

機関番号：17301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20580205

研究課題名（和文）海洋温暖化がエイ類の生物量、分布および行動生態に及ぼした影響の解明  
 研究課題名（英文）Studies on the effect of global warming on the biomass, distribution and behavior of sting rays.

研究代表者

山口敦子（YAMAGUCHI ATSUKO）

長崎大学・水産学部・教授

研究者番号：10310658

研究成果の概要（和文）：

本研究では近年の温暖化傾向がエイ類に与えている具体的な影響について検証することを目的として調査を行った。その結果、モデル海域である有明海でのエイ類の分布特性と種組成、東アジア河口域生態系におけるエイ類の分布状況について新たな知見を得ることができ、有明海および東アジア河口域との共通種についてリストアップすることができた。それらの生物情報に基づき、温暖化により西日本に卓越したと考えられたナルトビエイの分布、日周行動、行動と水温との関係について解析した。ナルトビエイは従来から少なくとも九州沿岸域には分布していたが、冬季の平均的な水温が上昇傾向にあることから繁殖・摂餌場に近い深場で越冬可能となり、徐々にその分布を本州西部にまで拡大した可能性があること等を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

Our goal is to verify the effect of the recent rise in ocean temperature on the biology of batoid species. The distribution pattern and species composition of batoid species were examined in both Ariake Bay and Chinese coastal waters. Many common species in both study areas were recorded, indicating the great similarities in species composition of both areas. Additionally, for longheaded eagle ray *Aetobatus flagellum* which has been increasing in western Japanese coastal areas for decades, the distribution, diel behavior and the relationship between behavior and ambient water temperature were investigated and analyzed. One of the possible causal factors to increase their population size in Japanese waters might be the recent rise in water temperature in winter that could make it possible to stay in the adjacent areas of Ariake Bay.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1110,000	4,810,000

研究分野：水産資源学，魚類学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：温暖化，板鰐類，ナルトビエイ

## 1. 研究開始当初の背景

海洋温暖化により、これまで日本に見られなかったエイ類が春から秋にかけて干潟河口域に大挙して押し寄せ、二枚貝類を摂食することでその資源の著しい減少を引き起こすと考えられていたが、それらのエイの分布や生態学的特性に関する情報はなく、科学的根拠に乏しかった。これらエイ類による食害が表面化したのは1995年以降であり、海洋温暖化の傾向が顕著になった時とほぼ同時期である。したがって、これらエイ類は海洋の温暖化に伴い①その生物量が増加、②分布域が変化（北上）、③行動生態や活動期間が変化した可能性が考えられた。

一方で、東南アジア干潟河口域に生息するエイ類は水産資源として重要で、近年では過度な漁獲によりその著しい減少が危惧されている。そのため、世界的には保護に向けての関心が一気に高まりつつある。こうした世界情勢に相反して、日本ではエイ類が有害生物として駆除され、産業廃棄物として処理されているのが現状であり、生物多様性の観点からエイ類の保全を推進することの重要性を省みる必要があった。そのため、「海洋温暖化が各種エイ類にもたらした具体的変化の実態を解明し、それらの変化の諸過程が生態系に及ぼした影響を総合的に評価」することで生物多様性を保全しつつ自然の治癒力を最大限利用した再生に向けた新たな取り組みに転換しなければならない時期に到来した。

干潟河口域が再生産および餌場としてエイ類の存続に重要な役割を果たしていることはわかったものの、どの種がいつ、どこに、何をするために、どのくらい生息するのか？といった具体的な分布特性はわかっていなかった。干潟河口域は、トビエイ亜目のエイ類にとって主要な餌場であるだけでなく、再生産の場としても必要不可欠である。春～秋にかけて各種エイが交尾と出産のために次々に来遊することが、最近明らかになったところである。また、なぜ近年になってエイ類による二枚貝の漁業被害が目立つようになったのかを明らかにするためには、海洋温暖化により何れの種が増加したのかを明らかにした上で、それらの行動生態、特に水温と行動との関係を明らかにする必要がある。

## 2. 研究の目的

上記の背景をもとに、本研究では近年の温暖化傾向がエイ類に与えている具体的な影響について検証することを目的とした。具体的には以下の項目について明らかにする。①有明海でエイ類の分布特性とサイズ組成および種組成を季節ごとに明らかにして、卓越

