



# 愛研技術通信

あけましておめでとうございます。

旧年中は格別のご厚情を賜り、誠にありがとうございました。

私たち社員一同、常に学ぶ姿勢を忘れずに、成長という目的に向かって

勇龍突進していきたいと思えます。

本年も変わらぬお引き立ての程よろしくお願い申し上げます。

令和6年能登半島地震により被災された皆様に

心よりお見舞い申し上げます。

被災された皆様の一日も早い復旧・復興を心よりお祈り申し上げます。



2024年 正月

株式会社 愛研  
代表取締役 角 信彦  
社員一同

## 法令・告示・通知・最新記事・その他

### ○ アメリカザリガニの知られざる繁殖生態を解明！

～ 条件付特定外来生物に指定されたばかりの本種の効率的な防除の応用に期待 ～

2023年12月6日岡山大学報道発表資料抜粋

岡山大学の研究グループは、岡山県内のアメリカザリガニが定着した池で、1年間にわたり毎月、野外調査を継続的に実施した結果、アメリカザリガニの繁殖生態に関する新知見を明らかにしました。

#### 【 現状 】

ザリガニ釣りでお馴染みのアメリカザリガニは、特に児童には人気の高い身近な生き物として認識されています。本種はその名のとおり北米産の外来種であり、日本への移入は1927年に食用蛙の餌として神奈川県内の養殖池に導入されたのが最初です。その後現在までに、本種の分布は瞬く間に日本全国に拡がりました。

飼育生物としても人気の高い本種ですが、実は、絶滅危惧種を含む在来生物に対して捕食などを通じて甚大な悪影響を与えていることが国内外で報告されるようになりました。在来生物への影響のみならず、水田や畦に巣穴を掘って穴を空けることで漏水を引き起こすなど、農業への影響も生じています。このため本種は、環境省と農林水産省によって2023年6月に「条件付特定外来生物」に指定されました。したがって、本種は今後、全国各地で防除がさらに進められていくことが予想されます。本種の防除を効率的に進めていくためには、繁殖期や稚ザリガニの出現時期などの生活史・繁殖生態に関する知見が必要ですが、本種の繁殖生態については意外にも不明な点が多かったのが実情でした。これは、冬になると本種は巣穴などに籠ってしまうため、この時期の捕獲が難しく、調査の実施が困難であることも一因になっていると思われます。

#### 【 条件付特定外来生物とは 】

特定外来生物とは、明治時代以降に日本に入り込んだ外来生物の中で、人の生命・身体、生態系、農林水産業へ被害を及ぼすもの、又は及ぼすおそれがあるものの中から、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（外来生物法）に基づき指定された生物です。2023年9月時点で、哺乳類25種類、鳥類7種類、爬虫類22種類、両生類15種類、魚類26種類、昆虫類27種類、甲殻類7種類、クモ・サソリ類7種類、軟体動物等5種類、植物19種類が指定されています。この法律では、指定された生物の輸入、放出、飼養等、譲渡し等が禁止されています。特定外来生物のうち、アカミミガメとアメリカザリガニについては、2023年6月から特定外来生物に関する規制の一部（飼養等及び譲渡し等）を適用除外とする「条件付特定外来生物」に指定されています。この2種はペットとして多くの人が飼育しているため、飼育を禁止すると野外へ放す飼育者が増えると予想されたため、一部の規制が適用除外になりました。ただし、放出は禁止されているので、野外で見かけた場合、拾ったり、移動させたりすることはできません。一度移動させてしまっ

た個体は、原則として放すことができませんので、拾った方の責任で飼育したり、引取り先を探す必要があります。

### 【 研究成果の内容 】

本研究ではまず、岡山県内のアメリカザリガニが定着している池をフィールドとし、1年間にわたり毎月1～2回、「籠」と呼ばれるトラップと「たも網」を用いた定量的な捕獲調査を継続的に実施しました。その結果、抱卵メス（図1）は7月下旬から10月にかけて出現しました。したがって、岡山県の調査地では、本種の繁殖期は夏から秋にかけてであることが明らかとなりました。また、抱卵メス15個体を対象に抱卵数を計測した結果、1個体あたり100～375個でした。解析の結果、抱卵数は体サイズ（頭胸甲長）が大きくなるほど有意に多くなり、メスの頭胸甲長（X、（単位はmm））と抱卵数（Y（単位は個））の間には、 $Y=17.1X-308.8$ という関係が認められました（図2）。在来日本固有種のニホンザリガニではメスの抱卵数は数十個ですので、本種の繁殖力が非常に高いことが理解できます。



