熊本県でのタバココナジラミバイオタイプ Q (カメムシ目: コナジラミ科) の野外越冬の可能性

樋口 聡志^{1,*†}・行徳 裕¹・飯田 博之²・津田 勝男³

¹熊本県農業研究センター生産環境研究所

²農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門

³鹿児島大学農学部害虫学研究室

Possibility of Overwintering of *Bemisia tabaci* Q-biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) in Kumamoto. Satoshi HIGUCHI,^{1,*†} Yutaka GYOUTOKU,¹ Hiroyuki IIDA² and Katsuo TSUDA³ ¹Institute of Agro-environmental Research, Kumamoto Prefectural Agricultural Research Center; 3801 Sakae, Koshi, Kumamoto 861-1113, Japan. ²Institute of Vegetable and Floriculture Science, NARO; 360 Kusawa, Ano, Tsu, Mie 514-2392, Japan. ³Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Kagoshima University; 1-21-24 Korimoto, Kagoshima, Kagoshima 890-0065, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 61: 1-8 (2017)

Abstract: Overwintering of *Bemisia tabaci* Q-biotype (Gennadius), an important agricultural pest, was investigated in Kumamoto. As a result of research from 2007 to 2008, it was found that some of the eggs and nymphs of Q-biotype could overwinter under semi-outdoor conditions: the survival rate was 0.1-1.2%. However, the adult of Q-biotype could not overwinter under the same conditions. Furthermore, during 2008-2009, it was found that some of the eggs and nymphs of Q-biotype could overwinter under natural environmental conditions: the survival rate was 0.7%. All stages of B-biotype, however, could not overwinter under semi-outdoor conditions. These results indicate the possibility of overwintering of Q-biotype under natural environmental conditions, which has not been reported in Japan.

Key words: Whitefly; biotype; cold tolerance; survival rate; developmental stages

緒 言

タバココナジラミ *Bemisia tabaci* (Gennadius) は、熱帯、亜熱帯および温帯地域に広く生息し、600 種以上を寄主植物とする重要害虫である (Oliveira et al., 2001). また、本種は寄主適合性や薬剤感受性などの生態的特徴が異なる複数のバイオタイプの存在が知られている (Perring, 2001). 我が国で主に発生しているタバココナジラミは、在来系統であるバイオタイプ JpL およびバイオタイプ Nauru、海外から侵入したバイオタイプ Q (以下, Q) およびバイオタイプ B (以下, B) の 4 種類である (本多, 2008). このなかでバイオタイプ JpL および Nauru は農業生産上で問題となることが少ない (本多, 2008; 貴島ら, 2011a). 一方, Q および B は農作物で多発生して問題となっている (樋口, 2014). Q および B による農作物の被害は、吸汁による

寄主植物の草勢低下やすす病の発生、着色異常症の発生、Tomato yellow leaf curl virus などの病原ウイルスを媒介することである (樋口, 2014).

熊本県におけるタバココナジラミの発生は、1990 年に B, 2004 年に Q が初確認されている (行徳ら, 2008). Q の侵入以降、本県の農作物に発生しているタバココナジラミは、発生時期、地域および寄主作物に関係なく Q が優占していると考えられる (樋口ら, 2007). Q はイミダクロブリド、チアメトキサムなど各種の化学農薬に対する感受性が低下しており、防除が困難なことからタバココナジラミのなかでも大きな問題となっている (遠山ら, 2013).

Lin et al. (2007) は、翌年の農作物におけるタバココナジラミの被害リスクを評価するためには、冬季の成虫、幼虫および卵の生存率を知る必要があると述べており、タバココナジラミの防除を考える上で、野外越冬の可否を知

*E-mail: higuchi-s-dh@pref.kumamoto.lg.jp

†現在 熊本県球磨地域振興局農林部農業普及・振興課

††Present address: Kumamoto Prefectural Government, 86-1 Nishiaidashimomachi, Hitoyoshi, Kumamoto 868-8503, Japan.

