

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2013～2015

課題番号：25712022

研究課題名(和文) 広帯域超音波受信テレメトリーによる沿岸魚類の固執・回帰行動研究 個体から個体群へ

研究課題名(英文) Study on site-fidelity and homing behaviour in coastal fish using wideband-frequency ultrasonic telemetry: from individual to population

研究代表者

三田村 啓理 (MITAMURA, Hiromichi)

京都大学・情報学研究科・准教授

研究者番号：20534423

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、多くの水圏生物が有する回帰・固執行動に着目して、沿岸性魚類の回帰・固執行動“いつ”“どこで”“何をしているか”を個体レベルおよび群れレベルでモニタリングした。まずは群れ、個体群の各個体を高精度に位置を同時に測位できる広帯域超音波受信テレメトリー技術を開発・確立した。そして様々な沿岸性魚類の回帰・固執行動をモニタリングした結果、群れの形状や大きさ、他個体との相互作用、生息地への群れレベルでの回帰・固執行動などの群れ行動を把握することに成功した。

研究成果の概要(英文)：Some aquatic animals have site-fidelity and homing ability to their habitats and spawning sites. In this study, we have monitored site-fidelity and homing behaviours in coastal fishes at the levels of individuals and a fish school. The wideband-frequency ultrasonic telemetry system has been developed for monitoring schooling behaviour. The telemetry system can locate a lot of individuals at the same time. Our results demonstrated forms and volume of a school, interaction behaviour, and school homing/site-fidelity to their habitat in several coastal fish species.

研究分野：魚類行動学

キーワード：バイオロギング バイオテレメトリー 高精度測位 群れ 行動学

1. 研究開始当初の背景

水圏生物を取り巻く様々な問題の中でも、生息域や産卵場等への回帰および固執に関する問題は、行動学から、内分泌学そして生理生化学に至るまで幅広い学問分野から注目を集めるテーマである。母川回帰を行うサケ・マス類、母浜回帰を行うウミガメ類、そして産卵場回帰を行うマダラやカレイ類が典型的な例として広く知られている。ある地点への回帰および固執行動のメカニズムを把握することは、基礎的知見の把握だけでなく、栽培漁業における放流種苗の再捕率および放流地点への定着を高める種苗性改善への応用に繋がり、持続的な水産資源の維持・管理に資する。

2. 研究の目的

水圏生物の回帰・固執行動のメカニズム解明を目指す。沿岸性魚類の回帰・固執行動“いつ”“どこで”“何をしているか”を個体レベルおよび群れレベルで明らかにする。

3. 研究の方法

群れ、個体群の各個体を高精度に位置を同時に測位できる広帯域超音波受信バイオテレメトリー技術を開発・確立する。具体的には、代表者が既に開発した高精度測位システムを応用して、群れ、各個体に適用できるモニタリング技術確立を目指した。

確立したモニタリング技術を用いて、沿岸性魚類アカメバル、シロメバル、キジハタ、ホシササノハベラ、クロマグロ稚魚などの回帰・固執行動をモニタリングした。

4. 研究成果

多くの個体を同時かつ高精度に位置を把握できる広帯域超音波受信バイオテレメトリーシステムを開発した。この技術を評価するために、複数の水域で実証実験をおこなった。例えば、クロマグロ稚魚の群れ行動に適用した。クロマグロの群れ行動を連続モニタリングした。その結果、複数のクロマグロ個体の位置を同時に把握できることが明らかになった。

アカメバル、シロメバル、キジハタ、ホシササノハベラ、クロマグロ稚魚など様々な沿岸性魚類の回帰・固執行動をモニタリングした結果、群れの形状や大きさ、他個体との相互作用、生息地への群れレベルでの回帰・固執行動などの群れ行動を把握することに成功した。

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11件)

Takuji Noda, Dale M Kikuchi, Akinori Takahashi, Hiromichi Mitamura, Nobuaki Arai. Pitching stability of diving seabirds during

underwater locomotion: a comparison among alcids and a penguin. *Animal Biotelemetry*. 2016;10 DOI: 10.1186/s40317-016-0102-y

Takuji Noda, Ko Fujioka, Hiromu Fukuda, Hiromichi Mitamura, Kotaro Ichikawa, Nobuaki Arai. The influence of body size on the intermittent locomotion of a pelagic schooling fish. *Proceedings of the Royal Society B*. In press.

