

メダカの生息場選好性モデルの転用可能性に関する一考察

On the transferability of habitat preference model for Japanese medaka (*Oryzias latipes*)

福田信二*

FUKUDA Shinji*

1. はじめに 近年，環境配慮型の圃場整備事業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，対象地域の環境構造や保全の対象となる生態系の特徴の詳細を把握し，『どのような環境をどれだけ保全・創出するのか』について定量的な目標を設定する必要がある．生物の生息環境を定量的に評価する手法は多数提案されており，ファジィ理論やニューラルネットワーク等の応用例もみられる(Ahmadi-Nedushan *et al.*, 2006)．これまで著者らは，メダカ (*Oryzias latipes*) を対象とし，その生息場と物理環境の関係性を人工知能技術によって表現し(ファジィ生息場選好性モデル(FHPM): 平松ら，2003)，メダカの生息場を良好に再現してきた(Fukuda and Hiramatsu, 2008)．しかし，生物の生息場選好性は場所や季節ごとに異なるため，構築モデルを適用するには注意が必要であると考えられる．そこで本報では，複数のデータを用いてメダカの生息場選好性モデルを構築し，その転用可能性について評価した結果を報告する．

2. フィールド調査 フィールド調査は，2004年10月14日，11月5日および11月9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，多様な水理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．水深と流速の調査結果に基づき，類似した環境に水域を区分し，側方遮蔽率と植生被覆度を計算した．観察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 $FPD_{o,i}$ に換算した．以上の結果(図1)を用いて，生息場選好性モデルを構築する．

3. 生息場選好性モデル 本報では，FHPMを基本モデルとする．FHPMは，ファジィ推論と遺伝的アルゴリズム(GA)を融合した遺伝的ファジィシステムであり，物理環境と生息場選好性の関係をファジィルールにより表現する．ここでは，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 HP_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 $FPD_{c,i}$ は次式を用いて計算した．

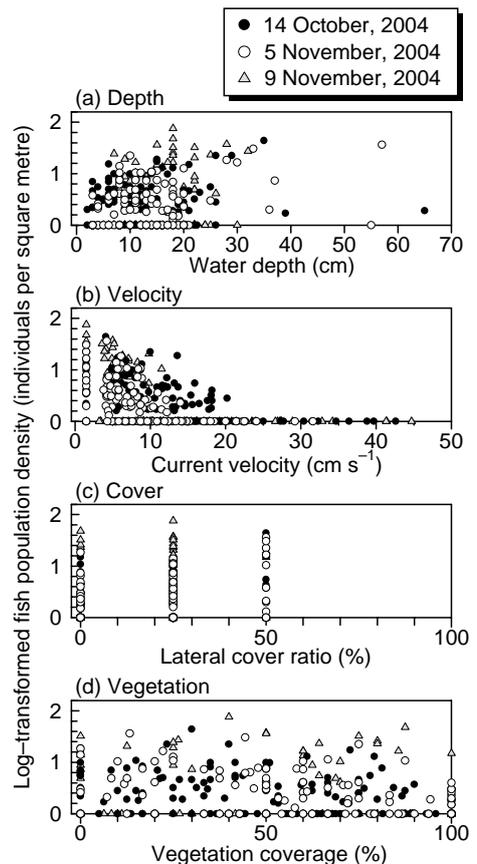


図1 調査結果

Fig. 1 Result of field surveys

*九州大学 熱帯農学研究センター Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University

キーワード: 生息場選好性, 遺伝的ファジィシステム, モデル評価, メダカ, 水田生態系

$$FPD_{c,i} = \left(HP_i / \sum_{i=1}^n HP_i \right) \times \sum_{i=1}^n FPD_{o,i} \quad (1)$$

その際，水域 i の選好度は各因子に対する選好度の積として計算した．FHPM のモデルパラメータは遺伝的アルゴリズム（GA）によって最適化される．モデルの詳細については，既報（平松ら，2003；Fukuda, 2009）を参照されたい．

4. 解析 本報では，3つの異なるデータを用いてモデルを構築し，それぞれのデータを用いてモデルを評価する（表1）．モデルの構築には，メダカの空間分布の実測値と予測値の平均二乗誤差（MSE）を利用し，モデルの予測精度の評価に実測データのばらつき