2016 年 5 月 9 日受領 (Received 9 May 2016)

2016 年 9 月 23 日登載決定 (Accepted 23 September 2016)

DOI: 10.1303/jjaez.2017.1

ることは重要である。B は日本国内において野外越冬できないとされているが(松井, 1995), 栽培施設内で越冬し, その後施設内外を移動することで, 周年発生することが可能である(杖田ら, 2007)。本多(2008)は, Q の野外越冬について, B と同じく国内では困難としているものの, 九州や四国などの温暖地では検討を要すると指摘している。また, 飯田(2011)は, 鹿児島県南さつま市や高知県南国市のような温暖な地域では Q が野外越冬する可能性を指摘している。しかし, これまで日本国内における Q の野外越冬に関して, 具体的な調査事例の報告はない。そこで, 各发育ステージの Q が寄生した植物を用い, 熊本県において野外越冬が可能であるか検討したので報告する。

本文に入るに先立ち, 本稿に対して有益なご助言をいただいた農研機構九州沖縄農業研究センターの水谷信夫博士に厚く御礼申し上げる。

材料および方法

1. 供試虫

供試した Q は, 2004 年 11 月に熊本県農業研究センター内(合志市)のメロンから採集した個体群である。供試した B は, 1991 年に熊本県農業研究センター内の栽培作物(作物不明)から採集した個体群である。Q および B の累代飼育は, 25°C, 16L8D(明期: 暗期=16h: 8h)に設定した恒温室内において, キャベツ(品種: 秋徳 SP)を寄主植物として行った。本個体群については, ミトコンドリア DNA のチトクロームオキシダーゼ I (mtCOI) 領域の塩基配列の違いによる識別法(上田, 2006; 三浦, 2007)を用いて, Q または B であることを確認した。

2. 雨よけハウスにおけるバイオタイプ Q および B の越冬

熊本県農業研究センター内にある, ポリフィルムを天井のみに被覆した雨よけハウス内(6×22m, Fig. 1)における Q または B の越冬の可能性を明らかにするため, 成虫または卵, 幼虫の寄生株を設置して生存虫の有無を調査した。

(1) 成 虫

9cm ポリポットにキャベツ(品種: 金系 201 号)を 1 粒ずつ播種し, 25°C, 16L8D に設定した恒温室内で管理した播

種 40~50 日後のキャベツ苗を用いた。プラスチック製の飼育箱(34×26×34cm, 側面はゴース張り, Fig. 1)にキャベツ苗を 2 株入れ, そこへ羽化後 7 日以内の Q または B の成虫 300 頭を雌雄混在で放飼した。放飼後の飼育箱は低温順化のため無加温のガラスハウスに 3 日間置き, その後雨よけハウスへ移動させた。試験は 3 回行い, 雨よけハウスへの飼育箱の設置は, 2007 年 12 月 10 日, 2008 年 2 月 6 日, 2 月 23 日に行った。生存虫は, 原則 7 日間隔で見取り調査した。放飼した成虫がキャベツに産卵し, 新たな羽化成虫が出現しないように, 約 1 か月ごとに新たなキャベツ苗を入れるとともに, 古いキャベツは茎を切断して数日後に除去した。その時, キャベツ苗を見取り調査し, 羽化殻がないことを確認した。なお, Q と B 成虫の生存率については, 調査日ごとに Fisher の正確確率検定で比較した。

(2) 卵および幼虫

9cm ポリポットのイチゴ苗(品種: とよのか)またはキャベツ苗(品種: 金系 201 号)4 株を飼育箱に入れて, Q または B 成虫を雌雄混在で 100~400 頭放飼し, 25°C, 16L8D に設定した恒温室内で管理した。放飼 20~25 日後, 成虫を除去するとともに 1/5,000a ワグネルポットに移植した。Q または B が寄生した苗は, 低温順化のため無加温のガラスハウスに 3~5 日間置き, 雨よけハウス内へ移動させた。雨よけハウスへの供試苗の設置は, 2007 年 11 月 25 日, 12 月 1 日, 12 月 24 日, 2008 年 1 月 13 日および 2 月 7 日の 5 回であった。なお, 12 月 1 日の設置のみキャベツ苗で, それ以外の 4 回はイチゴ苗を用い, 設置日ごとの供試株数は 3~10 株であった。雨よけハウスへの設置当日, 全葉の葉裏に寄生する Q または B の卵および幼虫を 16 倍率のルーペを用いて发育ステージ別に計数するとともに, すべての寄生部位がわかるように黒色油性マーカーで寄生葉に印を付けた。初回調査以降, 寄生虫の計数は 2~4 回行い, 卵および幼虫の生死は変形や変色により判定した。

2008 年 4 月初めの調査後, 生存虫が寄生している可能性のある葉をゴースで覆い, 25°C に設定した恒温室内へ寄生苗を移動した。その後, 成虫が羽化した場合, 三浦(2007)の方法でバイオタイプを識別した。また, 雨よけハウス

Fig. 1. The rain shelter house used in overwintering examination (A) and test cage of adult *Bemisia tabaci* (B).

