
沖縄県における特定外来生物ハヤトゲフシ アリ根絶までの記録



環境省

沖縄奄美自然環境事務所

目次

はじめに.....	- 1 -
ハヤトゲフシアリ発見から根絶までの流れ	- 4 -
技術開発：選択的防除への挑戦と群集動態観測による網羅的效果影響測定	- 10 -
1. 標的種のみを狙い撃ちする選択的防除法	- 10 -
(1) 化学的防除を利用した統合的群集管理	- 10 -
(2) 誘引剤設計	- 10 -
(3) 薬剤選択	- 10 -
2. 群集動態に着目した防除効果と薬剤影響の評価法	- 12 -
(1) トラップと手採りの併用によるアリ群集の網羅的検出	- 12 -
(2) ユニット化した在不在データを用いた群集動態の検出	- 12 -
3. 防除効果とアリ群集への影響	- 14 -
(1) 標的種ハヤトゲフシアリへの防除効果	- 14 -
(2) 非標的種への影響	- 14 -
(3) 既存群集の温存による防除加速と再侵入防止効果	- 14 -
社会協働：組織横断的な目標共有と協働体制の構築	- 18 -
1. 区域管理者中心の小規模協働体制とそのネットワーク化	- 18 -
(1) 防除に必要な役割の整理	- 18 -
(2) 機能と区域管理者に基づく小規模かつ事案対応型の協働体形成	- 18 -
(3) 協働体のネットワーク化による継続性と技術更新性の確保	- 18 -
(4) 行政目標の整備	- 19 -
2. 根絶達成にむけた各機関の貢献一覧	- 20 -
(1) 行政機関	- 20 -
(2) 研究機関	- 21 -
(3) 民間企業	- 22 -
3. 技術開発先行型の防除プロジェクトデザイン	- 23 -
(1) 研究知見の蓄積とそれに基づく防除技術立案	- 23 -
(2) 専門家らによる、防除プロジェクト進捗監修	- 23 -
(3) 環境研究総合推進費の活用	- 24 -

関係資料.....- 25 -

1. 行政資料等..... - 25 -

2. プレスリリース..... - 25 -

3. 注意喚起および普及啓発用資料..... - 25 -

4. 学術論文..... - 26 -

はじめに

昆明・モントリオール生物多様性枠組や、それを受けて策定された生物多様性国家戦略 2023-2030 が目指すネイチャーポジティブ実現に向けては、外来種対策がその主要目標のひとつとして挙げられている。これに対し、2026（令和 8）年 2 月に公開された生物多様性国家戦略 2023-2030 の実施状況の中間評価では、「侵略的外来種による負の影響の防止・削減」が含まれる行動目標 1-3 について、47 施策中で達成済みは未だ 9 件（7.2%）にとどまり、「進展したが、その程度は不十分」とされている。このため、目標期限の 2030 年に向けて、今後根絶宣言の積み上げの加速は課題のひとつであるといえる。

侵略的外来種のなかでも、ヒアリを含む外来アリ類はその影響の大きさから優先度の高い防除対象分類群のひとつとして認識される。そのひとつであるハヤトゲフシアリ *Lepisiota frauenfeldi* は在来アリ類やその他昆虫の多様性に悪影響を及ぼすと考えられており、国際的には国際連合食糧農業機関により侵略的な種として位置づけられ、オーストラリアでは防除対象種となっている。本種は多巣性および多女王制により個体数と密度を増大させ、高い攻撃性をもって他種を排除し優占する。雑食性であるため既存の多くのアリ種と餌資源が重複し、餌を発見すると巣仲間を動員して資源を独占・防衛する行動が観察されている。ハヤトゲフシアリの原産地は南ヨーロッパと考えられているが、すでにレユニオン、オーストラリア、グアム、台湾など世界各地へ分布を拡大している。

日本では、2017（平成 29）年に愛知県で国内初確認され、同年中に東京、大阪、福岡の各都府県でも確認された。さらに 2019（令和元）年には鹿児島、兵庫、神奈川県で発見、翌 2020（令和 2）年には静岡県および沖縄県での発見に至り、その侵入域が急速に拡大している。こうした状況を受けて、日本では 2020（令和 2）年に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（以下、「外来生物法」という。）に基づく特定外来生物に指定され、2021（令和 3）年には沖縄県の対策外来種リストにおいて重点対策種に指定された。

沖縄県へのハヤトゲフシアリの侵入は、環境省本省（以下、「本省」という。）による調査によって沖縄県那覇市内の国道 331・332 号沿いの歩道で確認され、直ちに関係機関間で情報共有が行われたものの、発見時点ですでに定着している状況であった（図 1）。最初に定着が確認された国道沿いに加えて、本種はその後那覇港新港ふ頭地区コンテナヤードおよび那覇港湾施設（以下、「那覇軍港」という。）にも定着していること

が判明し、国道や米軍施設を含む複雑な管理区分、その営巣範囲が主要国道歩道地下の礫層に広く展開していることが予想された。他地域での先行事例をもとに防除に取り組むことを想定したが、期待される効果が得られにくいこと、また、その方法が実施できない場所であったことから困難な防除開始となった。



沖縄県におけるハヤトゲフシアリ防除が、このような難しい条件下にも関わらず成果を上げた理由としては、防除そのものへの専門家の直接参画による新技術が投入されたことと、複雑な管理区分を網羅する組織横断的な協働体制が構築され、それらが相乗的に機能したことが大きい。具体的には、沖縄科学技術大学院大学研究チーム（以下、「OIST」という。）による新しい防除戦略の立案と実施、その効果を最大化する琉球大学研究チーム（以下、琉大という）によるベイト剤改善技術開発、住化エンバイロメンタルサイエンス株式会社（以下、「SES」という。）による薬剤調整と提供が技術的主軸となった。この現場実装にあたっては、沖縄奄美自然環境事務所（以下、「環境省」という）担当者の調整のもと、那覇市の現場参画、在日米陸軍沖縄基地管理本部（以下、「米陸軍」という。）および那覇港管理組合（以下、「港湾管理組合」という。）による管理港湾の主体的調査と防除、沖縄県環境部自然保護課（以下、「沖縄県」という。）、環境省、陸上自衛隊による周辺区域と敷地内の不在確認と監視、沖縄県環境科学センター（以下、「沖縄環科」という。）による異なる主体間での防除や監視事業における技術的一貫性の担保、沖縄総合事務局（以下、「沖縄総局」という。）ら道路管理者や、そこでの

土木工事業業者による防除区域内からの標的種拡散防止措置などが連動して実施され、港湾や空港を含む面的かつ網羅的な防除進捗管理や周辺状況把握が実現した。開始段階の方針決定においては、沖縄地域特有の状況を考慮しながら、本省担当者や国立環境研究所研究チームも参加した方針協議において、他地域での試みとの比較も交えた検討を実施、新戦略による同地域標的種個体群根絶を最終目標とする合意が形成され、すべての参画機関間で一貫してその目標が共有された。

こうした各参画機関協働による粘り強い防除と監視調査、そして拡散防止対策の結果、那覇港新港ふ頭地区、国道 331・332 号、那覇軍港の各区域で段階的に検出ゼロが達成され、24 か月の不在確認を根絶基準として「抑え込み成功」が順次確認されるに至った。「抑え込み成功」区域については、関係機関共同で成果を県民に積極的に公表のうえ、防除区画の解除、通常の定期監視への移行を実現した。最終的には、初確認から 6 年をかけて防除対象区すべてで前述の根絶基準を満たし、沖縄県らによる県内監視調査でも新規分布が確認されなかったことから、環境省および沖縄県によって 2026 年 3 月 12 日、専門家らの承認や根絶達成基準に基づく達成が確認されたため、沖縄県内におけるハヤトゲフシアリ根絶が宣言された。

ここでは、科学的知見に基づく新技術開発と、産学官を含む柔軟な協働体制によって、困難な条件下での外来種根絶を可能にした実践好例を共有し、「生物多様性国家戦略 2023-2030」やそれに基づく「外来種被害防止行動計画 第 2 版」が掲げるネイチャーポジティブ実現のための外来種対策加速に寄与することを目的として、本記録集を作成した。

