

### 第3章 外来アリ類（ヒアリ等）の防除技術・体制の確立

#### 1. 外来アリ類の既存防除研究・事例のレビュー

##### 1-1. 目的

外来アリ類は世界各国に侵入しており、防除に成功している地域もある一方で、多額の経済的損失、人的損害、生態学的損失を継続的に発生させている。効果的な防除を実現するために、Hoffmann et al. (2016) による外来アリの根絶についてのレビューをベースに、ヒアリを中心とした外来アリ類の防除について概観する。

##### 1-2. 外来アリ根絶事業の概要

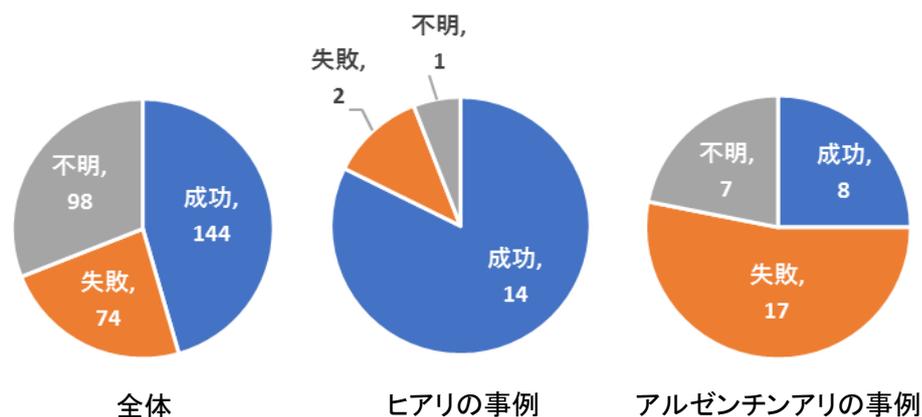
Hoffmann et al. (2016) が解析対象としている 316 例の外来アリ根絶事例から、成功率、根絶の規模等について以下にまとめた (表 1-2\_1)。

表 1-2\_1 対象種と対象国 (Hoffmann et al. 2016 より作成)

対象種	ヒアリ、アルゼンチンアリを含む 11 種
対象国	オーストラリア、中国、エクアドル、フランス、ニュージーランド、セイシェル、台湾、アメリカ合衆国

##### (1) 成功率

失敗事例は公表されないことが多いと考えられることから、成功率については実情より高く見積もられていると思われるが、種間差はある程度反映していると思われる。図 1-2\_1 に示すように、ヒアリは比較的根絶の成功率が高い種である。一方、アルゼンチンアリは最も成功率が低い種のひとつである。なお、便宜上、最終の防除後 2 年以上再発見がないものが“成功”とされている。



※不明(n=98)は実施中(n=92)を含む

図 1-2\_1 外来アリの根絶の成功率 (Hoffmann et al. 2016 をもとに作成)

## (2) 根絶の規模

成功事例の多くは 10ヘクタール以下であった（図 1-2\_2）。根絶面積がわかっている 137 例の成功事例のうち、100ヘクタール以上の規模の事例は 3 例のみで、最大はオーストラリアのブリスベン港の 8,300ヘクタールのヒアリ根絶事例である。

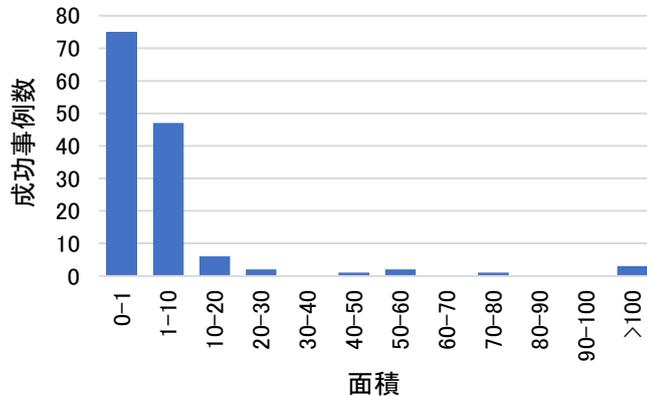


図 1-2\_2 面積ごとの外来アリ根絶成功事例数 (Hoffmann et al. 2016 より改変)

## (3) 根絶方法・薬剤

根絶方法がわかっている 126 例の成功事例のうち、ベイト剤の散布のみで駆除している事例は 110 例、ベイト剤散布と薬剤の巣への直接注入を組み合わせている事例が 14 例、薬剤注入のみの事例が 2 例であった（図 1-2\_3）。このことからベイト剤散布が外来アリ根絶の中心的な手段であることがわかる。しかしヒアリの事例だけを見ると、方法がわかっている 8 例のうちベイト剤散布のみの事例は 2 例で、ほか 6 例はベイト剤と薬剤注入を組み合わせている。このように、ヒアリの防除では複数の方法を組み合わせることが一般的である。

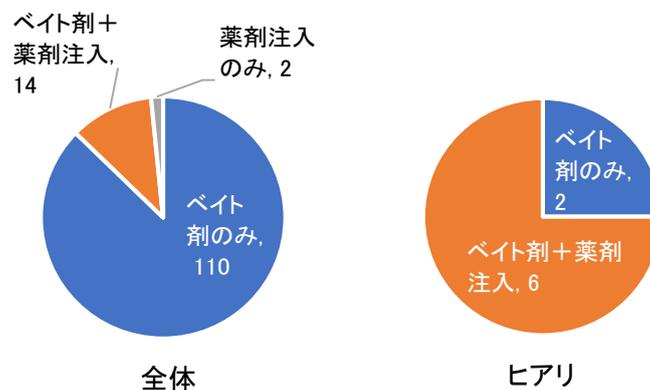


図 1-2\_3 根絶方法 (Hoffmann et al. 2016 をもとに作成)

