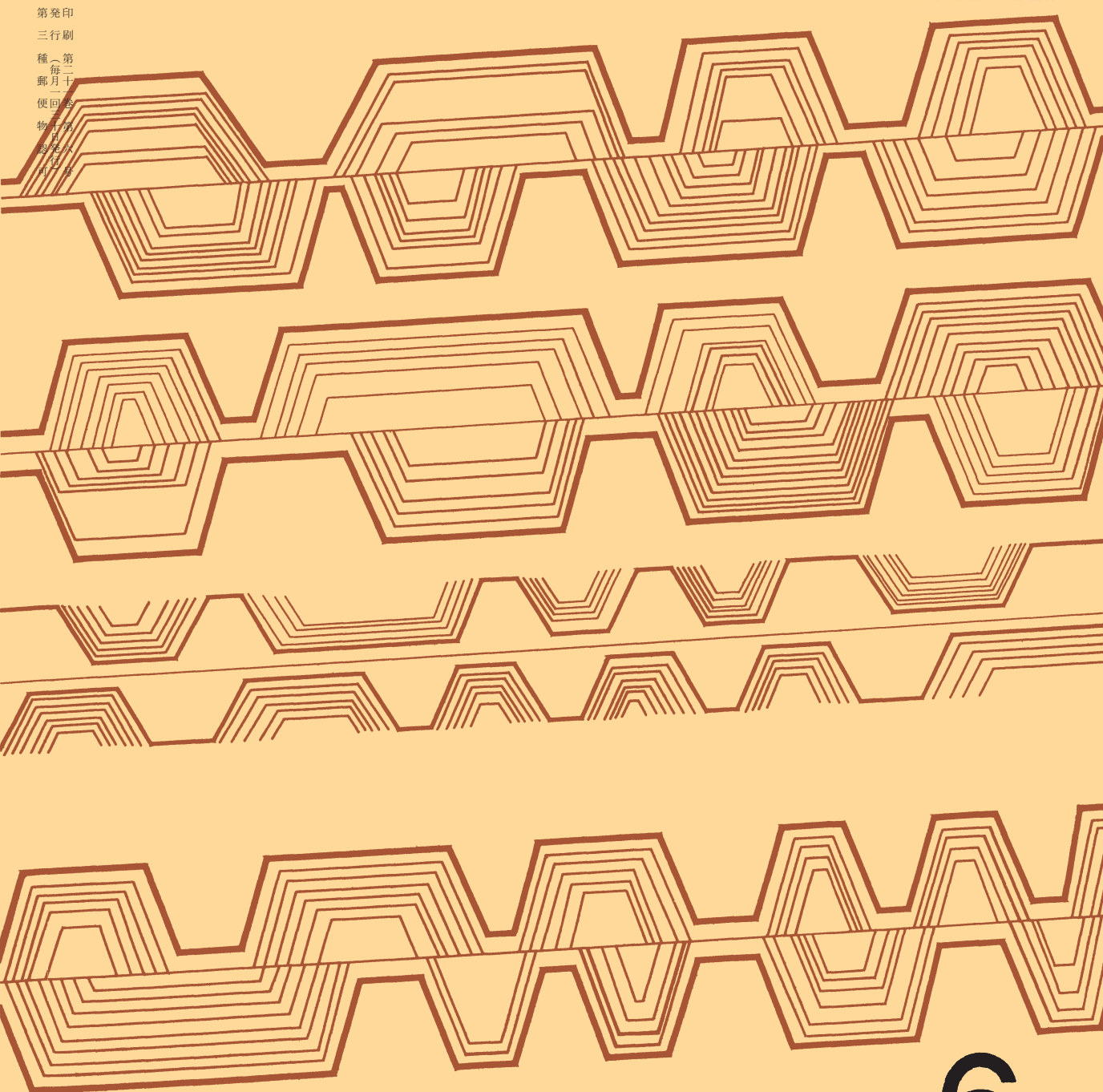


# 植物防疫

昭和四十二年六月二十五日  
昭和二十四年九月三十日  
第三行刷  
種(第二)月十一日  
便回送  
物行第  
總發水  
可一集



6

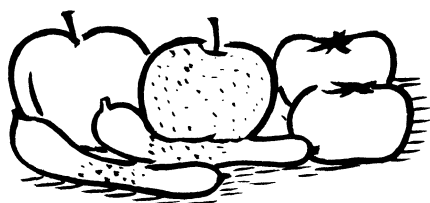
特集 相 變 異

1967 VOL 21

# 果樹・果菜に

有機硫黄水和剤

## モノックス



説明書進呈



- ◆ トマトの輪紋病・疫病
- ◆ キュウリのべと病
- ◆ リンゴの黒点病・斑点落葉病
- ◆ ナシの黒星病・黒斑病
- ◆ カンキツのそうか病・黒点病
- ◆ スイカの炭そ病
- ◆ モモの灰星病・黒星病・縮葉病

大内新興化学工業株式会社

東京都中央区日本橋小舟町1の3の7

## 共立背負動力防除機 DM-7A



### 私はDMで稲を刈ります！

私は1ヘクタールの水田を持っており稲を中心にイタリアンを裏作として有畜農業を営んでおります。

昨年まで、稲やイタリアンの刈り取りは、手ガマで刈っておりました。先日共立のDM-7Aは、防除機でありながら稲刈り、草刈りができるということを知ってさっそく農協から買い入れました。2反ほど刈り取って見ましたが、調子は良好、性能は抜群、そのうえ軽いのでぜんぜん疲れを感じません。それに組立てが簡単で刈り取り成績も予想通りでした。

長野県南安曇郡三郷村明盛 塩原健策



共立農機株式会社

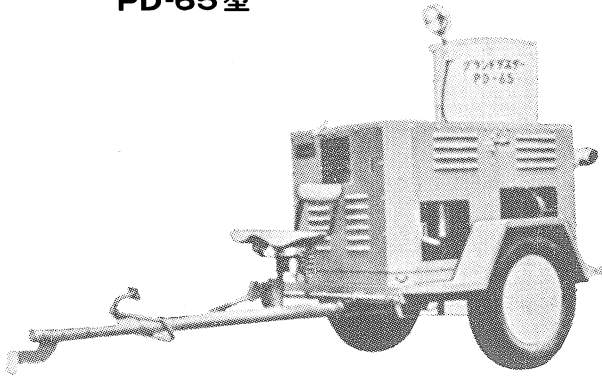
本社／東京都三鷹市下連雀379 TEL 0422-44-7111

世界に **アリミツ高性能防除機** 伸びる

**クランドタスター**

PD-65型

散布機の王様！ **PD-65**



- 風速風量が大きく、畦畔より六〇メートル巾散布出来ます
- ナイヤガラ粉管を使用すると自然の影響を受ける事がない
- 送風機は左右に方向転換が簡単に出来ます
- 送風機は自動首振装置により散布効果を上げます
- 水田の規模により吐粉量は毎分二ー六キロまで自由に調節が出来ます



**クランドタスター**

**有光農機株式会社**

本社 大阪市東成区深江中一丁目 16

3年の実績がものを云う

**安**定したイモチ病防除効果

米の増収に一躍有名な



**キタジン®**

非水銀低毒性有機合成殺菌剤

**キタジン普及会**

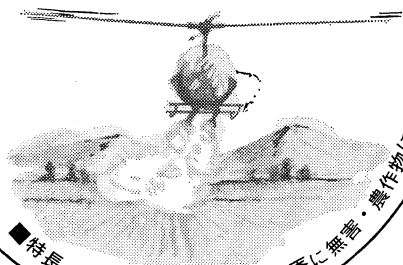
(事務局 東京都渋谷区桜ヶ丘町32イハラ農薬内)  
会員会社 東亜農薬・八洲化学工業  
三笠化学工業・サンケイ化学  
イハラ農薬

**全購連**

種子から収穫まで護るホクコー農薬

いもち病に

ホクコー®  
**カスミン**

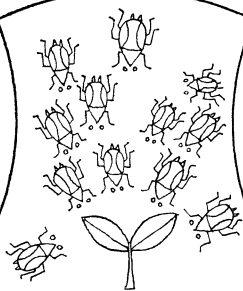


■特長

強い防除効果・人畜魚畜に無害・農作物に安全

スイカたんそ病・  
つるがれ病に

**モン** 乳剤



■特長

予防効果、治療効果とも優れ、経済的

野菜アブラムシに

PSP<sup>®</sup>204粒剤

ニマルヨン

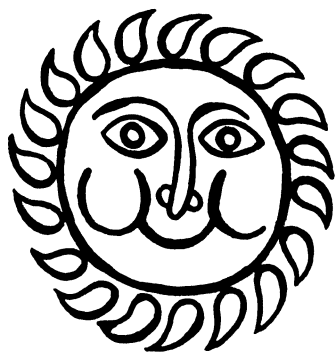
■特長

土にまくだけですばらしい効きめ



北興化学

東京都千代田区内神田2-15-4(司ビル)  
札幌・東京・新潟・名古屋・大阪・福岡



サンケイの  
園芸農薬

根から吸収する

**ジメトエート粒剤**

土壌害虫に

**テロドリン・ヘプタ・アルドリン**

蔬菜の病害にかかせない

**ポリラム-S**

線虫防除に

**D-D・ネマヒューム・ネマナックス**

果樹害虫に

**硫酸ニコチン・硫酸アナバジン**



サンケイ化学株式会社

東京・埼玉・大阪・福岡・鹿児島・沖縄

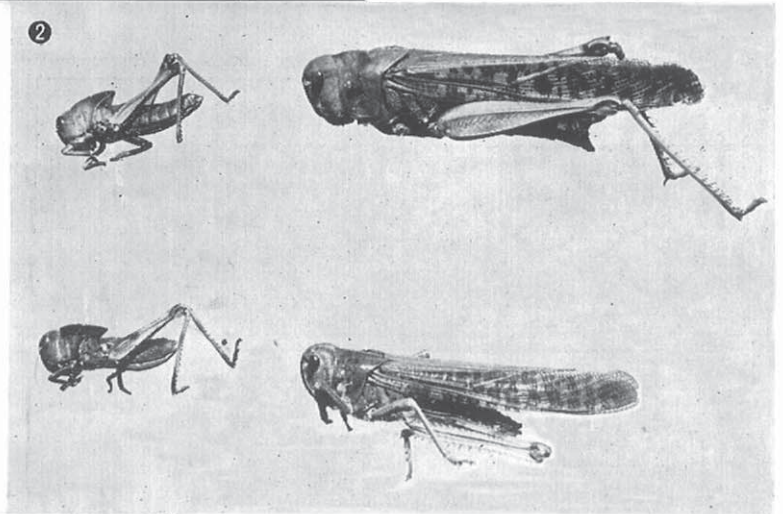
# バッタ・ ヨトウガ類 の 相変異



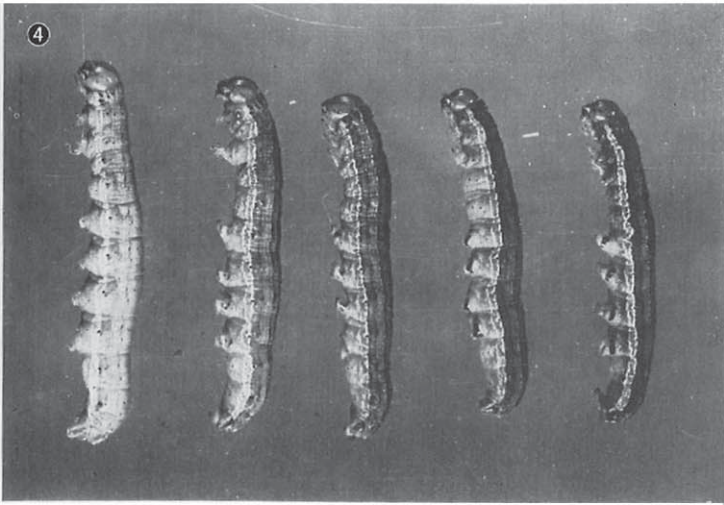
① ワタリバッタの群飛  
(THIS IS DU PONT *The Story of FARM CHEMICALS* より転載、  
開発・サービス担当駐日代表島津文栄  
氏の了承による)

② 日本産ダイメヨウバッタの相変異  
上：孤独相（1頭飼育），下：群居相（集団飼育）；左：幼虫，右：雌成虫

日本では群居相への転換や群飛はみられないが、実験的に幼虫を高密度で飼育すると、幼虫の体色に黒・橙のパターンが発達し、成虫でははねの相対的な長さが増すなど、群居相の特徴をもった個体を生ずる。  
(岸本良一氏の未発表飼育実験によって得られた標本)



③ 1921年にワタリバッタの相説を初めて発表した B. P. UVAROV 卿（写真右側）  
(Anti-Locust Research Centre にて、1960年内田俊郎氏撮影)