図1：アメリカザリガニの抱卵メスの腹部

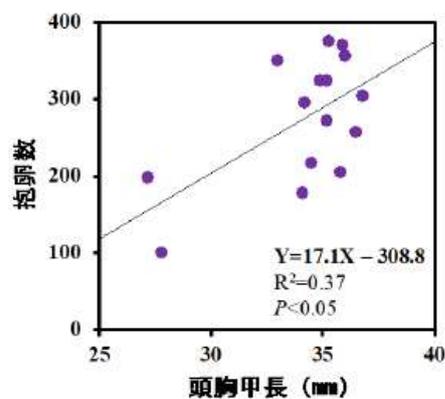


図2：アメリカザリガニの体サイズ（頭胸甲長）と抱卵数の関係

さらに、10月初旬から翌年2月中旬にかけて、孵化したばかりの稚ザリガニを腹部に抱える抱稚仔メス（図3）が継続的に確認されました。水生動物の卵の発生速度は低水温では著しく遅くなりますが、秋の遅い時期に産卵した本種のメスは卵を抱えたまま冬を過ごし、驚くことに、冬季の低水温下でも卵の発生は少しずつ進んで孵化することが判明しました。



図3：アメリカザリガニの抱稚仔メス（左）と母親の腹部で孵化した稚ザリガニ（右）

また本研究では、水槽内で産卵した本種の抱卵メスについて、卵が孵化して稚ザリガニとなり、稚ザリガニが母親から離れて独立行動を開始するまで飼育し続けました。この期間、水槽内の水温を毎日測定し、積算温度（注）を算出しました。その結果、本種の積算温度は、1,222℃と計算されました。積算温度が明らかになったことで、例えば、本種の抱卵メスの産卵時期や卵の孵化時期などを推定することが可能になりました。また、卵の孵化後、成長が早い個体では、約5ヵ月後には繁殖可能な成熟サイズに達することが示唆されました。在来種のニホンザリガニでは、繁殖可能となるまでに5年ほど要することが知られており、本種の成長が極めて早いことが理解できます。本種が外来種として侵入・定着後に各地で爆発的に増えることが多い理由は、繁殖力が高く、成長速度が極めて早いことにあると考えられます。

（注）積算温度：生物の発育過程を表す方法の1つとして、「積算温度」が用いられています。積算温度とは、「受精後から孵化するまで1日の平均温度を毎日足していった温度」のことです。たとえばサケの場合、1日の平均水温が8℃であれば受精後約60日で孵化することから、孵化までの積算温度は480℃と計算されます。

本種の成熟個体においては、繁殖できる状態である Form I（型 I）と繁殖できない状態である Form II（型 II）の存在が知られており、Form I と Form II には脱皮をおこなう度に両 Form が交互に繰り返される「型周期（Form alternation）」が見られることが知られています。オスに着目すると、Form II に比べて Form I のオスでは、鉗脚（ハサミ）が大型になります（図4）。

本種の成熟オスの第3歩脚と第4歩脚には、腹面側の座節とよばれる部位に突起（鍵爪：Hook）が見られます。今回、私たちの研究により、この鍵爪にも型周期が見られることが初めて明らかとなりました。すなわち、繁殖時期である Form I のオスでは鍵爪が発達して有意に大型化するのに対して、非繁殖時期である Form II のオスでは鍵爪が小型化することが判明しました（図5、6）。Form I のオスにおいてハサミや鍵爪が大型化する理由は、交尾時にメスを把握・確保するうえで役立つためと考えられます。

鍵爪の大きさによる Form I と Form II の判別は、専門家でなくても誰でも容易に可能です。したがって、鍵爪の Form は、本種の防除の現場において駆除した成熟オスが繁殖時期か非繁殖時期かを評価するうえで、有効な指標になると考えられます。

