

# リバーフロント研究所座談会 望ましい河川環境の保全と創出



## 出席者

中村 太士	北海道大学 名誉教授
萱場 祐一	名古屋工業大学 教授
瀧 健太郎	滋賀県立大学 教授 リバーフロント研究所 技術参与
塚原 浩一	リバーフロント研究所 代表理事
内藤 正彦	リバーフロント研究所 業務執行役

(敬称略)

(本稿は、令和7年9月25日に座談会を行い、紙上スペースの関係で、編集部の責任により編集したものです。)

【内藤】 河川生態学術研究会の緊急提言やあり方検討会の提言(提言「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」)が出され、河川環境の定量目標を定めて整備計画等に反映させる取り組みが進みつつあります。本日は、河川環境の定量目標はもとより望ましい河川環境の保全と創出についてのお考えをお話頂き、研究者や建設コンサルタント等の技術者、国、都道府県、市町村等も含めた実務者の皆さんへの示唆やエールになれば有難いと



中村太士名誉教授

と思っています。まず、問題提起も含めて自己紹介をお願いします。

【中村】 去年大学を退職しました。現在は、現場がよくなってほしいという思いから、楽しみながら、具体的に川が変わっていく姿を見られるような仕事に携わっていきたい、それを今後、あと5年ぐらいはやっていけたらと思っています。

私は、SIPでグリーンインフラのプログラムマネージャーをしていて、今年、その関係でイングランドに行きました。例えばグリーンインフラは、多機能性が重要だと言われていますが、イングランドで説明を聞いて、それは逆だと思いました。ネイチャーポジティブ、カーボンニュートラル、気候変動適応、ウェルビーイングといった全てを満たすのがこれ



図1 技術・制度に要求される普遍的価値

からの技術であると彼らは説明するんです。普遍的価値というか、技術であれ制度であれ、この4つ全てを満たすようなものが重視されるといったメッセージを感じました(図1)。

これまで我々は、グリーンインフラには多機能性がある、治水にとってもいいけど、ほかにレクリエーションや生物多様性保全のベネフィットもあるといった説明をしてきたんですが、それは違うだろうと。実はそれが当たり前であって、例えばカーボンニュートラルしか機能しないような技術や制度は、駄目なのではないかと。日本では、ネイチャーポジティブ、サーキュラーエコノミー、気候変動適応、ウエルビーイングの4つがよく言われていますが、これからの河川に関する技術は、一つの機能だけだと駄目で、これを全て満たさなければならないのではないかと思います。

あり方検討会の委員長をやりましたが、その提言が技術として定着するかどうかはこれからです。私が携わっている十勝川では、基本方針の見直しが終わり、整備計画の実現に入った段階です。ひとまず定量的な環境目標を「生息場」で設定するということが、自然再生であれネイチャーポジティブであれ、未来に向かって良くしていくことが重要だと思います。昔は、例えば、みんなが共通に良い川の環境が残っていたと感じる昭和50年代に戻そうという議論が行われてきました。そうではなくて、ここでは、昭和50年代は良い環境であったので、これを参考にして定量的な環境目標を定め、何とかこれに近づけていく、超えられるものは超えていこうと

いうことです。

生態系ネットワークについては、現在、リンクが切れているところにハビタットを創出することで結びつけていくという議論をやってきています(図2)。生態系ネットワークは、英語だとエコロジカルネットワークとするのがよいと思います。エコロジカルネットワークには、生物間相互作用のネットワークとハビタットのネットワークがあります。国交省のいうネットワークとは、ハビタットのネットワークだろうということで、本省の水管理・国土保全局とは、5つの類型にしようとしています(図3)。縦断的、横断的の説明は不要でしょうが、垂直方向とは湧水や間隙の流れです。水路網とは、本流と支川の繋がり、例えば本川にダムができたときに、支川が代償的に生物のハビタットとして機能するといったことです。水系をまたぐとは、大型鳥類などを考慮したものです。川と人々のつながりは異色で



図2 生態系ネットワークの検討

### 生態系ネットワークの類型ごとの分析イメージ(素案)

○各水系における生態系ネットワークを分析する際には、生物の生活史から必要とされる生態・繁殖環境に応じた、縦断、横断、垂直、水系間、水系間など生態系ネットワークの類型ごとに現況や課題等を確認・整理することで網羅的な分析が可能となる。

#### 生態系ネットワークの類型(例)

生態系ネットワークの類型	例示
I. 縦断的なネットワーク	ダムや堰など、横断工物による遮断・遊魚等の分断の解消
II. 横断的なネットワーク	護岸や堤防等による本川と水田・水田等の行き来
III. 垂直方向のネットワーク	地下水と表流水のつながり(例えば湧き出しなど)
IV. 水系の中(水系網)のネットワーク	本川と支川との関係。例えば本川で減少している種の個体群を支川で維持するなど。
V. 水系をまたぐネットワーク	大型鳥類など行動範囲が1水系にとどまらないもの
VI. 川と人々のつながり	地域経済の活性化やにぎわいの創出に取り組みのもの

※このネットワークはhabitat networkではなく、グリーンインフラの多面的機能を活かすもの



図3 生態系ネットワークの類型



すが、これも大事なので加えています。ただし、生態系ネットワークに入れるのがいいのか、グリーンインフラの機能として入れるのがいいのかはちょっと分かりません。ちなみに、グリーンインフラでは、12類型のハビタットを基本に考え、そのグリーンインフラをつなぎ連続性を確保していくことが生態系ネットワークであるという形で、川の管理について定義してはどうかと思っています。

