

高速度センサーを用いたホトケドジョウの生息環境評価 Application of a high-speed sensor for habitat assessment of *Lefua echigonia*

○福田信二¹・ジェフ タータン²・フアンフランシスコ フェンテスペレス²・マーヤ・クルースマ²
○FUKUDA Shinji・TUHTAN Jeffrey・FUENTES-PEREZ Juan Francisco・KRUUSMAA Maarja

1. はじめに

一般に、魚類の生息環境評価には、水深や断面平均流速等の物理環境条件の代表値が使用されるが、実際に魚が体感している水理環境は時空間的に複雑なダイナミクスを有しているため、このような代表値が実際的な生息環境をどの程度反映しているかは不明である。流水環境のダイナミクスを捉える際には、非定常流解析等の数理的なアプローチが有効である一方で、これらも魚個体近傍の時空間スケールと常に一致しているとは限らない。近年では、魚型ロボットセンサー (Fukuda *et al.*, 2016; Tuhtan *et al.*, 2017) 等の先進的な計測技術を用いて、魚体近傍の実際的な流況ダイナミクスを捉えようとする研究が進んでいる。本報では、環境省のレッドリストでは絶滅危惧 IB 類に指定されているホトケドジョウ (*Lefua echigonia*) を対象に、人工側線プローブ (LLP: Lateral Line Probe) による生息環境調査の結果について報告する。

2. 方法

本研究では、東京都国立市を流れる都市小河川である矢川 (流路長約 1.5 km, 水面幅約 1~5 m 程度) において現地調査を実施した。具体的には、対象種が利用している環境 (在データ) と利用可能な環境 (背景データ) において、小型 LLP に設置されている計 7 個 (吻端 1 個および左右対称に 3 個ずつ) の水圧センサーにより、水圧を毎秒 200 回の頻度で 60 秒間計測した。また、既往の手法と結果を比較するために、物理環境特性 (流速, 水深, 水面幅, 植生被覆度, 水温等) を測定した。背景データは、矢川全体の流況パターンを網羅するように計 14 地点の調査区間を設定し、各区間では 5 m おきに 3 断面について調査した (計 42 断面 311 データ)。在データは、矢川におけるホトケドジョウの生息が頻繁に確認される場所において、ピンポイントで物理環境情報と LLP データを取得した。LLP データについては、同センサー群の時系列データから得られた値を高速フーリエ変換することにより、各データの特徴を可視化した。

3. 結果と考察

流速と水深の散布図 (Fig. 2) から、水深 15 cm 未満および流速 10 cm/s 程度の環境でホトケドジョウが観察される傾向がみられた。矢川では、比較的流速の大きい水域でもホトケドジョウが観察されるが、これらは Fig. 1 のような大礫の下流側に形成される局所的な緩流域である。これらは、著者らによる遊泳能力の試験結果と一致しており、流路内の障害物等によって形成される空隙等の重要性を示唆している。



Fig. 1 An artificial lateral line probe for high frequency flow measurement

¹ 東京農工大学大学院農学研究院 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan

² タリン工科大バイオリボティクスセンター Centre for Biorobotics, Tallinn University of Technology, Estonia

キーワード: 生態系, 水環境, 環境保全, 生物多様性, 水理学

LLP による時系列データ (Fig. 3) から、左右対称の流れ場では、左右のセンサー (R と L) が似た特徴を示すが、水深や流速によって異なる波形になることが明らかになった。特に、吻端の圧力センサーは水深に直接的な関係性を示す等、センサーごとに流況を直接的・間接的に表現することが示唆された。また、これらの特徴は、FFT により良好に可視化され (Fig. 4)、流向パターン の類型化に役立つことが示された。より多くの流況における LLP データを収集し、生物種の空間分布との関係性と併せてライブラリ化することにより、信頼性の高い生息環境評価とモニタリングが可能になるものと期待される。

4. おわりに

本報では、ホトケドジョウのホトケドジョウが分布する流況パターンの類型化を目的に現地調査と予備的なデータ解析の結果について報告した。矢川全体の流況パターンとホトケドジョウ分布域の両方の調査から特徴的な流況パターンを抽出した。より明確な流況パターンの類型化には、機械学習等を援用した高精度モデリングが有効であると考えられる。

引用文献

Fukuda, S. *et al.* (2016): Random forests hydrodynamic flow classification in a vertical slot fishway using a bioinspired artificial lateral line probe. *In*: Kubota N., Kiguchi K., Liu H., Obo T. (eds) Intelligent Robotics and Applications. ICIRA 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9835. Springer, Cham

Tuhtan J.A. *et al.* (2017): Flow velocity estimation using a fish-shaped lateral line probe with product-moment correlation features and a neural network. *Flow Measurement and Instrumentation*, 54, 1–8.

