- Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 42: 185–189.]
- 大谷 徹・清水喜一 (1996) 植物防疫 50: 406–410. [Otani, T. and K. Shimizu (1996) *Plant Protect.* 50: 406–410.]
- 佐藤正彦・新山徳光・大原真理子・鶴田良助・飯富暁康 (1993) 北日本病虫研報 44: 95–97. [Sato, M., T. Niiyama, M. Ohara, R. Tsuruta and A. Iitomi (1993) *Ann. Rep. Plant Prot. North Japan* 44: 95–97.]
- 渋谷俊一 (1994) 北日本病虫研報 45: 145–146. [Shibuya, S. (1994) *Ann. Rep. Plant Prot. North Japan* 45: 145–146.]

- 上野 清 (2004) 植物防疫 58: 385–389. [Ueno, K. (2004) *Plant Protect.* 58: 385–389.]
- 山代千加子・小山正一・中野 潔・有坂通展 (1989) 北陸病虫研報 37: 21–23. [Yamashiro, C., S. Koyama, K. Nakano and M. Arisaka (1989) *Proc. Assoc. Pl. Prot. Hokuriku* 37: 21–23.]
- 吉沢栄治・桑澤久仁厚・内川正之 (1990) 関東東山病虫研報 37: 169–170. [Yoshizawa, E., K. Kuwazawa and M. Utikawa (1990) *Ann. Rep. Kanto Pl. Prot. Soc.* 37: 169–170.]

小規模ガラス温室におけるギファブラバチ放飼 によるモモアカアブラムシの密度抑制効果

太田 泉^{*,†}・大泰司 誠

近畿中国四国農業研究センター

Effectiveness of *Aphidius gifuensis* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) on the Population Control of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) in Small Experimental Greenhouses. Izumi OHTA^{*,††} and Makoto OHTAISHI National Agricultural Research Center for Western Region; Fukuyama, Hiroshima 721–8514, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 49: 78–82 (2005)

Abstract: *Aphidius gifuensis* Ashmead were released on qing-geng-cai plants infested with *Myzus persicae* (Sulzer) in small experimental greenhouses. Experiments were conducted from September to October 2000 (Trial 1), from November to December 2000 (Trial 2) and from April to May 2001 (Trial 3). Three, six and one adult aphids per plant were introduced on the first days of trials 1, 2 and 3, respectively. Each trial consisted of three treatments: four-time releases of one female and one male adult parasitoid per plant with 7-day-intervals in Greenhouse A, four-time releases of one female and one male per plant with 3-day-intervals in Greenhouse B and a single release of four females and four males per plant in Greenhouse C. In Trial 1, aphid populations were suppressed in all of the greenhouses although they increased by 28.3 per plant in Greenhouse A, 58.0 in Greenhouse B and 117.1 in Greenhouse C on day 17 after the trials started. Trial 2 resulted in an exponential increase of the aphid populations in all of the greenhouses. In Trial 3, the aphid population was controlled only in Greenhouse B. These results show that *A. gifuensis* can be an effective natural enemy to control the *M. persicae* population in greenhouses. The effects of release frequency and interval of *A. gifuensis*, and the initial density of the aphid population on the performance of parasitoids were discussed.

Key words: *Aphidius gifuensis*; *Myzus persicae*; release; population control, qing-geng-cai

ギファブラバチ *Aphidius gifuensis* Asmead は、日本や中国、朝鮮半島、台湾等の東アジア地域に生息するアブラムシの1次捕食寄生バチである (Takada, 1992)。わが国では4種のアブラムシへの寄生が記録されているが (Takada, 2002)、野外では特にモモアカアブラムシ *Myzus persicae* (Sulzer) に対して高い寄生率を示すことから (高田, 1976a; 山本, 1997)、本種はモモアカアブラムシの生物的防除資材として注目されている。そのため、高田 (1976b)、高田・竹中 (1982)、福井・高田 (1988)、金子ら (1992)、Ohta et al. (2001) および Ohta and Ohtaishi (2004) などが、ギファブラバチの日本個体群について、発育や産卵数等の生活史形質を明らかにしている。特に本種の内的自然増加率は寄主のモモアカアブラムシよりも高く (Ohta and Ohtaishi, 2004)、捕食寄生性天敵として優れていると考えられる。

