

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H01162

研究課題名（和文）魚類繁殖機構に及ぼす地球温暖化・気候変動影響の早期警戒指標の構築

研究課題名（英文）Development of an early warning information system for the effects of global warming/climate change on fish reproduction

研究代表者

Strussmann C. A. (Strussmann, Carlos Augusto)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：10231052

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 35,400,000円

研究成果の概要（和文）：本課題では高温起因生殖障害が生じやすいトウゴロウイワシ類を環境起因性繁殖異常の指標種として選定し野外・飼育調査を行なった。その結果、これら指標種では仔稚魚期に高水温・短日を経験すれば雄性転換が、低水温を経験すれば雌性転換が増加することが示された。また、生殖障害を早期検出するための遺伝子マーカーを複数単離した。さらに、衛星データに基づいた世界の湖沼輝度温度の可視化に成功し、表層水温の衛星モニタリングのため水温推定アルゴリズムを開発した。以上、トウゴロウイワシ目魚類の「魚類繁殖機構に及ぼす地球温暖化・気候変動影響」の早期警戒指標としての有用性を示し、影響評価の高精度化に寄与する要素技術を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球温暖化と気候変動が問題視されている今、特に回遊性の乏しい内水面および沿岸性の魚類では、急激な水温変動に起因した生殖障害が生じやすく、その結果、極端な性比の偏りや繁殖力低下による当該集団の絶滅、周辺生態系の崩壊などが危惧されるが、水圏生態系における高次消費者を対象とした影響評価技術は未だ確立されていない。本課題が目指す高精度な「魚類繁殖機構に及ぼす地球温暖化・気候変動影響の早期警戒指標システム」が樹立できれば、将来的に危惧される地球温暖化・気候変動に伴う異常な環境変動が、内水面・沿岸域の生態系や重要魚類資源、生物多様性に与える悪影響を正確に監視・評価・予測できると期待される。

研究成果の概要（英文）：This project consists of multiyear field surveys and laboratory experiments to assess the usefulness of atheriniform fishes, which are prone to temperature-induced reproductive disorders, as early indicators of the impacts of global warming and climate change on fish reproduction. The results showed that exposure to high temperature and short photoperiod during the critical period of gonadal sex determination induce masculinization while low temperature causes feminization in these fishes. This study also characterized several genetic markers for early detection of reproductive disorders and developed an algorithm for accurate estimation of the surface water temperatures remotely from satellite data. In conclusion, this research demonstrated the usefulness of atheriniform fishes as early warning indicators of the impacts of global warming and climate change on fish reproduction and developed core technologies that will contribute to improving the accuracy of impact assessments.

研究分野：応用保全生物学

キーワード：生態系影響評価 地球温暖化 気候変動 魚類繁殖 指標種 性決定機構 海洋生態 温度依存型性決定

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化と気候変動が問題視されている今、特に回遊性の乏しい内水面および沿岸性の魚類では、急激な水温変動に起因した生殖障害が生じやすく、その結果、極端な性比の偏りや繁殖力低下による当該集団の絶滅、さらには周辺生態系の崩壊が危惧される。IPCC (気候変動に関する政府間パネル)の最新の評価報告書によれば、地球温暖化や気候変動が、水圏生態系・生物多様性へ様々な悪影響を及ぼすことはもはや疑いの余地はない。この事実は、生態系サービスの持続性や生物資源(食料資源を含む)の安定供給のような、人類の安全保障に直結する側面をもつことから、近年様々な分野の研究者にとって中心的な研究テーマの一つである。しかし、これまで行われてきた地球温暖化・気候変動研究と、それに関連する環境影響評価技術開発は、海流や物質循環、水質等の物理・化学要素の評価に関するものが中心をなし、生物要素については、植物プランクトンによる一次生産への影響や、サンゴ・甲殻類・海洋プランクトンなど炭酸カルシウムの骨格や殻を作る生物における石灰化への障害、魚類の回遊パターンや生息分布の変化、魚種交代および異なる将来シナリオの下での資源動態の数値シミュレーションが中心をなし、水圏生態系における高次消費者を対象とした直接的な環境影響評価技術は皆無であった。

