

学 位 論 文 題 名

Phylogenetic Systematics of the
Family Ogcocephalidae(Lophiiformes)

(アカグツ科魚類の系統分類学的研究)

学位論文内容の要旨

アカグツ科魚類はアンコウ目に属し、世界の暖海域に広く分布する底生性魚類であり、10属63種が含まれる (Bradbury, 2003)。本科魚類は、頭部が一般に縦扁し、円盤形あるいは三角形を呈する、頭部に誘引突起を収納する誘引突起腔がある、体が小棘状の鱗で覆われるなどの特徴を持つ。従来本科魚類の系統類縁関係に関する研究は僅かで (例. Bradbury, 1967)、しかも骨格系・筋肉系などの解剖学的な知見が少ないため、それらの研究では比較解剖学的形質がほとんど用いられていない。

そこで、本研究はアカグツ科魚類の全骨格系・全筋肉系の比較解剖を行い、形態学的特徴を詳細に記載し、それらを基に本科の単系統性の検証、姉妹群の推定、科内の系統類縁関係の解析を行い、得られる系統仮説に基づく本科の分類体系を新たに提唱することを目的として行われた。さらに系統仮説に基づき、本科魚類の体形および捕食様式の進化と、起源の中心および系統分散について考察した。

【方法と材料】 アカグツ科魚類 10 属 34 種および本科以外のアンコウ目魚類 9 科 9 種の骨格系・筋肉系の比較解剖を行った。本研究では 2 段階の系統解析を行い、第 1 解析では本科の単系統性の検証と姉妹群の推定を、第 2 解析では科内の系統類縁関係の推定を行った。系統解析には PAUP*4.0b10 (Swofford, 2002) を用い、最節約基準の下で最適樹を求めた。形質の極性の決定には外群比較法を用い、形質の最適化には変換促進 (ACCTRAN) と変換遅延 (DELTRAN) を採用した。

【形態学的特徴の記載】 アカグツ科魚類 34 種を対象に全骨格系、全筋肉系および外部形態の形態学的特徴を詳細に記載し、科内における形態変異を明らかにした。以下に記載した体部位と系統解析に用いた形質数を示す。

神経頭蓋 (20 形質)、顎 (12)、誘引突起 (9)、懸垂骨 (11)、舌弓 (3)、鰓弓 (13)、肩帯 (5)、腰帯 (2)、脊柱・不對鰭 (0)、尾骨 (5)、頬部筋肉 (7)、頭部筋肉 (1)、誘引突起

筋肉 (2), 頭部腹面部筋肉 (4), 鰓弓部筋肉 (18), 肩帯部筋肉 (1), 腰帯部筋肉 (5), 不對鰭筋肉 (1), 尾部筋肉 (7), 体側筋 (0), 外部形態 (9).

【第1解析】 アカグツ科を含むアンコウ目魚類 15 科を内群, ガマアンコウ科魚類およびギンメダイ科魚類を外群とし, 91 形質変換系列を用いて系統解析を行った結果, 最節約的な3本の樹形(樹長 241, 一致指数 0.448)を得た. それらの厳密合意樹から判断すると, アカグツ科の単系統性は以下の6個の固有派生形質を含む18個の共有派生形質により強く支持され, その姉妹群はフサアンコウ科であることが推定された.

1) 側篩骨が誘引突起腔を形成する, 2) 擬餌状体が誘引突起骨全体で支持される, 3) 下鰓蓋骨が板状を呈する, 4) 最後部の鰓条骨が他の鰓条骨の外側に位置する, 5) 尾鰭椎前第2椎体の血管棘が短い, 6) 前部脊椎骨の神経棘が互いに近接する.

【第2解析】 アカグツ科魚類 34 種を内群, フサアンコウ科, *Brachionichthyidae*, イザリウオ科および *Tetrabrachiidae* を外群とし, 135 形質変換系列を用いて系統解析を行った結果, 最節約的な72本の樹形(樹長 461, 一致指数 0.349)を得た. 本研究ではこれらの厳密合意樹(図)をアカグツ科の系統仮説として採用した. この系統仮説を以下に要約する.

