

1-4. 台湾に設置した SLAM トラップで採集されたアリ類

(1) はじめに

本事業では、外来性アリ類の監視網のひとつとして、沖縄県内 74 ヶ所に SLAM トラップを設置して昆虫類の採集調査を継続している。しかし、ヒアリ未侵入地域の沖縄における現行の SLAM トラップシステムでヒアリがどの程度採集されるのか、また働きアリ、女王アリ、雄アリがすべて採集可能なのかなど、幾つかの点においてその有効性を検証する必要がある。

そこで、台湾国立ヒアリ防除センターの協力のもと、台湾のヒアリが生息する環境下に、SLAM トラップ 1 基を設置して、実際にヒアリが採集できるかどうかを検証することとした。また、継続的に試料を収集することで、台湾におけるヒアリ有翅虫（女王アリと雄アリ）の季節消長を明らかにし、環境が類似する沖縄県における SLAM トラップ調査の最適時期を推定する。

(2) 設置

台湾国立ヒアリ防除センターと協力関係にある MONSTERS' agrotech 社の敷地内に、沖縄県内で使用している SLAM トラップと同じものを 1 台設置した（図 1-4_1）。

設置場所として、成熟したヒアリの巣が周辺にあり、地表を徘徊する働きアリが観察できる場所で、できるだけ風を避けられる地点を選定した（図 1-4_2）。最終設置場所は、敷地建物と農耕地の間とした。

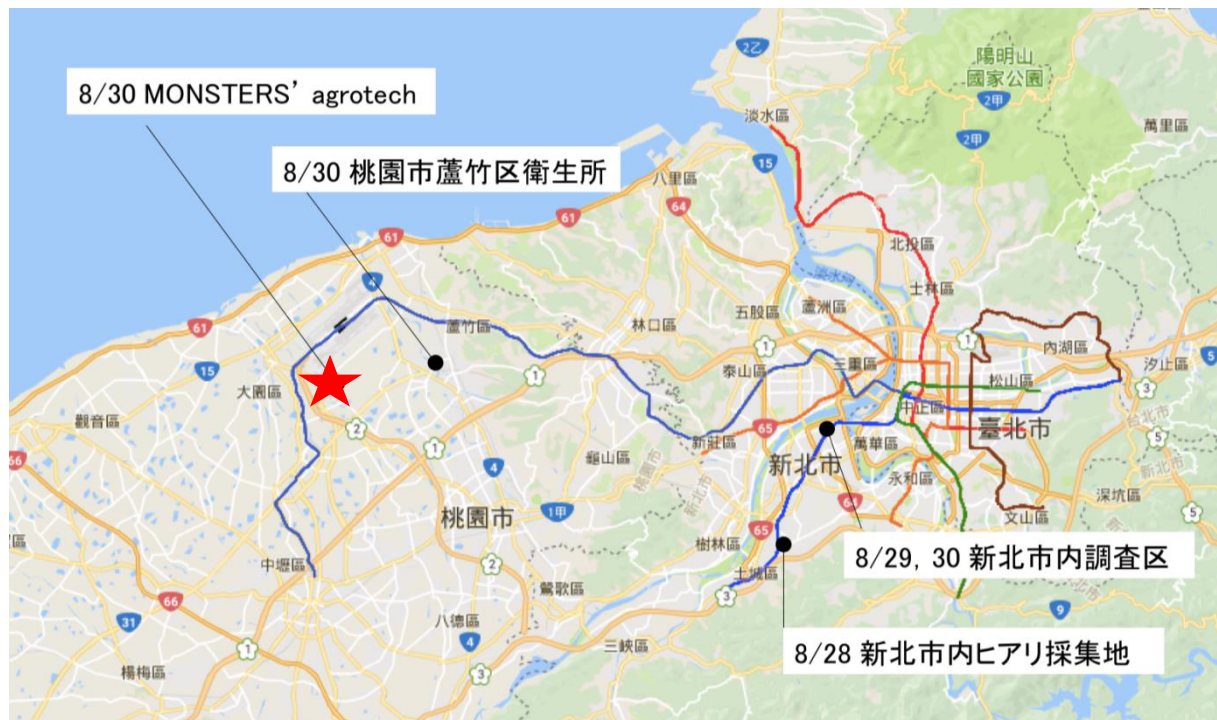


図 1-4_1 台湾における SLAM トラップ設置場所（図の星マーク）



図 1-4_2 SLAM トラップを設置した環境

トラップの奥が農耕地。ヒアリは、トラップの 1 m 以内に小規模の巣が、2~3 m 以内に成熟した巣がある。

平成 29 年 8 月 30 日に設置が完了し、それ以降は 2 週間ごとにアルコールの入った採集ボトルを交換している（平成 30 年 3 月現在も稼働中）。採集ボトルの回収および一時保管は、台湾大学と MOSTERS' agrotech に依頼した。

平成 29 年 11 月中旬までに、回収されたボトルは 5 本となった。試料はすべて OIST の実験室に持ち帰り、その中のアリ類の寄りわけ作業を行っている。また、回収されたエタノールから、GC-MS を用いた毒素検出の実験に使用するため必要量を抽出した。

(3) 結果

表 1-4_1 に、これまでに採集された内の 4 ボトル分（平成 29 年 8 月～10 月まで）の結果を示す。全体で 5 亜科 11 属のアリが SLAM トラップ採集試料から確認された（種数については解析中）。

ヒアリについては、働きアリおよび有翅女王アリの両方が確認できた。ヒアリの雄アリが採集されているかどうかについては現在解析中である。ただこの結果により、少なくとも沖縄の SLAM トラップシステムがヒアリ侵入監視に対して有効であることが確認された。

表 1-4_1 台湾に設置した SLAM トラップから採集されたアリ類

種類	亜科	属名	学名	8/30-9/15 OK07410	9/15-9/30 OK07411	9/30-10/15 OK07412	10/15-10/30 OK07413
働きアリ	フタフシアリ亜科	シワアリ属	<i>Tetramorium</i> sp.	124	106	120	44
		ヒアリ	<i>Solenopsis invicta</i>	67	12	119	39
		ヒメアリ属	<i>Monomorium</i> sp.	23	20	0	1
		シリアゲアリ属	<i>Crematogaster</i> sp.	6	190	76	80
	ヤマアリ亜科	オオアリ属	<i>Camponotus</i> sp.	19	9	7	5
		アメイロアリ属	<i>Nylanderia</i> sp.	57	85	27	12
		トゲアリ属	<i>Polyrhachis</i> sp.	3	1	0	1
	カタアリ亜科	コヌカアリ属	<i>Tapinoma</i> sp.	1	3	5	5
		ルリアリ属	<i>Ochetellus</i> sp.	5	12	5	2
ハリアリ亜科	オオハリアリ属	<i>Brachyponera</i> sp.	1	0	2	0	
女王	フタフシアリ亜科	ヒアリ	<i>Solenopsis invicta</i>	0	0	29	16
		その他フタフシアリ亜科	Myrmicinae sp.	80	36	25	8
	ヤマアリ亜科	未同定	Formicinae sp.	99	2	73	0
	カタアリ亜科	未同定	Dolichoderinae sp.	46	5	13	2
	ハリアリ亜科	未同定	Ponerinae sp.	15	3	5	3
オス	フタフシアリ亜科	未同定	Myrmicinae sp.	60	15	13	1
	ヤマアリ亜科	未同定	Formicinae sp.	2958	404	783	48
	カタアリ亜科	未同定	Dolichoderinae sp.	16	8	26	2
	カギバラアアリ亜科	未同定	Proceratinae sp.	1	0	1	0

