

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H00430

研究課題名(和文)代理親魚を使っておいしい魚を育種する

研究課題名(英文) Establishment of tasty fish strain using surrogate broodstock

研究代表者

吉崎 悟朗 (Yoshizaki, Goro)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：70281003

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,500,000円

研究成果の概要(和文)：海産魚のニベをモデルに用いて粗脂肪含量の高い個体の育種が可能であるかを検証した。まず天然個体の粗脂肪含量を分析すると同時に、これらの個体の生殖腺を液体窒素内で凍結保存した。分析の結果、粗脂肪含量が高い個体と低い個体を特定した後、これらの生殖幹細胞を不妊宿主に移植した。その後、これらの宿主を成熟させた後、交配実験に供した。その結果、粗脂肪含量が高い個体の生殖細胞を移植した雌雄に由来する次世代は、低い個体の生殖細胞に由来する次世代より有意に高い粗脂肪含量を示すことが明らかとなった。これらの結果から、従来餌の影響を大きく受けると考えられてきた魚の脂ののりは遺伝することが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来、魚の脂の乗りは餌に大きく依存すると考えられてきたが、今回の研究で遺伝の影響も大きいことが明らかとなった。このことは、脂ののった魚を育種で生産可能であることを意味している。また、今回の研究では侵襲的な解析を行わないと評価できない表現型の育種が可能であることを明瞭に示すことができた。これにより、将来的には従来は未検討であった様々な新たな表現型に関する育種が進行することが期待される。

研究成果の概要(英文)：We tested the feasibility of breeding individuals with high total lipids using the marine fish, Nibe, as a model. First, the total lipids of wild individuals were analyzed, and at the same time, the gonads of these individuals were cryopreserved in liquid nitrogen. After identifying individuals with high and low total lipids, their germ cells were transplanted into infertile recipients. They were then allowed to mature and then subjected to mating experiments. The results showed that the next generation derived from the recipients, receiving germ cells of individuals with high total lipids showed significantly higher total lipids than the next generation derived from the germ cells of individuals with low total lipids. These results indicate that fish fat content is inherited, which has been conventionally thought to be greatly affected by diet.

研究分野：水圏生命科学

キーワード：粗脂肪含量 ニベ 育種 生殖細胞 凍結保存

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

養殖魚の味は、その商品価値を決める際の最重要項目であるといっても過言ではない。言い換えると“おいしい魚を作る”という育種目標は数ある育種目標の中で極めて重要な項目であるはずである。しかし、国内外で行われている養殖魚類の育種のほとんどは、高成長や耐病性に限定されており、味を含む可食部の品質に関する育種はほとんど行われておらず、特に日本においてはこのような報告例は皆無であった。おいしいという形質は可食部中の化学成分や物性的な特性の総和によって支配されていると考えられる。従来の研究により、可食部の化学成分、特に脂肪分は養殖魚に与える飼餌料によって大きく変動することが明らかになっている。いい換えると遺伝要因ではなく、環境要因による影響が強いものと考えられてきた。しかし遺伝要因は本当に無視しうるのであろうか？代表者の吉崎と分担者の壁谷は、二べの人工種苗を同一水槽でワムシ--アルテミア--配合飼料といった飼餌料系列を用いて1年間飼育し、各個体の筋肉における総脂肪含量を測定した。その結果、これらの個体は体長、体重、肥満度はほぼ同様であるにもかかわらず、筋肉中の総脂肪含量は1.3-8.0%と個体ごとに大きなばらつきが認められた。これらの魚が同一水槽内で、同一環境下で、さらに同一飼料によって育てた個体群であることを考慮すると、このような粗脂肪含量のばらつきは少なからず遺伝的要因が影響していると考えるのが妥当であろうとの結論に達した。しかし、“おいしい魚づくり”のためには、上記のような成分分析に加え、食味試験が必須であるため、このような可食部の成分分析や、食味試験に供した個体はすでに死亡している。そのため、優良な特徴を保持した個体(エリート個体)が集団から見つかった場合でも、これらエリート個体の次世代を作出することはできない。すなわち、通常の個体選抜では“おいしい魚”作りは原理的に不可能であった。