ハヤトゲフシアリ発見から根絶までの流れ

2020(令和2)年2月に沖縄県那覇市内で初確認されたハヤトゲフシアリについて、2026(令和8)年3月、防除成功による県内根絶が宣言された。本章では、当該種の発見から根絶に至る各機関の動きを時系列に沿って記述する(表1)。

表1 ハヤトゲフシアリ発見から根絶までの流れ

年	月	できごと	モニタリング 拡散防止 薬剤防除 技術検討
2020(令和2)	2	- 環境省による外来生物の定点モニタリング調査で、那覇市明治橋から那覇空港に至る国道332・331号の植栽部分においてハヤトゲフシアリ発見 - 沖縄奄美自然環境事務所(以下、沖縄奄美事務所)、沖縄県環境部自然保護課(以下、沖縄県)、那覇港管理組合(以下、管理組合)、沖縄科学技術大学院大学(以下、OIST)、陸上自衛隊(以下、自衛隊)、在沖米陸軍(以下、米陸軍)、そして沖縄県環境科学センター(以下、沖縄科)で情報が共有される。	
	3	OISTが先行して現地調査を開始。	
	5	OISTが、個体群動態の測定方法、防除方法の検討を開始。	
	6	- 米陸軍が那覇軍港内を調査し、軍港内でのハヤトゲフシアリ生息を確認。 - 自衛隊が国道に面した駐屯地内でのアリ類調査を実施し、ハヤトゲフシアリ確認なし。 - 住化エンバイロメンタルサイエンス株式会社(以下、SES)が薬剤を提供。 - 国道管理者の沖総局が対策会議に参加。草刈り後の植物による拡散防止チラシをOISTが作成し、沖総局による拡散防止措置開始。	
	7	- 沖縄奄美事務所の那覇港等におけるヒアリ侵入状況確認調査等業務において、那覇新港国際コンテナヤード調査試料からハヤトゲフシアリを確認。 - 琉球大学(以下、琉大)の生態研究知見を防除戦略に取り込み協働を確認。 - 沖縄奄美事務所から、沖縄でのハヤトゲフシアリ定着のメディア発表と注意喚起。 - 国道にて、防除効果測定に向けた定期調査を開始。	
	8	- 定期調査に那覇市が参画開始。 - 環境省本省、国立環境研究所を含めて防除方針検討。 - 国道にてハヤトゲフシアリ選択的防除開始。琉大チームがベイト設置に参画。	
	9	- 沖縄奄美事務所によるハヤトゲフシアリ防除事業開始。 - 沖縄県が港湾地域や国道を含む外来アリ類定期監視調査を実施。国道332・331号でハヤトゲフシアリを検出するも、周辺他地域での検出はなし。 - 管理組合による国際コンテナヤード敷地内定期監視調査を実施するも、ハヤトゲフシアリの検出なし。	
	11	- 環境省が、ハヤトゲフシアリを外来生物法における「特定外来生物」に指定。 - 那覇新港にて、ハヤトゲフシアリ選択的防除と効果測定のための定期調査を開始。	
	1	機関間の連絡調整会議開催	
	3	沖縄県が、ハヤトゲフシアリを沖縄県対策外来種リストにおける「重点対策種」に指定。	
	4	- 那覇軍港内の防除実施のための予備実験実施。 - 那覇軍港内にてハヤトゲフシアリ選択的防除開始。	
	8	那覇新港にて、ハヤトゲフシアリ最後の検出。これ以降の検出なし。	
2022(令和4)	2	国道331・332号にて、ハヤトゲフシアリ最後の検出。これ以降の検出なし。	
	3	沖縄県が、「沖縄県外来種対策行動計画に基づくハヤトゲフシアリ防除計画」を策定。	
2023(令和5)	8	那覇新港において、ハヤトゲフシアリ根絶基準を達成。	
	11	那覇軍港内にて、ハヤトゲフシアリ最後の検出。これ以降の検出なし。	
2024(令和6)	2	国道331・332号において、ハヤトゲフシアリ根絶基準を達成。	
	5	沖縄奄美事務所、沖総局、沖縄県、那覇市、OIST、琉大、SES、および米陸軍により、国道331・332号におけるハヤトゲフシアリ抑え込みを宣言。拡散防止措置による制限解除。以後同エリアのモニタリングが、他の外来アリ類と同様の沖縄県による定期監視へと移行。	
2025(令和7)	11	那覇軍港において、ハヤトゲフシアリ根絶基準を達成。	
	12	琉球ネイチャーポジティブ(以下、RNP)、OIST、琉大、SES、那覇市、沖縄奄美事務所の共著にて、ハヤトゲフシアリの選択的防除とその効果についての学術論文が国際学術雑誌より発表。	
2026(令和8)	2	米陸軍により、那覇軍港におけるハヤトゲフシアリ抑え込みを宣言。	
	3	沖縄奄美事務所が、沖総局、沖縄県、那覇市、琉大、OIST、RNP、SES、および米陸軍とともに、沖縄県内からのハヤトゲフシアリ根絶を宣言。	

1. 発見と情報共有

沖縄県において、侵略的外来アリの監視は国際コンテナヤードやコンテナ、保税地域や倉庫を想定した水際対策に重点が置かれており、ヒアリ等の対策を実施するための会議等が開催されていた。

2020（令和2）年2月19日、環境省による外来生物の定点モニタリング調査で、那覇市明治橋から那覇空港に至る国道332・331号の歩道植栽部分においてハヤトゲフシアリが発見され、沖縄県内では初めての確認となった。この発見を受けて、環境省が緊急の会議を開催し、関係機関に情報が共有された。発見の一報は国道沿いの植栽での定着という想定外の形だった。初期の情報を共有した機関は、那覇港新港ふ頭地区および、その周辺エリアのヒアリ監視に関わる関係機関を中心に、ハヤトゲフシアリ確認地点に近接する敷地を管理する自衛隊と米陸軍を加えたものであった。会議の参加機関である環境省、沖縄県、港湾管理組合、OIST、陸上自衛隊、米陸軍、そして沖縄科で協議し、まずは各機関が現状把握や防除の可能性を検討することが合意された。

防除開始の前提として必要となる、ハヤトゲフシアリ個体群の正確な定着範囲や基礎的な生態等の情報を得るため、環境研究総合推進費（4-1904 外来アリ類をモデルとした侵略的外来生物管理体系の構築、代表：琉球大学 辻瑞樹）の共同研究機関であったOISTが同研究プロジェクトを利用し、先行して現地調査を実施し、個体群動態の測定方法、防除方法の検討を開始した。その調査結果は、OISTから環境省に逐次共有された。

同年5月、OISTが国道沿い予備調査を実施したところ、法面排水パイプにハヤトゲフシアリの高密度営巣が確認された。翌6月には、米陸軍が那覇軍港内を調査し、軍港内でのハヤトゲフシアリ生息を確認した。なお、自衛隊が国道に面した駐屯地内でのアリ類調査を実施し、ハヤトゲフシアリ確認はなかった。

同月、国道管理者の沖縄局が会議に参加。草刈り後の植物による拡散防止を図るチラシをOISTが作成し、沖縄局による拡散防止措置が開始された。

同年7月に環境省が実施した「令和2年度那覇港等におけるヒアリ侵入状況確認調査等業務」の、那覇港新港ふ頭地区国際コンテナヤード調査試料からハヤトゲフシアリが確認された。

調査結果を受け、環境省より同年7月20日にハヤトゲフシアリの確認についてプレスリリースを実施し、報道各社から市民への注意喚起が行われた。

同年、沖縄県が港湾地域や国道を含む外来アリ類監視調査を実施し、国道332・331号でハヤトゲフシアリを検出するも、周辺他地域での検出はなかった。

なお、那覇港新港ふ頭地区における生息は、ヤード端のフェンス付近のみだったこともあり、同年の港湾管理組合による国際コンテナヤード敷地内調査では、ハヤトゲフシアリが検出されることはなかった。

