

数種の蛍光灯の光に対するアカエグリバ およびアケビコノハの複眼反応*

松 沢 寛, 福 永 隆 子, 豊 村 啓 輔**

I 緒 言

アカエグリバ *Oraesia excavata* BUTLER やアケビコノハ *Adris tyranus amurensis* STAUDINGER などのいわゆる果実吸取蛾類の防除に関しては、誘殺灯の応用(7, 9, 15, 18-20, 38-40), 防虫網被覆(7, 9, 18, 41), 誘引物質や忌避物質の応用(8, 14, 44-46)などの試験研究のほか, 病原微生物の利用に(35, 36) 関する若干の実験的研究なども行なわれてきたが, 現在に至るもなお, 完璧な防除方法は見つかっていない。近年に至って, 果樹園の電灯照明によってかなりこれらの果実吸取蛾類の飛来数を減少せしめようという報告(1, 3-7, 9-10, 13, 19-31, 33, 34, 42-42, 47, 49, 50, 52) や, その点ではあまり実用性を認め難いという報告(11, 18, 37) あるいは, 飛蛾数をおさえることは困難だが照明することによって, ある程度それらの吸汁加害活動を抑制させようといった報告(16, 17) が公にされている。このような電灯照明による方法は, 電灯照明を行なうことにより, 夜間, これらの蛾類の複眼の暗順応状態にあるものが, 昼間同様の明順応状態に変わることによって, 蛾の活動性に变化をもたらすと的前提に立って理解されている(複眼の状態変化は, 大まかには, その外ばうの変化によってわかるが, 途中の移り行きの段階があるので, 判定には主観が伴いやすい)。

筆者等は1969年から1970年にかけて, 実用的意味もかね, 分光エネルギーを異にする5種類の20W市販蛍光灯を用いて, アカエグリバおよびアケビコノハの両種を照明処理し, 複眼の色素細胞の経時的移動状況を顕微鏡的に追跡してみ一方, これと直接に関連のある若干の実験を行なったので, 以下にその概要を述べることにする。

本文に入るに先だって, 実験に多大の御便宜をいただいた本学助教授山本喜良博士(育種学研究室), ならびに蛍光灯の特性に関して種々の御教示をいただいた松下電器産業(株)照明研究所森田政明氏に対し, 深く感謝の意を表するとともに, 度々の実験材料の採集その他に大いなる助力をいただいた徳島県立板野高等学校農業科生徒諸君に, あわせて厚く御礼を申し述べる次第である。

II 実験方法

この実験に用いたアカエグリバおよびアケビコノハは, いずれも1969年および1970年の8月中, 下旬に, 徳島県板野郡板野町内の2ヶ所のブドウ園において捕獲したもので, その中から羽化後の日数の比較的浅い, 活力旺盛な個体を選抜し, 1群は蛍光灯による複眼の照光処理および暗処理に他の1群は蛍光灯照射による蛾の吸汁活動抑制の効果を調べるためのケージ実験に使用した。

照光処理の光源としては, 黄色カラード蛍光灯(FL-20 YF), 白色蛍光灯(FL-20W), 青色蛍光灯(FL-20B), 複写用蛍光灯(FL-20 BA-37), ブラックライト・ブルー蛍光灯(FL-20BLB)の5種類の蛍光灯を用いたが, いずれの灯とも, 松下電器産業製の20W蛍光灯でその特性は, 第1図および第1表のようであった。

Table 1. Intensity of illumination at the position of 40cm apart from the light source

Fluorescent lamp (20W)	Lux
Coloured (Yellow)	3 6 0
Standard white (4500°k)	3 8 0
Blue	1 1 0
U-V lamp (Energy maximum at 370nm)	3 8
Black light blue	0. 2

(13°C)

* 本研究の大要は昭和45年度日本応用動物昆虫学会大会(岡山)で講演した。

** 徳島県立板野高等学校教諭

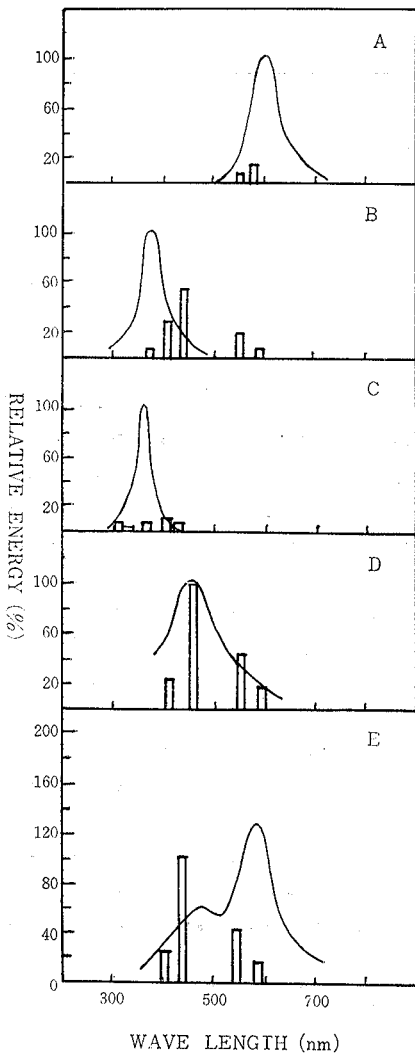


Fig. 1. Spectral energy distribution of the five kinds of 20W fluorescent lamp used

