

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 21 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23570114

研究課題名(和文) アジ科魚類各属の系統類縁関係とヨロイアジ属群各種の分類学的系統学的研究

研究課題名(英文) Phylogenetic relationships among the genera of the family Carangidae and phylogeny and systematics of the species belonging to the Carangoides group

研究代表者

木村 清志 (Kimura, Seishi)

三重大学・生物資源学研究科・教授

研究者番号：00115700

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円、(間接経費) 1,290,000円

研究成果の概要(和文)：日本周辺および東南アジア各地から採集したアジ科魚類のミトコンドリアDNAを解析し、従来ヨロイアジ属Carangoidesとされていたものは分子系統的に大きく異なる多系統および側系統集団であることを明らかにした。本属のタイプ種である*C. praeustus*は他のアジ亜科全体を姉妹群とする極めて孤立した種であった。従来のヨロイアジ属の多くの種と近縁属をヨロイアジ属群とし、DNA解析と形態解析からインド洋-太平洋のヨロイアジ属群を9属に分類した。

研究成果の概要(英文)：Molecular biological analyses of the carangid fishes collected from Japan and Southeast Asia revealed that the genus Carangoides shows polyphyletic and paraphyletic relationships among the included species. The type species of the genus, *C. praeustus*, is a sister of all other species of Caranginae and located far from the majority of congeners. The former genus Carangoides from the Indo-Pacific can be divided into nine genera based on the DNA and morphological analyses.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：魚類 系統学 分類学 アジ科 属

1. 研究開始当初の背景

(1) アジ科魚類は全世界の熱帯から温帯にかけて分布し、主として沿岸海洋域に分布する魚類である。本科魚類はほぼ全世界の沿岸域で漁獲され、人類の重要な食糧資源になっているほか、中～大型海洋動物の栄養源としても重要な位置を占め、海洋生態系の中で被食者として、またより小型の動物の捕食者としても重要な位置を占める魚類である。このように人類に利用され続けてきた魚類であるにもかかわらず、種レベルの分類は今なお混乱状態が続き、系統類縁関係についてもほとんど研究されていないのが現状である。

本科魚類の分類学的研究は、1980年以降では Kimura and Suzuki (1981), Gushiken (1983), Gunn (1990) などの研究が知られる程度である。このほか国連農業食糧機構 (FAO) の同定ガイド (Smith-Vanitz, 1983, 1999, 2002) やユネスコの出版物 (Smith-Vanitz, 1986) として、地域に分かれた種の同定ガイドが出版されるのみで、属や種の分類学的研究はほとんど公表されていない。一方、アジ科魚類内部の系統関係については、Hilton et al. (2010) がクロアジモドキについてその類縁を報告した以外は、Kijima et al. (1988) がアイソザイム遺伝子を使って報告して以来、まとまった報告、特に分子生物学的手法を用いたものは知られていない。

(2) 本研究代表者の木村は、アジ科の分類に興味があり、日本周辺から得られるムロアジ属の分類学的研究結果を公表した (Kimura and Suzuki, 1981)。その後、ヒイラギ科 (Kimura et al., 2000; 2003; 2005; 2008; Yamashita and Kimura, 2001; Yamashita et al., 1998) やトウゴロウイワシ科 (Kimura et al., 2001a; 2001b; 2002; 2007) 魚類について、それまで甚だしい分類学的混乱状態にあった両科魚類の分類学的整理を進めた。これらの研究から、重大な混乱状態に陥っているグループを形態学的手法によって整理する方法を身につけた。その反面、形態学的手法による種判別の限界も理解した。そこで、2006年から3年間にわたって、交付を受けた科学研究費補助金 (奨励研究 (C)) 「ムロアジ属魚類の種分化と全世界への拡散」では、形態学のおよび分子生物学的研究から、本属の種の構成を確定し、さらにこれらの系統関係を明らかにした。

2. 研究の目的

本研究の究極の目的は全世界のアジ科全体を対象とするものであるが、今回の研究では次の項目を目的とした。

(1) 主としてインド洋—太平洋域に分布する属の有効性と系統類縁関係について明らかにする。(2) 形態的類似性が高く属の異同が問題となっているヨロイアジ属、カイワリ属、

