

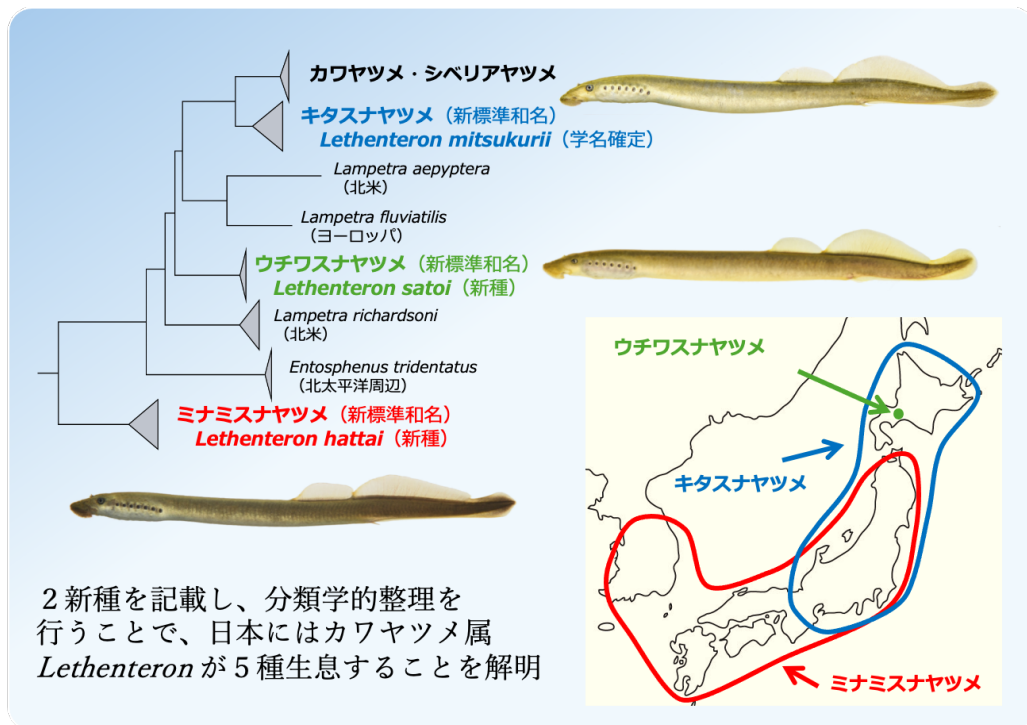
新種ウチワスナヤツメとミナミスナヤツメを報告

—日本産カワヤツメ属は2新種を含む5種に—

概要

水産研究・教育機構水産大学校の酒井治己名誉教授、京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科の岩田明久名誉教授、京都大学大学院理学研究科の渡辺勝敏教授、および北海道教育大学国際地域学科の後藤晃元教授の研究グループは、分類学的に大きく混乱のあった日本産カワヤツメ属のヤツメウナギ類について遺伝学的・形態学的再検討を行い、2種の新種 *Lethenteron satoi* ウチワスナヤツメ（新標準和名）と *Lethenteron hattai* ミナミスナヤツメ（新標準和名）を報告し、*Lethenteron mitsukurii* キタスナヤツメ（新標準和名）、*Lethenteron reissneri* シベリアヤツメ、*Lethenteron camtschaticum* カワヤツメと合わせて計5種が存在することを明らかにしました。このことは、日本のカワヤツメ属の多様性が他の地域に比較して高いことを示しています。カワヤツメ類の幼生は河床の砂泥底や堆積物の中で育ち、人為的な河川環境の改変や水害の影響を受けて、どの種も絶滅が危惧されています。本研究によるヤツメウナギ類の多様性の解明は、未だ謎の多いヤツメウナギ類の生態の解明や各種の保全対策に繋がることが期待されます。

