

学 位 論 文 題 名

Phylogenetic relationships of the
paralichthyid flatfishes(Teleostei :
Pleuronectiformes)and their positions
within the suborder Pleuronectoidei

(ヒラメ科魚類の系統類縁関係およびカレイ亜目内における位置)

学位論文内容の要旨

ヒラメ科魚類 *Paralichthyidae* (sensu Amaoka, 1969; Ahlstrom et al., 1984; Hensley and Ahlstrom, 1984) はカレイ目・カレイ亜目に属し、おもに熱帯から温帯沿岸域に広く分布する底棲魚類である。本科には約16属85種が知られ (Nelson, 1994)、産業重要種も多い。ヒラメ科は、通常体側の左側に両眼があること、腹鰭基底長が左右ともに短いこと、肉間骨群を持たないことなどで特徴づけられる。しかし、これらは原始的または進化的な意義が不明な形質であり、ヒラメ科の単系統性を示すものではない。また、カレイ亜目内における系統的な位置も不明である。このような状況のもと、本研究は、ヒラメ科魚類の単系統性を検証すること、ヒラメ科魚類のカレイ亜目内における系統的な位置および属間関係を推定すること、および得られた系統関係と整合する分類体系を提唱することを目的に行われた。

系統の推定は分岐分類学的手法 (Hennig, 1966) により、形質の極性は外群比較法で決定した。ヒラメ科魚類全体を包含する単系統群であると考えられるカレイ亜目を内群、ボウズガレイ亜目を外群とした。材料として、カレイ目魚類51種を、骨格系・筋肉系などの比較形態学的な観察に用いた。得られた142 形質を PAUP ver. 3.0s (Swofford,

1991)を用いて系統解析を行った。またACCTRAN (変換促進) で形質を最適化した。

系統解析の結果、6本の最節約樹 (TL=654, CI=0.397, RI=0.714) が選ばれた。その厳密合意樹を Fig. 1 に示す。これより、ヒラメ科 *Paralichthyidae* は単系統群ではないと結論された。しかし、ヒラメ科はダルマガレイ科 *Bothidae* (クレード T) とあわせて、鰓弓内側に鰓耙を持たないことなど3形質で支持される単系統群 (クレード J) を形成する。

次に、クレード J (ヒラメ科+ダルマガレイ科) のカレイ亜目内における系統的位置に関しては、この単系統群は姉妹群のカレイ科 (クレード I) と無眼側の鼻骨が小さいことなど7形質を共有し、クレード H を構成する。クレード H はその姉妹群の *Scophthalmidae* (クレード G) と第1と第2、第3と第4下尾骨がそれぞれ癒合するなど8個の共有派生形質でクレード F に統合される。クレード F の姉妹群 (クレード E) はカワラガレイ科、*Rhombosoleidae*、*Achiropsettidae*、ベロガレイ科、*Achiridae*、ササウシノシタ科およびウシノシタ科の7科を含み、第1神経弓門が不完全であることなど13形質で支持される。クレード E および F から成るクレード D は背鰭・臀鰭に stay を持たないなど16形質で支持され、シナビラメ *Tephrinectes* (クレード C) と姉妹群である。クレード B (クレード D + *Tephrinectes*) は腹鰭棘がないことなど13形質を共有し、コケビラメ科 (クレード A) とともに、カレイ亜目を構成する。

そして、クレード J (ヒラメ科+ダルマガレイ科) 内の属間関係については、この単系統群内に4つの主要なクレード J1 (*Paralichthys*)、J2 (*Ancylopsetta*)、J3 (*Xystreureys* + *Verecundum*) および J4 が見いだされたが、これらの間の関係は特定できなかった。クレード J4 内では、ダルマガレイ科 (クレード T) に最も近縁であるのはヒラメ科の4属 (*Citharichthys*, *Etropus*, *Cyclopsetta* および *Syacium*) が形成するクレード

ド Q であり、クレード O(Pseudorhombus + Tarphops)、Hippoglossina、および Lioglossina の順でこれに次ぐ。

従来のヒラメ科 Paralichthyidae は側系統群であるので、これを分類群として残すことはできない。ダルマガレイ科 Bothidae は単系統群であるが、これに科のランクを認めるとヒラメ科を多数の新たな科に分割しなくてはならず、分類学的な混乱を招く。ゆえにクレード J 全体に科のランクを与え、新たにヒラメ科 Bothidae の名称を与えることが妥当であると考えられた。クレード I および G にはそれぞれカレイ科 Pleuronectidae および Scophthalmidae の名を留めた。クレード E は 7 科を含むので、クレード F および E に上科のランクを与え、それぞれカレイ上科 Pleuronectoidea およびウシノシタ上科 Soleoidea とした。クレード C (シナビラメ Tephrinectes) および A (コケビラメ科) にもそれぞれ上科のランクを与え、シナビラメ上科 Tephrinectoidea およびコケビラメ上科 Citharoidea とした。以上より、次の新たなカレイ目の分類体系を提唱する。