同様に、ツヤオオズアリ等の根絶事例では 1 種類の薬剤のみが使われているのに対し、ヒアリでは複数の薬剤が使われていることが多い。ヒアリの根絶ではフィプロニル、ヒドラメチルノン、メトプレン、ピリプロキシフェン等が多く使われている。台湾ではコストを考慮し、天候によって使用する薬剤を使い分けており、ヒアリの防除では状況に応じて複数の薬剤を使い分けることが有効であると考えられる。

### 1-3. 対策のコスト

#### (1) 既存事例

事例によって様々で、公表されている内訳も異なるため一概にいえないが、以下のような事例がある。

- ガラパゴス諸島マルチェラ島の 27 ヘクタールのココミアリ根絶事業で、1 ヘクタール当たり 16,380 ドル。ベイトや薬剤にかかっているコストは 5%以下で、人件費、物資の輸送、モニタリングコストが 75%を占める (Causton et al. 2005)。
- セイシエルのクジーヌ島で、ベイト散布の期間のみ、物資と労働にかかる費用のみで、1 ヘクタール当たり 41 時間、356 ドル (Gaigher et al. 2012)。
- オーストラリアの 24 のツヤオオズアリ根絶事業の実施費用の平均は、1 ヘクタール当たり 1,553 ドル (Hoffmann & O' Connor 2004)。

#### (2) ベイト剤の散布方法による対策コストの違い

Hoffmann et al. (2016) が 29 例の未発表の根絶事業の実施費用を入手し、ヘリコプターによるベイト剤の空中散布と手作業による散布のコストを比較した結果、1 ヘクタール当たりの費用が空中散布では 2,885 ドル、手作業では 822 ドルで、手作業の方が低コストであった(表 1-3\_1)。ただし、手作業による散布は 5 ヘクタールまでのデータしかないため、より広い面積の場合は不明である。

表 1-3\_1 ベイト剤の散布方法による費用の違い

	空中散布	手作業による散布
事業数	21	8
面積	~15 ha	~5 ha
費用(中央値)	2,885 ドル/ ha	822 ドル/ ha

#### (3) 対応の早さとコスト

ヒアリ侵入後の行政対応の早さと、対策費用と被害額を合わせた年間のコストは図 1-3\_1 のように予測できる(参考: Gutrich et al. 2007)。①はある程度蔓延してから行政機関が対応した場合で、②が侵入初期に対応した場合の予測値である。②のように侵入初期に資金を投入して根絶すれば、その後はわずかなモニタリングコストだけですみ、結果的に低コストである。侵入から時間がたつほど根絶は難しくなり、たとえ根絶に成功してもそのための費用は膨大なものになり、根絶できなければ被害と対策のためのコストがかかり続けることになる。

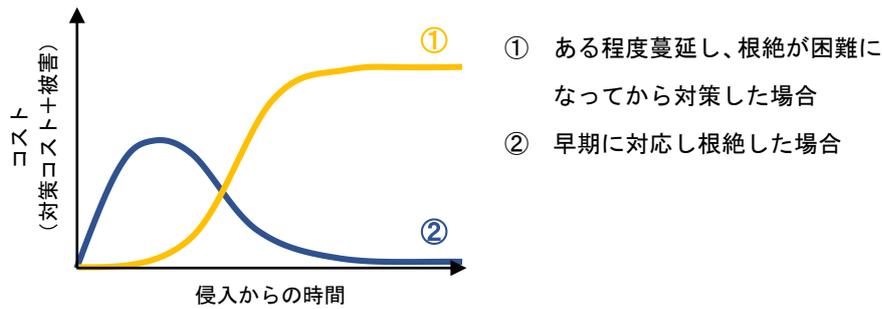


図 1-3\_1 ヒアリ侵入後の 2 通りの行政対応とそれぞれのコスト  
(Gutrich et al. 2007 をもとに改変)

#### 1-4. 防除薬剤の非標的生物へのリスク

ヒアリの侵入は在来生態系の脅威となるが、ヒアリの防除のための薬剤も自然環境に負荷をかける。防除による非標的生物へのリスクを最小限にするために、ここでは、ヒアリの防除によく用いられるフィプロニル、ヒドラメチルノン、ピリプロキシフェンやメトプレン等の昆虫成長阻害剤 (Insect Growth Regulator; IGR) の非標的生物へのリスクについてまとめた。

##### (1) フィプロニル

作用	神経伝達阻害剤。接触でも消化でも効果がある。
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 残留性、土壌中での移動性ともに低い。</li> <li>・ きわめて低い濃度 (0.01-0.1 g/kg) で使用する。</li> <li>・ そのものよりも代謝産物の方が毒性が強い。</li> </ul>
非標的生物へのリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 魚や水生無脊椎動物に対して強い毒性を示す。</li> <li>・ 無脊椎動物へのリスクはある。</li> <li>・ 小動物は食べると影響がある。</li> <li>・ 種によっては鳥類にも毒性がある。</li> </ul>
野外での事例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ リター中の無脊椎動物に影響を与えるが限定的である (Green et al., 2004)。</li> <li>・ マダガスカルのパッタの駆除ではシロアリに影響があった。また食物不足によりトカゲとテンレックが減少した (Peveling et al., 2003)。</li> <li>・ オーストラリアのクリスマス島でのアシナガキアリの駆除では節足動物に有意な影響はなかった。鳥類にも明確な負の影響はなかった (Stork et al., 2014)。</li> <li>・ クリスマス島のクリスマスアカガニとヤシガニはフィプロニルに対する感受性が高い。アカガニは使用されたベイトに誘引されないことなどから影響は少ないと考えられたが、ヤシガニはベイトに誘引され影響があった。ベイト剤散布を行う範囲の周囲におとりのベイトを散布することで、ヤシガニの死亡が 15%から 5%に減少した (Boland et al., 2011; Green et al., 2004)。</li> </ul>

