

# 河川と流域の生態系保全・再生のための技術

崎谷和貴

## 1. はじめに

平成9年の河川法改正から四半世紀が経過し、環境が川づくりの重要な要素であることは、すでに常識となっている。平成18年には、すべての一級、二級、準用河川において、調査、計画、設計、施工、維持管理等の河川管理におけるすべての行為が「多自然川づくり」の対象であることが基本指針として示された<sup>1)</sup>。

近年の災害の頻発、激甚化をうけて策定された「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」（内閣官房、平成30年）により、洪水氾濫対策としての河道掘削等が全国的かつ大規模に推進された。さらに、令和2年度に「緊急浚渫推進事業債」<sup>2)</sup>が創設され、緊急的に実施する必要がある河川等の浚渫事業を対象として令和6年度まで交付税措置がとられることとなり、都道府県等が管理する中小河川の浚渫も全国的に進められている。

また、令和2年度には「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」（内閣官房）が策定され、河川整備を含む流域治水対策が進められているところ、特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律案に対する附帯決議においては「流域治水の取組においては、自然環境が有する多様な機能を活かすグリーンインフラの考えを推進し、災害リスクの低減に寄与する生態系の機能を積極的に保全又は再生することにより、生態系ネットワークの形成に貢献すること。」とされており、河川環境を考える上でも、流域の視点が重要となるものと考えられる。

本報告では、土木研究所における平成28年度から令和3年度の第4期中長期目標期間の研究開発成果を中心に、河川管理に資する河川と流域の生態系保全・再生の技術等について紹介する。

## 2. 河道内植生の管理技術

河川は流水の作用や土砂輸送により地形が変化

し、その地形変化や洪水かく乱は、植生の遷移、更新と、生物相の変化をもたらす。河道掘削を行う場合、その掘削断面は初期条件に過ぎず、掘削直後だけでなく、その個所に必要とされる治水、利水、環境上の様々な機能が、一定期間経過後に維持・増進されるのか、または失われるのかについても考慮して掘削断面を設定すべきである。

2.1では、その際に有用であると考えられる将来の植生を予測する技術について述べる。また、治水的に余裕のない箇所では、2.3で述べる再繁茂抑制につながる河道掘削手法が有用であろう。

一方で、予測モデルには限界がある。また、降雨等の外力は大きく変動する。予測と実際の誤差が出水1回あたりでは小さくても、やがて積み上がり、数年後には大きな差となる。掘削後の土砂堆積や樹林化の状況をモニタリングしていくことで、早期の対処も可能となる。また、堆積が著しく進んだ場合には再掘削を検討することになるが、その際、前回の掘削からの長期的な変化の知見を蓄積しておけば、それを予測に反映させ、より効果的な断面設定にて再掘削を行うことができる。

2.2では、モニタリングの効率化に繋がる植生の自動判読技術について述べる。

### 2.1 将来の植生を予測する技術

#### 2.1.1 群落クラスタ

将来の植生を予測するためには、河道の物理環境（比高、水際からの距離、掃流力等）に応じて植生変化を記述するモデルが必要である<sup>3)</sup>。

河川水辺の国勢調査（以下「水国調査」という。）（河川環境基図作成調査）においては、417の区分により群落が記録されており<sup>4)</sup>、そのままでは河道の物理環境と関連付けることができない。そのため、植物群落を生育場の物理環境によって類型化した空間指標「群落クラスタ」（以下「PCC」という。）を提案した<sup>5)</sup>。

PCCは、解析グリッドごとに植物群落と物理指標（比高、水際からの距離、掃流力等）を集計し、クラスタ分析を行うことで作成する（図-1）。

### 2.1.2 PCC動態モデル

PCC動態モデルでは、物理指標から更新、遷移を確率的に評価し、現在のPCCがどのPCCに移行するかを決定する(図-2)。ここで、遷移とは、草地が低木林化するなど植物の繁茂等による変化を、更新とは、洪水かく乱によって裸地化することを示す。

この手法を、梯川水系梯川に適用した例を図-3に示す。平成20年の植生を初期条件として平成25年の植生を計算し、平成25年の植生図と比較したところ、85%の一致を示し、良好な結果が得られた。

## 2.2 植生分布等の自動判読

### 2.2.1 AIによる判読

現在、全国の河川において航空レーザ測量による点群データが取得され、蓄積されつつある。レーザ測量のプロセスにおいては、河川管理上必須となる地面の標高(DEM)に加えて、航空写真、樹木などの表面の標高(DSM)も得られる。

