

# 温室からのセイヨウオオマルハナバチ

## 逃亡防止技術

三重大学大学院

生物資源学研究科博士前期課程

生物圏生命科学専攻

陸圏生物生産学講座

昆虫生態学研究分野

小出哲哉

2008年3月

## 目 次

1. 緒言	1
2. 材料および方法	3
2. 1 市販ネットの逃亡防止効果	3
2. 2 通り抜けできない間隙の幅	3
2. 2. 1 間隙幅と通り抜け個体の頭幅の関係	4
2. 2. 2 働きバチの頭幅	4
2. 3 温室におけるマルハナバチ逃亡防止のためのネット展張技術	4
2. 3. 1 側窓，天窓，出入り口のネット展張試験	5
2. 3. 2 パイプ鉄骨のビニルハウス側窓のネット展張試験	6
2. 3. 3 換気扇と吸気口のネット展張試験	7
2. 4 セイヨウオオマルハナバチの使用済み巣箱におけるコロニー殺虫処理法	8
2. 4. 1 ビニル袋蒸し焼き処理法	8
2. 4. 2 浸漬処理法	8
2. 4. 3 熱湯処理法	9
2. 4. 4 殺虫剤処理法	9
3. 結果	10
3. 1 市販ネットの逃亡防止効果	10
3. 2 通り抜けできない間隙の幅	10
3. 3 温室におけるマルハナバチ逃亡防止のためのネット展張技術	11
3. 3. 1 側窓，天窓，出入り口のネット展張試験	11
3. 3. 2 パイプ鉄骨のビニルハウス側窓のネット展張試験	12
3. 3. 3 換気扇と吸気口のネット展張試験	12

3. 4	セイヨウオオマルハナバチの使用済み巣箱におけるコロニー殺虫処理法	12
4.	考察	14
4. 1	ネットの種類とハチが通り抜けできない間隙幅	14
4. 2	ネット展張技術	15
4. 3	コロニー殺虫法	18
5.	摘要	20
6.	謝辞	22
7.	引用文献	23
8.	図表	27

## 1. 緒言

トマトの授粉用昆虫として、1991 年以来外来のセイヨウオオマルハナバチ (*Bombus terrestris* Linnaeus) (以下、セイヨウ) が利用されてきた。セイヨウの使用量は 2003 年にはおよそ 7 万群にも及び (光畑・和田, 2005), トマトを中心に 3,600ha 以上で利用されている (農水省, 2005)。しかし、温室施設から逃げ出したセイヨウが野外に定着し (鷲谷, 1998 ; 松村ら, 2004 ; 中島ら, 2004 ; 横山・中島, 2005 ; Inoue et al., in press), 在来の種及び群集に及ぼす悪影響が指摘されている (五箇, 1998 ; 五箇ら, 2000 ; 松村・鷲谷, 2002 ; 国武・五箇, 2006)。そのため、セイヨウは 2005 年 12 月特定外来生物に指定され、2006 年 9 月から法律により輸入、飼育、運搬等が規制されるに至った。

特定外来生物に指定された場合、原則として使用が禁止されるが、セイヨウは農業現場での有用性を考慮して特例措置が取られ、条件付きで使用が許可されることとなった。しかし、セイヨウに対する特定外来生物を飼養するための条件 (環境大臣が所掌する特定外来生物に係る特定飼養等施設の基準の細目等を定める件(平成 17 年環境省告示第 4 号))は定まっておらず、その条件の基礎となる逃亡防止策の有効性と安全性を証明することが必要である。

逃亡防止策の 1 つには、施設開口部へのネット展張が考えられる。しかし、セイヨウ逃亡防止のためのネット展張の有効性に関する研究はあるが (米田ら, 2007), セイヨウの逃亡防止を保証するネットの品質に関する報告及びネットの具体的な展張方法についての報告はない。マルハナバチ普及会 (2005) は目合い 4mm 以下のネットを全ての開口部に確実に展張することを奨励したが、詳細な展張方法を示していない。また、施設にネットを展張した場合、確実に逃亡が防げることを実証した研究もこれまでにない。

さらに、生産現場におけるセイヨウの野生化防止策として、セイヨウが残存する使用済み巣箱の完全殺虫と適正処理することの義務化が予定されている。しかし、筆者らの現地調査によると（小出，未発表），利用農家の一部では使用済み巣箱が巣門を開放されたまま生産施設に放置されていたり，生きたコロニーが入ったまま施設外に持ち出されていた。その理由は低コストで簡便かつ効果的な処理方法が提示されていないためである。そのため，生産農家等から試験研究機関に対して使用済み巣箱の処理技術の確立を求める声が強くあがっている。

そこで，まず，市販のネットの素材，目の大きさ，張り方がセイヨウの逃亡防止に及ぼす影響を調べるため，実験的に各種ネットを張った箱に巣箱を入れ，逃亡の程度を調べた。また，温室には扉や煙突周りなどに必ず間隙ができるが，その間隙を幅何 mm 以下に抑えればセイヨウが逃亡できなくなるかを実験的に確かめた。次に，現在行われている，あるいは考案されている種々の方法で温室開口部にネット展張を行い，その効果を調べた。そして，不十分な場合はその改良方法を提示した。最後に，種々のコロニー殺虫処理方法の効果を確かめ，普及すべきコロニー殺虫処理方法を提示した。

## 2. 材料および方法

### 2. 1. 市販ネットの逃亡防止効果

目合いや特性の違う 13 種のネットを供試した(第 1 表)。マルハナバチ用ネットは目合い 2×2mm よりも大きいものであるが、実用場面ではマルハナバチ逃亡防止と防虫用を兼ねて目合い 2mm 以下のネットも使用されていることから、これらのネットも用いた。実験は 2005 年 8 月 17 日から 10 月 23 日にかけて順次行った。

セイヨウ (アピ(株)) の巣箱を、供試ネットを張った箱 (70×80×105cm) に入れ、さらにその箱を目合い 1×1mm のダイオサンシャイン S2000 (ダイオ化成(株)) を張った箱 (90×80×120cm) に入れ、ハチの行動を観察した。また、ネットの張り具合がマルハナの通り抜け率に及ぼす影響を調査するため、各種ネットについて、ネットをきつく張った区 (タイト区) とゆるく張った区 (ルーズ区) を同時に設け、各区に 1 巣を入れた。放飼期間は原則として合計 4 日間とし、放飼ハチ数の体サイズによる影響を除くため、放飼 2 日後にタイト区とルーズ区の巣箱を入れ替えた。実験開始時、同じ巣箱を各種供試ネットの実験に使用したが、巣から出るハチは時間がたつと減少したため、ネット内で飛翔するハチが 15 頭を越えるように 8 月 26 日、9 月 16 日、10 月 6 日に新しい巣箱に換えた。実験は 24~26℃の恒温室内で行い、日長は窓からの自然日長と 6 時から 18 時までは 37w と 18w の蛍光灯で補光した。夜に乾燥花粉約 10g を巣箱内に入れた。

### 2. 2. 通り抜けできない間隙の幅

巣の入り口に間隙を設け、その間隙幅を変えた時の通り抜けた個体の頭幅を計った。巣箱内

に居る働きバチの頭幅の頻度分布を知るため全個体の頭幅を測定した。

#### 2. 2. 1 間隙幅と通り抜け個体の頭幅の関係,

供試虫としてアриста・ライフサイエンス(株)のセイヨウを用いた。測定対象物に接する向かい合ったノギスの金属板部分(150mm)それぞれに縦20mm×横150mm×厚み0.5mmの亚克力板を取り付け、2枚の亚克力板で間隙をつくり、その間隙幅を自由に調整できるようにした(第1図)。巣箱の巣門外側に5×5×25cmの箱を取り付け、上面に3×15cmの穴を開けた。その穴の上に上述の亚克力板を置き、亚克力板の間隙を通過した個体の頭幅を測定した。通過個体が5分待っても出ない場合は間隙幅を0.1mmずつ広げた。

#### 2. 2. 2 働きバチの頭幅

供試虫としてセイヨウの巣箱6箱中の個体を用いた(アピ(株), アリスタライフサイエンス(株), 東海物産(株)各社2箱ずつ)。巣箱到着後直ちに巣箱内にいる働きバチ全ての個体の頭幅をノギスで測定した。

#### 2. 3 温室におけるマルハナバチ逃亡防止のためのネット展張技術

温室施設開口部からのセイヨウ逃亡防止策の検証試験を、2005、2006年に愛知県農業総合試験場内の4棟(1~4号棟)の温室を用いて行った(第2表)。使用したセイヨウは、パイプ鉄骨のビニルハウスでの検証ではナチュポール®(アリスタライフサイエンス(株), 東京), それ以外の検証では、はなまるくん®(アピ(株), 岐阜)である。逃亡防止用と逃亡バチ捕捉用ネットには、いずれもセイヨウの通り抜けができないことを確認したネット(小出ら, 2007)を用いた(第3表)。セイヨウを温室内に1~12日間(試験によって異なる)放し、その間