イトヒラアジ属 (以下ヨロイアジ属群と呼ぶ) について属内の種の構成とその系統を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 沖縄県、鹿児島県、三重県を中心とした日本周辺から、台湾、ベトナム、フィリピン、タイ、インドネシアの西太平洋域および東インド洋域において主として魚市場で購入したアジ科魚類標本を本研究の材料とした。

(2) 採集した標本は、分子生物学用の筋肉組織標本を採取した後、生鮮状態のカラー写真撮影を行い、ホルマリンで固定し、エチルアルコールで保存した。

(3) 固定後の標本について詳細な外部および内部形態の観察、測定を行った。

(4) 日本および米国、ヨーロッパ各国の博物館に所蔵されている本科魚類の標本、特に各名義種のタイプ標本について、形態学的調査を行った。

(5) 筋肉組織を用いて、分子生物学的解析を行い、各種の系統関係を考察した。

(6) 上記の研究結果を総合して、本科、特にヨロイアジ属群およびその近縁属群の構成ならびに各属に含まれる種を確定した。

4. 研究成果

(1) アジ科アジ亜科内の各属の系統類縁関係。

本研究で明らかにしたミトコンドリア DNA の Cytb, 16S, COI, ND5 の各領域の塩基配列を明らかにし、イケカツオ亜科、コバンアジ亜科を外群として、最尤法とベイズ法で系統解析を行った結果、両解析法による系統樹には差が見られなかった。そこで、この最尤法による系統樹を系統解析の制約として、今回の研究で筋肉組織が入手できなかったコガネアジや大西洋産のアジ科魚類のミトコンドリア DNA の部分配列を DDBJ から入手し、これらを加えてスーパーマトリックス解析を行った (図 1)。

この系統類縁関係は、従来のアジ亜科の概念を大きく変更するもので、本研究の最大の成果である。本系統関係から次の新知見が明らかになった。

ヨロイアジ属のタイプ種である *Carangoides praeustus* は他のすべてのアジ亜科と姉妹関係を示し、単独で属を形成する。したがって、従来のヨロイアジ属にこの属学名を使用することはできない。

従来ヨロイアジ属に含まれることが多かったカイワリ *Kaiwarinus equula* は、シマアジ *Pseudocaranx dentex* と近縁であり、従来のヨロイアジ属とは系統的に離れていることから、カイワリをヨロイアジ属群に含めることは認められない。

