灯火誘殺に関する研究

第1報 主としてツマグロヨコバイを対象とした 各種波長(色相)ならびに混光の誘引効果

笹 本 馨・小 林 正 巳

山梨大学教育学部

白 石 啓 文

東芝中央研究所開発部

(1967年12月7日受領)

Insect Control by Light Trap. I. Attracting Effectiveness of Various Lamps of Different Wave Lengths against the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER (Hemiptera : Jassidae). KAORU SASAMOTO, MASAMI KOBAYASHI (Faculty of Education, Yamanashi University, Koufu) and HIROBUMI SHIRAISHI (Central Research, Tokyo Shibaura Electric Co. Ltd., Kawasaki) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **12**: 164-170 (1968)

The attracting effectiveness of the thirteen lamps of different waves which have between 300 and 700nm for the green rice leafhopper was investigated. In the comparisons between each of different lamps alone, BL-lamp (360nm) demonstrated the highest effectiveness throughout the wave length region from invisible to visible. While, the prevailing B-lamp (420nm) indicated the effectiveness value of about 42 percent only as compared with BL-lamp, although its effectiveness is the highest in visible wave region. Also, at 630nm (S-lamp) in visible region a peak of effectiveness was obtained. Furthermore, the combination effect of different lamps with various mixing ratio was investigated and a combination of B- and BL-lamps (mixing ratio 3 : 7) was found to be the highest in attracting the green rice leafhopper.

はじめに

灯火による害虫防除は古くから行なわれ、今なお残る“虫送り”の行事は農薬のなかった時代の防除対策の名残りである。灯火による防除史上、たいまつ、かがり火、行灯(あんどん)、洋灯(ランプ)、電球の5期を経て、杉山(1937)、藍野(1937)、八木(1940 a, b)の趨光性の本質に関する研究が前駆となり、鑓木ら(1942, 1943, 1944)は青色螢(けい)光灯をニカメイガ誘蛾灯として開発して第6期を画し、わが国ニカメイガ防除史を飾る輝かしい研究となっている。

戦後各種殺虫剤の進歩によって、一部ではその必要性が失われたかのように思われているが、多くの殺虫剤は非選択的に有益昆虫をも殺し、また人畜に対する害も批

判のまともになっている。航空機、SS機による大規模散布は他の農業部門との衝突をきたす場合もあり、さらに同一殺虫剤の反復使用は一部害虫に対し抵抗性系統の出現を促す結果となった。このような情勢下において、殺虫剤によらない他の防除法の研究も要望され、漸次その効果が現われつつあるが、前途なお遠きを思わせるものがある。

野村(1965)の灯火による吸蛾類の飛来抑制、忌避などの問題とあわせ、筆者らは害虫防除の一手段として、昆虫類が比較的波長の短い光線に誘引される事実から、紫外線と可視光線の300nmから700nm(1nm(nanometer)=1mμ=10Å)までの波長を異にする13種の人工光源の誘引刺激力を、主としてツマグロヨコバイを対象として調査した。

光によるツマグロヨコバイ誘引刺激の強さは波長，明るさ（主として照度および輝度）によって異なるが，光色を異にする各種昆虫複眼の感度が紫外部のほかに，可視域に第2の極大値のある（八木，1940b）ところから，Sランプの可視光（630nm）と，BLランプの紫外線とをそれぞれ約50%ずつ放射するMランプを試作し，波長300nmから700nmまでの蛍光灯13種を用い，室内および野外で誘引力比較試験を行なった。その結果紫外線と可視光線の質と量との適切なる混光により，誘引刺激力を一層効率化できることを認めたので報告する。ただし本実験では有効波長域の探索に重点をおき，供試蛍光灯の光出力をそろえたのみで，照度および輝度などの影響については今後の研究にまつこととする。ちなみに本実験は1967年6月から9月まで，山梨大学で室内実験と共に付属農場と近郊の水田での野外実験を並行して行なったものである。

