

農林水産省委託プロジェクト

「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」公開セミナー

侵略的外来種を防除する マニュアルと今後の展望

プログラム

ナガエツルノゲイトウ除草剤体系の実証試験圃場の様子



ナガエツルノゲイトウ



アレチウリ



カワヒバリガイ

令和6年2月29日(木)

13:00-17:00

オンライン配信&対面

会場：農業環境研究部門大会議室

主催 農研機構

後援 日本雑草学会・日本ベントス学会・農業農村工学会

プログラム

開会挨拶 (13:00-13:05)

農研機構 農業環境研究部門所長 山本勝利

口頭発表 (13:05-15:40)

趣旨説明：侵略的外来種が与える農業への影響…………… P. 1

農研機構 農業環境研究部門 吉村 泰幸

農業水利施設における外来生物による被害と対策について

～農林水産省の農村環境保全に向けた取組の紹介～…………… P. 2

農林水産省農村振興局農村政策部鳥獣対策・農村環境課 三田 康祐

外来生物に関する環境省の施策…………… P. 3

環境省自然環境局 野生生物課 外来生物対策室 藤田 道男

農業利水における外来貝類被害対策マニュアルのご紹介

～侵入検知から対策・駆除員の資源化まで～…………… P. 4

農研機構 農業環境研究部門 伊藤 健二

侵略的外来雑草ナガエツルノゲイトウの農地へのまん延を防ぐ

～流域内での拡散・定着防止に向けた総合マニュアル(手引き)の紹介～…………… P. 5

農研機構 植物防疫研究部門 嶺田 拓也

－ 休憩 － (14:50-15:00)

農耕地周辺におけるアレチウリ管理マニュアルの紹介

－侵入レベルに応じた防除体系の構築－…………… P. 6

信州大学農学部 渡邊 修

いる？いない？環境 DNA を利用した侵略的外来種の簡易調査法…………… P. 7

愛知県農業総合試験場 鈴木 良地

総合討論 (15:40-16:40)

進行：農研機構 農業環境研究部門 芝池 博幸

コメンテーター：国立環境研究所 五箇 公一

閉会挨拶 (16:40-16:45)

農林水産省技術会議事務局 北川 巖

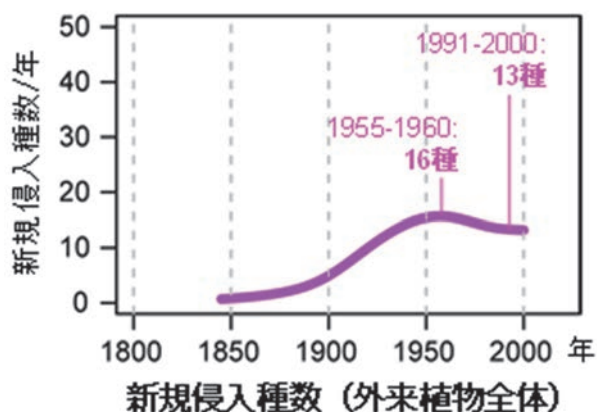
趣旨説明：侵略的外来種が与える農業への影響

吉村泰幸（農研機構 農業環境研究部門・農業生態系管理研究領域）

国内外を問わず、人間活動によって自然分布域外に持ち込まれた生き物は、外来生物と呼ばれる。そして、日本が外国から食料などを輸入し、人が国内外を行き来している限り、増え続けていく。現在、日本に定着している外来生物は、2500種以上（国環研外来生物データベース、外来種ハンドブック、環境省 Web ページ等から算出）と考えられ、哺乳類、鳥類、爬虫類、魚類、軟体動物、植物等と様々な分類群の生物が定着している。中でも植物が約1600種とその2/3を占める。Egawa&Koyama（2023）によれば、日本に新規に侵入した外来植物は、1845-1900年までは、1年あたり平均5種、1950年代後半には、16種、直近の1991-2000年は、13種であり（図）、今後も毎年、数種の植物の侵入が見込まれる。外来生物の全てが、生態系や人間、農林水産業に害を与える生物ではないが、その一部は、日本の気候や土壌にうまく適応し、農業関係では、水田や畑とその周辺、貯水池、用水路、輸送パイプにも拡大し、作物の収量低下、農作業への弊害、農業水利施設の障害等の被害をもたらす生物となっている。

我々が、令和元年度からの5年間、農水委託プロジェクト「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」の中で、対象とした主な生物は、このような被害をもたらすナガエツルノゲイトウやアレチウリ、カワヒバリガイ、タイワンシジミである。また、外来生物は、侵入ステージによって、未侵入、定着初期、分布拡大期、蔓延期に分けられるが、本プロジェクトで対象とした生物は、分布拡大期の生物であり、早期の拡大防止、防除が求められる生物を主な対象としている。分布拡大期のステージに達すると、根絶は困難であるため、作物の収量や農業水利施設に障害を与えないレベル、低密度に抑えるためにどのように効率的に管理するか、という研究を行ってきた。

そして、この度その管理方法について、プロジェクトに参画している県の試験場、土地改良区、大学、民間の企業の方々とともに、実際に農家の圃場や貯水池などで実証実験を行い、試行錯誤の上、マニュアルにまとめることができた。この公開セミナーでは、これまでに開発した技術や蓄積した知見をまとめた防除マニュアルを紹介するとともに、これからの侵入、拡大を続けるであろう外来生物に対して、どのように監視し、対策を立て、防除すればよいのか、等について考えていきたい。