種を推定する。②東アジア河口域生態系におけるエイ類の分布状況と、過去および現在の分布状況から干潟河口域におけるエイ類相の変遷を明らかにする。③二枚貝漁場におけるエイ類の日周行動、行動と水温との関係を解析する。最終的には、④海洋温暖化がエイ類の生物量・分布・行動に及ぼした影響について考察する。

## 3. 研究の方法

本研究では、有明海でエイ類の採集と標識放流など徹底したフィールド調査を行うことで、エイ類の分布特性および種別の河口域利用形態の解明、卓越種の生物量を推定する。同時に、海外の共同研究者の協力の下、東アジア河口域、主として中国大陸におけるエイ類の採集、文献収集、標本調査を行い、同様に分布特性を明らかにする。過去の資料を併せて分析することにより、エイ類相の変遷を明らかにする。また、卓越種のうち漁業被害を引き起こしているエイ類をモデルに、その行動生態、移動生態および季節回遊について明らかにする。それらの結果をもとに、近年の海水温上昇がエイ類の生物量・分布・行動に及ぼした具体的な影響について考察する。

## 4. 研究成果

### (1) 有明海におけるエイ類採集調査

有明海の干潟河口域に現存する種々の伝統漁法を利用してエイ類の採集調査を実施した。漁獲物の種同定・計測・解析等を行った結果、アカエイ、シロエイ、ナルトビエイ、ウチワザメ、コモンサカタザメ等が優占することがわかった。また、この研究により4種のエイ類を有明海から初めて記録した。これらエイ類の全魚類に対する構成比は、過去に比べて増加した可能性があることがわかった。さらに、この調査の過程で、日本初記録であり、未記載種の可能性が極めて高いアカエイ属の一種を明らかにした。このエイについては有明海にちなみ、「アリアケアカエイ」の標準和名を提唱した。

### (2) 東アジア河口域におけるエイ類

東アジア河口域生態系におけるトビエイ亜目エイ類の分布状況とその変遷を明らかにするため、これまでほとんど調査されることがなかった中国大陸沿岸域（香港、海南島、厦門、上海、青島、煙台沿岸など）で繰り返し、エイ類の採集調査、大学や博物館等所蔵の標本調査および文献収集を行った。

中国沿岸海域ではトビエイ亜目の種多様性が高く、同定の困難な種も複数出現したことから、文献を収集して検討を重ねるとともに、形態形質に加え、mtDNAのCOI領域などを用いた種判別を行った。その結果、アカ

エイ、ズグエイ、ナルトビエイなどの日本との共通種の他、日本側には出現していないオナガエイおよびアカエイ属の複数種が生息することを明らかにした。中国南部の河川で得られたオナガエイを、淡水での初記録として記載した。このオナガエイはこれまで外部形態が極めて良く似ているアカエイと区別することができなかつたものである。また、中国沿岸の南部海域ではズグエイが優占することなどを明らかにした。

(3) 温暖化がエイ類の行動に及ぼした影響  
深刻な漁業被害をもたらしているナルトビエイをモデルとして、その分布範囲の調査に加え、漁獲データや水温データ、漁獲標本の解析、行動生態調査を行った。

その結果、ナルトビエイは、香港や青島などの中国大陸沿岸域にも分布することがわかった。有明海での季節を通した詳細な調査の結果、夏季の間は、一日の大半の時間を浅海域の表層近くを遊泳していたことがわかった。また、春先の水温が例年よりも低かった年には、ナルトビエイの有明海への来遊が遅れた。さらに、そのような年には、ナルトビエイによる二枚貝への甚大な食害被害は報告されなかつた。ナルトビエイは、春から秋にかけて有明海などの河口・浅海域に来遊し、二枚貝を中心とした貝類の摂食と交尾・出産を行う。その後冬季には夏季の活動場所から比較的近い海域で越冬すること、その間活動を低下させ摂食量が著しく少ないこと、冬季には夏季から秋季の間に肝臓等に蓄積した栄養に依存するため成長は停滞することなどを明らかにした。

ナルトビエイは従来から少なくとも九州沿岸域には分布していたが、冬季の平均的な水温が上昇傾向にあることから繁殖・摂餌場である有明海に近い深場で越冬可能となったものと推定された。さらには、ナルトビエイの各地域個体群の遺伝的解析結果から、九州西部のナルトビエイは、比較的最近になって、徐々に少しずつその分布を本州西部にまで拡大させた可能性があることなどを明らかにした。

