

物理生息場モデルを用いた一の坂川改修事業の事前評価

山口大学大学院理工学研究科	学生員	○勝部	伸一
山口大学大学院理工学研究科	学生員	藤本	侑樹
山口大学大学院理工学研究科	正会員	関根	雅彦
山口大学大学院理工学研究科	正会員	山本	浩一
山口県土木建築部	非会員	小澤	武範

1. 研究背景および目的

一の坂川は、全国に先駆けてホタルの生息場に配慮した多自然川づくりを実施した河川である。現在では多くのホタルが生息する、山口県の観光名所となっている。山口県は、現在ゲンジボタル(以下ホタル)が生息している区間より、さらに下流においてもホタルが生息できる環境を整えるため、河川改修事業に着工している。改修の工程は、まず護岸を完成させ、その後からホタルが棲みやすいように河床に手を加えるものである。そこで本研究では、物理生息場モデルを用いた解析により、現在の計画に基づく改修事業がホタル生息にもたらす効果を予測・評価するとともに、ホタル生息場の創出のための工夫に関する提案を行うことを目的とする。

2. 研究手法

本研究では、River2D（2次元水深平均河川流体力学・魚類生息場モデル）を用いて河川の流況の二次元解析を行い、生息場を評価する。生息場評価にはWUA（Weighted Usable Area）の概念を用いる。WUAの算出方法は次のとおりである：①河川の評価対象区間を三角形要素のメッシュで分割し、それぞれの要素における水深・流速・底質を求める。②求めた条件下で、魚種毎の生息場適性基準を掛け合わせた値（=CSI：合成選好値、Composite Suitability Index）を求め、各魚種がどれくらいその要素内を好んで生息するかを判断する。③要素の水面積と合成選好値を掛け合わせて、対象区域全体で合計することでWUAを魚類の生息可能性を表す値として算出し、河川を評価する。生息場価値の算出式を次式(a)に示す。

$$CSI_i = SI(d) \times SI(v) \times SI(s) \quad \dots(a)$$

ここで、 $SI(d) \cdot SI(v) \cdot SI(s)$ はそれぞれ水深・流速・底質の選好値、 CSI_i は要素ごとの合成選好値である。River2Dは流れの再現において、三角形を基にして有限要素網をつくり、流れを2Dメッシュ内の個々において計算する。River2Dを用いることで、ゲンジボタルの幼虫の生息場として重要な因子となる水際線や河川内構造物周りの流況のシミュレーションを行う。

3.1. River2Dによる改修予定区間流況解析

改修計画の平面図・縦断図・横断図からRiver2Dのインポートデータを作成し、現地調査して得た平水時流量0.265 m³/sと、増水時流量4.567 m³/sの流量についてシミュレーションを行った。それぞれの流況に対するホタルの選好性についてのシミュレーション結果を図-1に示す。

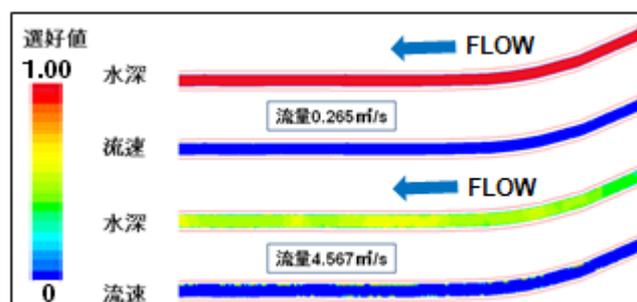


図-1 現状の改修予定区間の生息場シミュレーション結果

3.2. シミュレーション結果および考察

平水時は水深の選好値は高いものの、流速が速すぎるために選好値が低くなった。増水時には水際部分において低流速域が形成され多少選好される部分が発生するが、全体としては流速が速すぎてホタルが流されてしまう可能性がある。そのため、流速を抑える河床形状の設計が必要だと考えられる。流速を抑える形状

の例として、堰、蛇行形状、低水路、植生などが挙げられる。

4.1. ホタル護岸区間現地測量

改修予定区間の上流のホタル護岸区間ではホタルが既に生息している。現地測量によりその区間の地形データを求め、改修予定区間と同様の流量について流況シミュレーションを行った結果を図-2 と図-3 に示す。この区間は高水敷きが植生に覆われているが、植生は粗度高さを 0.30~0.50 とすることで表現した。なお、この区間の低水路の粗度高さは 0.30、改修予定区間の現況の粗度高さは 0.12 である。