## (2) ヒドラメチルノン

作用	代謝阻害剤。消化で効果を示す。
特徴	・太陽光で急速に分解され、環境中の残留性は低いと考えられている。
非標的生物へのリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚と水生無脊椎動物に対して毒性だが、非水溶性のため影響は少ない。</li> <li>・ベイトを食べる節足動物にはリスクがある。</li> <li>・ハチや魚類以外の脊椎動物への毒性は低い。</li> <li>・表皮から吸収されないためフィプロニルより非標的生物へのリスクは低い。</li> </ul>
野外での事例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オーストラリアのロード・ハウ島のツヤオオズアリ駆除では、在来アリやその他の節足動物への影響は検出されなかった (Hoffmann, 2014)。</li> <li>・セイシエルのクジーン島のツヤオオズアリ駆除では、負の影響は検出されず、むしろ駆除の効果で地表性の節足動物は増加した (Gaigher et al., 2012)。</li> <li>・ミッドウェイ環礁での tropical fire ant の駆除では、他のアリやゴキブリ、コオロギに影響があった。ゴキブリへの影響はハワイの他のアリの駆除でもみられた (Plentovich et al., 2010, 2011)。</li> </ul>

## (3) 昆虫成長阻害剤 (IGR ; ピリプロキシフェン、メトプレン等)

作用	ピリプロキシフェン、メトプレンは昆虫幼若ホルモン類似薬。成熟、繁殖を阻害する。
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フィプロニルやヒドラメチルノンより効果が遅く、コロニーの死滅に6-8週間かかる。</li> <li>・ピリプロキシフェンはメトプレンより効果的にコロニーを縮小させる。</li> </ul>
非標的生物へのリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カエル、魚類、水生無脊椎動物には影響がある。</li> <li>・種によっては陸生無脊椎動物にも毒性。</li> <li>・哺乳類、鳥類に対するリスクは少ない。</li> <li>・ハチには毒性はない。</li> </ul>
野外での事例	・ある実験的駆除では、一部の駆除範囲から2種の非標的アリが絶滅したが、2年以内に回復した (Webb and Hoffmann, 2013)。

## 1-5. 防除計画の策定

一度侵入・蔓延したアリ類の根絶は困難であることから、未侵入地では水際で防ぐことが理想であり、新規侵入地ではなるべく初期段階で発見し、対応することが望ましい。既侵入地においては、以下のように防除計画を策定し、計画に従って対策を行う必要がある。

### (1) 目標の設定

根絶を目指すのか、被害の低減を目指すのか、計画の目標を設定する。侵入から時間が経過し、広範囲に蔓延するほど根絶は困難かつ高コストになる。根絶の実施については、以下の点を検討して決定する。

- 根絶の実施にあたっては、下記の3つの前提条件を満たしていなければならない。一般にアリ類の防除ではこれらの条件を満たすことが難しいため、根絶の可否は慎重に判断すべきである (Hoffmann et al. 2016)。

#### 成功のための3つの前提条件

1. 実施する根絶技術によって、範囲内のすべての個体に効果を及ぼすことができる。
2. 範囲内のどの密度においても、駆除による減少速度が増殖速度を上回る。
3. 外部との個体の移動がない。

- 利益がコストを上回るかどうか。

#### 利益とコスト・・・経済的、生態学的、社会的要素を含む。

※生態学的な利益とコスト・・・生物間相互作用を介した波及的な効果を含め、生態系全体への影響を考慮する。

- ・ 希少種の保護が間に合うかどうかなど、管理目標に対するタイムスケールを考慮して評価する。
- ・ 根絶を行わなかった場合の利益とコストを計算し、比較対象とする。

- 不確定要素が多くあるので、下記文献等を参考にすること。

Gregory et al. 2012. Structured Decision Making: a Practical Guide to Environmental Management Choices. John Wiley & Sons.

## (2) 一斉防除

アルゼンチンアリの防除において、容易に再侵入が起こらない一つの生息範囲を防除区域に定め、その区域内で集中的に防除を実施する「一斉防除」が推奨されている（アルゼンチンアリ対策広域行政協議会 2011；環境省中部地方環境事務所 2012；田付 2014）。一斉防除によって一気に個体群全体の密度を下げ、その後は定期的なモニタリングを行い、必要な箇所で一斉防除を行うという流れを繰り返す（図 1-5\_1）。根絶や個体群全体の大幅な密度低減を目指す外来種管理において、一斉防除は非常に効果的であると考えられる。

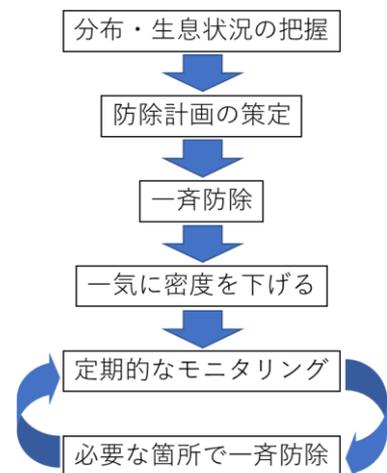


図 1-5\_1 一斉防除モデル

## (3) 総合的有害生物管理 (Integrated Pest Management: IPM)

病害虫に対し、さまざまな防除技術を組み合わせて防除を行うことを総合的有害生物管理という。先述したように、ヒアリの根絶においてはベイト剤散布に加えて薬剤を巣に直接注入するなど複数の手法を組み合わせることが多い。また使用される薬剤も複数種類を使い分けることが一般的である。ヒアリは特に総合的有害生物管理の考え方で防除を進めることが望ましい種であるといえる。

