

近紫外線除去フィルムが害虫およびその天敵に及ぼす影響 (第1報)

マメハモグリバエおよび天敵イサエアヒメコバチ,
ハモグリコマユバチに及ぼす影響

鹿島哲郎・松井正春*

キーワード: マメハモグリバエ, テンテキ, ハモグリコマユバチ, イサエアヒメコバチ, キンシガイセンジョキョフィルム

Effects of the Elimination of Ultraviolet Rays on *Liriomyza trifolii*(BURGESS), *Diglyphus isaea*(WALKER) and *Dacnusa sibirica* (TELENGA)

Tetsuro KASHIMA, Masaharu MATSUI

Summary

We carried out studies on the effects of the elimination of ultraviolet ray on *L.trifolii* and its parasitoids:*D.isaea* and *D.sibirica*.

In laboratory tests, the tested insects avoided entering and/or staying in the UV rays eliminated space. In a greenhouse covered with UV ray absorbable film, the tested parasitoids similarly increased compared with those in a greenhouse covered with normal film.

1. 緒言

近年, マメハモグリバエなどの薬剤防除の困難な害虫に対して, 物理的防除や生物的防除を組み合わせた多角的な防除法が検討されている。

物理的防除の一つとして, 近紫外線除去フィルムの利用がある。近紫外線除去フィルムは, いくつかの害虫に対して施設内への侵入抑制効果のあることなどが報告されている。

一方, 生物的防除としては, マメハモグリバエの寄生性天敵であるイサエアヒメコバチ (*D.isaea*) やハモグリコマユバチ (*D.sibirica*) の利用がある。しかし, 天敵を利用する場合は, 害虫が低密度の時期からの導入や, 天敵導入後も施設外からの侵入等によって害虫密度が天敵の活動能力以上にならないことなどが必要である。

そのため, 近紫外線除去フィルム等を利用して施設内への害虫の侵入を最少限に抑制することが重要と考えられるが, 近紫外線除去による天敵への影響についてはほとんど知見がない。

そこで, 近紫外線除去フィルム被覆ハウス内で天敵イサエアヒメコバチおよびハモグリコマユバチを放飼した場合でもそれらが正常に寄生, 増殖できるかを検討するために, 室内及びパイプハウス内で試験を実施した。その結果, 若干の知見を得たので報告する。

2. 材料および方法

1) 供試昆虫

マメハモグリバエは, 農林水産省野菜・茶業試験場の飼育室内で累代飼育したものをを用いた。また, イサエ

* 農林水産省農業環境技術研究所

アヒメコバチとハモグリコマユバチは、(株)トーマンより供給されたコパート社(オランダ)製のものを試験毎に入手した。天敵は試験前日に蜂蜜を入れた飼育容器に移し、活発な個体のみを供した。

2) 供試フィルムと近紫外線吸収特性

Table 1. に示した農業用フィルムを、試験に応じて選択して用いた。C, M, L, G は近紫外線除去フィルム、N は一般用フィルム、S は N よりもやや近紫外線を除去するフィルムである。また、供試フィルムの近紫外線吸収率は、365nm または 415nm に感度のピークがあるセンサーを装着した紫外線強度計(ミノルタ:UM-10, またはトプコン:UVR-1)を用いて測定し、その結果を Table 1. に示した。近紫外線吸収率が高いほど、当該フィルムを被覆した装置およびハウス内における近紫外線除去率は高くなる。

Table 1. Tested films and their UV rays absorbance

Tested films	Name of tested films	% of UV rays absorbance*	
		365nm	415nm
C	CUT ACE	100%	32%
M	MITSUI-VINYL・U®	74	14
L	LIGHT SENSOR	92	20
G	GROWMASTER	97	26
S	SOLA-CLEAN®	59	16
N	NOBI ACE(control)	39	17

* $X=(A-B)/A \times 100(\%)$

A: The intensity of ultraviolet rays under the sunlight.
B: The intensity of ultraviolet rays under the sunlight covered with tested film.