内の高さ 30cm の位置に温度データロガー（おんどとり Jr.TR-52, T&D 社製）を設置し、1 時間間隔で温度を測定した。なお、温度データロガーのセンサーには、直射日光が当たらないように通気性を確保した覆いを被せた。

3. 野外条件下におけるバイオタイプ Q の越冬

野外条件で Q が越冬する可能性を明らかにするために、卵および幼虫が寄生したキランソウ *Ajuga decumbens* Thunb. (シソ科) を用いた 2 つの試験で検討した。なお、以下の越冬試験は、熊本県農業研究センター内の露地圃場で実施した。

試験 1；2008 年 10 月 10 日、Q が多寄生した 1/5,000a ワグネルポット植えのナス 10 株が置いてある無加温のガラスハウス内に、1/5,000a ワグネルポット植えのキランソウ 8 株を設置し、キランソウに Q を寄生させた。11 月 26 日、成虫を除去して Q の卵および幼虫が寄生したキランソウ 8 株を露地圃場に設置した。12 月 27 日、枯死した 1 株を除く、7 株の全葉に寄生する卵および幼虫を調査するとともに、すべての寄生部位がわかるように黒色油性マーカーで寄生葉に印を付けた。その後、寄生虫数の調査は、2009 年 2 月 23 日、3 月 20 日および 4 月 1 日の 3 回行い、16 倍率のルーペを用いて発育ステージ別に計数した。なお 4 月 1 日の調査後、キランソウをゴースで覆い、25°C に設定した恒温室内に置いて成虫を羽化させた。

試験 2；2008 年 9 月 30 日、Q が多寄生した 1/5,000a ワグネルポット植えのナス 10 株が置いてある無加温のガラスハウス内に、プランター植えキランソウを設置し、Q を寄生させた。11 月 11 日、Q が寄生したキランソウ 50 株を露地圃場（6×11m）に株間 45cm、1 列 25 株で 2 列に定植した。その後、活着して生育できた 17 株を調査株として用いた。寄生数調査は、1 回につき 3～7 株を露地圃場から抜き取り、10～30 倍に拡大した実体顕微鏡下で行った。なお、調査は 12 月 29 日、2009 年 2 月 25 日、3 月 23 日および 4 月 3 日の 4 回であった。調査後、寄生が認められたキランソウについては、濡れたろ紙を敷いたプラスチックカップに入れ、25°C に設定した恒温室内で成虫を羽化させた。

試験 1, 2 ともに卵および幼虫の生死は、変形や変色により判定した。また、成虫が羽化した場合、三浦 (2007) の方法でバイオタイプを識別した。露地圃場の温度の測定は、地上 30cm の高さで雨よけハウスでの調査方法と同様に行った。

結 果

1. 雨よけハウスにおけるバイオタイプ Q および B の越冬

(1) 成 虫

冬季の雨よけハウス内に設置したキャベツ苗における Q および B 成虫の生存率を Fig. 2 に示した。2007 年 12 月 10

Fig. 2. Survival rate of *B. tabaci* adults under semi-outdoor conditions in 2007–2008. ●: Q-biotype, ○: B-biotype. Parentheses under each line-graph indicate total duration of semi-outdoor conditions. Asterisk indicates a significant difference in the percentage of survival between Q- and B-biotypes (Fisher's exact test, $p < 0.05$).

日に設置した成虫の生存率は、Q では設置 13 日後（12 月 23 日）で 20.3%、26 日後（2008 年 1 月 5 日）で 9.7%、34 日後（1 月 13 日）で 8.3% と徐々に低下し、55 日後（2 月 3 日）で 0% となった。一方 B では、13 日後で 29.0%、26 日後で 1.7%、34 日後で 1.3%、42 日後（1 月 21 日）で 0% となった。設置 26 日後、34 日後および 42 日後の Q の生存率は、B に比べて有意に高かった（Fisher の正確確率検定, $p < 0.05$ ）。

2008 年 2 月 6 日に設置した成虫の生存率は、Q では設置 7 日後（2 月 13 日）で 5.3%、15 日後（2 月 21 日）で 0% となった。一方 B では、7 日後で 0% と生存虫が確認できなかった。設置 7 日後の Q の生存率は、B に比べて有意に高かった（Fisher の正確確率検定, $p < 0.05$ ）。

2008 年 2 月 23 日に設置した成虫の生存率は、Q では設置 8 日後（3 月 2 日）で 33.0%、36 日後（3 月 30 日）で 15.3% と徐々に低下し、69 日後（5 月 2 日）で 0% となった。一方 B では、8 日後で 18.0%、36 日後で 5.3% と徐々に低下し、69 日後で 0% となった。設置 8～57 日後の 8 回の調査での Q の生存率は、B に比べて有意に高かった（Fisher の正確確率検定, $p < 0.05$ ）。