本研究成果は、2024年12月6日に日本魚類学会が発行する国際学術誌「*Ichthyological Research*」にオンライン掲載されました。



1. 背景

生きた化石といわれる円口類^{注1}は、顎のない、きわめて原始的な体制をもつ脊椎動物で、魚類やわれわれ哺乳類との共通の祖先から5億年以上前に分岐したと考えられています。そのうちのカワヤツメ属は北半球に7種がいるとされ、河川で幼生期を過ごし、変態^{注2}後に降海して他の魚を吸血しながら成長し、産卵に再び河川にのぼる通し回遊^{注3}性・寄生性の種（カワヤツメ）と、変態後に降海せずそのまま産卵する河川性・非寄生性の種（その他のスナヤツメ類とシベリアヤツメ）を含み、後者は前者から各地で進化したと考えられています。いずれもアンモシーテスと呼ばれる幼生の生息に、植物片の分解物などを含んだ砂泥の堆積環境を必要とするため、河川環境の変化はそれらの生存に大きな打撃を与えます。

日本におけるカワヤツメ属魚類の分類は、20世紀の初頭以来大きく混乱してきました。図1は日本産の種の多様性の認識と学名の変遷の概要を示しています。その中で、従来、カワヤツメのほかスナヤツメとシベリアヤツメの3種が生息するとされてきましたが、近年、遺伝学的手法によってスナヤツメの中に2種の隠蔽種^{注4}、すなわち北方種（*Lethenteron* sp. N）と南方種（*Lethenteron* sp. S）の存在が明らかにされました。しかし、もともと形態的特徴の乏しいグループのため、それぞれを識別する特徴を見つけることができず、学名が付けられていませんでした。

