

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

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者	杖田, 浩二 田口, 義広 勝山, 直樹
巻/号	51巻3号
掲載ページ	p. 197-204
発行年月	2007年8月

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

杖田 浩二^{1,*}・田口 義広^{2,†}・勝山 直樹³

¹ 岐阜県病害虫防除所

² 岐阜県農林水産局普及企画室

³ 岐阜県農業技術研究所南濃試験地

Lethal High Temperatures for the Sweetpotato Whitefly (*Bemisia tabaci* (Gennadius) B Biotype) and Control Effects under Greenhouse Conditions Using Solar Radiation. Hirotosugu TSUEDA,^{1,*} Yoshihiro TAGUCHI^{2,††} and Naoki KATSUYAMA³ ¹Gifu Plant Protection Office; 729 Matamaru, Gifu 501-1152, Japan. ²Gifu Agricultural Extension and Planning Center; 2-1-1 Yabuta, Gifu 500-8570, Japan. ³Gifu Research Institute for Agricultural Science Nanno Center; 1165 Hirahara, Kaizu 503-0651, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 51: 197-204 (2007)

Abstract: The lethal effect of temperatures of 25, 40, 45, and 50°C on adult and immature stages of the sweetpotato whitefly (*Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype) was examined under laboratory conditions. For all developmental stages, mortality increased as the temperature increased. At 50°C, all adults died within 0.5 h. Similarly, all pupae and larvae died within 7 and 5 h, respectively. The lethal effect of high temperature was also investigated in a greenhouse in which high temperatures were generated from solar radiation by covering the entire greenhouse with vinyl film for a certain period after uprooting all the plants (tomato) in the greenhouse. By the third day of treatment, no adult whitefly was caught in the sticky traps in the greenhouse. This result indicates that high temperatures generated by solar radiation in a closed greenhouse effectively reduce the population density of the sweetpotato whitefly.

Key words: *Bemisia tabaci* B biotype; lethal high temperature; solar radiation; physical control

緒 言

タバココナジラミバイオタイプ B (シルバーリーフコナジラミ) *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype は、1989 年に愛知県で初確認された侵入害虫で (大戸, 1990)、施設栽培における重要害虫である。本虫は、排泄物に起因するすす病だけでなく、近年世界的に問題となっているトマト黄化葉巻病の病原ウイルスである Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) の媒介虫でもある (土井, 1999)。

タバココナジラミは、寄主植物の異なる寄主レースや形態以外の生物学的特徴が異なる数多くのバイオタイプの存在が知られている (本多, 2005)。バイオタイプ B は、カボチャ葉の白化現象 (Costa et al., 1993) やトマトの着色異常を起こすこと (Schuster et al., 1990) からタバココナジラミ新系統とされ、その後在来種と交雑しないこと、DNA

の相違、アイソザイム分析の結果から別種とされ、シルバーリーフコナジラミ *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring と記載された (Perring et al., 1993; Bellows et al. 1994)。しかし現在では、タバココナジラミは数多くのバイオタイプからなる複合種 (species complex) として扱うべきとされている (Perring, 2001)。我が国では、西日本のスイカズラ等に生息する在来系統、沖縄県石垣島の在来系統、およびバイオタイプ B が確認されていたが (本多, 2005)、新たにバイオタイプ Q が 2005 年に確認され、分布を拡大している。

タバココナジラミバイオタイプ B (以下コナジラミという) は、温帯日本の野外で越冬することはできないとされている (松井, 1995)。しかし加温施設内部で越冬し、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。したがって、施設内部から外部への成虫の移動を

* E-mail: tsueda-hirotosugu@pref.gifu.lg.jp

† 現在 アリスタライフサイエンス株式会社

†† Present address: Arysta-LifeScience Corp., 2-14-14 Miyagawa, Yodogawa, Osaka 532-0003, Japan

2006 年 11 月 15 日受領 (Received 15 November 2006)

2007 年 4 月 2 日登載決定 (Accepted 2 April 2007)

DOI: 10.1303/jjaez.2007.197

防ぐことは、本種の生活環を断つ上で重要である。特に作付けを終了し、抜根する時は、施設内部で増殖した成虫が一斉に施設外部へ移動し、次作あるいは周辺作物の発生源になると考えられる。

収穫終了後、施設内部の残存虫を根絶する方法として、施設開口部をすべて閉鎖し、太陽熱を利用して温度を上昇させ（以下太陽熱処理という）、死亡させることは、有効な手段と考えられる。本虫の高温に対する耐性および太陽熱処理の防除効果は、古家（2006）により報告されている。しかし、成虫の高温耐性については検討されているが、幼虫については未検討である。そこで筆者らは、成虫および幼虫における致死温度と処理時間の関係を調査し、その結果にもとづき、太陽熱処理による密度低減効果について検討したので、以下に報告する。

