

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6 月 19 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2014～2018

課題番号：26252034

研究課題名(和文) 魚類の育成環境適応性と環境負荷低減を考慮した養魚飼料の基礎的研究

研究課題名(英文) Studies on the development of aquafeed with consideration of rearing condition and low load to environment

研究代表者

佐藤 秀一 (Sato, Shuichi)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：80154053

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 30,400,000円

研究成果の概要(和文)：魚に依存しない真の無魚粉無魚油飼料の開発を行い、ベジタリアン養殖魚の創生を目指すことにより、環境負荷を低減を図る。そのために適切な飼育環境を検討した。タンパク質源としては、リン含量の少ない植物性飼料原料である大豆油粕やコーングルテンミールおよびタンパク質含量の高い濃縮大豆タンパク質が最も適当であることが分かった。また、テトラピアについては、トウモロコシ由来のDDGSの利用性が高いことが分かった。脂質源としてはドコサヘキサエン酸を豊富に含む微細藻類のシゾキトリウムが適していることがわかった。これにより、植物性飼料原料とシゾキトリウムを配合することによりマダイ用の無魚粉無魚油飼料が開発された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

淡水魚の栄養要求と海水魚の栄養要求は異なり、そのため海水魚の無魚粉無魚油飼料の作製は困難とされてきた。そこで、海水魚と淡水魚の栄養素の代謝経路の相違を詳細に検討した。そして、海水魚では最終代謝産物として合成されないタウリンやドコサヘキサエン酸を含んだ原料を配合することで無魚粉無魚油飼料の開発に成功した。これらのことは、魚類栄養学における最新の知見を提供するばかりではなく、魚に依存しない養殖用飼料の開発に貢献するものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The project was conducted to decrease the load from aquaculture site by developing the non-fish meal and non-fish oil feed for fish, and surveyed the optimal condition for rearing. As protein sources, soybean meal, corn gluten meal, and soy protein concentrate which contain low phosphorus are considered to suitable. As lipid source, schizochytrium meal is considered to be suitable because of high docosahexaenoic acid contents. It was succeeded to develop the non-fish meal and non-fish oil feed for red sea bream by formulate plant protein sources and schizochytrium meal.

研究分野：水族栄養学

キーワード：養魚飼料 環境負荷低減 必須脂肪酸代謝 アミノ酸代謝 無魚粉飼料 無魚粉無魚油飼料

1. 研究開始当初の背景

世界の養殖魚（甲殻類も含める）生産量は年々増加し続け、15年前（1997）の1,150万トンから2012年には6,600万トンへと4倍以上に発展しており、肉牛の生産量よりも多くなっている。中でも給餌養殖の生産量は1997年の565万トンから2012年の約6,000万トンへと10倍にも増加している。この生産量は2008年にTaconら(Aquaculture,2008)が予測した量よりも遥かに多く、生産量の増加速度も高い。それに伴い、養魚飼料の供給量も増大することが予測される。

飼料の原料は動物性原料と植物性原料がある。陸上の家畜には主に植物性原料が用いられている。一方、海産養殖魚の多くは魚食性の魚（piscivorous fish）のため、魚粉が主な原料であった。その魚粉の原料となるのは、イカナゴ、カタクチイワシ、マイワシ、アジ、サンマ、サバなどの安価な多獲性魚類である。魚粉を多量に配合した飼料を今まで以上に製造することは、これら多獲性魚類、それ自体の資源量を減少させるだけではなく、それらを餌としているより高度な動物、すなわち海獣類および鳥類等の餌をも奪うこととなる。現在の形態では、最も効率のよい配合飼料を用いた場合でも海水魚を1kg増重するのに、約5kgの原料魚が必要であると計算されている。これでは、水産養殖業は海洋環境にやさしい産業とは言えない。また、これら海水魚の必須脂肪酸はほとんどドコサヘキサエン酸(DHA)で、その供給源として、魚油を配合している。その観点からも、魚粉・魚油すなわち多獲性魚類に依存した養殖から脱却する必要があった。

