量という定量的な評価軸で見てみますと、だいたい湛水池のないケースに比べて、33 万立方メートル分、流下能力が上がるということがわかりまして、これは内水氾濫量の減少につながる効果ですので、流域としてみるとこの湛水池の効果が大きいことがわかってきました。

さらにその湛水池の機能を高めるための構造や配置を検討しておりまして、ちょっと簡単にポイントだけなんですけれども、例えばこれ、湛水池を縦断的に連続して配置した流速分布となっておりまして、ポイントとしましては、上流から緩やかに蛇行してきた流れが、この高水敷上に乗り上げやすくなっておりまして、そこにこの湛水池を設置してるんですけれども、要はこの流速がもともと速かった場所を起点に、湛水池を縦断的に設置することで、この赤の線で示します通り、大きな水位低下が望めるんじゃないかということがわかってきました。

その成果を踏まえて、現況河道 23 キロ付近に、このように四つの新しい湛水池を設置した効果を見たところ。現状の青い線の水位に比べて、湛水池を四つ造成しただけで水位が大きく低下することになりまして、それが湛水池のない状態に比べてさらに 57 万トンということで、いろいろ設定条件ございますが、現況の河道に比べるとだいたい倍近い効果が現れるということで、効果的に湛水池を配置することで、大きく治水効果の向上を図れるということを示しております。

ここからワンド環境について示していきたいんですけども、元々六角川は有明海で運ばれるガタ土で河床が形成されておりまして、高水敷はほぼヨシ原が連続する単調な環境景観を呈していたのが、今回湛水池を整備したことで、比較的多様なワンド環境が形成されることになりました。六角川では、三年分のデータということで、非常に限られたデータなんですけれども、例えば、土砂堆積高を示しておりまして。もともとの本来の機能はヨシの生育を抑制するということで、水深 0.5m の確保に相当するものが堆積高 50cm なんですけれども、それは今のところ満足していると。ただし、水衝部に位置する湛水池というのは、どうしても流入した土砂が下流側で流出しづらい配置となっておりますので。河床変動高は大きいんですけれども、やはり湛水池の配置というのは、こういった維持管理面でも重要であるということを示しています。

環境面のポイントとしてちょっと限られた考察なんですけれども、これは池の水の出入りですね。水の回転率の観測結果と、年に 1、2 回程度発生する小規模出水の流速の解析結果を示しておりまして、上流側の湛水池ほど、水の出入りが良好な場所で、洪水時の水の出入りも大きいということが伺えます。これが生物ですね。魚類と底生動物の経年変化を示したものなんですけれども、基本的には経年的に増加しておりまして、例えば河川、水辺の国勢調査で確認されていないような、止水環境を好むような水生昆虫も増えていると。いい結果確認できておりまして、生物のハビタットであったり、あるいは洪水時や満潮時の生物が流れ着いた避難場所となるような場所で、湛水池が機能できてるんじゃないかということが伺えます。

湛水池の治水環境機能の評価でわかったことを書いてるんですけれども、まず湛水池の重要な治水機能というのは、洪水水位の低下によって河道内に生み出された流下能力の向上機能であり，これを活用しつた効果を定量化することで、流域としての治水効果を評価することができました。また、治水機能を発揮するためには、まずヨシ原の繁茂を抑制できるように土砂堆積高を抑えていること、加えて水の出入りが良い配置であることが重要となります。そういった治水機能が比較的高い湛水池というのは、生

物の種数も多くて、ハビタットや避難場所となるワンド環境としての機能も高い傾向が見られるということが分かりました。

治水と環境機能を高めるための配置構造がある程度分かってきました。これによって、水とか土砂の問題があるような維持管理の困難な場所っていうのは、あえてヨシ原に戻すことで、その分をより治水環境機能の向上が期待できる場所に湛水池を再配置することで、ヨシと湛水池の面積のバランスを図りながら、順応的に六角川の治水環境機能を高めることができるのではないかと考えられます。以上のことから、湛水池は治水として重要であることに加え、環境に調和した構造物としても機能させるために、河川管理施設としてしっかりと位置づけて、適切に維持管理していくことが求められると考えられます。以上で、私の発表を終わらせていただきたいと思います。ありがとうございました。

【司会:原田】

後藤先生、どうもありがとうございました。六角川の事例については、後ほどですね、総合討議の中でも今村副所長も交え、掘り下げてまいりたいと思います。それではここから総合討議に移りたいと思います。総合討議の司会の方は知花先生、よろしくお願いします。