本文にはいるに先だち日本特殊農業研究所長上遠章博士，千葉大学野村健一教授，信州大学小山長雄博士のご教導に対し深く感謝の意を表する。

材料と方法

供試蛍光灯の記号および特性は第1表に示し，その分光分布は第1図のとおりである。

第1表 供試ランプの記号と特性

記号	名称または光色	波長の極大値 (nm)
E	健康線用	310
BL	蛍光ケミカルランプ	360
BLB	ブラックライト 蛍光ランプ	360
B	青色	420
G	緑色	530
W	白色	470, 580
WW-A	温白色	470, 580
Y	黄色	570
S	橙色	630
BR	植物育成用	420, 650
R	赤色	650
Sun	太陽蛍光ランプ	490
M	捕虫用試作品	360, 630

注) BLB は青紫色フィルター管，Y, R は特殊品，S は試作品，M は混光効果試験の対照とするため，不可視：可視=50：50となるように試作したもの（2色型）である。

1. 室内試験

厚さ0.1mmの黒ビニール幕で仕切った幅50cm，高さ260cm，奥行150cmの4個の小暗室を直角に十字形にした暗室（第2図）の各室終端に，1種ずつ計4種の供試

第1図 供試ランプの分光分布図。棒グラフは低圧水銀蒸気放電による線スペクトルを示す。

第2図 十字形暗室平面図。aは放虫用昆虫飼育箱、bは水盤、cは電灯、暗室の高さ260cm、黒ビニール幕で作る。

ランプを点灯できるようにした。暗室の中心から各光源までの距離は150cmとし、当日または前日にすくい取りした供試虫を入れた飼育箱の側面を黒ビニール幕で囲い、暗室の中心床上において点灯し、所定時間だけ箱のふたを取っておき、対照の青色蛍光ランプ(B)に対する比誘引刺激力を調査した。

第3図 十字形暗室内の色相別誘引試験。aは電灯、bは水盤、cは放虫用昆虫飼育箱、側面は黒ビニール幕で覆い蓋を上面に向けておく。

2. 野外試験

水稻農林29号を同一条件で栽培した学内水田で、対照青色蛍光ランプのほか、1種または2種のランプをそれぞれ20mずつ離しておき、光源相互間をしゃへいせず、所定時間点灯した。各ランプは20Wで同じ型式のランプを用いたが、捕虫方法は環形ランプ(FCL)はファンで捕虫袋に集め(第4図)、直管ランプ(FL)は下部に深さ15cm、径50cmの水盤に寒冷沙を敷き、水を5cmの深さにいれ、灯油を滴下し、裸ランプを設置する従来方式により、水面に落ちた虫を寒冷沙と共に引上げて乾かしてから調査した(第6図)。

第4図 野外色相別誘引試験。aは環形ランプ、bは20m離れた他の供試ランプ、cは捕虫袋。

3. 組合わせ2灯型混光ランプの誘引効果試験

色相別試験の結果から、近紫外線BLと特殊波長域の可視光との組合わせ混光が、光源の単独使用よりも、ツマグロヨコバイに対し、より強い誘引刺激力を現わすのではないかと考え、分光組織を探索し、より強力で効果的な誘引灯の開発を企てて次の実験を行なった。

近紫外線BLランプと組合わせるのに適当な、可視光成分(色相と配合比率)を選定するために、直管FL-20型可視域色蛍光ランプのうちB、SおよびWW-Aのうちの1管と、BLまたはBLBのいずれか1管とを2灯用灯器に並列して取り付け、各管の一部分に黒い筒をかぶせてしゃ光する方法をとり(第5図)、光出力は同じ大きさの1管の蛍光ランプに相当するようにして野外試験を行なった。この方法は至近距離の昆虫に対する誘引力が異なるものと思われるが、紫外部と可視両部の成分比について、大まかな適値を求めうるものと考えられる。

単一ランプからの分光組成に近似させるため、光源の前に拡散板を設置することも考えたが、紫外部と可視部との透過特性に相違があるところからこれを用いず、ま

第5図 野外混光誘引試験。右側はB、左側は、BL、B:BL=2:8になるように黒い筒紙で覆う。下部は寒冷沙を敷き水を張り灯油を滴下した水盤。

た分光反射特性の相違があるので、反射笠も黒い紙を張って無反射とした（第5図）。

4. 2色型試作ランプの誘引効果試験

この実験のために S ランプの可視光と、BL ランプの紫外線とをそれぞれ約50%ずつ放射する2色型蛍光ランプMを試作し、水田2か所を選んで、BおよびBLランプと共に点灯してそれぞれの誘引力を比較した。同大の直管裸ランプをそれぞれ20mの間隔に配置し、水稻葉端から約10cmの高さで垂直に立てて点灯し、下部の水盤に捕集された虫数を調べた。