1-5. 化学物質に着目した誘引剤の検討

(1) 混合脂肪酸を利用したトラップベイトの開発（疑似昆虫による働きアリの誘引）

昨年度、スナック菓子に含まれる脂肪酸がエライオソーム及び昆虫の脂肪酸組成率上位 2 位の脂肪酸とよく一致した結果が得られ、脂肪酸及びその組成がヒアリを誘引する可能性が示唆された。そこで、ヒアリが多く採餌する昆虫種の脂肪酸組成を真似た脂肪酸混合物を作製し、誘引試験を行った。

① ヒアリが多く採餌する昆虫種とその脂肪酸組成

ヒアリが多く採餌する昆虫種として、トビムシ目、ハエ目、シロアリ目、コウチュウ目、カメムシ目、チョウ目が挙げられる¹⁻⁴⁾。この中で、脂肪酸組成が報告されているものを表 1-5_1 に、また、脂肪酸含有率を上位 5 種の順位別で表したものを表 1-5_2 に示す。

表 1-5_1 昆虫の脂肪酸組成率

	myristic 14:0	myristoleic 14:1	palmitic 16:0	palmitoleic 16:1	stearic 18:0	oleic 18:1	linoleic 18:2	linolenic 18:3
コウチュウ目	1.1%	0.0%	19.7%	5.3%	4.8%	37.9%	19.2%	9.7%
ハエ目	2.8%	1.0%	22.6%	25.9%	4.4%	28.2%	12.2%	2.2%
カメムシ目	41.6%	0.9%	19.9%	2.1%	3.3%	15.5%	8.9%	1.4%
チョウ目	0.7%	0.0%	28.9%	6.4%	2.3%	31.6%	7.7%	22.2%

表 1-5_2 含有率上位の脂肪酸

	1位	2位	3位	4位	5位
コウチュウ目	oleic (38%)	palmitic (20%)	linoleic (19%)	linolenic (10%)	palmitoleic (5%)
ハエ目	oleic (28%)	palmitoleic (26%)	palmitic (23%)	linoleic (12%)	stearic (4%)
カメムシ目	myristic (42%)	palmitic (20%)	oleic (16%)	linoleic (9%)	stearic (3%)
チョウ目	oleic (32%)	palmitic (29%)	linolenic (22%)	linoleic (8%)	palmitoleic (6%)

上記の通り、ヒアリが採餌する昆虫（コウチュウ目、ハエ目、カメムシ目、チョウ目）の上位 5 種脂肪酸組成はすべて異なる結果となった。よって、これら 4 目の脂肪酸組成を模倣したベイト濾紙を下記の通り作製し、誘引試験を行った。

<ベイト濾紙の作製>

- i) 各種組成脂肪酸の最大添加量をスナックのパルミチン酸含有量（160 μ g/800 mg スナックの 1 個重量）と同量にし、その量を基準に残り 4 種の脂肪酸量を計算する。
- ii) 各組成の脂肪酸混合溶液（エタノール溶液）を作製し、濾紙に添加後、溶媒を除去する。
- iii) 濾紙は ADVANTEC 定性濾紙 No.2 の ϕ 55 mm（厚さ 0.26 mm）を使用する。
- iv) 上記 i) の濃度を 1 倍とし、10 倍、100 倍のベイト濾紙を作製する。
- v) ベイト濾紙を 50 mL 遠沈管に入れ、誘引試験を行う。

② 誘引試験

台湾新北市の空き地にて、誘引試験を行った。誘引試験の前に、予備調査として、空き地を歩き回り、巣を探したところ、約 10×30 m² のエリアに高さ 5~20 cm のアリ塚が 20 個程度見られた。また、予備試験として、ベイトを置く位置を検討したところ、以下の誘引試験はアリ塚から 1 m 離れた地面に各ベイトを 10 cm ずつ離して置いて行うことと決定した。

誘引試験は下記の方法で行った。

<試験方法>

- i) コントロールとして空の遠沈管（以下、C）を、ポジティブコントロールとして昨年度の実験で高い誘引力を示したスナック 1 個を遠沈管に入れたもの（以下、P）を使用する。
- ii) {C、P、昆虫 4 目の 1 倍濃度}、{C、P、昆虫 4 目の 10 倍濃度}、{C、P、昆虫 4 目の 100 倍濃度} の 3 グループで、各グループ 3 セットずつ試験を行う。
- iii) 30 分後、60 分後に遠沈管の中に入っているヒアリの数をカウントする。（30 分後の時点で数が多い場合はおおよその数を、60 分後のものは遠沈管を持ち帰り正確な数をカウントする。）

試験結果を表 1-5_3 に示す。昆虫の脂肪酸組成を真似たベイト濾紙にはヒアリは 1 匹も誘引されなかった。一方、ポジティブコントロールに使用したスナックは昨年度と同様に高い誘引力を示した。また、試験終了時、No. 1-i, ii, iii、10-ii、100-ii, iii の地点は日向になっており、ヒアリの活動が活発でなかったため⁵⁾、スナックにも誘引されなかったと考えられる。したがって、今回の試験では 9 つ中 3 つしか正確には評価できない。よって、次回もう一度昆虫の脂肪酸組成を真似たベイト濾紙で試験を行う必要がある。また、今回は高級脂肪酸のみを使用しているため、低級・中級脂肪酸を使用したベイトも検討する。

表 1-5_3 誘引されたヒアリの数（匹）

No.	C		P		コウチュウ目 1倍		ハエ目 1倍		カメムシ目 1倍		チョウ目 1倍	
	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min
1-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-ii	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-iii	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
No.	C		P		コウチュウ目 10倍		ハエ目 10倍		カメムシ目 10倍		チョウ目 10倍	
	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min
10-i	0	0	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0
10-ii	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-iii	0	0	40	119	0	0	0	0	0	0	0	0
No.	C		P		コウチュウ目 100倍		ハエ目 100倍		カメムシ目 100倍		チョウ目 100倍	
	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min
100-i	0	0	50	87	0	0	0	0	0	0	0	0
100-ii	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
100-iii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(2) 誘引活性物質 trans, trans-2, 4-heptadienal を利用した誘引試験

Trans, trans-2, 4-diheptadienal (TTHD) は、大豆油から揮発成分として単離され、ヒアリワーカーに対する誘引活性を有することが報告されている (アメリカ農務省 USDA) ⁶⁾。この報告では、室内試験によって TTHD の有効性を証明した後、すぐにヒアリの成長阻害剤 Ny1ar 含有ベイトの添加剤として野外試験で実用性が試されている。また、現在この TTHD は購入可能な試薬として販売されている。

そこで、現在のベイト候補であるスナックに TTHD を加えることでさらに誘引力を高めることができると考え、ヒアリ検出力の高いトラップ開発を目的に以下の誘引試験を行った。

<試験方法>

- i) ベイトはすべて 50 mL 遠沈管に入れて試験を行う。
- ii) ベイトは①スナック 1 個 (以下、A)、②スナック 1 個に TTHD を 0.1% (w/w) 添加したもの (以下、A+0.1)、③スナック 1 個に TTHD を 1% (w/w) 添加したもの (以下、A+1)、④スナック 1 個に TTHD を 10% (w/w) 添加したもの (以下、A+10)、⑤濾紙に TTHD を 1% (w/w) 添加したもの (以下、濾紙+1)、を使用する。
- iii) {C、A、A+0.1、A+1、A+10、濾紙+1} を 1 つのグループとし、3 セット試験を行う。
- iv) 試験はアリ塚の近くの日陰で行い、各ベイトは地面に 10 cm ずつ離して置く。
- v) 試験開始から 30 分後まで、5 分毎に遠沈管の中に入っているヒアリの数をカウントする。(途中のカウントで数が多い場合はおおよその数を、終了後は遠沈管を持ち帰り正確な数をカウントする。) 検出力の比較は、ヒアリのベイトに到達するまでの時間をその効果として評価する。

