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

田中 寛*・吉川和伸**・杉本 毅**・高浦裕司*・柴尾 学*

*大阪府立農林技術センター

**近畿大学農学部

Mortality of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) Pupae at Elevated Temperatures and Effective Period for Practical Use of Solar Radiation for Population Management. Hiroshi Tanaka (Osaka Prefectural Agricultural and Forestry Research Center, 442 Shakudo, Habikino, Osaka 583-0862, Japan), Kazunobu Yoshikawa, Tuyosi Sugimoto (Faculty of Agriculture, Kinki University, 3327-204 Nakamachi, Nara, Nara 631-8505, Japan), Yuji Takaura and Manabu Shibao (Osaka Prefectural Agricultural and Forestry Research Center, 442 Shakudo, Habikino, Osaka 583-0862, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 44: 225-228 (2000)

Abstract: Previously, we reported that subterranean *Liriomyza trifolii* pupae can be killed with solar radiation by covering the ground with transparent polyvinylchloride film after cropping of a leafy vegetable, *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum*. In order to quantify the conditions necessary to achieve effective control of *L. trifolii* in Osaka Prefecture, we investigated the mortality of pupae at selected temperature and duration combinations, as well as the soil temperatures attained under transparent polyvinylchloride film in a closed greenhouse at specific times of the year. *L. trifolii* pupae were killed by exposure to either 44°C for 24 h, 46°C for 3 h or 48-54°C for 30 min. Maximum temperatures of 48°C or higher were attained from early April to mid October at a depth of 1-2 cm beneath the soil surface under transparent polyvinylchloride film in a closed greenhouse. Many *L. trifolii* pupate at 1-2 cm beneath the soil surface. Therefore, this control method for *L. trifolii* pupae is effective during the period from early April to mid October.

Key words: *Liriomyza trifolii*, lethal temperature, solar radiation, physical control

緒 言

マメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (Burgess) は日本では1990年6月に静岡県で初めて確認された侵入害虫で、その後国内で分布を急激に拡大した(西東, 1992)。本種は防除効果の高い殺虫剤が少なく、各種の野菜・花卉類における難防除害虫となっている(西東ら, 1992)。本種は大阪府では1993年7月に初確認され、とくに特産のシュンギク *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* において、成虫による吸汁・産卵痕および幼虫による食害痕が問題となっているが、登録薬剤がきわめて少ないため防除に苦慮している。

マメハモグリバエの老熟幼虫は葉から脱出後、土中で蛹化するため、前作で多発した場合には土中からの羽化成虫が次作の幼苗に飛来し、著しい被害を与える。そこで、著者らは土中の蛹を加熱して死滅させる目的で、地表面を火炎放射する試験を行ったが、その効果は不十分であった(田中ら, 1995)。小澤ら(1995)は熱水を土壌散布することによる蛹の防除試験で優れた防除効果を確認しているが、この防除法を圃場で実施するためには可搬型の熱水注入装置が必要となる(国安ら, 1991)。また、小澤ら(1996)

は栽培終了後のハウスを閉め切って太陽熱で蒸し込む防除試験を行い、処理2週間後には成虫が認められなくなったとしている。

著者らはマメハモグリバエの多発したシュンギクにおいて5月下旬にハウスを閉め切って地表面を農業用透明ポリ塩化ビニールフィルム(以下、フィルムという)で全面被覆したところ、太陽熱によって地表面の地温は63°Cに、また深さ2cmの地温は54°Cに達し、処理後に羽化成虫は全く認められなかった(田中ら, 1996)。本研究では大阪府における本防除法の利用可能時期を推定するために、マメハモグリバエ蛹の致死温度を実験室内で調査するとともに、ハウス内の地表面をフィルムで全面被覆した場合の地温変化を明らかにしたので、その結果を報告する。

本文に入るに先立ち、マメハモグリバエを分譲して下さった奈良県農業試験場西野精二氏、ならびに英文を校閲して下さったオーストラリア CSIRO-Entomology の Dr. Martin Steinbauer にお礼申し上げる。

材料および方法

1. 蛹の致死温度

試験は1996年6月~1997年1月に行った。供試虫は、

奈良県農業試験場のハウス栽培トマトに発生したマメハモグリバエの蛹を1996年6月19日に採集し、大阪府立農林技術センターの25°C-16L8Dの実験室内において、インゲンマメ（品種：つるなしすじなし菜豆）の葉で累代飼育した個体群の蛹化5~6日後の蛹である。