農業水利施設における外来生物による被害と対策について ～農林水産省の農村環境保全に向けた取組の紹介～

三田康祐（農林水産省農村振興局農村政策部鳥獣対策・農村環境課）

近年、農業用排水路やため池などの農業水利施設に特定の外来生物が侵入・繁茂することにより、通水障害など施設の機能低下を引き起こし、本来の健全な水管理・水利用に支障が生じることが課題となっている。農林水産省（鳥獣対策・農村環境課）では、平成20年度頃より、侵略性の高い外来水生生物による農業水利施設の通水障害対策を検討する調査や、それらの結果に基づく施設管理者への情報提供に取り組んできた。また、最近年では、環境省や農研機構等と連携しながら、発見・駆除の方法をとりまとめたマニュアルの作成や、地方自治体、土地改良区の担当等を対象とした全国会議やセミナーの開催、侵略的外来生物を現場で判別するための「早期発見ツール」の公開など、各種取組を継続的に行っている。ここでは、現在実施中の調査について紹介する。

「農業水利施設における通水障害対策手法検討調査」は令和2年度に着手した調査である。各地で外来生物による農業水利施設への影響の声が高まる中、この調査では、国営土地改良事業で造成した全国の基幹農業水利施設を管理する施設管理者を対象にアンケートや（抽出による）聞き取り調査を実施し、通水被害の発生状況や対策の実態を把握するとともに、水路工事等で発生するナガエツルノゲイトウの根茎を含む浚渫泥土の処理方法、ICTを活用した早期発見・早期駆除によるボタンウキクサの低密度管理方法など、現場に適用可能な対策技術等の有効性や適用性を検証し、それらの結果を技術資料や手引きとしてとりまとめ公表している。

また、「外来生物駆除手法検討調査」は令和5年度に着手したアメリカザリガニを対象とした調査である。本種は国内全域に分布し、旺盛な繁殖力と、在来生物を絶滅させるなど生態系への影響が大きいことから、令和5年6月より条件付特定外来生物に指定されたが、本種がつくる巣穴が、水路や畦畔の漏水やため池堤体の損壊など農業水利施設にも少なからず被害を与えていること、短期間で完全に駆除することは容易ではないことがわかってきた。このため、本調査では、農業水利施設、特にため池に高密度に生息するアメリカザリガニの駆除手法、駆除による効果のモニタリング、低密度管理のための体制づくり等を検討することとしており、本調査の成果を基に、継続的な駆除の取組を促す考え。



水草の繁茂による貯水機能が低下



アメリカザリガニが生息するため池の堤体の損壊状況(左上)と水の濁り(右下)

外来生物に関する環境省の施策

藤田道男（環境省自然環境局 野生生物課 外来生物対策室）

外来種問題は世界的な課題であり、我が国においても、農林水産業被害のみならず、生態系被害、刺咬症等による人の生命・身体への被害等、様々な被害が及ぶ事例が見られる。

このような外来種の脅威に対応するため、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（平成 16 年法律第 78 号）に基づき、我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種を「特定外来生物」に指定して、生きたままの移動、飼養等を規制している。2024 年 2 月時点で、特定外来生物は合計 159 種類（7 科、13 属、4 種群、126 種、9 交雑種）となっている。

2022 年 5 月に成立した、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の一部を改正する法律（令和 4 年法律第 42 号）では、こうした特定外来生物への対策の主体である国、地方公共団体、事業者、国民、それぞれの責務が規定された。また、飼養個体の野外への大量遺棄を防ぐべく、アカミミガメ及びアメリカザリガニを、いわゆる「条件付特定外来生物」として指定した。加えて、ヒアリ類を「要緊急対処特定外来生物」に指定するとともに、2023 年 6 月には、対象事業者がとるべき措置について記載した「ヒアリ類（要緊急対処特定外来生物）に係る対処指針」を施行し、関係事業者との連携強化を図っている。本講演では、こうした法改正の概要を中心として、環境省の施策について概説する。

「農業利水における外来貝類被害対策マニュアル」のご紹介 ～侵入検知から対策・駆除貝の資源化まで～

伊藤健二（農研機構 農業環境研究部門・農業生態系管理研究領域）

近年、貯水池や水路、送水パイプの中などに大量の貝が発生し、パイプやバルブの目詰まりやバースクリーンの閉塞、水質の悪化などを引き起こす問題が報告されるようになり、一部地域ではその対応に多額の費用がかかるケースも出始めています。地域に安全な水を届けることが求められる水利施設管理者には、新たな対策が求められるようになってきました。

これらの淡水貝類による水利施設(水道施設や発電施設などを含む)の被害は世界中で問題となっていますが、現在日本の水利施設で問題となっているのは主に「カワヒバリガイ」と「タイワンシジミ」の二種類です(写真)。「カワヒバリガイ」と「タイワンシジミ」は共にもともと日本国内に生息していなかった「外来種」ですが、これらは水利施設に発生して通水障害を引き起こすだけでなく、侵入先の在来種の生態系へも影響を及ぼすことが明らかになっています。そのため、日本ではカワヒバリガイは移動や飼育が法的に規制されている「特定外来生物」、タイワンシジミは防除、遺棄・導入・逸出防止等のための普及啓発が必要とされる「総合対策外来種」に指定されています。水利施設被害を防ぐことだけでなく、水路を経由した外来貝類の分布拡大を抑制するためにも、水利施設でのこれらの貝類への対策は重要です。しかし、水利施設でのこれらの貝類への対策手法についてはこれまで十分にまとめられていませんでした。また、対策を行う際にしばしば大量に発生する死貝の処分についても、その方法は十分に整備されていませんでした。