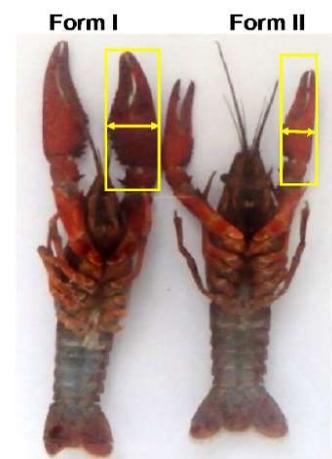


図4：アメリカザリガニの成熟オスの Form I 個体（左）と Form II 個体（右）

## 【社会的な意義】

アメリカザリガニは2023年6月に条件付特定外来生物に指定されたことで、今後、全国各地で防除がこれまで以上に進められていくことが予想されます。本種のメスは、上述のように数百個の卵を産みますので、抱卵メスの捕獲は防除において非常に重要な位置付けとなります。また、本種の成体と稚ザリガニとは、有効となる捕獲方法が異なりますので、ターゲットとする体サイズの本種を捕獲できる時期の情報も防除では重要となります。

本研究の成果を活用することで、予算と労力の両側面から本種の防除の低コスト化を図ることが可能になると考えられます。また、本種は日本国内のみならず国外でも侵略的外来種として生態系に深刻な被害を与えていますので、本研究の成果は国外における本種の防除にも役立つことが期待されます。

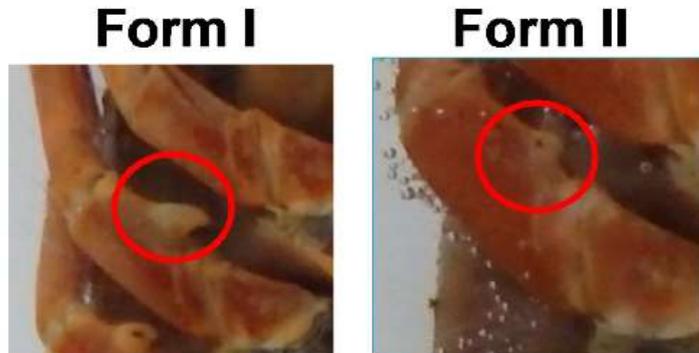


図 5：アメリカザリガニの成熟オスの第 3 歩脚で見られる鍵爪。  
左：繁殖時期の Form I、右：非繁殖時期の Form II。

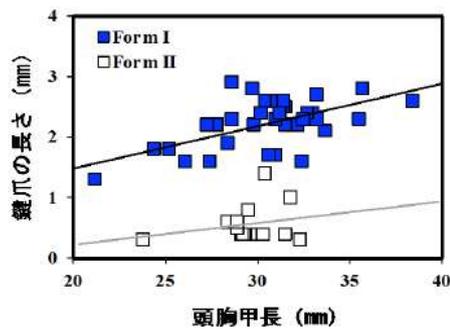


図 6：アメリカザリガニの成熟オスの体サイズ（頭胸甲長）と鍵爪の長さの関係。  
繁殖時期の Form I と非繁殖時期の Form II とでは鍵爪の長さが有意に異なった。

### ○ 騒音下で多様なものを食べるバッタたち

～ 自動車騒音が道路から数百メートル以内のバッタ類の食性変化を引き起こすことを解明 ～

2023年12月5日北海道大学報道発表資料抜粋

北海道大学、国立開発研究法人 国立環境研究所研究グループは、陸上の主要な人為的な騒音の一つである自動車騒音が、鳥類の個体数や捕食の頻度等だけでなく、無脊椎動物消費者であるバッタ類の食性を多様化させ、その影響は騒音が十分減衰する騒音源から300m程度の範囲でも生じることを解明しました。

## 【 背景 】

近年、自動車や航空機等に起因する人為的な騒音が、生物や生態系に与える影響が問題視されています。例えば、鳥類や哺乳類などの脊椎動物が騒音に晒されると、他個体の声を聞き取りにくくなったり、強いストレスを感じたりすることが分かっています。さらに、こうした影響は、個体の繁殖成功率や生存率の低下、生息地放棄を引き起こすこともあります。そのため、騒音が生物や生態系に与える影響の理解は、生物多様性保全上の重要な課題の一つとみなされています。

このように、従来の研究は、鳥類や哺乳類を含む脊椎動物の行動への騒音の影響に注目したものが多く、種数やバイオマスの観点でも生態系の主要な構成メンバーである無脊椎動物への騒音の影響は十分に調べられてきませんでした。特に、無脊椎動物は植物や小動物の死骸等を食べることで、植物による一次生産や物質循環、生態系の安定性などの生態系機能に大きな影響力をもつと考えられていますが、これらの無脊椎動物の食性に対する騒音の影響は明らかにされていませんでした。

