

OS3:治水と環境の調和した河道管理のための河川技術と現場実装 報告

オーガナイザー：

原田守啓（岐阜大学）・武内慶了（国土技術政策総合研究所）・中村圭吾（土木研究所）

趣旨説明

原田 守啓（岐阜大学）

話題提供(登載論文より)

1. 「河道内植生動態モデルの課題と展望 - 生物多様性の予測・評価を行うための技術提案 - 」
萱場祐一（名古屋工業大学）
2. 「実用的に植生消長過程を考慮した平面二次元河床変動解析モデルの改良と効果検証」
松下晃生（パシフィックコンサルタンツ）
3. 「点群データを用いた瀬・淵の定量的な抽出に向けた基礎的検討」
森本洋一（リバーフロント研究所）
4. 「耳川水系ダム通砂によるアユ産卵環境への効果の推定」
井原高志（九州大学附属水産実験所）

論点整理

治水と環境の調和した川づくりー行政の動きと技術課題ー 中村圭吾（土木研究所）

総合討議 司会 武内慶了（国土技術政策総合研究所）

パネリスト 萱場祐一，松下晃生，森本洋一，井原高志，中村圭吾，原田守啓

【論点整理】治水と環境の調和した川づくりー行政の動きと技術課題ー(中村圭吾)

私の方からは治水と環境が調和した川づくりについて、国際的な動きにも触れながら論点整理を試みます。近年、国際的には環境課題と経済の結びつきが強まってきており、日本でもネイチャーポジティブ経済、ネイチャーポジティブ経済移行戦略という政府の決定が出てきている状況です。ネイチャーポジティブに関しては環境省が中心に動いてきたのですが、現場を持っているところでは実は河川分野がトップランナーだと思います。

これは先日5月24日に河川環境課の方から公表されたのですが、ネイチャーポジティブを実現する川づくりを進めますということで、定量的な河川環境目標を計画に記載していく方向性が示されました。わかりやすく言うと、整備計画とかそういったものに“定量的に”，礫河原だとかヨシ原とかそういったような景観レベルの生息場について定量的な目標の記載がされていくことにおそくなります。

その中から河川技術的な課題についていくつか述べたいと思います。まず一つ目が“生息場の定量目標”ということで、その礫河原をどれぐらい作るかヨシ原をどのぐらい作るか、例えば礫河原を作ることはまあできると思うんですけどじゃあそれを保全していったり、再生したりあるいは維持するっていうことは、土砂水理的な現象になります。また、そういったところの生物多様性だとか

種ってというのは、我々は現場を管理することはできても生物多様性自体を作り出せないんで、生息場をターゲットにやっていくんですが、生息場の最終目標は生物多様性にあるんですね。なので、その生物多様性、あるいは萱場さんの表現では群落と生息場、そういったものの関係性をより明らかにしていく必要があります。また生息場をある程度例えば統計モデルみたいな形で何ヘクタール必要っていう議論はできるんですけど、では例えば礫河原を 20 ヘクタールを作るって時にそのディテールをどうやって設計するのかって詳細設計の部分もまだかなり課題があるかなと思っております。

先ほども土砂の話がありましたが、流量や土砂の変動の話も提言の中に書かれております。昨日の山田朋人先生の話の中でも、ダムところでハイブリッドダムということで、治水と利水のポートフォリオをフレキシブルにしていってという話がありましたけれども、これからはその治水利水環境のポートフォリオをどうしていくか、その変動性も持たせながらどうしていくかってことが大きな課題になってくるかなと思います。

で、今日は企画者三人の中で話し合っただけで流域の議論までは話を広げないことにはしているのだから話しますが、どうしてもその河道内の掘削が激しい場合とか河道内でネイチャーポジティブが実現できない場合ってというのがどうしても出てくると思います。その場合には流域との絡みで生態系のオフセットだとか、もうちょっと金融的な手法を使ったら生物多様性クレジットとかそういったこともですね、土木技術ではないんですが公共事業の技術として今後必要になってくるということですね。さらに流域の技術課題もたくさんありますし、民間との連携といったこともポイントがちょっとかぶるところもあるんですが、治水と環境の調和した川づくりを実装するためのキーワードということで、ちょっと思いつくところをいくつか紹介したいと思います。

まず一つは「平時の水理学」です。これまでは河道技術は計画流量とかそういったものに対する流れに着目されていて、平時にどういう風な水位縦断分布になってるかってそういうデータがあまりないですね。その一つの試みが森本さんが紹介されたような ALB から再現しようっていう方法ですし、最近では衛星データを使ってかなり広い範囲の水位データを一気に明らかにするってような技術も出てきていますので、そういった技術も今後活用して平時の水位の連続的縦断データとかそういったものをやる必要が出てくるかなと思います。点群データもものすごい今使われてるんですけど、森本さんが紹介されたようにまだまだ課題があるのでこれをどう使いこなしていくかという問題ですね。

