

## 【4-1401】特定外来生物の重点的防除対策のための手法開発 (H26～H28)

五箇 公一 (国立研究開発法人 国立環境研究所)

### 1. 研究開発目的

本研究課題では、重点的に防除すべき特定外来生物および地域として、知床半島・大雪山のセイヨウオオマルハナバチ、琵琶湖・伊豆沼のオオクチバス、小笠原諸島のグリーンアノール、世界遺産候補地である琉球・奄美のマングースを選定し、これまでに開発された防除手法に加えて化学的防除手法等、革新的手法を開発して対策強化を図り、各外来生物個体群の根絶確率を上げる。さらに、既に国内に侵入・定着を果たし、分布拡大の傾向にあるアルゼンチンアリの全国防除体制を構築するとともに、侵入初期のツマアカスズメバチの緊急防除手法の開発、および日本未侵入種ヒアリなどの外来昆虫類の検疫手法の確立を目指す。

限られた予算の中でこれらの外来生物を確実に根絶もしくは封じ込めする実践的・革新的手法を完成させ、成功事例を作り出すことにより生物多様性条約愛知目標 Target9 の目標達成に貢献する。

### 2. 研究の進捗状況

サブテーマ1：非意図的外来生物の侵入経路の特定

マルチルアートラップ（複数フェロモンを同時設置するトラップ手法）の開発のために、この方法を実施しているニュージーランドで利用方法について情報収集を行った。またニュージーランド、合衆国、イタリア、ポルトガルと共同で、マイマイガ、アメリカシロヒトリ、およびその他のチョウ目害虫2種（日本未分布）のフェロモンを用いたマルチルアートラップを野外に設置し、捕獲試験を行った。その結果フェロモン間の干渉が検出されたが、捕獲数が0になることはなく、ニュージーランドではこれらの試験結果に基づいて、既にトラップを利用してモニタリングの成果を上げていた。

海外の外来種同定における最新情報の収集からDNAバーコーディング手法が有効であると判断されたため、既にバーコード情報を入手可能な乾材侵入害虫のヒラタキクイムシを用いて、実用化試験を行った。その結果ITS領域およびCOI領域の部分配列情報により、虫体の一部や排泄物から種の簡易検出ができる可能性が示され、外来アリについても虫体の一部からの同定が可能との感触を得た。また本手法を利用するためのアリトラップの開発を進め、期待される捕獲数を得ることが可能になった。

国際貿易を行う港湾を対象に貿易情報や検出実績などの統計資料に基づき、港湾周辺の外来種の定着情報（環境省国立環境研究所：侵入生物データベース）からリスクの高い港湾や物品の検出のための相関解析を行った。その結果輸入量の多い港とアルゼンチンアリの港周辺の定着との間には明確な相関が認められなかった。更に国別に相関解析を行ったところ、インドネシアからの輸入港はアルゼンチンアリ検出港と相関が認められたが原産国と一致しないことから、外来生物の導入が東南アジアを中継地点になっているなど、国際貿易の複雑さを反映した侵入ルートが示唆された。また侵入を警戒する必要があるヒア리를対象に解析を行った結果、愛知県が最もヒアリ分布地からの輸入量が多く、コンテナの場合は東京が最も多いことがわかった。

サブテーマ2：重点的に防除すべき外来昆虫類の対策手法開発

外来アリ類検疫処理手法のための薬剤探索を行い、有効なピレスロイド剤候補を選抜した。東京都大田区におけるアルゼンチンアリ防除の4年間にわたる防除試験データを解析し、化学的防除による在来生態系への影響及び回復過程の数理的評価を行った。また、出現確率およびコスト管理を考慮した数理モデルを用いて、根絶したとみなせる最適時間を推定する方法を構築した。粘着トラップと誘引剤を組み合わせた効率的なアリ類の検出方法を開発し、上述の根絶数理モデルと組み合わせることによって、より高い精度の根絶確認の手法を確立した。分布拡大防止のための基礎情報として、東京都品川区、神奈川県横浜市、兵庫県神戸市で新たに発見された侵入個体群について、遺伝子解析を行い、侵入経路を推定した。また、自治体主体の防除体制構築のモデルケースを選定し、防除マニュアル