一方、天敵の有効性評価にあたっては、害虫とその寄主植物が存在する環境下で天敵を放飼して、天敵による害虫の密度抑制効果を検証することも重要である (van Lenteren and Manzaroli, 1999)。オンシツツヤコバチやハモグリバエ類の捕食寄生バチでは、天敵の放飼時期や密度、回数が害虫の密度抑制効果に強く影響することも報告されている (矢野, 1988; Boot et al., 1992; Heinz et al., 1993; van Roermund et al., 1997)。Chao et al. (1980) は、ギファブラバチを放飼したタバコ圃場では、モモアカアブラムシ個体群の増加が低く抑えられることを示した。しかし、Chao らの放飼試験は露地圃場で行われたものであるため、他の土着天敵や2次捕食寄生バチなどがモモアカアブラムシやギファブラバチの個体群動態に影響を及ぼした可能性もあり、アブラバチの放飼方法の検討までには至っていない。そこで本研究では、小型の閉鎖系ガラス温室の中にポット植えのチンゲンサイを置いてギファブラバチの放飼試験を行い、モモアカアブラムシの初期密度やギファブラバチの放飼回数、放飼間隔等がモモアカアブラムシの密度抑制効果に与える影響について検討した。

* Corresponding author

† 現在 野菜茶業研究所

†† Present address: National Institute of Vegetable and Tea Science; Ano, Mie 514–2392, Japan

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第49巻 第2号: 78–82 (2005)

<http://odokon.ac.affrc.go.jp/>

2004年8月10日受領 (Received 10 August 2004)

2005年2月16日登載決定 (Accepted 16 February 2005)

DOI: 10.1303/jjaez.2005.78

本文に入るに先立ち、本稿を校閲して頂いた近畿中国四国農業研究センターの矢野栄二博士、東北農業研究センターの河合 章博士に御礼申し上げる。また、虫数調査に尽力頂いた近畿中国四国農業研究センターの佐藤達也氏にも厚く御礼申し上げる。

Fig. 1. Diagram of qing-geng-cai plant location on a bench placed in the center of the greenhouses.

材料および方法

1. 供試虫

モモアカアブラムシは、1996年に近畿中国四国農業研究センター（広島県福山市）内の圃場に栽植したキャベツから無翅胎生雌成虫1頭を採集し、室内でダイコンの葉を寄主植物として与えて増殖したクローン個体群を用いた。ギフアブラバチは、同敷地内に栽植したジャガイモからモモアカアブラムシのマミーを採集し、室内でマミーから羽化させた成虫数十頭をもとに、モモアカアブラムシを寄主、ダイコンを寄主植物として増殖した。両種とも、温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、日長 16L-8D に調節した恒温室内で累代飼育した。

2. 放飼試験

広さ $3.7\text{m} \times 2.8\text{m}$ の小規模閉鎖系ガラス温室3室を試験に使用した（以後それぞれをガラス温室 A, B, C と称する）。各室中央部に幅 80 cm、長さ 140 cm、高さ 50 cm の栽培棚を置き、その上に播種後約 1 カ月のチンゲンサイ（品種：青帝）1 株を植えたプラスチックポット（サイズ 1/10,000 a）24 個を Fig. 1 のように配置した。試験は 2000 年 9 月 19 日～10 月 23 日（Trial 1: アブラムシ中密度条件）、同年 11 月 21 日～12 月 4 日（Trial 2: アブラムシ高密度条件）および 2001 年 4 月 10 日～5 月 18 日（Trial 3: アブラムシ低密度条件）の計 3 回行った。なお、チンゲンサイの播種から収穫までに要する日数は、温暖期の露地栽培で概ね 1.5 カ月、厳寒期のハウス内トンネル栽培で 3 カ月とされている。各ガラス温室内の温度は、温湿度データロガー（ティアンドディ製 TR-72S）を用いて 30 分毎に測定し、防虫網（SUS40 メッシュ）付きの天窓、側窓の開閉および空調設備により、約 $15 \sim 30^\circ\text{C}$ の範囲内になるように制御した。また、自然日長が 12 時間未満となる Trial 1 および Trial 2 では、短日がモモアカアブラムシおよびギフアブラバ

Table 1. Release schedule of *Aphidius gifuensis* and *Myzus persicae* in greenhouses