2. 対策方針決定と技術開発

対策方針の検討と、それに必要な技術開発については、各機関による現状把握調査と並行して進められた。沖縄県内各機関に加えて、環境省本省および国立環境研究所もこの議論に参画した。沖縄県や環境省、港湾管理組合、OIST らにより蓄積された外来アリ類侵入監視調査結果を踏まえ、ハヤトゲフシアリの侵入と定着は初期段階にあると判断し、根絶を目指すことで各関係機関が合意した。沖縄県に先行してハヤトゲフシアリ防除が開始されていた愛知県や福岡県の対策事例から、当初フィプロニルベイト剤と高圧フィプロニル液剤注入が候補として提案されたが、フィプロニルベイトへの誘引効果が弱いことから、経口薬剤については再検討が必要とされた。また、那覇港新港ふ頭地区では高圧液剤注入を試みることが合意されたものの、国道についてはコロニーが歩道地下の礫層に広く展開していることが予想されたこと、また米陸軍が管理する那覇港湾施設敷地境界における作業上の制約から、コロニー全体の高圧液剤注入による駆除は難しいと判断された。

国道において把握されたハヤトゲフシアリの営巣状況や他の地域を含めたこれまでの先行防除試行の反省から、少なくとも国道沿いの当該種個体群に対しては新しい防除戦略を検討する必要がある。それに伴い必要となる技術整備については、OIST（チームから独立後の Ryukyu Nature Positive（以下、RNP という）を含む）と琉球大学、SES が担った（技術詳細については、「防除技術とその効果」を参照）。ハヤトゲフシアリに効果的な新たなベイト開発を目指し、誘引剤を含まない昆虫成長抑制剤ピリプロキシフェン液剤（以下、IGR）提供について OIST が SES と共同研究契約を締結した。また、琉大による侵略的外来アリ生態研究成果をもとに、誘引剤は総合栄養物ではなく、糖（砂糖水）とタンパク（ミールワーム）を分離し、そこに IGR 剤を添加して与える戦略を採用した。既存のアリ群集が一定程度残存していたことから、OIST の提案によりハヤトゲフシアリを標的種とした選択的防除試行を決定。誘引餌によるモニタリングが困難であったことから、防除効果測定法として沖縄県内で実績がある単位時間採集法および、その検出精度比較のため粘着トラップ法を併用。

那覇軍港内の調査と防除に関しては、米軍側が独自に事業設計し、OIST や環境省、沖縄科を通じ、現場レベルでの技術協力をする体制で実施することを合意した。

3. 防除実施とその効果

2020（令和2）年7月20-22日に、OIST チームによる国道全長約2kmの定着エリア全域で、単位時間採集と粘着トラップによるモニタリングを開始。本格的な薬剤設置開始に向けて、OIST による IGR 入り誘引餌の開発と室内試験が実施された。

実施体制の観点から、OIST から那覇市に防除協力を依頼し、那覇市が参画を承諾。同年8月18日に、那覇市が初の粘着トラップ設置を担当。設置数日後に OIST チームが、単位時間採集調査実施時に回収するという作業分担を開始した。

同年8月21日に、OIST、琉大、那覇市による第一回の合同防除実施（メディア取材あり）。月毎の那覇市による粘着トラップ設置、OIST と琉大による全域踏査と IGR 入り誘引剤設置、OIST による単位時間採集調査、琉大による IGR 入り誘引剤2回目設置という、防除と効果測定ルーティーンが始動した。

同年9月28日、那覇港新港ふ頭地区コンテナヤードでも、港湾管理組合と環境省によるハヤトゲフシアリ防除を OIST が立ち会いのもと試みられた。フィプロニル液剤の高圧注入機材を準備したが、予備調査で確認されていた巣が移動しており、移動先の巣口を発見できず散布を一旦断念。国道と同じく、IGR 入り誘引剤による防除に切り替えることとした。

同年11月2日、環境省本省がハヤトゲフシアリを外来生物法における「特定外来生物」に指定。

同年11月18日より、OIST が那覇港新港ふ頭地区コンテナヤードにおけるハヤトゲフシアリの防除を、国道と同様の方法と評価法を採用して開始。

翌2021（令和3）年3月、沖縄県がハヤトゲフシアリを沖縄県対策外来種リストにおける「重点対策種」に選定。

同年4月20日より、米陸軍事業による那覇軍港内でのハヤトゲフシアリ防除が開始された。国道における防除で蓄積された知見を元に、OIST 側から米軍側に米軍敷地内で使用可能なピリプロキシフェン剤を使用した防除技術を提供。ハヤトゲフシアリ個体群の動態に焦点を絞った効果測定法を、沖縄科が考案し実施した。

モニタリング開始から拡散防止措置による制限解除までの期間、防除エリアからの拡散防止措置として、沖縄局による植物残渣の殺虫処理と焼却処分、植栽入れ替え事業の振替、注意喚起看板設置、イベント看板等の殺虫処理が実施された。また、沖縄県および那覇市が上下水道試掘坑時に伴い発生した残土や植物残渣等に対する殺虫処理等を実施した。

那覇港新港ふ頭地区は調査区域を5つに分けて実施した。モニタリング開始時の

2020（令和2）年11月には、ハヤトゲフシアリが5区画中2区画で検出されていたが、2021（令和3）年1月に初めて検出ゼロを達成し、その後2021（令和3）年8月の検出を最後に、翌9月以降は検出なしとなった。

国道沿いは調査区域を36つに分けて実施した。モニタリング開始時の2020（令和2）年7月には、ハヤトゲフシアリが36区画中26区画で検出されていたが、2021（令和3）年3月には抽出20区画調査で検出ゼロを達成し、同年10月には、全域踏査を含む全てのモニタリングにおける検出ゼロを初めて達成、その後2022（令和4）年2月の検出を最後に、翌3月以降は検出なしとなった。

那覇軍港内調査においては、最大136ポイントに達したハヤトゲフシアリ確認ポイントが、2021（令和3）年11月に初めて0ポイントとなり、2023（令和5）年12月の検出を最後に、以降検出なしとなった。

4. 抑え込み成功とエリア解放

外来アリの根絶確認において、Sakamoto ら（2017）によるアルゼンチンアリ防除の数理モデルでは、最終発見から16～17か月までの不在確認で十分な根絶確率が得られるとされているが、2回の繁殖サイクルを基準として24ヶ月まで確認を続ける方法が一般的である（Hoffman 2011）。これらの先行事例に基づき、沖縄県内定着のハヤトゲフシアリ防除については、不在確認より24ヶ月を防除区域内根絶基準として採用した。なお、国道331・332号と那覇軍港は所管や防除事業が異なるものの、区域同士が隣接しているため、各区域単位には「根絶」という用語は用いず、「抑え込み成功」と表現した。

那覇港新港ふ頭地区調査区においては、2021（令和3）年4月の不在確認より24ヶ月経過の2023（令和5）年3月をもって基準を満たし、抑え込み成功となった。

国道331・332号においては、2022（令和4）年3月からの不在確認期間が2023（令和5）年7月で17ヶ月を達成し、8月よりモニタリング頻度を毎月から3ヶ月に1度へと移行した。そして同年8月、11月、2月のモニタリング実施による不在確認を経て24ヶ月不在確認基準を満たし、2024（令和6）年2月をもって抑え込み成功となった。

国道331・332号においては、2020（令和2）年7月のモニタリング開始以降、防除エリアからのハヤトゲフシアリ拡散防止措置が、主として沖縄局により継続して講じられていた。那覇軍港外の防除対象区域で根絶基準を達成したことに加え、同年4月実施の軍港内モニタリングでも不在が確認できたことから、同年5月17日に環境省、沖

総局、沖縄県、那覇市、OIST、琉大、SES、および米陸軍が共同で「那覇市定着の特定外来生物ハヤトゲフシアリ防除について－産学官連携の取組により、抑え込みに成功－」をリリースした。この中では、抑え込み成功エリアでの制限解除および、今後同エリアのモニタリングが、他の外来アリ類と同様に沖縄県による定期監視へと移行することを発表した。

