

自然共生研究センターのあゆみと成果

萱場祐一*

1. はじめに

自然共生研究センターは河川・湖沼の自然環境の保全・復元に資することを目的として平成10年11月に開所した。木曾川北派川に長さ800mに及ぶ3本の実験河川が設置してある(図-1)。本報では、自然共生研究センターが担う研究領域と今までの研究の経緯、得られた研究成果の幾つかを紹介する。

2. 実験河川の特徴

河川生態系を管理する上で「河川構造(川の地形や植物の繁茂状態)」、「流量」、「土砂供給量」は人間が操作できる数少ない要素である。これらの要素が人為的に改変された場合の生物相の応答特性は河川管理を行う上で重要な知見となるが、実際の河川においてこれらの要素を自由に操作し、現象を解明することは難しい。実験河川は以上を念頭に置き計画・設計された。具体的には、①地形改変や植物の繁茂状態を変化させることができる、②流量・土砂供給量を変化させることができる、③魚類をはじめとした水生生物が生息できるだけの空間スケールを有する、④自然河川と連結し魚類等が移動・定着できる、ことを条件とした。

①、②の条件のためにA河川の平面形状は直線とし河床を平坦、水際構造を単調とし、B、C河川は蛇行区間・ワンド区間等を設置して瀬・淵構造、多様な水際構造を有する河川とした。更に、実験河川上流端には流量制御を行う転倒堰を、転倒堰下流に給砂区間を設け、ここに置土をすることにより土砂供給が可能な構造とした。③の空間スケールは知見に乏しかったため、可能な限り延長を長くして800mとした。④については木曾川の支川となる新境川と連結する水路を緩勾配とした。

開所から概ね2年間実施した基礎調査から、魚類は木曾川から春先に実験河川内に移動・産卵し、定着・成長することが認められた。また、水生生物は地形や植物、流量の変化に対して応答し、特に、魚類・甲殻類は地形や植物の繁茂状態を縦断方向に10m程度変化させるだけで鋭敏に応答することが明らかになった。魚類等の応答特性を把握するためにはかなり長い区間にわたり環境要素を変化させる必要性を感じていたが、実際は、より小さい空間スケールの変化に対して魚類等が応答した。このため、以降の実験は一つの実験河川の縦断方向に異なる環境条件を持つ実験区を造成し、実験区相互の比較を通じて研究を実施している。

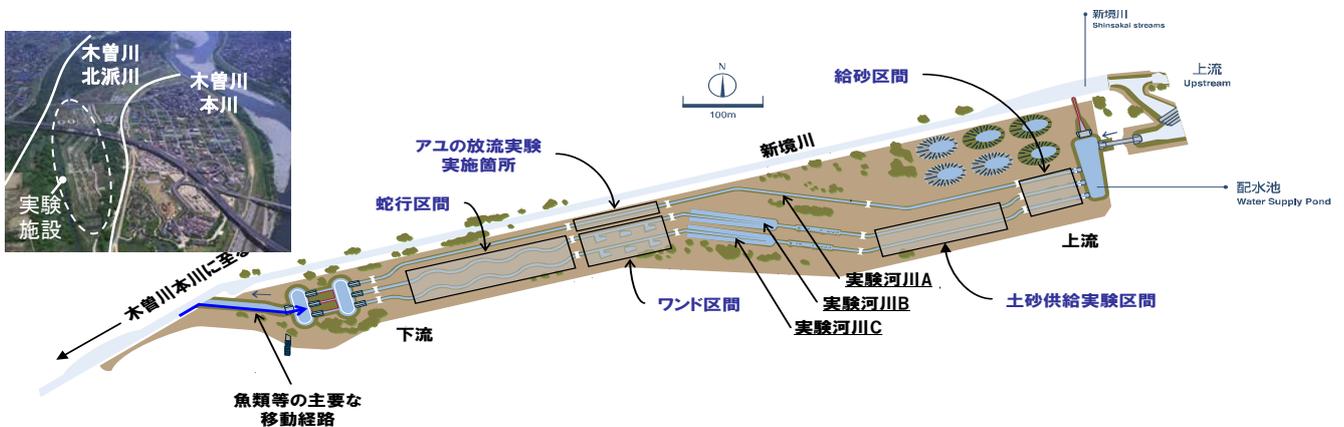


図-1 実験施設位置と実験河川平面図

実験河川は木曾川北派内にあり、長さが800m、幅およそ3m、河床勾配は1/200~1/800に設定してある。木曾川本川そして新境川を通して魚類等の水生生物が実験河川に移動・定着する。平面図に本文中に説明のある区間を青文字で示した。