河野友香、西澤秀明、荒井修亮、三田村啓理. 溶存酸素量の低下に対するヒラメ *Paralichthys olivaceus* の行動変化. *海洋理工学会誌*. in press.

Nao Yoshida, Hiromichi Mitamura, Hideaki Okamoto, Nobuaki Arai. Measurement of activity for sit-and-wait predator, red-spotted grouper, using acoustic acceleration transmitter. *Journal of Advanced Marine Science and Technology Society*. 2015, 1, 1-5.

Fumihisa Kobayashi, Teruya Maki, Makiko Kakikawa, Takuji Noda, Hiromichi Mitamura, Akinori Takahashi, Satoshi Imura, Yasunobu Iwasaka. Atmospheric bioaerosols originating from Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*): ecological observations of airborne bacteria at Hukuro Cove, Langhovde, Antarctica. *Polar Science*. 2015 DOI: 10.1016/j.polar.2015.12.002.

Hideaki Nishizawa, Runa Tabata, Tomoya Hori, Hiromichi Mitamura, Nobuaki Arai. Feeding kinematics of freshwater turtles: what advantage do invasive species possess? *Zoology*, 2014, 117,315-318.

Takuji Noda, Junichi Okuyama, Yuuki Kawabata, Hiromichi Mitamura, Nobuaki Arai. Harvesting energy from the oscillation of aquatic animals: testing a vibration-powered generator for bio-logging data logger systems *Journal of Advance Marine Science and Technology Society*, 2014, 20,37-43.

Takuji Noda, Yuuki Kawabata, Nobuaki Arai, Hiromichi Mitamura, Shun Watanabe. Animal-mounted gyroscope/accelerometer/magnetometer: In situ measurement of the movement performance of fast-start behaviour in fish *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2014, 451,55-68.

Yuuki Kawabata, Takuji Noda, Yuuki Nakashima, Atsushi Nanami, Taku Sato, Takayuki Takebe, Hiromichi Mitamura, Nobuaki Arai, Tomofumi Yamaguchi, Kiyoshi Soyano. Use of a gyroscope/accelerometer data logger to

identify alternative feeding behaviours in fish. The Journal of experimental biology, 2014, 217, 3204-3208.

Jan Grimsrud Davidsen, Audun Håvard Rikardsen, Eva Bonsak Thorstad, Elina Halttunen, Hiromichi Mitamura, Kim Præbel, Jofrid Skarðhamar, Tor Fredrik Næsje. Homing behaviour of Atlantic salmon during final phase of marine migration and river entry. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2013. 70,5, 794-802.

Takuji Noda, Yuuki Kawabata, Nobuaki Arai, Hiromichi Mitamura, Shun Watanabe. Monitoring escape and feeding behaviours of cruiser fish by inertial and magnetic sensors. PLoSONE, 2013, 8, 11.

〔学会発表〕(計 92 件)
【国際会議】

Kotaro Tanaka, Kotaro Ichikawa, Hideaki Nishizawa, Kongkiat Kittiwattanawong, Nobuaki Arai, Hiromichi Mitamura. The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Vocalization patterns of dugongs in relation to diel and tidal factors around Talibong Island, Thailand.

Yuichiro Tsuji, Hiromichi Mitamura, Takuji Noda, Nobuaki Arai, Hiroyuki Yamane, Yasushi Mitsunaga, Thavee Viputhanumas The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Feeding habits of Mekong giant catfish in Kaeng Krachan reservoir, Thailand.

Runa Tabata, Noriko Kidera, Hideaki Nishizawa, Hiromichi Mitamura. The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Activity range and pattern of an amphibious sea snake *Laticauda laticaudata* revealed by depth and temperature loggers around Iriomote Island.

Jun Horie, Yusuke Ina, Hiromichi Mitamura, Kazuyuki Moriya, Nobuaki Arai, Toyoki Sasakura The 4th Design

Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Development of the pinger with an accelerometer for classification of feeding behavior of fish.

Yusuke Komoto, Takuji Noda, Hiromu Fukuda, Ko Fujioka, Junichi Takagi, Kotaro Ichikawa, Nobuaki Arai, Hiromichi Mitamura The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Behavior of juvenile yellowfin tuna responding to light-dark change under an open sea net cage environment.

