

## 8. 河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発

研究期間：平成23年度～27年度

プロジェクトリーダー：水環境研究グループ グループ長 池田茂

研究担当グループ：水環境研究グループ（河川生態、自然共生研究センター）、  
寒地水圏研究グループ（寒地河川、水環境保全）

### 1. 研究の必要性

近年、河川環境の保全・再生に対する社会的要請が高まる一方で、頻発する洪水に対する河道設計のあり方が模索されている。また、限られた予算の中で効率的に維持管理を行う管理方法の確立も急がれている。今後は、環境、治水、維持管理を一体的に捉え、河道設計・管理技術を確立していくことが必要と言える。しかし、これを実現するための技術的課題は数多く残されている。ここでは、課題を大きく3つに整理して概説する。①基礎的知見の不足：流域内における様々な人為的インパクトは河床材料、流量、水質・土砂などの様々な影響を改変し、生物群集に影響を及ぼすが、このプロセスには未解明なものも多く、河道設計・河道管理技術に反映するだけの知見が不足している。②環境評価・目標設定に関する知見の不足：保全・再生を行うには既存の知見を最大限に活用し、現況の河川環境の健全度評価、この結果に基づく目標設定が必要である。しかし、これらの知見は不足しており、適切に環境評価・目標設定を行うことができない。③河道設計・河道管理技術の不足：環境・治水・維持管理を統合化する要素技術の開発は始まったばかりであり、現場に適用できる技術が不足している。

以上から、本プロジェクトでは、「2. 研究の範囲と達成目標」に示す研究を実施し、これらの課題の解決と河川生態系の保全と再生に資する効果的な河道設計・河道管理技術の開発に資する。

### 2. 研究の範囲と達成目標

本重点プロジェクト研究では、河川等が人為的インパクトにより変化し、物理環境変化を介して河川生態系に影響を及ぼすプロセスの解明を行う。また、現象が社会的に顕在化し、解決すべき課題と認識されているものについては、具体的な対策技術の提案を行う。一方、これらの研究は、河川における個別の場所を対象とした現象の理解と対応に留まる可能性が高い。そこで、本プロジェクトでは、流域スケールで河川を俯瞰した際に保全すべき箇所、再生すべき箇所を明確にすることを目的として、河川環境を広域情報から評価し、保全・再生箇所を抽出する技術の提案を行う。また、具体的に河道を設計・管理する際の技術も併せて開発し、具体的な川づくりを視野に入れた研究を実施する。本研究における研究の達成目標を以下に示す。

- (1) 物理環境変化による河川生態系への影響解明
- (2) 河川環境の評価技術の開発
- (3) 生物生息場を考慮した河道設計・河道管理技術の開発

### 3. 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 物理環境等を指標とする河川環境評価技術に関する研究 (H23-27)
- (2) 寒冷地汽水域における底質及び生物生息環境改善に関する研究 (H23-27)
- (3) 冷水性魚類の産卵床を考慮した自律的河道整備に関する研究 (H23-27)
- (4) 河川生態系と河川流況からみた樹林管理技術に関する研究 (H23-25)
- (5) 河川地形改変に伴う氾濫原環境の再生手法に関する研究 (H23-27)
- (6) 積雪寒冷地河川における河岸耐性及び浸食メカニズムと多自然河岸保護工の機能評価技術に関する研究 (H23-27)

### 4. 研究の成果

本重点プロジェクト研究の「2. 研究の範囲と達成目標」に示した各達成目標の成果は、要約すると以下のとおりである。

### (1) 物理環境変化による河川生態系への影響

#### ① 汽水域の底質・濁質環境が生物生息環境に及ぼすインパクトとその機構解明

前年までの研究から、ADCP で取得される音波の反射強度を利用して、水中の濁度が推定可能となった。平成 25 年度は他水域での適用実験を行い、ADCP により濁度の経時的な連続推定及び空間的な濁度推定が可能であることを確認した。一方で ADCP を用いた時間・空間的な濁度推定には適用範囲が存在することを確認した。また、網走湖において浅水域の底質巻上げ現象の観測を実施し、風による底面流速の増大によって、巻上げが発生することが確認された。一方、天塩川下流域の汽水沼において、汽水沼と流出河川間の流量、塩分の観測を行った。この結果より汽水沼の水収支、塩分収支について考察した。