土木研究所では、これらのデータから河川景観を自動判読する技術を開発している。ここで河川景観とは、開放水面、裸地等の区分のことである。

対象とする河川景観は、開放水面、自然裸地、草地、樹林地、施設地とした。その際、水理解析への適用も視野に粗度係数の違いを表現できる程度の類型化とし、また、水国調査における植物群落、群集項目との整合性にも配慮した。

入力データとしては、航空写真、近赤外画像、DEM、DSM、レーザ反射強度分布図を用い、機械学習の一つであるランダムフォレストを技術のベースとして自動判読AIを構築した。

### 2.2.2 学習及び検証

九頭竜川を対象河川とし、18~26kpを学習データとしてランダムフォレストを構築した。

次に、26~30kpを検証データとし、自動判読結果が実データと一致した割合を算出した(図-4)。この結果は、開放水面72.7%、自然裸地90.3%、草地75.6%、樹林地62.2%となり、一定程度の判読精度を有すること、特に自然裸地では高い精度を有することが確認できた。今後は、AIの強化学習により、精度向上を図る予定である。

この自動判読技術を用いることで、5年間隔の水国調査の間の植生変化の概略を把握することができ、また、2.1で述べたPCC動態モデルの構築

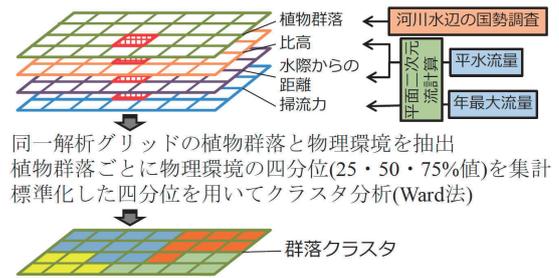


図-1 群落クラスタ(PCC)の作成イメージ

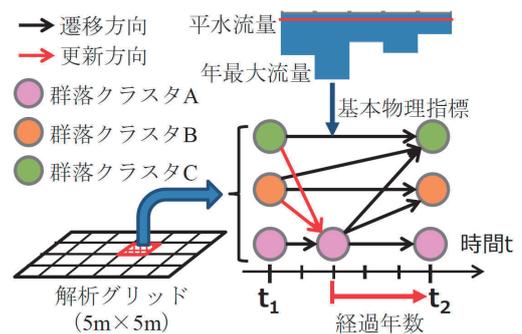


図-2 PCC 動態モデルの状態変化イメージ

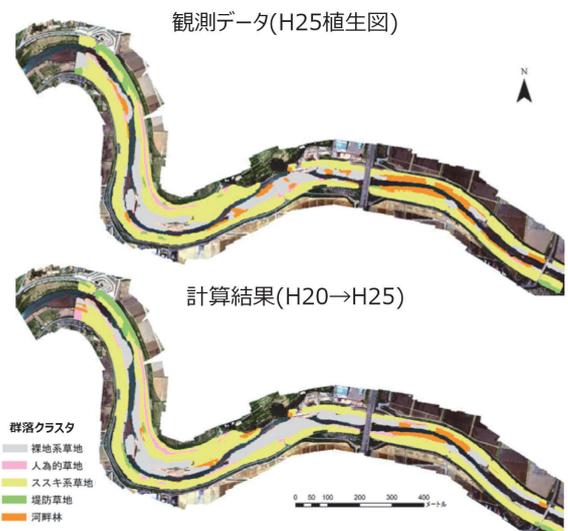


図-3 梯川への適用事例

の効率化にも繋がると考えている。

## 2.3 再繁茂抑制につながる河道掘削手法

一般的に、河川は上流から順に、山間地河道(溪谷部)、扇状地河道、中間地河道(自然堤防帯、移化帯)、河口域(三角州、感潮区間)に区分される<sup>6)</sup>が、ここでは中間地河道を対象に、河道掘削と植物繁茂等との関係を整理した<sup>7)</sup>。

中間地河道では、高水敷に粘土から微細砂が堆積するが、これらは出水時に山間地の供給源から一気に輸送されると考えられており<sup>8),9)</sup>、その輸

送量の多さから、条件次第で急激な地形変化が起こる可能性がある<sup>9)</sup>。

平水位以上の高水敷の掘削（以下「陸上掘削」という。）を行う場合（図-5）、掘削地盤高を下げ、平水位に近づけるほど高水敷の冠水頻度が高まり、土砂が堆積しやすくなると考えられる。また、高水敷高が平水位に近づくと、湿潤状態が高まり、これを好む植物の繁茂に繋がる<sup>10)</sup>。