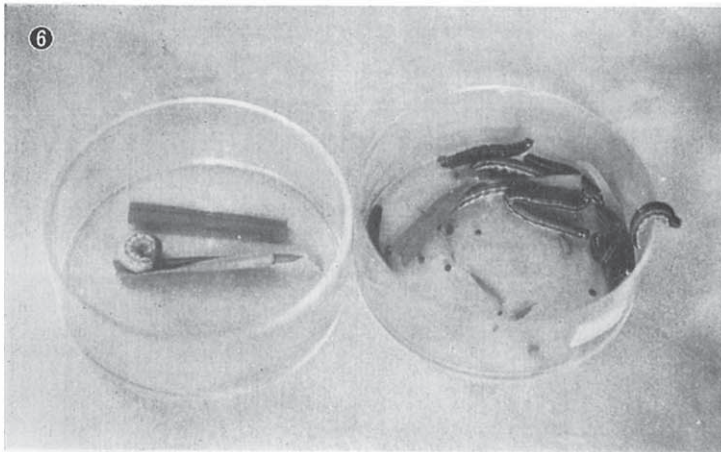


④ アワヨトウ終令幼虫の体色変異

低密度の時みられる黄緑ないし赤褐色の淡色型(最左側:体色指数1)から大発生下に多い黒色型(最右側:指数5)まで一連の生息密度に依存した体色変異がある。

⑤ アワヨトウの大発生(出穂後の水稲)  
(新保友之氏撮影)

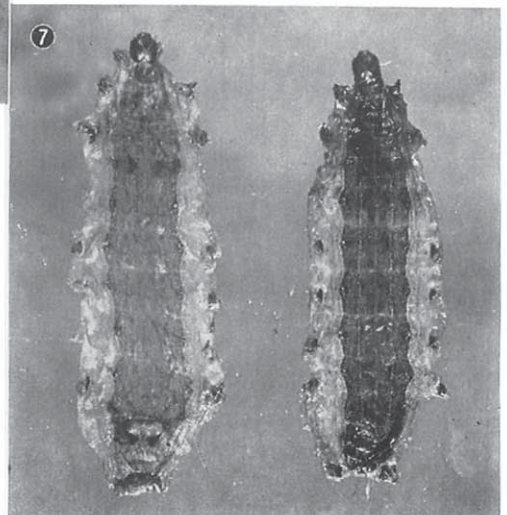
高密度型(黒化)幼虫が現われ昼間でも活動する。



⑥ アワヨトウの低密度型(淡色)幼虫と高密度型(黒色)幼虫の行動  
明るい所でシャーレ内に落とすと低密度型は体を丸めてじっとしているが、高密度型はすみやかに逃げ出そうとする。後者が頭を同方向に向け、群移動的な行動を示していることに注意。

⑦ ハスモンヨトウの外皮のパターンの変異

右は低密度に多い淡色型、左は高密度で現われる黒化型。密度が高くなると頭蓋、外皮背部、腹脚などが黒化してくる。



# 植物防疫

第 21 卷 第 6 号  
昭和 42 年 6 月号

# 目 次

## 特集：相変異

生息密度に依存した昆虫の多型.....	巖 俊一.....	1	
バッタ・ヨトウガ類の相変異.....	巖 俊一.....	4	
相変異と内分泌.....	日高 政隆.....	14	
ヨツモンマメゾウムシの多型と貯穀害虫化の問題.....	内田 俊郎.....	19	
アブラムシにおける生活様式の進化と翅型.....	田中 正.....	25	
ウンカの翅型と個体群動態.....	岸本 良一.....	31	
社会的ストレス説と哺乳類個体群動態.....	田中 亮.....	35	
集合性昆虫にみられる集合効果.....	森本 尚武.....	40	
中央だより .....	30, 47	防疫所だより.....	45
学界だより.....	13	短 信.....	13
人事消息 .....	3	換気扇.....	48

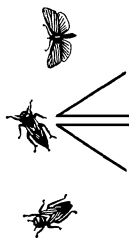
世界中で使っている  
**バイエルの農薬**

バイエル生物研究所の細菌培養

説明書進呈

日本特殊農薬製造株式会社  
東京都中央区日本橋室町 2 の 8

# 稲の害虫を一掃……



## ペスコンビ<sup>®</sup>乳剤 粉剤

- ベスタンとE P Nのコンビで卓効を示します。
- イネのすべての主要害虫に有効です。  
ニカメイ虫・サンカメイ虫・ツマグロ・ウンカ類  
ツトムシ・クロカメムシ・カラバエ  
ハモグリバエ・ドロオイムシなど
- イネに葉害のおそれがなく併殺効果が優れているので害虫防除の省力化ができます。
- 使用法  
乳剤 1,000~1,500倍 粉剤 3~4kg(10a当り)

●抵抗性のツマグロ・ウンカ類に  
メカルバム剤 **ペスタン<sup>®</sup>** 乳剤  
粉剤



大阪市東区道修町  
武田薬品工業株式会社

農-55

農薬解説書の決定版!!

### 新刊図書

## 農薬ハンドブック

福永一夫(農業技術研究所病理昆虫部農薬科長)編集  
農業技術研究所農薬科・農薬検査所担当技官 執筆

B 6 判 373 ページ 美装幀 ビニールカバー付

実費 600 円 千 70 円

本書のご注文は  
直接本協会へ  
前金(振替・小為替・現金)  
でお願いいたします

昭和 41 年 6 月末日現在登録の全農薬を殺虫剤, 殺菌剤, 殺虫殺菌剤, 除草剤, 殺虫除草剤, 農薬肥料, 殺そ剤, 植物成長調整剤, 鳥獣忌避剤, 展着剤などに分け, 各薬剤の特性, 適用病虫害, 製剤(商品名を入れた剤型別薬剤の紹介), 取扱い上の注意などの解説を中心とし, 他に一般名, 商品名, 構造式および化学名, 毒劇物指定および毒性を表とした農薬成分一覧表, 適用病虫害・病害・作物別に使用薬剤を表とした対象病虫害別使用薬剤一覧表, 薬剤名・商品名・一般名・化学名よりひける索引を付した植物防疫関係者座右の書!!



# 生息密度に依存した昆虫の多型

## —— 定住型と移住型の分化 ——

京都大学農学部昆虫学研究室 巖 俊 一

### 1

動物の個体数の変動と調節のしくみを解き明かそうとする個体群動態の研究は、害虫や他の有害動物の発生予察や防除の基礎理論として近年ますますその重要性が増してきている。

従来の個体群動態の理論は、一般に個体群を構成する個体の性質が平均的に一定であるとして組立てられて来たが、最近になって、個体数の変動と個体の性質の変化の関連をより深く分析する必要のあることが認識されるようになってきた（たとえば CHITTY, 1965; FRANZ, 1965; UVAROV, 1961）。

昆虫類には、生息密度の高低に応じて個体の形態機能がいちじるしく変化する例がいくつか知られている。中でもワタリバッタやヨトウガ類にみられる相変異、アブラムシの胎生雌やウンカ類の翅型の二型など、高密度になると移動に適したタイプの個体が見られる一連の多型現象は、個体群密度の自己調節機構として役立つとともに、時間的空間的な個体数の変動にも密接に関連している。このような多型は、一部の昆虫にのみ見られる特殊現象と見なされやすいが、そこには動物の個体群の動態や進化について考えるにあたっての、より一般的なプリンシプルを見出す手がかりもかくされているに違いない。

このような観点から、今少し詳しくこれらの多型について検討してみよう。

### 2

生息密度の高低に応じて起こる個体の形態機能の変化が最もよく研究されて来たのは、ワタリバッタの相変異についてであろう。低密度下でみられる孤独相 (solitary phase) の個体は定住的で集合性をもたないが、高密度下で育った群居相 (gregarious phase) の個体は集合性が強く、幼虫期には群行進、成虫期には群飛する傾向が強い。幼虫の体色にもいちじるしい差がみられ、成虫の相対的な翅の長さは群居相のほうが大きい。孤独相から群居相への変換は個体間の相互刺激を通じて起こるが、沙漠、半沙漠地帯に位置する大発生中心地でこの

ような変換が生じた後、広大な地域に群移動して大害を与える。これによく似た変異はヨトウガ類などにもみられる（本号巖の次項参照）。

アブラムシ類の胎生雌の有翅型と無翅型の二型は、おもに食草を季節的に変える種にみられ、有翅型の出現は高密度のほか、熟度の進んだ食草、低温、短日などの条件下で多くなる。しかし最近の BONNEMAISON (1951), JOHNSON (1965~66), LEES (1965) らの研究によると、密度以外の条件が翅型決定に果す役割は、従来考えられていたよりも限られたものであるらしく、密度の影響も寄生植物の状態を変化させることによる間接的な働きではなくて、個体間の相互刺激（おもに接触刺激）によることが明らかにされてきた（野田、本誌 13 巻も参照）。

ウンカ類にみられる長翅型と短翅型の場合も、アブラムシの二型によく似ていて、生息密度が高まると長翅型の出現率が高くなる。1 頭を隔離飼育した時でも、イネ以外の雑草や条件の悪いイネ葉を与えると長翅型がたくさん現われる（岸本、1959）。それ故、高密度で長翅型が出現するのも、食草の生物的条件づけの結果ではないかと一応考えられるのであるが、より直接的な個体間の相互刺激も少なくとも一部の役割を果していることが証明されている（城野、1963; 渡辺、1967）。

ヨツモンマメゾウムシには飛ぶ型と飛ばぬ型の二型があるが、豆当たりの幼虫密度が高い時飛ぶ型が多く出現する。これは高密度下で起こる加害豆の発熱現象によって環境温度が上昇するためであると考えられる（本号内田参照）。

この他、長翅、短翅の二型の出現に少なくとも一部密度効果が関与している例は、コオロギ類 (GRASSE, 1965; 佐伯、1966)、チャタテムシ (BADONNEL, 1949)、カタビロアメンボ (鈴木・栗原、1957) などでも知られている。いずれも高密度は長翅型の出現率を高める。

### 3

これら一連の多型では、いずれも生息密度が低く、生息場所の条件が好適な場合には移動力の小さい定住的なタイプを生じ、これは一般に増殖力が大きい。一方、密度が高くなり、生息場所の条件が悪くなると形態的にも

機能的にも移動に適したタイプが現われる。したがって、これらは一括して、定住（増殖）型と移住型の分化と呼んでもさしつかえなからう。

昆虫の多型現象を发育段階の違いとしてとらえる見方が WIGGLESWORTH (1954) によって展開されたが、KENNEDY (1956, 1961) はワタリバッタやアブラムシの多型にこの考えを適用し、定住型は移住型に比べてホルモンのバランスのみでなく、生理的行動上の機能においても、より幼虫的であると考へた。彼によれば、好適な生息場所を利用し成長することは幼虫的機能であり、新しい生息場所を発見するのは典型的な成虫の役割であって、増殖という一見もつとも成虫的な機能は、むしろ成虫期における幼虫的機能の再開とみるべきであるという。最後の点にはいくらかこだわりも感じられるが、定住型を幼虫的または植物的 (vegetative) な方向、移住型を成虫的あるいは感覚行動 (sensorimotor) 的方向への分業と考へる KENNEDY の説は、上に述べたすべての例にほぼ当てはまるように思われる。

## 4

いくつかの昆虫群にみられる定住型と移住型の分化は、上述のように多くの共通点をもっているが、さらに詳しく検討すると、重要な相違点もあって、少なくともバッタ・ヨトウとウンカ・アブラムシに代表される二つのグループに大別できるようである (巖, 1962)。

今、両グループのおもな相違点を挙げると下表のようである。

ウンカ・アブラムシ類では、その原始型は翅の発達した飛しょう力のあるタイプであったと考へられる。

JOHNSON & BIRKS (1960) は周到な実験の結果に基づいて、アブラムシの胎性雌の胚はすべて有翅型の发育コースをとるものとして出発するが、出生前および出生後

の一定の感受期中の条件いかんで無翅型コースへの乗りかえが起こり、いったん後者のコースに移ったものは再び有翅型には変わりえないという考へを提出している。

アブラムシやウンカの翅型の二型は、季節的な寄主転換を行なう種にみられるが、飛しょう力のない定住型は形態的にも明らかに幼虫的 (neotenic) であって、二次寄主のよい食草の条件と低い生息密度の下で現われる事実は、この型が種の歴史の中で比較的最近に利用可能となった、より好適で安定した生息場所での増殖型として分化したことを暗示している。

ヨトモンマメゾウムシの場合は、恐らく飛しょう筋の発達度に決定的な差があると思われ、飛ばぬ型は飛しょう力がない点で、バッタ・ヨトウ類の相変異よりも、ウンカ・アブラムシの多型に近い。そしてこの種でも、やはり飛ばぬ型は貯蔵穀物という新しい生息場所によく適応しており、比較的最近に分化してきたタイプと考へられる。