Table 1. Overwintering number of *Bemisia tabaci* Q-biotype under semi-outdoor conditions in 2007–2008

Experiment no.	Investigation date (mm/dd/yy)	Exposure duration	Number of <i>B. tabaci</i>							Survival rate (%)
			Egg	1st ^a	2nd ^a	3rd ^a	4th ^a	Adult	Total	
1	11/25/07	0	233	362	130	131	135	—	991	100
	12/29/07	34	110	85	53	44	100	—	392	39.6
	3/31/08	127	9	0	6	6	21	—	42	4.2
	4/4/08	131	2	0	1	0	5	—	8	0.8
	4/16/08		0	0	0	0	0	2	2	0.2
2	12/1/07	0	1,403	256	84	40	26	—	1,809	100
	1/10/08	40	747	71	50	20	30	—	918	50.7
	4/1/08	122	35	0	0	0	2	—	37	2.0
	4/13/08		0	0	0	0	0	1	1	0.1
3	12/24/07	0	136	260	99	149	94	—	738	100
	2/4/08	42	42	9	31	33	113	—	228	30.9
	4/4/08	102	10	0	0	6	17	—	33	4.5
	4/16/08		0	0	0	0	0	9	9	1.2
4	1/13/08	0	185	189	35	39	24	—	472	100
	4/3/08	81	3	1	0	1	1	—	6	1.3
	4/15/08		0	0	0	0	0	0	0	0
5	2/7/08	0	0	8	13	49	14	—	84	100
	4/6/08	59	0	0	0	0	0	—	0	0
	4/17/08		0	0	0	0	0	0	0	0

^a Order of nymphal instar.

(2) 卵および幼虫

冬季の雨よけハウス内でのQの卵および幼虫の寄生数をTable 1に示した。2007年11月25日、雨よけハウス内に設置したイチゴ苗には、卵～4齢幼虫の合計で991個体の寄生が認められた。その後の寄生数は減少し、2008年4月4日では卵～4齢幼虫の合計で8個体となった。4月4日から供試株を恒温室で管理すると、2頭が羽化してQと確認された。本試験ではQの越冬が確認され、その生存率は0.2%であった。

2007年12月1日に設置したキャベツ苗には、卵～4齢幼虫の合計で1,809個体の寄生が認められた。その後の寄生数は減少し、2008年4月1日では卵および4齢幼虫の合計で37個体となった。4月1日から供試株を恒温室で管理すると、1頭が羽化してQと確認された。本試験ではQの越冬が確認され、その生存率は0.1%であった。

2007年12月24日に設置したイチゴ苗には、卵～4齢幼虫の合計で738個体の寄生が認められた。その後の寄生数は減少し、2008年4月4日では卵～4齢幼虫の合計で33個体となった。4月4日から供試株を恒温室で管理すると、9頭が羽化してQと確認された。本試験ではQの越冬が確認され、その生存率は1.2%であった。

2008年1月13日および2月7日に設置したイチゴ苗には、卵～4齢幼虫の合計でそれぞれ472個体および84個

体の寄生が認められた。その後の寄生数は減少し、4月3日または6日から供試株を恒温室で管理したが羽化は認められなかった。

冬季の雨よけハウス内でのBの卵および幼虫の寄生数をTable 2に示した。2007年11月25日～2008年2月7日の期間に、雨よけハウス内に供試株を5回設置し、この5回の試験において卵～4齢幼虫の合計で1,869個体の寄生が認められた。しかし、その後の寄生数は減少し、2008年4月上旬から供試株を恒温室で管理したが羽化は認められなかった。

(3) 雨よけハウス内の日最高気温および日最低気温の推移

2007年12月1日から2008年3月31日までの日最高気温は、5.2～27.0℃で平均14.4℃であった (Fig. 3)。日最低気温は、-6.5～12.2℃で平均1.9℃、0℃以下となった日が40日あった。また、最寒月である2月の日最低気温は、-6.5～4.2℃で平均-1.5℃であった。

2. 野外条件におけるバイオタイプQの越冬

野外条件に設置したポット植えキランソウにおけるQの寄生数をTable 3に示した (試験1)。2008年11月26日に露地圃場へ設置した供試株は、12月27日時点で卵～4齢幼虫の合計で300個体の寄生が認められた。しかし、その後の寄生数は減少し、2009年4月1日では2～4齢幼虫