石狩川では、生態系ネットワークの協議会をつくって取り組んでいます(図4)。イトウについては、ダムの人造湖による陸封のイトウの健全な個体群があるんですが、どうも一部はダムを下って下流側にも棲んでいます。陸封の方をつなげると、安定している個体群がかく乱されてしまうかもしれないので、まずは下流側の方を何とかできないかと考えています。石狩川では、今、サケは旭川まで上っています。もう少し頑張ればイトウが海まで下って、やがて2mのイトウが見れるかもしれないという夢を描きながらやっています。タンチョウの生息地としては、石狩川では約60から70kmのショートカットの後、堤防内外に何十箇所と残った旧川跡地が重要だと思っています。そういう場所で湿地帯をつくれば、タンチョウのハビタットが難なくできるだろうという感じがします。協議会に46自治体に参加していますが、会議は顔見せと皆さんが名刺交換して、勝手に動き出してくれることを期待しています。国がやれることは限られています。自治体や企業も入ってくださっているので、経済的なものも一緒に議論していただけるといいなと思っています。

【萱場】 私は、現場の実力をどう上げていくか、そのために、みんなが同じように物を見られる尺度をどう作っていくかが大事だと思っていて、そのための技術論をどう組み上げるかを考えています。



図4 石狩川流域生態系ネットワーク協議会

河川生態学術研究会の緊急提言では、河川環境の定量的な目標について議論を開始すべきと書きましたが、その後、国交省で、整備計画で目標を立てるところまでやって頂きました。ただ、目標を達成するための技術論は未完成です。そのベースになるのは、



萱場祐一教授

現況をどう評価するかというところだと思います。人によって見方が変わらないよう、見方を統一していくことが大事だと思っています(図5)。

川の環境なので、流量、水温、土砂のレジームなど、いろんな要素が含まれます。こういったものが、過去と比べてどう変化しているかということを経況評価でやらないといけません。

生息場所は大きく陸域と水域に分かれますが、そのバランスが変化していないか、砂州形態が変化していないか、みお筋の低下や川幅縮小が起こっていないかといったことを関連づけて見ていく必要があります。

そこで大事になるのが、ベースになる河道地形と植生です。工学と生態学の境界領域と捉えて、陸域比高の増大、みお筋の低下など、あるいは、攪乱依存種、氾濫原依存種の減少など、生息場所に関わる項目を、河道地形の形成要因である河道特性量や洪水外力との関係においてどう見ていくのかということをもとめて現場に提示していくことが大事だと思っています。

さらに、結果としての生物についてはどう見るかということがありますが、土研の自然共生研究センターの森センター長がいろんな取りまとめの仕方を提案していて、こちらのほうは進んできていると

#### 現況評価に必要な項目とポイント

- 流量、水質・水温、土砂流送量は変化していないか？
  - ・ 年最大流量、豊平低濁、各水質項目、水温
  - ・ 土砂をどう見積もるかは課題
- 陸域、水域のバランスは変化していないか？
  - ・ 複列砂州の単列化、単列砂州のみお筋低下と川幅縮小
- 河道地形、植生の分布が大きく変化していないか？
  - ・ 陸域比高の増大、みお筋の低下、砂州の単列化
  - ・ 攪乱依存種、氾濫原依存種の減少、乾性植物・外来種の増大
  - ⇄
  - ・ 河道特性量、洪水外力と関係するので、これらも整理することが大切
- 各分類群の各種の在・不在は大きく変化していないか？
  - ・ 特に、重要種の在・不在、水辺に依存する種の在・不在
  - ・ 森センター長の指標がアウトプットの一つ

図5 現況評価に必要な項目とポイント

感じています。

今話したことを図にしました(図6)。上から、水域と陸域のバランス、その次が景観要素や生息場所の要素、その下に生物種となっており、左側が水域に近い部分、右側が陸域に近い部分となっています。一番上に攪乱域と非攪乱域とありますが、一番問題なのは、攪乱域です。水の影響を受けて河川性もしくは氾濫原性の生物が住める環境がどの程度あるかというのが大事なんですね。どうやったら攪乱域が増やせるのか、その前段として、昔と比べて攪乱域がどれだけ減って、河道特性との関連でどう診断されるかということを技術論として明確にしていく必要があると思います。

生息場所として、河川環境管理シート(以下、「環管シート」)で挙げられた環境要素12項目が、河道地形を見てどういう場所に分布しているかという関係が明瞭でないことが課題だと思います。結局、環境要素で目標を立てても、その要素を増やすために河道をどういじればいいのか、現場で予測できな

いと困ります。そこを我々研究者が、既往研究をレビューしつつ、新しい知見を取りまとめて現場に提案していくことが大事だと思います。

生息場所を陸域と水域で分けた場合、陸域についてはかなり研究が進んできていて、例えば、氾濫原性の植物がどんな冠水頻度で生えるかといったことは結構分かってきています。一方、水域のほうは、定量的にはまだ分かっていなくて、水生生物、特に魚類の生息環境を考えるうえで、瀬淵構造の三次元構造や、より明瞭な指標である物理環境、流速・水深分布といったものと関連づけて明らかにしていく必要があると思っています。