本文に先立ち、本稿の校閲並びに多大なる指導を賜った、岐阜大学応用生物科学部の土田浩治博士、英文校閲を賜ったアリストライフサイエンス（株）の加藤修平氏、多くの有益な助言を賜った岐阜県病害虫防除所の下畑次夫所長に謝意を表す。

材料および方法

1. コナジラミの致死高温度と処理時間

2001年10月に岐阜県農業技術研究所内のナバナ圃場にて採取した成虫を、トマト苗（品種：ホーム桃太郎）に接種し、25°C、14L10Dの条件で累代飼育して得た個体を供試した。幼虫は、体サイズにより若齢幼虫（1, 2 齢；0.2~0.4 mm）、中齢幼虫（3 齢；約 0.6 mm）、老齢幼虫（4 齢；約 0.8 mm）に分けて供試した。4 齢幼虫のうち、体高に厚みが増し、眼点が確認できた個体は、蛹として供試した。

試験は、蓋付きプラスチックケース（直径 9 cm、高さ 4.5 cm）に各発育ステージの個体を入れ、恒温機（三洋電機（株）製、MIR-151、誤差範囲 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ）内で一定時間処理を行った。また太陽熱処理開始時の高湿度条件を再現するため、2 ml の蒸留水を含浸させた脱脂綿を容器内に入れた。処理温度は、25, 40, 45 および 50°C の 4 段階とし、処理時間は、0.5, 1, 3, 5, 7, 12 および 24 時間の 7 段階とした。成虫は氷上で低温麻酔し、面相筆を用いて容器内に約 10 頭入れ、回復を確認した後、処理を行った。幼虫と蛹は、寄生が確認されたトマト小葉を採取し、実体顕微鏡下で齢期と寄生数を調査し、個体識別のため齢期ごとに色の異なる顔料（三菱鉛筆（株）製、ユニボスカ極細）を用いて葉の寄生部位付近をマークした後、処理を行った。葉上に産下されていた卵は、ピンセットで除去した。試験は、成虫は 3 反復、幼虫および蛹は 7 反復行った。

成虫の生死判定は、処理終了直後に行った。幼虫および蛹の生死判定は、処理後 25°C、14L10D に設定した恒温機

内で 7 日間管理した後、実体顕微鏡下で齢期を確認し、処理前と齢期に差がない個体を死亡虫と判定した。処理前よりも齢期が進んだ死亡虫は、処理後の 25°C 管理期間中に死亡したものとし、生存虫と判定した。

成虫、蛹および幼虫各齢の死亡率は、各処理時間における処理温度間の差を比較した。成虫死亡率は、反復が少なかったためすべての結果をプールして算出し、 χ^2 検定を行った後、有意水準を sequential Bonferroni 法にて補正した。蛹および幼虫各齢の死亡率は、角変換後 Scheffe 法にて差を比較した。

2. 太陽熱処理時のコナジラミ動態

太陽熱処理による殺虫試験は、岐阜県海津町のタバココナジラミが発生している長期作型トマト施設で行った。供試施設は、面積 13.9 a（間口 33 m、奥行 42 m）の 3 連南北棟であった。施設は軒高 3 m の鉄骨ハウスで、紫外線除去フィルム（商品名：カットエースキリナイン、MKV プラテック（株）製）で被覆されていた。施設の東西両側面には地表面より 40~90 cm および 110~160 cm の位置に側窓が設置されており、巻き上げ式ビニールにより、開閉できるようになっていた。

2002 年 6 月 18 日 10 時にすべてのトマト株を誘引した状態のまま抜根を開始し、抜根が終了した 12 時にすべての施設開口部を閉鎖した。施設内部の北東、中心および南西の 3 カ所に黄色粘着板（25 cm \times 10 cm、商品名：ホリバー、アリストライフサイエンス（株）製）を地上より 40, 120 および 200 cm の高さに設置し、誘殺数を調査した。また東および西側の施設外部には、2 カ所の側窓（地上 40, 110 cm）の位置に黄色粘着板を設置し、施設内部と同様、誘殺数を調査した。黄色粘着板は、太陽熱処理前日の 2002 年 6 月 17 日 12 時に設置し、処理開始時、処理 3, 6, 20 時間後および 1, 2, 3 日後に、すべての粘着板を回収・交換し、誘殺数を調査した。

3. 太陽熱処理施設内の温度

太陽熱処理施設内の黄色粘着板を設置した位置、すなわち施設内部の 3 カ所（北東、中心、南西）の地上 40, 120 および 200 cm にサーモレコーダー（おんどとり TR-72、（株）ティーアンドディー社製）を設置し、30 分間隔で気温を測定した。さらに施設外部東側にもサーモレコーダーを設置し、地上 40 cm の気温を測定した。なお、岐阜地方気象台調べによる試験期間中の天候は、Table 1 のとおりであった。