に逃亡バチ捕捉用ネットで捕らえられたハチ数を数え、逃亡バチ数とした。

### 2. 3. 1. 側窓，天窗，出入り口のネット展張試験

ガラスおよびシクスライト温室の側窓，天窗，出入り口にマルハナバチ逃亡防止用ネットを異なる方法で張った後，さらに外側から逃亡バチ捕捉用ネットで温室を完全に覆った。はじめに，通常のセイヨウの放飼において，ネット展張を行ったハウスからハチが逃げるかどうかを明らかにするため，2005年9月22日10:00から10月3日17:00まで各温室にセイヨウ1巣箱を入れ，その間に逃げ出したハチ数を調査した。次に，逃亡数が0の場合はそれを確認するため，また逃亡が見られた場合は逃亡箇所を効率的に確認するために，2～4巣箱を1つの温室に設置するとともに，逃亡性をより強く有する雄バチ14～18頭と新女王バチ2頭を放飼した。逃亡箇所が確認された場合は，これを補修し，再度ハチを放して3日間の逃亡数が0になるまで補修を繰り返した。

**側窓：**試験は1～3号温室の3棟を用いた。1号温室の上下2段のスライド式側窓に温室内側からクリップを用いておよそ30cm間隔で窓枠にネットを固定した(内側クリップ留め方式，第2a図)。2号温室の側窓は跳ね上げ式で，窓枠と跳ね上げ窓の縦框(かまち)と下框にアルミ製の押さえ板で固定した(窓枠・框固定方式，第2b図)。3号温室では，外側からネットを側窓(窓はビニルを巻き上げるタイプで，ビニルと巻き上げ部はネットを展張するのに障害となるため取り外した)の枠に，アルミ製ビニルフィルム固定器具(ビニペット<sup>®</sup>，東都興業(株)，東京；断面がU字形の細長い板状固定器具)を用いて固定した(外側ビニペット留め方式，第2c図)。

**天窗：**温室1，2号棟を用いて以下の3タイプの展張方式について調べた。1. パネル方式：



網戸のように天窓にパネル式のネットをはめ込んだ(第 3a 図)。2. 外側展張方式：窓が閉まった時にネットが外側に出るように、ネットを天窓の枠と屋根にビニペット®で固定した (第 3b 図)。3. 内側展張方式：天窓が閉まった時に温室内にネットが格納されるように、ネットを天窓の枠と窓枠に固定した(第 3c 図)。パネル方式は 1 号棟の北天窓，外側展張方式は 1 号棟の南天窓，内側展張方式は 2 号棟の天窓に用いた。

出入口：試験は，温室 1～3 号棟を用いて，3 タイプの展張方式について行った。1. 重ね合わせ方式 (3 号棟)：2 枚のネットを中央で 50cm ほど重ね合わせ，出入口 (幅 120cm×高 180 cm) の左右と上部にビニペット®で固定した。2. 前室付き重ね合わせ方式 (2 号棟)：ネットを二重構造にするため，温室の出入口 (幅 180×高 180cm) に重ね合わせネットを展張し，出入口の外に前室 (幅 360×高 180×奥 90cm：全面ビニル被覆) を設けた。前室の出入口 (幅 100×高 180cm) にも重ね合わせネットを展張した。3. チャック方式 (1 号棟)：出入口 (幅 180×高 180cm) の左右と上部にネットをビニペット®で固定し，そのネットの中央部に長さ 170cm のチャックを縦につけた。裾部は下に垂らし，固定はしなかった。試験中は，出入口を常に開いたままにした。

## 2. 3. 2. パイプ鉄骨のビニルハウス側窓のネット展張試験

ビニルハウスの側窓へのネット展張についての試験は，2006 年 5 月 24 日～7 月 1 日にビニルハウス (4 号棟) を用いて行った。ネット展張を以下の 3 つの方式で行った。1. パイプ内側パッカー留め方式：ハウスの外側からビニル，パイプ (骨材)，ネットの順になるようにネットを展張した。ネットは，ハウスの内側からパッカー (ビニルフィルムをパイプに押さえて留めるため開発された縦に切れ目が入った筒状プラスチック) で押さえて固定した (第 4a 図)。2.

パイプ外側パッカー留め方式：ハウス外側からビニル，ネット，パイプ（骨材）の順になるようにネットを展張した。ネットは，パッカーでパイプの外側に固定した。3. パイプ外側ビニペット留め方式：パイプの外側からビニル，ネット，パイプ（骨材）の順になるようにネットを展張した。ネットは，ビニペット<sup>®</sup>でパイプに固定した（第 4b 図）。パイプ内側パッカー留め方式については，ネットとビニルの間にわずかな隙間ができ，逃亡の可能性が残ったため，ネットとビニルの重なり幅を 30，40，70，100cm と段階的に増加させ，逃亡防止に必要な幅を調べた。パイプ外側パッカー留め方式とパイプ外側ビニペット留め方式ではネットとビニルの重なり幅を 10cm とした。各方式の検査に 1～5 日かけ（第 4 表），温室内には 1 巣箱を入れた。

### 2. 3. 3. 換気扇と吸気口のネット展張試験

試験は，3 号棟南妻面に換気扇（MITSUBISHI SH 80G）を 1 台，北妻面に吸気口（FURUTA ISD 50Y）を 2 台設置して行った。温室に 2 巣箱を入れ，換気扇の外側を捕捉用ネットで囲い，2005 年 10 月 20～22 日には換気扇を作動し，10 月 23～26 日には停止して，逃亡バチを数えた。また，作動中の換気扇からハチが逃亡した場合の生死を調べるため，作動中の換気扇に雄バチ（ $n=12$ ）を投げ入れ換気扇通過後の生死を調査した。さらに 11 月 2～8 日は，逃亡防止用ネットを換気扇内側に展張し逃亡防止効果を確認した。換気扇は常時作動させた。

吸気口は閉鎖時には隙間がなく逃亡はできないが，換気扇作動時には開口し，脱出の可能性はある（第 5 図）。そこで，ネット展張をしていない吸気口からの脱出についての調査を，11 月 2～8 日に換気扇の調査と同時に行った。出入り口，側窓，天窗を全閉にし吸気口が常時 10～12cm 開く状態にして，逃亡数を調べた。

## 2. 4. セイヨウオオマルハナバチの使用済み巣箱におけるコロニー殺虫処理法

セイヨウの使用済み巣箱に残存するコロニーの殺虫処理法として、ビニル袋蒸し焼き処理法（以下、蒸し焼き法）、浸漬処理法、殺虫剤処理法、熱湯処理法について比較、検討した。

### 2. 4. 1. ビニル袋蒸し焼き処理法

試験は愛知県農業総合試験場内のトマト温室 1 棟で行った。試験時期は、高温期として 2005 年 5 月 26 日、低温期として同年 10 月 20 日に行った。試験区は蒸し焼き区と無処理区を設けた。蒸し焼き区は巣箱を透明ビニル袋（容積：45L）に入れて密閉し、温室内の直射日光の当たる場所に置いた。無処理区はそのまま袋蒸し焼き区のすぐ横に置いた。供試巣箱として、高温期試験は使用済み巣箱（東海物産（株））を農家から提供してもらい使用した。低温期試験は当場で使用済みの巣箱（アピ（株））を用いた。処理効果の確認は、高温期は処理終了直後に、低温期は処理終了直後と 24 時間後に生存数を調べた。

### 2. 4. 2. 浸漬処理法

試験は、2005 年 11 月 8 日と 11 月 10 日に行った。試験区は水浸漬処理区、洗剤液浸漬処理区を設けた。予備試験でセイヨウは水浸漬には強かった（オスと新女王を 13 時間水浸漬し、24 時間後にはオスは 18.2%（n=22）、新女王は 11.1%（n=27）が甦生した）ことから、洗剤液浸漬法も検討した。供試虫は、当場で使用済みの巣箱（アピ（株））を各試験区に 2 箱ずつ用いた。供試洗剤は台所用合成洗剤（ファミリーフレッシュ®：花王（株）成分アルキルエーテル硫酸エステルナトリウム 19%）を用いた。洗剤処理濃度は 200ml/100L とした。浸漬処理方法

は、100Lのバケツにそれぞれの処理液を満たし、巣箱を24時間完全に沈めた。処理効果の確認は浸漬処理終了時点と24時間後に生存数を調べた。

#### 2. 4. 3. 熱湯処理法

試験は2005年11月8日に行った。供試虫は当場で使用済みの巣箱3箱（アピ（株））を用いた。処理方法は巣箱の蓋をあけ、巣箱当たり100℃1Lの熱湯をやかんを用いて上から注入した。処理効果の確認は処理直後と24時間後に生存数を調査した。