今回、農林水産省委託プロジェクト研究「農業生産に被害をもたらす侵略的外来生物の管理技術開発」の成果としてとりまとめられた「農業利水における外来貝類被害対策マニュアル」は、カワヒバリガイやタイワンシジミが発生している、あるいは水源にこれらの貝が生息しているなど、侵入・発生の可能性が高い農業用水利施設での対策手順を示すことを目的として作成されました。これらの外来貝類の侵入・検知手法、貯水池の水抜きや薬剤(消石灰など)・防汚塗料などの活用(カワヒバリガイ)、送水パイプからの排出処理(タイワンシジミ)による駆除対策、さらに駆除を通じて発生する死貝の処理方法と資源化(堆肥化と燃焼処理による石灰資材化)の試みについて紹介しています。

本マニュアルで取り上げた成果の一部はすでに土地改良区などの現場に導入され、実際の対策に用いられていますが、中には研究開発段階のものもあり、今後より多くの方々の活用によって効果的な対策手法へと発展していくものと考えます。このマニュアルが、農業水利施設における外来貝類の被害対策に少しでも貢献できれば幸いです。



写真 自動給水栓に蓄積したタイワンシジミ(左)と貯水池に大発生したカワヒバリガイ(右)

侵略的外来雑草ナガエツルノゲイトウの農地へのまん延を防ぐ ～流域内での拡散・定着防止に向けた総合マニュアル（手引き）の紹介～

嶺田拓也（農研機構 植物防疫研究部門・雑草防除研究領域）

ナガエツルノゲイトウは世界各地の水辺に拡がり、生態系に影響を及ぼすだけでなく利水や通水障害を引き起こす南米を原産とするヒユ科の多年生の水草です。その「繁殖力」、「拡散力」、「再生力」の大きさから、ひとたび定着すると根絶が非常に難しい侵略的な外来植物です。この手引きは、侵略的な外来植物であるナガエツルノゲイトウが農地や農業水利施設に侵入したり繁茂したりすることを防ぐために関係機関や関係者に参考となる情報をまとめたものです。「史上最悪の侵略的植物」とも形容されるほどのナガエツルノゲイトウをこれ以上、拡げないためには、まず、1) ナガエツルノゲイトウが侵入・定着すると農業や我々の暮らしにどのような被害を生じさせる可能性があるか、を知ることが重要です。次に2) ナガエツルノゲイトウを正しく扱う（対峙する）ために、生態的特徴も含めてどのようなことがポイントなるか、を理解したうえで、3) 対象となる地域の状況（ナガエツルノゲイトウがまだ侵入していないのか、すでに定着状態なのか）を見極め、対策・防除目標を設定、そして設定した目標を達成するための具体的な対策や技術を検討するステップを踏む必要があります。さらには再侵入や再発を防ぐために5) 対策後のモニタリングや監視体制の構築、も必要となります。手引きではこのような1)～5)の流れを意識し、ナガエツルノゲイトウの防除や対策に係わる多くの方々に理解いただけるような構成や内容となるように心がけました。ナガエツルノゲイトウの未侵入地域や一般市民の方々に対しても、その生態や侵入に関心を持ってもらうための啓発書としても活用できます。また、すでにまん延している地域においては、駆除や低密度化に向けて、何をどのように行っていけば良いのかを示し、行動に移すための手引きとして実用的であるように豊富な事例も交え紹介したつもりです。手引きの主な利用者としては、農地の栽培・管理を担う「生産者や生産組合」、協定地区内の施設保全や生物調査、外来生物対策の実施主体となりうる「多面的機能交付団体」、農業水施設の管理者である「土地改良区」、農地内の雑草防除の技術的指導にあたる都府県の「農業改良普及員」やJAの「営農指導員」、生活環境や廃棄物、農業・農地に係わる「市町村の担当者」、外来種対策や土地改良、営農指導に携わる「都府県の担当者」、防除試験や研究に携わる「公設試の試験担当者」、都府県も含めた「河川管理者」を想定しています。また、一般市民や環境NPOの方々にも参考となる情報を掲載しています。そこで、各実施主体にとって必要な情報がすぐわかるように、目次や節、小節の冒頭に最も読んでいただきたい属性をアイコンで示し探しやすい工夫もしました。手引きの利用や活用を通じて、ナガエツルノゲイトウに対する感受性が高まり、「正しく」防除や対策を行うことで、ナガエツルノゲイトウのような侵略的外来植物の侵入や定着を許さない社会づくりにつながる一助に少しでも貢献することを期待します。

農耕地周辺におけるアレチウリ管理マニュアルの紹介 －侵入レベルに応じた防除体系の構築－

渡邊 修（信州大学農学部）

アレチウリ (*Sicyos angulatus*) は北米原産のウリ科一年生雑草で、世界の温帯地域で問題雑草となる危険性がある。日本国内では 1952 年に静岡県清水港で侵入が確認されたのち、現在では全国に拡大し、林縁、空き地、河川敷、農業用水路、路傍、原野、畑地、樹園地、造林地等で発生する。アレチウリは非農耕地と農耕地で発生するため、一つの防除法では対応しにくいことから、発生場所や発生程度に応じた管理マニュアルの作成が必要となる。アレチウリの管理法として、ドローン等を活用した個体群の早期発見と早期対策、秋発生個体の管理によるシードバンクを減らす取り組み、刈り払いと防除効果の高い除草剤を組み合わせた管理法などがある。本プロジェクトでは、アレチウリを「いつ・どこで・どうやって管理すればよいか？」を目標に管理マニュアルの作成を進め、ここではその内容を紹介する。

1. アレチウリの見分け方

アレチウリと類似した種として、クズ、ハヤトウリ、カラスウリ、カナムグラ、オニドコロ、カボチャ、キュウリ、マルバアメリカアサガオなどがあり、写真による識別のポイントを紹介する。



