

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：82708

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K15591

研究課題名（和文）クルマエビの活動音を用いた尾数計数手法の開発

研究課題名（英文）Development of an Inventory Measurement Method Using the Activity Sounds of the Shrimp

研究代表者

安田 健二（Yasuda, Kenji）

国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産技術研究所（神栖）・研究員

研究者番号：40866696

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、クルマエビの潜砂、遊泳、摂餌等の活動に伴う音を取得することにより、クルマエビ養殖における尾数計数手法の開発のための音響データの自動識別の開発を行なった。開発にあたり尾数計数が重要となる大量出荷のタイミングを調査し、年未年始の出荷サイズのエビを試験時に用いるエビのサイズとして設定した。

次にクルマエビは夜間活動するため、夜間でもエビの負担にならずに撮影・録音ができるように赤外線カメラと赤色ライトを用いた飼育実験システムを構築した。このシステムを用いて水槽サイズと個体数を変化させてデータの収集を行なった。取得したデータから教示データを作成し、活動音の自動識別を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

クルマエビ養殖において自動で尾数の計測は極めて困難である。そのため、活動音を検知できればエビの位置や尾数を推定することが可能になる。そのため、今までは潜水して直接的に数や残餌の計測をしていたが、本研究が進めば高齢化が進んでいる養殖業において労働力の大幅な削減が期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed an automatic acoustic data identification system for the development of inventory monitoring in shrimp aquaculture by acquiring sounds associated with shrimp activities such as diving sand, swimming, and feeding. The timing of mass shipment, when it is important to know the inventory, was investigated, and shrimp of the size for shipment during the year-end and New Year's holidays were set as the size of shrimp to be used in the test. Next, since shrimp are active at night, we constructed an experimental rearing system using an infrared camera and red light so that the shrimp could be recorded and monitored at night without being overloaded. Using this system, we measured data by changing the tank size and the number of shrimp in the aquarium. From the acquired data, teaching data was created and automatic identification of activity sounds was developed.

研究分野：水産工学

キーワード：クルマエビ養殖 生活音 尾数計測

## 1. 研究開始当初の背景

養殖業の安定経営のためには、製造業などと同様に在庫管理が必要であり、そのために最も重要な技術的課題は飼育尾数の正確な計数である。養殖業における尾数計数に関する研究は、主にクロマグロなどの大型魚類を対象にステレオカメラを用いた光学的アプローチや送受信機を用いた音響的アプローチなどの研究がある。しかし、それ以外の魚介類では、尾数計数手法の開発は行われていない。海外の養殖においても、バナメイエビでの自動給餌システムの開発が行われているが、尾数計数までには至っていない。さらに、砂に潜るエビ類や貝類では、掘って数える以外の計測についての研究開発がほとんど行われていないのが現状である。

## 2. 研究の目的

本研究では、重要な養殖対象種であるクルマエビを対象に潜砂や摂餌などの活動音に着目した新たな尾数計数手法の開発を行う。このために、水槽内に集音マイクを設置して、クルマエビが発する音を集音し、活動に伴う音の特徴を分類する。分類には機械学習を取り入れ自動化を行う。

## 3. 研究の方法

まず、養殖時や出荷時のクルマエビのおおよその密度や個体の平均サイズを把握するために沖縄県の養殖業者に協力いただき、養殖日誌の調査を行なった。

次に、夜間の活動を把握するために90\*45\*45cmのガラス水槽を用いて行動観測を行った。行動観測では、夜間の撮影を行うため、不可視光の赤外線ライトを用いて、ビデオカメラも赤外線モードを用いた。また、エビは雌雄1尾とし、ガラス水槽の側面から撮影を行った。

続いて、複数のエビを投入した時の行動観測および活動音の取得のため、500Lと1,000LのFRP水槽を用いて飼育実験を行った。撮影はFRP水槽のため側面からは行えず、水槽の真上にカメラを設置した。さらに、水深が深くなるため不可視光の赤外線ライトでは水の中では減衰してしまうため、100lmの赤色ライトを用いて赤外線モードでの撮影を行った。