Order: Pleuronectiformes カレイ目

Suborder: Psettodoidei ボウズガレイ亜目

Family: Psettodidae ボウズガレイ科

Suborder: Pleuronectoidei カレイ亜目

Superfamily: Citharoidea コケビラメ上科

Family: Citharidae コケビラメ科

Superfamily: Tephrinectoidea シナビラメ上科

Family: Tephrinectidae シナビラメ科

Superfamily: Soleoidea ウシノシタ上科

Family: Poecilopsettidae カワラガレイ科

Family: Rhombosoleidae

Family: Achiropsettidae

Family: Samaridae ベロガレイ科

Family: Achiridae

Family: Soleidae ササウシノシタ科

Family: Cynoglossidae ウシノシタ科

Superfamily: Pleuronectoidea カレイ上科

Family: Scophthalmidae

Family: Pleuronectidae カレイ科

Family: Bothidae (sensu novo) ヒラメ科

最後に、得られた分岐図上に稚魚形質および左右性の形質進化をマッピングしたところ、これらの形質は本研究の結果とよく整合し、稚魚期における背鰭鰭条の伸長はヒラメ科の共有派生形質であること、カレイ上科内で右側眼はカレイ科の共有派生形質であることなどが推定された。

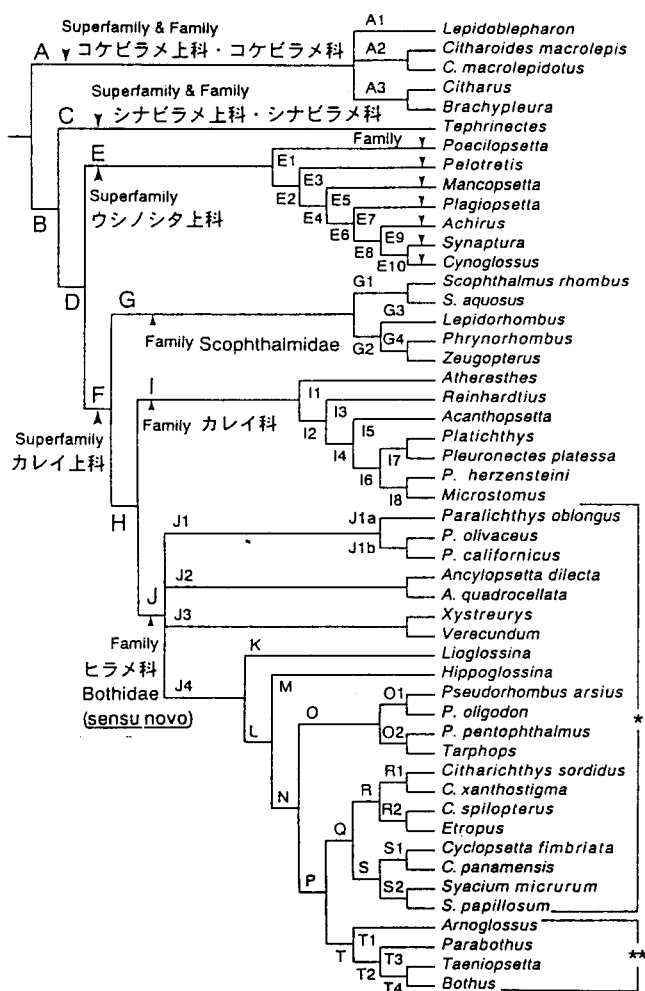


Fig. 1. カレイ亜目の分岐図 (厳密合意樹) および上科、科レベルの分類。

* Paralichthyidae, ** Bothidae (sensu Amaoka, 1969; Ahlstrom et al., 1984; Hensley and Ahlstrom, 1984)

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 尼 岡 邦 夫

副 査 教 授 中 尾 繁

副 査 助 教 授 仲 谷 一 宏

学 位 論 文 題 名

Phylogenetic relationships of the paralichthyid flatfishes(Teleostei : Pleuronectiformes)and their positions within the suborder Pleuronectoidei

(ヒラメ科魚類の系統類縁関係およびカレイ亜目内における位置)