## (4) 再侵入への対応

一斉防除による根絶・密度低減の後には、再侵入に備えなければならない。再侵入の防止のために、バイオセキュリティ（検疫等、再侵入の検出・予防のためのシステム）プランと再侵入発生時の緊急対応プランが不可欠である。

再侵入には対象生物自体の分散能力による自然的要因によるものと、人為的な移動にともなって起こる人為的要因によるものがある。対象種の生活史だけでなく、防除区域の環境特性を考慮し再侵入を予測する必要がある。

## (5) 根絶の確認

根絶を目指した防除を行う場合、根絶の確認を行うことは不可欠である。根絶が確認されなければ、定期的なモニタリングを終了することはできず、コストがかかり続けることになる。しかし根絶の判断は非常に難しい。モニタリングを行い一定期間再発見がなければ根絶成功とみなすことが一般的であり、温帯のネズミにおいては2年間再発見がなければ根絶成功とみなされるが、アリ類において根絶成功とみなされる期間についての統一的な見解はない。

近年では、ネズミや外来捕食者について、モニタリングデータから根絶成功かどうかを判断するためのツールとなる検出率モデルが開発されている（Ramsey et al. 2011; Samaniego-Herrera et al. 2013）。ニュージーランド政府はヒアリの検出率モデルを公開している（<http://www.biosecurity.govt.nz/pests/red-imported-fire-ant>）。

## (6) 分布拡大防止措置

目標にかかわらず、既侵入地では、分布拡大防止措置を実施しなければならない。それ以上分布が拡大しないように、境界部で重点的な防除を行う必要がある。また人や物資の移動にともなった分布の拡大を防ぐために、空港・港湾付近での防除や検疫システムの強化が求められる。

### 1-6. 外来アリ根絶における課題

外来アリ根絶における課題を以下にまとめた。

#### (1) 生活史及び分類学的研究

対象種の繁殖生態などは防除計画をたてる上で重要な情報だが、アリ類の生活史はわかっていないことも多い。また、ツヤオオズアリの根絶は1種の薬剤で良いが、ヒアリやアルゼンチンアリの根絶には複数の薬剤を組み合わせることが効果的であり、こうした違いがどのような性質によるのかも分かっていない。

またアリの分類は不完全であり、頻繁に改変されていることも混乱を招く一因となっている。

#### (2) 有効成分とベイトの効果の向上

駆除効率を高め、非標的生物へのリスクを減らすための研究と改良が必要である。有効成分の効果には種間差があるが、どの種にどの有効成分が効果的なのかについて、確立されたガイドラインはない。ベイトの嗜好性にも種間差があるが、種ごとの最適戦略は提示されていない。

#### (3) 非標的生物へのリスク対策

非標的生物への影響は根絶における主要な制限要因のひとつであるが、情報は少ない。外来種の根絶の必要性の高さにも関わらず保護地域内での根絶事例が比較的少ないのは、非標的生物への影響がある、あるいは影響が不明であるためだと思われる。アリ駆除による非標的生物へのリスク軽減策を確立することは最も優先すべき課題である。一方、根絶による利益とコストを正当に比較評価するために、アリの根絶による生物多様性への利益を明らかにすることも必要である。

#### (4) 根絶成功を宣言するためのツール

根絶成功を確認するためのモニタリングは困難かつ高コストである。近年開発されている検出率モデル (Detectability modeling; Ramsey et al., 2009; Ramsey et al., 2011) 等の技術により、より早く、安く、効果的な根絶が可能になることが期待されている。また検出犬などの最近の技術と既存のモニタリング手法を組み合わせることも、効率化と低コスト化の一助となるだろう。

#### (5) 代替手法の開発

外来アリの根絶にはベイト剤を使うことが一般的である。少数の新規の巣に対しては熱湯をかけるなどの方法があるが、現状ではベイト剤以外の方法でスケールの大きい根絶は難しい。しかし、毒物の使用は、非標的生物へのリスクなどのためにしばしば一般からの反対があり、代替手法の開発が望まれる。天敵導入や病原菌の導入が検討されているが、研究段階であり、これらの

技術の安易な実用化はベイト剤以上のリスクをもたらすと考えられる。またゲノム編集、RNA 干渉を利用した種特異的に作用する毒物も開発されており、実験段階では成功している。