3) 近紫外線除去フィルムの影響に関する室内試験

(1) 室内試験における光条件の検討

近紫外線除去フィルムを用いた室内試験では、フィルムの波長吸収特性の効果が確認できる照明環境でなければならない。そこで、一般白色蛍光灯(ナショナル:ハイライト S(FLR40S)), 植物育成用蛍光灯(NEC:ビオルクス(FL40SBR), 400nm~500nm と 600nm~700nm を多く放射), およびブラックライト(NEC:ブラックライト BL(FL40SBL), 300nm~400nm を特異的に放射)を組合せ、照度に対する紫外線強度(365nm および 415nm)の割合や、365nm と 415nm の測定値の比率が自然光のそれに近くなるように本数や配置を検討した。試験は天井に 40W 蛍光灯を 12 本設置できる恒温室内で実施し、3 種類の蛍光灯が対称的になるように配置した。そして、次の光条件選択試験-1 の方法に従って室内および屋外で同様の試験を実施し、設定した人工光源下でも自然光下と同様の結果が得られるか検討した。

(2) 光条件選択試験-1

本試験は、嶋田(8)の方法を改良して実施した。外寸 9cm × 9cm × 90cm の木製枠(底面は 2mm 厚ベニヤ板)を作り、中央部を境に一方に C, M, L, G, S, N フィルムを、もう一方に対照である N フィルムを巻き付け、枠の両端に黄色粘着シートを貼り付けたものを実験装置(Fig.1.)とした。これら 6 種類の実験装置を、 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室内に蛍光灯と同じ向きに設置した。実験装置の中央部から供試昆虫を放飼し、3 時間後にそれぞれの黄色粘着シートに誘殺された虫数を調査して、一般用フィルムの誘殺率に対する試験フィルム側の誘殺率の割合を求めた。なお、調査時点で粘着シートに誘殺された虫数と装置内の生存虫数の合計を供試虫数とした(以下同様)。試験は 2-3 回実施し、場所による光条件の影響を避けるため毎回装置の位置や向きを変えた。

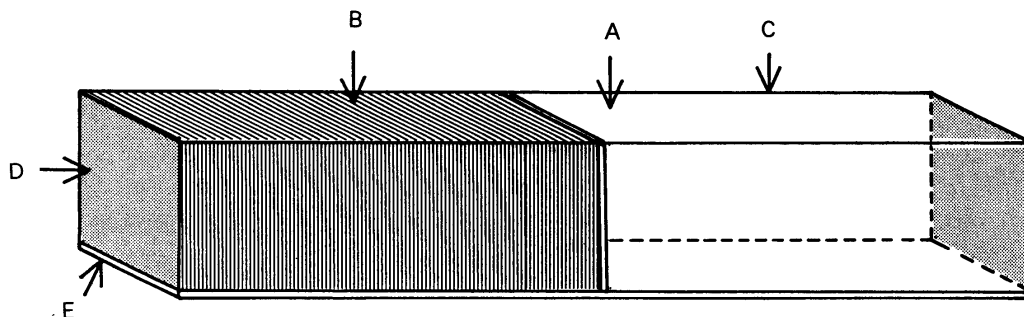


Fig.1. The experimental device to test the selectivity of rays cinditions.
A: normal film, B: UV ray absorbable film, C: wooden frame
D: yellow sticky sheet, E: base(2mm veneer board)

(3) 光条件選択試験-2

試験-1の実験装置の胴部全体にCまたはL, Mフィルムを巻き, 両端に透明粘着シートを貼った。一方の粘着シートの外側を同じフィルムで覆い, もう一方の粘着シート側からしか近紫外線が入射しないようにした。試験-1と同様の方法で供試昆虫を放飼し, 供試虫数に対するそれぞれの粘着シートへの誘殺率を求めた。