結 果

1. コナジラミの致死高温度

各処理条件下での成虫死亡率を Table 2 に示した。いずれの処理温度でも、処理時間に伴い死亡率は増加した。25°C での死亡率は、他の処理温度と比較してすべての処理

Table 1. Climatic conditions of the region where the solar radiation experiments were conducted

	June 18, 2002 (1200 hours start)	June 19, 2002	June 20, 2002	June 21, 2002 (1200 hours finish)
Weather	mostly clear	mostly clear	rain	clear
Mean temp. (°C)	23.7	25.0	20.8	24.6
Max temp. (°C)	30.0	32.0	23.8	31.2
Sunlight (h)	6.9	13.5	—	10.4

The above data was obtained from the Gifu Meteorological Observatory (Gifu City; 35.400N, 136.762E). It is approximately 20 km away from the point at which solar radiation experiments were conducted.

Table 2. Differences in the mortality of sweetpotato whitefly adults at different temperatures and durations of treatment

Temp. (°C)	Duration of treatment (h)						
	0.5	1	3	5	7	12	24
25	0 a (30)	0 a (30)	3.3 a (30)	3.3 a (30)	16.7 a (30)	10.0 a (30)	16.7 a (30)
40	21.9 b (32)	34.5 b (29)	56.7 b (30)	63.0 b (27)	76.7 b (30)	100 b (30)	100 b (30)
45	93.9 c (33)	100 c (33)	100 c (29)	100 c (30)	100 c (30)	100 b (30)	100 b (30)
50	100 c (31)	100 c (30)	100 c (30)	100 c (30)	100 c (30)	100 b (30)	100 b (30)

Each value (%) was calculated using 27–33 adult whiteflies as the sample. Figures in parentheses indicate the number of adults examined. The values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$, χ^2 test with sequential Bonferroni correction).

Table 3. Differences in the mortality of sweetpotato whitefly pupae at different temperatures and durations of treatment

Temp. (°C)	Duration of treatment time (h)						
	0.5	1	3	5	7	12	24
25	16.7±10.8 a (56)	11.8± 8.6 a (53)	13.0±12.9 a (55)	14.9±13.0 a (46)	11.2±11.4 a (56)	17.7±13.3 a (70)	20.7±14.7 a (65)
40	33.8±36.7 a (50)	14.2±17.8 a (34)	11.1±10.9 a (53)	12.8±15.4 a (35)	20.5±36.5 a (33)	65.9±35.2 b (40)	52.0±33.7 a (71)
45	19.9±36.7 a (19)	21.2±21.2 a (34)	67.1±33.9 b (24)	86.0±18.1 b (27)	100±0 b (43)	100±0 c (35)	100±0 b (30)
50	49.6±48.1 a (25)	74.5±39.3 b (33)	82.8±16.3 b (26)	91.1±18.7 b (42)	100±0 b (25)	100±0 c (46)	—

The values indicate the mean ratio (%) of dead pupae with standard deviation (SD). Figures in parentheses indicate the number of pupae sampled. The values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$, Scheffe's test after angular transformation). —: Not examined.

時間で有意に低く、最も高い24時間処理でも16.7%であった。40°Cでは12時間、45°Cでは1時間、50°Cでは0.5時間で、すべての個体が死亡した。40°Cでの死亡率は、7時間まで45°Cおよび50°Cより有意に低くなった。45°Cと50°Cの間には、いずれの処理時間でも死亡率に差は認められなかった。

各処理条件下での蛹死亡率をTable 3に示した。25°C処理での平均死亡率は、11.2~20.7%と大きな差はなく、処理時間との間に一定の傾向は認められなかった。40°Cでは、処理7時間までは11.1~33.8%と大きな差はなかったが、12時間および24時間では、それぞれ65.9%、52.0%に増加した。45°Cおよび50°Cでは、処理時間に伴い平均死亡率は増加し、ともに7時間処理ですべての個体が死亡した。45°Cで3時間以上、50°Cで1時間以上処理した場合の

死亡率は、同時間処理した25°Cおよび40°Cと比較して有意に高くなった。

各処理条件下での幼虫死亡率をTable 4に示した。25°C処理での平均死亡率は、12.2~29.5%といずれの齢期および処理時間でも大きな差はなく、老齢幼虫および若齢幼虫では5時間、中齢幼虫では3時間以上で、他の処理温度と比較して有意に低くなった。40°Cでの平均死亡率は、老齢幼虫では30.6~67.5%となり、処理時間との間に一定の傾向は認められなかった。中齢および若齢幼虫では、概ね処理時間に伴い増加したが、いずれの齢期もすべての個体は死亡しなかった。45°Cでは、いずれの齢期でも処理時間に伴い平均死亡率が増加し、老齢および若齢幼虫では7時間、中齢幼虫では12時間処理ですべての個体が死亡した。50°Cでは、一部例外はあったが、1時間以下の短時間処理

