

平成 22 年 6 月 4 日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19380114  
 研究課題名（和文） 海洋温暖化に伴うクロマグロの漁場形成変動機構の解明：摂餌海域は北偏しているか？  
 研究課題名（英文） Potential impact of global warming on temperate tuna habitat

研究代表者  
 河邊 玲（KAWABE RYO）  
 長崎大学・環東シナ海海洋環境資源研究センター・准教授  
 研究者番号：8 0 3 8 0 8 3 0

## 研究成果の概要（和文）：

海洋温暖化の進行下において、シイラ等の熱帯捕食魚類の温帯海域への出現が温帯性マグロ類の分布機構に及ぼす影響について調査した。アーカイバルタグから得られた遊泳記録から、クロマグロは東シナ海で、3 月には混合層内を鉛直移動していたが、4 月中旬以降に温度成層が発達すると表層混合層内に滞在しており、急激な温度変化を避けるために躍層下への潜行が阻まれたものと考えられた。温暖化の進行により冬季の気温が上昇すると海表面の冷却効果が弱まり、鉛直混合も弱まる。このように温度成層期が長期化すると予測されることから、鉛直方向のハビタットが縮小されるかもしれない。

## 研究成果の概要（英文）：

To clarify their vertical distribution of Pacific bluefin tuna (PBFT), *Thunnus orientalis*, and Dolphin fish (DF), *Coryphaena hippurus*, we obtained the data of swimming depth and temperature from data-loggers for PBFT in April, May and November 2007, and for DF in May, September and October 2007 in the East China Sea. With the developing vertical stratification in late May when sea surface temperature is over 20 °C in the northern part of the East China Sea, PBFT sifted the distribution from the surface to the bottom to just above the thermocline, although PBFT made vertical excursions to bottom layer in early May and November when vertical structure of water temperature was homogeneous. At the same time, DF which appeared in this area remained near the surface due to avoiding cooler water of < 19 °C. However, DF's data in September and October indicated that DF should extend the swimming depth in the surface mixed layer where longline hooks is set more, with rising temperature in the surface mixed layer and more intensify the thermal stratification. The change of their distributions in late spring will increase the chance that DF will encounter longline hooks. We suggest that for more efficient catch of the main target PBFT avoiding bycatch DF, the longlines should be set at the depth based on their vertical distributions related to their respective temperature preferences seasonal change of vertical temperature structure.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	8100000	2430000	10530000
2008 年度	5300000	1590000	6890000
2009 年度	1600000	480000	2080000
年度			
年度			
総計	15000000	4500000	19500000

研究分野：水産学一般

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：クロマグロ、鉛直遊泳、シイラ、データロガー、漁場形成、水温構造、温暖化

### 1. 研究開始当初の背景

東シナ海はクロマグロ幼魚が摂餌越冬する海域として知られている。地球規模で進行する温暖化の進行は東シナ海も例外ではなく、海水温が上昇傾向を示し南方系の海洋生物の分布が北部海域に拡大している。最近10年間の対馬周辺海域の漁獲統計によると、越冬回遊するクロマグロ幼魚を対象にした曳縄漁の開始時期は以前の秋から近年は晩秋に移行してきている可能性が示唆されている。この事実は海水温の上昇傾向とその拡大が、クロマグロの東シナ海への来遊時期と滞在時間（越冬期間）、さらに海域での生息場所といった回遊機構に密接に影響しているためと推察されるが、温暖化が行動生態に及ぼす影響については詳細な知見は全くなかった。

### 2. 研究の目的

本研究では、最新の電子タグ技術をクロマグロ幼魚に用いて、東シナ海を調査フィールドとして回遊行動をモニタリングすることを目的とした。さらに同海域に進入する熱帯性捕食魚類であるシイラについても野外から行動情報を得て、熱帯性捕食者の北方への分布拡大がクロマグロの行動生態に及ぼす影響について検討した。さらに東シナ海における有用魚類（ヒラメ等）の行動情報も解析して、水温上昇傾向が生息環境選択に及ぼす影響を精査した。