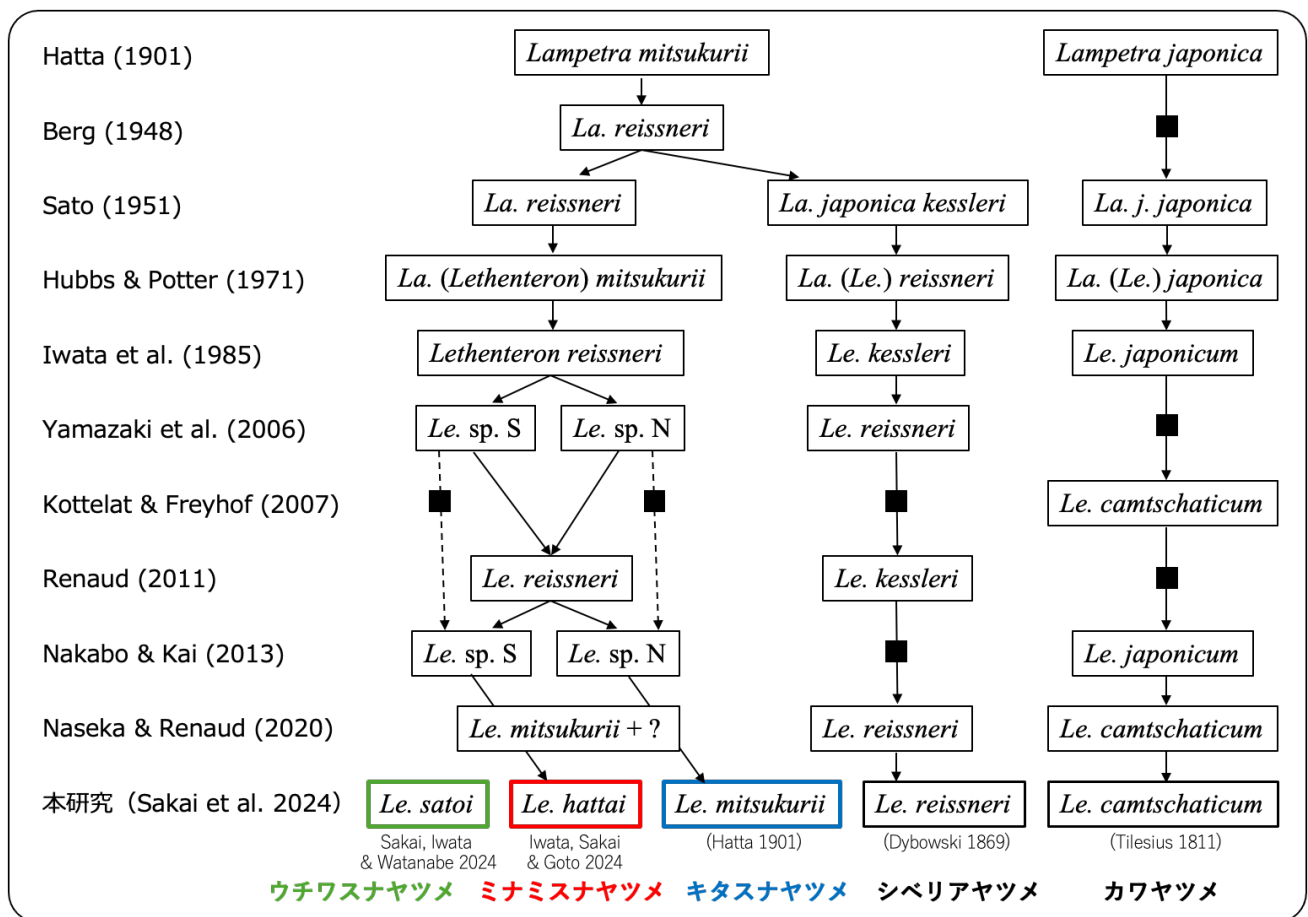


図1. 日本産カワヤツメ属 *Lethenteron* の分類の混乱と2新種の記載を含めた本研究の結論

黒い四角は学名の変更がないことを示す。これまで最大4種が認められてきたが、本研究によって5種の存在が明らかになり、それら全種の学名が決定・命名された。

2. 研究手法・成果

私たちはそれぞれの種の識別形質を明らかにする目的で、変態ののちに完全に成熟し、形態的な特徴が最大限に発達した成魚（カワヤツメについては変態し降海直前の若魚）を対象をしぼり、まず DNA 塩基配列^{注5}による遺伝的な分類を行い、分類されたグループごとの形態的特徴を再調査しました。

その結果、日本には今まで知られていたスナヤツメの2種の隠蔽種（北方種、南方種）、シベリアヤツメ、カワヤツメに加えて、予想外にもう1種の未知種が発見され、合計5種が存在することが明らかになりました（**図2**）。そして、詳細な形態学的観察によって、それぞれの識別形質を見いだすことができ、新発見された未知種を新種 *Lethenteron satoi* Sakai, Iwata and Watanabe, 2024 ウチワスナヤツメ（新標準和名）、またスナヤツメ南方種を新種 *Lethenteron hattai* Iwata, Sakai and Goto, 2024 ミナミスナヤツメ（新標準和名）として記載し、さらに北方種の学名を確定して、*Lethenteron mitsukurii* (Hatta 1901) キタスナヤツメ（新標準和名）の再記載^{注6}をしました。

ミナミスナヤツメとキタスナヤツメは、Yamazaki and Goto (1996: Ichthyological Research, 43:283–299) がその存在を明らかにして以来、実に28年目に学名が決定されたこととなります。新種の学名の *satoi* と *hattai* は、それぞれ日本のヤツメウナギ類の分類に貢献した佐藤信一博士（当時北海道大学水産学部）と八田三郎博士（当時学習院大学生物学教室）に敬意を表し、献名されたものです。

ミトコンドリア DNA 塩基配列^{注5}を用いた系統樹^{注7}の中で、これら5種のカワヤツメ属魚類は単系統にまとまる（系統樹の一つの枝にまとまる）ことはなく、北米やヨーロッパ産の *Lampetra* 属や日本にも生息するミツバヤツメ *Entosphenus tridentatus* など別の属のヤツメウナギ類と入り混じった系統関係を示しました。このことは、種のみでなく属の分類も見直す必要があることを示しており、将来の課題として残されました。

