

第2章 ヒアリ等の監視技術・体制の確立

1. 有効なモニタリング手法の検討

1-1. トラップの種類や誘引剤の検討

(1) はじめに

平成29年に日本本土の港湾地区でヒアリが発見されて以来、全国の港湾でヒアリ類のモニタリング調査が実施されている。そのほとんどは、粘着トラップを使用したものだが、台湾などヒアリ侵入地域における先行調査事例では誘引剤による調査法が採用されている。沖縄県におけるヒアリ調査法マニュアルを策定するにあたり、誘引剤や粘着トラップでの調査法の評価と、その結果に基づく効果的な調査法の選定が必要となる。本事業では、実際の野外調査に基づく実験により、このデータを蓄積中である。本報告では、現時点までのデータや新規知見に基づいて、これまでに見られた傾向を改めて解析し、報告する。

(2) 目的

ヒアリの侵入地である台湾において、実際に高密度でヒアリが生息するエリアを選定し、沖縄におけるモニタリング手法を確立するための野外実験を実施した。実験実施にあたり、以下の2つの目的を設定した。

1. 複数種の粘着トラップをヒアリが生息する環境に設置し、それぞれがどの程度ヒアリ捕獲に有効であるかを評価する。
2. 誘引剤を使った調査においては、効果的な誘引剤の特定が必要である。餌選好性実験の実施により、ヒアリ誘引により効果的な誘引剤の種類を特定する。

(3) 調査地および調査時期

台湾ヒアリ防除センターの好意により、台湾新北市内にある草地を、野外調査地として提供してもらい、各実験を実施した（N25.0341510, E121.4698250、図1-1_1～図1-1_2）。調査地にはヒアリのアリ塚が散見され、地表面では、餌探索のために徘徊するヒアリの働きアリが容易に目視で確認できた。粘着トラップの捕獲効率予備実験は平成29年8月29日から30日に1回実施し、餌選好性実験は平成29年8月29日、11月14日、および平成30年2月26日の3日間で実施した。ベイト調査と粘着トラップの捕獲効率比較および、粘着トラップのベイト併用効果検証実験は平成30年2月24日から27日でそれぞれ1回実施した。

今年度得られた新規知見等を加え、改めて解析、検討を行った。



図1-1_1 新北市内調査区



図1-1_2 調査状況

(4) 調査方法

① 粘着トラップの有効性の検証実験（予備実験）

検証には、実際に日本でヒアリの調査に採用されているものを含め、6種類の粘着トラップを使用した。粘着面の面積による差を小さくするため、大きなものは半分の大きさに切り分けた。サイズをあわせた6種類の粘着トラップ（SHIR, BAGT, MUSH, PROB, CICP, PROR）それぞれを5枚ずつ準備し、その四隅に砕いたコーンスナックを誘引剤として設置し（図 1-1_3）、6種類のうち1種類の粘着トラップをさらに5枚、誘引剤未設置区として準備した。

草地脇の道路沿いに35mの調査線形区を設置し、1m間隔で35個のポイントを設置した。各ポイントの地面（草地）に誘引剤設置の6種類と未設置の1種類、計7種類の粘着トラップを交互に置き（5セット）、その後1日放置した。1日後にそれら全てを粘着トラップごと各別個に袋（プラスチックバッグ）に回収した。回収後には袋内に99.5%エタノールを少量入れてヒア리를殺虫し、粘着部分に付着したヒアリの個体数をカウントした。



図 1-1_3 粘着トラップの使用状態

② 誘引剤選好性実験

平成 28 年度に予備調査で使用した 7 種類の誘引剤のうち、誘引性が高いと思われる日本のコーンスナックとチップス各 1 種類、台湾において誘引剤調査に使用されているチップス 1 種類、これに、誘引調査における取り扱いやすそうな日本の長形スナック 1 種、およびアリ類の誘引調査に一般的に用いられるツナとはちみつの混合物（以下、ツナはちみつ）を加えた、計 5 種類を選定し、これらを対象に餌選好性実験を実施した。

ヒアリが高密度で生息する草地内に 10m×10mの調査方形区を設定し、それを 1m×1mの小方形区に 100 等分して、そのそれぞれの小方形区を中心に誘引剤設置ポイントを設定した。100 個の各設置ポイントに 5 種類のうち 1 種の誘引剤をランダムに置き（全体では各誘引剤を 20 個ずつ設置）、そこに誘引されたアリ類を採集した。誘引剤は、6cm×6cm に切った厚紙の上に置き、30

～40分後に誘引剤にきたヒアリをカードごと回収袋(プラスチックバッグ)に回収した(図 1-1_4)。同じ内容の実験を、各調査日の 10:30 から 17:00 の間に 3 回同じ場所で繰り返した。各回で設置した誘引剤の種類はランダムに入れ替えた。各回の開始時間の間隔は、前の回の回収後 30 分以上あけた。

採集したアリは、回収袋内に 99.5%エタノールを少量入れて殺虫し、実験室内においてヒアリの個体数をカウントした。



図 1-1_4 調査風景

③ 粘着トラップとベイト調査の採集効率比較実験

上記予備実験①で使用した 6 種類の粘着トラップのうち、捕獲効率が高かった 2 種類のトラップを用いて、日本のコーンスナックによる捕獲効率との比較実験を実施した。

上記の誘引剤選好性実験②を実施した 10m×10m の調査方形区の横に、同様の 10m×10m の調査方形区を設定し、それを 1m×1m の小方形区に 100 等分して、そのそれぞれの小方形区の中心に粘着トラップ設置ポイントを設定した。100 個の各設置ポイントに、2 種類の粘着トラップのうち 1 種のトラップをランダムに置き (各種類 50 個ずつ設置)、各種類の半数には日本のコーンスナックを 4 すみに設置した。つまり、1) トラップ A スナックなし、2) トラップ A スナックあり、3) トラップ B スナックなし、4) トラップ B スナックあり、の 4 つの実験区を 25 ずつ設置したことになる。

設置から約 72 時間後にそのすべてを回収袋(プラスチックバッグ)に回収し、回収袋内に 99.5%エタノールを少量入れて殺虫し、実験室内においてヒアリの個体数をカウントした。

④ 粘着トラップのベイト併用効果検証実験

上記予備実験①では、粘着トラップへのベイト併用によって全体の捕獲個体数が大きく減少し、逆に捕獲効率が微増する傾向がみられたが、確認するにはいずれもサンプル数が不十分であった。粘着トラップにベイトを併用することで、とくに捕獲効率の向上が見られるかどうかを検証するため、上記実験③における 2 種の粘着トラップについて、日本のコーンスナックを設置した区としなかった区での捕獲効率を比較した。

(5) 結果と考察

① 粘着トラップの有効性実験

35 個設置した粘着トラップのうち、24 個のトラップで 1 匹以上のヒアリを採集した。全トラップでの採集個体は合計 472 個体で平均採集個体数は約 13.5 個体（最小 0～最大 184）だった。

コーンスナックを誘引剤として使用した 6 種類のトラップの平均捕獲個体数は、それぞれ SHIR: 4.4 個体（最小 1～最大 13）、BAGT: 3.8 個体（最小 1～最大 9）、PROB: 3.4 個体（最小 0～最大 14）、CICP: 1.0 個体（最小 0～最大 4）、PROR: 36.8 個体（最小 0～最大 184）、MUSH: 9.4 個体（最小 0～最大 38）であった（図 1-1_5）。また、採れたか、採れなかったか、のみに注目した捕獲率は、それぞれ SHIR: 5/5 (100%)、BAGT: 5/5 (100%)、PROB: 3/5 (60%)、CICP: 2/5 (40%)、PROR: 1/5 (20%)、MUSH: 4/5 (80%)、であった（図 1-1_6）。捕獲個体数は個々の粘着トラップ設置地点間でのばらつきが大きく、トラップの種類による違いははっきりしなかった。その一方で、試行回数が少ない予備的なデータではあるものの、捕獲率には粘着トラップの種類間で違いがみられた。ヒアリモニタリング調査で粘着トラップを採用する際には、検出漏れを最小にするためにも、ヒアリ捕獲に適した種類のトラップを選択することが重要であることが示唆された。

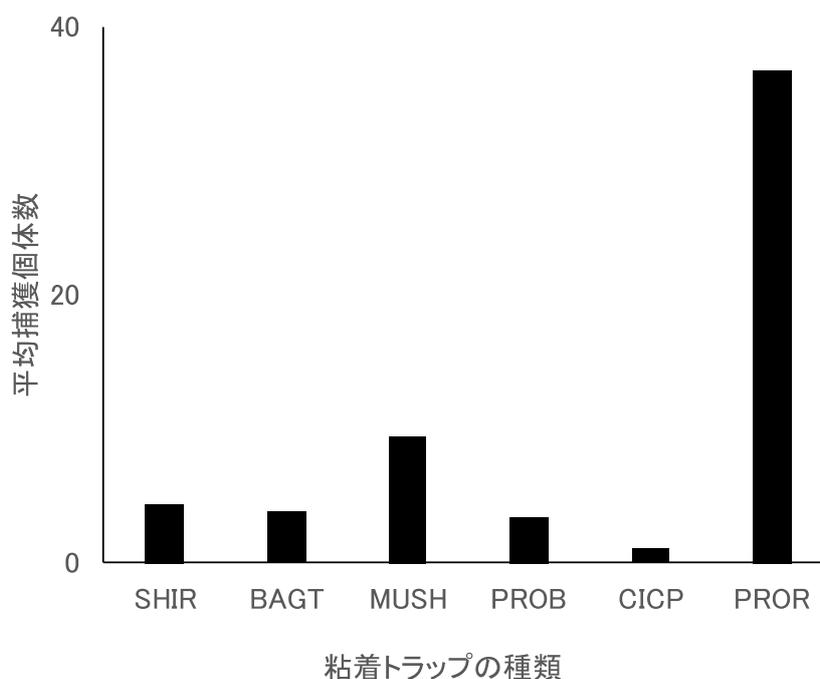


図 1-1_5 各種粘着トラップで採集されたヒアリ平均個体数

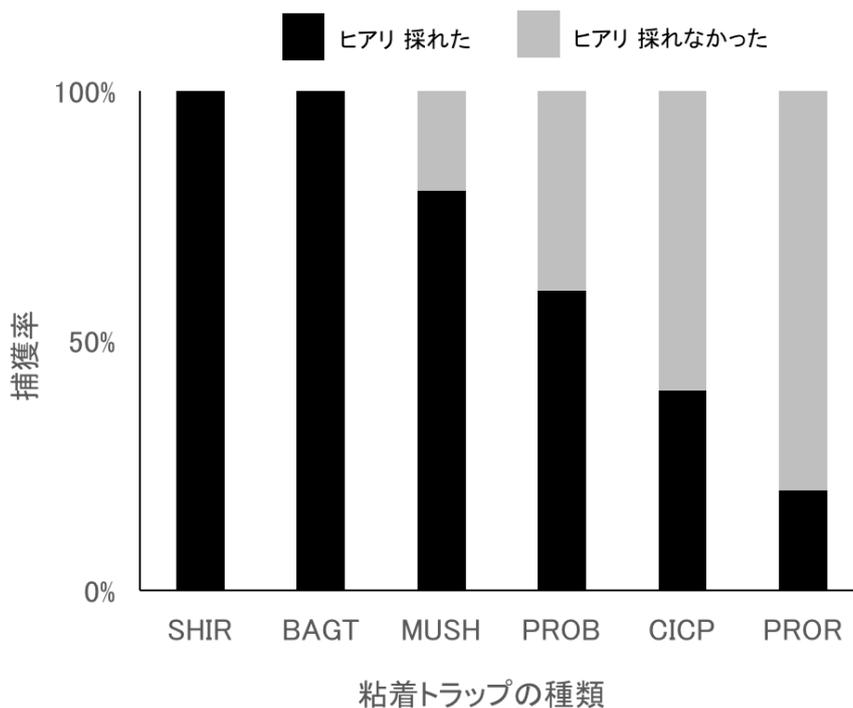


図 1-1_6 各種粘着トラップのヒアリ捕獲率

② 誘引剤選好性実験

これまでのところ、8月、11月、そして2月に3回ずつ、合計9回の実験により、各5種類の誘引剤を180回ずつ設置したことになる。本実験を通して採集されたヒアリは、合計で51,207個体となった。今回採用した5種類の各誘引剤から回収されたヒアリの平均個体数（最小～最大）は、それぞれ74.8（0～392）個体、62.1（0～391）個体、65.0（0～382）個体、58.2（0～352）個体、24.3（0～322）個体となった。また、採れたか、採れなかったか、のみに注目した捕獲率はそれぞれ170/180（94%）、166/180（92%）、162/180（90%）、161/180（89%）、134/180（74%）であった。これまでの季節を通した調査データから、捕獲個体数および捕獲率双方を指標とした誘引力において、ツナはちみつが他のものより目立って劣っていた。しかし、他のスナック類については、誘引力の季節変動がみられたために全体としてはほぼ差がみられなくなった。これまでのデータによって、ベイト調査により沖縄において最大の効果を上げるためには、現状、日本のコーンスナックを用いて11月に調査を行えば良いという結論に至った。

③ 粘着トラップとベイト調査の採集効率比較実験

現在沖縄県で採用している日本のコーンスナックを用いたベイト調査と、粘着トラップ調査の採集効率を比較するため、上記実験②の「日本のコーンスナック」区と、ベイト未併用の粘着トラップ区における、ヒアリ捕獲の有無を比較した（図 1-1_7）。その結果、コーンスナック区では60区中54区でヒアリが捕獲され（90%）、粘着トラップベイト未併用区では50トラップ中41区でヒアリが捕獲された（82%）。差があるとは言えなかったものの、コーンスナック区で若干捕獲率が高くなった。国際コンテナヤードなど、長時間のトラップ設置が作業場難しいところでは、短時間で現地調査を終了できるベイト調査を積極的に採用すべきだと考える。

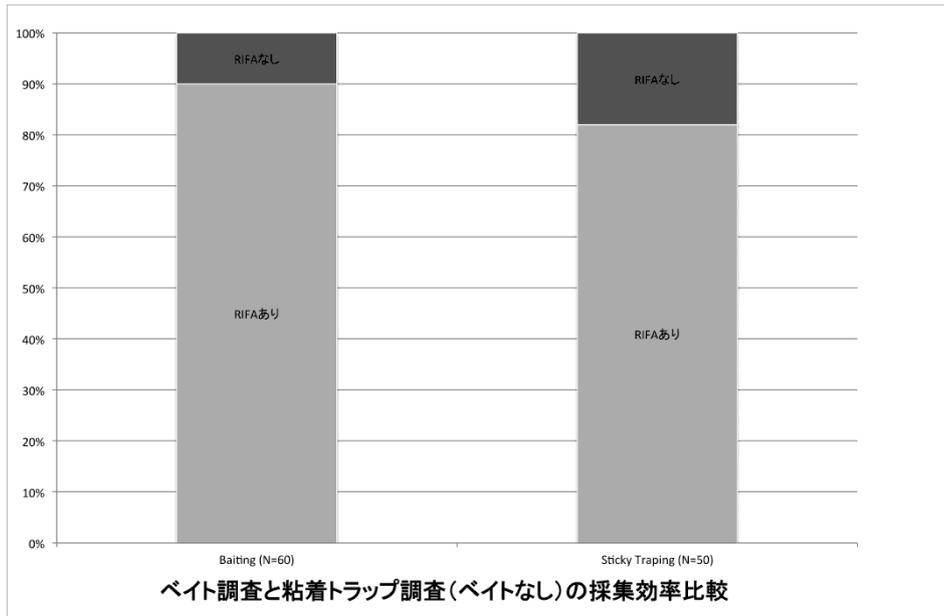


図 1-1_7 ベイト調査と粘着トラップ調査(ベイトなし)の採集効率比較

④ 粘着トラップのベイト併用効果検証実験

粘着トラップへのベイト（餌）の併用による採集効率は、使用する粘着トラップの種類によって大きく違いを見せた（図 1-1_8）。ひとつ目の粘着トラップでは、ベイトの併用によって採集効率は著しく低下し、もうひとつの粘着トラップでは差がなかったものの、わずかに改善した。粘着トラップに誘引剤を併用した場合、ヒアリがトラップ粘着部に周囲の植物片や土を盛んに運び込み、誘引剤への足場を作る「橋かけ行動」が観察された。粘着トラップへの誘引剤使用が、「橋かけ行動」を誘発し、かえって捕獲効率や捕獲個体数の改善を阻害している可能性が高い。ベイト併用の影響が少なかった後者のトラップは、粘着面の上にメッシュが貼られており、橋かけ行動の影響を受けにくかったことが、その原因だと思われる。

これまでの結論として、粘着トラップへのベイト併用は、作業コストがかかる割にヒアリ採集効率向上が見込めず、むしろ低下させる危険性が高いため、実施すべきではないと考える。

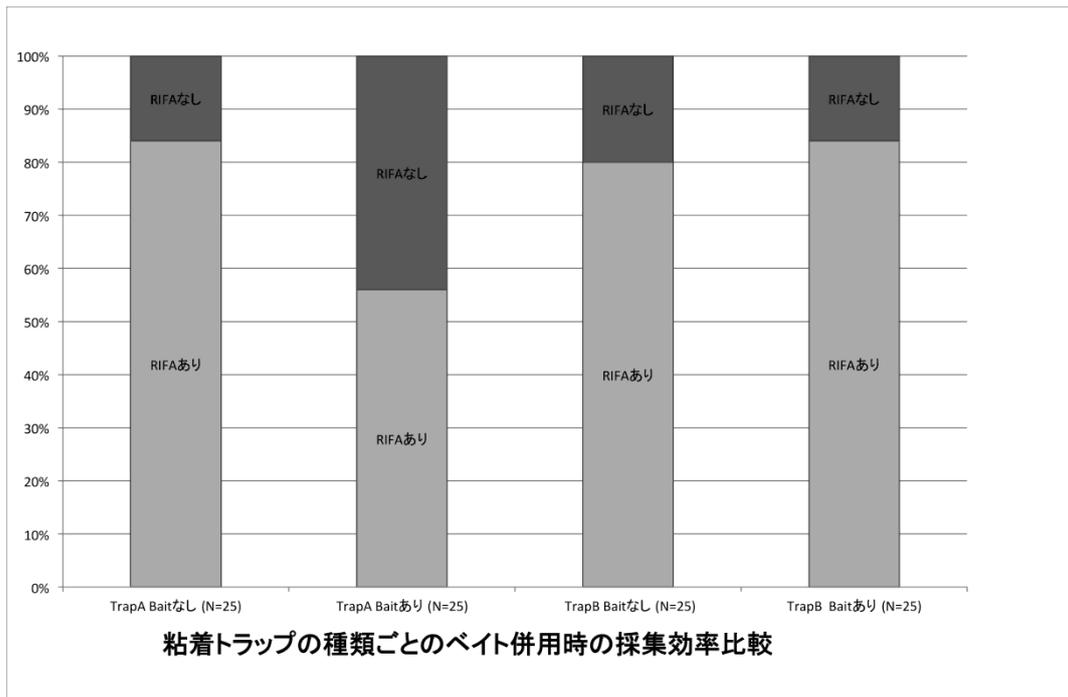


図 1-1_8 粘着トラップの種類ごとのベイト併用時の採集効率比較

1-2. 主要港湾等における調査方法の検討

(1) はじめに

昨年度の主要港湾等における調査は、遠沈管の内と外にスナックを入れてアリを採集する方法で行った。トラップ設置や回収の労力削減のために、ヒアリの捕獲ができ、かつ簡便な設置方法を検討した。