二次的な生息場所は、ウンカ・アブラムシ類にみられるようにしばしばある季節にのみ存在するから、高密度のほか食草の成熟度や温度、日長なども生息場所の不適合のサイン刺激として働いて移住型を生ずる場合のあることは容易に理解できる。

一方、ワタリバッタの場合には、定住型 (孤独相) の成虫でも相当遠距離を移動する能力をもち、サバクトビバッタ *Schistocerca gregaria* などでは相の区別なしに季節的移動を行なう。またウンカ・アブラムシ型の多型が成虫期になって初めて機能上の分化を示すのに対し、バッタ・ヨトウ型では幼虫期にも機能の分化がみられる。さきの KENNEDY の考へのように、与えられた生息場所の利用と成長を幼虫本来の機能と考へれば、高密度で現われる移住型 (群居相) の幼虫は、定位行動の能力、群移動の習性などよりみてむしろ特殊化したタイプと考へ

バッタ・ヨトウガ類とウンカ・アブラムシ類の定住型と移住型の相違

	バッタ・ヨトウ型	ウンカ・アブラムシ型
変異の現われ方	連続的、中間密度では中間型が現われる	不連続的、中間型はむしろ例外とみなすことができる
1世代内における型の転換	密度の変化により、どの发育時期からでも逆方向に変化する	一定の感受期をすぎれば型の変換は困難
移動能力の違い	相対的、定住型 (単独相) も移動能力をもつ。また移住型 (集合相) は幼・成虫期とも移動傾向が強い	絶対的、定住型成虫は飛ぶことができない。移住型の移動は成虫期にのみみられる
移住型の移動の型式	群移動	各個体バラバラの分散
幼虫期の体色	単独相は淡色で保護色とみなしうるが、移住型はいちじるしく黒化し、かつコントラストの強い体色を示す	顕著な違いはない
发育	移住型のほうがはやい	おそい

られる。ワタリバッタの集合性や行進行動が学習を通じて獲得されるという事実もこの見解を裏付ける。

ワタリバッタやヨトウガ類はもともと沙漠や半沙漠地帯の居住者であるが、その生息場所である草原のサイズや分布は、雨量に制約されてきわめて不規則に変化する。このような状況下では、個体数の変動がはげしく、しばしばこみ合いや食物不足にさらされるであろう。こうした生活上の危機に対する適応として、ウンカ・アブラムシ類の場合とは逆に、移動力の大きい、より成虫的な移住型が種の進化途上で分化してきたのではないかと考えられる。そして雑食性で葉を嚙食するこれらの昆虫では、必ずしも季節には関係のない生息場所の不適化のサイン刺激として、食草の変化などより直接的な個体間の相互刺激がより有効に働くであろうこともうなずけるのである。

5

上記の例は、生息密度の変動によって、個体間の感覚器管を通じての相互刺激や環境の生物的条件付けの程度が変化し、これが個体の内分泌機構を通じて生理状態をかえ、ひいては形態にまで大きい影響を及ぼすことを示している。同様なことはより目立たない形で他の種類にもみられるであろう。たとえばトウヒノシントメハマキ

*Choristoneura fumiferana* では、大発生時に古葉を食って育った雌成虫は、小型で産卵数も少ないが、飛しょう力は大きいという (BLAIS, 1953)。またウメケムシ近縁種 *Malacosoma pluviale* には活発型と不活発型があって、大発生時には後者の比率が増すが、その原因の一部は親世代幼虫期における部分的飢餓である (WELLINGTON, 1964)。

さらにネズミ類では高密度下の社会心理的ストレスによって副腎皮質ホルモンの分泌に異常を来し適応症候群と呼ばれる一連の生理機能の変化を生ずる (CHRISTIAN 1961; 本号田中 亮参照)。これは増殖機能を犠牲にした個体維持のための生理的防衛反応ともいわれるが、この反応の各段階で、加えられたストレッサーや他のストレッサーに対する抵抗力に一定のパターンをもつ変化が現われるといわれていること (SELYE, 1956) は、とくに注目してよい。

生息密度以外の種々の環境要因も当然個体の生理や行動に影響を及ぼすと考えられるし、さらに個体群の遺伝的組成の変化と個体群動態についてもいくつかの仮説が提出されているが、実証的研究はほとんどないのが現状である。個体数の変動調節と個体の形態の変化の関連というこの広い分野は、今後急速に進歩するに違いない。

文 献 省 略

人 事 消 息

田上義也氏 (九州農試環境第1部病害第1研究室長) は農事試験場環境部長に  
 西沢正洋氏 (同上病害第2研究室長) は九州農業試験場環境第1部病害第1研究室長に  
 西 泰道氏 (同上病害第2研究室) は同上病害第2研究室長に  
 森 英男氏 (園試盛岡支場長) は園芸試験場果樹部長に  
 星野好博氏 (同上病害研究室長) は園芸試験場盛岡支場長に  
 沢村健三氏 (同上病害研究室) は同上病害研究室長に  
 佐藤寿一氏 (岩手県農務部次長) は岩手県農務部長に  
 佐藤 隆氏 (山形県農試技術研究課長) は山形県農林部農業改良課主任技師に  
 渡辺信二氏 (同上置賜分場長) は同上専門技術員に  
 椎名嘉蔵氏 (同上本場技術研究課畑作研究係長) は山形県農業試験場技術研究課長に  
 中川義一氏 (同上経営研究課調査係長) は同上置賜分場長に  
 矢沢恒雄氏 (埼玉県民生部長) は埼玉県農林部長に  
 秦 邦太郎氏 (同上農業改良課長) は同上農林部次長に  
 伊藤豊夫氏 (同上農林部長) は同上県機械公社理事長に  
 宮田重蔵氏 (同上農林部次長) は退職  
 埼玉県庁の一部機構改革に伴い、植物防疫係は農林部農業改良課より農政課に所属  
 千葉県庁の一部機構改革に伴い、植物防疫係は農林部園

芸農産課より農産課に所属  
 千葉県農業試験場は発生予察研究室を新設。室長は沼田巖氏  
 石川県農林部は機構改革を行ない、行政関係は農産園芸課 (農産, 園芸, 肥料防疫, 蚕糸, 庶務の5係); 指導関係は営農指導課 (指導1, 同2, 普及研究, 教育, 庶務の5係) となり、河崎利雄氏 (農政課長補佐) が農産園芸課長に、藻寄敏夫氏 (農業経営課長) が営農指導課長に  
 武藤利郎氏 (岐阜県農試病害虫研究室長) は岐阜県農務部農産園芸課植物防疫係長に  
 石水文雄氏 (同上農産園芸課植物防疫係長) は同上主任専門技術員兼農産係長に  
 岩瀬茂基氏 (愛知県農試豊橋経営実験農場長) は愛知県農業試験場長に  
 菅生数馬氏 (同上農試場長) は同上農業総合試験場技監に  
 杉島 浩氏 (長崎県総合農林センター副場長) は長崎県総合農林センター場長に  
 高木睦夫氏 (同上低位生産科長) は同上環境部長に  
 熊沢三郎氏 (同上場長)・田中伊之助氏 (同上環境部長) は退職  
 井上 平氏 (九州農試虫害第3研究室) は愛野馬鈴薯センター環境科長に  
 森脇 隆氏 (鹿児島県民生労働部長) は鹿児島県農政部長に  
 山口秀治氏 (同上農政部長) は同上総務部長に

# バッタ・ヨトウガ類の相変異

京都大学農学部昆虫学研究室 巖 俊 一

UVAROV (1921, '28) がダイメヨウバッタの 1 亜種であるアフリカワタリバッタ *Locusta migratoria migratorioides* その他数種のワタリバッタに形態、色彩、行動のいちじるしく違う変異を見出し、この現象の解析がこの類の大発生大移動の機構を明らかにする上に鍵となるであろうとして、いわゆる相説 (phase theory) を提出してから、早くも半世紀を経ようとしている。

FAURE (1923, '32) が詳しい実験に基づき、この変異が生息密度に依存して起こることを証明して以来、ぼう大な量の研究がこのラインに沿って行なわれてきた。初期の研究については和文の解説 (小泉, 1940; イムス, 石倉・深谷訳, 1943) があるが、その後 1945 年 UVAROV らの努力で設立された Anti-Locust Research Centre を中心とする多くの研究者の意欲的な研究活動によって、数々のすばらしい業績が生み出され、相変異の研究は今やワタリバッタの特殊問題としてだけではなく、広く昆虫の生理学、行動学、生態学にとっての興味ある問題を提起するまでに発展してきた。

また、FAURE (1943) がヨトウガ類の *Spodoptera* (= *Laphygma*) *exempta*, *S. exigua*, *S. capicola* (= *S. abyssinia*) の幼虫にワタリバッタに類似した体色変異を見出してから、鱗翅目の中にもかなり広範に類似現象があるらしいことも次第にわかってきている。

相変異に関する最近のいくつかのすぐれた総説 (KENNEDY, 1956, '61, '62; UVAROV, 1966) はいずれもバッタに焦点をしばったものなので、以下にヨトウガ類についての研究も含めて、相変異研究の現状を概観し、その生態的意義についても考察してみたいと思う。

## I 相 の 特 徴

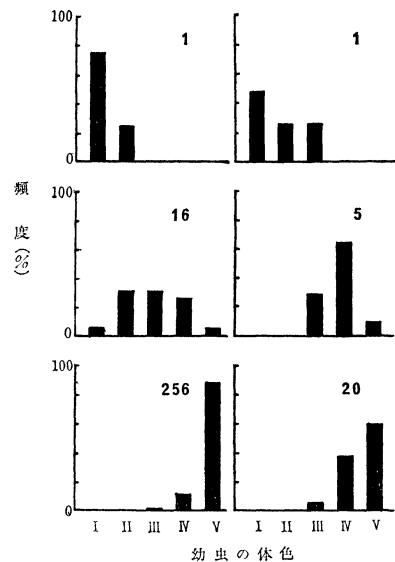
### — 個体の形態機能に対する密度効果 —

ワタリバッタでは、大発生の時みられる集合的で移動力の発達したタイプを群居相 (phase *gregaria*)、低密度下の非集合的な定住型を孤独相 (*solitaria*)、両者の中間段階にあるものを移行相 (*transiens*) と呼び慣らわしてきた。ヨトウガ類にもこれらをそのまま適用する人もあるが、この類では高密度下で現われるタイプの集合性についての実験的証明がまだなく、とくに成虫の行動について研究が進んでいないので、これを群居相と呼ぶことはためらわれる。

この変異現象についてのこれまでの解析的な研究の内容となるものは、個体の形態機能に及ぼす広範な生息密度効果の分析に他ならないので、ここでは仮に高密度型、低密度型および中間型と呼んで話を進めることにする。

### 1 体色と形態

いわゆる相変異はいちじるしい体色変異を伴うことが一つの特徴である。バッタ類でもヨトウガ類でも低密度型幼虫はふつう緑色ないし褐色であるが、高密度型はいちじるしく黒化している。後者は単に黒化しているだけでなく、バッタでは地色が鮮やかな黄または橙色となつて背面の黒色部と強いコントラストを示すし、ヨトウガ類でも、典型的な場合には、低密度型でははっきりしない亜背線や気門下線の灰白、白色あるいは黄褐色の縦帯が黒地にくっきり浮出してくる (口絵写真参照)。この二つの極端なタイプの間には種々の程度の中間型がみられるが、これらは中間密度で多く現われる (第 1 図)。また幼虫の発育の途中で密度をかえると、次の令へ脱皮した後すぐその影響が現われて一定方向へ体色が変化して中間



第 1 図 アフリカワタリバッタ (左) とアヲヨトウ (右) の終令幼虫の体色と幼虫期密度の関係  
I: 淡色, II~IV: 中間型, V: 黒色,  
図中の数字は飼育密度 (バッタは 12l のケージ, ヨトウは 265cc シャーレ)  
アフリカワタリバッタは GUNN & HUNTER-JONES (1952) のデータより作図

的体色を示す。ヨトウガ類では低密度型と高密度型の体色の違いは一般に幼虫後半期に明瞭になるが、バッタの場合は親世代成虫期の密度いかんで、ふ化時からすでに違いが認められる。

このいちじるしい幼虫期の体色の変異は、成虫の体色には影響しない。バッタ類では逆に低密度型成虫のほうが高密度型よりむしろ黒斑が発達している傾向すらある。しかし、成虫の大きさや体各部の発達度は幼虫期密度の影響を受けて一定の変化を示す。アフリカワタリバッタ *Locusta migratoria migratorioides*, サバクワタリバッタ *Schistocerca gregaria*, アカイロワタリバッタ *Nomadacris septemfasciata* (以下それぞれ属名のみで呼ぶ) などでは、高密度型は低密度型に比べ、雄は大形に、雌は小形になる結果、雌雄の体の大きさの差が小さくなる。チャイロワタリバッタ *Locustana pardalina* やモロッコワタリバッタ *Docicostaurus moroccanus* では雌雄とも高密度型のほうが大きい、性差はやはりちぢまる。後腿節長に対する前ばね長の比 (E/F) や頭幅に対する後腿節長の比 (F/C) は、バッタの相の形態的な指標としてよく使われるが、密度増加につれ E/F 値は大きくなり、F/C 値は逆に小さくなる。つまり高密度型は低密度型より相対的にはねがよく発達している反面、後腿節の発達が悪い。

