

学位論文題名

Phylogenetic Systematics of the Family Peristediidae  
(Order: Scorpaeniformes)

(キホウボウ科魚類の系統分類学的研究)

学位論文内容の要旨

キホウボウ科 *Peristediidae* はカサゴ目に属し、約 5 属 36 種からなる分類群で、世界の暖海の水深 60-800m に分布する底生性魚類である (Nelson, 2006 など)。本科魚類は体全体が硬い骨板で覆われること、吻突起があること、胸鰭下部 2 軟条が遊離すること、下顎に髭があることなどで特徴づけられる。

キホウボウ科の分類については様々な見解が示されてきた。科レベルの分類では、Gill (1888) などはキホウボウ類に科のランクを与えたが、Nelson (1976) などはホウボウ科の 1 亜科とみなした。また、属レベルの分類では、蒲原 (1952) などは本科にオニキホウボウ属 *Gargariscus*、キホウボウ属 *Peristedion*、ヒゲキホウボウ属 *Satyrichthys*、イトキホウボウ属 *Heminodus* の 4 属を認めたが、del Cerro and Lloris (1997) などはヒゲキホウボウ属のシノニムとされてきた *Paraheminodus* 属を有効とし、5 属を認めている。

一方、キホウボウ科の系統類縁関係に関する研究は Gill (1888)、Imamura (2004)、Smith and Wheeler (2004) などによって行われてきたが、いずれも分析に用いた種が少数であり、限られた内部形態情報しか解析に用いられなかったため、本科の単系統性および系統類縁関係は十分理解されているとは言い難い。

そこで本研究は、キホウボウ科魚類の全骨格系・全筋肉系の比較解剖と外部形態の観察に基づき、本科の単系統性の検証と系統的位置の推定を行うこと、本科内の類縁関係を推定し、得られた類縁関係に基づき、分類体系を確立することを目的として行なわれた。さらに、本科魚類の起源と分散および海底生活への適応についても考察した。

[材料と方法]

キホウボウ科 5 属 24 種を含むカサゴ目の 10 科 19 属 48 種の全骨格系・全筋肉系の比較解剖と外部形態の観察を行った。本研究では、2 段階の系統解析を行い、第 1 解析として、キホウボウ科の単系統性の検証とコチ亜目内での本科の系統的位置を推定した。第 2 解析では、第 1 解析の結果を基に外群を決定し、本科内の類縁関係を推定した。

系統類縁関係の推定には分岐分類学的手法を用いた。

## [結果と考察]

### 1) 形態学的特徴の記載

キホウボウ科魚類の全骨格系・全筋肉系と外部形態に関して詳細な観察を行い、得られた形態学的特徴を記載した。

### 2) 類縁関係の推定

第1解析—コチ亜目魚類を内群、カサゴ亜目魚類を外群とし、80変換系列を基に第1解析を行った。その結果、8本の最節約的な樹形（樹長148、一致指数0.588）が得られた。これらの厳密合意樹に基づいて検討した結果、キホウボウ科は間在骨と後側頭骨が縫合する（形質17-1）などの17個の派生形質を共有する明瞭な単系統群であることが判明した。また、本科は鼻骨と神経頭蓋が縫合する（形質10-1）などの10個の派生形質を共有することでホウボウ科と姉妹関係にあること、そして本科とホウボウ科からなる単系統群は体側筋の *Obliquus superioris* がボウデロ靭帯によって貫かれない（形質74-1）などの5個の派生形質を共有することでハリゴチ科と姉妹関係にあることが示唆された。

第2解析—第1解析の結果から、キホウボウ科魚類を内群、ホウボウ科魚類とハリゴチ科魚類を外群として解析を行った。23変換系列に基づき解析を行った結果、2本の最節約的な樹形（樹長40、一致指数0.625）が得られ、これらの厳密合意樹（図）をキホウボウ科の系統類縁関係として採用した。その結果、キホウボウ科は前述の17個に加え、第2咽鰓骨と第1上鰓骨が *interarcual cartilage* を介して連続する（形質88-1）など新たに3個の派生形質を共有することが明らかになった。また、キホウボウ科は大きく2つの単系統群に分かれた。単系統群 a1 はオニキホウボウ属、イトキホウボウ属、ヒゲキホウボウ属と *Paraheminodus* 属魚類を含み、第1上肋骨がない（形質91-1）などの3個の共有派生形質によって支持された。一方、単系統群 a2 はキホウボウ属魚類のみを含み、閉顎筋 A2 が細い（形質96-1）などの3個の共有派生形質によって支持された。