――――――――――総合討議――――――――――

【司会:知花】

はい。ではバトンタッチして、ここから。残り 35 分ほどですけれども、総合討議に移りたいと思います。総合討議は 3 つの切り口で議論したいと考えておりまして、この 3 つですね。まず私の方で 1 番について議論したいと思います。前半 15 分ぐらいでこれやると思います。今日は大槻先生の発表が一番関連してるんですけれども、論点は河川環境の現状把握、現状ですね、あるいはその科学的経験的知見を環境目標の設定にどうつなげるかということです。冒頭、藤本さんからお話ありましたように、今、多摩川とかでは、過去の礫川原が、どういうペースで樹林化してきたのかという、そのペースを見ながらですね。それを、外挿する形で目標を設定をしたわけなんですけれども、皆さん、いろんな研究をされていますので、そういった研究や河川の現状を踏まえて、どう目標を設定するかです。

で、大槻さんは潜在ポテンシャルという観点で発表されましたけれども、例えばここに名前が上がってる萱場さん、周さん、江口さん、兵藤さんで、大槻さん、そして隣の原田さんも似た観点で発表されています。投稿された皆さんは、私はこう考えているとか、あるいはこう考えた方がいいんではないかとか。こういう考え方は、なんか違うんじゃないかとかですね。いろんな観点で結構ですので、いろいろご意見をお受けしたいと思います。これが前半です。で、後半また原田さんに再びバトンタッチします。前半について、まず少々議論したいんですが、まずどこからでも結構ですので、いかがでしょうか。投稿されたここに名前がある方でも結構ですし、それ以外の方でも結構ですが、環境の基本的なところですよね。現状、あるいは研究成果から、どのように定量的な目標を設定するのかという観点ですが、いかがでしょう。じゃあ、お願いします。投稿者という立場で。

【司会:原田】

すいません、司会を代わってもらったのは、僕も発言したかったからなんですけど。今日は藤本さん、どうもありがとうございました。直轄河川に関しては、やっぱり水辺の国調の蓄積が相当あるので、ああいった議論の枠組みができるんだろうなと思いながら。一方で、今日、大槻先生が示していただいたような、やっぱりその区間の河道特性を本質的に、その区間の河川環境を決めている、本質的に“たらしめてるもの”は何かつかみ取って、それは物理環境の目標に設定していくっていうのは、やっぱりゆくゆく今後、県管理河川とかですね、生物のデータが少ないところにこの議論を拡大してゆくにつれて、やっぱりその見方、非常に重要だというふうに私も思っています。で、あとですね、おそらくですけれども、やっぱり生態学の方でいろんなことをわかってるんですけど、それを我々工学の人間がちゃんと現場で工学的に運用できるものに翻訳して使っていくっていう取り組みが非常に重要だと思ってます。

今回、私の方ですと、河道掘削で石礫床の川で河道掘削する時にどんどん石を持ち出してしまうと、砂利・砂だらけになって、河川環境、また治水の河道安定も失われるということで、とにかく石はしっかり残しましょうみたいな、非常にわかりやすい目標を設定してます。ひょっとすると、大槻先生がやられたのっていうのは、礫列ですが、あれは河床勾配でいうと、どんなターゲットになってくるんですかね。

【登壇者:大槻】

二桁分の一ぐらいです。数十分の一ぐらい。

【司会:原田】

1/100 から 1/200 になってくると、大体砂州ができてきて、砂州河道の目標みたいなものもあろうかと思います。なので、水辺の国調査に基づくような、建て付けだけではなくて、やっぱりこういう河川区間だったらやっぱりこういう物理環境が本当に本質的に大事なんだみたいなものを、きっちり、やっぱり科学的知見として、汎用性の高い目標として使えるようなものを、全国で使えるように準備していくっていうのも大事なんじゃないかなと、そんなことを考えておりました。

【司会:知花】

今の踏まえでどうですか大槻さん、答えられそうですね。

【登壇者:大槻】

現場でどうやって科学的な知見を得ていくかも重要ですが、その前にその場のどこにターゲットを絞っていくかが、極めて重要なんじゃないかなというふうに思っています。私は礫列に集約していきましたが、例えば砂州河道であれば、瀬淵以外にも様々な環境要素が出てくるかなと思います。そういうものをしっかり抽出していくということなんじゃないかなと思います。それから、ある程度動態を捉えていかないと、実際に今見ている環境だけで、これが重要だという議論なかなか難しいと思うので、動態を捉えられるようなものっていうのが重要なのかなと思います。

【司会:知花】

はい、ありがとうございました。じゃあ、中村さん、お願いします。

【会場：中村圭吾氏】

はい、ありがとうございます。土木研究所の中村です。河川環境の目標に関していろいろ関わってきています。今、本省の方からの定量目標の話が出ましたけど、技術的には、セグメントレベルや計画論レベルでの定量目標はできるのですが、具体的に言うと、リーチスケールつまり河道設計での設計の数値を作る技術がまだまだ欠けてると思います。その一つの今日のヒントが大槻先生の発表だと思います。例えばワンドを 500m^2 作りますと言ったときに、そのワンドをどういう形で、どういう水深分布で作るのかという答えはまだ出てきてないです。だから、そういったことを、これから詰めていくのが一つ必要です。あと、過去を目標にするみたいなのも、ちろんあるんですけど、やっぱり、すこし感覚的なものになるのですが、その場所の、自然のなりたがっている姿があるので、その姿を感じつつ、安全安心も満たせるように適宜、人が介入していく姿勢が必要なのかなと思っています。以上です。