二次元、三次元の使い分けについては昨日の議論でもあったので飛ばしますが、昨日触れてないところでは中小河川です。直轄河川はかなりデータあって、生物も物理環境も相当あるんですが、中小河川に関してはかなりデータが少ない、あるいは流域に関しても少ないって問題があります。やり方としては物理環境については人工衛星を使う、生物に関しては環境 DNA を活用するというのが、一つの大きな方向性だと思うのですがまだまだ技術的な課題があります。ジェネレーティブデザインの活用もあります。自動設計の話もそろそろ視野に入れてった方がいいと思っています。土木研究所の方でもちょっとやっていて鳥取大学に移った河野先生あたりが中心にやってるんですが、環境、治水あるいは維持管理ってような制約条件を与えともう何分とか何秒の単位で自動設計するような技術が出つつありますのでそういったものを発展して三次元の川作

りを何百種類もですね、あの AI とかも使いながらやるといったようなことも出てくるかなと思っています。

最後、松竹梅、大中小って書いたんですけど、グリーンインフラの技術部会でもいつも言ってる話なんですけど、まず手法に三次元みたいなもの二次元みたいなものと一次元ってあると思うんですけど、それぞれに応じた技術の使い分けっていうのをスケールとの対応できっちり作っていかないといけないかなと思いました。周辺の話題ということで、事業評価の話とか、あとやはり流域の話も入ってくると資金調達の話も大きくてですね。やっぱりファイナンスのデザインをどうしていくかっていう税制とかも含めた話なんですけど、そのファイナンスデザインをどうしていくかっていうことも、治水と環境の調和した川作りとか、流域環境を作っていくという意味では大きなキーワードになるかなと思います。

【総合討議】

武内です。総合討議を始めます。予想通り 40 分の予定が 15 分になりましたので、かなり飛ばして議論したいと思います。基本的な総合討議のやり方なんですけれども、僕が立てたお題に対して、登壇者のこの六名の皆さんから基本的には意見をどんどんどんどん行っていただくと議論を進めていただきますがもし時間が余ったら会場からですね。いろんな意見をいただこうというふうに思っております。

一個目ですが、現場実装というのがかなりキーワードになっていて、現場サイドが何を気にするかなということを考えました。まず一つ目がどこまでわかってきたのかということですが、具体的に何に着目すればいいのか各時点の状態を評価すればいいのか期間内の変動評価すれば、いいのか、っていった議論もあると思います。あとは空間のスケールとか時間のスケール解像度とか頻度な時期っていうところですね。こういったものがまず聞きたいなと思ったんですが、先ほどのご発表でかなり丁寧に発表いただけてますので今回時間も足りないんで、二番目の論点としてどのように河道管理現場に組み込めばいいんだろうかというところであります。まず、図を三つを示しますがいくつかのフェーズがあると思っています。

一つ目がですね。治水事業を軸に考えたときに、治水事業の実施前ですね。これはこの時点においてどこの何を予測すればいいのかということ、どのぐらいの予測期間を見込めばいいのかということと、あと予測・評価結果がちょっとまずいなというような結果になっちゃった時に事業にフィードバックするためにどんな河川技術が必要になってくるだろうかということについてぜひ聞いてみたいなというふうに思っています。

次に、事業実施後の河道管理をどのように行えばいいかということであって、予測評価で将来普段問題が認められ、ない場合であるとか少し留意事項があるような場合だとかあと、はその好ましくない状態や変動をどうやって判定したらいいんだろうか？というのは現場サイドもちょっと困ってくるのかなという風に思っています。

また、河道管理期間中にですね、好ましくない状態となった場合の手の入れ方というのをどうしたらいいんだろうか。この手の入れ方を考えるにあたってどういう技術が必要になってくるんだろ

うかということについて議論したいです。萱場先生お願いします。

【萱場】

はい、じゃあ三つ合わせてということで話します。実は非常に関連性がある、例えば環境の話で言うと、水国の基図調査の結果って五年ごとに出てきてるんですよね、なので実態としてはもう五年ごとにその群落の分布がわかってきているので、長期的な予測に基づいて何かアクションを準備するということではなくて、あくまでも管理は実態ベース、すなわち、そのときどきの植生の状態に基づきやればいいということだと思います。ただし、例えば河道に大規模なインパクトを加えたとき、例えば、河道掘削だけじゃなくって、ダムによる供給土砂量の増減、流量の改変だとかいろんなインパクトがありますが。そういうインパクトを加えたときに、植生が全く変わってしまっ（例、樹林化）、結局、将来的に相当な維持管理コストをかけないということになるかどうかを判断するための概括的な予測、すなわち、インパクト後に川がどっちの方向に行くんですか？っていうベクトルの判断、もっと具体的に言えば、例えば二極化によって流下能力的には一旦増大するかもしれないけれども将来的には樹林化の抑制、瀬淵構造が劣化の防止に対して等非常に手がかかる河道になってしまうということが起こり得ることを概括的にそのベクトルを予測をするということがとても大事なかなと思います。