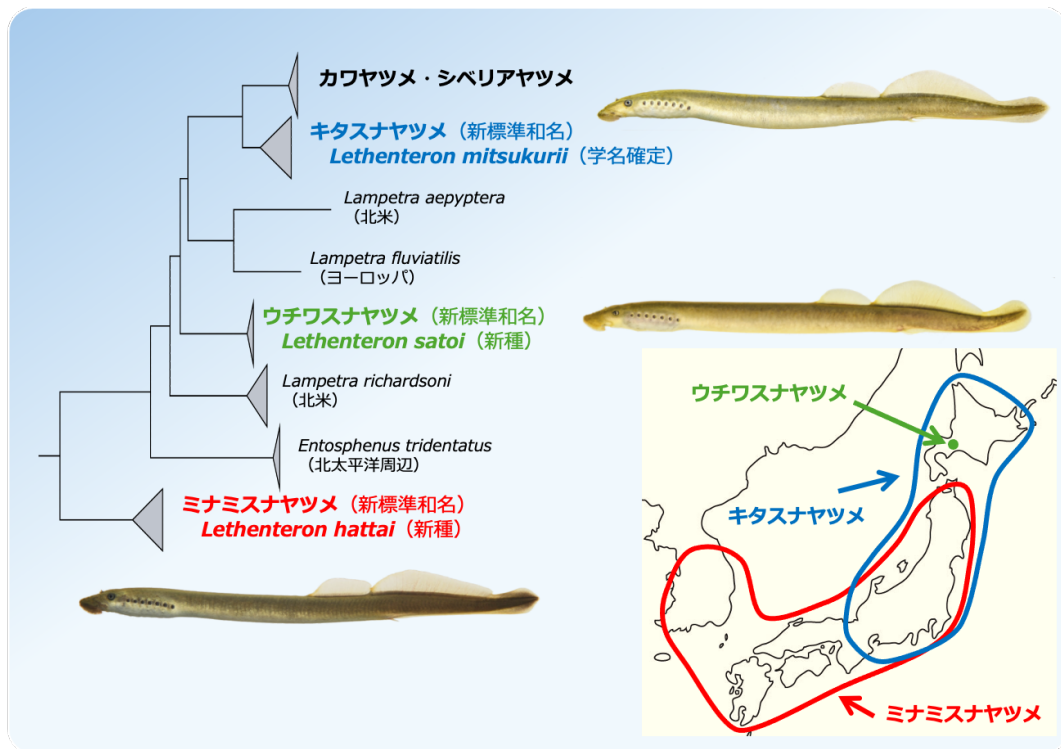


図2. 日本産カワヤツメ属5種を含むヤツメウナギ類の系統関係とウチワスナヤツメ、ミナミスナヤツメ、キタスナヤツメの分布概要

系統樹はミトコンドリア DNA COI 領域の塩基配列により推定。

新種ウチワスナヤツメの特徴

ウチワスナヤツメは、成魚の尾鰭の形がうちわ状に丸いこと（他種はひし形）、そして口盤^{注8}の歯の角質化（硬化）が弱く、口の孔の上下にある歯が丸いこと（上の歯は他種では多かれ少なかれ角質化しており三角か鋭いキバ状、下の歯は先端が鈍い三角かキバ状）が大きな特徴です（**図3**）。現在北海道の一部から採集されているのみであり、生息基盤は脆弱だと考えられます。