(4) 光条件選択試験-3

外寸幅 20cm × 高さ 30cm × 長さ 90cm の木製枠(底面

は2mm厚ベニヤ板)の全面をCまたはL, Mフィルムで被覆し, 20cm × 30cmの面の対角線上に5cm × 5cmの穴を2所開けて透明粘着シートを貼った。同じ面の対称の位置に, 穴を開けずに5cm × 5cmの透明粘着シートを貼り, 穴を開けた部分からしか近紫外線が入射しないようにした(Fig.2.)。この実験装置の底面中央部に供試昆虫を放飼し, 3時間後に近紫外線が入射する粘着シートと入射しない粘着シートに誘殺された虫数の供試虫数に対する比率を求めた。

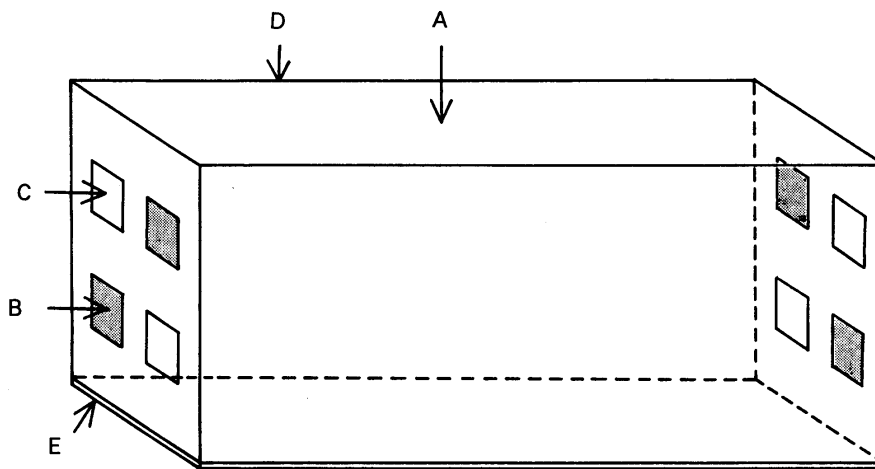


Fig.2. The experimental device to test the selectivity of rays cinditions.

A:UV ray absorbable film

B:transparent sticky sheet inside the UV ray absorbable film

C:transparent sticky sheet non-covered with UV ray absorbable film

D:wooden frame E:base(2mmt veneer board)

4) 近紫外線除去の影響に関する屋外試験

1棟(間口5m × 奥行き10m)のパイプハウスをNフィルムを壁にして2等分し, 一方をCフィルムで, もう一方をMフィルムで被覆した。別の1棟も同様に2等分し, 全面Nフィルムで被覆して合計4区を設け, Nフィルム被覆ハウスの一方を対照区とし, もう一方を天敵無放飼区とした。いずれもサイドは開閉式とし, 網目1mmの白色寒冷紗を張った。

それぞれの区に5月16日にマメハモグリバエ成虫(3頭/株)を放飼し, 5月30日に各区とも全葉についてマメハモグリバエの食痕数を調査した。6月21日に天敵無放飼区を除いてイサエアヒメコバチ(1.9頭/株)とハモグリコマユバチ(3.1頭/株)を放飼した。各区にモニター用黄色粘着板を4枚ずつ設置し, 1週間毎に交換して成虫誘殺数を調査した。なお, 天敵の初期密度への影響を避けるため, 黄色粘着板は天敵放飼6日後から設

置した。

3. 結果

1) 近紫外線除去フィルムの影響に関する室内試験

(1) 室内試験における光条件の検討

測定の結果, 室内の光源には白色蛍光灯(W)5本, 植物育成用蛍光灯(P)5本, ブラックライト(B)2本を用い, PWPBWPWWBPWPの順で配置した。ハモグリコマユバチおよびコナジラミ類の天敵オンシツツヤコバチについて, 室内および屋外で光条件選択試験-1を行って結果を比較した(1~4反復)ところ, 誘殺率に違いはあるものの概ね同様の傾向が得られた(Table 2.)。そこで, 室内試験は以後同様の照明条件下で実施した。

Table 2. The percentage of attractancy of *D.sibirica* and *E.formosa* laboratory and outdoor

