

漁船排出 CO2 の削減を目的とした ICT を活用した定置網漁支援に関する研究開発 (142301002)

A study of energy conservation of set-net fishery by ICT

研究代表者

和田雅昭 公立はこだて未来大学
Masaaki WADA Future University Hakodate

研究分担者

安井重哉[†] 高博昭[†] 畑中勝守^{††} 前田久昭^{†††} 森口和弘^{†††}
Shigeya YASUI[†] Hiroaki TAKA[†] Katsumori HATANAKA^{††} Hisaaki MAEDA^{†††} Kazuhiro MORIGUCHI^{†††}
[†]公立はこだて未来大学 ^{††}東京農業大学 ^{†††}株式会社光電製作所
[†]Future University Hakodate ^{††}Tokyo University of Agriculture ^{†††}Koden Electronics Co., Ltd.

研究期間 平成 26 年度～平成 28 年度

概要

本研究開発では北海道の主要産業のひとつである水産業におけるグリーンイノベーションに、ICT を活用した漁業の効率化という視点で取り組む。漁業生産における CO₂ 排出を削減する最も効果的な方法は、生産効率を向上させ漁船の稼働時間を短縮することである。本研究開発では定置網漁を対象として、センサネットワーク技術により定置網内の魚群を可視化し、効率的な網起こし（漁獲）を支援することで、CO₂ 排出の削減を目指す。

1. まえがき

燃費性能が飛躍的に向上した環境にやさしいエンジンを搭載したハイブリッドカーやエコカーの普及により、自動車排出する CO₂ の量は 2001 年をピークにゆるやかな減少傾向にある。一方、漁船は自動車とは異なりブレーキを持たないことから、構造上エネルギーを回生することができず、ハイブリッド化が進んでいない。また、燃費性能が向上した漁船用エンジンや、船体抵抗が低減した漁船が開発されているものの、漁船の使用年数は一般に 30～40 年とされており普及には至っていない。そこで、漁船排出 CO₂ を削減する最も効率的な方法としてエンジンの稼働時間を短縮することを提案する。

2. 研究開発内容及び成果

函館市の 3 地区（川汲地区、尾札部地区、木直地区）の定置網を実験フィールドとして、フェーズ I では、流向流速の観測、漁船位置の観測、魚群の観測を行うセンサネットワークシステムを開発し、フェーズ II では、収集したデータの解析による魚種判別と漁獲量推定に取り組んだ。

本研究開発の研究期間中となる平成 27 年 1 月から、中西部太平洋まぐろ類委員会での国際合意に基づき、メジマグロ（30kg 未満のクロマグロ）の資源管理が実施されている。その対策として、3 地区のすべての実験フィールドで平成 28 年の 6 月に 10 日間の計画的な全面休漁を実施した。しかしながら、機械的な全面休漁による資源保護の効果は定量的に評価できず、実効性の高い資源保護の対策が必要とされている。このような社会的背景から、魚種判別では、特にメジマグロの判別に注力した。

以下に主な研究開発成果を示す。また、魚種判別、実証・評価の研究開発成果について詳細を記す。

- 魚種判別では、メジマグロを 60%の精度で、サケとブリを 80%以上の精度で判別した。
- 漁獲量推定では、76%の精度で漁獲量（5 トン単位）を推定した。
- 実証・評価では、単位漁獲量あたりのエンジン稼働時間を 15%縮減した。

魚種判別

平成 27 年にメジマグロが集中的に漁獲された 9 月 24 日から 10 月 7 日までの期間の木直地区の音響データを用いて、メジマグロを判別する手法を検討した。メジマグロに加えて、サバ、ブリの 3 魚種について、漁獲量が 1,000kg 以上、かつ、全漁獲量の 3 分の 2 以上を占める日を抽出して、魚種毎の音響画像（1,024px×128px）を作成した（図 1 から図 3）。網起こしは毎日午前 4 時過ぎに行われていることから、網起こし前の午前 2 時 30 分 00 秒から午前 3 時 21 分 09 秒までの 1,024 個の時系列音響データで音響画像を作成している。

