

室見川におけるシロウオの 産卵環境の定量化と保全について

伊豫岡 宏樹¹・山崎 惟義²・渡辺 亮一³・皆川 朋子⁴・浜田 晃規⁵

¹正会員 福岡大学 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0104福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail: iyooka@fukuoka-u.ac.jp

²正会員 福岡大学 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0104福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail: yama@fukuoka-u.ac.jp

³正会員 福岡大学 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0104福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail: wata@fukuoka-u.ac.jp

⁴正会員 熊本大学 工学部社会環境工学科 (〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号)
E-mail: minagawa@kumamoto-u.ac.jp

⁵正会員 福岡大学 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0104福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail: hamadateruki@fukuoka-u.ac.jp

春季に遡上して汽水域の上流部に産卵するシロウオの産卵環境を理解、保全するため (1) 産卵環境の定量化, (2) その結果に基づく保全対象区の抽出, (3) 産卵場の造成を行い, (4) 産卵場造成による効果について検討した。卵塊の生みつけられた礫の最小粒径は20mm程度であった。産卵は産卵基質とならない19mm以下の河床材料に対する中央粒径が1mm前後に場所て集中的に産卵していた。産卵が認められた地点の泥分3%以下であった。室見川での調査結果を用いて卵塊の有無を一般化線形モデル (GLM) により評価したところ, 説明変数として, 砂の占有面積・塩分・水深・軟泥厚が採用された。この結果をもとに室見川に関しての産卵ポテンシャルマップを作製し, 具体的な保全区の抽出を行い, 産卵床造成作業を行なった。平成22年度から平成24年度までのいずれも床造成した産卵場に卵塊が認められ, 産卵総数は産卵場造成を開始以降上昇傾向にあった。一般化線形モデルおよび産卵ポテンシャルマップを用いることで対象に特化した保全策を講じることが出来ることから周辺環境に低負荷な効率的な保全手法といえる。

Key Words : シロウオ, 汽水域, 産卵環境, *Leucopsarion petersii*, GLM, habitat, brackish water

1. はじめに

近年の河川整備では, 河川は治水, 利水の役割を担うだけでなく, 潤いのある水辺空間や多様な生物の生息, 生育環境として捉えられ, 地域の風土と文化を形成する重要な要素として, その個性を生かした川づくりが求められている。国土交通省では「生物の生息・生育・繁殖環境の保全と整備」, 「魅力ある水辺空間の整備と保全」, 「河川利用・生活環境に配慮した水量・水質の改善」推進しており, 総体として良好な河川環境の整備と保全に向けた取り組みが行われている。

各地で春の風物詩としてなじみ深いシロウオの漁獲量は全国的に減少傾向にあり, その減少の要因として, 成育場の水質の変化, 河口堰設置やコンクリート護岸など河川改修による産卵場の喪失などが考えられている¹⁾。

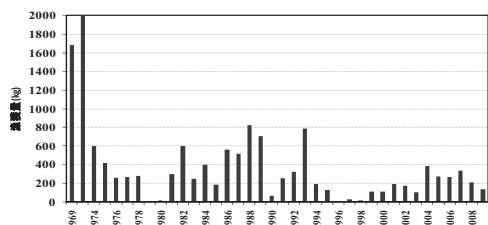


図-1 シロウオの漁獲量の推移

表-1 室見川における産卵床の保全

作業時期	作業区間	作業内容
S59.11～S60.1	室見新橋から室見川筑肥橋	投石を中心とした産卵場の造成
S62～H8	河川全体	河床に堆積した砂の一部を, ブルドーザーで流心と反対側の右岸側に押し延べて, 砂の中に埋没した石を河床表面に露出させた。
H8.12～H9.1	4～8区	河床のやや左岸よりのところに石を護岸とほぼ平行に連続して並べ, その左岸側を掘削した掘削部分に投石した。
H11.11～12	6, 7区	投石 (福岡県が実施)
H15.1～2	17～19区	投石 (室見川シロウオ組合が実施)