第6図 混光誘引試験の捕虫結果。(1967年9月12日 1 (B) および 2 (BL) を対照とし 3 は第5図の装置による誘引捕虫結果を示す。

結 果

1. 室内試験および野外試験

対照光源に対する比誘引刺激力は鐮木ら（1942）の提唱した式を参考とし次式により算出した。

$$\text{比誘引刺激力} = \frac{\text{供試ランプの捕虫数}}{\text{対照ランプ(B)の捕虫数}} \times 10 \cdots \cdots (1)$$

その結果を第2表、第3表に示す。

2. 組合わせ2灯型混光ランプ誘引試験

この実験の比誘引刺激力は(1)式によらず、対照ランプをBLとし、全期間を通じての11例による比誘引刺激力がB=10の場合にBL=20であるところから次式を用い、その結果は第4表に示す。

$$\text{比誘引刺激力} = \frac{\text{供試ランプの捕虫数}}{\text{対照ランプ(BL)の捕虫数}} \times 20 \cdots \cdots (2)$$

本実験で採用した2灯用灯器による部分しゃ光試験の方法が、単一ランプからの分光特性と比較し、近似値であるか否かを検討するため別に試験を行ない、試作したMランプと、これに近似な混光比、S:BL=5:5の組合わせ光の誘引刺激力は10:10.4であることを知った。

3. 2色型試作ランプMの誘引試験

水稻の品種、栽培条件、温湿度、風、生息密度、ランプの大きさに影響されることが認められ、第5表、第6表に示されたように、同一地区でもBLとMとでツマグロヨコバイの捕虫数順位が変わる場合も生じた。田富村水田での8月24日、25日、31日の試験では、BLランプよりもMランプにニカメイガが多く誘引された。

考 察

室内実験は虫の活動期と一致するよう午後7時以降に行なった。飛来条件を左右する要因は各区とも同一条件下で行なう利点はあるが、光源間の距離が相互に近いため、誘引力の強い光源が他の光源に相当大きな影響を与えたのではないと思われる。野外実験は生息密度の影響も大きいと思われるが、無風の夜に行なったので、それぞれの誘引力に相応した捕虫数を得たものと思われる。

室内野外両試験の結果、ツマグロヨコバイの誘引刺激効果は、可視部よりも近紫外部がすぐれ、極大波長が360nmにあるBLランプが効果を示し、紫外部の極大波長310nmをもつEランプはBLランプに比べ誘引効果の劣ることが認められた。BLBとBLは紫外部の分光エネルギー分布およびその放射強度がほとんど同じであるが、BLBは濃い青紫色の外管を用いてあるため、可視光はBLの1/4程度で、誘引刺激力がBLの約75%となったのはこのためと思われる。可視部の色蛍光ランプの誘引刺激力は、不可視紫外線蛍光ランプに比してはるかに小さく、実験結果からBランプは、各色蛍光ランプのうち誘引力が最大であるが、BLランプの約42%にすぎない。誘引刺激力が可視域に第2の極大値のあることは、八木（1940b）の指摘したところであるが、本実験ではBのほか波長の極大値が630nmのSランプにその傾向

第2表 室内における誘引比較実験

実験 番号	実験月日 と時刻	温度	光源の種類										
			E	BLB	BL	B	G	W	Y	S	BR	R	Sun M
1	7月24日 午後7:30～7:40	29℃				5			0		0	0	
2	7月26日 午後8:00～8:30	—			74	10	3	0					
3	7月29日 午後6:30～7:00	29℃				46 (26)			18 (39)		15 (26)	3 (33)	
4	7月31日 午後6:00～6:30	30℃			100 (45)	8 (75)	1 (10)	0					
5	8月1日 午後6:07～7:27	28℃				3 (0)				0 (0)		1 (0)	42 (47)
6	8月2日 午後6:50～7:30	29～ 30℃	16 (37)	45 (62)		10 (60)							58 (52)
7	8月8日 午後3:30～3:50	33～ 34.5℃			83 (54)	8 (12)				2 (50)			47 (57)
8	8月9日 午後3:50～4:10	33.5℃			25 (76)	9 (78)				1 (0)			14 (57)
比誘引刺激力			16	45	82.6	10	2.1	0	1.9	1.2	1.6	0.3	3.3 68.0