時間的に変動する場をどう評価するかを今、考えています。水国の基図調査の2006年から2021年の4時期のデータを使って植生群落をクラスタ化しました。グリッドに分け、各グリッドに出現する4時期の植物の群落の組合せを使ってクラスタ化したもので、5つのクラスタに分かれています(図7、図8)。クラスタ1は、開放水面(薄い水色)と自然

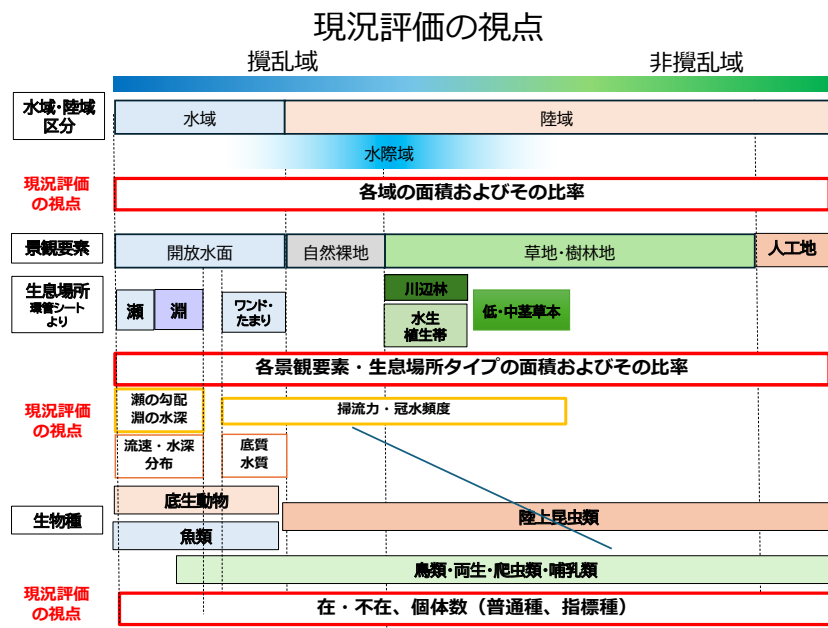


図6 現況評価の視点

群落クラスタの内訳

4

天竜川における群落クラスタ

3

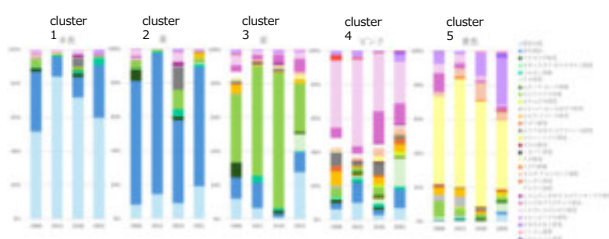


図7 群落クラスタによる分析例

● 浜北大橋付近  
・ 河口から18.4~21.0km付近(浜北大橋~新東名天竜川橋)



図8 天竜川のクラスタ分布



裸地（青色）が多いんですが、年別に見ると、総量は変わっています。一つのグリッドで見ると自然裸地だったり水面だったり、たまに植物が入ってきて、また水面になってといった変化がある。この変化も含めてクラスタ化することで、攪乱の影響がある範囲をスナップショットじゃなくて一定の期間で見ようとしています。クラスタ3までは健全な植生を維持しているように見えますが、クラスタ4になるとシナダレスズメガヤ（薄い桃色）やセイタカアワダチソウ（赤紫色）などの外来種の草本群落結構多くなっています。クラスタ5は、クズ群落（薄い黄色）が多くなっていて、クラスタ4と5はなるべく減らしましょうというようなことが言えるかと思います。では、クラスタ3まで確保しようと思ったら、流量が必要なのか、それとも土砂が必要なのか、河道の横断線形をどう変えればいいのかということをアウトプットとして出せるように、研究を進めていきたいと思っています。

【瀧】 研究では、ひとつは流域治水的なこと、氾濫シミュレーションによりハザードマップを作るといったことをやっています。

民間を経て18年間、滋賀県庁の職員として働き、ちょうど20年前に当時のリバーフロント整備センターに出向してきました。



瀧健太郎教授

リバフロ業務で兵庫県安室川のチスジノリを増

やすための検討を行いました（図9）。流況を解析し、水温データと紐付けて、チスジノリの適地推定モデルを検討しました。農業用井堰の連続転倒や、人力で川を耕したり形を変えたりすることでチスジノリが増えるのではないかと検討しました。さらに実際にフラッシュ放流や川を耕す実験を行い、チスジノリが増えたところを確認しました。企画、計画、設計、施工、モニタリングまでの一連の流れをリバフロ在籍の2年間で経験できました。平水時の流況解析をして現場で胴長履いて川に入ったらそのとおりになっていたり、適地推定モデルで検討した結果を実際に現場でやってチスジノリが増えたりとかの感動と喜びが印象的です。

