

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	革新的環境研究プロジェクトのうち農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発	担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤、環境)
		連携する行政部局	大臣官房政策課 大臣官房みどりの食料システム戦略グループ 農村振興局農村政策部鳥獣対策・農村環境課
研究期間	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	1.2億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発
			

研究課題の概要

生物多様性の基盤となる農業環境に甚大な影響を及ぼす外来水生生物（カワヒバリガイ等）や外来雑草（ナガエツルノゲイトウ等）の侵入・定着リスクが急増している。これらの侵略的外来種（※1）による農地侵害・農作物損害を防ぐため、的確なモニタリングに基づく情報を活用して侵入初期段階で駆逐し、被害拡大を防ぐ効率的かつ効果的な管理技術体系を確立する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

農業環境保全及び農業生産上のリスクが高い侵略的外来種5種以上について、遺伝子情報等に基づいたモニタリング技術を確立する。また、適正管理技術を開発し、3地域以上でこれらの技術の有用性を実証する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R8年）

3種以上の侵略的外来種について、開発した管理技術の導入により、地域の発存量（面積や個体数で評価）を2割以上低減。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

侵略的外来種の侵入・定着リスクが急増し、すでに農地およびその周辺で異常繁殖が進み農業用水路の通水障害や雑草害等をもたらしており、その被害額は数十億円に見積られる。農業環境の保全にはこれらの生物のモニタリング技術及び管理技術の開発が必要不可欠であるため、本課題は持続的な農業生産を実現する上で重要である。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

① 最終の到達目標に対する達成度

本研究課題では「農業環境保全及び農業生産上のリスクが高い侵略的外来種5種以上について、遺伝子情報等に基づいたモニタリング技術を確立する。また、適正管理技術を開発し、3地域以上でこれらの技術の有用性を実証する」ことを目指しており、令和4年度までに以下の具体的成果が得られている。

遺伝子情報等に基づいたモニタリング技術の開発については、カワヒバリガイ、タイワンシジミ、ナガエツルノゲイトウ、アレチウリ、スクミリンゴガイ、カダヤシ、ミズヒマワリの計7種を対象に取り組んだ。

水から環境DNA（※2）が検知できる6種（カワヒバリガイ、タイワンシジミ、ナガエツルノゲイトウ、スクミリンゴガイ、カダヤシ、ミズヒマワリ）については、特異的に検知するプライマーを開発し、LAMP法（※3）を用いたオンサイト検知手法（※4）及びメタバーコーディング手法（※5）を確

立した。陸地に生育するアレチウリについては、ドローンの画像解析によるモニタリング技術を確立した。

適正管理技術の開発については、特定外来生物（※6）のうち、カワヒバリガイ、ナガエツルノゲイトウ、アレチウリ、要注意外来生物（※7）のタイワンシジミの計4種を対象に取り組んでいる。

カワヒバリガイは、貯水池の落水による密度の低減技術を開発し、実証実験によって成貝密度や浮遊幼生密度の減少、分布拡大の抑制効果などが示された。現在、薬剤を組み合わせ、より効率的な低減技術の開発を進めている。

タイワンシジミは、環境DNAを用いた分析・調査により管路内での分布や堆積場所を特定することが可能であると明らかにし、その結果をもとに堆積位置を推定する数理モデルを開発した。現在、効率的かつ効果的な駆除の実現に向け、モデル精度を高めるための実証を行っている。

ナガエツルノゲイトウは、効果の高い除草剤の選抜に成功し、本田の地上部および地下部の乾物重を1割以下に低減し、水田内で増殖させないレベルに抑制できる複数の防除体系を確立した。いずれの体系もイネの収量に影響を及ぼさないことを確認している。また、循環灌漑（※8）において拡散の元となる植物の断片を水田の入り口や水利施設で回収する技術等も開発し、流域内での個体群モデルの構築及びそのシミュレーションにより、コストも加味した効率的な除草時期や回数等が検討可能となった。