- アルゼンチンアリ対策広域行政協議会 (2011) アルゼンチンアリー斉防除マニュアル。アルゼンチンアリ対策広域行政協議会。
- 環境省 (2013) アルゼンチンアリ防除の手引き (改訂版)。環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室, 東京。
- 環境省中部地方環境事務所 (2012) アルゼンチンアリー斉防除マニュアル。環境省中部地方環境事務所, 名古屋。
- 田付貞洋 (2014) アルゼンチンアリー史上最強の侵略的外来種。東京大学出版会, 東京。
- Boland, C. R. J., Smith, M. J., Maple, B., Tiernan, R., Barr, R., Reeves, R., Napier, F. (2011) Helibaiting using low concentration fipronil to control invasive yellow crazy ant supercolonies on Christmas Island, Indian Ocean. In: Veitch, C. R., Clout, M. N., Towns, D. R. (Eds.), *Island Invasives: Eradication and Management*. IUCN, Gland, Switzerland, pp. 152-156.
- Causton, C. E., Sevilla, C. R., Porter, S. D. (2005) Eradication of the little fire ant, *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae), from Marchena Island, Galapagos: on the edge of success? *Fla. Entomol.* 88, 159-168.
- Gaigher, R., Samways, M., Van Noort, S. (2013) Saving a tropical ecosystem from a destructive ant-scale (*Pheidole megacephala*, *Pulvinaria urbicola*) mutualism with support from a diverse natural enemy assemblage. *Biol. Invasions* 15, 2115-2125.
- Green, P., Comport, S., Slip, D. (2004) The management and control of the invasive alien crazy ant (*Anoplolepis gracilipes*) on Christmas Island, Indian Ocean: The aerial baiting campaign September 2002. Unpublished Final Report to Environment Australia and the Crazy Ant Steering Committee.
- Gregory, R., Failing, L., Harstone, M., Long, G., McDaniels, T., Ohlson, D. (2012) *Structured Decision Making: a Practical Guide to Environmental Management Choices*. John Wiley & Sons.
- Gutrich, J. J., VanGelder, E., Loope, L. (2007) Potential economic impact of introduction and spread of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, in Hawaii. *Environ. Sci. Pol.* 10, 685-696.
- Hoffmann, B. D. (2014) Assessment of the Progress of the African Big-Headed Ant Eradication Program on Lord Howe Island. CSIRO, Darwin, Australia.
- Hoffmann, B. D., O'Connor, S. (2004) Eradication of two exotic ants from Kakadu National Park. *Ecol. Manag. Restor.* 5, 98-105.
- Hoffmann, B. D., Luque, G. M., Bellard, C., Holmes, N. D., Donlan, C. J. (2016) Improving invasive ant eradication as a conservation tool: A review. *Biol. Conserv.* 198, 37-49.

- Ravoninjatovo, A., Dewhurst, C.F., Gibson, G., Rafanomezana, S., Tingle, C.C.D. (2003) Impact of locust control on harvester termites and endemic vertebrate predators in Madagascar. *J. Appl. Ecol.* 40, 729-741.
- Plentovich, S., Swenson, C., Reimer, N., Richardson, M., Garon, N. (2010) The effects of hydramethylnon on the tropical fire ant, *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae), and non-target arthropods on Spit Island, Midway Atoll, Hawaii. *J. Insect Conserv.* 14, 459-465.
- Plentovich, S., Eijzenga, J., Eijzenga, H., Smith, D. (2011) Indirect effects of ant eradication efforts on offshore islets in the Hawaiian Archipelago. *Biol. Invasions* 13, 545-557.
- Ramsey, D.S., Parkes, J., Morrison, S.A. (2009) Quantifying eradication success: the removal of feral pigs from Santa Cruz Island, California. *Conserv. Biol.* 23, 449-459.
- Ramsey, D.S., Parkes, J.P., Will, D., Hanson, C.C., Campbell, K.J. (2011) Quantifying the success of feral cat eradication, San Nicolas Island, California. *N. Z. J. Ecol.* 35, 163-173.
- Samaniego-Herrera, A., Anderson, D.P., Parkes, J.P., Aguirre-Muñoz, A. (2013) Rapid assessment of rat eradication after aerial baiting. *J. Appl. Ecol.* 50, 1415-1421.
- Stork, N.E., Kitching, R.L., Davis, N.E., Abbott, K.L. (2014) The impact of aerial baiting for control of the yellow crazy ant, *Anoplolepis gracilipes*, on canopy-dwelling arthropods and selected vertebrates on Christmas Island (Indian Ocean). *Raffles Bull. Zool. Suppl.* 30, 81-92.
- Webb, G.A., Hoffmann, B.D. (2013) Field evaluations of the efficacy of Distance Plus on invasive ant species in northern Australia. *J. Econ. Entomol.* 106, 1545-1552.

## 2. 防除技術の検討

### 2-1. 各種防除技術の検討

#### (1) 防除方法の検討

先述のように、アリ類の防除ではベイト剤の散布が一般的であるが、特に侵入初期のヒアリの根絶においては、ベイト剤散布に液剤の巣への直接注入を併用することが効果的であると思われる。また被害低減のために、状況に応じてその他の手法の使用も検討する。外来アリ類の防除において用いられる一般的な手法について以下に述べる。

#### ① 殺虫剤

アリ類の防除に用いられる殺虫剤にはベイト剤、液剤、粉剤、エアゾル剤がある。広範囲の散布が容易で、環境負荷が比較的少なく、巣の中の幼虫や女王を標的にできることから、密度低減・根絶を目指したアリ類の防除にはベイト剤が使用されるが一般的である。殺虫剤の剤形による用途の違いを表 2-1\_1 に示す。

表 2-1\_1 殺虫剤の剤形とそれぞれの用途

剤形	適切な用途
ベイト剤	密度低減・根絶のための中心的な方法。
液剤	生息範囲が限られている場合の防除に有効。 障壁処理。
粉剤	障壁処理。
エアゾル剤	家庭での小規模な駆除。

#### ② 生物的防除

ボルバキア（細菌）、微孢子虫、線虫、ヤドリヒアリ（ヒアリのワーカーに自分の子を育てさせる寄生性のアリ）、ノミバエ類などがヒアリの天敵として挙げられているが、いずれも実用段階ではない。

#### ③ 物理的防除

巣に熱湯をかける、バーナーで焼却処理する等の方法がある。ただし、ヒアリの巣は 1~2m の深さになるため、成熟したコロニーの死滅は難しいと考えられる。コンクリート等で舗装された場所では、隙間を埋めることで巣を作る場所をなくすことができる。

