

幼形成熟したエゾサンショウウオを 89 年ぶりに発見！

ポイント

- ・ 幼形成熟したエゾサンショウウオを北海道胆振地方の池で発見。
- ・ 日本産サンショウウオの幼形成熟の報告は 89 年ぶり、サンショウウオ科全体でも非常に珍しい報告。
- ・ サンショウウオ類の生活史の多様性や進化の理解につながる重要な発見。

概要

北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの岡宮久規研究員と岸田 治准教授らの研究グループは、2020 年と 2021 年に、胆振地方の池で、成体のサイズに達しているにも関わらずエラや発達した尾ビレなど幼生の形態を保持したエゾサンショウウオを 3 個体発見しました。形態や体液を分析した結果、これらの個体は全てオスで、幼生の形態を保持したまま成熟した幼形成熟*1 個体であることがわかりました。さらに、2 個体から得た精液と、通常の成熟メスから採取した未受精卵を用いた人工授精実験を行った結果、受精卵が正常に発生することも確かめられました。日本産サンショウウオの幼形成熟現象は、北海道白老町の倶多楽湖に生息するエゾサンショウウオ集団のみで知られていましたが、1932 年の記録を最後にこの集団は絶滅したとされており、これまで他の場所でも報告例はありませんでした。本研究は、日本産サンショウウオの幼形成熟の 89 年ぶりの再発見といえます。本研究成果は、2021 年 12 月 8 日（水）公開の *Zoological Letters* 誌にオンライン掲載されました。



左：発見されたエゾサンショウウオの幼形成熟個体。右：幼形成熟個体（奥）と通常の成熟個体（手前）を並べて写したものの。

【背景】

両生類の多くの種は、幼生期を水中で過ごし、変態後、陸上生活に移行してから成熟しますが、一部の種では、エラや発達した尾ビレなど幼生の形態を保持したまま変態せずに成熟する現象（幼形成熟）が知られています。有名な例はメキシコサンショウウオの幼形成熟で、日本ではウーパールーパーの愛称で親しまれています。

日本産サンショウウオの幼形成熟は唯一北海道に生息するエゾサンショウウオで報告されていますが、その記録は戦前にまで遡ります。1924年（大正13年）、北海道大学の佐々木^{まどか}望博士によって、登別温泉近くの倶多楽湖（白老町にあるカルデラ湖）に生息するエゾサンショウウオが幼形成熟することが、初めて報告されました。佐々木博士が湖底から採集した十数個体のエゾサンショウウオは、幼生の特徴を保持しながら成熟しており、飼育下で繁殖も確認されました。しかし、当時すでに養殖魚のヒメマスが湖に放流されており、その捕食圧によってまもなく絶滅してしまったと考えられています。同湖の幼形成熟個体は、1932年（昭和7年）に同大学名誉教授の牧野佐二郎博士によって採集された2個体を最後に姿を消し、戦後に行われた生息調査でも再発見されることはありませんでした。その後、今日に至るまで、他の地域でもエゾサンショウウオの幼形成熟は報告されていませんでした。

【研究手法】

研究グループは、2020年12月と2021年4月に胆振地方のとある池において、調査中に12~14cmの巨大な幼形個体を計3個体発見しました。これらの個体を捕獲し、詳細な形態分析を行ったところ、いずれの個体も外鰓（エラ）をもち、頭部や歯列、脚、尾ビレなどの形状が幼生に似ていた一方で、総排出口の形状が成熟オスの特徴を有していたことから、幼形成熟したオス個体であることが示唆されました（図1）。また、エゾサンショウウオの繁殖期である4月に採集された2個体からは精液の放出が確認されたため、精子の顕微鏡観察を行うとともに、この精液を通常の成熟メスから得た未受精卵に塗布し、受精するかを調べることで、これらの個体が生殖能力を有しているかを検討しました。

【研究成果】

顕微鏡観察の結果、幼形オスの精液には運動性のある精子が多数含まれており、その形状や動作は通常の成熟オスの精子とよく似ていました（図2）。また、人工授精の結果、精液を塗布した未受精卵の約70%が受精し正常に胚発生しました（図3）。以上の結果から、採集した幼形オスは間違いなく成熟しており、生殖能力を有する幼形成熟個体であることが確かめられました。これは89年ぶりとなるエゾサンショウウオの幼形成熟の報告です。