2. 研究の目的

この問題点を回避するために、家畜の食味に関する育種には、分子マーカーを用いて優良遺伝子を保持することが予想されるエリート個体“候補”を選抜後、これらの候補個体を親にして育種を進める方法が用いられている。しかし、この方法で育種を進めていくためには、大量の個体を長期間、かつ家系を管理しながら飼育すること、さらには大量のゲノタイピング(DNA解析)が必要不可欠である。したがって本法に必要な飼育施設の規模やコストを考慮すると、我が国の民間種苗生産施設や都道府県の水産試験場レベルでおいしい魚を作るための育種を進めることは容易ではない。もう一つのシンプルな解決策としては、食味試験や可食部の成分分析を行う前に、当該個体の卵や精子を液体窒素内で凍結保存するという戦略が考えられる。これが実現すればエリート個体を特定後に、エリート個体の卵と精子を人工授精することで次世代を生産してゆくことが理論的には可能である。しかし、この戦略を遂行するためには、卵や精子を生産している成熟個体を食味試験や成分分析に用いる必要が生じる。一般に繁殖期になると魚体内の脂質分や遊離アミノ酸は生殖腺へと移行するため、食味が低下するという避けることができない問題が生じ、この時期の個体は食味や化学成分の評価には適していない。さらに、魚類では卵の凍結保存技術は全く構築できておらず、少なくとも従来 of 科学技術ではこの戦略の遂行は不可能であった。

研究代表者らは、サケ科魚類を材料に用い、魚類の卵の凍結に代わる方法論の開発を1990年代から模索してきた。その結果、液体窒素内で凍結保存した精巣や卵巣から未熟な生殖細胞を調整し、これらを代理親魚となるべく宿主個体へと移植することで、凍結細胞に由来する機能的な

卵と精子の両者を宿主個体に安定的かつ高効率で生産させる技術を構築することに世界に先駆けて成功した (Lee et al., PNAS, 2013; Lee et al., Sci Rep, 2015)。この技術を駆使すれば、食味試験のために屠殺した個体から生殖腺をあらかじめ単離し、これらを液体窒素内で凍結しておくことで、食味試験や成分分析で選抜されたエリート個体の次世代を代理親魚から得ることが可能であると予想される。そこで本課題では、上述した食味試験や成分分析を行った個体の次世代を代理親を利用して生産することで、美味しい魚を育種することを目的とした。

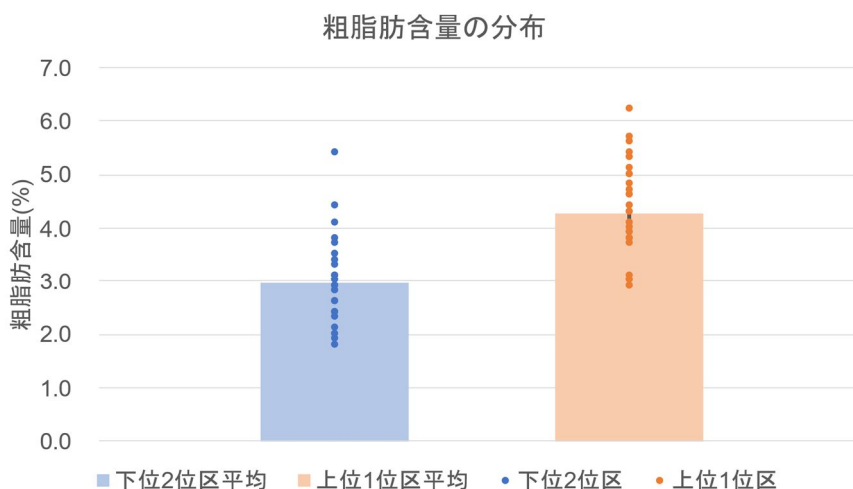
3. 研究の方法

まず、二ベの野生集団約 100 個体の可食部の粗脂肪含量を分析した。これらの個体の精巣および卵巣は、解剖後直ちに緩慢凍結法で凍結し超低温保存に供した。なお、粗脂肪含量の分析には Folch 法を用いた。成分分析の結果、粗脂肪含量が非常に高い個体と非常に低い個体をの生殖細胞を凍結細胞バンクから特定し、これらを解凍後に宿主個体の腹腔内へ移植した。なお、本実験に用いるための宿主二ベは、dnd 遺伝子を CRISPR/Cas9 によりゲノム編集することでノックアウトを誘起した不妊化個体である。これら宿主の不妊化処理によって代理親魚は自らの配偶子は生産せず、移植細胞 (すなわちエリート個体の細胞) 由来の配偶子のみを生産することも本課題の初期段階に確認済みである。得られた二ベの代理親魚は、集約的に養成することで、満 1 歳で成熟させた。これらの代理親のうち粗脂肪含量が高い個体由来の生殖細胞を移植した雌雄、および粗脂肪含量が低い個体由来の生殖細胞を移植した雌雄同士を交配することで、次世代を生産し、これらを 4 か月齢まで飼育し、再度粗脂肪含量を分析した。