#### ④ 道しるべフェロモンによる行列攪乱

日本におけるアルゼンチンアリ防除で、道しるべフェロモンを利用し行列を攪乱することで効率的な餌採りを抑制し、個体数を低減する試みが行われている（田付 2014）。容易に再侵入が起こる野外環境下での実験では、フェロモン単体では効果がなかったが、ベイト剤を併用することで、ベイト剤単体の処理よりも高い個体数低減効果が得られている。横浜港でのアルゼンチンアリ防除では、ベイト剤と併用して、分布拡大阻止のために防除対象地域の境界付近にフェロモン

剤が使用された。ヒアリでも道しるベフェロモンが研究されており、ベイト剤と併用して用いることでベイト剤の使用量を少なくできる可能性がある。

ただし、道しるベフェロモンによる行列攪乱は餌採り効率を低下させるため、併用するとベイト剤の効果を阻害する可能性がある。田付（2014）は生息密度が高い環境ではベイト剤の効果に影響しないのだろうと推測しているが、低密度環境下での使用は慎重に行うべきである。

## (2) 薬剤の有効成分

ヒアリの防除では、地表に出ている働きアリだけでなくコロニー全体を死滅させるために、遅効性の薬剤もしくは昆虫成長阻害剤（IGR; Insect Growth Regulator）が主に用いられる。根絶を目指した防除で多く用いられているのは、遅効性殺虫剤のフィプロニル、ヒドラメチルノン、昆虫成長阻害剤のメトプレン、ピリプロキシフェンである（Hoffmann et al. 2016）。これらは日本でも殺虫剤や農薬の有効成分として既に用いられている。

ヒアリの根絶には複数の薬剤を組み合わせ用いることが多く（Hoffman et al. 2016）、視察した台湾でも複数の薬剤が用いられていた。台湾のヒアリ対策を担う国家紅火蟻防除中心（National Red Imported Fire Ant Control Center : NRIFACC）ではメトプレンとフィプロニルを有効成分とする薬剤を用いており、ヒアリ防除業者である蒙斯特農研有限公司（MONSTERS' agrotech）ではメトプレンとピリプロキシフェンを用いていた。フィプロニルを含有する製品（TOPCHOICE, Bayer Environmental Science 社）に比べメトプレンを含有する製品（EXTINGUISH professional fire ant bait, Zoecon 社）は安価だが雨に弱く、天候によって使い分けているようである。

アメリカでヒアリの防除に用いられる業務用のベイト剤を表 2-1\_2 に示した。次年度では、こうした薬剤の輸入方法などについて調べ、日本で手に入りやすい薬剤とその特徴について検討する予定である。

表 2-1\_2 アメリカでヒアリのベイト剤に用いられている業務用薬剤  
(Greenberg & Kabashima 2011 より改変)

作用	薬剤名	商品名	効果の早さ
殺虫剤	フィプロニル	Maxforce FC Fire Ant Bait	中～遅
	ヒドラメチルノン	Amdro Pro Fire Ant Bait	中～遅
	アバメクチン	Ascend Award II	中～遅
	スピノサド	Conserve	中～遅
	インドキサカルブ	DuPont Advion Fire Ant Bait	早～中
昆虫成長阻害剤	メトプレン	Extinguish	遅
	ピリプロキシフェン	Distance, Esteem	遅
混合	メトプレン+ヒドラメチルノン	Extinguish Plus	中～遅

### (3) ベイト剤の基質

アリの種によって効果的なベイト剤の基質は異なっており、ヒアリではトウモロコシを挽き割りにしたコーングリットと大豆油の組み合わせが有効であることが知られている。有効なベイト剤の基質については、今後検討の余地があると思われる。

またベイト剤の形状として固形、液体、粒状、ゲル状、ペースト状のものがあり、それぞれ扱いやすさや種による嗜好性が異なる。ヒアリの防除に用いられている薬剤は粒状のものが多く、広範囲への散布のしやすさが重視されていると思われる。

### (4) ベイト剤の散布方法

ベイト剤の散布方法としては、手作業による散布、ヘリコプターによる空中散布がある (Hoffmann et al. 2016)。台湾では、ベイト剤を噴射する小型の散布器具を用いた徒歩による散布、ATV (All-Terrain Vehicle; 全地形対応車; 四輪バギー) による散布、ドローンを用いた空中散布を行っていた。

防除の規模に応じて、手作業、手持ちの散布器具、ATV、ヘリコプターと使い分けるのが良いと思われる。ドローンは、バッテリーの稼働時間や積載できるベイト量に限りがあるが、どのような地形でも使えるという利点がある。状況に応じて使用を検討する。

日本におけるアルゼンチンアリの防除では、ベイト剤がプラスチックケースに入った殺虫剤 (「アルゼンチンアリウルトラ巣ごと退治/フマキラー (株)」など) を設置する、またはベイトをマイクロチューブに入れて設置する方法が実施されている (アルゼンチンアリ対策広域行政協議会 2011; 環境省中部地方環境事務所 2012)。環境省中部地方環境事務所 (2012) は、環境への影響や効果の面から、ベイト剤は容器を使用して設置し余った分は回収する方法を推奨している。またベイト剤を容器に入った状態で設置することで、ベイトを直播きする場合に比べて殺虫効果が持続し、より少ないベイト量で防除できる可能性も示唆されている (田付 2014)。一方、台湾やアメリカでのヒアリの防除では粒剤を直接地面に散布する方法が一般的である。Greenberg & Kabashima (2013) は、プラスチック製のベイトステーションは家屋に侵入するアリ類に対する屋内での使用には適しているが、ヒアリに対する広範囲の屋外での使用には向かないとしている。

アルゼンチンアリ対策広域行政協議会 (2011) アルゼンチンアリー斉防除マニュアル. アルゼンチンアリ対策広域行政協議会.