## 【 研究手法 】

研究グループは、北海道胆振地方の草地で、自動車騒音の野外再生実験を行い、陸域の無脊椎動物消費者として代表的な雑食性バッタ類の食性に、騒音がどのように影響するのかを調べました。具体的には、スピーカーから騒音を流す処理サイト（6地点）と流さない対照サイト（6地点）を設け、さらに各サイトを二つの区画に分けました（近距離区・遠距離区）。この二つの区画は、処理サイトで騒音を流した際に一方が約50～70デシベル（近距離区：スピーカーから150m以内）、もう一方が背景騒音の大きさと同程度の約35デシベル（遠距離区：スピーカーから150～300m）になるように設定しました。この二つの区画を設けることで、騒音の影響がどの程度の範囲まで及ぶのかを明らかにすることが出来ます。そして、各区画で騒音再生前と再生中の二つの期間にウスイロササキリ、ヒナバッタ、ヒメクサキリなどの8種・約600個体のバッタ類の糞を採集し、糞の中に含まれる植物質及び動物質の餌をDNAメタバーコーディングによって調べました。また、騒音から影響を受け、かつバッタの食性にも影響すると思われる捕食者（鳥類）の密度、鳥類の捕食圧、バッタ類の密度も同時に調べました。

## 【 研究成果 】

統計解析の結果、近距離区・遠距離区の双方で、騒音に晒されるとバッタ類の食物の多様性が増すことが分かりました（図1）。この傾向は植物質と動物質の餌の双方で検出されました。この結果は、騒音に晒されるとバッタ類は少数の特定の種類の食物のみを摂るのをやめ、より多くの種類の食物を摂るようになることを意味しています。さらに、この食性の変化は、騒音の直接効果によって説明され、騒音によって生じる鳥類の密度や捕食圧の減少は、騒音とは逆の効果を持つことが分かりました（図2）。驚くべきことに、騒音処理サイトにおけるこの影響は、騒音が十分減衰する遠距離区でも一貫していました。このことから、バッタ類の食性変化は、騒音が十分減衰する騒音源から300m程度の範囲でも生じていること、さらに騒音の大きさ以外にもバッタ類の食性に影響する要因があることが明らかになりました。

