

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：24506

研究種目：挑戦的萌芽

研究期間：平成 23 年度～平成 24 年度

課題番号：23651026

研究課題名（和文） 河川生態系管理における数値目標と実践的フレームワークの構築

研究課題名（英文） A practicing framework for stream ecosystem management: setting numerical index of habitats and biodiversity

研究代表者

三橋弘宗 (HIROMUNE MITSUHASHI)

兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・講師

研究者番号：50311486

研究成果の概要（和文）：河川生態系に関する環境目標を設定するための評価手法開発を目的として、広域の空間データ基盤を整備し、生物多様性情報と統合したプラットフォームを構築した。次に、底生動物・魚類（希少種）の種数を予測する統計モデルを構築し、予測値と実測値の乖離から環境へのインパクトを評価した。また、物理環境データによる生態系影響の序列化や河口内湾度や外来種の侵入リスク評価モデルを開発した。評価成果を課題群ごとに階層化し、実際の河川整備計画と実践施工がリンク可能なフレームワークを構築した。

研究成果の概要（英文）：

The broad spatial database platform synthesized physical habitat and biodiversity information was developed to evaluate and set the numerical index for better stream ecosystem management. We conducted the statistical model by which the species of the zoobenthos and fishes (including rare species) was forecast, and evaluate the geomorphological habitat type, invasion risk and the ranking of the alternation impact based on the physical environmental data. Our assessment results were grouped and hierarchized for mapping hotspot and detecting target for damaged site. These procedure were integrated on framework to be able to link between the planning and engineering for stream restorations.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：河川生態系、自然再生、生物多様性情報、GIS、地図化、戦略的環境アセスメント

## 1. 研究開始当初の背景

河川生態系における環境評価は、70年代の公害問題や河川汚濁を対象として、水質を指標とした研究開発や行政施策が進められてきた。その結果、80年代以降の下水道整備や各種規制によって、水質汚濁の問題は大

幅に改善された。この問題に代わり、治水や利水を目的としたダムや堰の設置や河川改修、過剰取水、河口部浚渫等の新たな問題が顕在化した。さらに、90年代になって、外来種の侵入や希少生物の消失が課題となり、各種生物調査が進められ、河川生態系に関す

る調査データが蓄積された。しかし、調査結果の多くは生物名の枚挙に終始し、環境対策へと発展しなかった。

この状況を受け、河川の総合的な健康診断としての「河川環境目標」の検討が行われたが、学術ベースの既存概念の整理と環境評価自体が目的化してしまい、実務的に施策として展開レベルには至っていない。海外では、英・米・豪を中心に総合的な環境評価（例えば、RIVPACS等）が1990年代になって研究開発されるようになり、国家プロジェクトとして施策化が図られている。これらの研究により、評価方法や検出力が著しく向上し、世界における標準的な評価手法として定着しつつあるが、河川整備や自然再生事業等との関係性や対策としての数値目標には触れられておらず、評価を計画論や現場対策へ反映させる枠組みは存在しない。したがって、国内外の現状では、データ収集から保全対策を体系的に捉えて数値目標を設定し、既存の環境情報とのオーバーレイによる特定の生息場所評価（河口域や中流域のリフュージアハビタット）や外来種の侵入リスク評価、に特化した数値指標の作成や実際の自然再生や保全対策の施工法とリンクさせる形で、行政施策として河川生態系管理計画を構築することは挑戦的課題として残されている。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、大きく3つに分ける事ができる。1つめは、既存の環境情報と生物多様性データを活用した河川生態系の評価軸設定と評価指標の確立である。2つめは、評価指標をもとに数値目標を設定する方法論の開発である。3つめは、数値目標を達成するための処方箋づくりである。最終的には、これらの3つを組み合わせる形で、体系的なフレームワークを構築し、諸外国で進められている施策等のレビューを踏まえた全体スキームをとりまとめることを目的としている。

## 3. 研究の方法

### (1) 生物多様性情報および河川物理環境データベース整備・構築

広域的な河川生態系評価を行うために、既存の生物多様性情報として、博物館での収蔵資料の情報および兵庫県および国土交通省における河川調査情報ならびに兵庫県県土整備部自然環境調査データ、現地調査、文献情報を集約して、魚類および底生動物に関する統合型の生物多様性データベースを整備した。これらのデータについて、学名の統一処理をはかり、緯度経度情報を付与した。