2. 研究の目的

そこで本研究では、魚に依存しない真の無魚粉無魚油飼料の開発を行い、ヴェジタリアン養殖魚の創生をめざす。このために、養殖生産量の高い海水魚のブリ、マダイならびに淡水魚であり広塩性ニジマスやティラピアを対象魚種とし、各魚種における各種植物性タンパク質原料(大豆油粕(SBM),大豆タンパク濃縮ミール(SPC),コーングルテンミール(CGM),高タンパクコーン蒸留粕,コーンタンパク濃縮ミール(CPC),ナタネ油粕(キャノーラミール,CM))の利用性を詳細に検討するとともに、異なる塩分で飼育した場合の必須脂肪酸とアミノ酸代謝の相違を検討する。関連遺伝子発現に及ぼす影響についても詳細に検討する。さらに、植物性飼料原料の利用性向上を検討するとともに、タウリンとメチオニン等の含硫アミノ酸の相互作用を検討する。これらのことにより、全く動物性飼料原料を用いない真の養魚用無魚粉無魚油飼料の開発とその飼料を摂餌した魚に及ぼす影響を検討し、地球環境にやさしい水産養殖業を営むためのヴェジタリアン養殖魚創生ならびにその最適飼育環境探索のための基礎知見の総合的集積を目的とした。

3. 研究の方法

海水魚に必要なタウリンの代謝について、淡水魚のマゴイと海水魚のヒラメを用いて詳細に検討し、その代謝経路ならびに関連遺伝子の発現等を解析する。また、必須アミノ酸の一つであるアルギニンの代謝について検討した。新しい植物性飼料原料について検討する。次に、魚粉以外の飼料原料を用いた無魚粉飼料を作製し、海水魚で必須のタウリンの必要量をマダイを用いて検討する。また、低魚粉飼料における核酸の添加効果をニジマスを用いて検討した。さらに植物性飼料原料の利用性向上の為、フィターゼ等の栄養阻害物質分解酵素の添加の必要性・有効性の検討を行った。また、予め発酵させた飼料原料の有効性も検討した。さらに、栄養状態に応じて遺伝子の発現に影響が出ることが明らかになりつつある。そこで、ヒラメに異なる脂質を配合した飼料を給餌し、遺伝子発現に及ぼす影響について検討した。また、海水魚の必須脂肪酸であるDHA産生微細藻類のシゾキトリウムの利用性を検証する。次に無魚粉飼料を給餌したブリおよびマダイの発現遺伝子に及ぼす影響を検討する。これらのことより、いままでの常識を覆す植物性飼料のみの真の無魚粉・無魚油飼料で育成する環境にやさしいヴェジタリアン養殖魚の創生方策を開発する。

4. 研究成果

① マゴイのタウリン合成に関する経路について詳細に検討するとともに、海水魚のヒラメについて代謝経路に関わる酵素の発現遺伝子について検討した。

次にヒラメのシステイン二酸化酵素(CDO)遺伝子はニベ科のフウセイやハタ科のクエに近縁で、システインスルフィン酸脱炭酸酵素(CSD)遺伝子はマダイやブリに近縁であることを明らかにした。ヒラメCDOやCSDは肝臓と脳、脾臓で高い発現がみられた。また、マゴイでは、もう一つのタウリン合成経路であるシステアミン経路について解析を行い、代謝酵素遺伝子の単離と解析、システアミンを投与したマゴイのタウリン含量を調べた。その結果、システアミンを腹腔内に注射したマゴイの血液中にタウリンが検出されるとともにシステアミン添加飼料を与えたマゴイの体内では、タウリンの蓄積が観察された。これらの成果からコイは、シ

ステアミン経路によりタウリンを合成することがわかった。ヒラメ稚魚においても 0.5% 程度のシステアミンを飼料に添加することで成長改善、システアミンをタウリンにまで代謝できることが明らかになった。一方、過剰添加により鰓蓋の短縮を特徴とする形態異常が発生することが明らかとなった。

魚類は他の陸上動物と異なりアルギニンとヒスチジンを不可欠アミノ酸として要求する。このうち、アルギニンはオルニチン、シトルリンと代謝される。しかしながら、これらの代謝経路における魚類の知見はほとんどなかった。そこで、本研究ではニジマスにおけるアルギニンおよび関連物質の代謝ならびにピブリオ病に対する抵抗性について、検討した。