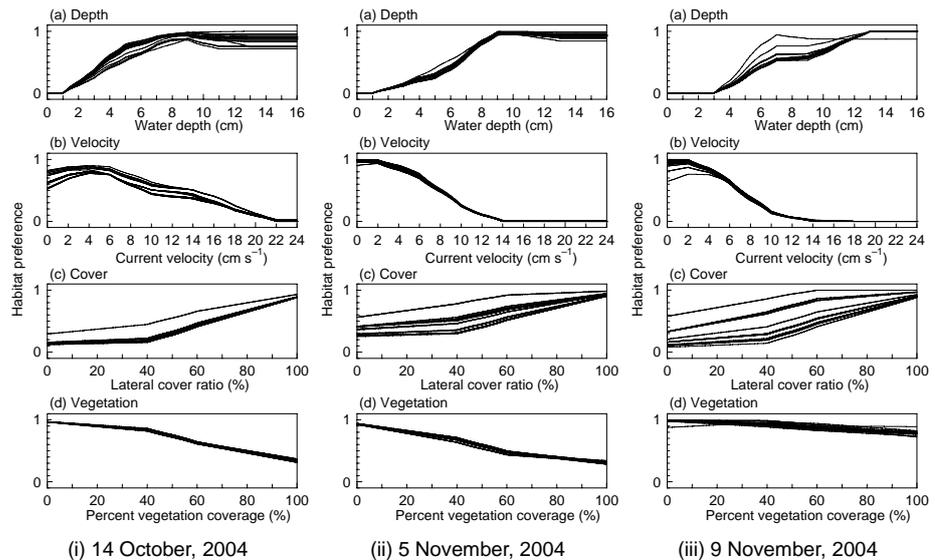


図2 メダカの生息場選好曲線
Fig. 2 Habitat preference curve of Japanese medaka

を反映させるために Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) を利用する．また，メダカの空間分布の予測精度に加えて，生息場選好曲線の形状からモデルの特性を比較する．

結果と考察 FHPM によって評価された生息場選好曲線を図2に示す．FHPM はファジィ化することによって選好曲線が滑らかになる点に特徴がある．同図では，選好曲線はほぼ同様の傾向を示しているが，モデル構築に利用するデータごとにパラメータの収束性が大きく異なっている．これは，データの質的要因（データ数，prevalence など）に起因しているものと考えられる．表1のように，モデルの予測精度はモデル構築に利用したデータごとに異なるが，NSE を用いることにより各モデル間の比較が容易になることが示唆された．結果として，10月14日のデータで構築したモデルが最も高い転用可能性を有していた．以上から，対象生物の生息場選好性を定量化する際には，場所特異性や季節性等に起因する生息場選好性モデルの Transferability とともに，データの質的要因の影響を考慮する必要があると考えられる．

参考文献：Ahmadi-Nedushan, B. *et al.* (2006): A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for instream flow assessment. *River Res. Applic.* **22**: 503–523. Fukuda, S. (2009): Consideration of fuzziness: Is it necessary in modelling fish habitat preference of Japanese medaka (*Oryzias latipes*)? *Ecol. Model.*, **220**, 2877–2884. Fukuda, S., Hiramatsu, K. (2008): Prediction ability and sensitivity of artificial intelligence-based habitat preference models for predicting spatial distribution of Japanese medaka (*Oryzias latipes*), *Ecol. Model.*, **215** (4), 301–313. 平松和昭ら (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.

表1 モデルの評価結果：MSE と NSE の比較
Table 1 Model evaluation result: comparison of MSE and NSE

Model	MSE			NSE		
	CAL	VAL	VAL	CAL	VAL	VAL
(i)	14 Oct.	5 Nov.	9 Nov.	14 Oct.	5 Nov.	9 Nov.
(ii)	5 Nov.	14 Oct.	9 Nov.	5 Nov.	14 Oct.	9 Nov.
(iii)	9 Nov.	14 Oct.	5 Nov.	9 Nov.	14 Oct.	5 Nov.
(i)	0.069	0.088	0.230	0.58	0.44	0.35
(ii)	0.066	0.162	0.198	0.58	0.01	0.44
(iii)	0.146	0.235	0.102	0.59	-0.43	0.36

MSE, mean square error; NSE, Nash-Sutcliffe efficiency
CAL, calibration; VAL, validation