Table 4. Differences in the mortality of sweetpotato whitefly larvae at different temperatures and durations of treatment

Stages	Temp. (°C)	Duration of treatment time (h)							
		0.5	1	3	5	7	12	24	
Old	25	19.8±11.0 a (66)	18.7±11.0 a (58)	21.4±18.7 a (59)	26.3±24.5 a (61)	21.5±13.0 a (74)	20.6±16.7 a (52)	29.5±20.3 a (50)	
	40	43.8±34.6 a (56)	56.3±23.7 ab (34)	30.6±32.8 a (57)	52.6±13.7 b (55)	50.7±38.9 a (34)	67.5±15.7 b (54)	59.7±17.3 b (122)	
	45	40.7±31.7 a (34)	47.4±27.1 ab (29)	73.8±17.7 b (51)	77.2±9.0 b (59)	100±0 b (75)	100±0 c (55)	100±0 c (39)	
	50	91.5±16.4 b (39)	75.5±25.7 b (49)	94.5±14.3 b (58)	100±0 c (44)	100±0 b (39)	100±0 c (67)	—	
Middle	25	13.3±13.5 a (95)	12.2±12.1 a (101)	12.5±13.9 a (76)	14.1±12.6 a (87)	12.6±6.6 a (77)	24.0±15.6 a (66)	22.5±14.1 a (79)	
	40	26.2±20.1 a (72)	32.5±32.3 a (98)	52.2±10.5 b (67)	56.2±23.6 b (73)	55.2±39.2 b (34)	59.4±27.8 b (52)	69.4±17.7 b (111)	
	45	40.2±20.6 a (33)	35.2±24.5 a (45)	79.5±17.9 bc (63)	84.4±18.4 c (63)	99.2±2.2 c (79)	100±0 c (63)	100±0 c (23)	
	50	76.9±19.1 b (51)	74.7±19.1 a (56)	85.7±37.8 c (34)	100±0 c (54)	100±0 c (90)	100±0 c (97)	—	
Young	25	19.9±10.4 a (116)	22.3±15.4 a (95)	20.2±9.4 a (92)	14.1±12.6 a (64)	15.4±14.7 a (67)	22.0±14.5 a (84)	24.8±25.0 a (70)	
	40	25.9±31.3 a (72)	25.1±13.9 ab (87)	58.8±30.4 a (69)	63.4±37.4 b (58)	81.8±27.9 b (37)	84.0±20.4 b (81)	88.0±13.7 b (88)	
	45	41.9±17.9 a (125)	56.6±19.6 b (91)	87.7±24.6 b (84)	97.0±3.8 bc (146)	100±0 b (109)	100±0 b (71)	100±0 b (95)	
	50	91.4±11.3 b (111)	93.3±9.3 c (76)	97.6±6.3 b (68)	100±0 c (104)	100±0 b (94)	100±0 b (74)	—	

The values indicate the mean ratio (%) of dead larvae with standard deviation (SD). Figures within parentheses indicate the number of larvae sampled. The values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$, Scheffé's test after angular transformation). —: Not examined

でも平均死亡率は他の処理温度より高く、いずれの齢期も5時間ですべての個体が死亡した。

2. 太陽熱処理施設における誘殺数の推移

太陽熱処理施設内部に設置した黄色粘着板への平均日当たり誘殺数は、処理前日には57.2頭であったが、処理1日後には654.6頭に増加した。その後、処理2日後には3.7頭となり、3日後には全く誘殺されなくなった (Fig. 1)。処理1日目の誘殺数を調査時間で見ると、処理3時間後に最も多くなり、処理6時間後には下落したものの、処理翌日の午前8時にあたる20時間後には再び増加した (Table 5)。

施設外部に設置した黄色粘着板への平均日当たり誘殺数は、処理前日には5.7頭であったが、処理1日後には29.5頭に増加した。その後、太陽熱処理2および3日後にはそれぞれ9.3頭、6.0頭に減少し、処理前日とほぼ同等となった。施設外部の誘殺数は、施設内部と比較して著しく少なかった (Fig. 1)。

太陽熱処理前は、上位 (地上200 cm) に設置した黄色粘着板への誘殺数が、他の位置よりも多かった。処理後は、開始3時間後および降雨日の48時間後以外は、下位 (地上40 cm) で多くなった。いずれの高さの誘殺数も、設置箇所によるばらつきが多く、設置高間の誘殺数に有意な差は認められなかった (Table 5)。