### 3) 分類体系

第1解析の結果、多くの共有派生形質で支持された従来のキホウボウ科魚類のみを含む単系統群 F2 に科のランクを与え、新たなキホウボウ科とした。第2解析の結果、従来のキホウボウ属魚類のみを含む単系統群 a2 に属のランクを与え、キホウボウ属として再定義した。一方、単系統群 a1 はオニキホウボウ属、イトキホウボウ属、ヒゲキホウボウ属と *Paraheminodus* 属魚類を含むが、この単系統群内の類縁関係に基づき従来のヒゲキホウボウ属は側系統群であると判断された。本研究では分類体系の安定性を考

慮し、単系統群 c1、c2、d1、d2 と d3 に属のランクを与え、それぞれオニキホウボウ属、イソキホウボウ属 *Satyrichthys*、イトキホウボウ属、コウトウキホウボウ属 *Paraheminodus* とヒゲキホウボウ属 *Scalicus* とした。以上の結果に基づいて、以下の新分類体系を提示した。

Family Peristediidae キホウボウ科

Genus <i>Gargariscus</i> Smith, 1917	オニキホウボウ属
Genus <i>Heminodus</i> Smith, 1917	イトキホウボウ属
Genus <i>Paraheminodus</i> Kamohara, 1957	コウトウキホウボウ属 (新称)
Genus <i>Peristedion</i> Lacepède, 1801	キホウボウ属
Genus <i>Satyrichthys</i> Kaup, 1873	イソキホウボウ属 (新称)
Genus <i>Scalicus</i> Jordan, 1923	ヒゲキホウボウ属 (新称)