2. アレチウリの分布

全国各地で発生が確認されており、詳細な分布情報として、中四国地域の河川水辺の国勢調査の結果から、高知県は侵入初期の段階である。長野県、山梨県、宮城県などは県内全域に広がっていることが確認されている。

3. アレチウリの生活史

アレチウリは 4 月から 11 月くらいまで長期間発生する。夏前に発生した個体は大群落を形成し、日長が 13 時間を切ると開花する。秋発生個体は、個体サイズが小さい状態で開花・結実するため、見逃されることが多く、シードバンクを減らすため秋発生個体の管理も重要である。秋発生個体の種子は高い出芽能力を持つことが確認されている。

4. ドローンによるアレチウリの早期検出

アレチウリは大型の葉をもち、大群落を形成するため、小型ドローンで撮影した RGB 空撮画像から識別が可能である。ここではドローン空撮画像からアレチウリを検出する手法を紹介する。

5. 除草剤によるアレチウリの管理

刈り払いはもっとも有効な雑草管理法の一つであるが、アレチウリは発生期間が長く、年数回の刈り払いでは防除しにくく労力もかかる。緑地や飼料畑を対象にアレチウリ防除に効果のある薬剤の組み合わせを明らかにし、侵入程度に応じた管理法を紹介する。

6. モニタリングの重要性

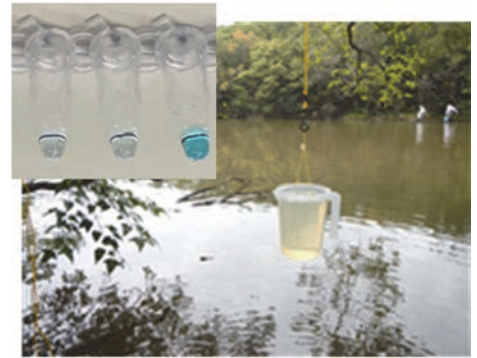
外来種管理では侵入初期に発生状態を把握し、情報を共有しながら、適切な防除プログラムを実施することが有用であるため、ここではモニタリングの重要性を紹介する。

いる？いない？環境 DNA を利用した侵略的外来種の簡易調査法

鈴木良地（愛知県農業総合試験場）

侵略的外来種対策は早期発見、早期駆除が鉄則である。しかし、侵入初期や駆除対策後などは生息密度が低いため、捕獲や目視に頼る従来の方法では発見することが難しい。この点、近年目覚ましい発展を遂げている環境 DNA 分析法は、環境に残存する極微量の DNA（環境 DNA）を PCR 法で高精度に検出することにより、そうした個体数が少ない状況でも対象種を発見することが可能である。ただし、一般的に環境 DNA 分析は外注なため、高い費用がかかる。そこで私たちは、自分たちだけでできて、大がかりな分析機器が不要な環境 DNA 分析の一連の手法を開発した。

まず、ガラスに吸着されやすいという DNA の性質を利用して、環境中の DNA を分析可能なレベルにまで濃縮する方法（SGF 法）を考案した。SGF 法は、水に懸濁させたガラス繊維（Suspended Glass Fiber, SGF）に環境中の DNA を吸着させた後、繊維が流出しない程度の目の粗いフィルターで SGF を回収し、市販の試薬で DNA を抽出する。従来一般的な手法よりも労力と費用をかけず、短時間で DNA を濃縮できる。また、分析法は PCR 法ではなく、



第1図 SGF-LAMPによる生息判定

LAMP 法を用いた。LAMP 法は 65℃前後の一定の温度で微量の DNA を爆発的に増幅させて、肉眼で DNA が増えたか（いる）、増えなかったか（いない）を判定できる。そのため、分析機器は小さな恒温器だけで良い。

私たちは、SGF 法による DNA 濃縮と LAMP 法による分析を組み合わせた SGF-LAMP を使って、河川、農業用水、ため池、水田などに生息する 6 種の侵略的外来種（二枚貝のカワヒバリガイ*、タイワンシジミ、巻き貝のスクミリンゴガイ、魚類のカダヤシ*、水草のナガエツルノゲイトウ*、ミズヒマワリ* * 特定外来生物指定）の環境 DNA が検出できるかを調査した。その結果、カワヒバリガイについては生息する 4 ヶ所の河川や農業用水路 53 地点のうち 39 地点で DNA が検出され、陽性率は一般的な PCR を用いた環境 DNA 分析法とほぼ同等だった。同様に、他の 5 種についても、生息実態を反映した検出結果が得られた。いずれも採水から結果判定まで 1 時間半程度（移動時間は含まない）で、費用は 1 検体あたり 400 円程度と格安だった。SGF-LAMP は高度な分析機器が要らないので、オンサイト（現場）での環境 DNA 検知や、学校現場などでの環境教育に活用できる可能性がある。

環境 DNA は、その生成や分解、拡散状況など不確定な要素が多いため、確実に「いる」「いない」を確かめるには、従来どおり捕獲調査が不可欠である。しかし、今後、環境 DNA 分析が生息の有無や分布を把握するための有用なツールとなることは間違いない。環境 DNA 分析を簡易な技術として気軽に実施できるようになることで、身近な環境の健全性の維持に貢献できると考えている。

ポスター一覧

1. 除草剤体系処理による水田でのナガエツルノゲイトウ防除技術
井原希・嶺田拓也・吉村泰幸・松橋彩衣子・小荒井晃（農研機構）
2. 順序による密度観測データを、雑草の発生予測に利用する
松橋彩衣子（農研機構）
3. 外来系統リードカナリーグラスおよびその在来系統クサヨシ
(*Phalaris arundinacea* L.) の茨城県とその周辺における分布と遺伝的集団構造
吉村泰幸・江川知花・植田夏実・山本哲史・芝池博幸（農研機構）
4. 軟体動物門（腹足類と二枚貝類）の環境 DNA メタバーコーディングのための
PCR プライマーの開発
中村匡聡・白子智康（いであ株式会社）
渡部恵司・伊藤健二・竹村武士・吉村泰幸・芝池博幸・小出水規行（農研機構）