#### 2. 4. 4. 殺虫剤処理法

試験は2005年11月16日から11月22日にかけて行った。試験区は家庭用殺虫剤区とハチ専用剤区を設けた。供試虫は当場で使用済みの4箱（アピ（株））を各区に2箱ずつ用いた。供試殺虫剤は家庭用殺虫剤としてアースジェット®（アース製薬（株）成分d-T80-フタルスリン，d-T80-レスメトリン）とハチ専用剤としてスーパーハチジェット®（イカリ消毒（株）成分シフェノトリン，フタルスリン，プラレトリン）を用いた。処理方法は巣箱の蓋をあけ、巣箱の上から家庭用殺虫剤5秒間，ハチ専用剤3秒間（単位秒当たりの吐出量が前記薬剤よりも多いため）噴霧した。さらに2日後に家庭用殺虫剤を10秒間，ハチ専用剤を5秒間噴霧した。処理効果の確認は散布24時間後に生存数を調査した。

### 3. 結果

#### 3. 1. 市販ネットの逃亡防止効果

ネットの種類別の通り抜けと噛み切られの結果を第5表に示した。セイヨウが通り抜けられたネットは日石マルハナネットとマルハナネット FC-4, ダイオネット防風網 140 であった。マルハナバチネットは目ずれなしに展張することができず, その目ずれからセイヨウが通過した。その他のネットをセイヨウは通り抜けできなかった。また日石マルハナネットはタイト区とルーズ区による差は見られなかったが, マルハナネット FC-4, ダイオネット防風網 140 ではゆるく張った時に通過個体が多かった。各種ネットを通り抜けた個体の最大頭幅はマルハナネット FC-4 は 3.44mm, 日石マルハナネットは 2.83mm, ダイオネット防風網 140 はルーズ区 3.17mm タイト区 2.95mm であった。

噛み切られたネットはマルハナネット FC-4 とすくすくネットの 2 種類であった。どちらも 4 日目に噛み切れ, その穴からハチが逃亡した。ライトネットは 5 日目に噛み切られた。すくすくネットとライトネットはルーズ区で噛み切られた。

#### 3. 2. 通り抜けできない間隙の幅

間隙幅と通り抜け個体の頭幅の間には強い相関( $r=0.936, P<0.0001$ )が見られた(第6図)。

働きバチの頭幅とハチ数を第6表に示した。巣間で働きバチの平均頭幅に有意な差が見られた(Kruskal-Wallis test,  $P<0.0001$ )。1 巣を除いて標準偏差はほぼ同じで, 平均値が大きくなるにつれて最小値・最大値も増加した。6 箱の働きバチは合計 924 頭で頭幅平均 3.86mm であった。最小頭幅は 2.99mm, 最大は 4.69mm であった。

### 3. 3. 温室におけるマルハナバチ逃亡防止のためのネット展張技術

#### 3. 3. 1. 側窓，天窗，出入り口のネット展張試験

**側窓：**どのネット展張方式においても，逃亡バチが確認された（第 7 表）。内側クリップ留め方式では窓枠上部の横に伸びた鉄骨に沿ってできた隙間から逃亡した（第 7a 図）。窓枠・枠固定方式では窓枠の上部角から逃亡した（第 7b 図）。外側ビニペット留め方式では，窓枠近くにできたシクスライトフィルムとビニペット®の隙間から逃亡した。この隙間は，ネット展張方式に由来するのではなく，温室自身の老朽化のためであった。これらの逃亡箇所を第 7 表に示した方法で塞いだ後は，逃亡個体は認められなかった。

**天窗：**どのネット展張方式でも逃亡バチが確認された（第 7 表）。パネル方式では天窗アームが自由に動けるようにした板ゴムの切れ目及び板ゴムとパネルとの隙間から逃亡した（第 8a 図）。外側展張方式では，天窗ちょうつがい部両端の隙間，およびビニペット®と窓枠の隙間から逃亡した。内側展張方式では天窗ちょうつがい部両端の隙間（第 8b 図），および天窗角の隙間から逃亡した。これらの箇所を第 3 表で示した方法により修理した結果，逃亡個体は認められなかった。

**出入り口：**重ね合わせ方式の逃亡防止効果は低く（第 7 表），前室を付けて重ね合わせ方式ネットを二重にしてもハチの逃亡を完全に防ぐことはできなかった。チャック方式は 9 月 22 日～10 月 3 日の調査期間中，逃亡バチ数は 0 であった。しかし，ハチ数を増やした後に，裾の下から，裾が内向き外向きに関わらず，7 日間で 7 頭逃亡した。そのため，裾に重り用の鉄パイプを置いたところ逃亡個体は認められなかった。

### 3. 3. 2. パイプ鉄骨のビニルハウス側窓のネット展張試験

パイプ内側パッカー留め方式では重ね合わせを 100cm まで広げても逃亡を防ぐことはできなかった (第 4 表)。一方, パイプ外側パッカー留め方式, パイプ外側ビニペット留め方式では, それぞれ, 5, 4 日間調査を行ったが逃亡バチは認められなかった (第 4 表)。

### 3. 3. 3. 換気扇と吸気口のネット展張試験

換気扇の 3 日間の作動中において 3 頭 (内 2 頭は雄), 停止中に 1 頭が換気扇から逃亡した。作動中の換気扇に雄バチを投げ入れた時, 通過後のハチは全て ( $n = 12$ ) 生きていたが, 75% だけが飛翔可能であった。換気扇の前にネットを張ることで逃亡防止ができた。吸気口からの逃亡は認められなかった。

### 3. 4. セイヨウオオマルハナバチの使用済み巣箱におけるコロニー殺虫処理法

高温期の 5 月 26 日における気温と巣箱内温度の推移を第 9 図に示した。天候は晴れ時々曇り, ハウス内気温は 30°C 前後で推移した。蒸し焼き法の巣箱内温度は 40°C を超え, 最高 56°C に達した。無処理の巣箱内温度は最高 34.6°C で, 35°C を超えることは無かった。低温期の 10 月 20 日における気温と巣箱内温度を第 10 図に示した。天候は快晴, ハウス内気温は 25.5°C まで上昇した。蒸し焼き法の巣箱内温度は最高 40°C であった。無処理の巣箱内温度は最高 34.6°C で, 35°C を超えることは無かった。

蒸し焼き処理法における殺虫効果を第 1 表に示した。高温期(5 月 26 日)における蒸し焼き区は成虫, 幼虫共に生存虫はいなかった。無処理区は成虫, 幼虫共に生存していた。低温期 (10

月 20 日) においては, ビニル袋蒸し焼き区, 無処理区ともに全て生存していた。

水浸漬, 洗剤液浸漬ともに全個体死亡した。24 時間後にも甦生した個体は見られなかった(第 9 表)。熱湯処理では瞬時に全て死滅した(第 9 表)。一方, 家庭用殺虫剤はハエ, カ用であり, 殺虫効果は低かった(第 10 表)。ハチ専用剤でも 3 秒/箱の散布では完全に死滅しなかった。



## 4. 考察

### 4. 1. ネットの種類とハチが通り抜けできない間隙幅

市販ネットを通り抜けた最大の個体は頭幅 **3.44mm** であった。この大きさは働きバチでは小さいほうであるが、巣によっては平均サイズである（第 6 表）。マルハナバチでは、巣内の大きな個体は外役バチ、小さな個体は内役バチとなる傾向がある（Free and Butler, 1959; Cumber, 1949; Brian, 1952; Sakagami, 1976）。これらのことから、ネットの目あいについては **4×4mm** 以下であれば、大きな個体を多く含む巣では外役バチが通り抜ける可能性は低く、実用上は問題ないと思われる。今回アピ（株）提供のセイヨウが小さかった原因は、アピ(株)によると、飼育用の輸入花粉の一時的品質低下によるらしい。通常こういったことは稀と思われるが、市販セイヨウにおいても、飼育条件によって小型個体が含まれる可能性を否定できない。使用する前に、働きバチの大きさを調べ、小さいときは使用を控えるのが得策である。あるいは、小型個体を含む巣の頻度が多い場合は、**4×4mm** 未満の目あいのネットの使用が望まれる。

また、噛み切られたネットが一部見られたが、これは狭い空間に 4 日間閉じ込めての試験であったため、同じ箇所を長時間噛み続けて切られたものと考えられる。温室での利用では同じ箇所を長時間にわたって噛み続けられることは考えにくく、実用上は問題ないと思われるが、用心のため網糸は太いものを使用すべきである。一方、ネット展張時に目ずれが起きたネットがあった。目ずれが起きないように気をつけて張っても目ずれを防ぐことができず、目ずれした箇所からハチの逃亡が見られた。これらのことから、逃亡防止用ネットは **4×4mm** 以下の目合いで、熱融着もしくはラッセル織りなどの目ずれしないネットを選ぶことが大切であることが明らかとなった。また、一部のネットはゆるく張った場合、逃亡を許した。このようなネッ