アレチウリは、効果の高い除草剤を選定し、除草剤との組合せで本草種優占群落からイネ科優占群落に移行させる防除体系等を開発した。また、ドローンを活用した分布の観測により、除草すべき地域の検出とその防除効果を見える化する技術を開発中である。

これらのカワヒバリガイ及びタイワンシジミにおける適正管理技術や、ナガエツルノゲイトウ及びアレチウリにおける防除技術等については、R5年度末までにそれぞれマニュアルにまとめる予定である。

以上のように、研究は順調に進捗しており、十分な成果が得られている。

② 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

モニタリング技術について、侵略的外来種7種のオンサイト検知手法、メタバーコーディング手法及びドローン画像解析手法を開発したため、最終到達目標は達成済みである。

適正管理技術について、カワヒバリガイでは、開発した落水による密度の低減技術の効果を上げるため、二枚貝類の斃死に有効な薬剤を用いた試験(6か所)を含め現地実証試験20か所を行っている。ナガエツルノゲイトウやアレチウリでは、効果の高い除草剤の農薬登録拡大を進めるとともに、水田や畦畔など用途に応じて最適な体系を選択できるようにするために、その除草剤や刈払いに関する実証試験(8地域)を行っている。

以上のことから、最終到達目標の達成は可能と考えられる。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

遺伝子情報等に基づいたモニタリング技術は、公設試及び民間企業を主体に技術開発と実証を進めている。これまでにカワヒバリガイ、タイワンシジミ、ナガエツルノゲイトウ、スクミリンゴガイ、カダヤシ、ミズヒマワリに関するモニタリング技術を開発しており、ナガエツルノゲイトウ、カワヒバリガイに関しては、合計2地域29か所でその効果を検証している。ナガエツルノゲイトウの検出率は90%以上、カワヒバリガイでは目視等よりも検出率が高く、現場で活用できる技術水準となっている。タイワンシジミは、従来の検出法に比べ約15倍の検出感度が得られている。アレチウリに関しては、大学を主体に実証を進めており、ドローン空撮写真判読により、除草地域の検出やその防除効果を見える化できるようになる見込みである。

また、適正管理技術は、公設試や土地改良区等を主体に体系化と実証を進めている。例えば、カワヒバリガイにおいては、実証試験により90%以上の幼生密度の低減効果を確認できている。ナガエツルノゲイトウでは、水稻栽培期間中の除草剤処理と収穫後の管理により、慣行比40%以下に抑制できおり、まん延地区での繁茂を大きく抑制することが期待される。アレチウリについても、除草剤処理と草刈の組合せの管理により管理前の90%以上の削減効果をもたらす体系が得られている。

開発したモニタリング技術は、対象種の既発生地域における効率的な管理体制の構築や未発生地域への分布拡大の早期発見・対策等に活用される見込みである。適正管理技術は、いずれの開発技術も普及先である県や公設試、土地改良区等との連携の上、マニュアルの作成を進めているところであり、迅速かつ確実に現場へ導入される。技術導入により、アウトカム目標である「3種以上の侵略的外来種について、開発した管理技術の導入により、地域の発生量を2割以上低減する」ことに貢献する。

② 研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

研究成果の普及・実用化のため、R2年11月に千葉県と共催で、R3年2月に茨城県と共催で農業水路系の侵略的外来種に関する「農研機構農業環境技術公開セミナー（後援 農林水産省）」を開催した。これらのセミナーではナガエツルノゲイトウ及びカワヒバリガイ等の外来植物を対象に、農業被害が発生する土地改良区や関連の行政機関の参加を募り、被害実態や検知技術、対策技術などの情報を共有し、今後の管理のあり方について検討した。これらセミナーは本研究成果の広報・普及のみならず、関係者間のネットワークの構築や情報交換につながっている。これらの取組はプロジェクト終了後も地域の行政機関や水利管理機関等によって継続する予定であり、成果の利用拡大と定着化を促進し、社会実装を加速化するうえで極めて重要であり、いずれも妥当である。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