試験の結果、試験 1、2、3 のすべてで、スナックにヒアリは誘引されるが、スナックに TTHD を添加したものには誘引されないという結果になった。今回の試験では TTHD に誘引活性がないという結果になり、USDA の報告に反するが、USDA では以下の方法で試験を行っており、今回の我々の試験方法とは異なる。

- ・大豆油に TTHD を 0.01~1% (w/w) の濃度で添加する。
- ・成長阻害剤 Ny1ar を使用する場合は、大豆油に Ny1ar と TTHD を加え、それを穀粒に添加する。その際の TTHD の濃度は 0.005% (w/w) である。

上記下線部が大きく異なる点で、大豆油のように液体に添加する場合と、スナックに直接添加する場合とでは、TTHD の拡散速度は異なり、それが今回の結果に影響している可能性が考えられる。また、TTHD の添加濃度も今回の試験では高濃度にしており、濃すぎる場合は忌避作用を示すのかもしれない。以上のことを踏まえ、次回の試験では、USDA と同様に、①大豆油に TTHD を 0.01~1% (w/w) の濃度で添加する、②コーングリットのような穀粒に TTHD を加えた大豆油を添加する、また、③スナックをすりつぶしたものに TTHD を添加する、ことを予定している。さらに、今回の試験場所のようなヒアリ高密度域だけでなく、低密度域での試験も検討している。

表 1-5_4 誘引されたヒアリの数 (匹)

No.	ベイト	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
1	C	0	0	0	0	0	0
	A	0	0	40	80	160	233
	A+0.1	0	0	0	0	0	1
	A+1	0	1	0	0	2	0
	A+10	0	0	0	0	0	0
	濾紙+1	0	0	0	0	0	0
2	C	0	0	0	0	0	0
	A	0	7	40	100	180	269
	A+0.1	6	6	10	4	6	4
	A+1	0	0	0	0	0	0
	A+10	0	0	0	0	0	0
	濾紙+1	0	0	0	0	0	0
3	C	0	0	0	0	0	1
	A	1	0	4	3	7	8
	A+0.1	0	0	0	0	0	1
	A+1	0	0	0	0	1	0
	A+10	0	0	0	0	0	0
	濾紙+1	0	1	0	0	0	0

- 1) Tennant L. E., Porter S. D. (1991) Comparison of diets of two fire ant species (Hymenoptera: Formicidae): solid and liquid components. J. Entomol. Sci. 26, 450-465.
- 2) Vogt J. T., Grantham R. A., Corbett E., Rice S. A., Wright R. E. (2002) Dietary habits of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in four Oklahoma habitats. Environ. Entomol. 31, 47-53.
- 3) Rashid T., Chen J., Vogt J. T., McLeod P. J. (2013) Arthropod prey of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Mississippi sweetpotato fields. Insect Science. 20, 467-471.
- 4) Zhang B., He Y. R., Chen T., Qi G. J., Lu L. H. (2015) Dietary composition of foragers of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) in two habitats, mulberry orchard and barren land, in South China. Acta Entomol. Sin. 58, 382-390.
- 5) 東正剛ら (2008) ヒアリの生物学—行動生態と分子基盤—, 海游舎
- 6) Vander Meer, et al. (1999) United States Patent, Patent Number: 5897859, Date of Patent: Apr. 27

2. 同定技術の検討

2-1. ヒアリの見分け方についての資料作成

本州各地でのヒアリ発見報告をうけ、緊急措置として一般への情報発信と、関係機関との情報共有の必要性が生じたため、2種類のパンフレットを作成した。この中には、沖縄県におけるヒアリとその他の種類のアリとの見分け方、ヒアリに対する注意喚起、万が一刺された場合の対処法、そして、疑わしいアリを見つけたときの通報先等の情報が含まれている。

(1) 一般向け：「ヒアリ！？ ハッとと思ったら まずチェック！！」

環境省那覇自然環境事務所が主導で、一般向けヒアリ注意喚起資料の沖縄版を作成。

編集・発行は、那覇自然環境事務所、沖縄県環境部自然保護課、OISTの3者。

沖縄県内の特定外来生物についても注意喚起を掲載。イベントなどを通じて、OISTからは県内に約600部配布済み。また、本資料の内容を琉球新報社に提供し、平成29年8月6日付けに特集記事として再構成の上、掲載された。

(2) 港湾関係者向け：「ヒアリから沖縄を守る！」

港湾関係者、保健所、業務委託団体等へ向けたヒアリの見分け方資料を作成。一般向けとの違いは、もしヒアリを見つけたら、標本を確保するという記述となっている点。編集・発行は、沖縄県環境部自然保護課、OIST。

(3) ヒアリ採集キットの開発

刺されるリスクを最小限に、関係各所の職員が良好な状態の標本を採集するキットを開発（チューブ+ポリプレングリコール+綿棒+説明書など）。ヒアリ同定研修で、使用感のテストを実施した。（2）のチラシとともに、県内関係機関等に配布予定。神戸市と岡山県よりの依頼により、本採集キットの仕様情報を提供した。開発元はOIST。



図 2-1_1 アリ採集キット

特定外来生物

ヒアリ (Solenopsis invicta)

ヒアリは南米原産で、体長2～6mmほどの小さな赤茶色のアリです。オーストラリアや北米、中国などでは既に定着しており、世界の侵略的外来種ワースト100にあげられています。

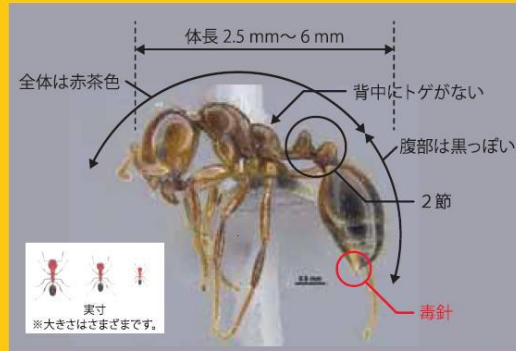
写真のように土で大きな塚を作ります。1つの塚にいろいろな大きさのアリが混在します。攻撃性が強いので、棒などで塚をつつくと集団でワッと出て来て襲いかかるのが特徴です。



ヒアリの巣(塚)

ヒアリの巣口

特定外来生物に指定されているヒアリ等については、全国主要港湾において環境省により調査が行われています。また、沖縄県内では、沖縄科学技術大学院大学(OIST)らが、県の事業委託により調査を続けています。国内では2017(平成29)年に本州の港湾ではじめて発見されましたが、県内では現在見つかっていません。



もし、ヒアリに刺されたら・・・

ヒアリに万が一刺された場合、激しい痛みや腫れを感じます。人によっては30分ほどで蕁麻疹や体調不良などの全身症状が出る場合があります。少しでも異常を感じたら、すぐにお近くの医療機関でアリに刺された旨を伝えて受診してください。

刺されたときの症状	軽度	激しい痛み 10時間ほどで腫がでる
	中度	部分的、または全身にかゆみをともなうじんましんが現れる
	重度	呼吸困難、血圧低下、意識障害 すぐに処置が必要

ヒアリ!?!
ハッとと思ったら
まずチェック!!