### 3. 研究の方法

2007年から2009年のそれぞれ11月から5月に東シナ海で捕獲されたクロマグロ幼魚49個体（尾叉長：46-110cm）にアーカイバルタグ（深度・水温・体温記録計）もしくは加速度ロガー（深度・水温・速度・加速度記録計）を取り付けて海域に放流した。また、2007年5月から2008年6月に東シナ海北部海域でシイラ成魚6個体（67-90cm）を捕獲して加速度ロガーを取り付けて放流した。クロマグロ13個体、シイラ6個体から記録計の回収に成功し、得られた行動データを解析した。

### 4. 研究成果

(1) 東シナ海で越冬していたクロマグロ幼

魚は水温が鉛直混合する冬から春にかけては大陸棚上で表層から底層まで餌探索のために遊泳していたが（図1）、初夏（5月下旬）に温度成層が発達し始めると躍層直上に主に滞在するようになり、躍層下へは短時間の潜行を繰り返した（図2）。一方、クロマグロと同時に5月下旬に海域に来遊したシイラの滞在深度はほとんど表層に限定されていた（図3）。クロマグロはシイラが海域に出現すると表層への出現頻度が減少し、シイラが表層のニッチを占める可能性が示唆された。さらにシイラを同海域で採集して胃内要物から餌生物を解析したところ、カタクチイワシを専食する可能性が示唆された。またこの海域のクロマグロは頭足類が主要な餌生物で知られており、種間での餌種の違いが両種の滞在深度に影響しているかもしれない。

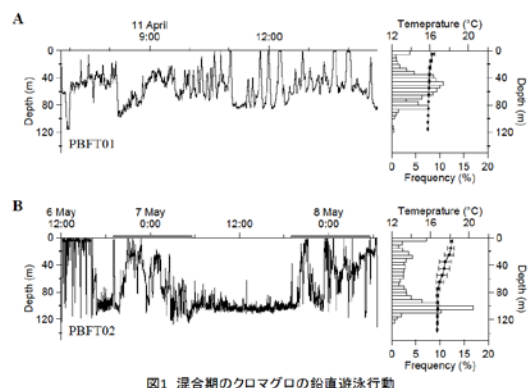


図1 混合期のクロマグロの鉛直遊泳行動

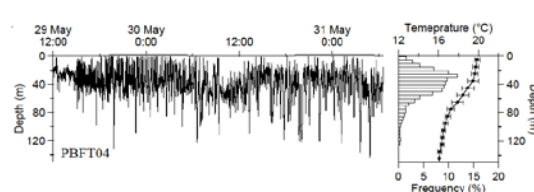


図2 水温成層期のクロマグロの鉛直遊泳行動

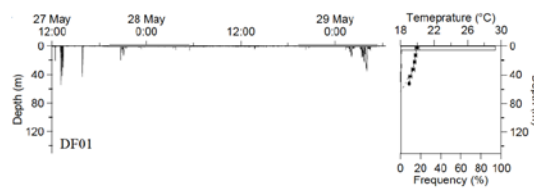


図3 初夏のシイラの鉛直遊泳行動

(2) 東シナ海の五島西海域・対馬海峡にお

いて、クロマグロは「曳縄」や「浮延縄」のような表層漁具を用いて漁獲されている。初夏には両種の適水温帯（水温 20℃）が東シナ海北部海域にて重複することからシイラとクロマグロが海域に同時的に出現する。この時期には当該クロマグロ漁業においてシイラが大量に混獲されることが知られているが、本研究の結果から、漁具が到達する表層深度帯はシイラがニッチを占められていることに起因することが明らかとなった。

(3) 本研究の結果からシイラは概ね 20℃以上の海域に出現でき（図 3）、海洋温暖化が進行するとシイラの北上回遊の早期化する可能性がある。さらに、シイラの来遊が早期化されることで北部海域でのクロマグロ漁は漁期の短縮化をまねくであろう。また東シナ海の大陸棚では、水温躍層は季節的に消長（秋から冬）と発達（春から夏）を繰り返す。温暖化が進行して冬期の気温が高めとなると、海面冷却が鈍化して鉛直混合が弱まると考えられる。水温混合期にはクロマグロ幼魚は表層から底層まで遊泳するようになるが（図 1）、温暖化の進行は越冬回遊中の鉛直遊泳行動の変化をもたらすかもしれない。