4. 研究成果

ドナ - として粗脂肪含量が高い個体 (5.01%) と低い個体 (1.87%) の生殖細胞を移植した雌代理親各一個体が現在までに成熟し次世代を得ることが可能になっている。同じドナー由来の精子を生産する雄代理親も同時期に成熟したため、これら高脂肪含量ドナー由来の細胞を移植した雌雄、および低脂肪含量ドナー由来の細胞を移植した雌雄を交配し、その次世代を生産した。なお、ドナーとして用いた天然魚の粗脂肪含量の平均値は $3.69 \pm 0.22\%$ であった。これらの交配で生じた次世代個体は正常に発生孵化し、その後の成長も通常個体となんら差異は認められ

ドナー由来F1世代における可食部の粗脂肪含量解析



オレンジ●が上位1区、青●が下位2区の粗脂肪含量の分布を示す。Studentのt検定の結果、この2つの平均値に**有意差あり**。

なかった。なお、得られた次世代のマイクロサテライト解析により、親子鑑定を行った結果、得られたすべての次世代は、間違いなく移植に供したドナー由来の個体であることが確認された。さらに、これらの次世

代の粗脂肪分析を行った結果、高粗脂肪ドナー由来の次世代の粗脂肪含量は $4.26 \pm 0.16\%$ であったのに対し、低粗脂肪ドナー由来の次世代では $2.98 \pm 0.14\%$ と有意に低い粗脂肪含量を示した (図 1)。以上の結果より、粗脂肪含量は遺伝による支配を少なからず受けていることが明らかとなった。さらに、生殖細胞の凍結保存と代理親への生殖細胞移植を介した交配により、可食部の粗脂肪含量に代表される侵襲的な分析を必要とする表現型であっても育種が可能であることを証明することができた。本研究で構築した育種系は今後の美味しい魚育種に大きく貢献することが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Reoto Tani, Wataru Kawamura, Tetsuro Morita, Christophe Klopp, Marine Milhes, Yann Guiguen, Goro Yoshizaki, Ryosuke Yazawa	4. 巻 87
2. 論文標題 Development of a polymerase chain reaction (PCR) based genetic sex identification method in the chub mackerel <i>Scomber japonicus</i> and blue mackerel <i>S. australasicus</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 785-793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-021-01548-z	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 Kensuke Ichida, Araya Jangprai, Pongsawan Khaosa-art, Goro Yoshizaki, Surintorn Boonanuntanasarn	4. 巻 234
2. 論文標題 Characterization of a vasa homolog in Mekong giant catfish (<i>Pangasianodon gigas</i>): Potential use as a germ cell marker	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Animal Reproduction Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.anireprosci.2021.106869	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 Reoto Tani, Ryosuke Yazawa, Shigeharu Kamio, Wataru Kawamura, Tetsuro Morita, Yutaka Takeuchi, Goro Yoshizaki	4. 巻 53
2. 論文標題 Establishment of surrogate broodstock technology in Scombridae species by germ cell transplantation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Aquaculture Research	6. 最初と最後の頁 2760-2771
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/are.15791	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 -
1. 著者名 Ryo Fujihara, Naoto Katayama, Sakiko Sadaie, Misako Miwa, Gabriela Angelica Sanchez Matias, Kensuke Ichida, Wataru Fujii, Kunihiko Naito, Makoto Hayashi, Goro Yoshizaki	4. 巻 24
2. 論文標題 Production of Germ Cell-Less Rainbow Trout by dead end Gene Knockout and their Use as Recipients for Germ Cell Transplantation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Marine Biotechnology	6. 最初と最後の頁 417-429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10126-022-10128-w	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 -

1. 著者名 Fang Yang, Kensuke Ichida, Goro Yoshizaki	4. 巻 552
2. 論文標題 Gametogenesis commencement in recipient gonads using germ cells retrieved from dead fish	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Aquaculture	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aquaculture.2022.737952	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 -

1. 著者名 Octavera Anna, Yoshizaki Goro	4. 巻 46
2. 論文標題 Production of Chinese rosy bitterling offspring derived from frozen and vitrified whole testis by spermatogonial transplantation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fish Physiology and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 1431 ~ 1442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10695-020-00802-y	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 Kawamura Wataru, Yazawa Ryosuke, Tani Reoto, Takeuchi Yutaka, Morita Tetsuro, Yoshikawa Hiroyuki, Yoshizaki Goro	4. 巻 51
2. 論文標題 Development of a simple method for sperm cryopreservation of Scombridae fishes in outdoor environments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Aquaculture Research	6. 最初と最後の頁 3376 ~ 3383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/are.14673	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 -

