

物理生息場モデルを用いた古甲川改修事業における魚類保全効果の事後評価

山口大学大学院 理工学研究科

学生会員 ○藤本侑樹 正会員 関根雅彦, 今井 剛

1. はじめに

近年、治水・利水機能だけでなく生物生息場の保全や創出にも重点を置いた河川改修が取り組まれている。かつて施された改修のなかには、自然環境の保全が十分に考慮され、生息場として機能しているものがある一方で、かえって生物の生息環境や景観を悪化させてしまっている事例も多く見られた。これに伴い現在では「多自然川づくり」として、改修計画の事前・事後評価体制の充実を目指した川づくりが取り組まれている。

本研究では、平成6年度に多自然型川づくりが施された古甲川をケーススタディの対象とし、物理生息場モデル (PHABSIM, River2D) を用いて河川改修が古甲川の生物生息場に与えてきた影響を評価する。またこれらの結果を基に、日本の気候や河川に適した生息場定量評価の手法を検討する。

2. PHABSIM を用いた魚類生息場評価

2-1. PHABSIM について

PHABSIM (物理生息場シミュレーションシステム) では、次式により WUA (重み付き利用可能面積) を算出することで魚類の生息場価値を評価する。

$$WUA = \sum a_i \times CSI_i \quad CSI_i = SI(d) \times SI(v) \times SI(s)$$

ここに、小区間の面積  $a_i$ 、合成選好値 CSI、水深・流速・底質に対する選好値 SI とする。まず、河川を物理環境が同じとみなせるいくつかの小区間に分割し、それぞれの小区間における水深・流速・底質といった河道特性指標を算出する。次に、その河道特性指標における魚種ごとの選好値を乗ずることで合成選好値 CSI を求める。最後に、小区間の面積と CSI を乗じたものを河川全体で合計することで WUA (重み付き利用可能面積) を算出する。

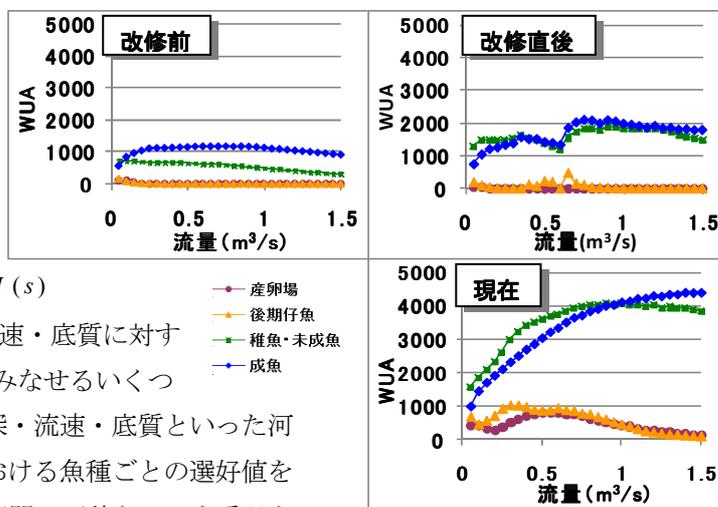


図1 オイカワの Q-WUA 曲線

2-2. Q-WUA 曲線による生息場変遷の評価

古甲川ではオイカワとカワムツが多く生息しているため、評価対象種としてこれらを選択した。図1に古甲川の改修前・改修直後・現在の河道地形について算出したオイカワの WUA と流量の関係を示す。

改修により古甲川の河道地形は、矩形水路が多く占める水路から、川幅を拡張して低水路と高水敷をもつ水路となった。これにより改修直後では成魚、稚魚・未成魚の WUA は流量増加後にも維持されるようになった。現在の河道地形では成魚、稚魚・未成魚の WUA は流量増加に伴い上昇し、後期仔魚・産卵場の生息場も維持されている。

現在の河道地形では土砂輸送により高水敷部分に土砂が堆積し、緩い傾斜を持つ陸地や蛇行水路が形成されることで、高流量時にも仔魚の選好範囲から逸脱しない低流速・低水深部分を発生させている。また堆積土には植生が繁茂しており、これにより流速を低減させて高流量時の生息場価値の維持に寄与している。これらの地形変化により、現在の河道におけるオイカワの生息場価値は全成長段階において向上したと考えられる。

また、生息場評価の妥当性を確かめるために、現地において生息量調査を行った。結果を図2に示す。改修前に行

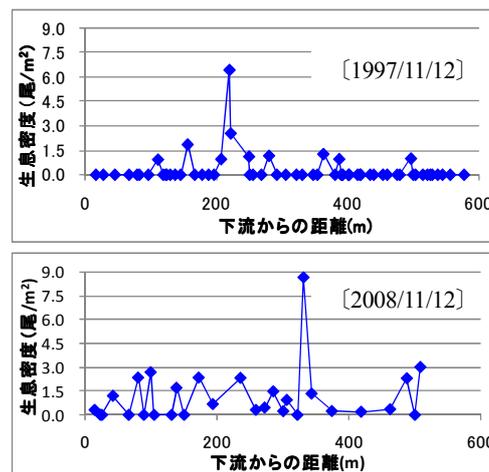


図2 オイカワ成魚の生息密度

われた調査と同様に、河川に立ちこんで魚影が戻ってくるまで静かに待ち、目視により魚数を5尾単位で計数して単位面積当たりの生息数を算出した。改修前の生息密度と比較すると、オイカワの生息数は概ね増加しており、PHABSIMによる評価は妥当であるといえる。