まず、現在の設置方法やスナックを直置きしたものを比較した。その次に、直置きしたスナックの回収容器を検討した。

(2) モニタリング用ベイトの設置方法の検討

① 方法

a. 設置方法

設置方法は、下記の4種類とした。

A: 遠沈管の内部に粉碎したスナック I と外に1つ置く方法（現行の設置方法）

B: 遠沈管の内部に1つのみ置く方法（現行の方法を簡易にした方法）

C: スナック I を直置きする方法

D: スナック II を直置きする方法の4種類とした。

調査は台湾の新北市のヒアリ高密度域（設置個所内に多数の巣穴がある地域）と低密度域（冬季に設置個所内に巣穴が1つある地域）の2ヶ所で実施した。

設置方法は10m×6mの方形枠内に1m間隔でランダムに各15個（合計60個）置き、50分後に回収した。



高密度域の外観（冬季）



低密度域の外観（冬季）



調査範囲内に複数の巣がある（冬季）



調査範囲内に1つ巣があった（冬季）



高密度域の外観（秋季）



低密度域の外観（秋季）

b. 実施時期

調査は2回、冬季（平成30年2月27日）と秋季（平成30年10月23日）に実施した。

冬季の調査日の気温は24.9℃まで上昇したものの、調査前日は17.9℃以下の気温であった（中華民国交通部中央氣象局ホームページ*板橋）。秋季の調査日の気温は24.7℃であり、調査時、時間当たり2mm以下の降雨が見られた条件下での調査であった。

- ・冬季：平成30年2月27日
- ・秋季：平成30年10月23日

*<https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

② 結果

冬季の高密度域と低密度域のヒアリの捕獲状況を比較すると、高密度域の平均捕獲個体数は低密度域の約18倍であり、捕獲率も高密度域では80%の捕獲率に対し低密度域では18%であった（表1-2_1）。秋季は高密度域では100%の捕獲率に対し低密度域では43%となった（表1-2_2）。

捕獲方法を比較すると、遠沈管の中にだけスナックを設置したBによるヒアリの捕獲数は少なく、冬季の低密度域では1個体も捕獲されなかった（表1-2_1）。このことから、Bは冬季の設置方法としては適していない方法であった。一方、遠沈管を用いない直置き（C、D）は現行の方法（A）と同程度の個体数、捕獲率であった。直置きは簡便な設置方法であるため、単位時間当たりの設置数を増やすには有効な方法であると考えられる。

なお、冬季も秋季も確認した他のアリは全てクロヒメアリであった。

表1-2_1 アリ類の捕獲結果（冬季：平成30年2月）

高密度域					低密度域				
	ヒアリ		他のアリ			ヒアリ		他のアリ	
	平均	捕獲率	平均	捕獲率		平均	捕獲率	平均	捕獲率
A	31.7	100%	0.0	0%	A	0.9	27%	0.3	20%
B	1.2	33%	0.0	0%	B	0.0	0%	0.5	33%
C	26.4	93%	0.0	0%	C	0.3	13%	0.3	20%
D	13.1	93%	0.0	0%	D	3.1	33%	2.0	33%
計	18.1	80%	0.0	0%	計	1.1	18%	0.8	27%

各 N=15

各 N=15

表1-2_2 アリ類の捕獲結果（秋季：平成30年10月）

高密度域					低密度域				
	ヒアリ		他のアリ			ヒアリ		他のアリ	
	平均	捕獲率	平均	捕獲率		平均	捕獲率	平均	捕獲率
A	362.1	100%	0.0	0%	A	3.1	53%	0.1	7%
B	140.1	100%	0.0	0%	B	0.6	33%	0.0	0%
C	267.4	100%	0.0	0%	C	4.1	47%	0.0	0%
D	371.8	100%	0.0	0%	D	1.2	40%	1.3	20%
計	285.3	100%	0.0	0%	計	2.2	43%	0.4	7%

各 N=15

各 N=15

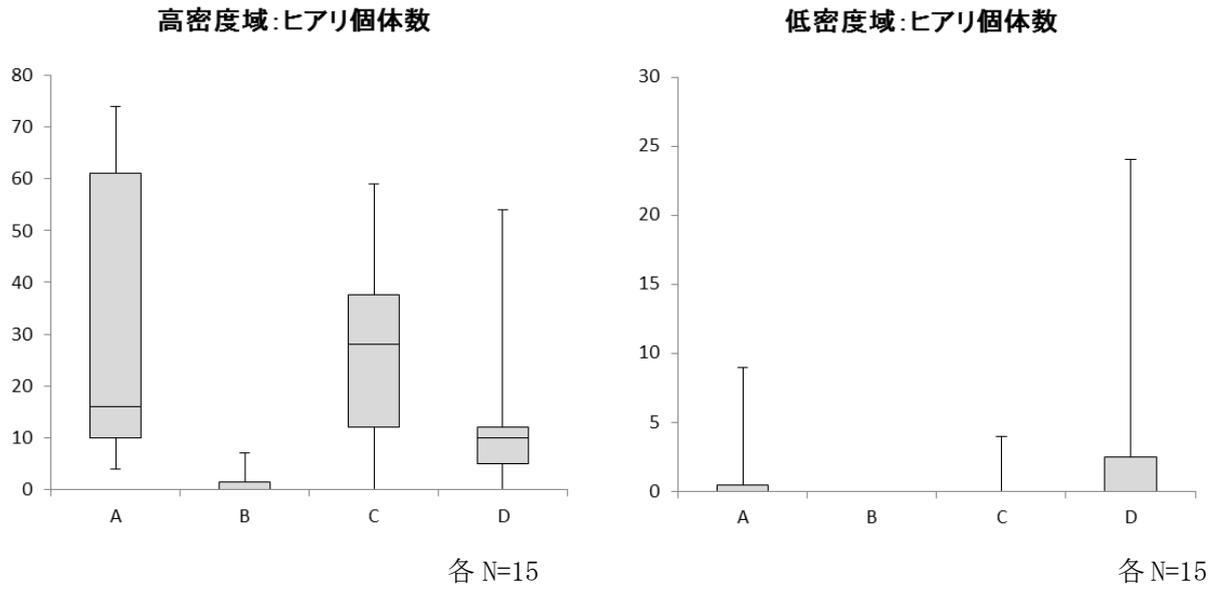


図 1-2_1 冬季のヒアリの捕獲結果 (箱ひげ図)

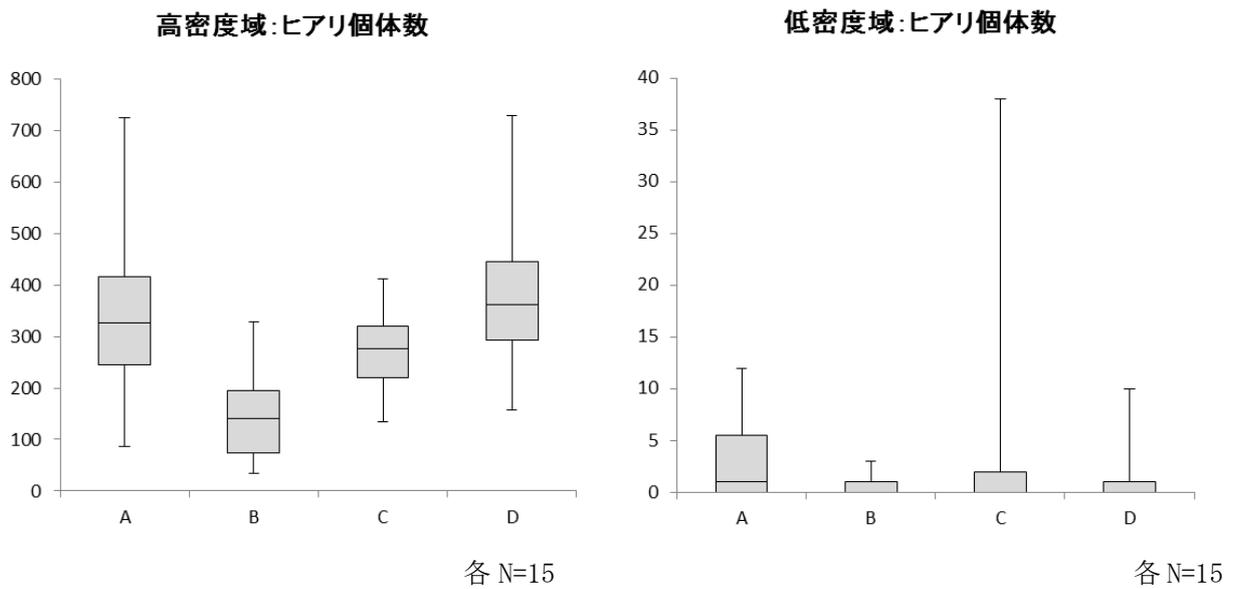


図 1-2_2 秋季のヒアリの捕獲結果 (箱ひげ図)

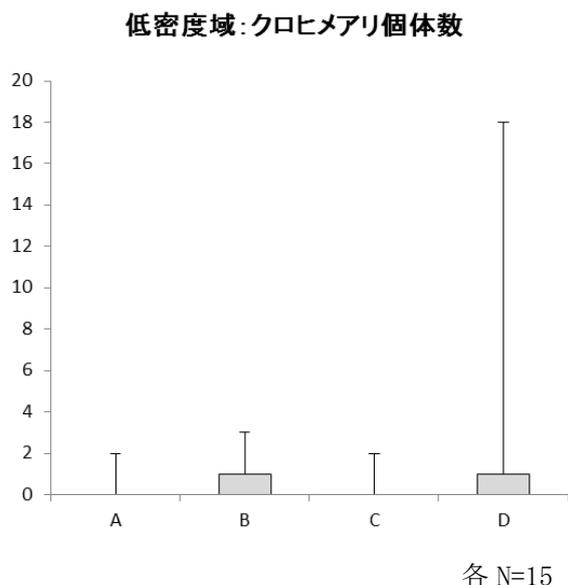


図 1-2_3 冬季の他のアリ類の捕獲結果
(箱ひげ図)

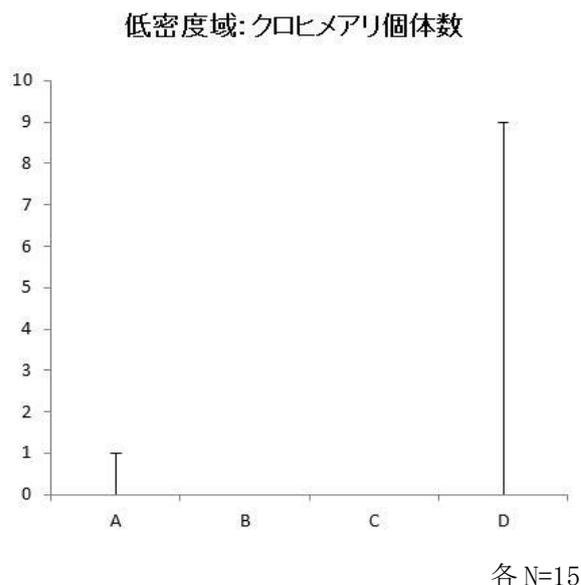


図 1-2_4 秋季の他のアリの捕獲結果
(箱ひげ図)

(3) 直置きしたスナックの回収容器の検討

遠沈管と異なり、直置きしたスナックでアリを集める方法では、アリを回収する容器が必要になる。簡便にまとめて回収する容器として蓋付きバケツを用いることにした。

ヒアリを回収した場合に、回収容器からヒアリが逃げ出すことを防止するため、蓋付きバケツの上部と中央部にアリ逸出防止用のフルオンとタルクを塗ったものを準備し、約 1 時間後にヒアリやアカカミアリが逃げ出さないかについて検討した。

ヒアリについては前述の調査地点（新北市）、アカカミアリについては成功大学内（台南市）で実施した。平成 30 年 10 月 21 日（アカカミアリ）、23 日（ヒアリ）に実施した。

その結果、無処理区ではヒアリもアカカミアリもバケツの壁面を登って逃げ出したが、フルオンやタルクを塗ったものは、ヒアリもアカカミアリもほとんど逃げ出さなかった。

以上より、直置きしたスナックの回収容器として蓋付バケツにフルオン等を塗ったものを用いることにしている。

1-3. 香港におけるヒアリの生息状況

ヒアリの生息地として、沖縄県の近隣諸国では、台湾のほか、中国、香港が知られている。GC-MSによる有効なヒアリ検出法を確立するために、台湾以外の国としてヒアリ採集のために香港で調査を実施した。また、香港でのヒアリの生息状況に関する知見が得られたので、以下に報告する。

- ・日 程：平成 31 年 1 月 29 日～31 日
- ・訪問先：香港大学 Benoit Guénard 准教授
- ・結 果：香港では既にヒアリは定着しているものの、冬季にヒアリの蟻塚は大きくなる。スプリンクラーの近くで蟻塚が大きくなっていったことから、香港の冬は乾期にあたることその一因と考えられた。また、この他にも、気候や土地利用などの条件によって、ヒアリが地表面に作る蟻塚の形状といった生態も変化するとの情報も得られた。沖縄でのヒアリ対策策定において、気候条件が似ている台湾を検証調査地として選んだのはこうした点からも適切であると考えられる。



香港大学内でのヒアリの生息確認



ヒアリの蟻塚（ドーム型にはならない）



ヒアリの蟻塚（ドーム型にはならない）



石の下に蟻塚を作ることもある



スプリンクラー近くでは蟻塚が大きくなっている



スプリンクラーの近くで大きくなっている蟻塚

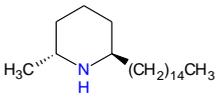
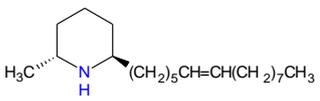
2. 同定技術の検討 (GC-MS によるヒアリ検出法)

ヒアリ類を迅速かつ的確に同定することを目的に、ヒアリ類が持つ毒性物質による同定技術を検討した。

2-1. GC-MS によるヒアリの毒性物質の検出

ヒアリの特異的な毒性物質として、アルカロイド 2-methyl-6-alkylpiperidine (総称ソレノブシン) が単離されており¹⁾、表 2-1_1 に示す物質が報告されている。

表 2-1_1 ヒアリの毒性物質

name	structure
<i>trans</i> *-C ₁₅	 <ul style="list-style-type: none"> ・側鎖の炭素数が 15 個であるため、C₁₅ と呼ばれる。 ・炭素数が 11, 13, 15, 17 個のものがある。
<i>trans</i> *-C _{15:1}	 <ul style="list-style-type: none"> ・側鎖に二重結合が 1 つあるため、C_{15:1} と呼ばれる。 ・炭素数が 11, 13, 15, 17 個のものがある。

* *cis* 体 (側鎖の向きが環平面に対して逆側にある) の毒性物質もある。

また、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) を用いたヒアリの毒性物質の同定方法が報告されている^{2,3,4)}。これらの分析条件を参考に、GC-MS を用いた毒性物質の検出が可能か検討したところ、実際に検出できることを確認した (平成 29 年度報告書)。

台湾で採集したヒアリワーカー 1 個体をエタノールで抽出し、その抽出液を GC-MS により分析した結果を図 2-1_1 に示す。また、ワーカー 30 個体を 1 個体ずつ分析したところ、30 個体すべてにおいて C_{15:1} の毒性物質を最も多く持つ (図 2-1_1、赤字) ことが分かった。よって、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 (平成 29 年度報告書)。

アバundance

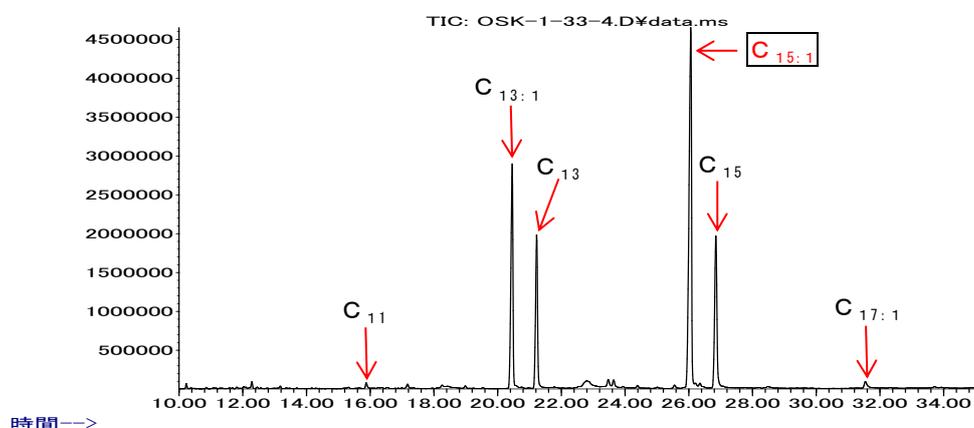


図 2-1_1 ヒアリワーカー 1 個体の毒性物質

2-2. 毒性物質の物性

GC-MS による毒性物質の検出技術の検討において、それらの物質の物性を把握することは非常に重要である。そこで、抽出時間、変性、以下の事項について検討した。

(1) 抽出時間

ヒアリをエタノールに浸漬後どれくらいの時間で毒性物質が抽出されるか確認した。ワーカー 10 個体をエタノール 100 mL に浸漬し、その中から一定時間後（1 時間後、3 時間後、6 時間後、1 日後、3 日後、7 日後、14 日後）に 1 mL 量り取り、その抽出液を GC-MS により分析した。ワーカーに最も多く含まれる毒性物質 $C_{15:1}$ に着目し、含有量の推移をグラフに示した（図 2-2_1、 $n=6$ ）。

その結果、以下の点が明らかになった。

- 毒性物質は 1 時間で検出可能な量が抽出される。
- 1～3 日間浸漬することで、約 10 倍量が抽出される*。
- 3 日間以上浸漬しても、抽出効率はさほど変わらない。