ヤガ類では、一般に幼虫密度の増加につれ雌雄とも成虫体重は軽くなる。アワヨトウ *Leucania separata* (巖, 1962) やウワバガの1種 *Plusia gamma* (LONG & ZAHER, 1958) で調べられた結果によると、体重の減少割合に比べはね面積の減少は少ないので、翼荷重 (単位はね面積当たりの体重) は低密度型より高密度型のほうが小さくなる。アワヨトウでは飛しよう筋の発達も高密度型のほうがよいらしい (岡内, 未発表)。

バッタ類では羽化後集合条件におかれた成虫は性的成熟が進むにつれ体色が黄色化するが、隔離条件ではこのような変化は起こらない (増殖の項参照)。

高密度で起こる幼虫の体色変化は、バッタでもヤガでも個体間の直接的な相互刺激 (mutual stimulation) の結果生ずるもので、バッタでは視覚と接触刺激が (ELLIS, 1959), ヤガ類では接触刺激 (LONG, 1955; 巖, 1956) が重要であることがわかっている。単に活動性を高めたり、炭酸ガスの影響で黒化が生じたとする結果 (HUSAIN, 1937) は疑問視されている (NICKERSON, 1956)。

2 発育と増殖

バッタ類では発育や増殖のパターンが幼虫期の密度だけでなく、成虫期密度によっても影響され、やや複雑なので、まずヤガ類について述べる。下表に幼虫体色に密度依存的な体色変化のみられる数種のヤガについて、発育と増殖に及ぼす幼虫期密度の影響を要約して示した。これらは1頭飼育と集団飼育の比較であるが、後者は食草不足や排泄物による汚染などこみ合い効果の起こらない程度の高密度である。

どの種でも高密度で幼虫の発育が促進され、また発育がそろってくる場合が多い。*P. gamma* やハスモンヨトウ *Prodenia litura* では令数も変化する傾向があるが、同様のことは *Diataraxia oleracea* でもみられる (LONG, 1953)。アワヨトウは通常6令で1頭飼育にまれに7令型が現われるが、若令期をこみ合いの起こる異常な高密度においても令数は増加する。MATTHÉE (1946) が *S. exempta* で高密度型の令数が多いという結果を得たのはおそらくこのような初期密度の与え方によると思われ、事実 WHELLAN (1954) は同じ種について高密度下でみられる黒化幼虫のほうが発育が早いと述べている。

幼虫期密度の違いはさなぎや成虫の形質にも影響する

数種のヤガ類の発育と増殖に対する幼虫期密度の影響

項目	種名	アワヨトウ	ハスモンヨトウ (日本産)	ハスモンヨトウ (エジプト産)	ヨトウガ	<i>P. gamma</i>
幼虫	令数	=	-	-	=	-
	発育日数	-	-	-	-	-
	発育斉一性	+	+	-	+	-
	摂食量	+	+	-	=	-
さなぎ	発育日数	{ ♂ -	-	+	+	+
	体重	{ ♀ -	=	+	+	+
成虫	産卵前期	+	+	=	-	-
	寿命	+	=	-?	=	-
	産卵数	=	=	=	+	+
研究者	巖 (1962)	巖 (1962), 岡内 (未発表)	ZAHER & MOUSSA (1961)	平田 (1966)	LONG (1953), ZAHER & LONG (1959)	

+ : 1頭飼育に比べ集団飼育で増加または延長, - : 減小または短縮, = : かわらない

が、その反応の現われ方は種によって異なる。高密度型の成虫は低密度型に比べ体重は軽いが産卵数は少なくなる。それどころかヨトウガ *Mamestra brassicae* や *P. gamma* では高密度で産卵前期が短くなり産卵数は増加する傾向があるが、これらの種では高密度でさなぎ期間が長くなることと関係があるのかも知れない。*P. gamma* では高密度型は産卵数は多いが、1卵当たりの重量は軽いといわれるが (ZAHER & LONG, 1959), 他の種については不明である。次に述べるバッタの場合を考え合わせると、このような点は今後検討する必要がある。

アワヨトウでは高密度型のほうが成虫の寿命が長い。この傾向は雌より雄に、また対にして交尾産卵させた時より完全に隔離した時に大きい。*P. gamma* では逆に高密度型のほうが短命である。この2種は羽化後吸蜜して後卵巣が成熟するが、寿命に大差のない他の3種 (エジプトと日本のハスモンヨトウはおそらく別種か別亜種であろう) は羽化時すでに卵巣がほぼ成熟して吸蜜しなくても産卵できる種である。

バッタ類のうち、*Schistocerca* や *Nomadacris* では高密度型幼虫のほうが低密度型より令数一つ少ないが、令数はふ化した時の幼虫のサイズによって決定されており、ふ化虫の大きさは親の成虫期密度の高い時増加する (ALBRECHT, 1955; 後述)。*Locusta* はふつう5令を経過するが、低密度型雌の子を低湿度で飼うと6令型が現われる (ALBRECHT, 1965)。幼虫期自体の高密度も発育をはやめるようであるが (たとえば CHAUVIN, 1941), 詳しい実験のデータは意外にも見当たらない。

産卵前期と密度の関係は種によって違い、*Schistocerca* では羽化後高密度に保つと短くなるが、*Locusta* や *Nomadacris* では逆に長くなる。*Locusta* では、幼虫期1頭および集団飼育された雌を成虫期とともに単独条件 (1日間だけ雄と対にする) においた場合でも、後者のほうが産卵前期が長い。他の2種では幼虫期の密度はほとんど影響しない (NORRIS, 1950, '52, '59)。

興味あることは、*Schistocerca* では成熟雄が未成熟の雌雄の性的成熟を促進するフェロモンを出すことで、このため成虫期を集団飼育すると、その群中の成熟のはやい雄の影響をうけて、群全体の成熟が促進され、体色の黄色化が起こる。一方、非常に若い成虫は雌雄とも他個体の成熟を遅らす傾向があり、これもおそらくフェロモンの作用によると考えられている。性的成熟の促進と抑制という二つの相反する作用は、高密度下での群全体の成虫の成熟をそろえるのに役立つと考えられるが、この種では促進作用のほうが大きい。高密度で産卵前期

が短縮されるのであろう (NORRIS, 1954; LOHER, 1960)。*Locusta* にも成熟雄による成熟促進作用はみられるが、この種では成熟抑制作用のほうが強く働く結果、高密度条件下では交尾や産卵までの期間が長くなるものと思われる (NORRIS, 1964)。

成虫寿命は *Schistocerca* では幼虫密度に関係なく、成虫期単独条件においた時長くなる。*Locusta* では幼虫期の高密度は寿命を増すが、成虫期も高密度に保つと一層長命になる。*Nomadacris* では幼・成虫期とも低密度の場合のほうが高密度より寿命が長い (NORRIS, 前出)。

どの種でも、高密度下では卵塊当たり卵粒数も総産卵数も減少し、同時に不ふ化卵の率が高まる。これはおもに成虫期の密度効果によるもので、高密度下では一部の卵巣小管は機能を果さなくなる。幼虫時代の高密度は雌成虫の産卵数にこのような影響を及ぼさず、*Locusta* や *Nomadacris* ではむしろ産卵能力を増加させる傾向すらある (ALBRECHT et al., 1958; ALBRECHT, 1959)。

成虫期の高密度は産卵数を減少させるが、1卵当たりの大きさは低密度下の雌成虫の産んだ卵より大きく、したがってふ化幼虫も大きい。卵期間も異なり、*Locusta*, *Schistocerca*, *Nomadacris* では高密度下の雌の産下卵はふ化までの日数がやや短くなる (UVAROV, 1966)。さらに *Locustana* では低密度型雌の産下卵は全部休眠するが、高密度型雌よりの卵は休眠せずに発育する傾向が強い (MATTHÉE, 1951)。

雌の卵巣小管の数は、*Locusta* では80~100、*Nomadacris* では150~200の個体変異があるが、小管数は幼虫がふ化した時すでに決っており、ふ化幼虫の体重と負の相関関係を示す。ふ化時の大きさは前述のように幼虫の令数にも影響し、大形のふ化虫は小形のものより令数が少なくなる (ALBRECHT, 1955, '59; ALBRECHT et al., 1958)。

成虫期密度はまた、ふ化虫の体色にも影響し、高密度下の雌親からのふ化虫は黒化傾向が強い (HUNTER-JONES, 1958 など)。親世代以前の密度の影響については後で述べる (II 参照)。

### 3 行 動

バッタでもヤガでも、高密度型は歩行、摂食その他の活動に費す時間の割合が大きく、低密度型は静止時間が長い。このことは *Locusta* や *Schistocerca* の幼虫 (ELLIS & PEARCE, 1962), 成虫 (NORRIS, 1962), アワヨトウ (巖, 1956) や *P. gamma* (LONG, 1953) の幼虫ではっきり示されている。また歩行速度も高密度型のほうがはやい (バッタ: ELLIS & PEARCE; アワヨトウ: 巖, 1967)。

二つの密度型の違いは単に活動量の違いだけではない

く、環境傾斜や刺激に対する反応にもみられる。たとえば *Schistocerca* では、実験ケージの一方から弱い風を送ると高密度型の幼虫や成虫は風下に向い、風とともに草のおいを送り込むと 80~90% の個体がにおいのくる風上のほうに移動してゆくが、低密度型にはランダムに動いたり、静止したまま反応を示さぬものが多い (HASKELL, 1962)。

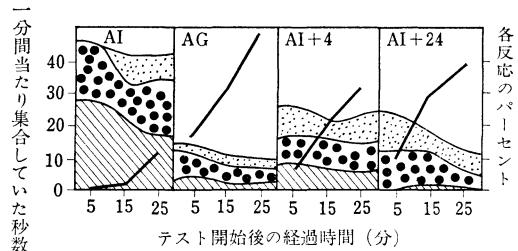
アワヨトウでは、高密度型幼虫は弱光に対して正の走光性を示すが、低密度型は定位しないものが多く、負の反応を示すものもある (巖, 1967)。また幼虫を一定の高さから落とすなどの機械的ショックを与えた時、高密度型はすみやかに逃げ出すが、低密度型は長い擬死をもって反応する。食草上の幼虫を強い風圧下におくと、前者は容易に落下するが、後者はしっかり食草につかまって動かない (巖, 1963)。また平田 (1956) はヨトウガの成虫を暗から明に移した時、高密度型は低密度型より飛び立つ傾向が大きいことをみている。

これらの結果は、高密度型が環境の刺激ないし変化に対して、よりすみやかにかつ active に反応することを示している。また、バッタの高密度型は昼間でも飛ぶが、低密度型は夜飛ぶといわれているし (UVAROV, 1961)、ヨトウガ類の幼虫も普通夜行性だが、大発生時には昼間も活動するなど、日週活動のパターンに違いがみられるが、上記アワヨトウの走光性の差はこれに関連して興味深い。

次にバッタ類の高密度型に発達している集合性や行進行動の実験的解析について述べよう。

*Locusta* や *Schistocerca* の幼虫 10 数匹を等間隔に区画分けしたリング状のケージに入れてその分布をみると、ふ化後集団飼育されたものは有意な集中分布を示すが、1 頭飼育の幼虫の分布は機会的とみなしうる。円形ケージの床面に生きたバッタと黒粘土の等大の塊りをくくりつけて“おとり”とし、低密度型と高密度型の 4 令幼虫を入ると両者とも生きたバッタのほうに寄ってゆくが、低密度型はおとりバッタにちょっと触れただけで離れてゆくものが多いのに、高密度型はおとりの側に留まる傾向が強い。おとりバッタに近付いた時の反応にはいくつかのタイプがあるが、中でも触角のふれ合いや後肢のけり合い行動 (F 反応) は集合状態を保つのに役立つ反応で、高密度型に多くみられる (第 2 図)。

これらのことからわかるように、幼虫の集合性はふ化後高密度下で過すことにより学習を通じて発達する。集合性は非常に短期間の学習によって発達するようで、たとえば *Locusta* では、1 頭飼育の幼虫をグループにした後 20 分ほどですでにある程度集合性が増し、F 反応の



第 2 図 おとりバッタに対する *Locusta* 4 令幼虫の反応 (ELLIS, 1962)