3. 研究の変遷

開所当初は実験河川の特徴を理解するための基礎調査が中心であったが、徐々に、河川管理に反映できる応用的なテーマの設定も可能となった。実験河川で行ってきたテーマは大きく、1)河川構造に関して：河岸・水際部の生息場としての機能解明、河岸・水際部の計画・設計に資するテーマ、2)流量・土砂供給量に関して：ダムによりこれらの要素が変化した場合の生物の応答を中心としたテーマ、の2つに分けることができる。1)は基礎から応用面まで研究が進み、実河川に対する修復工法の提案や有効性の評価、技術基準等への成果の反映が進んでいる。2)は現象そのものが複雑なため現象解明を中心に研究を進める一方、得られた知見は技術指導等に反映させている。

それでは、以下から2つのテーマに関する代表的な成果を紹介しながら、研究がどのように推移してきたかを説明していこう。

3.1 河岸・水際部に関する研究

河岸・水際部（河岸域）は水際を境とした陸域側、水域側を含み、水辺の生物にとって非常に重要な場所である。河川改修において人為的改変を受けやすく、多自然川づくりにおいても計画・設計方法の改善が求められている。

研究は平成14年からスタートし、水際部に繁茂する植物そして石礫がつくりだす空隙の魚類・甲殻類の生息場所としての機能解明を最初に行った。この研究では実験河川内に水際構造の異なる区間を幾つか設置し、魚類・甲殻類の群集構造の差異を検出するアプローチを採用している。例えば、水際の植物を対象とした実験では、植物の陸上部・水中部の生息場に関わる機能が異なると仮定し、A河川に植物の刈り取り状況の異なる4タイプの実験区を設置した（図-2）。また、併せて流速・水深・相対照度・餌資源量等を測定し、植物の繁茂状態の違いが環境要因の変化を介して魚類等の生息に影響を及ぼす過程を明らかにした。この結果、魚類・甲殻類の生息密度（調査面積当たりの湿重量で表記）は、A～Dの順番に減少し、流速が10cm/s以下に抑制される水際近傍の領域（図-3のBとCタイプの差に注目）、そして、相対照度がある程度低く抑えられる領域（図-3のAとB、CとDタイプの差に注目）が生息密度の維持