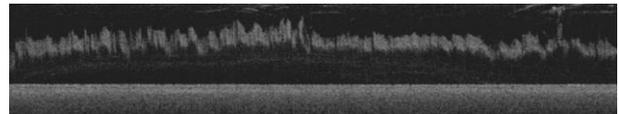


図 1 サバ（9月29日）

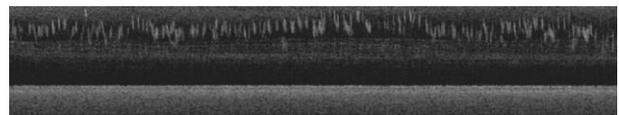


図 2 メジマグロ（10月3日）



図 3 ブリ（10月7日）

漁業者へのヒアリングの結果、漁業者は音響画像のうち、特に魚影の形状とその水深帯に着目して魚種を推測していることがわかった。また、漁業者は表層に近い縦線状の魚影がメジマグロの特徴であると考えているものの、ブリ、サケ、イカが同様の特徴を示すことがあり、誤判別が少なくないとのことであった。そのため、魚影の特徴量を用いた画像解析ではなく、信号解析によるメジマグロの判別手法を検討した。漁業者へのヒアリングで得られた情報から、以下の 3 項目を前提条件とすることで、時系列音響データ

には魚種毎に異なる(特徴のある)周期性があると仮定し、周波数解析でメジマグロを判別する手法を考案した。

- ① 魚群は箱網内を回遊する
- ② 魚種毎の回遊速度がある
- ③ 魚種毎の回遊水深がある

音響画像から水深毎に濃度の時系列データを作成し、高速フーリエ変換を用いて水深 0m から水深 40m まで 128 層の周波数解析を行った。その結果、少なくとも平成 27 年の 9 月 24 日から 10 月 7 日までの音響データについては、水深が 5m から 15m、周期が 30 秒から 40 秒の範囲に周波数解析の結果が分布する場合、40 本以上のメジマグロが漁獲されていることがわかった。

実証・評価

本研究開発の最終目標は、定置網漁を対象とした効率的な網起こし(漁獲)の支援と、その結果としての漁船排出 CO₂ の削減であり、ICT の活用により出漁前に「網起こしができること」、「水揚げが期待できること」の 2 点を把握することで、無駄な出漁の回避に取り組んだ。

漁業者へのヒアリングにより、フェーズ I で完成させた「流向流速の観測」により得られるリアルタイムの流向流速と、フェーズ II で完成させた「定置網モニタ」により得られるリアルタイムの音響画像の 2 つの情報から出漁のタイミングを計っていることがわかった。また、平成 28 年は無駄な出漁は 1 回もなく、出漁の延期、または、中止は 10 数回とのことであった。

ヒアリングにより確認した定置網漁船の航行時のエンジン回転数は 2,200rpm、網起こし時のエンジン回転数は 900rpm である。航行時の燃料消費は 1 時間あたり 30.0 リットル、網起こし時の燃料消費は 1 時間あたり 3.5 リットルであり、航行時の燃料消費が支配的であることがわかる。すなわち、無駄な出漁をなくすことで、生産コストの縮減と漁船排出 CO₂ の削減が実現する。

木直地区における平成 27 年の総漁獲量は 322 トンであり、エンジンの総稼働時間は 672 時間であった。一方、平成 28 年の総漁獲量は 440 トン、エンジンの総稼働時間は 751 時間であった。総漁獲量は 32%増加しているのに対し、エンジンの総稼働時間は 11%の増加であった。また、エンジンの稼働時間は漁獲量に応じて増えることから、単位漁獲量あたりのエンジンの稼働時間(時間/トン)により効率を評価した。その結果、平成 27 年の漁獲効率は 2.0、平成 28 年の漁獲効率は 1.7 であり、平成 28 年は平成 27 年に比べて 15%減を達成することができた。