試験に用いた容器は直径9cm、高さ5cmの蓋付プラスチックケースで、容器に10メッシュの金網を通過した砂（粒径<1.65mm）100gを入れて水2mlを噴霧し、含水比を2%とした。なお、予備実験において25°Cでの蛹の死亡率は含水比が0~10%の範囲では2~3%で最も低いことを確認している。

処理温度は40°C~54°Cの間、2°C刻みの8段階とした。処理時間は、40~48°Cについては30分、1時間、2時間、3時間、4時間、6時間、24時間の7段階、50~54°Cについては30分、1時間、2時間、4時間の4段階とした。処理方法は、前述の砂を入れた容器を恒温器（三洋電機（株）MIR-260、精度±1°C）内に入れ、ステンレスセンサー温度計（ハンナインスツルメンツ・ジャパン（株）Ebs-ero、精度±0.2°C）により砂の温度を測定して所定の温度を保つように恒温器の設定温度を微調整し、容器内の砂上に蛹10個体をすばやく配置して蓋をし、所定の処理時間経過後に容器を取り出して25°C-16L8Dの実験室内に静置した。各処理区における供試個体数は30（10個体×3反復）、25°Cにそのまま静置した無処理区の供試個体数は50（10個体×5反復）とした。

調査は、処理12日後（蛹化17~18日後）に各容器内の羽化成虫を計数して生存虫数とし、無処理区の生存率をもとに各処理区におけるAbbottの補正死亡率を算出した。

2. フィルム被覆下の地温

大阪府立農林技術センター内の間口4.6m、奥行20.0m、高さ2.7mのビニールハウスを試験に用いた。1994年9月5日に0.1mm厚のフィルム（シーアイ化成（株）シーアイノービスカイ8防霧）でハウスを被覆して閉め切るととも

に、0.05mm厚の同じフィルムでハウス内の地表面全体を被覆した。地温を測定するため、白金測温抵抗体PT100Ω温度センサー（（株）チノー JPt100、精度±0.5°C）をハウス中央部の地表面被覆フィルムの直下（地表面）、深さ1cm、2cm、および5cmに設置した。地温の測定は1994年10月1日に開始し、機器のトラブルにより試験をうち切った1995年8月15日まで続けた。使用した温度記録計は打点式温度記録計（（株）チノー EH200-12、測定範囲-10~50°C、精度±0.5°C）で、測定間隔は毎時1回であった。

結 果

1. 蛹の致死温度

蛹の致死温度の試験結果をTable 1に示した。無処理区における死亡率は22%であった。40°Cと42°Cにおいては死亡率が低く、24時間処理でも死亡率は最大27.3%であった。44°Cにおいては4時間以内の処理では死亡率が10%以下と低かったが、6時間処理の死亡率は95.8%と高く、24時間処理では供試個体の全てが死亡した。46°Cにおいては1時間および2時間処理でも死亡率は80%以上と高く、3時間以上の処理では供試個体の全てが死亡した。48~54°Cにおいては30分間以上の処理で供試個体の全てが死亡した。

2. フィルム被覆下の地温

フィルム被覆下の地温の測定結果は各半旬の最高温度の推移としてFig. 1にとりまとめた。8月後半と9月のデータは欠落しているが、最高温度が48°C以上に達する日が存在する時期は、フィルム被覆直下の地表面では2月中旬~11月上旬、深さ1cmおよび2cmでは4月上旬~10月中旬、深さ5cmでは4月下旬~10月上旬の間であることが明らかになった。なお、最高温度が46°Cに達する日が存在する時期は、深さ1cmにおいて3月中旬~10月中旬であったことを除いて、上記の48°Cに達する日が存在す

Table 1. Percentage mortality of *Liriomyza trifolii* pupae, when exposed to selected temperature and duration combinations

Temperature (°C)	Duration (h)						
	0.5	1	2	3	4	6	24
40	0	0	0	0	10.3	27.3	10.3
42	0	1.7	0	6.0	18.8	6.0	27.3
44	0	0	0	10.0	1.7	95.8	100
46	27.3	82.9	87.2	100	100	100	100
48	100	100	100	100	100	100	100
50	100	100	100	— ^a	100	—	—
52	100	100	100	—	100	—	—
54	100	100	100	—	100	—	—

Each value based on results from 30 pupae. Abbott's correction for control mortality was applied to all data. Control mortality was 22% when kept at 25°C ($n=50$).