Wataru Saito, Hiromichi Mitamura, Kotaro Ichikawa, Nobuaki Arai, Junichi Takagi, Ko Fujioka, Hiromu Fukuda The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Factors affecting neighbor distance of a school of 0-aged bluefin tuna.

Ryoma Takeno, Kotaro Ichikawa, Nobuaki Arai, Hiromichi Mitamura, Junichi Takagi, Kenzo Kaifu, Takashi Yada The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Monitoring of Japanese eel *Anguilla japonica* by fine-scale positioning system in the Lake Kugushi, Fukui, Japan

Yoshiaki Yasue, Masanori Yoshida, Hiromichi Mitamura, Kotaro Ichikawa, Nobuaki Arai The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Diel and seasonal change in vertical movement of kokanee salmon (*Oncorhynchus nerka*) in Lake Towada, Japan

Yusuke Ina, Jun Horie, Takuji Noda, Nobuaki Arai, Hiromichi Mitamura. The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Application of axis-free acceleration data for the classification of feeding

behavior of sit-and-wait fish.

Junichi Takagi, Kotaro Ichikawa, Nobuaki Arai, Yoshinori Miyamoto, Keiichi Uchida, Ko Fujioka, Hiromu Fukuda, Hiromichi Mitamura. The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Evaluation of multi-path effects on depth detection provided by acoustic transmitters in shallow water

Yuko Maruo, Genki Furukawa, Hiromichi Mitamura, Nobuaki Arai The 4th Design Symposium on Conservation of Ecosystem (SEASTAR2000) (March 16-17, 2016) Development of a real time monitoring system of fish movement for Field Museum in Amazon

Hiromichi Mitamura, Wataru Saito, Kotaro Ichikawa, Nobuaki Arai, Junichi Takagi, Ko Fujioka, Hiromu Fukuda. 21st Symposium of the International Society on Biotelemetry. (Luven, May 22nd-24th 2016). Schooling behaviour of Pacific bluefin tuna in a sea net cage monitored by a novel fine-scale positioning telemetry system.

Kotaro Ichikawa, Hiromichi Mitamura, Nobuaki Arai, Kenta Serizawa, Shun Watanabe, Katsumi Tsukamoto. 21st Symposium of the International Society on Biotelemetry. (Luven, May 22nd-24th 2016). Diurnal patterns in burrow use of the Japanese eel *Anguilla japonica* by using ultrasonic telemetry.

Minlee Yap, Yoshinori Miyamoto, Nobuaki Arai, Hiromichi Mitamura, Keiichi Uchida, Satoko Soen Kimura, Kazushi Miyashita, Hokuto Shirakawa, Yuichi Tsuda, Takashi Kitagawa. 21st Symposium of the International Society on Biotelemetry. (Luven, May 22nd-24th 2016) Developing an inter-individual communication biotelemetry system

Hiromichi Mitamura. The Ninth Annual Meeting of Asian Fisheries Acoustics Society. 2015. Bangkok. Endangered species Mekong giant catfish: Acoustic telemetry solves the mystery of the giant catfish ecology.

Minlee Yap, Yoshinori Miyamoto, Keiichi Uchida, Miyashita Kazushi, Hokuto Shirakawa, Yuichi Tsuda, Nobuaki Arai, Hiromichi Mitamura, Satoko Soen Kimura. The Ninth Annual Meeting of Asian Fisheries Acoustics Society. 2015. Bangkok. Developing an Inter-individual communication biologging system.

Tomoya Hori, Takuji Noda, Toshihiro Wada, Takashi Iwasaki, Hiromichi Mitamura, Nobuaki Arai. Sweden-Japan Workshop on Radioecology for Students, 2015. Current conditions of fisheries, radioactive contaminations of seafood, and fish ecologies on fishing ground in Fukushima.

Tomoya Hori, Takuji Noda, Toshihiro Wada, Takashi Iwasaki, Hiromichi Mitamura, and Nobuaki Arai. 3rd Annual International Conference on Fish Telemetry (Halifax, July 2015). Spatio-temporal distribution of the white-spotted conger on tsunami-stricken fishing ground in Fukushima.

