

令和 6 年 6 月 1 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K06320

研究課題名（和文）極東海域（FAO Area 61）の魚類リスト構築と固有性魚類群集の特異性と起源

研究課題名（英文）Endemic fish species of East Asia FAO Area 61 and their origin

研究代表者

岩槻 幸雄（IWATSUKI, YUKIO）

宮崎大学・農学部・特別協力研究員

研究者番号：60213302

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：日本列島には南方系魚類と北方系魚類を起源とする魚類と、更に温帯域に適応した魚類がみられた。東アジアの豊かな魚類資源、世界でも有数の漁獲量の多い魚種は東アジアの固有性魚類であった。この東アジアの魚類相や資源がどのように形成されたのかは興味深い。正確に種を同定して国際間で資源管理や保全が基本であるが、ありふれた魚、例えばタイ科マダイでさえ分類学的に問題があった。実は東アジアの固有性魚類を把握することが今後の資源管理に有効であり、東アジアの魚類相とその起源を探求することは興味深く、南方系魚類と北方系魚類を起源とする魚類相を把握することが今後の資源管理に役立つことが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、日本を含む東アジアの魚類相や魚類資源の起源を探る研究であり、日本列島には南方系魚類と北方系魚類を起源とする魚類と、更に温帯域に適応した魚類がみられる。日本列島には南方系魚類と北方系魚類を起源とする魚類と、更に温帯域に適応した魚類がみられるので、東アジアの豊かな魚類資源、世界でも最も漁獲量の多い魚種は東アジアの固有性魚類であり、その固有性魚類が今後の東アジアの魚類の魚類資源にとって最も重要な魚類資源であり、資源管理や保全の方向性や提言が可能である。また魚類学の基礎的知見に貢献する。

研究成果の概要（英文）：In the East Asian fishes, fish of southern and northern origins were found, as well as fish adapted to more temperate regions. The rich fish resources of East Asia, and the most heavily fished species in the world, are endemic to East Asia. How this East Asian fish fauna and resources were formed is interesting. Accurate species identification, international resource management, and conservation are fundamental, but even commonplace fish, such as the snapper, had taxonomic problems. In fact, it turned out that understanding the endemic fish fauna of East Asia is useful for future resource management, and it is interesting to explore the fish fauna of East Asia and its origin, which is derived from southern and northern fish faunas.

研究分野：魚類学

キーワード：東アジア 固有性魚類 起源 分類学的再検討 南方・北方系魚類 資源 遺伝学的研究

1. **研究開始当初の背景** - 日本列島には南方系魚類と北方系魚類を起源とする魚類と、更に温帯域に適応した魚類から形成されている。特に東アジアの豊かな魚類資源、漁獲量の多い魚種は東アジアの固有性魚類であることが長年の申請者の分類学的研究からわかってきた。この豊かな東アジアの魚類相や資源がどのように形成されたのかを明らかにするには、ありふれたタイ科マダイでも分類学的問題のある種類がまだ多く、それらを科毎に正確な同定・整理して分類学的再検討を行う必要がある。正確に種を同定することは資源管理や保全を行う基本である。また日本列島を含む東アジアで資源量が多い魚種はこの地域の固有性魚類であり、それらの魚類を明らかにすることと、魚類相の起源を知ることは東アジアの豊かな魚類資源管理や未来の保全の方向性を考慮できる。

2. **研究の目的** - 東アジアの魚類相で、南方系魚類を起源に持つ魚が多い、逆に北方系魚類の起源はサケ科魚類に代表される魚類に多い。コロナ禍で外国とのサンプル収集は困難となったので、最初の目的から少し方向転換し、南方系魚類の問題のあるタイ科魚類と、フエフキダイ科魚類のメイチダイ属魚類の分類学的再検討を優先した。次に、南方系沿岸性の多くの魚類は、現在の地中海起源とするものが日本列島まで東進して東アジアに分布域を拡大して生息すると考えられたが、実際には東アジア起源とするものも予備調査から、タチウオ科魚類 *Lepturus* の遺伝学的研究から気づいた。代表的な沿岸性魚類を中心に遺伝学的解析から起源は東アジアに生息する小型類似種群のコガタタチウオ（仮称）のように、東アジアを起源とする魚類も存在する可能性があった。逆に北方系魚類では、氷河期に南下して東アジアに広く生息域を広げたのはサケ科魚類である。特にサクラマス類似種群やイワナ類似種群は遼河性魚類なので、集団解析すれば単に北方、北海道から南下したと考えることが多いが、ロシアや朝鮮半島を経由して九州地方にまで進出した可能性があることが、特にサクラマス類似種群やイワナ類似種群でそれらの予備調査で分かってきた。全国調査を行い、在来判定と地理的遺伝系統を明らかにして、ミトコンドリアやNGSのMy-Seqにより解析を行い、起源を明らかにして、東アジアの魚類相の形成過程を明らかにする目的で調査を行った。

