

令和 6 年 9 月 20 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02270

研究課題名(和文) バイオロギングと分子系統解析を用いた東シナ海産カンパチの個体群構造の解明

研究課題名(英文) Population structure of greater amberjack in the East China Sea using biologging and molecular phylogenetic analysis

研究代表者

河邊 玲 (Kawabe, Ryo)

長崎大学・海洋未来イノベーション機構・教授

研究者番号：80380830

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：台湾周辺と鹿児島南部で行った調査から、東シナ海産カンパチ親魚はブリのような大規模回遊せず黒潮近傍に産卵場をもつことから、黒潮とその分枝流と関連が深い回遊環を形成する。本種にとって黒潮は上流から下流へと仔稚魚を輸送し流域内の集団間の交流を促進する働きを持つと同時に、他の海域との交流を阻む障壁であると考えられた。また、ブリと産卵場を比較した結果、両種の産卵場が1月から2月にかけて東シナ海南端の大陸棚斜面域周辺で重複することが分かった。以上より、両種の交雑個体が確認されたのは、近年のブリ資源量の増加に伴って産卵場が南方へ拡大したことで、産卵する時空間が重複したことによると推察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東シナ海産カンパチは、親魚がそれぞれの固有の生息地を有する一方で、卵仔稚魚は黒潮によって広域に分散拡散することで、東シナ海で単系統となる集団構造が形成されることが明らかとなった。これが本研究の学術的意義となる。また、東シナ海には地域ごとに固有の産卵場が国を跨いで形成されることから、東シナ海産カンパチの個体数と遺伝資源の両方を保全するには、国際的な管理体制(例えば日本と台湾)を整備することが肝要となる。これが本研究の成果に立脚した社会的意義となる。

研究成果の概要(英文)：Surveys conducted around Taiwan and in southern Kagoshima revealed that the adult greater amberjack in the East China Sea do not migrate on a large scale like yellowtail, but have spawning grounds in the vicinity of the Kuroshio, forming a migration ring closely associated with the Kuroshio and its branching currents. For this species, the Kuroshio is thought to transport juveniles from upstream to downstream, facilitating interactions between populations within the basin, and at the same time acting as a barrier to interactions with other areas of the sea. Comparison of spawning grounds with yellowtails showed that the spawning grounds of both species overlap around the continental shelf slope area at the southern end of the East China Sea from January to February. It is the reason for the natural hybridization individuals of both species was due to an overlap in spawning time and space as the spawning grounds expanded to the south with the recent increase in yellowtail abundance.

研究分野：魚類回遊生態学

キーワード：カンパチ 集団構造 バイオロギング 回遊 東シナ海 分子系統 黒潮

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本はブリ類の養殖生産量 15 万トンを誇り、世界の生産量の 80% を占めるブリ類養殖大国であり輸出国でもある。かつてのブリ類養殖は、日本固有種であるブリ (*Seriola quinqueradiata*) の生産が専らであったが、近年は対象種の多様化が進み総生産量の 60% に低下した。ここで、単価の高いカンパチ (*S. dumerili*) の生産量が急激に伸びて生産量の約 40% に達し、ブリ類でも高級とされるヒラマサ (*S. lalandi*) も 4,000 トン前後と少ないものの着実に養殖生産が増えてきている。他方、海外に目を向けると、ブリ類養殖が進められているアメリカ、チリ、オセアニアおよび地中海諸国では汎世界種であるカンパチとヒラマサの生産が主である。これらの種苗には海で採捕された天然種苗と、いわゆる完全養殖で卵から人の手で育てられた人工種苗の 2 種類があるが、諸外国のブリ類養殖では人工種苗を用いている。これに対し、我が国で国産と銘打たれたブリ類の養殖種苗 (ブリ・カンパチ・ヒラマサ) は東シナ海で採捕される天然種苗にほぼ全てを依存している。