*abundance=含有量ではないが、標準物質において分析濃度が 10 倍になると abundance も 10 倍になる。

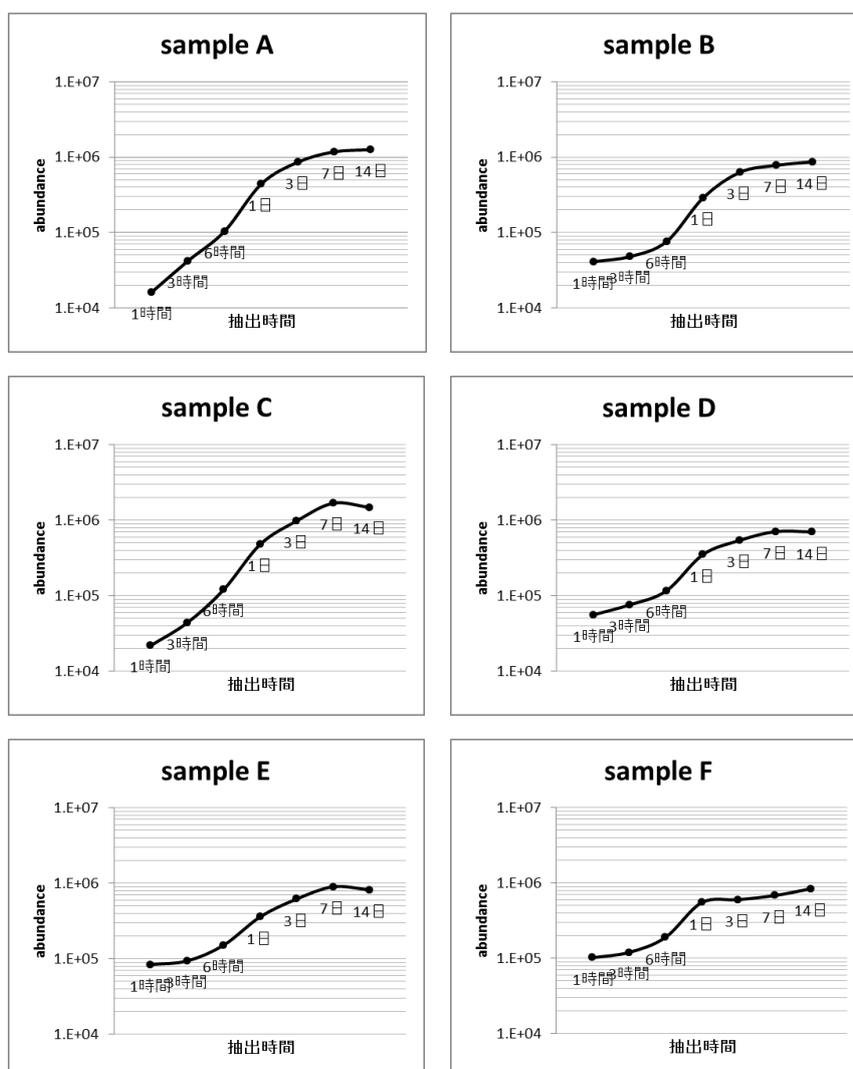


図 2-2_1 抽出時間と量の関係

(2) 温度による変性

① 室温 (26~28 °C)

毒性物質がエタノール中で変性しないか（具体的には壊れないか）について、室温下で確認した。ワーカー10個体をエタノール100 mLに浸漬し、2週間後に1 mL量り取り、室温(26~28 °C)で静置した。それらの抽出液を一定時間後(1日後、1週間後、2週間後、4週間後)にGC-MSにより分析した。ワーカーに最も多く含まれる毒性物質 $C_{15:1}$ に着目し、含有量の推移をグラフに示した(図2-2_2、 $n=6$)。

その結果、以下の点が明らかになった。

- 毒性物質 $C_{15:1}$ はエタノール中(26~28 °C)で極めて安定である。
- $C_{15:1}$ 以外の毒性物質についても同様の結果が得られた。

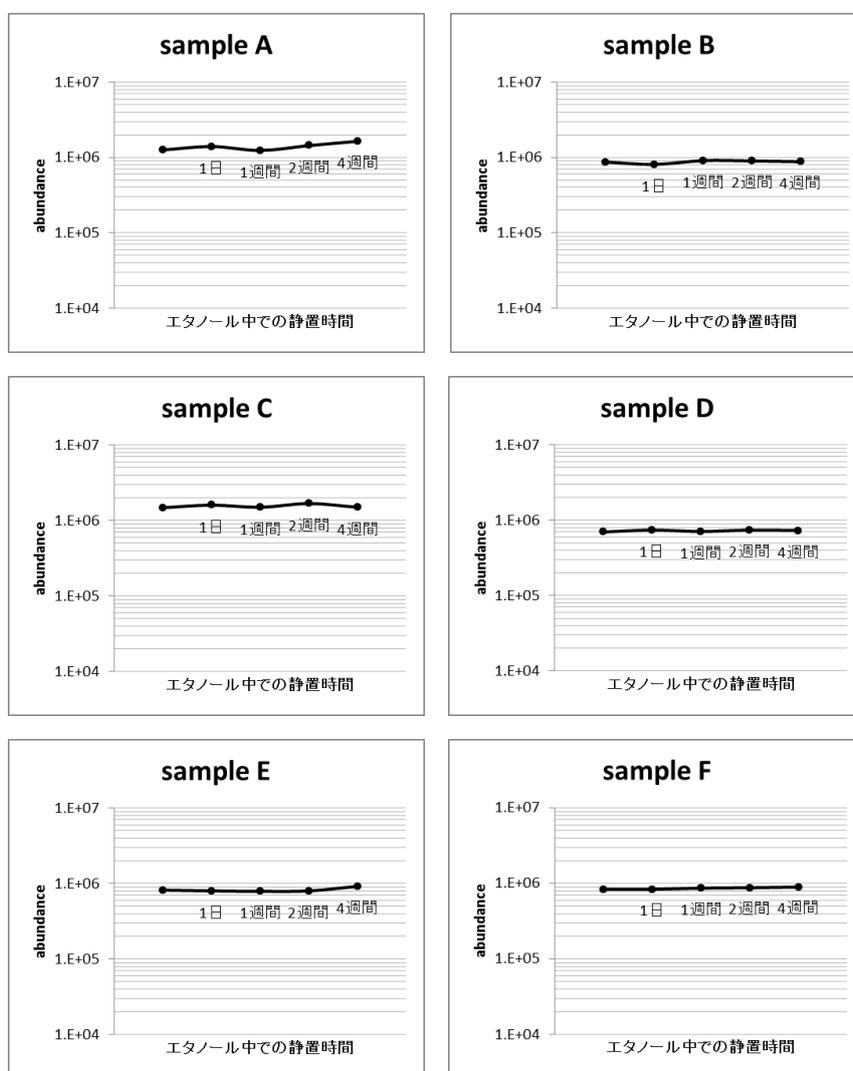


図2-2_2 毒性物質 $C_{15:1}$ のエタノール中での安定性

② 40 °C

SLAM トラップで想定されるよりも高温下で毒性物質の変性が起こらないか（具体的には壊れないか）を確認した。ワーカー10 個体をエタノール 100 mL に浸漬し、1 週間後に 1 mL 量り取り、40 °C のウォーターバス中で静置した。それらの抽出液を一定時間後（1 日後、3 日後、1 週間後、2 週間後）に GC-MS により分析した。ワーカーに最も多く含まれる毒性物質 $C_{15:1}$ に着目し、含有量の推移をグラフに示した（図 2-2_3、n=6）。

その結果、以下の点が明らかになった。

- 毒性物質 $C_{15:1}$ は 1 週間以上 40 °C 中にあると、壊れていく可能性が示唆された（sample C, D, E, F）。
- 含有量が 1/10 以下にもなっていないため、検出に問題があるほどではない。

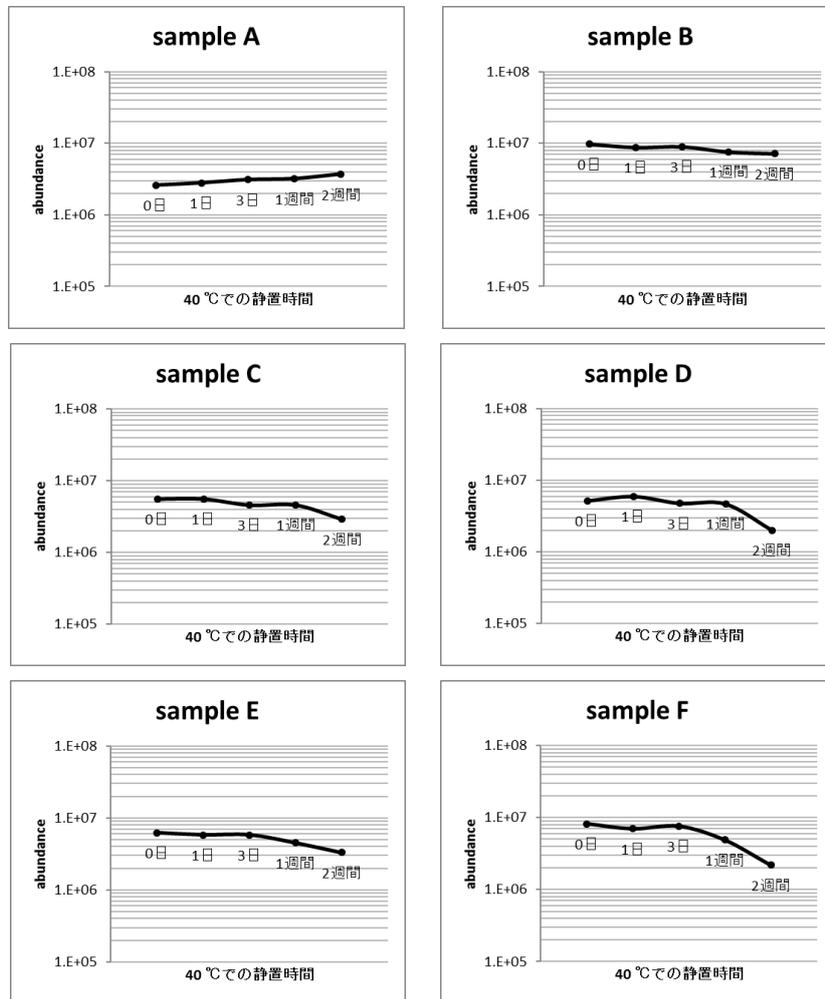


図 2-2_3 毒性物質含有量の温度による影響

③ 今後の課題（太陽光による変性）

SLAM トラップは野外に設置しているテント型トラップで、その中にエタノールが入った採集ボトルが仕掛けられている。よって、SLAM トラップ調査において GC-MS を利用するためには、ヒアリの毒性物質が太陽光によって壊れないか確認する必要がある。

以下の方法で検討を行う。

- ヒアリ抽出液を日中常に太陽光が当たる場所に置く。
- 一定時間後（1 日後、1 週間後、2 週間後、4 週間後）に GC-MS により分析し、毒性物質の含有量の推移を確認する。
- 高温下での確認を行うため、次年度夏期に実施する。

2-3. ヒアリ類の毒性物質

(1) アカカミアリの毒性物質

アカカミアリが持つ毒性物質についても、GC-MS による検出が可能か確認した。平成 30 年 10 月に台湾台南市で採集したアカカミアリのワーカー1 個体ずつ、計 30 個体をエタノールで抽出し、その抽出液を GC-MS により分析した。その結果、30 個体すべてにおいて、過去の研究^{5,6)}と同様に毒性物質 C₁₁を検出することができた(図 2-3_1 上)。

アカカミアリは毒性物質 C₁₁を多く持つが、ヒアリに多く含まれる C_{15:1}、C₁₅は全く持たず、C_{13:1}、C₁₃も極めて微量にしか持たない(図 2-3_1)。よって、GC-MS 分析により、ヒアリとアカカミアリの種判別が可能である。

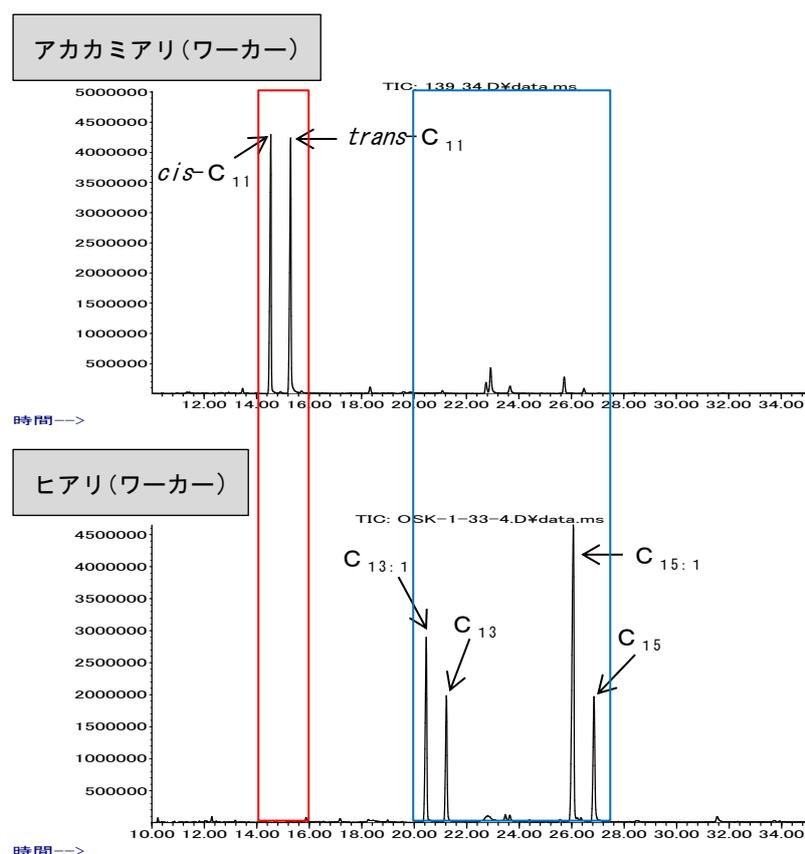


図 2-3_1 ヒアリ類の毒性物質 (上 : アカカミアリ、下 : ヒアリ)

(2) 今後の課題 (中国産ヒアリの分析)

平成 29 年 6 月から現在までに国内で確認されたヒアリの多くが中国由来のものである。GC-MS によるヒアリ検出法を確立するためには、中国産のヒアリを分析し、その毒性物質の組成等を把握する必要がある。そのため、平成 31 年 1 月末に香港でヒアリ採集を行っており、次年度解析を行う予定である。

2-4. 各種モニタリング調査におけるヒアリ検出を目的とした GC-MS の利用

沖縄県におけるヒアリ等の監視体制として、昨年度に引き続き、今年度も県内主要港湾での誘引剤トラップによる侵入状況調査を実施した。また、SLAM トラップによる広範囲なモニタリングを実施・継続している。しかし、大量サンプルの顕微鏡観察によるスクリーニング作業には多くの時間と労力がかかる。ヒアリ発見の速報性を高めること及び作業の省労力化を目的に、GC-MS を用いたヒアリ検出技術を検討した。

(1) 誘引剤トラップ調査における GC-MS の利用

① アリをソーティングした後の分析

a. アリ類保存液

昨年度実施した県内主要港湾におけるモニタリング調査では、回収したトラップからアリ類のみを取り出し（誘引剤のスナック菓子は捨てる）、2 mL バイアルに詰め替え、エタノールを満たして保存した（図 2-4_1）。図 2-4_1 に示すように、1 個のトラップで数匹～数十匹のアリ類が捕獲されるが、中には数百匹捕獲されるものもあった。また、スナック菓子の油によりエタノール液が黄色になっているものもあった。このような大量のアリ類からの抽出物やスナック菓子の油成分は GC-MS での分析精度の低下を招くため、カラムクロマトグラフィーによる成分の分離を行うこととした。

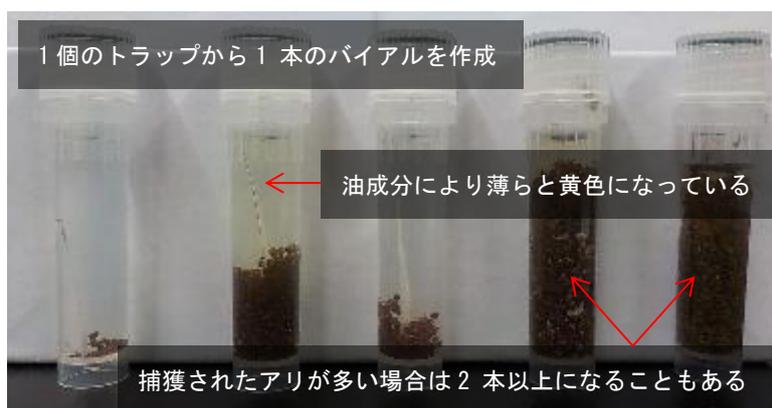


図 2-4_1 回収したトラップからのアリ類の取り出しと保存

b. シリカゲルカラムクロマトグラフィーによるヒアリ抽出液の分離

ヒアリ抽出液を用いてカラムクロマトグラフィーによる分離条件を検討した。固定相にシリカゲルを、移動相（展開溶媒）にはヘキサン、アセトン、メタノールを順に用いた。その結果、ヒアリの毒性物質は「メタノール画分」に溶出されることが明らかになった（図 2-4_2、検討 1）。シリカゲルに吸着された毒性物質がヘキサンとアセトンでは溶出されないことから、極性の低い物質や油成分（ヘキサンやアセトンで溶出される）と分離できることが分かった。さらに余分な夾雑物を取り除くため、クロロホルム/メタノール系の展開溶媒を検討した。図 2-4_2 の検討 2 に示すスキームで分離したところ、毒性物質は「クロロホルム:メタノール=1:1 画分」及び「メタノール画分」に溶出されることが明らかになった。

さらに、クロロホルムとメタノールの割合を詳細に検討した結果、クロロホルム:メタノール=5:1 の溶媒では毒性物質は溶出されることが分かった（図 2-4_3）。これらの結果から、以降の