一方イトヒラアジ属はヨロイアジ属群に含まれるが、ヨロイアジ属とは明瞭に異なり独立した属であることが明らかになった。

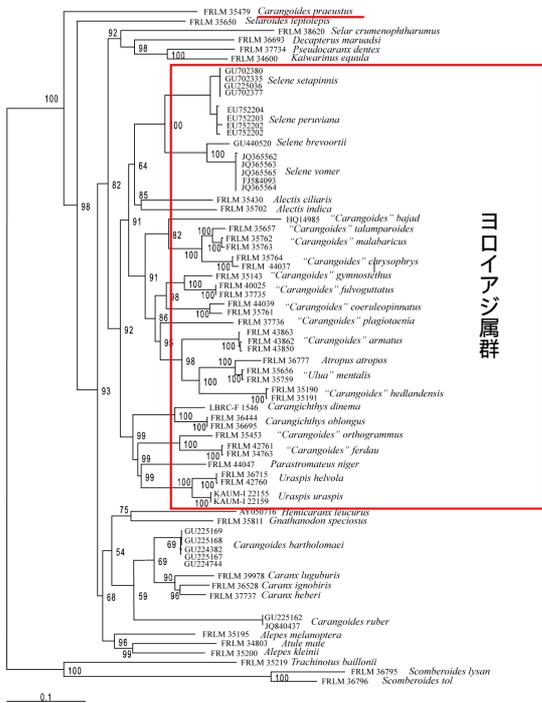


図 1. スーパーマトリクス解析によるアジ亜科の系統類縁関係。

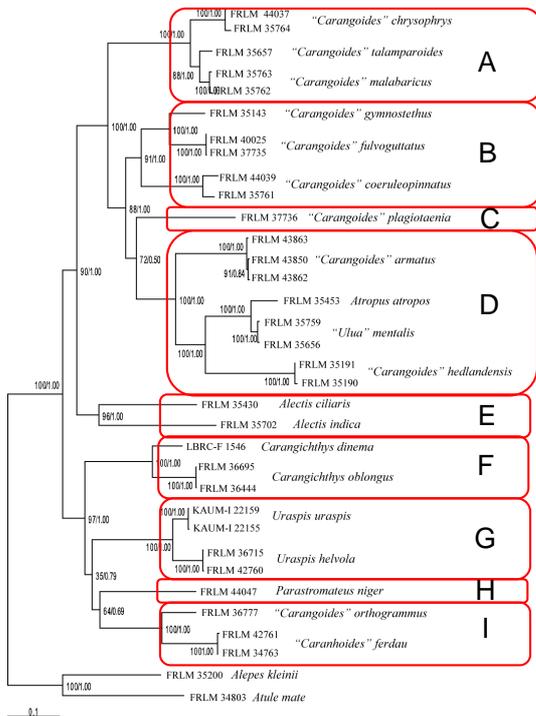


図 2. 最尤法によるヨロイアジ属群の系統類縁関係。

従来大西洋産のヨロイアジ属とされていた *Carangoides bartholomaei* や *Carangoides ruber* はインド洋 - 太平洋域のヨロイアジ属群とは系統的に離れ、ギンガメアジ属 *Caranx* との近縁関係を示し、これらの大西洋産もヨロイアジ属群から排除すべきとの結論を得た。

(2) ヨロイアジ属群の系統類縁関係。
ヨロイアジ属群の系統類縁関係をさらに

高い信頼度で検討するために、系統的にこの属群と大きく離れた *C. praeustus* や大西洋産の *Carangoides* 属および *Selene* 属を除いて、ヨロイアジ属およびその近縁属を用いて、最尤法で系統解析を行った (図 2)。その結果、インド洋 - 太平洋のヨロイアジ属群は 9 クレードに分けることが可能で、それぞれが独立した属に相当すると考えられた。

(3) 各クレードの形態的特徴。
上記のクレードを属として認識するためには、それぞれのクレードおよび *C. praeustus* の形態的特徴を明確にする必要がある。このため、上唇縫合部背縁の形状、吻長 / 体長比、背鰭鰭膜の有無、背鰭・臀鰭軟条数、胸部無鱗域の形状、鋤骨歯帯の形状、背鰭第 1 棘と第 9 棘に連続する近位担鰭骨間の神経棘数、第 1 尾椎と第 2 尾椎の血管棘間の近位担鰭骨数、第 9 尾椎の神経棘と血管棘の形状の 9 形質について検討した。

(4) 従来のヨロイアジ属の分解と属の記載。
上記の形態学的特徴の組み合わせによって図 2 に示した各クレードおよび *C. praeustus* は明瞭に区別できることが明らかになり、これらはそれぞれ別属と認識することができた。それぞれの属の構成種および形態的特徴は次のとおりである。

Carangoides 属 *Carangoides* Bleeker, 1851 (図 3)

タイプ種: *Caranx praeustus* Anonymous (Benett), 1830
構成種: *Carangoides praeustus* [Anonymous (Bennett), 1830]

識別的特徴: 上唇縫合部背縁はなだらかな山型。脂脰は発達しない。前上顎骨、歯骨、口蓋骨に歯があるが発達せず、小さな円錐歯がヤスリ状の歯帯を形成する。鋤骨歯帯は錨型。背鰭棘部に鰭膜がある。第 2 背鰭は第 1 背鰭よりやや高い程度で鎌状にならない。小離鰭がない。側線湾曲部および直走部始部 2-11 枚は円鱗で、その後方は稜鱗で覆われる。胸部無鱗域は喉部の極めて狭い範囲にしかない。第 9 尾椎の神経棘と血管棘は棘状。第 2 背鰭前部に黒斑がある。