他には、治水と環境を併せて流域全体が健全になっていくような、統合的流域管理のような研究も行っています。

最近のトピックスは、流域治水の検討ができる



図9 研究概要

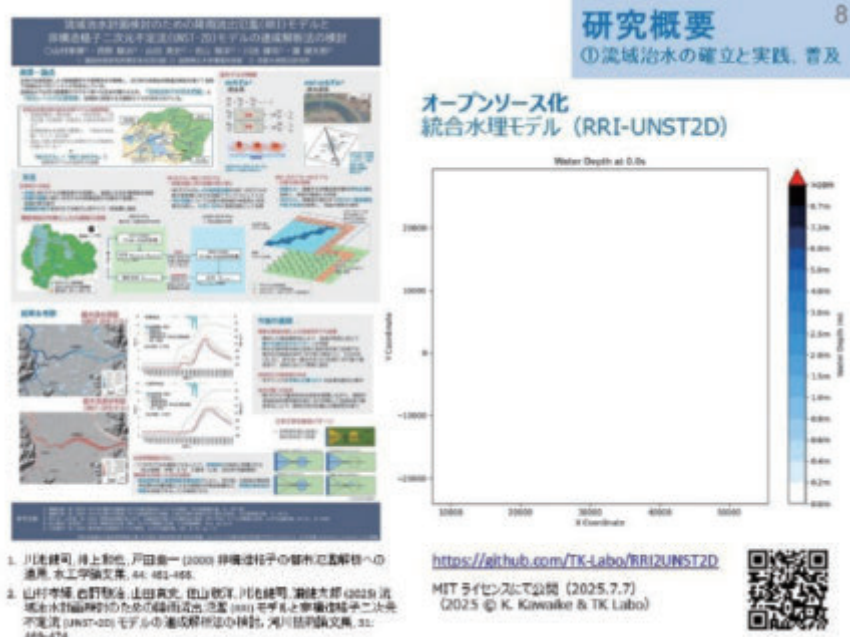


図10 流域治水の検討ツール

シミュレーションモデルをオープンソースにして公開しました(図10)。今、問合せを多く頂いているので、誰でも使えるように、使い方解説の動画(YouTube)をつくっているところです。

リバフロで経験したチスジノリを増やすための一連の流れが面白くて、その続きをまだやっています。滋賀県立大学の近くに犬上川が流れていてそこにハリヨという湧水生の生き物がいます。学生たちと一緒にドローンで地形を撮り、流況解析、河床変動解析を行い、水温も取りながら、ハリヨの適地推定モデルをつくりました(図11)。それまで未確認でしたが適地推定モデルで可能性の高い場所に行ってみると、実際に見つけることができました。ただ、このハリヨがいるワンドはほとんど残っていません。そこで、河川環境の定量目標を決めるときには、例えば、この区間ではワンドが平均的に5つ程度あればよいと決めればよいと考えています。

技術者育成において、川への働きかけとそのレスポンスの一連の変化を経験するのが、実は河川環境を守るとか、考えるとか、理解する上で重要だと思います。すぐに川の応答が分かるというところでは、「小さな自然再生」があります。チスジノリの経験もまさに小さな自然再生で、農業用井堰を5つ連続転倒させてフラッシュ放流させるといったことをやりました。また、リバフロにも協力していただいて『はじめての魚の居場所づくり』という小さな自然再生の入り口の本をつくりました。滋賀県庁のホームページに載せていますが、いろんなところでダウンロードしていただき大きな反響がありました。

やはり、企画から計画、設計、施工、モニタリングまでやると理解が進むし、楽しい。1回理解すると、マニュアルを見ても腑に落ちるし、命が吹き込めるんじゃないかと思っています。

【内藤】 河川環境についての取組を動かす素地は

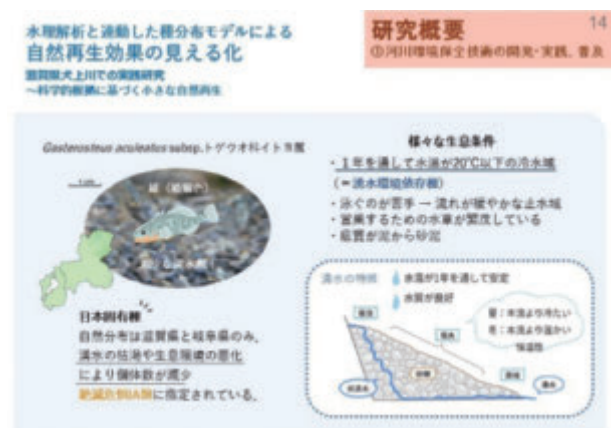


図11 ハリヨの適地推定

出てきていますが、それを実際動かして現実のものにしていくところには、いろいろと課題があると思います。実務者が動くに当たって参考になるようなことがあればお話を頂ければと思います。

【中村】 環境目標の議論とか整備計画で具体的に実施計画になったものを見ると、例えば、掘削したら礫河原が一見できたように見えますが、遷移や上流からの土砂や流量の違いによって、変わっていくんですね。そこをどうするかはまだゼロだと思うんです。土研の森さんがやっている生息確率も、場がずっと維持できれば、確率は上がるのですが、場が変わることでどう変化していくかまでは見えてない。

萱場さんの説明にあったクラスタが最終的なゴールである環境目標にどう結びつくのか、教えてください。

【萱場】 天竜川のクラスタの分布(図8)をみると、青や緑のグリッドが攪乱域と言えるようなクラスタになっています。中身を時系列で見ると、クラスタ1から3は、比率が変動しつつも大きく変わるというものではない。そうすると、クラスタ1から3はある程度動的平衡だと見ていいのかなと思います。また、クラスタ1から3は、全域に対する面積比率として結構大きいので、天竜川のこの区間であれば、それほど変なことは起きていないのではないかと見てとれます。