4.2. シミュレーション結果及び考察

改修予定区間と同様に流速が大きすぎる傾向はあるが、河川形状や植生から増水時においても低流速域が存在し、その区間によって増水時に対象生物が流されずに生息できていると考えられる。上流側と下流側に淵が存在しており(図-2 円内)、その地点において生息場価値が高い結果となった。また、既往の研究におけるホタル上陸調査においても、これらの地点でホタル幼虫の上陸が見られており、シミュレーションの結果は妥当であるといえる。

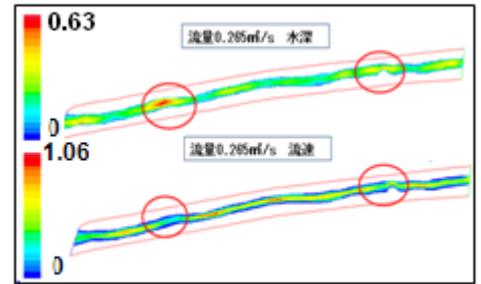


図-2 ホタル護岸区間流況シミュレーション結果

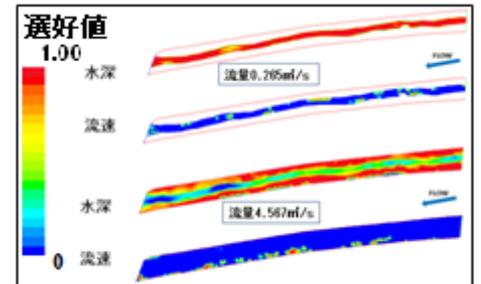


図-3 ホタル護岸区間生息場シミュレーション結果

5.1. 改修予定区間における地形変化の効果シミュレーション

ホタル護岸区間において、増水時に植生の影響によって低流速域がみられた。このことから、改修予定区間において 40cm 堰を 4 つ設置した場合、河道は変えず粗度高さを 0.30 に上げた場合、それらを組み合わせた 60cm 堰を 4 つ設置し粗度高さを 0.30 に上げた場合のそれぞれのシミュレーションを行った結果を図-4 に示す。流量については上記の増水時のものと同じ流量で流速選好シミュレーションを行った。

5.2. 地形変化の効果シミュレーションの結果及び考察

堰を設置した場合、平水時は堰の背水面において低流速域が形成されホタルの流速に対する選好性が大きく向上したが、増水時は生息場の拡大は見られなかった。現状の河床形状を変えず粗度高さを上げた場合、平水時、増水時ともに植生による流速低減効果がみられたため流速選好値が向上した。それらを組み合わせた河床形状では、平水時においては堰の設置によって、増水時においては粗度を高くすることによって安定した生息場の確保が可能であることが示唆された。そして、粗度を高くするためには植生が重要であると考えられる。

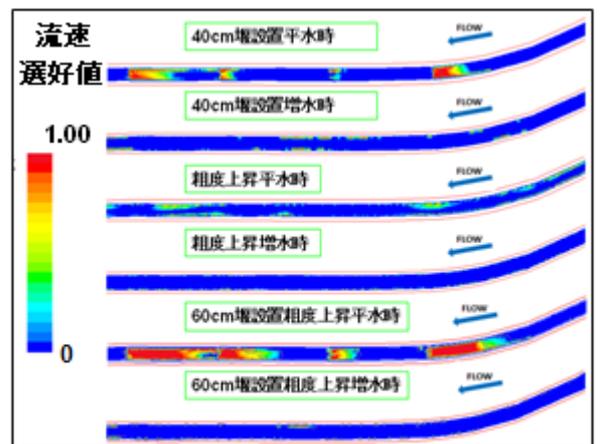


図-4 種々の地形変化におけるホタルの流速選好分布

6. まとめ

改修予定区間では、現状の地形ではコンクリート張りの河道のため流量が増加すると流速が上昇しやすいため生息場価値が低くなってしまふ。これに対して、ホタル護岸区間では河川形状、植生から流量の増加時にも低流速域が存在するため、ホタルにとって生息場価値が高い。このため、改修予定区間においては計画どおりに低水路を施工するとともに、堰の設置によって平水時における低流速域の拡大をしつつ、植栽などによって河床粗度を増加させることで増水時においても生息場の確保を行えば、様々な流況に対応できるホタルにとって生息場価値の高い環境となる可能性がある。以上のように物理生息場モデルは、改修予定河川などの事業効果予測を定量的に行うことができるため、様々な改修の効果を比較対照する上で有用である。