

メダカの生息場選好性の定量化手法に関する一考察

Approaches in habitat preference evaluation for Japanese medaka (*Oryzias latipes*)

○福田信二*, 奥島修二**, 平松和昭***

○FUKUDA Shinji*, OKUSHIMA Shuji, HIRAMATSU Kazuaki**

1. はじめに 戦後の高度経済成長に伴う自然環境の喪失に対する反省から、近年、環境配慮型の圃場整備事業や多自然川づくりを目指そうとする機運が高まっている。開発と生態系保全の調和を図る際には、まず対象とする地域の環境構造の詳細を把握し、その環境を生物がどのように利用するのか、について明らかにする必要がある。そして、「どのような環境をどれだけ保全・創出するのか」といった保全の目標を定量的に表現することが求められる。生息環境の定量評価手法については多数提案されているが、手法により評価結果が異なることが予想される (Fukuda *et al.*, 2006)。そこで本報では、メダカ (*Oryzias latipes*) を対象とし、複数の環境因子に対する選好度の定量化アプローチについて比較・検討する。

2. フィールド調査 フィールド調査は、2004年10月14日および11月5日に福岡県久留米市の農業用水路で実施した。水路は幅2m程度の土水路で、河床には水生植物が繁茂しており、多様な環境を形成していた。この水路の約50mを調査区間とし、水深 (cm)、流速 (cm s^{-1})、側方遮蔽率 (%), 植生被覆度 (%) およびメダカの生息個体数について調査した。調査結果を基に水深と流速について類似した環境ごとに区分し (Fig. 1), 同図を基に側方遮蔽率と植生被覆度を計算した。メダカの生息個体数は各水域とも 1 m^2 あたりの個体群密度 $\rho_{o,i}$ に換算した。以上の結果を用いて、生息場選好性モデルの構築を試みる。

3. 生息場選好性の評価 メダカの生息場選好性の評価には、著者らのファジィ選好強度モデル (平松ら, 2003; 福田ら, 2005) を採用した。入力値は、測定値を中央値とし、幅を水深が 1 cm , 流速が 2 cm s^{-1} , 遮蔽および植生が 10% とする三角型対称ファジィ数で表現した。各前件部に対応する後件部の定数値 (選好度に相当) は単純 GA を用いた最適値探索により決定した。その際、後件部の定数値の値 $[0, 1]$ を 6 ビットで表現し、適応度は観察された実測個体群密度 $\rho_{o,i}$ とフィールド調査の結果から得られたファジィ選好強度モデルから計算された予測個体群密度 $\rho_{c,i}$ の平均二乗誤差の逆数として定義した。その際、ある水域 i ($i=1, \dots, n$) における物理環境測定値とモデルにより計算された選好度が P_i である場合、その水域におけるメダカの予測個体群密度 $\rho_{c,i}$ は次式で与えられることとした。

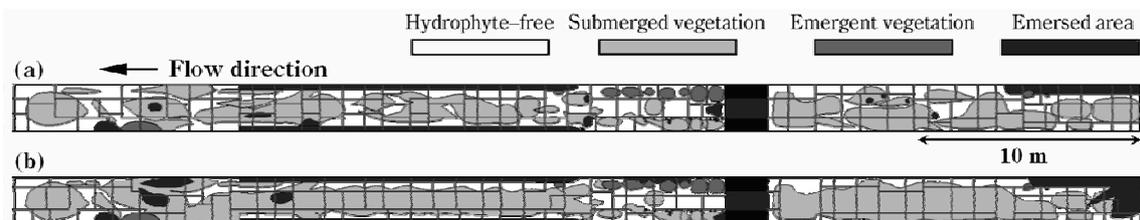


Fig. 1 調査水路の概観 : (a) 2004年10月14日 ; (b) 2004年11月5日
Overviews of the study reach: (a) 14 October, 2004; (b) 5 November, 2004

* 熱帯農学研究センター Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University

** 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

*** 九州大学大学院農学研究院 Faculty of Agriculture, Kyushu University

キーワード : 生息環境評価, 生息場選好性, ファジィ選好強度モデル, メダカ,

$$\rho_{c,i} = \left(P_i / \sum_{i=1}^n P_i \right) \sum_{i=1}^n \rho_{0,i} \quad (1)$$

