

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07524

研究課題名(和文) 混獲回避を目的としたデータロガーによるウミガメ類の網内行動把握

研究課題名(英文) Detection of sea turtle behavior in a submerged bag net of the set net using acceleration data logger

研究代表者

塩出 大輔 (Shiode, Daisuke)

東京海洋大学・学術研究院・助教

研究者番号：40361810

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：中層・底層定置網における混獲回避手法であるウミガメ脱出支援システムは、呼吸欲求の高まったウミガメが激しく天井網を突き上げる行動を利用した手法である。直接観察が困難な漁網内でのウミガメの特徴的な行動を加速度ロガーデータから抽出する手法の開発を目的として、動的加速度より得られるODBA値と静的加速度値から得るウミガメの姿勢角に閾値を設定することで、突き上げ行動を抽出する手法を構築した。本手法を海上の定置網内での行動実験結果に適用した結果、アカウミガメにおける最良の抽出条件はデータの移動平均区間が7秒で姿勢角は10°であり、抽出条件に深度を加えることで抽出精度の向上が期待できることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：When sea turtles accidentally enter into a fully-submerged bag net of the set net, they tend to push up the upper net in need of fresh air. In this study, we tried to detect pushing-up behaviors of sea turtles in a bag net with a tri-axial acceleration data logger. Behavior of turtles in the experimental bag net in a tank was recorded by an underwater video camera, and the number and duration of pushing-ups were confirmed. Detection of pushing-up was attempted by filtering the time series attitude angle and the ODBA (Overall Dynamic Body Acceleration) of the turtle which were converted from the static surge acceleration or the tri-axial dynamic acceleration. Moreover, the condition for detection was applied to the results of sea trials. The most accurate threshold was 10 degrees in attitude angle, but ODBA value was not effective for loggerhead turtles. The additional factor of swimming depth could improve precision of the detection in a field experiment.

研究分野：生産システム学

キーワード：ウミガメ 定置網 混獲 突き上げ行動 加速度ロガー はばたき周波数

1. 研究開始当初の背景

ウミガメ類の個体数の減少が危惧され、ワシントン条約の附属書 I に指定されているように、資源動向が世界的に注目されている。特に、日本でのみ産卵する北太平洋のアカウミガメは、米国が絶滅危惧種へ指定するなど、適切な保護対策が国際的に強く求められている。ウミガメの減少要因の一つとして漁業による混獲の影響が懸念されており、魚捕部（箱網）の天井が網で覆われている中層・底層定置網では、入網したウミガメが呼吸のために海面へ浮上することができずに死亡する例が数多く報告されている（塩出ら 2006, Gilman et al. 2010 ほか）。

研究代表者らは、定置網からの漁獲魚の逸脱を防ぎながら、ウミガメを網外に脱出させる手法（ウミガメ脱出支援システム）を考案し、水槽実験においてその有効性について検討してきた（田村・塩出ら 2014, Shiode et al. 2010 ほか）。そして、水産庁（官）の事業において、我が国の定置網を提供している主要製網会社（産）と大学や公的研究機関（学）、ならびにウミガメ保護に関わる NPO 法人らの産・官・学による研究チームを構築し、定置網漁場での現場試験を中心とした混獲回避手法の開発研究を実施するに至った。ウミガメの混獲回避手法を開発するためには、実際の海上の定置網内におけるウミガメや魚類の行動を正確に把握することが必要不可欠である。しかし、スケールが大きく、なおかつ水面下での計測が中心となる海上試験では、水槽実験等で用いられる直接観察や映像機器（ビデオカメラなど）による計測は非常に困難となる。

2. 研究の目的

近年、データロガーを利用して野生生物の行動を調べる“バイオロギング”研究が盛んに行われ、その技術が急速に進歩している（Bograd et al. 2010, Okuyama et al. 2012 など）。加速度センサーを搭載したデータロガー（以後、加速度ロガー）では、3 軸方向の加速度や流速（遊泳速度）の計測と分析により、対象生物の姿勢や細かな動きを再現できる可能性を有している。一方、これまで申請者らにより実施された水槽実験では、網内に入ったウミガメは、呼吸への欲求が高まると前肢を激しくはばたかせ、海面へ浮上するために天井の網を突き上げる「突き上げ」行動を起こし、ウミガメ脱出手法の開発において非常に重要となることを明らかにしてきた（Shiode et al. 2010）。直接観察が困難な海上試験において、加速度ロガーのデータを用いて「突き上げ」等のウミガメの行動を把握するためには、ビデオカメラによる直接観察が可能な水槽実験を活用して、映像から得られる実際の行動と加速度ロガーデータの照合により、加速度ロガーのデータからウミガメの行動を再現するフォーマットを構築することが非常に有効である。そこで本研究では、実験水槽に設置した模型網内でのウミガメ