本研究で得られた測定技術は、個別課題(6)の成果のうち濁質挙動等の評価技術の妥当性を検証できると考えられる。

#### ② サケ科魚類の産卵場の視点からの河床材料の分級作用を評価（個別課題(3)）水環境保全

前年度までの研究で、移動床水理模型実験により、砂州が十分に発達できる河岸形状条件において、河岸粗度の変化が砂州の波長に影響することを確認した。今年度は、より実際の河川に近い条件である固定床河岸部（護岸工）が河床内にまで連続した条件で実験を行ったが、河岸粗度の違いによる波長への影響は明確ではなかった。一方で、これらの固定床河岸が河床内に連続したケースでは、砂州が十分に発達できるケースと比べ、波高発達が抑制され、流速と砂州の移動速度が速かった。以上から、波高発達の抑制による産卵環境への影響把握が課題であることを明確化した。

また、前年度までに、砂州地形により生じる浸透流がシロザケの産卵環境に重要であることが確認された。今年度は、透水係数に影響する河床材料が、融雪出水により入れ替わる厚さを把握した結果、主流部となる個所では、サケが産卵により掘削する深さ 20cm 程度において、土砂が入れ替わっていることが確認された。産卵適地の縦断分布の簡易評価手法として、縦断的な河床材料粒径の分布から評価する手法を検討していたが、さらに今年度は、この産卵適地の簡易評価結果を選択性指数により評価し、結果をより定量的に評価できるように改良した。

以上の産卵環境を物理環境による指標で評価可能とする手法や考え方は、個別課題(1)に知見を提供でき、適用範囲を拡大した評価技術の確立に貢献できる。

#### ③ 伐採方法や伐採後の流況変化が河川植生・周辺環境に与える影響の解明

本研究は、全国の河川で問題となる樹林化を管理方法を検討し、その一部として、樹林伐採方法による流況へ与える影響を検討した。平成 25 年度は、五ヶ瀬川水系北川において、樹木伐採と高水敷掘削に伴う流況変化による護岸破壊事例を水理計算を用いて分析した。その結果、樹林伐採と高水敷掘削による河道内粗度の変化が、出水時の主流部の集中を促し、流速 5m/s 以上の流況を発生させ、護岸の破壊を生じさせたことを明らかにした。同時に、水理計算で用いた高水敷掘削後の地形データ上に、樹林を異なる形状で配置し、護岸破壊部での流況変化を検証した。その結果、河道の中心部に総面積の約 40%の樹林を配置することにより、護岸破壊部の流速を約 1.5m/s 低減し、護岸破壊を回避できる可能性があることを明らかにした。河川管理の現場では、樹林伐採時には、ほぼ完全に樹林伐採をすることが多い。しかし、樹林が出水時の流れの集中を防ぐ役割が期待される場合があるため、流況解析等を通し、一部の樹林を伐採しない樹林管理の方法も検討する必要性を明らかにした。

本研究は、氾濫原再生手法（個別課題(5)）と連携している。本課題は、陸域化した河川高水敷の植物群落遷移が極相に至り樹林化した場合に、人為的管理により、遷移が始まる前の状態に戻す手法の方向性を示した。個別課題(5)は、河川特有の氾濫原環境の特性を支える物理環境特性を明らかにした。本課題と個別課題(5)の成果を併用することにより、樹林を人為的管理し、遷移が始まる前の状態に戻し、河川特有の氾濫原環境を復元するという環境と治水のバランスを考慮した樹林管理が可能になると考えられる。

### (2) 河川環境の評価手法の開発

#### ① 河川環境の評価技術の提案

本研究は、河川生態系保全・復元事業等における環境目標の設定と目標設定のための評価技術の開発を目的とするものである。平成 25 年度は、(ア)植物群落を植物群落評価の指標とする試み、(イ)イシガイ類の全国的な分布分析を行った。

(ア)に関しては、信濃川水系千曲川セグメント 2 において、河川水辺の国勢調査の群落組成調査、植物群

## 8. 河川生態系の保全・再生のための効果的な 河道設計・河道管理技術の開発

落データを活用した群落保全優先度を評価する手法の開発を行った。貴重種や外来種等の個別植物種に関する情報が含まれる群落組成調査結果から、貴重種保全や外来種防除する上で留意すべき植物群落をスコア化し優先度を設定する方法と保全優先度の分布を図化する方法を提案した。その結果、千曲川セグメント 2 では、76.5~82km 地点の近傍で優先度が高い植物群落の減少が著しく、平成 6 年以降、急激に進展していることを明らかにした。

