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

小出哲哉・山田佳廣*・矢部和則・山下文秋

Tetsuya Koide, Yoshihiro Yamada*, Kazunori Yabe and Fumiaki Yamashita: Characteristics of netted greenhouses for containing bumblebees: types of netting and maximum width of joint gaps

Summary

Nets that have meshes of 4×4 mm or less that do not slip are suitable for adding to greenhouses designed to contain bumblebees. Some types of net need to be stretched tightly to avoid escapes. The width of joint gaps in greenhouses should be no more than 3.0 mm.

緒 言

マルハナバチはトマトの授粉用昆虫として注目され、わが国においても1991年以来、外来種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3,600 ha以上で利用されている(農水省, 2005)。しかし、施設から逃げ出したセイヨウの野生巣が相次いで発見されていることから、セイヨウの野外定着の可能性が強くなり示唆されている(鷺谷, 1998; 中島ら, 2004; 村松ら, 2004)。セイヨウが定着することによる在来種の種及び群集に及ぼす悪影響が指摘されている(松村・鷺谷, 2002; 五箇, 1998, 2000)。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。セイヨウを農業分野で使うためには、施設開口部にネットを張り、逃亡防止を図った上で、環境大臣の許可を得なければならない。しかし、2005年末の時点では、セイヨウの逃亡防止を保証するネット展張技術が確立していない。

筆者らはネット展張のセイヨウ逃亡防止に対する一連の検証を行っている。その一環として、この論文では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。

本文に入るに先立ちマルハナバチと防虫ネットを提供いただいた各会社(第1, 3表参照)及び国立環境研究所に深謝申し上げる。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」の一環として遂行されたものである。

材料および方法

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2×2 mm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2 mm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(70×80×105 cm)に入れ、さらにその箱を目合い1×1 mmのダイオサンシャイン S2000(ダイオ化成(株))を張った箱(90×80×120 cm)に入れ、ハチの行動を観察した。また、ネットの引っ張り強度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

第1表 供試ネット

商品名	会社	目合い	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 mm	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 mm	ポロプロピレン 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 mm	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 mm	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 mm	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 mm	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)	2×2 mm	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 mm	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 mm	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 mm (0.2~0.4 mm)	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 mm	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 mm	ポロプロピレン 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 mm	ポリエチレン	約86	透明	すぐする	平織

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37 wと18 wの蛍光灯で補光した。夜に乾燥花粉約10 gを巣箱内に入れた。

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。

間隙幅と通り抜け個体の頭幅の関係

供試虫としてアリスタ・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 (150 mm) に縦20 mm×横150 mm×厚み0.5 mm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5×5×25 cmの箱を取り付け、上面に3×15 cm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0.1 mmずつ広げた。

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。

第1図 アクリル板付きノギスを取り付けた巣箱

結 果

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2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3.44 mm、日石マルハナネットは2.83 mm、ダイオネット防風網140はルーズ区3.17 mm タイ

第2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 ^a	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 ^b
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 ^c	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

^a 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。^b 5日目に噛み切られた。^c 展張時の目ずれによって通り抜けた。

区 2.95 mm 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日目に噛み切られ、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。

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関係

間隙幅と頭幅には強い相関 ($r=0.936$, $P<0.0001$) が見られた (第2図)。

第2図 間隙幅と通り抜けた働きバチの頭幅の関係

第3表 働きバチの頭幅 (mm)

巣箱 ID	提供会社	平均値 ^a	標準偏差	最小	最大	<i>n</i>
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	アリスタライフサイエンス (株)	4.21	0.25	3.21	4.69	127
6	アリスタライフサイエンス (株)	4.05	0.28	3.16	4.65	211
全部	—	3.86	0.35	2.99	4.69	924

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

働きバチの頭幅

働きバチの頭幅とハチ数を第3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 3.86 mm であった。最小頭幅は 2.99 mm, 最大は 4.69 mm であった。

考 察

市販ネットを通り抜けた最大の個体は頭幅 3.44 mm 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3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 4×4 mm 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、働き蜂の大きさを調べ、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、4×4 mm 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、ネット展張時に目づれが起きたネットがあった。目づれが起きないように気をつけて張っても目づれを防ぐことができず、目づ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 4×4 mm 以下の目合いで、熱融着もしくはラッセル織りなどの目づ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 2.99 mm であった。第2図の直線回帰式に頭幅 2.99 mm を当てはめると、間隙幅は 3.05 mm 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 3 mm 以下にすべきと結論づけた。

摘 要

マルハナバチ用逃亡防止ネットは、4×4 mm 以下の目合いで目づれしないネットを選ぶべきである。そして、ネットによってはきつく張る必要がある。施設内の接合部の隙間は幅 3.0 mm 以下に抑えるべきである。

引用文献

- 1) Brain, A. D. (1952) J. Anim. Ecol. 21: 223-240.
- 2) Cumber, R. A. (1949) Trans. R. Ent. Soc. Lond. 100: 1-45.
- 3) Free, J. B. and Butler (1959) Bumblebees. Collins, London, pp. 45-47.
- 4) 五箇公一 (1998) 日本生物地理学会会報 53: 91-101.
- 5) 五箇公一 (2000) 応動昆 44: 47-50.
- 6) 光畑雅宏・和田哲夫 (2005) 植物防疫 59: 305-309.
- 7) 松村千鶴・鷺谷いづみ (2002) 保全生態学研究 7: 39-50.
- 8) 松村千鶴・中島真紀・横山 潤・鷺谷いづみ (2004) 保全生態学研究 9: 93-101.
- 9) 中島真紀・松村千鶴・横山 潤・鷺谷いづみ (2004) 保全生態学研究 9: 57-63.
- 10) 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 207 p.
- 11) Sakagami, S. F. (1975) J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Zool. (VI Zool.) 3: 390-447.
- 12) 鷺谷いづみ (1998) 日生態誌 48: 73-78.