

機関番号：32708

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：21780187

研究課題名(和文) 漁具挙動の数値解析を用いた駆け廻し式底曳網における最適操業法の導出

研究課題名(英文) Optimization of fishing operation for Danish seine gears by numerical analysis of fishing gear dynamics

研究代表者

鈴木 勝也 (SUZUKI KATSUYA)

独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所・研究等支援職員

研究者番号：70449841

研究成果の概要(和文)：運用漁具の中でも操業過程における漁具挙動の把握が特に困難な駆け廻し式底曳網に対して、数値シミュレーションにより操業中における漁具全体の水中形状の変化および漁具の局所荷重を詳細に把握する手法を構築した。実操業実験により、操業中における航跡や曳網繰出し長および巻上げ速度等の操業情報と、網口深度や漁船と漁具の直線距離といった漁具挙動の断片情報を測定し、得られた操業情報を元にした数値シミュレーション計算を行い、漁具挙動の実測値との比較検証を行った。その結果、規模の異なる2種類の駆け廻し網を対象とした実験において、計算値は実測値とよく一致し、その妥当性が示された。さらに、左右曳網に作用する張力およびウィンチの巻上げ速度から操業時の左右ウィンチのエネルギー負荷を、漁具各部の移動量および漁具各部が海底から受ける摩擦力から駆け廻し漁具が海底に及ぼすエネルギーを、それぞれ定量化する手法を構築した。網着底時の曳網距離がほぼ同等であり漁具巻上げ時間の異なる2回の操業試験において、それらの操業情報を元にした計算結果を比較した。その結果、巻上げ所要時間の短い操業ではウィンチの総エネルギー負荷はより高くなる一方で、漁具が海底に及ぼすエネルギーはより低くなることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：In this study a numerical simulation method of configuration and tension distribution for Danish seine gears during fishing operation was developed. Operation parameter such as tracks of a seine boat, warp lengths, and hauling speeds and gear movement parameter such as depths of the net mouth and distance between the seine boat and the net were measured in the actual experiments. The net configuration and tension distribution of the Danish seine gear were simulated by numerical simulations based on the measured operation parameter, and then the measured and the calculated parameters were compared. Very good agreement was observed between the measurements and the calculations of the vertical and horizontal behaviour of the seine net during fishing operations, demonstrating the validity of our method. In addition, methods of evaluating the mechanical work of the winches on the seine boat using loads of the warps and the hauling speed and of evaluating the physical impact to the sea bottom using friction force of the gear received from the sea bottom were developed. In two experiments of different hauling period and same towing distance when the net touched it at the sea bottom, the calculated mechanical works of the winches and physical impact to the sea bottom were compared. The mechanical work in the case of short hauling period of the winch was higher than that in the case of long hauling period. However, the physical impact to the bottom in the short period was lower than that in the long period.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：駆け廻し式底曳網，省エネルギー，操業最適化，シミュレーション工学，漁具漁法

1. 研究開始当初の背景

近年の漁業分野では、曳網や旋網などの運用漁具における未成熟個体・漁獲非対象種の混獲、曳網漁具の海底環境に及ぼす影響、燃油高騰に伴う操業の省エネルギー化などが重要課題となっている。これらを適切に評価するには操業中の漁具の水中形状や作用荷重を詳細に把握する必要があるが、これは非常に困難である。一方、近年のコンピュータ技術の急速な発展に伴い、網漁具の形状を推定する数値計算モデル開発の取り組みが1990年代後半から世界各地で始まり(例えばNietzwiedzら, 1998)、我が国では、高木ら(2002)により網漁具挙動シミュレータ NaLAが報告された。旋網などの運用漁具の運動解析にも数値シミュレーションが応用され始めてきた(例えばKimら, 2007)。これらの研究により、従来は実現困難であった水中の漁具挙動の詳細な把握が可能となってきた。こうした数値解析によるアプローチは、実測に基づいた操業パターンへの入力による漁具挙動の推定のみならず、理想的な漁具挙動を実現する操業パターンの逆推定も可能にする新しい手法としても活用でき、既存のケーススタディ的な方法論からのブレイクスルーとなる可能性を秘める。しかし、本研究に関連した既存研究は実操業との比較検証に留まっており、ケーススタディの域を脱していないのが現状である。

駆け廻し式底曳網は、底魚類を漁獲対象とした我が国および世界の沿岸および沖合で広く行われている漁法である。漁具は身網と袖網およびその両端に繋がる一対の曳網によって構成され、その運用方法は一定の範囲を曳網で囲み、曳網を狭めていくことで囲まれた底魚を駆集し、引き揚げる網によって漁獲するというものである。本漁法は、漁具が広範囲に展開かつ動的に変化するため、操業中における漁具挙動のモニタリング手法が確立しておらず、その動態は十分に把握されていない。近年、音響トランスポンダを用いた駆け廻し網の操業中における網と漁船の距離を計測する手法が開発されてきている