AI: 1 頭飼育, AG: 集団飼育, AI+4, AI+24 はそれぞれ 1 頭飼育の幼虫をテスト前 4 時間, 24 時間高密度においた場合。

太実線: おとりの 1cm 以内に留っていた時間 (秒/1分), 斜線部: おとりから逃げ出す, 大黒点部: いったん離れた戻る, 小黒点部: ややシリ込みする, 白い部分: 触角ふれ合いと後肢けり合い (F 反応)。

頻度も高くなる。そして 1 日間高密度におくと、ふ化より高密度で飼育されてきたものと同程度の集合性を示すようになる (第 2 図)。いったん集合性が獲得されると、その後数日間隔離条件においてもその集合性は完全には失なわれない。

集合性は明暗いずれの条件でもみられるが、暗黒下でテストすると集合するまでにより長時間を要する。しかし鏡の箱あるいは集団飼育のケージの中に入れたセルロイドの小箱中で 1 頭飼育しても集合性は発達しない。他方 1 頭飼育の幼虫に 7 時間細い針金を用いて接触刺激を与えると集合性は有意に増加する。それ故視覚は仲間のすみやかな認知には役立つが、接触に対する馴化 (habituation) がより大きい役割を果していると思われ、ついで積極的に集合性を維持するに必要な行動 (F 反応) の学習が行なわれるものと考えられる (ELLIS, 1962)。

成虫の集合性と集中産卵については、NORRIS (1963) が *Schistocerca* について実験的に調べた。ケージの床面に 2 カ所の砂場 (産卵場所) をつくり、一方に生きたおとりバッタをおき、他方に何もおかないと、高密度型成虫はおとりバッタのいるほうの砂場に滞在する時間が長く、90% 以上の卵塊はこのほうに産下される。これはおもに接触を通じて伝達される化学物質 (おそらくフェロモン) によると考えられ、バッタの外皮よりの分泌物をしみこませた紙をおくだけでも有効である。しかし、未成熟の雌雄をおとりに使っても誘引がみられるから、成熟雄の出す成熟促進フェロモンとは異なると思われる。明るい所ではプラスチック箱に入れたバッタでもおとりとして有効なので視覚も一部関係していることがわかるし、機械的な刺激もある程度効果をもつ。1 世代か 2 世代 1 頭飼育された低密度型雌では、平均してはるか

に反応度が落ち、高密度型を羽化後単独飼育に移しただけでも反応が悪くなる。高密度型では明暗で反応の違いがないが、低密度型では暗黒下で選択性が落ちるから、高密度下での集合性の増加は、視覚的反応よりも化学物質に対する反応が学習されることによると思われる。

いわゆる行進 (marching) は幼虫が多数同じ方向に集団的に移動する現象であるが、バッタではこの時各個体の行動にも特別のパターンがみられる。高密度型幼虫は同じ密度条件下でも行進の量が低密度型よりずっと大きい。また同じ高密度型幼虫でも、1頭だけ隔離すると行進量は少なく、セルロイド壁を通じて他個体の行進がみえる条件ではかなり増すが、実際に群の中に入れられた時最高の行進量となる。低密度型幼虫に視覚的な学習のみを行なわせても行進量がやや増すが、これに接触を通じての刺激が加わって初めて行進に対するポテンシが最高度に発達すると考えられる (ELLIS, 1962)。なお幼虫の集合性には親世代密度はあまり影響しないが、行進行動は高密度型雌親から生じた黒化したふ化虫のほうによく発達している傾向がある。

ヨトウガ類も大発生時の幼虫の群移動がみられるが、集合性や行進行動が高密度型でよく発達しているかどうかの確実な証明はまだない。

#### 4 不適環境に対する抵抗力

ワタリバッタ類の低密度型、高密度型の雌親よりのふ化虫は体重が違うが、それらの飢餓に対する抵抗力には明らかな差があり、*Locusta*, *Schistocerca*, *Nomadacris* 3種とも、体重の重い高密度型のふ化虫は、小形の低密度型のふ化虫より 20~50% ぐらい生存時間が長い (ALBRECHT, 1962)。

*Locusta* では成虫の飢餓抵抗力も調べられた (ALBRECHT, 1965)。結果は複雑で実験温度はほぼ同じであったのに、冬の実験では高密度型は低湿では低密度型より長命、高湿では逆に短命であったが、夏の実験では低湿ではあまり差がなく、高湿では高密度型が長命となった。低密度型のうち緑色型は高湿下で、褐色型は低湿下で多く出現し、かつその条件で他の型より長命であったが、これらの生存時間は夏冬で大差がなかった。したがって高密度型の生存時間が季節によって変化することになる。異なる日長条件下での高密度型の絶食抵抗力を調べると、長日 (16 時間) 下では高湿度、短日 (11~12 時間) では逆に低湿度のほうが生存時間が長く、中間日長では湿度による差がなかった。ALBRECHT はこの結果を生息地の条件と関係づけて考察しているが、これについては後で触れる (III 参照)。

アワヨトウでは終令幼虫の飢餓に対する抵抗力が調べ

られているが、高密度型幼虫のほうが絶食下での生存日数が長く、とくに高湿度の時低密度型との差が大きかった (巖, 1962, '67)。

アワヨトウについてはまた、終令幼虫の不適な食草 (ササ、タイナ、イノコズチ) での生育完了能力が高密度型でまさっていることがわかっている (巖, 1962)。

絶食や不適な食草に対する抵抗力ないし耐性の変化は、相変異の重要な一つの側面をなすように思われる。

#### 5 生理的な違い

相変異の神経生理や内分泌生理の研究については日高 (本号) の解説があるので、ここでは 2, 3 の生理生化学的な変化についてだけ触れておく。

低密度型と高密度型の幼虫の体色は前に述べたようにいちじるしく違うが、その色素の生化学的研究は GOODWIN (1952, '53) により行なわれた。*Locusta* や *Schistocerca* では高密度型に存在するメラニンや Insectorubin は低密度型には欠けており、逆に前者には mesobiliverdin はないが、後者ではこれは carotenoids とともに緑色色素を形成している。またヤガ類の *P. gamma* では検出できた唯一の違いは高密度型の外皮に沈着するメラニンであって、低密度型が緑色にみえるのは体液の色であると結論された。アワヨトウなど 2, 3 のヨトウガ類でも、高密度型の黒化は外皮に起こることが解剖学的に観察されているが、真皮の黄色ないし褐色の色素 (どちらの密度型にもみられる) が何であるかはわかっていない。

メラニン形成には一般にチロシナーゼが関係することが知られているが、アワヨトウ高密度型のチロシナーゼ活性は、低密度型より 30% 程度高い (和久・巖, 1959)。また外皮中のカタラーゼ活性も前者のほうが 3~6 倍も高いが (池本, 1965)、そのメラニン形成などとの関連はよくわからない。

単位体重当たりの酸素消費量は *Locusta*, *Schistocerca* (UVAROV, 1966 参照)、アワヨトウ、ハスモンヨトウ (岡内, 未発表) で測定されているが、幼・成虫とも高密度型のほうが高い傾向がある。

幼虫、さなぎ、成虫の粗脂肪含有率や水分含有率については次の二つのグループがみられる。

高密度型の水分含量が少なく、脂肪含量の多いもの…*Locusta*, *Schistocerca* の幼・成虫 (MATTHÉE, 1945)、アワヨトウの幼虫・さなぎ・成虫 (岡内, 未発表)、*S. exempta*, *S. capicola* の幼虫・さなぎ (MATTHÉE, 前出)、*P. gamma* の幼虫 (LONG, 1953)。

低密度型の水分含量が少なく、脂肪含量の高いもの…日本産ハスモンヨトウの幼虫・さなぎ (成虫は差がな



い、岡内), エジプト産ハスモンヨトウのさなぎ・成虫 (ZAHER & MOUSSA, 1961); ナカジロシタバのさなぎ・成虫 (川原, 1967)。

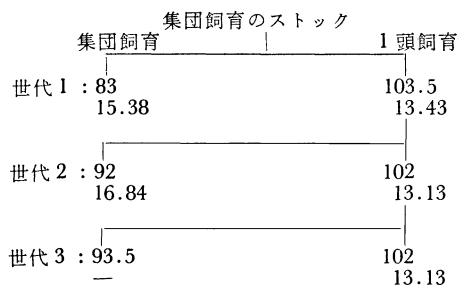
前者のグループに属する種は、いずれも羽化直後の卵巣は未成熟で、食物をとって初めて卵巣が成熟するのに対し、後者では羽化した時卵巣がほぼ成熟していて、食物をとらなくても産卵できる種であることは興味深い。

### II 世代から世代への密度効果の伝達

今まではおもに話を1世代内に限って相変異の色々な側面について述べてきた。しかしワタリバッタ類では、相の特徴とされる種々の形質が数世代にわたる密度の影響によって累積的に変化してゆくことが、最近の研究で実験的に確かめられている。

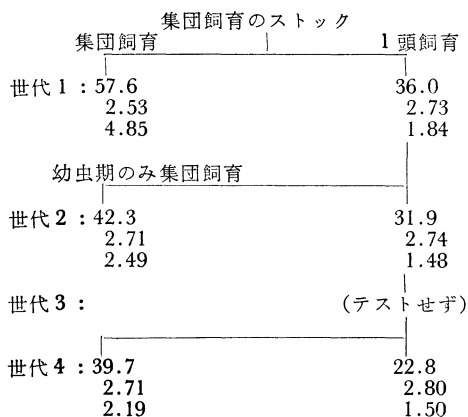
ふ化幼虫の大きさとその卵巣小管数が負の相関関係にあること、ふ化幼虫の大きさはおもに親雌の成虫期の密度条件によって規定されることはすでに述べたが、ALBRECHT et al. (1958) は累代的に高密度飼育されてきた *Locusta* を単独飼育に移して後3世代の間のふ化幼虫の体重と卵巣小管数を調べたところ、1~2 世代単独飼育の後再び高密度飼育に戻した場合のふ化虫の大きさは継続高密度飼育のものに比べて小さく、卵巣小管数はずっと多かった。単独飼育に移すとももちろんふ化虫は小形になり卵巣小管数は大幅にふえるが、その後2 世代単独飼育をつづけてもそれ以上の変化はみられなかった(第3図)。この結果はふ化虫のサイズや卵巣小管に対する高密度の作用は累代的に増強されるが、低密度に移した時の変化は1 世代ですでに限界に達することを示していると思われる。

*Nomadacris* では逆に低密度型のストックを高密度に移して4 世代にわたってふ化虫体重と小管数が調べられたが、高密度の影響は3 世代目まで累積的に現われた (ALBRECHT, 1959)。



第3図 *Locusta* ふ化虫の卵巣小管数と体重に対する隔離の累代的影響 (ALBRECHT, VERDIER & BLACKITH, 1958 より) 上, 下の数字はそれぞれ卵巣小管数と体重 (mg) を示す。

ELLIS (1959) は累代的に高密度飼育されてきた *Locusta* を単独飼育に移し4 世代の間の2~4 令幼虫の行進行動の量、形態 (F/C), 体色を調べたが、3 世代目まで、これらの形質に対する隔離の影響が累積的に現われた。隔離して1 および3 世代後再び高密度に移した場合を比較すると、両者の行進量、F/C には差がないが、体色にはやや違いがあるようである (第4図)。そしてどの形質についても高密度で継続飼育されたものほど高密度型の特徴が発達していないから、高密度の影響も何世代か累積されうものと考えられる。*Schistocerca* のF/C に対する隔離と高密度の影響は、ともに3 世代目まで累積されて安定に達するようである (UVAROV, 1966)。



第4図 *Locusta* 4 令幼虫の行進量、形態、体色に対する隔離の累代的影響 (ELLIS, 1959 より) 上, 中, 下の数字はそれぞれ一定時間内に行進行動に費した時間の割合 (%), F/C 値, 平均体色を雌について示した。平均体色は淡色 (ELLIS の5) を1, 黒色 (同1) を5として体色頻度分布より求めた。

このように、少なくとも2~3 世代の生息密度の影響によって相の特徴が強化されてゆく現象は、環境の影響が非遺伝子的 (non-genic) な機構によって世代間に伝達されることを示すものとして注目される。

ヨトウガ類では、累代的な密度の影響はよくわかっていない。アワヨトウの低密度型と高密度型の子孫をそれぞれ単独および集団飼育すると、低密度型の子世代幼虫に比べ、高密度型の子世代のほうが、いずれの飼育密度でもやや発育がはやく、体色の黒化程度が強い傾向があった (巖, 1962)。*S. exempta* では低密度に典型的な淡色型幼虫の割合が2~3 世代単独飼育を続けることによって増加する傾向がみられ (MATTHÉE, 1946), *S. capitata* では2 世代単独飼育した後集団飼育すると、継続して集団飼育したものより黒化型の割合が低かった