トでは、張り方に注意を払う必要がある。

本試験における働きバチの頭幅の最小は **2.99mm** であった。第 6 図の直線回帰式に頭幅 **2.99mm** を当てはめると、間隙幅は **3.05mm** である。このことから、逃亡防止のため施設内の間隙の幅は **3mm** 以下にすべきと結論づけた。

#### 4. 2. ネット展張技術

本試験において、側窓、天窗いずれも注意深く隙間が無いようにネットを展張することで、ハチの逃亡を防ぐことができた。個々の温室にどのネット展張方法を用いるかは、コスト、設置の容易さ、信頼性、耐久性を考えて決めるべきである。

側窓へのネット展張方式で、内側クリップ留めは容易に展張できるが、クリップがはずれやすいことと、ネットのたるみができやすく、逃亡が起こりやすいと考えられ、長期的に見て問題があるように思われる。そのため、側窓がスライド式の場合は、ビニペット®で側窓を囲みネットを固定する外側ビニペット留め方式がよいと考えられる。この方式は設置コストも低く、設置も容易であるが、窓が跳ね上げ式の場合は使えない。跳ね上げ式の場合は、窓枠・枠固定方式に頼るしかないが、ちょうつがい部のように動く所はネットの固定が難しいため、窓の両端上部のちょうつがい部分に隙間ができやすい。さらに、側窓両端部のネットに止まったハチは上へ上へと登り、跳ね上げ式側窓の両端上部にハチが集まりやすい傾向があった。そこに隙間があると多くの個体が逃亡しやすいので注意すべきである（第 7 表）。

天窗におけるパネル式の長短所は以下の通りである。長所：a) 天窗を閉めた時には内側にネットがあるので、風雨にさらされることがなく、ネットの耐久性が増す。b) たるみがないため

にゴミが溜まりにくい。短所：a) 値段が高く（専門業者に依頼時、4,000 円～5,000 円/m）、設置するまでに時間がかかる、b) 天窓アームとネットの間に隙間ができやすい。外側展張方式の長短所は以下の通りである。長所：a) 値段が安い（専門業者に依頼時、2,000 円前後/m）、b) 展張、張替えが他に比べて容易である、c) 栽培途中でも張替えられる。短所：a) 天窓が閉まったときにネットが外にあるのでネットが痛みやすい、b) ビニペット<sup>®</sup>と天井ガラスとの間に隙間ができやすい。c) ネットにごみがたまりやすい。一方、内側展張方式の長短所を以下に示す。長所：a) ネットが内側に入るので痛みにくい、b) 価格はそれほど高くない（専門業者に依頼時、3,000 円前後/m）。短所：a) 張替えが難しい（専門業者への依頼が必要）、b) 栽培中は張りにくい。上記で述べた 3 つの方式以外に、天井仕切り方式がある。これは、天窓を含む温室の上部全体と下部をネットで仕切る方式で、温室完成後の展張が行いにくいことから、本試験からは除外した。この方式は、上記 3 方式に比べ、開閉する窓あるいは開閉アームと接していないため、隙間ができにくく、耐久性に優れていると考えられるが、設備が大掛かりでハウス建設時に備え付ける必要がある。また、設置値段も極めて高いと予想される。

出入り口は、人が出入りするだけでなく、出荷のための収穫コンテナの運搬、もしくはトラックの出入り等も考えられる。そのため、ネットにはハチの逃亡防止の機能だけでなく、人・物の往来のしやすさも必要となる。往来のしやすさでは、ネットの重ね合わせ方式が便利であるが、ハチの逃亡防止のためには不十分であった。二重ネットつき前室を作ると、逃亡数は減ったが完全ではなかった。前室を暗くしたり、入り口の向きを変えるなどの工夫をすれば、利便性とハチ逃亡防止の両方の要望を満たすものができるかもしれない。

ビニルハウス側窓のネット展張の場合、パイプ内側にパッカーでネットを固定する方式は、

手軽であるが、逃亡防止効果は不十分であった。必ず、パイプ外側にネットを固定する必要がある。パッカー留め、ビニペット留めどちらでも良いが、ビニル展張前に固定しておく必要がある。本試験においてビニルハウス連棟の谷換気部における逃亡調査は行わなかったが、ビニルハウス側窓に対する試験結果と同様、パイプ外側にネットを固定するのが良いと思われる。しかし、農家において谷換気部をパイプ内側からネットを張り、パイプの太さ分だけ隙間ができていた例を数件見た。予想通り、これらのハウスの農家からは巣箱中のハチ数がすぐに少なくなるとの声が多く聞かれた。

換気扇の作動の有無に拘らずマルハナバチは逃亡することが明らかとなったため、換気扇へのネット展張が必要である。換気扇は駆動部やVベルトがむき出しになっているタイプのものがあり、ネットがファンや駆動部に巻き込まれないように余分な裾は切り取り、ネットはビニペット<sup>®</sup>などで確実に固定する必要がある。

吸気口からの逃亡は確認されなかった。これは、吸気口が開いている時には、風が勢いよく入ってきているため、ハチがその風に向かって飛んで逃げるのが難しいためと考えられる。しかし、歩いて吸気口から逃げる可能性は否定できない。そのため、吸気口にもネットを展張しておく方が安心である。

この実験中にパイプハウスの骨材に使われているパイプの中を1m以上も通り抜けて逃亡した例や、出入り口の下側のレール板と地面とのわずかな隙間を潜り込んで逃亡した例が観察された。このように、マルハナバチはほんのわずかな隙間からも逃げるのが分かった。先の実験で明らかのように、3 mm以上の隙間からは逃亡の可能性があるため、そういった隙間がある場合は、必ず密閉をする必要がある。今回の実験では隙間を塞ぐため、スポンジとテープを使用

することがあったが、これらは劣化しやすいので、ブリキ板などの耐久性に優れた素材で塞ぐことが必要であると考えられた。

結論として、既存の温室に対して適切な方法でネット展張を施せばセイヨウの脱出を完全に防げることが証明された。しかし、非常に小さい隙間でも脱出する可能性があるため、細心の注意を払ってネット展張をする必要がある。また、ネット展張後も、ネットのほころびあるいは施設の老朽化のため隙間ができる可能性があるため定期的な点検が望まれる。

#### 4. 3. コロニー殺虫処理法

蒸し焼き法は高温期には簡単で安全なコロニー処理法であるが、低温期には適さないことが明らかとなった。そして、浸漬処理法は巣箱を入れる大きな水槽が必要なこと、巣箱を沈めるのに手間がかかる（糖蜜タンクが内蔵されており、空気が入っていて沈まない）こと、ダンボールがハチの排泄物や花粉が溶けた汚水で汚れたり、壊れたりするためリサイクルには適さない。また、洗剤浸漬は大量の洗剤溶液を捨てるため、環境に与える負荷が大きいと考えられる。これらのことから浸漬法は実用的ではないと思われる。熱湯処理は瞬時に死滅し、1Lの湯を用いてもダンボールは再生可能な濡れ方であり、実用的であると考えられる。殺虫剤処理法は、殺虫効果が低かった。この理由は、巣が綿の下にあり、かつ立体的で複雑な構造をしているため、巣の中のハチまで薬剤がかからなかったためと考えられる。殺虫剤処理法は簡単ではあるが、処理効果が低く、不適であると思われる。

結論として、農家が安全で最も簡便かつ確実に殺虫できるコロニー処理法は、熱湯処理法と高温期におけるビニル袋蒸し焼き処理法であると結論できる。これらの方法は、農家にも普及

しやすく実用的であると考えられる。さらに今後は、完全に殺虫した巣箱を回収するシステムの構築が必要である。

使用済み巣箱の処理方法を愛知県におけるトマト生産者およそ 300 人にアンケート調査（17 年 6 月）を行ったところ、蓋を閉めたままにする 74%、殺虫剤をかける 10%、蒸し殺す 9%、その他 7%であった（小出、未発表）。本試験では蓋を閉めたままにする処理方法は積極的な処理方法ではないため設定しなかった。しかし、この処理法は、時間はかかるものの殺虫処理に直接手を下さないことから、殺虫処理に抵抗がある農業者にとっては最も現実的な方法かもしれない。ただし、特定外来生物法における使用済み巣箱の適正処理法としてはビニル袋蒸し焼き法と熱湯処理法が適正な処理といえるであろう。