3. 太陽熱処理による施設内部の温度変化とトマトの状態

施設外部の気温は、晴天日の18、19、21日ではいずれも14時に最高となり、その温度はそれぞれ28.0°C、31.0°C、29.7°Cであった。18日の施設内部の気温は、施設開口部を密閉した後速やかに上昇し、2時間後の14時に最高となり、その後低下した。晴天であった6月19日および21日の気温は、午前6時以降上昇し、12時頃最高となり、その後低下した。晴天日の最高気温は、地上200 cmで73.0~63.3°C、120 cmで70.3~55.4°C、40 cmで64.2~48.8°Cとなり、高位置ほど高かった。雨天であった6月20日の気温は14時に最高となったが、その気温は、地上200 cmで28.2°C、120 cmで26.8°C、40 cmで26.5°Cとなり、晴天日よりも低かった。高さ別の温度差は、処理開始日が最も大きく、処理開始1時間後の200 cmと40 cmの間には、18.9°Cの差が認められた。その後、温度差は小さくなり、処理2日目以降は最大でも8.8°Cであった (Fig. 2)。

施設内部の気温が50°Cに達する時間は、高い位置ほど早く認められた。処理開始日の地上200 cmでは、処理開始30分後の12時30分、120 cmでは1時間後の13時に50°Cを超え、40 cmでは50°Cに至らなかった。ただし、地上40 cmでも、処理1日後には9時30分に、処理3日後には9時に50°Cを越えた。施設内部の気温が50°Cに到達したときの施設外部の気温は、処理開始当日の6月18日

Table 5. Differences in the number of sweetpotato whitefly adults caught in sticky traps at different heights inside the closed greenhouse

Trap position (height)	Pre-treatment	Post-treatment (h)					
		3	6	20	24	48	72
High (200 cm)	149.7±94.3 a	662.3±621.9 a	1.0± 1.0 a	123.7±105.8 a	0±0 a	9.3±8.8 a	0±0
Middle (120 cm)	2.7± 2.2 b	265.3±181.1 a	6.3± 5.2 a	113.3± 79.5 a	7.0± 4.9 a	1.3±1.1 a	0±0
Low (40 cm)	5.0± 3.7 b	423.3±322.4 a	24.3±19.1 a	270.7±207.6 a	66.3±51.3 a	0.3±0.3 a	0±0

The values indicate the mean number of whiteflies caught in three traps with standard error (SE). The numbers in the same column (i.e., the same treatment time) with different letters are significantly different ($p < 0.05$, Tukey-Kramer test). Statistical analysis was performed on a transformed data with $\ln(n+1)$.

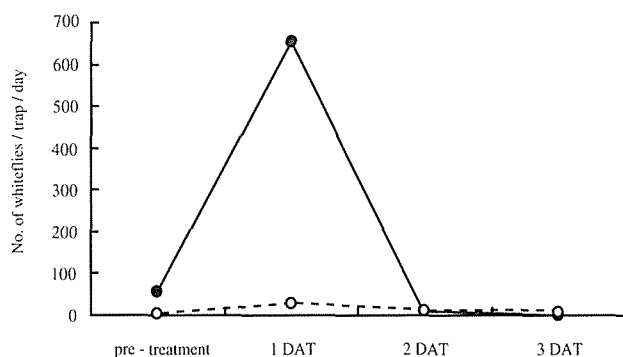


Fig. 1. Daily change in the average number of whiteflies caught in sticky traps inside and outside the closed greenhouse. All sticky traps were set at 1200 hours on June 17, 2002, before treatment. At 1200 hours on June 18, 2002, all the entrances, exits, and windows of the greenhouse were completely closed. All the plants (tomato) in the greenhouse were uprooted before closing. DAT: day after treatment. ●: average number of adult whiteflies caught per day in sticky traps at three locations (northeast, central, and southwest) inside the greenhouse. At each location, the traps were set at 40, 120, and 200 cm above the ground. ○: average number of adult whiteflies caught per day in sticky traps at two locations (east and west) outside the greenhouse. At each location, the traps were set at 40 and 110 cm above the ground.

で27°C、処理1日後の6月19日および処理3日後の6月21日では、23~25°Cであった。50°C以上の気温は、処理開始日には地上200 cmで4.5時間、地上120 cmで2時間継続した。処理1および3日後には、地上200 cmでそれぞれ7.5および6.0時間、地上120 cmで6.0および4.0時間、地上40 cmで5.5および4.0時間継続した (Table 6)。

太陽熱処理施設内のトマトは、処理3時間後にははしおれ、24時間後には植物全体が褐変し、枯死した。

考 察

施設内部の各種微小害虫に対する太陽熱処理の有用性が示されている (鈴木, 1987; 小澤ら, 1996)。太陽熱処理を実施するに先立ち、対象害虫の高温耐性を明らかにすることは、重要と考えられる。今回の室内実験で、供試したコ