アルギニン添加飼料を与えたニジマスの血液中の関連物質レベルを調べると、アルギニン添加で成長は改善されないが、筋肉中のタンパク質含量が増加するとともに、食後 18 時間には血中アルギニンレベルが増加し、血中および肝臓中のオルニチンレベルの増加も見られた。アルギニン、オルニチン、シトルリンを 2% 添加した飼料を 30 日間与えたニジマスでは、シトルリン添加区よりもアルギニン添加区で有意に成長が優れた。給餌 30 日後に *Vibrio anguillarum* による感染試験を行ったところ、シトルリン区で生残が改善されるとともに、オルニチン添加区とシトルリン添加区でインターロイキン 1 β の有意に高い発現が見られた。これらの成果からアルギニン添加時の関連物質の血中動態の一部が解明されるとともに、関連物質であるシトルリンの添加効果が明らかとなった。

魚粉に代わる飼料原料として、大豆やトウモロコシについて多数研究されてきた。中でも、トウモロコシの生産量が豊富であり、安定している。トウモロコシからは、従来コーングルテンミール(CGM)という飼料原料が生産されてきたが、近年、バイオディーゼルのエタノールが多量に生産され、これらの副産物として、穀物蒸留粕(DDGS)やコーンタンパク濃縮物(CPC)が生産され家畜等に使用されるようになった。最近、製法の異なる高タンパク(HP-)DDG が開発された。そこで、本研究では魚粉 20% 飼料を対照とし、魚粉の代わりに前述した 4 種類のトウモロコシ副産物を配合した飼料を作製し、ティラピアに 12 週間給餌した。その結果、従来より用いられてきた CGM や CPC に比較し、DDGS や HPDDG を配合した飼料を給餌した区では成長成績が優れていた。さらに、魚粉を 10% とし、チキンミールを配合した飼料を対照区とし、4 種類のトウモロコシ副産物で魚粉とチキンミールを代替した無魚粉飼料でティラピアを 24 週間飼育したところ、DDGS あるいは HPDDG を配合した飼料で対照区と同等の飼育成績が得られた。さらに、これらの原料を主に用いた飼料で飼育する際には、4PPT ほどの低塩分で飼育するとさらに効果のあることも明らかとなった。

植物原料を配合した魚粉削減飼料のマダイにおける有効性と利用性向上について検討した。まず、0、1 才魚における低・無魚粉飼料の有効性を検討した結果、0 才魚では魚粉 20% の低魚粉飼料は魚粉主体飼料と遜色のない成績を示したが、無魚粉飼料では若干成績が劣った。また、1 才魚では、魚粉 25% の低魚粉飼料においては、魚粉飼料よりも優れた成績が得られたが、無魚粉飼料では魚粉主体飼料よりも劣る傾向がみられた。そこで、消化酵素混合物を無魚粉飼料に添加したところ、1 才魚では飼育成績が改善される傾向がみられた。さらに、低・無魚粉で飼育したマダイ 1 才魚に *Edwardsiella tarda* の攻撃試験を行ったところ、低・無魚粉飼料による悪影響はみられなかった。最後に魚粉 25% 飼料も用いた 7 か月に亘る実証試験を行った結果、魚粉主体飼料と同等の成績を示した。このように、マダイにおいて、魚粉配合率 20~25% の魚粉削減飼料は利用性が高いこと、さらに無魚粉飼料においても、消化酵素の添加により改善が得られることが明らかとなった。

また、魚粉配合率を 20% に減少し植物性飼料原料を配合した低魚粉飼料を作製し、マダイに給餌した際の成長、組織および炎症性サイトカインの遺伝子の発現に及ぼす影響について検討した。また、低魚粉飼料へのタウリン、消化酵素混合の添加効果も検討した。魚粉主体飼料、低魚粉飼料ならびにタウリンと消化酵素を添加した低魚粉飼料を作製し、マダイ稚魚を 12 週間飼育した。その結果、低魚粉飼料では、成長が劣ったが、タウリンと消化酵素を添加することにより、成長が改善された。また、手魚粉飼料で飼育すると典型的な形質の変化が消化管組織にみられた。さらに、消化管の炎症に関連する遺伝子(TNF- α , IL-1 β , IL-8, TGF- β and IL-10)の発現が低魚粉飼料給餌区で高かったが、タウリンと消化酵素を添加することにより、改善された。以上のことより、低魚粉飼料を給餌すると成長、組織、炎症性サイトカインの遺伝子発現に影響を及ぼすが、タウリンと消化酵素を添加することにより改善することがわかった。

