

自己評価報告書

平成23年 4月 20日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2008 ～ 2011

課題番号：20688009

研究課題名（和文）地球温暖化による海水温上昇に伴うクロマグロの産卵海域規模の変化予測

研究課題名（英文）Prediction of Pacific bluefin tuna spawning area changes caused by global warming related rises in sea water temperature

研究代表者

北川 貴士（KITAGAWA TAKASHI）

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・助教

研究者番号：50431804

研究分野：水産学

科研費の分科・細目：水産学一般

キーワード：水産学、クロマグロ、地球温暖化、飼育実験、数値実験、仔魚、海水温、輸送

1. 研究計画の概要

近年、地球温暖化の影響で、クロマグロの産卵海域の水温は今後 50 年で 3°C 程度上昇することが予想されているほか、降水量の増加による表層の塩分濃度が低下、流況の変化、CO₂ 増加による海水の Ph 値の上昇などが懸念されている。本研究ではとくに (1) 水温上昇が本種仔魚の成長・生残にどのような影響を及ぼすのかについて飼育実験により検討し、(2) 観測などにより、現在の本種の分布環境の海洋構造の詳細を明らかにしながら、海洋環境データの解析により過去 50 年での海洋構造の地球温暖化の影響の過程を明確にする、さらには (3) 今後 50 年から 100 年後の本種の主産卵場である沖縄諸島東方海域から生育海域である日本沿岸域への輸送過程をシミュレーションすることで、地球温暖化による産卵可能海域の分布や面積規模に及ぼす影響について定量的に予測することで、温暖化対策への施策のための提言を行う。

2. 研究の進捗状況

(1) 2008-10 年に環境水温が本種の発生と仔魚の生残に及ぼす影響について検討した。奄美栽培漁業センターと葛西臨海水族園の親魚より得た受精卵を用いてふ化実験を行った結果、産卵から孵化の時間と飼育温の間には負の相関関係が認められた。しかし産卵水温 25.0°C では、飼育温 28°C 以上で孵化率が低く、奇形率が高い、一方、産卵水温 30.3°C では、30°C 以上で孵化率は低く、28°C 以上で奇形率は高い傾向にあった。孵化最適水温は、産卵水温に依存して変化した、どの場合も 26.0±1.0°C の範囲にあった。特に、産卵水温より 3°C 以上高い区ではレンズ形成期以降（産卵後 14.1 時間）で、3°C 以上の急激な温度上昇を与えた場合は

囊胚期から原口閉鎖期（産卵後 6.1-8.4 時間）で異常が認められた。本種は発生を通じて水温変化に対する耐性が低く、特に原口閉鎖期までの初期段階で急激な温度変化にさらされると、正常な発生が行われにくくなることが分かった。

(2) 水温環境が熱・亜熱帯海域に生息する同属キハダの鉛直分布に及ぼす影響について検討するため、沖縄で小型記録計（深度・水温・体温計測）装着放流を行った。2009 年 28、2010 年 6 月に 24 個体放流した。回収された 13 個体の解析を行いクロマグロと比較した。体温変化から全熱交換係数および産熱速度を算出した。産熱速度はクロマグロとは同程度であったが、全熱交換係数は約一桁高い値であった。これはキハダは放熱能が高く、クロマグロと同程度の代謝熱でも、環境水中に排出することで、過度の体温上昇を避けることができることを意味する。逆にクロマグロは放熱能に乏しいため、今後 100 年の海水温上昇は、本種分布に影響を及ぼすと考えられた。

以上の成果などが評価され、2010 年 11 月には財団法人農学会から日本農学進歩賞を受賞した。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

（理由）3 年にわたり飼育実験を遂行でき、予想された結果を得ることができた。また、平成 22 年夏の酷暑の影響で漁模様が芳しくなく、本種に記録計を取りつける調査ができなかったが、熱帯に生息する同属キハダで調査を行い、本種（申請者が過去に得た研究成果）と生態の比較を行うことができた。以上の成果より最終年度を残し、シミュレーションによる検討と総合考察を行うのみとなった。

4. 今後の研究の推進方策

5月に本種との行動を比較するために、キハダにデータロガーを取りつけて放流する実験を石垣島で予定をしている。昨年、一昨年度に引き続き、クロマグロの産卵海域の水温が温暖化により上昇した場合の卵・仔魚への影響を検証するため、6月から7月に(独)水産研究センター奄美栽培漁業センターで飼育実験を行う。