人工種苗の場合はその由来が明確であるのに対し、天然種苗の由来を追跡するためには遺伝的な情報を用いるしかなく、さらに、これらが持続可能な漁業・漁法で採捕されたことを示さなければならない。ブリの種苗採捕には厳しい漁獲量制限が設けられており、近年では天然ブリの漁獲量が過去最高水準で推移していることから (Kubota et al 2019 <http://abchan.fra.go.jp/>)、種苗採捕の資源管理が機能している好例となっている。ところが、カンパチの天然種苗には漁獲規制がないのが現状である。現在のところ、カンパチの産卵場は台湾東部海域に特定されているが、東シナ海その他海域にも産卵場が存在する可能性は大いにある。これらのことは、産卵親魚を適切に保全しながら天然種苗を持続的に確保していくためには、台湾をはじめとした国際的な枠組みの下で漁業管理していかななくてはならないことを意味する。そこで、我が国のカンパチ養殖を世界レベルで展開していく際に必要となるのは、種苗採捕の規制のない東シナ海におけるカンパチの資源生態学的な情報の集積である。ところが、ブリの生態に関する研究史は古く 1950 年代からの知見の蓄積がある一方、カンパチについては申請者の研究グループがここ数年で東シナ海での分子系統解析を行うとともに、台湾周辺海域でバイオロギングを用いた調査よりの回遊ルート进行を明らかにしたレベルで、東シナ海全域での回遊生態と個体群構造に関する情報については未解明に近い状況にある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、台湾以外の海域 (東シナ海中部および北部海域) に生息するカンパチの産卵回遊行動をバイオロギング手法を用いて個体単位の高い時空間分解能で計測し、これとゲノム解析を通じた分子系統に関する既往知見とを統合することで、東シナ海産カンパチの集団構造を明らかにすることである。これらの統合研究によって、我が国におけるカンパチの持続的利用に資する資源学的情報へと整理することを最終目的としている。

3. 研究の方法

〔野外調査〕

2021 年 9 月ならびに 11 月に鹿児島県南部の屋久島周辺海域で釣獲したカンパチ (FL: 84.5-110 cm) に行動記録計 (Mini-PAT、Wildlife Computers 社製) を取り付けて放流した。2022 年 9 月までに 1 個体の記録計の物理的な回収に成功してからデータを得た。また、2020 年 9 月に同じく種子島周辺海域で釣獲し行動記録計を取り付けて放流した 5 個体分のデータも解析に用いた。

2023 年 2 月に沖縄県本島北部海域で釣獲したカンパチ (FL: 110-148 cm) に行動記録計 (Mini-PAT、Wildlife Computers 社製) を取り付けて放流した。2023 年 9 月までに 1 個体の記録計の物理的な回収に成功してからデータを取得して解析に供した。

近年、東シナ海ではブリ属魚類の自然種間交雑が顕在化 (Takahashi et al. 2020) していることから、外部形態だけでは正確な種判別が行えない可能性がある。そこで記録計を装着し放流した個体に対しては、外部形態に加えて遺伝子情報も利用して種判別を行った。まず、遺伝子解析用として、記録計を装着した個体の尻鰭後端 1 cm を採取し、99.5% エタノール中に浸漬して保存した。

〔データ解析〕

【鉛直遊泳・経験水温の解析】

対象生物の経験水温範囲、滞在深度特性を明らかにするために、個体別に記録期間中の深度と水温の統計値を算出した。また、鉛直方向の深度と水温のプロファイルを作成した。

【水平移動と分布】

対象生物の回遊経路と移動範囲を推定するために、経験照度と水温記録を用いて個体別に記録期間中の水平位置を推定した。

4. 研究成果

〔水平移動と分布〕

薩南個体は最大で緯度方向に 0.6°、経度方向に 1.4° の範囲を移動しており、我々が過去に行った台湾から放流した個体のうち台湾南部に滞在して大きな移動をしなかった個体 (緯度方向: 最大 1.3°、経度方向: 最大 1.1°、Tone et al 2022) に類似した移動範囲を示した。薩南個体は台湾の