ルに基づく防除計画の設計を行い、提示した。

セイヨウオオマルハナバチ防除について、より効果の高い薬剤を探索するために、ハウスレベルのコロニー毒性試験を実施し、新規摂食阻害剤に高い次世代抑制効果が見いだされた。野外試験として、北海道旭川市内においてセイヨウオオマルハナバチの野生巣を使って薬効試験を実施した。その結果、野生巣に対しても IGR 剤は高い次世代抑制効果を示した。また、旭川市、帯広市および平取町において、化学的防除計画の説明を実施し、市民協働型の防除体制の構築を進めた。

スズメバチ類の化学的防除に関する研究事例を収集し、有効な薬剤の化学名および薬効 (LC50) に関するデータを分析して、有効薬剤の選定を行った。また、複数の誘引剤を用いて、ツマアカスズメバチを含むスズメバチ類のモニタリングに適した誘引剤の比較検討を行った結果、カルピス剤が有効であり、これを用いて対馬におけるスズメバチ類の分布調査を実施し、分布データを基に防除重点地域の選定を行った。殺虫成分を巣に持ち帰らせるための毒餌の開発を進めたが、肉類に対する嗜好性が低いことが示された。

本事業で外来昆虫類の化学的防除用薬剤候補にあがっている農薬類について「国立環境研究所農薬データベース」([http://db-out.nies.go.jp/kis-plus/index\\_3.html](http://db-out.nies.go.jp/kis-plus/index_3.html)) および文献情報に基づき、安全性および毒性、特に生態影響にかかるデータを収集し、整理した。さらにそれらのデータに基づき、実際に野外で防除を実施した場合の環境影響評価を行った。

### サブテーマ 3：小笠原における外来生物緊急防除対策

兄島におけるグリーンアノールの分布実態調査を実施した。環境省が実施する平成 26 年度小笠原国立公園兄島グリーンアノール重点防除業務等で得られたアノールの捕獲位置データの提供を受けて、兄島における分布実態を 3 秒メッシュ (一辺約 90m) レベルで整理した。2015 年 1 月末の時点で、兄島における既知のアノールの分布域は南部の 136 ヘクタール (同島の面積の 17%) に限定されており、そのうちの約 20 ヘクタールには高密度に生息することが判明した。

アノールへの急性経口毒性試験として、2 種類の化学物質を用いた。第一に、海外で侵略的な外来種となっている爬虫類 (ミナミオオガシラ) に実績のあるアセトアミノフェンの結晶 1~40mg を飼育下のアノールに経口投与し、その後 3 日間にわたり生存状況を把握した。アノールは投与されたアセトアミノフェン結晶を忌避せずに嚥下した。ただし致死性は低く、ミナミオオガシラに比して、アノールのアセトアミノフェン耐性ははるかに高いものと推測された。第二に、爬虫類への致死性が知られる塩化カリウムの結晶を経口投与した結果、5mg で雌成体が致死すること、ただしアノールは塩化カリウムを吐き戻そうとすることが判明した。

薫煙剤効果試験として、小笠原・父島の野外において、ポリエチレンシートで密閉された 100 リットル程度の空間にリターとともにアノールを収容し、バルサン (25 g 缶/有効成分:ペルメトリン [合成ピレスロイド] 4 %、メトキサジアゾン 3 %) 用いて薫煙を行い、被験個体が全て致死したことを確認した。

アノール用生き毒餌 (ベイト剤) の開発として、アノールによる昆虫類の嗜好性に係る情報を収集した。野外のアノールにさまざまなサイズの昆虫を提示して捕食行動を観察した結果、昆虫の体重がアノールの体重の 3%を超えるとハンドリング時間が長くなり、昆虫の重さが体重の 5%を超えるとほとんど無視されることが判明した。今後のベイト剤に有用な、雌の喫食性の高いベイト (生きた昆虫) は、体長 11mm、体重 56mg 程度以内に抑える必要があると結論された。

小笠原諸島への非意図的外来生物の侵入調査として外来アリ類を対象とし、東京港湾と小笠原・二見港で粘着トラップを設置した。またツナ缶詰とハチミツを混合したものを誘引剤とし、誘引剤による捕獲率の効果も検証した。合計 4 亜科 18 属 32 種のアリ類が確認され、そのうち外来種 (国内外来種を含む) は、東京港湾ではツヤオオズアリ、インドオオズアリ等 4 種、二見港では 7 種であった。小笠原と東京本土の港湾における種構成は大きく異なることが明らかになった。また、誘引剤により捕獲効率が上昇することが明らかになった。非意図的外来生物検疫システムの構築、及びおがさわら

