

アズマヒキガエルの繁殖地推定手法開発にはじめて成功

～外来毒ガエルの効果的な駆除への貢献に期待～

ポイント

- ・環境 DNA 技術を用いて北海道の国内外来種アズマヒキガエルの繁殖地検出手法の開発に成功。
- ・石狩川水系全域に位置する 12 河川流域で繁殖地の存在を解明。
- ・捕獲や目視に頼らない、簡便・効率的な手法で陸棲外来種の繁殖地推定や駆除の進展に期待。

概要

北海道大学大学院農学研究院の荒木仁志教授らの研究グループは、北海道の国内外来種で毒性を有するアズマヒキガエルの繁殖域解明のため、環境 DNA^{*1} 解析と呼ばれる最新技術を駆使した研究を行ってきました。その結果、川の水からヒキガエル由来の DNA を検出することで、対象種に触れることなくその繁殖域を広く簡便に推定することに成功しました。

アズマヒキガエルは東日本に生息する陸棲のカエルで、北海道では国内外来種とされています。このカエルは高い毒性を有し、卵やオタマジャクシを食べた北海道在来のカエルやサンショウウオが死ぬことがあり問題視されています。また、石狩川流域の旭川周辺では以前からこの外来ガエルの駆除が行われてきましたが、夜行性で普段は森に身を隠しているため駆除には大きな労力を要し、近年では札幌市や石狩市といった石狩川下流部にもその分布が広がっていることがわかっています。

そこで、研究グループはアズマヒキガエル繁殖期の集水域 (= 繁殖池遠方) から本種由来の DNA を検出する技術を開発し、広域調査を行いました。その結果、石狩川本川を含む 12 河川・32 地点の水から DNA が検出され、うち 21 地点では近傍 500m 以内に目視情報がないことがわかりました。

これらの発見は外来毒ガエルの繁殖地が石狩川水系に広く及んでいることを科学的に証明したばかりか、野外で捕獲や目視の困難な希少種や外来種の広域分布・生態の解明に環境 DNA 技術が有効であることを示しました。また、現場では水を汲むだけの簡便な手法であることから、今後は地域住民が身近な生態系を見守る手段の一つとして、広く活用される可能性を示した結果ともいえます。

なお、本研究成果は、2021 年 12 月 15 日 (水) 公開の Biological Invasions 誌に掲載されました。



川の水から DNA を検出することで、国内外来種“アズマヒキガエル”の繁殖域に触れることなく推定。
(写真左: 川の水を採取する研究グループ, 写真中央: アズマヒキガエルの成体 (上がオスで下がメス),
写真右: アズマヒキガエルの繁殖域。オタマジャクシが大量に発生している。)

【背景】

近年、生物多様性の重要性が世界的な関心事となっています。そのため、世界各地で地域固有の生態系を守る取り組みも数多く取り上げられています。中でも外来種による在来種・固有種への悪影響は大きな問題となっており、外来種の駆除や分布拡大の阻止に国や地方自治体、地域住民が多くの時間と労力を費やしています。

北海道におけるアズマヒキガエルの分布拡大もその好例です。東日本では在来とされるこのカエル、北海道にはもともと生息していない国内外来種で、1912年に函館で発見されたのが北海道で初めての記録とされています。1995年には旭川の神居古潭、2007年には札幌の茨戸川沿岸で発見されるなど、その分布拡大が懸念されています。

外来種の中でも、アズマヒキガエルの特徴はその毒性にあります。自然分布する東日本では外敵から身を守る手段の一つと考えられている本種の毒はガマ毒（ブフォトキシン）と呼ばれ、成体だけでなく幼生でも既に分泌されています。神経性の毒で、犬などの家畜が誤って食べてしまうと嘔吐や呼吸困難、時には死に至ることもある強力な毒です。ヒトが口にすることは無いと思いますが、アズマヒキガエルに免疫のない北海道の両生類では、エゾアカガエルなどがアズマヒキガエルと同じ池でふ化し、アズマヒキガエルのオタマジャクシを食べて大量死に至るケースが報告されています。

そこで旭川と札幌をつなぐ石狩川周辺では、地域住民が中心となって外来毒ガエルの駆除活動が続けられています。しかし、成体になると水場を離れ、森の中で暮らす夜行性のカエルを完全駆除することは困難を極め、自治体も巻き込んだ献身的で膨大な駆除努力にも関わらず、アズマヒキガエルの分布は縮小の兆しを見せていません。そこで我々はこれまで生態学分野で培ってきた環境 DNA 技術（河川や湖沼などの水を分析してそこに含まれる DNA を検出し、周辺生物を同定・定量する技術）をアズマヒキガエルに応用し、石狩川に流れ込む多数の支川のなかからアズマヒキガエルが繁殖している河川を迅速かつ簡便に特定する手法を開発することにしました。