Table 2. Overwintering number of *B. tabaci* B-biotype under semi-outdoor conditions in 2007–2008

Experiment no.	Investigation date (mm/dd/yy)	Exposure duration	Number of <i>B. tabaci</i>							Survival rate (%)
			Egg	1st ^a	2nd ^a	3rd ^a	4th ^a	Adult	Total	
1	11/25/07	0	38	70	0	0	0	—	108	100
	12/29/07	34	24	25	3	0	0	—	52	48.1
	3/31/08	127	0	0	0	0	0	—	0	0
	4/4/08	131	0	0	0	0	0	—	0	0
	4/16/08		0	0	0	0	0	0	0	0
2	12/1/07	0	296	205	14	0	0	—	515	100
	1/10/08	40	168	96	7	3	0	—	274	53.2
	4/1/08	122	9	0	0	0	0	—	9	1.7
	4/13/08		0	0	0	0	0	0	0	0
3	12/24/07	0	48	95	150	79	11	—	383	100
	2/4/08	42	23	6	41	55	18	—	143	37.3
	4/4/08	102	3	0	0	0	0	—	3	0.8
	4/16/08		0	0	0	0	0	0	0	0
4	1/13/08	0	287	381	12	1	0	—	681	100
	4/3/08	81	17	0	1	2	0	—	20	2.9
	4/15/08		0	0	0	0	0	0	0	0
5	2/7/08	0	0	135	12	21	14	—	182	100
	4/6/08	59	0	0	0	0	0	—	0	0
	4/17/08		0	0	0	0	0	0	0	0

^a Order of nymphal instar.

Fig. 3. Daily minimum and maximum temperature under semi-outdoor conditions in 2007–2008.

で4頭となった。4月1日から供試株を恒温室で管理すると、2頭が羽化してQと確認された。本試験ではQの野外越冬が確認され、その生存率は0.7%であった。

露地圃場に定植したキランソウにおけるQの寄生数をTable 4に示した(試験2)。2008年11月11日に露地圃場へ定植した供試株は、12月29日に調査した7株において、卵～4齢幼虫の合計で509個体の寄生が認められた。2009年2月25日に調査した3株では、卵～4齢幼虫の合計で41個体の寄生が認められ、調査後に供試株を恒温室で管理したところ、1頭が羽化してQと確認された。3月23日および4月3日の調査では、3齢と4齢あわせて3および5個体の寄生が認められた。調査後に供試株を恒温室で管理したところ、4月3日に調査した供試株のみ3頭が羽化してQと確認された。

露地圃場の日最高気温および日最低気温の推移をFig. 4に示した。2008年12月1日から2009年3月31日までの日最高気温は、5.0～26.9°Cで平均14.3°Cであった。日最低気温は、-6.7～13.1°Cで平均0.7°C、0°C以下となった日が61日あった。また、最寒月である1月の日最低気温は、-6.6～10.5°Cで平均-1.0°Cであった。

考 察

2007年から2008年にかけて、熊本県合志市にある雨よけハウス内ではQ成虫の越冬は認められなかった。一方、卵および幼虫は、生存率が0.1～1.2%と低いものの越冬個体が認められた。2008年から2009年にかけて、熊本県合志市の露地圃場でQの卵および幼虫が寄生したキランソウにおいて、生存率は0.7%と低いものの越冬が認められた。このことは、これまで未確認であった国内でのQの野外越冬を初めて確認した事例となる。また、雨よけハウス内での調査では、Qの越冬は年内に設置した寄生株で認められたが、年明けの1月および2月に設置した寄生株では確認できなかった(Table 1)。雨よけハウスに設置してから7日間の日最低気温の平均値を2007年11月25日設置から順に示すと、5.3°C、1.3°C、6.5°C、0.2°Cおよび-2.7°Cであった。一般に休眠性を持たない昆虫でも低温順化により低温耐性が高まることから(Salt, 1961)、年明けの設置

Table 3. Overwintering number of *B. tabaci* Q-biotype on *Ajuga decumbens* planted in wagner's pots set under natural environmental condition in 2008–2009

Investigation date (mm/dd/yy)	Exposure duration	Number of <i>B. tabaci</i>							Survival rate (%)
		Egg	1st ^a	2nd ^a	3rd ^a	4th ^a	Adult	Total	
12/27/08	31	165	85	33	12	5	—	300	100
2/23/09	89	13	0	8	3	0	—	24	8.0
3/20/09	114	0	0	2	1	1	—	4	1.3
4/1/09	126	0	0	2	1	1	—	4	1.3
4/25/09		0	0	0	0	0	2	2	0.7

