

改良型超音波エコー画像装置を用いた淡水魚個体密度測定に関する研究 Preliminary study on estimation individual density for fish in agricultural channels using improved diagnostic ultrasound imaging systems

○梅木信尚¹・吉川夏樹²・佐藤太郎¹・元永佳孝²・本間航介²・宮津進²・河村哲³・長井裕⁴

Nobuhisa UMEKI, Natsuki YOSHIKAWA, Taro SATO, Yoshitaka MOTONAGA,
Kosuke HOMMA, Susumu MIYAZU, Tetsu KAWAMURA, Hiroshi NAGAI

1. はじめに

筆者らの先行研究によって医療用超音波エコー画像装置は、水生生物資源量推定とりわけ淡水魚密度の推定に効果的であることが示唆された¹⁾。しかし、医療用の装置を援用することから、そのセンシング範囲は水深23cm以浅であり、農業用排水路での適用を考えた場合、センシング範囲の拡張が求められた。そこで、医療用超音波エコー装置をベースに水深1mをセンシング可能な装置(以下、NGT-304NX)を開発した。2018年度は主にNGT-304NXの実質的なセンシング範囲について検証したが、遊泳する魚の検出については未確認であった。本稿では、新装置NGT-304NXによって実験水路内を遊泳する淡水魚を走査し、計数性能を検証した。

2. 研究方法

2.1 実験装置

新潟大学水理実験棟にある実験水路において幅50cm、延長100cmの実験区間を設け、吐出量0.16m³/minのポンプ(LB5-750、鶴見製作所製)で曝気した水道水を給水し、下流端のゲートで水深を30cmに維持した。流速は0.018m/sであった。また、超音波エコー映像には反射波由来のノイズが入ることが懸念されるため、防止策として水底には珪砂を1cm程度敷き詰めた(図1)。

水路上部のレールを走行するガントリー型台車にNGT-304NXを固定した。固定位置は水路の

中央、および装置の先端が水面に没する程度とし、センシング範囲を330mmに設定し、超音波エコー映像を撮影した。また、超音波装置直下を通過した魚体の目視確認のためスマートフォン(iphone8, Apple社製)を台車上部に設置し、720p, 30fpsの条件で動画(カメラ映像)を撮影した。

2.2 供試魚

実験の供試魚には、新潟市周辺の農業用水路で採取したモツゴ(*Pseudorasbora parva*)、ギンブナ(*Carassius auratus langsdorfii*)、アブラハヤ(*Phoxinus lagowskii steindachneri Sauvage*)、ニゴイ(*Hemibarbus labeo*)、タイリクバラタナゴ(*Rhodeus ocellatus*)、オイカワ(*Zacco platypus*)を使用した。供試魚は実験開始1時間前には準備区画に放ち、実験環境に馴致させた。供試魚の体長は $L = 76.1 \text{ mm} \pm 24.3 \text{ mm}$ (N=100)である。

2.3 実験方法

実験区間に供試魚を5~100まで5尾ずつ投入し、NGT-304Xおよびスマートフォンで3段階ずつ撮影を行った。撮影方法は実験区間1mの上端から下端までを、約10cm/sで移動させながら撮影する移動観測を行った。

2.4 解析方法

撮影した超音波映像およびスマートフォンによるカメラ映像(以下、カメラ映像)を0.2倍速

1 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate school of science and technology, Niigata University

2 新潟大学自然科学系(農学部) Institute of Science and Technology (Faculty of Agriculture), Niigata University

3 レキオ・パワー・テクノロジー株式会社 Lequio Power Technology Corp.

