

施設ミニトマトのメメハモグリバエに対するカンムリヒメコバチ *Hemiptarsenus varicornis*の防除効果

小澤朗人¹・太田光昭・西東 力
(静岡県農業試験場)

Biological Control of the American Serpentine Leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess), on Cherry Tomato in Greenhouses by the Parasitoids, *Hemiptarsenus varicornis* (Girault)

Akihito OZAWA², Mitsuaki OTA and Tsutomu SAITO

Abstract

The effectiveness of biological control against *Liriomyza trifolii* (Burgess) by release of the parasitoids, *Hemiptarsenus varicornis* (Girault), on cherry tomatoes in greenhouses was evaluated. *H. varicornis* were released 5 times after planting at release rates of 0.33 and 0.16 females per plant in greenhouses from May to June. The density of leafminer larvae at the peak of the occurrence in 0.33 and 0.16 females per plant greenhouses and the control greenhouse were 2.8, 15.9 and 23.6 per leaf, respectively. The density of mines in 0.33 and 0.16 females per plant greenhouses and the control greenhouses were 6.2, 32.2 and 38.0 per leaf, respectively. The percentage of parasitism in 0.33 and 0.16 females per plant greenhouses were 43.7 and 4.8% at 3 weeks after the first release, and were 80.3 and 73.1% at 4 weeks after the first release, respectively. Although *H. varicornis* was the primary dominant species in the former period, indigenous parasitoids considered hyperparasites to *H. varicornis* were dominant species in the late period. These results suggest that biological control by *H. varicornis* against *L. trifolii* was practically effective on tomatoes in greenhouses.

緒 言

野菜・花卉類において全国的に問題となっているメメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (Burgess) に対して、近年、寄生蜂を用いたメメハモグリバエの生物的防除が試みられ(例えば、小澤ら, 1993; 西東ら, 1995; 柴尾ら, 1996; 市川ら, 1996; 井口, 1997), 現在では輸入寄生蜂であるイサエアヒメコバチ *Diglyphus isaea* (Walker) とハモグリコマコバチ *Dacnusa sibirica* Telenga の2種が農薬登録されて生産現場でも使用されている。

これまでに筆者らは、イサエアヒメコバチの施設トマトのメメハモグリバエに対する放飼効果を確認するとともに(小澤ら, 1999), イサエアヒメコバチとハ

モグリコマコバチに対する影響の少ない農薬を選抜して、選抜された選択性殺虫剤を中心とした薬剤体系と寄生蜂を組み合わせた総合防除体系の実用性を現地のトマトほ場で検証した(小澤ら, 2001)。しかし、これら一連の放飼試験の過程で、放飼されたイサエアヒメコバチやハモグリコマコバチの寄生率が相対的に低くなり、むしろ土着の寄生蜂が優占種となった事例がしばしば観察された。このことから、土着寄生蜂の中から有望種を選抜し、これを輸入種の代わりに増殖して放飼する方法も検討する必要がある。

カンムリヒメコバチ *Hemiptarsenus varicornis* (Girault) は、施設内で優占種となることが多く(西東ら, 1996)、天敵資材としてすでに実用化されているイ

1 現在 静岡県茶業試験場

2 Address: Shizuoka Tea Experiment Station, 1706-11 Kurasawa, Kikugawa Ogasa, Shizuoka 439-0002, Japan
2004年5月6日受領

サエアヒメコバチより発育日数が短いこと(西東ら, 1997)から, 有望な土着種と考えられる。本種は, 静岡県の施設トマトで発生するマメハモグリバエ土着寄生蜂の中でも優占種の一つであり(小澤ら, 2001), すでにハモグリバエ類の天敵資材としての特許(特許番号2865612, 1998年12月18日登録)も認められたが, 本種を天敵資材としてほ場で用いた場合の防除効果については不明であった。そこで, 本種の天敵資材としての実用性を評価するために, 施設ミニトマトのマメハモグリバエを対象に放飼試験を実施したので, その結果を報告する。