Greenhouse	Number of aphids released per plant	Parasitoid release		Temperature (°C) ^c	
		Number ^a	Date ^b		
Trial 1	A	3	♀12, ♂12	Sep. 19(0), 26(7), Oct. 3(14), 10(21)	22.1 (14.2–29.9)
	B	3	♀12, ♂12	Sep. 19(0), 22(3), 26(7), 29(10)	22.9 (16.1–29.6)
	C	3	♀48, ♂48	Sep. 19(0)	22.4 (16.2–32.3)
Trial 2	A	6	♀12, ♂12	Nov. 21(0), 28(7) ^d	21.6 (16.9–36.3)
	B	6	♀12, ♂12	Nov. 21(0), 24(3), 28(7), Dec. 1(10)	21.8 (18.1–37.8)
	C	6	♀48, ♂48	Nov. 21(0)	Unknown
Trial 3	A	1	♀12, ♂12	Apr. 10(0), 17(7), 23(13), May 1(21)	21.2 (13.4–32.7)
	B	1	♀12, ♂12	Apr. 10(0), 13(3), 17(7), 20(10)	21.8 (13.0–31.7)
	C	1	♀48, ♂48	Apr. 10(0)	21.1 (11.8–33.3)

^a Per single release.

^b Numbers in parentheses indicate the days after aphids were released.

^c Mean (Minimum–Maximum).

^d Parasitoids were originally planned to be released four times, but treatment was cancelled after the second release because of an aphid population outbreak.

Fig. 2. Mean numbers of *Myzus persicae* and aphid mummies formed by parasitism of *Aphidius gifuensis* released per qing-geng-cai plant in trials 1, 2 and 3. Gray-color circles (●), solid squares (■) and open triangles (△) indicate Greenhouse A (four-time releases of one female and one male parasitoid per plant at 7-day-intervals), B (four-time releases with 3-day-intervals) and C (a single release of four female and four male parasitoids per plant), respectively. Gray solid arrows (↓), black solid arrows (↓) and open arrows (↓) mean the days when parasitoids were released in greenhouses A, B and C.

チの生活史形質に与える影響を回避するため、午前5時から日の出までの間と日没から午後7時の間に室内の蛍光灯（40W4本）を点灯し、長日条件（14L-10D）になるように調節した。

試験開始日に羽化後24時間以内のモモアカアブラムシ無翅胎生雌成虫をチンゲンサイ各株に一定数ずつ接種した。また、ギファ

ブラバチは、羽化後24時間以内で所定の数の雌雄成虫（交尾未確認）を入れた小型ガラス管を栽培棚上の中央に置いて放飼した。Trial 1～3の各ガラス温室におけるモモアカアブラムシの接種密度ならびにギファブラバチの放飼日および放飼数はTable 1に示した。試験開始から3～4日ごとに、チンゲンサイに付いているモ

モモアカアブラムシおよびアブラバチ成虫が未脱出のモモアカアブラムシマミーの数を全株全葉について記録した（アブラバチ成虫脱出後のマミーは除去）。なお、試験期間中にガラス温室外からの他の昆虫の侵入は認められなかった。

結 果

1. Trial 1（モモアカアブラムシ中密度条件）

全てのガラス温室において、放飼したギファアブラバチによってモモアカアブラムシ個体群の増加が抑制された（Fig. 2a）。モモアカアブラムシの個体数は、試験開始 17 日後の 10 月 6 日に最も多くなり、ギファアブラバチを 1 週間間隔で 4 回放飼したガラス温室 A では株あたり平均 28.3 頭、3 日間間隔で 4 回放飼したガラス温室 B では 58.0 頭、4 倍量のアブラバチを試験開始日にのみ 1 回放飼したガラス温室 C では 117.1 頭まで増加したが、最終調査日の 10 月 23 日（試験開始 34 日後）には、ガラス温室 A では 0 頭となり、ガラス温室 B、C においても株あたり平均 1 頭、5.2 頭まで減少した。一方、ギファアブラバチの寄生によって生じたモモアカアブラムシのマミーは、ガラス温室 B および C では試験開始 24 日後（10 月 13 日）に最も多くなり、それぞれ株あたり平均 40.4 個、95.3 個まで増えたが、モモアカアブラムシの増加が最も抑制されたガラス温室 A では、試験開始 10 日後（9 月 29 日）に最大 20.0 個となり、以後漸減した（Fig. 2b）。

2. Trial 2（モモアカアブラムシ高密度条件）

モモアカアブラムシの初期密度を Trial 1 の 2 倍（6 頭/株）にした Trial 2 では、全てのガラス温室においてモモアカアブラムシの個体数が急増し、試験開始 13 日後の 12 月 4 日（ガラス温室 A は試験開始 10 日後の 12 月 1 日）に調査を打ち切った（Fig. 2c）。マミーは試験開始 10 日後から観察され始めて、13 日後（12 月 4 日）にはガラス温室 B で株あたり平均 42.5 個、ガラス温室 C では 39.3 個まで増えたが、ガラス温室 A では逆に 5.9 個に減少した（Fig. 2d）。