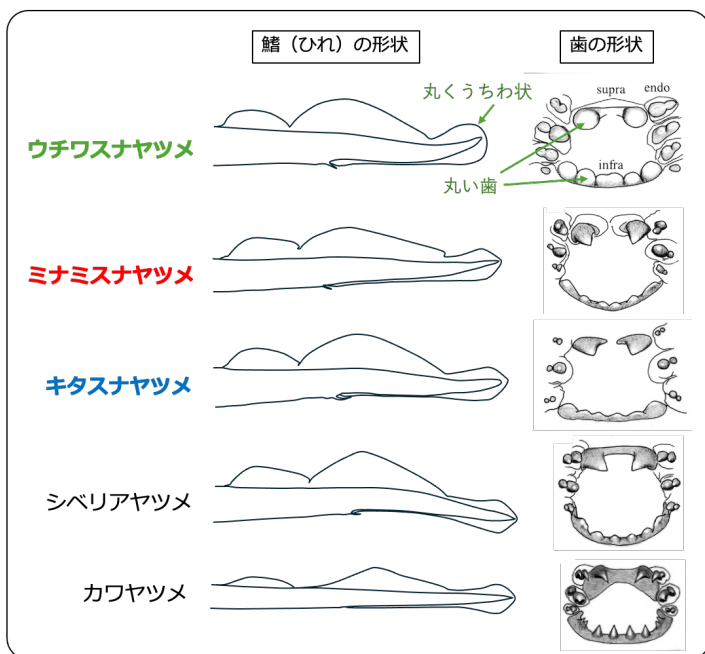


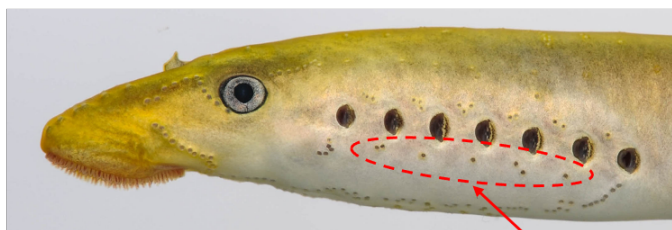
図3. 本研究で新種記載されたウチワスナヤツメの形態的特徴

ウチワスナヤツメの尾鰭は丸いうちわ状であり（他種はひし形）、口の孔の上下にある歯が丸い（上の歯は他種では多かれ少なかれ角質化し、三角か鋭いキバ状、下の歯は先端の鈍い低い三角かキバ状）。

新種ミナミスナヤツメの特徴とキタスナヤツメとの違い

ミナミスナヤツメの大きな特徴は、第1～6鰓孔のそれぞれの下側に合計5か所の感丘群^{注9}があることです（**図4**）。他の種はこの場所に感丘群が存在しません（**図4**では例としてキタスナヤツメの写真を掲載）。ミナミスナヤツメは北海道を除く日本と朝鮮半島に分布します。キタスナヤツメは滋賀県以北の日本各地に分布し、日本の固有種^{注10}です。

ミナミスナヤツメ



キタスナヤツメ



図4. 南方種、北方種として知られてきたミナミスナヤツメ（新種）とキタスナヤツメ（学名決定）の形態的識別点

ミナミスナヤツメには各鰓孔間の下側に感丘群がある（キタスナヤツメや他の種には感丘群はない）。鰓孔とは、眼の後ろに並ぶ7つの「えらあな」のこと。眼と合わせて8つになることに「八つ目」の名は由来する。

上記のスナヤツメ類3種とシベリアヤツメおよびカワヤツメとの違い

シベリアヤツメ（河川性）とカワヤツメ（通し回遊性）は生活の仕方が異なるものの遺伝的には最も近縁です（図2）。この2種は成魚で第二背鰭の先端と尾鰭が暗色になることも共通で、ウチワスナヤツメ、ミナミスナヤツメ、キタスナヤツメの3種が暗色にならないことと大きく異なります。シベリアヤツメは青森県の一部、北海道からロシアのシベリアに生息し、カワヤツメは日本の北部沿岸から北太平洋、北極海沿岸まで広く分布します。

3. 波及効果、今後の予定

カワヤツメは特に北日本で漁獲され、独特の食文化をはぐくんできました。しかし近年カワヤツメの漁獲量は著しく減少し、また河川環境変化（砂泥堆積環境の減少など）の影響により、河川性スナヤツメ類の絶滅も危惧されています。普段は砂泥の中に生息するため、気付かれないうちにいなくなってしまうことも多いようです。それらの各地の個体群の資源保護・保全対策を考えるうえで、種ごとの生態解明や個体数動向の知見は欠かせません。本研究により、日本におけるカワヤツメ属魚類の高い種多様性が明らかになったことは、それぞれの種の保全対策のための大きな礎になると考えます。特に今回初めて存在が明らかになったウチワスナヤツメの生息状況や保全対策の必要性については、早急に調査が行われることが望まれます。