材料と方法

試験は, 1997年4月から7月にかけて静岡県磐田郡豊田町の静岡県農業試験場内で実施した。隣接するプラスチックハウス3棟(各面積約30㎡)を用い, 寄生蜂の放飼密度を変えた天敵放飼区2区と無放飼区の計3区を設定した。なお, 後述するトマトの耕種概要とマメハモグリバエおよび寄生蜂の放飼概要は, Table 1にまとめて示した。

1. 供試昆虫

カンムリヒメコバチは, 1995年に静岡県農業試験場内のガーベラ栽培ハウスで採集し, マメハモグリバエを寄主として実験室内(20±2℃, 16L:8D, 湿度調整無し)で累代飼育した個体群(西東ら, 1997)を用いた。放飼には, マメハモグリバエ幼虫を餌とした羽化後1週間以内の寄生蜂雌成虫を用いた。なお, 寄主と

してのマメハモグリバエは, 1991年に浜松市で採集された静岡農試累代飼育系統(西東ら, 1992)を用いた。

2. 放飼試験と調査方法

天敵放飼区における寄生蜂の放飼密度は, イサエアヒメコバチの放飼試験(小澤ら, 1999)に準じて雌成虫0.33頭/株(0.33頭/㎡)(以下, 高密度区と略)と0.16頭/株(0.16頭/㎡)(以下, 低密度区と略)とし, 放飼回数は寄生蜂の羽化状況とハモグリバエの発生状況を勘案しながら5回とした。

1997年4月3日に第1花房開花期のミニトマト苗(品種: キャロルセブン)30株を各温室に定植(株間40cm, 1条植え)した。同年5月1日, 同7日, 同9日にはマメハモグリバエの雌成虫約0.33頭/株を各温室に放虫してマメハモグリバエを人為的に発生させた。天敵放飼区には, 5月12日, 16日, 6月1日, 3日および5日の計5回, カンムリヒメコバチを所定密度で放飼した。

試験ハウスの天窓と側窓は25℃以上で自動的に開くように設定し, 天窓と側窓には2mm目合いの防虫網を張った。栽培管理は慣行によったが, 薬剤散布は, 無放飼区では天敵排除と他の病害虫防除のために6月9日にMEP乳剤1500倍+TPN水和剤1000倍+ポリオキシン水和剤1000倍を, 6月23日にイミダクリプリド水和剤1000倍+シベルメトリン水和剤1000倍を散布した。一方, 天敵放飼区は6月9日にうどんこ病防除の

Table 1 Cultivation conditions and release of parasitoids, *H. varicornis*, in the tomato greenhouses tested.

	Tested greenhouses		
	A(treatment)	B(treatment)	C(control)
Tomato cultivar	Carol 7	^a	
Date of planting	3 Apr. 1997		
Area of greenhouse	30		
Mesh size of ventilator of greenhouse (side/top)	2mm / 2mm		
Average of daily mean temperature (± s.d.) in May	23.2 ± 1.5	-	22.4 ± 1.4
in June	24.5 ± 2.0	-	24.4 ± 1.9
(Release of insects)			
Release of <i>Hemiptarsenus varicornis</i>	12, 16 May, 1, 3, 5 June		-
No. of <i>H. varicornis</i> females released / plant	0.33	0.16	-
Release of <i>Liriomyza trifolii</i>	1,7,9 May		
No. of <i>L. trifolii</i> females released / plant	0.33		
No. of larvae of <i>L. trifolii</i> / plant (± s.e.) at the first time of release of parasitoids	2.7 ± 0.9 ^b	6.5 ± 1.9 ^b	4.6 ± 0.52 ^b

^a Same as left

^b No significant difference among the three greenhouses (Kruskal-Wallis's test, $p > 0.05$)