環境省中部地方環境事務所 (2012) アルゼンチンアリー斉防除マニュアル. 環境省中部地方環境事務所, 名古屋.

田付貞洋 (2014) アルゼンチンアリー史上最強の侵略的外来種. 東京大学出版会, 東京.

Greenberg, L., Kabashima, J.N. (2013) Red Imported Fire Ant. Integrated Pest management in and around the home. Pest Notes. University of California Publication 7487. California, USA: University of California Agriculture and Natural Resources.

Hoffmann, B.D., Luque, G.M., Bellard, C., Holmes, N.D., Donlan, C.J. (2016) Improving invasive ant eradication as a conservation tool: A review. Biol. Conserv. 198, 37-49.

## 2-2. 初動体制の検討

### (1) 初動体制の重要性

多額の対策費用を要し、根絶が困難なアリ類の防除において、早期発見・早期対応はきわめて重要である（田付 2014; Hoffmann et al. 2016）。Hoffmann et al. (2016) の集計した大多数の根絶成功事例が 10 ヘクタール以下であることも、初動体制の重要性を示唆している。オーストラリアの 8,300 ヘクタールのヒアリ根絶事例はあるが、きわめて例外的な事例であり、膨大なコストをかけなければこのような広範囲の根絶は不可能である。蔓延し、根絶できなければ、何らかの原因で自然に衰退しない限り永続的にヒアリの被害を受け続けることになる。