以上のことから、セイヨウにおける逃亡防止法として、展張の適したネットの種類、通り抜けできない隙間、ネットの展張法、コロニー処理法の 4 点について明らかにすることができた。農業者にはこの結果を参考にして、マルハナバチが温室から逃亡しないようにネットを隙間無く展張し、使用済み巣箱は速やかに殺虫処理を行うなどの適正管理が徹底されることを期待したい。また、これらのことは、特定外来生物法の特定外来生物に係る特定飼養等施設の基準の細目等を定める件についての指針となりうるであろう。

## 5. 摘要

温室からのセイヨウオオマルハナバチ逃亡防止技術を確立するため、逃亡防止用市販ネットの評価、通り抜けできない間隙幅、温室開口部へのネット展張法およびコロニー殺虫処理法を明らかにした。

マルハナバチ用逃亡防止ネットは、4×4mm 以下の目合いで目ずれしないネットを選ぶべきである。そして、施設内の接合部の隙間は幅 3.0mm 以下に抑えるべきである。

温室施設開口部（窓、出入り口）にマルハナバチ逃亡防止用ネットをいくつかの方法で展張し、その効果の検証を行うとともに、不十分な場合はその対策を提示した。ガラス温室とシクスライト温室の窓の場合には、どの方法でも、ネット展張および窓周辺にできる隙間をスポンジ、テープ、充填材によって塞ぐことによって、完全に逃亡防止ができた。パイプビニルハウスの窓にネット展張する場合は、パイプの上にネット、ビニルの順で張り、ネットをパイプの外側に留めることによって逃亡防止ができた。しかし、ネットをパイプの内側に張り、内側で留めたときは逃亡防止ができなかった。出入り口については、ネットの重ね合わせ方式で展張したときは、前室を付けても防止効果は完全ではなかった。一方、出入り口をチャックのついたネットで展張した場合、完全に逃亡を防ぐことができた。また、換気扇からの逃亡が、作動、非作動時に拘らず起ったため、換気扇にもネット展張が必要であった。一方、吸気口からの逃亡はなかった。これらのことから、施設開口部にネット展張を行うことによりマルハナバチの逃亡防止が可能であることが分ったが、そのためには、きめ細かい点検が必要であることが示された。

農家が安全で最も簡便かつ確実に殺虫できるコロニー処理法は、熱湯処理法と高温期におけ

るビニル袋蒸し焼き処理法であることが示された。



## 6. 謝辞

本論文を作成するに当たり、ご指導いただいた山田佳廣准教授ならびに防虫ネットを提供いただいた各会社（第 1 参照）、マルハナバチを提供いただいた各会社（第 6 表参照）と国立環境研究所に深謝申し上げます。なお本研究は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「授粉用マルハナバチの逃亡防止策と生態リスク管理技術の開発プロジェクト」の一環として愛知県農業総合試験場で遂行されたものである。

## 7. 引用文献

Brian, A. D. (1952) Division of labour and foraging in *Bombus agrorum* Fabricius. *J. Anim. Ecol.* 21: 223-240.

Cumber, R. A. (1949) Biology of humble-bees with special reference to the production of the worker caste. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* 100: 1-45.

Free, J. B., and Butler, C. G. (1959) Bumblebees. London, Collins, pp. 45-47.

五箇公一 (1998) 侵入生物の在来生物相への影響—セイヨウオオマルハナバチは日本在来マルハナバチの遺伝子組成を汚染するか? —. 日本生物地理学会会報 53(2):91-101. [Goka, K. (1998) Influences of invasive species on native species – Will the European bumble bee, *Bombus terrestris*, bring genetic pollution into the Japanese native species? *Bull. Biogeogr. Soc. Japan.* 53(2): 91-101.]

五箇公一・岡部貴美子・丹羽里美・米田昌浩 (2000) 輸入されたセイヨウオオマルハナバチのコロニーより検出された内部寄生性ダニとその感染状況. 応動昆 44 : 47-50. [Goka, K., K. Okabe, S. Niwa and M. Yoneda (2000) Parasitic mite infection in introduced colonies of European bumblebees, *Bombus terrestris*. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 44: 47-50.]

Inoue M. N., J. Yokoyama and I. Washitani (in press) Displacement of Japanese native bumblebees by the recently introduced *Bombus terrestris* (L.)(Hymenoptera: Apidae). *J. Insect Conserv.*

小出哲哉・山田佳廣・矢部和則・山下文秋 (2007) マルハナバチ逃亡防止のためのネット展張技術—ネットの種類とハチが通り抜けできない間隙幅. 関西病虫害研究会報 49: 9-12. [Koide, T., Y. Yamada, K. Yabe and A. Yamashita (2007) Characteristics of netted greenhouses

- for containing bumblebees: types of netting and maximum width of joint gaps. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 49: 9-12.]
- 国武陽子・五箇公一（2006）農業用導入昆虫の生態リスク管理と将来展望ーセイヨウオオマルハナバチの特定外来生物指定ー. 植物防疫 60:196-198. [Kunitake, Y. and K. Goka (2006) Environmental risk assessment and management decisions for introduced insects—Legal controls on *Bombus terrestris* by invasive alien species act. *Plant Prot.* 60: 196-198.]
- マルハナバチ普及会（2005）外来生物法とマルハナバチの利用をめぐる問題点. 今月の農業 49(5) : 29-31. [Maruhanabachi Fukyu-kai (Society for promotion of the use of bumblebees) (2005) Invasive-Alien-Species-Act-associated problems over the use of bumblebees. *Japan Agric. Technol.* 49(5): 29-31.]
- 松村千鶴・鷺谷いづみ（2002）北海道沙流郡門別町および平取町における セイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* L. の 7 年間のモニタリング. 保全生態学研究 7 : 39-50. [Matsumura, C. and I. Washitani (2002) 7-years monitoring of *Bombus terrestris* L. at Monbetsu and Biratori in Hidaka, Hokkaido. *Jpn. J. Con. Ecol.* 7: 39-50.]
- 松村千鶴・中島真紀・横山 潤・鷺谷いづみ（2004）北海道日高地方で発見されたセイヨウオオマルハナバチ (*Bombus terrestris* L.) の自然巣における高い増殖能力. 保全生態学研究 9 : 93-101. [Matsumura, C., M. Nakajima, J. Yokoyama and I. Washitani (2004) High reproductive ability of an alien bumblebee invader, *Bombus terrestris* L., in the Hidaka region of southern Hokkaido, Japan. *Jpn. J. Con. Ecol.* 9: 93-101.]
- 光畑雅宏・和田哲夫（2005）作物受粉における在来種マルハナバチの利用の可能性と課題. 植

物防疫 59 : 305-309. [Mitsuhata, M. and T. Wada. (2005) Possibility and problems in using Japanese native bumblebees for crop pollination. *Plant Prot.* 59: 305-309.]

中島真紀・松村千鶴・横山 潤・鷺谷いづみ (2004) 北海道勇払郡鶴川町におけるセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* (Linneus) の営巣状況とエゾオオマルハナバチ *B. hypocrita sapporoensis* Cockerell の巣に出入りするセイヨウオオマルハナバチの働き蜂に関する報告. 保全生態学研究 9 : 57-63. [Nakajima, M., C. Matsumura, J. Yokoyama and I. Washitani (2004) Nesting in *Bombus terrestris* (Linneus) and foraging by *B. terrestris* workers from a *B. hypocrita sapporoensis* Cockerell nest in Mukawa-cho, Yufutsu-gun, Hokkaido, Japan. *Jpn. J. Con. Ecol.* 9: 57-63.]

農林水産省生産局野菜課 (2005) 園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況. 農水省, 東京. 207 pp. [Vegetable Division, Agricultural Production Bureau, Japanese Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (2005) *Survey of Horticultural Glass and Plastic Houses built in Japan.* Japanese Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Tokyo. 207 pp.]

Sakagami, S. F. (1976) Specific Differences in the bionomic character of bumblebees. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Zool. (VIZool.)* 3:390-447.

鷺谷いづみ (1998) 保全生態学からみたセイヨウオオマルハナバチの侵入問題. 日本生態学会誌 48 : 73-78. [Washitani, I. (1998) Conservation-ecological issues of the recent invasion of *Bombus terrestris* into Japan. *Jap. J. Ecol.* 48: 73-78.]

横山 潤・中島真紀 (2005) セイヨウオオマルハナバチの分布拡大の動向. 昆虫と自然 40(4) : 24-26. [Yokoyama, J. and M. Nakajima (2005) Present status of range expansion of

naturalized bumblebee, *Bombus terrestris* (Linnaeus), in Japan. *Nature and Insects* 40(4):  
24-26.]

米田昌浩・横山 潤・土田浩治・大崎哲也・糸屋新一郎・五箇公一（2007）北海道平取町にお  
けるネット展張を用いたセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* の逃亡防止策の  
検討. 応動昆 51 : 39-44. [Yoneda, M., J. Yokoyama, K. Tsuchida, T. Osaki, S. Itoya and K.  
Goka (2007) Preventing *Bombus terrestris* from escaping with a net covering over a tomato  
greenhouse in Hokkaido. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 51:39-44.]