ナジラミの各ステージの死亡率は、概ね処理時間が長いほど増加した。加えて高温になると短時間で死亡率は上昇し、50°C処理で成虫は0.5時間、幼虫各齢は5時間、蛹は7時間ですべての個体が死亡した。古家 (2006) は、46°C以上の温度に接すると、タバココナジラミ成虫の死亡率が急激に高まるとしている。また、マメハモグリバエ蛹 (田中ら, 2000) やミナミキイロアザミウマ (東ら, 1990) は、50°C以上にすれば防除効果が高まるとされ、今回の結果とほぼ一致している。したがって、施設内部を50°C以上で7時間以上維持すれば、各ステージのコナジラミに対し、太陽熱処理は十分な効果を示すと考えられた。

実際に太陽熱処理を行ったところ、施設内部に設置した黄色粘着板への誘殺数は、処理1日後急激に増加し、3日後に認められなくなった。一方、施設外部に設置した黄色粘着板への誘殺数は、施設内部と同様、処理1日後に増加したものの、施設内部と比較して著しく少なかった。このことから、太陽熱処理時に側窓を被覆したビニールの隙間などから脱出した個体は、極めて少ないと考えられる。今回、供試した施設におけるコナジラミの発生状況は、黄色粘着板への誘殺数から多発生であったと考えられる。このような条件下でも、太陽熱処理を実施することにより、コナジラミを施設内部に閉じこめ、死亡させることが可能であるとされる。

しかし、施設内部の誘殺が認められなくなるまでには3日かかり、室内実験の結果から予測されるよりも長い時間を必要とした。これは施設の構造や植物体からの蒸散などにより、施設内部に温度のばらつきが生じたためと考えられる。今回、処理施設内部の気温は、高位置ほど高く、低位置ほど低くなった。施設内部の成虫誘殺数は、処理前には上位で多かったが、処理6時間以降は雨天日を除き、下位で多くなった。これは、成虫が施設内部の温度が上昇するに伴い、温度の比較的低い下位に移動したことを示唆している。また、本虫の幼虫や蛹は、トマトの中~下位葉に分布する傾向がある (Tsueda and Tsuchida, 1998)。地上40 cmで50°C以上の気温が維持できた時間は、処理当日には

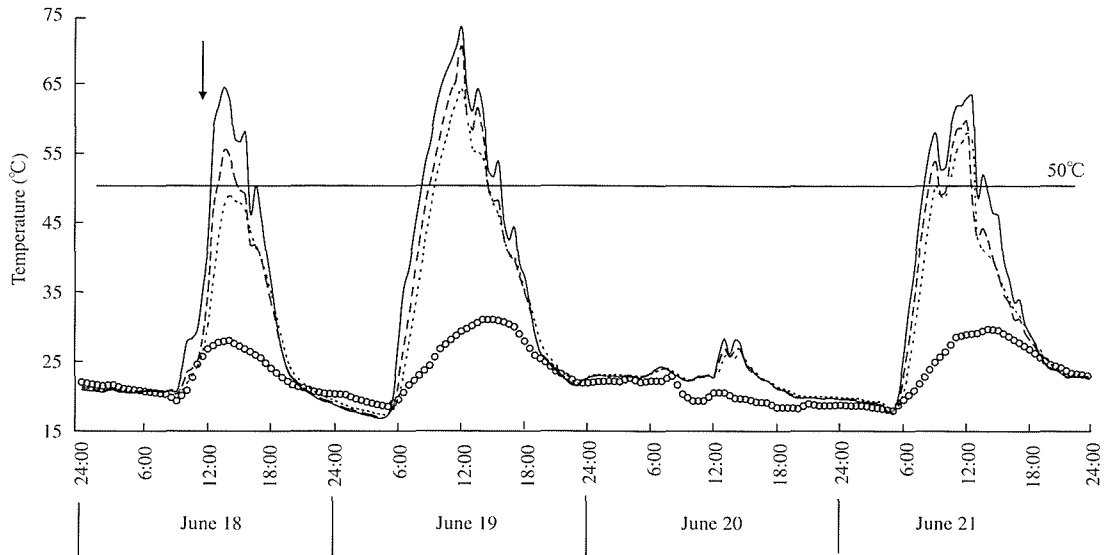


Fig. 2. Change in temperature inside and outside the closed greenhouse during the experimental period. The temperature was measured every 30 min with automatic thermo-recorders (Ondotori TR72). Inside the greenhouse, thermo-recorders were placed at three locations (northeast, central, and southwest); they were placed at 40, 120, and 200 cm above the ground at each location. Another thermo-recorder was placed outside the greenhouse at 40 cm above the ground. The pattern of each line in the figure indicates the different locations and heights of the thermometers, as shown below. The temperatures indicated in the figure indicate the mean temperature observed at a specific height (i.e., 200, 120, and 40 cm) at the three different locations inside the greenhouse. —: 200 cm (inside), ----: 120 cm (inside),: 40 cm (inside), ○: 40 cm (outside).