4 ユナイテッド・エンジニアリング N.G.I 研究所 United Engineering New Generation Imaging Laboratory

キーワード 超音波画像診断装置, 魚類資源量調査, 室内実験

で低速再生させて、目視で確認できた供試魚の個体数を計数した。超音波映像では魚影の形状から魚体と判別できた個体のみを計数し、カメラ映像では NGT-304NX のセンシング範囲 30 cm を通過した個体のみ計数した。計数作業は 4 名で行い、それぞれの観測の平均を各段階の確認個体数とした。

3. 結果・考察

カメラ映像と超音波エコー映像のそれぞれで確認された計測数を図 2 に示す (●, □, × はそれぞれ 1 回目から 3 回目を示す)。結果、いずれも $R^2 = 0.98$ 以上と強い正の相関が認められた。また、各階の平均値と区間内個体密度についても同様の結果が得られた (図 3)。

従来の医療用超音波画像診断装置と比較しても計数性能は同等であり、センシング可能な水深は約 1.5 倍、断面積は約 1.8 倍に向上した。しかしながら、図 4 に示すように、個体密度が高くなると、目視による計数は個人間の誤差が大きくなることも明らかとなった。

4. まとめ

本実験において、NGT-304NX は医療用超音波診断装置同様、高い魚体検出性能があることが明らかになった。今後、段階的に超音波エコー映像のセンシング距離を拡大し、同様に計数性能を確かめることも可能だが、エコー画像の断面積が増加するほど、目視による計数が困難になると同時に、計測者による計数のばらつきが大きくなることが予想できる。そのため、定量的な計数を目的とした自動検出を行う必要があり、今後は、動体検出アルゴリズムの構築を行う必要がある。

参考文献：1) 佐藤太郎ら (2017), 医療用超音波画像診断装置を用いた魚類資源量調査手法の開発に関する研究, H29 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.330-331

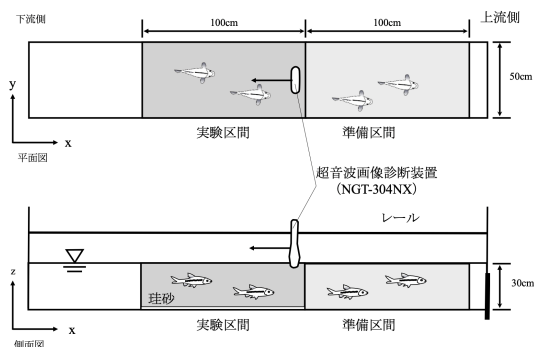


図 1. 実験装置概要図

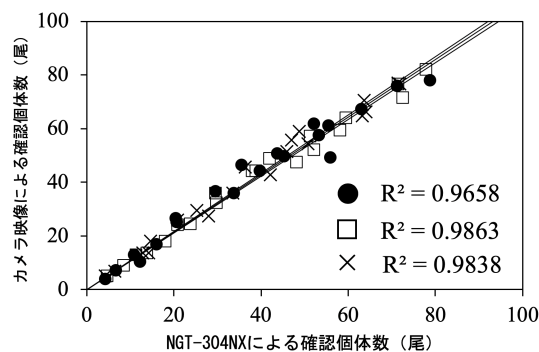


図 2. カメラ映像と超音波エコー映像で確認された個体数との関係

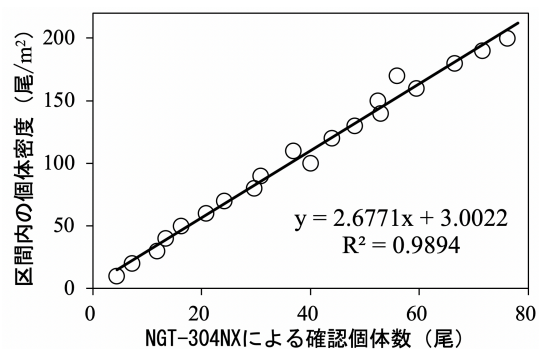


図 3. 超音波エコー映像により確認された個体数と実験区間内の個体密度との関係

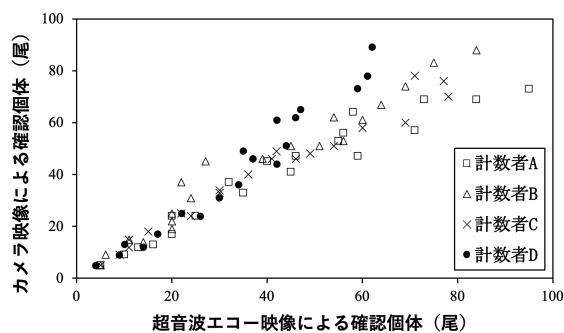


図 4. 計測者による計数のばらつき