## 8. 図表

### 第1表 供試ネット

商品名	会社	目合い(mm)	材質	透光率%	色	目ずれ	織り方
日石マルハナネット	新日石プラスト(株)	4×4	ポリエチレン	データ無	黒	しない	押し出しネット
ライトネット	チッソ(株)	4×4	ポリプロピレン ポリエチレン	97-99	透明	しない	熱融着
マルハナネットFC-4	クラレトレーディング (株)	4×4	ポリエチレン	95	透明	しない	熱融着
マルハナバチネット	ダイオ化成(株)	約3×5	ポリエチレン	96	透明	しやすい	カラミ織
サンサンはちネット	日本ワイドクロス(株)	3.6×3.6	ポリエチレン	95	透明	しない	熱融着カラミ織
ダイオネット防風網140	ダイオ化成(株)	4×4	ポリエチレン	遮光24	青	しない	ラッセル編
サンサンネット	日本ワイドクロス(株)	2×2mm	ポリエチレン	92	透明	しない	カラミ織
ダイオネット防風網130	ダイオ化成(株)	2×2	ポリエチレン	遮光27	白	しない	ラッセル編
ダイオサンシャイン	ダイオ化成(株)	1×1	ポリエチレン	約90	透明	しやすい	平織
すくすくネット	シーアイ化成(株)	0.4 (0.2~0.4)	ポリエステル	63.4	白	しにくい	リップ織
ニューサンサンネット ソフトライト	日本ワイドクロス(株)	0.4×0.4	ポリエチレン	82	透明	すぐする	平織
ライトネット	チッソ(株)	0.4×0.4	ポリプロピレン ポリエチレン	-	透明	しない	熱融着
サンシャインソフト	ダイオ化成(株)	0.4×0.4	ポリエチレン	約86	透明	すぐする	平織

### 第2表 供試施設と栽培作物

施設名	種類	サイズ (m)	作物 (品種)	株数	栽培法
1号	ガラス温室	4.2×12	ミニトマト (エレ トロ)	80	隔離ベッド
2号	ガラス温室	4.2×12	ミニトマト (エレ トロ)	80	土耕
3号	シクスライトハ ウス	4.2×13.8	ミニトマト (エレ トロ)	100	袋栽培
4号	ビニルハウス	5.4×10	ミニトマト (千果)	100	袋栽培

第3表 展張と捕捉に用いたネットの種類

部位	展張方式または温室の種類	展張ネット			捕捉ネット		
		商品名	目合い (mm)	会社名	商品名	目合い (mm)	会社名
側窓	内側クリップ留め方式	すくすくネット <sup>a</sup>	0.4	シーアイ化成(株)	サンサンはちネット	3.6	日本ワイドクロス(株)
	窓枠・框固定方式	ダイオサンシャイン <sup>2</sup> ソフト	0.4	ダイオ化成(株)	ダイオネット <sup>2</sup> 防風網130	2	ダイオ化成(株)
	外側ビニペット留め方式	サンサンネット <sup>2</sup> ソフトライト	0.4	日本ワイドクロス(株)	サンサンはちネット	3.6	日本ワイドクロス(株)
	ビニルハウス(4号棟)	ダイオネット <sup>2</sup> 防風網130	2	ダイオ化成(株)	ダイオネット <sup>2</sup> 防風網130	2	ダイオ化成(株)
天窓	パネル方式	サンサンはちネット	3.6	日本ワイドクロス(株)	サンサンはちネット	3.6	日本ワイドクロス(株)
	外側展張方式	サンサンはちネット	3.6	日本ワイドクロス(株)	サンサンはちネット	3.6	日本ワイドクロス(株)
	内側展張方式	ダイオサンシャイン <sup>2</sup>	1	ダイオ化成(株)	ダイオネット <sup>2</sup> 防風網130	2	ダイオ化成(株)
出入り口	重ね合わせ方式	ダイオサンシャイン <sup>2</sup>	1	ダイオ化成(株)	サンサンネット <sup>2</sup>	2	日本ワイドクロス(株)
	チャック方式	サンサンネット <sup>2</sup> ソフトライト	0.4	日本ワイドクロス(株)	サンサンネット <sup>2</sup>	2	日本ワイドクロス(株)
換気扇	シクスライトハウス(3号棟)	マルハナネットFC-4	4	クラレトレーディング(株)	サンサンネット <sup>2</sup>	2	日本ワイドクロス(株)
吸気口	シクスライトハウス (3号棟)	ネット無し	—	—	サンサンネット <sup>2</sup>	2	日本ワイドクロス(株)

<sup>a</sup>すくすくネットの材質はポリエステル、それ以外のネットの材質はポリエチレン

第4表 ビニルハウス側窓に対するネット展張方式と逃亡バチ数

展張方式	重ね合わせ幅 (cm)	ハチ導入期間 (月/日 時:分)	逃亡バチ 総数
パイプ内側パッカー留め	30	6/5 15:15 ~ 6/8 9:00	12(2)
パイプ内側パッカー留め	40	6/8 9:00 ~ 6/8 16:00	4
パイプ内側パッカー留め	70	6/8 16:00 ~ 6/11 10:00	8
パイプ内側パッカー留め	100	6/11 10:00 ~ 6/16 10:00	9
パイプ外側パッカー留め	10	5/24 10:10 ~ 5/28 17:00	0
パイプ外側ビニペット留め	10	6/28 10:00 ~ 7/1 17:00	0

第5表 ネットの種類と張り方別に示した通り抜け個体数と噛み切られの有無

商品名	調査月日 <sup>a</sup>	張り方	通り抜け 個体数	噛み切られ
日石マルハナネット	9月8～12日	タイト	1	無
		ルーズ	1	無
ライトネット	8月17～23日	タイト	0	無
		ルーズ	0	有 <sup>b</sup>
マルハナネットFC-4	8月26～29日	タイト	1	有
		ルーズ	4	有
マルハナバチネット	8月30日～9月2日	タイト	0	無
		ルーズ	7 <sup>c</sup>	無
サンサンはちネット	9月4～7日	タイト	0	無
		ルーズ	0	無
ダイオネット防風網140	10月19～23日	タイト	0	無
		ルーズ	2	無
サンサンネット	9月28日～10月2日	タイト	0	無
		ルーズ	0	無
ダイオネット防風網130	10月6～9日	タイト	0	無
		ルーズ	0	無
ダイオサンシャイン S2000	10月10～13日	タイト	0	無
		ルーズ	0	無
すくすくネット	9月15～18日	タイト	0	無
		ルーズ	0	有
ニューサンサンネットソフト ライト	9月24～27日	タイト	0	無
		ルーズ	0	無
ライトネット	9月20～23日	タイト	0	無
		ルーズ	0	無
サンシャインソフト N4440	10月14～17日	タイト	0	無
		ルーズ	0	無

<sup>a</sup> 試験期間は原則4日間であるが、4日以上行った場合もある。

<sup>b</sup> 5日目に噛み切られた。

<sup>c</sup> 展張時の目ずれによって通り抜けた。



第6表 働きバチの頭幅 (mm)

巣箱 ID	提供会社	平均値 <sup>a</sup>	標準偏差	最小	最大	n
1	アピ(株)	3.41	0.14	2.99	3.90	118
2	アピ(株)	3.64	0.26	3.01	4.28	167
3	東海物産(株)	3.92	0.29	3.20	4.41	155
4	東海物産(株)	3.81	0.26	2.99	4.47	146
5	アリストライフサイエンス(株)	4.21	0.25	3.21	4.69	127
6	アリストライフサイエンス(株)	4.05	0.28	3.16	4.65	211
全部	—	3.86	0.35	2.99	4.69	924

<sup>a</sup> 巣間で平均値に有意な差があった (Kruskal-Wallis test,  $P < 0.0001$ ).