- A : Coloured (Yellow)
- B : U-V lamp (Energy maximum at 370nm)
- C : Black light blue
- D : Blue
- E : Standard white (4500°K)

複眼の照光処理は、それぞれの種類の蛾（アカエグリバ、アケビコノハ）を昆虫針によって平板上に所要頭数ずつならべて保定し、完全な暗黒状態におき、照光処理開始とともに、第2図のような装置の下に運び出して、光源から40cmの距離をおいて処理をなし、5分経過ごとにそれらの中から2-3頭ずつ取り出して、その複眼を Carnoy 液（98%アルコール6：クロロフォルム3：氷酢酸1）で固定した。プレパラートの作製等は常法に従って行ない、のち顕微鏡撮影を行なって複眼の色素移動の状態を詳細に検討した。

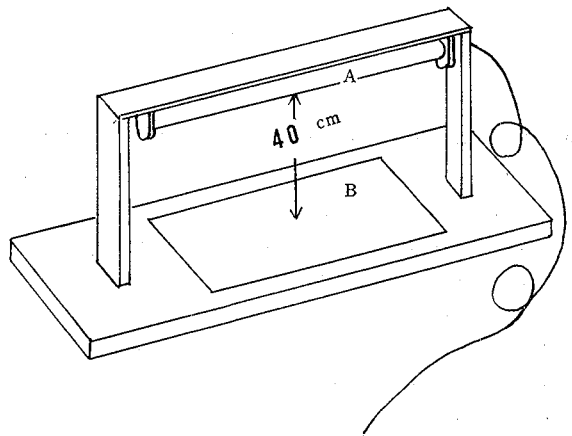


Fig. 2. Apparatus of illumination for inducing the light-adjustment of the compound eyes of moth

- A : Fluorescent lamp
- B : Setting plate of moth

一方、暗処理の方は、あらかじめ白色蛍光灯の直下50cmの距離のところまで照光処理しておいたものを、一挙に暗室内に運びこみ、10分経過ごとにその一部を取り出して前同様に Carnoy 液で固定し、プレパラートを作製して鏡検撮影を行なった。

また、吸汁活動抑制実験は、第3図のような90cm四角のサラシ網ケージを用いて、その上（天井部外側）にパラフィン紙にのせたナシ果（2半果）を切口を下にして置き、ケージ内の下方から上面に向けて照明するようにセットしたが、1ケージには、3日間餌を絶ったアカエグリバ10頭とアケビコノハ5頭あてを放飼した。もちろん、実験の都度（毎日）、ナシ果も放飼蛾も新鮮なものを取り替えることにしたが、吸汁活動の状態は、直接の観察ならびに吸汁のためサラシ網の網目を通してパ

ラフィン紙に穿孔せられた蛾の穿刺孔数を調査する方法をとることとした。なお、この場合のケージの設置は、本学付属農場の水田農道上に30m間隔で一直線に並べ、1電源から一斉に点灯、消灯ができるように配線した。

III 実験成績ならびに考察

以上のような方法によって行なったアカエグリバおよびアケビコノハの複眼の暗順応状態から明順応状態への変化、すなわち照光処理による複眼色素細胞の移動の時間的変化の概要（一部）は、4-5図のようであって、時間がたつに従って色素細胞が、次第に表面のレンズ層から離れて、眼の内部の方に移動して行っているのが見られる。蛾の

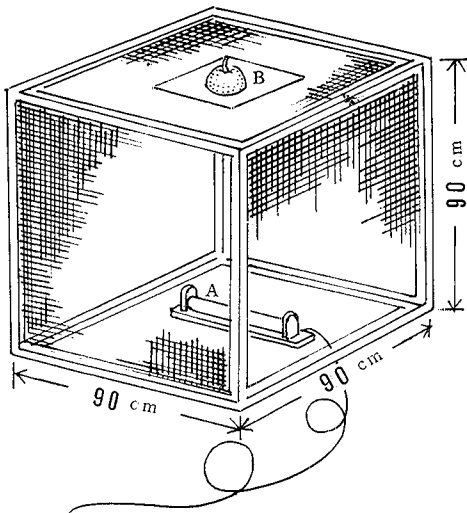


Fig. 3. Cage for the experiment on the fruit-piercing activities of moths under the illumination

- A : Fluorescent lamp
- B : Cut fruit

種類により、また、蛍光灯の種類によって、若干の差異は見られたが、概括的には第2表のごとくになった。すなわち、大づかみな表現を用うれば、いずれも大体15—25分ぐらいで色素の移動開始が認められ、25—35分ぐらいで移動の完了が認められたが、今回の実験においては、黄色カラード蛍光灯では幾分反応がおくれ、ブラックライト・ブルー蛍光灯では、照度が極端に低いにもかかわらず、反応が幾分速く進む傾向が見られた。

従来の諸研究を通覧すると、電灯照明によるアカエグリバおよびアケビコノハなどの複眼の明順応化の速度は、一般に照度が高いほど速く、また、波長の方からいうと、460nm—520nm程度がもっとも速やかであることが指摘されている。今回の実験では、波長、照度ともに異なった5種類の蛍光灯を照明に用いているので、以上の実験成績から直ちに照度、あるいは波長と複眼色素移動の速度との関係を厳密な意味で論ずることはできない。

しかしながら、照度の低い、波長の短い(400nm以下)複写用蛍光灯やブラックライト・ブルー蛍光灯などの光でも、非常に近距離の場合には、他の白色蛍光灯、青色蛍光灯などにさほど劣らず明順応化に有効のようであって、波長、照度と明順応化の速度との関係については、なお、若干の問題が存するよ

うにも思われる。同時に、光源の輝度も何等かの関係が存するであろう。

Table 2. Time in minutes for inducing the light-adjustment of the compound eyes of *Oraesia excavata* and *Adris tyranus amurensis* from the start of illumination (Figures showing the time from the beginning to the end of migration of the pigment cells.)