The combination of test films	<i>D.sibirica</i>				<i>E.formosa</i>			
	Laboratory(3)		Outdoor(3)		Laboratory(4)		Outdoor(1)	
	n	AR	n	AR	n	AR	n	AR
C, N	107	0.10	92	0.33	174	0.38	38	0.75
M, N	116	0.33	100	0.47	160	0.43	43	0.87
L, N	98	0.24	94	0.36	164	0.20	38	0.06
G, N	108	0.19	100	0.22	188	0.20	49	0.66
S, N	122	0.46	96	0.69	173	0.41	45	0.53
N, N	113	1.10	92	0.94	154	0.86	41	3.08

() : Number of repeat

n : Total number of tested insects

AR : Attractive ratios tested film to normal film

(2) 光条件選択試験-1

それぞれの供試昆虫について、供試フィルムへの誘殺率のNフィルムへの誘殺率に対する割合から、マメハモグリバエ、ハモグリコムバチではC, M, L, G側への誘殺率が低い傾向にあった。また、イサエアヒメ

コバチでは、粘着シートへの誘殺総数が少ない傾向にあった。近紫外線吸収特性の弱いSフィルムでは、他のフィルムに比べて誘殺率が低く、対Nフィルム比が高い場合が多かった。(Table 3.)

Table 3. The comparison of the percentage of attracted insect pests, *L.trifolii*, *D.sibirica* and *D.isaea* between UV ray absorbable films and normal film.

The combination of test films	<i>L.trifolii</i> (3)*			<i>D.sibirica</i> (3)*			<i>D.isaea</i> (2)*		
	n	No. of win**		n	No. of win**		n	No. of win**	
		PR	PR		PR	PR			
C, N	106	0,3	0.34	107	0,3	0.10	34	0,2	0.33
M, N	107	0,3	0.35	116	0,3	0.33	32	1,1	1.00
L, N	104	0,3	0.21	98	0,3	0.24	29	0,2	0.40
G, N	103	0,3	0.37	108	0,3	0.19	38	0,2	0.44
S, N	110	1,2	0.86	122	0,3	0.46	35	0.5,1.5	0.50
N, N	108	0,3	0.62	113	1.5,1.5	1.10	35	1,1	2.25

n:Total number of tested insects

*:Number of repeat

**:Numbers of repetition attracted more than another film

AR:Attractive ratios tested film to normal film

(3) 光条件選択試験-2

いずれの供試昆虫も、近紫外線が入射する側の粘着シートに多く誘殺された。また、マメハモグリバエで

は、Cフィルムと比較してL, Mフィルムで近紫外線入射側への誘殺率がやや低かった。(Table 4.)

Table 4. The repercent behavior of *L.trifolii*, *D.sibirica* and *D.isaea* against UV ray absorbable films in the small spaces.

Tested films	Treatment	<i>L. trifolii</i>			<i>D. sibirica</i>			<i>D. isaea</i>		
		No. of repeat	n	% of capture	No. of repeat	n	% of capture	No. of repeat	n	% of capture
C	T	3	160	97	6	232	78	6	107	95
	T + C			3			3			1
M	T	3	126	74	4	158	72	4	80	86
	T + M			15			9			1
L	T	3	132	81	4	173	74	4	99	98
	T + L			12			3			0

T:Transparent stiky sheet

n:Total number of tested insects

(4) 光条件選択試験-3

いずれの試験フィルムでも、供試昆虫の粘着シートへの誘殺率は選択試験-2と比べて低かった。マメハモグリバエ、ハモグリコマユバチでは、いずれの供試フ

ィルムでも近紫外線が入射する側の粘着シートに多く捕獲される傾向にあった。一方、イサエアヒメコバチは、L、Mフィルムで全体の誘殺率が低かった。(Table 5.)

Table 5. The repercent behavior of *L.trifolii*, *D.sibirica* and *D.isaea* from UV ray absorbable films in the larger spaces.

