透過波長域が異なる近紫外線除去フィルムと 透過フィルム下で軟弱野菜の害虫類が示す行動反応

太田 泉・武田光能・本多健一郎

Izumi Ohta, Mitsuyoshi Takeda and Ken-ichiro Honda: Behavioral responses of insect pests attacking leaf vegetables under ultraviolet-absorbing plastic films with different wavelengths transmitted and ultraviolet-transmitting films

Summary

The movement of five leaf vegetable insect pests, *Athalia rosae ruficornis*, *Phyllotreta striolata*, *Plutella xylostella*, *Chromatomyia horticola* and *Thrips tabaci* were examined with an ultraviolet (UV)-transmitting plastic film and four UV-absorbing films, which blocked wavelengths below 340 nm, 360 nm, 370 nm or 380 nm. The insects were placed in an experimental box covered with the UV-transmitting film and the UV-absorbing film; their choice behaviors were observed. The numbers of *A. rosae*, *P. striolata* and *T. tabaci* distributing in the area under all the UV-absorbing films tested were smaller than those under the UV-transmitting films. Movement of *P. xylostella* and *C. horticola* into areas under films blocking UV wavelengths below 360 nm, 370 nm and 380 nm was suppressed compared to that with the UV-transmitting films. From these findings, we would expect the five insect pests tested to avoid light conditions that do not contain UV wavelengths of 360 nm and less.

緒 言

大消費地に隣接する都市近郊では、多種多品目の野菜類が集約的に栽培されている。特にビニールハウス等の施設では、コマツナ、ホウレンソウなどの軟弱野菜類の周年生産が盛んに行われている。軟弱野菜類には多くの害虫が発生し、その食害は商品価値の著しい低下や減収を引き起こす。しかし、軟弱野菜類では、使用可能な登録殺虫剤が他の野菜類と比較して少ない¹⁾。また、2006年5月のポジティブリスト制度の施行により、散布した農薬の近接ほ場への飛散防止が強く求められている²⁾。そのため、軟弱野菜類では、農薬に依存しない害虫防除技術の開発が求められている。現在までに、防虫網被覆や太陽熱消毒、害虫捕虫機などの様々な物理的防除法が試みられ、有用な結果が報告されている^{1,3,4)}。

近紫外線除去フィルムは、1970年代に開発された物理的防除資材で、当該フィルムを被覆した施設内では近紫外線 (UV-A, 波長 315~400 nm) が除去された光環境となる。現在まで、アザミウマ類やアブラムシ類、コナジラミ類、ハモグリバエ類に対しての防除効果が知られ

ており^{5,6)}、おもに果菜類の施設栽培で利用されている。しかし、軟弱野菜類栽培への近紫外線除去フィルムの使用事例はあまり知られていない。

そこで、著者らは、軟弱野菜類で多く発生するカブラハバチ、キスジノミハムシ、コナガ、ナモグリバエ、ネギアザミウマに対する近紫外線除去フィルムの防除効果を調べるため、フィルムを透過した光に対する害虫の行動反応を解析する実験装置を作製して、透過波長域が異なる近紫外線除去フィルムの各害虫の行動に与える影響を明らかにした。なお、本研究で用いた近紫外線除去フィルムは、MKV プラテック株式会社開発研究所より提供されたものである。ここに記して感謝申し上げる。

材料および方法

1. フィルム

近紫外線域の透過波長が異なる4種類のポリオレフィン系フィルム(厚さ 0.15 mm)を供試した。透過率が1%未満になる波長域は、(a)のフィルムが340 nm以下、(b)が358 nm以下、(c)が366 nm以下、(d)が383 nm以

第1図 供試した近紫外線除去フィルム4種類と透過フィルムの波長別の透過率
(データはMKV プラテック株式会社開発研究所からの提供)

下であるため(第1図), 以後(a)を340 nm UVC, (b)を360 nm UVC, (c)を370 nm UVC, (d)を380 nm UVCフィルムと称した。なお, 対照として, 近紫外線を透過するポリオレフィン系フィルム(アグリスター® 0.1 mm 厚, MKV プラテック製)を用いた(以後, 透過フィルムと称する)。