^aNot examined.

Fig. 1. Highest temperatures attained over 5 d under transparent polyvinylchloride film in a closed greenhouse from 1 October 1994 to 15 August 1995 at: (A) the soil surface and (B) 1 cm, (C) 2 cm, and (D) 5 cm beneath the soil surface. The upper limit of temperature measurement was 50°C.

る時期と同じであった。

考 察

蛹の致死温度の試験結果から、マメハモグリバエの蛹は40°Cと42°Cでは24時間経過しても生存個体がみられるのに対し、44°Cでは24時間、46°Cでは3時間、48°C以上では30分で死亡することが明らかになった。高温による本種の殺虫試験は千葉県においても行われており、ガラスシャーレ内の水を含ませた濾紙上に蛹を1日間置くと、40°Cでは42~50%、45°Cおよび50°Cでは全ての個体が死亡するとされている（河名・上遠野、未発表）。この結果と著者らの結果はほぼ一致していた。

フィルム被覆下の地温測定結果において、深さ1 cmと2 cmの最高温度は4月上旬~10月中旬に48°Cに達する日が存在したが、5月第3半旬のみは深さ1 cmでは47°C、深さ2 cmでは43°Cで、いずれも48°C未満であった。農林技術センター自記気象測定装置によると5月第3半旬は曇雨天が続き、日照時間が最も長い日でも58分であったことから、地温があまり上昇しなかったと考えられる。また、深さ5 cmの最高温度は4月下旬~10月上旬に48°Cに達する日が存在したが、7月上旬~8月中旬を除けば48°C未満の日も認められ、最高温度は日照時間に依存すると考えられる。なお、本試験では48°C以上の温度の持続時間を明らかにできなかったが、マメハモグリバエ蛹が48°Cでは30分未満の短時間で死亡することからみて、フィルム被覆により地温の最高温度が48°C以上に達する日であれば、1日間の処理で蛹を死滅させることができると考えられる。

マメハモグリバエの蛹化深度を調べた Keularts and Lindquist (1989) によると、22°C-16L8D、相対湿度60%の条件下で、粒径0.5 mm未満、0.5~1.2 mm、1.2~1.7 mm、1.7~2.4 mm、2.4~3.5 mmの乾燥した砂上に葉から脱出し

た老熟幼虫を置くと、蛹化深度の平均値はそれぞれ0.8 cm（最小値~最大値：0.5~2.0 cm）、1.1 cm（0.5~2.5 cm）、1.7 cm（0.5~4.0 cm）、3.2 cm（0.5~6.0 cm）、8.3 cm（0.5~30.0 cm）であり、粒径が大きいほど蛹化場所が深い傾向がみられた。

実際の圃場では土壌は水分を含んださまざまな粒径が混在し、また前蛹が土塊の隙間に落ち込むこともあって一様に考えることはできないが、通常の土壌には粒径2 mm未満の粒子が多く含まれることからみて、前蛹の多くは深さ1~2 cmの浅所で蛹化すると推察される。このことから、本防除法は深さ1~2 cmの最高温度が48°Cに達する日が存在する4月上旬~10月中旬においては、十分な日照時間が確保される晴天日の1日間処理で防除効果が得られると考えられる。また、深さ5 cmの最高温度が48°Cに達する日が存在する4月下旬~10月上旬には高い防除効果があると考えられる。

大阪府のハウス栽培シュンギクではマメハモグリバエは周年発生し、とくに3~11月に多発する（田中ら、未発表）。本防除法はこの多発時期の大部分で有効と考えられ、前作の収穫終了後の晴天日に1日間処理すればよいことから、シュンギクばかりでなく、同じく本種の被害が問題となっている大阪シロナヤコマツナのハウス栽培圃場でも利用できると考えられる。なお、今回の地温測定試験はハウスを閉め切って地表面をフィルム被覆し続けた状態で行ったため、当日朝に処理を開始した場合の最高温度はやや低くなる可能性がある。したがって、防除効果をより確実にするためには、ハウス密閉と地表面フィルム被覆の処理を収穫直後に行って、晴天日を待つほうがよいと考えられる。