図 3. *Carangoides* 属 *Carangoides praeustus*。

未記載属 1 クレード A (図 4)
構成種: ヒシヨロイアジ *Carangoides chrysophrys* (Cuvier, 1833), タイワンヨロイアジ *Carangoides malabaricus* (Bloch and Schneider, 1801), *Carangoides talamparoides* Bleeker, 1852。

識別的特徴: 上唇縫合部背縁は急峻な山型。

脂鱗は発達しない。前上顎骨、歯骨、口蓋骨に歯があるが発達せず、小さな円錐歯がヤスリ状の歯帯を形成する。鋤骨歯帯は三角形またはシェブロン型。背鰭棘部に鱗膜がある。小離鰭がない。側線湾曲部から直走部始部1-18枚は円鱗、後方は稜鱗で覆われる。胸部無鱗域は胸鰭基部無鱗域と連続し、腹鰭基底後端を超える。第9尾椎の神経棘と血管棘はオール形。



図4. 未記載属1 (クレードA). 左ヒシヨロイアジ, 中央タイワンヨロイアジ, 右 *Carangoides talamparoides*.

ホシカイワリ属 (仮称) *Turrum* Whitley, 1932
クレードB (図5)

タイプ種: *Turrum emburyi* Whitley, 1932 = *Scomber fulvoguttatus* Forsskål, 1775

構成種: アンダマンアジ *Turrum gymno-stethus* (Cuvier, 1833), ホシカイワリ *Turrum fulvoguttatus* (Forsskål, 1775), マルヒラアジ *Turrum coeruleopinnatus* (Rüppell, 1830)。

識別的特徴: 上唇縫合部背縁はなだらかな山型。吻長/体長比は10.9-12.8%。脂鱗は発達しない。前上顎骨、歯骨、口蓋骨に歯があるが発達せず、小さな円錐歯がヤスリ状の歯帯を形成する。鋤骨歯帯は三角形またはシェブロン型。背鰭棘部に鱗膜がある。第2背鰭および臀鰭の前部は鎌状。小離鰭はない。側線湾曲部から直走部始部7-34枚は円鱗、後方は稜鱗で覆われる。胸部無鱗域は腹鰭基底後端を超える。第9尾椎の神経棘と血管棘はオール形。



図5. ホシカイワリ属 (仮称, クレードB). 左アンダマンアジ, 中央ホシカイワリ, 右マルヒラアジ。

未記載属2 クレードC (図6)

構成種: インドカイワリ *Carangoides plagiotænia* (Bleeker, 1857)

識別的特徴: 上唇縫合部背縁はなだらかな山型。脂鱗は発達しない。前上顎骨、歯骨、口蓋骨に歯があるが発達せず、小さな円錐歯がヤスリ状の歯帯を形成する。鋤骨歯帯は三角形またはシェブロン型。背鰭棘部に鱗膜がある。第2背鰭および臀鰭の前部は鎌状にならない。小離鰭はない。側線湾曲部から直走部始部13-23枚は円鱗、後方は稜鱗で覆われる。胸部無鱗域がなく、胸鰭基部のみ無鱗。第9尾椎の神経棘と血管棘はオール形。体高が低く、体高/体長比は32.6-43.2%。

クボアジ属 *Atropus* Oken, 1817 クレードD (図7)

タイプ種: *Brama atropos* Bloch and



図6. 未記載属2 (クレードC). インドカイワリ。

Schneider, 1801

構成種: クボアジ *Atropus atropos* (Bloch and Schneider, 1801), ヒシカイワリ *Atropus mentalis* (Cuvier, 1833), ヨロイアジ *Atropus armatus* (Rüppell, 1830), リュウキュウヨロイアジ *Atropus hedlandensis* (Whitley, 1934), *Atropus aurochs* (Ogilby, 1915)。

識別的特徴: 上唇縫合部背縁はなだらかな山型。吻長は短く、吻長/体高の比が7.4-10.5%。脂鱗は発達しない。前上顎骨、歯骨、口蓋骨に歯があるが発達せず、小さな円錐歯がヤスリ状の歯帯を形成する(但しクボアジのみ前上顎骨および歯骨はやや発達した円錐歯が1または2列の細い歯帯を形成する)。鋤骨歯帯は三角形またはシェブロン型。背鰭棘部に鱗膜がある。第2背鰭および臀鰭の前部は鎌状なり、数軟条が糸状に伸長する種がある。小離鰭はない。胸部無鱗域は胸鰭基部無鱗域と連続し、腹鰭基底後端を超える。第9尾椎の神経棘と血管棘はオール形。