Tested films	Treat-ment	<i>L. trifolii</i>			<i>D. sibirica</i>			<i>D. isaea</i>		
		No.of repeat	n	% of capture	No.of repeat	n	% of capture	No.of repeat	n	% of capture
C	T	3	135	61	4	266	56	4	152	80
	T + C			23						
M	T	3	151	44	4	222	53	3	91	7
	T + M			15						
L	T	3	211	48	4	216	47	3	93	9
	T + L			11						

T:Transparent stiky sheet

n:Total number of tested insects

2) 近紫外線除去の影響に関する屋外試験

トマトの生育はCおよびMフィルム被覆ハウスでは良好であったが、Nフィルム被覆ハウスでは悪かった。これは、日照、土壌条件の違いによると考えられた。

マメハモグリバエ放飼14日後の1複葉当たりの食痕数は、各区間に差はなかった(Table 6)。また、天敵無放飼区でも天敵が黄色粘着板に誘殺され、一部は増加した。

マメハモグリバエは放飼12日後から密度が低下し、C、M区では放飼20~33日後まで横這いや増加した後低下した。一方、天敵無放飼区では放飼33日後まで低下した後、33~38日後に増加した(Fig.3)。

ハモグリコマユバチは、放飼20~27日後にM区で僅かに増加したものの、定着は認められなかった(Fig.4)。またイサエアヒメコバチは、C区とM区で放飼20~33日後にかけて増加したが、放飼33日以降は低下した(Fig.5)。

Table 6. Number of mines per tomato leaf.

Treatment	Number of mines per leaf
C	2.0 NS
M	2.1 NS
N	2.4 NS
N(non - parasitoids)	2.7 NS

NS:no significant (Tukey's test, $p<0.05$)

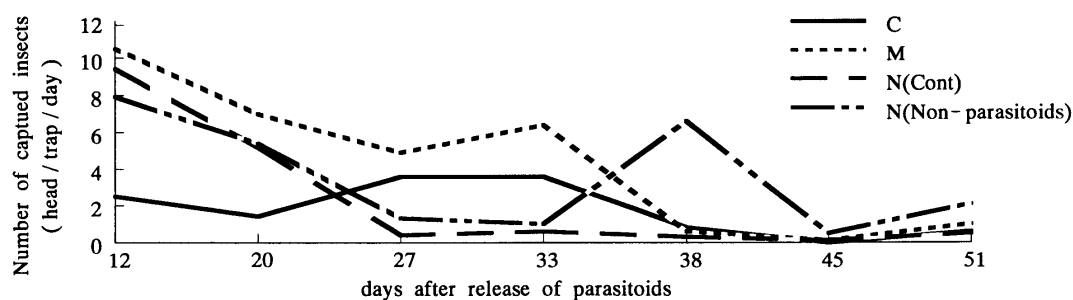
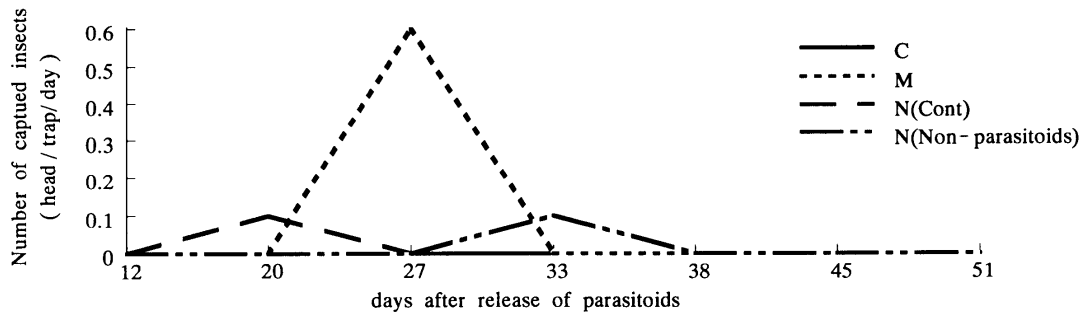
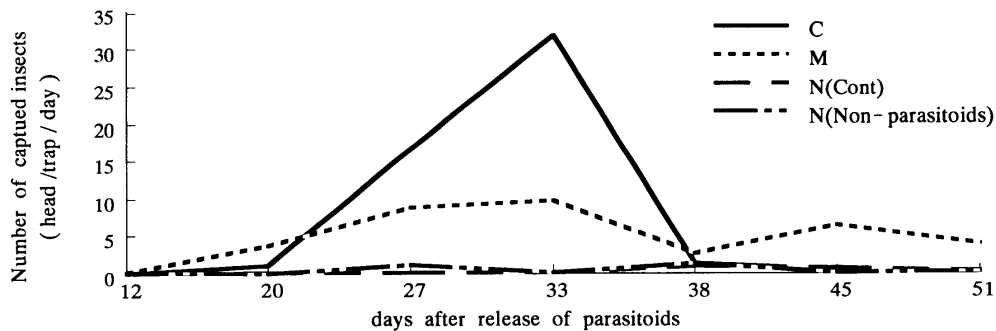