【研究手法】

本研究では 2018 年から 2019 年にかけて、アズマヒキガエルの幼生が繁殖池を離れる前の 6 月に採水調査を行いました。世界初となるヒキガエル属特異的 DNA 配列検出法を開発し、旭川を中心に石狩川水系 31 河川 73 地点及び（検出感度検証のため）ヒキガエル幼生の存在を確認した 8 つの池でも環境 DNA サンプルを採集・ろ過しました。そこから細心の注意を払って環境 DNA を抽出し、定量 PCR 解析^{*2}を行うことで、河川におけるヒキガエル DNA の有無を推定しました（図 1）。更に、得られたアズマヒキガエルの存在情報と北海道が公開している過去のアズマヒキガエル目視情報を組み合わせることで、その整合性の検証と繁殖地のより正確な推定を試みました。

【研究成果】

アズマヒキガエルの幼生を直接目視確認した繁殖池では高い検出感度と同時に技術的な問題点も明らかになったものの、結果的には全ての池で環境 DNA を検出することに成功しました。また、繁殖池を上流にもつ河川由来の環境 DNA 時系列解析から、幼生の多くがまだ池にいる 6 月初旬から中旬にかけての期間が、下流側の河川集水域における環境 DNA 検出に最適な時期であることも確認出来ました。これを石狩川全域に拡大した解析では、73 地点中 32 地点、実に 43.8%もの地点からアズマヒキガエルの DNA が検出され、そのうち 21 地点では半径 500 メートル以内に過去の目視情報がありませんでした。これらの DNA 検出は石狩川本川を含め 12 河川に及び、アズマヒキガエルが石狩川水系内で広く繁殖している可能性が示唆されました。

【今後への期待】

環境 DNA 技術は 2008 年、フランスで外来ウシガエルの存在を簡便に検出する技術として誕生しました。その後の分子実験技術の急速な発展と世界的な環境 DNA 技術への関心の高まりを受け、本技術は今現在、目覚ましい進展を遂げつつあります。本研究は外来ガエルの DNA 検出、という点では原点回帰の研究になりますが、用いた技術は 2008 年当時とは比べ物にならない進化を遂げています。結果として、当時の技術ではおそらく叶わなかった「陸棲ガエルの繁殖池から遠く離れた河川集水域での環境 DNA 検出」が実現しました。これにより、彼らの繁殖期に比較的容易かつ迅速にアクセスできる各河川の下流域で水を汲み、そこに含まれる外来ガエルの DNA を解析するだけでどの河川で彼らが繁殖を行っているか、高い確率で判別がつくようになりました。

一般に水圏生物は野生生態の調査が難しく、環境 DNA はこの問題への特效薬として開発されてきました。しかし目覚ましい技術革新を繰り返した結果、本技術は陸棲生物の分布や一時的な水辺利用、繁殖の実態を明らかにする手段としても、十分に活用されうる可能性を示しました。本研究で培われた環境 DNA 技術は、現場では水を汲むだけの簡便な技術です。これを他の外来種や絶滅危惧種に応用することで、これら生物の早期発見や長期的・網羅的なモニタリングが可能となります。

また、このような技術を市民参加型調査へと転用する試みも始まっています。これにより、地域の市民や子供たちが身近な自然を自らの手で見守る社会の実現に貢献し得るものと期待しています。

論文情報

論文名	Utilizing environmental DNA for wide-range distributions of reproductive area of an invasive terrestrial toad in Ishikari river basin in Japan (環境 DNA 技術を用いた石狩川流域における陸棲外来ガエルの広域繁殖地推定)
著者名	水本寛基 ^{1,2} , 岸田治 ² , 高井孝太郎 ² , 松浦なる ³ , 荒木仁志 ¹ (1北海道大学大学院農学研究院, 2北海道大学北方生物圏フィールド科学センター, 3北海道大学農学部)
雑誌名	Biological Invasions (保全生物学の専門誌)
DOI	10.1007/s10530-021-02709-y
公表日	2021年12月15日(水)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院農学研究院 教授 荒木仁志 (あらかひとし)