ヒラメ科魚類(Paralichthyidae)はカレイ目に属し、おもに熱帯から温帯沿岸域に広く分布する底棲魚類で、約 16 属 85 種が知られ、産業重要種も数多く含まれている。本科魚類は体の左側に両眼があること、腹鰭基底長がともに短く、ほとんど左右相称であること、および肉間骨を持たないことなどで特徴づけられている。しかしながら、これらの形質の評価は十分なされていないため、ヒラメ科の単系統性は疑われている。また、本科魚類の系統的位置と属間関係も不明のままである。

本研究はヒラメ科魚類の単系統性を検証すること、本科魚類の系統的位置を明らかにして属間関係を推定すること、および得られた系統関係と整合する分類体系を提唱することを目的として行われた。本研究はカレイ目魚類 51 種の骨格系、筋肉系などを比較観察し、得られた 142 形質に基づき、分岐分類学的手法によって系統解析を行い、カレイ亜目魚類の厳密合意樹(分岐図)を構築した。極性はカレイ亜目を内群、ボウズガレイ亜目を外群として決定された。結果を要約すると次の通りである。

1. 単系統性について：従来のヒラメ科 Paralichthyidae は単系統群ではなく、ダルマガレイ科と合わせることで、単系統群のヒラメ群(クレードJ)を形成する。本群は鰓弓の内側に鰓耙を持たないことなどの 3 形質で支持される。

2. ヒラメ群のカレイ亜目内での系統関係について：本群はカレイ科魚類と姉妹群関係にあり、両者は無眼側の鼻骨が小さいことなどの 7 形質を共有するクレードHを形成する。クレードHは第1と第2および第3と第4下尾骨がそれぞれ癒合するなど 8 形質を共有することで Scophthalmidae と姉妹群関係を築き、クレード

Fを形成する。本クレードは第1神経弓門が不完全であるなど13形質で支持されるウシノシタ科などの7科（クレードE）と姉妹群関係を結び、クレードDを構成する。クレードDは背鰭と臀鰭にstayを持たないなどの16形質で支持され、シナピラメと共にクレードBを形成する。クレードBは腹鰭に棘が無いなどの13形質を共有し、コケピラメ科（クレードA）と共にカレイ亜目を構成する。

3. ヒラメ群（クレードJ）内の属間の関係について：本群内にJ1 (*Paralichthys* 属), J2 (*Ancylopsetta* 属), J3 (*Xystreurys* 属+*Verecundum* 属) および J4（その他の属）の4本の主要なクレードが見られたが、これらの関係は特定できなかった。J4内ではさらに分岐が生じ、*Citharichthys* 属は *Etropus* 属と、*Cyclopsetta* 属は *Syacium* 属とそれぞれ姉妹関係を有し、両者はクレードQを形成する。クレードQの姉妹群はダルマガレイ類（従来のダルマガレイ科）のクレードTで、両者はクレードPを形成する。クレードPの姉妹群はガンゾウピラメ属とアラメガレイ属からなるクレードOである。両者をまとめるクレードNは *Hippoglossina* 属のみからなるクレードMと姉妹群である。クレードNとMはクレードLを形成する。クレードLは *Lioglossina* 属からなるクレードKと姉妹関係を有し、クレードJ4で支持される。

4. 分類体系について：従来のヒラメ科は側系統群であることが判明したので、これを科として残すことは不可能である。従来のダルマガレイ科を取り込んだクレードJにヒラメ科のランクを与えることが、もっとも妥当である。クレードIおよびクレードGにはそれぞれカレイ科および *Scophthalmidae* 科を置き、これら3科をまとめるクレードFに対し、カレイ上科 *Pleuronectoidea* を新設した。一方、クレードEにカワラガレイ科、*Rhombosoleidae* 科、テナシピラメ科、ツキノワガレイ科、*Achiridae*、ササウシノシタ科およびウシノシタ科の7科を含ませ、それらをまとめてウシノシタ上科 *Soleoidea* とした。さらにクレードCにシナピラメ上科 *Tephrinectoidea*、クレードAにコケピラメ上科 *Citharoidea* を新設した。つまりカレイ亜目を4新上科にまとめ、それらに12科を配置する新分類体系を確立した。

5. 得られた分岐図の整合性について：稚魚形質および眼の位置の左右性の形質進化から検討した結果、稚魚期の背鰭鰭条の伸長はヒラメ科の共有派生形質であること、カレイ上科では右側眼がカレイ科の共有派生形質であることが推定され、本研究結果とよく整合した。

以上により申請者の研究成果は魚類の系統分類学および水産学の分野において大きく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（水産学）の学位を授与される十分な資格を有すると判定した。