沖縄県内で見られる、よく似たアリ

アリの仲間は国内で300種あまりが記録されており、そのうちの多くが沖縄県内で見られます。ヒアリと同じように赤～赤茶色をした小型のアリも多く存在し、生態系の中で重要な役割を果たしています。専門家でも顕微鏡で見なければ種の同定は容易ではありません。ヒアリの特徴である「塚がまわりにないか」を、まず確認してください。

アミアリ



体長:2.5mm



色と体型がヒアリとよく似ていますが、アリ塚を作りません。背中にトゲがあります。

オオシワアリ



体長:3mm



色と体型がヒアリとよく似ていますが、アリ塚を作りません。背中にトゲがあります。

ツヤオオズアリ



体長:2mm～3.5mm



色と体型がヒアリとよく似ています。大きな兵アリが見られることがあります。低いアリ塚を作りますが、アリ塚をつついても激しく攻撃してきません。背中にトゲがあります。

ヒアリに関する
お問い合わせ・連絡先



環境省 那覇自然環境事務所

沖縄県 環境部自然保護課

098-836-6400・098-866-2243

もしかして
私のせい？

ヒアリをはじめとする特定外来生物は、 外来生物法により移動、運搬等が禁じられています。

外来生物法で規制される事項



外来生物法に違反した場合には、最高で個人の場合3年以下もしくは300万円以下の罰金またはその両方、法人の場合は1億円以下の罰金が科せられます。防除の実施が必要となった場合においては、原因者責任も問われます。

見慣れない水草が水がめに浮かんでいたり、庭や畑で急に増えてきた植物はありませんか？
特定外来生物を拡げているのは、あなたかもしれません。

身近な自然についてふだんから見つめ、侵略的な外来種の早期発見・初期防除をお願いします。

沖縄県内で注意を要する特定外来生物の例

薄黄色の泡巣が付いていませんか？



シロアゴガエル

熱帯アジアに分布する体長4～8cmのカエル。国内では沖縄島中部で1964年に侵入が確認され、わずか50年あまりの間に、沖縄諸島、宮古諸島などさまざまな島にひろがりました。春から秋にかけて木の枝や集水マス、コンクリート壁などに薄黄色の泡に包まれた卵(泡巣)を産みつけます。繁殖期間中何度も産卵し、卵はわずか4、5日でふ化して、あっという間に増えてしまいます。苗木や資材に泡巣等が付着していないか確認し、万一見つけた場合は防除をお願いします。

ツルヒヨドリ

南北アメリカの熱帯地域を原産とする、つる性の植物。日本では1984年にうるま市の天願川河口で発見され、沖縄島中部を中心に急速に分布を拡げています。国外では農作物や生態系に大きな被害を及ぼしており、見つけたら拡散しないよう注意しながらすぐに防除することが必要です。



ツルヒヨドリの葉
・葉のふちは少しギザギザ
・葉脈はつけ根からカーブを描きながら先端に向かって入る

庭や畑に生えていませんか？



水がめに浮かんでいませんか？

ボタンウキクサ

南アフリカ原産。水面に浮かぶタイプの水草で、水面をおおいつくすほど爆発的に増えます。水がめや池で放置されている例もありますが、栽培する意思がない「保管」についても、外来法では厳しく禁じています。



特定外来生物に関する詳しい情報は、以下のホームページをご覧ください

那覇自然環境事務所 「外来生物」 <http://kyushu.env.go.jp/naha/wildlife/index.html#gairai>

環境省 「日本の外来種対策」 <http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>

沖縄県 「外来種対策事業(ヒアリ等対策)」 http://www.pref.okinawa.lg.jp/site/kankyo/shizen/hogo/gairaisyu_hiari.html

沖縄科学技術大学院大学(OIST)「OKEON 美ら森プロジェクト」 <https://okeon.unit.oist.jp/>

【編集・発行】



環境省 那覇自然環境事務所
〒900-0022 沖縄県那覇市樋川1丁目15番15号 那覇第一地方合同庁舎1階

沖縄県 環境部自然保護課
〒900-8570 沖縄県那覇市泉崎1丁目2番2号

沖縄科学技術大学院大学(OIST) OKEON美ら森プロジェクト
〒904-0495 沖縄県国頭郡意納村谷茶1919-1



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。



どうやって見分ける？ 見つけたらどうする？

ヒアリ から沖縄を守る！

ヒアリは、人間の貿易活動と一緒に世界中に広まった南米原産の外来アリです。すでに、アメリカ合衆国、オーストラリア、フィリピン、台湾、中国などへ侵入・定着しています。日本では、平成29年に初めて本土の港で発見されましたが、沖縄県内ではまだ記録がありません。

ヒアリ 【特定外来生物】 ※特定外来生物は外来生物法により、移動、運搬等が禁じられています

背中にトゲがない 2つの節がある

【ヒアリの特徴】
体の色は赤茶色で、お腹の部分は黒い色をしている。攻撃性が強く、お尻の毒針で刺して攻撃する。体長2.5~6mm※。
※頭の前からお尻の先までの長さ

【ヒアリの巣】
地面に作る巣は、大きな塚になる。棒などでつつくと働きアリが集団でわっと出てくる。

お腹だけ黒い色

毒針 ※攻撃するときに出る

触角の先端2節が大きくなる
※触角は全部で10節（肉眼では判別が難しい）


実寸大  1cm 1つの巣の中に様々なサイズの働きアリが混在している。

沖縄県内で見られる、よく似たアリ

オオシワアリ 【外来種】

色と体型は、ヒアリによく似ているが、背中にトゲがある。アリ塚は作らない。体長約3mm。


背中トゲがある

実寸大  1cm

アミメアリ

色と体型は、ヒアリによく似ているが、背中にトゲがある。アリ塚は作らない。体長約2.5mm。


背中トゲがある

実寸大  1cm

ツヤオオズアリ 【外来種】

色と体型は、ヒアリによく似ているが、背中にトゲがある。頭の大きな兵隊アリが見られることがある。低いアリ塚を作るが、つついても攻撃してくることはない。体長2~3.5mm。

背中トゲがある

実寸大  1cm 1つの巣の中に2種類のサイズが混在している。

万が一ヒアリに刺されたら

- 1) 先ずは落ち着く
- 2) 30分ほど安静にし、体調に変化がないか注意する
- 3) 容体が急変した場合は（動悸、吐き気、頭痛、じんましん等）、すぐに医療機関を受診し、アリに刺されたことを伝える

※特にアレルギー反応がない場合は、慌てる心配はありません

もしもヒアリを見つけたら

- 1) 少数の個体をアルコールを入れた容器に採集する※
- 2) 管轄機関まで送付する

採集場所・採集日も教えてください

※刺されないように注意してください

アリってどんな生き物？

アリは、種類も個体数も多く、様々な生物との関係を持っているため、生態系の中で重要な役割を担っている生き物です。

疑わしいからといって、むやみやたらと駆除しないようにしてください。まずはヒアリかどうかを観察し、正しく行動する必要があります。

連絡先： 沖縄県環境部自然保護課 098-866-2243 〒900-8570 沖縄県那覇市泉崎1丁目2番2号

作成： 沖縄科学技術大学院大学 (OIST) OKEON美ら森プロジェクト

OISTは、平成28年度より沖縄県環境部自然保護課の外来種対策事業（ヒアリ等対策）を受託しています。

2-2. 抗体・遺伝子・化学物質による同定技術の検討

ヒアリを迅速かつ的確に同定できる技術手法を検討することを目的として、抗体による種判別、遺伝子、化学物質による種判別手法を検討した。

(1) 抗体

現場での簡易な種判別方法の確立を目的に、抗体による種判別は、Valles ら (2016) を参考に、ヒアリ特異的に反応する抗体の作成を行った。Valles ら (2016) ではモノクローナル抗体を作成しているが、コスト及び時間を要するため、低コスト・短時間で作成可能なポリクローナル抗体を作成している。対象領域は Valles らが作成した領域に加えて、抗原性の高い部位についても選択した。

今年度は、作成した抗体を用いて、ウエスタンブロット法によって目的とするタンパク質に対する抗体の特異性を確認した。その結果、作成したすべての抗体がヒアリ特異的な抗体であることを確認した (図 2-2_1)。今後、作成した抗体を用いてイムノクロマトや ELISA 法など、室内での簡易な種判別技術の開発の可能性は示唆される。ただし、Valles らが開発した妊娠検査薬等に使用されるイムノクロマトが販売される可能性もあることから、これらの発売状況等の動向を応じて、必要に応じて ELISA 法の確立等の検討を進めることとする。