(MATTHÉE, 1947)。

これらの結果は、ヨトウガ類でも密度の累代的影響がみられる可能性を示唆するが、これを確証するにはさらに精密な実験が必要である。

### III 相の変換

#### —その機構と生態学的意義—

以上、相変異の内容をなす体色、形態、生理、行動の変化について、実験的な研究を中心に概観してきた。このような広範な変化—相の変換 (phase transformation)—が起る機構は、生理学的、行動学的、生態学的なレベルでそれぞれ考察する必要があるが、生理学的機構については日高(本号)を参照されたい。

行動学的ないし社会的には、相の変化がどのような個体間の相互作用を通じて現われるかが問題となる。この点についてはそれぞれの形質の変化について述べた際にこれまでに明らかにされた事実にはふれておいた。一言にしていえば、相の変化は、感覚器管を通じての個体間の相互刺激の程度によって生ずるものと思われるが、それぞれの形質変化に伴われる刺激感受の方法やそれを感じ受する時期、あるいは刺激感受の期間や強度と形質変化の程度などは必ずしも同じではないであろう。たとえば集合性は非常に短時間の学習により発達するが、行進行動や形態の変化が完全に起るには2~3世代を要する。

こういう点で相変異は、ウンカやアブラムシの翅型の2型などとは大変違っており、具体的な種の生活の場における一連の変化の連鎖としてこの現象をとらえることによって、初めてその変換の機構と多型としてのイメージが浮び上がってくる。

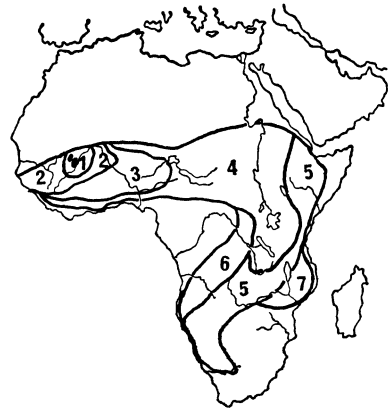
一般にバッタ類は、産卵場所としての裸地と摂食とかけられ場としての草地を必要とし、乾燥ないし半乾燥気候の地域で重要害虫となっているが、ワタリバッタ類ではこの特性がことにはっきりしている。たとえば *Locusta* はアフリカ各地に定住個体群がみられるが、大発生中心地 (outbreak centre) となりうるのはごく限られた地域である。その一つはナイジェル河中流の洪水堆積原 (flood plain) であるが、この地域は南はサバンナ、北は沙漠、中部では雨期のみ草原となる半沙漠によって囲まれている。堆積原の高い部分は雨期には草原、乾期には裸地となるが、低い場所は年中湿地草原で、両者の間に植生の移りゆきがある。雨量は季節的にも年次的にも変動するが、さらにナイジェル河流域各地の雨量分布によって水位上昇の程度や時期も変化するから、草地と裸地の面積や割合は不規則かつ大幅に変動する。しかし、

乾期にも堆積原の低地には緑草が茂っているし、雨期には平原内の高所や隣接の乾燥地域が好適な産卵場所となる。このように比較的せまい地域内に1年を通じて草地と裸地の組み合わせが存在するので、*Locusta* は雨期と乾期の環境変化に応じて平原内の異なる生息環境の間、あるいは平原と隣接地域の間を往復移動して年3~4世代をくり返すことができる。

この季節的移動は相のいかんにかかわらず起るが、これは孤独相(低密度型)から群居相(高密度型)への転換と密接な関係がある。この変換は次のようにして起こると考えられている (UVAROV, 1957)。

(1) 1シーズン内の好適な雨量分布と水位上昇の組み合わせによる洪水堆積原内での増殖の結果としての個体数の増加；(2) 雨期に起る堆積原から周辺の半沙漠地帯への成虫の移動；(3) 周辺地域での好適な気候(適量の雨)条件による増殖と個体数の一層の増加；(4) 乾期到来による堆積原への成虫の再移動；(5) 堆積原内の低地草原への成虫の集中 (concentration)。

このような一連の過程を経て群居相への転換が起こり、広大な侵入地域 (invasion area) への移動が始まる。1926年に始まる大発生は7千平方マイルのこの洪水堆積原で起こったが、5年後には数百万平方マイルの地域に広がり、14年後に終息した(第5図)。



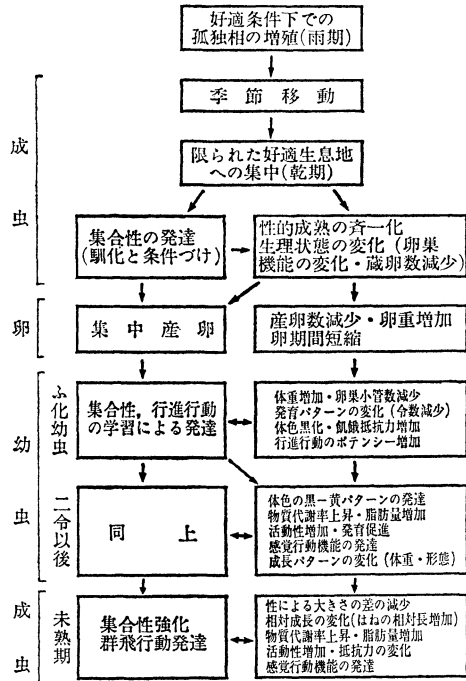
第5図 アフリカワタリバッタの大発生 (UVAROV, 1951より改変)

大発生は1926~27年に黒色部で始まり翌年から1934年までに番号で示した順序で侵入地域を拡大した。

季節移動は *Schistocerca* ではより長距離に及び、*Nomadacris* では不明瞭であるが、いずれにしても雨量の変動に支配された生息場所の変化の結果として成虫の局地的なよせ集めが起こることが群居相への転換のきっかけになっていることには変わりがない (UVAROV, 前出)。

これまでの知見に基づいて、ワタリバッタ類の孤独相

から群居相への転換の過程と、その間の各形質の変化の相互関係をまとめると第6図のようになるであろう。このような過程が2~3世代くり返されて典型的な群居相になると思われる。群居相から孤独相への逆の転換は、大量個体の移出によるものや生息地での個体数の減少、移動先での天敵や悪い環境条件による死亡率の増加、広大な草地や丈の高い草地での個体の分散による群のほう壊などが関係するであろう。



第6図 ワタリバッタの孤独相から群居相への転換の過程の模式図 (原図)

バッタの相が一方の極端から他の極端まで変化するには少なくとも2世代以上を要するが、その移行の中間段階には群居化 (gregarization) の方向にあるものと孤独化 (solitarization) の方向にあるものがある。ALBRECHT (1955) は *Schistocerca* や *Nomadacris* の形態変化を詳しく追究し、とくに幼虫の翅芽の形態は親世代の密度により規定される令型によって一定の相違をもつが、これがさらに幼虫密度によってある限界内で変化することを見出した。また成虫の複眼の縦条の数は令型により決まるが、他の形態的特徴は幼虫密度によっても変化する。したがって少なくとも2世代にわたる密度効果の履歴が形態的に識別できる可能性がある。STOWER (1959) は体色変異の点から同様の問題を検討している。

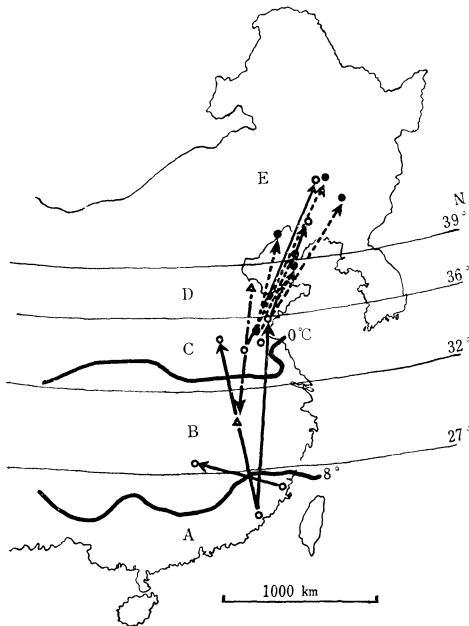
バッタの群居相の特性が移動に適したものであることは今さら述べるまでもないであろう。群居相における産

卵数の減少は、ある程度個体群密度の上昇を抑える要因ともなりえようが、そのふ化虫が、絶食に対する抵抗力に示されるように、きびしい環境条件下で生き残る能力が高いと思われることは移動先の環境に適応したものといえる。*Locusta* 成虫の飢餓に対する抵抗力については先に述べたが、孤独相の定住地には乾期にも青草があり、湿度の高低は季節的というより局地的な相違を示すから、高湿に適した緑色型と低湿に適した褐色型の出現は生息環境の湿度の高低に直接支配されていても不思議はない。一方この定住地から他地域へ移出した群居相の個体は夏(雨期)は高湿、冬(乾期)は低湿にさらされる。それ故日長が季節的な湿度変化のサインとして働き、冬の短日下では低湿度、夏の長日下では高湿度で長命であることはその環境によくマッチしたものと解釈できる (ALBRECHT, 1965)。

ヨトウガ類の相の変換の生態学的な機構は、ワタリバッタの場合ほどよくわかっていない。相変異のよく発達している“armyworm”のグループは、やはり熱帯、亜熱帯の比較的乾燥した草原の居住者である場合が多く、その生息場所はバッタの場合と同様、雨量に支配されて不規則に変化すると考えられるが (巖, 1963), 生態的知見は非常に限られている。

アワヨトウの大発生の地域的な移りゆきと成虫の移動の関係は、最近の中国大陸における一連の研究によってかなり明らかになってきた (中村, 1966 参照)。この種は中国では北緯 36° 以南の各地には年中生息できるようで、とくに中国南部では年 7~8 世代もくり返すといわれる。しかし中国東北部、とくに北緯 39° 以北では1月平均気温が -6°C 以下になり、休眠をもたないアワヨトウは越冬できない。気候のかなり違う東北部各地でほぼ同時期に成虫がたくさん誘殺されることや、大発生が散発的で年により起こったり起こらなかったりすること、風向と成虫飛来に関係することなどから、南西部よりの遠距離の移動が推測されたが、これは海上での群移動の観察や、マーク成虫の放飼実験によって裏付けられ、1,000 km 以上に及ぶ移動が行なわれることが確認された (第7図)。ある場所への異常飛来は台風、寒冷前線、雷雨などと関連している。

これらの研究の結果からみて、アワヨトウの局地的大発生の原因は成虫の群飛来と集中産卵の結果として生ずることはほぼ確実となったが、この群飛個体群が高密度型の成虫であるかどうか、またそうであるとしても中国大陸南部の好適な生息場所での増殖と相の変換に、ワタリバッタの場合のような過程が含まれるかどうかはわからない。ともかく集中産卵の結果として幼虫個体間の相



第7図 中国大陸におけるアワヨトウの地域別発生回数とマーク成虫放飼による移動の確認 (李・王・胡, 1964 より改変)  
 実線: 春の成虫, 破線: 夏の成虫, 鎖線: 秋の成虫  
 太実線は1月平均気温の等温線  
 A: 年6~8世代, B: 5~6世代, C: 4~5世代, D: 3~4世代(おそらく越冬不能), E: 2~3世代(越冬不能)

相互作用が強まり、幼虫の活動性や摂食量の増加、發育促進、体色の変化、日週活動の変化、飢餓や不適食草に対する耐性の増加など一連の変化が起こり、発生のはなはだしい場合には幼虫後期に群移動が起こると考えられる。高密度型成虫は脂肪量の増加、翼荷重の減少、飛しょう筋の発達、寿命の延長などの特性よりみて、移動に適していると思われ、事実同一場所に2度続けて大発生することはないようである。

アフリカに分布する *S. exempta* やアメリカ大陸の *S. frugiperda* でも、アワヨトウに似た大発生の地域的な移り行きがみられ、成虫の移動も観察されているが、前者には顕著な相変異がみられ、後者もその体色変異の存在からみておそらく同様であろうと推測される。これらの種では、高密度下で生ずるタイプがワタリバッタの場合と同様、幼虫期には群行進、成虫期には群飛による移動と関連している可能性が強い。ハスモンヨトウ、ヨトウガ、ナカシロシタバなどでは、やはり幼虫は時に群移動を起こすが、幼虫期の変異に関する限りアワヨトウなどとよく似ていて群移動との関連が考えられる。しかし、これらの種では羽化時すでに卵巣が成熟しており、一般

に昆虫の移動が羽化してから卵巣が成熟するまでに行なわれること (JOHNSON, 1960) を考えると、長距離移動は考えにくい。ハスモンヨトウの高密度型は産卵前期がやや長く、イスラエルでは移動を示唆する証拠もえられているが (RIVNAY, 1962)、ヨトウガの高密度型成虫は飛しょう行動は活発であるが、産卵前期は短く、産卵数も多く、増殖に関してはむしろ定住型の特徴をもつといえる。小地域的な休眠形質の分化がみられること (正木, 1956) もこの種の移動範囲が大きくないことを示している。