3. **研究の方法** (1) 分類学的研究：太平洋のタイ科マダイ属魚類は、帰属と分類が疑問視されていたので、外部形態の計測や観察と骨学的研究と、また遺伝解析によるミトコンドリアのCOI領域とNGSのMig-Seqによる解析で最終結論を得ようとした。フエフキダイ科メイチダイ属魚類の分類学的再検討では、外部形態と種判別に用いられているミトコンドリアCOI領域を解析した。(2) 南方系・北方系の魚類の遺伝学的研究からその魚類起源の検討を行った。南方系魚類では、特にタイ科、タチウオ科、アジ科、フエダイ科、クロサギ科等ではミトコンドリアのCOI、16S、Cyt-b領域を解析を行い、属内でどの種の起源が原始的かと調べて、分散の方向性を調べて、起源が太平洋側の北半球か南半球か、インド洋では南アフリカ側、地中海やペルシャ湾・紅海側を確認することによっておおよその起源を確認した。コロナ禍であっても国内のサンプリングは可能だったので、サクラマス類似種群とイワナ類似種群に絞って全国調査で、まずアミノ酸をコードし、呼吸に関するミトコンドリアCytchrome bの全域(1141bp)で、地理的遺伝系統の情報が欠損しないよう全域解析を行い、日本全体の両類似種で地理的遺伝系統の特徴をでないかどうか検討した。四国や九州には自然分布のイワナはいないとされてきたが、有力な聞きこみにより生息地を特定して、解析を行った。

4. **研究成果**(1)タイ科魚類マダイ属とフエフキダイ科メイチダイ属魚類の分類学的再検討、(2)起源を探るための沿岸性魚類の遺伝学的系統解析、(3)サケ科魚類サクラマス類似種群とイワナ類似種群の全国のCytochrome bと次世代型シーケンサを用いたNGSのMig-Seq解析による系統遺伝学的解析を行い、その系統樹やstructure解析等、Split Treeの解析結果から起源の系譜を押さえて、日本列島のイワナ類似種群の17の遺伝グループが見つかった。この地理的遺伝情報の類似性から大まかな在来

判定がミトコンドリアの一塩基置換のネットワーク図から末端のハプロタイプは強い固有性があることが示唆された。従って大まかな在来判定が可能となった。(4) 東アジア (Area61) の魚類相性の固有性と特徴があることが示唆された。

4.(1) タイ科マダイ属とフエフキダイ科メイチダイ属魚類の分類学的再検討-太平洋のマダイ属 *Pagrus* 属 1 種であるとされたが、頭骨の形態や遺伝解析から本属は大西洋のマダイ属 (*Pagrus*) ではなく *Chrysophrys* 属 (新称、太平洋マダイ属) に帰属すべきで、大西洋とは属が異なる。また太平洋の北半球と南半球のものはそれぞれ 1 種で 2 種とし、南半球はでは 1 種 2 亜種とした。本属魚類はミトコンドリアによる解析では東アジア、オーストラリア、およびニュージーランドで異なっていた。また、フエフキダイ科メイチダイ属 (*Gymnocranius*) 魚類のミトコンドリアの COI の解析結果によりインド・西部太平洋には、13 種が有効であり 4 種が未記載種であることが強く示唆された。

4.(2) 起源を探るための沿岸性魚類の遺伝学的系統解析

南方起源である従来古テーチス海 (現在の地中海) 近海から原始的な多くの現生硬骨魚類の化石が発掘されているので、東アジア魚類も同じように考えられてきた。本研究によりタイ科魚類は図 1 で示すようにタイワン属魚類が東アジアに初期の段階に進出後、ホシレンコ属、ヒレコダイ属、チダイ属、マダイ属の順に東アジアでも進化・分化してきた従来の考え方に一致する。