倶多楽湖の報告が100年近くも前であること、発見者である佐々木博士が研究半ばで逝去し、残された資料が限られていることから、エゾサンショウウオの幼形成熟現象を疑問視する声もありましたが、今回、エゾサンショウウオにおいて幼形成熟が生じることが改めて確かめられました。

幼形成熟現象は、海外のイモリやサンショウウオの仲間ではよく知られていますが、日本産サンショウウオでは、上述の通りエゾサンショウウオだけでしか知られていません。また、日本産サンショウウオを含むサンショウウオ科全体を見渡しても、幼形成熟をする種はもう1種しか知られていません。今回のような、幼形成熟現象が稀な分類群からの新たな報告例は、サンショウウオ類の生活史の多様性や進化を理解する上での重要な資料となります。

佐々木博士によるエゾサンショウウオの幼形成熟に関する報告は、はじめに北海道大学の紀要でなされ、博士の死後、日本動物学会報にその続報が掲載されました。どちらの論文も英文で書かれ、日本動物学会報に掲載された論文には幼形成熟個体の図版がカラーで掲載されており、この発見を世界に広く

知ってもらいたいという博士の思いを窺い知ることができます。その歴史を踏まえ、本研究も日本動物学会が発行する国際誌、Zoological Letters 誌で発表しました。

【今後への期待】

3 個体の幼形成熟オスは 2021 年 11 月現在も幼形を維持し、変態していません。これらの個体は今後、両生類の飼育技術で卓越した実績を誇る「世界淡水魚園水族館 アクア・トトぎふ」に移送し、飼育を継続することが計画されています。同館はエゾサンショウウオをはじめ、複数種のサンショウウオの飼育下繁殖に成功しており、飼育動物の生活環境を豊かにする取り組みを表彰する「エンリッチメント大賞」を受賞するなどその技術は高く評価されています。今後は、アクア・トトぎふの協力のもとに飼育観察を継続することで、幼形成熟オスの生活史や繁殖様式に関する新たな知見が得られることが期待できます。

今回、幼形成熟オスは、通常の成熟個体が繁殖する池で発見されたことから、今後は他の繁殖池でも発見される可能性があります。昔の倶多楽湖のように幼形成熟した個体が多数生息する水域が見つければ、その集団をモデルとして動物の生活史進化や種分化に関する研究が展開できます。幼形成熟個体のさらなる発見を目指して今後も調査を進めたいと考えています。

【謝辞】

本研究成果は、科研費特別研究員奨励費（19J10846）、基盤研究(B)（17H03725）、挑戦的研究(萌芽)（20K21439）の助成を受け、実施されました。

論文情報

論文名	Paedomorphosis in the Ezo salamander (<i>Hynobius retardatus</i>) rediscovered after almost 90 years (約 90 年ぶりに再発見されたエゾサンショウウオの幼形成熟)
著者名	岡宮久規 ¹ , 杉目良平 ² , 古澤千春 ² , 井上嘉大 ² , 岸田 治 ¹ (¹ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター, ² 北海道大学大学院環境科学院)
雑誌名	Zoological Letters (動物学の専門誌)
DOI	10.1186/s40851-021-00183-x
公表日	2021 年 12 月 8 日 (水) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 研究員 岡宮久規 (おかみやひさのり)

T E L 0144-33-2171 F A X 0144-33-2173 メール h.okamiya@gmail.com

U R L <https://sites.google.com/view/hisanoriokamiya/>

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 准教授 岸田 治 (きしだおさむ)