2. 研究の目的

魚類の生殖機構は、水温などの外的環境要因の影響を受けやすい。地球温暖化と気候変動が取り沙汰されている今、特に回遊性の乏しい内水面および沿岸性魚類では、急激な水温変動に起因した生殖障害が生じやすく、その結果、極端な性比の偏りや、繁殖力低下による当該集団の絶滅、さらには周辺生態系の崩壊が危惧される。しかし、水圏生態系における高次消費者を対象とし、生物学的観点からその影響を高精度に評価する技術は未だ確立されていない。本研究では地球温暖化と気候変動が魚類資源とそれを取り巻く生態系に与える悪影響を監視・事前予測するため、水温起因の生殖障害が生じやすいとされているトウゴロウイワシ目魚類を指標種として活用し、「魚類繁殖機構に及ぼす地球温暖化・気候変動影響の早期警戒指標」の構築を目指すとともに、先進のリモートセンシング技術を融合することで、生物指標を用いた高精度な環境影響観測システムの樹立とその実用性の証明を目指した。

3. 研究の方法

(1) 対象種の生殖機構に及ぼす環境要因の基礎的情報収集と野外調査

継続的に環境情報が蓄積可能なフィールドで定期的に対象種の野生個体(ギンイソイワシ、ペヘレイ)を採集し、全ての捕獲個体の性別、体長、体重、生殖腺重量、生殖腺指数などの基礎的情報を収集し、対象魚種の産卵周期と繁殖可能な限界水温を把握した。本課題では、まず生殖機構のうち性決定・性分化に着目し、野生個体の生殖腺の組織学的解析を行うとともに、遺伝型性判別マーカーである *amhy* 遺伝子を用いた遺伝型性判別と表現型性判別の結果を照合し、遺伝型性と表現型性が不一致の個体、すなわち性転換個体の出現頻度を算出した。加えて、魚類耳石輪紋の日周性を利用し、捕獲した対象種の野生個体の日齢査定を行った。輪紋解析により各個体の性決定時期(孵化後数週間)を推定した上で、各種環境パラメーターと野外で確認された性転換と

の因果関係を一般化線型モデルで調査することで、指標種としての有用性を検証した。

(2) 飼育試験による対象種の生殖機構に及ぼす環境要因とその作用機序に関する研究

繁殖機構に影響を与える水温以外の環境要因を明らかにするため、日長の影響解明に取り組んだ。ギンイソイワシ親魚を捕獲・人工授精を行い、得られた仔稚魚を3つの日長条件下(9L:15D、12L:12D、15L:9D)で、組織学的性分化が完了するまで飼育した。*amhy* 遺伝子を指標とした遺伝型性判別および生殖腺組織学的解析を行い、両者を照合することで性転換率を算出した後、性転換と日長の関係を一般化線形モデル(GLM)により分析した。また、環境要因が親魚および受精卵に与える影響を調査するため、環境再現型室内飼育システムを用い、ペヘレイ野生集団の生息環境で実際に観測された水温・光環境を室内で再現し、それぞれの環境下で得られた受精卵のホルモン含有量の変化、雌雄比、および性転換率を検証した。

(3) 遺伝生化学的手法を用いた生殖障害アセスメントツールの開発

環境変動に因り引き起こされる繁殖異常をいち早く反映する生殖障害マーカーとなる遺伝子の探索を行うため、雄化誘導水温である29℃、雌化誘導水温である17℃でペヘレイ仔稚魚の飼育実験を行った。各水温区で性転換した個体と性転換しなかった個体から脳を採取し、次世代シーケンス解析による網羅的比較解析を行った。

(4) リモートセンシングを用いた水温監視システムの構築

対象種生息域全体における異常水温の発生状況の広範囲な監視(マクロなスケール)および、より狭範囲(例えば特定の湾内や河川湖沼内)における対象種の温度選択性・回遊行動に基づいた実際の異常水温暴露の監視と推測(ミクロなスケール)を可能にするシステムの構築を目指した。具体的には、各種人工衛星から送られるデータの広範囲・狭範囲監視における精度検証、地表面温度の解析方法と補正方法の確立、さらにリモートセンシングによる生息エリア内の水域自動抽出方法と水域インベントリの作成を行い、その有用性を検証した。

