

# メダカファジィ選好強度モデルの予測精度向上に関する一考察 Improvement in Precision of Fuzzy Preference Intensity Model for Japanese Medaka

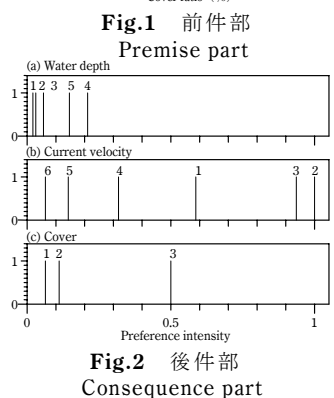
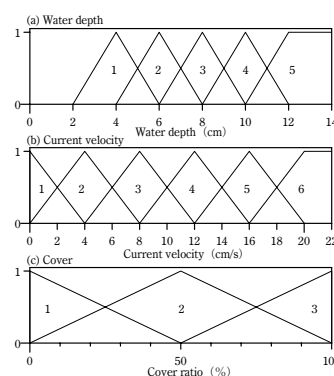
○福田信二\*, 平松和昭\*\*, 四ヶ所四男美\*\*

○FUKUDA Shinji\*, HIRAMATSU Kazuaki\*\*, SHIKASHO Shiomi\*\*

**1. はじめに** 一般に、人や動物の社会・環境因子に対する応答行動はばらつきが大きく、選好判断に曖昧さを伴うため、選好強度のモデル化にはこれらの曖昧さを考慮した手法が望まれる。著者ら(2003)はファジィ推論を用いて、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によって検討した。得られたファジィ選好強度モデルはメダカの観測分布の傾向をほぼ再現したが、ファジィ推論の導入によって選好強度分布が滑らかになり、乗法形選好強度モデル(Hiramatsu and Shikasho, 2002)に比べて予測精度の低下が見られた。これには室内実験と実水域との環境の差異がモデルの再現性に影響を与えているものと考えられ、実水域でのデータをもとにしたモデルの構築が望まれるが、実水域ではモデルの構築に十分なデータが得られない場合が多い。そこで本報告では、室内実験で得られたファジィ選好強度モデルを限られた実水域のデータを用いてより実用性の高いモデルに改良するために、今後予定しているフィールド調査を想定して、その可能性を検討した。

**2. ファジィ選好強度モデル** 著者ら(2003)は、室内開水路実験の結果を用いて、簡略化法を用いたファジィ推論を行うことで、メダカの水深、流速、遮蔽率に対する選好強度を定式化した。得られたファジィ選好強度モデルの前件部を Fig.1 に、後件部を Fig.2 に示す。

**3. ファジィ選好強度モデルの改良** 本報告では、ファジィ選好強度モデルの予測精度を向上させるために、フィールド調査を想定した室内平面水槽実験の結果を用いて Fig.2 のファジィ選好強度モデルの後件部を微調整する。まず観測された環境因子の値を含む前件部のファジィ集合に対応する後件部を微調整の対象とする。各微調整の対象となる後件部について単純 GA で微調整幅を探索する。そして、世代交代を終えた時点で適応度が最大であった後件部を最終的な後件部として決定する。後件部の微調整幅のコーディングでは区間  $[-1, +1]$  を 7 ビットで表現し、適応度は観測された実測分布率と微調整されたファジィ選好強度モデルから得られた予測分布率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  $I$  個の水域それぞれの選好強度が  $P_i (i=1, \dots, I)$  である場合、各水域におけるメダカの予測分布率  $D_i (i=1, \dots, I)$



\*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: ファジィ推論, ファジィ選好強度モデル, 単純 GA, メダカ

は次式で与えられることとする.

$$D_i = P_i / \sum_{i=1}^I P_i \quad (1)$$

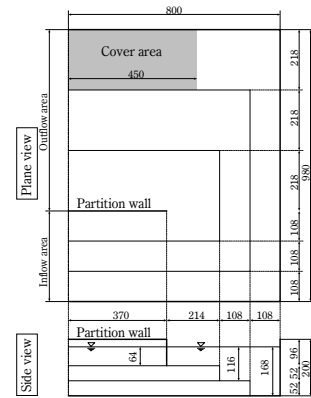
微調整後の後件部も区間 [0,1] にあり, 各環境因子の最大選好強度を示す後件部および環境因子間の重みは微調整しないこととした. ファジィ推論で得られた各因子の選好強度表現の複合には次式で表される乗法形選好強度式 (Hiramatsu and Shikasho, 2002) を用いた.