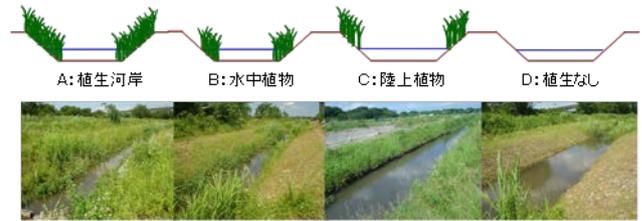


図-2 水際植物の除去実験の状況

水際植物の刈り取り条件を変化させて、A～Dの各タイプ（15m×3m）を4区間ずつ実験河川Aに設置した。

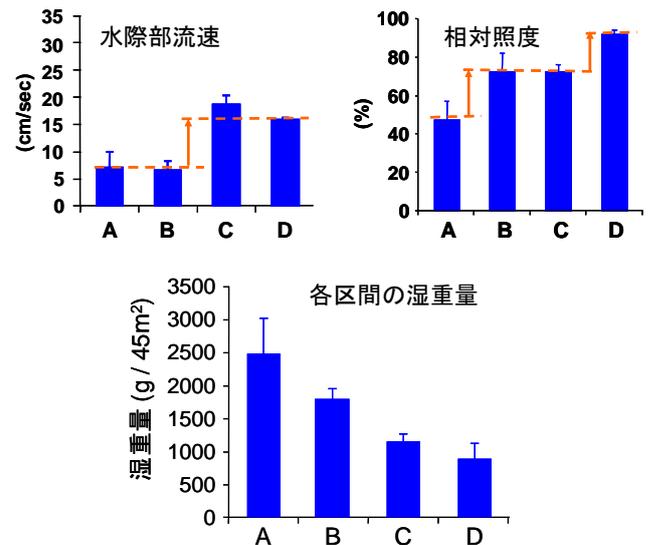


図-3 水際部流速、相対照度、湿重量
A～Dタイプは図-3に対応する。

に重要であることが解った。礫がつくる間隙については実験河川に鎖で連結した粒径の異なる礫群を設置し、重機でこれを吊り上げ魚類を捕獲して定量調査を実施した（写真-1）。この結果、間隙の大きさによって生息する魚種が異なり、生息密度は水際植物と同程度を示すこと、越冬場としての機能を有することが明らかになった。

これらの結果は水際部の修復工法として実河川にも適用されている。北上川支川砂鉄川では床上



写真-1 石礫群の吊り上げ実験の様子

空隙内は魚類の捕獲が難しい。石礫群の下に網を設置し、石礫群を吊り上げて定量採集を行った。



写真-2 砂鉄川直線化と導入した修復工法

蛇行部(矢印部分)を直線区間としたため生息場所の劣化が懸念された(左は直線後を示す)。ここに石礫群と木杭群を用いた修復工法を導入した(右は施工中を示す)

浸水対策特別緊急事業において蛇行部を直線化したため、水生生物への影響が懸念された(写真-2)。センターでは岩手河川国道事務所と共同で直線河道における生息場の向上を図るため水際部の修復工法を考案・導入し、その有効性の評価した(写真-2)。工法はカゴマットを敷設した法尻に石礫群を一定の間隔で設置し、さらに、石礫群の先端に流速を低減させるための木杭群を設置した。木杭群の設置に当たっては、二次元平面流況計算を行い、水際部の流速が10cm/s以下となるよう杭密度を計算した。本工法の設置区、非設置区、人為的な変化を行わない自然区における魚類調査結果から、非設置区における魚類群集は自然区と異なるが、設置区と自然区の魚類群集は概ね類似し、本工法の有効性が確かめられている。

このように水際部については機能解明、具体的な工法の提案、有効性の評価にまで至ったが、河岸法面については護岸工法の評価・開発に必要な研究が不足していた。このため平成19年から河岸法面を対象とした生物の生息場所に関する研究を実施し、知見の集積に努めている。現在、法面の環境条件を制御できる新たな実験施設を実験河川A下流区間に設置し、法面を生息場所とする生物と湿潤度、緑被率等の環境条件との関係について詳細な検討を行っている。

平成14年から始まった河岸・水際部に関する基礎的な研究は終了した。今後は護岸の評価・開発といったより応用性の高い研究に移行し、研究成果を多自然川づくりに反映させていきたい。

なお、以上の詳細は土木研究所資料第4159号「多自然川づくりにおける河岸・水際部の捉え方」¹⁾に記載されている。興味のある方は参考に

してほしい。

3.2 流量・土砂供給量に関する研究

自然共生研究センターでは、開所当初から付着藻類、底生動物、魚類を対象として流量の変化に対する応答特性の解明に努めてきた。特に、一定流量が長期間維持された場合等に生じる、「河床に付着藻類が過剰に繁茂する」、「有機物・無機物の河床に厚く堆積する」といった現象については景観・レクリエーションの価値を低下させるだけでなく、水質の悪化、アユ等藻類食者の餌資源の質の低下を引き起こすため、中心的課題として検討を行ってきた。

付着藻類現存量の増加要因を概観すると、増加要因として光、水温、栄養塩濃度、減少要因として河床材料の転倒(不安定性)、流速・流砂量の増加、そして、アユ等の摂食が挙げられる(図-4)。したがって、現存量を制御するためには、栄養塩、光、水温を与条件とした場合には、「攪乱」もしくは「摂食」の効果を活用しなければならない。ダムからのフラッシュ放流、ダム下流での土砂還元等は「攪乱」に基づく代表的な河床環境改善手法であり、センターでも平成12年から実験河川においてフラッシュ放流の実験を行い、流量規模・継続時間と付着藻類の剥離との関係について検討を行ってきた。実験の結果、流量規模と継続時間は付着藻類の剥離量と関係があり、流量規模が大きく、継続時間が長い程剥離量が多くなる傾向が見られた。しかし、付着藻類が剥離し現存量が低下しても、現存量はその後の2~3週間で回復する。このため、良好な河床環境を長期間維持するためには頻繁にフラッシュ放流を実施することが必要となる。