が(安樂ら, 2007)。その挙動を把握するには十分とは言えない。そこで、前述の漁具挙動の数値シミュレーションを駆け廻し網に応用することで、近年問題となっている、底曳き漁具が海底環境に及ぼす影響や、省エネルギー等の観点からの漁具・漁法の改良が期待できる。しかし、こうした数値シミュレーションが駆け廻し式底曳網を対象に用いられた例はない。

2. 研究の目的

本研究では、運用漁具の中でも操業過程における漁具挙動の把握が特に困難な駆け廻し式底曳網を題材として、数値シミュレーションにより操業中における漁具全体の水中形状の変化および漁具の局所荷重を詳細に把握する手法を構築する。そして、数値解析により操業過程における当該漁具の動態を詳細に把握する方法を開発する。数値シミュレーションの妥当性を検証するため、実船調査にて操業過程における当該漁具の網口深度および漁船と漁具の直線距離といった測定可能な項目を実測し、計算値と実測値の比較検証を行う。さらに、左右曳網に作用する張力およびウィンチの巻上げ速度から操業時の左右ウィンチのエネルギー負荷を、漁具各部の移動量および漁具各部が海底から受ける摩擦力から駆け廻し漁具が海底に及ぼすエネルギーを、それぞれ定量化する手法を構築する。そして、当該漁具の異なる操業における漁船ウィンチの負荷および漁具が海底に及ぼす物理的影響の評価を行うことで、操業パラメータに対する操業エネルギー負荷、海底への影響といった項目に対する操業の適正化に資する知見を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

我々によって開発が進められている網漁具挙動シミュレータ NaLA(高木ら, 2002; Takagi et al., 2004)を応用し、駆け廻し網の計算用モデルを構築する。駆け廻し漁具を有限個の質点と漁具各部位の微小要素で構

成されたものとみなし、各微小要素に作用する力により導かれる各質点の運動方程式をそれぞれ解くことにより、漁具各部の挙動を算定する。当該漁具では、漁船と浮標の移動ならびに漁具の繰出しと巻揚の拘束条件を加え、各微小要素に作用する力は張力、抗力、付加質量力、重力、浮力、摩擦力を考慮する。導かれた運動方程式は5次の埋め込みRunge-Kutta法(Fehlberg, 1968)により算定する。

漁具挙動の計測のための実船調査は、異なる規模の2種類の漁具を用いて、長崎県平戸市志々岐地区にて2009年10月4日に、鹿児島湾にて12月22日に、それぞれ実施した。計測項目は、漁船および浮標の位置座標、漁具の繰出し長および巻上げ長、網口深度および漁船と漁具の直線距離とした。ポータブルGPS (eTrex Legend HCx, Garmin) を漁船および浮標に、深度ロガー (DST milli-F, Star-oddi) を網口上下に、音響トランスポンダ (九州計測器) を網口上部に、送受信機を漁船にそれぞれ装着した。送受信機から3秒間隔でトリガ信号を送信し、音響トランスポンダからの応答信号をサンプリング間隔1,000 Hzでトリガ信号とともにPCに記録した。そして、トリガ信号と応答信号の時間差から網口-漁船間の直線距離を算定した。作業中はビデオ撮影を行い、漁具の繰出し-巻上げ過程を随時記録した。

4. 研究成果

実作業で得られた漁船と浮標の移動ならびに漁具の繰出し-巻上げ情報の実測データを元に、シミュレーションを行った。図1は長崎県平戸市志々岐地区にて用いられた駆け廻し網の漁具形状の数値シミュレーションである。線分の色は作用する張力の強さを表している。このように、作業過程における詳細な漁具形状および作用荷重分布を様々な角度から把握することが可能となった。

数値シミュレーションにより漁具形状および作用荷重に関する膨大な情報が得られ

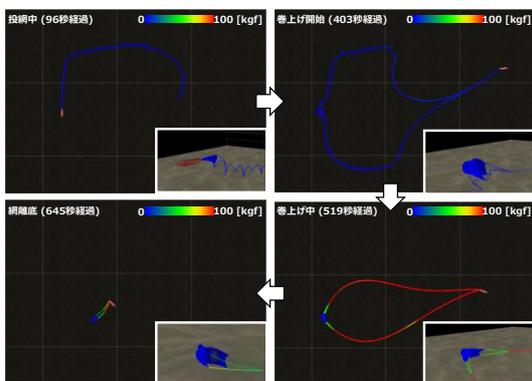


図1. 数値シミュレーションによる駆け廻し漁具の作業時における形状および作用荷重の変化

る。図2は得られた計算結果より実測を行った部分を抽出し、網口深度、網口高さ、網と漁船の直線距離の実測値との比較である。網の平均沈降速度は、実測値で0.21-0.31 m/s、計算値で0.26-0.28 m/sの範囲を示し、両者ともに着底に近づくにつれて減速する傾向にあった。網口高さは実測値で2.4-10 m、計算値で2.5-9.1 mの範囲で変化し、両者ともに着底直後に最も高く、巻揚開始前後に最も低くなり、揚網に近づくにつれて徐々に高くなるという傾向が見られた(図2中段)。漁船と漁具の直線距離においても十分な一致を示しており(図2下段)、本手法は駆け廻し式底曳網の挙動特性および操業負荷評価に有効であることが示された。