物理環境情報については、国土地理院による10m標高メッシュデータをもとにして、

全県のDEMデータを整備し、実際の河川ラインデータとの重ね合わせのもとに

AgreeDEM法によって水文地形学的な諸量や指標（流域面積、平均勾配、接峰高度、区間幅別SLOPE、TWI、SPI等）を自動取得した。また、河川ラインデータをもとにして、河口から順に任意の距離でライン分割する計算アルゴリズムを開発し、兵庫県全域の河川を対象とした等距離ユニットを作成して、環境変数を付与した。さらに、気象データおよび土地利用データについても日本全域を対象として整備し、任意の河川地点における物理環境変数が取得できるように整備した。

一方、河川における特異環境条件を取得するために、河川合流点の自動抽出アルゴリズムを開発し、合流地点の存在を変数として扱えるようにした。河川の河口域付近についても、汽水環境の影響や外洋からの影響と干潟が形成のポテンシャルを評価するために、海岸線形状から計算することができる指標として内湾度を考案し、日本列島全域において容易に計算できるアルゴリズムを開発し、物理環境データとして利用した。

### (2) 生態系評価手法の開発

先に示した生物多様性情報ならびに物理環境指標をもとにして生態系評価を行うために、河川環境にストレスを与えている課題群の抽出について海外事例の調査や行政および業務関係者からの意見集約を行い、森林や河口からの連続性や外来種の侵入リスク評価等の8項目の課題としてとりまとめて、その解析手法の開発を行った。

一方、生物種や群集指標についても評価方法を開発し、期待される種多様性からの乖離度(O/E value)や相補性解析、タナゴ類、二枚貝類、外来性植物10種や外来性魚類2種について、各種物理環境要因を独立変数とした生息適地モデルを構築した。これらの解析について地図化を行い、重要地点や課題地点の抽出を行った。

### (3) 課題対応型の対策手法の整理

上記で課題ごとに抽出した課題箇所に対応する効果的な対策手法を整理するために、兵庫県内をはじめ全国の河川を対象として、様々な環境対策、とくに小規模な工事によって対策可能な事例を収集した。また、海外の事例についても調査するために、米国東海岸および豪州でのヒアリングを行った。ただし、予備調査の時点で、小規模な対策が海外では一般的ではないことに加えて事例が乏しいために、国内での野外実験としての小規模な対策に重点をおいて実施し、事例の整理と体系化を行った。



図1 底生動物の希少種ホットスポット図と相補性解析

#### 4. 研究成果

河川生態系に関するデータ整備を行うことで、日本全国の任意の地点において、GISベースのデータを用いた物理環境情報を取得できるようになり、この成果を用いたGISを用いた河川の広域評価の標準的な手法開発（学会発表①、③、④）河口部における干潟環境の評価（論文②）、合流点における生物多様性の重要性評価（論文①）、外来植物の侵入リスク（論文④）について評価できるようになった。また、武庫川水系における外来魚類に関する生息適地モデルの解析結果では、約72%の区間で外来魚類2種の侵入リスクが高く（ $\text{prob.} > 0.5$ ）、絶滅危惧種の密集地帯と100%重複することが分かった（投稿準備中）。

こうした解析手法およびヒビタット解析、群集指標解析（種多様性・相補性）を行い、複数の課題テーマに区別して、各テーマ毎の数値目標設定を行う方法論を開発した。各テーマ毎の統合指標を作成するのではなく、個別テーマ毎にランキング化しておき、保全努力目標値（0-100%）を定めることでカバーできるRDB種の種数と生息ユニット数が自動的に算出され、努力目標値と効果（カバーする種数と面積）の効用カーブを算出できるように定量化アルゴリズムを構築した（学会発表⑤、例えば図1）。この評価結果をもとに地図化を行い、ある種の課題が顕在化する

地区を自動抽出できるようになった。

各種の課題と対応した地図化の成果をもとにして、課題解決を図ることができる方策について整理するために、小規模な自然再生手法についての39件の事例整理を図った

（図書①、②）。特に、河川管理者による維持管理業務や市民レベルにおいて簡便に対処できる方策を中心として整理した。

この処方箋にしたがって、河川の水際の護岸状況に関する課題（エコトーンの健全性）について、先に評価した地図と対応させて、流域全体における優先的に取り組むべき箇所抽出と対策努力量の算出を行った。実際に、写真にあるコンクリート3面張り河川