図7. クボアジ属 (クレードD). 左リュウキュウヨロイアジ, 中央クボアジ, 右ヒシカイワリ。

イトヒキアジ属 *Alectis Rafinesque*, 1815
クレードE (図8)

タイプ種: *Zeus ciliaris* Bloch, 1787

構成種: イトヒキアジ *Alectis ciliaris* (Bloch, 1787), ウマヅラアジ *Alectis indica* (Rüppell, 1830)。

識別的特徴: 上唇縫合部背縁は急峻な山型。脂鱗は発達しない。前上顎骨、歯骨、口蓋骨に歯があるが発達せず、小さな円錐歯がヤスリ状の歯帯を形成する。鋤骨歯帯は三角形またはシェブロン型。背鰭棘部に鱗膜がない。背鰭、臀鰭およびウマヅラアジでは腹鰭の数軟条が糸状に伸びる。臀鰭遊離棘は幼魚期に皮下に埋没する。小離鰭はない。側線湾曲部および直走部始部9-33枚は円鱗で、後方は稜鱗で覆われる。胸部無鱗域は胸鰭基部無鱗域と連続し、臀鰭基底前端を超える。第9尾椎の神経棘と血管棘はナイフ形またはオール形。

イトヒラアジ属 クレードF (図9)

タイプ種: *Carangichthys typus* Bleeker, 1852 = *Carangoides dinema* Bleeker, 1851

構成種: イトヒラアジ *Carangichthys dinema*

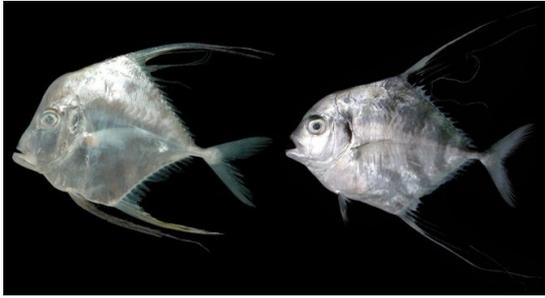


図 8. イトヒキアジ属 (クレード E). 左ウマツラアジ, 右イトヒキアジ.



図 9. イトヒラアジ属 (クレード F). 左イトヒラアジ, 中央 Carangichthys humerosus, 右テンジクアジ

(Bleeker, 1851), テンジクアジ *Carangichthys oblongus* (Cuvier, 1833), *Carangichthys humerosus* (McCulloch, 1915).

識別的特徴: 上唇縫合部背縁はなだらかな山型。脂脰は発達しない。前上顎骨および歯骨にはやや発達した円錐歯があり, 1 または 2 列の細い歯帯を形成する。口蓋骨には小さな円錐歯がある。幼魚では歯帯の外側の歯が大きい。鋤骨歯帯は三角形。幼魚は前鰓蓋骨後縁および下縁が鋸歯状。側線湾曲部の大部分は円鱗で直走部は全体が稜鱗で覆われる。胸部無鱗域は胸鰭基部に連続する種としない種があるが, いずれも腹鰭基底前端までしか達しない。第 1 背鰭は発達するが, 第 2 背鰭よりは低い。第 2 背鰭および臀鰭の前部は鎌状に伸長する。背鰭軟条数は 19-23 で臀鰭軟条数は 17-20。尾鰭は大きく, 尾鰭上葉長 / 体高比は 62.5-88.4%。小離鰭がない。第 9 尾椎の神経棘と血管棘は棘状。

オキアジ属 *Uraspis* Bleeker, 1855 クレード G (図 10)

タイプ種: *Uraspis carangoides* Bleeker, 1855 = *Caranx uraspis* Günther, 1860

構成種: オキアジ *Uraspis helvola* (Forster in Bloch and Schneider, 1801), インドオキアジ *Uraspis uraspis* (Günther, 1860)。