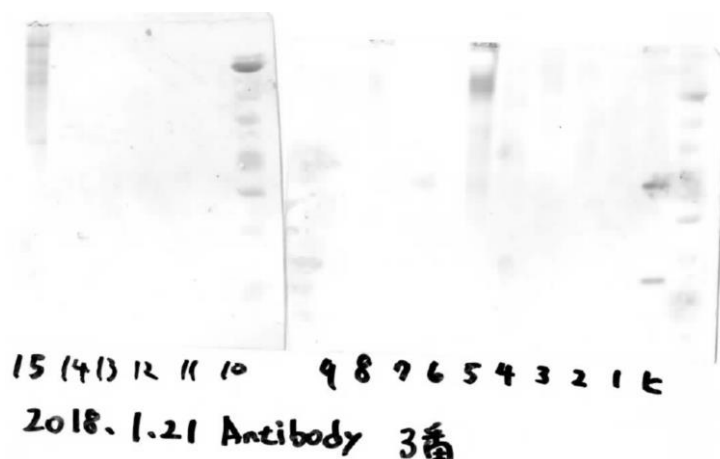


図 2-2_1 ウエスタンブロット法による抗体の反応性の確認

S M. Valles, C A. Strong, A-M.A. Callcott (2016) Development of a lateral flow immunoassay for rapid field detection of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). Anal Bioanal Chem. 408(17), 4693-703.

(2) 遺伝子

アリ類のソーティング作業の省労力化を目的に、遺伝子によるヒアリの同定技術の検討している。Jacobson ら (2006) は、ミトコンドリア DNA (COI, tRNA^{leu}, COII) を対象に PCR と制限酵素によってヒアリと近縁種の *S. xyloni* の判別技術を報告していることから、今年度は、ヒアリと近縁種のおキナワトフシアリについて、種判別のために汎用されているミトコンドリアの COI 領域のシーケンスを判読した (図 2-2_2)。今後は、本領域等を用いた LAMP 法などの開発状況に応じて沖縄での適用性を検討する。

Jacobson AL, Thompson DC, Murray L, Hanson SF (2009) Establishing Guidelines to Improve Identification of Fire Ants *Solenopsis xyloni* and *Solenopsis invicta*. Journal of Economic Entomology. 99(2), 313-322.



図 2-2_2 ヒアリ及びアカカミアリとおキナワトフシアリの COI 領域の比較

(3) GC-MS によるヒアリ検出法の検討

アリ類のソーティング作業の省労力化を目的に、ヒアリが持つ毒性物質による同定技術を検討・実施した。

① ヒアリ類の毒性物質

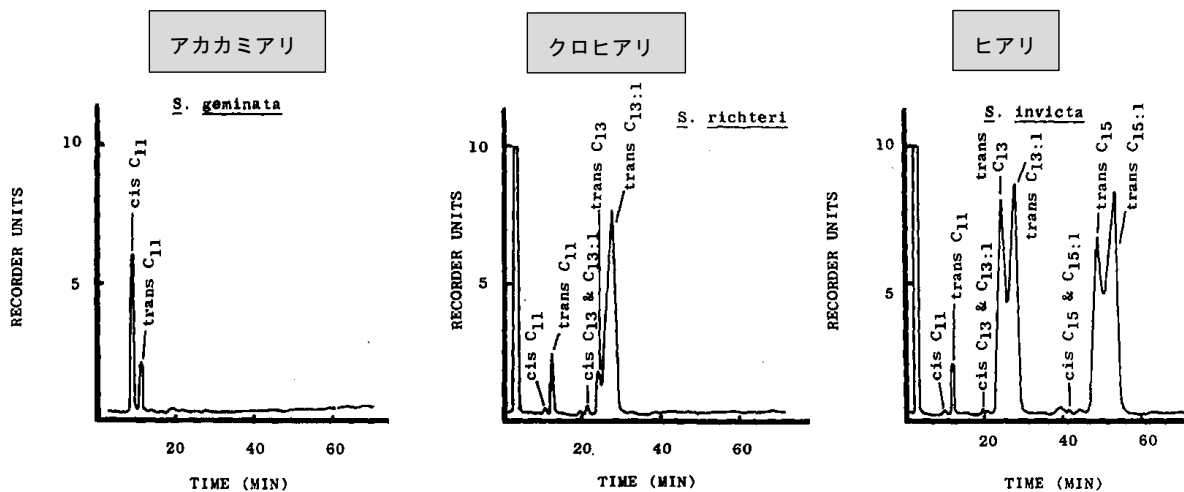
ヒアリ類の毒性物質として、アルカロイド 2-methyl-6-alkylpiperidine (総称ソレノプシン) が単離されており¹⁾、図 2-2_3 に示す物質が報告されている。

name	structure	name	structure
<i>cis</i> -C ₁₁		<i>trans</i> -C ₁₁	
<i>cis</i> -C _{11:1}		<i>trans</i> -C _{11:1}	
<i>cis</i> -C ₁₃		<i>trans</i> -C ₁₃	
<i>cis</i> -C _{13:1}		<i>trans</i> -C _{13:1}	
<i>cis</i> -C ₁₅		<i>trans</i> -C ₁₅	
<i>cis</i> -C _{15:1}		<i>trans</i> -C _{15:1}	
<i>cis</i> -C ₁₇		<i>trans</i> -C ₁₇	
<i>cis</i> -C _{17:1}		<i>trans</i> -C _{17:1}	

図 2-2_3 ヒアリ類の毒性物質

また、これらの毒性物質の組成には種間差が見られ、種のカテゴリや同定に使用できると考えられている^{2,3)}。参考に、アカカミアリ、クロヒアリ、ヒアリの毒性物質のガスクロマトグラフィー(GC)での分析チャートを図 2-2_4 に示す。それぞれ、以下のような特徴がある。

ワーカー

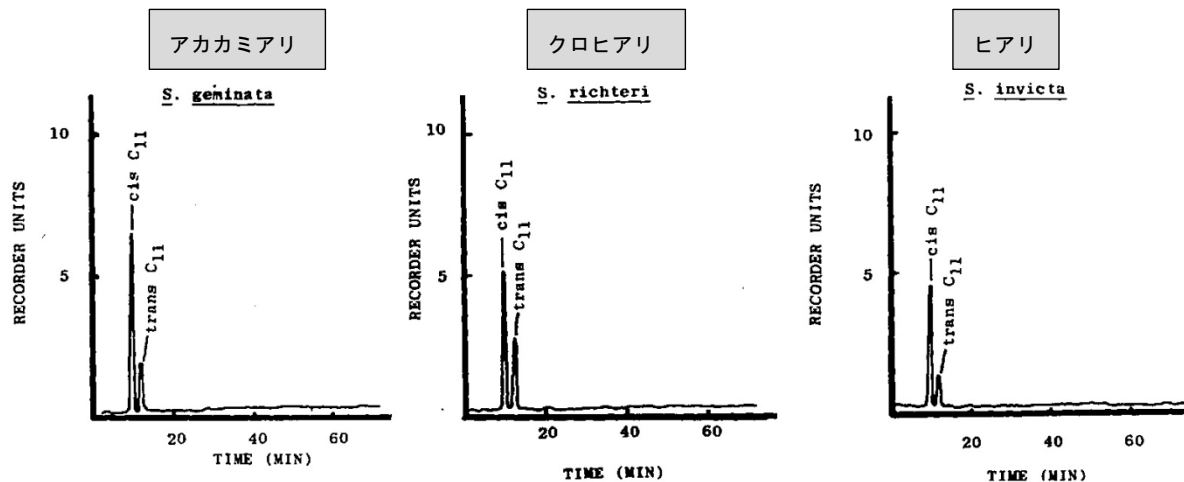


- ・C₁₁を多く持ち、他の毒性物質をほとんど持たない。
- ・C₁₁は *cis* 体と *trans* 体の両方が含まれる。

- ・C_{13:1}を最も多く持ち、次いでC₁₁、C₁₃を持つ。
- ・*cis* 体の毒性物質はほとんど含まれない。

- ・C₁₅、C_{15:1}、C₁₃、C_{13:1}を多く持つ。
- ・*cis* 体の毒性物質はほとんど含まれない。

有翅女王



アカカミアリ、クロヒアリ、ヒアリともに、C₁₁を多く持ち、他の毒性物質をほとんど持たない。

図 2-2_4 南米産ヒアリ類の毒性物質の組成⁴⁾ (上段：ワーカー、下段：有翅女王)