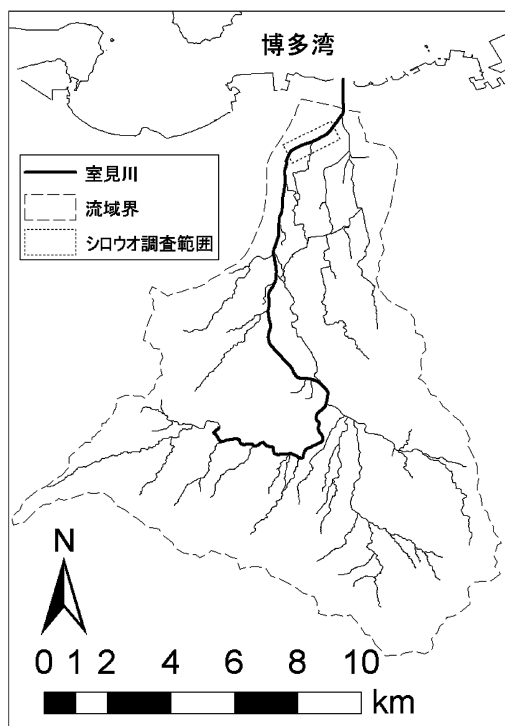


図-2 室見川流域と調査範囲

福岡市では大正時代には毎年10石（約1500kg）程度の漁獲高があったとされているが、昭和末期にはその半分以上に落ち込んでおり、特に平成4年頃からの漁獲量は激減し、近年年の漁獲量は低水準で推移している。（図-1）室見川では過去に主に投石による産卵場の整備が行われてきた。（表-1）シロウオは、産卵基質となる石が河床の表面から約20cmの深さまで、全部および一部が埋まった沈み石に産卵するとされているため、室見川でもこれまでたびたび産卵場の整備が行われ、その資源の維持、増殖を図ってきた²⁾。シロウオの産卵環境である汽水域上流部については人為的な影響を受けやすいことから、汽水域上流部のシロウオが産卵できるような環境を保全する知見を得るため（1）産卵環境の定量化、（2）その結果に基づく保全対象区の抽出、（3）産卵場の造成を行ない、（4）近年三年間の調査結果から産卵場造成による効果について検討した。

2. 方法

(1) 現地調査

現地調査は、シロウオの産卵期である平成22年4月14日、平成23年4月14日、平成24年4月22日に行った。調査

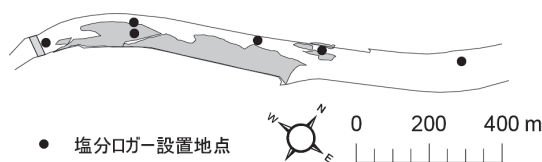


図-3 塩分ロガーの設置地点



写真-1 埋没した礫を掘り出す様子

対象区域はこれまでの調査で産卵が確認されている室見川の新道井堰（河口2.5km）から下流1.2kmの区間とした。（図-2）調査区域を23区画に分け、右岸・流心部・左岸の3か所に平成22年、24年はそれぞれ1か所ずつ、平成23年は2ヶ所ずつ調査地点を設け、50cm×50cmコドラート枠内から深さ30cm程度までの礫をすべて取りだし卵塊数を記録した。また、平成23年度の調査では同時に水深、流速、軟泥厚、目視による表層の河床材料の占有面積、表層の礫の有無、埋没している礫の有無を記録し、河床材料を採取した。採取した河床材料は実験室にて振るい分け試験（JIS1204）を行った。また、平成23年7月19日（大潮）から8月14日（大潮）には図3の6地点の河床直上に塩分ロガー（HOBO U24-002）を設置し塩分を測定した。

(2) 産卵ポテンシャルマップの作成と保全区の抽出

平成23年の現地調査の調査結果より一般化線形モデルを作成した。一般化線形モデルは、応答変数の分布が正規分布でない確率変数に対しても線形予測が可能となるモデルで、リンク関数としてロジット変換を用いると次の式で表される。

$$\text{リンク関数: } \text{logit}(p) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right) \quad (1)$$

$$\text{logit}(p) = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + \dots \quad (2)$$