^a Order of nymphal instar.Table 4. Overwintering number of *B. tabaci* Q-biotype on *A. decumbens* planted in open-fields in 2008–2009

Investigation date (mm/dd/yy)	Exposure duration	<i>n</i> ^a	Number of <i>B. tabaci</i>						Adult
			Egg	1st ^b	2nd ^b	3rd ^b	4th ^b	Total	
12/29/08	48	7	341	75	45	8	40	509	—
2/25/09	106	3	15	0	7	10	9	41	1
3/23/09	132	4	0	0	0	1	2	3	0
4/3/09	143	3	0	0	0	1	4	5	3

^a Investigated number of *A. decumbens*.^b Order of nymphal instar.

では十分な低温順化ができず低温に遭遇したため、越冬個体が認められなかったと推察される。

日本国内での *B* の野外越冬については、徳島県 (中野・貞野, 1994), 香川県 (大泰司・岡田, 1996), 長崎県 (内川・小川, 2005), 熊本県 (行徳ら, 2008) で調べられ、不可能と考えられている。我が国での *B* の越冬は、気候が温暖な琉球諸島では野外でも可能であることが示唆されている (貴島ら, 2011b)。しかし、他地域では冬季の野外でほとんど死滅するため、越冬はトマトなどの栽培施設内で主に行われていると考えられている (本多, 2006)。本研究で *B* の越冬が雨よけハウス内で認められなかったことは、これまでの *B* が野外越冬できないとする報告を支持するものである。

飯田 (2011) は、*Q* の野外越冬の可能性が *B* より高いことを示唆している。本研究では、*Q* のみ越冬が認められたことや冬季における *Q* と *B* の成虫の生存率の比較から、飯田 (2011) の報告と同じく、*Q* の耐寒性は *B* に比べて高いと考えられる。熊本県の栽培作物で発生するタバココナジラミの優占バイオタイプは、*Q* の侵入によって *B* から *Q* へ遷移している (樋口ら, 2007)。本県に発生するタバココナジラミは、優占バイオタイプが *Q* となったことにより、*B* に比べて野外で越冬する可能性が高いと推測される。また、野外で越冬試験を行った 2009 年において、最寒月である 1 月の試験圃場 (熊本県合志市) の日最低気温は、平均が -1.0°C 、極値が -6.6°C であった。トマトなどの施設栽培が盛んな熊本県八代市の同年 1 月の日最低気温は、平

Fig. 4. Daily minimum and maximum temperature under natural environmental conditions in 2008–2009.

均が 2.6°C 、極値が -1.5°C であった (気象庁, 2009)。試験圃場がある合志市に比べて八代市は、日最低気温が平均で 3.6°C 、極値で 5.1°C 高く、寄主植物の種類や他の環境条件を除いて温度のみで推察すると、*Q* の野外越冬の生存率が高いと考えられる。このように *Q* が優占することで、地域によっては野外で越冬個体が観察される可能性もあるが、自然発生条件下での *Q* の野外越冬は国内で観察事例がない。また、本県では温暖な気候を活かして、冬春作のトマト、ナスなどの施設栽培が広く行われており、これらの施設内において冬季に *Q* の継続的な発生が確認されている。これらのことから *Q* は *B* と同じく主に栽培施設内で越冬し、周年発生していると考えられる。そのため、施設内部から外部への成虫の移動を防ぐことは、本種の生活環を断つ上で重要である (杖田ら, 2007)。収穫終了後、施設内の *Q* を死滅させるための太陽熱を利用した施設密閉処理は、本種に対しても有効な防除手段と考えられる。

Simmons and Elsey (1995) は、*B* の卵、幼虫および成虫

をそれぞれ -10°C 、 -6°C 、 -2°C に暴露して耐寒性を調べると、死亡個体が急激に増加する温度は、卵では -10°C 、幼虫および成虫では -6°C であることを報告している。さらに、卵の耐寒性は、幼虫や成虫に比べて高いと述べられている (Simmons and Elsey, 1995; Lin et al., 2007)。また、B の孵化直後の 1 齢幼虫は、 5°C で 4 日間の低温処理により死亡率が高くなることから、耐寒性が低いと報告されている (大泰司・岡田, 1996)。これらの室内試験から B の野外越冬は、卵の状態では生存している、孵化直後に死亡する可能性が考えられる。本研究での B の越冬試験では、孵化幼虫の死亡は確認できなかった。しかし、Q の越冬試験では、12 月に卵の状態であった個体が、1 月に孵化して卵殻に付着したまま死亡している 1 齢幼虫が確認された。このことから、孵化直後の Q の 1 齢幼虫の耐寒性は B と同じく低い可能性があり、今後の検討課題である。

