

HSI モデルを用いたメダカの生息場選好性評価における 多変量モデルおよび単変量モデルの比較

Comparison between multivariate and univariate models in habitat preference evaluation of Japanese medaka (*Oryzias latipes*) using a HSI model

○増田慎也*・福田信二**・平松和昭***・原田昌佳***

Masuda Shinya*, Fukuda Shinji**, Hiramatsu Kazuaki***, Harada Masayoshi****

1. はじめに 近年、自然環境を保全・創出し、農業用排水路が本来有すべき良好な生態系に配慮した水路づくりを目指そうという機運が高まっている。このような水路の施工管理には、保全対象の生物がどのような環境を選好し（環境の質）、その生息にどのくらいの環境（環境の量）が必要なのかについて定量的に把握することが重要であり、その評価には Habitat Suitability Index (HSI) モデル等の手法が用いられる。HSI モデルには、多変量モデルと単変量モデルがあり、一般的には簡便な単変量モデルが用いられるが、変数間に相互影響などの非線形的な関係がある場合、再現性が著しく低下する恐れがある。一方、多変量モデルは、環境因子間の相互作用を考慮できるため、より正確な評価が可能だが、適用事例は見当たらない。そこで本研究では、多変量型および単変量型の HSI モデルを対象に、既に開発済みのカテゴリー化手法を用いて、最適なカテゴリー数を決定し、独立した複数のデータを用いて、両モデルの再現性を比較する。

2. フィールド調査 本研究では、Fukuda and Hiramatsu (2007) が 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排水路で実施した現地調査の結果を用いた。本調査では、対象水路の約 50 m を調査区間とし、水深 (cm)、流速 (cm/s)、側方遮蔽率 (%)、植生被度 (%) およびメダカの空間分布について調査した。観察したメダカの空間分布は、各水域とも 1 m² あたりの個体群密度 (FPD: Fish Population Density) に換算した。本研究では、得られた FPD の常用対数変換値 $FPD_{\log, j}$ をモデルの構築および個体群密度の再現に用いた。

3. 生息場選好性モデル ここでは、HSI モデルの第 3 種適性基準である Vandeploeg and Scavia の relativized electivity E^* を用いて、メダカの生息場選好性を評価し、その空間分布を予測する。その際、各環境変数のカテゴリー化には、環境因子のカテゴリー化にエントロピーに基づく区分法 (増田ら, 2010) を導入した。エントロピーに基づく区分法では、各カテゴリー内の寡少なデータによる評価結果への影響を低減するために、情報量エントロピーが最

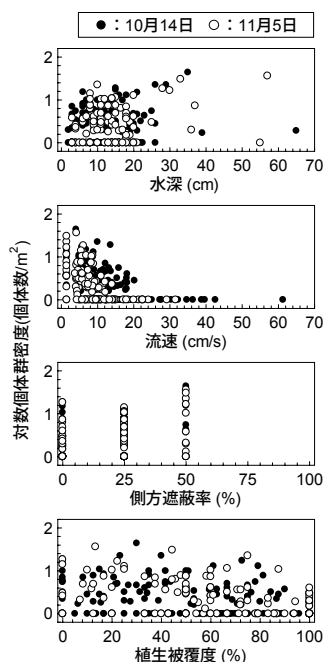


図 1 生息環境調査の結果
Fig. 1 Result of field surveys

* 九州大学大学院生物資源環境科学府 / Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

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

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

キーワード：生息場選好性評価, HSI モデル, 多変量モデル, メダカ

大になるようにカテゴリー化を行う。ここでは、カテゴリー数は遮蔽を除いて2~8個とした。

4. 解析 本報では、10月14日のデータを用いてモデルを構築した。得られたモデルは、10月14日を用いたモデルの再現性の評価(ケース1)および11月5日のデータを用いたモデルの検証(ケース2)により有効性を検討した。その際、各モデルについて平均二乗誤差(MSE: Mean Squared Error)を計算し、最も予測精度が高いカテゴリー数の組み合わせを決定した。ここで、モデルの予測精度の評価にはMSEおよび出現・非出現解析の評価指標である正答率(CCI: Correctly Classified Instances), kappa, AUC(Area Under the receiver operating characteristics Curve)を使用し、生息場選好性の妥当性は順位相関係数(RCC: Rank Correlation Coefficient)を用いて評価した。