その際、水域 i の選好度 P_i の計算手法によって評価の結果が異なることが予想される。そこで本報では、各環境因子について (a) 個別に選好度を定量化する手法 (Single-factor modeling), (b) まとめて定量化する手法 (Lumped modeling), および (c) 個別に定量化した後、重み付けする手法 (Weight operation) を用いてメダカの生息場選好性を評価した。その際、(a) (b) では (2) 式の直積型選好度複合法を用い、(c) では (3) 式の正規化因子ウェイト法を用いて、複合した環境因子に対する選好度を計算した。

$$P_i = P_{\text{depth}} \times P_{\text{velocity}} \times P_{\text{cover}} \times P_{\text{vegetation}} \quad (2)$$

$$P_i = \prod P_{i,j}^{w_j/w_{\max}} \quad (3)$$

ここで、 j は環境因子である。各手法の再現性は平均二乗誤差 (MSE) とその標準偏差 (SD) を用いて評価した。

4. 結果と考察 各手法を用いて定量化されたメダカの選好曲線を **Fig. 2** に示す。手法 (c) で得られた各因子間の重みは $W_d : W_v : W_c : W_{\text{veg}} = 1.0 : 0.67 : 0.75 : 0.84$ であった。以上に基づくメダカの空間分布の予測結果を **Fig. 3** に、各手法の評価結果を **Table 1** に示す。**Fig. 2** では、流速を除く 3 因子についてはほぼ同様の選好曲線が得られており、個別に選好度を定量化する手法の妥当性がうかがわれた。また、重み付けにより再現性が向上しており、その有用性が示された。しかし、手法 (b) の予測精度が最良であるうえ (**Table 1**)、各因子間の非線形的な関係が示唆されていることから (**Fig. 2**)、選好度複合法等に関するより詳細な検討が必要であると考えられる。

参考文献：

福田信二・平松和昭・森 牧人・四ヶ所四男美 (2005) 農業用水路におけるメダカの生息場選好性のあいまいさに関する数理表現. *農土論集*, **239**: 43-49.
 Fukuda, S., Hiramatsu, K., Okushima, S. (2006) An information-theoretic approach for model selection in habitat preference evaluation of Japanese medaka (*Oryzias latipes*). *Bull. Inst. Trop. Agr. Kyushu Univ.* **29**: 105-118.
 平松和昭, 福田信二, 四ヶ所四男美 (2003) ファジィ推論によるメダカの環境応答モデルの開発, *農土論集*, **228**, 65-72.

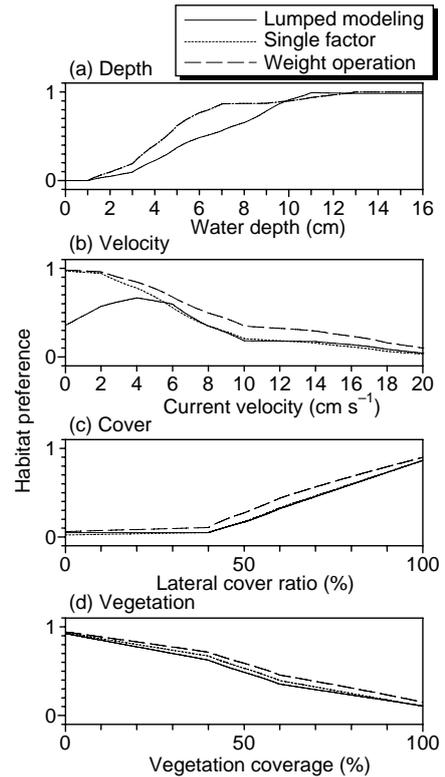


Fig. 2 メダカの生息場選好曲線
Habitat preference curves of medaka

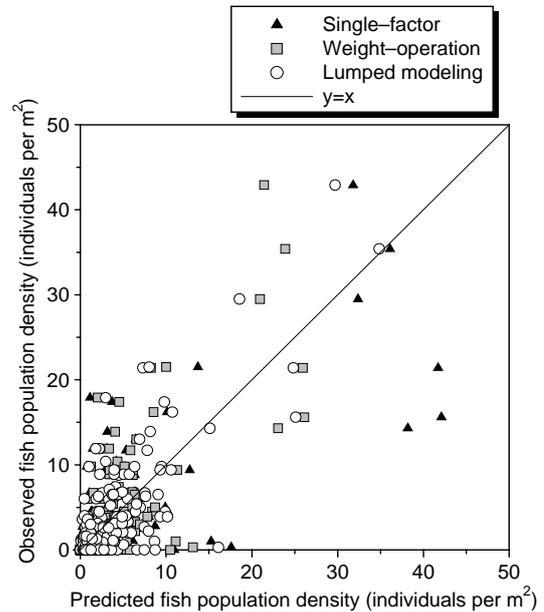


Fig. 3 実測および予測個体群密度の比較
Scatter diagram of predicted and observed fish population density of medaka.

Table 1 モデリング手法の再現性比較
Comparison of prediction ability between approaches used

	(a)	(b)	(c)
MSE	17.46	12.69	10.67
SD	4.19	3.57	3.27