2-(1) 除草剤体系処理による水田でのナガエツルノゲイトウ防除技術

井原希・嶺田拓也・吉村泰幸・松橋彩衣子・小荒井晃（農研機構）

背景

- 侵略的外来雑草ナガエツルノゲイトウは水田に侵入・まん延し、水稻の減収や収穫阻害を招く。
- ナガエツルノゲイトウは切断茎や根から再生するため、繁殖体の断片を生じさせない対策として除草剤による防除技術が求められている。

防除体系と効果

【防除体系】

月	旬	移植水稻	ナガエツルノゲイトウ	推奨体系-1	推奨体系-2	処理のタイミングの目安
4	下	代かき				
5	上	移植	再生始	1剤目 ピラクロニル粒剤	1剤目 イマズスルフロン・オキサジクロメホン・ピラクロニル・プロモブチド粒剤	ナガエツルノゲイトウ草丈2cm以下 ナガエツルノゲイトウ再生始
	中 下	移植約20日後		2剤目 フロルピラウキシフェンベンジル・ベノキスラム・ベンゾピシクロン粒剤		ナガエツルノゲイトウ再生始～草丈5cm
6	上 中 下	移植約40日後	生育期		2剤目 フロルピラウキシフェンベンジル乳剤	ナガエツルノゲイトウ草丈35cm以下
	7	上	中干し			
防除コスト（円/10a）				6,062	8,406	（参考）現地慣行体系の防除コスト：8,356

図1 温暖地の早期栽培地域の移植水田におけるナガエツルノゲイトウの防除体系

赤字がナガエツルノゲイトウに防除効果のある除草剤の有効成分を表す。防除コストは千葉県における農薬費、燃料費、労働費をもとに算出した。参考として、千葉県の現地慣行体系（イマズスルフロン・オキサジクロメホン・ピラクロニル・プロモブチド粒剤とシハロホップブチル・ベンタゾン液剤の体系処理）の防除コストを記す。

【防除効果】

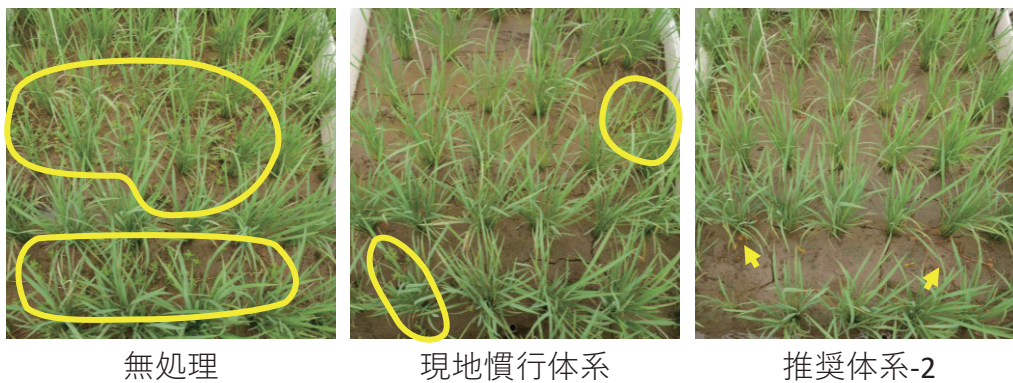


図2 除草剤体系処理によるナガエツルノゲイトウ防除効果

本種がまん延する千葉県の早期栽培地域の現地水田で図1の処理を行った。黄丸と矢印はナガエツルノゲイトウを示す。水稻移植日は2021年4月27日で、移植48日後に撮影した。

- ナガエツルノゲイトウの地上部と地下部を大幅に抑制できる除草剤2剤の体系処理技術を開発・実証した。
- 技術の詳細は「侵略的外来生物ナガエツルノゲイトウの農地へのまん延を防ぐための手引き」を参照。

III- 1 外来系統と在来系統の交雑防止のための手法開発

外来系統リードカナリーグラスおよびその在来系統クサヨシ (*Phalaris arundinacea* L.) の茨城県とその周辺における分布と遺伝的集団構造

吉村泰幸¹・江川知花¹・植田夏実^{1,2}・山本哲史¹・芝池博幸¹

¹農研機構・農業環境研究部門・²農研機構・植物防疫研究部門



【背景と目的】 明治期に海外から導入された寒地型イネ科牧草のリードカナリーグラス (RCG) については、国内に在来系統クサヨシが分布し、両系統の交雑により遺伝資源の消失が懸念されるが、その実態は明らかではない。本研究では、主に茨城県、福島県における両系統の分布の実態を明らかにするとともに、遺伝的集団構造について検討し、今後のRCGの適正管理に向けた指針作り等に寄与することを目的とした。

【材料及び方法】 2021年6~8月、2022年5,6月に、主に茨城県、福島県の河川敷、湖畔、路傍等に自生する*Phalaris arundinacea* L.を121地点でサンプリングし、GPSで位置情報を記録するとともに、草丈、生育面積、開花ステージ、穂の密度、水辺からの距離を測定した(105地点)。また、採取した野外個体とともにジーンバンク等から北海道、青森県、秋田県、新潟県など東日本32地点で採取された種子を入手し、計134系統のゲノムワイドDNA分析 (RAD-seq法) により得られたSNP情報をもとに、遺伝的集団構造解析 (アドミクスチャー解析) を行った。