注) 表中の数字はツマグロヨコバイ捕虫数, 括弧内は雌のパーセントを示す。実験1は FCL-20 吸引捕虫, 実験2, 3, 4は FCL-20 水盤捕虫, 実験5, 6, 7, 8は FL-20 水盤捕虫。

第3表 野外における誘引捕虫実験

実験 番号	実験月日と条件	光源の種類									
		BLB	BL	B	G	W	WW-A	Y	S	BR	R
9	9月2日 くもり 22℃			77 (39)				66 (46)			
10	9月3日 はれ 21℃			218 (22)	135 (53)	116 (51)					
11	9月4日 高くもり 23℃			191 (19)						142 (22)	117 (32)
12	9月5日 24.5℃			748 (30)			561 (57)		688 (61)		
13	9月11日 くもり	1657 (34)	2185 (30)	930 (22)							
比誘引刺激力		17.8	23.5	10	6.2	5.3	7.5	8.6	9.2	7.4	6.1

注) 実験はすべて学内水田で終夜点灯し, 実験9, 10, 11は FCL-20 吸引捕虫, 実験12, 13は FL-20 水盤捕虫。表中の数字は第2表と同じ。

第4表 可視、紫外の組合せ混光における誘引捕虫実験

実験 番号	実験月日と条件	光源の種類と混光の配分比									
		B 10	BL 10	S+ BLB 2:8	S+ BL 3:7	M 10	WW-A +BLB 2:8	WW-A +BL 3:7	B+ BL 1:9	B+ BL 2:8	B+ BL 3:7
14	9月6日午後7:00～9:30 くもり・あめ 23°C	534 (48)	1739 (41)			1175 (41)					
15	9月7日午後7:00～10:00 くもり 22°C	457 (43)	975 (35)			691 (32)					
16	9月8日午後7:00～10:00 はれ 22°C	920 (35)	1408 (38)			1748 (31)					
17	9月9日午後7:00～10:00 はれ 22°C	803 (28)	1146 (27)			1166 (26)					
18	9月12日終夜 くもり 22°C	469 (27)	898 (44)							806 (46)	
19	9月14日終夜 くもり 21.5°C	223 (26)	370 (37)	326 (34)							418 (26)
20	9月15日終夜 くもり 19°C	157 (47)	381 (50)				346 (50)		345 (50)		
21	9月16日終夜 はれ 22°C	227 (55)	476 (42)		397 (47)			423 (45)			
22	9月17日終夜 はれ 22.5°C	125 (51)	264 (56)		216 (52)						292 (49)
比誘引刺激力		10.2	20	17.6	16.6	18.2	18.2	17.8	18.1	18.0	22.4
可視成分(%)		73	13	22	37	53	22	38	19	23	31

注) 実験は学内水田で、FL-20 水盤捕虫。表中の数字は第2表に同じ。

第5表 2色型試作ランプMによる誘引捕虫実験(Ⅰ)

実験 番号	実験月日と条件	光源の 種類	鱗翅	鞘翅	膜翅	毛翅	直翅	双翅	蜂蟻	ツマグロ ヨコバイ
23	8月5日	B	96	95	0	12	3	131	1	30 (60)
	午後 9:20～10:30	BLB	97	243	0	12	1	152	0	58 (72)
	夕立後	M	132	89	1	16	2	71	1	125 (56)
24	8月9日	B	108	83	0	27	2	2195	1	99 (55)
	午後 8:00～10:00	BL	180	169	1	33	5	3801	3	128 (55)
	うすぐもり 25～26°C	M	179	439	9	70	5	4296	1	246 (65)

注) 実験は白根町の水田で、FL-20水盤捕虫。表の数字は第2表に同じ。

が認められ、ツマグロヨコバイに対する誘引刺激力は、Bランプの92%であった。BLランプと各色蛍光ランプ組合せ混光は、Bランプ単独使用に比べ1.6倍以上の誘引刺激力が認められた。可視光成分の蛍光発光の極大値が420nm付近にあるBランプを用い、BLと組合わせ、その比をB:BL=3:7とした場合の平均値は、BL単独使用にまさり、約11%増加した。この場合Bランプ