これらの飼育実験では、2週間を1サイクルとしてデータ収集を行った。ガラス水槽においては2020年の9月と10月に各1サイクルのモニタリングを行い、500LのFRP水槽では2021年の11月に2サイクル、1000LのFRP水槽では2022年と2023年に2サイクルの合計6サイクルのデータ収集を行った。

録音データは、FFT分析によりパワースペクトルを求め、バンドパスフィルターを用いてデータ処理を行った。さらに撮影と録音の時刻を合わせて、生活音を含んでいるデータを抜き出し機械学習するための教師データセットを作成した。この教師データセットを用いて、実データから活動音部分を抽出し、撮影データとの比較を行った。

#### 4. 研究成果

養殖日誌の調査から出荷時の密度は最大で 30 尾/m<sup>2</sup> となり、出荷時のサイズは最小で 15g であることがわかった。このことから、飼育実験においてエビのサイズは 15g 以上とし、密度は 30 尾/m<sup>2</sup> 以下となるように設定した。

行動観測では、摂餌、遊泳、砂の上をかき分けての移動、潜砂、脱皮の行動が見られた（図 1、図 2 参照）。ただし、脱皮行動はガラス水槽の飼育サイクルで 1 度だけ観測されたが、他の飼育サイクルでは観測されなかった。特に多く観測されたのは摂餌と潜砂であった。

摂餌行動と潜砂行動を対象にして、録画・録音データから教師データの抽出作業を行った。その結果、摂餌行動は 132 サンプル、潜砂行動は、270 サンプルを抽出した。このサンプルからノイズを追加したりなどのデータ拡張技術を用いて摂餌行動は 300 サンプル、潜砂行動は 400 サンプルの教師データを作成した。これらと、500L と 1,000L 水槽での実データを用いて機械学習の分析を行った。その結果、機械学習による正解率は摂餌行動では平均で 0.31、潜砂行動では平均で 0.27 と低い結果となった。今後は教師データの追加のための実験や見直しを行い、正解率を高めることが必要である。



図 1 ガラス水槽を用いた行動観測の様子

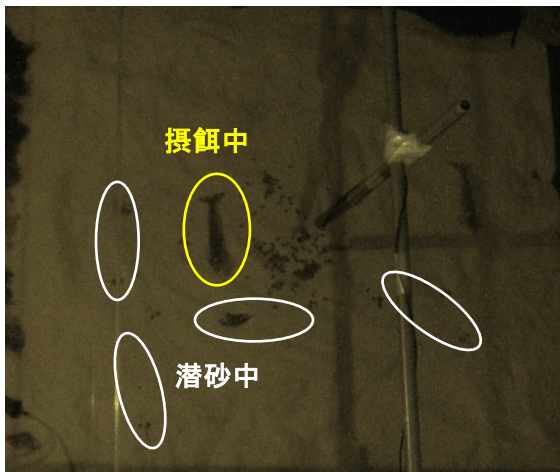


図 2 1,000L 水槽を用いた行動観測の様子

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 安田健二、伏屋玲子、山本晋玄、高橋秀行、三好潤、高橋竜三
2. 発表標題 システムダイナミクス手法を用いたクルマエビ養殖の在庫管理認識
3. 学会等名 日本水産工学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安田健二、伏屋玲子、山本晋玄、高橋秀行、三好潤、高橋竜三、高橋裕
2. 発表標題 クルマエビ養殖における池入れ量の最適化シミュレーション
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安田健二、伏屋玲子、山本晋玄、高橋秀行、三好潤、高橋竜三、高橋裕
2. 発表標題 クルマエビ養殖における意思決定支援ツールの開発
3. 学会等名 日本水産工学会学術講演会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------