ためにT P N水和剤1000倍 + ポリオキシン水和剤1000倍を散布した。

調査はイサエアヒメコバチの放飼試験 (小澤ら, 1999) の方法に準じて, 5月12日から6月30日までの期間, 概ね7日間隔で行った。すなわち, 1区から10株を系統抽出してこれらを調査株として固定し, 毎回, 調査株の最下位葉から5節位間隔で選んだ複葉に寄生するマメハモグリバエの生存幼虫数と老熟幼虫脱出後の空の潜孔数を数えた。また, 寄生蜂の攻撃を受けて濃黄色または褐色に変色した死亡幼虫の数を調べ, 死亡幼虫数の葉当たり平均値 / (生存幼虫数の平均値 + 死亡幼虫数の平均値) を幼虫死亡率とした。なお, 死亡個体は葉内に残存することから, 黒色化した古い死亡個体は数えなかった。また, 6月16日以降の調査では, 潜孔が個別に計数できなくなったので, 被害度を4段階 (0: 無し, 1: 小型潜孔がわずか, 2: 潜孔の占める面積が葉面積の1/4以下, 3: 同じく1/4~1/2, 4: 同じく1/2以上) に分けて, 被害度 = $100 \times (\text{被害程度} \times \text{葉数}) / 4 \times \text{調査葉数}$ の式により求めた。加えて, ハウス内の高さ約1.8mの畝間に黄色粘着トラップ「ホリバー®」(縦25×横10cm) を2カ所吊るして, これらに誘殺されたマメハモグリバエと寄生蜂成虫の数を5月26日から7月14日まで概ね7日間隔で調べた。

寄生蜂の種類とその寄生率の調査は, 6月3日から7月7日まで概ね7日間隔で行った。すなわち, 各区からマメハモグリバエ幼虫の寄生したトマト小葉20~50枚をランダムに採取し, 羽化調査用の箱 (小澤ら, 1998) に入れて実験室で約3週間放置した後, 羽化した虫の種類と数を調べた。カンムリヒメコバチについては, その性比も調べた。寄生蜂の同定は, 小西 (1998) に従った。

結 果

1. マメハモグリバエ幼虫密度と死亡率

各処理区におけるマメハモグリバエの生存幼虫と死亡幼虫の葉当たり平均密度の推移をFig.1に示した。いずれの区でも6月3日と6月23日の2回, 発生ピークが認められた。2回目のピーク時の6月23日における生存幼虫密度は, 高密度区で2.8頭/葉であったのに対して, 低密度区では15.9頭/葉, 無放飼区では23.6頭/株であり, 寄生蜂の放飼密度に依存してハモグリバエ幼虫密度が抑制される傾向が認められた。

死亡幼虫の密度は, 天敵放飼区では高密度区・低密

度区ともに天敵放飼後に急上昇し, 幼虫死亡率は5月26日にはそれぞれ100%と93.7%に達した。その後, 死亡率は幼虫の発生ピーク時(6月3日および6月23日)には両区とも低下したが, 高密度区では低密度区より常に高い値であった。一方, 無放飼区での幼虫死亡率は天敵放飼区に比べると明らかに低い値で推移した。

2. マメハモグリバエ幼虫による潜孔密度

Fig.2には, 空の潜孔密度と被害度 (6月16日以降) の推移を示した。潜孔は累積するため一貫して上昇し続け, 6月9日における潜孔密度は, 高密度区で6.2個/葉, 低密度区で32.2個/葉であったのに対して, 無放飼区では高密度区の約6倍の38.0個/葉に達し, 天敵放飼区では無放飼区に比べて潜孔密度が抑制される傾向が認められた。また, 被害度の調査は無放飼区における植物体の状態が悪化したため6月30日で打ちきったが, この時点における被害度は無放飼区が86.6, 低密度区が81.3であったのに対して, 高密度区では

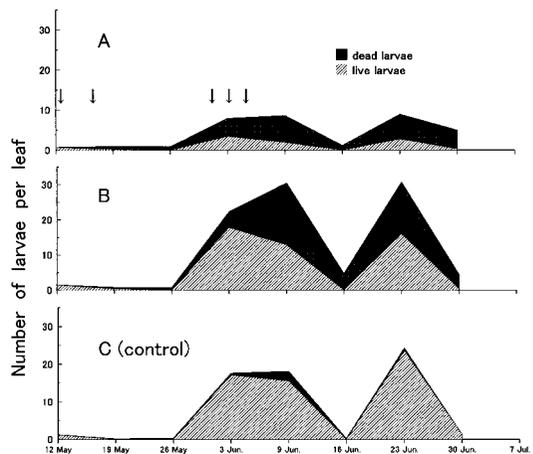


Fig. 1. Number of *L. trifolii* larvae per leaf on cherry tomato plants in tested greenhouses (see Table 1). Arrows show the timing of parasitoids releases.

