

農業用水路におけるメダカの生息場選好性の定量化 Quantification of habitat preference for Japanese Medaka in agricultural canal

○福田信二*, 平松和昭**, 四ヶ所四男美**, 森牧人**

○FUKUDA Shinji*, HIRAMATSU Kazuaki**, SHIKASHO Shiomi**, MORI Makito**

1. はじめに 著者ら (2003) は, 魚類が本質的に有する応答行動のばらつきをあいまいさとして積極的に捉え, 簡略化法を用いたファジィ推論を導入することにより, 水深因子, 流速因子および遮蔽因子に対するメダカ (*Oryzias latipes*) の選好特性を室内開水路実験の結果を基に検討した. 単純 GA により得られたファジィ選好強度モデルはメダカの実測分布の傾向をほぼ再現したが, 一般に室内実験と実水域では選好性に差異があることが知られており, 実水域のデータを直接用いたモデルの構築が望まれる. そこで本報告では, 実水域におけるメダカの生息場選好性を定量化するために, 農

業用水路で実施したフィールド調査の結果を用いてメダカのファジィ選好強度モデルの構築を試みた. また, モデルへの入力値である環境因子の測定値を三角型対称ファジィ数で表現し, 測定値の水域内での分布のばらつきや測定誤差をデータに含まれるあいまいさとして明示的にモデルに組み込んだ.

2. フィールド調査 2004年10月14日に福岡県久留米市の農業用水路で実施したフィールド調査の概要を示す. 水路は幅2mの土水路で, 河床には水生植物が生えており, 多様な環境を形成していた. この水路の約50mを対象区間とし, 水深, 流速, 遮蔽率およびメダカの生息個体数を調査した. 調査結果から類似した環境ごとに区分し, 最終的に139個の水域に分割した (Fig. 1). その際, 水生植物は遮蔽物として取り扱い, 生息個体数は各水域とも1m²当たりの個体群密度 $\rho_{0,i}$ に換算した. 以上の結果を用いて, モデルの構築を試みた.

3. 改良したファジィ選好強度モデル 本報告では, 実水域で得られたデータからメダカの選好特性を定量化するために, 著者らのファジィ選好強度モデル (2003) に一部改良を加えて利用した. ファジィ推論の前件部は3個の環境因子についてそれぞれ Fig. 2 のように定義した. ファジィ入力値は測定値を中央値とし, 幅は水深が1cm, 流速が2cm/s, 遮蔽率が10%とする三角型対称ファジィ数である. ここで, 幅とは中央値からの拡がりという意味する. 各前件部に対応する後件部の定数値と各因子間の相互影響を評価する重みは単純 GA を用

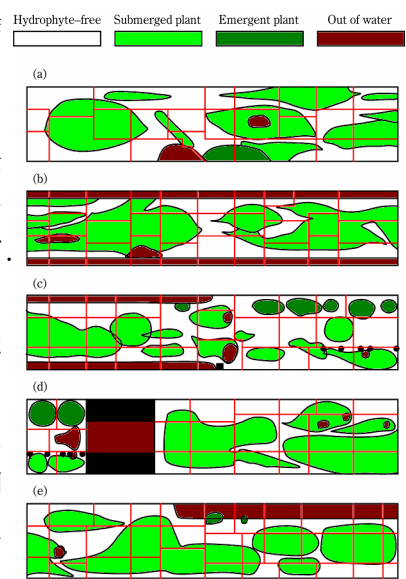


Fig. 1 調査水路の水域分割図
Schematic of divided water bodies

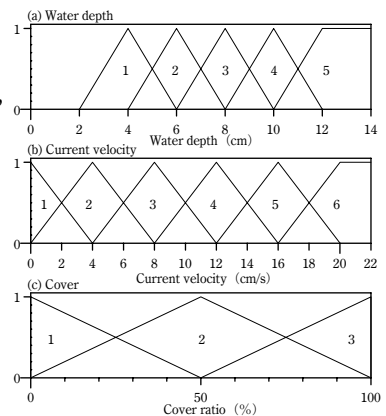


Fig. 2 前件部
Premise part

* 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

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

キーワード: ファジィ選好強度モデル, メダカ, 単純 GA, 生息場選好性, 農業用水路

いた最適値探索により決定した。後件部および重みのコーディングではそれぞれ6ビットと5ビットで区間[0, 1]を表現し、適応度は観測された実測個体群密度 $\rho_{0,i}$ 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 $\rho_{c,i}$ の二乗誤差の和の逆数として定義した。その際、環境因子の値とファジィ推論から得られた n 個の水域それぞれの選好強度が P_i ($i=1, \dots, n$)である場合、各水域におけるメダカの予測個体群密度 $\rho_{c,i}$ ($i=1, \dots, n$)は次式で与えられることとした。