南北移動個体のような南北移動は行わず、放流場所周辺の等深線の入り組んだ水深 200 m から 500 m の海域に主に分布していた。一方、沖縄放流個体は緯度方向に 0.8°、経度方向に 1.1°の範囲を移動しており、薩南や台湾南部に滞在した個体のように大きな移動は行わず、放流場所周辺の等深線の入り組んだ海域に分布していた。薩南、沖縄いずれの個体も、他地域と交流するような大きな移動は行わなかった。

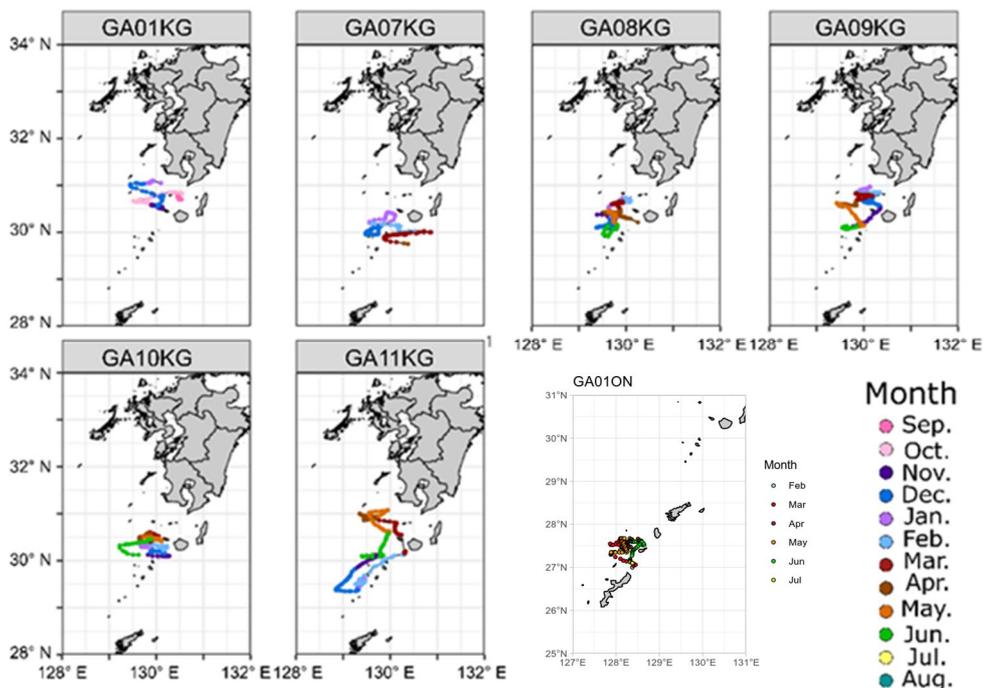


図1 薩南および沖縄海域にて放流された個体の水平移動。図の上のラベルの「KG」と表記された個体は薩南海域から放流された個体。「ON」は沖縄本島北部から放流された個体。