- 1) アカグツ科の既存の属のうち, ユメソコグツ属とムシフウリュウオ属を除く8属は単系統群を形成する.
- 2) ヒメグツ属 *Halieutichthys* (分岐群 M1) はニシフウリュウオ属 *Ogcocephalus* (M2) と姉妹群関係をなす.
- 3) ヒメグツ属とニシフウリュウオ属からなる単系統群 (L2) はツマリフウリュウオ属 *Zalieutes* (L1) と姉妹群関係をなす.
- 4) ツマリフウリュウオ属, ヒメグツ属およびニシフウリュウオ属からなる単系統群 (K2) はフウリュウオ属 *Malthopsis* (K1) と姉妹群関係をなす.
- 5) フウリュウオ属, ツマリフウリュウオ属, ヒメグツ属およびニシフウリュウオ属からなる単系統群 (J2) はアミメフウリュウオ属 *Halicmetus* (J1) と姉妹群関係をなす.
- 6) アミメフウリュウオ属, フウリュウオ属, ツマリフウリュウオ属, ヒメグツ属およびニシフウリュウオ属からなる単系統群 (I2) はソコグツ属 *Dibranchus* (I1) と姉妹群関係をなす.
- 7) ソコグツ属, アミメフウリュウオ属, フウリュウオ属, ツマリフウリュウオ属, ヒメグツ属およびニシフウリュウオ属からなる単系統群 (H2) はイガフウリュウオ属 *Solocisquama* (H1) と姉妹群関係をなす.
- 8) 前記7属からなる単系統群 (G2) はアカグツ属 *Halieutaea* (G1) と姉妹群関係をなす.
- 9) ユメソコグツ *Coelophrys brevicaudata* とトゲユメソコグツ *Halieutopsis micropa* は姉妹群であり, 両種からなる単系統群は他のムシフウリュウオ属 *Halieutopsis* とともに単系統群

(F1) を形成し、その他全てのアカグツ科魚類 (F2) と姉妹群関係をなす。

【分類体系】 本研究では上述の系統仮説に基づき、ユメソコグツ属はムシフウリュウウオ属の新参異名であるとし、アカグツ科内に9属を認める分類体系を提唱した。

Family Ogcocephalidae アカグツ科

Genus *Halieutopsis* Garman, 1899 ムシフウリュウウオ属

junior synonym: *Coelophrys* Brauer, 1902

Genus *Halieutaea* Valenciennes, 1837 アカグツ属

Genus *Solocisquama* Bradbury, 1999 イガフウリュウウオ属

Genus *Dibranchus* Peters, 1876 ソコグツ属

Genus *Halicmetus* Alcock, 1891 アミメフウリュウウオ属

Genus *Malthopsis* Alcock, 1891 フウリュウウオ属

Genus *Zalieutes* Jordan and Evermann, 1896 ツマリフウリュウウオ属

Genus *Halieutichthys* Poey, 1863 ヒメグツ属

Genus *Ogcocephalus* Fischer, 1813 ニシフウリュウウオ属

【体形および捕食様式の進化】 アカグツ科魚類を体形に基づいて3型（円盤形，三角形，箱形）に区分し，それらの形態進化を最節約的に復元した結果，本科の祖先は「円盤形」を呈し，科内の1つの系統で「円盤形」から「三角形」へ進化したと考えられた。外群と類似する「箱形」の体形は，科内の1つの系統で「円盤形」から二次的に進化したことが示唆された。また口の構造は，科内において「前向きの大きな口」から「下向き的小きな口」への進化が複数回起きたことが示唆され，後者の状態を持つ種は，底生生物の捕食により適応していると考えられた。

【起源および系統分散】 各種の分布域および分布水深を系統樹上にマッピングし，その変遷を最節約的に復元した。その結果，アカグツ科魚類はインド・西太平洋海域に起源し，そこから東方，南方および西方に分散したことが示唆された。また，本科魚類の祖先は200m以深の深海域で起源し，徐々に浅海域に分散したことも示唆された。