Fluorescent lamp	Moth	<i>Oraesia excavata</i>	<i>Adris tyranus amurensis</i>
	Coloured (Yellow)		20 — 35
Standard white (4500°k)		15 — 30	20 — 35
Blue		15 — 30	15 — 30
U-V lamp		15 — 30	20 — 35
Black light blue		15 — 25	15 — 25

ところで、以上のべたところと逆の、複眼の明から暗への順応の速さであるが、これは第6図にも一部示したように、反応は前の場合よりかなり速やかなようで、いずれの灯でも、だいたい10—20分程度で大方暗順応に近い状態になり、20分以上たつとほぼ完全な暗順応状態になるものようであった。したがって、暗から明への順応速度の方が、その逆の明から暗への順応速度よりも、若干時間が多くかかる傾向のようである。けれども、アカエグリバとアケビコノハの両種について明から暗への順応の速さを比較すると、傾向的に、前者の方が若干反応が速やかなようであった。

さて、果実吸引種類の複眼を、暗順応状態から明順応状態へ、あるいはその逆方向へ変化させる効力は、本実験で使用したようないろいろな灯種のいずれにも存在することは明らかであるが、前にも述べたように、照度と複眼の反応の速さとの関係は、一般に高いほど速く、かつまた、効力の範囲も広いので、応用的な立場からすると、明るさの点は一応無視できないことと思われる。一方また、野村^(24,26,27)および野村等⁽²⁵⁾もすでに指摘しているように、波長の短い蛍光灯の利用は、多数の陽性走光性を示す昆虫(多くの害虫を含む)を、とくに灯の付近に誘引することが著るしいので、たとえ明順応化に有効であっても、いきなりそれらの利用ということには若干問題があり、そうし