1. 著者名 Iwasaki-Takahashi Yoshiko, Shikina Shinya, Watanabe Masaya, Banba Akira, Yagisawa Masaru, Takahashi Kasumi, Fujihara Ryo, Okabe Takafumi, Valdez Jr Delgado M., Yamauchi Akihiro, Yoshizaki Goro	4. 巻 3
2. 論文標題 Production of functional eggs and sperm from in vitro-expanded type A spermatogonia in rainbow trout	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-020-1025-y	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 -

1. 著者名 Kawamura Wataru, Tani Reoto, Yahagi Hana, Kamio Shigeharu, Morita Tetsuro, Takeuchi Yutaka, Yazawa Ryosuke, Yoshizaki Goro	4. 巻 295
2. 論文標題 Suitability of hybrid mackerel (<i>Scomber australasicus</i> ? × <i>S. japonicus</i>) with germ cell-less sterile gonads as a recipient for transplantation of bluefin tuna germ cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 General and Comparative Endocrinology	6. 最初と最後の頁 113525 ~ 113525
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ygcen.2020.113525	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 -

1. 著者名 Duangkaew Rungsun, Kezuka Fumi, Ichida Kensuke, Boonanuntanasarn Surintorn, Yoshizaki Goro	4. 巻 155
2. 論文標題 Aging- and temperature-related activity of spermatogonial stem cells for germ cell transplantation in medaka	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fish Physiology and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 213 ~ 221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.theriogenology.2020.05.049	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 Yazawa Ryosuke, Kubokawa Tsubasa, Ichida Kensuke, Kawamura Wataru, Tani Reoto, Kamio Shigeharu, Morita Tetsuro, Yoshizaki Goro	4. 巻 87
2. 論文標題 Establishment of a tracing technique for transplanted bluefin tuna germ cells in recipient's gonads using monoclonal antibodies specifically recognizing bluefin tuna spermatogenic cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 105 ~ 112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-020-01486-2	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 -

1. 著者名 Ichida Kensuke, Matsushita Yoshiyuki, Amano Yuichi, Miwa Misako, Nagasawa Kazue, Hayashi Makoto, Mizutani Hanaka, Takahashi Momo, Boonanuntanasarn Surintorn, Yoshizaki Goro	4. 巻 533
2. 論文標題 Visualization and tracking of live type a spermatogonia using a fluorescence-conjugated antibody in <i>Salmo</i> species	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Aquaculture	6. 最初と最後の頁 736096 ~ 736096
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aquaculture.2020.736096	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 Morita Tetsuro, Miwa Misako, Kumakura Naoki, Morishima Kagayaki, Miki Takahisa, Takeuchi Yutaka, Yoshizaki Goro	4. 巻 -
2. 論文標題 Production of functional sperm from cryopreserved testicular germ cells following intraperitoneal transplantation into allogeneic surrogate in yellowtail (Seriola quinqueradiata)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cryobiology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cryobiol.2021.04.001	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 -

