

A network of flow speed sensors estimating fish activity for assisting in feeding decisions in cage aquaculture

著者	Bautista Solpico Dominic
発行年	2022-09-26
その他のタイトル	水産養殖における給餌支援を目的とした養殖魚活動量推定センサネットワーク
学位授与番号	17104甲生工第447号
URL	http://hdl.handle.net/10228/00009017

氏名	SOLPICO DOMINIC BAUTISTA (フィリピン)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	生工博甲第447号		
学位授与の日付	令和4年9月26日		
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	A network of flow speed sensors estimating fish activity for assisting in feeding decisions in cage aquaculture (水産養殖における給餌支援を目的とした養殖魚活動量推定センサネットワーク)		
論文審査委員会	委員長	教授	我妻 広明
		〃	石井 和男
		〃	渡邊 啓介
		准教授	宮本 弘之

学位論文内容の要旨

世界的な魚需要の高まりをうけ水産養殖生産は拡大している。そのため、海洋環境への負荷の軽減、市場の基準を満たす高品質の魚の生産やトレーサビリティ、SDGsに向けた管理が必要となっており、そのための技術としてデジタルトランスフォーメーション (DX) が重要な役割を果たすと考えられる。水産養殖へDXを導入することより、水産養殖業において知識の伝達とデータを通じて生産コストを削減するだけでなく、給餌量の決定を支援することができる。生産コストにおいて最大の割合を占めるのは給餌費用であり、DXにより給餌量の決定が支援できれば生産者へのメリットも大きい。給餌に関し、一般的に養殖業者は水面から判断できる魚の行動から判断しており、経験から得た知識はあまり数値化・視覚化されていないため、熟練者と初心者の間では魚の生育に大きな違いが出てくる。初心者は熟練者に比べると養殖魚の成長の均一度や増肉係数に課題があるとされている。給餌量の課題は、養殖事業の財政的負担を増やすだけでなく、水生環境の汚染にも寄与し、魚資源の成長と品質、そして最終的にはその持続可能性に影響を与える。DXを適用して魚の行動を推定することが重要であり、本研究では水産養殖へのDX装置の開発・導入、及び、給餌における養殖魚の活動量測定を行う。

1章では上記の背景及び、関連技術の紹介を行なっている。既存の計測手法の多くは、外環境の変化やノイズの影響を受けやすく、大規模に実装することが技術的に困難なものが多い。本研究では、給餌の際に養殖魚が群れをなして円形に回遊することから、回遊によって生じる水槽からの外向きの流れを測定し魚の活動量を推定する。魚が水面からの餌を感知すると徐々に上方に集まり、摂餌が進むと深く潜る傾向がある。魚群が円を描くように回遊すると仮定し、複数の深度において流速を計測し魚の活動を視覚化することを提案している。

2章では、本研究で開発した水産養殖用センサネットワークのコンセプト、及び、そのシステムに

ついて述べている。センサネットワークは水槽において対向するように設置された複数のセンサユニットから構成されており、一つのセンサユニットは複数センサモジュールから成る。一つのセンサモジュールは低コスト化を目指して開発したプロペラ式流速計と水中カメラで構成されている。一つのセンサユニットは少なくとも 2 つの異なる深度の流速及び水中映像が観測でき、長時間データを保存できる設計となっている。センサモジュールはディージーチェーンで接続できる設計であり、必要に応じた観測深度の増減、観測位置の変更ができるものとしている。各センサユニットはワイヤレスネットワークを通じてデータを送信・集約して、外部ネットワークへ送信可能である。さらに長期観測のため、電池とソーラーパネルを付設した構成としている。

第3章では、開発した DX 装置の機能を実証するため水産養殖業者の協力のもと行なった実海域実験の結果をまとめている。最初の実験では、一つのセンサーユニットを水槽に配置し、給餌中の流速および映像データを計測している。観測した流速と水中映像を分析し、魚の活動を推定している。ブリ、及びヒラマサを対象として摂餌行動を計測しているが、給餌の開始時は徐々に流速が上昇し、ある時間から一気に増加し、その後、徐々に減少することが観察されている。第2回実験においては、複数のセンサユニットにより構成されたシステムを用いて魚の活動量を計測した。対向するセンサユニットにおいても速度差が観察されており、潮流の影響が推定できる。ブリへの給餌における漁師の給餌判断についてヒアリングしたところ、魚の摂餌が進んで徐々に回遊深度が下がってきたことから、給餌を終了したとのことであり、その様子が流速計でも明らかとなった。給餌の後半において、深度 0.5m 地点の流速は徐々に下がっているものの深度 2.5m 地点の流速は増加している様子が数値として捉えられている。第3回実験では、長期観測の検証を目的とし、3日間連続で計測している。消費電力を考慮して計測時間帯を限定することにより、給餌時間の前後を含む魚群の行動変化を連続して計測できること確認している。

第4章では、第3章において得られた実験結果をもとに魚群の活動について議論している。魚の上下移動と深度分布、流速変化が見られる摂餌行動と空腹度は密接な関係があると推察できる。周囲の魚の行動や餌の感知により回遊速度を変化させ、摂餌が進むと沈降する傾向が見られた。表層の流れの減少やより深い深度での流れの増加など、観察された流れのパターンは給餌をいつ終了するか決定する判断材料として用いることができる。これらの考察から、生け簀で観測される複数の流速や測定環境の水質等の測定値を収集することによる養殖業者の給餌を支援する DX システムの可能性を議論しており、第5章で結論としてまとめている。

本論文は、養殖業者が水中の魚群の活動を視覚化し、給餌判断を支援するためのシステムを提案したものである。

学位論文審査の結果の要旨

以上により、論文審査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。