



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                     |                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | Comparative morphology and phylogenetic relationships of the family Samaridae and related taxa (Teleostei: Pleuronectiformes) [an abstract of entire text]            |
| Author(s)           | 小幡, 光汰                                                                                                                                                                |
| Description         | この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。<br><a href="https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/">https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/</a> |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                                                                                 |
| Degree Name         | 博士(水産科学)                                                                                                                                                              |
| Dissertation Number | 甲第16204号                                                                                                                                                              |
| Issue Date          | 2025-03-25                                                                                                                                                            |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/95471">https://hdl.handle.net/2115/95471</a>                                                                                     |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                                                                       |
| File Information    | Kota_Obata_summary.pdf                                                                                                                                                |



# 主論文の要約

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：小幡 光汰

## 学位論文題目

Comparative morphology and phylogenetic relationships of the family Samaridae and related taxa (Teleostei: Pleuronectiformes)

（ベロガレイ科（真骨下綱：カレイ目）とその近縁群の比較形態学  
および系統類縁関係）

ベロガレイ科 Samaridae Jordan and Goss, 1889 は、両眼が右体側にあること、無眼側に胸鰭がないこと、背鰭の起点が上眼より前方にあることなどにより特徴づけられるカレイ目魚類であり、ハタタテガレイ属 *Samaris* Gray, 1831, ツキノワガレイ属 *Samariscus* Gilbert, 1905, ベロガレイ属 *Plagiopsetta* Franz, 1910 および *Samaretta* Voronina and Suzumoto, 2017 に含まれる 30 有効種から構成され、多くの稀種を含む。本科の分布域はインド洋と西・中央太平洋の熱帯から温帯の水深 0–500 m（主に 100m 以深）に及ぶ。

カレイ目の系統類縁関係に関する研究は、骨格系の形質または分子データに基づきこれまでに数多く行われている。しかし、先行研究で用いられた本科魚類は数種であり、多数の種を用いて本科と各属の単系統性を検証した研究はない。また、本科の詳細な系統的位置についても一定の見解に至っていない。さらに、分類体系の再構築に必要な形態学的情報も不足している。これらの問題解決には、本科のより多くの種とその近縁群の形態情報に基づく系統解析が必要である。

そこで本研究では、ベロガレイ科とその近縁群の内部・外部形態を詳細に記載すること、本科の単系統性を再評価すること、得られた形態データに基づき本科の系統的位置と科内の系統類縁関係を推定すること、得られた系統仮説に基づき本科と各属の有効性を評価し、新たな系統仮説を提示することを目的とした。

## 【材料と方法・方法論】

ベロガレイ科 3 属 7 種とその他のカレイ目 14 科 20 種の比較解剖を行い、10 部位の骨格系、9 部位の筋肉系、脳および外部形態を観察し、詳細に記載した。また、解剖できない種の形態情報を得るため、本科全 30 有効種のうち、16 種の担名タイプを含む 28 種の標本の外部形態と X 線写真を観察した。

系統解析は分岐分類学的手法に基づき、最節約法により推定した。外群比較法により極性を決定し、発見的探索法により樹形を探索した。解析は本科の系統的位置を推定するための一次解析と、本科内の系統関係を推定するための二次解析に分けて実施した。一次解析の内群は本科を含むウシノシタ上科とカレイ上科の計 13 科とし、これら 2 上科より早期に分岐することが知られているコケビラメ科とボウズガレイ科を外群とした。二次解析の内群はペロガレイ科 3 属 7 種とし、一次解析で推定された本科の姉妹群を外群とした。

### 【結果】

比較解剖の結果、ペロガレイ科は 10 個の固有派生形質（有眼側の嗅索が通る神経孔に鋤骨が関与する、両体側の第 2 上鰓骨に腹方を向く突起がない、両体側の鰓蓋挙筋に擬鎖骨から起発する要素がある、および両体側の総直筋がないなど）を共有することから、単系統群であると推定された。また、連続的に変化する上に相同性の判断が困難なため解析には使用しなかったものの、背鰭の起点が上眼より前方にあるなどの 3 個の特徴的な外部形態に関する形質も本科の単系統性を支持した。10 個の固有派生形質のうち 1 個（神経頭蓋に無眼側の嗅索が通る神経孔がない）と、3 個の外部形態のうち 2 個（鼻孔が退化的またはない、および無眼側に胸鰭がない）の形質は、無眼側の形態と機能の退化に関連する形態であった。

本研究で得られた 114 個の形質変換系列 (TS) のうち、102 個に基づいて第一解析を実施した。その結果、2 本の最節約樹が得られたため、これらの厳密合意樹を作成した。本仮説によると、ペロガレイ科がアキルス科・ウシノシタ科・ササウシノシタ科からなるクレードと姉妹関係にあると推定された。またこの解析の結果、上述の 10 個の固有派生形質に加え、さらに 10 個の派生形質によっても本科の単系統性が支持された。

26 個の TS に基づく第二解析の結果、1 本の最節約樹が得られ、*Samaris* と *Samariscus* からなるクレードと *Plagiopsetta* が姉妹関係にあると推定された。また、解析に用いた *Samarisucs* の 4 種のうちジャノメツキノワガレイ *Samariscus triocellatus* Woods, 1960 が *Samaris* の 2 種と単一のクレードを形成したため、*Samariscus* は非単系統と推定された。