【司会：知花】

はい。ありがとうございます。ちょっと一言だけ、大槻先生、今日は礫列と、魚密度の関係について分析されていましたが，結果がすごく綺麗に出てます。で、私なんかも、その普段その場と生物の関係を考えていますが、場ができれば、それに対応した生き物がっていう前提で進めがちです。今、中村さんおっしゃった、それぞれの地域の、その、なんていうかな癖っていうのが、やっぱり周辺環境、要は河川区域外からもかなり影響を受けているので、場だけでは決まらないんですよね．私も最近それに気づかされたとこがあって、昔はその礫河原として維持されてたものも、周辺がもう耕作放棄地だらけで種のソースだらけになってしまったらまた変わってくるので、その場と生物の関係というのもやっぱり地域の癖もありますし、またその癖がまた今後その傾向が変わってくるので、ここはかなり難しい問題です。特にこのリーチスケールの議論をするのは難しいんだろうなということは、私もつくづく思いました。ありがとうございました。いかがでしょう、あるいはその、投稿された兵藤さんとか、兵藤さん、ぜひ、陸域の方に関しては、ちょっと後で宮脇さん、いらっしゃいますか宮脇さん、いらっしゃいますかじゃあ、まず兵藤さんから、ちょっとぜひ。

【会場：兵藤誠氏】

いであ株式会社の兵藤です。意見を言おうと思っていたのは、直接的に論文と関係しないかもしれないのですが、研究というか経験的な知見としては、生息場と生物の関係は、地域特性はあるにしても、それぞれの場所でのある程度の関係性というのは、見えてきているところも一定程度あるのかなと感じています。そうすると、国土交通省さんが進められている河川環境シートの生息場というものを考えていくのは、一つ大切だと思っています。その生息場を形成する方法は、先ほど中村圭吾さんはおっしゃられましたけれども、結局見ていく必要があるのは、そこの場がどういうふうに形成されていったのか。例えば瀬であれば、地形は変わっていくので、その動態、土砂の動的な変化を履歴的にしっかり評価して、その場その場で生息場ができる仕組みを作っていく。例えば、河道掘削を上流域でしていれば、土砂が下流側に移動して、瀬が更新されやすくなるとかですね。そういったところまで踏み込んで、生息場を作る考え方をしていくのが大事かなと思いました。生息場、例えばワンド・たまりといった時には今ある瀬との位置関係が重要になってきて、瀬頭にあるワンドもあれば、瀬尻にあるワンドもあって、そういうことを考

えると、ワンドとかたまりを作ろうという場所は、ある程度その位置関係は見えてくると思うので、そういうところをしっかりと過去の航空写真からとか見ていけば、完全にはできなくても一定程度の対策ができるのではないかなと考えます。

【司会:原田】

宮脇さんや萱場さんのグループは、ずっと群落クラスターってことで、陸域の植生遷移をどう見るかってことやっておられますけど、あれをその環境目標の議論にどうつなげられるのかみたいなところで、もしちょっとお考えがあれば聞いてみたいと思うんですが、よろしいですかね。

【会場:宮脇成生氏】

簡単に群落クラスタについて先にお話した方がいいですかね。河川水辺の国勢調査で、すごいたくさん細かい群落に分けられてるんですけど、一つの河川で 50 とか 100 とかですね。それをもうちょっと同じ場所に継続的に出てくるようなグループをまとめて、群落クラスタとして扱うことができないかっていうのが、最初萱場さんが提案されたものなんですけども、それを去年、と今年、実際の河川でまとめてみると、先ほどから話題になっている河川の物理環境と群落クラスタとの関係っていうのが、ある程度説明できるんじゃないかというのが見えてきました。これはヨシ群落、オギ群落などが成立する場所の物理環境っていうのは、その値にばらつきがあって、群落間で重なっているのですけど、群落クラスタで群落をある程度まとめることで、幅の持った環境を指定することができるというような結果が出てきているというところであります。

【司会:知花】

ありがとうございました。さっきから出てますけど、解像度なんですよね。なんかその細かいスケールで、この種がこうっていうところまでは不確実性が大きくてなかなかできないけれども、その生物の方も、どういう解像度で、ぼかすったらちょっと言葉悪いですけれども、見るのに一番合わせやすい解像度でみるというところで、非常に良い示唆を得たと思います。

ありがとうございます。いかがでしょう。よろしいですか。もしあれでしたら、前半はこれくらいにして、後で戻っていただいても結構ですので、この論点 2 と 3 を、ひっくるめたテーマで、引き続き議論を続けたいと思いますので、よろしくお願いします。