(4) 2008 年 11 月 15 日に長崎大学において、本研究課題に関するシンポジウムを日本バイオリギング研究会第 4 回シンポジウムの中で「環境変動と大型海産魚類の応答：バイオリギングの貢献と課題」として主催した（<http://bre.soc.i.kyoto-u.ac.jp/bls/index.php?%B2%F1%B0%F7%A4%CE%B3%A7%CD%CD%A4%D8#q3b62859>）。

本シンポジウムでは、環境変動に対する温帯・亜熱帯域に生息する大型魚類の応答行動に関する最近の研究事例を国内の研究者に話題提供してもらい、最新のバイオリギング技術を駆使した成果から、さらなる研究展開に必要な諸条件の抽出を試み、今後の研究の方向性を探ることを目的とした。本シンポジウムでは、水産資源として高度に利用されるマグロ属魚類等の行動生態に及ぼす環境変動の影響を議論し、今後の当該分野の研究展開に必要な論点を整理した。

## 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 3 件）

- ① S. Furukawa, R. Kawabe, S. Ohshimo, K. Fujioka, G. N. Nishihara, Y. Tsuda, T. Aoshima, H. Kanehara and H. Nakata: Vertical movement of dolphinfish

*Coryphaena hippurus* as recorded by acceleration data-logger in the northern East China Sea. *Environ. Biol. Fish.* (投稿中)

- ② K. Fujioka, A. J. Hobday, R. Kawabe, K. Miyashita, K. Honda, T. Itoh and Y. Takao (2010) Interannual variation in summer habitat use by juvenile southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) in southern Western Australia. *Fish. Oceanogr.*, 19: 183-195.
- ③ T. Yasuda, R. Kawabe, T. Takahashi, H. Murata, Y. Kurita, N. Nakatsuka and N. Arai (2010) Habitat shift in relation to the reproduction of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* revealed by a depth-temperature data logger. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 385: 50-58. (査読有)
- ④ R. Kawabe, N. Yoshiura, K. Nashimoto, Y. Tsuda, T. Kojima, T. Takagi, T. Yasuda, A. Kato, K. Sato and Y. Naito (2009) High-frequency depth recording reveals the vertical movement of flounder in the Tsugaru Strait of northern Japan. *Mar. Fresh. Behav. Physiol.*, 42(4): 275-295. (査読有)
- ⑤ Y. Tsuda, R. Kawabe, S. Furukawa, K. Fujioka, H. Kanehara, T. Aoshima, T. Kitagawa and H. Nakata (2008) Vertical movement patterns of Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) and Dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) in the Tsushima Strait from April to September, 2007. *Proceedings of the 6th International workshop on the Oceanography and Fisheries Science of the East China Sea*, pp. 23-28. (査読無)

〔学会発表〕（計 13 件）

- ① 大下誠二・白石哲朗・古川誠志郎・河邊 玲：九州北西岸域におけるシイラ (*Coryphaena hippurus*) の成熟特性と稚魚の出現状況，平成 22 年度日本水産学会春季大会，日本大学，平成 22 年 3 月 28 日。
- ② 古川誠志郎・藤岡 紘・巴 晴太郎・大下誠二・津田裕一・G. N. Nishihara・河邊 玲：水温躍層の深さがシイラの遊泳行動に与える影響，平成 22 年度日本水産学会春季大会，日本大学，平成 22 年 3 月 29 日。
- ③ 青木良徳・北川貴士・木村伸吾・太田格・藤岡 紘・河邊 玲：キハダ (*Thunnus albacares*) の高水温域へ適応機構，平成 22 年度日本水産学会春季大会，日本大学，平成 22 年 3 月 29 日。
- ④ S. Furukawa, R. Kawabe, Y. Tsuda, K.

Fujioka, G. N. Nishihara and S. Ohshimo (2009) Seasonal changes on swimming behaviour of Dolphin-fish (*Coryphaena hippurus*) in temperate waters. 8th Indo-Pacific Fish Conference, Fremantle, Australia, May 31- June 5, 2009.

