

学 位 論 文 題 名

Phylogeny of the suborder Scorpaenoidei

(Pisces : Scorpaeniformes)

(カサゴ亜目魚類の系統分類学的研究)

学位論文内容の要旨

カサゴ亜目魚類は、世界中の熱帯から寒帯に分布する多様に分化した分類群で、約100属500種から成り立っている。この魚類の系統類縁関係の研究は、骨学的資料によるものを中心に比較的多く行われてきたが、いずれも少数の種類の一部の形質を根拠とするもので、Matsubara (1943)に至るまで、亜目全体についての仮説はなかった。彼は、我が国周辺海域に分布するものについて、骨格系と、鰾およびその付着筋を観察し、この魚類の系統発生的起源と属間の類縁関係を推定している。しかし、彼の研究には、鰓弓、尾骨などの系統類縁関係の推定にあたって重要と考えられる部位の資料を用いておらず、また、我が国以外の標本をほとんど扱っていないことから、外国の海域にのみ分布する重要な分類群の情報が欠けている。それにもかかわらず、これ以降半世紀にわたり、本亜目魚類を包括した系統類縁関係に関する研究がなかったため、最近の研究者も事実上彼の分類体系を踏襲している。一方、近年の魚類系統分類学では、骨格系だけでなく筋肉系の比較形態にも基づいた研究が主流となってきている。本研究の目的は、世界中のカサゴ亜目魚類について、全身の骨格および筋肉系の詳細な比較検討から系統類縁関係を再構築し、それに基づいた新分類体系を提唱することである。

観察は、稀種のみを含むものを除く55属のカサゴ亜目を解剖し、頬筋、頭部腹面の筋肉、鰓弓の筋肉、肩帯・頭蓋骨・舌弓・鰓弓の間の筋肉、胸鰭の筋肉、腹鰭の筋肉、背鰭・臀鰭の筋肉、鰾と付着筋、頭蓋骨、囲眼骨、両顎、懸垂骨、舌弓、鰓弓、脊椎骨と付属骨格、尾骨、肩帯、腰帯、および背鰭・臀鰭の支持骨格から合計95の形質を選択した。1つの形質に対して3つ以上の状態を認めた場合もある。ある形質の状態の間の原始-派生の関係は、外群として選んだ一般的なスズキ亜目の状態と一致するものを原始的と判断した。カサゴ亜目に特有でスズキ亜目と比較できないものは、疑いなく特殊と考えられるものを派生的とし、どちらが特殊か明らかでないものは、カサゴ亜目内で特殊化の程度が比較的低いと考えられるメバル科およびフサカサゴ科に見

られるものを原始的と仮定した。系統類縁関係の推定は分岐学的手法を用いた。形質状態は等価と仮定した。原則として形質状態の逆転を認めなかった。分岐図は、進化の段階数、つまり形質状態の変化の数が最も少なくなるものを選んだ。

観察したカサゴ亜目の各属は、眼下骨棚を形成すること、上神経骨が1個以下と少なくなっていること、の2つの派生形質を共有することが明らかになった。この2形質は、カサゴ亜目だけではなく他の多くのカサゴ目魚類も共有しているため、これだけでカサゴ目の単系統性を証明するわけではない。そこで、他のいくつかの形質を検討することによって、カサゴ目の他の分類群であるアイナメ科、ギンダラ科、コチ亜目、ホウボウ科、キホウボウ科、およびカジカ亜目の起源がカサゴ亜目に属するものでないことを明らかにした。したがって、カサゴ亜目は自然群であると考えられる。

構築した分岐図からカサゴ亜目の55属について系統類縁関係を推定し、それに基づいて、従来の科の枠組みをできるだけ保つように新たに11の科を設定した。新科メバル科 *Sebastidae* は、他のカサゴ亜目全体に対する姉妹群である。新科シロカサゴ科 *Setarchidae* と新科ヒレナガカサゴ科 *Neosebastidae* とは姉妹群で、両科の共通祖先と残りのカサゴ亜目とは姉妹群である。フサカサゴ科 *Scorpaenidae* は、前3科を除く他のカサゴ亜目と姉妹群の関係にある。新科ハチ科 *Apistidae* とハオコゼ科 *Tetrarogidae* は姉妹群で、両科の共通祖先は残りのカサゴ亜目と姉妹群である。オニオコゼ科 *Synanceiidae* とフエフキオコゼ科 *Congiopodidae* は姉妹群で、両科の共通祖先は残り3科の共通祖先と姉妹群である。*Gnathanacanthidae* は、互いに姉妹群の関係にあるイボオコゼ科 *Aploactinidae* と *Pataecidae* の共通祖先と姉妹群である。