分離操作は図 2-4_3 に示すスキームで行うこととした。

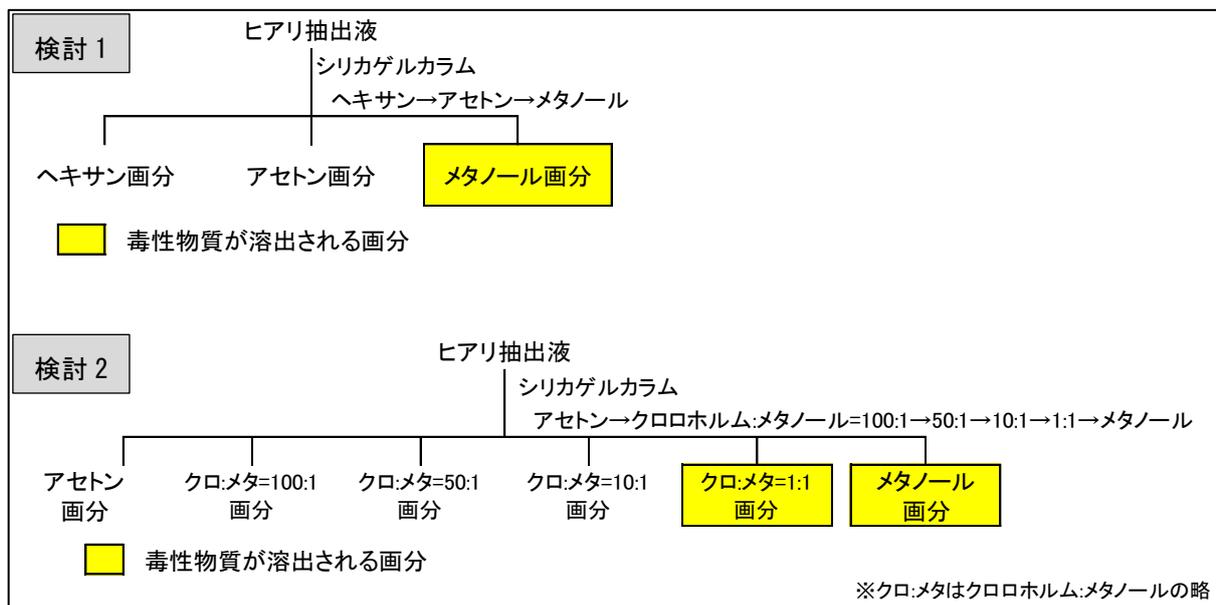


図 2-4_2 シリカゲルカラムクロマトグラフィーによる分離条件の検討

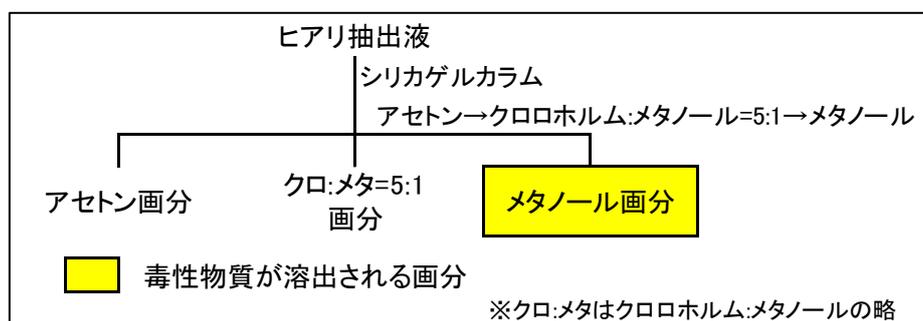


図 2-4_3 シリカゲルカラムクロマトグラフィーによる分離条件

c. アリ類保存液の分析

昨年度実施した県内主要港湾におけるモニタリング調査においては、各バイアルからアリ類の成分が抽出されたエタノールを 0.4 mL ずつ取り出し、それらの抽出液を各調査エリアごと（150～500 個のトラップ）にまとめた液（以降、「調査エリア液」とする）を GC-MS により分析した。すべての調査エリア液において毒性物質は検出されなかったが、実際にヒアリがトラップに捕獲されていた場合に正確に検出できるか検証を行った。

ヒアリのワーカー 1 個体を 2 mL バイアルに入れてエタノールを満たし、1 日後にその抽出液を 0.4 mL 取り出し、昨年度の調査エリア液に混ぜた。その後、図 2-4_3 に示すスキームでシリカゲルカラムクロマトグラフィーによる成分の分離を行い、GC-MS により分析した。その結果、検証を行った調査エリア液すべてにおいて毒性物質 $C_{15:1}$ を検出することができた（図 2-4_4）。数千～数万匹の様々なアリの中からヒアリ 1 匹を検出できることが確かめられたことから、GC-MS に

よるヒアリ検出法は有効な手法であるといえる。

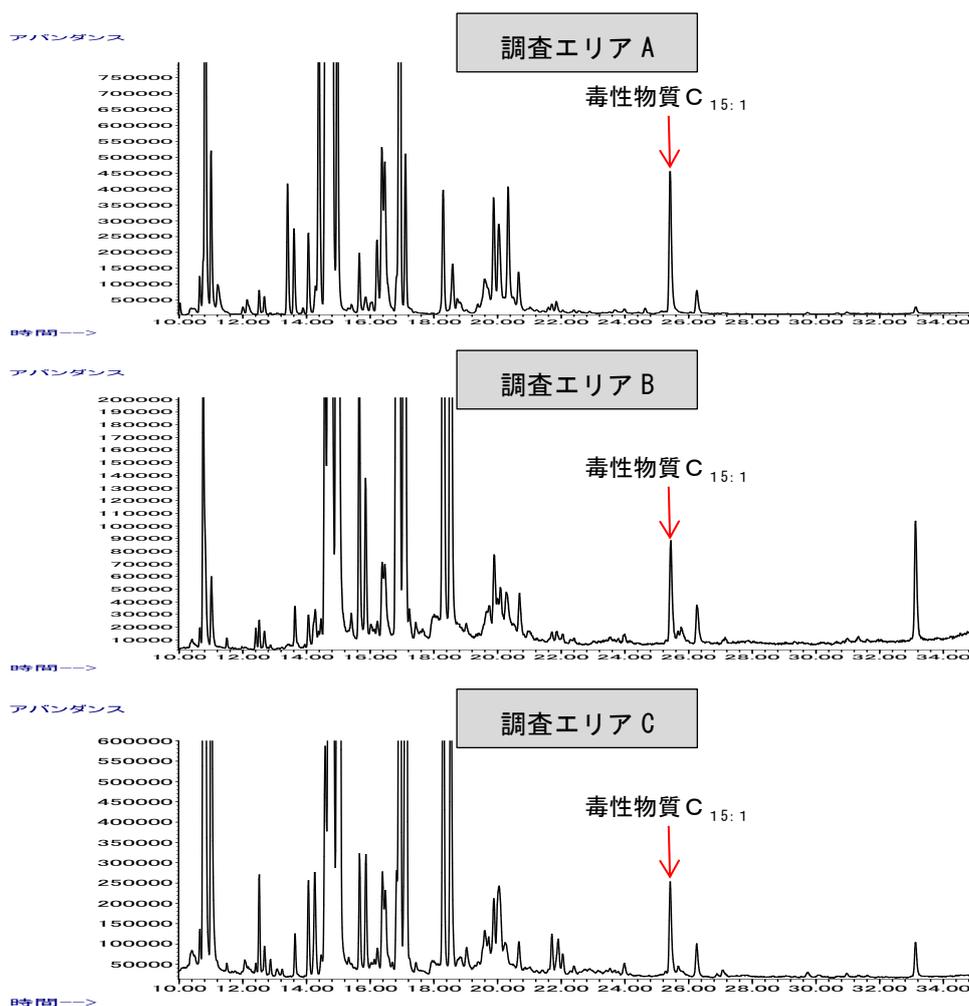


図 2-4_4 ヒアリが1匹捕獲された場合の調査エリア液の分析（一部）

d. 作業時間

顕微鏡観察によるスクリーニング、GC-MS 分析によるスクリーニングにかかる作業時間を表 2-4_1 に示す。顕微鏡観察では処理するトラップの個数と時間はおおよそ比例関係になるが、GC-MS 分析ではそうはならない。GC-MS 分析には、①測定検体の準備（抽出液の取り出しやカラムクロマトグラフィー等）、②GC-MS 装置による検体の測定、の作業がある。①については、処理するトラップの個数が増えれば作業時間も多少増える。しかし、②については、1 検体あたりの測定時間は約 1 時間で固定であり、トラップを 1 つにまとめて分析するので作業時間は変わらない。よって、処理するトラップの数が増えても作業時間は大幅には増えない。顕微鏡観察によるスクリーニングと比べても作業時間は短く、トラップの数が増えるにつれその差は顕著になる。誘引剤トラップ調査において、GC-MS 分析でのスクリーニングによりヒアリ検出の有無を迅速に報告することができ、さらに、作業時間の大幅な短縮が可能である。

表 2-4_1 スクリーニングにかかる作業時間（1人）

スクリーニング	作業時間	
	トラップ 100 個	トラップ 500 個
顕微鏡観察*	25 時間	125 時間
GC-MS 分析	3 時間	4 時間
(内訳)		
①準備	2 時間	3 時間
②測定	1 時間	1 時間

* 平成 29 年度報告書より

② 主要港湾等調査における GC-MS によるヒアリ有無の確認

a. サンプル

平成 30 年 10～11 月に行ったヒアリ等の侵入状況調査（誘引剤トラップ：主要港湾等におけるヒアリの侵入状況調査）では、設置した誘引剤トラップ（スナック菓子）について、1 割は顕微鏡下でヒアリの有無の確認を行い、9 割は GC-MS によりヒアリの有無を確認した。GC-MS によるヒアリの有無の確認方法は以下の通りである。

1. 誘引剤と捕獲されたアリを調査エリアごとにまとめてエタノールで抽出する。
2. 3 日間以上抽出した後、分析サンプルの前処理（成分の分離）を行う。
3. GC-MS による分析を行い、ヒアリの毒性物質の有無を確認する。

b. 前処理方法の改善

これまでに行ってきた検討の結果、カラムクロマトグラフィーによる成分の分離を行うことで、毒性物質を精度良く検出できることが分かっている。しかし、今回の分析サンプルは大量のスナック菓子をエタノールで抽出しており、その油も大量に抽出されてしまっているため、カラムクロマトグラフィーによる分離を行う際に問題が生じる結果となった。

そこで、カラムクロマトグラフィーによる分離操作の前に分配操作を行うこととした。ヘキサンと 90%メタノールによる液-液分配を行うことで、スナック菓子の油とヒアリの毒性物質を分離することができた（図 2-4_5）。この分配操作後に、毒性物質が含まれる 90%メタノール画分についてカラムクロマトグラフィーによる分離操作を行うことで、スムーズに成分の分離を行うことが可能となった。よって、以降の分析サンプルの前処理は図 2-4_6 に示すスキームで行うこととした。

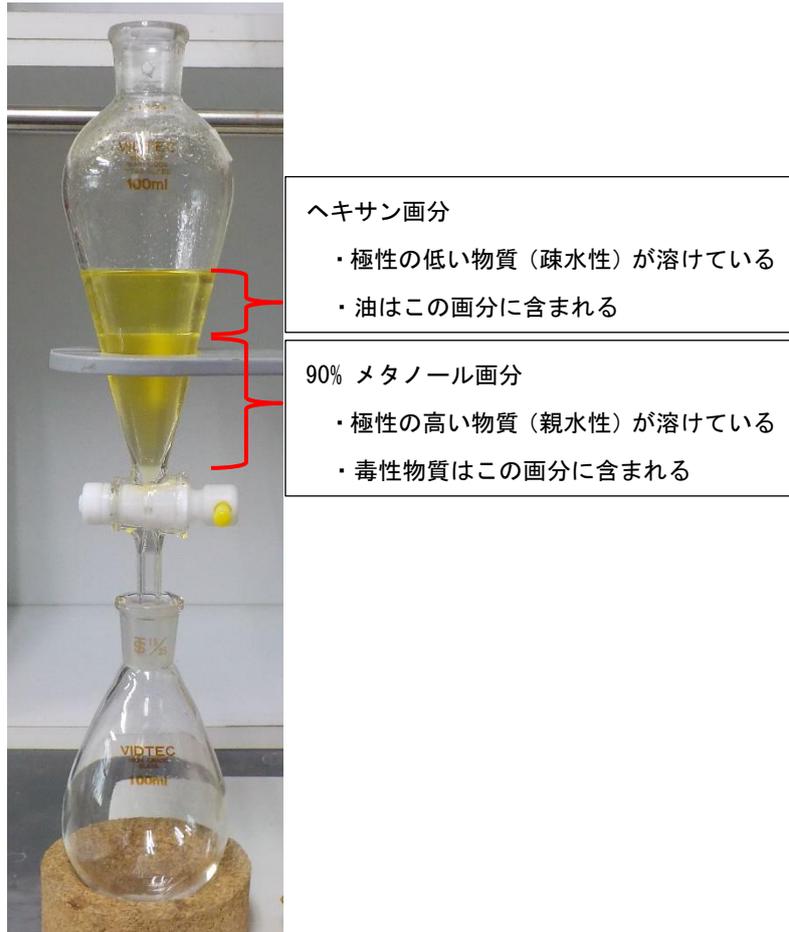


図 2-4_5 ヘキサンと 90%メタノールによる液-液分配

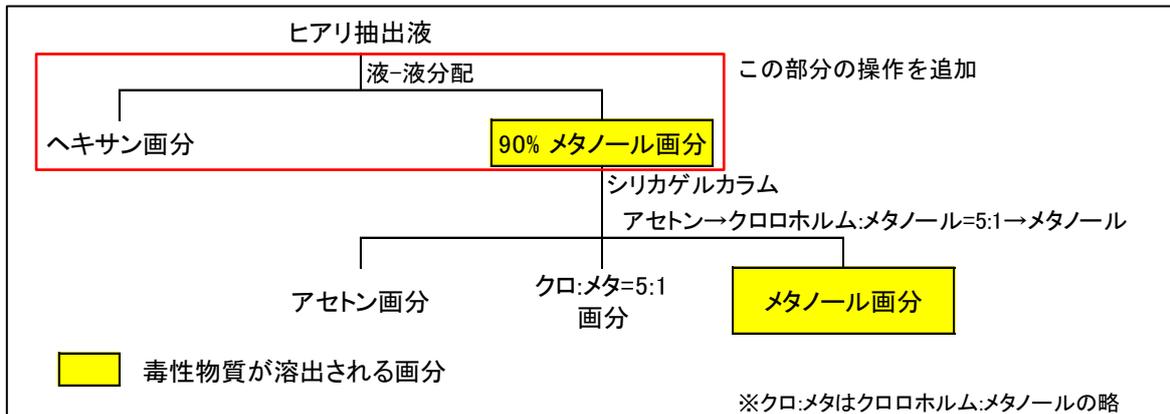


図 2-4_6 分析サンプルの前処理条件

c. 分析結果

GC-MSによる分析サンプル数を表 2-4_2 に示す。基本的には、1箇所調査エリアからは分析サンプルを1検体作製したが、那覇港はトラップ設置個数が多いため6検体に分けた。これは、トラップ数が多いとその分夾雑物も多くなり、分析精度の低下を招くことが懸念されたためである。これらの15検体について、GC-MSによるヒアリの毒性物質の有無を確認した。

表 2-4_2 誘引剤トラップの設置個数（直置き分）と GC-MS による分析検体数

調査エリア	トラップ設置個数	分析検体数
那覇港	2,166	6
那覇保税地域	169	1
那覇軍港	205	1
那覇空港	180	1
本部港	190	1
金武港湾	198	1
中城港湾	193	1
ホワイトビーチ	171	1
石垣港	546	1
平良港	383	1
計	4,401	15

GC-MSによる分析を行った結果、すべての検体においてヒアリの毒性物質は検出されなかった。しかし、実際にはヒアリが捕獲されているのに毒性物質の検出ができなかったという可能性も考えられるため、図 2-4_7 に示す方法でその確認を行った。それぞれの検体にワーカー1 個体分のヒアリ抽出液を添加し分析を行った結果、すべてのヒアリ添加検体において毒性物質を検出することができた（図 2-4_8、図 2-4_12）。よって、上記の下線部の結果は正しかったと判断した。

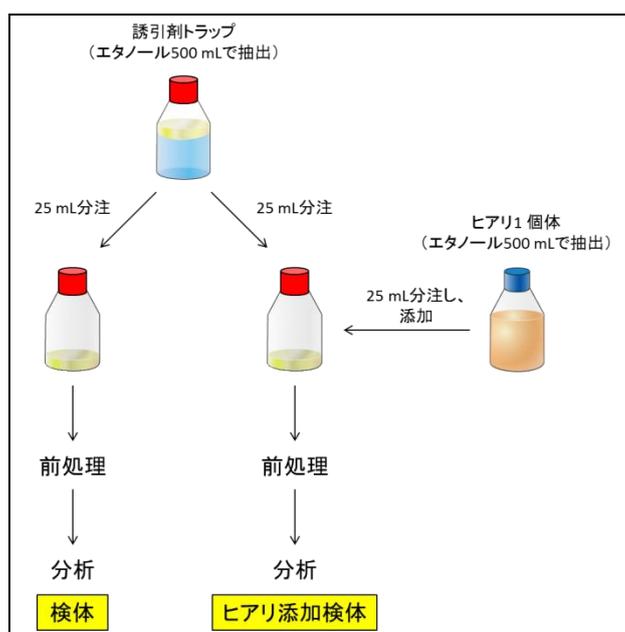


図 2-4_7 分析精度の確認方法

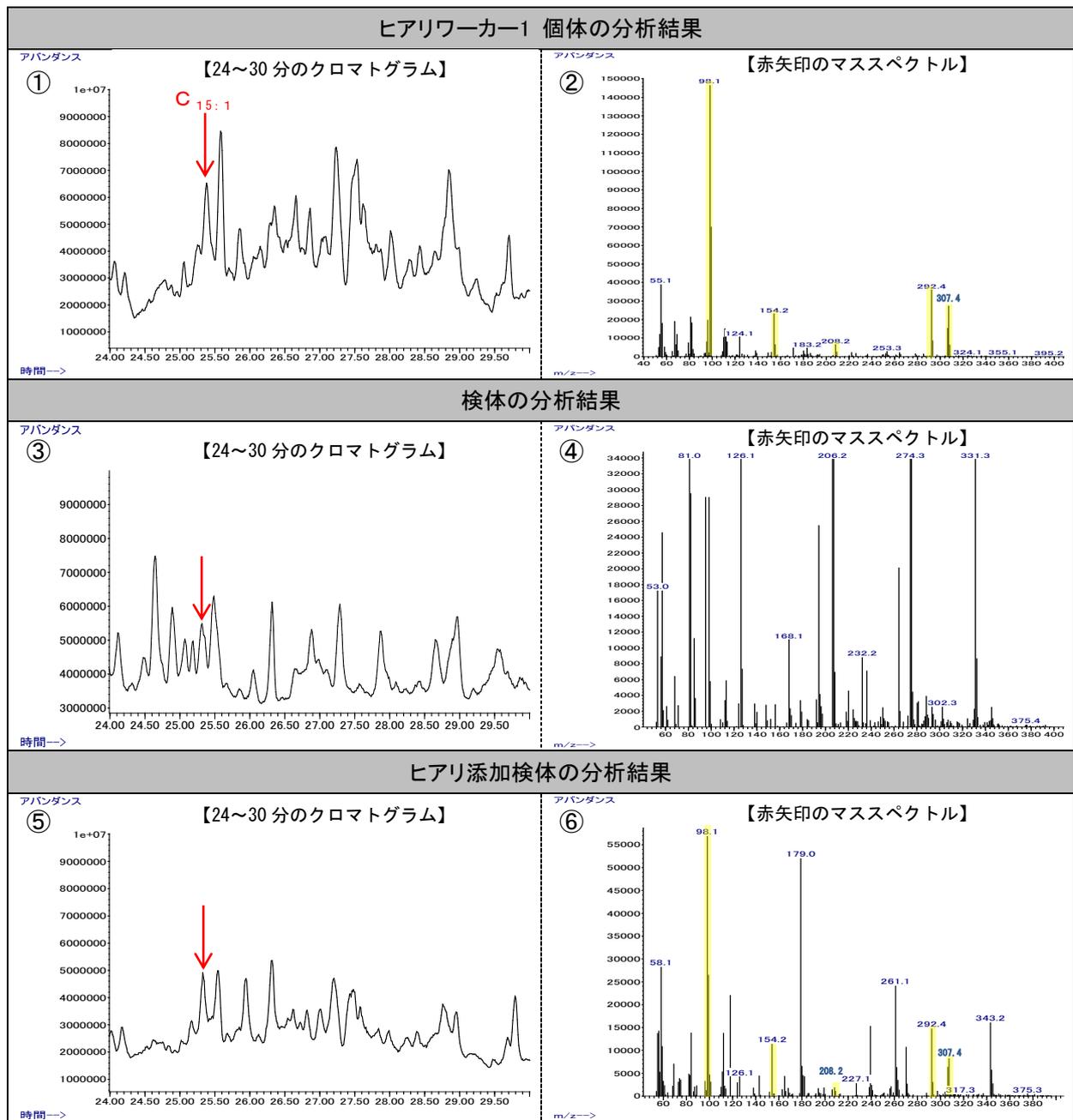


図 2-4_8 分析結果（他検体の結果は図 2-4_12 に示す）

- ヒアリ毒性物質 C_{15:1} のマススペクトルでは、特徴的な 5 本のピークが観測される。（図 2-4_8②黄色）
- 分析検体において、同様に 5 本のピークが観測された場合、「毒性物質 C_{15:1} が検出された」と判定する（図 2-4_8⑥黄色）