2. 供試虫

本試験には, 軟弱野菜類を加害するカブラハバチ *Athalia rosae ruficornis* Jakovlev, キスジノミハムシ *Phyllotreta striolata* (Fabricius), コナガ *Plutella xylostella* (Linnaeus), ナモグリバエ *Chromatomyia horticola* (Goureau), ネギアザウマ *Thrips tabaci* Lindeman の害虫5種を供試した。カブラハバチは, 2008年9月に三重県津市のコマツナから老熟幼虫を採集し, 温度約25℃・日長14L10Dに調節した恒温室内でコマツナ(ポット植え)を与えて累代飼育した。試験には羽化1週間以内の雌成虫を用いた。キスジノミハムシは, 2007年8, 9月に三重県津市のコマツナから採集された成虫を試験に用いた。コナガは, 2004年4~8月に三重県津市のキャベツから成虫を採集し, 温度約20℃・日長16L8Dに調節した恒温室内でカイワレダイコン種子の芽出しを与えて累代飼育した。試験には羽化1週間以内の雌成虫を用いた。ナモグリバエは, 2006年2月に神奈川県三浦市のダイコンから蛹を採集し, 温度約20℃・日長14L10Dに調節した恒温室内でダイコン(ポット植え)を与えて累代飼育した。試験には羽化1週間以内の成虫を用いた。ネギアザミウマは, 2007年7月に三重県津市のコマツナから成虫を採集し, 温度約20℃・日長14L10Dに調節した恒温室内でコマツナ(ポット植え)を与えて累代飼育した。試験に

は羽化1週間以内の成虫を用いた。

3. 実験装置

鹿島・松井⁷⁾の方法を参考にして, 近紫外線除去フィルムと透過フィルムの透過光に対する害虫の選択行動を観察するための実験装置2種類(角筒タイプ, 円筒タイプ; どちらも筒を横置きにして使用)を作製した。角筒

第2図 近紫外線除去フィルムと透過フィルムの透過光に対する害虫の選択行動反応を観察するための実験装置
(A: 角筒タイプ, B: 円筒タイプ)

タイプは、厚さ 4 mm の黒色プラスチック板を加工したもので、左右の上側が開口した箱状（断面 10×10 cm、長さ 45 cm）の構造である（第 2 図 A）。装置両端に黄色粘着板（ホリバー® 黄色、アリスライフサイエンス製）、左右上側の開口部分（長さ 14 cm）にそれぞれ近紫外線除去フィルムと透過フィルムを取り付けた。中央部分（長さ 12 cm）には本体と同素材のふたを被せた。

微小な空隙から逃亡しやすいキスジノミハムシとネギアザミウマには、より密閉性の高い円筒タイプの実験装置を作製した。本装置は、直径 10 cm、肉厚 2.4 mm、長さ 47 cm のガラス円筒管からなり、両側（長さ 16 cm）を近紫外線除去フィルムと透過フィルムで、中央（長さ 15 cm）を黒模造紙で被覆した（第 2 図 B）。両端には 10 cm 角の黄色粘着板（同上）を取り付けた。

4. 近紫外線除去フィルムと透過フィルムの透過光に対する供試虫の選択行動

試験は、陽光定温器（小澤製作所 G4 改良型、内寸：幅 100 cm × 奥行き 85 cm × 高さ 75 cm）内で行われた。定温器の内部は温度 25～30℃ に調整し、上面には東芝・陽光ランプ D250F とパナソニック・マルチハロゲン灯 MF400・S/VH をそれぞれ 4 本ずつ、左右側面には東芝・ブラックライト蛍光灯 FL20S・BLB-A を 6 本ずつ取り付けて、内部を照明した。近紫外線除去フィルムと透過フィルムを装着した実験装置を定温器内部の中央に置き、装置内部と直上の照度、紫外線強度、温度、相対湿度を測定した。照度の測定にはミノルタ T-1、紫外線強度はトプコン UVR-2（受光部 UD-36：測定波長域 310–400 nm）、温湿度はティアンドデイ TR-72U を使用した。

炭酸ガスで麻酔した所定数の供試虫を実験装置内の中央暗部に放して 1 時間静置した。カブラハバチは雌成虫 30 頭、コナガは雌成虫 50 頭、キスジノミハムシとナモグリバエは成虫 50 頭、ネギアザミウマは成虫 100 頭を供試した。試験終了時に、フィルムで被覆された部分（黄色粘着板を含む）に静止している害虫の数を記録した。1 つの試験につき装置の左右を交互に変えて合計 4 反復を行い、反復ごとに新しい虫を使用した。供試虫がフィルムの透過光の影響を受けずに実験装置内でランダムに移動した場合、紫外線除去フィルム部分と透過フィルム部分に分布する虫の頭数比は 1 : 1 と仮定される。両フィルム部分へ移動した害虫の頭数比のデータは、反復間で有意な差がないことを確認した上で 4 反復分を合計し、比率 1 : 1 に対する適合性検定（Heterogeneity chi-square analysis¹¹⁾）を行った。