【司会:原田】

そうですね、今、河川環境目標の議論の中で、ちょっと明示的には議論されてなかったんですけれども、先ほど、例えば兵藤さんのお話にしても、宮脇さんの話にしても、ある程度、やっぱり我々がその河川を管理して、人為的にこう介入するとか、あるいは場をいじった時に、それが河川環境のレスポンスでどう出てくるかってことはある程度わかってる。で、それを河川環境目標の達成につなげていくってことがなんかできそうだっていう雰囲気は、今なんとなく私も感じておったんですけれども。

今日はですね、秋田さんの方から、あと 3 番目の論点にも関係してくるんですけれども、やっぱりその河道掘削なんか非常にこれから増えてくる中で、その河川環境目標をどう設定してって話をさっきしましたけど。そこにどういうふうに仕事の中で近づけていくのかっていうところに対する悩み。あと、藤本

さんがまとめていただいたスライドが結構秀逸でして、ちょっと今パッと出せないんですけれども、目標設定したとして、やっぱりモニタリングと順応的な維持管理をどうやっていくんだみたいな、やっぱり悩みがあるということでした。

ここから論点 2 と論点 3 の議論を合わせて議論していく上で、六角川の事例を入り口にして議論させていただきたいと思います。僕も実はですね、湛水池の写真をですね、誰かのフェイスブックで見た時に、結構ギョッとしまして、ちょっといろいろ思ったんですけれども、今日はその背景となっている、如何に内水排除をしっかりできるような状態を川の方で確保してあげるかっていう、非常に苦しい戦いを、十何年やってこられたってよくわかりました。今日は、今村副所長が来ていらっしゃいまして。やっぱり治水のために非常に苦心惨憺されてやってきたものは、今、新たに別の観点、環境という観点から見ても、ひょっとしたら新たな可能性を提示しているかもしれないっていう、そういうふうな事例とお見受けしたんですが、で、ちょっと今村さんの方からですね、六角川の事例を通じて、どのようなご苦労というか、率直に思っていらっしゃることがあれば、ちょっと教えていただきたいなと。

【登壇者：今村】

九州から来ました、今村です。六角川の説明にあった通り、毎日潮が 2 回上ってきてですね、直轄区間の 90%以上に潮が上ってくるという河川ですので、毎日の潮汐によって河道掘削をしても土砂が溜まってしまうと。あれだけのヨシ原が高水敷全面に生えているということで、しかも非常に低平地ですので、河道の 2200 トンの河道に対して、計画上ですけど 600 トンのポンプが予定されていて、今約 300 トンのポンプがついています。河川には 60 基のポンプがついています。そのポンプが止まってしまうと、内水排除ができなくて、令和元年も 3 年も 1500 個近い床上浸水になってしまったということがありました。

私もずっと武雄河川に長く勤めているので、河道掘削をやったりですね。堤防を作るにも地盤改良がすべて必要になりますので、簡単に堤防を引けないという状態で、河道掘削も何度もやりましたが、もう 2、3 年で戻ってしまうと。そういう中でヨシ原を何とかしたいと。当時は全体的に伐採してしまおうという意見もあったんですけど、それだとやっぱりもう 3 ヶ月ぐらいで戻ってしまうということで、福岡先生にもずっと六角川に来てもらって、ヨシ原について研究をしてきたというところです。今回、湛水池をですね、平成 25 年にだいたい 20 個、まず最初に作らせてもらって、それを見ながらモニタリングをやってきました。で、やっぱりああいう河川ですので、ワンドを作ればそれなりに生物が増えるということもわかっていて。それをずっとモニタリングしてきた結果を持って令和元年 3 年の対策として、最終的には 170 個まで増やさせてもらったというところです。

これをやるときに、やっぱり非常に悩んだんですけど、先輩たちが先にやってきた結果を使ってやらせてもらっています。説明の中では非常にいい環境になって、治水にも効果があってという説明をしたんですけど、やっぱり作るまでの苦労と、それから作った後の今の状況でも、やっぱりちょっと水質が悪くなったり、土砂が堆積したりということがございますので、まだ完璧ではございません。これはモニタリングをやっていくと、先ほど言われたモニタリングをやって順応的に管理をしていくということがまさに必要で、それをいかにやっていくかということが大事だなと思っています。一番悩むのは、これがポジティブになってるけど、どこかでネガティブになってないかなとか、そういった指標をどう決めたらいいのかというところも今後の課題だなと思っています。

【司会:原田】

私、この事例を最初見た時、ちょっとぎょっとしたんですけれども、詳しくお話を聞いた時にですね、思ったのが、このヨシ原を削って、この新たに湛水池、ワンド的な環境が、正直、新たな環境を作り出すことに、成功しているって見方もできるのではないかということで。今までの、例えば藤本さんにもちょっとご意見を伺いたいんですけれども、基本的にはその今まであった環境の中で何か良かったところ、その河川の中にあったリファレンスを、うまく参考にしながら上げていくっていうとこあるけど、六角川の場合は治水目的とはいえ、結果的にそのヨシ原だらけだったところに、少しちょっと違う生息場を作ることに成功しているという見方もできないことはないと思うんですけど、そういうふうに「なかった環境を新たに足す」っていう環境目標って、実際に設定されたりする河川ってあるんでしょうか、いかがですか。