それが三点目の手の入れ方ってということにも関わっていて、例えば植生についてみたときに外来種がすごい増えました、その原因は高水敷の乾燥が原因だったときに、じゃあ環境のための手の入れ方として、わざわざ比高を下げるような、そういう河道掘削しますか？維持管理で多分やらないです。ということは、やはり整備計画に基づいてその川の断面を決めるときに治水と環境の双方からやはりベストなその断面って一体何なんですかとそのときに当然その上流から供給される土砂量も関係するだろうし流量のレジームも関係するだろうとそういうことをすべて包括した上で、どういうモデルを組み立て何を判断していくかっていうアウトプットまでの道筋をちゃんと作って、その上で技術開発をしていくということがとても大事なんだろうという風に思ってます。ちょっと抽象的な話で申し訳ありませんけども、私の考え方ということで申し上げました。

【武内】

はいありがとうございます次は井原さんよろしくお願いします。

【井原】

具体的にどこの何を予測すればよいのかという点で、私が実務で最初に考えるのは、やはり治水上のボトルネック地点が最優先になると考えています。それらの地点は、出水等の影響により地形変化が大きく、環境面の変化（生物の生育生息場や生物種の変遷）も劇的に変わると感じています。具体的に何を予測すべきか、というところは、地点の状況や背景により異なるので、設定が非常に難しいと感じていますが、いずれにせよ治水上のボトルネック地点では検討が必要になってくるかと思っています。予測期間については、環境や生物は不確実性が非常に多く、長期的な予測は困難となりますが、短期的な予測は、時間間隔を刻むことで可能となると考えています。長期的な視点

は、環境分野の特性や技術面から精度の高い予測が困難であることが多いですが、短期的な予測結果を積み重ねることで、（先のご発言にもあった通り）方向性が見えてくるのではないかと考えています。

予測評価結果を事業にフィードバックするために必要となる河川技術というところで、私は三点考えてました。一つ目は、特に環境分野、土木分野両方なんですけれども、実現象との検証評価というものを増やしていくというところが一つ。二つ目は昨日の OS で田端さんが発表されていたと思えますけれども、目的設定が重要だとおっしゃられてたんですけれども環境分野は目的が非常に抽象的になりやすいので、まさに先ほど中村さんもおっしゃったよう。にそういった目的を明確に設定するところが非常に大切だと思っています。あとはこういった高度な解析については、昨日の OS で原田先生がおっしゃってたような方向性、つまり不確実性を抑えたレベルでの運用というところがそれだけでも環境分野につながる可能性は高いというふうに私は考えています。以上となります。

【原田】

今回、環境の定量目標っていうのが出てきたことによって多分現場の仕事のやり方がガラッと変わるんじゃないかっていうふうに夢想しているというか、予想しています。今までは河積を確保した瞬間が治水の事業のゴールで、その瞬間から川の形が変わっていったってどんどんそのゴールから遠のいていく、巻き戻されていく、みたいな状況だったんですけれども、環境目標が入ると、変化することを前提にした河道管理に切り替えざるを得ないってことになってくると思います。ですのうで土砂の動きだとか植物みたいなものに対しても、仮説検証的にならざるを得ないのかなと考えてます。予測期間は、見るべき対象によってそのインパクトに対してレスポンスが出てくるまでの時間にかなり差があるということが重要だと思います。先ほど角先生がおっしゃってたように、大きな土砂はなかなか動きませんし、一方で植物はすぐ生えてくるみたいに、例えば干潟再生だともう十年ぐらい待たないと結果がわかんないとかいうふうにやっぱりインパクトに対するレスポンスがどれぐらいの期間見ないといけないのかっていうこと自体を、仮説検証のデザインに取り込む必要があるんじゃないかっていうふうに思っております。そこにうまくフィットするような解析技術とか計測技術っていうのを組み合わせることで、どのくらい予測期間を見込めばいいというのは相手によって違うってことしか言えないんじゃないかなと。すいません以上です。

【武内】

ありがとうございました。もう残り五分になってしましまして、もう一つの問いです。今いろいろな研究の成果を発表いただいてですね。新しい技術ができないと、河道管理に組み込めないわけではなくて、何かこううまく組み合わせることで今できることがあるんじゃないかという観点でこれを書いています。一つ目ですけれども研究が進む技術や調査手法の組み合わせの可能性についてちょっと意見いただきたいんですが、例えば今回の登壇いただいた内容では萱場先生の研究に松下さんの植生消長に河床変動計算モデルを組み込んだ場合どうなるかですね。あと、井原さんの研究に森本さんの ALB 測定の瀬淵の抽出を組み合わせるとどういうことができるようになってくるの