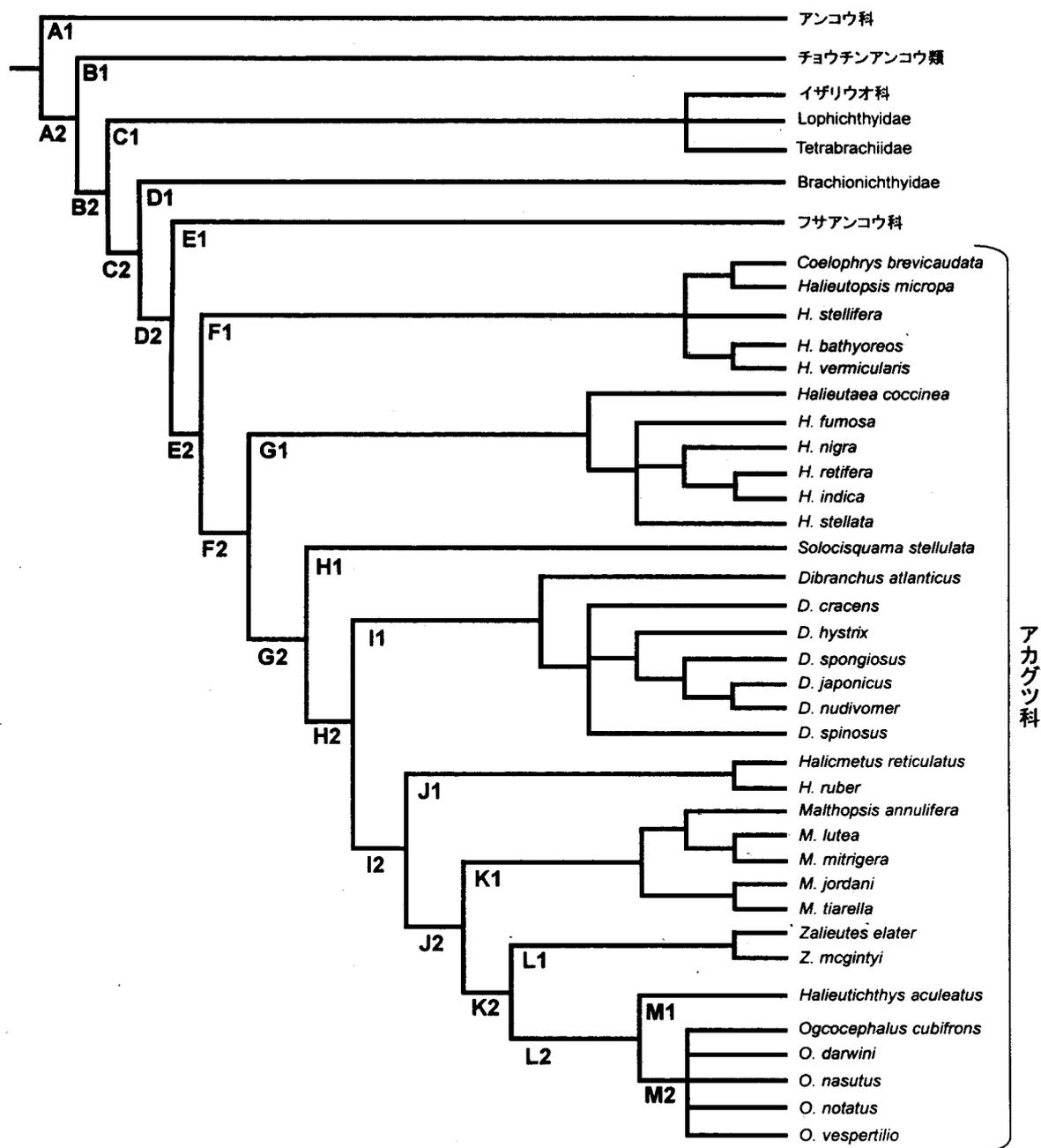


図. 本研究で推定されたアカゲツ科魚類の系統類縁関係. 第1解析の結果(分岐群 A から E)と第2解析の結果(分岐群 F から M)を総合して示している.

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 仲 谷 一 宏
副 査 教 授 池 田 勉
副 査 助 教 授 矢 部 衛

学 位 論 文 題 名

Phylogenetic Systematics of the Family Ogcocephalidae(Lophiiformes)

(アカグツ科魚類の系統分類学的研究)

アカグツ科魚類はアンコウ目に属する底生性魚類で、体形は強く扁平し、頭部に誘引突起を収納する誘引突起腔があること、体が小棘状の鱗で覆われるなどの特異な特徴を持つ魚類である。本科魚類の系統類縁関係に関する研究は僅かで、それらの研究でも比較解剖学的形質がほとんど用いられておらず、アカグツ科魚類の系統類縁関係はまだ解明されていない。

そこで、本研究はアカグツ科魚類の形態学的特徴を詳細に記載し、それらを基に本科の単系統性の検証、姉妹群の推定、科内の系統類縁関係の推定を行い、得られる系統仮説に基づく本科の分類体系を新たに提唱することを目的として行われた。さらに系統仮説に基づき、本科魚類の体形および捕食様式の進化と、起源および系統分散について考察した。

