

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 近藤 康行
学位 博士(学術)
学位記番号 新大院(学)第72号
学位授与の日付 平成27年9月24日
学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当
博士論文名 低コストで高精度な魚数自動計数を行う魚カウンターの研究

論文審査委員
主査 教授・川邊 洋
副査 教授・森井 俊廣
副査 教授・福岡 浩
副査 准教授・権田 豊
副査 准教授・吉川 夏樹
副査 准教授・鈴木 哲也

博士論文の要旨

本論文は、サケのような大型魚からアユなどの小型魚まで、日本の魚道や小河川を移動する魚を低コストで自動計数する計測装置「魚カウンター」を開発することを目的とし、大型魚を計数対象にした場合と、小型魚を計数対象にした場合に分けて、カウンターのセンサー電極の諸元や設置方法、自動計数のための信号処理方法について研究を行い、その成果をとりまとめたものである。

申請者は、まず大型魚の計数を目的とし、室内実験により小型水路で魚カウンターを利用するための魚カウンターのセンサー電極の形状、電極間隔等の条件を明らかにした。この結果に基づき、既設の魚道にプラットフォームを構築し、魚カウンターを設置し、魚道を遡上する体長50cm以上の大型魚(サケ)の数を96%という高精度で計数できることを示した。また、小河川の河床や、実河川の河床形を模倣した多自然型魚道の河床に魚カウンターを設置し、サケやサクラマス等の計数を行い、魚カウンターのセンサーを設置するプラットフォームの構築方法、計数精度を向上させる手法を明らかにした。そして、魚カウンターを用いた調査方法は、既往の調査方法であるビデオカメラ調査、トラップ調査よりも低コストで調査が可能であることを示した。

つぎに、体長10cm程度の小型魚の計数を目的とし、室内実験により、計数に必要なセンサーの電極の形状、電極間隔等の条件を求め、小型魚計数用のセンサーを開発した。開発したセンサーを用いて、魚道を遡上する体長8cm程度の小型魚(アユ)の数を計測し、センサーを通過する魚数が50尾/分未満の場合、ほぼ100%の精度で毎分の通過魚数を計数が可能なことを示した。魚数が50尾/分以上の場合、補正式を用いることにより、数10分毎の通過数をほぼ100%の精度で計数が可能であることを示した。

さらに、小型魚を計数した際のデータに含まれるノイズと小型魚の通過によるパルス波のスペクトルを解析し、パルス波と計測ノイズの比(S/N比)を向上させるバンドパスフィルターを設計した。さらにバンドパスフィルターを通したデータを微分処理し、閾値を超えたものをパルス波として計数する小型魚計測用の解析プログラムを考案し、その精度を検証した。その結果、データをバンドパスフィルターに通し、微分処理することで、90%以上の高精度で小型魚を計数できることを示した。

審査結果の要旨

以下の日時・場所において学位（論文博士）公開論文発表会および審査委員会を開催した。

日時：平成27年7月31日（金）午前10時15分～11時45分

場所：農学部 C303 講義室

学位申請者による口頭発表（50分）、質疑応答（20分）が行われ、申請者が退席の後、審議（20分）を行った。

公開論文発表会では、研究背景、研究目的、研究の構成、研究方法、結果・考察、結論が順次述べられた。研究背景と研究目的の部分では、本研究の対象となる魚カウンターが必要とされる社会的背景と、欧米で開発された魚カウンターを、日本で実用化するにあたっての4つの課題が明確に示された。研究の構成の部分では、前述した課題を解決するためにどのように一連の研究を計画したのか、それぞれの研究の関連が説明された。研究方法と結果の部分では、適切な研究手法が選択され、精度の高いデータが取得されていることが示された。結論の部分では、発表全体が明瞭に整理された。

発表後に、審査委員との間で以下のような質疑応答が行われた。いずれの質問に対しても、質問の意味を十分理解し適切な回答が行われた。

Q：申請者が開発した魚カウンターは、恒久的な利用を想定しているのか、それとも一時的な使用を想定しているのか。恒久的な利用を想定するのであれば、電極の経時的な劣化を定期的に評価する必要があると思うが、アイデアはあるか。

A：日本では、魚カウンターはサケやアユの遡上期のみといった、数週間から数ヶ月といった期間、現場に設置して使用されることが想定される。過去8年にわたり、毎年10月～12月にサケの計数を実施してきたが、電極の劣化は問題となることは無かった。

Q：水理条件の変化によって、カウンターが取得したデータを処理する際に用いるパラメータを変化させる必要があるのか。装置を設置する度にパラメータをキャリブレーションする必要があるのか。

A：パラメータの標準的な値は決まっているが、計数精度を向上させるためには、現場の水理条件や対象魚種に合わせたキャリブレーションは必要である。

Q：カウンターが取得したデータに閾値を設定して魚が通過した際のパルスを計数するのではなく、短時間フーリエ変換やウェーブレット変換を行い、変換後のデータに特定の周波数帯の信号が含まれているか監視することで、パルス波を自動計数できると思うがどう考えるか。

A：短時間フーリエ変換やウェーブレット変換を行い、魚数を計数するというアイデアは有効だと思う。今後挑戦してみたい。

- ① 本論の場合、欧米で開発された原理を用いて計数機器を開発しているが、小型魚計測のためのセンサー部と、計測データの処理方法を新たに考案した箇所には創意工夫がみられるため、博士論文としてのオリジナリティはあると評価する。
- ② 河川、砂防分野では生態系への配慮が求められており、環境の生態学的な側面を定量的に評価する計測技術が必要とされている。この社会的なニーズに応えられる、高精度で魚数が計測可能な装置を研究・開発したことには、社会的な意義がある
- ③ 口頭発表もよく準備されており、質疑応答も十分な内容であった。

よって、本論文は博士（学術）の博士論文として十分であると認定した。