しかし、例えば関東の荒川の中流域で解析すると、昔は河原と水面だったクラスタに、草本群落や樹木が入ってきているようなクラスタが出てきます。そうすると、攪乱域が縮小していることがわかるので、診断結果としては、攪乱域に棲む生物が少なくなるといったような判断ができます。

また、攪乱域が縮小しているなら、二極化を是正するような河道掘削をかけて攪乱域を広げること等が選択肢となります。その結果、環管シート12項目でいう低・中茎草地から始まる攪乱域の要素が増えるという結果になると考えられるのではないかと考えています。

【内藤】 河川水辺の国勢調査のない河川では、物理環境のデータしか取れないのでどうするかというのが課題です。そのような河川では、瀧先生から説明された、前提として一連のプロセスを見ておくというアプローチは有効です。忙しくて時間が取れないという現実もありますが、研修としてでも経験してもらいが必要ではないかと思っています。

【瀧】 最近教材を開発していて、実際にiRICで流



況解析をして、カワラハハコの分布データで適地推定モデルをつくって、川の形をちょっと変えたらカワラハハコがこれだけ増える、減るというのをシミュレーションします。無料のソフトウェアを利用し、サンプルデータとサンプルプログラムを用意しました。これを使って、近畿地方整備局さん、自治体さん、コンサルさんとかに行って研修を行っていて、現場で小さな自然再生を行うプログラムで、2日間で行っています(図12)。



図12 教材の開発

【中村】 それはいいですね。実感できるとすごく変わると思います。

【萱場】 中小河川は技術基準が随分前にできて、『多自然川づくりポイントブックⅢ』もできたんですけど、こういう河道をつくったらどういう生息場ができるという情報ってないんですよ。河道法線は直線化するとか、川幅はなるべく広げるとか、そういうことが書いてあるんですけど、その結果として何が起きるかということはそんなに詳しく書いていません。現場の人の実感として、河道をさわると何がどうなるという因果関係がよく分からないんじゃないかと思います。また、現場を動かそうと思ったときに、環境と治水をどう調和させるかということが大事です。河道の安定や下流の洪水流量低減にも多自然川づくりはある程度効果があるということがポイントブックⅢにも書かれていますが、あまり前面には出ていません。ポイントブックⅢが出てから10年以上が経つので、アップデートをかけることが必要だと思います。

また、最近、生成AIの発達がもの凄い勢いで進んでいるので、河道の横断形状と生物情報を入れると原因を探索するようなことは多分そのうちできるようになるんじゃないかと思います。将来的にはそういう技術者をサポートする仕組みを考えるのがいいのではないかと思います。多自然川づくりの

エキスパートは何人かいますが、新しくそのような人を育てるのは相当大変なので、そのエキスパートのAIをつくったらいんじゃないかという話をしていました。

【瀧】 機械学習などのAI技術を使うと、河道の変化に対する生物の応答をある程度見ることが出来ます。しかしながら、一定の前提をおいたモデルである以上その結果を鵜呑みにはできません。そこで、小さく試してみて本当かどうかを確かめて実感とつなげていくのが大事な気がします。

最近、国交省の事務所の方が、iRICの使い方を知りたいと連絡をくれました。自然再生計画が終わって維持管理予算しかないけど、伐採や土砂撤去の順番をどうしたらいいか、また、最近みお筋の固定化で護岸が崩れないか心配で、バープ工を置いて対策できないかとお話しされていました。歴年の河道データを iRIC に入れて、流れが変わる場所や固定化する場所を見ながら、バープ工を置いたらどうなるかを計算して、学生と一緒に、その職員さん達にも一緒に勉強して頂きながら進めました。そうすると、皆さん目をキラキラさせてくれるので、それがすごくいいなと思います。また、シフティングモザイクというか、どう川が遷移しているかということも、現場を見続けている職員さんは分かっておられたりするので、現場技術を信じながら進めるのも大事だと思います。

【塚原】 一連のパッケージとして、いろんな検討を手軽に事務所でできるようにするのが理想なんですよね。今は、いろんなことができるようになってるので、それを現場に定着させられるといいのですが。

【萱場】 最初に動かすまでが大変ですよ。そこがサポートできれば、現場の人が興味を持つんじゃないかと思います。地元の研究機関とか大学とかと絡みながら、現場をサポートしていくということはやったほうがいいですよ。

純粋水理学の研究領域に閉じこめるのではなく現場のサポートのウエートを増やす方が日本のためになるだろうと感じています。

【中村】 去年、あり方提言が出た後、札幌の応用生態工学会から頼まれて講演を行いました。その後2回目を頼まれたのですが、具体的にやらないと駄目だと思ったんです。それこそ生物や生息場を調査し、計画論を作るまで一貫通貫で検討するとか。それを聞いた第一の反応は、データがないし、お金もないと。僕、怒っちゃったんですよ。やれない理由を

探して何が楽しいのって。やれない理由を探す暇があったら、やれることを考えたらって。もしお金があったらどんな調査を行うの、どんな環境目標を立てるの。その場は静まり返っちゃったんですけど。

でも、その後の反応がうれしくて。直後のワーキングには50人くらい集まりました。対象河川を決めるところから始めて、環境DNAとか、設計とか、ドローンとか、得意分野によって5つぐらいのグループに分かれ、具体的にまず調査から入ろうということになりました。昔の空中写真からどこがどう変わってきたか、環境DNAでどこに何がいるとか、みんな手弁当で勝手に動き出したんですよ。何の仕事も受けていないのに。みんな楽しそうなんですよ。