3. Trial 3（モモアカアブラムシ低密度条件）

モモアカアブラムシ個体群の増加が抑制されたのはガラス温室 B のみだった（Fig. 2e）。ガラス温室 A および C では、試験開始 28 日後の 5 月 8 日にアブラムシの数が株あたり平均 414.2 頭と 858.3 頭まで増加したため、その後の調査は打ち切った。マミーは試験開始 17 日後（4 月 27 日）まで、全てのガラス温室において株あたり平均 10 個未満の少ない状態が続いたが、その後増加した。ガラス温室 C では 28 日後（5 月 8 日）にマミー数が 171.9 個に急増した（Fig. 2f）。

考 察

今回の放飼試験の中でモモアカアブラムシ個体群の増加が抑制されたのは、モモアカアブラムシの初期密度を中密度条件とした Trial 1 のガラス温室 3 室と、アブラムシ低密度条件で開始した Trial 3 のガラス温室 B（ギファアブラバチを約 3 日間隔で 4 回放飼）であった。その他のガラス温室では、ギファアブラバチの放飼によるモモアカアブラムシの密度抑制効果は認められず、アブラムシ数は増加した。

試験期間中のガラス温室内の平均温度は、Trial 1, 2, 3 とも概ね 22°C であった（Table 1）。当温度におけるギファアブラバチの発育期間は、寄生からマミーまでは約 7.3 日、羽化までは約 11.4 日を要する（Ohta et al., 2001）。また、ギファアブラバチの雌成虫は、斉一成熟性（proovigenic）の産卵様式により羽化直後に集中的に産卵する傾向があり、20°C で羽化後 4 日間、25°C では羽化後 3 日間に生涯総産卵数の 50% 以上を産卵する（Ohta and Ohtaishi, 2004）。したがって、試験開始直後に放飼されたギファアブラバチ雌成虫がモモアカアブラムシに寄生したとすれば、アブラムシのマミーは放飼から約 7～11 日後に出現すると推測される。本試験でギファアブラバチの第 1 回放飼 10 日後（試験開始 10 日後）に確認されたマミーの数は、Trial 1 のガラス温室 A では株あたり平均 20.0 個、ガラス温室 B では 21.2 個、ガラス温室 C では 17.5 個、Trial 2 ではそれぞれ 9.0 個、9.9 個、20.9 個、Trial 3 では 2.3 個、3.5 個、2.3 個であった（Fig. 2b, d, f）。特に Trial 3 では、17 日後までマミー数が株あたり 10 個未満の少ない状態が続いたことから（Fig. 2f）、試験開始後約 1 週間はギファアブラバチの定着があまり進まなかった可能性が示唆される。また、試験開始 10 日後におけるマミー化率（マミー数/（アブラムシ数 + マミー数）×100）を求めると、Trial 1 のガラス温室 A では 56.1%、ガラス温室 B は 40.7%、ガラス温室 C は 36.5% であったのに対して、Trial 2 ではそれぞれ 2.9%、4.2%、11.1%、Trial 3 では 7.4%、18.7%、14.8% となり、特に Trial 2 におけるマミー化率が低かった。以上のことから、Trial 2 では、放飼したギファアブラバチはある程度定着していたものの、モモアカアブラムシの初期密度が高かったために、試験開始時からアブラムシの増殖率がアブラバチの寄生効率を上回り、その結果、アブラムシのエスケープが生じたと考えられる。ただし、ガラス温室 A は試験開始 13 日後にマミー数が減少しており、これは初めに放飼されたアブラバチの寄生が何らかの原因で継続しなかった可能性も考えられる。一方の Trial 3 では、アブラムシの初期密度が低過ぎたため、試験開始 1 週間ほどはアブラバチ自体の定着が進まず、結果的に 2 つのガラス温室でアブラムシが増加したと考えられる。