大豆油粕とコーングルテンミールを混合したものを発酵させた FPPC と大豆油粕のみ発酵させた FSBM を魚粉 15% 飼料にそれぞれ 35% あるいは 19% 配合させた飼料を調製し、ニジマスに 12 週間給餌した。その結果、未発酵の飼料原料を配合したものに比較し、FPPC を配合した区では成長が改善された。さらに、FPPC の配合率を 40% まで上昇させた飼料を調製し、ニジマスに給餌したところ、発酵済み飼料の効果は見られなかった。これらのことより、発酵済み植物飼料原料を適切に配合することにより、ニジマスの飼育成績が低魚粉飼料においても改善されることがわかった。

魚類においても、栄養状態に応じて遺伝子の発現に影響が出ることが明らかになりつつある。そこで、ヒラメに異なる脂質を配合した飼料を給餌し、遺伝子発現に及ぼす影響について検討した。まず、ヒラメに必須脂肪酸である n-3 高度不飽和脂肪酸を含んだ飼料と含まない飼料を給餌し、マイクロアレイを用いて、肝臓に発現する遺伝子について網羅的に検討した。その結果、n-3 高度不飽和脂肪酸を含まない飼料を摂餌した区で、227 のプロンプが変化した。その

中で主要な遺伝子はステロイドの生合成に関連するものであった。続いて、n-3 高度不飽和脂肪酸を含まない油脂である数種の植物油を配合した飼料をヒラメに給餌し、同様の試験を行った。その結果、必須脂肪酸である n-3 高度不飽和脂肪酸がタンパク質キナーゼやカルモジュリン依存キナーゼなどの遺伝子の発現を調整し、正常な摂餌、成長やタンパク利用を導くのではないと示唆した。最後にヒラメに重要なステロール代謝に関連する遺伝子発現に及ぼすコレステロールとタウリン添加の影響を検討した。その結果、消化管がコレステロールの生合成器官であり、タウリンがこれを誘導することがわかった。また、CYP7A1, HMGCR および SREBP2 遺伝子の相互制御により肝臓のコレステロールや胆汁酸の合成を促進することもわかった。これらのことより、マイクロアレイをはじめとする分析方法の有効性と栄養状態により遺伝子の発現が影響されることを明らかにした。

食用魚類中の有効成分の増強を図る技術開発ならびに養魚飼料に必要な飼料中の脂肪酸の低減を目指す技術開発の一環として取り組んだものであり、低塩分環境でヒラメを飼育することで中鎖脂肪酸の割合の減少に伴って、ドコサヘキサエン酸の割合の増加を見出しており、これが脂肪酸合成酵素の発現亢進によるものではないことが示唆された。

タンパク質源としての魚粉の代替として植物性飼料原料を用い、脂質源としての魚油の代替としてドコサヘキサエン酸を産生する微細藻類のシゾキトリウムを用いた飼料を調製し、マダイ用無魚粉無魚油飼料の開発をニジマス用低魚粉飼料に酸性域とアルカリ域でそれぞれプロテアーゼ活性を示す麹菌大豆発酵物を添加し、植物性飼料原料の利用性向上検討した。魚粉の代替として大豆油粕、濃縮大豆タンパク質、コーングルテンミールを、魚油の代替としてシゾキトリウムを配合した無魚粉無魚油飼料を製造し、マダイに給餌した。その結果、魚粉主体飼料、あるいは魚油を配合した無魚粉飼料と同等の成績が得られた。これらのことより、マダイにおいては無魚粉無魚油飼料の開発が可能であることが示唆された。