Fig. 3. The trends of captures of *L. trifolii* by yellow sticky trap.

Fig. 4. The trends of captures of *D. sibirica* by yellow sticky trap.Fig. 5. The trends of captures of *D. isaea* by yellow sticky trap.

4. 考察

近紫外線除去の影響に関する室内試験において、光条件選択試験-1では、マメハモグリバエおよびイサエアヒメコバチ、ハモグリコマユバチとも、近紫外線の吸収率が高いC、L、M、Gフィルムと一般農ビであるNフィルムとの組み合わせにおいてNフィルム側に多く誘殺される傾向にあった。一方、吸収特性の低いSフィルムとNフィルムを組み合わせた区、およびNフィルムのみでは誘殺率の差は小さかった。上遠野ら(3)は、マメハモグリバエが近紫外線を除去した環境を忌避することや、Cフィルム被覆下では産卵が抑制されることを確認していることから、天敵であるイサエアヒメコバチとハモグリコマユバチも近紫外線を除去した環境を避けるかまたは近紫外線に誘引されてNフィルム側に多く移動したと考えられる。また、イサエアヒメコバチの誘殺率が低かったのは、恒温室の照度が低かった(2,000~3,000lx)ことや、本種の黄色に対する走性等が影響したと考えられるが、判然としなかった。

近紫外線除去フィルム被覆ハウスで、側窓等の開口部から近紫外線が入射することを想定して光条件選択

試験-2を実施した結果、いずれの供試虫も近紫外線が入射する側で高い誘殺率が得られた。河合(4)は、ミナミキイロアザミウマで、近紫外線除去フィルムを被覆したハウス内に雌成虫を放飼して換気部での成虫の出入りを調査し、一般フィルム区と比較して外部からのハウス内への成虫の侵入が少ない一方、施設外への脱出が多い結果を得ている。このことから、近紫外線除去フィルム被覆ハウスでは、側窓や出入り口などの開口部の近くに生息する天敵が施設外に脱出する可能性が示唆された。

そこで、近紫外線除去フィルム被覆面積に対する開口部の割合をパイプハウスのそれに近づけることを想定して、試験-2よりも空間を大きくした試験-3を実施した。その結果、近紫外線が入射する粘着シート側での誘殺率の方が入射しない側の誘殺率よりも高い傾向は変わらなかったが、全体の誘殺率は試験-2の場合よりも低かった。このことから、供試した昆虫は近紫外線を除去した環境を避けるかまたは近紫外線に誘引されるものの、パイプハウスなどの大きな空間では脱出する個体は少ないと考えられる。

近紫外線除去の影響に関する屋外試験において、マメハモグリバエ放飼14日後の1葉当たり食痕数に区間

差が無かったことから、本種が施設内に侵入した場合、フィルムの種類に関係なく増殖すると考えられる。この結果は上遠野ら(3)の結果と一致しない面もあるが、本試験では成虫誘殺数の調査のみで産卵痕数等は調査しておらず、厳密な比較検討は出来なかった。