【結果と考察】

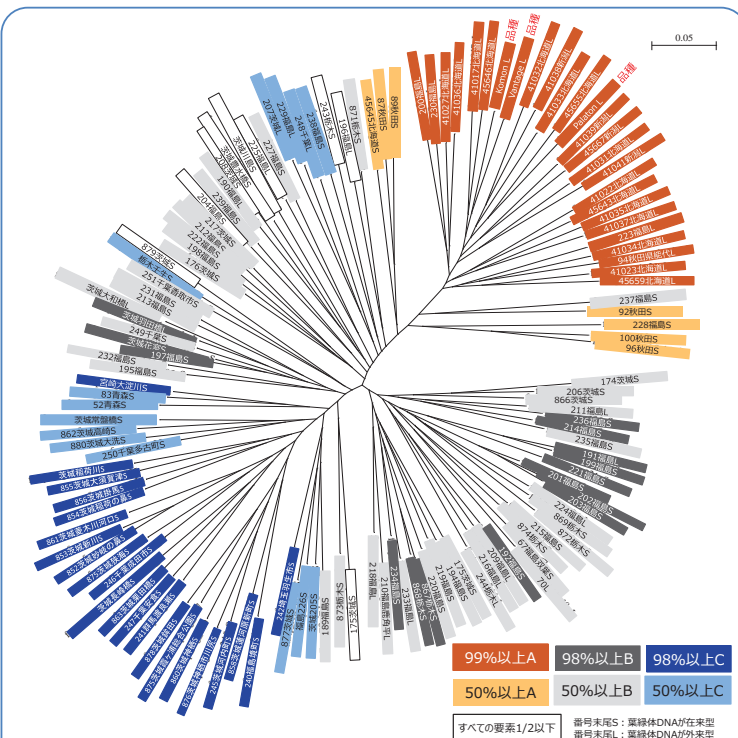


図1. 日本各地の*Phalaris arundinacea* L.の遺伝的集団構造解析(アドミクスチャー解析)により最尤であった3つの遺伝的クラスターA,B,Cが個体に占める割合とその樹状図

遺伝的クラスターAとCが対極的に別れ、その中間に遺伝的クラスターBが位置した。北海道、新潟県、福島県には、RCG3品種と同じ99%以上Aの遺伝的クラスターを含む系統が分布し、秋田県には遺伝的クラスターAを50%以上含む個体が分布したが、茨城県には遺伝的クラスターAを50%以上含む個体はなく、遺伝的クラスターCを高い確率で含む個体が多かった。福島県には、遺伝的クラスターBを高い確率で含む個体の分布が多かった(図2,3につづく)。

アドミクスチャー解析: 形態などのデータからそれなりに多様性があることがわかっている個体群において、各個体の全ゲノム的な多型データを用いて、その集団を遺伝的に同じ起源を持つグループに分類、そのグループの交雑により生じた個体等を解析できる



図2. 北海道および青森県、秋田県において採取された*Phalaris arundinacea* L.の分布と遺伝的集団構造解析(アドミクスチャー解析)により最尤であった3つの遺伝的クラスターA,B,Cが個体に占める割合

遺伝的クラスターAを99%以上含む個体には、RCGの3品種(Komon, Vantage, Palaton)も含まれていたことから、これらは、RCG外来系統であり、北海道の広い範囲において、牧草地から、逸出、野生化していると考えられた。

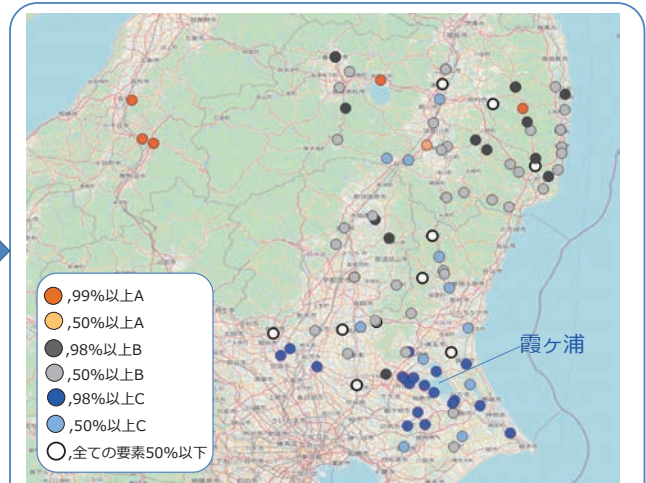


図3. 主に茨城県と福島県において採取された*Phalaris arundinacea* L.の分布と遺伝的集団構造解析(アドミクスチャー解析)で明らかとなった3つの遺伝的クラスターA,B,Cが個体に占める割合

茨城県、特に霞ヶ浦周辺では遺伝的クラスターCを高い確率で含む個体(青、水色)が多く、福島県では遺伝的クラスターBを高い確率で含む個体(濃グレー、淡グレー)が多く分布した。福島県では、近年までRCGが飼料作物奨励品種として使用されており、1982~1999年のRCGの総種子需給量は2930kgと多く、一方、茨城県では160kgとあまり栽培されていないことから、遺伝的クラスターCを高い確率で含む個体は、在来系統であり、遺伝的クラスターBを高い確率で含む個体は、在来系統と外来系統RCGとの雑種後代である可能性が示唆された。