比較解剖の材料には、アカグツ科魚類 10 属 34 種、および本科以外のアンコウ目魚類 9 科 9 種を用い、骨格系・筋肉系の比較解剖を行った。本研究では 2 段階の系統解析を行い、第 1 解析では本科の単系統性の検証と姉妹群の推定を、第 2 解析では科内の系統類縁関係の推定を行った。系統解析には PAUP*4.0b10 (Swofford, 2002)を用い、最節約基準の下で最適樹を求めた。形質の極性の決定には外群比較法を用い、形質の最適化には変換促進と変換遅延を採用している。

本研究の主要な結果は以下に述べるとおりである。

- ・本研究では比較解剖によって得られた知見を基に、アカグツ科魚類 34 種における全骨格系、全筋肉系および外部形態の形態学的特徴を詳細に記載し、科内における形態変異を明らかにした。
- ・第 1 解析では、アカグツ科を含むアンコウ目魚類 15 科を内群、ガマアンコウ科魚類およびギンメダイ科魚類を外群とし、91 形質変換系列を用いて系統解析を行った結果、最節約的な 3 本の樹形を得た。それらの厳密合意樹から判断すると、アカグツ科の単系統性は以下の 6 個の固有派生形質を含む 18 個の共有派生形質により強く支持され、その姉妹群はフサアンコウ科であることが推定された。1) 側篩骨が誘引突起腔を形成する、2) 擬餌状体が誘引突起骨全体で支持される、3) 下鰓蓋骨が板状を呈する、4) 最後部の鰓条骨が他の鰓条骨の外側に位置する、5) 尾鱗椎前第 2 椎体の血管棘が短い、6) 前部脊椎骨の神経棘が互いに近接する。

・第2解析では、アカグツ科魚類 34 種を内群、フサアンコウ科, Brachionichthyidae, イザリウオ科およびTetrabranchiidaeを外群とし、135形質変換系列を用いて系統解析を行った結果、最節約的な72本の樹形を得た。本研究ではこれらの厳密合意樹をアカグツ科の系統仮説として採用した。この系統仮説の概要は以下の通りである。

- 1) アカグツ科の既存の属のうち、ユメソコグツ属とムシフウリュウウオ属を除く8属は単系統群を形成する。
- 2) ヒメグツ属はニシフウリュウウオ属と姉妹群関係をなす。
- 3) ヒメグツ属とニシフウリュウウオ属からなる単系統群はツマリフウリュウウオ属と姉妹群関係をなす。
- 4) ツマリフウリュウウオ属、ヒメグツ属およびニシフウリュウウオ属からなる単系統群はフウリュウウオ属と姉妹群関係をなす。
- 5) フウリュウウオ属、ツマリフウリュウウオ属、ヒメグツ属およびニシフウリュウウオ属からなる単系統群はアミメフウリュウウオ属と姉妹群関係をなす。
- 6) アミメフウリュウウオ属、フウリュウウオ属、ツマリフウリュウウオ属、ヒメグツ属およびニシフウリュウウオ属からなる単系統群はソコグツ属と姉妹群関係をなす。
- 7) ソコグツ属、アミメフウリュウウオ属、フウリュウウオ属、ツマリフウリュウウオ属、ヒメグツ属およびニシフウリュウウオ属からなる単系統群はイガフウリュウウオ属と姉妹群関係をなす。
- 8) 前記7属からなる単系統群はアカグツ属と姉妹群関係をなす。
- 9) ユメソコグツ属はムシフウリュウウオ属とともに単系統群を形成し、その他全てのアカグツ科魚類と姉妹群関係をなす。

・上述の系統仮説に基づき、ユメソコグツ属はムシフウリュウウオ属の新参異名であるとし、アカグツ科内に9属を認める新分類体系を提唱した。

・アカグツ科魚類の体形を3型(円盤形, 三角形, 箱形)に区分し、それらの形態進化を最節約的に復元した結果、本科の祖先は円盤形を呈し、三角形および外群と類似する箱形の体形は、円盤形から進化したとする仮説を提唱した。

・科内において前向きの大きな口を持つ状態から、下向き小さな口を持つ状態への進化が複数の過程を経て起きたことが示唆され、後者の状態は、底生生物の捕食により適応しているとの仮説を提唱した。

・各種の分布域および分布水深を系統樹上にマッピングした結果、アカグツ科魚類は東部インド洋および西部太平洋海域に起源し、そこから東方、南方および西方に分散し、東部太平洋には大西洋を經由して進出したとする仮説を提唱した。また、本科魚類の起源は200m以深の深海域であり、徐々に浅海域に分散したと推定した。

以上を内容とする本論文は魚類系統分類学及び水産学の分野に大いに貢献したものと高く評価され、審査員一同は本論文が博士(水産科学)の学位を授与される資格のあるものと判定した。