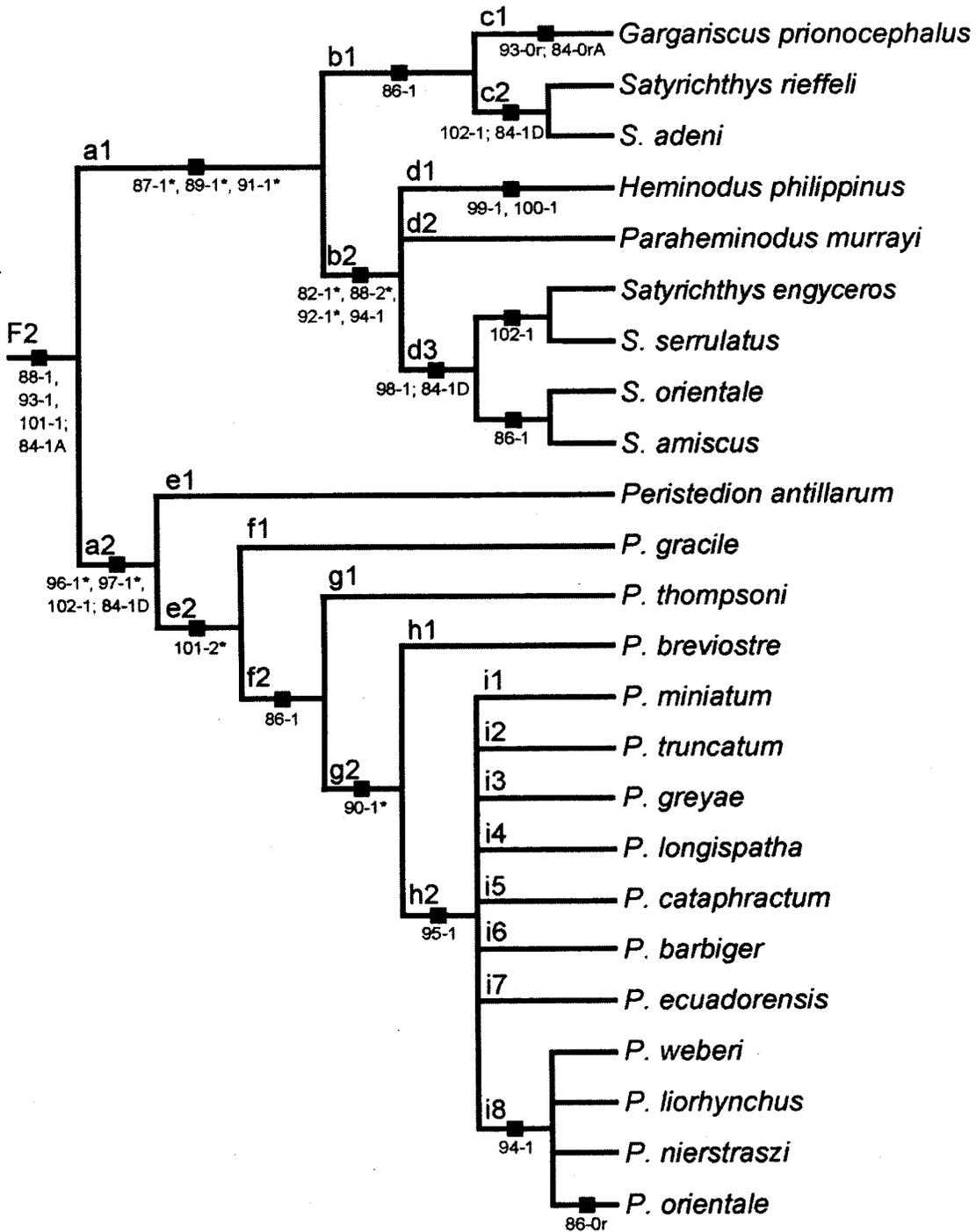
3) 上記の新分類体系に従った、科内の検索表の作成

4) 起源と分散

キホウボウ科の起源は特定できなかつたが、キホウボウ科には2つの分散の中心があると考えた。ひとつは東部インド洋から西部太平洋域で、ここに起源をもつ **Indo-West Pacific and Japanese lineage** は、インド洋から西部・中央太平洋に分散した。他はカリブ海周辺域で、ここに起源をもつ **Caribbean and West Indies lineage** は、中央太平洋を除く世界の暖海に分散した。

5) 海底生活への適応

キホウボウ科魚類は①腹面に感覚管の開孔部を持つ吻突起、②多数に分枝した髭、③自在に動かすことができる2本の胸鰭遊離軟条、④下位の口、⑤体全体を覆っている棘のある骨板、⑥小さな胸鰭、⑦退化的な鰓など、海底生活に良く適応した特徴を進化させた。その結果、本科魚類は2本の胸鰭遊離軟条で海底を歩行しながら、吻突起と髭を用いて索餌し、下位の口でベントスを捕食する一方、遊泳能力には劣るものの、棘のある骨板で捕食者から防衛するという海底上での生活スタイルを獲得した。



(図) 本研究で推定されたキホウボウ科の系統類縁関係

A : 変換促進を用いた時のみ支持する形質

D : 変換遅延を用いた時のみ支持する形質

\* : 固有派生形質

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 仲 谷 一 宏  
副 査 教 授 矢 部 衛  
副 査 助 教 授 今 村 央

学 位 論 文 題 名

## Phylogenetic Systematics of the Family Peristediidae (Order: Scorpaeniformes)

(キホウボウ科魚類の系統分類学的研究)

キホウボウ科 Peristediidae はカサゴ目に属し、約 5 属 36 種からなる分類群で、世界の暖海の水深 60-800m に分布する底生性魚類である (Nelson, 2006 など)。本科魚類は体全体が硬い骨板で覆われること、胸鰭下部 2 軟条が遊離すること、下顎に髭があることなどで特徴づけられる。

キホウボウ科の分類については様々な見解が示されてきた。科レベルの分類では、Gill (1888) などはキホウボウ類に科のランクを与えたが、Nelson (1976) などはホウボウ科の 1 亜科とみなした。また、属レベルの分類では、蒲原 (1952) などは本科にオニキホウボウ属 *Gargariscus*、キホウボウ属 *Peristedion*、ヒゲキホウボウ属 *Satyrichthys*、イトキホウボウ属 *Heminodus* の 4 属を認めたが、del Cerro and Lloris (1997) などはヒゲキホウボウ属のシノニムとされてきた *Paraheminodus* 属を有効とし、5 属を認めている。