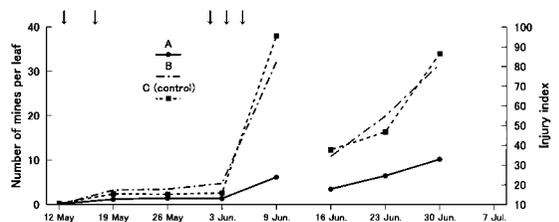


Fig. 2. Number of mines per leaf (from 12 May to 9 June) and injury index (from 16 June to 7 July) on cherry tomato plants in tested greenhouses (see Table 1). Arrows show the timing of parasitoids releases.

32.9と低かった。なお、7月以降になると無放飼区のトマトはハモグリバエの加害により枯死したが、天敵放飼区では低密度区においても樹勢は保たれていた。

3. 黄色粘着トラップによるマメハモグリバエ成虫の誘殺数

Fig.3には黄色粘着トラップに誘殺されたマメハモグリバエ成虫数, Fig.4にはカムリヒメコバチ成虫数の推移をそれぞれ示した。

マメハモグリバエの誘殺数は, 無放飼区, 低密度区, 高密度区の順で少なく, 調査期間中のトラップ当たりの合計誘殺数は, それぞれ2043.0頭, 833.0頭, 336.5頭であり, 高密度区の誘殺数は無放飼区の約1/6に止まった。

一方, カムリヒメコバチの合計誘殺数は, 無放飼区, 低密度区, 高密度区で順に7.0頭, 243.0頭, 48.5頭であり, 低密度区が高密度区の約5倍と最も多かった。これは, 試験後半の7月以降に低密度区で誘殺数が急増したためである。また, カムリヒメコバチ以外の土着寄生蜂であるハモグリミドリヒメコバチ *Neochrysocharis formosa* (Westwood), *Crysocharis pentheus* (Walker), イサエアヒメコバチ *Diglyphus isaea* (Walker)の3種が誘殺された。無放飼区, 低密度区, 高密度区でのハモグリミドリヒメコバチ, *C.*

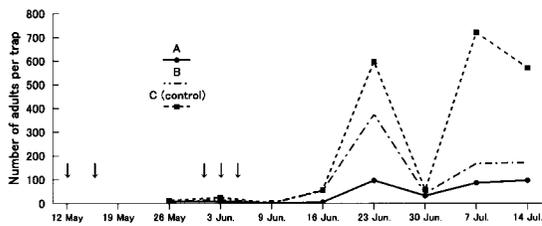


Fig. 3. Number of *L. trifolii* adults captured by yellow sticky traps in tested greenhouses (see Table 1). Arrows show the timing of parasitoids releases.

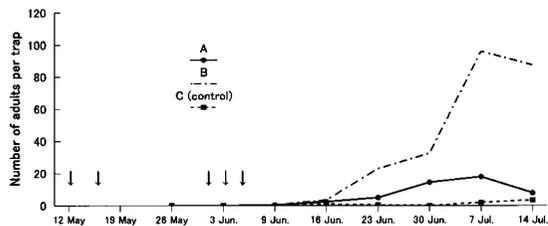


Fig. 4. Number of *H. varicornis* adults captured by yellow sticky traps in tested greenhouses (see Table 1). Arrows show the timing of parasitoids releases.

pentheus, イサエアヒメコバチのトラップ当たりの合計誘殺数は, ハモグリミドリヒメコバチがそれぞれ0頭, 16.5頭, 9.0頭, *C. pentheus*がそれぞれ0頭, 1.5頭, 2.5頭, イサエアヒメコバチがそれぞれ0.5頭, 19.0頭, 11.5頭であった。