【まとめ】 遺伝的集団構造解析(アドミクスチャー解析)から、RCGの牧草利用が多い地域では、外来系統RCGと在来系統との相互交配が発生していると考えられ、遺伝資源として在来系統を保全するためには、RCGの栽培地域を限定する等、RCGを適正に管理して使用することが必要である。一方、RCGの利用が少ない地域(e.g. 茨城県)では、未だに在来系統が多く分布していることから、今後RCGの使用については、慎重を期す必要がある。クサヨシ採取地点のベースマップ: ©OpenStreetMap contributors <https://www.openstreetmap.org/copyright>

順序による密度観測データを、雑草の発生予測に利用する

3-(2)ドローン等を用いた外来植物の侵入および拡散過程の解明と適正管理手法の開発

担当: 松橋 彩衣子 (農研機構)

- 農地雑草の分布・密度を簡便に調査する手法として、**雑草の発生状況を「小」「中」「大」といった順序で表現する方法**があります。
- このような調査データは、これまで「現状把握」「分類」といった利用に留まっていたましたが、本研究では長期データを利用して**予測に利用する方法を開発**しました。
- 個々の**管理の雑草抑制効果が予測**できるので、「作物をAからBに変えると雑草はどのくらい抑制できるか」「管理を何年継続すれば良いか」「連作をするとどうなるか」等を見積もることができ、**長期的な管理計画や意思決定の判断材料**とすることができます。

材料・方法

- 対象 世界的なムギ作難防除雑草カラスムギ(図1)
日本では史前帰化とされているが、輸入物混入が複数回確認され、新規侵入が危惧
- 茨城県のカラスムギ蔓延地域の農地41地点(図2)で約10年に及び行われた過去の観測記録を利用
- カラスムギの密度を「無・小・中・大」で評価し(図3)、「農地の利用状態(コムギ作・オオムギ作・野菜作等・水稲作・休耕)」、「夏期湛水(夏作水稲)の有無」も記録
- 管理効果を考慮したカラスムギ発生度の推移行列モデル(図4)を順序ロジット回帰により推定

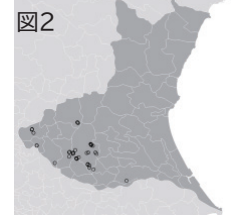
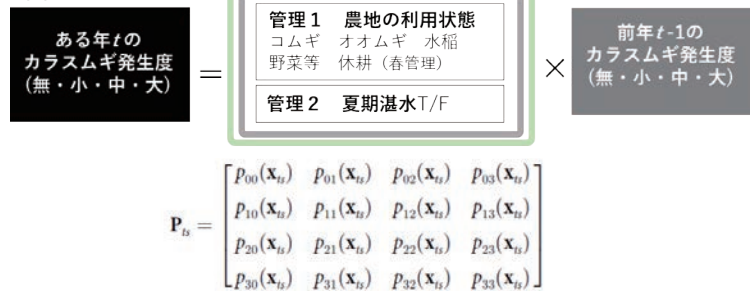


図3



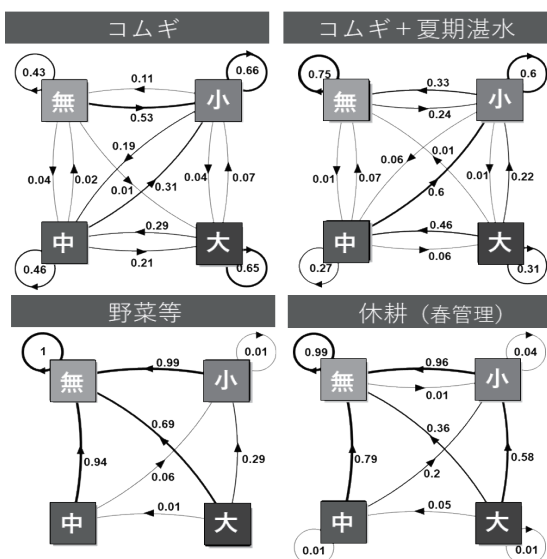
図4



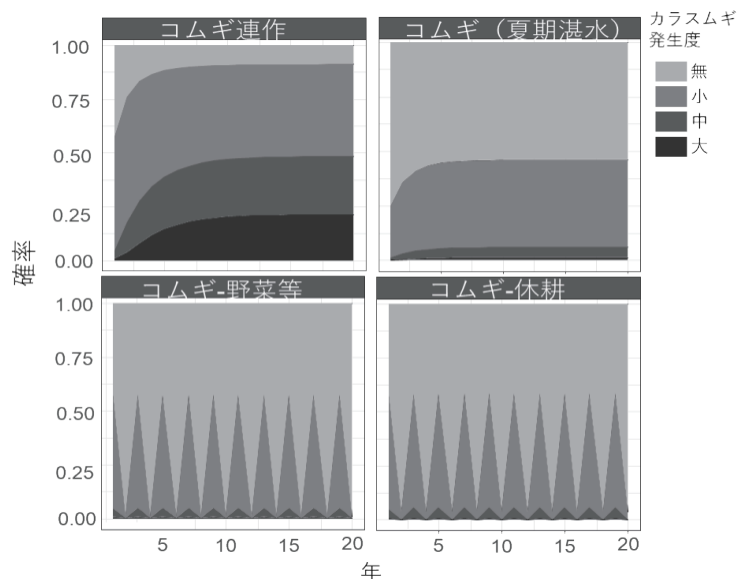
どんなことがわかる？

ある管理を行うと、発生度は前年からどう変化するか(推移確率)、管理効果を予測・比較できます。

ある管理を複数年繰り返すと、発生度は長期的にどう変化するのが予測できます。



図中の数値は対象地域における推移確率



もっと詳しく知りたい方はこちらもご参照いただくと嬉しいです

- Matsuhashi S, Asai M, Fukasawa K. Estimations and projections of *Avena fatua* dynamics under multiple management scenarios in crop fields using simplified longitudinal monitoring. PLOS ONE 2021;16(1): e0245217. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0245217>
- 松橋彩衣子, 深澤圭太. 順序データによる観測調査の新たな利用可能性-統計モデルを活用した難防除雑草カラスムギの発生予測と管理効果の評価-. 植調 55(8) 2021年
- 農研機構・2021年成果情報. 順序尺度データと推移行列モデルを利用した難防除雑草カラスムギの発生予測と管理効果の評価. https://www.naro.go.jp/project/results/5th_laboratory/nipp/2021/nipp21_s13.html