② GC-MS による毒性物質の検出

過去の研究において、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) を用いた毒性物質の同定方法が報告されている^{5,6)}。これらの分析条件を参考に、実際に毒性物質が検出できるか検討した。

【ヒアリワーカーの毒性物質】

台湾で採集したヒアリワーカー1 個体の分析結果を図 2-2_5 に示す。過去の報告⁶⁾と同様に、毒性物質 C_{11} , $C_{13:1}$, C_{13} , $C_{15:1}$, C_{15} , $C_{17:1}$ (すべて *trans* 体と推定) を検出することができ、 $C_{15:1}$ が最も多く含まれるという結果も一致した。

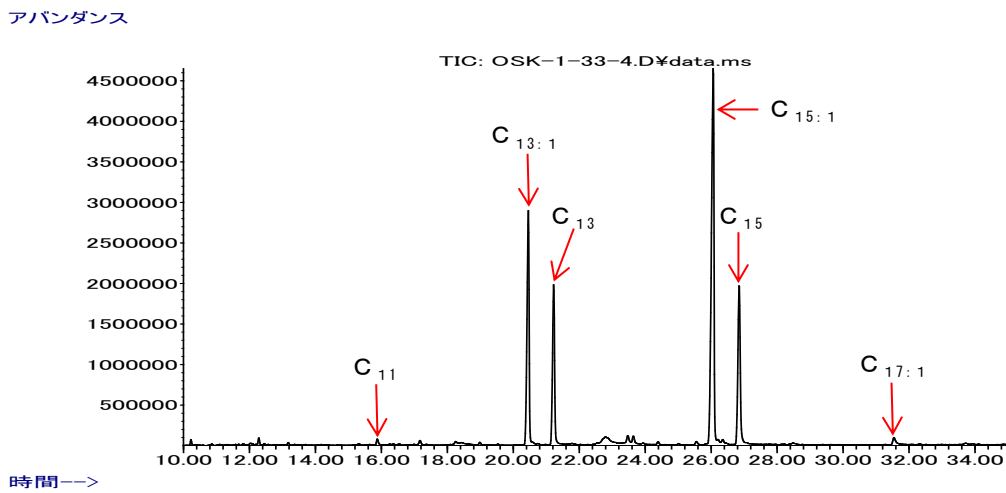


図 2-2_5 ヒアリワーカー1 個体の毒性物質

次に、毒性物質の組成が個体間でどの程度異なるのか調べた。台湾で採集したヒアリワーカー 30 個体を 1 個体ずつ分析し、それぞれの毒性物質のピークの積分値をプロットしたものを図 2-2_6 に示す。個体ごとに毒性物質の含有量は異なり、 C_{11} , $C_{17:1}$ を検出できない個体もいくつかあったが、30 個体すべてにおいて $C_{15:1}$ を最も多く持つことが分かった。よって、今回の我々の結果と過去の報告から、 $C_{15:1}$ の毒性物質をヒアリワーカー検出の指標とすることとした。

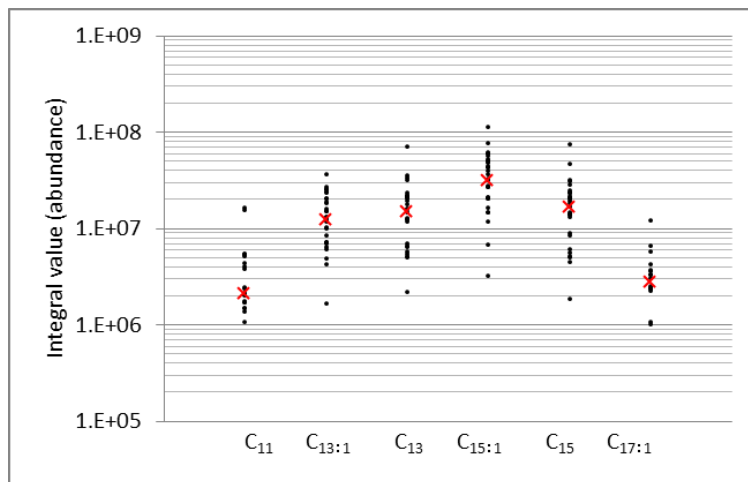


図 2-2_6 ヒアリワーカーの毒性物質の組成 (赤色の印は中央値)

【ヒアリ有翅女王の毒性物質】

台湾で採集したヒアリ有翅女王 1 個体の分析結果を図 2-2_7 に示す。有翅女王はワーカーとは異なり、毒性物質 C₁₁ を多く持ち、C_{13:1}, C₁₃, C_{15:1}, C₁₅, C_{17:1} はほとんど持たない。これは過去の報告と同様の結果である。

アバンドンス

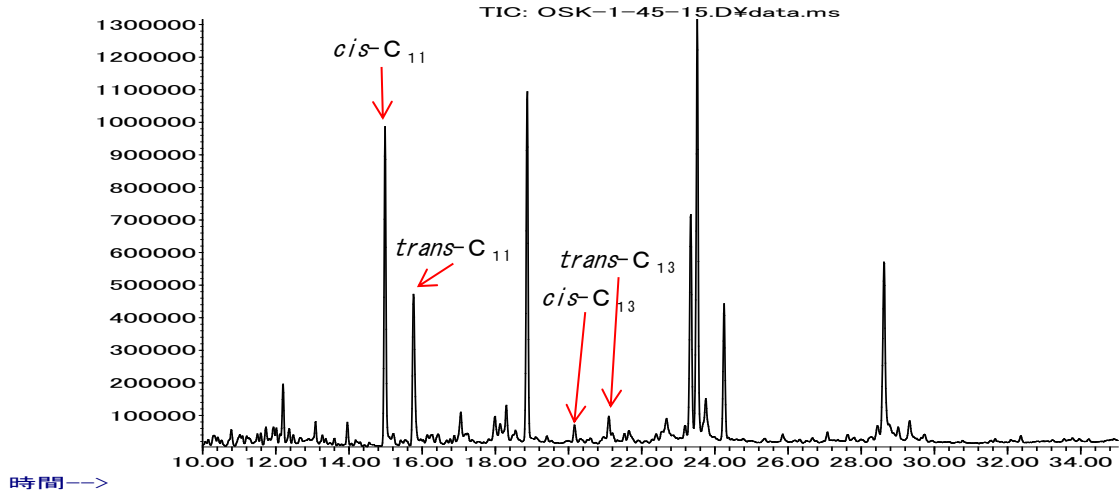


図 2-2_7 ヒアリ有翅女王 1 個体の毒性物質

次に、有翅女王についてもワーカーと同様に、毒性物質の組成が個体間でどの程度異なるのか調べた。台湾で採集した有翅女王 15 個体を 1 個体ずつ分析し、それぞれの毒性物質のピークの積分値をプロットしたものを図 2-2_8 に示す。個体ごとに毒性物質の含有量は異なり、どの個体も cis-C₁₁, trans-C₁₁ の毒性物質を多く持ち、その他はほとんど持たないことが分かった。また、C₁₃ を検出できない個体はいくつかあったが、C₁₁ については 15 個体すべてで検出できた。よって、今回の我々の結果と過去の報告から、cis-または trans-C₁₁ の毒性物質をヒアリ有翅女王検出の指標とすることとした。