4. 研究成果

(1) 対象種の生殖機能に及ぼす環境要因の基礎的情報収集と野外調査

国内指標種であるギンイソイワシ野生集団を対象とし、東京湾における2014-2023年までの10年間(2014-2018年までは先行研究で収集)に渡る各年級群における性転換と水温および日長の因果関係を調査した。10年間で合計XX個体1147尾、XY/YY個体1337尾の孵化日推定を行った結果、東京湾における本種の孵化期間の水温および日長の範囲は20~28℃、11~14.5時間であることが明らかとなった。GLM分析の結果、XX個体では経験水温が高く、経験日長が短いほど雄性転換の出現頻度が高くなり、XY個体では経験水温が低いほど雌性転換の出現頻度が高くなる傾向が認められ、本種は野生環境下においても仔稚魚が経験した水温・日長に依存して雌雄性転換が生じることが示唆された。この結果は、本種が地球温暖化・気候変動の指標種として有用であることを示唆する。一方、南米指標種であるペヘレイでは、2014-2019年までにアルゼンチンで捕獲した野生集団を用いた性転換実態調査に取り組み、耳石輪紋解析により捕獲個体を年級群別に区分した後、性転換率を算出したところ、2017年級群で高い雄性転換率(XX-雄)が確認された。さらに、2018年級群は遺伝型性がXXに偏ったことから、性転換個体が頻出した場合、次世代の遺伝型性にも影響を与える可能性が示された。これまで魚類野生集団において、性転換個体が世代間の遺伝型性に影響を与える可能性を示した報告例はなく、大きな成果であると言

える。

(2) 飼育試験による対象種の生殖機能に及ぼす環境要因とその作用機序に関する研究

複数回行った飼育試験により得られた各区の性転換率と日長を用いた GLM の結果、ギンイソイワシの XX 個体では、より短日の条件下において雄への性転換個体の出現頻度が有意に高くなることが明らかとなった。一方、XY 個体では、いずれの日長条件下においても雌への性転換はほとんど確認されなかった。本研究結果とこれまでの先行研究を併せて考察すると、ギンイソイワシにおける XX-雄性転換は高水温および短日条件によって誘起されるが、XY-雌性転換には光周期は関与せず、低水温にのみ誘起される可能性が示唆された。また、ペヘレイ野生集団の生息環境で実際に観測された水温・光環境を飼育下で再現し、それぞれの環境下で得られた受精卵のホルモン含有量の変化、雌雄比、および性転換率を検証した結果、産卵時の水温と卵内のエストロゲンおよびコルチゾール含有量とはそれぞれ負および正の相関が認められ、これら母親由来の各種ホルモンは母性因子として高水温の影響を助長し、次世代により高い雄への性転換率をもたらす可能性が示された。

(3) 遺伝生化学的手法を用いた生殖障害アセスメントツールの開発

異常水温下において指標種脳内で高発現する遺伝子を探索・検証した。飼育試験の結果、高水温条件下では複数の副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモンおよびその受容体がストレスホルモン分泌に先駆けて脳内で上昇していることが明らかとなり、生殖障害の評価ツールとして有用であることが確認された。さらに水温起因性生殖障害アセスメントツールの開発のため、水温誘起性転換時における脳内発現遺伝子の解析を行った結果、雌化水温では 56 遺伝子が、雄化水温では 59 遺伝子が遺伝子型間で有意に発現量に差がある遺伝子として単離された。これら遺伝子は、免疫・アポトーシスに関連しており、生殖障害の評価ツールとして有用である可能性が高いと期待される。