T E L 0144-33-2171 F A X 0144-33-2173 メール kishida@fsc.hokudai.ac.jp

U R L <https://ok.fsc.hokudai.ac.jp/>

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

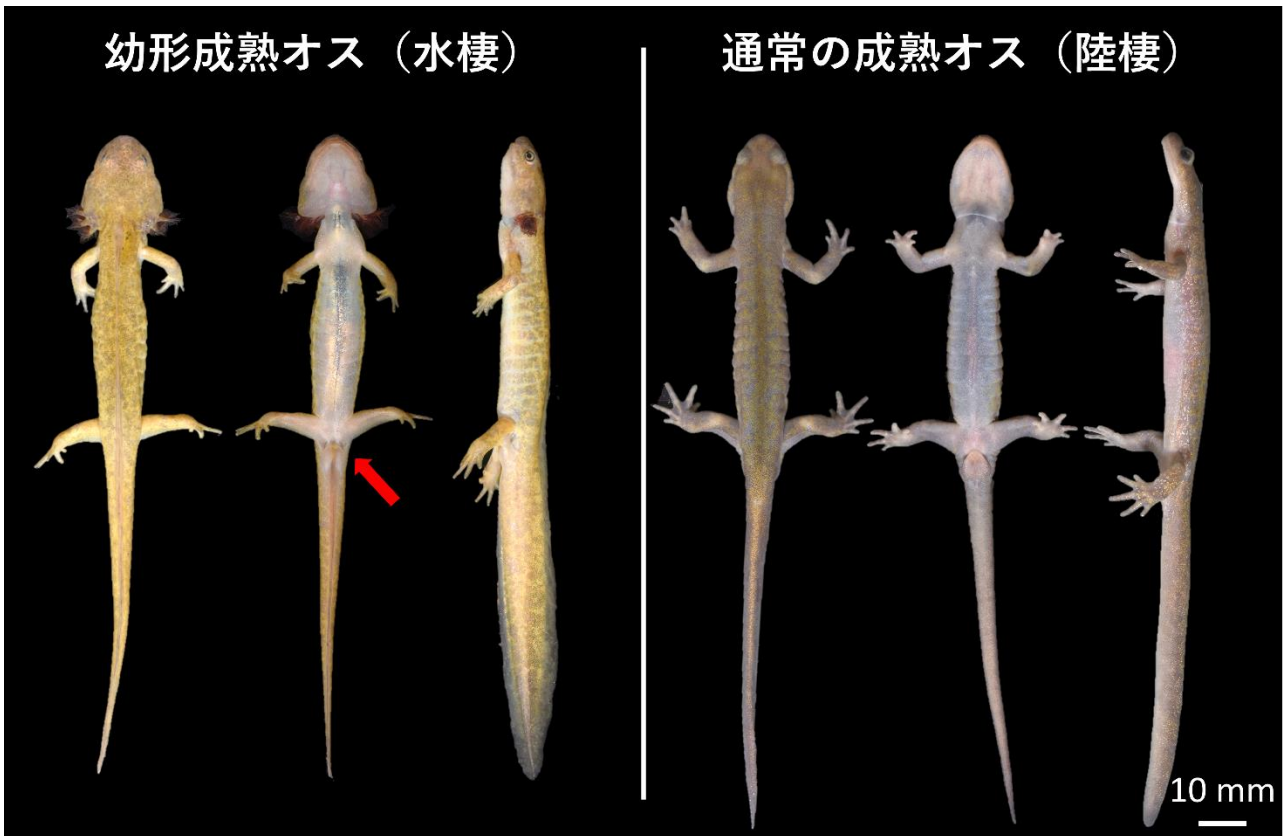


図 1. エゾサンショウウオの幼形成熟オス（左）と通常の成熟オス（右）の背面，腹面，側面の比較写真。水棲の幼形成熟オスには、陸棲である通常の成熟オスには見られないエラや発達した尾ビレなどの幼生の特徴が確認できるが、赤矢印で示した総排出口が通常の成熟オスと同様に Y 字の形状を示しており、成熟していることが確認できる。