の行動を、ウミガメの背甲に装着した加速度ロガーと水中ビデオカメラにより同時計測して、ビデオカメラの映像から得るウミガメの前肢のはばたきや特徴的な行動（突き上げ、旋回、など）を加速度ロガーのデータのみから特定する手法を構築することを目的とした。

3. 研究の方法

・加速度ロガーとビデオカメラによるウミガメの網内行動計測

実験用屋外水槽（10m×10m×2.1m）に設置した、定置網の箱網部分の模型網（7m×7m×1.7m）に入れたウミガメの行動を、背甲に装着した加速度ロガーにより計測して 3 軸方向の加速度と遊泳速度を記録するとともに、ダイバーにより水中ビデオカメラで同時に記録した。実験には、定置網への主要混獲種であるアカウミガメ、アオウミガメを用いた。ビデオカメラ映像から、「突き上げ」行動や、天井網に沿って浮上してウミガメ脱出装置に遭遇するなどの特徴的な行動を抽出し、同時刻における加速度ロガーデータから生物自身の動きの激しさを示す動的加速度値（ODBA）や、静的加速度値から得られるウミガメの姿勢角を得て閾値を設定することで、「行動 データ」の関係性を導出した。

・ウミガメの前肢のはばたき周波数分析

模型網内におけるウミガメの前肢のはばたき周波数をビデオカメラの映像データより求め、その時系列変化とウミガメの行動との関係を明らかにした。網内行動計測と同様に、前肢のはばたきと加速度ロガーのデータを照合、分析することにより、網内におけるウミガメの前肢のはばたき周波数を加速度ロガーデータから求める手法を構築した。

・加速度ロガーのキャリブレーション

本研究では、加速度ロガーの網への絡まりを防止するため、ウミガメの背甲の後方縁部に加速度ロガーを装着することを想定している。そこで、流れに対する加速度ロガーの迎角を変えた場合の流速値を正確に得るために、大型回流水槽において計測実験を行い、正確なキャリブレーション値を得た。

・海上試験におけるウミガメの網内行動把握
これまでに構築してきた、加速度ロガーデータによるウミガメの行動推定手法、ならびに大型回流水槽での実験で得られたキャリブレーション値をもとに、実際の定置網での海上試験で得られる加速度ロガーのデータからウミガメの突き上げ行動の抽出を行った。

4. 研究成果

水槽実験より、最良と判断された突き上げ行動の抽出条件は、アカウミガメではデータ平滑化のための移動平均区間 7 秒、姿勢角 20° という条件で、アオウミガメでは平均区間 7 秒、姿勢角 20°、ODBA 1.0m/s² であり、アカウミガメにおいて、ODBA 値は突き上げの抽

出条件として有効ではなかった。これらの抽出条件によって、突き上げとして抽出された行動のうち、アカウミガメでは 9%、アオウミガメでは 4%の誤抽出があったものの、アカウミガメでは全突き上げのうち 93%を、アオウミガメでは 89%の突き上げを抽出できた。

ウミガメのはばたき周波数は、動的加速度の変動から得ることが可能であった。しかし、本研究で対象としているような閉鎖された漁網内での行動の場合、ウミガメが側面網等に接触した際には加速度値に不規則な乱れが生じることから、ウミガメの通常遊泳と網への接触などの行動を正確に分離できる可能性も示唆された。

加速度ロガーのプロペラによる流速測定のカリブレーションを行った結果、流速 20cm/s 以下ではプロペラの円滑な回転が得られないこと、また加速度ロガーの流れに対する迎角が 30 度を超えると回転が減少することを確認した。

水槽実験で得られたアカウミガメの抽出条件を海上実験に適用した結果、全突き上げのうち正しく抽出できた割合は 62%であり、誤抽出は 20%となった。容積の大きな定置網の箱網内では海亀は浮上行動を取ることが多く、その際に姿勢角が大きくなり、突き上げとして誤抽出されたと考えられた。また、潮流によるふかれのために天井網の形状が変化し、小さな姿勢角で行われる突き上げが見られたことも、未抽出の一因であると考えられた。海上実験における最良の抽出条件を検討したところ、データの移動平均区間が 7 秒で姿勢角は 10°となり、抽出条件に深度を加えることで抽出精度の向上が期待できることが示唆された。

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 7 件)

1. Shiode D, Shiozawa M, Ueno S, Hu F, Tokai T, Hirai Y. Behaviour of sea turtle in a submerged bag net of set net with the turtle releasing system (TRS). Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems, 査読有, 2017; 10: 241-249.

2. Shiozawa M, Shiode D, Hu F, Tokai T. Closing force of the flap door in the turtle releasing device (TRD) for set net. Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems, 査読有, 2017; 10: 251-259.