第7表 温室側窓、天窓、出入り口のネット展張後の逃亡バチ数と逃亡数0にするために施した補修事項

ネット展張箇所	展張方式	9/22~10/3間の逃亡総数 <sup>a</sup>	補修事項
側窓	内側クリップ留め	2	上部角のクリップを留め直す。
側窓	窓枠・框固定	8	上部角の隙間をシリコンコーキング剤（継ぎ目の充填に使われる建築資材）で充填。
側窓	外側ビニペット留め	1	シクスライトとビニペット <sup>?</sup> の隙間をテープで塞ぐ。
天窓	パネル	1	板ゴムの切れ目と板ゴムの両端部の隙間をスポンジで塞ぐ。
天窓	外側展張	12 (1)	ビニペット <sup>?</sup> と天井ガラスの隙間をテープで塞ぐ。天窓ちょうつがい両端部に出来る隙間をスポンジとシリコンコーキング剤で補修。
天窓	内側展張	23 (2)	天窓ちょうつがい両端と天窓角をスポンジとシリコンコーキング剤で隙間を塞ぐ。
出入り口	重ね合わせ	14	補修できず。
出入り口	前室付き重ね合わせ	2	補修できず。
出入り口	チャック	0	裾を鉄パイプの重りで固定する <sup>b</sup> 。

<sup>a</sup>括弧内は総数中の雄数を示す。

<sup>b</sup>巣箱数を増やすとともに雄と新女王を導入すると逃亡が見られたため補修した。

第8表 ビニル袋蒸し焼き処理法の殺虫効果

試験区	処理日	処理後の生存数／処理前の生存数				
		働き蜂	新女王	幼虫（終齢）	幼虫育児室	蛹
ビニル袋蒸し焼き区	高温期 (5月26日)	0/7	—*	—	0/2	0/4
無処理区		9/9	—	—	1/1	3/3
ビニル袋蒸し焼き区	低温期 (10月20日)	8/8	4/4	11/11	4/4	4/4
無処理区		14/14	7/7	5/5	2/2	13/13

\*—は処理前の生存数0

第9表 浸漬処理法及び熱湯処理法の殺虫効果

試験区	反復	処理直後の生存数／処理24時間後の生存数／処理前の生存数						
		働き蜂	新女王	雄	蛹	幼虫（終齢）	幼虫育児室	卵塊
水浸漬処理区	I	0/0/10	—*	—	0/0/6	0/0/3	0/0/1	0/0/1
	II	0/0/8	—	—	0/0/5	0/0/1	0/0/1	—
洗剤液浸漬処理区	I	0/0/10	—	—	0/0/3	0/0/1	0/0/1	—
	II	0/0/20	0/0/4	0/0/3	0/0/4	0/0/2	0/0/4	—
熱湯処理区	I	0/0/8	0/0/2	0/0/2	0/0/2	—	0/0/3	—
	II	0/0/10	0/0/1	—	0/0/4	0/0/11	0/0/5	0/0/2
	III	0/0/12	—	—	0/0/3	0/0/3	0/0/1	—

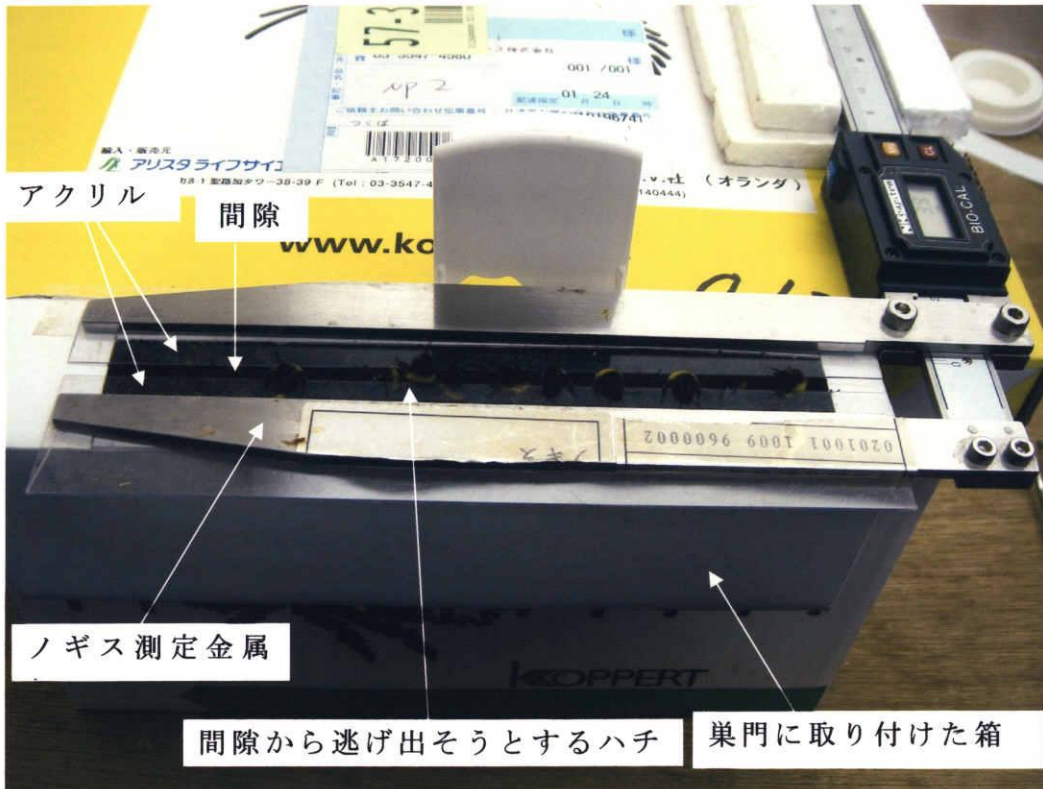
\*—は処理前の生存数が0であったことを示す。

第 10 表 殺虫剤処理法の働き蜂に対する殺虫効果

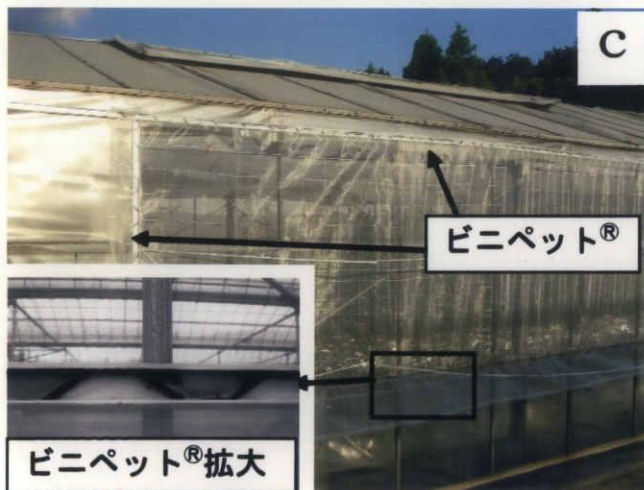
試験区	反復	働き蜂の生存数		
		処理前*	1 回目処理 24 時間後	2 回目処理 24 時間後**
家庭用殺虫剤区	I	30	15	1
	II	35	23	4
ハチ専用剤区	I	12	2	0
	II	24	5	0

\*1 回目処理 3 日前の生存数

\*\*2 回目処理は 1 回目処理の 2 日後



第1図 アクリル板付きノギスを取り付けた巢箱



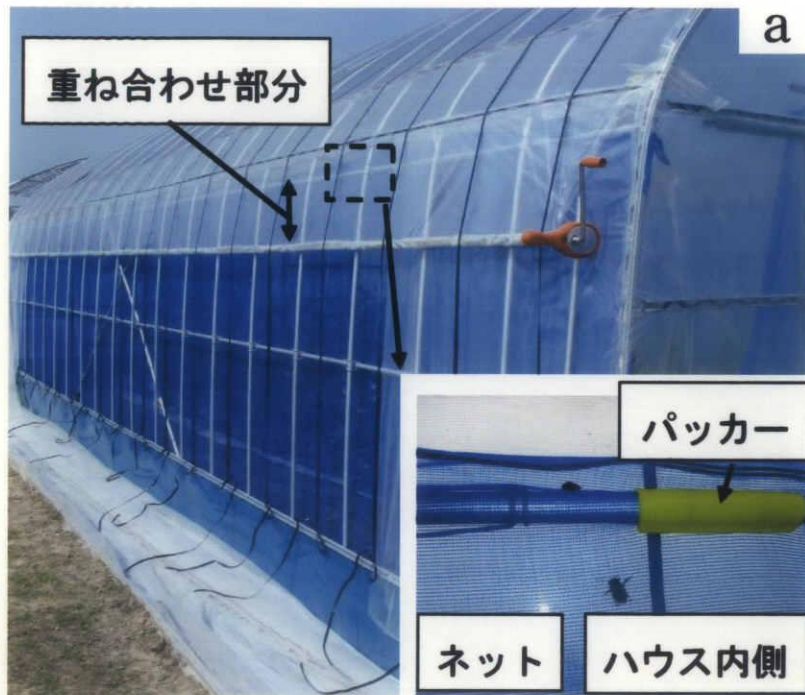
第2図 窓枠に施されたネット展張方式

a: 内側クリップ留め方式. b: 窓枠・框固定方式 (温室周りに設置された逃亡バチ捕捉用ネットも見える). c: 外側ビニペット留め方式.