丸における船内検疫システムを検討するために、今年度に得られた結果に基づき、重要と考えられる点を整理した。

#### サブテーマ4：琉球・奄美における外来生物重点防除対策

毒餌開発では、毒餌に利用する化学物質の選定ならびに飼育下実験系を確立した。化学物質の候補としてダイファシノン、PAPPを選定した。マングースでの毒餌試験について先行しているUSDAのハワイステーションより研究者を招へいし、沖縄島のマングースを用いて試験を行い、飼育下実験系を確立し、ダイファシノンの効果を検討した。50ppm投与で試験開始後3日目より死亡が確認され、試験終了時点で1日投与群では7個体、3日投与群では9個体が死亡した。25ppm試験では、試験開始後6日目より死亡個体が確認され、試験終了時点で1日投与群では6個体、3日投与群では8個体が死亡した。

混獲防止技術の開発は、忌避物質によるトゲネズミへの評価試験を行うための忌避剤の選定を行い、忌避剤評価試験を実施した。ケナガネズミに於いて効果が認められていた忌避剤をトゲネズミにおいて試験したところ、効果が認められなかった。また、毒餌への影響評価については、より精度の高い実験系として近縁種を用いた手法を確立した。

避妊ワクチンの開発では、生体のマングースを用いた2種の避妊ワクチン抗原候補（合成ペプチドA、B）の有用性の検証を行った。抗原候補である2種の合成ペプチドを、飼育下の雌マングース3頭ずつ（それぞれA群、B群）に注射投与し、免疫効果（抗体価の上昇の有無と継続期間）と卵巣への副作用の有無（組織学的検索）を評価した。その結果、A群では経時的な抗体価の上昇が認められ、B群でも一部を除き抗体価の上昇傾向を認めた。このことから抗原候補としては合成ペプチドAの方がより有力であることが示唆された。抗体価上昇の継続期間は、合成ペプチドAでおおよそ1年間、同Bでは約5ヶ月間であったが、本種の寿命を考慮して、合成ペプチドAにおける1年間の抗体持続期間は繁殖抑制効果としては有用であると判断された。一方、合成ペプチド投与による卵巣への副作用の評価では、合成ペプチドAを投与したマングースの卵巣には形態学的な変化は認められず、組織的な損傷は起こさない可能性が示唆された。

根絶モデルについては、モデル作成のため、捕獲わな・ヘアトラップ・センサーカメラ・探索犬のデータ収集・整備を行った。また、これら複数のツールを用いた階層ベイズ法による根絶確認モデルの構築を試みた。推定の結果、捕獲わなではマングース検出率が約60%で頭打ちになること、ヘアトラップ、センサーカメラの検出率は約20~30%であること、探索犬は努力量を多くかけることで80%以上の検出率が達成できると推定された。この結果からマングースの根絶確認には、複数のモニタリングツールを用いることが重要であることが示唆された。

#### サブテーマ5：琵琶湖におけるオオクチバス等の重点的防除対策

琵琶湖内湖のうち、湖北野田沼（長浜市）と神上沼（彦根市）において、市民参加型の防除手法の検討を兼ね、オオクチバスの低密度化を目的とした人工産卵装置の設置による繁殖抑制を行った。

滋賀県水産課による、琵琶湖南湖における電気ショックャーボートによる駆除事業の協力を得て、捕獲された個体から、オスを選別して胆嚢を摘出し、フェロモントラップで用いる胆汁を確保する態勢を、昨年度末からの準備期間を経て確立し、2015年5~6月に胆汁の確保を行った。

他の試験水域として、東京都立狭山公園・宅部池（東村山市）では、人工産卵装置の設置を継続し、公園の指定管理者の協力で、オオクチバスの生息抑制を継続して行った。

苫田ダム貯水池（岡山県鏡野町）では、繁殖ポテンシャルマップに基づき高ポテンシャル地域に努力を集中させた防除活動を支援、人工産卵装置による繁殖抑制を行った。

新潟県内水面水産試験場から信濃川（新潟県長岡市）中流のワンドにおけるコクチバスを対象とした人工産卵装置の設置と助言を行った。

松元ダム貯水池（鹿児島県鹿児島市）では、ダム管理者の日常業務のなかで可能な防除手法につい

て試験操業を開始し、夏季の市民参加型釣り大会の開催準備を進めた。

五稜郭（北海道函館市）において、北海道立内水面水産試験場の指導で実施されている電気ショックボートの操業と市民参加型の釣りによるブルーギル駆除事業に関する視察を行い、都市水域における外来魚の市民参加型生息抑制の手法開発を進めた。