【登壇者:藤本】

質問への回答に正しくあっていないかもしれませんが、今、環境目標を設定している中では、過去のデータを見て良かった頃の環境を目標水準として考えたりしてますので、新たな環境を作るということをなかなか目標にはしきれてないと思います。ただ一方で過去の河川を見てみると、ダムとか堰とかを整備することで、新たな河川環境が生まれてきたというのも、水国調査のデータとかからも分かってきているところですので、何が良いか、何を目指すかっていうのが本当に難しいところではあるんですけど、今形成されている環境を踏まえて、今何をすればもっと多様になるのか、また先ほどから出てました通り、その場所としてどういう環境になりたがってるかということを踏まえて考えることも一つ大事なのかなとは感じております。

【司会:知花】

そこ、私も気になってたところで。対象区間の中で、いい環境リファレンスとして、それをこう模倣するっていうのがあるんですが、あれはどうしてもちょっと引っかかるとこがあって。コンセプトとしてはわかるんです。で、もちろん参考にできるとこもあるんですけれども、やっぱ単調なとこは単調なとこで、なんでそこが単調なのかっていうのを考えると、単調な場は単調な場で意味がある場合もあると思うんですよね。

さっき秋田さんおっしゃってましたけど、こういう環境を作ろうと思ったら全然違うのができて、でも結果としてうまくいったっていうようなこともあるのですが、さっきからこう順応的、順応的って言ってますけれども、やっぱりさっき藤本さんおっしゃった、その場がどうなりたがってるのかで、現状もですね、そのあっちの方がいいんだけどっちゅうのは、無理にそうさせるんじゃなくて、そこのポテンシャルを活かすとか、あるいはこう掘削したら掘削して新しいのができたら、それはそれで尊重して、それでもしさっきおっしゃったように、どっかにネガティブなものが出たとしたら、そいつのミチゲーションをどうするとかって、スケールを変えた考え方があってもいいと思います。

【会場:中村圭吾氏】

この六角川の事例、原田先生もデザイン見てぎょっとされたと話されていましたけども、確かにここ

は、難しいところで、現場も苦心した場所であるというのは、認めるんですが、とはいえ、やっぱりその自然界に作るデザインとしては、問題が相当あるかなと思います。

ここの場合は、いわゆる保全・再生というより、創出ということなりますが、創出するときに、例えばヨシ原があるところに、こういった浅い湿地っぽい環境を作るときに、例えば九州の別のところに似たような環境がないかなとか、自然にあるものを手本に、この治水アイデアを生かしつつ、もう一工夫できないかなと。例えば水際にもう少し浅い箇所をうまく入れるとかですね。水際がまっすぐなところに、ところどころ出っ張りを入れるとか、そういう工夫が結構大事だと思います。

論点2にもあったんですけど、結構施工って難しいと思っていて。それはなぜかというと、あんまりシンプルにしちゃうと、ちょっと六角川には申し訳ないですけど、やっぱり環境はうまく再生できないんですよ。とはいえ、あんまり複雑だと施工する側が困るんです。だから最近いろいろ設計やってて、いかに施工時に、本来作りたい環境、生息場よりも、どこまでシンプルにしても、あとは自然の持つダイナミズムで馴染んでくれるかという。そのあたり、実はものすごい技術力がいるんだと思っています。建設会社や施工者との議論が、ここにいる我々計画、設計、調査に関わるものには必要です。施工側もBIMCIMでいろいろできるんですけど、その現場の状況に合わせた工夫が、もう一段階いるのかなと感じています。

【会場：渡邉康玄氏】

北見工業大学の渡邊でございます。河道掘削という点で、いろいろ私も河川環境の再生で、北海道の川を担当してるんですが、気候変動で外力が増加しているということで、その対策として河道掘削が中心になっていますね。河道掘削をして、そうした場で環境をどう復元するかっていうことなんですが、川そのものが本来持っている川幅っていうのがあります。そこで河道掘削すると、今の六角川でも堆積が問題になっていますが、感潮河川でも扇状地河川でも中山間地河川でも、多分川幅っていうのをいじると元に戻ろうとする。河道掘削した段階で自然環境が形成される．自然環境の形成には、何年もかかりますよね。何年もかかってる間に、川がどんどん変わっていくと、いたちごっこがずっと続くような感じがしてたまらないですね。で、河道掘削がいいか悪いかは別にして、それをどう考えていくかっていうのが非常に重要かなと思っています。