かいったことをそれぞれお考えをいただきたいと思います。まず現状だとこうだろうと、さらにどう工夫改良すれば河道管理に現場実装できる可能性が出てくるんだろうかといったところをそれぞれご意見をいただきたいと思います。まず萱場先生と松下さんお願いします。

【萱場】

はい、種の多様性の観点からすると相当細かいところまで見ないといけないっていう話を今日させていただいた一方で、技術的には相当難しいという相矛盾した話だったんですよね。現況は河川環境管理シートであるとか河川環境情報図っていうものがあって概括的な情報として管理されているということです。水国のデータは群落ベースであるので、非常にマクロ的なデータとマイクロなデータをつなげるということは現状でも可能なので、それはやってしまったらいいかなというふうに思ってます。

予測に関しては、やはり群落群もしくは景観ベースでやっているの、それぞれの群落群・景観が物理環境との対応関係で整理されています。群落群ベースで予測し、そのメンバーとして群落の整理をすることは、今の段階にもできるかなと思うので、今日ご説明したモデルを開発すれば、もう少し環境に踏み込んだ予測ができるのではないかと思います。ですので、短期的にはこのようなやり方をどんどん進めたらいいかなというふうに思っています。

【松下】

現状というところでは、先ほど発表させていただいたところなんですけど、その環境評価項目を増やすことでそういう環境に適用することもできるかと思います。例えば、面積であったりとか、そういうのを群落の面積の変化とかを評価項目にすることで今使っているモデルもそういう環境評価に使えるのではないかと思います。

【武内】

続きまして井原さんと森本さんよろしくお願いします。まず井原さんからの方がいいですね。

【井原】

今日ご発表いただいた森本さんの発表をベースに考えると、ALB でせっかく面的な瀬とか淵が予測できそうならば、環境分野はその瀬とか淵に対してどういった種がいるのかとかいうところをまずは関係性を見つける、それは最近でいうと環境 DNA とかを使ってデータを取っていけばおそろく見えてくる。その関係性が統計的な関係性を含めて見えてくると、森本さんが研究されているような全川的なものがあれば、それをベースに例えば瀬淵を予測した時に全川的なその魚の分布とかが見えてくると、それこそ中村さんがされている河川環境管理シートみたいなところとつながってきて、目標がより具体化するのではないかなというふうに考えています。

【森本】

はい、そうですね。まず現状だと井原さんの文献などを読ませていただいたんですけど、水深で

すとか河床軟度とか河床材料とかがやはり産卵するかしないかに聞いてくるというような報告ですので、ALB では水深は結構捉えられるかなというふうに思っていますので、そういうところでもしかしたら使えるんじゃないかなと思っているのと、あと別のグループの方のあの瀬淵の研究で、反射強度を使ってその水面を抽出するというようなことをやられていてその反射強度は水面だけではなくて河床材料とかも大雑把に類推することができますのでそういったところで、環境であれば礫とか瀬淵とか物理環境の何をみたらよいのかわかれば的を絞って研究が進められると思います。

【武内】

ありがとうございました。時間になってしましまして、最後にですね、原田先生から総括としてまとめつつ意見をいただければと思います。

【原田】

先ほども言いましたけれども、環境目標を持って河道管理をするということは河積だけではなくてその環境の変化も含めて現場で確かめながらそれを手入れしていく、河川技術者はおそらく環境エンジニアになってくってということだという風に私は考えております。今日の OS でも 4 題のお話をいただきましたが、環境というものをエンジニアリングとして扱い得るだけのツールがかなり揃ってきてるっていう風に考えています。多分次なる段階は、これをワークフローとして現場でどう実践するかで、今の仕事にどうはめ込んでいくかではなく、こういうものが使えるようになった時に現場の河道管理は、あるいは河川技術者の仕事がどう変わるのかっていうことをですね、どんどん若い人たちからもアイデアを入れて実践していければと思います。

【中村】

国内では河川がトップランナーで動いてるって話したんですけど、多分世界的に見てもですね。多分トップランナーに近い部分に今いるんだと思います。環境はやっぱ定量的に目標を立ててやるという風にした関係で、今後各地でいろんな試行やケーススタディーが行われると思います。その中で環境の人たちはもちろんですけど、水文とか土砂水理学に対してもリクエストが多分たくさん出てくるんじゃないかと思っています。

【武内】

はい。では以上をもちましてですね。オーガナイズドセッションを閉じさせていただきたいと思います。この後もですね、対面発表、オンライン発表ずっと続きますので、今日一日盛り上がっていただいて明日以降の活力にぜひつなげていただければと思っています。それではどうもありがとうございました。