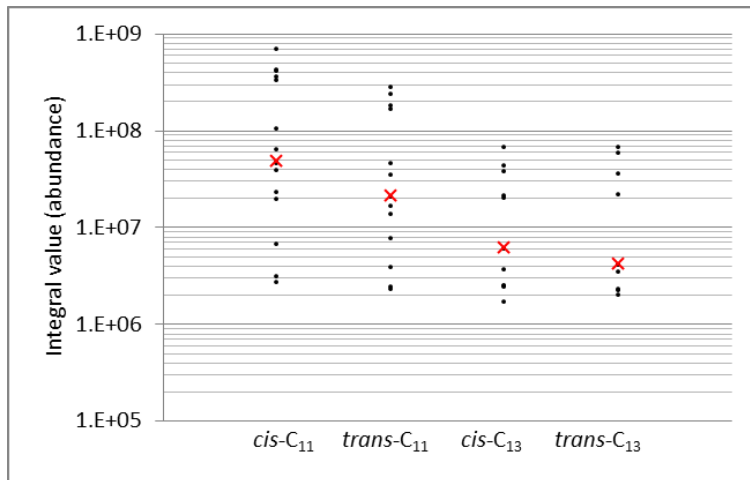


図 2-2_8 ヒアリ有翅女王の毒性物質の組成 (赤色の印は中央値)

③ ソーティング作業の省労力化を目的とした GC-MS による分析技術の検討

本州におけるヒアリ等発見を受け、沖縄県においても県内主要港湾での大規模な緊急モニタリング調査を実施し、また、OKEON 美ら森プロジェクトの SLAM トラップによるモニタリングを実施・継続している。これらから得られる大量のサンプルのソーティング作業には多くの労力がかかる。大量のサンプルを一度に分析することで、時間やコストを大幅に削減できると考え、GC-MS を用いたヒアリ検出技術を検討した。

【SLAM トラップのエタノール廃液の分析】

台湾に設置した SLAM トラップのエタノール廃液の分析結果を図 2-2_9 に示す。赤矢印で示す毒性物質の検出から、表 2-2_1 のようにヒアリの有無を推定した。

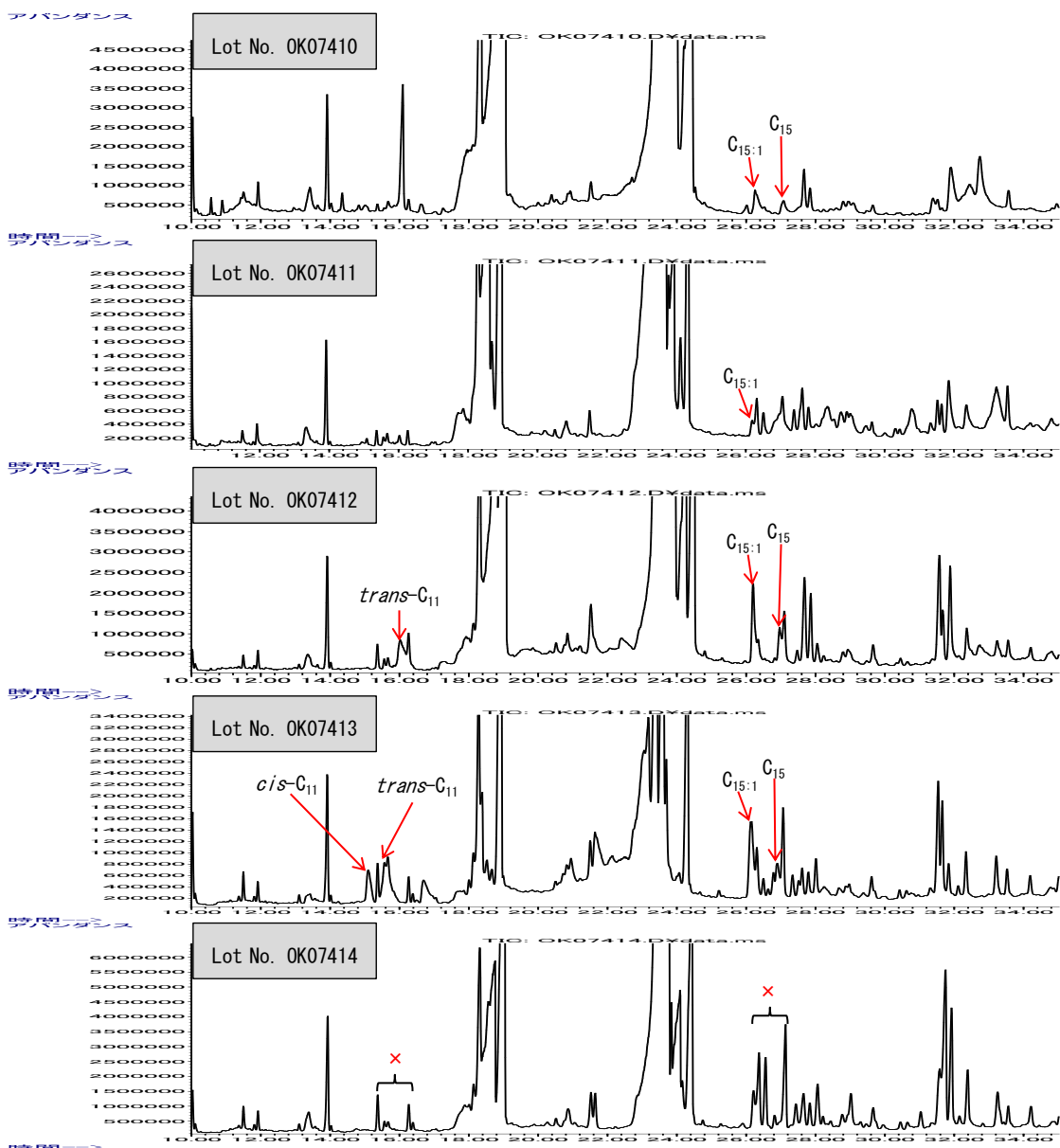


図 2-2_9 台湾に設置した SLAM トラップのエタノール廃液の分析結果

表 2-2_1 台湾に設置した SLAM トラップにおけるヒアリの有無の推定

Lot No.	ヒアリの有無
OK07410	ヒアリのワーカーが存在する (C _{15:1} , C ₁₅ の検出)
OK07411	ヒアリのワーカーが存在する (C _{15:1} の検出)
OK07412	ヒアリのワーカーが存在する (C _{15:1} , C ₁₅ の検出) ヒアリ類の有翅女王またはアカカミアリのワーカーが存在する* (C ₁₁ の検出)
OK07413	ヒアリのワーカーが存在する (C _{15:1} , C ₁₅ の検出) ヒアリ類の有翅女王またはアカカミアリのワーカーが存在する* (C ₁₁ の検出)
OK07414	ヒアリ・アカカミアリのワーカー、ヒアリ類の有翅女王は存在しない

*ヒアリ類の有翅女王とアカカミアリのワーカーは、今の段階では区別できない。

我々の推定結果を実際のソーティング結果と照合したところ、表 2-2_2 に示すように、5 サンプルのうち 4 サンプルについて一致した結果を得た。

表 2-2_2 台湾に設置した SLAM トラップにおけるヒアリの有無の推定結果とソーティング結果
(○は存在、×は存在しないことを表し、() 内の数字は実際に入っていた個体数を示す)