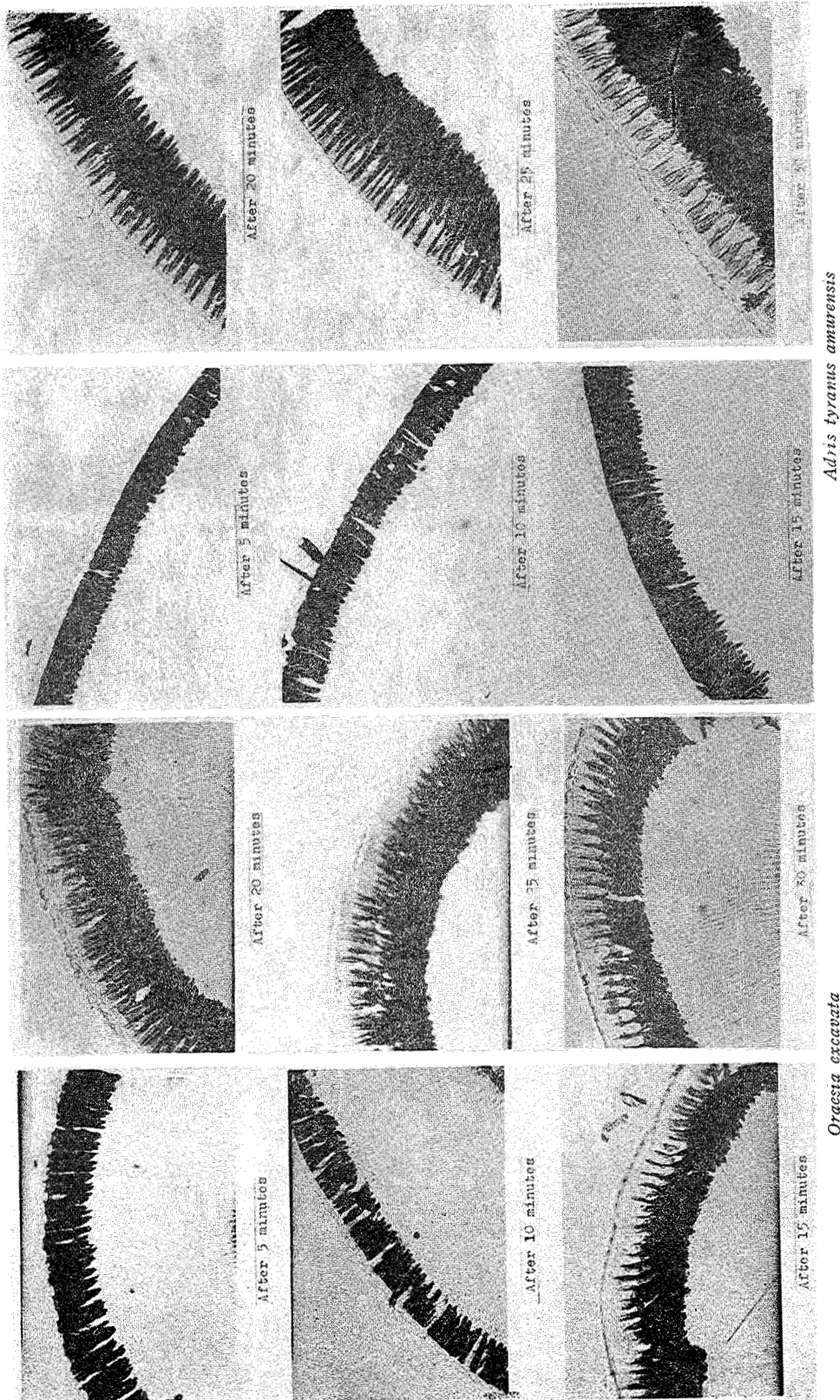


Fig. 4. Migratory phases of pigment cells in the compound eyes of *Oraesia excavata* and *Adris tyranus amurensis* after the start of illumination with the standard white fluorescent lamp
Previous to the start of experiment, the moths have been kept in the dark.