(2) SLAM トラップ調査における GC-MS の利用

数千～数万匹の昆虫類が捕獲される SLAM トラップにおいても GC-MS によるヒアリの毒性物質の検出が可能か検証したところ、SLAM トラップ 1 基分のエタノール廃液からはヒアリの有翅女王とワーカーの毒性物質を検出することができた (図 2-4_9、平成 29 年度報告書)。

今回は、沖縄県内に設置している 74 基のトラップのエタノール廃液を 1 つにまとめた試料から毒性物質を検出できるか検討した。

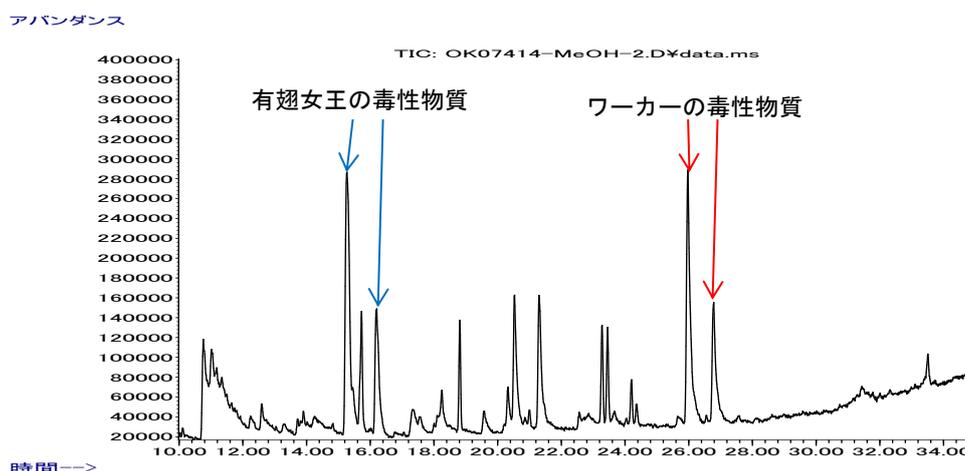


図 2-4_9 台湾に設置した SLAM トラップ (1 基分) の分析

【検討 1】

74 基のトラップのエタノール廃液を 1 つにまとめた試料にワーカー 1 個体分のヒアリ抽出液を添加し、分析を行った。3 検体 (検体 No. 1~3) の分析を行った結果、2 検体でヒアリの毒性物質を検出できた (図 2-4_10)。

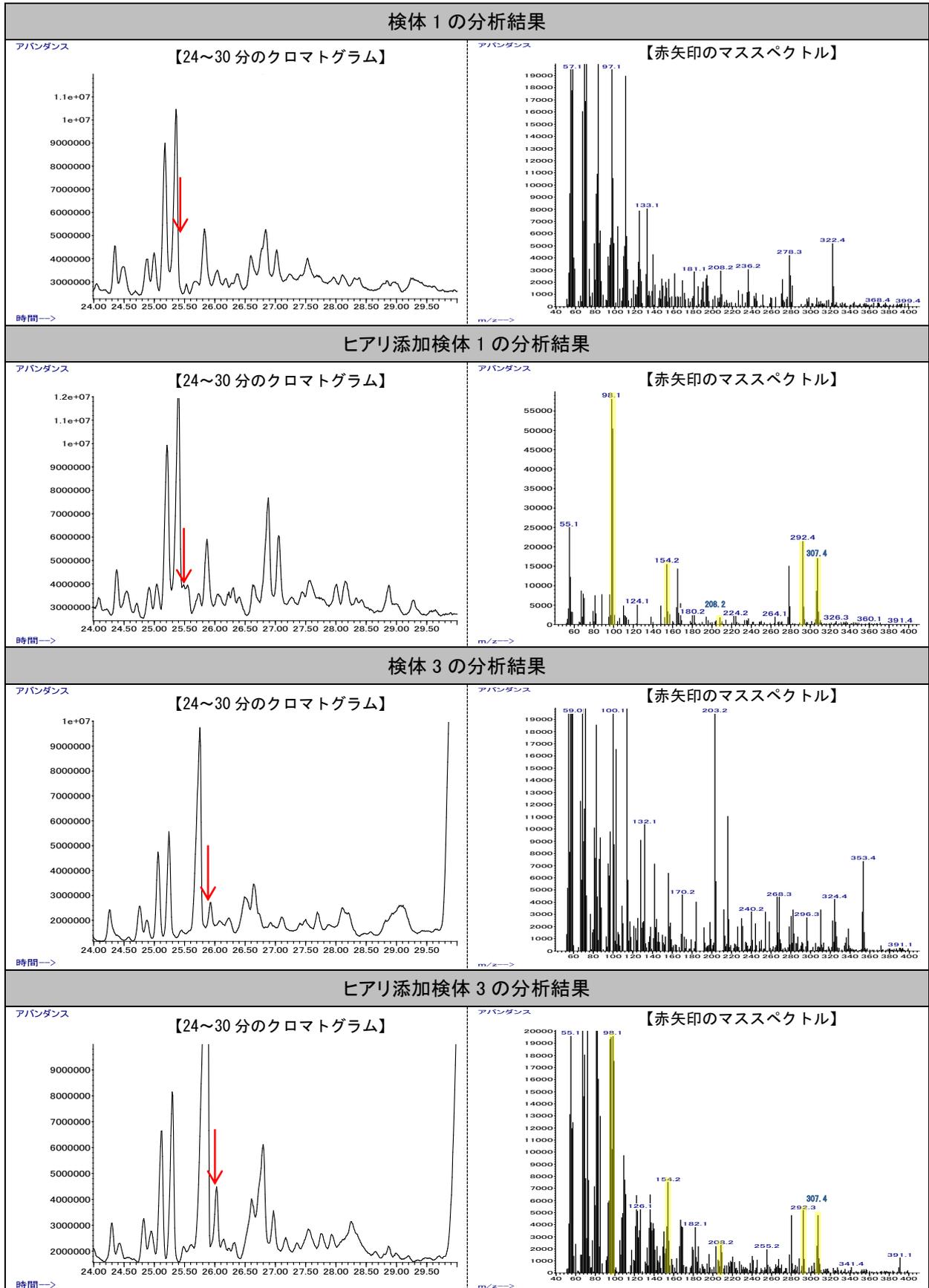


図 2-4_10 SLAM トラップ 74 基分の分析その 1

【検討 2】

現在設置している 74 基の SLAM トラップのうち、ある 1 基にヒアリが捕獲されている場合を想定し、以下の確認を行った。74 基のトラップのエタノール廃液を 1 つにまとめた試料に、台湾に設置しているトラップ 1 基（ワーカーが 4~5 個体捕獲されていた）のエタノール廃液を添加し、分析を行った。3 検体（検体 No. 4~6）の分析を行った結果、2 検体でヒアリの毒性物質を検出できた（図 2-4_11）。

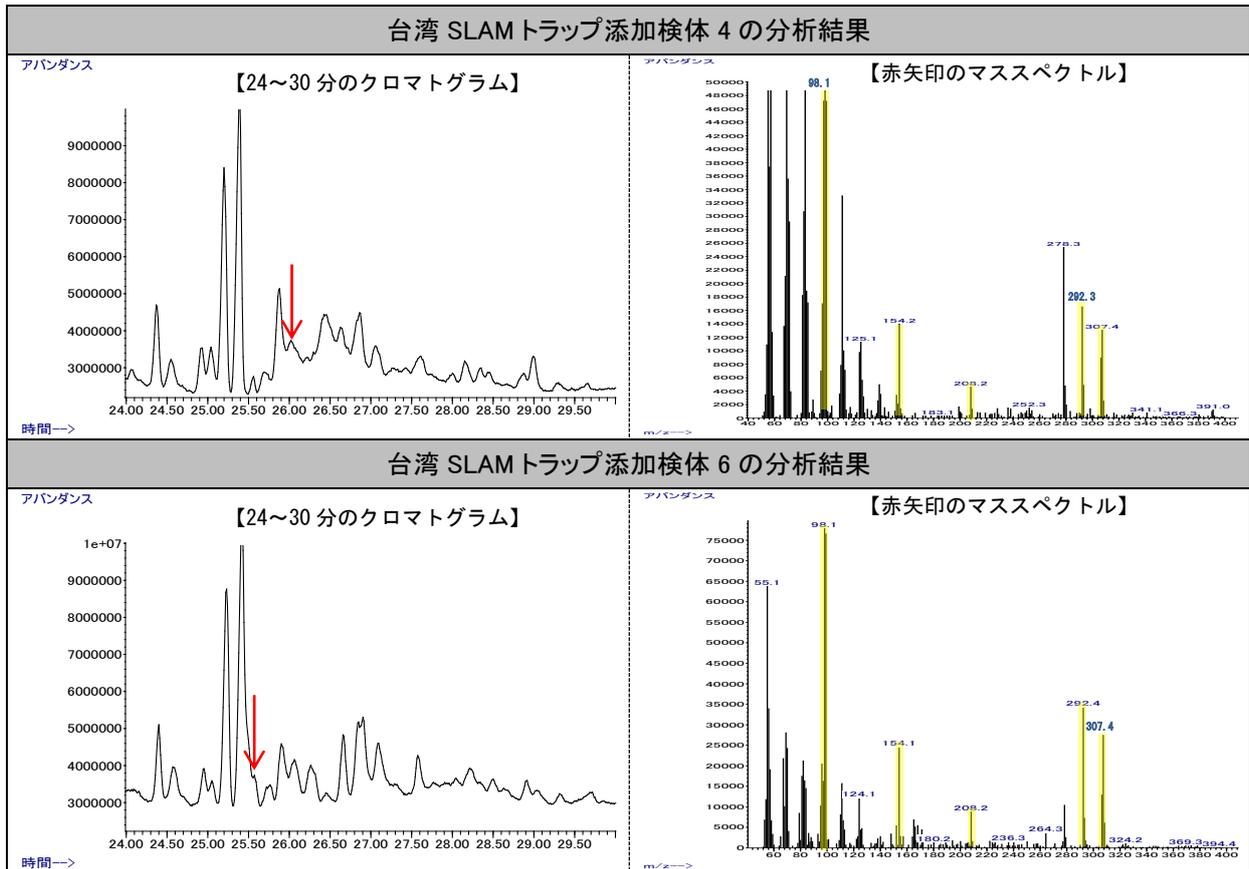


図 2-4_11 SLAM トラップ 74 基分の分析その 2

検討 1 及び 2 で分析を行った 6 検体のうち、2 検体ではヒアリの毒性物質を検出できなかった。その原因として、多量の夾雑物による影響が考えられる。この問題を解決するためには、1 つにまとめる SLAM トラップ廃液の数を減らす必要がある。まずは、半分の 37 基分で検出が可能か確認する。確認には 6 検体の分析を行い、6 検体のうち 1 検体でも検出ができなかった場合は、1/3、1/4…とさらに廃液の数を減らしていく。そのようにして、6 検体すべてで検出が可能な検出限界を設定し、漏れのない分析条件を確立する。また、成分の分離については、カラムクロマトグラフィーだけでなく、薄層クロマトグラフィーや高速液体クロマトグラフィー等による分離方法も検討する。

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

【分析結果】

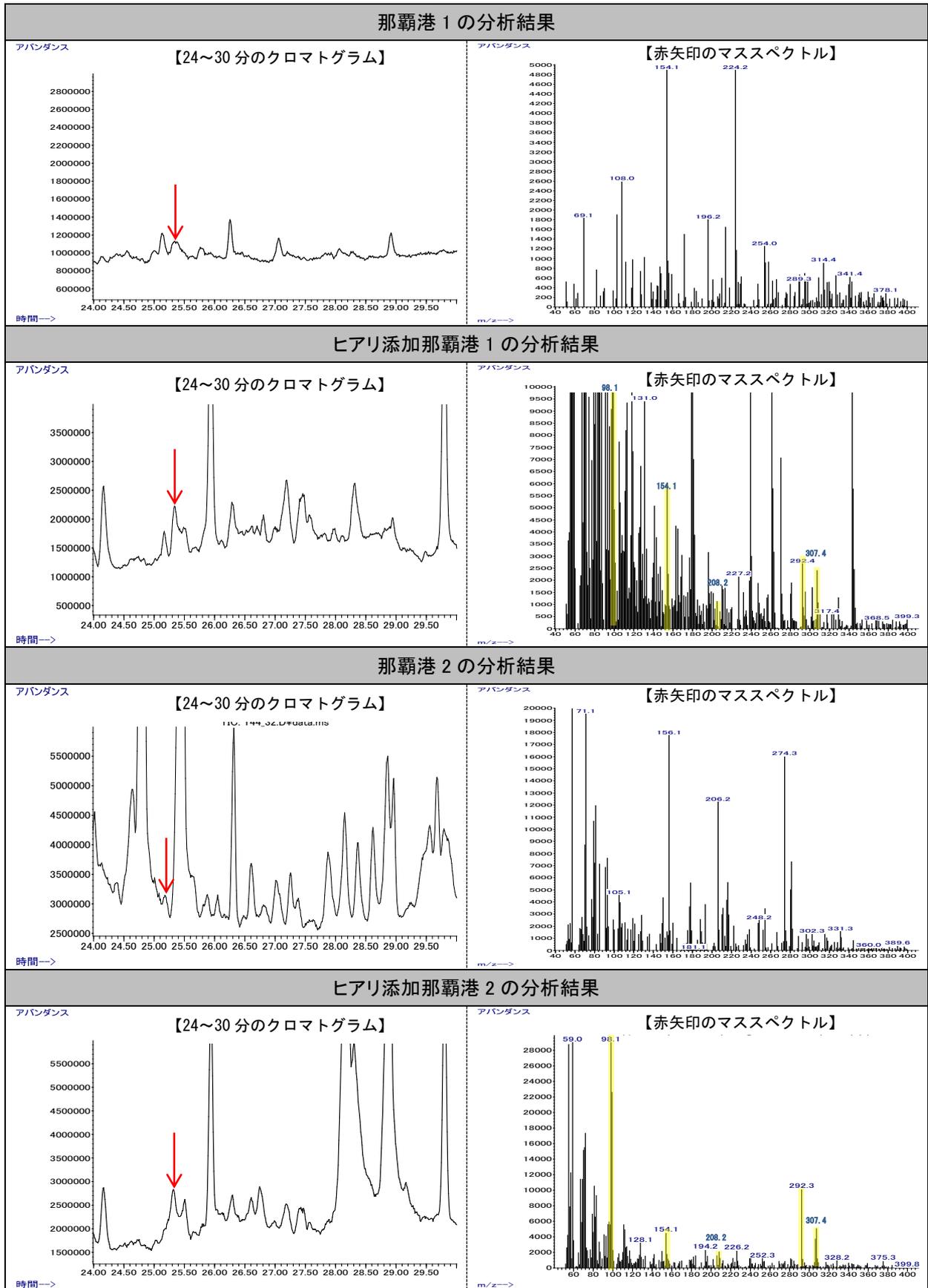


図 2-4.12 各調査エリアの分析結果

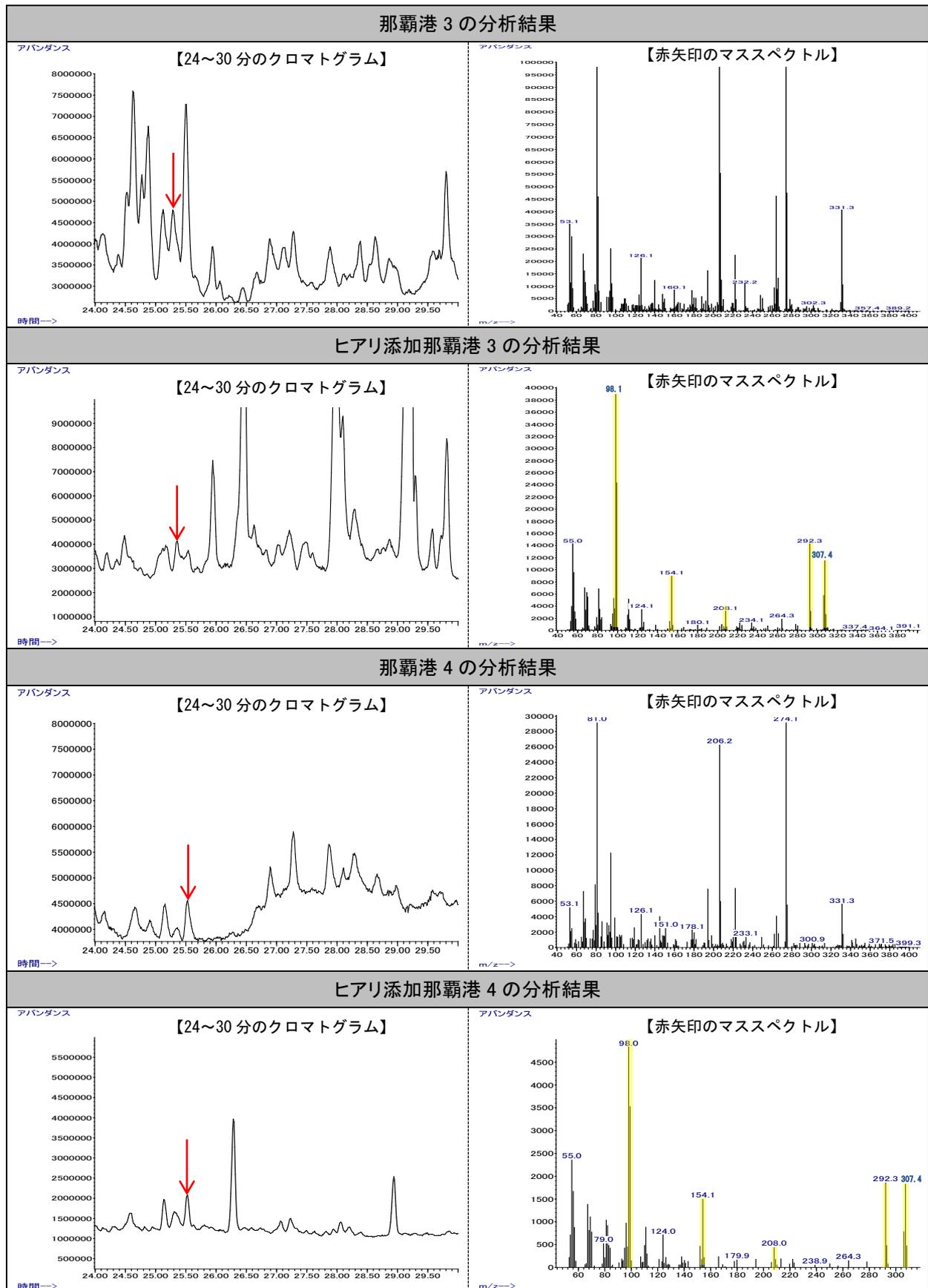


図 2-4_12 各調査エリアの分析結果 (続き)