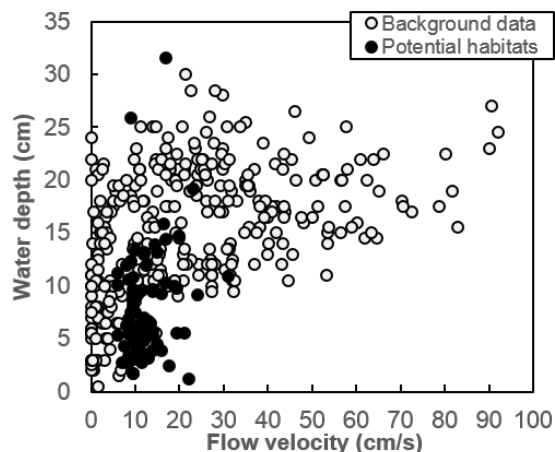


Fig. 2 Scatter plot between flow depth and velocity.

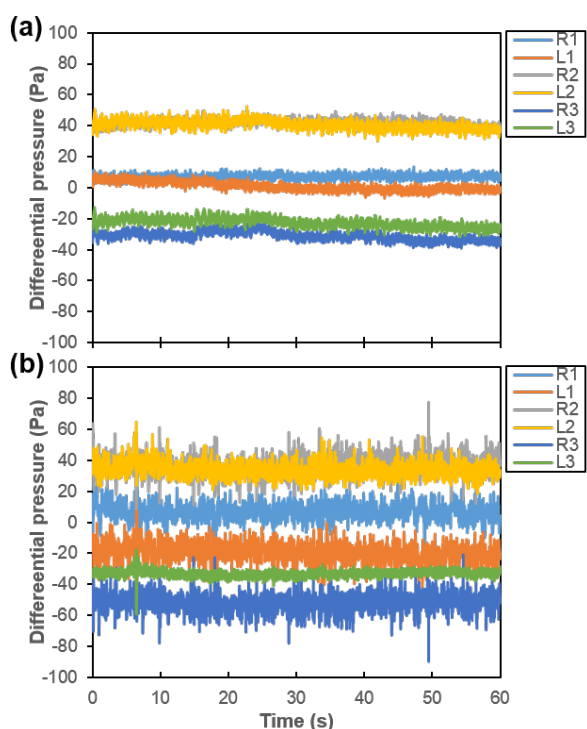


Fig. 3 Time series differential pressure values: (a) depth = 11 cm & velocity = 6.4 cm/s, and (b) depth = 17 cm & velocity = 31.6 cm/s

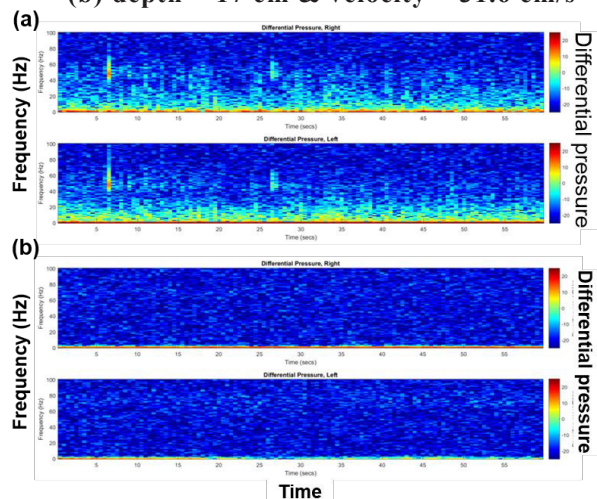


Fig. 4 FFT spectrogram of the same points as in Fig.3