那覇軍港においては、2023（令和 5）年 12 月以降も、春と秋の 2 回、外来アリのモニタリング調査を継続しており、不在確認期間を積み上げている。2025（令和 7）年 11 月の秋季調査にてハヤトゲフシアリの不在を確認したことで根絶基準の 24 ヶ月に達し、抑え込み成功となった。

5. 根絶達成

ハヤトゲフシアリの定着が確認された国道 331・332 号、那覇港新港ふ頭地区、そして那覇軍港の 3 地区全てにおいて根絶基準に達したこと、加えて、2020 年以降現在も継続して実施されている沖縄県、環境省、港湾管理組合による県内での外来アリ類監視調査において、ハヤトゲフシアリの新たな分布が確認されないことから、外来生物法を所管する環境省および、沖縄県対策外来種リストを所管する沖縄県らにより、2026（令和 8）年 3 月 12 日に、ハヤトゲフシアリの沖縄県内根絶が宣言された。

技術開発：選択的防除への挑戦と群集動態観測による網羅的效果影響測定

1. 標的種のみを狙い撃ちする選択的防除法

(1) 化学的防除を利用した統合的群集管理

今回のハヤトゲフシアリ防除における戦略は、従来型の防除が薬剤による直接の標的種個体群の削減を主目的とするのに対し、侵略的外来種が持つ競争優位性に薬剤を使って干渉し、相対的低下を誘導することで群集構造を調整、その結果として標的種を排除するという新しい発想によって構築された。これは、化学的防除単独から、化学的防除と群集生態学を統合した新たな管理理論への大きな転換であり、薬剤使用量の劇的削減、非標的種への影響最小化、そしてそれによる生物学的抵抗性の維持と活用を同時に達成することにつながった。薬剤を添加した誘引剤は巣口・高頻度採餌地点への局所配置を原則とし、毎月の目視調査によって特定されたハヤトゲフシアリの分布により配置地点を随時更新した。この「巣ベースの点的防除処理」により、ハヤトゲフシアリの餌資源占有能力を逆手に取って選択的に薬剤を届け、薬剤使用量を一般的な散布量の数千分の一にまで削減し (0.86 mg/ha)、非標的アリによるベイト持ち去りを最小化することが可能となった (Yoshimura *et al.* 2025)。

(2) 誘引剤設計

ハヤトゲフシアリは雑食性を示す一方で、季節や栄養要求の変動と思われる餌への誘引反応の不安定性が顕著であった。こうした不安定性による薬剤取り込み量の増減を緩和するため、生態研究によって判明した多巣性種が示す偏栄養餌への高い嗜好性を利用し、タンパク質源と炭水化物源を分離して誘引剤とすることにした (図2、3)。タンパク質源としてはミールワームを、炭水化物源としては高濃度糖液 (50% w/w) を採用し、各基質に低濃度ピリプロキシフェンを添加することで、季節や栄養要求の変動に左右されにくい摂食誘導を実現した (Yoshimura *et al.* 2025)。

(3) 薬剤選択

本防除では、急激な致死効果ではなくコロニー機能を漸進的に低下させることを目的として、昆虫成長制御剤 (IGR) であるピリプロキシフェンを採用した。本剤は即効性の神経毒剤と比べ、巣内環境への攪乱が小さく、標的種の忌避反応や

巣の移動を誘発しにくいと想定されるため、逃避による分布範囲の拡散抑制にも効果がある。残留性の面からも、今回の選択的防除と相性が良かったと思われる。

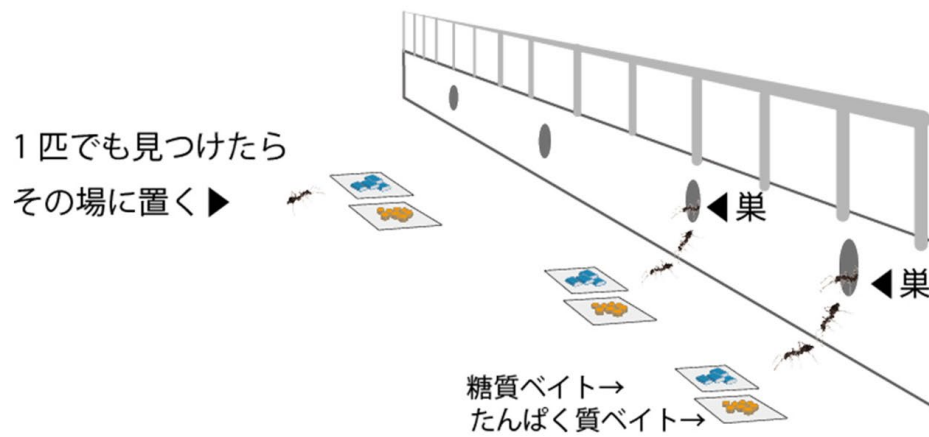


図2. ハヤトゲフシアリ防除に採用した偏栄養ベイトと選択的配置



図3. ベイト設置風景

2. 群集動態に着目した防除効果と薬剤影響の評価法

(1) トラップと手採りの併用によるアリ群集の網羅的検出

餌への誘引が安定しないハヤトゲフシアリの検出には、ヒアリ類のような餌によるモニタリング手法が適応できない。そこで、ハヤトゲフシアリや防除区域内の既存アリ類の群集動態を測定する方法も主要課題のひとつであった。そこで、本プロジェクトにおける防除効果の評価には、調査区域を20以上の小区画に分割し、各ユニットにおける手採り調査（10分単位時間採集法）と、必要に応じた粘着トラップ調査を併用してモニタリングを実施した（図4-6）。ここで言う単位時間採集法とは、一定面積の中で一定時間を単位として、各単位イベントの採集種数を最大にするよう能動的採集を繰り返し実施する方法であり、アリ類の地表活動活性に左右されずに高い検出力を示すことが知られる。その一方で、粘着トラップ調査は、トラップ上を通過するアリ類を無作為に粘着シートで捕獲する方法であり、地上での活動性を反映しやすい。これら方法により、防除区域内の優占種から低頻度出現種までを含むアリ類群集構造全体を網羅的に把握し、その変化を追跡することができた（Yoshimura *et al.* 2025）。

また50ヘクタールをこえる面積を持つ那覇軍港内では、標的種であるハヤトゲフシアリの動態のみに焦点を絞り、作業効率の高い効果測定方法も試行された。この方法では、目視調査によって確認されたハヤトゲフシアリについて、1) 巣口、2) 個体密度高ポイント、3) 少数個体確認ポイント、の三段階により記録し、それぞれの記録カテゴリーの増減によって防除エリア内の標的種の動態を可視化するというものであった。防除が順調に進み個体群密度が下がるに連れて、1) から3) へと記録点数は移行、減少する想定である。

(2) ユニット化した在不在データを用いた群集動態の検出

解析では、各ユニットにおけるアリ種ごとの在不在（検出／非検出）データを時系列で整理した（Yoshimura *et al.* 2025）。これらのデータを用いて、防除前後および調査期間を通じた各種の出現確率の変化を統計的に評価することができた。この手法により導き出された、特定のユニットからの消失や再出現といった空間的・時間的な群集動態の変化を防除効果の指標として捉えるとともに、非標的種への影響が従来よりも解像度高く可視化された。