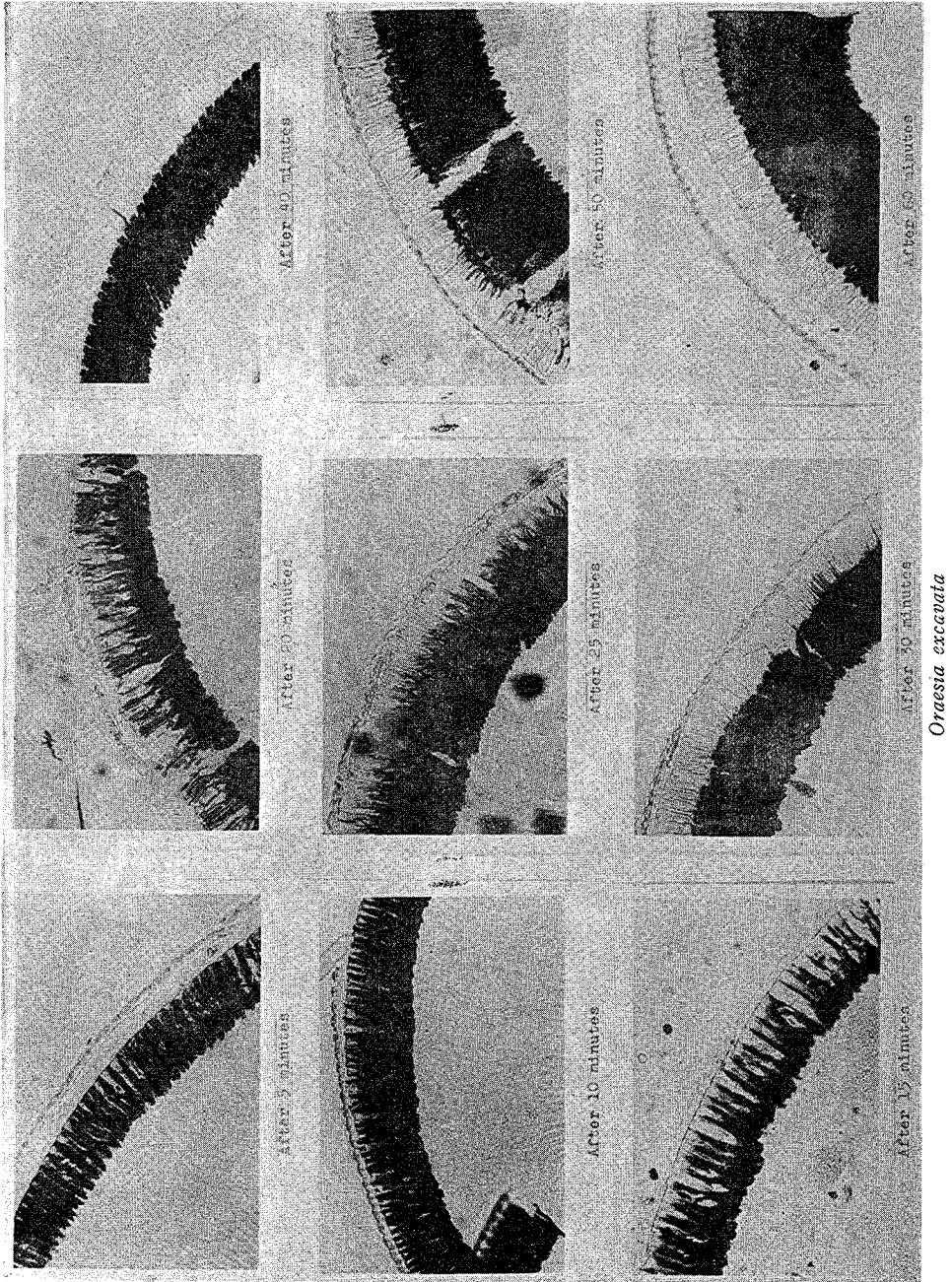
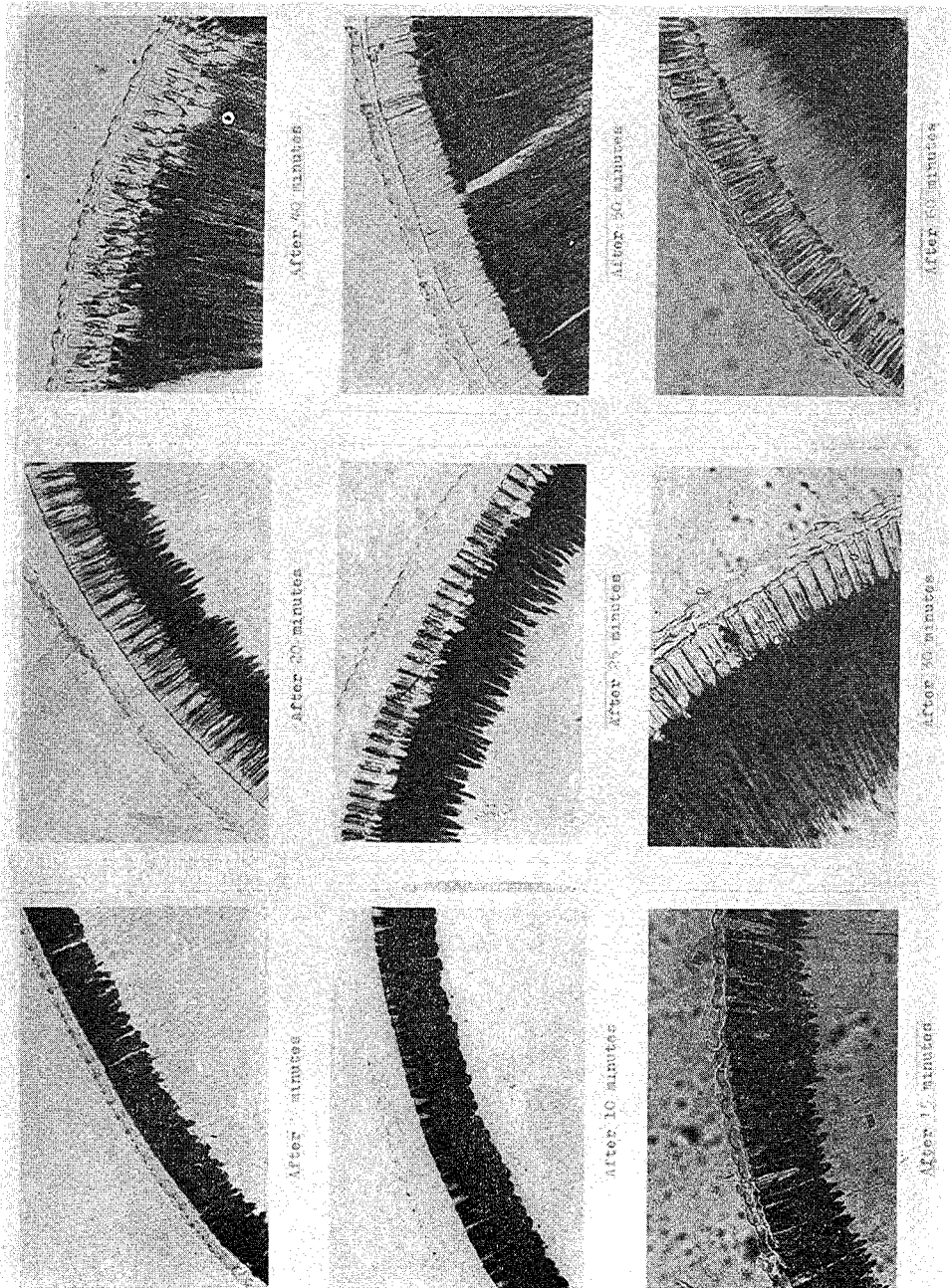
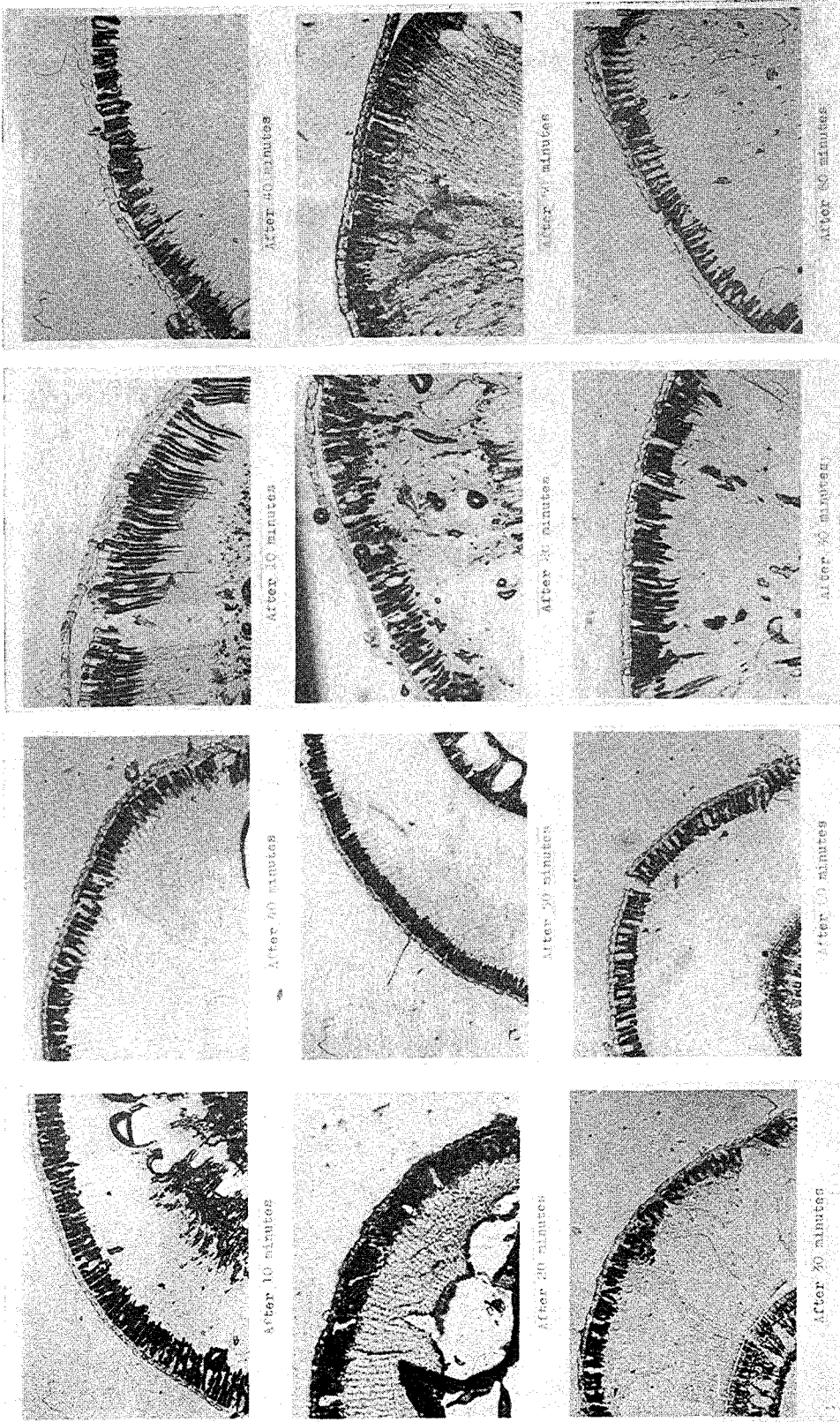