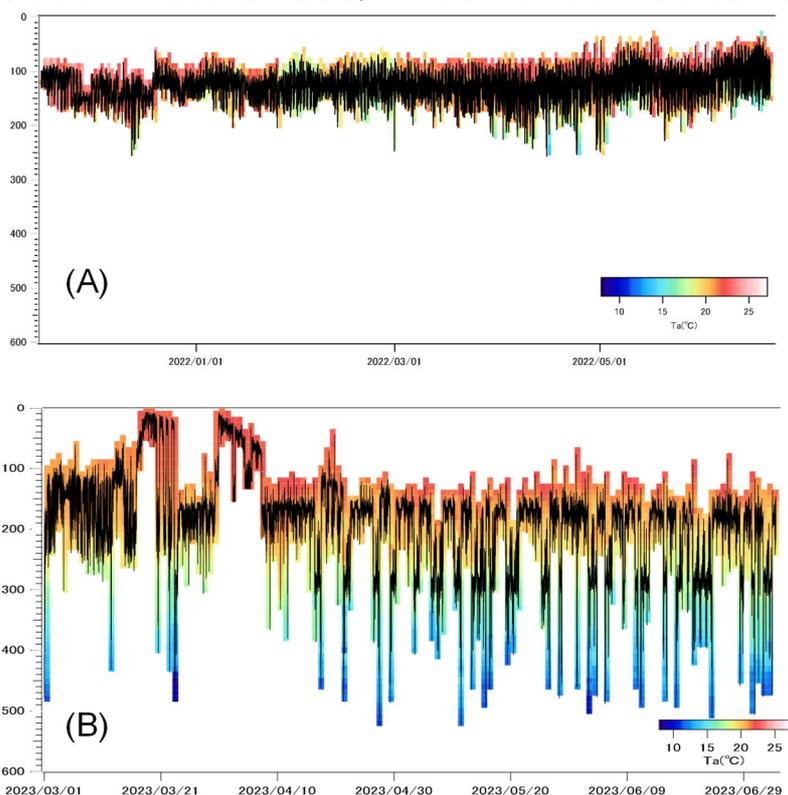


図2 薩南および沖縄海域にて放流された個体の深度・水温の時系列図。(A) 薩南放流個体。(B)沖縄放流個体。

〔鉛直移動と経験水温〕

データが得られた個体のうち、薩南ならびに沖縄海域における深度と水温の時系列図を図1に

示す。記録期間全体の深度を比較すると、薩南個体の平均深度は 129.5 ± 29.1 m であり、沖縄放流個体の平均深度は 188.0 ± 76.7 m であり、沖縄の放流個体の方が深い深度に滞在していた。薩南個体の平均経験水温は 20.3 ± 2.3 °C であり、沖縄放流個体 (20.1 ± 1.0 °C) と 1°C 以内の温度差であった。薩南個体は 90 m から 110 m に多くの時間を滞在し、昼夜共に 120 m から 140 m に分布の中心があった。一方、沖縄個体は 170 m から 180 m に多くの時間を滞在し、記録期間では 200 m よりやや浅い深度とから 300 m よりやや浅い深度に分布の中心が存在するような二峰性を示した。二峰性は 4-7 月に顕著となった。

〔外部形態と PCR-RFLP 分析に基づく種判別結果〕

本研究で開発した ITS 領域(核 DNA)法と既報の Cytb 領域(mtDNA)法を併用して、今回、行動記録を取得した薩南個体について、種間交雑個体が存在する可能性を検討した。なお、全ての薩南個体の外部形態は、カンパチの特徴(尾鰭下葉先端が白色であり、第2背鰭前部は鎌状に伸長しない)を有していた。PCR-RFLP 解析の結果、全7個体のうち6個体については、形態情報、核 DNA 情報、mtDNA 情報の間に矛盾はなかった。すなわち、ITS 領域(核 DNA)の解析からは、これらがカンパチ類(カンパチまたはヒレナガカンパチ)であることが、Cytb 領域(mtDNA)の解析からはカンパチであることが示された。一方で1個体については、形態による種判別と Cytb 領域(mtDNA)による種判別の間に齟齬がみられた。すなわち、この個体は形態的にはカンパチと判定されていたが、Cytb 領域(mtDNA)の PCR-RFLP パターンはヒレナガカンパチのものであった。なお、当該個体における ITS 領域(核 DNA)は、カンパチ類(カンパチまたはヒレナガカンパチ)の PCRRFLP パターンを示した。

〔考察〕

まず、東シナ海に生息するカンパチの産卵場は、仔稚魚の分布から推定されていた範囲(Hasegawa et al. 2020)よりも南北に広いことが示された。具体的には、これまで産卵場だと考えられていた陸棚縁辺部周辺に加えて、台湾東部沖合を流れる黒潮内部の広い範囲が産卵場であると考えられる。カンパチは分離浮遊卵を産卵し、孵化後成長した稚魚は流れ藻などの浮遊物に付随した生活を行う(Yamasaki et al. 2014; Hasegawa et al. 2017a)。そのため、黒潮内で産卵された場合、遊泳力の乏しい卵や仔魚だけでなく、稚魚までもが黒潮によって上流である台湾東部から下流に位置する九州南部に向かって広範囲に分散すると考えられる。これに対し、成魚は海底構造の周囲を生息場所としており、同属のブリが日本列島を北海道から沖縄まで移動するのに対しほとんど移動しないことが分かった(図1)。これは、海底構造の周りに集まることで外洋を泳ぐよりも効率よく餌を入手するためであると考えられる。このようにカンパチの移動様式は、生活史の中で発育段階により大きく変わる。卵や仔稚魚が広範囲に分散した後、成魚がほとんど移動しない場合、台湾東部沖合で産卵されたカンパチは黒潮によって下流に輸送され、元の産卵場所に戻ってくることができず、環状の回遊経路(つまり回遊環)が形成されない。