メバル科は、閉顎筋の *al* がそれほど前方まで延びない、脊椎骨数が25以上ある、という2つの派生形質を持ち、メバル *Sebastes*、ユメカサゴ *Helicolenus*、キチジ *Sebastolobus*、ミナミキチジ *Trachyscorpia*、ヒメキチジ *Plectrogenium* などの8属を含む。この科は、メバル、ユメカサゴ、キチジなどの5属と、ミナミキチジとヒメキチジの2属の2つの幹からなる。シロカサゴ科は、*obliquus dorsalis* 2を持つ、第4・5眼下骨と皮蝶耳骨を失っている、などの4つの派生形質を持ち、シロカサゴ *Setarches*、ヤセアカカサゴ *Lioscorpis*、およびクロカサゴ *Ectreposebastes* の3属からなる。ヒレナガカサゴ科は、*extrinsic* が上擬鎖骨に直接付いている、上神経骨を失っている、などの4つの派生形質を持ち、ヒレナガカサゴ *Neosebastes* と *Maxillicosta* の2属からなる。フサカサゴ科は、眼下骨と頭蓋骨を結ぶ感覚管を失っているという1つの派生形質を持ち、ヒオドシ *Pontinus*、フサカサゴ *Scorpaena*、ハタタテカサゴ *Iracundus*、イソカサゴ *Scorpaenodes*、ミノカサゴ *Pterois*、ボロカサゴ *Rhinopias*、ハダカ

ハオコゼ *Taenianotus* などの16属を含む。この科では、ヒオドシなどの3属が残りの13属と姉妹群、残りの13属のうちフサカサゴなどの4属が残りの9属と姉妹群であると考えられた。しかし、科内の16属の間で12もの平行進化現象が認められ、互いに極めて近縁であると考えられ、亜科を設定しなかった。ハチ科は、*hyohyoides inferioris* および *coracoradialis* を失っている、独立した *intrinsic* を持つ、などの11の派生形質を持ち、観察した属としてはハチ *Apistus* 1属を含む。ハオコゼ科は、*infracarinalis medius* の分枝が腰帯に付着する、第1・2脊椎骨の神経棘が前方に固着するなどの5つの派生形質を持ち、*Centropogon*、ハチオコゼ *Ocosia*、ハオコゼ *Hypodytes*、*Liocranium*、ツマジロオコゼ *Ablabys*、*Richardsonichthys* などの10属を含む。オニオコゼ科は、第2咽鰓骨歯を失っている、第1・2脊椎骨の神経棘が短い、などの8つの派生形質を持ち、オニオコゼ *Inimicus*、オニダルマオコゼ *Synanceia*、ダルマオコゼ *Erosa*、*Choridactylus*、およびヒメオコゼ *Minous* の5属を含む。フエフキオコゼ科は、*levator posterior* を失っている、左右の上耳骨が接している、などの26の派生形質を持ち、フエフキオコゼ *Congiopodus*、ホソクチオコゼ *Alertichthys*、および *Zanclorhynchus* の3属を含む。*Gnathanacanthidae* は、*coracoradialis* および前鋤骨歯を失っている、尾部棒状骨、準下尾骨、および下尾骨が癒合している、などの11の派生形質を持ち、*Gnathanacanthus* のみからなる。イボオコゼ科は、鰓蓋挙筋が翼耳骨と後側頭骨から起発する、肋骨を失っている、などの6つの派生形質を持ち、イボオコゼ *Aploactis*、アブオコゼ *Erisphex*、および *Sthenopus* を含む。*Pataecidae* は、腹鰭の筋肉要素、基蝶形骨、および間在骨を失っている、上尾骨が1つ、下尾骨が1+1に減少している、などの29の派生形質を持ち、*Aetapcus*、*Pataecus*、および *Neopataecus* の3属からなる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 ・ 尼 岡 邦 夫
副 査 教 授 箕 田 嵩
副 査 教 授 仲 谷 一 宏

カサゴ亜目魚類は世界の熱帯から寒帯にかけて広く分布し、著しく多様に分化した大群である。この類の系統類縁関係に関する研究は比較的多くなされてきたが、いずれも少数の種類について、