Fig. 5. Migratory phases of pigment cells in the compound eyes of *Oraesia excavata* and *Adris tyranus amurensis* after the start of illumination with the black-light blue fluorescent lamp

Previous to the start of experiment the moths have been kept in the dark.



Adris tyranus amurensis



Adris tyranus amurensis

Oraesia excavata

Fig. 6. Migratory phases of pigment cells in the compound eyes of *Oraesia excavata* and *Adris tyranus amurensis* after the start of dark treatment
Previous to the start of experiment, the moths have been kept in the light of the standard white fluorescent lamp

た意味からは、かえって昆虫類に対する誘引力の弱い灯、たとえば、黄色カロード蛍光灯などの方が有利であろうと思われる。

けれども、こうした電灯照明による果実吸収蛾類の複眼の明順応化が、一部の研究者が主張するように、果樹園への飛来蛾数を相当に減少せしめるのであれば、これらの害虫防除上には非常に好都合であろうが、もし、蛾の飛来防止の効果があまり期待できないとすれば、実際的な防除の見地からはそれほど大きな期待はかけられないことになる。事実、筆者の1人松沢等の過去10年あまりにわたる度重なる試験では、電灯照明による飛来蛾数抑制の効果は、果樹園を相当に明るくしてみても、きわめて不十分であった。

ところで、電灯照明は、過去の研究でも、今回の実験でも明らかなように、複眼の明順応化を促進することは疑いない。しかし、40cmという至近距離内でも、色素移動開始までに15—25分程度はかかるので、このことを考え合わせると、これらの果実吸収蛾類が照明により明順応化をおこす以前に果樹園に侵入してしまい、果実を損傷することは十分に考えられることであり、そうすると、ある程度の実害は避け難いものとなるので、これらについては、なお、今後検討の余地が多い。

次に電灯照明によるアカエグリバおよびアケビコノハの吸汁活動抑制についての実験成績であるが、この成績は第3表に示したごとくである。この場合も、実験に用いた各蛍光灯とも、照明することによって、明らかに吸汁活動が抑制される傾向を示し、既報(1968)⁽¹⁶⁾と同様な成績となった。こうしたことから、少なくとも、電灯照明によるこれらの蛾類の複眼の明順応化は、吸汁活動を相当顕著に抑圧することは明らかで、果樹園の電灯照明の果実吸収蛾類に

Table 3. Fruit-piercing activities of both species of moths in a experimental cage under the illumination with each fluorescent lamp (Figures showing the number of holes made by rostrum of moth on the paraffin paper placed under the cut fruit.)