【司会：原田】

ありがとうございます。それについては私もちょっと一つ、申し上げたいことがありました。以前、揖斐川の河道掘削の研究をしてました。掘削した後に土砂が堆積する過程で、いろんな氾濫原的な地形ができてきて、非常に多様度が上がるんですけれども、やっぱり10年、20年経ってくると、非常に劣化してくるんですよね。それは本来、やっぱり渡邉先生がよく本当にご専門だと思いますけど、流路変動によって地形が適当に更新されて、シフティングモザイクみたいなできるものを、我々はその伐採とか掘削をすることによって、ある程度こう人為的な撹乱を加えて、地形を若返らせる。しかし、若返らせた地形はいずれ年老いていくっていうですね。そういう前提で、河道掘削を考えれば、いたちごっこだっておっしゃいましたけど、実はそのいたちごっこそのものが、ハビタットを更新し続けるために重要なプロセスであるっていうふうに考えて、税金を投入し続けるっていうのも、一つやり方ではないかなと。個人的にはそんなことを思ったりします。

【会場：渡邉康玄氏】
川にダイナミズムが存在していればいいんですけども、今、極端現象は増加する傾向にあるんですけども、それ以外は変わらずに川幅を広げるっていう議論もあるので、そうするとそのダイナミズムがそんなに拡大しない中で、そういうことが可能なのかなと。

【司会:原田】
いかがでしょう。今、自然の営力とかダイナミクスも加味した形で河川管理やりましょうというふうに言ってるんですけども、河川環境目標、当然ダイナミクスの中でものを考えるべきと思います。そういった論点で、もしご意見があらっしゃる方がいらっしゃれば。田中先生、よろしくお願いします。

【会場:田中規夫氏】
この事例ですけど、低水路際ではなくて、ちょっと高水敷に作ったことでワンドが維持されています。そのことで、今までにない場ができて、少なくともそのワンド環境において生物の多様性が増えたということで、非常になんですかね、新しい場をそこに作っていいのかっていう話もあるんですけど、すごくいい事例だと私は思います。それが、やっぱり自然の営力で、ダイナミズムで、そのうちまたここに土砂が溜まって、少しずつ堆積して、抽水植物が入ってくる。ヨシも入ってくると思うんですよ。だからこれをこの当初の掘削深で維持しようって頑張りすぎずに、ある程度自然の営力で、このワンドの中にもヨシが入り込むみたいな形で。少し長い目で見てやれば、もちろん流下能力とか、さっきのポンプ排水の余力の分とか減っちゃうかもしれないんですけど、でもそれは自然営力をうまく生かしつつ、やることで、まさにこの場にふさわしい環境が、今後五年、十年という形で作られていくのかなっていう気がします。なので、そういうスケールでも見ることが大事じゃないかなっていう気がします。

【司会:原田】
今村さん、今後のこの現場の変動っていうのを河川管理者としてどう捉えるのか、ちょっとコメントいただけますか。

【登壇者:今村】
今作った池で十年経った池がありますが、だいたい最初に 1 m掘ってます。それがだいたい 40cm ぐらい今溜まっていると。で、これが難しくて、出水が起こるとちょっと減ったりするんですね。だからもう微細な土砂ですので、それが減ったり増えたりしながら、概ね 10 年で今 40 センチ溜まっていると。で、50 センチ以上になってくると水深が 50 センチを切ってくるので、ヨシが生えてくるということを僕らは考えているので、50 センチを目安に取ると。それを 10 年でやるか、15 年でやるか。ヨシのその密度を管理しながら。まだ許せるとかですね。そういう発動基準を考えていかないといけないと思っています。

【司会:原田】
非常に面白いところで、その最初から、こういった形で進めていこうというように、決断された時点

で、ある程度そういったその土砂が堆積したヨシが生えてくる変動幅を見込んで、進められたんですか。

【登壇者：今村】

ですね、50cm っていうのがあったので、最初の 1 mはそのマージン掘削として下げてました。たまることは予想してですね、毎日入退潮があるので。ただそれが運良く、川の形状によっては洪水で飛ばされることもあるので、先ほど言われたように順応的に治水上計算できるようになったので、ここの池はもう溜まりが早いので、もう元に戻しちゃって、新たな場所に池をもう一個作るとかですね、それで水位を全体的に下げるっていうこともできるかなと今考えているところです。

【司会：原田】

ありがとうございます。事業の効果を長持ちさせながらも、ある程度の変動を許容するって、なんか非常にバランスを感じるお考えだなと思いました。福岡先生、お願いします。

【会場：福岡捷二氏】

中央大学の福岡です。土木研究所の中村さんが前半に言われたことは、非常に大事なことだと思います。それは河道設計の話です。後で再び触れますが、大事なこと言っていただいたと思っています。環境に関心の高い方々からどんな環境を期待してるんですかと私は聞かれることがありますが、治水の側から見ると、川の形がつくるのは洪水で、洪水時に河道形状、川底が変化します。河川環境は自然のダイナミズムで変わるのは当然のことで、とりわけ大洪水が襲来すると、川はそれに応答し、期待していた河道と異なることが起こります。