5. 寄生蜂の種類とその寄生率

寄主幼虫から羽化した寄生蜂の種類別の寄生率を Fig.5に示した。放飼されたカムリヒメコバチ以外に, イサエアヒメコバチ, ハモグリミドリヒメコバチ, *C. pentheus*およびハモグリコマコバチ *Dacnusa sibirica* Telengaの計5種類の寄生蜂が確認された。種構成は採取時期と試験区により異なったが, 天敵放飼区では試験前半はカムリヒメコバチが優占種であった。しかし, 試験後半になると, カムリヒメコバチ以外のコバチ類の割合が増加し, 7月7日には天敵放飼区ではカムリヒメコバチはほとんど認められなくなった。カムリヒメコバチ以外のコバチ類の中では, 高密度区ではハモグリミドリヒメコバチが, 低密度区で

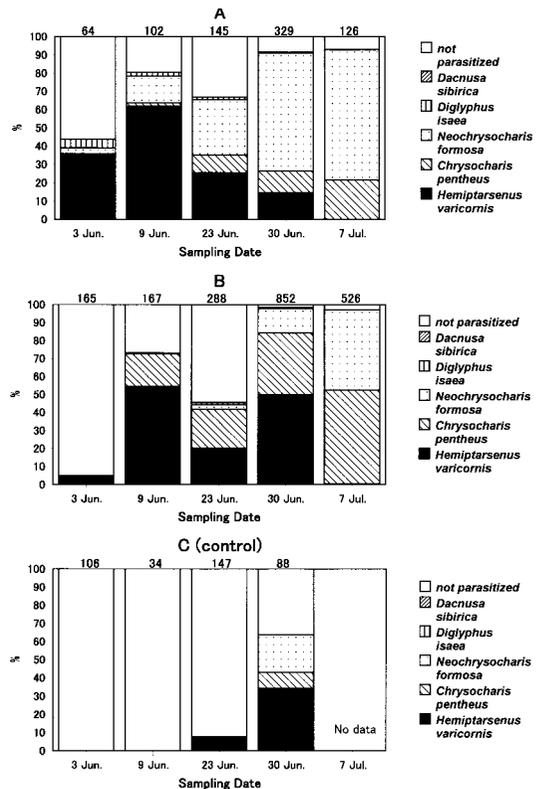


Fig. 5. Seasonal changes in the species composition of parasitoids emerging from *L. trifolii* larvae collected in tested greenhouses (see Table 1). Numerals on each bar denote total number of emerged insects.

は *C. pentheus* が第 1 優占種であった。なお、我が国の土着種ではないとされるハモグリコマユバチ (小西, 1998) が、6 月 23 日の低密度区で 1 頭のみ認められた。

次に、天敵放飼区における寄生蜂群集全体の寄生率は、最初の放飼から約 3 週間後の 6 月 3 日の時点で高密度区では約 43.7% であったのに対して、低密度区では 4.8% と低く、区間で差がみられた (全ての寄生蜂を含んだ寄生頻度に基づくカイ 2 乗検定, $p < 0.0001$)。しかし、6 月 9 日には両区とも寄生率は上昇し、高密度区で 80.3%, 低密度区で 73.1% となって両区間で差がなくなった (全ての寄生蜂を含んだ寄生頻度に基づくカイ 2 乗検定, $p > 0.05$)。その後、6 月 23 日には、新たなハモグリバエ幼虫の発生に伴って高密度区は 66.9%, 低密度区は 45.5% に下がったものの、6 月 30 日以降は両区とも 90% 以上の寄生率で推移した。一方、無放飼区では 6 月 30 日の 63.6% を除いて、0 ~ 7.5% と低かった。

天敵放飼区におけるカンムリヒメコバチの性比を Table 2 に示した。両区とも雌比 0.14 ~ 0.56 と変動が大きかったが、やや雄に偏る傾向が見られた。高密度区と低密度区との比較では差はなかった (角変換値を用いたペアード検定, $p > 0.05$)。

考 察

我が国では 1997 年末にイサエアヒメコバチとハモグリコマユバチ 2 種の輸入寄生蜂は農薬登録され、すでに現地でも使用されている。一方で、マメハモグリバエには多くの土着寄生蜂が寄生することが確認されており (西東ら, 1996; Arakaki and Kinjo, 1998; 小西, 1998; 大野ら, 1999a; 杉本, 1998), また、土着寄生蜂の種構成は地域によっても異なると考えられる。静

