

News Release



平成28年 7月 8日

各報道機関文教担当記者 殿

外来種シグナルザリガニ侵入の歴史をひも解く

【研究概要】

金沢大学環日本海域環境研究センターの西川潮准教授の研究グループは、北海道大学、イリノイ大学（米国）、ワシントン大学（米国）、水産海洋省（カナダ）、新潟大学、国立環境研究所との共同研究により、日本の湖沼や河川に定着している外来種シグナルザリガニ（ウチダザリガニ、タンカイザリガニ；図1）は、1）原産地の広い範囲から複数の集団が交じり合ったものが持ち込まれたため、創始集団の遺伝的多様性が高いこと、2）日本の侵入集団は、原産地集団と比べて、攻撃性の強さと密接な関係があるハサミ（鉗脚）が大きいこと、3）北海道摩周湖から二次的に北海道内外に広がった侵入集団では、侵入年が新しくなるほど遺伝的多様性は低下するものの、ハサミが大型化していること、を明らかにしました。これは、**世界的な侵入種であるシグナルザリガニを対象として、世界で初めて、原産地と侵入地の比較を通じて侵入履歴を明らかにした研究となります。**シグナルザリガニの日本における侵入成功の鍵は、初期に持ち込まれた集団に見られる遺伝的多様性の高さと、侵入集団に見られるハサミの大型化といった急速な環境適応にあると考えられます。

この結果は、侵入種の急速な環境適応に関する新知見を提供するとともに、今後、シグナルザリガニの管理計画を策定するうえでも有用な情報を提供することが期待されます。

本研究成果は、2016年7月4日付けで、生態学・進化学の国際誌 Ecology and Evolution 電子版に掲載されました。



図 1. 外来種シグナルザリガニ（ウチダザリガニ，タンカイザリガニ）

【研究の背景】

全世界から 500 種以上のザリガニ類が知られていますが，日本の湖沼や河川には在来ザリガニ 1 種（ニホンザリガニ *Cambaroides japonicus*）と外来ザリガニ 2 種（シグナルザリガニ *Pacifastacus leniusculus*，アメリカザリガニ *Procambarus clarkii*）が生息します。

シグナルザリガニは，北米大西洋岸の地域を原産地とする冷水性のザリガニ種で，全長 15cm ほどに達します。本種は，アメリカやカナダの本来生息していなかった地域に定着しているほか，ヨーロッパ各地や日本に導入され，在来種の捕食や水草の切断，病気の媒介などを通じて侵入先の生態系や農林水産業に壊滅的な影響を与えている世界的な侵入種です。日本では 2006 年に「特定外来生物」に認定されました。現在，日本では本種を生きたまま移動させることや売買，飼育，放流などは厳しく規制されています。

シグナルザリガニは，1926 年から 1930 年にかけての計 5 回，当時の農林省によって，優良水族移植という名目で日本に輸入されました。北海道の集団はウチダザリガニ，滋賀県の集団はタンカイザリガニと呼ばれ，これらは導入当初，

頭部の形態が異なるという理由から別種として記録されましたが、その後、この2つは異なる亜種(※1)とみなされました。歴史的資料によると、シグナルザリガニの原産地は、輸入年によって、「オレゴン州ポートランド」、「オレゴン州コロンビア川」、「オレゴン州コロンビア」と記録されていますが、果たしてこれらはオレゴン州の単一の場所から持ち込まれたのか、複数の場所から持ち込まれたのかについては分かっていませんでした。

これまでの西川准教授らの文献調査や核DNAの解析に基づく共同研究などから、日本に定着しているシグナルザリガニは、北海道（摩周湖）、長野県（明科町）、滋賀県（淡海湖）の3つの創始集団があり、近年北海道内はもとより、本州各地で分布を拡大しているのは、摩周湖から二次的に広がった集団であることが分かっています。さらに日本では、シグナルザリガニは気候要因や物理化学的環境が原産地と異なる湖沼や河川に定着していること、侵入地でも原産地同様に幅広い生態的地位（ニッチ）を占めていることが明らかになっています。一般に、少数の個体が新天地に運ばれると集団内の遺伝的多様性が低下するため、幅広い環境に適応できなくなると考えられます。なぜ、原産地と異なる環境で次々と分布拡大と定着に成功できているのかについては謎でした。

そこで、研究グループは、原産地（北米）と侵入地（日本）の合計70箇所に及ぶ湖沼や河川でフィールド調査を行い、採集したシグナルザリガニ1,200個体以上のミトコンドリアDNAの情報を調べ、うち450個体以上の標本について、シグナルザリガニの攻撃性の強さと密接な関係があるハサミ（鉗脚）の大きさを測定しました。