識別的特徴: 上唇縫合部背縁はなだらかな山型。脂脰は発達しない。前上顎骨および歯骨にはやや発達した円錐歯があり, 1 または 2 列の細い歯帯を形成する。口蓋骨および鋤骨に歯はない。胸部無鱗域は胸鰭基部と連続する種としない種があるが, いずれも腹鰭基底前端までしか達しない。側線湾曲部全部あるいは大部分は円鱗で, 側線直走部全体は強い稜鱗で覆われる。臀鰭遊離棘は幼魚期に皮下に埋没する。第 2 背鰭および臀鰭の前部は鎌状に伸長しない。小離鰭はない。第 9 尾椎の神経棘と血管棘は棘状。

クロアジモドキ属 *Parastromateus* Bleeker,

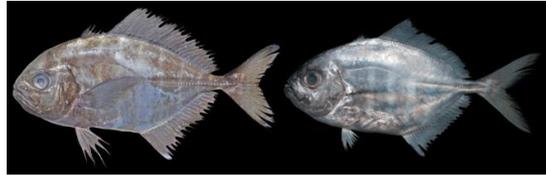


図 10. オキアジ属 (クレード G). 左オキアジ, 右インドオキアジ.

1864 クレード H (図 11)

タイプ種: *Stromateus niger* Bloch, 1795

構成種: クロアジモドキ *Parastromateus niger* (Bloch, 1795)

識別的特徴: 上唇縫合部背縁はなだらかな山型。脂脰は発達しない。前上顎骨および歯骨にはやや発達した円錐歯があり, 1 または 2 列の細い歯帯を形成する。口蓋骨および鋤骨に歯はない。胸部無鱗域はない。側線湾曲部から直走部始部 6-9 枚は円鱗, 後方は稜鱗で覆われる。成魚では第 1 背鰭および腹鰭がない。臀鰭遊離棘は皮下に埋没する。第 2 背鰭および臀鰭の前部は鎌状にならないが, 両鰭は非常に高い。小離鰭はない。第 9 尾椎の神経棘と血管棘は棘状。第 1 尾椎と第 2 尾椎の血管棘間の臀鰭近位担鰭骨数は 8-10。



図 11. クロアジモドキ属 (クレード H). クロアジモドキ

ナンヨウカイワリ属 (仮称) *Ferdauia* Jordan, Evermann and Wakiya, 1927 クレード I (図 12)

タイプ種: *Carangoides jordani* Nichols, 1922 = *Caranx orthogrammus* Jordan and Gilbert, 1882

構成種: クロヒラアジ *Ferdauia ferdau* (Forsskål, 1775), ナンヨウカイワリ *Ferdauia orthogrammus* (Jordan and Gilbert, 1882)。

識別的特徴: 上唇縫合部背縁はなだらかな山型。脂脰は発達しない。前上顎骨, 歯骨, 口蓋骨に歯があるが発達せず, 小さな円錐歯がヤスリ状の歯帯を形成し, 鋤骨歯帯は三角形。側線湾曲部および直走部始部 6-34 枚は円鱗で, その後方は稜鱗が覆う。胸部無鱗域は胸鰭基部と連続し, 腹鰭基底前端まで達するがそれより後方には広がらない。第 1 背鰭は低く, 成魚では皮下に埋没する。第 2 背鰭および臀鰭の前部は鎌状に伸長する。臀鰭に 2 本の遊離棘をもつが短く幼魚期に皮下に埋没する。尾鰭はやや大きく, 尾鰭上葉長は体高の 69.7-84.2% である。小離鰭はない。背鰭第 1 棘と第 9 棘に接続する担鰭骨間の神経棘数が 5 本で, 第 1 尾椎と第 2 尾椎の血管棘間の臀鰭担鰭骨数が 5 または 6 本。第 9 尾椎



図 12 . ナンヨウカイワリ属 (仮称, クレード I) .
左クロヒラアジ, 右ナンヨウカイワリ .

の神経棘と血管棘の先端がやや平たく広がっておりナイフ形を呈する .