低水路拡幅等（以下「水中掘削」という。）を行う場合（図-5）、粘土から微細砂は水中には堆積しにくいいため、断面変化は小さくなる可能性が高い。また、掘削地盤高を濁水位程度とすると、掘削面が年間を通じて水没し、植物は繁茂しにくくなる。

したがって、水中掘削は陸上掘削よりも掘削断面が維持されやすいと考えられる。一方、水中掘削は魚類等の生物に影響が及ぶことも懸念され、また、低水路の拡幅は流速の低下によって河道内の土砂堆積に繋がる可能性もあるため、注意が必要である。

### 3. 流域視点からの河川環境の保全

河川整備を行う際、河川管理者が改変するのは主に河川区域内であるが、悪影響であれ好影響であれ、その影響は周辺にも及ぶ。自然環境の観点から見ると、生活史において水辺が不可欠な生物の中にも、河川の特定の環境が必要なものもいれば、周辺も含めて水域がある程度存在していればよいものもある。河川整備を行う際には、事業実施区間のみでなく、周辺の環境も考慮に入れて、事業の実施可否や進め方を総合的に検討する必要がある。3.1では、この検討の参考となる、生息適地の抽出手法と保全の考え方について述べ、3.2では、実河川への適用事例について述べる。

#### 3.1 生息適地の抽出手法

河川は様々な鳥類にとって重要な役割を果たしている。このうち、水辺を長い脚で歩行しながら採餌する「渉禽類」は、高次捕食者かつ高い移動能力を有している種が多いため、河川生態系の指標となりやすい<sup>11)</sup>。このため、渉禽類の生息適地の抽出手法を検討した<sup>12)</sup>。

鳥類の行動範囲は河川内に止まらないため、周辺地域を含む範囲にて環境要因（森林、湿生草地等）に分類し、鳥類の種ごとの在・不在との関係

をランダムフォレストにより分析した。

#### 3.2 那珂川における解析結果

那珂川水系那珂川にこの手法を適用した結果、アオサギ、コチドリ、イソシギ、キアシシギにとって水田が重要であるとの結果となった。

また、コチドリは、夏期に水田または畑地が周辺に約5ha以上ある場所が、イカルチドリは、夏期に自然裸地が周辺に約1ha以上ある場所が、オオバンは、越冬期に開放水面が周辺に約5ha以上ある場所が、それぞれ生息適地となることが示唆

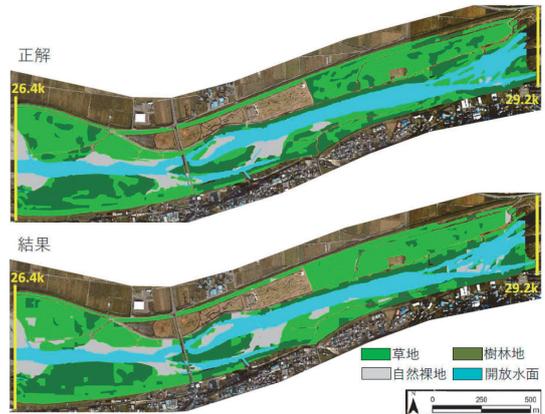


図-4 河川景観判読AIによる判読結果

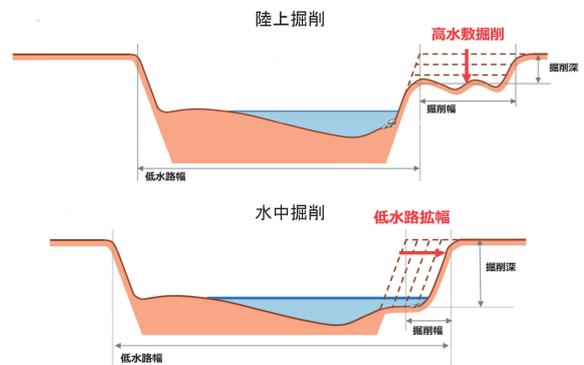
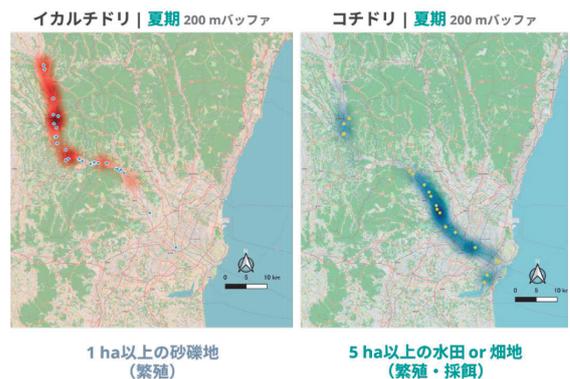