軟体動物門（腹足類と二枚貝類）の環境DNAメタバーコーディングのためのPCRプライマーの開発

Development of PCR primers for environmental DNA metabarcoding of Mollusca (Gastropods and Bivalves)

中村匡聡¹, 白子智康¹, 渡部恵司², 伊藤健二², 竹村武士², 吉村泰幸², 芝池博幸², 小出水規行²

¹ いであ株式会社, ² 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

背景

- 1) 軟体動物門は、節足動物門に次いで2番目に大きな無脊椎動物の分類群である。
- 2) 軟体動物門は、腹足綱と二枚貝綱を含む8つの綱 (Class) に分けられる。
- 3) 腹足類と二枚貝は、水域生態系の主要な構成生物群として知られている。

分類群 (綱)	種数*	主な生息域
腹足綱 (巻貝綱)	世界に約40,000種 日本に約6,500種	河川、湖沼、汽水域、海域、森林 (陸上)
二枚貝綱	世界に約25,000種 日本に約1,500種	河川、湖沼、汽水域、海域；陸上には生息せず

* 佐々木猛智 (2010) 貝類学, 東京大学出版会, 381p.

- 4) 貝類相の検出を試みたメタバーコーディング用プライマーに関する先行研究としては、イシガイ目 (二枚貝類) だけをターゲットにしたものや、後生動物用のCOI ユニバーサルプライマーが知られている。

本研究の狙い

貝類の生物多様性を非侵襲的にモニタリングするために、腹足類と二枚貝が検出可能なeDNAメタバーコーディングのためのプライマーを開発した。

方法

プライマーの設計

- 1) 軟体動物門を含む7門23綱の合計77種を対象に、3000bp以上の長さで登録されている28S rRNA塩基配列をNCBIからダウンロードした。
- 2) プライマーは、腹足類と二枚貝に特異的な変異サイトを含み、かつ、約370bpの増幅断片となる28S rRNA塩基配列上に設計した。

in-silico PCR と模擬群集サンプルによる確認

- 3) プライマーの分類群網羅率と分類群特異性は、上記2つの確認方法によって評価した。
- 4) イタボガキ科やヒラマキガイ科など、いくつかの下位分類群のプライマー結合部位の配列変異を補正するために、追加のプライマーを設計した。

野外調査 - 環境DNA vs 捕獲

- 5) 滋賀県内の農業用水路4地点から、1000mL/地点として水試料を採取した。
- 6) 採水後に従来型の貝類捕獲調査を行った。
- 7) COI*および28S rRNA遺伝子の一部領域を増幅し、MiSeqを用いて超並列シーケンシングを行った。

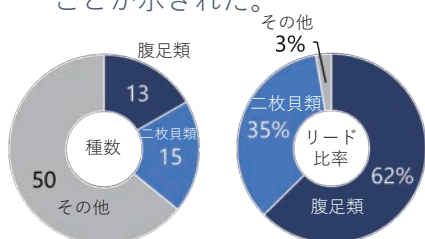
* COI ユニバーサルプライマーには、Leray et al. (2013) の mCOLintF / jgHCO2198 を用いた。

結果と考察

- 1) 計78種の様々な生物のDNAを含む模擬群集サンプルから検出されたリードの97%は貝類であった (図1)。
- 2) 今回開発したプライマーの分類群特異性は非常に高いことが示された。
- 3) 農業用水路4地点から採水した試料間で比較すると、貝類に同定されたリード比率は、COIよりも28Sで著しく高かった (図2)。
- 4) 環境DNAで検出された種数は

は捕獲調査で確認された種数よりも多かった (図3)。

- 5) 今回開発した28Sプライマーは、環境DNAサンプルを用いた貝類相の非侵襲的モニタリングを可能にする。



模擬群集サンプルには、1種につき2μgのDNAを等量混合している。

図1 模擬群集サンプルから検出されたシーケンシングリードの比率

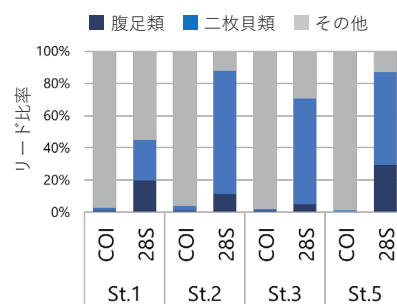


図2 同定された各分類群に帰属するシーケンシングリードの割合

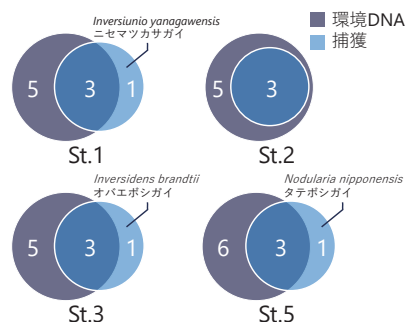


図3 モニタリングの調査方法の違いによる検出種数の比較

— MEMO —

— MEMO —



この資料集は令和6年（2024年）2月29日に開催した「侵略的外来種を防除するマニュアルと今後の展望」の発表資料として作成したものであり、他の目的に使用することを禁じます。