の光には紫外成分が約27%、BLランプには約87%占めているから、上述の3:7の比は正確には31:69となる。

試験の時期によってツマグロヨコバイの性比が異なるが、その原因は不明である。第5表の目別誘引虫数調査によると、膜翅目、蜻蛉目、蜂蟻目などの有益昆虫がはなはだ少なく注目すべきことである。

紫外部と可視部とにそれぞれ誘引効果のあるピークを

第6表 2色型試作ランプMによる誘引捕虫実験(Ⅱ)

実験 番号	実験月日と条件	光源の 種類	ニカメイガ	ツマグロ ヨコバイ
25	8月24日 午後 7:50~9:20 はれ 26~25°C	BL M	1 (100) 5 (80)	— —
26	8月25日 午後 7:05~8:35 小雨・くもり 28~26°C	BL M	11 (55) 20 (80)	— —
27	8月31日 午後 6:30~8:30 くもり 22~21°C	BL M	0 2 (100)	1024 (34) 808 (38)
28	9月1日 午後 7:08~8:40 くもり 24°C	BL M	— —	1893 (16) 1500 (12)
29	9月5日 午後 6:30~8:30 くもり 24°C	BL M	— —	192 (17) 285 (31)
30	9月6日 午後 6:35~7:20 くもり 27~24°C	BL M	— —	179 (18) 137 (20)

注) 実験 25, 26, 27, 28 は田富村の水田で, 実験 29, 30 は白根町の水田で, いずれも FL-40 水盤捕虫。表の数字は第2表に同じ。

もつランプが認められ, 両部の混光効果は紫外部の効果的なランプに, 可視部の明るさ(照度)および輝度の影響があるものと考えられるが, この実験では有効波長域の探索に重点をおいたため, 単にランプの光出力をそろえるにとどめ, 紫外域の強さと可視域の照度および輝度との関連については, 今後の検討にまたなければならない。少なくとも従来の青色蛍光灯より有利な光源の開発が可能であると推察される。この混合光線は有用昆虫類をほとんど誘引しないので防除上有利と思われ, またMランプのように効果的な分光分布を単独1灯で出すようなランプを開発することが望まれる。

1灯の有効面積, 灯の近くに飛来する虫の処理, 被害軽減度の算定, 設置費用, 水稻の生理作用に及ぼす光源の影響など今後の研究課題である。甲虫類, 蛾類も誘引されるので果樹, そ菜園への応用も考えられる。

摘 要

ニカメイガ誘殺に効果のある青色蛍光灯Bを対照として, 不可視域紫外線 300nm から可視域光線700nmまでの波長を異にする13種のランプを供試し, ツマグロヨコバイを対象に, 各ランプ単独使用の場合の誘引効果を調べたが, Bランプは可視域で最高であったが, 不可視域のBLランプに比べ約42%の効果を示したにすぎない。

昆虫類が波長の短い不可視域に反応を示し, 可視域にも第2の刺激力を示す部分のあるところから, 誘引効果を調べ, Bのほか, 実験的にピークが認められたSおよび可視光全域の波長をもつWW-AとBLとの配合比率を変えて混合光線を作り, 供試した結果, B:BL=3:7の比率で混光したものが効果的な誘引力を示すことを認めた。

引用文献

- 藍野祐久(1937) 螟虫に関する研究報告. 1937年度: 4~24.
 鍋木外岐雄 杉山章平・藍野祐久・原田常雄・杉浦誠之助(1942) 誘蛾灯の研究(1). 照学誌 25: 83~96.
 鍋木外岐雄・杉山章平・藍野祐久・鹿嶋普・原田常雄・杉浦誠之助(1943) 誘蛾灯の研究(2). 照学誌 27: 51~64.
 鍋木外岐雄・杉山章平・藍野祐久・石倉秀次・原田常雄・杉浦誠之助(1944) 誘蛾灯の研究(3). 照学誌 28: 47~66.
 野村健一(1965) 電灯照明による吸蛾類の防除について. 農及園40: 1111~1114.
 杉山章平(1937) 有色光線に対する二化螟蛾の反応. 応動9: 195~204.
 八木誠政(1940a) 二化螟虫複眼の構造及機能について. 農林省農試報 3: 183~206.
 八木誠政(1940b) 二化螟虫の紫外線感光波長範囲に就て. 応動12: 138.