#### 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 12 件)

- ① Zang, J., Yamaguchi, A., Zhou, Q., and Zhang, C.: Rare occurrences of *Dasyatis bennetti* (Chondrichthyes: Dasyatidae) in freshwaters of Southern China. *J. Appl. Ichthyol.*, in press 査読有

- ② Yamaguchi, A., Furumitsu, K., Tanaka, S., Kume, G.: Dietary habits of the fanray *Platyrrhina tangi* (Batoidea: Platyrrhinidae) in Ariake Bay, Japan. *Environ Biol Fish.*, in press 査読有
- ③ Furumitsu, K., Zhang, J., Yamaguchi, A.: Redescription of a poorly known stingray, *Dasyatis laevigata* (Chondrichthyes: Dasyatidae), with notes on some biological aspects in Ariake Sea, Japan, *Species Diversity*, 15, 139-154(2010) 査読有
- ④ 古満啓介・山口敦子: 日本産アカエイ属魚類一種に対する新和名の提唱, 長崎大学水産学部研究報告, 91, 61-63 (2010) 査読無
- ⑤ Yagishita, N., Furumitsu, K., Yamaguchi, A.: Molecular Evidence for the Taxonomic Status of an Undescribed Species of *Dasyatis* from Japan (Chondrichthyes: Dasyatidae). *Species Diversity*, 14, 157-164 (2009) 査読有
- ⑥ Kume, G., Furumitsu, K., Tanaka, S., Yamaguchi, A.: Reproductive biology of the guitarfish, *Rhinobatos hynnicephalus*, (Batoidea: Rhinobatidae) in Ariake Bay, Japan, *Environmental Biology of Fishes*, 85: 289-298(2009) 査読有
- ⑦ Inwoo, B., Osatomi, K., Yoshida, A., Yamaguchi, A., Tachibana, K., Oda, T., Hara, K.: Characteristics of a self-assembled fibrillar gel prepared from red stingray collagen, *Fisheries Science*, 75, 765-770 (2009). 査読有
- ⑧ Yagishita, N., Yamaguchi, A.: Isolation and characterization of eight microsatellite loci from the longheaded eagle ray *Aetobatus flagellum* (Elasmobranchii, Myliobatidae), *Molecular Ecology Resources*, 9(3): 1034-1036 (2009) 査読有
- ⑨ Yamaguchi, A., Kume, G.: Reproductive biology of the fanray, *Platyrrhina sinensis*, (Batoidea: Platyrrhinidae) in Ariake Bay, Japan, *Ichthyological Research*, 56: 133-139 (2009) 査読有
- ⑩ 山口敦子: 有明海に優占する魚類の生物学的特性, 第 18 回日中韓水産研究者協議会論文集, 財団法人海外漁業協力財団編, 東京 pp29-34 (2008) 査読無
- ⑪ Inwoo, B., Osatomi, K., Yoshida, A., Osako, K., Yamaguchi, A., Hara, K.: Biochemical properties of acid-soluble collagens extracted from the skins of underutilized fishes, *Food Chemistry*, 108, 49-54 (2008). 査読有

- ⑫ Kume, G., Furumitsu, K., Yamaguchi, A.: Age, growth and age at sexual maturity of the fanray, *Platyrrhina sinensis*, (Batoidea: Platyrrhinidae) in Ariake Bay, Japan, Fisheries Science, 74, 736-742 (2008). 査読有

[学会発表] (計 20 件)