次に、ぶりをを用いて同様の試験を行った。その結果、魚粉主体飼料、あるいは魚油を配合した無魚粉飼料では、摂餌量が少なくほとんど成長しなかった。一方、魚体の脂肪酸組成を検討した結果、ブリによりシゾキトリウム由来の DHA は利用されていることがわかった。そこで、摂餌誘引物質を増量した飼料を製造し、ブリを飼育した。その結果、魚油の半分をシゾキトリウムで代替した飼料では、魚油のみを配合した飼料と同等の成績が得られた。また、全量をシゾキトリウムで代替した飼料では、確実に成長することが認められた。これらのことより、ブリにおいては無魚粉無魚油飼料の開発が可能であることが示唆された。

以上、海水魚用の無魚粉無魚油飼料を開発することが可能であることがわかった。この飼料を効率よく利用させるためには、飼育海水の塩分をやや低くすると良いことが示唆された。また、リン含量の少ない植物性飼料原料を配合することにより、魚から排泄されるリンの量も減少し、環境にやさしい飼料となることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

① Effect of long-term feeding of corn co-product-based diets on growth, fillet color, and fatty acid and amino acid composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (S.S.Herath, Y.Haga, and S.Satoh), 2016, *Aquaculture*, 464, 205-212, [dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.032](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.032)

Potential use of corn co-products for fish meal-free diets for juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (S.S.Herath, Y.Haga, and S.Satoh), 2016, *Fisheries Science*, 82(5), 811-818, [doi 10.1007/s12562-016-1008-6](https://doi.org/10.1007/s12562-016-1008-6)

Effect of supplementation with enzyme complex to non-fish meal diet in adult red sea bream *Pagrus major* (K.Matsukura, S.Iino, Y.Haga, R.Kitagima, and S.Satoh), 2017, *Aquaculture Science*, 65(1), 19-27

Cloning and functional characterization of fads2 desaturase 1 and elovl5 elongase from Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* (N. Kabeya, M.Chiba, Y.Haga, S. Satoh, and G.Yoshizaki), 2017, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 214B, 36-46, <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2017.09.002>

Interactive effects of salinity and complete fishmeal replacement on growth, food consumption, and gene expression of hepatic IGF-I, IGF-II and growth hormone receptors in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) (S.S.Herath, Y.Haga, and S.Satoh), 2018, *Aquaculture Research*, 49(6), 2128-2139, doi.org/10.1111/are.13667

Effects of arginine supplementation on growth performance and plasma arginine, ornithine, and citrulline dynamics of rainbow trout (I.A.Fauzi, Y.Haga, S.Satoh), 2019, *Aquaculture Research*, 50(4), 1277-1290, DOI: 10.1111/are.14004

Molecular characterization and tissue distribution of cysteamine dioxygenase (ADO) in common carp *Cyprinus carpio* (M.M. Gonzales-Plasus, Y.Haga, H. Kondo, I.Hirono, S. Satoh),

2019, The Palawan Scientist, 11, on press

Cysteamine dioxygenase as enzymes for taurine 1 synthesis and the negative effect of high dietary cysteamine on growth and body shape of the common carp, *Cyprinus carpio* (M.M. Gonzales-Plasus, H. Kondo, I. Hirono, S. Satoh, Y.Haga), 2019, Aquaculture Science, in press

Effect of nucleotides supplementation to low fish meal feed on long-chain polyunsaturated fatty acids composition of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (A.Rudwanudin, Y.Haga, S.Satoh), 2019, Aquaculture Research, in press, DOI: 10.1111/are.14103

First step of non-fish meal and non-fish oil diet development for red seabream, (*Pagrus major*), with plant protein sources and microalgae *Schizochytrium sp.* (T.G.Seong, H.Matsutami, Y.Haga, R.Kitagima, S.Satoh), 2019, Aquaculture Research, in press, DOI - 10.1111/are.14199.

[学会発表](計 15 件)

① Aquaculture 2015, Montpellier, France, Y.Haga, H.Kondo, T.Itoh, R.Masuda, N.Kabeya, G.Yoshizaki, I.Hirono, S.Satoh, Nutritional regulation of expression of DHA and taurine synthesizing enzymes in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*

Aquaculture 2015, Montpellier, France, K.Matsukura, K.Hattori, Y.Haga, O.Nishizawa, S.Satoh, Development of non-fish meal feed for red sea bream *Pagrus major* using with alternative feed stocks