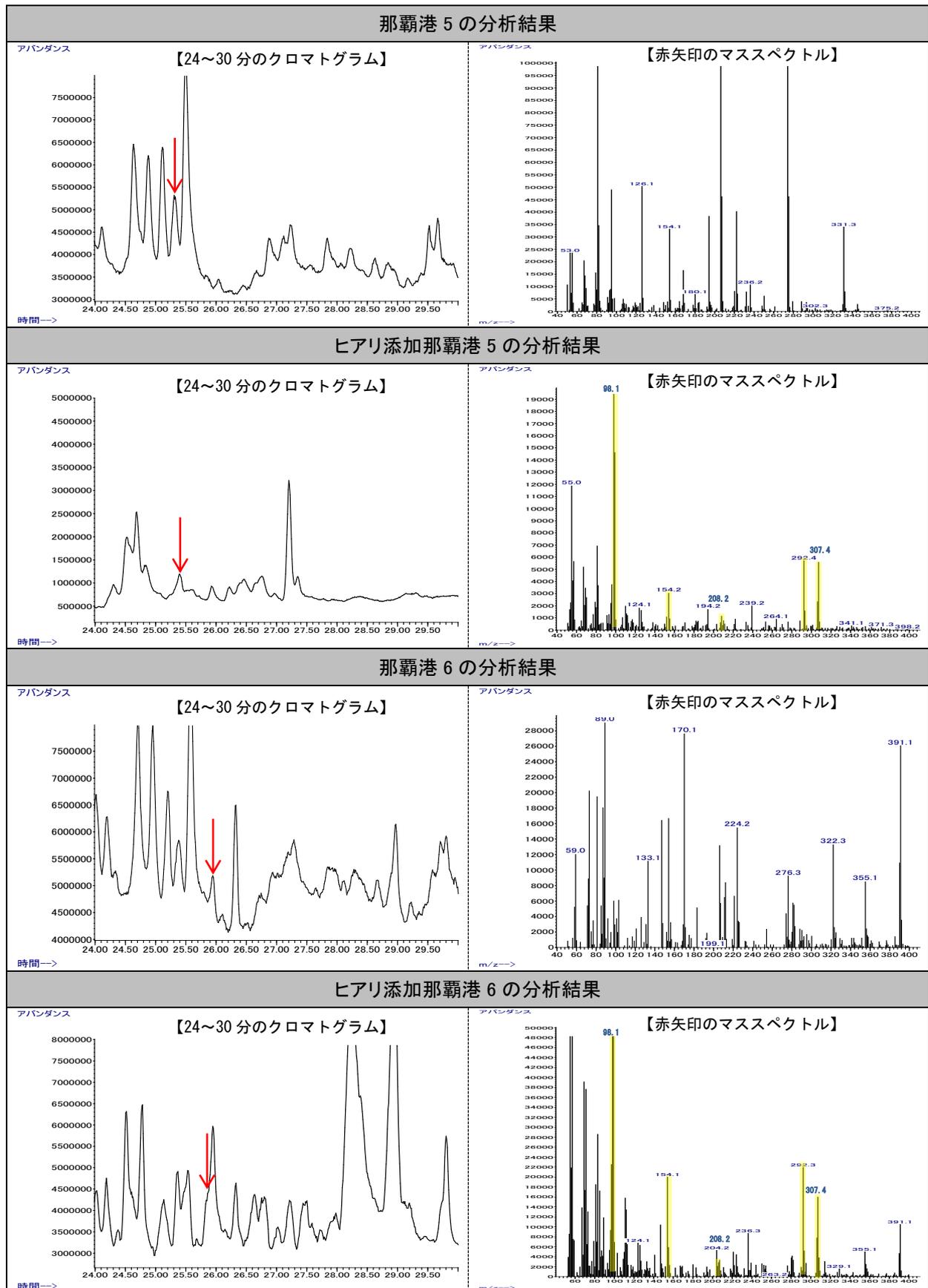


図 2-4_12 各調査エリアの分析結果 (続き)

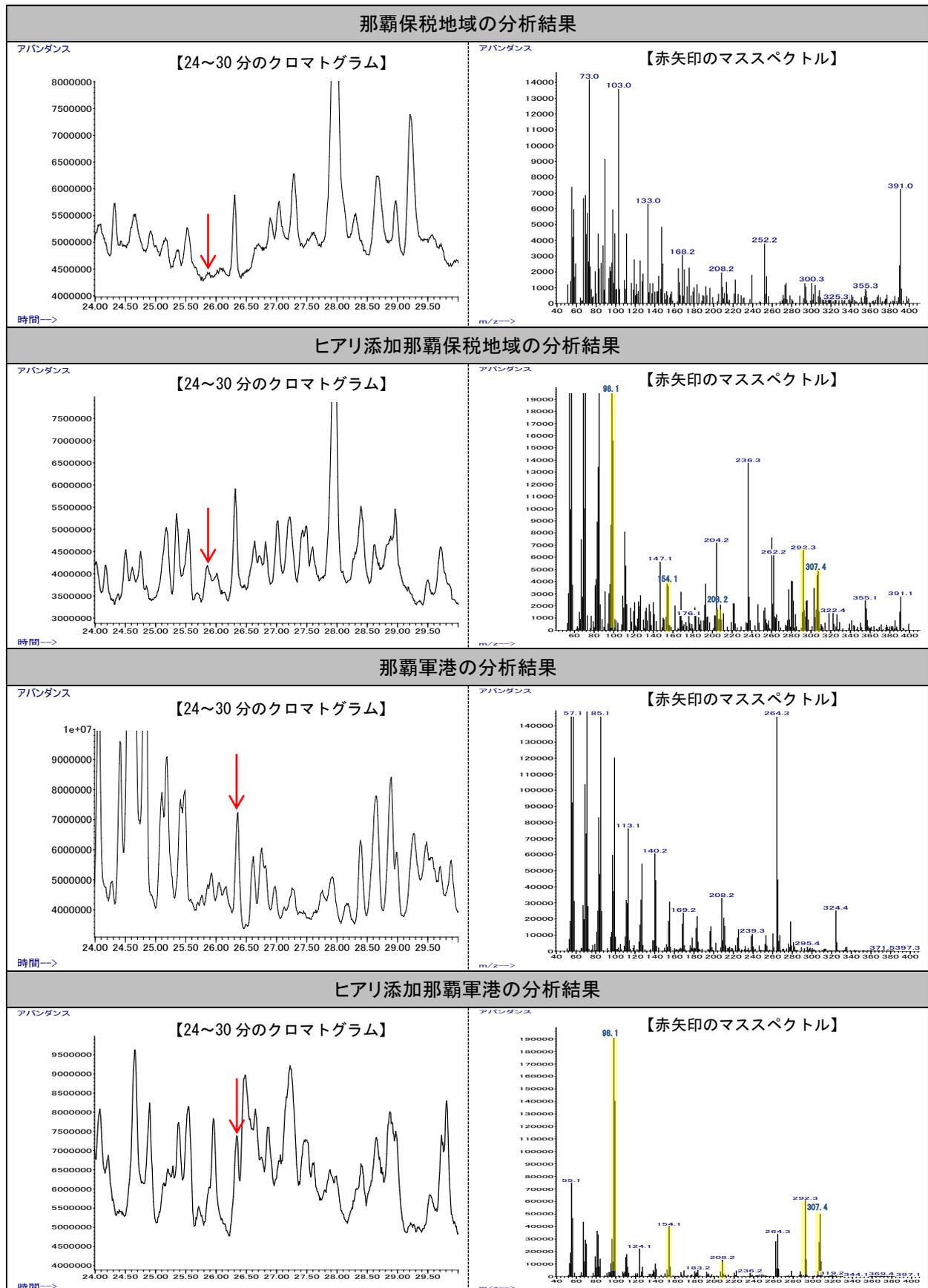
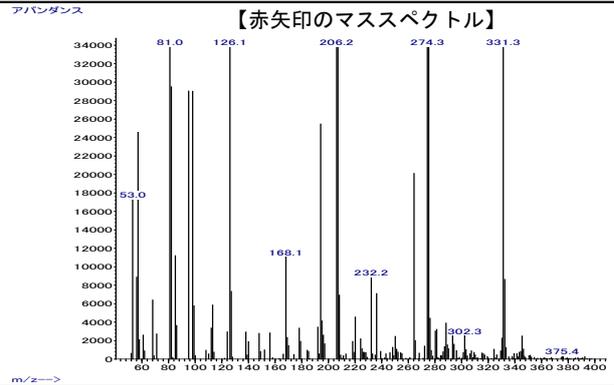
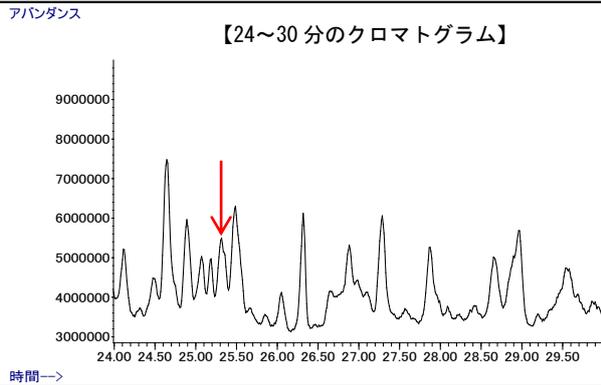
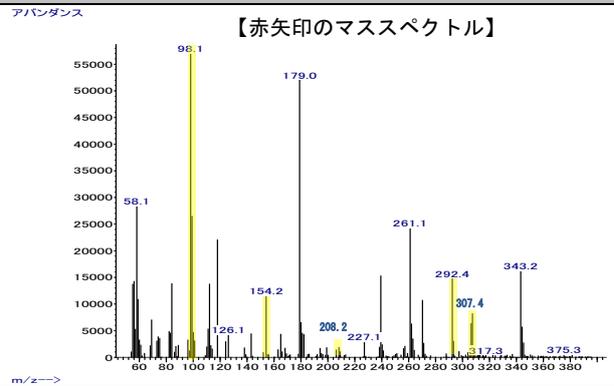
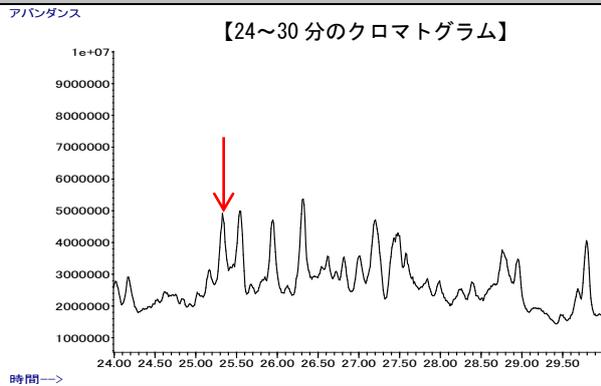


図 2-4_12 各調査エリアの分析結果 (続き)

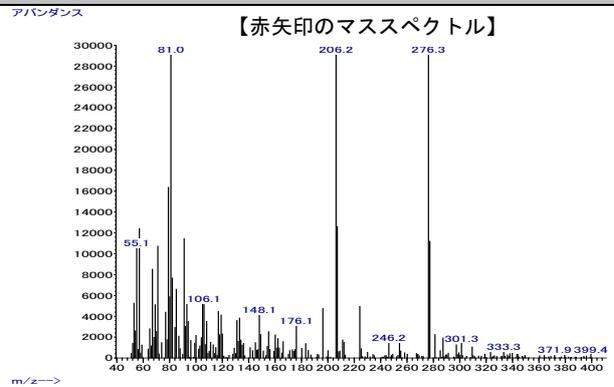
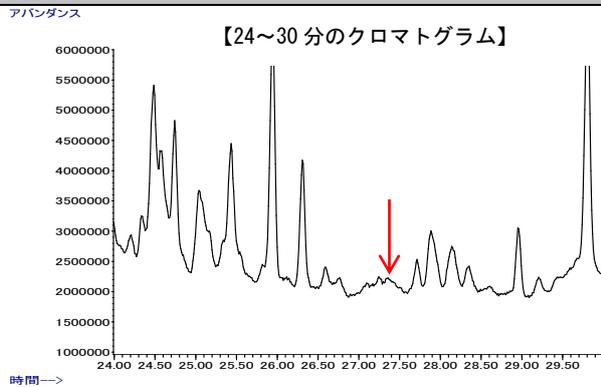
那覇空港の分析結果



ヒアリ添加那覇空港の分析結果



本部港の分析結果



ヒアリ添加本部港の分析結果

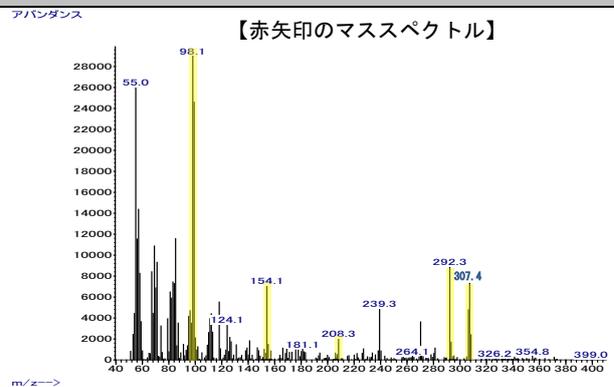
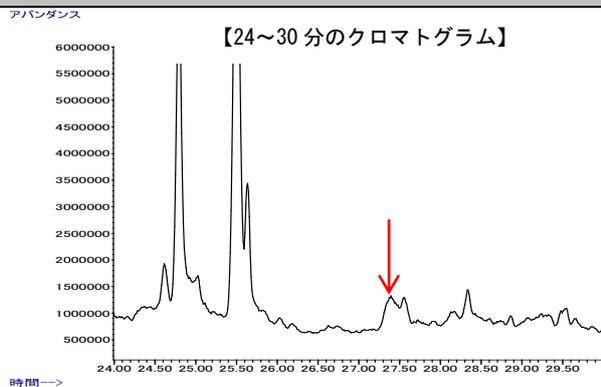


図 2-4_12 各調査エリアの分析結果 (続き)