- ① 古満啓介・山口敦子: 「アカエイ属の繁殖戦略—有明海のフィールドから見えてきたこと—」板鯰類シンポジウム (東京大学, 2010 年 12 月 10 日)
- ② 伊藤毅史・古満啓介・山口敦子: 「有明海およびその周辺海域におけるスミツキザメの生活史に関する知見」板鯰類シンポジウム (東京大学, 2010 年 12 月 10 日)
- ③ 山口敦子・古満啓介・久米元: 「高次捕食者であるサメ・エイ類が有明海生態系に及ぼす影響」板鯰類シンポジウム (東京大学, 2010 年 12 月 10 日)
- ④ 山口敦子: 「有明海の魚類相について」有明海の生物多様性保全のための四学会合同シンポジウム, 有明海の特異な生物相—諫早湾の環境復元の意義— (長崎県諫早市中央公民館, 2010 年 11 月 27 日)
- ⑤ 藤井暁彦・山口敦子・中田英昭・原武史・西村明・岩永豊: 「ナルトビエイの産仔数と生残率の推定」水産海洋学会 (東京海洋大学, 2010 年 11 月 19-20 日)
- ⑥ 城内智行・山口敦子・中田英昭・原武史・西村明・岩永豊: 「有明海におけるナルトビエイの二枚貝摂餌量の推定方法」水産海洋学会 (東京海洋大学, 2010 年 11 月 19-20 日)
- ⑦ 山口敦子: 「ナルトビエイによる二枚貝の食害実態とそれに対する取り組み」日本水産学会秋季大会ミニシンポジウム, 海洋高次捕食者と漁業との競合問題～食害対策における情報の共有化～ (京都大学, 2010 年 9 月 22 日)
- ⑧ 伊藤毅史・古満啓介・山口敦子: 「長崎周辺海域におけるスミツキザメの食性」日本水産学会秋季大会 (京都大学, 2010 年 9 月 23 日)
- ⑨ 山口敦子: 「海の魚の現状は?—有明海を例に」日本魚類学会市民シンポジウム (名城大学, 2010 年 7 月 17 日)
- ⑩ 山口敦子: 有明海講演会「有明海における魚類の生態—ナルトビエイを中心に」NPO法人有明海再生機構 (佐賀市, 2010 年 2 月 11 日)
- ⑪ 古満啓介・山口敦子: 「有明海におけるアカエイ属 3 種の繁殖生態」日本魚類学会年会 (東京海洋大学, 2009 年 10 月 11 日)

- ⑫ Kume, G., Furumitsu, K., Yamaguchi, A.: Life History Characteristics of the Fanray *Platyrrhina sinensis* in Japan. Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists (Portland, 22-27, July, 2009)

- ⑬ Yamaguchi, A., Furumitsu, K., Kume, G.: Elasmobranch Fauna in Ariake Bay, Japan, Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists (Portland, 22-27, July, 2009)
- ⑭ Yamaguchi, A., Furumitsu, K., Kume, G.: Movement and migration of the longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Bay, Japan. 8<sup>th</sup> Indo Pacific Fish Conference, (Purth, 1-5, June, 2009)
- ⑮ 山口敦子: 「有明海に生息するナルトビエイに関する研究の最新動向について」有明海・八代海研究者会議 (長崎大学, 2008 年 12 月 13 日)
- ⑯ Yamaguchi, A.: Reproductive biology of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Bay, Japan with comments on conservation. 5<sup>th</sup> World Fisheries Congress, (Yokohama, 20-24, October, 2008)
- ⑰ Furumitsu, K and A. Yamaguchi: The ontogenetic shift of stomach contents in red stingray, *Dasyatis akajei* in Ariake Bay, Japan. 5<sup>th</sup> World Fisheries Congress, (Yokohama, 20-24, October, 2008)
- ⑱ Furumitsu, K and A. Yamaguchi: Dietary comparisons of two sympatric stingrays (*Dasyatis akajei* and *D. laevigata*) in Ariake Bay, Japan. NZMSS & AMSA Marine Sciences Conference, (Christchurch, 7-10, July, 2008)
- ⑲ Yamaguchi, A.: Life history of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Bay, Japan. NZMSS & AMSA Marine Sciences Conference, (Christchurch, 7-10, July, 2008)
- ⑳ Atsuko Yamaguchi: Biology of the longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Japan. International Symposium on Elasmobranch Resources and Management, (Kaohsiung, 19-20, June, 2008)

[図書] (計 2 件)

- ① 田北徹・山口敦子責任編集, 「干潟の海に生きる魚たち—有明海の豊かさとは危機」, 東海大学出版会, 243pp (2009)
- ② 山口敦子: サメ・エイ類の生活史と生息環境の変化, 遺伝, 62, 62-67 (2008)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山口 敦子 (YAMAGUCHI ATSUKO)

長崎大学・水産学部・教授

研究者番号：10310658

### (2) 研究分担者

古満 啓介 (FURUMITSU KEISUKE)

長崎大学・水産学部・産学官連携研究員

研究者番号：30554266