International Symposium on Fish Nutrition and Feeding 2016, Sun Valley, Idaho, Y.Haga, T.Itoh, H.Kondo, I.Hirono, R.Masuda, S.Satoh, Reduced salinity enhances growth and lipid levels but has no major effect on expression of taurine synthetic enzymes-like genes in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*

International Symposium on Fish Nutrition and Feeding 2016, Sun Valley, Idaho, S.Sakunthala, Y.Haga, M.Endo, S.Satoh, Influence of total fishmeal replacement and salinity on growth performances and nutritional quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*

International Symposium on Fish Nutrition and Feeding 2016, Sun Valley, Idaho, M.M.Gonzales, Y.Haga, S.Satoh, Isolation, molecular characterization, and tissue distribution of taurine synthesizing enzymes in Japanese flounder(*Paralichthys olivaceus*)

平成 28 年度日本水産学会秋季大会, 奈良, M.M.gonzales, Y.Haga, I.Hirono, H.Kondo, S.Satoh, Molecular cloning and characterization of taurine synthesizing enzymes in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*

平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京, 宮生翔子, 芳賀 穰, 益田玲爾, 近藤秀裕, 小林圭吾, 廣野育夫, 佐藤秀一, ヒラメ稚魚期の組織中脂肪酸組成および脂質代謝関連遺伝子の発現に及ぼす塩分の影響

The Japanese Society of Fisheries Science 85th Anniversary-Commemorative International Symposium, 2017, F.Li, Y.Haga, H.Kondo, M.Endo, I.Hirono, S.Satoh, Effect of supplementation with taurine and enzyme complex to low fish meal diet on growth and enterohepatic health of juvenile red sea bream, *Pagrus major*

International Symposium on Fish Nutrition and Feeding 2018, Las Palmas de Gran Palmas de Gran Canaria, T.Itoh, Y.Haga, A.Kurihara, H.Kondo, I.Hirono, S.Satoh, Effects of intraperitoneal injection of sulfur compounds on taurine synthesis in juvenile red sea bream (*Pagrus major*)

International Symposium on Fish Nutrition and Feeding 2018, Las Palmas de Gran Canaria, T.K.Seong, Y.Haga, R.Kitagima, S.Satoh, Effects of dietary fish oil replacement by microalgae, *Schizochytrium sp.* on growth performance, body composition and fatty acid profile of juvenile red seabream, *Pagrus major*

International Symposium on Fish Nutrition and Feeding 2018, Las Palmas de Gran Canaria, F.Li, I.Hirono, H.Kondo, Y.Haga, S.Satoh, Effect of taurine supplementation to non or low fishmeal diet on growth, intestinal morphology and cytokines gene expression of juvenile red sea bream, *Pagrus major*.

平成 30 年度日本水産学会秋季大会, 東広島, 中村康平, M.M.Gonzales, 伊藤智子, 益田玲爾, 近藤秀裕, 廣野育生, 芳賀 穰, 佐藤秀一, タウリンおよびシステイン, システアミン添加飼料がヒラメ稚魚の成長および遊離アミノ酸含量に及ぼす影響

平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京, 松吉純平, 興石友彦, 宮原治郎, R.Kitagima, 佐藤秀一, 芳賀 穰, プリ用無魚粉飼料における魚油代替に関する研究

平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京, 伊藤智子, 芳賀 穰, 益田玲爾, 佐藤秀一, マダイ稚魚の成長成績およびタウリン含量に対するタウリン前駆物質の給餌効果

平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京, T.Seong, K.Waki, T.Hashimoto, Y.Haga, S.Satoh, Non-fish meal and non-fish oil diet development for red sea bream, *Pagrus major*,

with microalgae species

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：廣野育生

ローマ字氏名：Hirono Ikuo

所属研究機関名：東京海洋大学

部局名：学術研究院

職名：教授

研究者番号(8桁)：00270926

研究分担者氏名：吉崎悟朗

ローマ字氏名：Yoshizaki Goro

所属研究機関名：東京海洋大学

部局名：学術研究院

職名：教授

研究者番号(8桁)：70281003

研究分担者氏名：芳賀 穰

ローマ字氏名：Haga Yutaka

所属研究機関名：東京海洋大学

部局名：学術研究院

職名：准教授

研究者番号(8桁)：00432063

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。