図-5 河道掘削イメージ



背景地図にはOpenStreetMap ((C) OpenStreetMap contributors) を使用

図-6 渉禽類の生息適地

された。この結果と実際の確認地点を地図で重ね合わせたものを図-6に示す。同じように砂礫地に営巣するイカルチドリとコチドリでも、生息適地は大きく異なっており、イカルチドリでは中上流域の砂礫地が、コチドリでは中下流域の水田、畑作地帯が生息適地と推察された。

河川環境の保全を検討する上では、河道内の湿地環境だけではなく、このような生息適地の条件をもとに流域における水田等の分布も勘案する必要がある。また、流域の視点に立ち、周辺の湿地環境が不十分な場所では、河道内の湿地環境を保全する重要性が高いことに留意する必要がある。

#### 4. まとめ

土木研究所では、令和4年度より第5期中長期計画に基づく研究を開始した。今回紹介した河道内植生の管理技術については、これを発展させ、気候変動に伴って水災害が激甚化する中で、いかに治水と環境の調和のとれた河道を計画、設計、維持管理していくかについての研究に取り組んでいる。また、流域視点からの河川環境の保全については、周辺地域も含めて容易に生物情報を取得できる環境DNAの活用の可能性や、河川事業を進める際に、いかに流域内の生物の分布を考慮するかといった研究に取り組んでいる。

昨今、生物多様性の損失を止め反転させるというネイチャーポジティブ（自然再興）<sup>13)</sup>の考え方が注目されている。自然そのものである河川を対象とする河川管理は、そのトップランナーであるべきと考える。土木研究所では、今後とも、河川管理の現場で活用できる研究開発成果を生み出し、その普及によって、ネイチャーポジティブな河川管理に貢献してまいりたい。

#### 謝 辞

本報告の研究開発の推進に当たっては、国土交通本省及び全国の各地方整備局、事務所にデータや現場の提供など、多大なご協力を賜った。ここに謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省河川局：多自然川づくり基本指針、2006
- 2) 総務省ホームページ：  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/c-zaisei/chihosai/kinkyushunsetsu.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/c-zaisei/chihosai/kinkyushunsetsu.html)
- 3) 藤田光一、李参熙、渡辺敏、塚原隆夫、山本晃一、望月達也：扇状地礫床河道における安定植生域消長の機構とシミュレーション、土木学会論文集、No.747/II 65、pp.41 60、2003
- 4) 国土技術政策総合研究所ホームページ：河川水辺の国勢調査のための生物リスト（植物群落リスト）  
<http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/system/seibutsuList.htm>
- 5) 田頭直樹、傳田正利、萱場祐一：新たな空間指標「群落クラスタ」を用いた植生動態の再現・予測手法の開発、河川技術論文集、第21巻、pp.301~306、2015
- 6) 国土交通省河川局：河川景観ガイドライン「河川景観の形成と保全の考え方」参考資料、pp.3~4、2006
- 7) 溝口裕太、森照貴、中村圭吾、萱場祐一：河道掘削後の土砂堆積・植物繁茂に関する特性と樹林化抑制に資する草地化工法の提案、土木技術資料、第62巻、第8号、pp.24~29、2020
- 8) 原田守啓、永山滋也、大石哲也、萱場祐一：揖斐川高水敷掘削後の微地形形成過程、土木学会論文集B1（水工学）、71、pp.I\_1171~I\_1176、2015
- 9) 藤田光一、MOODY, J. A.、宇多高明、藤井政人：ウォッシュロードの堆積による高水敷の形成と川幅縮小、土木学会論文集、551、pp.47~62、1996
- 10) 応用生態工学会：河道内氾濫原の保全と再生、198p、技報堂出版、2019.
- 11) Kushlan, J. A.: Responses of wading birds to seasonally fluctuating water levels: strategies and their limits, Colonial Waterbirds, Vol. 9, No. 2, pp. 155-162, 1986
- 12) 尾崎光政・田和康太・鶴田 舞・中村圭吾：水辺利用と環境保全の両立を目指した河川管理の提案～水鳥類と人の関係に着目して～、土木技術資料、第64巻、第12号、pp.12~15、2022
- 13) 中央環境審議会：生物多様性国家戦略小委員会（第6回）資料2-3次期生物多様性国家戦略素案、pp.12  
[https://www.env.go.jp/council/12nature/page\\_00024.html](https://www.env.go.jp/council/12nature/page_00024.html)

崎谷和貴



土木研究所 流域水環境研究グループ流域生態チーム  
上席研究員  
SAKIYA Kazutaka