

改良型超音波エコー画像装置を用いた魚類資源量分布の調査手法に関する研究

Preliminary study on survey methods for fish resource distribution 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 23.5cm 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る。そこで、水深 1m 程度の農業用水路におけるセンシングを可能とすることを目標に超音波エコー画像装置を新たに試作した。本研究では、試作機の性能を検証するため、①静止条件での魚体の視認性および計数率、②遊泳条件での魚体の視認性を室内実験で検討した。

2. 研究方法

2.1 静止条件における検証試験

(1) 魚体の視認性

疑似魚体として干物イワシ (L = 12cm) をケージ (102cm × 102cm × 115cm) の底部から 10cm 上に固定し、ケージを貯水槽内で昇降させて水深 20cm から 80cm を 10cm 毎に 7 段階で超音波エコー画像を取得し、深さごとの視認性を検証した (図 1)。超音波は、高周波ほど分解能が高く、低周波ほど透過力が高い。本装置は設定周波数が 3 段階 (2.8 MHz, 3.3 MHz, 4.0 MHz) で変更できる仕様であるため、試験は、それぞれの条件で実施した。

(2) 魚体の計数率

疑似魚体として 5 cm に切断した魚肉ソーセージ (直径 2 cm) を供試した。水深約 24 cm とした水路に、高さ約 3 cm の固定治具で試料を移動方向に 5 cm 間隔で 10 個並べたものを 2 列用意した (図 2)。列間の距離は約 2 cm とし、試料は交互に配置した。超音波エコー装置は、水路上部に設置したガントリー型台車に設置し、試料を設置した範囲を約 5 cm/s から約 115 cm/s の速度で移動しながら、超音波エコー映像を取得した。本装置はセンシング範囲を設定すると、その設定に応じてフレームレートが変化する仕様である。本実験では 3 パターンのフレームレート設定値 (330 mm, 540 mm, 950 mm) を採用し、フレームレート 16.5 fps, 10.5 fps, 6.1 fps になるようにセンシング範囲を決定し、それぞれの条件で撮影を行った。その後、超音波エコー映像から計数率を算出し、フレームレート毎に比較した。

2.2 遊泳条件に関する検証試験

現地適用を鑑み、遊泳条件下においても検証を行った。遊泳する魚体は静止条件下と比べると視認性が低いため、視認性の向上が課題であった。そこで、実験用水槽 (45 cm × 45 cm × 90 cm) に約 80 個体の淡水魚を投入し、上部に本装置を設置し、超音波エコー映像を取得した。センシング深度は 47 cm、センシング角度は鉛直方向を 0 度として 0 度と 45 度の 2 条件、フレームレートは 12.1 fps、周波数は 4.0 MHz の条件で撮影を行った。

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 Institute of Science and Technology, 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

3. 結果・考察

3.1 静止条件における検証試験

(1) 魚体の視認性

水深 20 cm の画像は、魚体の輪郭が明確に捉えられており、水深 30 cm の画像は魚体の輪郭がややぼやけ、水深 40 cm の画像ではその傾向が強くなった。水深 50 cm 以上の画像では、魚体の視認が困難になり、ケージ底面のワイヤーメッシュの視認も困難であった (図 3)。このことから、超音波の減衰は水深 40 cm 以深で著しく生じ、視認性が低下すると考えた。また、周波数による視認性に顕著な違いはなく、2.8MHz~4.0MHz では概ね同程度の精度の画像が取得できた。

(2) 魚体の計数率

移動速度の増加に伴って計数率が低下するものの、フレームレートが大きいほど高い計数率を維持できることが示された (図 4)。このことから、装置と遊泳魚体の相対速度が大きくなるほど、大きなフレームレートが必要であることが示唆された。

3.2 遊泳条件における検証試験

センシング角度：45 度で撮影した映像では、0 度と比べて魚体を鮮明に捉えられていることが確認できた (図 5)。センシング角度によって、観察される魚体の情報が異なることが明らかとなった。斜め方向のセンシングは遊泳する魚体を輪切り状態より魚形に近い状態の断面で取得し易いためである。

4. まとめ

超音波画像診断装置の視野範囲を鉛直方向に拡大した場合、本装置の周波数帯では透過力が水深約 40cm までであること、フレームレートの低下が魚体検出率の低下を招くことが明らかとなった。透過力を高めるには、より低い周波数を用いることが望ましいが、センシング範囲の延伸はフレームレートの低下を招くため、対象とする魚体の遊泳速度を設定し、これに応じた適当なフレームレートを決定する必要がある。また、センシング角度を斜めにするこ

とで魚体の視認性が向上することも明らかになった。今後、センシング角度・範囲、フレームレートの更なる検証を重ねると同時に、計数については、目視では計測者によるばらつきが大きい

ため、定量的計数手法の開発を進めていきたい。

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

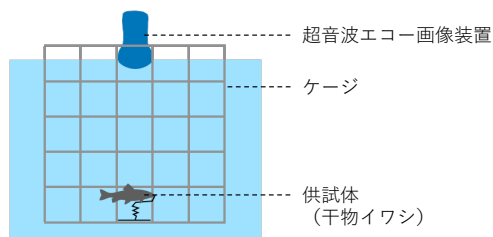


図 1. 魚体視認実験概要図

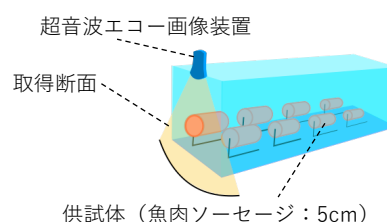


図 2. 魚体計数実験概要図

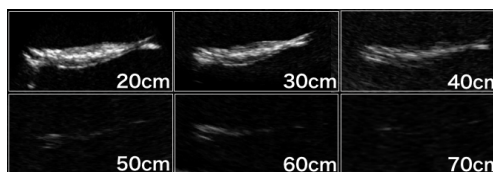


図 3. 異なる深度における視認性の変化

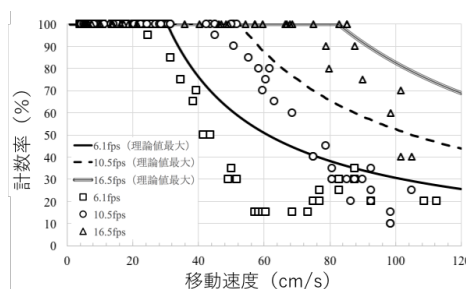


図 4. 複数のフレームレートにおける移動速度と計数率の関係

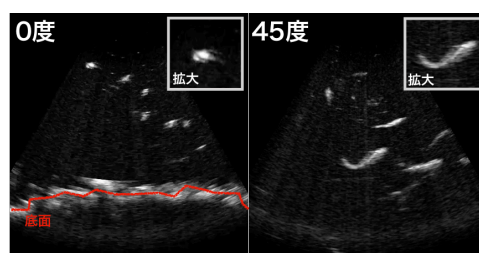


図 5. 異なるセンシング角度による視認性の変化