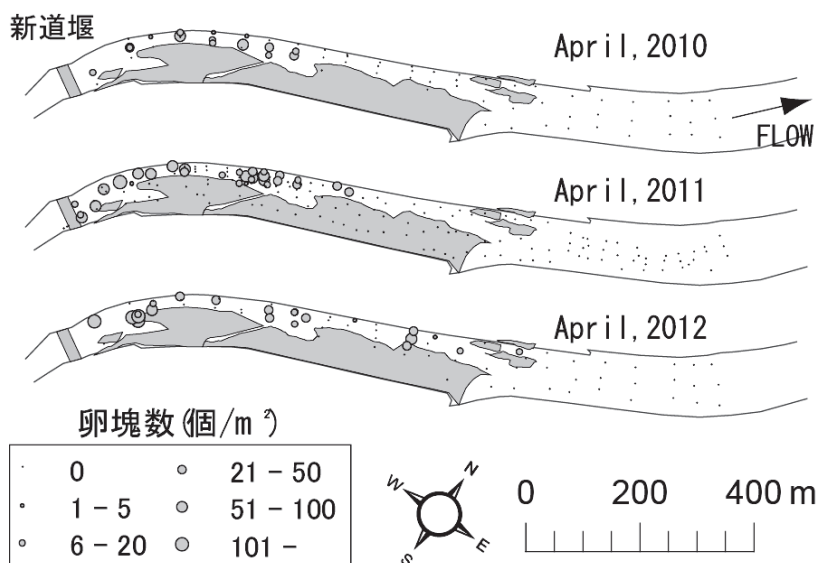


図-4 調査結果 (卵塊数)

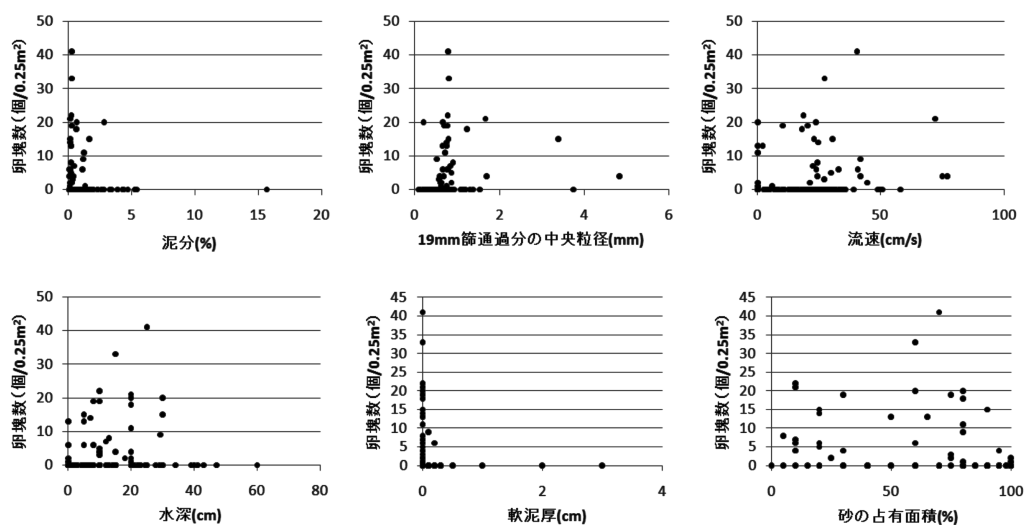


図-5 各環境因子と卵塊密度の関係

ここに p : ある事象の起こる確率, x_i : i 番目の説明変数, A_0 : 切片, A_i ($i \geq 1$) : 説明変数 i の線形予測パラメータである. 確率分布とリンク関数を選択し, 説明変数をくみあわせた線形予測子(式(2))を構築し, 最尤法によってパラメータの推定を行う方法である³⁾. 今回は応答変数を産卵が認められた場合は1, 認められなかった場合は0とした2値データ, 確率分布を二項分布と仮定した. 説明変数は, 水深, 流速, 軟泥厚, 表層砂の占有面積, 表層礫の占有面積, 表層礫の有無, 埋没礫