侵略的外来種の管理技術を確立することは、農業被害を減らし、農産物の生産の安定化・高品質化につながる。また、本研究で確立された検出技術等は侵略的外来種の早期発見及び早期防除体制の構築に貢献し、在来種の生息・生育環境の保全や生物多様性（生態系サービス）を活用した農業生産にも貢献することが期待される。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

外部有識者2名及び関連する行政部局、研究代表者により構成する運営委員会を設置し、研究実施計画の検討や見直し等を行う体制を整えた。運営委員会や、研究コンソーシアムが自主的に開催する推進会議において、研究内容や進捗状況を確認し、年次計画や課題の統合等、実施体制の見直しを適切に進めた。予算を有効活用するため、運営委員会や推進会議において研究の進捗を確認し、予算配分の重点化を行っている。研究成果の普及を見据え、現地実証試験に重点的に予算配分を行うなど、予算の必要性を勘案した配分を実施した。

以上のことから、研究推進方法は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・農業環境に甚大な影響を及ぼす外来種の管理技術開発に関する課題であり、その成果は研究開始時と同様またはそれ以上の意義を有する。
- ・モニタリング技術では最終目標を達成するなど、順調な研究の進捗が確認でき、目標達成可能性が確認できる。今後の取り組みについても明確化されている。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・プロジェクトを通じて構築した各種関係機関との関係を継続し、終了後も成果の利用拡大と定着化を促進し、社会実装を加速化することを期待したい。

[研究課題名] 革新的環境研究のうち農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
侵略的外来種	地域の自然環境や人間活動に大きな影響を与え、生物多様性や産業基盤を脅かすおそれのある外来生物。	1
環境DNA	土壌や水などのさまざまな環境中に放出された生物由来のDNAの総称。環境DNAを解析することで、その環境の生物相を網羅的もしくはある特定種に着目して生息の有無を判定できる。	2
LAMP法	標的遺伝子の6つの配列領域について、4種類のプライマーと鎖置換型のDNA酵素を利用して試験管内で増幅させる方法。特別な分析機器を必要とせず、広く用いられているポリメラーゼ連鎖反応法（PCR法）よりも簡易かつコストが低い。屋外でも利活用可能で、1時間以内に検出が可能である。	3
オンサイト検知手法	実験室内ではなく、現地にて水や土壌等をサンプリングし、その中に存在する特定の生物のDNA等を検知する手法。	4
DNAメタバーコーディング	DNAをバーコードのように使い、DNAの生物種を判別する技術。生物種ごとに若干異なるDNAの領域（配列）をターゲットとしてシーケンス（DNA配列解読）を行う。	5
特定外来生物	外来生物のうち、特に人間の健康や在来種の生態系、農林水産業などに害を及ぼす、または、その可能性があると考えられる生物種で、外来生物法に基づき指定される。特定外来生物は、原則として輸入、飼育栽培、移動などが禁止される。	6
要注意外来生物	外来生物法に基づき、指定していた特定外来生物には選定されていないが、適否について検討中、または調査不足から未選定とされている生物種。	7
循環灌漑	農業用水として取り込んだ水を河川や湖沼へと排水せずに、農業排水の一部もしくは全てを農業用水として循環・再利用する方法。循環灌漑の実施により、用水を安定して供給できるとともに排水量を減らし、流出負荷を抑制できる。	8

⑤ 侵略的外来種による被害への対応技術の開発【継続】

農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発

背景と目的

- ▶ 気候・環境変動の影響により、我が国への侵略的外来種の侵入・定着リスクが急増。2018年にも16種類の侵略的外来種が外来生物法の特定外来生物として追加指定されたところ。
- ▶ 一方で、生物多様性条約第10回締約国会議（CBD/COP10）において、2020年までに侵略的外来種が特定され、その定着を防止するための対策を講じることが「愛知目標」として合意されている。
- ▶ そのため、すでに農地を侵害し被害をもたらしているカワヒバリガイ、アレチウリ、ナガエツルノゲイトウ等の特定外来生物を含む侵略的外来種への対策は喫緊の課題であり、これらの生物の増殖・拡散を抑制する管理技術の開発が必要。