このように考えてくると、ヤガ類の相変異は一義的には幼虫の生活様式に対応して進化してきたものであり、成虫の変異の方向は種によって異なり、高密度型の成虫は必ずしも低密度型より移動に適したタイプであるとは限らないのではなからうかと思われる。WIGGLESWORTH (1954) は幼虫と成虫はその生活様式の違いに応じてそれぞれ無関係に進化しようと指摘しているが、ヤガ類ではバッタ類に比べ、成虫と幼虫の生活様式の違いがはなはだしいことを考えれば、上の推論はそれほど的外れとは思われない。

相変異を示す種はいずれも個体数変動の振幅が大きい種であるように思われる。たとえば相変異のみられないバッタ類 (grasshoppers) にも、ワタリバッタよりかえて平均密度の高いものがあるが、その振幅は比較的小さいようである (UVAROV, 1961)。このようなバッタの数種について、形態や集合性と密度の関係が調べられたが、ワタリバッタ類とは反応がかなり違っていた (ELLIS, 1962; BLACKITH, 1962)。同様のことはアワヨトウに近縁の2種 (あまり大発生しない) についてもいえる (巖, 1959)。また相変異が季節的な環境変化と密接な関係をもたないことは、ワタリバッタの季節移動 (前述)、*Nomadacris* や *Schistocerca* の成虫休眠 (NORRIS, 1957, '59)、ヨトウガのさなぎ休眠 (平田, 1966) が相のいかんにかかわらずみられることから推測される。

相変異の意義はしたがって、生息密度の極端な変動に対応して生活様式のスイッチ・オーバーが起こるところにあると考えられる。序論で述べたように、この切かえは基本的には定住型と移住型、あるいはより植物的なタイプと感覚行動的なタイプの分化といえるが、KENNEDY (1961, '62) はさらに一步を進めて、ワタリバッタ類は生活の容易な生息地 (soft habitat) とより厳しい生息地 (hard habitat) の2種類の生活の場をもち、孤独相は前者、群居相は後者での生活にそれぞれ適応したタイプであるとした。これはアブラムシやウンカ類などに明らかな生息場所の交代 (habitat alternation) に結び付いた

多型とワタリバッタの相変異を、同じカテゴリーのものとする考えに基づいているが、ヨトウガ類の場合なども考えると、やや強引すぎる感は免れない。

生息密度の変動に応ずる生活様式の切かえとしてこの現象をみる時、高密度において移動に適した型が現われることは適応的意義が大きい、他の側面も見逃がしてはならない。Key (1957) はオーストラリアの森林にすむ飛ばし力のないナナフシの3種に、ワタリバッタにきわめてよく似た密度依存的な体色変異を見出したが、高密度型にも移動が考えにくいところから、相変異の意義は、体色が低密度での保護色から高密度での警戒色に切かわることにあるのではないかと考えた。この仮説には実証がないが、低密度型は目立たない体色をもつばかりか、その行動もアワヨトウにみられるように保護色昆虫の一般特性に合っている。またバッタの低密度型のうち緑色型は高湿度のよい食草の条件下でのみ現われ、乾燥条件下で現われる褐色（非緑色）型は背景色に応じてストロー色から黒色までの違った体色を発達させる。一方高密度型は黒と黄、橙あるいは白の目立った体色をもち、集合的なことや刺激に敏感に反応することなど、警戒色をもつ昆虫によく似ている。

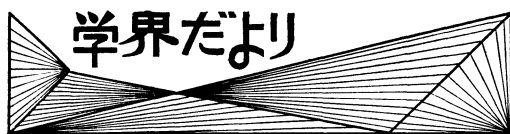
また、高密度型にみられる飢餓に対する抵抗性や不適食草に対する耐性の増加などは、必ずしも移動と結びつかなくても、大発生下での生存にとって適応的意義をもつであろう。中間密度で中間型がみられることの意義もこのような観点からすれば理解できるように思われる。

以上のように、相変異はウンカやアブラムシの翅型の多型にみられるほどはっきりした形態機能の分化がみられない反面、より多面的な適応的多型としての意義もつように思われる。相変異はそのいちじるしい体色変異によって特殊な現象と見なされがちであるが、機能上の変化の多くはそれほど特別なものではなく、他の昆虫類の生息密度に依存した変化を調べる際に多くの手がかりを与えてくれる。

なお、いわゆる集合性昆虫（本号森本、参照）では、集合がその種のある発育ステージでのノーマルな生活単位となっているのに対し、相変異を示す種の集合ないし個体間相互作用の密接化は生息密度が高まった時にのみ起こる随時的（facultative）な現象である。したがって両者ははっきり区別されなければならないが、その集合の効果には多くの類似点もみられ、集合性の発達やその効果の解析といった面からは、相変異の研究は大きい示唆を与えるものといえよう。

おもな文献

ALBRECHT, F. O. (ed.) (1962) : Colloq. Intern. Centr. Nat. Rech. Sci., Paris, No. 114 : 1~342.  
 IWAO, S. (1962) : Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ., No. 84 : 1~80.  
 巖 俊一 (1964) : 植物防疫 18 : 241~244.  
 UVAROV, B. P. (1966) : Grasshoppers and Locusts. Vol. I. Cambridge.  
 (文献の詳細は筆者あてお問合わせ下さい)



○日本植物病理学会夏期関東部会開催のお知らせ

期日：42年7月8日（土）午前10時～午後5時  
 会場：農林省蚕糸試験場  
 （東京都杉並区和田3の55の30）

○深見・松田両理事叙勲さる

春の叙勲により本会役員のうち深見利一理事（農業工業会会長）が勲四等瑞宝章を、松田覚太理事（全国農業商業協同組合連合会会長）が勲五等雙光旭日章をそれぞれ受章された。

次号予告

昭和42年度植物防疫事業の概要 安尾 俊  
 昆虫の筋収縮 丸山 工作  
 ナンキンマメの汚斑病 鍵渡 徳次  
 カイコに対する農薬の残留毒性 栗林 茂治

植物防疫基礎講座 害虫の見分け方

圃場にみられるコガネムシ類幼虫の図解検索 沢田 玄生  
 その他 学会印象記などをあわせ掲載いたします。

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ  
 1部 136円（〒とも）

# 相 変 異 と 内 分 泌

東京農工大学生物学研究室 日 高 敏 隆

相による形質の差異がなんらかの物質的差異に基づくものであろうという想定は、すでに古くからなされていた。すなわち FAURE (1932) は、群集状態のバッタのニンフでは活動性が高まるために物質代謝も高まり、その結果“locustine”と彼がよんだ仮説的な物質の生産がおこるものと考えた。この考えは相現象の機構を“humoral”なものに求めた最初の仮説かもしれないが、必ずしも相現象の“hormonal”な支配の概念に連なるものであったとはいききれない。特定の物質の生産の原因を単に全般的な代謝レベルの上昇に帰することは、内分泌系のもつ情報源の特異性ときわめて elaborate された情報伝達系の hierarchy を重視する神経-内分泌学の方向とは、しばしば逆向してしまうことがあるからである。

1949年、P. JOLY (1949 a・b) は、アラタ体の移植によって群集相のバッタの体色が群集色 (grégaricolore) のものから孤独色 (solitaricolore) のものにかわり、相対成長の面からも部分的に孤独相のものに近づくことを示して、バッタにおける相変異のホルモンの支配の仮説をうちだした。彼の考えを単純化していえば、アラタ体の高活性が孤独相の形質をうみだすものであり、群集状態では、外部からくる刺激によってアラタ体の活動がおさえられ、群集相的な形質が生ずるというものであった。

この考え方は、これを支持するいろいろなデータを得て、かなり一般的に認められるようになってきているが、実際には事情はもっと複雑である。相現象の内分泌的支配の一般的図式を提示することは、現在ではまだ常に仮説的なものにおおっている。以下、バッタの場合について現在におけるいくつかの問題点をあげ、論じてみることにしよう。

## I 相による体色の差異の内分泌的支配

群集相のバッタはニンフ、成虫とも一般に黒味が強く、孤独相のものは黒味のない緑色である。その差異の程度は種によって異なり、また個体密度以外の要因 (温度、湿度など) によってもかわる。しかし、群集状態で累代飼育した“群集” (crowded or gregarious の) 個体は常にかなりの程度に黒化しており、たとえ1代だけでも単独、多湿の状態に飼育した“孤独” (isolated or solitarious

の) 個体とは明瞭に区別される。

P. JOLY (1949 b) は、群集状態で飼育した *Locusta migratoria* のニンフに、孤独状態で飼育したニンフのアラタ体を移植した結果、脱皮後の成虫が緑色化することをみた。ただしこのときは、アラタ体移植に伴って変態に異常が生じ、いわゆる adultoid の形成などがおこる。

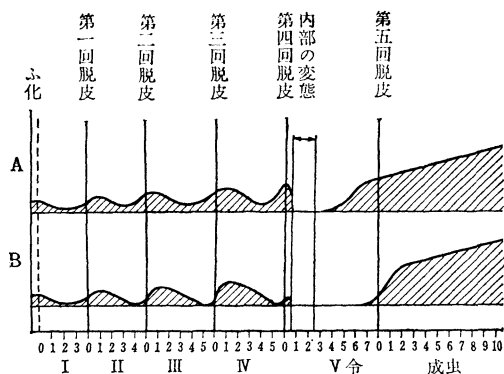
そこで、L. JOLY (1954) は局所的な移植を試みた。すなわち、アラタ体は、その分泌物がなるべく局所的に作用するようにとの配慮から、脂肪組織と皮膚との間の血行の悪い場所に挿入された。緑色の小斑が移植片直上の成虫皮膚に現われた。このように限定された条件で得られた小さな斑紋とはいえ、それはバッタの相による体色の違いが内分泌的支配をうけていることを示す重要なデータであったといえる。

その後、この研究は、主として JOLY 夫人の手で行なわれた。彼女 (L. JOLY, 1960) はテクニックを改良し、またさまざまな時期に移植を行なうことによって、アラタ体が体色に作用する時期はきわめて限られていることを見出した (表参照)。

アラタ体移植による緑色化と被移植虫の age との関係 (L. JOLY, 1960 から)

アラタ体移植時の age	緑色化成虫%	群集色成虫%
V令 0日	44.00	56.00
〃 1	7.15	92.85
〃 2	16.68	83.32
〃 3	90.90	9.10
〃 4	65.40	34.60
〃 5	74.60	25.40
〃 6日以後	88.50	11.50

移植の効果は、移植後 48 時間以内にまず血液に現われる。すなわち、それまでの黄色い血液が美しい緑色にかわるのである。しかし皮膚の緑化は脱皮後にならねばおこらない。孤独状態で飼育した孤独色の個体からアラタ体を摘出すると、まもなく血液の色が緑から黄にかわる。そして脱皮すると、皮膚も群集色になる。V令 5~6日目の“群集”ニンフに強力なアラタ体を移植すると、ほとんどすべての成虫が緑色化するが、翅だけは群集色のままに残る。このようなことから L. JOLY (1960) は、相による体色の違いを誘起する内分泌的な機構として、



第1図 群集相と孤独相における体色の差異を説明する模式図 (L. JOLY, 1960)

縦軸はアラタ体の活性, 横軸は日数.

A: “孤独” 個体, B: “群集” 個体. いずれの場合にも, 内部の変態の進行中はアラタ体はホルモンを分泌していないが, “孤独” 個体ではその後V令中にアラタ体の活性が再び高まり, 成虫皮膚の緑色化をひきおこす.

上のような模式図を提出している (第1図).

*Schistocerca gregaria* でも同様のことがみられるが, 結果はより不明確である (P. JOLY, 1962). すなわち, IV令の“群集”ニフに活性アラタ体を移植すると, 脱皮のち皮膚のバラ色が消えて地色は緑色になるが, 黒い斑紋はもとのままに残る. このV令ニフが成虫になると, アラタ体移植の効果はほとんど消失してしまうのが普通である.

同様な事実は STAAL (1961) その他によっても認められている. アラタ体の高活性が孤独色を決定するということは基本的には正しいと考えられる. しかし STAAL の得た結果の一部は L. JOLY の結果とくい違っている. たとえばV令幼虫にアラタ体を移植しても, それほど明瞭な緑色化はおこらないし, ときにはまったく群集色のままにとどまるという. STAAL の研究は技術的にも正確であるらしいし, 実験は詳細をきわめ, かつ実験例数も豊富であるから, このくい違いの原因は単に技術的なものとは考えられない. アラタ体ホルモンが昆虫の皮膚の緑色化をひきおこす例は, モンシロチョウさなぎ (HIDAKA and OHTAKI, 1963) その他でも知られている. しかしそこには複雑な問題があることは否定できない. たとえば BÜCKMANN (1953) によって示されたように, 前胸腺ホルモンが皮膚の褐色化を誘起する例もあり, またナナフシの場合のように, アラタ体の移植も摘出もともに緑色個体の暗化をひきおこす場合も知られている (RAABE, 1961; DUSTMANN, 1964).