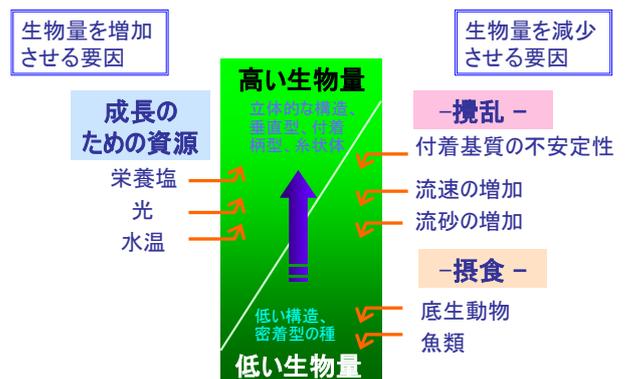


図-4 付着藻類の現存量の増加・減少要因



写真-3 土砂供給実験の状況

B河川給砂区間に置土を行い、下流に土砂供給量を変化させて生物相の応答を把握している。

土砂還元が付着藻類に及ぼす効果については、実験河川上流の給砂区間（図-1参照）に中砂～粗砂を主体とした材料を置土し、下流への土砂供給量を操作した上で、掃流砂量の変化と付着藻類の応答との関係を明らかにしている（写真-3）。本実験は現在進行形であり、詳細は改めて報告するが、掃流砂が僅かに存在するだけで付着藻類の現存量は抑制されることが明らかになりつつある。

このような「攪乱」に基づく方法の検討を進める一方で、「摂食」が河床環境を改善する効果についても検討を進めてきた。実験河川に藻類食者であるアユ、オイカワの放流区と非放流区（対照区）を設置し（図-1参照）、摂食圧の有無に伴う付着藻類の変化を把握した（写真-4）。放流開始から10日目における付着藻類のchl-aはアユの放流区において小さく、別途行った河床の景観評価実験に基づく閾値を下回る結果を示した（図-5）。これらの結果は「攪乱」といった物理的手法だけでなく、魚の棲める川として環境を整えることが結果として河床環境を改善する効果を有していることを示している。

現在、得られた知見に基づき図-4に示す各要因を組み込んだ数理モデルを開発している。今後、数理モデルを用いて各河川の河床環境の劣化過程を分析するとともに、適切な対策の提案を行いたい。

4. おわりに

紙面の関係上個別課題の詳細を記述することができなかった。詳細な情報は土木研究所HPにおいて入手できるので参考にして頂きたい。



写真-4 アユ・オイカワ放流区、対照区における礫表面の状況

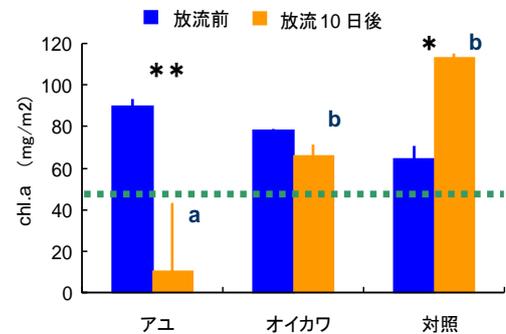


図-5 アユ・オイカワ放流区、対照区における付着藻類現存量の変化

点線は河床の景観評価の閾値を示し、これより上回ると評価値が悪化する。

参考文献

- 1) 萱場祐一、佐川志朗、宮下哲也：多自然川づくりにおける河岸・水際部の捉え方、土木研究所資料、第4159号、2010。

萱場祐一*



独立行政法人土木研究所水環境研究グループ自然共生研究センターチーム 上席研究員、工博
Dr.Yuici Kayaba