3. You X, Dong S, Hu F, Shiode D, Tokai T. Effect of wing-tip flow on hydrodynamic characteristics of cambered otter board. Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems, 査読有, 2017; 10: 89-97.

4. Dong S, Hu F, Qu X, Kumazawa T, Shiode D, Tokai T. Field measurements of three-dimensional deformation in full-scale aquaculture net cage for Pacific bluefin tuna. Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems, 査読有, 2017; 10: 169-177.

5. Shiode D, Shiga M, Hu F, Tokai T. A midwater float system with long float lines for sea turtle bycatch reduction in pelagic longline fisheries - potential for catch efficiency of bigeye tuna *Thunnus obesus*. Fisheries Engineering, 査読有, 2017; 54: 185-195.

6. 塩澤舞香, 塩出大輔, 胡 夫祥, 東海 正, 小林真人. 海亀の前肢のはばたきと推進力について. 日本水産学会誌, 査読有, 2016; 82: 550-558.

7. 董 書闖, 胡 夫祥, 熊沢泰生, 塩出大輔, 東海 正. 一様流における養殖生簾用平面網地の流体力特性について. 日本水産学会誌, 査読有, 2016; 82: 282-289

〔学会発表〕(計 27 件)

1. Daisuke Shiode, Maika Shiozawa, Fuxiang Hu, Tadashi Tokai, Yoshio Hirai. DEVELOPMENT OF A TURTLE RELEASING SYSTEM (TRS) FOR SET NET FISHERIES. 38th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, 2018.3.

2. Daisuke SHIODE, Maika SHIOZAWA, Shotaro UENO, Fuxiang HU, Tadashi TOKAI, Yoshio HIRAI. Behavior of sea turtle in a submerged bag net of set net with the turtle releasing system (TRS). 13th International Workshop of Methods for the Development and Evaluation of Maritime Technologies, Sapporo, 2017.10.

3. Maika SHIOZAWA, Daisuke SHIODE, Fuxiang HU, Tadashi TOKAI. CLOSING FORCE OF THE FLAP DOOR IN THE TURTLE RELEASING DEVICE (TRD) FOR SET NET. 13th International Workshop of Methods for the Development and Evaluation of Maritime Technologies, Sapporo, 2017.10.

4. Xinxing You, Shuchuang Dong, Fuxiang Hu, Daisuke Shiode, Tadashi Tokai. EFFECT OF WING-TIP FLOW ON HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF CAMBERED OTTER BOARD. 13th International Workshop of Methods for the Development and Evaluation of Maritime Technologies, Sapporo, 2017.10.