平成20年度から本年度までの飼育実験から得られた仔魚の温度耐性に関する情報をもとに、昨年行うことのできなかったシミュレーションを行う。今後50年から100年後の本種の主産卵海域である南西諸島東方海域から日本沿岸への輸送過程のシミュレーションを行うことで、地球温暖化が産卵海域の規模面積や輸送過程に及ぼす影響について定量的な予測を行う。計算には(独)海洋研究開発科学機構の開発したMIROC (Model for Interdisciplinary Research On Climate) モデルを用いる。具体的には、この物理モデル海域(2000年, 2050年, 2099年)に123-145°E, 20-30°Nの海域に卵・仔魚に見立てた粒子を0.1度グリッドで、水深5m, 30m, 50m, 100m層に投入し、仔魚の能動的な移動を加え、観測で得られた水平拡散係数の値を用いて輸送拡散に関する数値シミュレーションを60日間分行う。

以上より得られた研究結果から、本種産卵海域の変化について総合的に考察していく。特に得られた結果から導きうる本種の将来にわたる管理方策について提言を行う。

また、本年度に得られた研究成果については、国内外の学会で発表することを予定している。また、12月にシンポジウムを開催する。また、本研究成果を含めた、マグロ類の生態に関する啓蒙書を今秋に上梓する予定である(講談社文庫)。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計6件)

①Kitagawa T, Nakagawa T, Kimura R, Niino, H, Kimura S. Vortex flow produced by schooling behavior of arabesque greenling *Pleurogrammus azonus*, *Fisheries Science* 77: 217-222, 2011. 査読有

②Kitagawa T, Kato Y, Miller MJ, Sasai Y, Sasaki H, Kimura S. The restricted spawning area and season of Pacific bluefin tuna facilitate use of nursery areas: a modeling approach to larval and juvenile dispersal processes, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 393: 23-31, 2010. 査読有

③Kimura S, Kato Y, Kitagawa T, Yamaoka N. Impacts of environmental variability and global warming scenario on Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) spawning grounds and recruitment habitat. *Progress*

in Oceanography, 86: 39-44, 2010. 査読有

④Kitagawa T, Kimura S, Nakata H, Yamada H, Nitta A, Sasai Y, Sasaki H (2009) Immature Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*, utilizes cold waters in the Subarctic Frontal Zone for trans-Pacific migration. *Environmental Biology of Fishes*, 84:193-196, 2009. 査読有

⑤Kato Y, Takebe T, Masuma S, Kitagawa T, Kimura S. (2008) Turbulence effect on the survival and feeding of Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*, larvae on the basis of a rearing experiment, *Fisheries Science*, 74: 48-53, 2008. 査読有

⑥北川貴士. クロマグロ *Thunnus orientalis* の行動生態と水温適応機構に関する研究. 日本水産学会誌, 74: 580-583. 2008, 査読有

[学会発表] (計3件)

①北川貴士. クロマグロ *Thunnus orientalis* の行動生態と水温適応機構に関する研究. 日本農学進歩賞受賞講演, 2010年11月22日, 東京大学

②Trans-Pacific migration of Loggerhead turtle hatchlings inferred from a numerical simulation. The 30th Sea Turtle Symposium, 27-29, April 2010, Goa, India.

③クロマグロの卵発生の環境水温固執性. 平成22年度日本水産学会春季大会, 2010年3月27日, 日本大学生物資源学部

[図書] (計4件)

①北川貴士. 朝倉書店. 資源環境研究の視座から. 環境世界創成第1巻「自然環境の創る世界」, 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学研究系編, 2011, 143-152.

②北川貴士. 京都大学出版会. クロマグロの渡洋回遊. 「水産の21世紀-海から拓く食料自給」, 田中克・川合真一郎・谷口順彦・坂田泰造編, 2010, 411-412.

③北川貴士. 京都通信社. 照度センサ付きデータロガー. 「バイオリギング」日本バイオリギング研究会編, 2009, 116-116.

④北川貴士. 京都通信社. クロマグロは水温変化に敏感だった. 「バイオリギング」日本バイオリギング研究会編, 2009, 108-111.

[その他]

ホームページ

<http://mbe.ori.u-tokyo.ac.jp/index.html>

アウトリーチ活動情報

市民講座: 「熱い血潮のマグロたち」東京私立中学合同相談会, 2010年5月9日, 東京国際フォーラム