矢野（1988）は、個体群動態モデルを用いてオンシツコナジラミに対するオンシツツヤコバチの放飼条件を検討し、同じ総放飼数であれば多くの回数に分けて寄生バチを放飼することによって、害虫の密度抑制効果をより高めることができると推測した。Trial 1 では、ギファアブラバチを 4 回に分けて放飼したガラス温室 A と B が、1 回にまとめてアブラバチを放飼したガラス温室 C よりもモモアカアブラムシの増加をより低く抑えており（Fig. 2b）、これは矢野（1988）の結論と一致する。しかし、Trial 3 では、ギファアブラバチを 3 日間隔で 4 回放飼したガラス温室 B でのみアブラムシの密度抑制効果が得られた（Fig. 2f）。先にも述べたように、ギファアブラバチの雌成虫は羽化後 3 日ほどの間に集中して産卵する習性があり、その後の産卵数は漸減する（Ohta and Ohtaishi, 2004）。そのため、Trial 3 のように寄主であるモモアカアブラムシの初期密度がごく低いなど、モモアカアブラムシの密度抑制効果がすぐに得られにくい条件下でギファアブラバチを放飼する際には、アブラバチはより短い間隔で放飼する方法が有効な場合も考えられる。

本試験の結果を総合すると、放飼したギフアブラバチ個体群が安定的に定着し、かつアブラバチによって個体群の増加が抑制可能なモモアカアブラムシの初期密度レベルが存在することが明らかになった。また、ギフアブラバチは複数回に分けて放飼する方が、1回にまとめて放飼するよりもモモアカアブラムシの密度抑制効果がより高くなることも示された。なお、最適な放飼間隔についてはより詳細な検討が必要と思われた。今回はポット植えのチンゲンサイを用いて放飼試験を行ったが、同じ天敵と害虫の組み合わせでも、植物の種類によって天敵の効果に差が生じた事例も報告されている(矢野, 2003)。したがって、チンゲンサイ以外の作物に寄生しているモモアカアブラムシに対してギフアブラバチを放飼する際には、植物の種類がアブラムシの増殖率やアブラバチの寄主探索行動などに与える影響について予め調査しておく必要もある。

引用文献

- Boot, W. J., O. P. J. M. Minkenberg, R. Rabbinge and G. H. de Moed (1992) *Neth. J. Plant Pathol.* 98: 203–212.
- Chao, W., C. Ting, T. Dong and Y. Wang (1980) *Zool. Res.* 1(3): 405–415.
- 福井昌夫・高田 肇 (1988) 応動昆 32: 331–333. [Fukui, M. and H. Takada (1988) *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 32: 331–333.]
- Heinz, K. M., L. Nunney and M. P. Parella (1993) *Environ. Entomol.* 22: 1217–1233.
- 金子順一・菅原信治・遠藤知二 (1992) 応動昆 36: 137–139. [Kaneko, J., S. Sugawara and T. Endou (1992) *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 36: 137–139.]
- Ohta, I., K. Miura and M. Kobayashi (2001) *Appl. Entomol. Zool.* 36: 103–109.
- Ohta, I. and M. Ohtaishi (2004) *Appl. Entomol. Zool.* 39: 113–117.
- 高田 肇 (1976a) 昆蟲 44: 234–253. [Takada, H. (1976a) *Kontyû* 44: 234–253.]
- 高田 肇 (1976b) 昆蟲 44: 366–384. [Takada, H. (1976b) *Kontyû* 44: 366–384.]
- 高田 肇・竹中洋治 (1982) 昆蟲 50: 556–568. [Takada, H. and Y. Takenaka (1982) *Kontyû* 50: 556–568.]
- Takada, H. (1992) *FFTC Tech. Bull.* 132: 1–11.
- Takada, H. (2002) *Appl. Entomol. Zool.* 37: 237–249.
- van Lenteren, J. C. and G. Manzaroli (1999) In *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops* (R. Albajes, M. Lodovica Gullino, J. C. van Lenteren and Y. Elad eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 183–201.
- van Roermund, H. J. W., J. C. van Lenteren and R. Rabbinge (1997) *Biol. Control* 9: 25–47.
- 山本雅則 (1997) 滋賀県農業試験場特別研究報告 20: 1–70. [Yamamoto, M. (1997) *Spec. Bull. Shiga Agric. Exp. Stn.* 20: 1–70.]
- 矢野栄二 (1988) 野菜茶試研報. A.2: 143–200. [Yano, E. (1988) *Bull. Natl. Res. Inst. Veg., Ornam. Plants & Tea Japan* A.2: 143–200.]
- 矢野栄二 (2003) 天敵 生態と利用技術. 養賢堂, 東京. 296 pp. [Yano, E. (2003) *Arthropod Natural Enemies, The Ecology and Use in Biological Pest Control*. Yokendo Ltd., Tokyo. 296 pp.]