【本研究の成果】

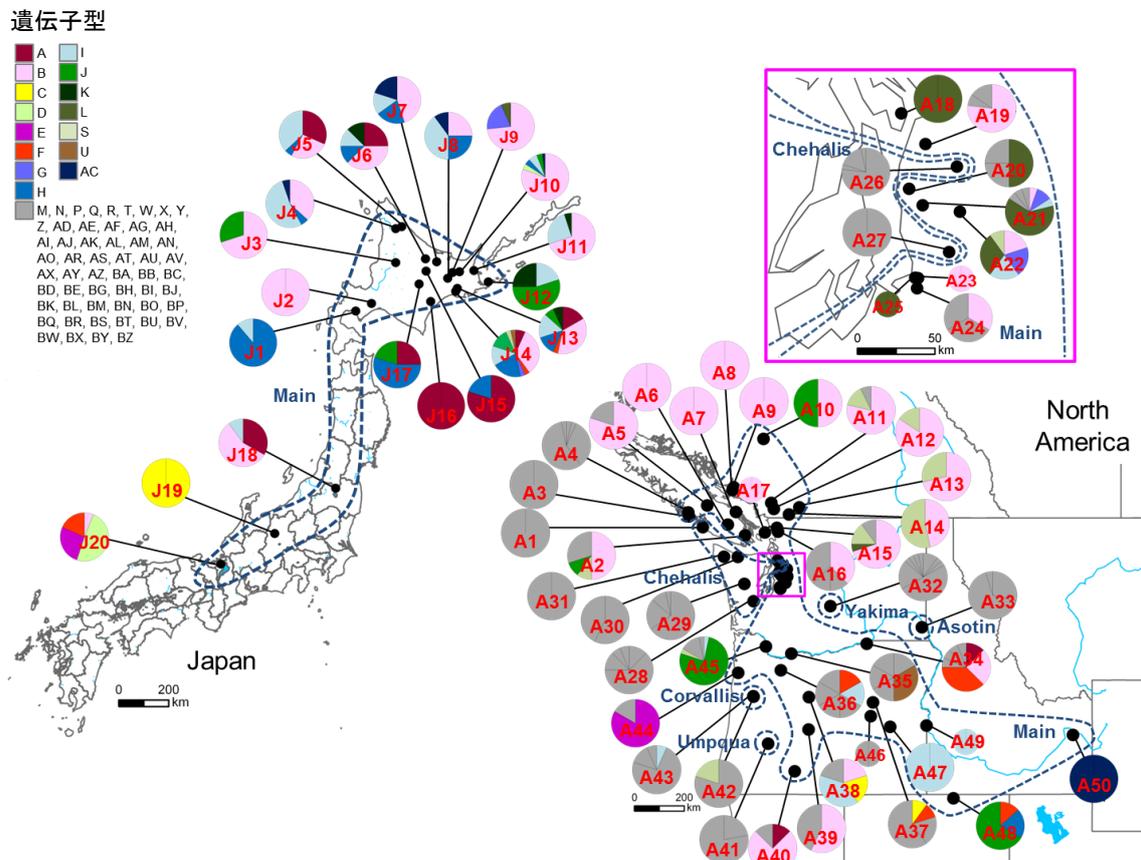


図 2. 侵入地（日本）と在来地（北米）におけるシグナルザリガニ (*Pacifastacus leniusculus*) のミトコンドリア 16SrRNA 遺伝子型の分布図。点線で囲まれたグループは侵入地と在来地の遺伝的グループを表す。Main グループが日本のシグナルザリガニの原産地。有色は日本と北米に共通して見られた遺伝子型，灰色は北米のみで見られた遺伝子型を示す。カラー図は論文のリンク先 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.2286/full> から入手可能。

北米と日本で採集されたシグナルザリガニのミトコンドリア DNA (16SrRNA) の塩基配列を調べたところ、日本からは 15 タイプ、北米からは 69 タイプの遺伝子型が見つかりました (図 2)。日本国内で初期に導入された 3 集団のうち、北海道 (摩周湖) と滋賀県 (淡海湖) の集団は、原産地の複数の集団の遺伝子型が交じり合っているのに対し、長野県 (明科町) の集団は単一の遺伝子型から構成されていることが明らかになりました。日本に定着している侵入集団は、原産地の広い地域から持ち込まれたものと考えられます。シグナルザリガニの遺伝的多様性の原産地—侵入地間比較から、日本のシグナルザリガニ集団の遺伝的多様性は、原産地集団の遺伝的多様性と同程度に高いことが明らかになり