5. Shuchuang Dong, Fuxiang Hu, Xiaoyu Qu, Taisei Kumazawa, Daisuke Shiode, Tadashi Tokai. Field measurements of three-dimensional deformation in full-scale aquaculture net cage for Pacific bluefin tuna. 13th International Workshop of Methods for the Development and Evaluation of Maritime Technologies, Sapporo, 2017.10.
6. Maika Shiozawa, Daisuke Shiode, Keiichi Uchida, Seiji Akiyama, Fuxiang Hu, Yoshio Hirai. Flipper beat frequency and body acceleration of loggerhead turtles *Caretta caretta* swimming in a set net. The JSFS 85th Anniversary-Commemorative International Symposium “Fisheries Science for Future Generations”, Tokyo, 2017.09.
7. 塩出大輔, 上野翔太郎, 塩澤舞香, 内田圭二, 秋山清二, 胡 夫祥, 東海 正. 定置網の中層箱網内における海亀の行動. 平成 29 年度日本水産工学会学術講演会, 下関, 2017.5.
8. 塩澤舞香, 塩出大輔, 三井優斗, 胡 夫祥, 東海 正. 中層・底層定置網用海亀脱出装置の閉扉力について. 平成 29 年度日本水産工学会学術講演会, 下関, 2017.5.
9. Dong S, Hu F, Qu X, Kumazawa T, Shiode D, Tokai T. Field measurements of three-dimensional deformation in full-scale aquaculture net cage for Pacific bluefin tuna. 平成 29 年度日本水産工学会学術講演会, 下関, 2017.5.
10. 尤 鑫星, 董書闖, 胡 夫祥, 塩出大輔, 東海 正. 異なる縦横比の湾曲板における揚力特性に及ぼす翼端の影響. 平成 29 年度日本水産工学会学術講演会, 下関, 2017.5.
11. 塩澤舞香・塩出大輔・内田圭一・秋山清二・胡 夫祥. 海亀脱出装置を装着した中層定置網の操業試験. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2017.3.
12. 柳田真里奈・塩出大輔・塩澤舞香・胡 夫祥・東海 正. 中層・底層定置網における柔構造型海亀脱出装置の開発. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2017.3.
13. 小寺 昇・塩出大輔・胡 夫祥・東海 正・松平良介・石原 孝. 中層・底層定置網の根溜り・中溜り部における海亀の混獲回避. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2017.3.
14. 東海 正・塩出大輔・胡 夫祥・酒井猛・依田真里. 東シナ海における最小規制目合 54mm を持つトロール網のコッドエンド網目選択性. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2017.3.
15. 尤 鑫星・董 書闖・塩出大輔・胡 夫祥. 湾曲板の揚力係数に及ぼす翼端の影響について. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2017.3.
16. 吉満友野・東海 正・塩出大輔・胡 夫祥. 調査用刺網における適切な目合の設定方法 — 目合間の公比一定で十分か? 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2017.3.
17. 黒田真央・内田圭一・根本雅生・塩出大輔・濱田浩明・萩田隆一・上嶋紘生・栗原芳恵・宮本佳則. ミズウオの胃内容物における人工物の出現率と海域の関係. 平成 28 年度日本水産学会秋季大会, 奈良, 2016.9.
18. 尤 鑫星・董 書闖・胡 夫祥・塩出大輔・東海 正. 複葉型高揚力オッターボードの流体力特性の CFD 解析. 平成 28 年度日本水産学会秋季大会, 奈良, 2016.9.
19. Daisuke SHIODE, Fuxiang HU, Tadashi TOKAI. A turtle releasing system (TRS) for set net fisheries. 7th World Fisheries Congress, Busan, Korea, 2016.5.
20. Maika SHIOZAWA, Daisuke SHIODE, Fuxiang HU, Tadashi TOKAI, Masato KOBAYASHI. Force generated by flipper beat of sea turtle - for optimum design of a TRD. 7th World Fisheries Congress, Busan, Korea, 2016.5.
21. Daisuke SHIODE, Maika SHIOZAWA, Keiichi UCHIDA, Seiji AKIYAMA, Yoshinori MIYAMOTO, Fuxiang HU, Tadashi TOKAI, Yoshio HIRAI. Development of a Turtle Releasing System (TRS) for set net fisheries. The 2016 Annual Meeting of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behavior (WGFTFB), Merida, Mexico, 2016.4.
22. 上野翔太郎・塩出大輔・秋山清二・内田圭一・胡 夫祥・東海 正・平井良夫・関根敏昭・松井信義. 定置網の中層箱網内における海亀の行動について. 平成 28 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2016.3.
23. 塩澤舞香・塩出大輔・胡 夫祥・東海 正・小林真人・平井良夫. 定置網の箱網内で遊泳する海亀の推進力について. 平成 28 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2016.3.
24. 董 書闖・胡 夫祥・熊沢泰生・塩出大輔・東海 正. 一様流における養殖生簀用平面網地の流体力特性について. 平成 28 年度日本水産学会春季大会, 東京, 2016.3.
25. 戸高耀介, 古見拓郎, 梶浦俊樹, 塩出大

輔, 上嶋紘生, 萩田隆一, 林 敏史, 吉田次郎, 根本雅生. 南西諸島東方海域における浮延縄試験操業. 日仏海洋学会学術研究発表会, 東京, 2015.6.

26. 上嶋紘生, 戸高耀介, 生井沢知佳, 栗原芳恵, 宮崎唯史, 塩出大輔, 吉田次郎, 根本雅生. サメ類を漁獲対象とした調査用縦延縄採集具の開発について. 日仏海洋学会学術研究発表会, 東京, 2015.6.

27. 塩澤舞香・塩出大輔・内田圭一・秋山清二・胡 夫祥・東海 正・平井良夫・小林真人. 定置網内における海亀の前肢のはばたき周波数と, 生じる力について. 平成 27 年度日本水産工学会春季学術講演会, 長崎, 2015.5.

〔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

塩出大輔 (SHIODE DAISUKE)
東京海洋大学・学術研究院・助教
研究者番号: 40361810

(2)研究分担者

内田圭一 (UCHIDA KEIICHI)
東京海洋大学・学術研究院・准教授
研究者番号: 50313391

胡 夫祥 (FUXIANG HU)
東京海洋大学・学術研究院・教授
研究者番号: 80293091

(3)連携研究者

宮本佳則 (MIYAMOTO YOSHINORI)
東京海洋大学・学術研究院・教授
研究者番号: 80251685

秋山清二 (AKIYAMA SEIJI)
東京海洋大学・学術研究院・准教授
研究者番号: 00251679

東海 正 (TOKAI TADASHI)
東京海洋大学・学術研究院・教授
研究者番号: 30237044

(4)研究協力者

なし