結 果

近紫外線除去フィルムと透過フィルムの透過光に対する供試虫 5 種の選択行動反応を第 3、4、5、6、7 図に

第 3 図 透過波長域が異なる近紫外線除去フィルムと透過フィルム下でのカブラハバチ雌成虫の分布状況（角筒タイプ）

* ($0.01 < p < 0.05$, Heterogeneity chi-square analysis¹¹⁾),
**** ($p < 0.001$, 同上)

第 4 図 透過波長域が異なる近紫外線除去フィルムと透過フィルム下でのキスジノミハムシ成虫の分布状況（円筒タイプ）

**** ($p < 0.001$, Heterogeneity chi-square analysis¹¹⁾)

第 5 図 透過波長域が異なる近紫外線除去フィルムと透過フィルム下でのコナガ雌成虫の分布状況（角筒タイプ）

ns ($p > 0.05$, Heterogeneity chi-square analysis¹¹⁾),
**** ($p < 0.001$, 同上)

第6図 透過波長域が異なる近紫外線除去フィルムと透過フィルム下でのナモグリバエ成虫の分布状況(角筒タイプ)
ns ($p > 0.05$, Heterogeneity chi-square analysis¹⁾),
**** ($p < 0.001$, 同上)

第7図 透過波長域が異なる近紫外線除去フィルムと透過フィルム下でのネギアザミウマ成虫の分布状況(円筒タイプ)
**** ($p < 0.001$, Heterogeneity chi-square analysis¹⁾)

示した。カブラハバチ、キスジノミハムシ及びネギアザミウマでは、340 nmUVC、360 nmUVC、370 nmUVC及び380 nmUVCのすべての近紫外線除去フィルムにおいて、当該フィルムを被覆した部分に移動した虫の数の比率が、透過フィルムと比較して有意に小さかった ($p < 0.001$, χ^2 検定)。コナガとナモグリバエにおいても、360 nmUVC、370 nmUVC及び380 nmUVCフィルムを被覆した部分に移動した虫の数の比率が、透過フィルムと比べて有意に小さかった ($p < 0.001$, χ^2 検定)。カブラハバチでは、380 nmUVCフィルムに移動した虫の数の比率が1.5%と最も小さく、次いで370 nmUVCと360 nmUVCの12.2%と12.5%、340 nmUVCは30%だった(第3図)。キスジノミハムシでは、340 nmUVC以外の3種類の近紫外線除去フィルムにおいて、移動した虫の数の比率が2%未満と極めて小さかった(第4図)。コナガでは、370 nmUVCと380 nmUVCが10%前半と最も小さく、360 nmUVCでは27.2%だった(第5図)。ナモグリバエでは、360 nmUVC、370 nmUVC及び380 nmUVCにおいて20%未満だった(第6図)。ネギアザミウマは、360 nmUVC、370 nmUVC及び380 nmUVCで10%未満、340 nmUVCでは14.5%だった(第7図)。

考 察

本研究では、カブラハバチ、コナガ、ナモグリバエには角筒タイプ、キスジノミハムシとネギアザミウマに円筒タイプの実験装置を用いた(第2図A, B)。実験装置内の照度は、角筒タイプよりも円筒タイプの方が約1000 lx明るく、透過フィルムや340 nmUVCフィルムの被覆下では紫外線強度も異なっていた(第1表)。その

第1表 各フィルムの透過光に対する害虫の行動反応を解析するための実験装置内外の環境条件

実験装置	測定場所	照度 ¹⁾ (Lx)	紫外線強度 ¹⁾ ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	温度 ¹⁾ ($^{\circ}\text{C}$)	相対湿度 ¹⁾ (%)
角筒タイプ	透過フィルムの被覆下	6480	71.4	27.2 ²⁾	39.3 ²⁾
	340 nmUVC フィルムの被覆下	6500	42.2		
	360 nmUVC フィルムの被覆下	6430	14.2		
	370 nmUVC フィルムの被覆下	6560	5.0		
	380 nmUVC フィルムの被覆下	6520	1.1		
	外側中央(ふたの直上)	10560	306.5	26.4	37.2
円筒タイプ	透過フィルムの被覆下	7620	113.0	25.7 ²⁾	46.5 ²⁾
	340 nmUVC フィルムの被覆下	7650	60.1		
	360 nmUVC フィルムの被覆下	7560	13.5		
	370 nmUVC フィルムの被覆下	7680	5.0		
	380 nmUVC フィルムの被覆下	7580	1.1		
	外側中央(黒模造紙被覆部分の直上)	10550	309.4	26.4	38.3