〔学会発表〕 計22件(うち招待講演 10件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Yang Fang, Kensuke Ichida, Goro Yoshizaki
2. 発表標題 Successful transplantation of donor spermatogonia derived from Postmortem rainbow trout
3. 学会等名 第21回マリンバイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山内章弘、長谷川二己、川村亘、矢澤良輔、吉崎悟朗
2. 発表標題 生殖細胞欠損不妊海産魚の作出方法の検討
3. 学会等名 第21回マリンバイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川村亘、神尾茂治、市田健介、矢澤良輔、森田哲郎、吉崎悟朗
2. 発表標題 小型代理親魚が生産したドナー由来クロマグロ精子の濃縮法
3. 学会等名 第21回マリンバイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉崎悟朗
2. 発表標題 生殖細胞操作を駆使した新たな育種法の開発
3. 学会等名 第21回マリンバイオテクノロジー学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Goro Yoshizaki
2. 発表標題 Production of functional eggs and sperm from in vitro-expanded type A spermatogonia in rainbow trout
3. 学会等名 Japan-Norway Symposium on Fish Endocrinology and Genomics symposium（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Goro Yoshizaki
2. 発表標題 Production of functional gametes derived from cryopreserved spermatogonia via transplantation into recipients: a case study with endangered bitterlings.
3. 学会等名 CRY02021 Virtual Conference - the 58th Annual Meeting of the Society for Cryobiology（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉崎 悟朗
2. 発表標題 発生、繁殖制御技術を駆使した新たな育種法の開発
3. 学会等名 シンポジウム「持続可能な次世代養殖システムの開発～サバを中心に～」（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉崎 悟朗
2. 発表標題 培養生殖細胞からのニジマス個体の作出
3. 学会等名 「認識と形成」研究会2021オンライン（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Goro Yoshizaki
2. 発表標題 Germ-line Stem Cell Manipulation in Fish: Can Mackerel Produce Bluefin Tuna Gametes?
3. 学会等名 Woods Hole Marine Biological Laboratory（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉崎 悟朗
2. 発表標題 魚類の生殖工学：サバからマグロは産まれるか？
3. 学会等名 千葉市科学館「大人が楽しむ科学教室」（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Goro Yoshizaki
2. 発表標題 Dnd-knockout rainbow trout can produce Chinook salmon eggs and sperm within a short period of time.
3. 学会等名 2021 International Workshop: Perspective on Animal Science & International Exchange between SUT & SHINSHU（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川村亘、天野雄一、矢澤良輔、森田哲朗、吉崎悟朗
2. 発表標題 スマ雑種宿主が生産したドナー由来クロマグロ精子は 生殖幹細胞に由来するか？
3. 学会等名 令和4年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Goro Yoshizaki
2. 発表標題 Development of germ cell manipulation technology in fish Can small surrogates produce bluefin tuna gametes?
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Laboratory, The 12th meeting on Germ Cells (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Goro Yoshizaki
2. 発表標題 Germ Cell Transplantation in Fish: Mutant dnd Rainbow Trout can Produce Chinook Salmon Gametes.
3. 学会等名 The Society for the Study of Reproduction, Exotic Species Webinar Series (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市田健介, Araya Jangprai Kaosad, 矢澤良輔, 森田哲朗, 吉崎悟朗, Surintorn Boonanuntanasarn
2. 発表標題 アジアスズキ遺伝子資源の長期保存を目指した生殖細胞移植条件の最適化
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市田健介, Araya Jangprai Kaosad, 矢澤良輔, 森田哲朗, 吉崎悟朗, Surintorn Boonanuntasarn
2. 発表標題 アジアスズキ遺伝子資源の長期保存を目指した生殖細胞移植条件の最適化
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神尾茂治, 川村 亘, 矢澤良輔, 市田健介, 森田哲朗, 吉崎悟朗
2. 発表標題 "生きたクロマグロ精子を特異的に認識する モノクローナル抗体の作製"
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川村亘, 神尾茂治, 矢萩はな, 谷怜央人, 矢澤良輔, 森田哲朗, 吉崎悟朗
2. 発表標題 代理親魚技法によるスマ雑種宿主からの 機能的なクロマグロ精子の生産
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷怜 央人, 矢澤 良輔, 吉崎 悟朗, Yann Guiguen
2. 発表標題 マサバおよびゴマサバの性判別法の開発
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川二己, 川村亘, 山内章弘, 矢澤良輔, 森田哲朗, 吉崎悟朗
2. 発表標題 ピンスポット飼育法を用いた slc45a2遺伝子ノックアウトマサバの作出
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川村 亘, 神尾 茂治, 矢澤 良輔, 吉崎 悟朗
2. 発表標題 代理親魚技法による機能的なクロマグロ精子の生産
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷怜 央人, 矢澤 良輔, 吉崎 悟朗, Yann Guiguen
2. 発表標題 マサバおよびゴマサバの性別別法の開発
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Zoran Marinovic, Jelena Lujic, Qian Li, Yoshiko Iwasaki, Bela Urbanyi, Goro Yoshizaki, Akos Horvath	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer US	5. 総ページ数 383
3. 書名 Germline Development in the Zebrafish: Methods and Protocols	

1. 著者名 森田哲朗、矢澤良輔、濱崎将臣、市田健介、吉崎悟朗	4. 発行年 2021年
2. 出版社 湊文社	5. 総ページ数 4
3. 書名 アクアネット 2021年3月号	

〔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	坂本 崇 (Sakamoto Takashi) (40313390)	東京海洋大学・学術研究院・教授 (12614)	
研究分担者	矢澤 良輔 (Yazawa Ryosuke) (70625863)	東京海洋大学・学術研究院・准教授 (12614)	
研究分担者	壁谷 尚樹 (Kabeya Naoki) (90758731)	東京海洋大学・学術研究院・助教 (12614)	

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
---------	---------