

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	坂井 恵一
論文題目	Taxonomy and phylogeny of the worldwide genus <i>Kyphosus</i> (Pisces: Kyphosidae) [イスズミ属魚類 (イスズミ科) の分類と系統に関する研究]		
(論文内容の要旨)			
<p>イスズミ科のイスズミ属魚類は、側扁した楕円形の体を持つこと、尾鰭は浅く湾入し、背鰭は11棘12-14軟条、臀鰭は3棘11-13軟条であること、両顎には単尖頭の門歯状歯が一行に並ぶこと、体と頭の大部分が櫛鱗で被われ、両眼間隔と主上顎骨、背鰭と臀鰭の軟条部、尾鰭に鱗を持つことなどで特徴づけられる。全世界の熱帯から温帯に分布し、大陸沿岸から海洋島嶼域のサンゴ礁や岩礁域で普通にみられる。シガテラ毒などを持たないので、特に熱帯域では重要な水産資源となっているほか、日本においても主に冬期に食用とされている。</p> <p>イスズミ属魚類は、イスズミ <i>Kyphosus lembus</i>、テンジクイサキ <i>K. cinerascens</i>、ミナミイスズミ <i>K. bigibbus</i> の3種とされており、世界では8種が有効とされていた。しかし、種の輪郭が明瞭でない種も含まれており分類学的に混乱している状態であった。そこで、本研究では世界中のイスズミ属の種について名義種をすべて検討し、分類学的再検討を行った。さらに、分子系統学的分析を行い、それをもとに本属魚類の生態と形態の進化について推察した。</p> <p>第一章 分類学的再検討</p> <p>全世界から得られた1,000個体以上の標本を形態学的に観察した結果、①背鰭と臀鰭の軟条数、②体側中央の縦列鱗数 (LR)、③鰓耙数 (Gr) を組み合わせることにより、種の同定が可能であることが明らかとなった。また本属魚類は、両顎に単尖頭の門歯状歯が一行に並ぶことを特徴とするが、複数種の幼魚を観察した結果、両顎歯は成長に伴い形状が変化し、①最初は円錐歯として芽出、②その後に横幅を増しながら三尖頭、多先頭、そして鋸歯縁を持つ門歯に順次変化し、③水平根が発達、④最終的に単尖頭の門歯状歯に変わることが明らかとなった。さらに、背鰭の最長棘と最長軟条、また臀鰭の最長軟条の長さが、種の同定に有効であることも分かり、本属魚類は11種に分類するのが妥当であり、形態的にA~Dの4つのグループに分けられた。</p> <p>これらに適用すべき学名を検討するため、本属魚類に関係する42の名義種について、タイプ標本の観察と原記載との比較を行った。その結果、インド-太平洋域では6種が有効と判断された。本邦から <i>K. lembus</i> とされていた種は <i>K. vaiyiensis</i> の新参異名であり、石川県能登で得られた種は <i>K. bigibbus</i> と同定し、「ノトイスズミ」という新和名を提唱した。ミナミイスズミはどの名義種とも一致せず <i>K. pacificus</i> として新種記載した。また、ハワイ諸島などから見つかった種も未記載種であったことから、<i>K. hawaiiensis</i> として新種記載した。一方、<i>K. cinerascens</i> と <i>K. sydneyanus</i> はそれぞれ有効種であると判断し、これらを再記載した。</p> <p>東部太平洋域では従来と同様に <i>K. analogus</i> と <i>K. elegans</i> の2種を有効と認めた。</p> <p>大西洋域では、背鰭14軟条、臀鰭13軟条を持つ <i>K. incisor</i> と背鰭12軟条、臀鰭11軟条を持つ <i>K. sectatrix</i> の2種が有効とされていたが、後者には縦列鱗数が異なる2</p>			

種が混同されていることがわかった。これら2種は体側の縦列鱗数で分けられ、一方は *K. bosquii* と同定され、もう一方は新種 *K. atlanticus* として記載した。*Kyphosus sectatrix* についてはタイプ標本が現存しておらず、また原記載から本種の形態的特徴が特定できなかったため、これを *nomen dubium* とした。