Hiromichi Mitamura, Tetsuya Ohtani, Tameo Ozaki, Nao Yoshida, Nobuaki Arai. 3rd Annual International Conference on Fish Telemetry (Halifax, July 2015). Regular behaviour and movement patterns in snow crabs at dark continental shelf.

Hiromichi Mitamura, Yoshinori Miyamoto, Nobuaki Arai, Takashi Kitagawa, Keiichi Uchida, Hokuto Shirakawa, Yuichi Tsuda, Itsumi Nakamura, Takuji Noda, Kotaro Ichikawa, Junichi Okuyama, Kazushi Miyashita. 3rd Annual International Conference on Fish Telemetry (Halifax, July 2015). Construction of advanced biologging systems for high rates of data-recovery - a

challenging study to clarify the dynamics of fish populations and communities-
他 33 件

【国内会議】

高木淳一・市川光太郎・荒井修亮・宮本佳則・内田圭一・小路 淳・三田村啓理. 平成 28 年度日本水産学会春季大会 (2016/3/27-3/30) バイオロギングによる水圏生物の行動情報の取得 2 超音波バイオテレメトリーによる複数同時測位手法の開発.

竹野遼馬・市川光太郎・荒井修亮・三田村啓理・高木淳一・海部健三・矢田 崇. 平成 28 年度日本水産学会春季大会 (2016/3/27-3/30) バイオロギングによる水圏生物の行動情報の取得 3 福井県久々子湖におけるニホンウナギの行動圏および日周行動.

市川光太郎・三田村啓理・荒井修亮・芹澤健太・渡邊 俊・塚本勝巳. 平成 28 年度日本水産学会春季大会 (2016/3/27-3/30) バイオロギングによる水圏生物の行動情報の取得 4 宮崎県美郷町におけるニホンウナギの音響測位と巣穴利用特性.

芹澤健太・渡邊 俊・市川光太郎・三田村啓理・荒井修亮・塚本勝巳. 平成 28 年度日本水産学会春季大会 (2016/3/27-3/30) バイオロギングによる水圏生物の行動情報の取得 5 実験地における黄ウナギの行動観察.

野田琢嗣・藤岡 紘・福田漢生・三田村啓理・市川光太郎・荒井修亮. 平成 28 年度日本水産学会春季大会 (2016/3/27-3/30) クロマグロ幼魚の群れ行動-ガイド同調と体サイズ.

高木淳一・市川光太郎・荒井修亮・宮本佳則・内田圭一・小路 淳・三田村啓理. 平成 27 年度日本水産学会近畿支部後期例会 (2015/12/13) 複数同時観察可能な魚類モニタリングシステムの開発-ホシササノハベラの帰巢行動観察-.

高本悠介・野田琢嗣・福田漢生・藤岡 紘・市川光太郎・荒井修亮・三田村啓理. 海洋理工学会平成 27 年度春季大会 (2015/5/26) 半自然環境下でのクロマグロ 0 歳魚の群れの空間的特徴およびガイド同調.

中川正博、市川光太郎、笹倉豊喜、新家富雄、荒井修亮、三田村啓理. 海洋理工学会平成 25 年度春季大会 (2013.05.16-05.17) 超音波バイオテレメトリーのための周波数変調方式を用いた超音波発信機の開発と評価.
他 31 件

〔図書〕(計 3 件)

三田村啓理 2013. 大洋を自在に泳ぐ魚に発信機を装着する バイオテレメトリーとはなにか -WAKUWAKU ときめきサイエンスシリーズ 4 海は百面相. P.17-18. 京都大学総合博物館企画展「海」実行委員会編. 京都通信社.

三田村啓理 2013. ダンゴウオの汚名返上 -WAKUWAKU ときめきサイエンスシリーズ 4 海は百面相. P.19-21. 京都大学総合博物館企画展「海」実行委員会編. 京都通信社.

三田村啓理. バイオテレメトリー. 水産海洋ハンドブック. 改訂 水産海洋ハンドブック. 中田英昭, 上田 宏, 和田時夫, 有元貴文, 竹内俊郎, 渡部終五, 中前明 編. 水産生物研究社

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等
<http://bre.soc.i.kyoto-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者
三田村啓理 (MITAMURA, Hiromichi)
京都大学・大学院情報学研究科・准教授
研究者番号: 20534423