### (2) 初動体制の検討

ヒアリ発見時の迅速な対応を可能にするため、図 2-2\_1 に初期対応のフローを作成した。

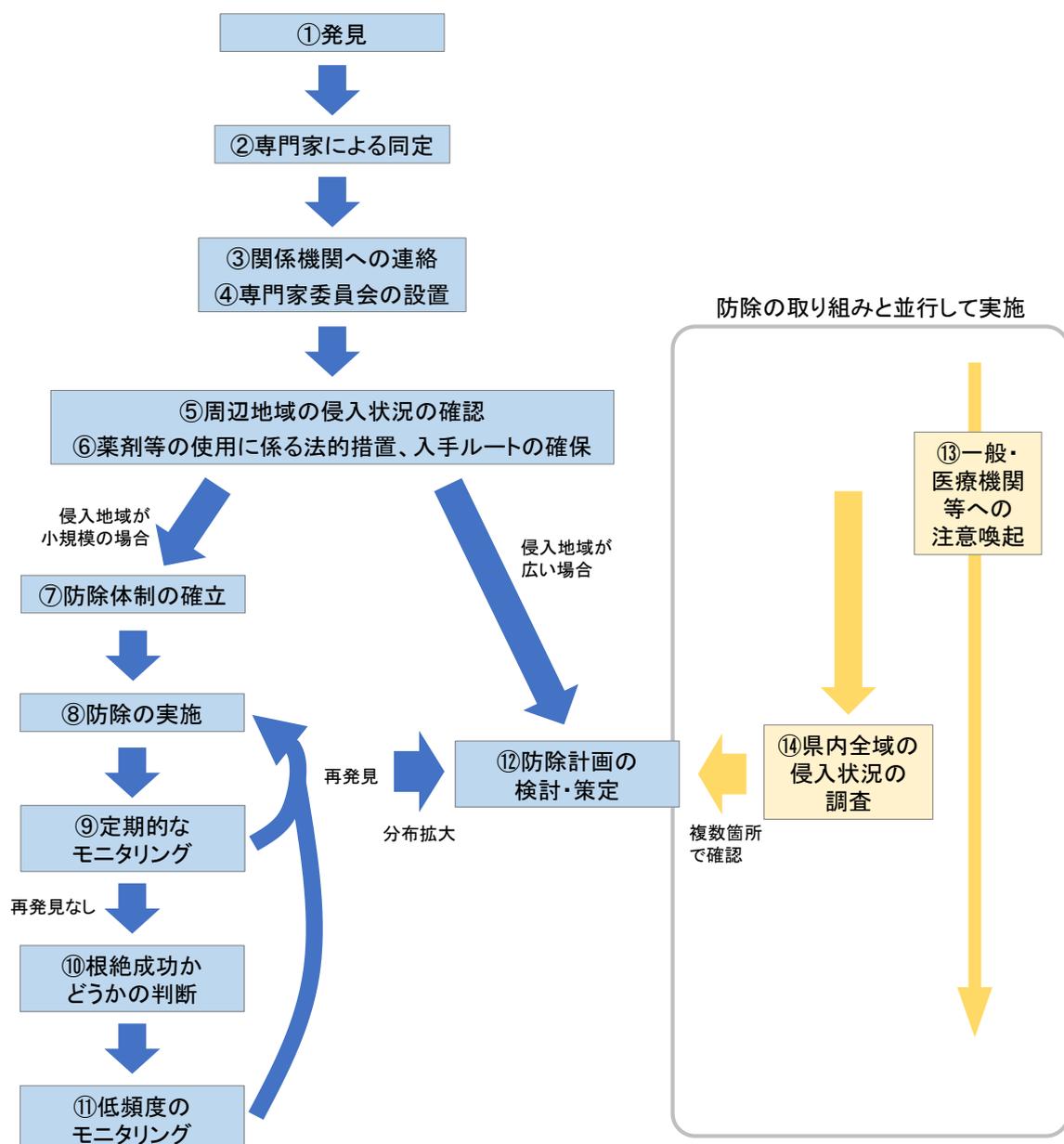


図 2-2\_1 初期対応フロー

① 発見

一般市民、港湾関係者、医療機関からの通報、モニタリング調査等による発見。

② 専門家による確認

発見後、速やかに専門家による現地視察を実施し、種同定を行う。

③ 関係機関への連絡

ヒアリであることが確認された場合、速やかに関係機関に連絡する。関係機関とは、関係する行政機関及び発見場所周辺の土地管理者等である。

④ 専門家委員会の設置

専門家に連絡し、専門家委員会を設置する。

⑤ 周辺地域の侵入状況の確認

発見場所周辺のヒアリの侵入状況を調査する。

⑥ 薬剤等の使用に係る法的措置、入手ルートの確保

薬剤及び防除手段の入手・使用に係る法的措置、入手ルートの確保。

▼侵入地域が狭く、速やかな根絶が可能だと判断された場合

⑦ 防除体制の確立

状況に応じて必要な防除方法を検討し、防除体制を確立する。必要な薬剤・機材の入手、防除実施者・関係行政・土地管理者間の合意、防除地域周辺住民への周知等を行う。

⑧ 防除の実施

根絶を目指した防除を実施する。

⑨ 定期的なモニタリング

防除実施後は月 1 回程度の定期的なモニタリングを行う。少数の残存個体が見つかった場合には再び防除を行う。再発見を繰り返す場合、また分布の拡大がみられた場合等、現状の防除で根絶が難しい場合は適切な防除計画の検討・策定に移行する。

⑩ 根絶成功かどうかの判断

最終の防除実施後、2 年間再発見がなければ根絶成功とし、定期的なモニタリングを終了する。

⑪ 低頻度のモニタリング

再侵入の予防のために、根絶後も低頻度のモニタリングを継続する。

▼侵入地域が広く、速やかな根絶が困難であると判断された場合

⑫ 防除計画の検討・策定

1-5. 防除計画の策定参照。

▼防除の取り組みと並行して実施

⑬ 一般・医療機関等への注意喚起

ヒアリの侵入が確定した時点で、地域住民をはじめとする県民、観光客への注意喚起を行うとともに、発見した際の通報を呼びかける。また医療機関へも周知し、適切な対応及び新規の発見の通報を促す。

⑭ 県内全域の侵入状況の調査

発見場所周辺の調査が最優先だが、県内に侵入した以上、他の地域にも侵入している可能性があるため、順次県内の他地域の調査を実施する。複数箇所で見出された場合、防除計画の検討・策定に移行する。

環境省（2013）アルゼンチンアリ防除の手引き（改訂版）．環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室，東京．

田付貞洋（2014）アルゼンチンアリの史上最強の侵略的外来種．東京大学出版会，東京．

Gutrich, J.J., VanGelder, E., Loope, L. (2007) Potential economic impact of introduction and spread of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, in Hawaii. *Environ. Sci. Pol.* 10, 685-696.

Hoffmann, B.D., Luque, G.M., Bellard, C., Holmes, N.D., Donlan, C.J. (2016) Improving invasive ant eradication as a conservation tool: A review. *Biol. Conserv.* 198, 37-49.

## 2-3. 今後の課題

ヒアリの防除について、現段階では複数の課題がある。前述の通り、ヒアリによる人的損害、経済的損失、生態学的損失を最小にするためには、早期発見・早期対応がきわめて重要である。早期発見・早期対応を可能にするためには、以下のような課題に事前に取り組み、ヒアリの侵入前に準備を整えておく必要がある。次年度以降こうした取り組みを進めていく予定である。

### (1) 薬剤の入手・使用について

現在、日本国内にはヒアリが侵入していないため、ヒアリに特化した薬剤はない。国内に流通しているアリ用の薬剤は、ヒアリにもある程度は有効だと思われる。しかし本格的な防除のためにはベイト剤の使用が効果的であり、ベイトは種によって嗜好性が異なるため、ヒアリ用のベイト剤を入手することが望ましい。国内で開発するか、海外から輸入するかについて、それぞれのコストや法的規制の面から検討する必要がある。アメリカで使用されている薬剤については表2-1\_2に挙げた。

野外での薬剤の使用にあたっては、関係法令等に従い、ヒアリ発見時に迅速に使用できる体制を整えておく必要がある。特に農地においては、農薬取締法によって薬剤の使用が制限されている。ヒアリが農地に侵入した場合のために、農地で使用である薬剤を検討しておく必要がある。

薬剤については、害虫防除に関わる民間企業との連携することも必要であると思われる。

### (2) 早期発見のための普及啓発

ヒアリの防除において、早期発見がきわめて重要であることは既に述べた。早期発見のためには、空港・港湾等で定期的なモニタリングを行うことも重要だが、一般市民からの情報を募ることも有効である。特にヒアリは、大きなアリ塚を作り、攻撃的で、刺されると腫れ上がり強い痛みやかゆみが起こるなど、在来アリにはない特徴があるため、専門知識がなくても同定がしやすい。一般の人からの情報を効果的に吸い上げるために、ヒアリと疑わしい情報について通報できる窓口を設置し、パンフレットやインターネットを利用して広く普及啓発を行う。また医者、港湾関係者、農業改良組織、園芸従事者等、ヒアリと接する可能性が高い人にヒアリの特徴について周知し、情報提供を求める。

### (3) 関係機関への連絡体制の確立

ヒアリ発見時に速やかに防除体制を整えるには、防除実施者、行政、専門家等の連携と役割分担を事前に確認し、合意形成を行っておく必要がある。また港湾等、ヒアリが最初に侵入する可能性が高い場所の土地管理者等とヒアリ発見時の対応について取り決めておく。