## 第二章 分子系統解析

イスズミ属魚類の形態的特徴や分布の進化史を明らかにするため、ミトコンドリアDNA (mtDNA) の塩基配列 (合計2,882塩基対) の解析に基づき、分子系統樹を推定した。分析できたのは *K. hawaiiensis* と *K. atlanticus* の2種を除く9種類で、これを最尤法とベイズ法により分子系統樹を推定した。両手法で推定された分子系統樹の樹形は、形態的グルーピングとほぼ一致し、形態的に認識できた4グループはそれぞれ単系統群であることが支持された。

Group B (*K. sydneyanus*) は、他のグループとは遺伝的に大きく異なっていた。他のグループに含まれる種は、世界中に広がるが、ここに含まれる *K. sydneyanus* は、分布域がオーストラリア南部周辺に限られている。本種は、比較的早期に他の種から分岐し、限られた分布域で特有の進化史を持つものと考えられる。

Group Bを除く他の3グループについて、グループ内の種間の遺伝的距離がグループ間の遺伝的距離に比べて相対的に小さいこと、そして各グループの構成種がインド-太平洋域、東部太平洋域、そして大西洋域にそれぞれ分布していることから、各種の種分化は、各グループの祖先種の分化後に、短期間のうちに各海域で異所的に起こったものと考えられる。一方、インド-太平洋域と大西洋域の種間の差 (Group D の *K. pacificus* と *K. bosquii*、Group A の *K. vaigiensis* と *K. incisor*) に比べ、東部太平洋域の2種とインド-太平洋または大西洋域の種間の遺伝的距離が相対的に大きい。これは、インド-太平洋と大西洋の間の種分化が、東部太平洋の孤立より後に起こったことを示唆している。

イスズミ属の種は大陸沿岸を主な生息域にしているものと、大陸沿岸から離れた島嶼域を主な生息域にしているものに分けられる。分子系統樹上において、各種の分布パターンの進化を推定したところ、大陸沿岸域から海洋島嶼域への進出が独立して3回起こったと考えられる。また、いくつかの形態形質の進化パターンを分子系統樹上で復元したところ、大陸沿岸域から島嶼域への進出にあわせて、鰹はより長く、背鰭と臀鰭はより高くなったと考えられる。本属魚類は“Rudder-fish”と呼ばれるように、幼魚は流藻や漂流物に寄り添い、また成魚となっても船舶や浮遊物に随伴する性質を備えている。大陸沿岸域から島嶼域への進出と形態の変化はこのようなイスズミ属魚類の特性を考えると興味深い。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

海産魚類は食用に供しているものであれば、種は漁業資源の管理単位として、輪郭を明確にすることが水産学として求められる。イスズミ属は岩礁域に生息する魚で、冬季には美味しくなり、大切な食用資源となっている。ところが、イスズミ属の種の分類は未研究で日本沿岸ですら何種いるのか明確ではなかった。この属の魚は全世界的に分布しており、日本沿岸の分類の研究は世界中の種を視野に入れる必要がある。本論文は、こういうことを考慮して行われ、評価すべき点は以下の通りである。

1. 本属は全世界の暖海域に分布しており、いずれも普通にみられるので、42種が報告されている。しかし、実態はもっと少ないはずであるにも関わらず、学名を含めた分類学的研究がなされてこなかった。申請者は、日本沿岸を始めとして、全世界から得られた1,000個体を超える標本を観察することで、本属魚類の分類学的な問題を解決した。

2. これまで、注目されてこなかった形質の組み合わせ、つまり背鰭と臀鰭の軟条数、体側の縦列鱗数、鰓耙数の組み合わせによって、本属魚類を4群に大きく分類した。これによって、多くの名義種はかなり絞り込まれた。

3. 多くの名義種のなかには稚魚をホロタイプにしたものがあった。稚魚と成魚は同じ種でも形態的特徴は一致しない。これを解決するために、この魚類の成長による形質の変化をつきとめて、この問題を解決した。これにより、いくつかの名義種がシノニムとされた。

4. これらの研究により、日本を含むインドー太平洋域では6種が有効であり、これらのうち2種が新種であり、新しい学名を付した。東部太平洋域では2種が有効であった。大西洋と地中海では3種が有効であり、これらのうち1種を新種として記載し命名した。

5. 各種は生息場所で大陸沿岸域と島嶼域に分けられ、これらとそれぞれの分子系統樹を対応させたところ、大陸沿岸域から島嶼域に進出するように進化したことがわかった。これにともなって鰹が長くなるという形態変化を起こしていることがわかった。

以上のように、本論文は水産学、魚類学、海洋生物増殖学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成26年12月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)