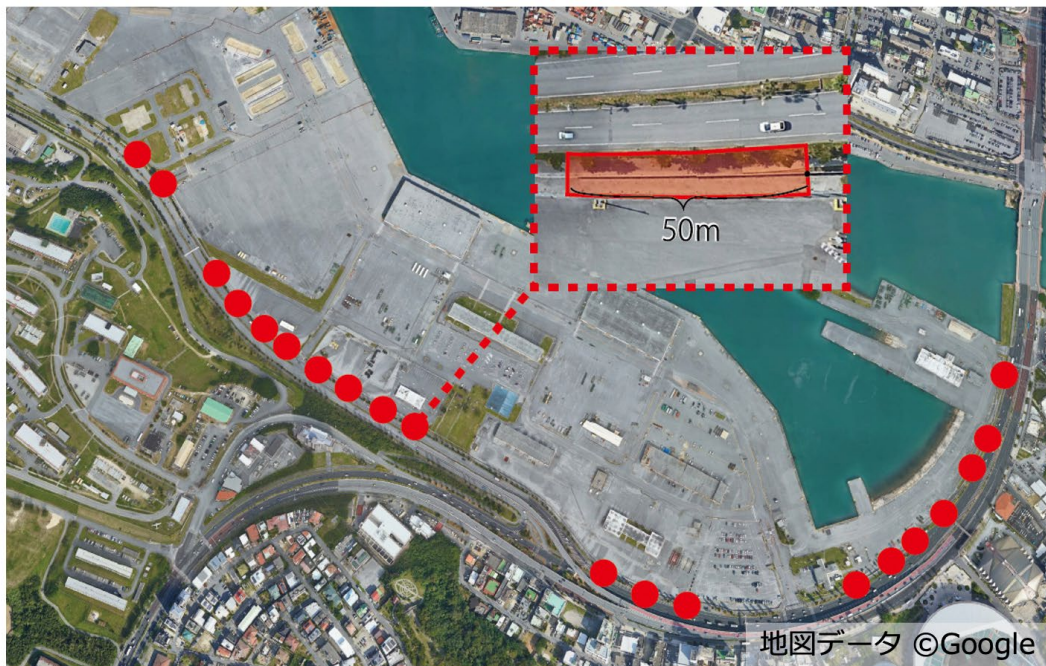


図4. 調査区域を20以上の小区画に分割



図5. 見つけ採り（単位時間採集）

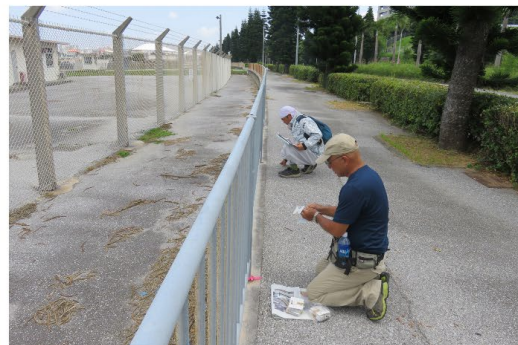


図6. 粘着トラップ設置風景

3. 防除効果とアリ群集への影響

(1) 標的種ハヤトゲフシアリへの防除効果

選択的ベイト処理の進行に伴い、ハヤトゲフシアリの各調査ユニットにおける検出確率は時系列的に低下し、防除前を基準とした推定値では92%以上の減少を示した(Yoshimura *et al.* 2025)。これは、当該種が調査区域内の大半のユニットから消失したことを意味する。防除終了段階では、連続する複数回の調査において同種は一切検出されず、局所個体群は消滅したと判断された(図7、8)。

那覇軍港内での観測でも、巣口数から個体確認ポイントへの移行と総ポイント数の順調な減少が確認された(図9)。

外来アリの根絶確認において、Sakamoto ら(2017)によるアルゼンチンアリ防除の数値モデルでは、最終発見から16~17か月までの不在確認で十分な根絶確率が得られるとされているが、2回の繁殖サイクルを基準として24ヶ月まで確認を続ける方法が一般的である(Hoffman 2011)。これらの先行事例に基づき、沖縄県内定着のハヤトゲフシアリ防除については、いずれの防除区においても不在確認より24ヶ月を防除区域内根絶基準として採用した。なお、国道331・332号と那覇軍港は所管や防除事業が異なるものの、区域同士が隣接しているため、各区域単位には「根絶」という用語は用いず、「抑え込み成功」と表現した。

(2) 非標的種への影響

防除期間中、国道331・332号防除区においては多くの非標的アリ種では出現状況に大きな変化はなく、薬剤による影響は限定的であった(図10)。一方で、ハヤトゲフシアリと似た行動特性をもつ一部のアリでは、防除後に確認される頻度がむしろ高まった(Yoshimura *et al.* 2025)。これは、防除によって標的種が占めていた場所や資源が、他のアリに利用されるようになったことを示しており、群集が元の多様な構成を保ったまま自律的に回復したことを意味する。

那覇軍港を含む他の防除区域においても、国道331・332号防除区と同様に既存のアリ類が姿を消すことはなく、ハヤトゲフシアリが選択的に消失したことが観察された。

(3) 既存群集の温存による防除加速と再侵入防止効果

標的種であるハヤトゲフシアリの出現頻度が低下とともに一部の非標的種が増加するという現象は、それまでハヤトゲフシアリに占有されていた餌資源や営巣

場所が短期間で既存のアリ類により再占有されたことを示している。これにより、数を減らし競争力が低下したハヤトゲフシアリ残存個体や、近隣エリアから流入する標的種個体は、巣を維持または新設できず、防除エリア内の個体群の回復が抑制された。

この過程は、選択的防除効果が薬剤作用に加えて「生物的抵抗 (biotic resistance)」によって強化されたことを示しており、防除プロセスの進行を加速するとともに、想定通りに再侵入による定着リスクの低減に寄与したと考えられる。本技術は、群集の回復を防除の一部として組み込むことで、薬剤依存型の管理とは異なる持続的な外来種管理をコンセプトとした手法であり、今回の根絶達成によりその有用性が証明された。

[参考文献]

- Hoffmann BD (2011) Eradication of populations of an invasive ant in northern Australia: successes, failures and lessons for management. *Biodiversity and Conservation* 20: 3267-3278. doi:10.1007/s10531-011-0106-0.
- Sakamoto Y, Kumagai NH, Goka K (2017) Declaration of local chemical eradication of the Argentine ant: Bayesian estimation with a multinomial-mixture model. *Sci Rep* 7: 3389. doi:10.1038/s41598-017-03516-z.
- Yoshimura M, Suwabe M, Tsuji K, Baba Y, Kakazu H, Miyagi T, Ogasawara M, Uematsu J, Economo EP, Ono K (2025) Maximum effect with minimum impact: A new selective control strategy for the Browsing ant *Lepisiota frauenfeldi* (Formicidae: Formicinae) minimize the impact on non-target species. *PLOS ONE* 20: e0337230. doi:10.1371/journal.pone.0337230.

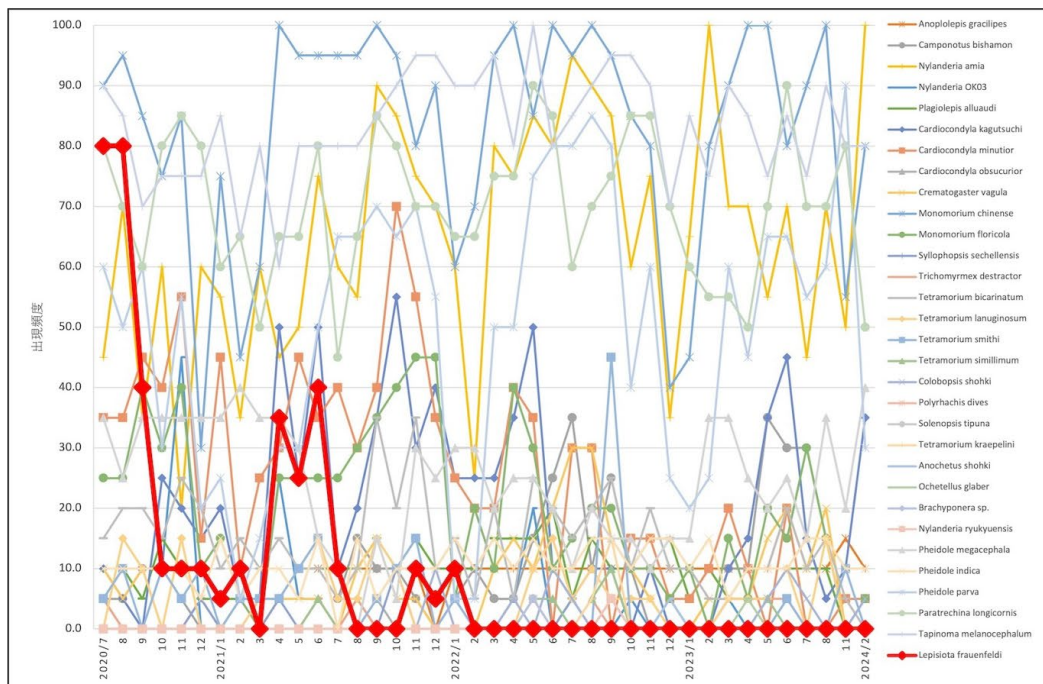


図7. 国道防除区における、見つけ採りによるアリ類の出現頻度の推移。赤太のプロットがハヤトゲフシアリ (OIST提供)