(A) *Oraesia excavata*

Date F. lamp		Aug. 15					Aug. 16					Aug. 17					Aug. 18					Aug. 19				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
p.m. 7.20	Light						8	7	5	4	5						2	3	10	4	5					
↓	⇕											25	23	38	25	25						23	20	42	40	29
10.00	Dark	28	29	39	32	27																				
10.00	Light	12	8	8	4	8						15	5	3	6	9						3	6	5	4	10
↓	⇕																57	55	50	80	30					
a.m. 4.00	Dark						32	39	60	38	20															

Number of moths released : 10/cage

(B) *Adris tyranus amurensis*

Date F. lamp		Aug. 15					Aug. 16					Aug. 17					Aug. 18					Aug. 19				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
p.m. 7.20	Light						0	1	2	2	0						1	1	2	0	2					
↓	⇕											10	14	18	18	10						15	15	17	14	19
10.00	Dark	5	5	10	15	6																				
10.00	Light	1	1	2	3	1						5	2	4	3	2						1	1	1	0	9
↓	⇕																20	17	25	20	18					
a.m. 4.00	Dark						18	18	30	18	10															

Number of moths released : 5/cage

F. lamp (20W)→A:Standard white (4500°K), B:Blue, C:U-V lamp, D:Black light blue, E:Coloured(Yellow)

対する効果を、こうした吸汁活動抑制の意味で理解することには今もってまったく異議はない。したがって、問題は、電灯照明によって、その前の段階である蛾の果樹園への飛来数をいかにすれば期待されるように制限できるかということにかかっていると見える。最近、野村 (1970)⁽³²⁾ は、従来の研究から発展して、さらに大型廻転灯を試作して実地に果樹園で試験し、これによって相当な防除効果があることを認めたとする。もし、これらが、飛来蛾数抑制という上からも、真に有効であるとすれば、防除上きわめて有利と考えられるが、普遍的に應用可能であるかどうかは、今のところよくはわからない。

IV 摘 要

果実吸蛾類の代表的な種類であるアカエグリバおよびアケビコノハの複眼の、光に対する反応、とくに暗順応状態から明順応状態への変化、および明順応状態から暗順応状態への変化の過程をしらべるために、1969年から1970年にかけて実用的な意味もかねて、分光エネルギーのことなる5種類の20W市販蛍光灯（黄色カラー・蛍光灯 FL-20YF、白色蛍光灯 FL-20W、青色蛍光灯 FL-20B、複写用蛍光灯 FL-20BA-37、ブラックライト・ブルー・蛍光灯 FL-02 BLB）を用いて、複眼を照光処理し、色素細胞の経時的移動状況を顕微鏡的に追跡した。

一方、また、同じ5種類の蛍光灯を直接照明することによって、ケージ内に放った両種の蛾の吸汁活動が、どの程度に抑制できるかをしらべるための実験を行なった。これらの成績は次のごとくである。

- (1) 至近距離（光源から虫体までの間隔：40cm内）では、いずれの蛍光灯もほぼ同様に複眼の明順応化に有効であり、複眼の色素細胞の移動開始には両種とも大体15—25分を要し、移動完了までには、大体25—30分を要した。
しかし、明順応状態から暗順応状態への変化は、暗から明への順応の速さより若干はやく、10—20分ぐらいで大体暗順応に近い状態となり、20分以上たつとほぼ完全な暗順応状態になることが認められた。この明から暗順応への変化は、アケビコノハよりもアカエグリバの方がわずかに速い傾向が認められた。
- (2) 蛍光灯照明によるアカエグリバおよびアケビコノハの吸汁活動抑制の効果は、ケージ試験では、いずれの灯とも、ほぼ同様に非常に明確に認められた。
- (3) ブラックライト・ブルー・蛍光灯のような暗いものでも、近距離内では明順応化、吸汁活動抑制の効果が認められたが、相当へだたった位置からでも常に有効であるかどうかは疑わしく思われる。

〔付 記〕

この論文において筆者等は、従来よく使用されている明適応とか暗適応といった用語をさけて、明順応、暗順応などの語を用いた。適応 adaptation と順応 adjustment はその概念もことなり、生物学用語としては区別して用いるべきだという見解に立っているからである。

参 考 文 献

- (1) 浅見与七：日農研昭和40年度年報，1—12 (1966)。
- (2) 東堯・芋谷曉史郎：照明誌，39，29—32 (1955)。
- (3) 布施又六・谷口正治・加納正和：果実吸蛾類の生態および防除に関する研究（日本農研），47—48(1967)。
- (4) 八田茂嘉：同上，19—24 (1967)。
- (5) HATORI, I. NOMURA, K: Rec. Div. Meet. Plant. Prot., XIth Pacific. Sci. Congr., Tokyo, 63—77(1966)。
- (6) 早河広美・塩入良貞：同(3)，45—47 (1967)。
- (7) 石谷敏夫・八田茂嘉：果実吸蛾類の防除に関する研究（日本植防協），53—62 (1962)。
- (8) 弥富喜三・宗像桂・斉藤哲夫：同(3)，35—39 (1967)。
- (9) 河野通昭：同上，81—90 (1962)。
- (10) ————：同(3)，30—35 (1967)。
- (11) 高知県果試：蛍光灯照明による夜蛾類の防除に関する研究，1—49 (1970)。
- (12) 小山長雄・滝沢達夫・小松玲子：昭和34年度応動昆虫大会講要，2 (1959)。
- (13) 九電宮崎支店：宮崎県の果樹園電化，1—11, (1965)。
- (14) 松沢寛：昭和35年度応動昆虫大会第4回シンポジウム，34—37 (1960)。
- (15) ————：香川大農応昆虫研特報，(1)，1—45. (1961)。
- (16) ————・豊村啓輔・小浜礼孝：四国植防研究，(3)，73—80 (1968)。
- (17) ————・福永隆子：昭和45年度応動昆虫大会講要，6 (1970)。
- (18) 宮下忠博・知久武彦：同(7)，37—50 (1962)。
- (19) 森介計：愛媛果試報告，(1)，65—55 (1960)。