Table 6. Corresponding time and outside temperature at different heights when inside temperature reached 50°C and the period for which the temperature remained higher than 50°C

Position (height)	June 18			June 19			June 20			June 21		
	Time (hours)	Outside temp. (°C)	Period (hours)	Time (hours)	Outside temp. (°C)	Period (hours)	Time (hours)	Outside temp. (°C)	Period (hours)	Time (hours)	Outside temp. (°C)	Period (hours)
High (200 cm)	1230	27.3	4.5	0830	23.7	7.5	—	—	—	0800	22.8	6.0
Middle (120 cm)	1300	27.7	2.0	0900	24.4	6.0	—	—	—	0830	23.9	4.0
Low (40 cm)	—	—	—	0930	25.6	5.5	—	—	—	0900	24.9	4.0

We closed the greenhouse at 1200 hours on June 18, 2002, and kept it closing until June 21. —: Temperature was not reached to 50°C.

認められず、翌日にも5.5時間であった。今回の室内実験から、これは成虫や幼虫が死亡するには十分な時間だが、蛹がすべて死亡するには不十分であると考えられる。また、幼虫や蛹を40°C以下の温度や1時間以下の短時間処理した場合、処理時間と死亡率の関係が不明瞭となる場合が認められた。これは供試した幼虫や蛹が寄生している葉の大きさが異なったため、蒸散による温度上昇の抑制などで、葉表面の温度が周辺の気温ほど上昇していなかったことが考えられる。施設内部には様々な葉齢や大きさの葉がある上、陰になる部分も存在する。したがって、太陽熱処理開始当初には、本虫が寄生する葉表面の温度は、気温ほど上昇しない可能性が高い。今回、一度下落した誘殺数が、処理20時間後（処理開始翌日午前8時）に、処理3時間後

の1/3程度まで増加した。本虫は夜間にほとんど飛翔せず（Bellows et al., 1988）、午前6~9時の間に羽化が集中することから（Hoffman and Byrne, 1986）、増加した誘殺数には、処理後生存した成虫に加え、新たに羽化した成虫が含まれると考えられ、蛹の一部が生存・羽化したことを示唆している。これらのことから、高温から逃れるため移動した成虫や、低位置に分布する幼虫や蛹には、処理開始から温度が上昇し、効果が認められるまで、上位と比べて時間がかかると思われる。

今回、処理24時間後にはトマト全体が褐変・枯死した。加えて、施設内部の高さによる温度差は、処理を継続するに従い小さくなった。これらのことから、トマトが枯死・乾燥すれば、処理施設内部の温度のばらつきは減少すると

期待できる。また、本成虫を絶食させた場合、25~40°Cでは1日以内にすべての個体が死亡するとされている(小山・松井, 1994)。トマトが枯死した後、幼虫が羽化するまで生存するとは考えにくい。しかし、太陽熱処理を継続することで、絶食と均一な温度上昇の効果が得られ、生存・羽化した個体もすべて死亡させることができると考えられる。以上のことから、十分な温度が確保される晴天日を3日程度経過すれば、太陽熱処理によって施設内部の個体数を大幅に減少させることができると考えられる。今回、8時の気温が23°C程度となる6月に試験を行い十分な効果が得られたが、外気温が低く、日射量の少ない時期は施設内部の温度が十分確保できないため、太陽熱処理の効果が劣ることが考えられる。今後、利用可能な時期を検証する必要がある。

摘 要

タバココナジラミバイオタイプBの成虫および未熟ステージを用いて、25, 40, 45および50°Cで一定時間処理することによって本種の高温耐性について調査した。その結果、温度が高くなれば、短い時間でも死亡率が上昇し、50°Cで成虫は0.5時間、蛹は7時間、幼虫は5時間ですべての個体が死亡した。

施設内部のトマトをすべて抜根し、施設をビニールで密閉して太陽熱処理を行ったところ、ほぼすべての個体を閉じこめ、死亡させることができた。しかし、施設内部で誘殺が確認されなくなるには3日かかり、室内実験の結果から予測されるよりも長い時間を要した。これは施設内部の高さによって温度差が生じるため、葉温が気温ほど上昇せず、高温を回避した成虫や低位置の葉に寄生する蛹が生存・羽化するためと考えられた。以上のことから、太陽熱処理でタバココナジラミバイオタイプBの防除をするには、十分な温度が確保される晴天日に、3日程度施設を閉鎖する必要があると考えられる。