さらに、A 重油の年間消費量に着目すると、平成 27 年の 17,675 リットルに対し、平成 28 年は 17,097 リットルであり、無駄な出漁をなくすことで 3.2%の削減に成功しており、本研究開発の目標である水産業におけるグリーンイノベーションを達成することができた。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

以上のように、フェーズ I の 1 年間、フェーズ II の 2 年間、合計 3 年間の研究開発期間内に掲げた目標を達成することができた。データを収集するためのセンサネットワーク技術は概ね完成していることから、事業化を通じて北海道から全国に普及促進を図りたいと考えている。また、平成 29 年度は木直地区において補完研究を実施することが決まっており、「魚種判別」、「漁獲量推定」の精度向上

に引き続き取り組む計画である。

平成 27 年の 9 月 24 日から 10 月 7 日までの音響データと魚種判別の成果を用いて、メジマグロがいると判断した場合には出漁しない、メジマグロがいないと判断した場合には出漁する、というルールでシミュレーションを実施したところ、10 月 3 日と 10 月 4 日を出漁しないと判断した。その結果、漁獲したメジマグロ 5,184kg のうち、64.9%に相当する 3,365kg を保護できたことになる。また、保護に伴うメジマグロ以外の漁獲損失は 31,371kg のうち 8.6%に相当する 2,725kg であり、機械的な 10 日間の休漁に比べ、実効的な資源保護が可能であることが示唆された。

平成 28 年度に特許出願した時系列音響データの周期性に着目したアルゴリズムは定置網漁(箱網)だけではなく、マグロやハマチなどの養殖業(生簀)にも応用することができる。単一魚種の場合には、周期性に着目することで、魚体長や魚群の活性度を評価することができ、育成状況の把握や給餌量の調整、魚病の発生予測などが可能となる。このように、定置網漁以外にも本研究開発の成果を展開したいと考えている。

4. むすび

本研究開発では、漁船排出 CO₂ の削減を目的として定置網漁に ICT を導入し、魚種判別、漁獲量推定に取り組んだ。明日の漁獲が予測できるようになると、これまで独立していた生産と流通が融合し、生産・流通として一元管理することが可能になる。その結果、計画的な生産・流通による最適化が図られ、資源の持続性と経営の持続性が両立する。持続可能な水産業の実現に向けて、ICT は重要な役割を担っている。

【誌上発表リスト】

- [1] Masaaki Wada, Shigeya Yasui, Ramadhona Saville, Katsumori Hatanaka, "The development of a remote fish finder system for set-net fishery," Proceedings of OCEANS 2014 MTS/IEEE, 6 pages in CD-ROM (2014 年 9 月)
- [2] 和田雅昭、安井重哉、畑中勝守、Ramadhona Saville, "ICT を活用した定置網漁業支援に関する研究開発"、平成二十七年日本水産学会秋季大会講演要旨集、pp.60 (2015 年 9 月)
- [3] Masaaki Wada, Katsumori Hatanaka, "A study of signal processing method to detect juvenile tuna in set-net fishery," Proceedings of OCEANS 2016 MTS/IEEE, 4 pages in CD-ROM (2016 年 9 月)

【申請特許リスト】

- [1] 和田雅昭、前田久昭、森口和弘、"周期変換装置、魚種判別支援装置、監視装置、魚種判別方法、状態監視方法、プログラム"、日本、2016 年 9 月 12 日

【受賞リスト】

- [1] 和田雅昭、畑中勝守、地域情報化大賞 2015 総務大臣賞、"IT 漁業による地方創生"、2016 年 3 月 9 日
- [2] 和田雅昭、畑中勝守、第 15 回ドコモ・モバイル・サイエンス賞社会科学部門優秀賞、"モバイル・メディアを活用した ICT 漁業による持続可能な沿岸漁業の実現"、2016 年 10 月 21 日

【報道掲載リスト】

- [1] "漁業の未来開く情報化"、北海道新聞、2015 年 11 月 1 日
- [2] "漁業+IT、海の状態を表現"、朝日新聞、2016 年 4 月 26 日
- [3] "IT 漁業次代へ出航"、読売新聞、2016 年 10 月 28 日