マメハモグリバエのモニター用粘着板への誘殺数がM, N(対照), 天敵無放飼区で天敵放飼12~27日後にかけて減少したのは、マメハモグリバエが産卵~幼虫期になったためと考えられる。放飼33日以降、天敵無放飼区で誘殺数が増加したのに対してCおよびM区で減少したのは、CおよびM区で放飼12~33日後にかけてイサエヒメコバチの誘殺率が増加していることから、イサエヒメコバチの寄生により密度が低下したためと考えられる。ミナミキイロアザミウマでは、近紫外線除去フィルム被覆ハウス内でも一般用フィルムと同様に増殖すること(5)が確認されているため、イサエヒメコバチも近紫外線除去フィルム被覆ハウス内でもマメハモグリバエに寄生し増殖することができると考えられる。

ハモグリコマユバチは、調査期間中を通して誘殺数が極めて少なかった。これは、本種が高温に対してあまり適性がないこと、両種を同時に放飼したために種間競争の結果本種が増殖しにくかったことなどが影響しているものと考えられる。しかし、室内試験では近紫外線を除去した環境を避けるかまたは近紫外線に誘引される結果が得られているため、近紫外線除去が天敵のどの行動にどのように影響を及ぼすかを検討する必要がある。

なお、N区と天敵無放飼区で害虫および天敵の密度が上がりなかったのは、Nフィルム被覆ハウスのトマトの生育が悪かったこと、天敵無放飼区に天敵が侵入してしまったことなどが考えられる。

近紫外線除去フィルムは、当初施設野菜の生育促進の観点から研究が進められた(6)が、その後、近紫外線の除去に病害を抑制する効果があること(7)が明らかにされた。さらに、ウィルス媒介昆虫であるアザミウマ類やアブラムシ類に対する施設内への侵入抑制効果(1, 2, 9)を利用して、二次的にウィルス病を防除する技術として利用された。

薬剤防除の困難なマメハモグリバエの防除法としては、ハウスに近紫外線除去フィルムを被覆し、サイドおよび出入り口には寒冷紗を張ることで害虫の外部からの侵入を抑制すること、天敵を適期に放飼して害虫の増殖を抑制することが有効であると考えられる。

5. 摘要

近紫外線除去フィルムを被覆したハウス内でも、マメハモグリバエの天敵ハモグリコマユバチおよびイサエヒメコバチが正常に活動できるかを知る目的で、数種類の近紫外線除去フィルムと一般用フィルムを用いて、室内および屋外で試験を実施した。

1. 室内での近紫外線を除去した環境と除去しない環境を選択させる試験、および限られた部分からしか近紫外線が入射しない環境での試験結果から、供試した昆虫は近紫外線を除去した環境を避けるかまたは近紫外線に誘引されることが確認された。
2. パイプハウスでの試験結果から、近紫外線除去フィルムを被覆したハウス内でも、イサエヒメコバチのマメハモグリバエへの寄生に及ぼす影響は少ないと推察された。

引用文献

1. 外間数男・坂名城晋・仲宗根福則・渡嘉敷唯助.1985.近紫外線除去フィルムによるスイカ灰白色斑紋病の防除.沖繩農試研報 10:123-127
2. 井之本昇る・田中一弘・渡辺勇.1989.ハウレンソウにおける近紫外線除去フィルムのアブラムシ飛来侵入防止効果.関西病虫研会報 31:76
3. 上遠野富士夫・河名利幸.1996.施設野菜害虫の物理的防除法.植物防疫 50(11):468-471
4. 河合章.1986.ミナミキイロアザミウマ個体群の生態学的研究XⅢ成虫の行動に及ぼす紫外線除去の影響.九病虫研会報 32:163-165
5. 永井清文・野中耕次.1982.紫外線除去フィルムによるミナミキイロアザミウマの防除.植物防疫 36(10):466-468
6. 中村浩.1981.キュウリの初期生育に及ぼす近紫外線除去フィルムの影響.今月の農業.21(12):74-78
7. 佐々木次雄.1982.近紫外線除去フィルム利用による病害防除.今月の農業.20(10):16-22
8. 嶋田知英.1994.近紫外線除去フィルムによるタバココナジラミの防除効果と作用機作.関東東山病虫研年報 41:213-216
9. 米山伸吾.1982.ピーマンの黄化えそ病の発生生態と近紫外線除去フィルム被覆による防除.今月の農業.20(10):22-30