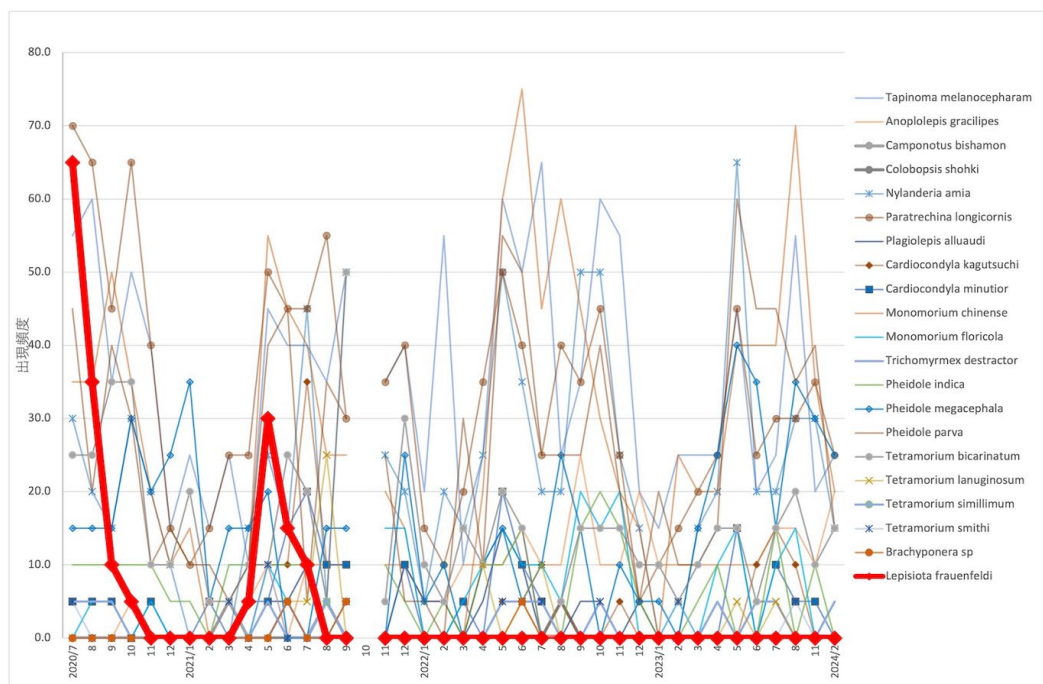


図8. 国道防除区における、粘着トラップによるアリ類の出現頻度の推移。赤太のプロットがハヤトゲフシアリ (OIST提供)

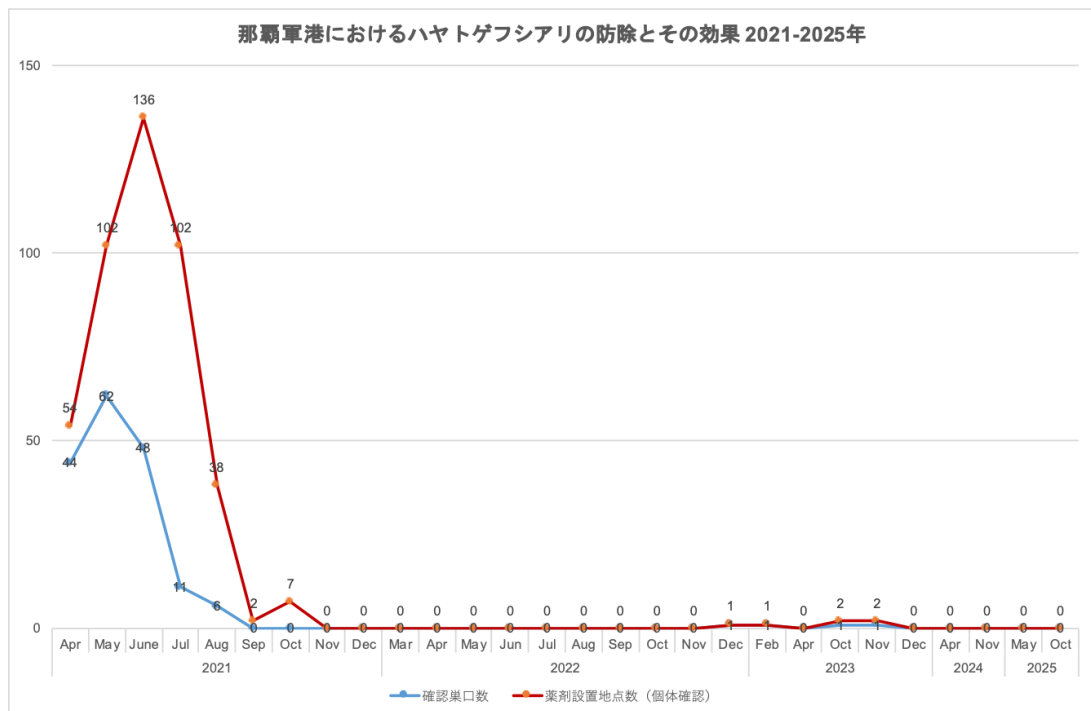


図9. 那覇軍港内でのハヤトゲフシアリの巣と個体確認地点数の変化（在沖米陸軍提供）

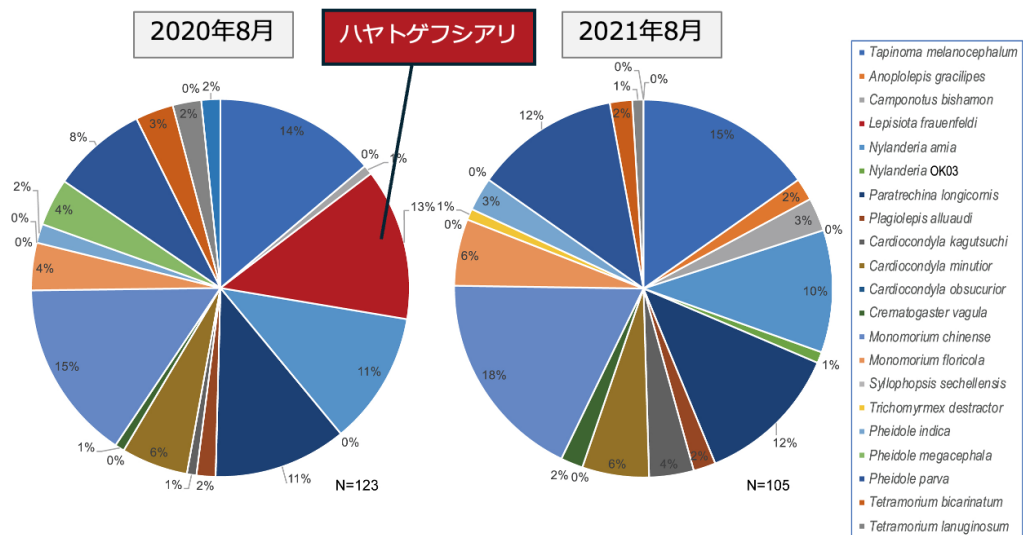


図10. 薬剤設置前の2020年8月と、翌2021年8月のアリ類の出現割合の比較。ハヤトゲフシアリが消失しているが、全体の種構成に大きな変化はない（Yoshimura et al. 2025を編集）