(4) リモートセンシングを用いた水温監視システムの構築

気象衛星のひまわり 8 号と Landsat から得られた情報を用い、衛星データに基づいた世界中の湖沼の輝度温度を可視化するための Google Earth Engine (GEE) アプリの開発に取り組み、Landsat 衛星データに基づいた湖沼の輝度温度が可視化に成功した。さらに、湖沼表層水温の衛星モニタリングのため水温推定アルゴリズムを開発した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 11件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 P.S. del Fresno, J.R. Garcia de Souza, D.C. Colautti, Y. Yamamoto, M. Yokota, C.A. Strussmann, and L.A. Miranda	4. 巻 102
2. 論文標題 Sex reversal of pejerrey (<i>Odontesthes bonariensis</i>), a species with temperature dependent sex determination, in a seminatural environment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fish Biology	6. 最初と最後の頁 75 ~ 82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jfb.15241	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 C.A. Strussmann, Y. Yamamoto, R.S. Hattori, J.I. Fernandino, and G.M. Somoza	4. 巻 15
2. 論文標題 Where the ends meet: an overview of sex determination in atheriniform fishes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sexual Development	6. 最初と最後の頁 80 ~ 92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1159/000515191	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 E.L. Garcia-Cruz, Y. Yamamoto, R.S. Hattori, L.M. de Vasconcelos, M. Yokota, and C.A. Strussmann	4. 巻 245
2. 論文標題 Crowding stress during the period of sex determination causes masculinization in pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> , a fish with temperature-dependent sex determination	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology	6. 最初と最後の頁 110701 ~ 110701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cbpa.2020.110701	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 K. Miyoshi, R.S. Hattori, C.A. Strussmann, M. Yokota, and Y. Yamamoto	4. 巻 29
2. 論文標題 Phenotypic/genotypic sex mismatches and temperature dependent sex determination in a wild population of an Old World atherinid, the cobaltcap silverside <i>Hypoatherina tsurugae</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Ecology	6. 最初と最後の頁 2349 ~ 2358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mec.15490	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 C.A. Strussmann, K. Miyoshi, and S. Mitsui	4. 巻 40
2. 論文標題 A novel, efficient method for otolith specimen preparation using UV cured resins	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 North American Journal of Fisheries Management	6. 最初と最後の頁 1187 ~ 1194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/nafm.10484	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 M. Sarida, R.S. Hattori, Y. Zhang, Y. Yamamoto, and C.A. Strussmann	4. 巻 13
2. 論文標題 Spatiotemporal correlations between amh and cyp19a1a transcript expression and apoptosis during gonadal sex differentiation of pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sexual Development	6. 最初と最後の頁 99-108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1159/000498997	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 R.S. Hattori, G.M. Somoza, J.I. Fernandino, D.C. Colautti, K. Miyoshi, Z. Gong, Y. Yamamoto, and C.A. Strussmann	4. 巻 10