河川環境の定量化の扱いでは、ある植生を保全する面積を決めたとしても、大洪水が起こると埋まったり、洗掘したりして、状況が変わってしまうことが起きます。令和元年の多摩川洪水はその典型例でありました。そんなことは当たり前のことだと思っておかなきゃならないんです。一番大事なことは、中村さんが先ほど言われた河川環境目標を達成するには河道設計のしっかりした考え方ができていることが大切でです。実は私も治水だけでなく河川環境にとって適切な河道設計が必要と言おうとしていました。河道の設計についての技術基準は、国土交通省水管理国土保全局が出している河川砂防技術基準に書かれています。しかし、法令である河川構造令には河道設計は書かれていないんです。堤防設計に当たって河道の水位を計画高水位以下に保つことと記述されているだけです。このため河川技術者は河道掘削に頼ってしまうのです。低水路の線形や断面形の変更が行えるのなら、河道掘削のみに頼らない改修が出来、より合理的な治水、環境計画が可能になると考えています。河川管理者が合理的、長期的に考えた河道設計、河道の変更を行なえば、法令どうこう言わなくても、環境にも治水にも良い川づくりにつながると思います。大洪水の経験から川全体の変化や動きを見て、また、上流の土砂の生産も含めて流れと土砂の動きから、低水路の線形をこう変えたらいいとか、こういうところは縦横断面形を変えた方が望ましいこと等が分かります。気候変動や災害の頻発を見ると、河川管理者は、河道改修を大胆にやるべき時だと考えています。今日の 3 つの講演は、いい議論が行われたと思っています。環境に重きを置く研究者が、川への働きかけと応答の関係がかなりわかってきたという話が多かったように思います。川づくりについて期待できる状況が表れ始めたなと思っています。環境目標の定量化を積極的にやるべきだという主張はその通りだと思います。河道の設計には、その現場を管理する所長が、こういう川を作りたい、

河道の設計はこうするんだということをもっと主張し、実行して欲しいと思います。しっかりした計画スパンの中で、環境と治水を一体的に、同等に考えることが必要です。先ほど原田先生の言われたことを実行しようとすれば、こういう見方をしないと実現できないと思います。

私は環境の専門家ではありません。しかし、長年にわたって河川の洪水を見て「治水の側から見て環境はどうあるべきか」を学んで来ました。経験を積むことによってそれなりに治水と環境が密接に関係していることがわかるようになって来ました。治水問題としてはこう解決しなければならないけれど、治水だけでなく河川環境はどうなっているんだと考えることによって新しい考え方が出てくることがあります。環境問題についても環境の解決だけに終わらないことが重要です。例えば、多くの河川の川底には砂州が存在しています。川幅に応じて砂州が形成され、河川環境上もよく、河道は安定しています。ところがその河道に大流量が流れたならば、その川幅で安定していた砂州が大きく変形することが起こります。大きな変化が起こらなければ、その後また時間をかけて安定な砂州に戻ってい行きます。しかし、砂州が大きく変形したときには、堤防は破壊の危険に晒されることが多々あります．それは、川底の砂州が変形し、その上の流れが衝部を形成し、堤防の侵食が起こるのです。言いたいことは、治水も河川環境も主に洪水流れに支配されるということです。それぞれが単独に洪水の影響を受ける訳ではありません。皆さんの言われたことは、適切な河道づくりの中で実現して行くことが良いと思います。

今日の議論は、対象河川で起こっている河川環境問題でありましたが、大なり小なり治水問題でもあったのではないかと思います。期待した望ましい事例が出てきたら、その事例を十分考察し、よい事例を増やしていくのがいいと思います。六角川で行われた高水敷に密生したヨシ原に連続する湛水池を作り、水位を下げる洪水対策は、樹木群の存在が水位上昇の原因となって悩んでいる他の河川でも適用可能かもしれません。流下能力を上げて水位を下げるのは夢のある話題です。しかし、良いことばかりでないかもしれません。維持管理ははどうするのか、湛水池の水質は大丈夫かという疑問はあります。治水と環境問題は統合的に考え、広く勉強しなければならない大きな課題です。私たちは、自分の専門だけにこだわらないで、自然現象として広く見ながら勉強していくことが大切と申し上げて、終わりにします。

【司会:原田】

「治水の側から見た環境」っていうキーワードがですね、今後のこの議論におけるキーだと思いました。今回、河川技術論文集ですね。この特定テーマ C にたくさん投稿をいただいたんですけど、非常に特徴的だったのは、やっぱり“川の物理をわかっている人が、環境目標をどう設定するか”っていうことで、結構そういう地に足のついたですね、河川環境目標のあり方、達成の仕方というところについて、たくさん論文を出していただきました。なので、数年前と比べると、だいぶちょっと議論が、なんて言うんですかね、治水と環境、いかに統合していくのかということで、少し見え始めているのかなというふうに感じております。で、ちょっと時間になっておりますが、最後にですね、オーガナイザーの方から 3 人ですね、官を代表して藤本様、民を代表して三浦様、あと学を代表して最後に知花先生の方から一言ずついただいて、クロージングして参りたいと思います。