Lot No.	推定結果		ソーティング結果	
	ワーカー	有翅女王*	ワーカー	有翅女王
OK07410	○	×	○ (67 個体)	×
OK07411	○	×	○ (12 個体)	×
OK07412	○	○	○ (119 個体)	○ (29 個体)
OK07413	○	○	○ (39 個体)	○ (16 個体)
OK07414	×	×	○ (3 個体)	○ (1 個体)

*正確にはヒアリ類の有翅女王であり、またアカカミアリのワーカーとの区別はできない。

しかし、Lot No. OK07414 のサンプルについては毒性物質を検出することができず、誤答となってしまった。この原因は、トラップに入っているヒアリの数が少なく、毒性物質の含有量が少ないため、他のアリ類や昆虫による夾雑物に毒性物質のピークが埋もれてしまったことにあると考え、成分の分離操作を行うことにした。Lot No. OK07414 の成分をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより分離した結果、毒性物質 C₁₁, C_{13:1}, C₁₃, C_{15:1}, C₁₅を検出することができた (図 2-2_10)。GC-MS による分析が、この分離操作を行うことで 1 個体の有無を確認できる手法となり、有効な検出技術であるといえる。

今回分析したヒアリは台湾産であり、前節 2 で個体ごとの組成を調べたものも台湾産である。これまで本州で発見されたヒアリの多くが中国産であることを考えると、中国のヒアリを分析し、その毒性物質の組成等を解析する必要がある。また、県内 74 箇所に設置している SLAM トラップを 1 つにまとめた場合の夾雑物の影響等を検討しながら、GC-MS によるヒアリ同定技術の確立を目指す。

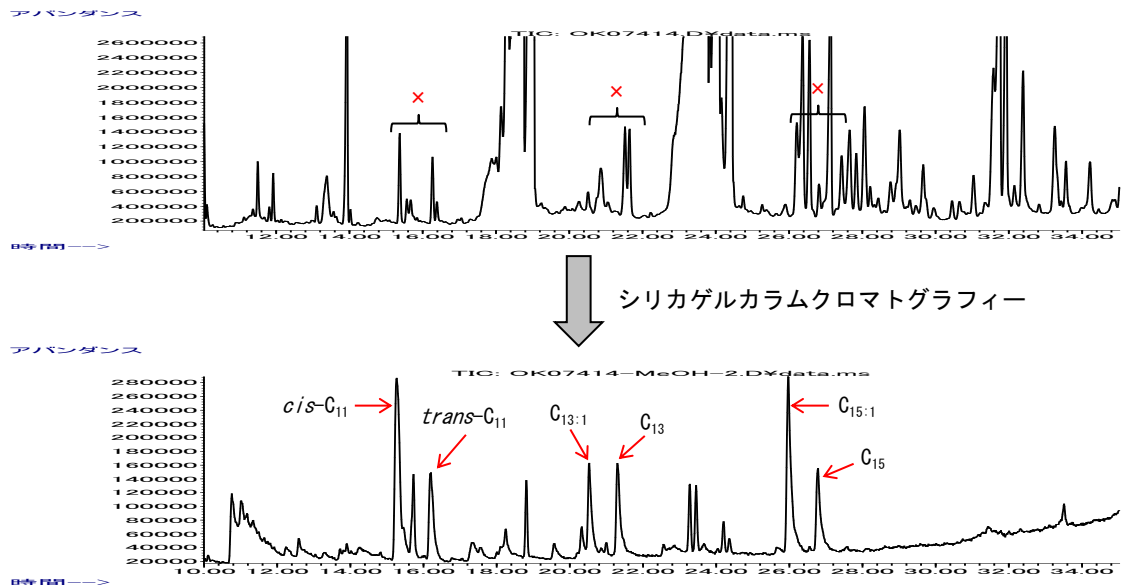


図 2-2_10 Lot No. OK07414 の分離操作前後の分析結果（上段：分離前、下段：分離後）

【緊急モニタリング調査におけるアリ保存液の分析】

12月に県内で行った緊急調査においては、顕微鏡下でのヒアリの有無の確認と、GC-MSによる毒性物質の分析を行う。分析は図 2-2_11 に示す方法で進めていく予定である。

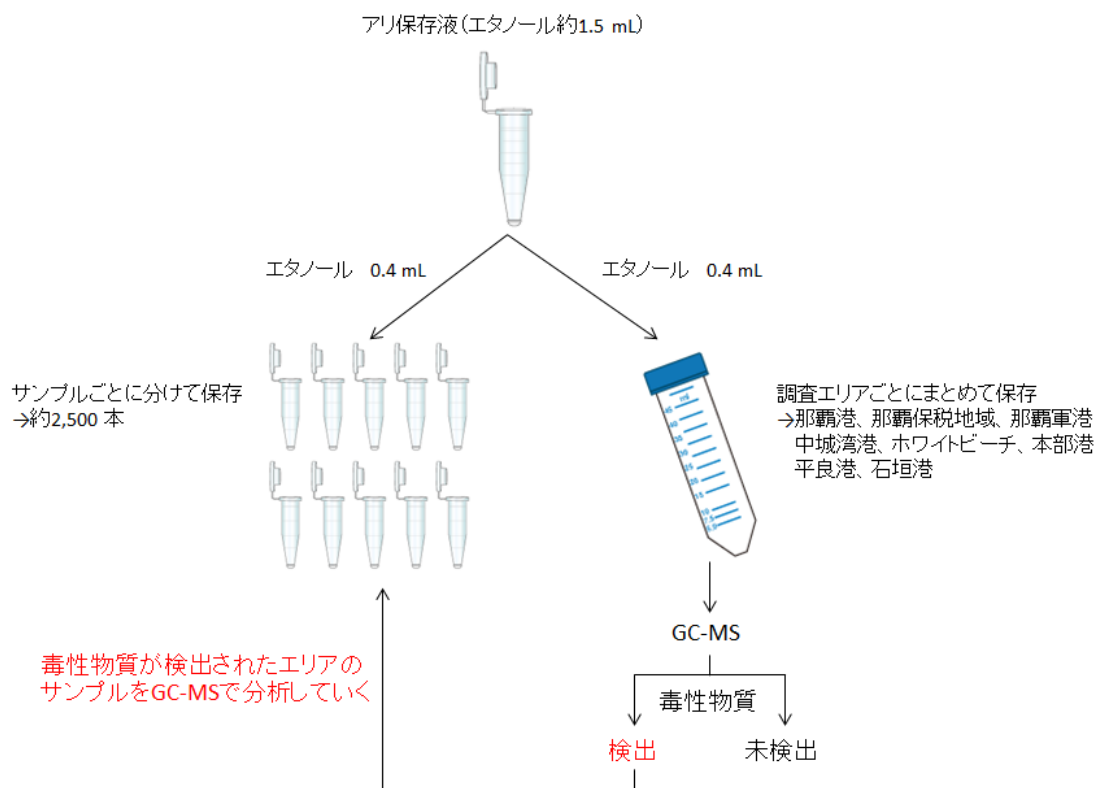


図 2-2_11 緊急モニタリング調査におけるアリ保存液の分析方法

- 1) MacConnell, J. G., Blum, M. S., Fales, H. M. *Science* 1970, *168*, 840-841.
- 2) Yu, Y. T., Wei, H. Y., Fadamiro, H. Y., Chen, L. *J. Agric. Food Chem.* 2014, *62*, 5907-5915.
- 3) Shi, Q. H., Hu, L., Wang, W.K, Vander Meer R, Porter S, Chen L. *Front. Ecol. Evol.* 2015, *3*: 76.
- 4) Brand, J. M., Blum, M. S., Ross, H. H. *Insect Biochem.* 1973, *3*, 45-51.
- 5) Chen, L., Fadamiro, H. Y. *Toxicon* 2009, *53*, 469-478.
- 6) Chen, L., Fadamiro, H. Y. *Toxicon* 2009, *53*, 479-486.