



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Homology assessment of luminous organs in the family Myctophidae (Teleostei: Myctophiformes) based on innervation
Author(s)	古庄, 誠
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第16563号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16563
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98173
Type	doctoral thesis
File Information	Makoto_Furusho_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：古 庄 誠

審査委員	主査 教授	和 田 哲
	副査 教授	今 村 央
	副査 准教授	河 合 俊 郎
	副査 助教	田 城 文 人

学 位 論 文 題 目

Homology assessment of luminous organs in the family Myctophidae (Teleostei: Myctophiformes) based on innervation
(神経支配に基づくハダカイワシ科魚類の発光器の相同性の検証)

ハダカイワシ科 Myctophidae は 5 亜科 34 属約 250 種で構成される中深層遊泳性魚類で、神経に支配される発光器を頭部と体に多数もつ。これらの発光器は、数、大きさ、形、位置などが種間で異なり、本科の分類や系統関係の推定に利用されてきた。しかし、現在広く使われる各発光器の名称は外見上の位置や形に基づいて定義されるため、神経支配のような客観的な基準に基づいて再定義されることが望まれる。本科の発光器の神経支配に関する研究は極めて乏しいため、それらを包括的に調査することで、客観的な基準に基づいた本科の発光器の再定義、および再定義された発光器による本科の分類学的な有効性の評価が可能となることが期待される。本研究では、ハダカイワシ科の発光器とその神経支配を詳細に記載すること、神経支配に基づき発光器の種間での相同性を検証すること、相同性の検証結果に基づき発光器を再定義すること、再定義した発光器の外部形態および神経枝の走行様式の形質進化を推定すること、および科、亜科および属の分類学的な有効性を評価することを目的とした。

以下に本研究の結果を要約する。

1) ハダカイワシ科 5 亜科 34 属 91 種の比較解剖を行い、発光器と神経支配を観察した。さらに 49 種について発光器の外部形態を観察し、本科とともにハダカイワシ目を構成するソトオリワシ科から 2 属 5 種を観察した。ハダカイワシ科の発光器の相同性は一次的相同性と二次的相同性の 2 つの概念に基づいて検証した。形質進化推定は最節約法で行い、従

来の研究で超保存領域を用いて推定された本科の系統類縁関係を，本研究で比較解剖を行った 48 種で再構築して用いた．

2) 体の発光器の多くを除いた 11 部位の発光器と神経支配を詳細に記載した．体の発光器は観察できた 1 種のみを記載した．本科の発光器は交感神経系による単一支配であることも記載した．

3) 発光器の一次的相同性と二次的相同性を検証した．一次的相同性が確立されなかった発光器のうち，完全に同じ神経支配様式ではないが，極めて類似した走行様式を示す神経枝で共通する 7 個の発光器群に対して相同性を再検証した結果，これら全てにおいて相同性が確立されたため，神経支配の置換を含む神経枝の増減が生じたと推定した．

4) 相同性の検証結果に基づき，38 個の発光器の名称と略号を再定義した．発光器の神経支配を観察していない種では，発光器の外部形態や系統的位置から各種の発光器に適用すべき名称を検討した．

5) 再定義した発光器のうちの 5 個について，発光器の位置または神経枝の走行様式の形質進化を推定した．

6) 神経支配に基づく発光器の相同性の検証および形質進化推定の結果から，本科の有効性と本科に 5 亜科を認める体系を支持した．従来から側系統群であることが示されてきた *Benthosema* 属を 2 群に分割し，このうちの 1 群を新属とすることを提案した．系統的位置が不明なために暫定的に *Myctophum* 属とされていた *M. fissunovi* と *M. imperceptum* の 2 種を *Dasyscopelus* 属に移すべきと判断した．これらの見解を反映した本科の新たな分類体系を提示した．

7) 本科の発光器に対するカウンターイルミネーション (CI) や捕食者への威嚇などの機能仮説は，いずれも交感神経系が関与するとされる被食回避行動や繁殖行動などに関連するため，発光器が交感神経支配であることと整合性があると判断した．

8) 本科では CI 用の体腹面の発光器の向きは腹側向きで水中姿勢は基本的に水平であるのに対し，ソトオリイワシ属では前腹側向きで頭部を下に向けた姿勢であるため，本科はより自由度の高い行動が可能であるのに対し，ソトオリイワシ属は上方向や水平方向への移動が制限されると推定した．本科では CI 用の発光器数が少なくて配列がやや不規則であるのに対し，ソトオリイワシ属では多くて規則的であった．本科の発光器数の少なさは CI の精度低下を招く恐れがある一方で，発光に要するエネルギーは節約される．さらに，この精度低下を補うために配列が不規則になった可能性があるため，本科はエネルギー消費を最小限に抑えた効率的な CI を実現していると判断した．

9) 交感神経は不随意であることから，本科魚類は発光を意図的に制御できないと判断した．また，随意的な運動神経支配の骨格筋などと異なり，神経枝の増減が機能にあまり影響しない可能性を示唆した．

10) これらの結果から，ハダカイワシ科は共通祖先から受け継いだ交感神経支配の発光器の外部形態と神経支配様式を科内で独自に多様化させることにより，CI のような適応的な

特殊機能を獲得し、世界中の中深層で繁栄する多様な真骨類の一群へと進化したと結論した。

このような申請者の研究成果は、魚類の生物多様性に関する新たな知見を形態学・系統分類学の観点から提供したもので、水産科学の基礎となる海洋生物学分野に大いに貢献するものと高く評価された。よって、審査員一同は、申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のある者と判定した。