研究内容

- 環境DNA等を利用したモニタリング・分散防止技術の開発
- 在来種との競合等の生物間相互作用を含む生態特性の解明
- 生態特性に応じた選択的防除法等の適正管理技術の開発

到達目標

- 侵略的外来種を迅速に検出するとともに、経時的にモニタリングする手法を確立し、分散を防ぐ体制を整備
- 侵略的外来種の適正管理に有効な資材を開発
- 侵略的外来種の農地への侵入・定着を防止するためのツールをまとめた対策マニュアルを作成し、普及

期待される効果

- CBD/COP10愛知目標の達成に貢献、生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム(IPBES)の提言に対応
- 農地を侵害する侵略的外来種の管理コストを大幅削減

異常増殖した
カワヒバリガイ耕作地に蔓延する
アレチウリ

＜具体的な対象モデル外来種＞

カワヒバリガイ等の外来二枚貝が
農業用水路1%で発生した場合の
駆除費用：**年間約15億円**

アレチウリ等の外来植物が
0.1本/m²の頻度で発生した場合の
作物減収額：**年間約20億円**

(東北農政局平成29年度統計資料より試算)

【ロードマップ（終了時評価段階）】

革新的環境研究のうち農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発

～R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	R8年度～		
委託研究プロジェクト			実証		産業利用		
1. 農業水利施設網における外来二枚貝の駆除・低密度管理手法の開発							
モニタリングによる分布実態の把握（環境 DNA 調査手法の最適化等）	拡大・被害予測モデルの構築		農業現場での落水処理普及に即した支援の実施		TLOなどによる技術移転活動等		
落水時期・期間の最適化	技術情報の公開と現地実証 特許出願1件 論文発表等7件	マニュアルの作成	カワヒバリガイの低密度管理し、発生量を2割以上低減				
現場・模型配管による駆除技術開発							
二枚貝類の死滅に有効な薬剤・濃度の選定							
2. 循環灌漑地帯における侵略的外来水草の駆除・低密度管理手法の開発							
ナガエツルノゲイトウ生活史特性の解明	技術情報の公開、現地実証 農業登録支援3剤 論文発表等5件		農業現場でのナガエツルノゲイトウ防除体系普及に即した支援の実施		3種以上の侵略的外来種について、発生量を2割以上低減		
農業水利施設への侵入・流出防止技術の開発	優先駆除地区の選定・現地実証 駆除体系の開発		ナガエツルノゲイトウの発生面積を2割以上低減				
拡散モデル構築に必要なパラメータ整理							
3. 農耕地およびその周辺における外来植物の駆除・低密度管理手法の開発							
ドローン等を用いた分布調査とその解析	駆除優先箇所選定と現地実証 論文発表等5件		農業現場でのアレチウリ防除体系普及に即した支援の実施				
侵入・拡散経路の解明			マニュアルの作成			アレチウリの発生面積を2割以上低減	
効率的な駆除時期の設定							
除草剤のスクリーニング			技術の体系化と現地実証				
4. 環境DNA分析による侵略的外来種の検知とモニタリング							
マニュアルの公開とオンサイト検知法の実証			農業現場での侵略的外来種の検知支援の実施				
網羅的解析手法の開発とデータの蓄積	特許出願1件、論文発表等3件						
生物相の解析と評価			侵略的外来種の早期発見⇒早期防除体制の構築				

アウトカム
【R8年度】

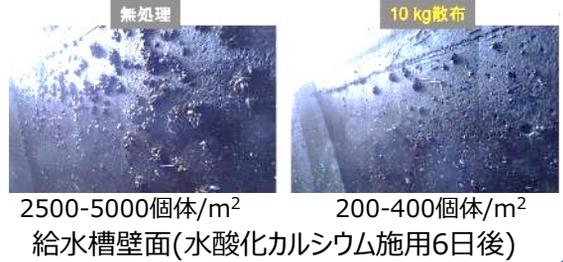
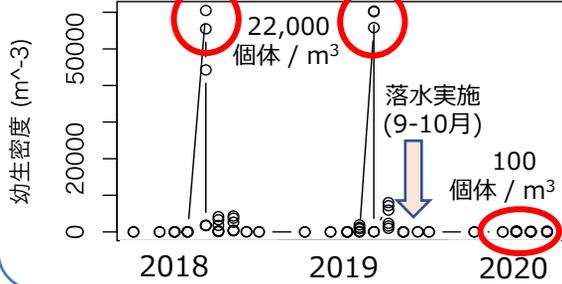
3種以上の侵略的外来種について、発生量を2割以上低減