本研究での Q の野外越冬試験において、試験 1 で越冬が確認された 2 個体は、2 月 23 日の調査時では 2 齢または 3 齢であった (Table 3)。また、試験 2 の野外越冬試験において、2 月 25 日の調査で 1 頭の羽化成虫を確認している (Table 4)。この成虫は調査時に 4 齢幼虫であった個体が羽化しており、その個体以外は調査後に発育が認められず、死亡していたと考えられる。前述したように、卵の耐寒性は幼虫や成虫に比べて高いとされているが、これは短期間の低温処理での試験結果から述べられている (Simmons and Elsey, 1995; Lin et al., 2007)。飯田 (2011) は、低温が数か月に及ぶ野外調査では、卵や成虫に比べて幼虫で野外越冬する可能性を示唆している。本研究でも Q の野外越冬において同様の傾向を示しているが、Q の発育ステージと耐寒性の関係についてはさらなる検討が必要である。

摘 要

熊本県の野外条件下で、農作物の重要害虫であるタバココナジラミバイオタイプ Q が越冬可能であるか検討した。2007 年から 2008 年にかけて、雨よけハウス内においてバイオタイプ Q の卵および幼虫の寄生株で越冬が認められ、その生存率は 0.1~1.2% であった。一方、同条件でバイオタイプ Q 成虫の越冬は認められなかった。2008 年から 2009 年にかけて、バイオタイプ Q の卵および幼虫の寄生株で、生存率は 0.7% と低いものの野外越冬が認められた。なお、雨よけハウス内でのバイオタイプ B の越冬は、各発育ステージを用いて調べたが、認められなかった。以上の結果から、本研究において国内でのバイオタイプ Q の野外越冬を初めて確認した。

引 用 文 献

行徳 裕・古家 忠・江口武志 (2008) トマト栽培地帯におけ

るトマト黄化葉巻ウイルスの伝染環および媒介昆虫タバココナジラミの発生推移。熊本農研セ研報 15: 50-61. [Gyoutoku, Y., T. Furuie and T. Eguchi (2008) Infection cycle of *Tomato yellow leaf curl virus* and seasonal prevalence of *Bemisia tabaci*, insect vector of TYLCV, in Tomato cultivated area. *Bull. Kumamoto Agric. Res. Cent.* 15: 50-61.]

樋口聡志 (2014) 九州地域におけるタバココナジラミの発生と防除。応動昆 58: 333-341. [Higuchi, S. (2014) Occurrence and control of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Kyushu area of Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 58: 333-341.]

樋口聡志・前田美沙・行徳 裕・上田重文・小牧孝一 (2007) 熊本県に発生しているタバココナジラミのバイオタイプ分布と季節的変動。九病虫研会報 53: 59-65. [Higuchi, S., M. Maeda, Y. Gyoutoku, S. Ueda and K. Komaki (2007) Distribution and seasonal fluctuations in the population of different biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in Kumamoto Prefecture. *Kyushu Pl. Prot. Res.* 53: 59-65.]

本多健一郎 (2006) トマト黄化葉巻病と媒介コナジラミ、防除法を巡る研究情勢と問題点。野菜茶研集報 3: 115-122. [Honda, K. (2006) Recent progress on tomato yellow leaf curl and its vector whitefly researches. *Proc. Vege. Tea Sci.* 3: 115-122.]

本多健一郎 (2008) タバココナジラミのバイオタイプと媒介ウイルスをめぐる諸問題。北日本病虫研報 59: 1-8. [Honda, K. (2008) Recent problems on *Bemisia tabaci* biotypes and their transmission of plant viruses. *Annu. Rep. Plant Prot. North Jpn.* 59: 1-8.]

飯田博之 (2011) タバココナジラミバイオタイプ B と Q の日本における野外越冬の可能性。地球温暖化と南方性害虫 (積木久明 編)。北隆館, 東京, pp. 102-111. [Iida, H. (2011) The possibility of overwintering of the whitefly, *Bemisia tabaci* B- and Q-biotypes in Japan. In *Effects of Climatic Warming on Tropical or Subtropical Insect Pests* (H. Tsumuki, ed.). Hokuryukan Co., Tokyo, pp. 102-111.]