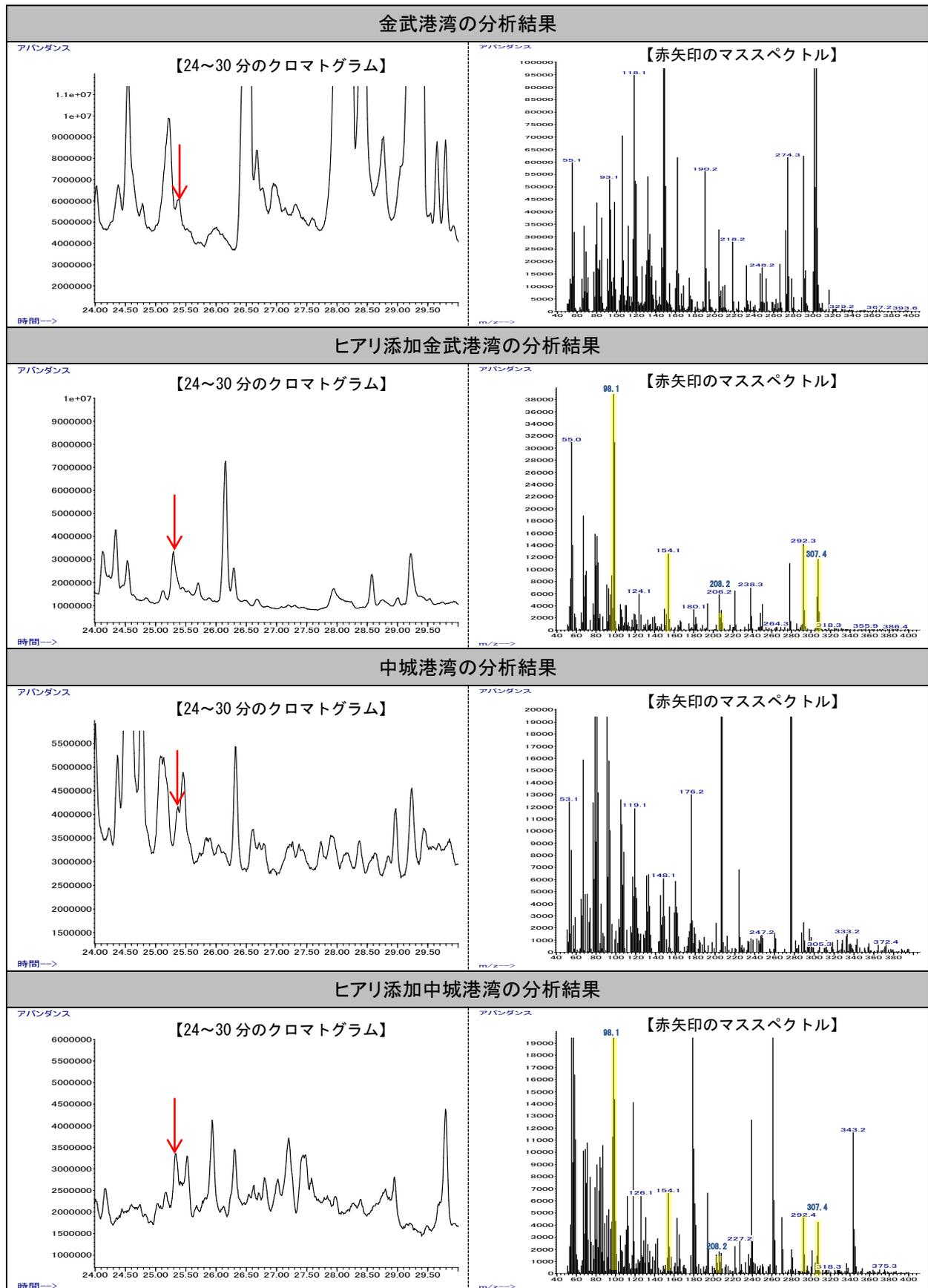


図 2-4_12 各調査エリアの分析結果（続き）

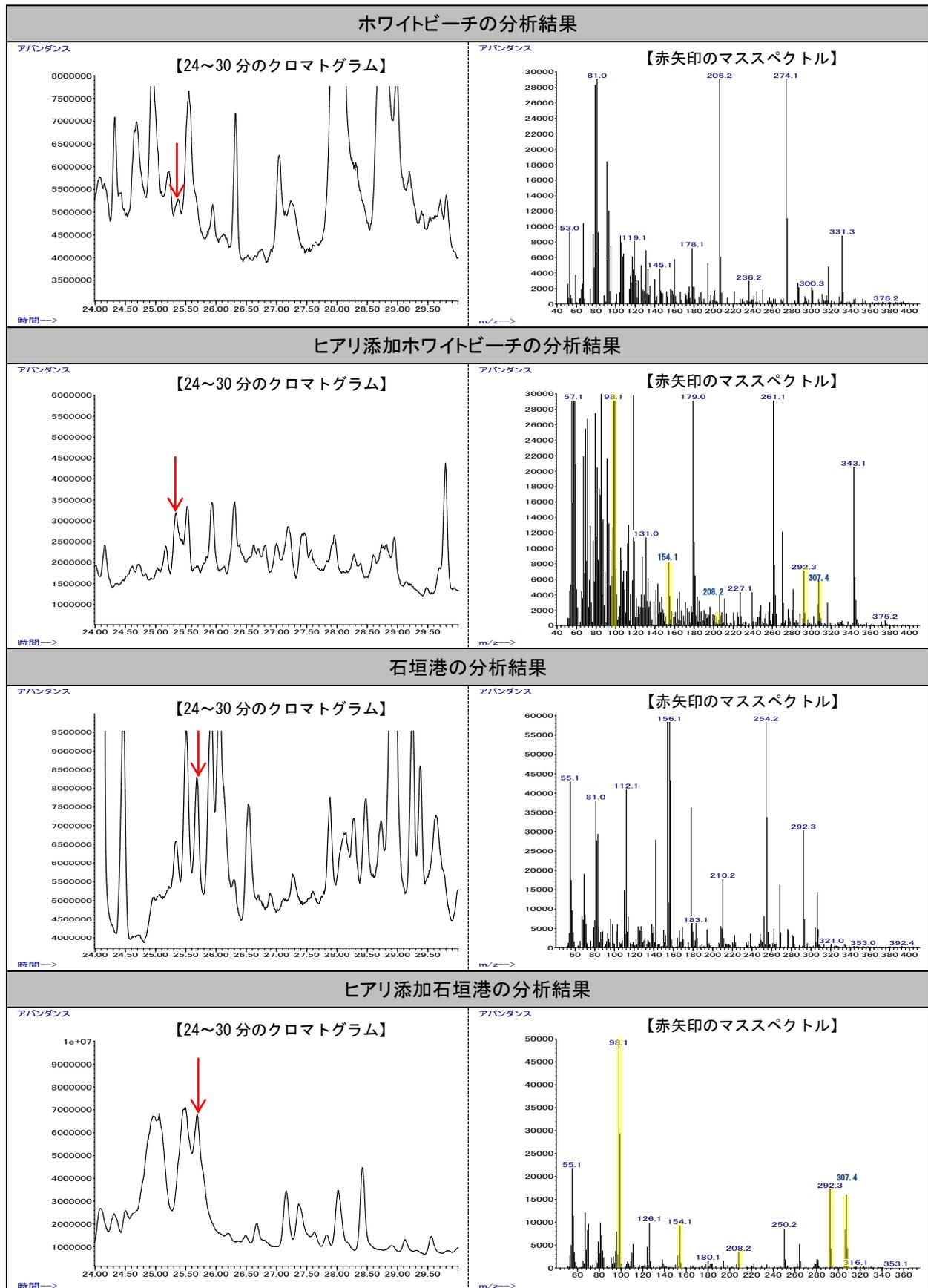


図 2-4_12 各調査エリアの分析結果 (続き)

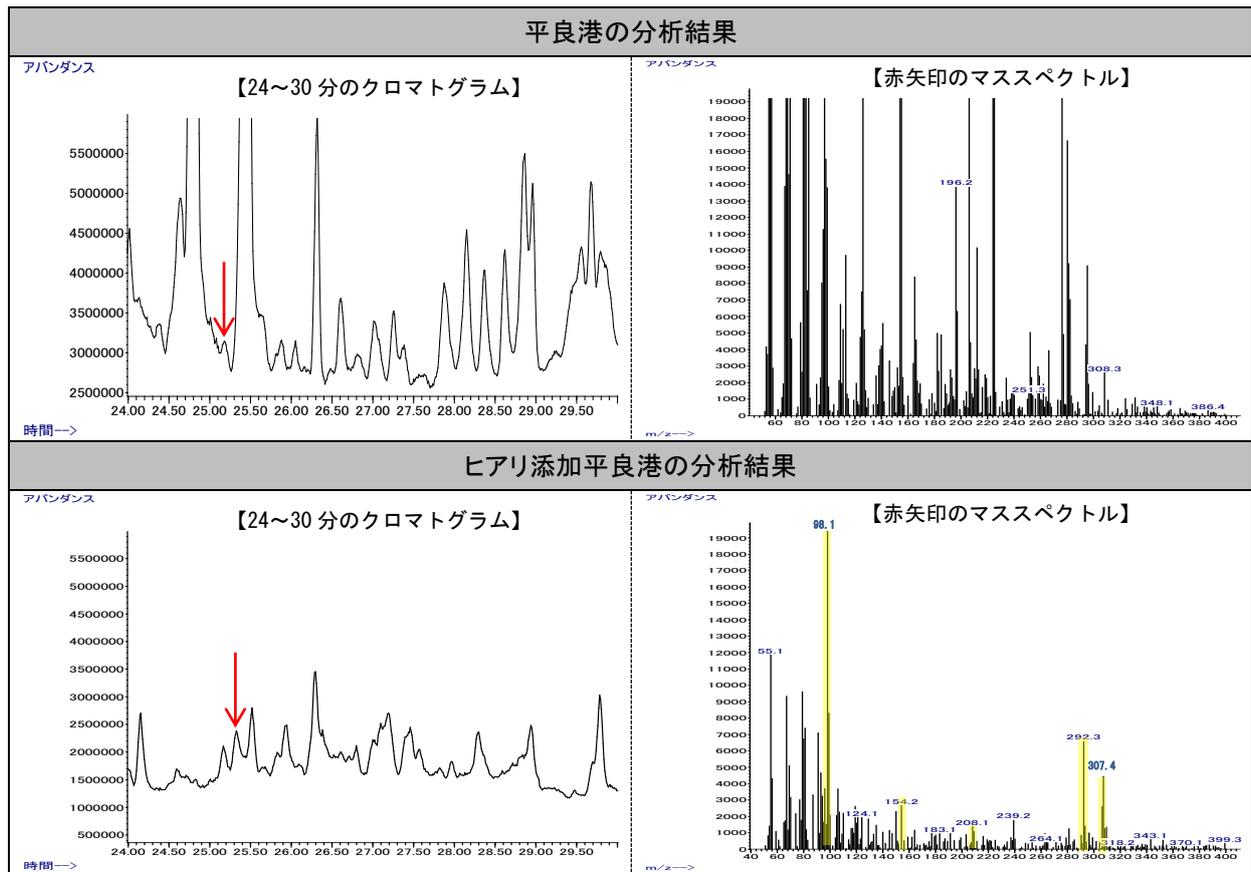


図 2-4_12 各調査エリアの分析結果（続き）

3. 沖縄県内におけるヒアリの侵入状況調査

3-1. 目的

ヒアリの侵入リスクの高い港湾地区周辺及び内陸部において、広範囲にヒアリ侵入の有無を把握するため、複合的に調査を実施している。本事業で実施しているヒアリ類の調査を下表に整理した。

表 3-1_1 県内で実施しているヒアリ類調査一覧

調査方法	調査場所
SLAM トラップ 通年	沖縄島 72 ヶ所 (OIST OKEON 美ら森プロジェクトで稼働)、那覇港 1 ヶ所、石垣島 1 ヶ所→計 74 ヶ所で実施
単位時間採集法 年 2 回 (6 月、10~11 月)	沖縄島 8 ヶ所 (那覇港 3 ヶ所、中城湾港 3 ヶ所、本部港 2 ヶ所)、石垣島 5 ヶ所、宮古島 3 ヶ所→計 16 ヶ所で実施
誘引剤トラップ: 遠沈管 1 割 (顕微鏡観察)、直置き 9 割 (GC-MS) 年 1 回 (10~11 月)	県内の主要港湾周辺、米軍基地周辺に 3,600 個程度 (昨年度実績に準じて設置。那覇港 1,800 個、那覇保税地域 150 個、那覇軍港 150 個、那覇空港 200 個、本部港 150 個、金武湾港 150 個、中城湾港 150 個、ホワイトビーチ 150 個、石垣港 500 個、平良港 200 個) →4,980 個設置

3-2. 各種調査方法と結果

(1) SLAM トラップ

① 調査方法

県内 74 ヶ所にテント型トラップを設置し、年間を通して昆虫類を採集。働きアリと有翅虫 (女王アリと雄アリ) を採集し、ヒアリ類の有無を確かめる。港湾地区である那覇港及び石垣港のサンプルは、目視によりヒアリの有無を確認した。内陸部を含む全トラップのサンプルにおいて、昆虫類を抜き取った後に残るエタノール液を回収し、GC-MS によるヒアリ検出に使用する予定。



図 3-2_1 SLAM トラップ

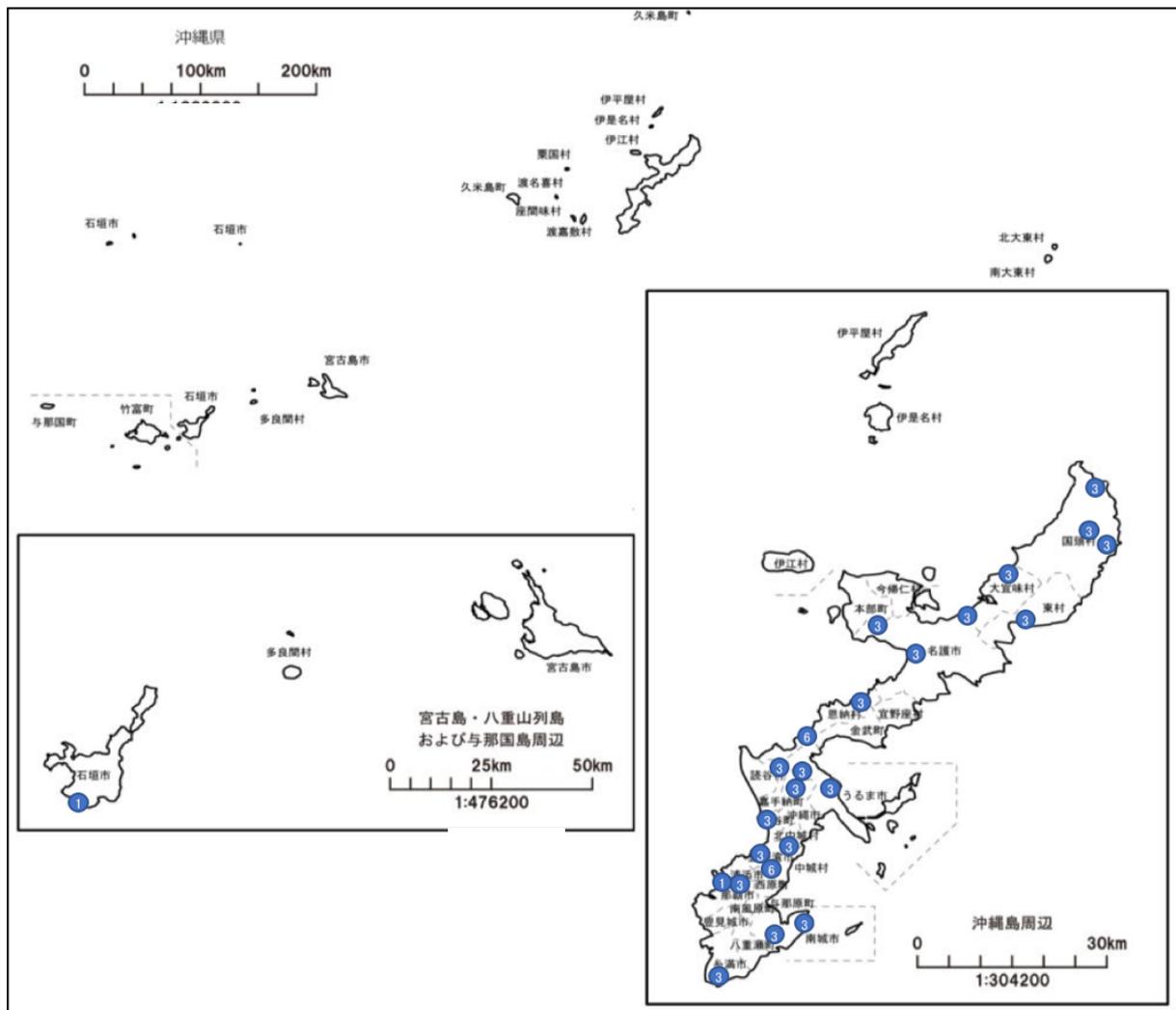


図 3-2_2 SLAM トラップの設置場所 ※数字はトラップ数

② 結果

港湾地域に設置してある SLAM トラップからはヒアリ及び特定外来生物に指定されているアリ類は確認されなかった（石垣島の SLAM トラップは 10 月 27 日までのデータ）。エタノール廃液を用いた GC-MS によるヒアリの毒性物質の検出については試験中。

(2) 単位時間採集法

① 調査方法

外国船貨物の行き来がある港湾地域の緑地に20m×20mの調査区を設置し、15分間の制限時間内に調査員が見つけたアリ種を全て採集する。ヒアリだけでなく港湾周辺のアリの種構成を記録する。11月に宮古島平良港で実施した際は、普及の一環として県立宮古高校の科学部と合同で実施した。

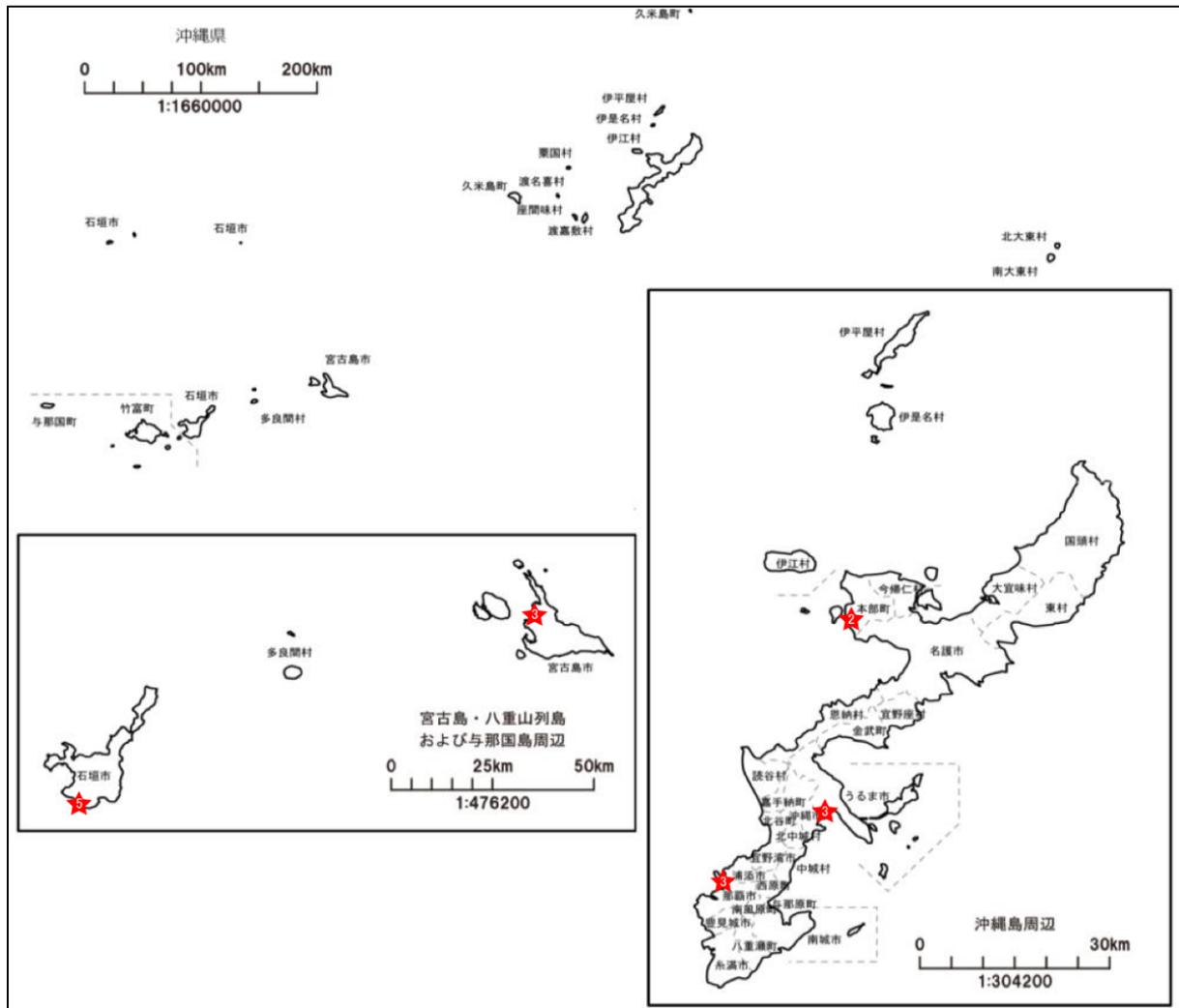


図 3-2_3 単位時間採集法の調査場所 ※数字は調査区の数



図 3-2_4 単位時間採集法の調査風景（宮古高校との合同調査）

② 結果

港湾地域の緑地からはヒアリ及び特定外来生物に指定されているアリ類は確認されなかった(表 3-2_1)。2 シーズンを通して港湾地域に共通して見られたのは、ヒゲナガアメイロアリやナンヨウテンコクオオズアリなどのすでに沖縄に定着している外来性のアリ類が多い点だった。