小課題1: 農業水利施設網における外来二枚貝の駆除・低密度管理手法の開発

貯水池の落水により翌年以降に流出するカワヒバリガイの幼生量を低減

落水管理等を標準手順書として公表

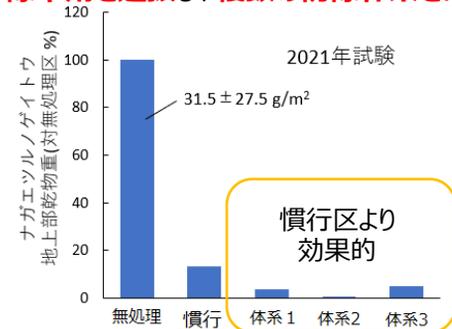
水酸化カルシウム施用によりカワヒバリガイの密度を低減



小課題2: 循環灌漑地帯における外来水草の駆除・低密度管理手法の開発

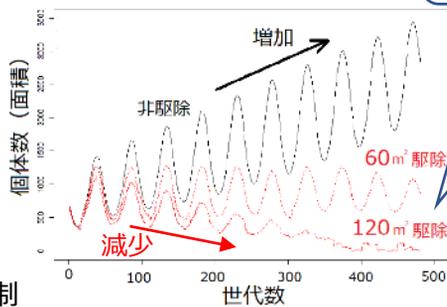
ナガエツルノゲイトウに対する効果の高い除草剤を選抜し、複数の防除体系を確立

個体数の変化を駆除面積別に推定モデルを開発



効率的な低密度管理を実現するための駆除面積の決定に活用可能

桑納川流域では年間120m²以上の駆除で減少し、10年以内に個体数を低密度に抑えられると予測



水利施設等での拡散防止手法を開発



選抜除草剤の体系処理で地上部残草量抑制

小課題3: 農耕地およびその周辺における外来植物の駆除・低密度管理手法の開発

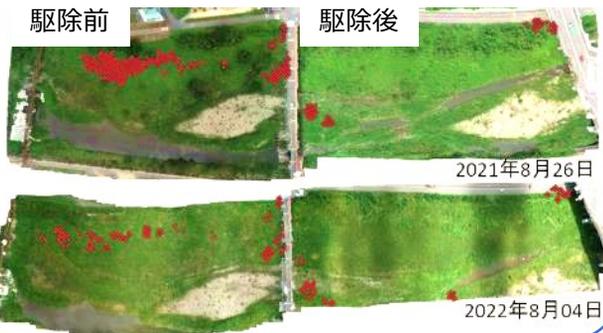
アレチウリに対する効果の高い除草剤を選抜し、草刈を組み合わせた複数の防除体系を確立

駆除活動の成果～香川県土器川の事例～

非選択性茎葉処理剤を結実前に1回使用



ドローンで分布把握 ⇒ 駆除地点と活動成果が見える化



アレチウリを制御・裸地化メシバ (雑草) の草丈も抑制

赤色がアレチウリ

小課題4: 環境DNA分析による侵略的外来種の検知とモニタリング手法の開発

6種 (カワヒバリガイ、スクミンゴガイ、ナガエツルノゲイトウ、タイワンシジミ、カダヤシ、ミズヒマワリ) の種特異的LAMPプライマー対を作成

2022.7.12 灌漑期

● 目視と環境DNA分析結果が一致
● 環境DNAによる検出できず



* 下流でほぼ検出

目視によらない検出技術を開発 (ナガエツルノゲイトウ有無と環境DNA分析結果は、ほぼ一致 (16地点中13地点の一致))

「環境DNAの新しい回収方法」特許出願