- ⑤古川誠志郎・河邊 玲・津田裕一：東シナ海北部海域におけるシイラの遊泳行動の季節変化，「環境変動と大型海産魚類の応答：バイオリギングの貢献と課題」，日本バイオリギング研究会第4回シンポジウム，長崎大学，平成20年11月15日。
- ⑥木村幹也・長澤泰宏・田島裕也・戸川了一・吉田光男・堀内智啓・河邊 玲・北川貴土：国産アーカイバルタグの開発，「環境変動と大型海産魚類の応答：バイオリギングの貢献と課題」，日本バイオリギング研究会第4回シンポジウム，長崎大学，平成20年11月15日。
- ⑦ Yuichi, T., Kawabe, R., Takagi, T., Furukawa, S., Fujioka, K. and Kitagawa, T.; How do pacific bluefin tuna swim?, Third International Biologging Science Symposium, 1-5, Pacific Grove, California, USA, September 1-5, 2008.
- ⑧ Furukawa S., Kawabe R., Tsuda Y., Fujioka K., Kanehara H. and Aoshima T.; Vertical Movements of the Dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) in temperate waters, Third International Biologging Science Symposium, Pacific Grove, California, USA, September 1-5, 2008.
- ⑨津田裕一・河邊 玲・高木 力・藤岡 紘・古川誠志郎・北川貴土：クロマグロのグライド遊泳と移動コスト，平成21年度日本水産学会春季大会，東京海洋大学，平成21年3月29日。
- ⑩津田裕一・河邊 玲・古川誠志郎・木村英明・藤岡 紘・北川貴土：自然海域におけるクロマグロ未成魚の遊泳速度とTail-beat，平成20年度日本水産学会春季大会，東海大学，平成20年3月28日。
- ⑪古川誠志郎・津田裕一・河邊 玲・藤岡 紘・木村英明・兼原壽生・青島 隆・木下 宰・北川貴土：対馬海峡におけるシイラの鉛直遊泳行動とその季節変化，平成20年度日本水産学会春季大会，東海大学，平成20年3月28日。
- ⑫Y. Tsuda, R. Kawabe, S. Furukawa, K. Fujioka, H. Kanehara, T. Kitagawa and H. Nakata; Vertical movement patterns of Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) and Dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) in the Tsushima Strait from April to September 2007, The 6th International Workshop on the Oceanography and

Fisheries Science of the East China Sea, November 3-5, 2007

- ⑬古川誠志郎，河邊 玲，藤岡 紘，木村英明，兼原壽生，青島 隆，木下 宰，津田裕一，北川貴土：東シナ海北部海域におけるクロマグロ未成魚とシイラの遊泳様式の比較，平成19年度日本水産学会秋季大会，北海道大学，平成19年9月26日。
- ⑭古川誠志郎・河邊 玲・藤岡 紘・岩隈淳一・兼原壽生・青島 隆・津田裕一・北川貴土・内藤靖彦：大型海産魚類を対象とするデータロガー回収システムの開発，平成19年度日本水産学会春季大会，東京海洋大学，平成19年3月29日。

〔図書〕(計1件)

- ①河邊 玲 (2009) 「海を滑空するヒラメ」『バイオリギング-最新科学で解明する動物生態学』(日本バイオリギング研究会編)、京 都 通 信 社、pp130-133. ISBN978-903473-50-5

〔その他〕

ホームページ等

<http://www-mri.fish.nagasaki-u.ac.jp/kenkyu/Hp%20Kawabe/INDEX-J.HTM>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

河邊 玲 (KAWABE RYO)

長崎大学・環東シナ海海洋環境資源研究センター・准教授

研究者番号：80380830

### (2) 研究分担者

北川貴土 (KITAGAWA TAKASHI)

東京大学・新領域創成科学研究科・助教

研究者番号：50431804

### (3) 連携研究者

中田英昭 (NAKATA HIDEAKI)

長崎大学・水産学部・教授

研究者番号：60114584

石坂丞二 (ISHIZAKA JOJI)

名古屋大学・地球水循環研究センター・教授

研究者番号：60114584