2. 論文標題 The duplicated Y-specific amhy gene is conserved and linked to maleness in silversides of the genus <i>Odontesthes</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Genes	6. 最初と最後の頁 679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/genes10090679	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 D.C. Colautti, L. Miranda, M. Gonzalez-Castro, V. Villanova, C.A. Strussmann, M. Mancini, T. Maiztegui, G. Berasain, R. Hattori, F. Grosman, P. Sanzano, I. Lozano, S.L. Vegh, V. Salinas, O. Del Ponti, P. del Fresno, P. Minotti, Y. Yamamoto, and C.R.M. Baigun	4. 巻 96
2. 論文標題 Evidence of a landlocked reproducing population of the marine pejerrey <i>Odontesthes argentinensis</i> (Actinopterygii; Atherinopsidae)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Fish Biology	6. 最初と最後の頁 202-216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jfb.14207	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 A.A. Torres-Martinez, R.S. Hattori, J.I. Fernandino, G.M. Somoza, D.H. Song, Y. Masuda, Y. Yamamoto, and C.A. Strussmann	4. 巻 582
2. 論文標題 Temperature- and genotype-dependent stress response and activation of the hypothalamus-pituitary-interrenal axis during temperature-induced sex reversal in pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> , a species with genotypic and environmental sex determination	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Molecular and Cellular Endocrinology	6. 最初と最後の頁 112114 ~ 112114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mce.2023.112114	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 J. Kitano, S. Ansai, Y. Takehana, and Y. Yamamoto	4. 巻 12
2. 論文標題 Diversity and convergence of sex-determination mechanisms in teleost fish	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Annual Review of Animal Biosciences	6. 最初と最後の頁 233 ~ 259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1146/annurev-animal-021122-113935	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 S.C. Lema, J.A. Luckenbach, Y. Yamamoto, and M.J. Housh	4. 巻 379
2. 論文標題 Fish reproduction in a warming world: vulnerable points in hormone regulation from sex determination to spawning	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences	6. 最初と最後の頁 20220516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rstb.2022.0516	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 稲葉晃誠・佐々木丈彦・小林葵・三好花歩・横田賢史・Carlos A. Strussmann・山本洋嗣
2. 発表標題 光周期がギンイソイワシ性決定機構に与える影響
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	A. Torres-Martinez, D.H. Song, R.S. Hattori, G.M. Somoza, J.I. Fernandino, Y. Yamamoto, and C.A. Strussmann
2. 発表標題	Genotype-dependent activation of CRH-family genes during heat-induced masculinization in pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> .
3. 学会等名	9th International Symposium on Fish Endocrinology, Faro, Portugal (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	佐々木文彦・小林 葵・稲葉晃誠・松本浩杜・三好花歩・横田賢史・Carlos A. Strussmann・山本洋嗣
2. 発表標題	東京湾のギンイソイワシ野生集団における性決定機構の温度依存性
3. 学会等名	令和4年度日本水産学会春季大会
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	松本浩杜・三好花歩・横田賢史・Carlos A. Strussmann・山本洋嗣
2. 発表標題	野生環境下におけるギンイソイワシ仔稚魚の成長と性分化
3. 学会等名	令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	K. Miyoshi, R.S. Hattori, C.A. Strussmann, and Y. Yamamoto
2. 発表標題	Development of an early-warning species for the effects of climate change on fish reproduction
3. 学会等名	Korean Federation of Fisheries Science and Technology Societies International Conference, Busan, Korea (招待講演)(国際学会)
4. 発表年	2019年