本研究では大阪府の標準的なシュンギク栽培ハウスを想定して試験を行ったが、現地圃場ではさまざまな栽培方法が行われているので、今後、ハウスを開放した状態や露地

栽培において地表面をフィルム被覆した場合の地温の季節的变化を明らかにする必要がある。また、フィルムの種類、厚さ、被覆枚数、土壌含水比、ハウスの大きさ、局地的な気候等の違いによっても本防除法の有効時期が異なると考えられるので、これらの要因についても合わせて検討する必要がある。

摘 要

ハウス栽培シュンギクの収穫終了後にハウスを閉め切って地表面を農業用透明ポリ塩化ビニールフィルムで被覆し、太陽熱により土中のマメハモグリバエ蛹を殺す防除法について、大阪府における有効時期を明らかにするために、室内試験により蛹の致死温度を調査するとともに、密閉ハウス内で地表面をフィルム被覆した場合の地温を測定した。

マメハモグリバエの蛹を 44℃ に 24 時間、46℃ に 3 時間、48～54℃ に 30 分間置くと、全ての個体が死亡した。また、密閉ハウス内の地表面フィルム被覆処理により、蛹の主な生息域とみられる深さ 1～2 cm では 4 月上旬～10 月中旬に 48℃ に達する日が認められた。これらの実験結果から、本防除法は大阪府では 4 月上旬～10 月中旬に利用できると思われる。

引 用 文 献

- Keularts, J. L. W. and R. K. Lindquist (1989) Increase in mortality of prepupae and pupae of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) by manipulation of relative humidity and substrate. *Environ. Entomol.* 18: 499–503.
- 国安克人・西 和文・百田洋二・竹下定男 (1991) 熱水注入による土壌消毒. 植物防疫 45: 247–251. [Kuniyasu, K., K. Nishi, Y. Momota and S. Takeshita (1991) Soil sterilization by hot water injection. *Plant Protect.* 45: 247–251.]
- 小澤朗人・片山晴喜・西東 力・池田二三高 (1996) ハウス蒸し込み処理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. 関東病虫研報 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. *Proc. Kanto Pl. Prot. Soc.* 43: 231–233.]
- 小澤朗人・西東 力・池田二三高 (1995) 熱水散布によるマメハモグリバエの防除. 関東病虫研報 42: 227–229. [Ozawa, A., T. Saito and F. Ikeda (1995) Control of the legume leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess), through the application of hot water. *Proc. Kanto Pl. Prot. Soc.* 42: 227–229.]
- 西東 力 (1992) マメハモグリバエのわが国における発生と防除. 植物防疫 46: 103–106. [Saito, T. (1992) Outbreak of *Liriomyza trifolii* Burgess in Japan and its control. *Plant Protect.* 46: 103–106.]
- 西東 力・大石剛裕・池田二三高・沢木忠雄 (1992) マメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (Burgess) に対する各種殺虫剤の効力. 応動昆 36: 183–191. [Saito, T., T. Oishi, F. Ikeda and T. Sawaki (1992) Effect of insecticides on the serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 36: 183–191.]
- 田中 寛・高浦裕司・市野康之・坂口隆一・根来淳一・麻野英二・柴尾 学 (1995) 地表面の火炎放射処理によるマメハモグリバエの蛹の防除試験. 関西病虫研報 37: 27–28. [Tanaka, H., Y. Takaura, Y. Ichino, R. Sakaguchi, J. Negoro, E. Asano and M. Shibao (1995) Effects of burning soil by a flame thrower on rise in temperature underground and on survival of *Liriomyza trifolii* (Burgess) pupae. *Proc. Kansai Pl. Prot. Soc.* 37: 27–28.]
- 田中 寛・高浦裕司・市野康之・坂口隆一・根来淳一・麻野英二・柴尾 学 (1996) 太陽熱利用によるマメハモグリバエの蛹の防除. 関西病虫研報 38: 33–34. [Tanaka, H., Y. Takaura, Y. Ichino, R. Sakaguchi, J. Negoro, E. Asano and M. Shibao (1996) Effects of solar heat on rise in temperature underground and on survival of *Liriomyza trifolii* (Burgess) pupae. *Proc. Kansai Pl. Prot. Soc.* 38: 33–34.]