苫田ダム貯水池はオオクチバスの生息密度が相当に低下していることから、低密度試験水域と位置づけ、フェロモントラップの設置試験を開始し、トラップの魚類捕獲試験を行った。

#### サブテーマ 6：オオクチバス等の化学的防除手法開発

オオクチバスのオスが持つ誘引物質に着目した化学的防除手法の開発を目指し、伊豆沼・内沼で捕獲したオオクチバス成魚 20 個体から胆嚢を摘出して胆汁を採取した。これらの胆汁サンプル中に含まれる胆汁酸ならびに胆汁アルコールについて分析を行った結果、胆汁酸の主成分は CDCA、allo-CA、CA であり、胆汁アルコールは、5 $\beta$ -cholestane-3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,12 $\alpha$ ,25,26-pentol、5 $\beta$ -cholestane-3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,12 $\alpha$ ,26,27-pentol が検出された。オオクチバスは、胆汁酸が主成分であり、この観点からは進化した魚類のタイプに分類された。また、胆汁酸、胆汁アルコールの分画は、allo 型が見られる事も含め、多くの魚類の報告例と一致した。

産卵期のオオクチバスの胆汁成分の雌雄間の比較した結果、オスでは極性の低いと考えられる MW.578~590 の成分が検出された。一方、メスではオスとは異なる成分が多数検出された個体もあった。

伊豆沼・内沼の水深、流入・流出河川流量、底質の摩擦係数等をパラメータで入力した基本シミュレーションモデルを作成した。この基本モデルに対し、オオクチバスの産卵期の平均的な風速ならびに、一定の風速条件での拡散を計算したところ、1 地点からのフェロモン投入でも、風向によっては 48 時間後に沼面積の 3 分の 1（約 100ha）の範囲まで拡散することを確認した。

### 3. 環境政策への貢献（研究代表者による記述）

農水省、果樹研究所、埼玉県草加市、東京大学農学部、日本大学生物資源科学部と森林総研で草加市周辺で新たに発生したクビアカツヤカミキリについて、「外来カミキリ情報交換会」を行い、本研究で情報収集したニュージーランド等の事例を説明して、早期防除と支援システムについて助言した（非公開）。

防衛省「普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価に関する有識者研究会」における埋め立て土砂における外来生物対策に付いて、本研究成果であるアルゼンチンアリのモニタリング手法およびそれに基づく根絶確認モデルを提示して、今後の対応方針の作成に貢献した（非公開）。

環境省「新たな外来種の侵入・拡散防止に関する WG」における「平成 26 年度小笠原諸島における外来アリ類の侵入・拡散防止に関する対応方針」において、本研究成果である東京港および父島・二見港における外来アリ類モニタリング結果を提供して、方針検討に貢献した。（方針案作成中）。

環境省北海道地方環境事務所主催「2014 年セイヨウオオマルハナバチモニタリング報告会」において、本研究成果であるセイヨウオオマルハナバチ薬剤防除手法開発の試験結果を説明し、化学的防除の普及啓発に貢献した。

奄美大島（環境省）と沖縄島北部（環境省・沖縄県）で実施中のマングース防除事業の検討会において、本研究の成果であるダイファシノンの試験結果や野外での使用案及び今後の適用手順案などを提供し、防除事業への今後の適用検討に貢献した。

環境省那覇自然環境事務所主催及び奄美野生生物保護センターにおいて、本研究成果であるマングースの避妊ワクチン開発に関する研究の結果を説明し、化学的防除の普及啓発に貢献した。

環境省主催の「平成 26 年度全国自然再生協議会全国会議」において、本研究成果である外来魚防除技術開発結果を事例報告して、この全国会議の最終日に行われた順応的管理についてのグループミーティングに話題提供した。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

成果があがっている実戦的研究である。研究成果の行政への反映、今後の継続、および合意形成の手法等が課題である。環境変化に伴う新たな外来種問題に対するノウハウの蓄積、化学的防除の環境への影響の評価、及び根絶後のモニタリングの検討も十分考える必要がある。

#### 5. 評点

総合評点： A