1) 平均値

2) 内部中央の暗部で測定した値

ため、得られた結果について害虫の種間で厳密な比較は出来ないが、供試した害虫5種は、少なくとも波長 360 nm 以下の光を透過しない近紫外線除去フィルム下への移動が抑制されることを示した。現在市販されている近紫外線除去フィルムは、380 nm 以下の光を透過しないものが多い⁶⁾。したがって、本研究で得られた結果から、波長 360 nm 以下の光を透過しない近紫外線除去フィルムにおいても、市販の近紫外線除去フィルムと同程度の軟弱野菜の害虫類に対する侵入抑制効果が得られる可能性が期待できる。

永井・野中⁸⁾、真梶ら⁹⁾、野中・永井¹⁰⁾は、波長 350 nm, 380 nm 及び 400 nm 以下の光を透過しない3種類の近紫外線除去フィルムを被覆したビニールハウスにおいて害虫の発生度を比較している。永井・野中⁸⁾と野中・永井¹⁰⁾は、3種類すべての近紫外線除去フィルムにおいて、ミナミキイロアザミウマに対する侵入抑制効果があったと報告している。一方、真梶ら⁹⁾は、いずれのフィルムもオンシツコナジラミの飛び込みは少なかったが、その程度は 380 nm 及び 400 nm 以下を透過しない近紫外線除去フィルムの方がより顕著だったとしている。これらの3つの試験はすべて屋外で行われた結果であり、ハウスの構造や設置場所、栽培作物、試験時期、天候などの影響を受けた可能性が考えられる。今回の試験は、光質や温度等を一定に制御した環境条件下で行われており、近紫外線除去フィルムの種類の違いが害虫の行動反応に与える影響を比較する上でより有用な手法だったと考えられる。

近紫外線除去フィルムは、病害虫の発生の他に、天敵や受粉昆虫の活動、作物の生育や着色などに様々な影響を与える。本研究で軟弱野菜の害虫類に対する移動抑制効果が確認された 360 nmUVC フィルムのような除去波長域のより小さな近紫外線除去フィルムについても、害虫以外の生物や作物に与える影響を検討する必要がある。

摘 要

透過波長域の異なる近紫外線除去フィルムが軟弱野菜の害虫5種の行動に与える影響を明らかにした。カブラハバチ、キスジノミハムシ、ネギアザミウマは、近紫外線を透過するフィルムと比較して、波長 340 nm 以下、360 nm 以下、370 nm 以下及び 380 nm 以下の光を透過しない近紫外線除去フィルム下への移動が抑制された。コナガとナモグリバエは、360 nm 以下、370 nm 以下及び 380 nm 以下の光を透過しない近紫外線除去フィルム下への移動が抑制された。これらの結果から、少なくとも波長 360 nm 以下の光を透過しない近紫外線除去フィルムでは、軟弱野菜の害虫5種の移動行動が抑制される可能性が示された。

引用文献

- 1) 井手 治・森山友幸・妹尾盛次・岡武康之・姫野修一 (2004) 福岡県農業総合試験場研究報告 23 : 54-58.
- 2) 安藤由紀子 (2006) 植物防疫 60 : 93-95.
- 3) 柴尾 学・定 幸子・小坂吉朗・田中 寛 (2004) 関西病虫研報 46 : 33-38.
- 4) 竹川昌宏 (2004) 今月の農業 48(11) : 50-53.
- 5) 河合 章 (2000) UV 除去資材による害虫防除. 平成12年度課題別研究会資料 野菜・花き害虫の物理的防除法の現状と今後の展望(野菜・茶業試験場編). 野菜・茶業試験場, 三重, pp. 26-31.
- 6) 高市益行 (2002) 紫外線カットフィルムの種類と特性. 農業技術体系 野菜編12. 追録第27号(農山漁村文化協会編). pp. 37-38の6.
- 7) 鹿島哲郎・松井正春 (1998) 茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告 6 : 30-36.
- 8) 永井清文・野中耕次 (1982) 植物防疫 36 : 466-468.
- 9) 真梶徳純・藤原孝之・天野 洋 (1983) 千葉大園学報 32 : 99-105.
- 10) 野中耕次・永井清文 (1985) 農業および園芸 60 : 323-326.
- 11) Zar, J. H. (1999) Biostatistical Analysis. Fourth Edition. Prentice Hall International, London, pp. 471-473.