一方、キホウボウ科の系統類縁関係に関する研究は Imamura (2004) などによって行われてきたが、いずれも分析に用いた種が少数であり、本科の単系統性および系統類縁関係は十分理解されているとは言い難い。

そこで本研究は、キホウボウ科魚類の全骨格系・全筋肉系の比較解剖と外部形態の観察に基づき、本科の単系統性の検証と系統的位置の推定を行うこと、本科内の類縁関係を推定し、得られた類縁関係に基づき、分類体系を確立すること、本科魚類の起源と分散、および海底生活への適応について考察することを目的として行なわれた。

研究材料はキホウボウ科 5 属 24 種を含むカサゴ目の 10 科 19 属 48 種で、その全骨格系・全筋肉系の比較解剖と外部形態の観察を行った。本研究では、2 段階の系統解析を行い、第 1 解析として、キホウボウ科の単系統性の検証とコチ亜目内の本科の系統的位置を推定した。第 2 解析では、第 1 解析の結果を基に外群を決定し、本科内の類縁関係を推定した。系統類縁関係の推定には分岐分類学的手法を用いた。

以下に本研究の結果を要約する。

### 1) 形態学的特徴の記載

キホウボウ科魚類の全骨格系・全筋肉系と外部形態の形態学的特徴を詳細に記載した。

## 2) 類縁関係の推定

第1解析では、コチ亜目魚類を内群、カサゴ亜目魚類を外群として解析を行った。その結果、8本の最節約的な樹形が得られた。これらの厳密合意樹に基づいて検討した結果、キホウボウ科は明瞭な単系統群で、ホウボウ科と姉妹関係にあることが示唆された。

第2解析では、第1解析の結果に基づいて、キホウボウ科魚類を内群、ホウボウ科魚類とハリゴチ科魚類を外群として解析を行った。その結果、2本の最節約的な樹形が得られ、これらの厳密合意樹をキホウボウ科の系統類縁関係として採用した。

## 3) 分類体系

第1解析の結果、単系統群であると確認された従来のキホウボウ科に科のランクを与え、新たなキホウボウ科として再定義した。属レベルの分類では、第2解析の結果から、従来の属のうち、キホウボウ属、オニキホウボウ属、イトキホウボウ属、*Paraheminodus* 属は単系統群として確認されたが、ヒゲキホウボウ属は多系統であることが判明し、イソキホウボウ属とヒゲキホウボウ属に分割した。

以上の結果に基づいて、以下の新分類体系を提示した。

Family Peristediidae	キホウボウ科
Genus <i>Gargariscus</i> Smith, 1917	オニキホウボウ属
Genus <i>Heminodus</i> Smith, 1917	イトキホウボウ属
Genus <i>Paraheminodus</i> Kamohara, 1957	コウトウキホウボウ属 (新称)
Genus <i>Peristedion</i> Lacepède, 1801	キホウボウ属
Genus <i>Satyrichthys</i> Kaup, 1873	イソキホウボウ属 (新称)
Genus <i>Scalicus</i> Jordan, 1923	ヒゲキホウボウ属 (新称)

4) 上記の新分類体系に従った、科内の新たな検索表を作成した。

## 5) 起源と分散

キホウボウ科の起源は特定できなかったが、キホウボウ科には2つの分散の中心があることを確認した。そのひとつは東部インド洋から西部太平洋域で、インド洋から西部・中央太平洋に分散した。他はカリブ海周辺域で、中央太平洋を除く世界の暖海に分散した。

## 6) 海底生活への適応

キホウボウ科魚類は吻突起、髭、胸鰭遊離軟条、骨板など、海底生活に良く適応した特徴を進化させた。その結果、本科魚類は胸鰭遊離軟条で海底を歩行しながら、吻突起と髭を用いて索餌し、下位の口でベントスを捕食する一方、遊泳能力には劣るものの、骨板で捕食者から防衛するという海底上での生活スタイルを獲得した。

以上の申請者の研究成果は魚類系統分類学分野に大いに貢献したものと高く評価され、審査員一同は本研究の申請者が博士(水産科学)の学位を授与される資格を有すると判定した。