岡県では、西東ら (1996) の調査によって、本研究で取り上げたカンムリヒメコバチが施設ほ場では土着寄生蜂の優占種であることが判明している。輸入種であるイサエアヒメコバチ (正確にはヨーロッパ原産の系統) とハモグリコマユバチは、施設トマトのマメハモグリバエに対する実用的な防除効果はあるものの (小澤ら, 1999, 2001), 輸入種であるために、野外に逃亡した場合には在来のハモグリバエや寄生蜂相に何らかの影響を与える可能性は否定できない。本研究では、本来土着種でないといわれるハモグリコマユバチ (小西, 1998) が僅か 1 頭ではあるが確認された。これは、前年に場内の別ハウスでハモグリコマユバチの放飼試験が行われたこと (小澤ら, 未発表) から、ハウス外に逃げ出した個体の子孫である可能性がある。このような事実から、当該地域で優占種となっている土着種を生物農薬的に利用する方法は、より高い防除効果が期待できることに加えて、導入種の生態系に対するリスク (広瀬, 1994; 矢野, 1999) を回避する意味でも有効な方策と考えられる。

カンムリヒメコバチの高温条件下での发育速度は、現場での導入が進んでいるイサエアヒメコバチと比較しても速く (西東ら, 1997), 我が国西南暖地の施設内での使用に適していると考えられる。トマトのマメハモグリバエに対する本種の密度抑制効果については、これまで試験事例が無く、その効果は不明であったが、0.33 頭 / 株の 5 回放飼の場合、潜孔密度は無放飼区の約 1/6 に抑えられ、幼虫死亡率も 90% 以上に達した。このことから、ほぼ同様の試験条件で実施したイサエアヒメコバチの放飼試験 (小澤ら, 1999) と比較しても遜色ない防除効果があると思われる。なお、

Table 2. Ratio of females of *Hemiptarsenus varicornis* emerged from the larvae of *L. trifolii*.

Location ^a	Sampling date	No. of <i>H. varicornis</i> adults emerged			
		Female	Male	Total	Ratio of females
Greenhouse A	3. June 1997	10	13	23	0.43
	9. June	30	29	59	0.51
	23. June	9	22	31	0.29
	30. June	11	37	48	0.23
	Total	60	101	161	0.37
Greenhouse B	3. June 1997	3	3	6	0.50
	9. June	48	38	86	0.56
	23. June	8	49	57	0.14
	30. June	134	291	425	0.32
	Total	193	381	574	0.34

^a See Table 1.

カンムリヒメコバチは土着寄生蜂であるため、本試験で確認された個体が放飼個体の後代であるか、ハウス外から侵入した個体の後代であるかは明確にはできない。しかし、放飼密度を変えた試験区の比較により、高密度放飼区の方が低密度放飼区より明らかにカンムリヒメコバチの定着は早く、また密度抑制効果も高かった。また、試験を実施したハウスの周辺は除草が徹底され、隣接地にはイチゴハウスと芝地、管理棟があるのみで、野外における土着寄生蜂の密度は高くなかったと推測される。従って、本試験では、主に放飼した個体がハウス内に定着したと考えられる。

本試験ではイサエアヒメコバチの放飼試験(小澤ら, 1999)で観察された現象と同じく、試験後半になって殺傷寄生・幼虫内部寄生蜂(杉本, 1998)のハモグリミドリヒメコバチや*C. pentheus*の寄生率が高くなり、これらは最終的には放飼したカンムリヒメコバチと寄生頻度が逆転した。これは、寄主密度が上昇したことでハモグリミドリヒメコバチなど野外の土着寄生蜂がハウス内へ誘引されるようになり、さらに寄主密度に対する寄生蜂群集密度の相対比率が高くなった結果、寄生蜂の種間競争が起こり、初期には優占種であった幼虫外部寄生蜂のカンムリヒメコバチ(杉本, 1998)の幼虫に内部寄生蜂であるハモグリミドリヒメコバチなどが高次寄生し始めたことを示していると思われる。このことは、カンムリヒメコバチと同じ殺傷寄生・幼虫外部寄生蜂のイサエアヒメコバチ幼虫にハモグリミドリヒメコバチが高い頻度で高次寄生すること(小澤ら, 2002)によっても容易に推察される。