1 . 発表者名 S. Hayakawa, Y. Yamamoto, R.S. Hattori, and C.A. Strussmann
2 . 発表標題 Analysis of the masculinizing strength of single and double copies of the testis-determining factor amhy in pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i>
3 . 学会等名 VI Argentine Symposium of Ichthyology, Bariloche, Argentina (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Yokochi, H. Okajima, N. Kakuta, Y. Yamamoto, C.A. Strussmann, L.A. Miranda, D.C. Colautti, and G.E. Berasain
2 . 発表標題 Otolith-based approach to study the effects of water temperature on the sex determination of pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> in Lake Chascomus
3 . 学会等名 VI Argentine Symposium of Ichthyology, Bariloche, Argentina (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Yamamoto, Y. Zhang, M. Sarida, R.S. Hattori, and C.A. Strussmann
2 . 発表標題 Genotypic and temperature-dependent sex determination in pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i>
3 . 学会等名 VI Argentine Symposium of Ichthyology, Bariloche, Argentina (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Yamamoto, K. Inaba, T. Sasaki, A. Kobayashi, K. Miyoshi, M. Yokota, and C.A. Strussmann
2 . 発表標題 Multi-year field survey on the effects of environmental factors on the sex determination in the cobaltcap silverside <i>Hypoatherina tsurugae</i>
3 . 学会等名 12th International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, Crete, Greece (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1. 発表者名 Y. Kato, K. Inaba, T. Sasaki, A. Kobayashi, M. Yokota, C.A. Strussmann, and Y. Yamamoto
2. 発表標題 Development of a molecular method to identify YY supermales of cobaltcap silverside, a fish with both genetic- and temperature-dependent sex determination
3. 学会等名 12th International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, 2023, Crete, Greece (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Q. Xiao and W. Yang
2. 発表標題 Inter-comparison of Himawari-8 and MODIS for measuring sea surface temperature (SST)
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting, 千葉
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Q. Xiao and W. Yang
2. 発表標題 Accurate detection of marine heatwaves with the sea surface temperature data from the Himawari-8
3. 学会等名 第7回 陸域フラックス合同研究会, 諏訪
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 L.M. de Vasconcelos, R.S. Hattori, J.I. Fernandino, Y. Yamamoto, and C.A. Strussmann
2. 発表標題 amhy knockout induces ovarian development in XY gonads of pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i>
3. 学会等名 2023 KOFFST International Conference, Busan, Korea (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 肖琦・楊偉
2. 発表標題 ひまわり8号の海表面温度による海洋熱波の高精度検出
3. 学会等名 第75回日本リモートセンシング学会, 仙台
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 J. Shiota, Y. Yamamoto, C.A. Strussmann, L.A. Miranda, D.C. Colautti, and G.E. Berasain
2. 発表標題 Multi-year survey of genotypic and phenotypic sex ratios and frequencies of genotype/phenotype mismatches in pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> from Lake Chascomus
3. 学会等名 Annual Meeting of Bioscience Societies of Argentina, Mar del Plata, Argentina (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 塚田瑞己・山本洋嗣・C.A. Strussmann
2. 発表標題 ペヘレイにおけるコルチゾールおよび11-KTの性分化関連遺伝子の発現制御
3. 学会等名 令和6年度日本水産学会春季大会, 東京
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 稲葉晃誠・佐々木丈彦・佐藤凌介・今井馨日・三好花歩・横田賢史・C.A. Strussmann・山本洋嗣
2. 発表標題 東京湾のギンイソイワシ野生集団における性決定機構の環境依存性と繁殖特性
3. 学会等名 令和6年度日本水産学会春季大会, 東京
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 L.A. Miranda, D.C. Colautti, G.E. Berasain, C.A. Strussmann	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires, Argentina	5. 総ページ数 276
3. 書名 Thermal variation of Lake Chascomus (pp 55-63, In: Lake Chascomus: scientific contributions to its better understanding; G.E. Berasain, L.A. Miranda, eds) In Spanish	
1. 著者名 Y. Yamamoto, J.A. Luckenbach	4. 発行年 2023年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 2400
3. 書名 Sex determination and gonadal sex differentiation (pp. 552-566, In: Alderman, S.L., Gillis, T.E. eds, Encyclopedia of Fish Physiology, Second Edition, Vol. 1	
1. 著者名 山本洋嗣・三好花歩・服部ヒカルド修平・ストルスマン カルロス	4. 発行年 2021年
2. 出版社 恒星社厚生閣	5. 総ページ数 258
3. 書名 魚類の性決定・性分化・性転換（菊池 潔、井尻成保、北野 健 編）第4章 トウゴロウイワシ目魚類の性決定機構	
1. 著者名 Y. Yamamoto, R.S. Hattori, R. Patino and C.A. Strussmann	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 394
3. 書名 Environmental regulation of sex determination in fishes: insights from Atheriniformes. In B. Capel, ed. Current Topics in Developmental Biology, Vol. 134, Chapter 9, pp. 46-69, Sex Determination	

1. 著者名 J.A. Luckenbach, Y. Yamamoto, I. Miura, and A. Georges	4. 発行年 2024年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 0
3. 書名 Genetic and environmental sex determination in cold-blooded vertebrates: fishes, amphibians, and reptiles. In: Dobrinski, I., Skinner, M.K. (eds). Encyclopedia of Reproduction, Vol. 6	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山本 洋嗣 (Yamamoto Yoji) (10447592)	東京海洋大学・学術研究院・准教授 (12614)	
研究分担者	楊 偉 (Yang Wei) (80725044)	千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・助教 (12501)	
研究分担者	近藤 昭彦 (Kondo Akihiko) (30201495)	千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授 (12501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
アルゼンチン	National University of San Martin	CONICET	National University of La Plata	他2機関
米国	Northwest Fisheries Science Center NOAA			