### 3. River2D による増水時の生息場評価

#### 3-1. River2D について

PHABSIMによる生息場評価では、高流量時に冠水する堆積部分は低流速・低水深部分を創出することで仔魚の生息場を維持できていることが示唆された。この増水時の生息場変化について River2D を用いて評価する。PHABSIM では流れを断面内に位置するものとして解析するのに対し、River2D では流れを三角形を基にした 2D メッシュ内の個々の点の連続体として見なすため、河川横断方向への流れの動向や局所的な流れを再現することができる。このため、冠水部分や河道内構造物付近等の流況解析に適している。

#### 3-2. 増水時の生息場評価結果

改修前と現在の河道地形について、増水時 ( $Q = 1.8\text{m}^3/\text{s}$ ) のオイカワ仔魚の CSI 分布をシミュレーションした結果を図3に示す。図3より、改修前の河道では増水時は生息場が消失してしまっているが、現在の河道では右岸側に CSI 分布が見られる。これは増水時に冠水する堆積部分であり、河道内の流速と水深の上昇を低減している。現在の河道では、増水時に広い範囲に冠水することにより流速と水深の上昇を抑制し、遊泳力の弱い仔魚の逃げ場ができることで河

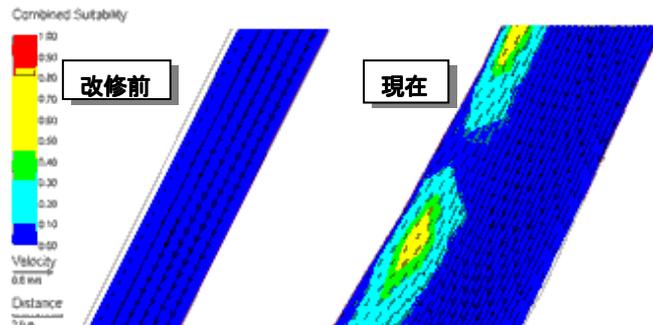


図3 増水時のCSI分布(オイカワ後期仔魚)

川内の生息場を維持できていると考えられる。また、PHABSIMによる評価において、現在の仔魚のWUAが高流量時にも維持されたことについても River2D の解析により裏付けることができたといえよう。

### 4. 日本に適した生息場時系列評価手法の検討

IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) の手法を援用して河川改修が古甲川の魚類生息場に与えてきた影響を評価した。IFIM はアメリカ合衆国で広く用いられている方法論で、河川における生物生息場の時間的・空間的变化を同時に解析する手法である。

日本の河川は急勾配で川幅が狭いものが多く、さらに台風の上陸や低気圧・前線の影響により降水量が急増するため河川流量が短時間で大きく変化する。アメリカ合衆国では時系列の単位には月や季節が用いられるが、降雨の影響を受けやすい日本の河川で生息場の時系列評価をする際には日流量を用いる必要があると考えられる。

月毎の平水流量と日流量 (図4) それぞれを用いて生息場持続時間分析を行った結果を図5に示す。図5より、月毎の流量による評価では生息場が消失しないことに対し、日流量による評価では改修前・改修直後のWUAがゼロとなる時間が存在している。これは日流量の急激な変動を反映した結果であり、生息場価値の時系列評価に日流量を用いるとよりクリティカルな生息場変化を分析することができるといえる。

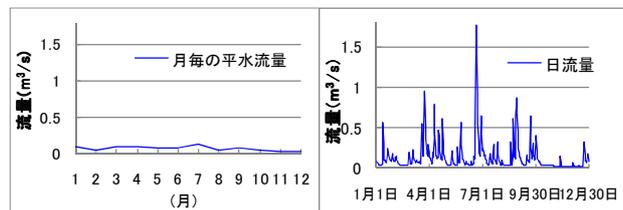


図4 月毎の平水流量と日流量

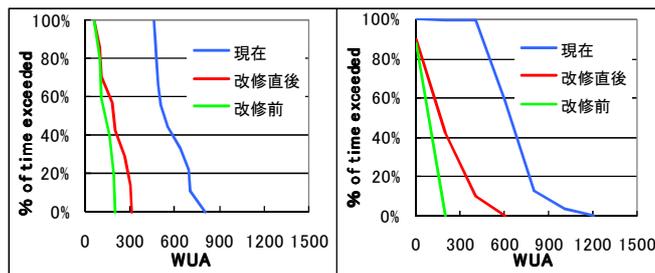


図5 オイカワ後期仔魚の生息場持続時間分析  
(左: 月毎流量、右: 日流量)

### 5. 結論

- 古甲川における改修では、川幅を拡張し堆積や浸食といった河川が本来持っている自然の働きを作用させることで多様な流況が創出された。
- 高流量時においても高水敷の冠水により、遊泳力の弱い仔魚の生息場を維持できる地形となった。
- 日本の河川において生物生息場の時間変化を評価する際には、日流量の変動を考慮する必要がある。