ここでは、黒潮の分枝流に注目して考えたい。黒潮には複数の分枝流が生じることや、黒潮の周囲に多くの中規模渦が存在することがこれまで報告されている(中村 2017)。例えば台湾北東部では、台湾東部沿岸を北上した黒潮が陸棚縁辺部に沿って東方向へ流れを変えるが、この時に陸棚上へ流入した後、反時計回りで台湾北東部の沿岸方向へ流れる分枝流が存在する(Tang et al. 1999; Takahashi et al. 2009; Hsu et al. 2018)。この分枝流は通年を通じて生じるが、特に夏季に強度が高まることが報告されている(Hsu et al. 2018)。他にも、陸棚の縁に沿って北東方向へ流れる黒潮と琉球列島の間を南西方向に奄美大島から石垣島へ流れる黒潮逆流が報告されている(Qiu & Imasato 1990)。流れ藻に付随した初期生活を行うカンパチ稚魚は、黒潮本流から分離した分枝流にのって漂流することで、産卵場の近くにとどまり続けているのかもしれない。仮に、台湾北東部を流れる分枝流にのって移動してきた稚魚が成長し、流れ藻から離れ中層から底層に生息域を移した場合、陸棚縁辺部に生息場所が形成されると予想される。この陸棚縁辺部周辺は、カンパチ成魚が利用していた台湾北部行動圏の位置と一致しており、カンパチの成長に適していると推察される。その後は、台湾東部の南北に存在する海底構造物間を移動しながら成長し、再生産に加入することで台湾東部での小規模な回遊環を形成していると考えられる。

しかし、このような黒潮の分枝流を利用する回遊環では、沖縄北部や台湾東部で生まれた個体の多くは黒潮の本流によってより下流(例えば薩南海域)へと移送されてしまい元の産卵場に戻ってくることができないのではないかと予想される。加えて、これまでの遺伝子解析により、東シナ海を南北に縦断する複数地点で採集された仔稚魚の mtDNA の制限部位にサンプル間で遺伝的な差異が検出されなかったことから、東シナ海内に生息するカンパチは遺伝的に単一集団であることが示唆されているが(Hasegawa et al. 2020)、台湾東部のカンパチの回遊環が黒潮の分枝流のみで成り立っていた場合、東シナ海におけるカンパチの交流が行われず遺伝的な単一集団が形成されない可能性がある。

同じブリ属のブリは、産卵期の初期は産卵場の南西部で産卵を行い、その後水温の季節的な上昇とともに産卵場が北東方向へ移行していくことが知られている(山本ら 2007; Sassa et al. 2020)。カンパチも同様に、産卵期の初期には台湾東部沖合の黒潮内が産卵場となっており、その後水温の季節的な上昇と共に黒潮の下流側(沖縄から薩南海域)へと産卵場が移行していく可能性がある。実際、台湾放流個体と鹿児島放流個体の間では、最終成熟に必要な水温上昇を経験した季節に差が生じており、台湾南東部に生息する個体よりも薩南海域に生息する個体の方が産卵期が遅いことが示唆された。また、本研究で放流したカンパチ成魚の地域間の分布は重なることはなくなかったことから、東シナ海には産卵場が複数の海域に存在している可能性が高い。複数の産卵場で産卵された卵仔魚は、黒潮(およびその分枝流)によって輸送され、それ