### 【科階級群の設定】

本研究の系統解析で単系統群（クレード A）を構成することが判明した 3 属 7 種の本科魚類に加え、解析に用いていない *Samaretta* も上述の 3 個の外部形態をもつため、クレード A に属すると推測された。また、本クレードの周辺にはウシノシタ科などの科のランクを持つ分類群が多く分布した。したがって、クレード A に対しても科のランクを与え、学名は適用可能な唯一の科階級群名である *Samaridae* Jordan and Goss, 1889 ペロガレイ科を用いるのが適切と判断した。

### 【属階級群の設定】

*Samariscus* は非単系統となり、本属と *Samaris* が単系統群（クレード B）を形成した。*Samariscus* のタイプ種 *Samariscus corallinus* Gilbert, 1905 は解析に用いていないが、本種は *Samaris* の 2 種とその姉妹群となったジャノメツキノワガレイから構成される単系統群（ク

レード C) を支持する 1 個の固有派生形質をもつこと、およびジャノメツキノワガレイが備える 1 個の固有派生形質をもつことから、クレード C に含まれると推測された。したがって、*Samariscus* と *Samaris* を包含するクレードの属名として古参名の *Samaris* を適用し、*Samariscus* を *Samaris* の新参シノニムとした。このシノニム関係は本研究で初めて提示された。新たに定義した *Samaris* は、肉間骨の分布など 2 個の特徴によって *Plagiopsetta* と識別される (*Samaris* では *Samaris inornata* Lloyd, 1909 を除き後方の尾椎骨上に 2 種の肉間骨がある vs. *Plagiopsetta* では後方の尾椎骨上に肉間骨がない)。また、本研究では 4 種の *Plagiopsetta* のうち 1 種のみを系統解析に用いているため本属の単系統性は不明であるが、肉間骨の有無や胸鰭鰭条数の範囲で *Samaris* と識別可能であるため、*Plagiopsetta* を暫定的に有効属と認めた。さらに、本研究では *Samaretta* の標本は観察していないが、外部形態が他属と著しく異なるため、本属も暫定的に有効とみなした (例えば、本属では頭高が体高より高く、両体側に側線がなく、鱗が小さく互いに重なり合わないが、他属では体高がより高く、有眼側に側線があり、鱗は大きく互いに重なり合う)。

以下に本研究で提唱するベロガレイ科の新分類体系を示す。

*Samaridae* Jordan and Goss, 1889 ベロガレイ科

*Samaris* Gray, 1831 ハタテガレイ属

*Plagiopsetta* Franz, 1910 ベロガレイ属

*Samaretta* Voronina and Suzumoto, 2017

## 【総合考察】

### 1. ベロガレイ科の地理的分布の起源

第一解析で得られた系統仮説に基づき、本科とその近縁群の地理的分布について歴史的な変遷過程を最節約的に推定した。その結果によると、本科を含むクレードとその姉妹群の共通祖先、その姉妹群との共通祖先、さらにその姉妹群との共通祖先はそれぞれインド洋と西・中央太平洋に分布していたと考えられる。また、近縁な科の多くが分布域を大西洋や南大洋へ広げた一方、本科のみがその限定的な分布域を維持していたと推定される。

### 2. ベロガレイ科の感覚と運動

本科と近縁群の脳の形態を比較した結果、本科を含む多くの科では嗅索が視神経より細いのに対し、本科の姉妹群の 3 科 (アキルス科・ウシノシタ科・ササウシノシタ科) では嗅索が視神経より太いか、ほぼ同じ太さであった。両神経の太さの違いは、嗅覚・視覚機能の発達を反映していると推測される。したがって、これら 3 科では進化の過程で嗅覚を視覚より発達させたのに対し、ベロガレイ科は祖先の特徴、すなわち嗅覚より視覚が発達した状態を維持していると考えられる。さらに、本科は無眼側の嗅索と嗅球を欠いていた。これはカレイ目で本科のみに見られる特徴であり、本科の無眼側は嗅覚機能を失ったと推測される。

運動を司る小脳体と脳のお他部位の相対的な大きさを比較した結果、ベロガレイ科を含む数科では小脳体が非常に小さいことが判明した。小脳体が大きい魚種ほど高速遊泳や複雑

な運動を行うことが知られているため、本科は運動能力が低いと考えられる。また、本系統仮説に基づいて小脳体の大きさの歴史的変遷を推定したところ、本科を含むクレードの共通祖先では小脳体が非常に大きいことが推測された。したがって、本科は進化の過程で運動能力が大幅に低下した分類群であることが示唆される。

### 3. 結論

ペロガレイ科は無眼側の形態・機能に退化的な傾向が見られる極めて特殊なカレイ目魚類である一方、嗅覚より発達した視覚をもち、分布域がインド洋と西・中央太平洋に限定されているなど、祖先の特徴も残している。また、鼻孔の有無や鰭条の伸長の有無など、種間で形態的な多様性に富む。したがって、本科は無眼側の形態・機能が退化的であるという制約下でありながらも、祖先から継承した限られた分布域の中で形態的な多様化を遂げた特殊な分類群であると結論する。

### 棄却宣言

この要約は国際動物命名規約における命名法的行為や情報の公表を目的としたものではない。