何を調査したら、環境目標なるものがつくれるんだと。補助河川も、直轄河川と同じ12類型でいいのから考えようと。僕も一緒に現場を見たりしています。小さな自然再生(図13)で施工までやろう、その結果もモニタリングしようとしていて、そこまで行けば実感が持てると思うんですよ。

### 小さな自然再生



図13 小さな自然再生

【瀧】 とにかく1回経験するというのは大事な気がします。経験があると、どの立場でもどの部署でも、全体が見え、他のことや概念的なことへの解像度もぐっと上がります。それが、河川環境目標の達成に繋がると思います。

先日、ある県の研修で、iRICと自然再生の講義を行いました。土木事務所の職員さんは積算と工事で時間の大半が奪われるんですが、事務分掌以外のいわば余分な仕事に2割の時間を充てることが決められているそうです。この2割でiRICをやりたいと仰っていましたが、そういった自由な研鑽の時間も大切だと思います。

【萱場】 中小河川は、川を変えたときのレスポンスが分かりやすいので、都道府県の方の技術者が実感

して業務につなげていくサイクルが作りやすいですよ。直轄は分業体制になっているので難しいところかもしれません。中小河川だと法線形をものすごく変えたり川幅を2倍にしたりもしますが、直轄は堤防の位置が決まっていて、その中で断面形をどう設定するかとかになります。生息場所の解像度も、水際植生帯が水中か陸上かで全然機能が違うので中小河川だと細かくみたりしますが、直轄はそこまで見れないので。そのあたりに、中小河川と直轄の技術の違いがあるような気がします。

【中村】 樹林化一つとっても、こういう条件でこう掘削すれば樹林化しないということではできてないですよ。一番の悩みは、遷移や攪乱をハビタットの定量的な目標にどう結びつけていくかです。動的平衡の河床の縦断線形を決めるのも大変なのに、平面形状も含めた三次元形状の動的平衡をやらうとしているんですよ。簡単にこの謎は解けないだろうと思います。

演繹的に、流量と土砂の量からこういう形のハビタットができるとか、その方が格好いいけど、待っていても未来永劫できないのではないかと感じます。人の利用など様々な要因が絡んでくるので。

帰納的でいいので、こういう経過があったので、こういう形にするとうまくいくんじゃないかみたいな。そして、モニタリングしてフィードバックをかける。こういった動的なハビタットの維持、管理を、現場に伝えていくべきだと思っています。そうしないと、環境目標をつくったけど維持できないということになると思います。

定量的な環境目標として、僕の頭の中には最初から動的な検討イメージが入っていましたが、そうはいっても自分でもできないというのがあって、今回は、掘削の段階である程度つくるということに取りあえずしたんですよ。

【萱場】 結局、動的な話になってくると、水と土砂の流れの話になってくるので、そことの関連がまだ研究としては相当弱いじゃないですか。上流にダムがある川と、ダムがないけど二極化しているような川だと、対策が違うと思うんですけど、その辺の区別もついてないんですよ。

【中村】 それを待っていると、現場は動けなくなっちゃうので、現場が動けるようにしたいと思いました。だからといって掘削したらその形状のまま維持できるとは思ってほしくないですよ。ハビタットが維持できるような掘削の仕方といったものは必要だと思います。変動している場所でハビタットの



ために掘削を入れてもどのみち変動するだろうから意味ないだろうとか。そういう大掴みな指針が必要だし、時間軸を入れたハビタットの維持みたいなことを様々な河川で検討しなくちゃいけなくなってくてんと思います。

【萱場】 川を俯瞰できる技術者を育てることが大事ですよ。中小河川は、現場で体験して実感を得る部分があると思いますが、直轄河川だと、茫洋としていて、レスポンスに時間がかかるし、一連のサイクルすべてに関われないということもあるので、どうしたら伝わるのかを今までずっと考えています。

【中村】 ハビタットのために掘削しても僕はきつと失敗すると思っていますよ。掘削して礫河原をつくっても、例えば細粒土砂が堆積すると植生遷移が起こって変わるので。その時に、失敗したというのではなくて、そうなることも許容する環境目標にしておかないと。失敗の可能性があっても、かといって、それ以外の手法は誰も持ち合わせていないのだから。でも、現場が環境目標をハイウォーターレベルと同じように捉えて、目標値を少しでも下回ったら駄目じゃないかと思ってしまうことを危惧しています。

【塚原】 中村先生がおっしゃったように、目標は、変動を許容するように書かなければいけないと思います。

今までは、環境の目標がないから、結局、環境をみんな見ていませんでした。分析するかどうかは別にして、職員の皆さんが見て、ちょっと違和感があるなと思ってくれるだけでもいいと思います。それが積み重なっていくと、柔軟な目標の見直しに繋がるとかと思っています。

【中村】 河川分科会の資料で横断面に植物などが表現された図が出てきますが、あの表現の仕方が気になっています。横断面では、ハイウォーターレベルは分かります。でも、生物の絵を描いて、ここは低いから湿地だとか表現されていますが、イメージできないと思っています。平面図がいいし、できれば三次元がいいんですよ。

今、都市分野ではデジタルツインに取り組まれています。一方、河川についても先日見せてもらったのですが、樹木も再現され、見回すこともできるので、その地域がこんな雰囲気になるというのが見えるんですよ。将来、例えば環境目標で掘削したときに、流速の違いを三次元で視覚的にも理解できるようにできるのかもしれない。