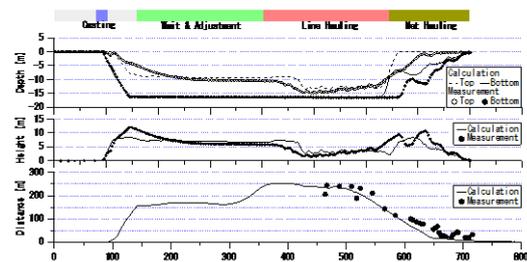


図2. 網口深度、網口高さ、漁船-漁具間距離の各時系列における計算値と実測値の比較

左右曳網に作用する張力およびウィンチの巻上げ速度から作業時の左右ウィンチのエネルギー負荷を、漁具各部の移動量および漁具各部が海底から受ける摩擦力から駆け廻し漁具が海底に及ぼすエネルギーを、それぞれ定量化する手法を構築した。鹿児島湾の駆け廻し網にて行われた、網着底時の曳網距離がほぼ同等であり漁具巻上げ時間の異なる2回の作業試験において、それらの作業情報を元にした計算結果を比較した。その結果、巻上げ所要時間の短い作業ではウィンチの総エネルギー負荷はより高くなる一方で、漁具が海底に及ぼすエネルギーはより低くなるということが明らかとなった(図3)。

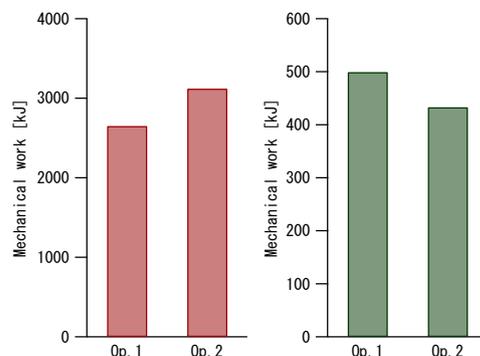


図3. ウィンチの総エネルギー負荷(左)と漁具が海底に及ぼす総エネルギー(右)

参考文献

- 安楽和彦, 矢野英司, 井上喜洋, 松岡達郎, 2007. 駆け廻し式底曳網の挙動計測, 日本水産学会秋季大会講演要旨集, p 108.
- Fehlberg, E., 1968. Classical fifth-, sixth-, seventh-, and eighth-order Runge-Kutta formulas with stepsize control. NASA Tech. Rep. 287, 1-82.
- Kim, H. Y., Lee, C. W., Shin, J. K., Kim, H. S., Cha, B. J., Lee, G. H., 2007. Dynamic simulation of the behavior of purse seine gear and sea-trial verification. Fish. Res. 88, 109-119.
- Niedzwiedz, G., Hopp, M., 1998. Rope and net calculations applied to problems in marine engineering and fisheries research. Arch. Fish. Mar. Res. 46, 125-138.
- Takagi, T., Shimizu, T., Suzuki, K., Hiraishi, T., Yamamoto, K., 2004. Validity and layout of "NaLA": a net configuration and loading analysis system. Fish. Res. 66, 235-243.
- 高木 力, 鈴木 勝也, 平石智徳, 2002. 網地の形状と運動に関する数値シミュレーション手法の開発, 日本水産学会誌, 第 68 巻, 320-326.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Katsuya SUZUKI, Shinsuke TORISAWA, and Tsutomu TAKAGI: Numerical analysis of net cage dynamic behavior due to concurrent waves and current, Proceedings of 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, 1513 - 1520 (2009).
- ② 鈴木 勝也: コンピュータシミュレーションの応用事例-II, 日本水産学会漁業懇話会報, 第 58 巻, 24-25 (2011).

[学会発表] (計 4 件)

- ① Katsuya SUZUKI and Tsutomu TAKAGI: Numerical investigation of dynamic behavior of Danish seine net during actual fishing operation, International Symposium on the Formation of Research Centre on Control Against Negative Impacts to Coastal Fisheries Resources in Southeast Asia -Assessment of negative impact on fisheries resources-, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 2009年10月31日
- ② 鈴木 勝也・安楽 和彦・高木 力: 駆け廻

し網の挙動計測および数値解析による漁具挙動の把握, 日本水産学会春季大会, 日本大学, 2010年3月27日

- ③ 鈴木 勝也: コンピュータシミュレーションの応用事例-II, 日本水産学会春季大会シンポジウム 21世紀のSmart Fishery を目指して, 2011年3月27日
- ④ 鈴木 勝也・山崎 慎太郎・長谷川 勝男・溝口 弘泰・高木 力: 漁具シミュレーションを用いた2艘船曳網における省エネ運用法の検討, 日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 2011年3月28日

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等
なし

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
鈴木 勝也 (SUZUKI, Katsuya)
独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所・漁業生産・情報工学部・研究等支援職員
研究者番号: 70449841
- (2) 研究分担者
該当なし
- (3) 連携研究者
該当なし