本研究では、日本産カワヤツメ属魚類5種の遺伝的特徴と成魚の形態的特徴を明らかにすることができました。最近大きな発展を見せている、魚の生息や環境を乱すことなく調査を可能とする環境DNA^{注11}による調査・研究も、本研究の成果に基づいて、より精度を上げることができるはずです。一方、歯や鰭の未発達なアンモシーテス幼生の形態的差異を見つけることは今後の課題です。また、ヤツメウナギ類の進化と種多様化をより深く理解するために、属分類の見直しも求められるところです。

<用語解説>

- 注1. 円口類：最も原始的な脊椎動物ともいわれ、顎がなく、ただ丸い口盤（下記）となっているのでこう呼ばれている。ヤツメウナギ類とヌタウナギ類を含む。
- 注2. 変態：魚類においては、鰭（ひれ）のない仔魚から成長して、比較的短期間に鰭や鱗（うろこ）などを発達させ、成魚とほぼ同じ体形になることを変態という。
- 注3. 通し回遊：一生のうち海と河川を回遊する生活史のこと（サケやニホンウナギなどが典型例）。
- 注4. 隠蔽種（いんぺいしゅ）：形態では識別が難しいが、遺伝子などでは識別され、存在が明らかな別種のこと。
- 注5. DNA塩基配列：生物の遺伝情報をつかさどるDNAの塩基（A アデニン、T チミン、G グアニン、C シトシンの4種類）の並び方。核DNAのほか、細胞内小器官であるミトコンドリアにも独自のDNAセットがある。
- 注6. 再記載：標本に基づいて新たな名前を付け、その形態等の特徴を定義し、論文にすることを「新種記載」というが、新種ではないものの、すでに知られている種についてあらためてその特徴を定義しなおすことを「再記載」という。
- 注7. 系統樹：進化とともに生物の種が枝分かれし増えていく様子を樹状に表現したものを系統樹といい、最近では遺伝子解析に基づいて推定されることが多い。
- 注8. 口盤：ヤツメウナギ類では顎がないため、口は円盤状で吸盤となり、そこに歯が生えて口盤を形成する。

注 9. 感丘群：感丘とは魚類や一部の両生類の頭部や体側の皮膚に並ぶ機械刺激受容器のことで、主として水流や水圧の変化を感じる。感丘群は感丘がいくつか集まったもの。

注 10. 固有種：特定の国や地域にしか分布しない種のこと。

注 11. 環境 DNA：遺伝情報をつかさどる DNA は通常生物体内にあるが、排泄物や粘液、皮膚片などによって体外に出され、環境中にあるものを環境 DNA と呼ぶ。近年それを調査する手法が確立・高度化しつつあり、生物を採集することなく、さまざまな調査ができる場合がある。

<研究者のコメント>

「カワヤツメ属魚類は知らぬ間に絶滅することも懸念されるグループですが、分類学的に大きな混乱があり、保全対象もはっきりしないままでした。そこで、これまでヤツメウナギ類の研究に関わりがあった者、なかった者が、声を掛け合い、それぞれの強みを生かしながら協力して解決に挑みました。ずいぶんと時間がかかりましたが、混乱のもとであった形態的な識別形質を見つけ、さらに思いがけず完全に未知だった新種も発見することができました。ようやくこの論文を発表することができ、達成感はひとしおです。ヤツメウナギ類という、目立たず古くから生きてきた川の住人が今後も健全に生息し続けられることを願っています。」(著者一同)

<論文タイトルと著者>

タイトル：Taxonomic re-examination of Japanese brook lampreys of the genus *Lethenteron* with descriptions of two new species, *Lethenteron satoi* sp. nov. and *Lethenteron hattai* sp. nov., and re-description of *Lethenteron mitsukurii*

(日本産カワヤツメ属の再検討と 2 新種 *Lethenteron satoi* ウチワスナヤツメ (新称) および *Lethenteron hattai* ミナミスナヤツメ (新称) の記載ならびに *Lethenteron mitsukurii* キタスナヤツメ (新称) の再記載)

著者：Harumi Sakai (酒井治己)、Akihisa Iwata (岩田明久)、Katsutoshi Watanabe (渡辺勝敏)、Akira Goto (後藤晃)

掲載誌：*Ichthyological Research* DOI：10.1007/s10228-024-00997-7