ぞれ小規模な回遊環を形成していると考えられる。さらに、ここで小規模な回遊環から外れ黒潮本流によって輸送された稚魚はそのままさらに黒潮の下流へと輸送されるだろう。輸送された仔稚魚が成長し底層に生息域を移した場合、黒潮の上流側に生息する個体が輸送先の黒潮の下流側に定着し、その個体が定着した先の海域で再生産を行うことで、遺伝的な交流が生じるはずである。さらに、黒潮は北部太平洋に形成されている北太平洋環流の一部となっており、台湾から日本、日本からハワイ、ハワイからフィリピン、そしてフィリピンから台湾へと太平洋北部を大きく一周する循環流を形成している。この循環が一つの大きなカンパチの回遊環を形成しており、各産卵場とその周囲に形成される小さな回遊環がそれぞれメタ個体群となって遺伝的な単一集団を維持していると推察される。

この海流を利用した集団間の交流は、東アジアにおけるカンパチの集団構造の理解を助けるかもしれない。フィリピン東部を北上する黒潮の一部は、バシー海峡を超えて南シナ海に流入する (Nan et al. 2015)。この南シナ海への流入には季節性があり、冬季に強く夏季に弱まる (Nan et al. 2015)。さらに流入経路にも種類があり、冬季にはバシー海峡から大きく南シナ海側へ流入するが、夏季にはほとんど南シナ海側へ流入せずに台湾東部沿岸を流れる (Nan et al. 2015)。そのため、カンパチの産卵期である春季 (2月から4月: Hasegawa et al. 2020; Hsiao et al. unpublished data) から夏季にかけては黒潮の南シナ海への流入量は少なく、黒潮内で産卵された卵や孵化した仔稚魚が南シナ海へ輸送される可能性は低い。加えて、同時期に南シナ海では南シナ海南部から反時計回りに海南島へ向かって流れる渦流があるため (Qu 2000)、南シナ海から東シナ海側へ卵や孵化した仔稚魚が輸送される可能性も低い。さらに、太平洋と南シナ海の境界にあたるバシー海峡の西部に存在するマニラ海溝は非常に深いため (4000-5000 m)、海底構造間を移動するカンパチ成魚の移動を阻む障壁となることが推察される。このことから、東シナ海に生息する個体は南シナ海の個体との交流が仔稚魚・成魚ともに阻害されていることから異なる集団を形成しており、むしろ日本の太平洋側個体 (例えば、高知沿岸に生息する個体) と同じ集団である可能性が高い。つまり、カンパチにとって黒潮のような海流は仔稚魚を分散させるベルトコンベアーのような働きを持つと同時に、他の海域との交流を阻む障壁にもなっていると言える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tone K, Chiang WC, Yeh HM, Hsiao ST, Li CH, Komeyama K, Kudo K, Hasegawa T, Sakamoto T, Nakamura I, Sakakura Y, Kawabe R	4. 巻 699
2. 論文標題 Two-way habitat use between reefs and open ocean in adult greater amberjack: evidence from biologging data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Marine Ecology Progress Series	6. 最初と最後の頁 135 ~ 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3354/meps14169	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 TONE KAZUKI, TOZAWA TAKU, KUDO KENSUKE, SASAKI IKUSEI, CHIANG WEI-CHUAN, YEH HSIN-MING, NAKAMURA ITSUMI, KOMEYAMA KAZUYOSHI, SAKAMOTO TAKASHI, SAKAKURA YOSHITAKA, KIKUCHI KIYOSHI, KAWABE RYO	4. 巻 89
2. 論文標題 A comparison of the swimming behavior of greater amberjack <i>Seriola dumerili</i> in southern Kyushu and eastern Taiwanese waters	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 NIPPON SUISAN GAKKAISHI	6. 最初と最後の頁 22 ~ 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2331/suisan.22-00026	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 Tone Kazuki, Nakamura Yosuke, Chiang Wei Chuan, Yeh Hsin Ming, Hsiao Sheng Tai, Li Chun Huei, Komeyama Kazuyoshi, Tomisaki Masanori, Hasegawa Takamasa, Sakamoto Takashi, Nakamura Itsumi, Sakakura Yoshitaka, Kawabe Ryo	4. 巻 31