社会協働：組織横断的な目標共有と協働体制の構築

1. 区域管理者中心の小規模協働体制とそのネットワーク化

(1) 防除に必要な役割の整理

これまでのヒアリに対する水際対策体制、およびアルゼンチンアリ防除体制や、防除対象種や発生場所によって、防除に必要な機能を担う機関は変化する。そのため、ハヤトゲフシアリ防除においては、関係機関を広範に固定化するのではなく、侵略的外来アリ侵入発見後に必要となる機能を整理し、防除対象種や発生場所に応じて、侵入区域の管理権限を有する組織に適切な機能を割り振ることで迅速な協働体制構築を実現した（図 1 1）。この機能の中には、組織間の調整、技術的助言や技術開発、現地監視、防除実施、情報発信、そして必要な資金や資材提供等が含まれる。こうした機能に基づく協働体制の構築が、各防除エリアにおける役割分担と責任の明確化に貢献した。

(2) 機能と区域管理者に基づく小規模かつ事案対応型の協働体形成

前項で整理された機能に基づくハヤトゲフシアリ防除に関する協働体制は、「種」指定の所管ではなく、「防除対象区域」の管理者を中心に、当該事案に直接関係する機関のみで構成される小規模な協働体とした。この協働体を、防除対象区毎にその都度編成することで、迅速かつ効率的な対応につなげることができた。また、研究者による技術実装と効果分析、環境省による機関間調整機能が加わり、各機関の権限と実務範囲に基づいた現実的な計画とリソース調達を協議、合意することができた。担当者同士の顔の見える関係のもとで役割分担を明確化することで、責任の曖昧化を回避し、状況に応じた柔軟な意思決定と機動的な現場対応を可能にした。

具体的には、国道 331・332 号（約 1.6 ヘクタール）は環境省と那覇市、那覇港新港ふ頭地区脇（約 0.3 ヘクタール）は港湾管理組合、那覇軍港（約 55.9 ヘクタール）は米陸軍がそれぞれ防除区域の担当組織となり、沖縄県が周辺調査を実施、研究機関が防除全体の進捗監修する体制をとった。また拡散防止措置についても、区域管理者の各担当組織が窓口になったため、通常指示系統を逸脱せずに調整可能であった。

(3) 協働体のネットワーク化による継続性と技術更新性の確保

研究者と環境省がハブとなり、個別事案ごとに形成される協働体を、定期的な情

報共有や事業報告の場を通じて緩やかにネットワーク化することで、全体としての目標共有を図った。またこのネットワークは、担当者の異動や予算変動による連携の断絶を防ぎ、体制の継続性の担保やそのために必要な組織内合意形成にも貢献した。また本ネットワークは、新技術の導入や防除成果の迅速な共有を可能にし、各機関の能動的な防除への貢献を促し、その成果創出を加速させた。

（４）行政目標の整備

協働への各参画機関が参照し、根拠とできる法律や行政指針が、現場対応と並行して整備されたことは、本防除プロジェクトの成功を大きく後押ししたと言える。2020（令和 2）年 11 月 2 日に、ハヤトゲフシアリが特定外来生物に指定されたことは、防除や拡散防止措置への組織内合意形成に少なからず貢献したと考える。これと連動する Japan Environmental Governing Standards（JEGS）は、米軍側の防除事業開始やその継続の根拠となった。また、沖縄県の対策外来種リストにおける重点対策種への登録や、それに基づき 2022（令和 4）年 3 月に策定された沖縄県外来種対策行動計画に基づくハヤトゲフシアリ防除計画は、防除対象区域にとどまらない周辺広域調査の事業基盤として機能した。

[参考資料]

環境省（2024 年 2 月閲覧）特定外来生物等一覧：

<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html>

Headquarters, U.S. Forces, Japan (2024) Japan Environmental Governing Standards (JEGS2024)

沖縄県（2021）沖縄県対策外来種リスト

沖縄県（2022）沖縄県外来種対策行動計画に基づくハヤトゲフシアリ防除計画

2. 根絶達成にむけた各機関の貢献一覧

(1) 行政機関

[環境省]

- (i) 沖縄奄美自然環境事務所による外来アリ類生息調査
- (ii) 沖縄奄美自然環境事務所によるハヤトゲフシアリ初期防除事業[2020(令和2)年度から 2024(令和5)年度まで]
 - 国道 331・332 号沿い初期防除実施における、資金的支援
 - ハヤトゲフシアリ防除マニュアル作成
 - 普及啓発グッズの作成
- (iii) 県内各機関間の参画調整
- (iv) 環境省による、ハヤトゲフシアリの特定外来生物指定
- (v) 沖縄奄美自然環境事務所による論文投稿への共著者としての参画
- (vi) 沖縄奄美自然環境事務所によるメディアリリースを通じた情報発信
- (vii) 沖縄奄美自然環境事務所によるハヤトゲフシアリ根絶に関わる資料作成等業務[2025（令和7）年度]
 - 根絶宣言に向けた機関間調整
 - 根絶までの記録集作成

[沖縄県]

- (i) 環境部自然保護課による外来アリ類生息調査事業
- (ii) 環境部自然保護課によるハヤトゲフシアリの重点対策種指定
- (iii) 環境部自然保護課によるメディアリリースを通じた情報発信
- (iv) 土木建築部による二次拡散防止施策の実施

[那覇市]

- (i) 環境保全課による防除区域内調査への参画
- (ii) 環境保全課による論文投稿への共著者としての参画
- (iii) 環境保全課によるメディアリリースを通じた情報発信
- (iv) 那覇市水道局による二次拡散防止施策の実施

[那覇港管理組合]

- (i) 那覇港湾内におけるハヤトゲフシアリ防除と調査

- 10号バス内における防除調整
- 国際コンテナヤード内外来アリ類生息調査

[沖縄総合事務局]

- (i) 道路管理課および南部国道事務所による二時拡散防止施策と注意喚起の実施
 - 歩道草刈り時の拡散防止の実施
 - 防除エリア内の植栽事業の調整
 - 注意喚起看板の設置
 - 一時設置物への殺虫処理
- (ii) 道路管理課および南部国道事務所によるメディアリリースを通じた情報発信

[陸上自衛隊]

- 那覇駐屯地内の生息確認調査実施

[在日米陸軍沖縄基地管理本部]

- (i) 那覇軍港内の防除事業
- (ii) 那覇軍港内の外来アリ類生息調査事業
- (iii) メディアリリースを通じた情報発信

(2) 研究機関

[沖縄科学技術大学院大学 (OIST)]

- (i) 初期状況把握調査
- (ii) 防除方針検討
- (iii) ハヤトゲフシアリ選択的防除手法開発
- (iv) IGR 添加誘引餌開発
- (v) 防除効果測定法開発
- (vi) 防除とモニタリングの実施
 - (vii) 外来アリ類モニタリング調査試料の最終同定
- (viii) 機関参画コーディネート
- (ix) メディアリリースを通じた情報発信

[琉球大学]

- (i) 防除方針検討

- (ii) 外来アリ類生態学知見に基づく栄養制限誘引餌考案
- (iii) 防除とモニタリングの実施
- (iv) メディアリリースを通じた情報発信

(3) 民間企業

[Ryukyu Nature Positive]

- (i) 国道モニタリングデータの総合解析と、論文出版
- (ii) 根絶宣言に向けての参画機関コーディネート
- (iii) 外来アリ類モニタリング調査試料の最終同定
- (iv) メディアリリースを通じた情報発信

[住化エンバイロメンタルサイエンス株式会社]

- (i) 昆虫成長制御剤の提供および防除実施に際しての技術的助言

[沖縄県環境科学センター]

- (i) 沖縄県外来アリ類生息調査業務における手法開発とその実施
- (ii) 那覇港管理組合外来アリ類調査業務における手法開発とその実施
- (iii) 米陸軍のハヤトゲフシアリ防除事業実施および軍港内外来アリ類モニタリング法開発とその実施

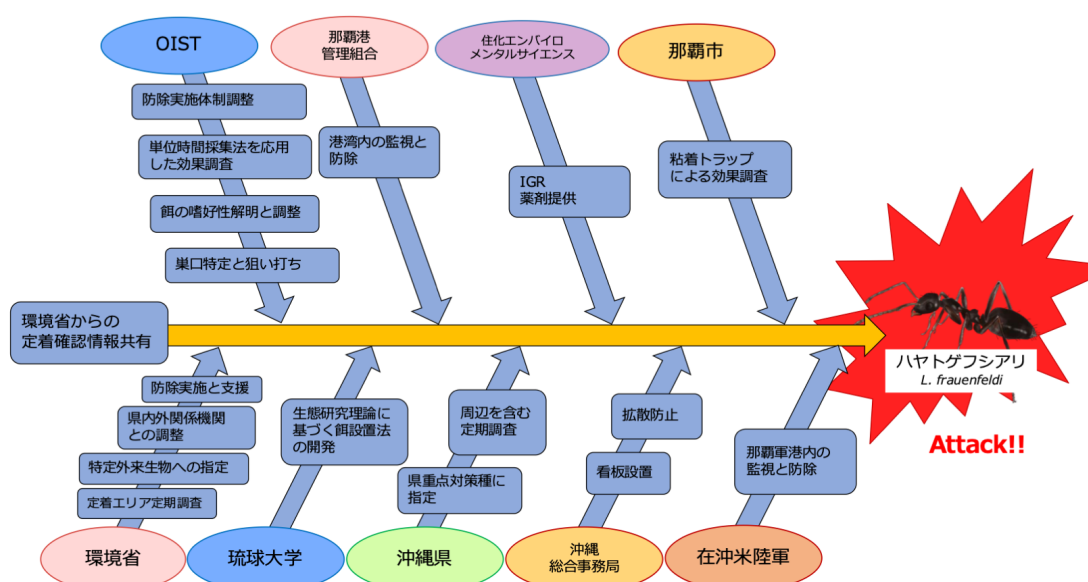


図 1 1. 国道沿いハヤトゲフシアリ防除における、組織横断的な協働体制。那覇新港の場合には、那覇港管理組合および環境省、沖縄県がコンテナヤード内とその周辺の調査を担当。

3. 技術開発先行型の防除プロジェクトデザイン

(1) 研究知見の蓄積とそれに基づく防除技術立案

本防除プロジェクトは、発見後に対症的措置を積み重ねるのではなく、既存の研究知見を基盤として実際の現場の課題に即した管理理論を設計し、その理論に沿って技術を組み立てる「技術開発先行型」の構造をとった点に成功の鍵があった。本防除戦略立案においては、方針決定段階から専門家間でその妥当性が議論され、その中でこれまでにない新しい防除理論に基づく「化学的防除を利用した統合的群集管理」手法が選択された。この戦略立案は、OIST および琉球大学で蓄積されてきた侵略的アリの行動生態研究成果、国内他地域での防除試行の検証、そして環境研究総合推進費課題（4-1904）の研究成果を基盤としている。すなわち、防除は「薬剤の選定」から始まったのではなく、「競争優位性をいかに低下させるか」という理論命題から逆算して設計されたといえる。その結果、ピリプロキシフェンを用いた選択的ベイト処理、巣ベースの点的配置、群集単位での在不在モニタリングという一連の技術体系が構築された。この体系は単なる現場技術の組合せではなく、侵略的外来種管理の理論モデルを実地に適用した試行であった点に、本プロジェクトの設計思想がある。

(2) 専門家らによる、防除プロジェクト進捗監修

本防除プロジェクトでは、専門家による防除実施と継続的な進捗監修が行われた。ここでいう監修とは、形式的な助言にとどまらず、ベイト剤の開発、群集動態データの観測と解釈、薬剤配置戦略の修正、効果判定基準の設定といった、技術的意思決定の中枢に研究者が関与する体制を意味する。OIST、琉大、SES、環境省、那覇市、米陸軍、沖縄県、そして港湾管理組合などが参画し、各機関が実施するモニタリング結果を共有しながら、処理頻度や配置地点の更新、防除区域の拡張・縮小判断を協議した。本防除は月次モニタリングを前提とする適応的管理として運用され、標的種であるハヤトゲフシアリの出現確率の推移や非標的種の応答を指標として戦略を逐次調整した。

那覇軍港という日本側からの直接関与に制約の大きい区域では、米軍側が事業主体となりつつも、受託者の沖縄県環境科学センターを媒介に OIST による技術提供と評価の共有が行われ、区域ごとに事業主体が異なっても、防除理論と評価枠組みは統一された。これは、単一の施工計画ではなく、「理論を共有する複数実装」というプロジェクト構造であった。

このように、防除の成否は施工量や予算規模よりも、科学的知見に基づく意思決定プロセスを維持できたかに依存していた。本プロジェクトは、研究者が現場から距離を置くのではなく、進捗監修という形で責任を共有する体制を構築した点に制度的な特徴がある。

(3) 環境研究総合推進費の活用

本防除の初動段階において重要な役割を果たしたのが、環境研究総合推進費（課題 4-1904「外来アリ類をモデルとした侵略的外来生物管理体系の構築」）であった。

発見直後、防除事業としての正式な予算措置が整う前に、OIST や琉大は本推進費研究の枠組みを活用して現地調査を開始し、定着範囲の把握、個体群動態の測定法の検討、ベイト剤の試作を先行的に実施した。これにより、行政が事業として動き出す時点で、すでに一定の技術的裏付けが存在する状態を作り出すことができた。さらに重要なのは、推進費が単なる研究資金ではなく、研究者が社会実装に積極的に関与する正当性の根拠となった点である。研究課題として外来アリ管理体系の構築を掲げていたことにより、研究者集団は「評価者」ではなく「実装者」として防除に参画する制度的根拠を有していた。これは、学術研究と行政実務の境界を越えた協働を可能にした社会的基盤であった。

結果として、本プロジェクトは、行政主導の防除事業に研究成果を付加したのではなく、研究プロジェクトを基盤として行政施策が組み上がるという、研究主導型の公共管理モデルとして展開された。推進費は、技術開発を可能にした財源であると同時に、科学的知見を社会実装へと接続する媒介装置として機能したといえる。

[参考資料]

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

4-1904 外来アリ類をモデルとした侵略的外来生物管理体系の構築

(JPMEERF20194004)

令和元年度～令和3年度

関係資料

1. 行政資料等

- (1) 沖縄県対策外来種リスト（沖縄県）
- (2) 沖縄県外来種対策行動計画に基づくハヤトゲフシアリ防除計画（沖縄県）
- (3) Japan Environmental Governing Standards (JEGS2024 : Headquarters, U.S. Forces, Japan)

2. プレスリリース

- (1) (お知らせ) 沖縄県那覇市におけるハヤトゲフシアリの確認について
- (2) ハヤトゲフシアリ合同防除の取り組みについて
- (3) 那覇市定着の特定外来生物ハヤトゲフシアリ防除について－産学官連携の取組により、抑え込みに成功－
- (4) 地域のアリ類を味方にする世界初の「選択的防除」侵略的外来アリの防除に成功
- (5) 那覇軍港内での特定外来生物ハヤトゲフシアリの根絶について
- (6) 沖縄県における特定外来生物ハヤトゲフシアリの根絶について－産学官連携の取組により成功－

3. 注意喚起および普及啓発用資料

- (1) 外来種ハヤトゲフシアリが発見されています。草刈り等メンテナンスにご注意! (チラシ: OIST 作成)
- (2) 特定外来生物ハヤトゲフシアリ防除実施エリア (看板: 沖縄総局作成)
- (3) あなたのとなりにいませんか? 特定外来生物のアリたち (パンフレット: 沖縄奄美事務所作成)
- (4) Who are the Invasive Alien Ants? (フェイスタオル: 沖縄奄美事務所作成)

4. 学術論文

- (1) 最小限の影響で最大の効果を：非標的種への影響を最小限に抑えた
ハヤトゲフシアリに対する新たな選択的防除戦略

(<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0337230>)