表 3-2_1 単位時間採集法で採集されたアリ種一覧 ※ () 内の数字は調査区の数

和名	学名	2018年6月					2018年11月					
		那覇(3)	中城(3)	本部(2)	石垣(5)	平良(3)	那覇(3)	中城(3)	本部(2)	石垣(5)	平良(3)	平良(1) 【宮古高校】
ルリアリ	<i>Ochetellus glaber</i>		●				●			●		
アワテコヌカアリ	<i>Tapinoma melanocepharam</i>	●	●		●	●	●	●	●	●	●	
アシナガキアリ	<i>Anoplolepis gracilipes</i>		●				●	●		●	●	
ホソウメマツオアリ	<i>Camponotus bishamon</i>	●	●				●		●	●	●	
アカヒラズオアリ	<i>Colobopsis shoki</i>				●				●			
アメイロアリの一種	<i>Nylanderia sp</i>	●	●	●			●	●		●		
リュウキュウアメイロアリ	<i>Nylanderia ryukyensis</i>	●	●	●			●	●		●		
ケブカアメイロアリ	<i>Nylanderia amia</i>	●	●				●	●		●	●	
ヒゲナガアメイロアリ	<i>Paratrechina longicornis</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ウスヒメキアリ	<i>Plagiolepis alluaudi</i>	●					●					
クロトゲアリ	<i>Polyrhachis dives</i>		●		●			●				
ヒヤケハダカアリ	<i>Cardiocondyla kagutsuchi</i>		●									
ヒメハダカアリ	<i>Cardiocondyla minutior</i>	●	●	●			●	●	●	●	●	
キイロハダカアリ	<i>Cardiocondyla obscurior</i>		●					●		●	●	
トゲハダカアリ	<i>Cardiocondyla Sp. A</i>		●	●	●	●		●	●	●	●	
ウスキイロハダカアリ	<i>Cardiocondyla wroughtonii</i>			●								
オニコツノアリ	<i>Carebara oni</i>						●					
クボミシリアゲアリ	<i>Crematogaster vegula</i>		●	●	●			●		●	●	
クロヒメアリ	<i>Monomorium chinense</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
フタイロヒメアリ	<i>Monomorium floricola</i>	●			●	●	●		●	●	●	
カドヒメアリ	<i>Monomorium sechellense</i>	●	●			●	●	●	●	●		
ミゾヒメアリ	<i>Trichomyrmex destructor</i>	●					●					
インドオオズアリ	<i>Pheidole indica</i>			●	●	●		●	●	●	●	
ツヤオオズアリ	<i>Pheidole megacephala</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ナンヨウテンコクオオズアリ	<i>Pheidole parva</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
オキナワトフシアリ	<i>Solenopsis tipuna</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ウロコアリ	<i>Stramigenys lewisi</i>									●		
オオシワアリ	<i>Tetramorium bicarinatum</i>		●	●	●	●		●	●	●	●	
イカリゲシワアリ	<i>Tetramorium laiginosum</i>		●		●	●		●	●	●	●	
サザナミシワアリ	<i>Tetramorium smillimum</i>			●				●				
カドムネシワアリ	<i>Tetramorium smithi</i>				●	●		●	●	●	●	
オオハリアリ	<i>Brachyponera chinensis</i>		●									
オオハリアリの一種	<i>Brachyponera sp</i>							●				
トビニセハリアリ	<i>Hypoponera punctatissima</i>					●						
フシナガニセハリアリ	<i>Hypoponera ragusai</i>					●						
ニセハリアリの一種	<i>Hypoponera sp.</i>			●				●				
合計種数		15	22	15	14	20	14	20	15	16	23	17

(3) 誘引剤トラップ（主要港湾等におけるヒアリの侵入状況調査）

① 調査方法

昨年度の方法に準じて調査を実施するが、費用を削減するために、設置地点の9割分程度についてはGC-MSによる分析でヒアリの有無を確認した。

1. 外国貨物が着く港湾等の周辺に、調査ルートを設定（周辺道路、公園、緑地等）
2. 各調査ルートに10 m間隔でスナックの入った遠沈管を設置（1割）し、残りはスナックを直置き（9割）で設置
3. 設置から40～50分後に回収
4. 採集したアリの99.5%のエタノールで固定
5. 遠沈管で採集した（1割分）アリ類は、顕微鏡下でヒアリとアカカミアリでないかを確認し、一部は種を同定
6. 直置きで採集した（9割分）アリ類はGC-MSを用いて毒性物質を分析し、ヒアリの有無を確認



図 3-2_5 調査状況



図 3-2_6 調査地点の様子（周辺道路）

② 調査場所

昨年度実施した那覇港、那覇保税地域、那覇軍港、那覇空港、本部港、金武湾港、中城湾港、ホワイトビーチ、石垣港、平良港とした。

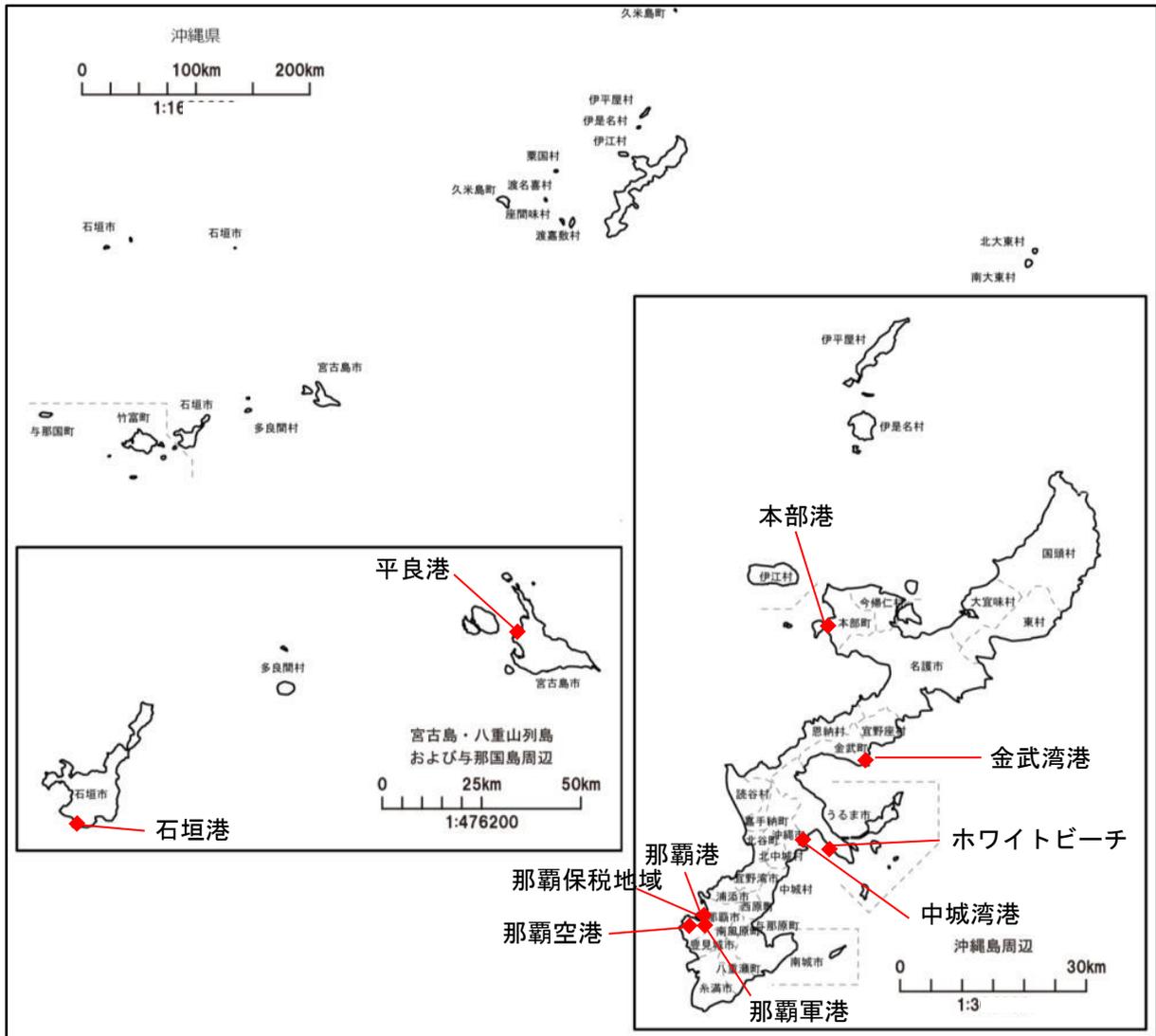


図 3-2_7 調査場所

③ 調査時期

年1回の調査として、10～11月に実施した。

調査時間帯（9:30～16:00）の気温は、23.4～27.4℃であった（気象庁ホームページ）。

表 3-2_2 調査実施日と気温

調査エリア	実施日	調査時間帯の気温
那覇港	2018年10月15日、18日、19日、25日、30日	23.6-26.0℃
那覇保税地域	2018年10月3日、16日	24.6-25.9℃
那覇軍港	2018年10月2日、16日	26.6-27.3℃
那覇空港	2018年10月2日	25.6-26.0℃
本部港	2018年10月10日、16日	25.7-26.4℃
金武湾港	2018年10月10日	26.9-27.4℃
中城湾港	2018年10月9日	27.0-27.4℃
ホワイトビーチ	2018年10月9日	26.6-26.7℃
石垣港(石垣島)	2018年11月13日、14日	23.4-25.4℃
平良港(宮古島)	2018年11月8日	25.3-27.2℃

※調査エリアである本部港、金武湾港、中城湾港、ホワイトビーチ周辺では気象台の観測が行われていないためそれぞれの地点に一番近い地点として名護（本部港、金武湾港）と那覇（中城湾港、ホワイトビーチ）の気温を使用した。

④ 調査結果

a. 設置・回収個数

昨年度設置した3,639個を上回る4,980個を設置した。直置きは目立たず見つからないケースもあることから、遠沈管トラップに比べ回収率はやや低かった（93.0%）ものの、全体で4,669個のトラップを回収した。

回収した遠沈管トラップの93.6%には1個体以上のアリが入っていた。直置きについては、1つ1つのトラップについてアリの有無は記録していないが、9個ごとに「アリが多かった」、「アリがいた」、「アリがいなかった」と記録しており、その結果、ほとんどのトラップでアリが多く採集された。

表 3-2_3 調査実施場所とトラップ個数

調査エリア	合計		遠沈管トラップ				直置き	
	設置個数	回収個数	設置個数	回収個数	アリ在	アリ在割合	設置個数	回収個数
那覇港	2,457	2,275	291	290	282	97.2%	2,166	1,985
那覇保税地域	195	187	26	26	25	96.2%	169	161
那覇軍港	230	224	25	25	25	100.0%	205	199
那覇空港	202	196	22	22	22	100.0%	180	174
本部港	218	212	28	28	25	89.3%	190	184
金武湾港	222	183	24	24	23	95.8%	198	159
中城湾港	218	202	25	25	22	88.0%	193	177
ホワイトビーチ	192	187	21	21	16	76.2%	171	166
石垣港	613	585	67	67	58	86.6%	546	518
平良港	433	418	50	49	42	85.7%	383	369
全エリア合計	4,980	4,669	579	577	540	93.6%	4,401	4,092
トラップ回収率		93.8%		99.7%				93.0%

b. ヒアリ類のスクリーニング結果

遠沈管トラップで回収した 577 個について、顕微鏡を用いてヒアリ類のスクリーニングを行った。顕微鏡下でヒアリ類に見られる 3 つの特徴 (①腹柄が 2 こぶ、②前伸副節刺がない、③触角の先端 2 節が膨大) を 1 個体ずつ確認し、どれか 1 つでも一致しなければヒアリ類ではないと判断した。その結果、すべてのトラップにおいてヒアリ類は確認されなかった。

また、直置きトラップで回収した 4,092 個について、GC-MS を用いてヒアリ類の毒性物質の分析を行った結果、すべてのエリアにおいて毒性物質は検出されなかった。

上記の 2 種類の方法によるスクリーニングにおいて、ヒアリ類は確認されなかった。

c. 種同定

遠沈管トラップで採集したアリについて、種の同定を行った。その結果、21 種類のアリが確認されたが、特定外来生物に指定されているアリ類は確認されなかった。

それぞれのエリアで確認されたアリ類を次ページの表 3-2_4 に示す。

d. 作業時間

今年度の調査に要した時間を表 3-2_5、参考として昨年度の方法に要した時間を表 3-2_6 に示した。

直置きの場合、特別準備は必要ない。設置・回収は、遠沈管の開け閉めの作業が無いため、昨年度に比べ同じ時間で 2 倍の個数を設置・回収が可能であった。

ヒアリの有無の確認方法に関しては、個数が増えると今年度採用した GC-MS による方法による確認方法が効率的であった。

表 3-2_5 今年度の主要港湾調査に要した時間
(1 割遠沈管、9 割直置き)

平成30年度	個数	人数	時間(分)	個数あたりのおおよその時間/人			
				1個	100個 (遠沈管10:直置 90)	1,000個 (遠沈管100:直置 900)	10,000個 (遠沈管1,000:直置 9000)
準備	500	4	60	0.5分	0.8 時間	8 時間	80 時間
設置・回収	100	1	120	1分	2 時間	20 時間	200 時間
アリ取り出し	1	1	10	10分	2 時間* ¹	20 時間* ¹	170 時間* ¹
ソーティング	1	1	15	15分	3 時間* ¹	30 時間* ¹	250 時間* ¹
GC-MS	-	-	-	-	3 時間* ²	8 時間* ³	80 時間* ³
合計時間				26.5分	10.8 時間	86 時間	780 時間

*¹: 遠沈管のみ対象、*²: 直置き分のみ対象、*³: 遠沈管 500 個で 1 回の分析とした場合

表 3-2_6 昨年度の主要港湾調査に要した時間 (参考)
(全て遠沈管を用いた方法)

平成29年度	個数	人数	時間(分)	個数あたりのおおよその時間/人			
				1個	100個	1,000個	10,000個
準備	500	4	60	0.5分	0.8 時間	8 時間	80 時間
設置・回収	50	1	120	2.5分	4 時間	40 時間	400 時間
アリ取り出し	1	1	10	10分	17 時間	170 時間	1,670 時間
ソーティング	1	1	15	15分	25 時間	250 時間	2,500 時間
合計時間				28分	46.8 時間	468 時間	4,650 時間

表 3-2_4 各エリアで採集されたアリ類

亜科	属	和名	学名	那覇港	那覇 保税地域	那覇軍港	那覇空港	本部港	金武湾港	中城湾港	ホワイト ビーチ	石垣港 (石垣島)	平良港 (宮古島)	エリア数 (10エリア中)								
1	カタアリ亜科	アワテコヌカアリ	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	●	●	●	●		●		●	●		7								
2	ヤマアリ亜科	アシジロハラシアリ	<i>Technomyrmex brunneus</i>						●					1								
3	ヤマアリ亜科	アシナガキアリ	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	●	●					●		●	●	5								
4	ヤマアリ亜科	ケブカアメイロアリ	<i>Nylanderia amia</i>	●	●	●	●		●		●	●	●	8								
5	ヤマアリ亜科	リュウキユウアメイロアリ	<i>Nylanderia nykuyuensis</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	8								
6	ヤマアリ亜科	ヒゲナガアメイロアリ	<i>Paratrechina longicornis</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	9								
7	フタフシアリ亜科	ハダカアリ	<i>Cardiocondyla sp. A</i>	●		●	●	●	●		●	●		7								
8	フタフシアリ亜科	ハダカアリ	<i>Cardiocondyla minutior</i>	●	●			●				●		4								
9	フタフシアリ亜科	ハダカアリ	<i>Cardiocondyla sp. B</i>	●		●	●	●	●			●	●	5								
10	フタフシアリ亜科	クロヒメアリ	<i>Monomorium chinense</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10								
11	フタフシアリ亜科	クロヒメアリ	<i>Monomorium destructor</i>	●		●	●					●	●	4								
12	フタフシアリ亜科	フタイロヒメアリ	<i>Monomorium floricola</i>	●			●		●			●	●	5								
13	フタフシアリ亜科	ヒメアリ	<i>Monomorium intrudens</i>				●		●					1								
14	フタフシアリ亜科	シフヒメアリ	<i>Monomorium latinode</i>		●		●							2								
15	フタフシアリ亜科	インドオズアリ	<i>Pheidole indica</i>	●			●	●				●		4								
16	フタフシアリ亜科	ツヤオオズアリ	<i>Pheidole megacephala</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10								
17	フタフシアリ亜科	ハンヨウテンコクオオズアリ	<i>Pheidole parva</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10								
18	フタフシアリ亜科	クロオオズアリ	<i>Pheidole susanowo</i>	●										1								
19	フタフシアリ亜科	オオシワアリ	<i>Tetramorium bicarinatum</i>	●		●	●	●	●		●	●	●	7								
20	フタフシアリ亜科	サザナシワアリ	<i>Tetramorium similimum</i>						●					1								
21	フタフシアリ亜科	カドムネシワアリ	<i>Tetramorium smithi</i>						●			●		2								
種数(21種中)														16	10	10	14	10	6	8	13	9