5. 結果と考察 ケース1とケース2において、モデルごとに決定したカテゴリー数および再現精度を表1に示す。カテゴリー内のデータ充足率は、多変量モデルでは、カテゴリー数の多い4因子モデルの充足率は低いが、2因子モデルでは充足率は0.9程度であり、データの少ないカテゴリーも線形補間などにより、選好度を評価できる可能性がある。多変量モデルと単変量モデルの再現精度について、MSEを除く評価指標を用いて比較した結果を図2に示す。ケース1については、ほぼ全てのモデルについて、多変量モデルの精度が比較的良好となり、特に、3因子、4因子を考慮した場合、多変量モデルは単変量モデルに比べて非常に高い精度を示した。ケース2でも、多変量モデルの多くは単変量モデルに比べて、比較的高い精度が得られた。以上から多変量モデルを構築することで、より精度の高い生息場選好性モデルを構築できることが示唆された。

6. おわりに 本研究では、既に開発済みのカテゴリー化手法を用いて、多変量型および単変量型のHSIモデルの再現精度を比較した。その結果、多変量モデルの方が良好な再現性を示したことから、生息環境評価において環境因子間の相互影響を考慮することの重要性が示唆された。

参考文献: Fukuda and Hiramatsu (2007): Prediction Ability of Resource Selection Function for the Estimation of Fish Habitat Preference, *Trans. JSIDRE*, 75(1), 113-118. 増田ら (2010): メダカ (*Oryzias latipes*) の生息場予測における HSI モデルの transferability の評価. 第 91 回農業農村工学会九州支部講演会要旨集: 136-137.

表 1 生息場選好性モデルの再現精度
Table 1 Accuracy of habitat preference models

	ケース1		ケース2		MSE	充足率	MSE	MSE	充足率	MSE	
	多変量	単変量*	多変量	単変量*							
D										0.145	0.176
V										0.108	0.161
C										0.141	0.141
Veg										0.138	0.177
D-V	0.072	0.88	0.092	0.121	0.90	0.123					
D-C	0.126	0.83	0.124	0.147	1.00	0.143					
D-Veg	0.094	0.95	0.121	0.141	1.00	0.134					
V-C	0.092	0.88	0.090	0.124	0.90	0.118					
V-Veg	0.071	0.91	0.091	0.111	1.00	0.114					
C-Veg	0.113	0.96	0.119	0.136	0.94	0.136					
D-V-C	0.057	0.42	0.080	0.119	0.55	0.113					
D-V-Veg	0.030	0.31	0.078	0.100	0.64	0.106					
D-C-Veg	0.060	0.46	0.104	0.128	0.69	0.130					
V-C-Veg	0.044	0.46	0.079	0.110	0.70	0.106					
D-V-C-Veg	0.024	0.11	0.070	0.093	0.43	0.101					

D: 水深, V: 流速, C: 遮蔽, Veg: 植生

* 単変量モデルについては充足率は全て1.00

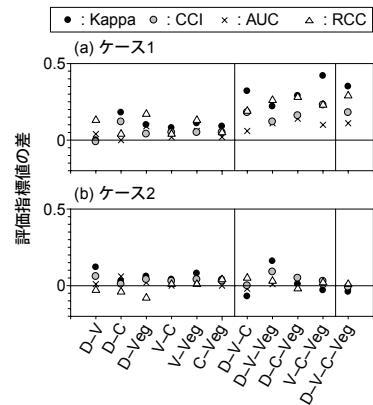


図 2 多変量モデルおよび単変量モデルの再現性の比較

Fig. 2 Comparison of accuracy between multivariate and univariate models