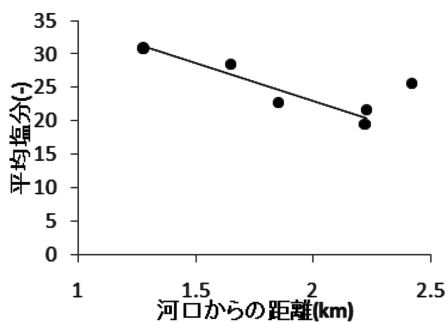


図-6 河口からの距離と平均塩分の関係

の有無，19mm篩通過材料の中央粒径，塩分とし，全て数値型で取り扱えるよう表層礫の有無，埋没礫の有無に関しても有：1，無：0として取り扱った。環境因子の採用・非採用については，赤池情報量基準（AIC）を選択基準としすべての環境因子の組み合わせでAICを算出し最も小さな値となるモデルを採用した。産卵ポテンシャルマップは，各環境因子をGISを用いて大潮干潮時に水没する範囲で2次元的に補完し，作成された一般化線形モデルを用いて産卵適応度を算出し作成した。保全区の抽出については，環境因子のうち底質を産卵に適したものへと変化させた場合に産卵確立が上昇する部分を選択した。

(3) 産卵床造成

産卵ポテンシャルマップと一般化線形モデルを用いて抽出された保全区のうち，産卵確立が比較的高い部分について産卵床の造成を行った。産卵床の造成は，スケルトンバケットを搭載した重機によって河床に埋没している礫を掘り起こし，その後人力で礫を河床上に配置した。（写真-1）

3. 結果

(1) 現地調査および一般化線形モデルによる産卵環境の定量化

現地調査の結果を図4に示す。

卵塊の生みつけられた礫の最小粒径は20mm程度であった。産卵は産卵基質とならない19mm以下の河床材料に対する中央粒径が1mm前後の場所で集中的に行われていた。泥分はすべての地点で7%を下回った。（図-5）塩分については，河口からの距離と一時的な関係が見られた。（図-6）室見川での調査結果を用いた一般化線形モデルでは，説明変数として砂の占有面積(%)・塩分(%)・水深(cm)・軟泥厚(cm)を採用した場合にそれぞれの係数が-0.0118， -0.250， -0.0324， -13.4， 切片が5.88となりAICが最小なった。この結果をもとに作成した室見川のシロウオ産卵適応度を図-7上段に示す。

(2) 一般化線形モデルを用いた保全区の抽出

最適モデルとして採用されたモデルによると，底質条件を操作して産卵適応度を高める条件は，砂の占有面積および軟泥厚の係数が負であることから，これらを変えるだけ小さくすればよいことになる。そこで，対象区全域においてこれらの値として0を与えて産卵適応度を算出し(図-7下段)，現状の産卵適応度から底質条件を変えた適応度が0.3以上上昇する領域を抽出したところ，汽水域上流部および，産卵が多くみられる区やや下流側

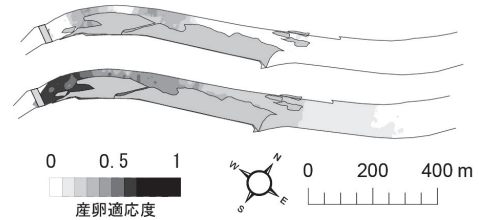


図-7 一般化線形モデルによる産卵適応度

上段：平成23年度調査

下段：全域で砂分0%，軟泥厚0cmとした場合の産卵適応度

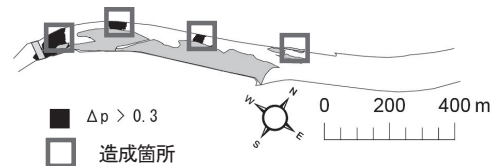


図-8 底質の条件を変えた際に産卵適応度が0.3以上増加した地点と，平成23年度の造成区

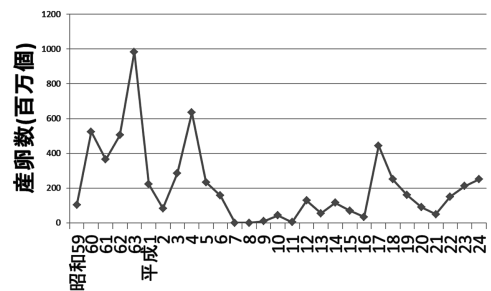


図-9 総産卵数の推移

に河床材料の改善によって産卵適応度が大きく上昇する場所がみられた。（図-8）

(3) 産卵床の造成

平成24年の産卵床造成区を図8に示す。保全区の抽出の際の条件である「砂の占有面積および軟泥厚を小さくする」ことは，河床に堆積している細粒分を取り除き，表面に礫を露出させることで満足できる。平成24年の産卵床造成はこれらの底質を変化させるだけで，産卵適応度が大きく上昇する地点を中心に産卵床の造成を平成24年1月22日に行った。図4の平成24年の調査結果をみると，平成23年に産卵が見られなかった造成区に新たに産卵が認められることが分かる。また，福岡市による過去の調査データと比較すると，産卵床の造成を開始した平成22年より上昇傾向にあり，産卵可能な面積が増えるこ