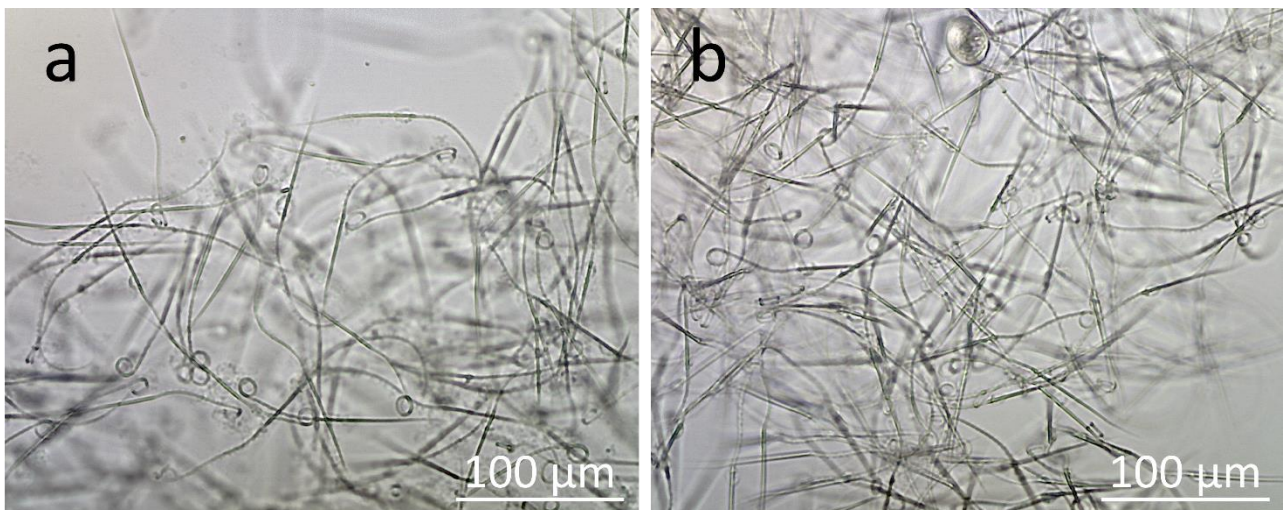


図 2. エゾサンショウウオの幼形成熟オスの精子 (a) と通常の成熟オスの精子 (b) の顕微鏡写真。両者の形状はよく似ており、細長い槍状の頭部（濃く写っている部分）と波状の鱗状膜をもつ尾部からなる。報告されているエゾサンショウウオの精子の形状と矛盾しない。

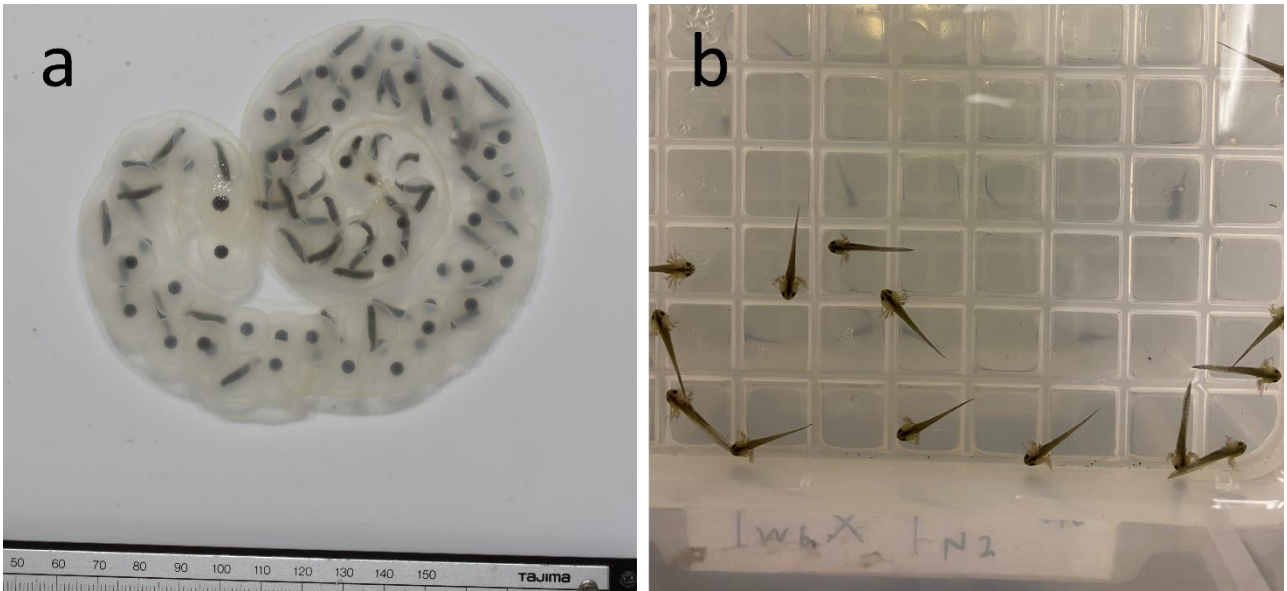


図 3.幼形成熟オスの精子によって受精し，正常に胚発生するエゾサンショウウオ卵 (a) と，孵化した幼生 (b)。

【用語解説】

*1 幼形成熟 … 動物において，形態的には幼生の特徴を有しているにも関わらず，生殖器官が成熟し，繁殖可能な状態に至る現象のこと。ネオテニー (neoteny) の語があてられることもあるが，ここでは使用しない。これは，ネオテニーが狭義には，幼形成熟の発生プロセスとして大別される複数の概念のうちの一つであり，今回のエゾサンショウウオの例ではそのプロセスまでは特定していないためである。