2. 論文標題 Migration and spawning behavior of the greater amberjack <i>Seriola dumerili</i> in eastern Taiwan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fisheries Oceanography	6. 最初と最後の頁 1 ~ 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/fog.12559	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 河邊 玲, 刀祢 和樹	4. 巻 59
2. 論文標題 養殖技術講座 : カンパチ 東シナ海産カンパチの産卵場をバイオロギング手法で特定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 養殖ビジネス	6. 最初と最後の頁 54 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 工藤謙輔, 刀祢和樹, 中村乙水, 荇平裕次, 前田有香里, 小山 喬, 征矢野清, 菊池 潔, 阪倉良孝, 河邊 玲
2. 発表標題 すべてのブリが夏季に能登以北へ移動するのか? : 対馬暖流域で新たに発見された移動様式
3. 学会等名 水産海洋学会創立60周年記念大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 刀祢和樹, 都澤 拓, 工藤謙輔, 佐々木, 幾星, Wei-Chuan CHIANG・Hsin-Ming YEH, 中村乙水, 米山和良, 坂本 崇, 菊池 潔, 阪倉良孝, 河邊 玲
2. 発表標題 東シナ海および台湾周辺海域におけるカンパチの回遊生態VII 九州南岸と台湾東部におけるカンパチ <i>Seriola dumerili</i> 成魚の遊泳行動の比較
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 工藤謙輔, 刀祢和樹, 中村乙水, 荇平裕次, 前田有香里, 小山 喬, 征矢野清, 菊池潔, 阪倉良孝, 河邊玲
2. 発表標題 東シナ海北部から放流した ブリ (<i>Seriola quinqueradiata</i>) の水平・鉛直移動様式
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 濱田翔太, 工藤謙輔, 刀祢和樹, 中村乙水, 前田有香里, 菊池 潔, 阪倉良孝, 河邊 玲
2. 発表標題 九州北部海域におけるヒラマサの遊泳行動
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 都澤 拓・刀祢和樹・工藤謙輔・富崎雅規・Wei-Chuan CHIANG・Hsin-Ming YEH・Sheng-Tai HSIAO・Chun-Huei LI・米山和良・坂本 崇・中村乙水・阪倉良孝・河邊 玲
2. 発表標題 東シナ海中部と南部におけるカンパチの水平および鉛直遊泳行動の比較
3. 学会等名 2021年度水産海洋学会研究発表大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 刀祢和樹・米山和良・Wei-Chuan CHIANG・Hsin-Ming YEH・Sheng-Tai HSIAO・長谷川隆真・坂本 崇・富崎雅規・阪倉良孝・河邊 玲
2. 発表標題 東シナ海および台湾周辺海域におけるカンパチの回遊生態 VI バイオロギングデータを用いた産卵場推定
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>バイオロギング研究室@長崎大 https://www.facebook.com/BiologgingKawabe 世界初！高級魚カンパチの産卵場所を特定 ～東シナ海産カンパチの産卵場をバイオロギング手法で特定～ https://www.nagasaki-u.ac.jp/ja/science/science243.html</p>

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	阪倉 良孝 (Sakakura Yoshitaka) (20325682)	長崎大学・総合生産科学研究科(水産学系)(水産)・教授 (17301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	中村 乙水 (Nakamura Itsumi) (60774601)	長崎大学・海洋未来イノベーション機構・助教 (17301)	

	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
研究協力者	坂本 崇 (Sakamoto Takashi) (40313390)	東京海洋大学・学術研究院・教授 (12614)	
研究協力者	菊池 潔 (Kikuchi Kiyoshi) (20292790)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・教授 (12601)	
研究協力者	米山 和良 (Komeyama Kazuyoshi) (30550420)	北海道大学・水産科学研究院・准教授 (10101)	

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		
その他の国・地域	台湾農業部水産試験所		