環境目標を達成した後の河道の姿を見せる場合、

横断面図では難しい。十勝川では、ワンドを斜めに切ってくれとか、向こう側を高くしてくれとか、狭くしていつてくれとか、そういう施工を行う予定です。そうすると、横断面だと、どの断面を取るかで形が変わります。地域とのコミュニケーションとしても、三次元の表現方法が必要だと思います。

河川環境も、平面図のほうがまだ分かります。断面図だとハビタットを表現できないので、分かりづらいのです。

【萱場】 湿地や中茎草地などが、どの場所にできるか。物理環境との対応はある程度分かるので、その場の物理条件を示すと、どのハビタットかがわかるようになると思うんですよ。ただ、攪乱域で、砂州が移動して壊れたり再生したりするといったときに、図面をどう読み込むかは結構難しいですよ。

【内藤】 環境要素12類型毎に図面の描き方の典型みたいなものを示せる可能性はあるんでしょうか。

【萱場】 中茎草地だったら冠水頻度とか、砂州のこういう平面位置に大体出ているとか、そういう情報は整理すればある程度示せるかなと思います。長良川で歴年の空中写真を見てみると、直線状の河道で交互砂州が移動しそうな場所でも、意外と移動していないとかあるんですよ。

今日は、キーワードとして攪乱やシフティングモザイクが出てきましたが、それも、川によって強弱があります。そうすると、攪乱が強いところは適当につくってもいいのかもしれませんが、弱いところは初期形状がすごく大事です。

【中村】 萱場さんの話の軸は、攪乱域と非攪乱域で分けていくということですよ。

【萱場】 複列砂州や多列砂州の河川はそういう軸でいいと思います。しかし、単列砂州で蛇行しているところは、意外と位置が変わらなったりするんですよ。だから、攪乱域みたいな見方で大まかに見ていいと思いますが、もっと細かい地形まで考えなければならぬのかもしれない。そこは、研究レベルとして、掘り下げないといけないところだと思います。

【中村】 応用生態工学の立ち上げから関わっていますが、最近、やっと応用生態らしくなってきたと思っています。今までは、調査では、生物系の研究者・実務者の多くは生物だけを見ていました。でも、環境目標が最初に頭にあると、どんな場所にどんな生物がいるかというのを繋げて見ていくじゃないですか。それを設計に活かすということになると、より高度なものが求められます。さらに生

活史まで含めて考え出すと、例えば、産卵する場、稚魚がいる場、親魚がいる場など、生活史が閉じるようにハビタットを配置するとなれば、相当ハイレベルになります。応用生態工学会は、生態学会がやっていないことをやっていける、そういう基盤になってくるような気がしています。これまで、生物の人たちは、生物に配慮しない河川事業の結果、生物がいなくなったって言うてきました。今、定量的な環境目標という、それを変える手段を持てたのです。それを最大限活かすことは、まさに応用生態工学らしいテーマだと思います。

ダムも、定量目標を持ってほしいと思っています(図14)。温暖化の影響が顕著になっているのでやりづらいところはあるんですが、今までのナチュラルフローレジームに生物は適応し進化してきたと考えるならば、現状のナチュラルフローレジームをよしとして、そこからあまり乖離しないようにしよう。北海道の場合だと融雪洪水になりますが、それをどう活かしていくか。将来的には生息場のスナップショットだけを議論しても無理だから、フラックスをよくしていくことを考えるべきです。その因果関係は難しいので、研究としてやっていく領域だと思います。流量は、ナチュラルフローレジームが基準になりますが、土砂のナチュラルセディメントレジームは難しいです。ですので、置土、通砂、排砂のボリュームを評価して、その効果をエビデンスとともに伝えていく。

### ダムにおける定量的環境目標の整理



図14 ダムにおける定量的環境目標の整理

ダムの環境目標という、みんな難しがありますが、例えば、これぐらいの粒径を全流砂量の10%置土してモニタリングするとかすれば、今、静的に見ている下流の河川環境にいい影響が出てくるんじゃないかと思っています。

【萱場】 長良川で平水位掘削して、砂州の上部を刎ねました。そうすると、上から土砂供給されて、あ

る程度形は戻っていきますが、岐阜大の原田先生の調査結果によると、戻った土砂の多くは細かい材料でした。大きい材料は移動速度が遅いので、礫材料の供給量は相対的に下がるんですよ。そうすると、形状としては瀬が戻っているように見えますが、例えばアユに必要な大きい石がなくなるとか、河床材料の移動頻度が高くなって一次生産が落ちて環境収容力が下がるということが起きる可能性があります。だから、土砂の流送の問題も相当真剣に考えないといけません。特に水域は不明な点が多くて、瀬淵構造の適正な形や材料構成とか、それに対する土砂掘削の影響とか、ダムの土砂流掃量の減少がどう絡むかとか、その辺は未知の領域なんですよ。

【中村】 河川分科会の基本方針検討でも、必ず総合土砂管理が出てきますが、土砂の流送の議論しかなくて、ハビタットはほぼゼロなんです。米国だと、ダムはものすごく大きくて、洪水が来たら全部貯められる量を持っている。一方、日本のダムは小さくて、細かくピークカットするくらいです。そうすると、流量変化も大事ですが、やっぱり流砂系が大事じゃないかと思っています。できる範囲でいいので、流砂の連続性を確保するという環境目標があれば、変わっていくんじゃないかという感じがします。