貴島圭介 (2011a) 琉球諸島におけるタバココナジラミバイオタイプの地理的分布と寄主作物。応動昆 55: 9-17. [Kijima, K. et al. (2011a) Geographical distribution and host crops of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Ryukyu islands, southwestern Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 55: 9-17.]

貴島圭介・上田重文・上宮健吉・喜久村智子・来間美紀・大石毅・大野 豪 (2011b) 琉球諸島におけるタバココナジラミバイオタイプの野生寄主。応動昆 55: 249-253. [Kijima, K., S. Ueda, K. Kanmiya, T. Kikumura, M. Kuruma, T. Ooishi and S. Ohno (2011) Wild host plants of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in the Ryukyu islands, southwestern Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 55: 249-253.]

気象庁 (2009) 気象統計情報。http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html [Japan Meteorological Agency (2009) Information on Meteorological Statistics. http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html]

Lin, K., K. Wu, Y. Zhang and Y. Guo (2007) Overwintering and population dynamics of *Bemisia tabaci* biotype B in greenhouse during the spring in northern China. *Crop Prot.* 26: 1831-1838.

- 松井正春 (1995) タバココナジラミ新系統 (仮称: シルバーリーフコナジラミ) の発生とその防除対策. 植物防疫 49: 111-114. [Matui, M. (1995) The occurrence of a new whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, and its control measures in Japan. *Plant Prot.* 49: 111-114.]
- 三浦一芸 (2007) タバココナジラミバイオタイプ Q の簡易識別法—マルチプレックス PCR 法の利点—. 植物防疫 61: 315-318. [Miura, K. (2007) Application of molecular techniques to distinguish among biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Plant Prot.* 61: 315-318.]
- 中野昭雄・貞野光弘 (1994) 徳島県のサツマイモ栽培地帯におけるタバココナジラミの多発生について. 徳島農試研報 30: 32-40. [Nakano, A. and M. Sadano (1994) Outbreak of sweet potato whitefly in the sweet potato culture area in Tokushima Prefecture. *Bull. Tokushima Agric. Res. Cent.* 30: 32-40.]
- 大泰司誠・岡田忠虎 (1996) タバココナジラミの防除に関する研究. 生理, 生態の解明 (研究成果 311). 農林水産技術会議事務局, 東京, pp. 8-24. [Ohtaishi, M. and T. Okada (1996) Studies on the control of *Bemisia tabaci* (Gennadius): physiological ecology. Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat, Tokyo, pp. 8-24.]
- Oliveira, M. R. V., T. J. Henneberry and P. Anderson (2001) History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 709-723.
- Perring, T. M. (2001) The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Prot.* 20: 725-737.
- Salt, R. W. (1961) Principles of insect cold-hardiness. *Annu. Rev. Entomol.* 6: 55-74.
- Simmons, A. M. and K. D. Elsey (1995) Overwintering and cold tolerance of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in coastal South Carolina. *J. Entomol. Sci.* 30: 497-506.
- 遠山宏和・務川重之・沼田慎一・河又 仁 (2013) 昆虫病原糸状菌 *Beauveria bassiana* および *Lecanicillium muscarium* のタバココナジラミ (カメムシ目: コナジラミ科) に対する感染に必要な高湿度期間の推定. 応動昆 57: 27-34. [Tooyama, H., S. Mukawa, S. Numata and H. Kawamata (2013) Investigation of high humidity requirement for infection of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) by two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium muscarium*. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 57: 27-34.]
- 杖田浩二・田口義広・勝山直樹 (2007) タバココナジラミバイオタイプ B の致死高温度および太陽熱を利用した施設密閉処理の防除効果について. 応動昆 51: 197-204. [Tsueda, H., Y. Taguchi and N. Katsuyama (2007) Lethal high temperatures for the sweetpotato whitefly (*Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype) and control effects under greenhouse conditions using solar radiation. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 51: 197-204.]
- 内川敬介・小川恭介 (2005) トマト黄化葉巻病の病原ウイルスおよび媒介虫の生態解明に基づいた防除. 長崎総農林試研報 31: 29-81. [Uchikawa, K. and Y. Ogawa (2005) Control of tomato yellow leaf curl disease based on ecology of pathogenous virus and insect vector. *Bull. Nagasaki Agric. Res. Cent.* 31: 29-81.]
- 上田重文 (2006) タバココナジラミバイオタイプ Q の簡易識別法. 九病虫研会報 52: 44-48. [Ueda, S. (2006) Simple and rapid detection by mtCOI PCR-RFLP to distinguish the Q biotype of *Bemisia tabaci*. *Kyushu Pl. Prot. Res.* 52: 44-48.]