T E L 011-706-3893 F A X 011-706-2494 メール arakih@res.agr.hokudai.ac.jp

U R L <http://lab.agr.hokudai.ac.jp/animalecology/>

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】

環境DNA解析の流れ

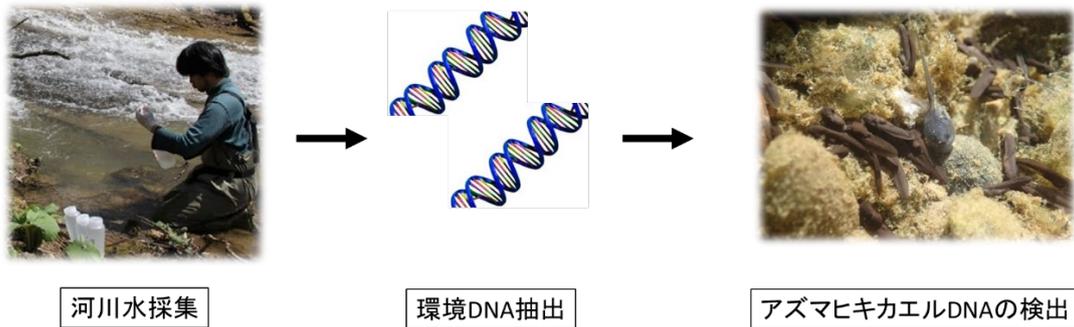


図 1.環境 DNA を用いたアズマヒキガエル研究の概略図。

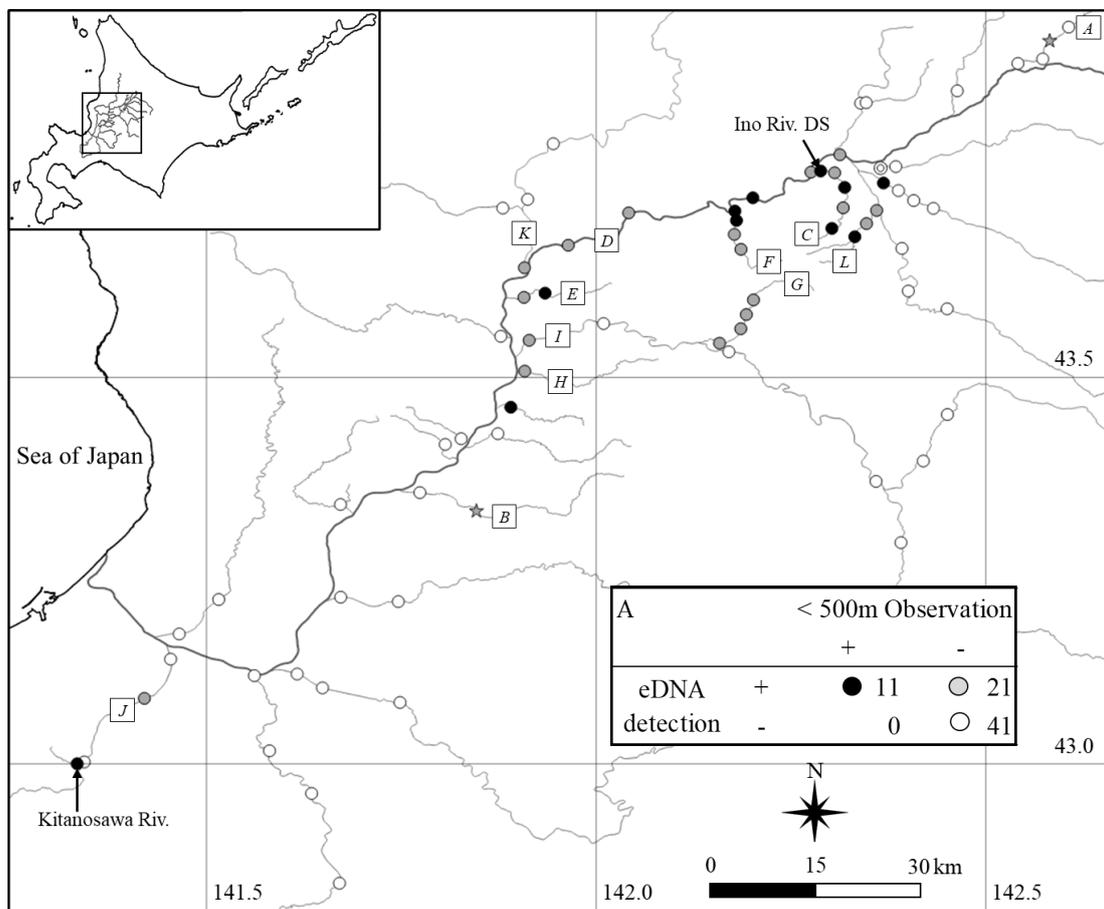


図 2.石狩川地図。アズマヒキガエル環境 DNA が検出された地点は黒丸（近傍で目視アリ），グレー（近傍で目視ナシ）で示している。白丸は採水調査を行ったものの環境 DNA が検出されなかった地点を示し，A～L は検出のあった河川を示している。右下の表は，各地点における環境 DNA 検出の有無（eDNA detection +, -）と 500m 以内目視情報の有無（<500m Observation +, -）の関係を示したもので，環境 DNA 検出感度の高さを示している。

【用語解説】

- *1 環境 DNA … 生物が河川水など周囲の環境に放出した糞や表皮などに含まれる DNA のこと。
- *2 定量 PCR 解析 … サンプルに含まれる標的 DNA の量を推定することができる PCR 解析のこと。