【萱場】 四万十川で、生物相が貧弱になっているといった話を聞きました。その原因は何ですかと聞くと、自分で確認したわけではありませんが、河床がアーマー化しているということでした。

砂防ダムと治山ダムで土砂を止めているので、川底がかちかちになっているとの話でした。ザクザクした礫床のような産卵環境が減ってきている問題があると思いますが、まだ、あまり調べられていません。研究でも砂防ダムのスリット化で土砂が出てきて下流の河床が変化するという研究はありますが、まだまだ未解明な領域が多いと思います。

【中村】 長良川では限界河道的なことを言っていました、これ以上掘削しては駄目なラインは出てくるのでしょうか。それが出せると、もちろん治水目的で限界河道を超えて掘削するという議論もあっていいんですけど、堤内側や調整池で頑張るかといったことにもつながると思います。

【萱場】 どこまで掘れるかの境界をどう設定するかという話があって、河床だと岩が出てきたら駄目だし、利水施設の問題もあります。横断方向だと堤防防護ラインがありますが、それを守るより、堤防に掛かる外力を高精度に見積る、もしくは、堤防を



強化して防護ラインをセットバックするといった議論がセットだと思います。

治水技術を高めることによって環境の選択肢を増やすといった方向性もあると思います。

【中村】 どこをもって環境上アウトと言うかは難しいですね。例えば、砂利がなくなって露岩したらアウトでしょうが、先ほど説明されたような、今までの砂州が粒径の細かな土砂で置き換わって環境が悪くなっているようなことだと、限界を超えているかどうかは議論が分かりますよね。

【萱場】 一つの閾値を引くことはできないと思うんですね。だけど、例えば河道掘削の選択肢が複数あるときに、この選択肢だと生物相に対してこういう具体的な影響が出るのでバツですといったことは言えるようになると思います。今、そのための技術開発をしていて、陸域は植生動態、水域は瀬淵構造に着目して、掘削後のレスポンスの予測に筋道をつけていこうとしています。

水域については、瀬淵構造が過去と比べて変わっているというのは分かるんですよ。定期縦断測量の最深河床がみお筋のラインをとっているの。しかも長良川は砂州が移動しないので淵の位置もそんなに移動しません。そうすると、最深河床だけで瀬淵構造がある程度分かります。それを見ると淵の最深河床の高さはあまり変わっていないのですが、瀬の頭が刎ねられて、平坦な河道になっているということなんですね。

【塚原】 河道掘削のみ、河道掘削なしでダムや遊水地を設ける、その中間、といった代替案を幾つかつくって、環管シートの評価がこうなるといったことを示す。さらに、生物の予測の情報を付加して地域で議論してもらおうということかなと思うんですね。

【萱場】 河道掘削により環境目標が達成できないような河道になればもはや限界河道を突破していることにはなりますが、環境目標を下げるのか、もしくは、流域治水も含め貯留、浸透等で環境目標を達成するのかが議論すべきでしょう。

【中村】 そこは、ネイチャーポジティブですよ。ポジティブじゃないとアウトです。

【瀧】 ただ、どうしても河川環境目標が静的なものに見えてしまうので、例えば、形式上ワンドを〇〇個つくれば良いといった話になるかもしれません。本来は川の蛇行にあわせて消長するものです。単なる個数だけではなく、ここにどれだけ動的な話を入れられるかがポイントだと思います。

先日、国交省の事務所から、どこから伐採したら

いいかという相談を受けました。昔からの航空写真を持ってきて、ここで伐採するとみお筋がこう変わったとか、ここで伐採し過ぎて川が暴れてみお筋がこっちに寄ったとかの説明をされていて、動的な視点を持っておられると感じました。

みお筋が変わると、もとのところがワンドとして残りますが、それは動的にワンドができるということです。今までどおりの維持管理でどう川が動くのかはある程度予想ができます。それをベースに、整備計画と維持管理をセットで、川がどう動くのかを見ながら、河川環境目標の達成の具体的なアイデアを考えるのがよいと思います。

維持管理で5年に1回伐採するということであれば、裸地の状態と植生が生え切った状態の2つのシミュレーションをしてワンドが維持できるかを見るということなら可能です。人間が関わることによって起こる短い遷移であればある程度予想できるので、それは、維持できそうなワンドをつくるのに有効だと思います。

【萱場】 予測することを当たり前にしたいですね。昔の空中写真を見ようとすると、昔は事務所に足を運んで借りる必要がありましたが、今は地理院地図やGoogle Earthで見れます。ツールは揃っているの、あとは、使い方を習得するための学習コストを減らすことが必要だと思います。

【瀧】 河川環境の目標設定を整備計画だけでなく維持管理計画にも入れれば、河川環境を維持するために必要な維持管理を考えて、静的ではなく動的な目標を意識するのもかもしれません。

【中村】 それは、いいですね。どう書くのかはよく分からないけど、維持管理が入ると、みんなの意識もちょっと変わるかもしれない。

【内藤】 話は尽きませんが、本日は河川環境の定量目標など、河川環境の実務の現状と今後を意識して、非常に意義深い、また具体的な提案や実務レベルで参考になるお話などをたくさん頂きました。誠に有難うございました。