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 16 件)

Sasaki, D. and Kimura, S., Taxonomic review of the genus *Hypoatherina* Schultz 1948 (Atheriniformes: Atherinidae), Ichthyol. Res., 査読有, 2014, DOI 10.1007/s10228-014-0391-1

Kimura, S., Katahira, K. and Kuriwa, K., The red-fin *Decapterus* group (Perciformes: Carangidae) with the description of a new species, *Decapterus smithvanizi*, Ichthyol. Res., 査読有, 2013, DOI 10.1007/s10228-013-0364-9

Sasaki, D. and Kimura, S., Descriptions of two new silversides, *Hypoatherina golanii* and *Hypoatherina lunata*, from the Indo-West Pacific (Atheriniformes: Atherinidae), Ichthyol. Res., 査読有, 2012, DOI 10.1007/s10228-012-0318-7

Sasaki, D. and Kimura, S., Two new silversides, *Hypoatherina celebesensis* and *Hypoatherina macrophthalma*, from the western Pacific (Atheriniformes: Atherinidae), Ichthyol. Res., 査読有, Vol. 59, No. 4, 2012, pp. 347-353

Jawad, L. A., Kimura, S. and Al-Mamry, J. M., First record of the Klunzinger's ponyfish *Equulites klunzingeri* (Steindachner, 1898) (Leiognathidae) from the coasts of Muscat City at the Sea of Oman., Anales de Biologia, 査読有, Vol. 34, 2012, pp. 29-34

[学会発表](計 17 件)

武内 俊, 木村清志, アジ科クロヒラアジとナンヨウカイワリの系統的位置およびその形態学的特徴, 日本魚類学会, 2013 年 10 月 5 日, 宮崎観光ホテル (宮崎県宮崎市)

武内俊, 安井伸太郎, 栗岩薫, 木村清志, Phylogenetic relationships of the genus *Carangoides* (Perciformes: Carangidae) and its closely related genera., Symposium on Systematics and Diversity of Fishes, 2013 年 7 月 6 日, 国立科学博物館 (東京都台東区)

武内俊, 安井伸太郎, 栗岩薫, 木村清志,

Polyphyly and paraphyly found in the genus *Carangoides* (Carangidae, Perciformes) and the phylogenetic position of the type species, 9th Indo-Pacific Fish Conference, 2013 年 6 月 25 日, 沖縄コンベンションセンター (沖縄県宜野湾市)

木村清志, 片平和真, 栗岩薫, A review of the red-fin *Decapterus* group with an undescribed species (Perciformes: Carangidae), 9th Indo-Pacific Fish Conference, 2013 年 6 月 25 日, 沖縄コンベンションセンター (沖縄県宜野湾市)

武内俊, 安井伸太郎, 木村清志, 栗岩薫, アジ科ヨロイアジ属の多系統性と *Carangoides praeustus* の系統的位置, 日本魚類学会, 2012 年 9 月 22 日, 水産大学校 (山口県下関市)

木村清志, 安井伸太郎, 栗岩薫, アジ科カイワリ属の有効性と他属との類縁性, 日本魚類学会, 2011 年 9 月 30 日, 弘前大学 (青森県弘前市)

[図書](計 3 件)

本村浩之, 松浦啓一, 木村清志, 他, 鹿児島大学総合研究博物館・国立科学博物館 . 与論島の魚類, 2014, 646 (244, 250-259)

吉田友弘, 本村浩之, P. Musikasinthorn, 松浦啓一, 木村清志, 他, 鹿児島大学総合研究博物館・国立科学博物館 . Fishes of northern Gulf of Thailand, 2013, 239 (28-39, 43-45, 47-48, 58-59, 114-122, 124-129, 138-140, 203-204, 206)

木沼瑞樹, 本村浩之, 松浦啓一, 木村清志, 他, 鹿児島大学総合研究博物館・Universiti Malaysia Terengganu・国立科学博物館 . Fishes of Terengganu, east coast of Malay Peninsula, Malaysia, 251 (31-33, 36-39, 42-43, 52-53, 98-107, 109-115, 211-212, 214-216, 220-224)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

木村 清志 (Kimura, Seishi)
三重大学・生物資源学研究所・教授
研究者番号: 00115700

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号: