

アルゼンチンアリ (*Linepithema humile*) の季節適応を考慮した防除

山田 由貴 原田 健司

アルゼンチンアリ (*Linepithema humile*) は特定外来生物であり、愛知県では 2005 年に初めて侵入が確認され、生態系や生活環境に悪影響を及ぼしている。本研究では、アルゼンチンアリの生息域及び個体数の減退を加速させ、根絶を目指すため、生活環の季節適応を考慮した防除方法（以下、「季節防除」という。）を検討した。春季は採餌行動が活発化し、越冬女王アリによる産卵が再開する時期であるため、ベイト剤（有効成分：フィプロニル）を面的に設置し、巣穴へ液剤を散布する防除（以下、「春季防除」という。）を 2023 年 4 月～6 月に 3 回実施した。防除前後のベイトトラップ調査で、生息域及び個体数の減退が確認された。また、繁殖シーズン（4 月～11 月）の検出個体数増加率を比較した結果、2022 年は 13 倍に増加したのに対し、2023 年は 0.85 倍に減少し、明確な差が得られた。このことから、季節防除はアルゼンチンアリの生息域及び個体数の減退を加速させる有効な手段であることが示された。

キーワード アルゼンチンアリ, 特定外来生物, 防除, 春季, 季節適応, 新女王アリ, フィプロニル

1 はじめに

アルゼンチンアリ (*Linepithema humile*) は、カタアリ亜科アルゼンチンアリ属に属する体長 2～2.5 mm（働きアリ）の外来アリであり、南極大陸を除く全大陸に定着して世界的な被害を引き起こしている。多女王性及び多巢性といった生態的特性により繁殖力が極めて高く、高密度な個体群を形成する¹⁾。さらに、働きアリは活動的かつ攻撃性が強い²⁾ため、多くの在来アリを排除し²⁾、侵入先の生態系に深刻な攪乱をもたらすことが知られている。日本では外来生物法に基づき特定外来生物に指定されており、生態系被害防止外来種リストにおいて緊急対策外来種に分類され、また世界及び日本の侵略的外来種ワースト 100 にも選定されている。

国内では、2025 年 3 月末現在、21 都府県で確認されている³⁾。岐阜県⁴⁾や奈良県⁵⁾では、港湾がないにもかかわらず本種が確認されており、国内侵入地を經由した人為的分散であると考えられている。また、愛知県犬山市は 2021 年に本種が確認されており、国内侵入地からの分散であることが、現場で得た結果から推定される。

本研究は、2015 年にアルゼンチンアリの侵入が確認された東海市内の一部地域で実施した。アルゼンチンアリの活動が季節（主として気温）によって大きく左右される点に着目し、2023 年 2 月から試行した冬季防除（以下、「冬季防除」という。）では、4 月以降の繁殖シーズンに先立ち越冬女王アリを直接的に駆除し、生息域を縮

小さめることに成功した⁶⁾。

春季にはアルゼンチンアリの採餌行動が活発化することから、春季にベイト剤を積極的に用いることで、将来、生殖個体へ発育する幼虫を効率的に駆除できると考えられる。また、アルゼンチンアリは、分布域を競合するトビイロシワアリに比べて約 1 か月早く繁殖シーズンが開始されるため、他種に先行して採餌活動が活発化する。この生態的特性を逆利用し、アルゼンチンアリにより大量のベイト剤を摂取させることが可能であると考えられる。

さらに、春季における巣の観察では、巣が浅く広い空間を利用して形成されており、幼虫、雄アリ、有翅の新女王アリを容易に目視できることが確認された。したがって、巣を発見できた場合には、冬季防除と同様に、生殖に関わる個体を液剤で直接的に駆除できると考えられる。

以上の知見に基づき、本研究では、アルゼンチンアリの季節的な活動特性を利用した「春季防除」を調査地区の一部で試行した。その結果を報告するとともに、2023 年 2 月～4 月に実施した「冬季防除」を含め、両者から構成される「季節防除」の効果について総括する。

2 方 法

2.1 調査地区

東海市内のアルゼンチンアリ侵入地域は、国際拠点港

湾である名古屋港の新宝ふ頭に隣接した工業専用地域⁷⁾で、東西に流れる土留木川沿いに東西 900 m 程度、河川から陸地方向に北方 600 m 程度、南方 300 m 程度の範囲にアルゼンチンアリが生息する状況である(2024年9月時点)⁸⁾。その侵入地域のうち河川沿いを含む東西方向に最大約 300 m、南北方向に最大約 620 m の範囲を調査地区としており、本研究の実施以前は、約 10 ha のうち約 7.5 ha にアルゼンチンアリが確認されている状況であった(2022年10月時点)。なお、調査地区におけるアルゼンチンアリの生息域は、定着初期からはほぼ変わっていない。特に、個体密度が高い区域では、本種に駆逐されないとされるサクラアリ、クロヒメアリ⁹⁾以外のアリを見かけることは、ほとんどない状態であった。

愛知県の気候は、暖候期は高温・多雨、寒候期は小雨・乾燥する特徴がある。名古屋の年平均気温の平年値は 16 °C 前後である。2023 年の日平均気温は 17.5 °C で平年よりかなり高く、年降水量は 1504.5 mm で平年より少なかった¹⁰⁾。

アルゼンチンアリは、気温が 20°C 以上になると産卵可能となる¹¹⁾。2023 年の名古屋の日平均気温の平均が 20 °C を超える月は 6 月から 9 月までの 4 か月間で、日最高気温の平均が 20 °C を超える月を加えると 4 月から 10 月までの 7 か月間であった。平均気温が 20 °C を下回る月は 11 月から 3 月までの 5 か月であったが、うち 11 月、12 月、3 月は最高気温が 20 °C を超えていた¹²⁾。すなわち、1 月、2 月以外は産卵する可能性がある。

アルゼンチンアリは、15.9 °C 以上の環境下で、445 日・°C の有効積算温度を満たすと卵から成虫まで発育するとされている¹³⁾。この計算式によると、名古屋では、2023 年 4 月から 5 月にかけて産卵された卵は、約 21~35 日で羽化すると推定される。

これまでの調査地区内での観察によると、5 月下旬から 6 月中旬にかけて新女王アリや雄アリの羽化が見られたことから、将来の女王アリや雄アリの卵は、4 月下旬から 5 月下旬までの間に産卵されると考えられる。したがって、この期間には、巣内に将来の新女王アリや雄アリの幼虫が継続的に存在している可能性が高い。

2.2 春季防除実施区域の選定

2023 年 4 月に実施したベイトトラップ調査で、アルゼンチンアリが優占種となっている 7.2 ha 程度の範囲を防除実施区域として選定した。

2.3 アリの分布状況、個体密度の調査方法

アルゼンチンアリの分布状況や個体密度は、ベイトトラップ調査により把握した。ベイトトラップ(50 mm×50 mm 脱脂綿に 25 % ショ糖水を含ませたもの)を設置し、概ね 50 分後にアリが付着した状態のまま、エタノールを入れたチャック袋へ回収した。設置範囲、間隔、地点数は、調査目的ごとに定点を設けた。調査地区全体では 20 m 間隔で 287 地点を基本とし、春季防除実施区域では 30 m 程度の間隔で無作為に 67 地点の定点を設けた。工事等で設置できなかった地点は欠測地点とした。回収したアリは当センターの分析室で同定・計数した。同定は、実体顕微鏡(エビデント SZX7 又はニコンネイチャースコープ「ファーブル」)を使用し、日本産アリ類図鑑¹⁴⁾及びアリハンドブック増補改訂版¹⁵⁾の検索表を用いて行った。

春季防除実施区域のベイトトラップ調査は、まず防除実施前の 2023 年 4 月 20 日に行った。その後、防除実施日から約 2 週間後に調査を実施し、2023 年 4 月 21 日(一部は 4 月 24 日)に行った防除に対しては 5 月 10 日、2023 年 5 月 23 日の防除に対しては 6 月 6 日、さらに 2023 年 6 月 16 日の防除に対しては 6 月 27 日に調査を行った。加えて、2023 年 11 月 13 日に追加調査を実施した。

また、調査地区全体のベイトトラップ調査は、経年変化を比較するため、アリの現存量が 1 年のうち最も多くなる秋季(2022 年 10 月 12 日、2023 年 10 月 11 日及び 2024 年 10 月 15 日)に実施した。

2.4 春季防除の方法

調査地区は、東海市が主導している毎月の一斉防除の対象地区となっており、調査地区内通路の端にベイト剤(フマキラー アルゼンチンアリウルトラ巣ごと退治(フィプロニル含量 0.005 %))を 4~5 m 毎に設置している(図 1)。

春季防除実施区域では、それに加えて次に挙げる防除を追加した。

- ・ベイト剤を面的に設置する間接的防除
- ・巣の探索と液剤散布による直接的防除

なお、殺虫剤は以下のものを使用した。

ベイト剤: フマキラー アルゼンチンアリウルトラ巣ごと退治(フィプロニル含量 0.005 %)

液剤: フマキラー アルゼンチンアリ巣ごと退治液剤(フィプロニル含量 0.005 %)



図1 ベイト剤へ集まるアルゼンチンアリ

2.4.1 ベイト剤を面的に設置する間接的防除

次期繁殖シーズンの新女王アリ及び雄アリ候補の幼虫へ有効成分を届かせることを目的にベイト剤を面的に設置した。通路の端のほか、側溝沿い、建物や工作物の周囲など、入り組んだところにも設置した。特に、人工物際の草の根本、人工物と人工物の隙間、人工物に堆積した落ち葉の下など、アルゼンチンアリが春季に好む営巣地タイプには必ず設置するようにした。設置は、2023年4月21日（一部4月24日）、5月23日及び6月16日の計3回実施した。

2.4.2 巣の探索と液剤散布による直接的防除

ベイト剤を設置すると数秒でアルゼンチンアリが集まり、巣へ運搬する行列（トレイル）が形成された。その行列をたどって巣穴を特定し、液剤を噴射して女王アリ、幼虫及び蛹を含むコロニーを直接駆除した。巣は深さ20 cm程度と浅く、面的に広がる構造で、落ち葉や草の根を利用して層状になっている例が多かった。

図2のとおり、有翅個体、幼虫、蛹が確認された（2023年5月23日撮影）。なお、液剤の噴射時には、女王アリや幼虫等を運ぶ働きアリを逃さないよう細心の注意が必要である。



図2 蓋のある側溝に営巣している様子

2.5 防除の有効性の検討

2.5.1 春季防除の有効性の検討

春季防除実施区域で実施したベイトトラップ調査のデータを用いて、アルゼンチンアリの検出頻度の差を Cochran Q 検定で比較し、各回の組み合わせごとに McNemar 検定を行って時点間の変化を評価した。さらに、防除前4月と各時点の検出状況について McNemar 型オッズ比を算出し、検出頻度の増減幅を効果量として比較し、生息域の推移をより詳細に分析した。

また、1トラップあたりの検出個体数（中央値）の差を Wilcoxon の符号付順位検定により比較し、個体密度の推移を分析した。

2.5.2 季節防除の有効性の検討

季節防除の効果を評価するため、季節防除実施前の2022年10月、実施後の2023年10月及び2024年10月に実施したモニタリング調査（287地点）のデータを用いて解析を行った。まず、アルゼンチンアリの検出頻度の年次差を Cochran Q 検定で比較し、各年の組み合わせについて McNemar 検定を実施して、生息域の推移を評価した。

さらに、個体密度の変化をより正確に把握するため、個体数0の地点は密度変化の評価に寄与しないため除外し、1トラップあたりの検出個体数の年次差を Wilcoxon の符号付順位検定で比較した。これにより、実際に個体が検出された地点における密度変化を評価した。

2.5.3 検定方法

検定では、P値が0.05未満の場合を統計的に有意と判断した。オッズ比については、95%CI（95%信頼区間）の下限が1を超える場合に有意に減少したと判断した。統計解析にはEZRを使用した。EZRはR及びRコマンドの機能を拡張した統計ソフトウェアである¹⁶⁾。また、空間データの分析及び可視化にはQGIS 3.32.0 LTRを用いた¹⁷⁾。

3 結 果

3.1 春季防除の結果

区域内のベイトトラップ調査では、検出頻度が防除前の4月には53%であったのに対し、防除後の6月には25%まで低下した。Cochran Q検定の結果、時点間で

検出頻度に有意差が認められた ($P < 0.05$).

各時点の組み合わせごとに McNemar 検定を実施し、Bonferroni 法で P 値を補正したところ、防除前 4 月と 4 月防除後 (53 %→47 %) の比較を除き、すべての時点間で有意差が確認された ($P < 0.05$).

さらに、防除前 4 月と各時点の検出状況を McNemar 型オッズ比で比較したところ、5 月防除後では OR = 2.58 (95 %CI: 1.32-5.06), 6 月防除後では OR = 3.70 (95 %CI: 1.81-7.56) となり、いずれも防除前と比較して検出頻度が有意に低下していた。

一方、防除後 11 月では OR = 0.88 (95 %CI: 0.43-1.78) であり、防除前 4 月より低水準を維持していたものの、有意差は認められなかった。

これらの結果から、春季防除でアルゼンチンアリの検出頻度が減少し、その効果は秋季まで持続したことが示された (図 3)。

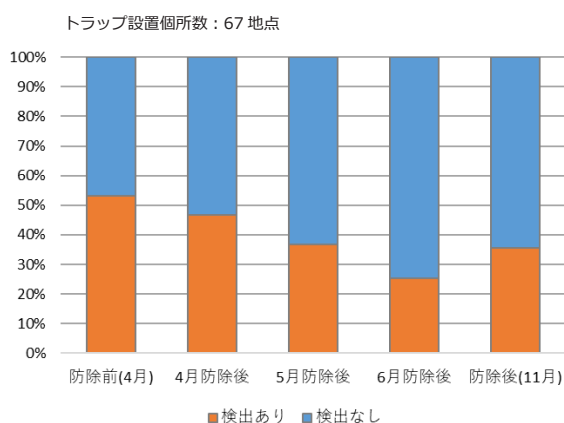


図 3 春季防除区域内のアルゼンチンアリ検出頻度

区域内のベイトトラップ調査で、アルゼンチンアリ検出個体数の総数は 1160 個体 (防除前 4 月) から 76 個体 (6 月防除後) に減少した。春季防除の結果、アルゼンチンアリの個体数が減少した (図 4)。

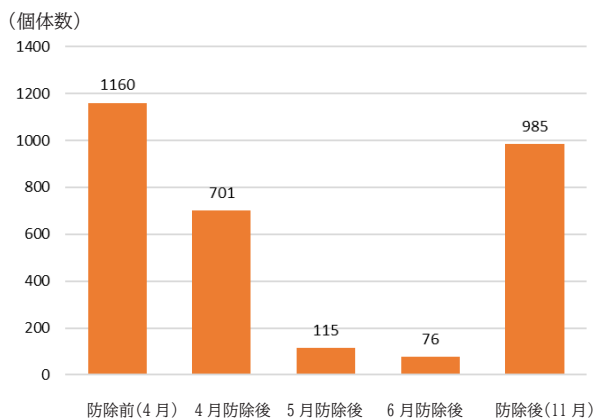


図 4 アルゼンチンアリ検出総個体数の推移

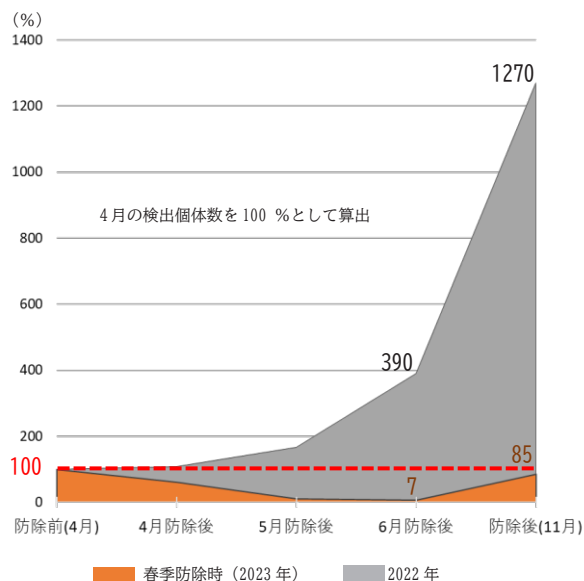


図 5 アルゼンチンアリ検出個体数の推移

図 4 を面グラフにし、春季防除試行前の年の推移と重ねた (図 5)。オレンジは春季防除を試行した 2023 年、灰色は試行前の 2022 年の推移である。それぞれ、4 月の検出個体総数を 100 % として相対値を算出した。2023 年は春季防除直後に 7 % へ減少した。通常、秋季に個体数が最大となるが、春季防除を実施した 2023 年は秋季の相対値が 85 % にとどまった。一方、2022 年は、秋季に 1270 % 近くに達した。以上の結果から、春季防除は夏季から秋季の個体数増加を抑制する効果があると考えられた。

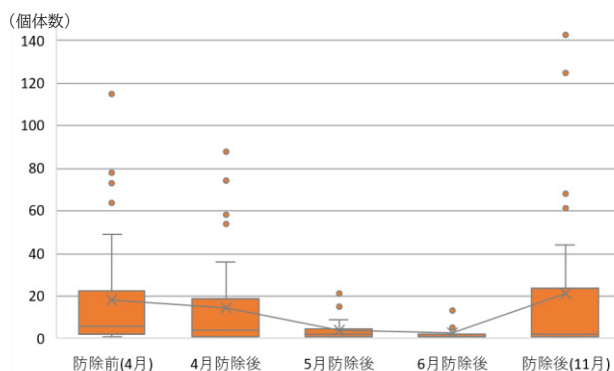


図 6 1 トラップあたりの検出個体数の推移

春季防除区域における 1 トラップあたりの検出個体数の推移をみると、区域内のベイトトラップ調査では全体として個体数が減少した (図 6)。中央値は防除前 4 月では 6 個体であったが、6 月防除後には 1 個体まで低下した。防除前 4 月と 6 月防除後の個体数を Wilcoxon の

符号付順位検定で比較したところ、6月防除後の個体数は防除前4月と比べて有意に減少していた($P < 0.05$)。これらの結果から、春季防除でアルゼンチンアリの個体数が減少したと考えられた。

一方、年間で最も個体数が多くなる秋季(防除後11月)と比較すると、中央値は防除前4月の6個体から防除後11月には2個体へと低下していた。しかし、最大値は防除前4月の115個体に対し、防除後11月には143個体と増加していた。防除前4月と防除後11月の個体数をWilcoxonの符号付順位検定で比較した結果、防除後11月の個体数は防除前4月より低い傾向を示したものの、統計学的に有意な差は認められなかった。これは、個体数のばらつきが大きく、極端に高い値を示す外れ値が多かったため、統計的な差として検出されにくかったことが一因と考えられる。

また、春季防除の効果は6月防除後までは明確に確認されたが、防除後11月には個体数が再びばらつくようになり、防除前と同程度の水準に戻る地点もみられた。

3.2 巣の探索と液剤散布による直接的防除の成果

春季防除中に57か所の巣穴を駆除し、そのうち生殖個体または幼虫等を確認した巣穴は9か所であった。生殖個体を含む巣穴は5月に最も多く確認され、駆除巣穴全体の38%から生殖個体が検出された。確認された生殖個体の大部分は、有翅の新女王アリ及び雄アリであった(表1)。

表1 液剤散布による直接的防除の結果

防除日	4月21日	5月23日	6月16日	計
駆除した巣穴数(A)	28	16	13	57
(A)のうち生殖個体を確認した巣穴数	1	6(6)	1(1)	8(7)
(A)のうち幼虫等を確認した巣穴数	1	6	0	7
生殖個体または幼虫等を確認した巣穴数(B)	2	6	1	9
生殖個体または幼虫等を確認した頻度(B/A)	7%	38%	8%	16%

注1:カッコ内の数字は有翅の女王アリや雄アリが確認された巣穴数
注2:5月23日に生殖個体を確認した巣穴は、幼虫等を確認した巣穴と同一

生殖個体や幼虫等を確認した巣穴では、駆除後にアルゼンチンアリの再出現は認められなかった。なお、駆除した巣穴数は4月21日が最も多かったが、これは必ずしも4月に巣穴数が多いことを示すものではない。季節の進行に伴うコロニー規模の拡大で、トラップから巣穴までの距離が長くなり探索範囲が広がったことに加え、巣穴1か所あたりの駆除に要する時間が増加した結果、1日に処理できる巣穴数が相対的に減少したものと考えられる。

3.3 季節防除の結果

季節防除の実施前である2022年10月、実施後の2023年10月及び2024年10月に調査地区全体で行ったベイトトラップ調査では、アルゼンチンアリの検出頻度は56% (2022年) から29% (2024年) へと減少した。Cochran Q検定で比較したところ、検出頻度に有意差が認められた($P < 0.05$)。さらに、各時点の組み合わせごとにMcNemar検定を実施し、Bonferroni法でP値を補正したところ、すべての比較で有意差が確認された($P < 0.05$) (図7)。

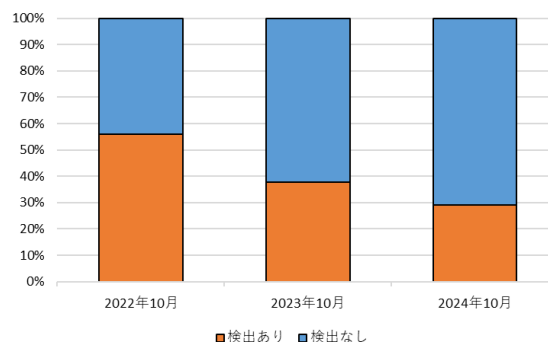


図7 調査地区全体におけるアルゼンチンアリ検出頻度の年度比較

季節防除の実施前である2022年10月、実施後の2023年10月及び2024年10月に実施したベイトトラップ調査(調査地点287か所)で、1トラップあたりのアルゼンチンアリ個体数(個体数0の地点を除外)を比較したところ、中央値は2022年の22個体から2023年には15個体へと減少し、調査地区全体の個体密度は低下傾向を示した。さらに、2022年10月と2024年10月の個体数

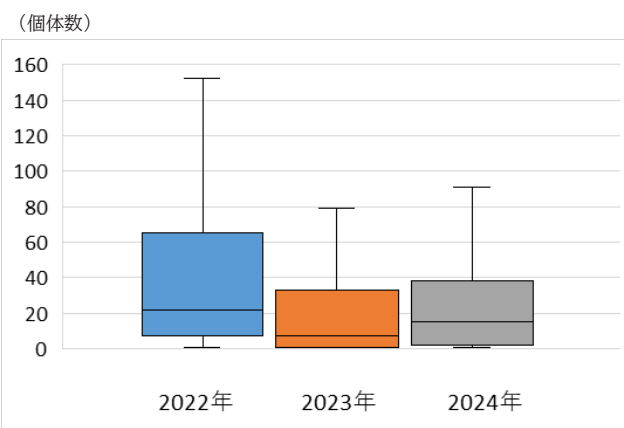


図8 調査地区全体における1トラップあたりのアルゼンチンアリ個体数の年度比較

を Wilcoxon の符号付順位検定で比較した結果、2024 年の個体数は 2022 年と比べて統計学的に有意に低下していた ($P < 0.05$)。また、四分位範囲は 58 個体から 36 個体へと縮小し、地点間のばらつきも小さくなっていた (図 8)。

4 考 察

4.1 春季防除の効果

春季防除の実施で、生息地点数、個体密度及びコロニー規模のいずれの指標でも減少傾向がみられたことから、春季に重点的な防除を行うことが生息域の縮小に寄与したと考えられる。特に、防除後の 6 月には検出個体数 0 の地点が増加し、秋季でも防除前を上回る水準を維持していたことは、春季の段階でコロニーの基盤が弱体化した可能性を示唆している (図 9)。

ベイトトラップ調査でも、2022 年には春季の中央値 3 個体から秋季には 30 個体へと顕著な増加がみられたのに対し、2023 年では 3 個体から 8 個体への増加にとどまった。Cochran Q 検定で比較すると、両年の秋季個体密度には統計学的に有意差 ($P < 0.05$) が認められた。この比較は、春季における個体数抑制が、その後の季節における個体数の急増を抑制できたと考えられる。アルゼンチンアリは、個体密度の増加が分布拡大を誘発することが知られている¹⁸⁾。したがって、春季防除で個体密

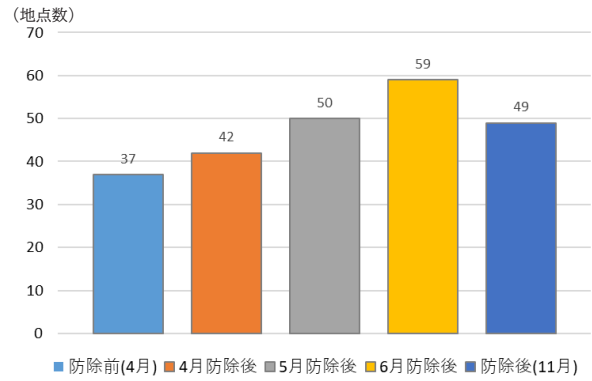


図 9 季節防除実施区域内におけるアルゼンチンアリ検出個体数 0 の地点数

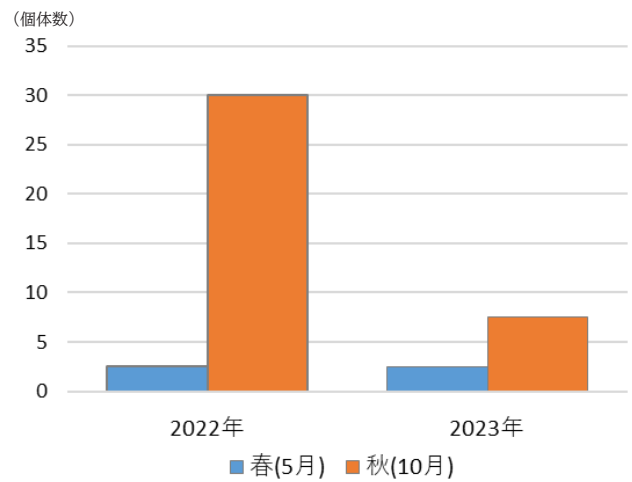


図 10 調査地区内における 1 トラップあたりの個体数 (中央値) の推移比較

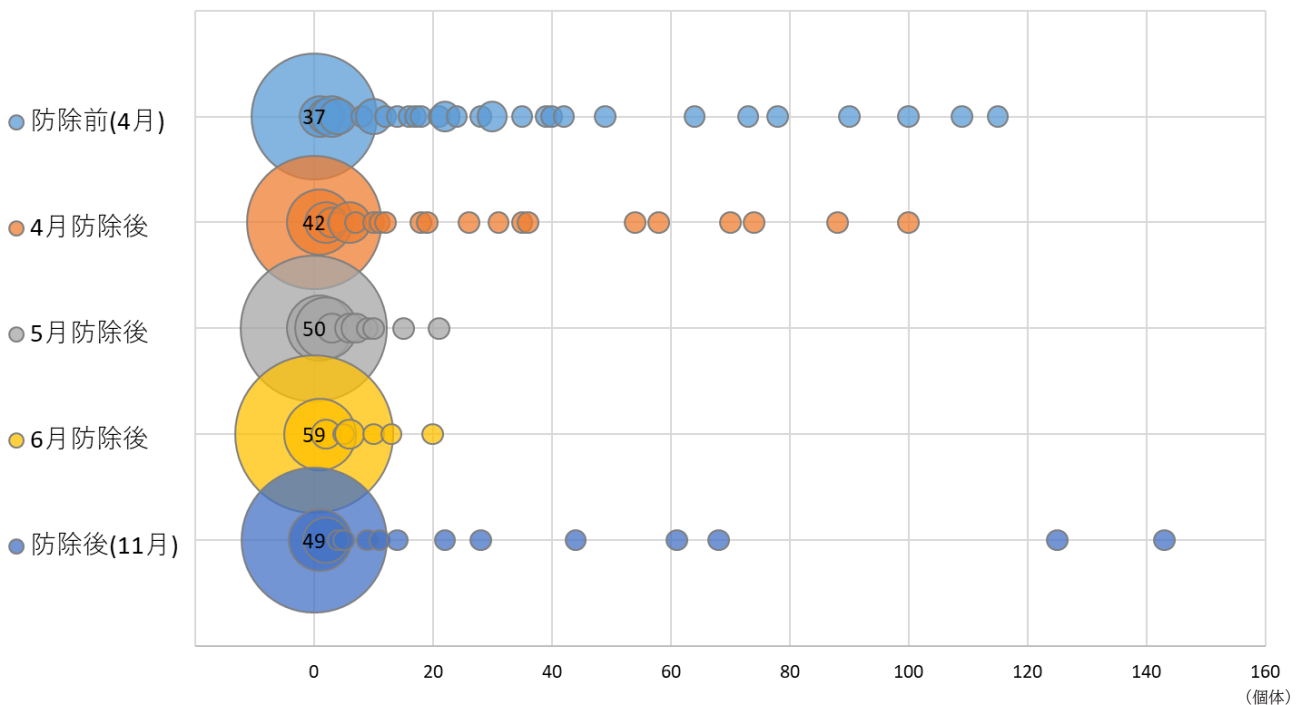


図 11 春季防除区域内の 1 トラップあたりのアルゼンチンアリ検出個体数の出現度数の推移

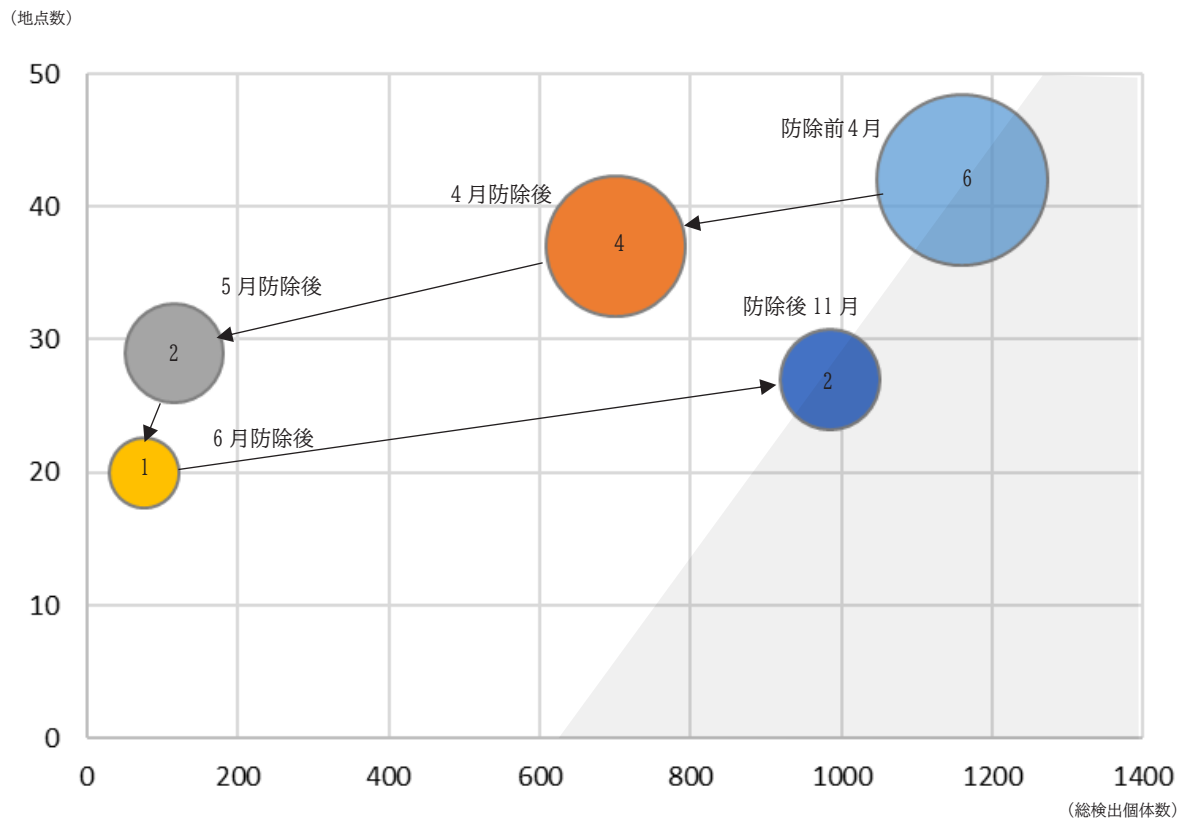


図 12 春季防除区域内のアルゼンチンアリ総検出個体数と検出地点数及び 1 トラップあたりの個体数（中央値）

度の上昇を抑えられたことは、生息域拡大の抑制に寄与したと考えられる（図 10）。

図 11 に示すバブルチャートでは、防除前の 4 月には 1～115 個体と広い範囲の個体数が観察された。しかし、春季防除の進行に伴い、個体数 0 の地点が増加し、検出個体数も概ね 20 個体以下へと低下した。さらに、通常であれば個体数が最も増加する 11 月においても、個体数 0 の地点は 49 地点に達し、検出個体数も多くが 68 個体以下に抑えられていた。一方で、一部の地点では 115 個体を超える高密度が確認された。これは、春季防除が十分に行き届かなかったコロニーが残存し、例年どおり繁殖した結果である可能性が高い。

以上の結果から、春季防除は複合的なメカニズムを通じて効果を発揮したと考えられる。すなわち、個体数の減少に伴い、網目状に広がるコロニー間の連結性が弱まり、その結果としてコロニー規模の縮小が生じ、全体として生息域の縮小につながったと推察される。加えて、夏季から秋季にかけての爆発的な個体数や生息地点数の増加を抑制する効果も確認され、春季の段階でコロニーの基盤を弱めておくことの重要性が示された。

もっとも、防除が不十分なコロニーは個体数増加の起点となる可能性があるため、継続的な監視と追加防除の

組み合わせが不可欠である。

春季防除は、夏季以降の個体数増大を抑え、生息地点数及び個体密度を春季以下の水準に維持するうえで有効に機能したと評価される（図 12）。これを毎シーズン継続することで、長期的な生息域縮小については根絶に向けた進展が期待できると考えられる。

4.2 春季防除の適期

本研究は、2023 年 4 月から 6 月にかけて春季防除を実施した。調査地区における有翅新女王アリ及び雄アリの出現ピークが 5 月末であることを踏まえると、有性化する可能性のある卵の多くは 4 月下旬に産卵されていると考えられる。また 5 月上旬は、働きアリによる女王アリの処刑が集中的に行われる時期であり、越冬女王アリの約 90 % が排除されると報告されている¹⁹⁾。実際、本研究でも 5 月 10 日の調査では女王アリは確認されなかった。

これらの知見から、4 月下旬から 5 月下旬にかけての時期は、越冬女王アリではなく、有性化が進行する幼虫を主なターゲットとした防除が効果的であると考えられる。この期間は採餌活動も活発化するため、ベイト剤を面的に配置する間接的防除で、生殖個体となる幼虫へ

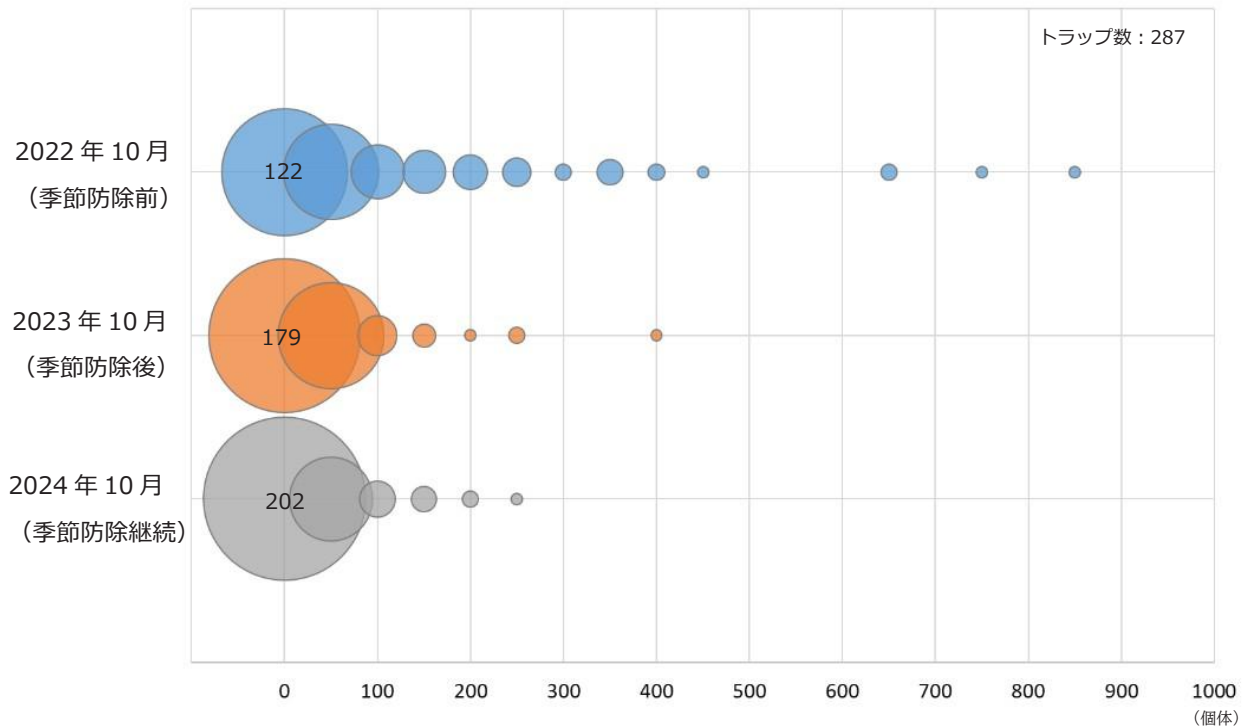


図13 調査地区内の1トラップあたりのアルゼンチンアリ検出個体数の出現度数の推移

効率的に薬剤が伝達される可能性が高い。また、同時に巣の探索と液剤散布による直接的防除を併用することで、生殖個体へと発育する幼虫の除去を強化できると考えられる。

一方、有翅新女王アリ及び雄アリは5月下旬から6月にかけて多く出現し、6月27日の観察を最後に確認されなくなった。7月3日以降に確認されたのはすべて無翅個体であったことから、5月下旬から6月にかけては、羽化直後の生殖個体をターゲットとした直接的防除が最も効果的であると判断される。その時期に巣を特定し液剤で処理することで、繁殖に成功する前の新女王アリ及び雄アリを集中的に排除でき、夏季以降の個体群増加を抑制できる。

なお、4月から6月の試行期間終了後、7月から11月にかけて、再び個体数が増加した地点が確認された。これらの地点では、春季に実施した直接的防除で女王アリを駆除できていなかったことが共通していた。この結果から、女王アリが残存すると、その後にコロニーが再成長することが明らかとなった。したがって、採餌活動が持続する11月頃までは、ベイト剤による面的な間接的防除を継続することで、残存コロニーの個体数増加を抑制できる可能性が高い。

4.3 季節防除の効果

季節防除の試行前には、極端に個体数が多い地点が複数確認され、大規模コロニーの存在が示唆された。一方で、季節防除の実施後には、これらの大規模コロニーの多くが小規模化し、調査地区全体でコロニー規模の減退が認められた。これらの結果から、季節防除は広域的にコロニーを縮小させる効果を有していると考えられる。

2022年10月、2023年10月及び2024年10月におけるアルゼンチンアリの総検出個体数、検出地点数及び1トラップあたりの個体数(中央値)を比較すると(図13)、

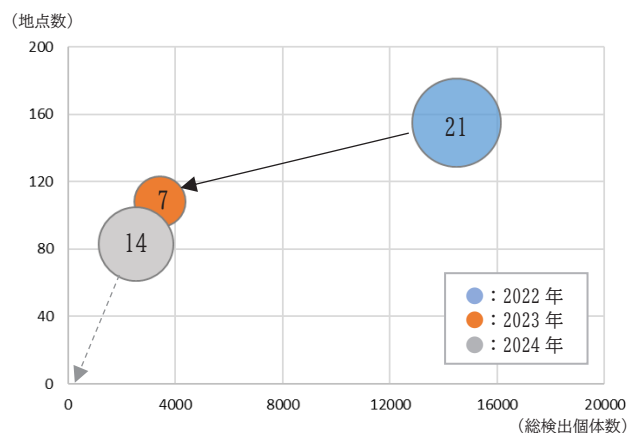


図14 調査地区内のアルゼンチンアリ総検出個体数と検出地点数及び1トラップあたりの個体数(中央値)

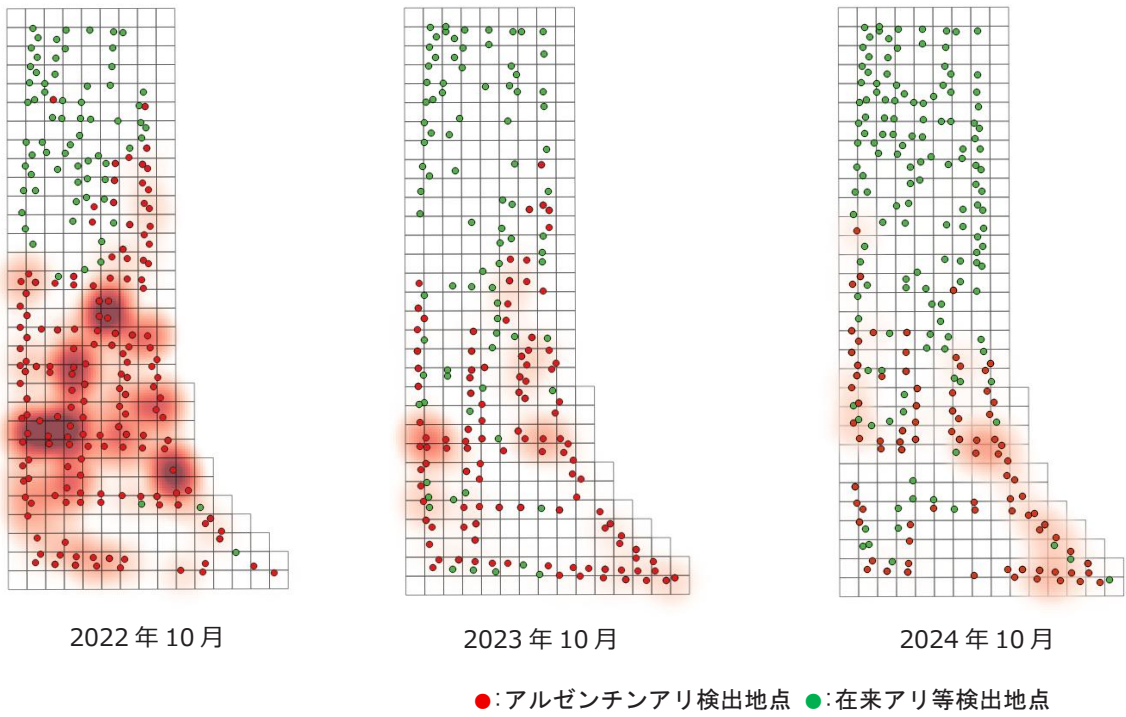


図15 調査地区内のアリの生息状況の比較（検出地点及び個体数）

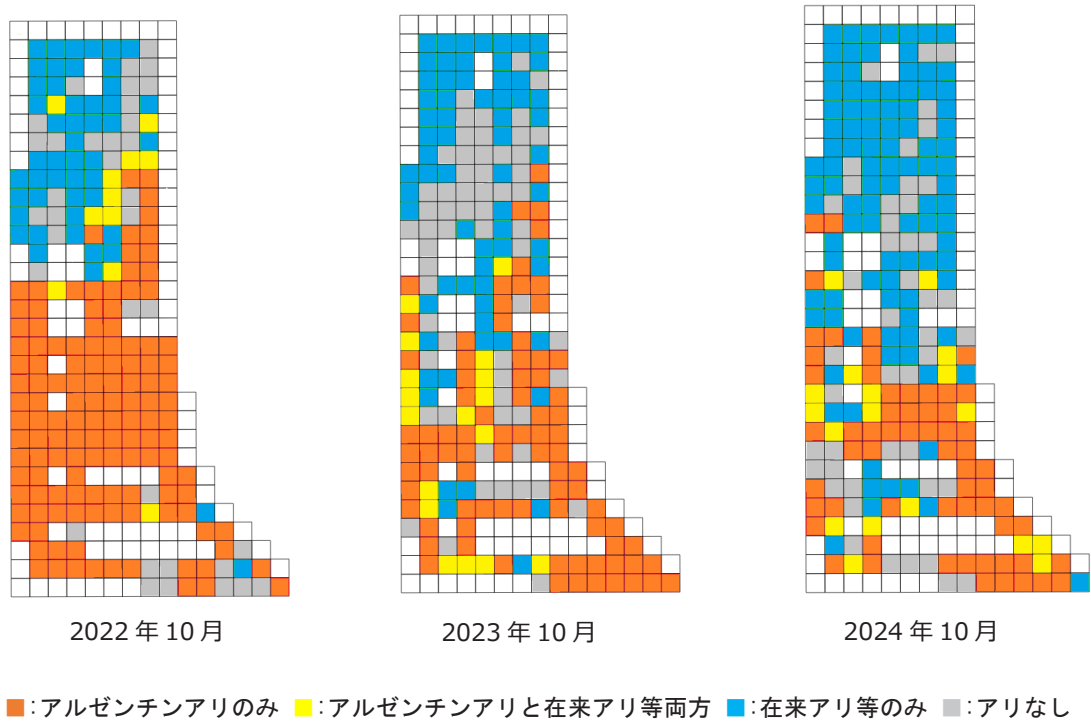


図16 調査地区内のアリの生息状況の比較（メッシュ）

季節防除を開始した 2023 年には個体数が劇的に減少した。さらに、翌 2024 年に同様の防除を継続した結果、1 トラップあたりの個体数を除き、検出地点数及び総検出個体数が前年度よりも減少した。これらの結果は、季節防除が継続的にコロニー規模、個体数、生息域を縮小させる有効な手段であることを示唆している。したがって、季節防除を毎シーズン継続することで、根絶に向けた進展が期待される。

一方、1 トラップあたりの検出個体数については、一定程度までは低下するものの、その後は下げ止まりが生じる可能性が示唆された (図 14)。これは、コロニーの維持に必要な最小存続可能個体数に関連するものと推察される。室内実験では、女王アリ 2 個体に対し働きアリ 200 個体以上でコロニーが維持可能であり、安定した維持には働きアリ 1,000 個体が必要とされることが報告されている²⁰⁾。この基準を下回るとコロニーは存続できず、最終的には検出不能になる可能性が高い。

したがって、防除によりコロニー規模を存続可能個体数の閾値以下にすることができれば、コロニーの崩壊を誘導し、根絶へ向かう可能性が高まると考えられる。

4.4 季節防除と生息域の推移

季節防除の効果を検証するため、2022 年から 3 年間で、10 月に 287 地点で実施したベイトトラップ調査データをマップ化し、地点ごとの個体数をヒートマップとして可視化した (図 15)。その結果、季節防除を実施した 2023 年及び 2024 年はいずれも、2022 年と比較してアルゼンチンアリの生息域及び個体数が明確に減退した。

また、2022 年にはアルゼンチンアリの生息域と在来アリを含むその他のアリの生息域が明瞭に分かれていたが、季節防除後の 2023 年及び 2024 年には両者が交錯し、アルゼンチンアリのみが占有する地点が大幅に減少した。一方で、その他のアリが占有する地点は大幅に増加しており、コロニー縮小に伴って生息空間が在来アリに再占有されつつある様子が読み取れた。

ヒートマップの濃淡からも、季節防除の実施後には個体密度が広範囲で低下し、生息域拡大の抑制に寄与していることが確認された。特に、冬季防除を実施した区域ではアルゼンチンアリが検出されなくなり、在来アリ等のメッシュに置き換わった点は、コロニー単位の除去効果の高さを裏付けている。

さらに、生息状況を 20 m × 20 m メッシュ単位で整理した結果、分布動態の変化をより明確に把握できた。2022 年 10 月は、黄メッシュ (アルゼンチンアリと在来アリ等が混在) を境界として、橙メッシュ (アルゼンチンアリのみ) と青メッシュ (在来アリ等のみ) が明瞭に分離していた。一方で、2023 年及び 2024 年は、黄メッシュが橙メッシュ内部へ侵入し、アルゼンチンアリのまとまった分布を分断していた。

アルゼンチンアリの多巣性コロニーは、複数の巣が行列ネットワークによって結ばれた網目状構造を形成することが知られている^{21) 22)}。したがって、防除によって巣間ネットワークが分断されると、コロニー全体として縮小し、生息域及び個体数ともに減退する。本研究で観察されたメッシュの細分化や交錯は、このネットワークの減退を直接反映していると考えられる。

2023 年と 2024 年の橙メッシュの比較では、2023 年は 82 メッシュであったが、2024 年には 38 メッシュが消滅し、44 メッシュ (54 %) は同位置で維持され、16 メッシュ (20 %) は位置を移動していた。この結果は、アルゼンチンアリの巣が流動的に移動し、42 % が 1 カ月、54 % が約 3.9 ± 2.3 カ月の使用期間であるという報告²¹⁾と一致しており、生息域内部で巣が移動し続ける特性を示している。

重要なことは、このような巣の流動性により、個体数が減少したからといって防除範囲を早期に縮小することはできない点である。生息域を確実に縮小するためには、境界部 (黄メッシュ周辺) に対して冬季防除を行い、コロニーごと確実に除去することが必要であると考えられる。

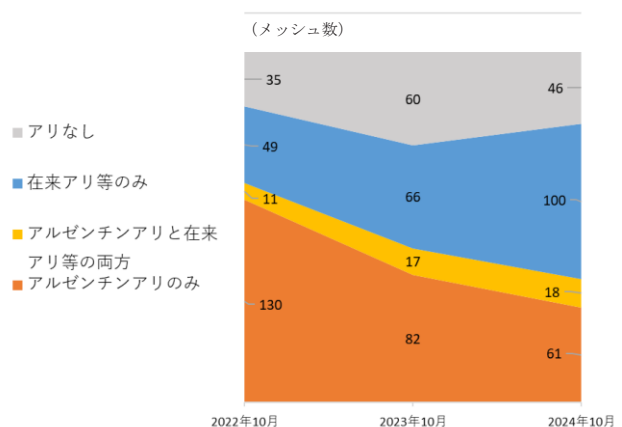


図 17 調査地区内のアリの生息状況のメッシュ数の推移

図 16 のメッシュ数の推移を面グラフとして整理したところ、季節防除が生息域構造に与えた影響がより明確になった (図 17)。全 311 メッシュのうち、建物等の影響で調査が不可能であった 86 メッシュを除く 225 メッシュを解析対象とした。

まず、2022 年 10 月時点では、アルゼンチンアリのみが検出されたメッシュは 130、在来アリ等のみは 49、両方が検出されたメッシュは 11 であった。しかし、季節防除を開始した 2023 年 10 月には、アルゼンチンアリのみのメッシュ数は前年の 63 % に減少し、逆に在来アリ等のみは 135 %、両方のアリが検出されるメッシュは 155 % へと増加した。この結果は、季節防除によってアルゼンチンアリが占有するメッシュが縮小すると同時に、在来アリ等との混在や在来アリ等の占有メッシュが増加するという、生息域の置換と交錯が進行していることを示している。

さらに、各メッシュにおける伸び率の平均値を変数として、生息状態の推移を 2036 年まで予測した (図 18)。

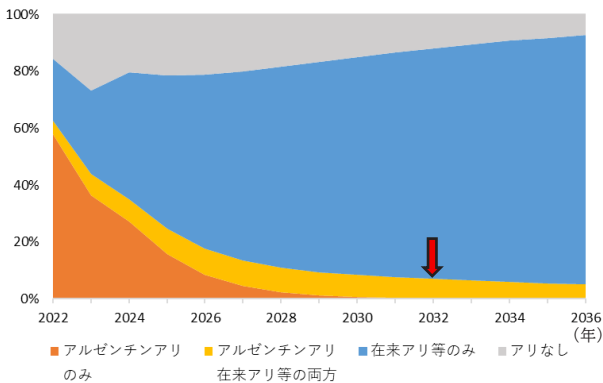


図 18 調査地区内のアリの生息状況のメッシュ数の推移予測

その結果、2032 年にはアルゼンチンアリのみが検出されるメッシュは消滅し、在来アリ等のみが検出されるメッシュが全体の約 80 % を占めると推定された。これは、季節防除によってアルゼンチンアリの生息域が長期的に減退し、在来アリ等が生息域を再占有していくプロセスが継続することを示唆している。

ただし、本研究における季節防除は、小規模な防除体制 (2 名、月 2 回、6 か月間) で実施されたものである。そのため、防除強度を高めれば、たとえば作業人数の増加や作業頻度の向上などで、アルゼンチンアリのみのメッシュが消失する時期はさらに早まる可能性が高い。

以上のことから、メッシュ単位の解析に基づく長期予測は、季節防除が広域の生息域減退に有効に作用し得ることを示しており、防除を継続すれば根絶達成に向けた現実的な道筋が得られることが示された。

5 まとめ

5.1 春季防除の有効性

本研究では、アルゼンチンアリの生活環にみられる季節的な活動特性に着目し、春季における防除の有効性を検討した。春季は採餌行動が活発化する時期であるため、ベイト剤による防除効果が高まると考えられる。また、その時期には将来の女王アリや雄アリとなる幼虫が育成されていることから、ベイト剤を用いた間接的防除により、それら生殖個体の生産を抑制できる可能性がある。

さらに、新女王アリ及び雄アリが 5 月下旬から 6 月にかけて羽化するという生態的特性を踏まえ、巣に対して液剤散布による直接的防除を併用すれば、越冬女王アリや生殖個体へと発育する幼虫を効果的に排除し、夏季から秋季にかけての繁殖力を低下させられると考えられた。これらの仮説に基づき、2023 年 4 月から 6 月にかけて春季防除を試行した。

その結果、以下の点で春季防除の効果を確認することができた。

○生息地点数の減少

- ・春季防除前と比較して、生息地点数が有意に減少した。
- ・羽化前後の巣を駆除した地点では、再検出されることはなかった。

○個体数の全体的減少

- ・秋季に通常見られる個体数の増加を抑制できた。
- ・特に羽化前後に巣を駆除した地点周辺で、顕著な個体数の減少が確認された。

○コロニー規模の縮小

- ・調査地区全体で、生息域及び個体数の減退が確認された。
- ・生息地点数及び個体密度は、いずれも昨年度と比較して低下した。

以上の結果から、春季に実施する間接的防除 (ベイト剤) と直接的防除 (液剤) を組み合わせた手法が、アルゼンチンアリの繁殖抑制及びコロニー規模の縮小に寄与することが明らかとなった。これらの知見は、アルゼンチンアリの管理において、春季防除が根絶に向けた有効な手段となり得ることを示している。

5.2 季節防除の有用性

アルゼンチンアリが侵略的外来生物として深刻な問題となる主因は、その驚異的な繁殖力にある。したがって、繁殖個体の生産抑制とコロニーの減退を目的とした季節防除は極めて重要である。

まず、春季防除は生息域全体を対象とし、新女王アリ及び雄アリとなる幼虫に対してベイト剤を用いた間接的防除を行う点に特徴がある。この手法により羽化個体数を大幅に抑制でき、結果として繁殖力の低減に寄与する。また、羽化期（5月下旬から6月まで）には巣の探索を実施し、液剤散布による直接的防除を併用することで、新女王アリ、雄アリ及び幼虫を含むコロニーを効率的に除去できる。これにより、繁殖力抑制の効果はさらに強化される。

一方、冬季防除では、分布境界付近に位置する巣穴に対して液剤を用いた直接的防除を実施する。この手法により、女王アリを含むコロニー単位での除去が可能となり、生息域の縮小に直結する。特に生息域の縮小において、冬季防除は重要な役割を果たす⁶⁾。

さらに、繁殖シーズン（4月～11月）を通してベイト剤による間接的防除を継続することは、個体数の増加を抑え、生息域の拡大防止に一層効果を発揮する。これら複数の防除手法が相互に作用することで、コロニー間ネットワークの減退が進み、最終的にはコロニー規模の縮小へとつながると考えられる。

このことから、春季防除と冬季防除を組み合わせた季節防除は、アルゼンチンアリの根絶に向けた有効な手段となり得る。

5.3 季節防除の提案

本研究では、2023年2月から4月にかけて冬季防除を、2023年4月から6月にかけて春季防除を試行した。これらの季節防除の実施で、アルゼンチンアリの生息域及び個体数の減退を加速させる効果が確認された。これらの分析結果及び調査地区での観察事実に基づき、本研究では以下のとおり「季節防除」を提案する（表2、表3）。

調査については、生息域の把握のための調査（定性、定量）と巣穴調査が必要であると考えている。防除については、標的に合わせた時期と方法で実施することで効果を挙げられると考えている。

4月は、春季防除を実施するため、アルゼンチンアリの生息域を把握する。これは「いる」「いない」の定性調

表2 調査の目的、調査方法、調査範囲及び時期

調査の目的	生息域の把握	個体数の把握	巣穴位置の把握
調査方法	ベイトトラップ調査 (定性)	ベイトトラップ調査 (定量)	目視
調査範囲	防除区域全体	防除区域全体	分布境界線付近
時期	4月、12月	10月	1月～6月

表3 防除の標的、防除の時期、薬剤及び手法

防除の標的	女王アリ	生殖個体になる幼虫	女王アリ※、雄アリ、幼虫	働きアリ、幼虫
防除の時期	1月～3月 (冬季防除)	4月～5月 (春季防除)	5月～6月 (春季防除)	4月～11月 (春季防除)
薬剤	液剤	ベイト剤	液剤	ベイト剤
方法	巣穴の駆除	ベイト剤の面的な散布	巣穴の駆除	ベイト剤の面的な散布

※新女王アリを含む

査で十分である。生殖個体へと発育する幼虫を主要標的として、アルゼンチンアリの生息域全体にベイト剤を面的に配置する。さらに、5月以降はベイト剤の設置を継続するとともに、新女王アリ及び雄アリを標的として、分布境界付近から順次巣穴の探索を行い、液剤を用いてコロニー単位で駆除を実施する。巣穴の探索は、ベイトトラップから伸長する行列を追跡することによって実施する。多数の巣穴を発見し、これを駆除することで、コロニー全体の繁殖力を効果的に低減できると考えられる。7月以降は巣穴の位置を把握することが難しくなるため、働きアリや幼虫を標的としてベイト剤を設置し、採餌活動が盛んな11月まで継続することで、個体数の増加や生息域の拡大を抑制する。10月は、年間を通じてアルゼンチンアリの個体数及び生息域が最大となる時期であるため、経年比較を目的とした定量調査を実施する。この調査結果に基づき、翌年度の防除方針及び計画を再検討する。

12月には冬季防除の実施に向けて生息域の把握を行う。その時期は巣の位置が冬季用の配置へと移行するため、10月の調査時と比較して検出地点が変化している場合が多い。12月調査の結果をもとに冬季防除の実施区域を設定する。

1月以降は、設定した冬季防除区域の分布境界付近から順次、液剤を用いたコロニー単位での駆除を実施する。女王アリを含むコロニー全体を確実に駆除できた地点では、4月以降にアルゼンチンアリが再発生する可能性は低いと考えられる。

これらの手順による「季節防除」を継続的に実施することで、アルゼンチンアリの繁殖サイクルを断ち切り、根絶に到達し得ると考えられる。

5.4 今後の課題について

冬季の巣を手作業で除去することでアルゼンチンアリの分散をコントロールした事例では、2年間の実施により生息域を抑制できたが、3年目の冬に実施しなかったところ、分布境界線付近のアルゼンチンアリの個体数が回復し、結局、分布が拡大したという報告がある²³⁾。本研究も季節防除は2年間実施したところであり、今後も継続的な防除活動が必要である。

本調査地区では防除が順調に進展しており、アルゼンチンアリの生息地点数及び個体数は減少傾向を示している。しかしながら、本研究で採用した現行の調査手法及び防除手法を維持したままでは、低密度化したアルゼンチンアリの検出限界の問題や、防除作業の効率低下が生じる可能性がある。そのため、低密度段階から根絶段階へ移行する過程に適応した新たな調査手法及び防除手法の開発が求められる。

謝 辞

本研究の実施にあたり、土地管理者の方々には、研究のための立ち入り許可、防除活動への協力など、多くのご支援をいただきました。調査は、所属する環境調査センター企画情報部職員の協力を得ました。

この研究に関わっていただいた皆様に心から感謝いたします。

文 献

- 1) Elena Angulo, Benoit Guénard, Paride Balzani, Alok Bang, Filippo Frizzi, Alberto Masoni, Silvia Abril, Andrew V. Suarez, Benjamin Hoffmann, Giovanni Benelli, Hitoshi Aonuma, Lori Lach, Palesa Natasha Mothapo, Theresa Wossler and Giacomo Santini The Argentine ant, *Linepithema humile*: natural history, ecology and impact of a successful invader, *Entomologia Generalis*, **44** (1), 41-61 (2024)
- 2) Sara Castro-Cobo, Olivier Blight, Xavier Espadaler and Elena Angulo Long-term spread of Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) European supercolonies on three Mediterranean islands, *Myrmecological News*, **31**, 185-200 (2021), https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_031:185
- 3) 国立研究開発法人国立環境研究所 侵入生物データベース アルゼンチンアリ, 基本・侵入情報 (詳細マップはこちら), <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/60090.html> (2026. 2. 24)
- 4) 各務原市環境政策課 アルゼンチンアリに注意しましょう, (2021. 2. 12), <https://www.city.kakamigahara.lg.jp/life/kankyogomi/1001545/1001554.html> (2026. 2. 24)
- 5) Daisuke Hayasaka, Kazutaka Osaki, Kenshin Kato, Masayoshi K. Hiraiwa, Hiro Kasai, Retsushi Aoki and Takuo Sawahata Undesirable dispersal via a river pathway of a single Argentine ant supercolony newly invading an inland urban area of Japan, *Scientific Reports*, **13**, 21119, (2023) <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47734-0>
- 6) 山田由貴 アルゼンチンアリに対する冬季における防除の有用性 愛知県環境調査センター所報, **52**, 33-46 (2024)
- 7) 東海市都市建設部都市計画課 都市計画図, (2025. 5. 7), <https://www.city.tokai.aichi.jp/shisei/1003593/1006337/1003598.html> (2026. 2. 24)
- 8) 東海市環境経済部生活環境課 アルゼンチンアリ, (2026. 2. 15), <https://www.city.tokai.aichi.jp/kurashi/1001699/1001902/1001903/1001907/1001909.html> (2026. 2. 24)
- 9) 田付貞洋 特定外来生物“アルゼンチンアリ”の分布・生態・防除, *Jpn. J. Environ. Entomol. Zool*, **19**(1), 39-45 (2008)
- 10) 名古屋地方気象台 2023年(令和5年)の愛知県の

- 天候 (2024. 1. 24),
<https://www.data.jma.go.jp/nagoya/shosai/news/kishougaikyoo/2023nentenko.pdf> (2026. 2. 24)
- 11) Robert K. Vander Meer, Klaus Jaffe and Aragua Cegeno Applied Myrmecology : A World Perspective, 1st Edition, CRC Press, Boca Raton, 764 (2019)
- 12) 名古屋地方気象台 愛知県の気候,
https://www.data.jma.go.jp/nagoya/shosai/chara/tokusei_aichi.html (2026. 2. 24)
- 13) Stephen Hartley and Philip J. Lester Temperature-dependent development of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Mayr) (Hymenoptera:Formicidae): a degree-day model with implications for range limits in New Zealand, *New Zealand Entomologist* (26), 91-100 (2003),
<https://doi.org/10.1080/00779962.2003.972213>
- 14) 寺山 守, 久保田敏, 江口克之 日本産アリ類図鑑, 第3刷, 朝倉書店(2014)
- 15) 寺山 守(解説), 久保田敏(写真) アリハンドブック増補改訂版, 文一総合出版 (2018)
- 16) Y. Kanda Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics, *Bone Marrow Transplantation*, **48**, 452-458 (2013),
<https://doi.org/10.1038/bmt.2012.244>
- 17) QGIS. org, QGIS 3.32.0 (2025.12.12)
<https://qgis.org/download/>
 (2026. 2. 24)
- 18) Paul D. Krushelnycky, Lloyd L. Loope, and Stephanie M. Joe Limiting Spread of a Unicolonial Invasive Insect and Characterization of Seasonal Patterns of Range Expansion, *Biological Invasions*, **6**, 47-57 (2004)
- 19) Julia Giehr and Jürgen Heinze Queen execution in a monogynous ant, *Ecology and Evolution*, **11**, 1843-1849(2021),
<https://doi.org/10.1002/ece3.7173>
- 20) アルゼンチンアリ防除の手引き 環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室, 平成 21 年 3 月
- 21) Heller, N.E. and Gordon, D.M. Seasonal spatial dynamics and causes of nest movement in colonies of the invasive Argentine ant (*Linepithema humile*). *Ecological Entomology* **31**, 499-510 (2006),
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2006.00806.x>
- 22) Heller, N.E., Ingram, K.K. and Gordon, D.M. Nest connectivity and colony structure in unicolonial Argentine ants. *Insectes Sociaux* **55**, 397-403 (2008),
<https://doi.org/10.1007/s00040-008-1019-0>
- 23) Mireia Diaz, Silvia Abril, Martha L. Enríquez, and Crisanto Gómez Assessment of the Argentine ant invasion management by means of manual removal of winter nests in mixed cork oak and pine forests, *Biological Invasions*, **16**, 315-327 (2014) ,
<https://doi.org/10.1007/s10530-013-0520-1>