近年、ハモグリバエ類の天敵資材としてカンムリヒメコバチ以外にも数種の寄生蜂が着目されている。例えば、大野ら(1999b)は、ハモグリミドリヒメコバチを、嶽崎ら(1999)は*Neochrysocharis okazakii*を有望種としている。これらの寄生蜂とカンムリヒメコバチのどちらが、より防除資材として有効であるかは、防除効果の比較試験など今後の研究を待たざるを得ないが、今回の試験に限ればカンムリヒメコバチは既存のイサエアヒメコバチ(小澤ら, 1999)とほぼ同等の実用性を有すると判断されよう。しかし、秋から冬にかけて行った別の放飼試験では寄生率があまり上がらず、密度抑制効果があきりしない事例も見られた(小澤ら, 未発表)。この原因としては、低温による活動性の低下とともに、本寄生蜂が短日により生殖休眠することが指摘されている(矢野, 私信)。活動性に

及ぼす温度の影響や休眠性の有無については今後の検討課題である。また、本試験では羽化成熟の性比はやや雄に偏っていた。イサエアヒメコバチでは変動は大きいものの雄:雌がほぼ1:1であり(小澤, 2001)、もし性比が雄にやや偏る傾向がほ場における本種の普遍的な特性ならば、生物防除資材としては大量増殖や防除効率の面で不利な点である。この点は、産雌単為生殖系統が見つかっているハモグリミドリヒメコバチ(大野ら, 1999b)が有利である。

今後は、休眠性など本寄生蜂の生態的特性を解明するとともに、放飼時期など試験条件を変えた防除試験を実施して、防除資材としての有効性をさらに検証していく必要がある。また、本種は、薬剤に対する感受性がイサエアヒメコバチやハモグリコバチとはやや異なり、例えばピリダベン剤に対する感受性は低いこと(片山・小澤, 2003)から、薬剤の影響からイサエアヒメコバチなどが導入しにくい場面での代換え利用も考えられよう。

引用文献

- Arakaki, N and K. Kinjo (1998) Appl. Entomol. Zool. 33: 577 - 581.
- 広瀬義躬(1994) 農業技術 49: 145 - 149.
- 市川耕治ら(1996) 愛知農総誌研報 28: 177 - 187.
- 井口雅裕(1997) 今月の農業 41(4): 64 - 68.
- 片山晴喜・小澤朗人(2003) 関東東山病虫研報 50: 165 - 169.
- 小西和彦(1998) 農環研資料 22: 27 - 76.
- 大野和朗ら(1999a) 応動昆 43: 81 - 86.
- 大野和朗ら(1999b) 昆虫(N.S.)2: 1 - 9.
- 小澤朗人(2001) 静岡農試特別報告 23: 77pp.
- 小澤朗人ら(1993) 関東東山病虫研報 40: 239 - 241.
- 小澤朗人ら(1998) 関東東山病虫研報 45: 179 - 180.
- 小澤朗人ら(1999) 応動昆 43: 161 - 168.
- 小澤朗人ら(2002) 関東東山病虫研報 49: 109 - 112.
- 小澤朗人ら(2001) 応動昆 45: 61 - 74.
- 西東 力ら(1992) 応動昆 36: 183 - 191.
- 西東 力ら(1995) 関東東山病虫研報 42: 235 - 237.
- 西東 力ら(1996) 応動昆 40: 127 - 133.
- 西東 力ら(1997) 応動昆 41: 161 - 163.
- 柴尾 学ら(1996) 関西病虫研報 38: 31 - 32.
- 杉本 毅(1998) 植物防疫 52: 358 - 362.
- 嶽崎 研ら(1999) 植物防疫 53: 355 - 358.
- 矢野栄二(1999) 農業および園芸 74: 435 - 436.