しかし、図 2 の系統樹からメイチダイ属ではオーストラリアを起源として広くインド・西部太平洋に 13 種の魚類に熱帯域に分化し、その後温帯期の東アジアに適応したメイチダイが種分化した結果と判断され、一度広く熱帯域を分布域に広げたあとメイチダイのみが温帯域に適応したと強く示唆された。

これに反して、タイチウオ属魚類は、世界に 1 種 *Trichiurus lepturus* とされてきたが、東アジアのタチウオ属魚類は、小型タチウオ類似種群が浅海に分化した後、大型になり、深海性タチウオの *T. haumela* が、広くインド・西部太平洋に分散し、古地中海 (テーチス海) から南アフリカを經由して、大西洋からパナマ付近で東太平洋に進出して、全世界に拡散し、各地で種分化し、13 種類もの多様化したと考えられた。一方北方起源は、純粋な多くの海産魚類はウミタナゴ類やアイナメ類は、氷河期に南下して特にアイナメやクジメなどは、特に太平洋岸での後者は日本の九州日向灘地方まで進出して適応した種類である。

しかし、サケ科魚類の多くは同じ傾向があるが、サクラマス類似種群とイワナ類似種群も従来、北方から氷河期南下して、九州までサクラマスの先祖は南下して、タイワンマスは氷河期に台湾まで進出したとされてきた。しかし、これらのサクラマス類似種群とイワナ類似種群を詳しく調べると、どうも起源は複数あったことが強く示唆され、違っていた可能性が高い。図 4 のイワナの Mig-Seq による解析では、北方の北海道起源、北陸起源、九州起源の 3 つがあることが判明した。これらサケ科魚類のイワナ類似種群やサクラマス類似種群は、北陸や九州に入って、逆に日本列島を北方に分散していった可能性が高いことを示唆していた。結局、日本列島を含む温帯域である東アジアは、南方・北方からの単純な侵入というだけでなく、複雑な経路や異なる時代に、また異なる時代の起源からなる魚類群集、魚類相形成がなされてきたことが強く示唆された。サケ科魚類サクラマス類似種群とイワナ類似種群の全国の系統遺伝学的解析と起源から、地理的遺伝学的特徴を押さえて在来判定-日本列島には南方系魚類と北方

系魚類を起源とする魚類と、更に温帯域に適応した魚類がみられた。東アジアの豊かな魚類資源、世界でも最も漁獲量の多い魚種は東アジアの固有性魚類であることが強く示唆された。

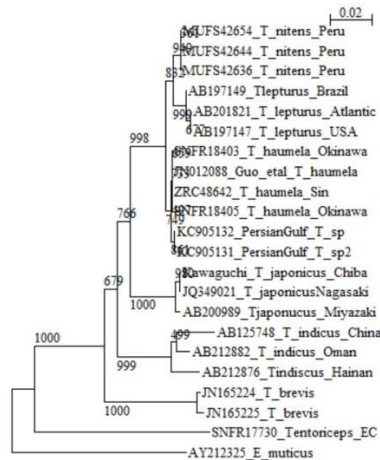
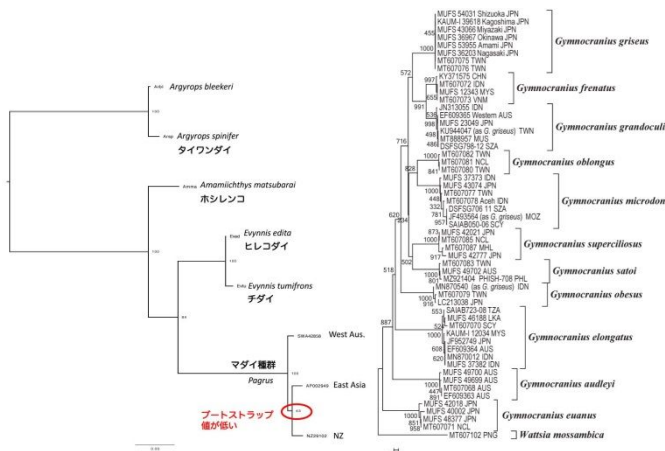