（図2）である池尻川において、木材やU字溝による簡易な水制の設置対策を行い、簡易な手法によっても生物多様性に改善効果があることを生物相および物理環境調査から明らかにした（論文③、学会発表⑥）。流域全体でみた場合に、約10%の区間（51/513ユニット）で重度のインパクトがあり、1ユニットあたりで約2日間の作業（10人）で対策できることから、年間で10ユニット、5年間の対策によって重点課題箇所の改善



図2 コンクリート3面張り工法による水際のエコトーン機能が著しく消失地点での小規模な自然再生手法の導入実験の例（池尻川・増水時の様子）

が可能という計算結果になり、十分に実現可能性があると考えられる。

こうした一連の体系についてのコンセプトについては、環境施策を広く見据えた計画論についても概念整理した（論文⑤、⑥）。武庫川水系河川整備計画（兵庫県）を事例としたケーススタディーについてのコンセプト論文ならびに、これらの成果をとりまとめた一般書を準備している。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計6件）

①Osawa T. Mitsuhashi H. Niwa H. & Ushimaru A, The role of river confluences and meanderings in preserving local hot spots

for threatened plant species in riparian ecosystems. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 査読有, 2011, 21:358-363

②Arakida H. Mitsuhashi H. Kamada M. & Koyama K, Mapping the potential distribution of shorebirds in Japan: the importance of landscape - level coastal geomorphology. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 査読有, 2012, 22:553-563

③佐々木宏展・大澤剛士・久加朋子・前田知己・石田裕子・清水洋平・三橋弘宗、コンクリート三面張り河川における生息場所不均一性と底生動物の群集構造の関係、人と自然、査読有、2012, 21:13-20

④Osawa T. Mitsuhashi H. Niwa H, Many alien invasive plants disperse against the direction of stream flow in riparian areas, Ecological Complexity, 査読有, 2013, online early

⑤三橋弘宗、兵庫県版生態系レッドデータリストの作成と活用 地域自然史と保全、査読有、2012, 21:107-114.

⑥三橋弘宗、生物多様性国家戦略の改訂に向けた課題と挑戦、農業と経済、査読無、2012, 78(7):16-24

[学会発表] (計6件)

①三橋弘宗、生物分布データを用いたポテンシャルマップの作成、日本生態学会第59回全国大会、2012年3月21日、龍谷大学(滋賀県)

②三橋弘宗、河川の攪乱プロセスを復元する異なる2つのアプローチ: チスジノリとバイカモ、日本生態学会第59回全国大会、2012年3月18日、龍谷大学(滋賀県)

③片野泉・三橋弘宗・森照貴・赤坂卓美・小野田幸生・一柳英隆・萱場祐一・中村太士、ベントス種多様性へのダムの影響: データ解析によるダム上流下流間比較、日本生態学会第59回全国大会、2012年3月19日、龍谷大学(滋賀県)

④赤坂卓美・森照貴・竹川有哉・石山信雄・井上幹生・三橋弘宗・河口洋一・鬼倉徳雄・三宅洋・片野泉・一柳英隆・中村太士、水生動物を用いた"川の健康診断": 全国および地域スケールでの試み、第60回日本生態学会、2013年3月8日、静岡グラン

シップ(静岡県)

⑤三橋弘宗・浅見佳世、河川整備計画の策定を支援する生態系評価手法の開発、第60回日本生態学会、2013年3月9日、静岡グランシップ(静岡県)。

⑥三橋弘宗、小さな自然再生が中小河川を救う、第16回日本応用生態工学会、2012年9月15日、東京農業大学(東京都)

[図書] (計2件)

①三橋弘宗、財団法人リバーフロント整備センター、小さな自然再生のすすめ~水辺の生態系保全のための地域戦術~。2012、財団法人リバーフロント整備センター、pp. 95

②三橋弘宗、研成社、みんなで楽しむ新しい博物館のこころみ(第1章シンクタンク機能を有する博物館)。2012、pp. 20

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三橋弘宗 (HIROMUNE MITSUHASHI)

兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・講師  
研究者番号: 50311486

(2) 研究分担者

田中哲夫 (TETSUO TANAKA)

兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・准教授

研究者番号: 40244694