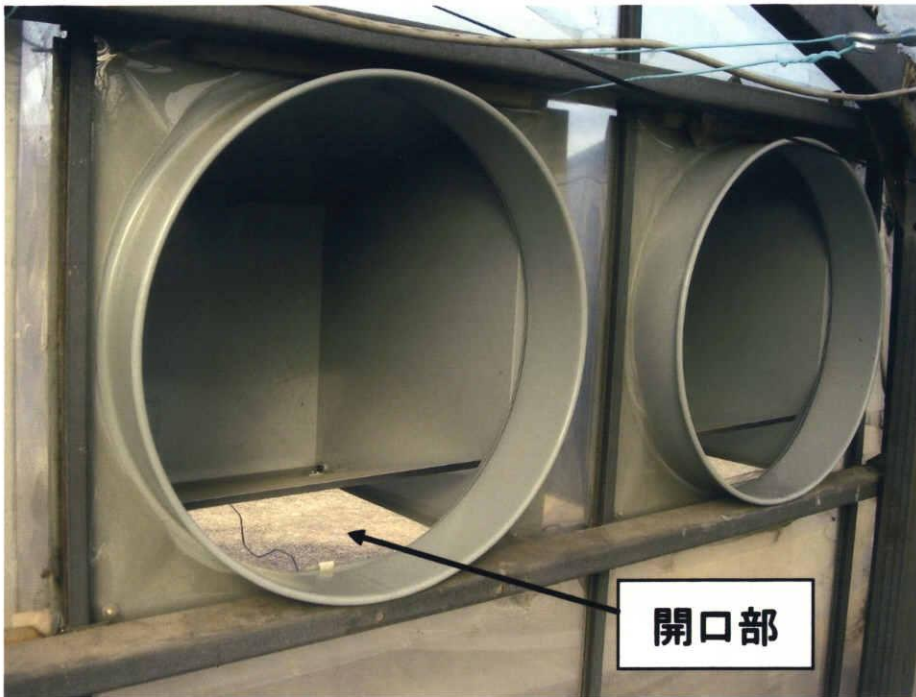


第3図 天窓に施されたネット展張方式

a : パネル方式, b : 外側展張方式, c : 内側展張方式 (窓の外側に設置されたに逃亡バチ捕捉用ネットも見える).



第4図 鉄骨パイプのビニルハウス側窓に施されたネット展張方式  
 a：パイプ内側パッカー留め方式（セイヨウが隙間にいる）。 b：パイプ外側ビニペット留め方式

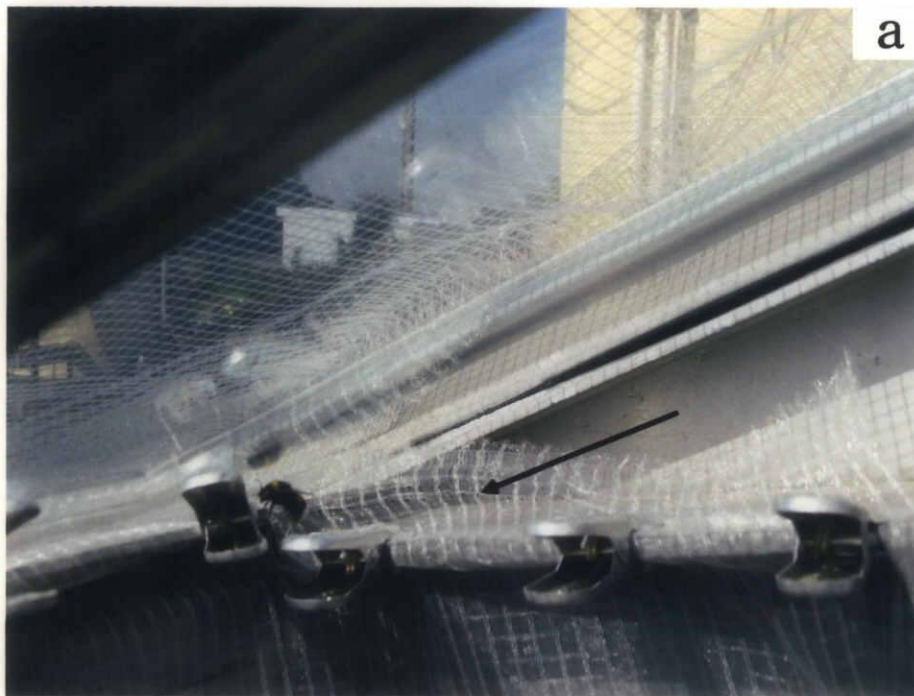


**第5図 吸気口**

ハウス内が減圧されると底板が持ち上がり外気が入る

**第6図 間隙幅と通り抜けた働きバチの頭幅の関係**





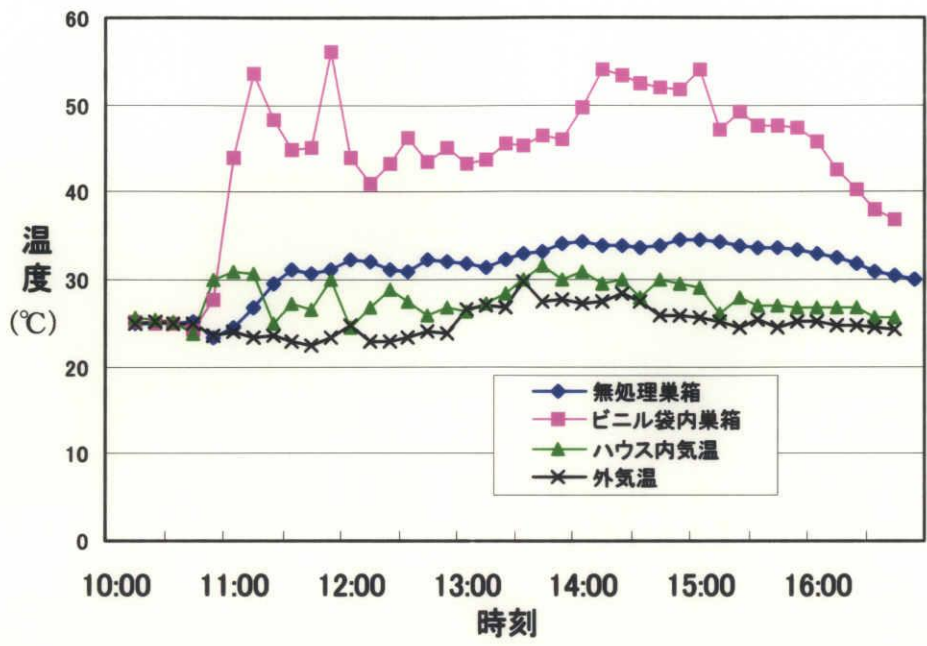
第7図 側窓からの逃亡箇所

a: 内側クリップ留め方式. 窓枠上部角の隙間. b: 窓枠・框固定方式. 窓枠上部角の隙間 (シリコンコーキング材充填後を示す).

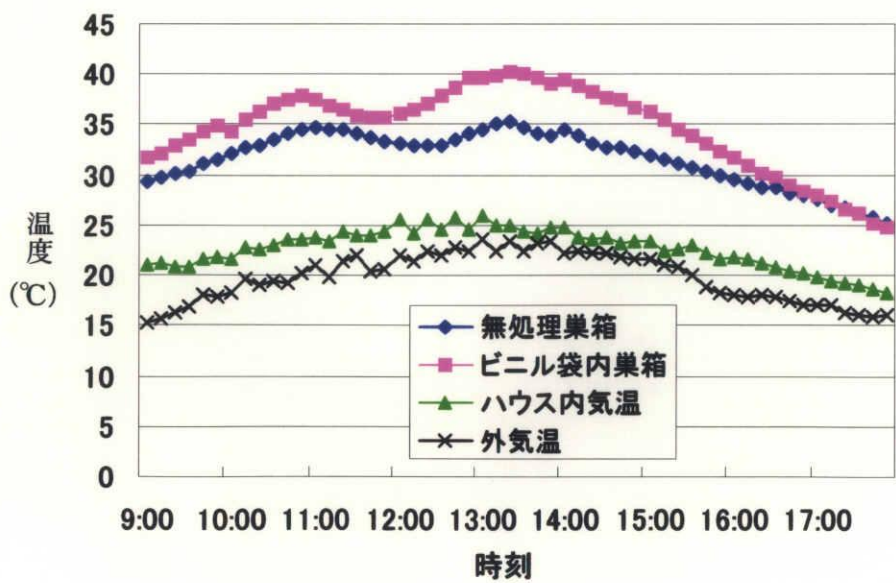


第8図 天窓からの逃亡箇所

a:パネル方式. 板ゴムの切れ目と板ゴム端の接合部の隙間(後者は、スポンジで塞いである). b:内側展張方式. ちょうつがい部の隙間(スポンジを詰めた後を示す).



第9図 高温期における気温と巣箱内温度の推移



第10図 低温期における気温と巣箱内温度の推移