一部の形質からなされたものである。松原は日本周辺海域に分布する本亜目魚類の骨格と鰾などから包括的な研究を行い、属間の類縁関係を推定し、それに基づいた分類体系を提唱した。この体系の基本は画期的なものとして半世紀にわたって世界で通用してきた。しかしながら彼の研究は材料のほとんどが日本産に限られていたこと、解剖部位の資料が十分でないこと、及び近年、系統の分析方法が変化したことなどによって本亜目の系統分類の再検討が迫られていた。

本研究は世界のカサゴ亜目魚類55属について、全身の骨格系及び筋肉系の詳細な比較検討から系統類縁関係を構築し、それに基づいた分類体系を提唱することを目的として行われた。観察の結果、95形質を選択し、極性は一般的スズキ亜目の状態と一致するものを原始的と判断して決定した。分析は分岐分類学的手法を用いて、形質の状態の逆転を認めず、形質状態の変化の数をもっとも少ないものを選んだ。

本論文の内容を要約すると次のようである。I. カサゴ亜目の単系統群としての設定について、本亜目魚類は眼下骨棚を形成すること及び上神経骨が1個以下であることの2派生形質を共有する。また、これらの形質を所有するカサゴ目内の他の魚群を他の形質によって排除することにより、本亜目の単系統性を証明した。II. カサゴ亜目の系統類縁関係について、95形質によって構築した分岐関係から55属の類縁関係を推定し、それに基づいて11の科を設定するのが妥当であるとの結論に達し、新分類体系を提唱した。科の枠組みは出来る限り従来のものを保持するように配慮し、3新科を設立した。結果についてそれぞれの枝を支持する形質とその科に所属する属を分岐の順に従って述べる。

(1)メバル科(新科)は閉顎筋のa1がそれほど前方まで伸びないこと及び脊椎骨が25本以上あることの2個の共有派生形質を持ち、最初に分化した。この科にはメバル、ユメカサゴ、キチジ、ヒメキチジなどの8属を含む。この科はメバル、キチジ属などとヒメキチジ属などの2小枝に分かれる。(2)シロカサゴ科(新科)と(3)ヒレナガカサゴ科(新科)は次に共通の枝で分岐する。前科はobliquus dorsalis 2をもつことなどの4派生形質を共有し、シロカサゴ、ヤセアカカサゴ、クロカサゴの3属からなる。後科は上神経骨を失っているなどの4派生形質をもち、ヒレナガカサゴなどの2属からなる。

(4)フサカサゴ科は眼下骨と頭蓋骨を結ぶ感覚管を失っているという唯一の派生形質で支持されるもっとも大きい群で、フサカサゴ、ヒオドシ、ミノカサゴ、ボロカサゴ、ハダカオコゼなどの16属を含む。その内、ヒオドシなどの3属はボロカサゴなど他の13属と姉妹群を形成する。さらに、この13属ではフサカサゴ属など4属と残りの8属は姉妹群である。

(5)ハチ科(新科)はhyohyoides inferioris及びcoracoradialisを失うなど11個の派生形質

をもち、ハチ属のみを含む。

(6)ハオコゼ科は第1・2脊椎骨の神経棘が前方に固着するなど5派生形質をもち、ハオコゼ、ツマジロオコゼなど10属からなる。

(7)オニオコゼ科は第2咽鰓骨歯を失っているなどの8個の派生形質を共有し、オニオコゼ、ダルマオコゼなど5属を含む。

(8)フェフキオコゼ科は左右の上耳骨が接しているなど26個の派生形質をもち、フェフキオコゼ、ホソクチオコゼなど3属からなる。

(9) Gnathanacanthidae 科は coracoradialis 及び前鋤骨歯を失っているなど11派生形質をもち、*Gnathanacanthus* のみからなる。

(10)イボオコゼ科は鰓蓋挙筋が翼耳骨と後側頭骨から起発するなど6派生形質をもち、イボオコゼ、アブオコゼなど3属からなる。

(11) Pataecidae 科は1個の上尾骨をもつなど29派生形質を共有し、*Aetapcus*, *Ptaecus* など3属からなる。

以上のように本亜目魚類の単系統性を明確に定義づけたこと、多数の種類と多数の形質に基づいた系統類縁関係を構築したこと及び、この関係に基づいた新分類体系を提唱したことは魚類の系統分類学の分野に著しく貢献をなしたものとして高く評価された。

本論文について、以上の点を主査、副査が評価し、申請者が博士（水産学）の学位を受ける資格があると認定した。