【総括:藤本】

はい、ありがとうございました。本当にいろいろな示唆をいただく議論だったと思っておりまして、私自信非常に勉強になりました。また、課題の幅が広く、頭の整理もなかなか追いつかないところもあっ

て、先ほど福岡先生から大変な時代が来たというお話もあったんですけども、本当にいろいろと考えていかなければいけないと感じました。一方で、良い事例、上手くいくケースが出てくればいいという話もありましたが、やはりチャレンジしてみないと、そういうものも出てこない、全部分からないと動き出せないと思ってしまうと、そういう事例も出てこないと思いますので。まずは今の知見の中でもチャレンジをしてみて、いい事例というものを見ることができるようにした上で、課題が生じた際には順応的管理という形で、それを見直していくということが大事なのかなと感じました。一方で、順応的管理ばかりに何事も押し付けてしまうと、それも問題と考えておりまして、初期の整備の段階でわかっていることはしっかり活かしていくということも大事だと感じました。本日の議論を踏まえ、また継続して私も勉強し、考えていきたいと思います。本日はどうもありがとうございました。

【総括：三浦】

建設技術研究所の三浦です。活発なご討議、また発表ありがとうございました。去年も私、このオーガナイズセーションのオーガナイザーさせていただいたんですが、環境目標というものが、具体的にかなり見えてきて、と、議論の内容も一歩進んだかなと思います。ただ、環境目標が設定されたことによって、いろんな対策が進んでいくとは思うんですが、環境目標を設定することが目標じゃなくて、やっぱりより良い環境をどう作っていくのかということが、やはり目的になりますので、いろいろ頭を使って考えていかなければいけないなと感じました。以上になります。

【総括：知花】

本日どうもありがとうございました。藤本さんもおっしゃいましたけど、非常に多様な話が議論されまして、いくつか大事なキーワードがあったかと思います。ただ、それは人によってそれぞれ違うかと思いますので、もし今日発表を聞いてですね、いいなと思った方法を見つけたり、あるいは自分の方法を見返して、これもうちょっと頑張ればいけるぞという感触を持たれたりした方は、ぜひそのまま進めていただいたら結構です。一方、今日はこのキーワードが大事だなっていうことに気づいた方がいらっしゃれば、それをぜひ持ち帰って考えていただければと思います。一つ言えるのは、やっぱりこの環境定量目標、いろんな考え方を持っている人がいますし、大槻さんがいろんな目標がありますよっていうのを整理してくださいましたけど、人によって目標のイメージが全然違うんですよね。

それに、結構いけるぞという感触の人と、いや、これ無理なんじゃないっていう人もいて、こちらもまだ多様だと思います。ですので、これは継続的に議論する必要があるなと思いますし、やっぱり「治水から見た環境」も一つの大切なキーワードだと思いますけれども、と同時に、やっぱ生物扱ってる人ともですね、議論する機会っていうのも、ちょっと増やした方がいいなとも思いました。話しあうと、やっぱり皆さんから全然違う回答が返ってきますので、継続的に議論する必要がありますよというのが一つです。

あと一つだけ、私、今日、改めて感じさせられた大事なキーワードやっぱり“時間軸”かなと思いました。ダイナミズムっていうのはもうずっと言われている話ですし、多摩川でもそれをずいぶん苦労して議論してどうしようって言った中で、今できるものとしては、過去のその礫川原の減少率みたいなものを考慮して造成するということになりました。

六角川もそうですよね。どれぐらいペースで埋まってくるかっていうのを見越して、こう 1m 掘って 50cm になったらっていう、今はそういう感じなんですけれども、今日散々出てきたように、かなり長い

時間スケール、渡邉先生がおっしゃってくださいましたけど、環境の変化の時間と、河道のメンテナンスの時間と、いろんな時間スケールがある中で、全部順応的管理って言っても、この時間軸をどう捉えるのかが重要で、河道設計に関しても、なんだかんだ言って、やっぱり静的にこういう断面でっていうのから、完全抜けきれてないとこもあると思うんですよね。だから、そういうその時間軸を考慮した河道設計っていうのをどうしていくのか、これは環境も治水も含めてというところは今日改めて考えさせられたというのが私自身の感想です。けれど、皆さん、いろんな感想を持たれていると思いますので、ぜひ引き続きよろしくお願いします。

それではすみません、時間、少し過ぎてしまいましました。本日ですね、話題提供いただいた 4 名の皆様、そして、総合討議に出ていただいた 5 名の皆様、そして質疑で非常に貴重なご意見をいただいた皆様、会場、あるいはオンラインでも参加して、一生懸命聞いてくださった皆様に感謝の意を表して拍手で終わりたいと思います。本日はどうもありがとうございました。

以上