図1 タイ科魚類の系統樹

図2 メイチダイ属の系統樹

図3 タチウオ属魚類の系統樹

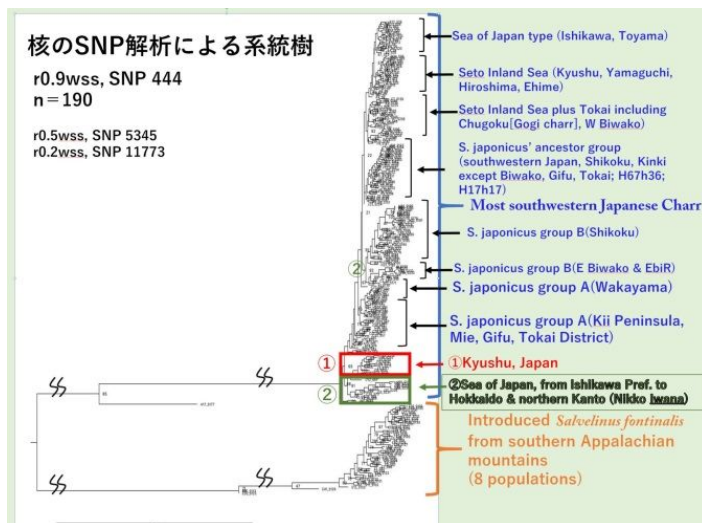


図4 イワナ類似種群の系統樹

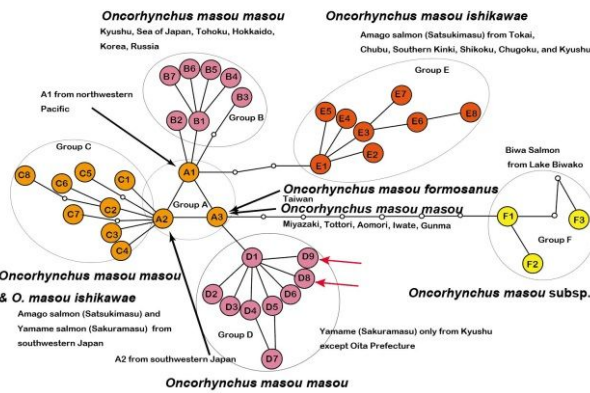
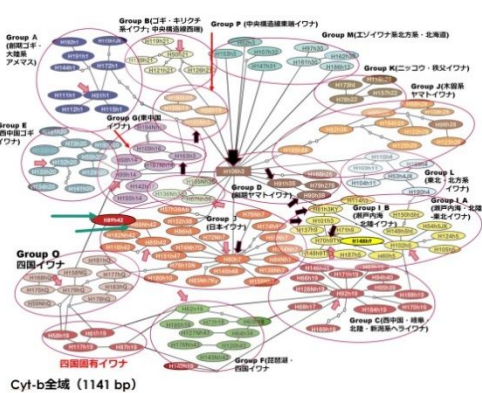


図6 イワナ類似種群の Cyt-b の network 図5 サクラマス類似種群の Cyt-b の network (岩槻ら, 2022)

4 . (4) 東アジアの魚類相 (Area61) -日本列島を含む東アジアで資源量が多い魚種は、東アジア地域の固有性魚類であった。世界の海産魚類の 27% (5280 種) が北西太平洋に分布し、Area61 の東アジアの固有種が 1396 種、準固有種 374 種、合計 1770 種がみられ、魚類全種の 5% に相当であるが、各種の資源量が多く、多獲性魚類 (マイワシやサバ等) の他に数万トン程度の漁獲がある種類が多い。近年漁獲量は減少傾向だが、本来は世界の 1 / 4 も漁獲されていた時代もあった (図 7 - 8) 。

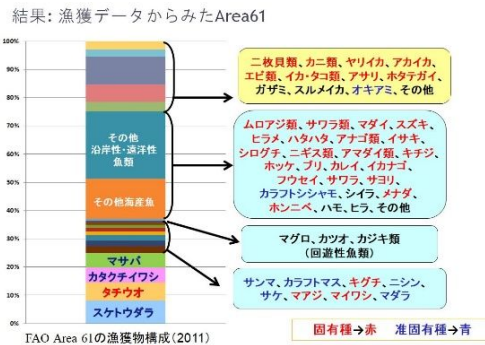
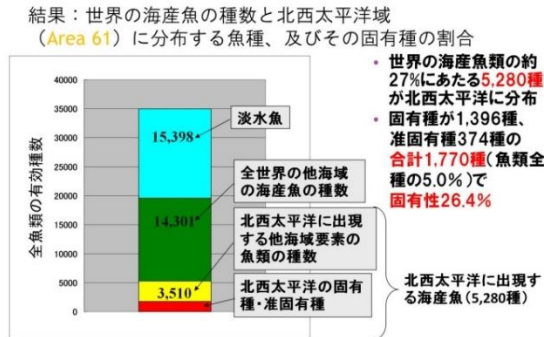