(イ)に関しても、河川水辺の国勢調査の魚類・底生生物データを活用し、イシガイ類のイシガイ類が生息する河川流域は放射状流域（比較的同程度の河川が同一地点に集まって急に大河川となる流域）であることが多かった。イシガイ類が生息する区間の河道特性は、セグメント 2-2 で緩勾配（約 1/4000）になる区間が多かった。支川合流後か蛇行区間で、堤間幅が比較的広く複列的交互砂州が形成されていることが多かった。その結果、高水敷上に氾濫原（わんど・タマリ）が多く形成されていた。

本研究は、個別課題(4)、個別課題(5)の課題と連携している。両課題は、河道内樹林の抑制と氾濫原再生の具体的方法を明示するのに対し、本課題では、両課題で提案された方法が適用できる区域とその保全目標を提案する。これらの課題の成果が融合することにより、河川環境の保全目標の適切な設定と実現方法が明示され、河川環境管理実務に大きく貢献すると考えられる。

### (3) 生物生息場を考慮した河道設計・河道管理技術の開発

#### ① 汽水域の生物生息環境の保全・改善に資する底質環境改善手法の構築

本研究は、汽水域の代表的生物であり、漁業価値の高いヤマトシジミの生息環境を評価・管理することを目的としている。平成 25 年度はシジミ生息条件に関する文献調査および天塩川におけるシジミ現存量調査や底質性状調査など既往調査結果の解析を行った。その結果、天塩川における粒径など底質性状に関連したシジミ生息環境は文献での例より劣悪であるにも係わらず、現存量としては多いことが示された。この結果は底質の物理的性状(粒径や組成)よりも化学的影響(有機物量など)が強く影響することを示唆している。以上のことから水理的かつ水質的(溶存酸素や塩分の暴露日数)な影響が重要であることを確認した。

以上のシジミ生息環境の物理環境による評価指標は、個別課題 (1) に知見を提供でき、適用範囲を拡大した評価技術の確立に貢献できる。

#### ② 産卵環境の保全・再生のための河川整備手法（河道掘削形状、護岸形状等）の提案

前年度までの研究から、砂州地形により浸透流が形成され、産卵環境に寄与することが考えられた。そのため、河道設計においても、交互砂州の発生条件を考慮することが必要となると考えられた。今後、砂州の波高発達機構を明らかにして河川整備手法の提案を行っていく。これらは、個別課題 (5) や (6) の成果と合わせることで様々な条件下での河道の生態系保全施策に支援可能となると期待される。

#### ③効果的な樹林管理技術の提案

前年度までの研究により、(ア)全国河川での樹林化の要因となる樹種は、ヤナギ類、ハリエンジュ、タケ類であること、(イ)樹林管理の方法は伐採・除根が多いが、これらの方法では、萌芽再生する問題があること、(ウ)ヤナギ類に対しては、環状剥被及び覆土が、タケ類に関しては除根後の天地返し及び土砂掘削が萌芽再生を抑制できること、(エ)ハリエンジュに対しては環状剥被が萌芽再生を抑制できる効果が一定程度あるが限界があること、以上の 4 点を明らかにし、効果的な樹林管理技術の方向性を示した。

平成 25 年度は、上述の成果をとりまとめと同時に、樹林管理行為時の費用とその後の追加維持費用を考慮したコスト比較を行い、効果的かつ経済的な樹林管理方法を検討した。その結果、樹林管理行為時に環状剥被を導入することで、その後の追加維持費用を削減することが可能であることを明らかにした。

本研究は、河川環境の評価技術の植物群落多様性保全の研究と連携している。本課題は、植物群落遷移が極相に至り樹林化した場合に、人為的管理により、初期遷移の状態に戻す方法を明らかにした。河川環境の評価技術（個別課題 1）は、植物群落の生物多様性の目標とそれを実現する物理環境特性を明らかにし、河川依存の植物種の保全には、陸域化し樹林化されていない環境が必要であることを明示した。本課題と河川環境の評価技術の課題の成果を併用することにより、樹林を人為的管理し、初期遷移の状態に戻し、河川依存の植物種を保全するという環境と治水のバランスを考慮した樹林管理が可能になると考えられる。