引 用 文 献

- 東勝千代・森下正彦・矢野貞彦 (1990) 施設栽培ナスにおけるハウスの密閉高温処理によるミナミキイロアザミウマの防除。和歌山県農試験報 14: 35-44. [Azuma, K., M. Morishita and S. Yano (1990) Control of *Thrips palmi* with high temperature by solar heating in plastic house of eggplant. *Bull. Wakayama Pref. Agri. Exp. Stn.* 14: 35-44.]
- Bellows Jr., T. S., T. M. Perring, K. Arakawa and C. A. Farrar (1988) Patterns in diel flight activity of *Bemisia tabaci* in cropping systems in southern California. *Environ. Entomol.* 17: 225-228.
- Bellows Jr., T. S., T. M. Perring, R. J. Gill and D. H. Headrick (1994) Description of a species of *Bemisia*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 87: 195-206.
- Costa, H. S., D. E. Ulman, M. W. Johnson and B. E. Tabashnik (1993) Squash silverleaf symptoms induced by immature, but not adult, *Bemisia tabaci*. *Phytopathology* 83: 763-766.
- 土井 誠 (1999) 微小害虫によって媒介されるウイルス病の最近の動向。植物防疫 53: 343-345. [Doi, M. (1999) Recent occurrence of virus diseases transmitted by small sized insect pest. *Plant Prot.* 53: 343-345.]
- 古家 忠 (2006) タバココナジラミ (バイオタイプB) の高温耐性とハウス密閉処理による防除効果。植物防疫 60: 544-546. [Furuie, T. (2006) Tolerance of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Biotype B) to high temperature and effects of high temperature treatments caused by non-ventilation greenhouse on the whitefly. *Plant Prot.* 60: 544-546.]
- Hoffman, C. J. and D. N. Byrne (1986) Effects of temperature and photoperiod upon adult eclosion of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Entomol. Exp. Appl.* 42: 139-143.
- 本多健一郎 (2005) トマト黄化葉巻病と媒介コナジラミをめぐる最近の研究情勢。植物防疫 59: 299-304. [Honda, K. (2005) Recent advances on researches on Tomato Yellow Leaf Curl and its vector whitefly. *Plant Prot.* 59: 299-304.]
- 小山健二・松井正春 (1994) タバココナジラミ新系統の栄養生理：各種温度条件で蒸留水だけを接種させた場合の生存期間。関東東山病虫害研報 41: 211-212. [Koyama, K. and M. Matsui (1994) Nutritional physiology of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius): Survival period of the adults reared on distilled water alone under various temperatures. *Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 41: 211-212.]
- 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. [Matsui, M. (1995) The occurrence of a new whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, and its control measures in Japan. *Plant Prot.* 49: 111-114.]
- 大戸謙二 (1990) タバココナジラミの発生とその見分け方。植物防疫 44: 264-266. [Ohto, K. (1990) Occurrence of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius, on the poinsettia. *Plant Prot.* 44: 264-266.]
- 小澤朗人・片山晴喜・西東 力・池田二三高 (1996) ハウス蒸し込みによるマメハモグリバエとミカンキイロアザミウマの同時根絶。関東東山病虫害研報 43: 231-233. [Ozawa, A., H. Katayama, T. Saito and H. Ikeda (1996) Eradication of both legume leafminers, *Liriomyza trifolii* (Burgess) and western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), with high temperature by closing the greenhouse after harvest. *Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 43: 231-233.]
- Perring, T. M. (2001) The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20: 725-737.
- Perring, T. M., A. D. Copper, R. J. Rodriguez, C. A. Farra and T. S. Bellows Jr. (1993) Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science* 259: 74-77.
- Schuster, D. J., T. F. Muller, J. B. Kring and J. F. Price (1990) Relationship of the sweetpotato whitefly to a new tomato fruit disorder in Florida. *Hortscience* 25: 1618-1620.
- 鈴木 寛 (1987) ミナミキイロアザミウマの物理的防除法。植物防疫 41: 493-498. [Suzuki, H. (1987) Physical control methods of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). *Plant Prot.* 41: 493-498.]

- 田中 寛・吉川和伸・杉本 毅・高浦裕司・柴尾 学 (2000) マメハモグリバエ蛹の致死温度および太陽熱による防除法の有効時期. 応動昆 44: 225-228. [Tanaka, H., K. Yoshikawa, T. Sugimoto, Y. Takaura and M. Shibao (2000) Mortality of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) pupae at elevated temperature and effective period for practical use of solar radiation for population management. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 44: 225-228.]
- Tsueda, H. and K. Tsuchida (1998) Differences in spatial distribution and life history parameters of two sympatric whiteflies, the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) and the silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring), under greenhouse and laboratory conditions. *Appl. Entomol. Zool.* 33: 379-383.
-