ました。

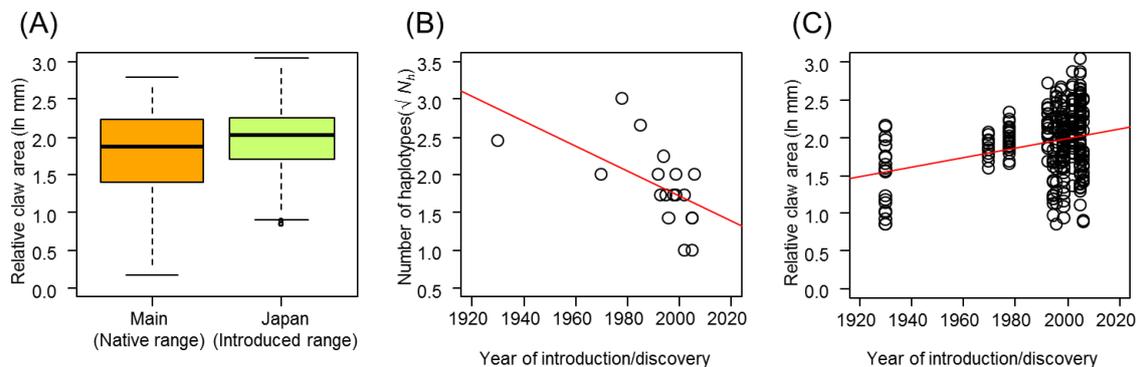


図 3. (A) 北米の原産地集団(Main)と日本の侵入集団(Japan)のハサミの大きさ(相対鉗脚面積; 対数 mm)の箱ひげ図. 箱の中の太線は中央値, 箱の両端は第1四分位数と第3四分位数, ひげの両端は最小値と最大値(箱の長さの1.5倍)を示す. 個体や集団の属性, さらにデータのばらつきを考慮に入れた解析から, 日本の侵入集団は, 原産地集団と比べてハサミが大きいことが示されている(線形混合モデル, $P=0.049$). (B) 摩周湖由来の二次侵入集団の侵入年とミトコンドリア遺伝子型数($\sqrt{N_h}$)の関係($r=0.581$, $P=0.011$). (C) 摩周湖由来の二次侵入集団の侵入年とハサミの大きさ(対数 mm)の関係(線形混合モデル: $P=0.049$).

一方, ハサミの大きさの原産地—侵入地間比較から, 日本の侵入集団は, 原産地集団と比べてハサミが大きく(図 3A), また, 摩周湖由来の集団は, 侵入年が新しくなるにつれ遺伝的多様性は低下するものの(図 3B), ハサミが大型化していることが明らかになりました(図 3C).

日本におけるシグナルザリガニの侵入成功の鍵は, 初期に持ち込まれた集団に見られる遺伝的多様性の高さと, 侵入集団に見られるハサミの大型化といった急速な環境適応にあると考えられます。

【本研究の意義と今後の展望】

本研究は, 世界的な侵入種であるシグナルザリガニを対象として, 世界で初めて, 原産地と侵入地で遺伝子の塩基配列と外部形態の特徴を比較することにより, 本種の日本での侵入履歴を明らかにしました。この結果は, 侵入種の急速な環境適応に関する新知見を提供するとともに, 今後, シグナルザリガニの管理計画を策定するうえでも有用な情報を提供することが期待されます。

しかし, シグナルザリガニが大型のハサミを持つことで生態系にどのような影響が及ぶのか, そしてどのようなメカニズムによってハサミが大型化しているのかについてはよく分かりません。今後, シグナルザリガニのハサミの大きさと, 攻撃行動や餌の獲得状況, さらに食物網への影響についての詳細な研究を

進めるとともに、侵入地において急速な環境適応をもたらすメカニズムを明らかにしていきたいと考えています。

【論文題目】

雑誌名：Ecology and Evolution

論文名：Phylogeographic insights into the invasion history and secondary spread of the signal crayfish in Japan

著者名：Nisikawa Usio, Noriko Azuma, Eric R. Larson, Cathryn L. Abbott, Julian D. Olden, Hiromi Akanuma, Kenzi Takamura & Noriko Takamura

(西川潮 (金沢大学), 東典子 (北海道大学), Eric R. Larson (イリノイ大学), Cathryn L. Abbott (水産海洋省), Julian D. Olden (ワシントン大学), 赤沼宏美 (新潟大学), 高村健二 (国立環境研究所), 高村典子 (国立環境研究所))

DOI: 10.1002/ece3.2286

URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.2286/full>

【研究費】

本研究は、日本学術振興会科学研究費 (科研費) (24510324, 16K07512) の支援のもとで行われました。

【用語解説】

※1 亜種

生物の分類学上の単位の一つ。分類階級では、上位の階層から、「ドメイン」、「界 (かい)」、「門 (もん)」、「綱 (こう)」、「目 (もく)」、「科 (か)」、「属 (ぞく)」、「種 (しゅ)」となる。界以下の各階層には上位と下位の階層の間の中間的な階層もあり、上位の階層には「上」が、下位の階層には「下」や「亜」が接頭辞としてつく。亜種は種の下位の階層で、同じ種でも地域間で色や形などが異なり別集団とみなされる場合に、これらを異なる亜種として扱うことがある。

【本研究に関する問い合わせ先】

金沢大学 環日本海域環境研究センター
准教授 西川 潮 (にしかわ うしお)
電話：076-264-6211

E-mail: usio@se.kanazawa-u.ac.jp

【広報担当】

金沢大学 理工系事務部総務課総務係
大根 沙智恵 (おおね さちえ)
電話：076-234-6952

E-mail: s-somu@adm.kanazawa-u.ac.jp