図 7 世界の魚類の東アジアの固有種の割合

図 8 Area61 における漁獲量の上位 (赤と青字)

この海域の固有性は 26.4% で世界でも有数の固有性が高い (図 7) 。それらの種類の海産魚類の漁獲量は過去には世界の 1 - 2 位を争うものであり、Area61 の魚類は固有性魚類が多く、また個々の種の資源量 (数万トン程度) が多い魚種が多いためと判断される。本来東アジアの魚類資源は大きくなる魚種が多い可能性を持つ。Area61 以外のインド・西部太平洋や全海洋に出現して分布範囲が広く、また Area61 でも漁獲量の多い魚類、例えば、サンマ、タラ類、サケ類、アイナメ類、マアジ、カツオ類、マグロ類など、あるいは身近で有名な魚類、ウルメイワシ、テンジクダチ、カンパチ、ムロアジ類、ボラなど汎用種で準固有種である。従って、東アジアの固有種と準固有種が人類との共存するための重要な魚種となる (図 8) 。東アジアの魚類相 (Area61) は、東アジアで資源量が多い魚種で、東アジアの魚類リストにある種類の資源管理を十分にすれば東アジアの豊かな魚類資源管理や未来の保全の方向性を考慮できる。

< 引用文献 > 岩槻幸雄・松本宏人・村岡佑樹・中平育人・長友智紀・佐藤 葵・山之内 稔・田中文也・稲野俊直・北西 滋. 2022. 宮崎県一ツ瀬川支流, 秘境「蛇籠川」のヤマメの遺伝系統と宮崎県の在来ヤマメの遺伝系. 統 Nature of Kagoshima 48:197-208.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Luca Pombo-Ayora, Viktor N. Peinemann, Collin T. Williams, Song He, Jia Li, Yukio Iwatsuki | 4. 巻 101 |
| 2. 論文標題 Acanthopagrus oconnoarae, a new species of seabream (Sparidae) from the Red Sea | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Gish Biology | 6. 最初と最後の頁 885 - 897 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jfb.15147 | 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 SENSURAT-GEN, D. SEYHAN and Y. IWATSUKI | 4. 巻 50 |
| 2. 論文標題 FIRST RECORD OF THE DOUBLEBAR SEABREAM, ACANTHOPAGRUS BIFASCIATUS (ACTINOPTERYGII: PERCIFORMES: SPARIDAE), IN THE AEGEAN SEA | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 ACTA ICHTHYOLOGICA ET PISCATORIA | 6. 最初と最後の頁 97-101 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3750/AIEP/02734 | 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 TAMAKI SHIMOSE1,4, NOBUAKI SUZUKI2 & YUKIO IWATSUKI3 | 4. 巻 4728 (4) |
| 2. 論文標題 iscus, Lutjanidae), with comparisons to P. argyrogrammicus (Valenciennes 1832 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Zootaxa | 6. 最初と最後の頁 469-476 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11646/zootaxa.4728.4.5 | 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 MOHAMMAD EUSUF HASAN1, 2, 5, JEAN-DOMINIQUE DURAND3 & YUKIO IWATSUKI4 | 4. 巻 4750 (2): |
| 2. 論文標題 Acanthopagrus datnia (Hamilton, 1822), a senior synonym of Acanthopagrus longispinnis (Valenciennes, 1830) (Perciformes: Sparidae) | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Zootaxa | 6. 最初と最後の頁 151-181 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11646/zootaxa.4750.2.1 | 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 岩槻幸雄・関伸吾・細井栄嗣・川嶋尚正・菅茂広・秋成澗・岡田遼太郎・八束将仁・信崎広・豊田庄二 | 4. 巻 8 |
| 2. 論文標題 四国におけるイワナの生息実態と聞き込み調査による過去の生息情報 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Ichthy, Nat. Hist. Fish. Jpn. | 6. 最初と最後の頁 47 - 56 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34583/ichthy.8.0_47 | 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 - |

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔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 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|