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

このとき、ファジィ推論で得られた各因子の選好強度表現の複合には次式で表される乗法形選好強度式 (Hiramatsu and Shikasho, 2004) を用いた。

$$P_i = \prod (P_{i,j})^{\frac{W_j}{W_{\max}}} \quad (2)$$

ここで、 j は環境因子(=水深、流速、遮蔽)で、 W_{\max} は各因子間で最大の重みである。

4. 結果と考察 以上の方法により得られた後件部および選好強度分布を **Figs. 3, 4** に示す。同図より、調査区間内のメダカは6~8cm以上の水深、10cm/s以下の流速および遮蔽率40%以上の領域を選好することが明らかになった。また、各因子間の重みは $W_{\text{水深}}:W_{\text{流速}}:W_{\text{遮蔽}}=0.52:0.80:1.0$ と計算されており、遮蔽物として計算に取り入れた水生植物の重要性が示唆された。メダカの実測個体群密度とファジィ選好強度モデルにより計算された予測個体群密度の比較を **Fig. 5** に示す。同図のように、実水域で得られたデータからメダカの生息場選好特性を定量化することにより予測精度が向上した(二乗誤差で20.98(室内開水路実験)→17.15(フィールド調査))。

5. 終わりに 本報告では、実水域におけるメダカの生息場選好性を明らかにするために、農業用水路で実施したフィールド調査の結果を直接用いてファジィ選好強度モデルの構築を試みた。その際、各環境因子とも一定の幅を持つ三角型対称ファジィ数で入力値を表現し、測定値の水域内での分布のばらつきや測定誤差をデータに含まれるあいまいさとして明示的にモデルに組み込んだ。得られたファジィ選好強度モデルにより予測されたメダカの空間分布は実測分布の傾向をほぼ再現することができた。

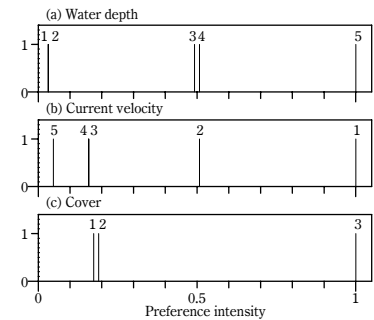


Fig.3 後件部
Consequence part

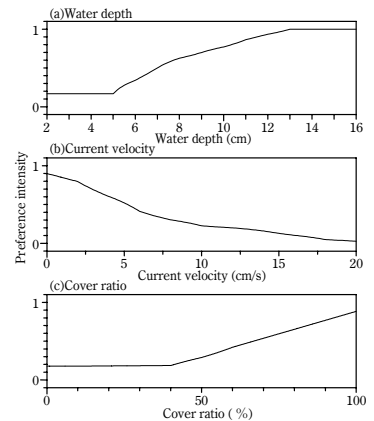


Fig. 4 選好強度分布
Preference intensity distribution

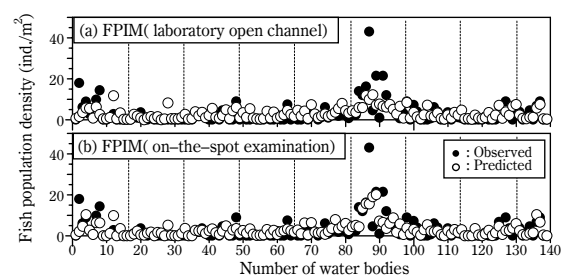


Fig. 5 実測個体群密度と予測個体群密度の比較
Comparison of observed and predicted fish population densities calculated by fuzzy preference intensity model (FPIM) constructed from laboratory experiment and on-the-spot examination data, respectively