とによる産卵数の増加が見込まれることわかる。(図-9)

4. 考察

平成23年度はこのマップを基に具体的な保全区の抽出を行い、産卵床造成作業を行なった。平成23年および平成24年のいずれも床造成した産卵場に卵塊が認められ、産卵総数は産卵場造成を開始以降上昇傾向にある。一般化線形モデルおよび産卵適応度をマップ化することで対象区間に特化した保全策を講じることが出来ることから周辺環境に低負荷な効率的な保全手法といえる。一方、これらの手法は従来の大掛かりな機械を使用しないため礫の投入や、重機による河床の攪拌に比べ安価であるが、定期的に手を入れることが必要であり、持続的にシロウオの産卵環境を維持することはできない。表-2に室見川における農業用堰による利水状況を示す⁴⁾。室見川下流域については市街化が進んでいるため、大型堰の割にごくわずかな水田にしか利用されていない。中上流域は、現在はまだ多くの水田が残されているが、室見川流域の大部分が福岡市都市計画マスタープランに郊外住宅地として位置づけられ、土地区画整理事業による新規宅地の創出が計画されている。室見川の堰は特に中下流域の生態系に大きく影響を及ぼしていると考えられ、室見川流域の土地利用の変化に伴い堰のあり方を再検討する必要があるが、水資源に乏しい福岡都市圏での利水者との調整が課題である。持続的な産卵環境の維持には、適切な土砂輸送を確保することが不可欠であり、今後は田畑の減少により役目を終えた堰の移設や統廃合も視野に流域全体での土砂管理を行う必要がある。

謝辞：本研究は富士フィルムグリーンファンドによる緑

表-2 室見川の利水状況

井堰名	受益戸数(人)	受益面積(ha)	水利委員
新道井堰	2	2	1
浜井手井堰	2	2	1
乙井手井堰	101	35	2
花立井堰	40	15	2
都地河原堰	20	5	2
丸井堰	26	16	1
亀丸井堰	15	5	2
新井手井堰	95	45	3
焼隈井堰	84	87	14
椿井堰	113	105	15
合計	498	317	43

の保全と活用の研究助成により実施された。また、産卵床の造成はシロウオ組合の斎藤組合長を始め、福岡市水産振興課の皆さま、室見川再生を語る会の皆さま、地域の皆さま、はかたわん海援隊の学生さん等多くのボランティアの協力により実施された。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 松井誠一：シロウオの生態と増殖に関する研究，九州大学農学部学藝雑誌，第40巻，pp. 135- 174. 1986.
- 2) 福岡市農林水産局，豊かな海再生事業（漁場環境調査：シロウオ）委託報告書，2011.
- 3) 金明哲：Rによるデータサイエンス，森北出版，pp. 157-159，2007.
- 4) 第7回室見川市民フォーラム，講演資料，2012.

(2013. 7. 19 受付)

SPAWNING HABITAT OF THE ICE GOBBY AND ITS RESTORATION AT THE MUROMI RIVER ESTUARY IN FUKUOKA

Hiroki IYOOKA, Koreyoshi YAMASAKI, Ryoichi WATANABE,
Tomoko MINAGAWA and Teruki HAMADA

Evaluation of the spawning habitat of the Ice gobby and local restration was carried out at the Muromi river estuary in Fukuoka prefecture. Environmental data such as bed materials, water velocities, depths, salinities were collected by the field survey. Spawning potential was created using the generalized linear model(GLM) and restration area was extracted using the GLM and GIS method. The bestmodel was established with the data of sandy area, salinity, depth, thickness of the fine sediment. Restration was carried out mainly at the extracted area. Ice gobby spawned at the restration area, and the total egg number was increased via the field restration. Local restration was established effectively via this procedure. It affect less influence to the neighbore environment.