- (20) ———— : 昭和36年度 応動昆虫大会第5回 シンポジ
要, 1-4 (1961).
- (21) ———— : 同(3), 24-30 (1967).
- (22) 西沢勇男: 同(3), 49 (1967).
- (23) 野村健一: 農薬, 10, 38-41 (1963).
- (24) ———— : 農園40, 83-86 (1965a).
- (25) ———— · 大矢慎吾 · 渡辺一郎: 応動昆虫誌, 9,
179-186 (1965b).
- (26) ———— : 同上, 41, 33-36 (1966a).
- (27) ———— : 千葉大園学報, (14), 27-34 (1966 b).
- (28) ———— : 応動昆虫誌, 11, 21-28 (1967 a).
- (29) ———— : 第27回日昆大会講要, 32 (1967 b).
- (30) ———— : 同(3), 7-14 (1967 c).
- (31) ———— · 服部伊楚子: 昆虫, 35(3), 312-322
(1967 d).
- (32) ———— : 昭和45年度 応動昆虫大会講要, 5(1970).
- (33) 大串龍一: 長崎農林七果樹部昭和38年度病害虫試験
成績, 146-162 (謄写刷) (1964).
- (34) ———— · 山口孝之 · 塩田勝也: 九州病害虫研究会
報, (10), 37-39 (1964).
- (35) 於保信彦: 同(19), 36-38 (1961).
- (36) ———— · 山田俣雄: 同(3), 39-44 (1967).
- (37) 岡山県農試害虫研究室: 果実吸蛾類の防除に関する
研究, 1-11 (謄写刷) (1967).
- (38) 奥代重敬: 園芸誌, 21, 14-24 (1952).
- (39) ———— : 農園, 28, 41-45 (1953).
- (40) 大森尚典 · 森介計: 青色蛍光灯利用による吸収性夜
蛾類の被害防止試験成績書 (愛媛県農業電化協), 1-
27 (謄写刷) (1959).
- (41) ———— · ———— : 同(7), 65-80 (1962).
- (42) 大谷功令: リンゴ梨の夜蛾防除に関する成績書 (第
1報), 1-19 (謄写刷) (1967).
- (43) 佐土根範次: 生環調, 2, 1-6 (1964).
- (44) 齊藤哲夫: 同(13), 30-34 (1960).
- (45) ———— : 同(19), 32-36 (1961).
- (46) ———— · 宗像桂 · 弥富喜三: 同(7), 91-99
(1962).
- (47) 塩入良貞 · 早河広美: 農園, 40, 95-99 (1965).
- (48) 末永一: 植防, 10, 17-20 (1963).
- (49) 渡辺一郎 · 河村広己: 農電研報, (7), 1-13(1966).
- (50) ———— · ———— : 同(3), 14-19 (1967).
- (51) YAGI, N., KOYAMA, N. : The Compound Eye
of Lepidoptera, Tokyo p.319 (1963).
- (52) 山本栄一 · 杉田旭 · 中島 茂: 同(3), 49-52
(1967).

On the response of the compound eyes of *Oraesia excavata*
and *Adris tyranus amurensis* to the light of several kinds
of fluorescent lamp

Hiroshi MATSUZAWA, Takako FUKUNAGA, and Keisuke TOYOMURA

Summary

Microscopical observations on the process of light-adjustment and dark-adjustment of the compound eyes of *Oraesia excavata* and *Adris tyranus amurensis* which are two important species of the fruit-piercing moth, especially on the state of migration of the pigment cells after the start of the light treatment and the dark treatment were performed from 1969 to 1970 using five kinds of 20W fluorescent lamp having different spectral power such as Coloured (Yellow), Standard white—4500° K, Blue, U-V lamp—Energy maximum at 370nm, and Black light blue.

On the other hand, the experiment on the fruit-piercing activities of both species of moth under the illumination with each fluorescent lamp above mentioned was also conducted from the practical point of view using cage (90cm×90cm×90cm).

The results of these studies are summarized as follows :

- 1) The effectiveness of each kind of the fluorescent lamp on the light-adjustment of the compound eyes of both species of moth was equally remarkable at the place of 40cm apart from the light source,

and the beginning of migration of the pigment cells was observed after 15-25 minutes from the start of illumination and the close of their migration was observed after 25-35 minutes in general.

However, the change from the light-adjustment state to the dark-adjustment state was considerably quicker in general than the change from the dark-adjustment state to the light-adjustment state, and the state close to the dark-adjustment was observed after 10-20 minutes from the start of the dark treatment and the state of the complete adjustment was observed after 20 minutes or more in general. The dark-adjustment of the compound eyes of *Oraesia excavata* seemed somewhat quicker than that of *Adris tyranus amurensis*.

- 2) The effectiveness of illumination with each kind of fluorescent lamps on the disturbance of fruit-piercing activities of both species of moths in a experimental cage was equally remarkable in general.
- 3) Within a short distance, even the black light blue fluorescent lamp was considerably effective on the light-adjustment of the compound eyes and on the disturbance of fruit-piercing activity of each species of moth in a cage, however, the effectiveness apart far from the light source is questionable.

(1971年5月31日受理)