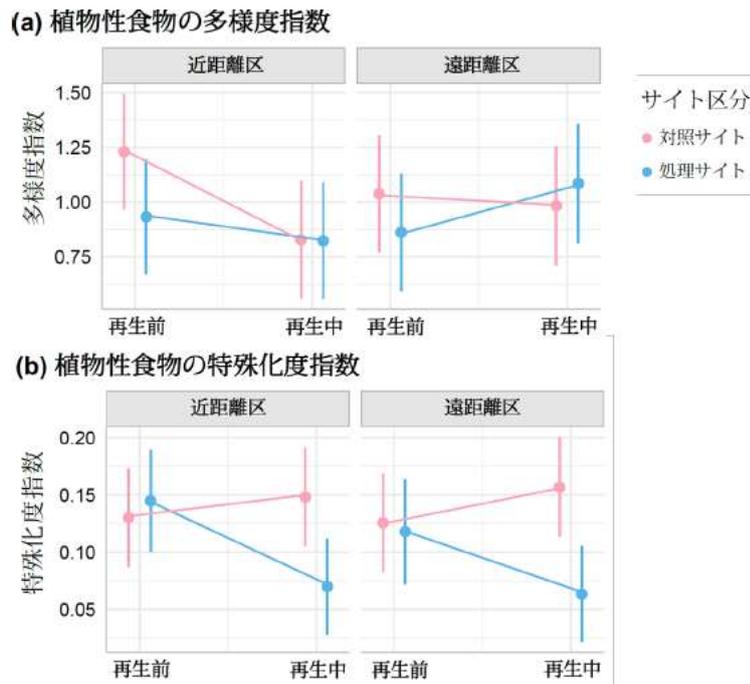


図1. 野外実験による騒音再生がバツタ類の植物性食物の (a) 多様度指数及び (b) 特殊化度指数に及ぼす影響。

多様度指数は、値が大きいほど各バツタが多く種類の餌を均等に食べており、小さいほど少数の種類のみを食べていることを示す。近距離・遠距離区共に、騒音を再生しない対照サイトでは、処理サイトで騒音を再生する前から再生中の期間にかけて多様度指数が減少するが（ピンク色の線）、騒音を再生した処理サイトでは再生前から再生中の多様度指数の減少の程度が緩くなるか（近距離区の水色の線）、増加する（遠距離区の水色の線）。特殊化度指数は、大きいほど実験区内のバツタ類群集が特定の食物種を食べていることを示し、小さいほどより多くの食物を食べていることを示す。近距離・遠距離区共に、対照サイトでは騒音再生前から再生中にかけて特殊化度指数が増加するが、処理サイトでは減少する。

### 【 今後への期待 】

バツタ類の食性の多様化は、バツタ類の生存に重要な体内代謝の悪化に関連していると考えられています。また、無脊椎動物の食性の変化は、生態系の中のエネルギーの流れを変えて生態系のバランスを損ねる可能性があります。そのため本研究は、騒音がバツタ類の生存率や適応度だけでなく、生態系の機能にまで影響を及ぼしうることを、さらにその影響は従来想定されていた範囲よりも広域に及んでいる可能性があることを示しています。

騒音汚染は世界的に広がっており、その規模は現在も拡大を続けています。本研究は、このような騒音による影響から生物多様性や健全な生態系を守るためには、残された騒音による影響が及んでいない静かな地域を特定し保全していくことに加えて、騒音の影響が従来想定よりも広域に及んでいる可能性が明らかにされた結果を踏まえ、自然保護区には十分な広がりのある緩衝地を設定

することで、自動車が通行する道路などの騒音源への対策を強化していく必要があることを示しています。これらの取り組みにより、劣化を続ける生物多様性や生態系の回復が期待されます。

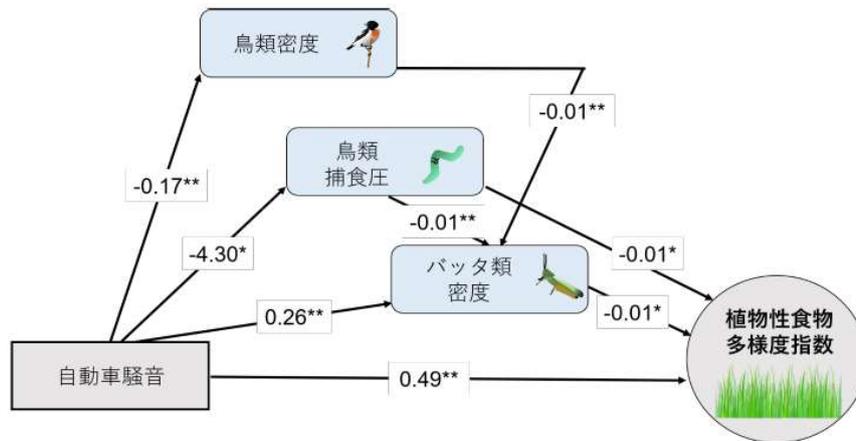


図2. バッタ類の植物性食物多様度指数に対する実験操作（騒音再生）の影響経路。数値は各経路の影響の大きさを示し、アスタリスクは統計的有意性を示す（\*  $P < 0.10$  \*\*  $P < 0.05$ ）。

騒音を流すとバッタ類の植物性食物の多様度指数は大きくなる。一方、鳥類密度、捕食圧は小さくなり、これらはバッタ類密度を増やすことで、植物性食物の多様度指数を小さくする。

### 編集後記

宇宙航空研究開発機構（JAXA）が打ち上げた小型月着陸実証機 SLIM（スリム）が、2024年1月20日に月に着陸する予定です。今までの月面着陸は、降りやすいところに降りていましたが、今回は、降りたいところに降りることに挑戦です。これが成功すれば、より詳細な月探査が可能になります。このミッションでは、SLIMに搭載された小型プローブ2機も着陸し探査を行う予定です。そのうちの1機は、おもちゃ会社などと開発した小型の変形ロボットです。おもちゃの技術を宇宙探査に応用するなんて日本らしいアイデアと思いました。（A.K.）



株式会社 愛研  
(<http://www.ai-ken.co.jp>)

本社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710  
電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641  
半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65  
電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749