$$P = \prod_{j=1}^J (P_j)^{W_j / W_{\max}} \quad (2)$$

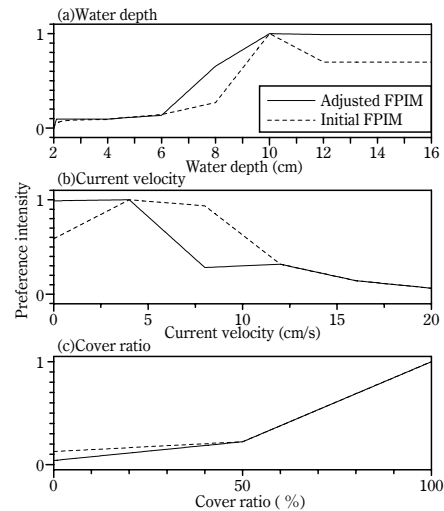
この式は乗法形であるので, いずれかひとつの環境因子で選好強度が低い場合, 全体の選好強度も低くなるという特徴がある. 各環境因子間の重みの比は  $W_{\text{水深}} : W_{\text{流速}} : W_{\text{遮蔽}} = 0.46 : 1.0 : 0.49$  となった.

**4. 室内平面水槽実験による検証** 室内平面水槽実験のデータをフィールド調査の結果と想定し, 以上の方法を適用した. **Fig.3** に示す実験装置には3種類の水深および遮蔽条件が設定してあり, inflow area からの流入による流れの場で実験は行われた. 微調整の結果を **Fig.4, 5** に示す. **Fig.4(b)** では流速因子の選好強度分布に滑らかでない部分が生じているが, これは室内平面水槽実験における流速の観測値が 0~6cm/s であることに起因しており, この問題はより幅広い流速分布を得られれば解消できるものと考えられる. また **Fig.5** より, 後件部を微調整したことにより予測精度が向上していることが示された.

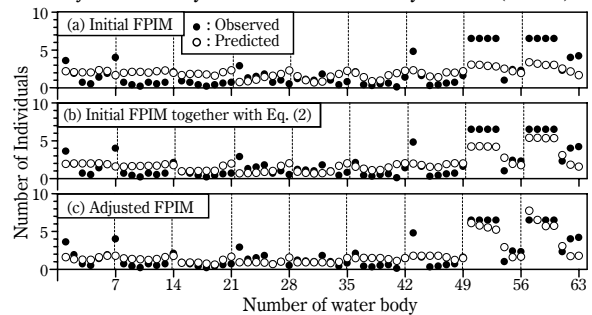
**5. 終わりに** 本報告では, 室内平面水槽実験のデータを用いてファジィ選好強度モデルの後件部を微調整することによりモデルの改良を試みた. モデルの予測精度を向上させることができたことから, 本手法により著者らのファジィ選好強度モデル (2003) はより幅広く利用できるものと考えられる. 今後は, より多くのフィールド調査を行い, 本手法およびファジィ選好強度モデルの実用性について検討していく予定である.



**Fig.3** 平面水槽  
Apparatus for laboratory water tank experiment



**Fig.4** 微調整したファジィ選好強度モデルで計算した選好強度分布  
Preference intensity distribution calculated by adjusted Fuzzy Preference Intensity Model (FPIM)



**Fig.5** 各モデルの予測分布と実測分布の比較  
Comparison of predicted fish distribution in laboratory water tank using the initial and adjusted FPIMs

**参考文献:** 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, 農業土木学会論文集, **228**, 65-72. Hiramatsu, K. and Shikasho, S. (2002): Mathematical Modeling of Preference Intensity of Japanese Medaka for Environmental Factors in Streamflow, Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, **47**(1), 109-127