## 8. 河川生態系の保全・再生のための効果的な 河道設計・河道管理技術の開発

### ④ ワンド・タマリ等の氾濫原環境再生手法の開発（個別課題(5)）自然共生研究C

前年度までに、イシガイ類を指標生物としたセグメント2における氾濫原環境の簡易な評価手法を開発するとともに、氾濫原環境の再生・創出に寄与する高水敷の掘削高さについて提案した。

平成25年度は、具体的な掘削方法に関連して、イシガイ類の生息に適した水域形状を把握するため、イシガイ類の水域（たまり）内における分布と生息場特性を検討した。その結果、比較的浅く、泥が程よく堆積し、周辺の樹冠に水面が完全に覆われない幅（大きさ）を持つ水域が適していることを示した。また、平面的な掘削適正地を把握するために、高水敷掘削後の土砂堆積に伴う微地形形成プロセスの検討を行い、自然堤防状の高まり、後背低地、ワンド、たまりの微地形パターンを見出し、それらの形成プロセスを推定した。さらに、過年度において開発した氾濫原環境の簡易評価手法について、評価精度を向上させるため、水位縦断形の内挿法を改良するとともに、特性の異なる河川へ適応し、生息予測モデルに関する課題を抽出した。

### ⑤ 多自然河岸保護工の機能評価及び設計技術の開発

多自然河岸保護工の環境改善効果を適切に評価しその効果を持続的に維持するためには、中長期的な河道変化をある程度予測し、各種護岸工法の選定プロセス、配置計画等の妥当性を検証する必要がある。平成25年度は、河道変化の予測精度向上に向け、河道内植生の根系がもたらす土砂緊縛効果に関する移動床水理模型実験および数値解析モデルの開発を行った。実験では、河床材料に繊維状の物質が混入した際の砂粒子の移動抑制効果を定量的に計測するとともに、実験状況から推測された流砂量の低減機構をモデル化し、数値解析を用いた実験結果の再現検証を行った。実験の結果、繊維物質の土砂混合比率（体積比）が約1.0%を超えると流砂量が著しく低下することがわかった。また、繊維物質が混入し砂粒子の移動が抑制された被覆層の鉛直上方には、被覆層からの低減効果が及ぶ粒径サイズの薄層（混合層）が存在し、被覆層からの流砂量低減効果はこの混合層内において指数形の鉛直分布を持つと仮定することで、実験結果を良好に再現できることがわかった。今後、個別課題(4)「河川生態系と河川流況からみた樹林管理技術に関する研究」と連携し、河道内植生の生物量（樹齢・胸高直径・根量等）と流砂量低減効果の関係を明らかにし、本解析モデルの現地適用性、および植生地下部の根系が樹林化に及ぼす影響について検証を行う。

## DEVELOPMENT OF CHANNEL DESIGN AND MAINTENANCE TECHNIQUES FOR CONSERVATION AND RESTORATION OF RIVER ECOSYSTEMS

Research Period: FY2011-2015

Project Leader: Director of Water Environment Research Group

IKEDA Shigeru

Research Group: Water Environment Research Group

(River Restoration, and Aqua Restoration Research Center)

Cold-Region Hydraulic and Aquatic Environment Engineering Research Group

(River Engineering Research Team

and Watershed Environment Engineering Research Team)

**Abstract** : It is highly necessary to evaluate, conserve, and restore healthy ecological functions of rivers and lakes to maintain local wildlife community and its ecosystem function. On the other hand, flood protection and channel maintenance have been important social issue. Thus we must incorporate ecological aspect into channel design and maintain. In this project, three achievement goals are set to satisfy this necessity for the development of channel design and maintenance method harmonious with river ecosystem and its community ; 1) Fundamental recognition between anthropogenic impacts and the response of aquatic organisms, which will be applied for the development of channel design and maintenance. 2) Proposal of new aquatic techniques of systematic conservation planning method for rivers, 3) Development of channel design and maintenance method that can be applied for the segments for alluvial fan, natural levee and brackish water.

**Key words** : river ecosystem, anthropogenic impacts, systematic conservation planning, channel design and maintenance