さらに NICKERSON (1954) の指摘するように, 昆虫の体色に関しては, 地色の支配に関係するホルモンと, パターンの支配に関与するホルモンとの二通りがある可能性も考えに入れねばならない. この NICKERSON の指摘は, 今日ではむしろ, クチクラの色素に関するホルモンと上皮細胞内の色素に関するホルモンとの二通りがあるという形で具体的な問題になっている (HIDAKA, 1965). 詳細はべつのところ (日高, 1967) にゆずるが, バッタの皮膚の色素にも, クチクラ性のもとと上皮性のもととがあり, それらが別々のホルモンの支配をうけていることは, 当然考えられることである.

最近, GIRARDIE and CAZAL (1965) は, 脳間部の神経分泌細胞をとりさるとバッタが緑色化することを発見している. この神経分泌物は側心体から血中に放出されて直接に皮膚へ動くものと考えられている. このようなわけであるから, アラタ体の移植だけですべての相変異を誘起することが不可能であることは十分に理解できる.

さらにまた, FUZEAU-BRAESCH (1963 他) は, 成虫になったバッタが一夜にして黒化する現象を, ラベルしたチロシンを用いて研究した. 環境条件によっては, メラニン前駆体は成虫の翅脈を通して急速に翅の上皮に進入し, 急激な黒化をひきおこすことがあるのである. この際ホルモンの支配があるかどうかは明らかでない. 体色の相変異の起原に非ホルモ的なものがかかなり重要な役割を占めていることも十分に考えられるけれど, 孤独相のバッタと群集相のバッタとの間の体色の差異は, やはり全身的なデリケートなホルモン分泌状況の反映であるばかりでなく, 神経系に真に直結する神経分泌系の活動に多くを負っているのかもしれない.

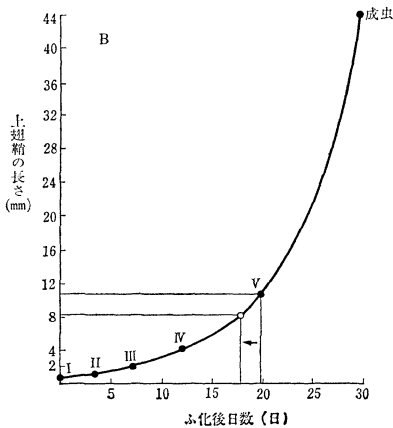
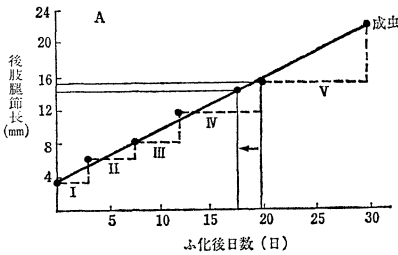
## II 相対成長と発育の差異

孤独相のバッタと群集相のバッタとでは, 体の各部の長さの比率が異なっている. もっともよく測られるのは, 頭の幅(C), 後肢腿節の長さ(F), 上翅鞘の長さ(E), 前胸背板の長さ(P), 前胸背板の高さ(H)などであって, これらの比たとえば  $F/C$ ,  $F/P$ ,  $P/C$  などが, 相変異の評価に用いられる. そして二つの相の間で重なりあいのない数値として,  $F/C$  がもっとも信頼にたるものとされている. E は必ずしも一定でなく,  $E/F$  も相変異の評価にあまり明確な指示を与えない.

しかしいずれにせよ, 個体密度によってこれらの比率が違ってくるといことは, 発育の過程になんらかの差異があることを意味していると考えられる. 昆虫の発育が全面的にホルモンの支配下にあることはすでに明確に

なっているから、相変異の起原の内分泌学的解析は、発育の面からも多数行なわれている。しかし、まだ統一的な説明にはほど遠いのが現状である。

初め P. JOLY (1949 a) は、アラタ体移植によって孤独型の成虫を得ることはできまいかと考えた。孤独型成虫の相対成長指数は、群集型ニフのそれに近いから、群集型ニフにアラタ体を移植してほんのわずか変態を妨げてやれば、ニフつまり孤独型に近い成虫が現われるだろうと考えられたからである。アラタ体移植の時期は、前述の体色の場合と同様にきわめてデリケートな問題であって



第2図 *Locusta migratoria* IV令ニフに前胸腺を移植したときにみられる“早められた脱皮(mue anticipée)”とその結果生じた個体の形態的特徴 (STRICH-HALBWACHS, 1959 から描く)

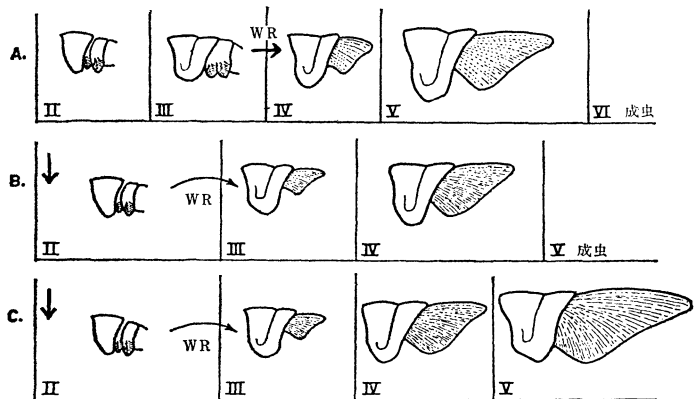
A : 後肢腿節の長さ。 B : 上翅鞘の長さ。

●は各令(ローマ数字で示す)における値。実線は真の成長、点線は脱皮に伴うみかけ上の成長。○は“早められた脱皮”によって生じたV令ニフの値。矢印の分だけ脱皮が早められ、それに応じて形態的にも小さくなっている。しかしその小さくなり方は、まったく正常な発育のペースに沿ったものである。

を測ってみると、前三者は群集型のものとはまったく違っていて、孤独型のそれより“もっと孤独型”の数値を示した。しかし F/C はほとんどアラタ体移植の影響をうけておらず、ほとんど正常の群集型とかわらなかつた。

このことは、孤独相の個体のほうがアラタ体が大きくて活性が高く、いろいろな形質において“より幼虫的”(KENNEDY, 1956 の表現)とみられるにもかかわらず F/C 値は群集相より孤独相のほうが高い(つまりより成虫的である)という矛盾した事実を解く鍵となる。F/C 値は二相の間で明確に違うにもかかわらず、アラタ体ホルモンの直接の支配下にはないのである。

アラタ体のみで解決がつかないなら、前胸腺ホルモンの作用のほうはどうであろうか?。STRICH-HALBWACHS (1959) は、*Locusta migratoria* のIV令、V令ニフに前胸腺(バッタでは頭部にあり、頭部腹面腺の形をとって存在している)を1~数個移植した。その結果、どちらの令においても、次の脱皮が1~3日早められ、したがって、より小さい成虫を生じたが、この成虫の体各部の比率は正常のものとはまったくかわっていなかった。つまり、前胸腺の移植はただ脱皮の時期をずらしただけで、内部的な発育のペースには作用しなかったのである(第2図)。ただしこれは飼育基礎温度が26°Cの場合であって、基礎温度を30°とすると、前胸腺移植によるこのような脱皮の促進はみられなくなってしまう(HIDAKA and P. JOLY, 未発表)。いずれにせよ、彼女の得た結



第3図 *Locusta migratoria* I令ニフに前胸腺を移植したときにおこる異常な発育。(STAAL, 1961 による)

ローマ数字は令数を示す。  
A : 正常ニフ、IV令になると、それまで下向きになっていた翅が上向きにかわる(wing reversal-WR)。  
B : I令1日目で前胸腺を移植した場合。  
C : I令1日目で前胸腺とアラタ体を移植した場合。



果が、相形質の問題と直接どこでからみあうのか、今のところよくわからない。

前胸腺に関しては、もうひとつ詳細な実験が STAAL (1961) によって行なわれている。その概略は STAAL and DE WILDE (1962) にまとめられているが、若令ニフに前胸腺を移植したときの結果はとくに興味ふかいものである。

周知のとおり、*Locusta migratoria* のニフ期は 5 令ある。第 3 図に示すとおり、I 令、II 令、III 令では翅鞘は下をむいているが、3 回目の脱皮で IV 令になると、翅鞘は上向きとなる。その後、翅はこの位置関係で大きくなり、5 回目の脱皮で成虫になる。

II 令 1 日目に前胸腺を 1 個以上移植すると、2 回目の脱皮が数日近おくれる。対照ニフのほうはその間に III 令となり、3 回目の脱皮に近づいてゆく。そのころ、移植されたニフはやっと 2 回目の脱皮をして、数の上では III 令になる。この III 令ニフは正常の III 令とあまり大きさはかわらないのに、すでに上向きになった IV 令の翅をもっている。すなわち、正常の III 令は“omit”されてしまったのである。第 3 回目の脱皮に至る期間もまた、正常の III 令期、IV 令期のいずれより長く、脱皮した“IV 令”のニフはすでに正常の V 令に相当する構造の翅をもっている。そしてこのような個体は、次の（つまり 4 回目の）脱皮で成虫になってしまう。

このような早熟現象は、III 令 1 日目のニフに前胸腺を移植した場合にもおこる (HIDAKA and P. JOLY, 未発表) が、その率は低い。そしてこの場合にはむしろ IV 令期が“omit”されるのである。とにかくこれらの“V 令成虫”は adultoid に近い形態をもっており、正常の孤独相とも群集相ともニフとも違う。

群集相では孤独相に比べて令数の減少がおこりやすいことは、いくつかの種のバッタでよく知られている。この前胸腺移植の実験でも、確かに令数の減少がおこる。しかし、野外の群集条件のもとでおこる令数減少とこの実験的減少との間には、なんら本質的な類似は求められそうにない。実際には、前胸腺は群集相の個体では成虫化後すぐ消失するのに、孤独相個体ではずっと長い間存続するのである (CARLISLE and ELLIS, 1962)。

ただ STAAL によると、II 令で前胸腺を移植されたのにもかかわらず、令の“omission”という形で反応しない個体が少し現われるという。このような個体は、令を同じくする正常個体より多少翅が長くなり、この性質が成長の過程でずっと維持される。その結果、成虫になったときには E/F 値が 2.45 という異常に翅の長い個体となる。一見これは相変異の問題に関わりをもつよう

にみられるが、これら個体の F/C 値は、まったく正常のものとかかわらなかった。

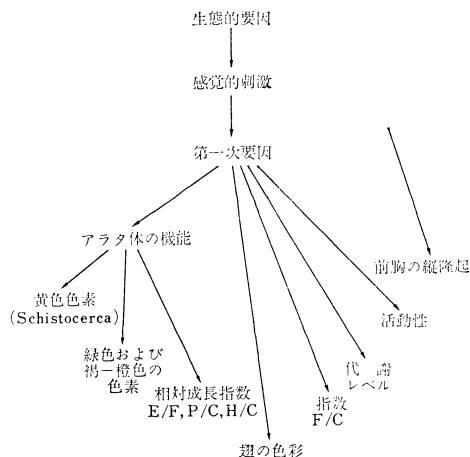
### III 相形質支配機構の複雑性

群集相と孤独相の違いは、生理的形質にも現われる。物質代謝のレベルや活動性、行動型などがその例である。これら諸形質の内分泌的支配も多少は研究されているが、決定的な結論というものが得られているようにはみえない。

たとえば P. JOLY (1962) は、正常な“群集”個体、あらかじめアラタ体を移植されて緑色化した“群集”個体、および正常の“孤独”個体の三つについて  $O_2$  消費量を測って見たところ、前二者の間にはまったく差がなく、それらと正常な“孤独”個体との間には大きな差があることがわかった。すなわち、アラタ体移植によって体色やいくつかの形態学的指数の上では“孤独型”になった“群集”個体も、代謝という本質的な面では、依然としてまったく“群集型”にとどまっているのである。

行動や活動性についても、同様なことが知られている。刺激に対する感覚器の反応を電気生理学的に調べた研究では、群集相と孤独相の間でなんら差がないことが明らかになったという。したがって、群集相の個体のほうが刺激に対してより敏感であることの原因は、感覚器レベルにあるのではなくて、脳の活動パターンというもっと複雑なレベルに求められねばならないことになる。

つまり現在なお、相形質を支配する生理的機構に関しては、P. JOLY (1962) が示した図式（第 4 図）以上のことはほとんどわかっていないとさえいえる。その後つけ加えられたことといえば、“第一要因”の一部とし



第 4 図 P. JOLY (1962) による相形質支配機構の模式図

て、脳の活動パターン変化に起因する脳間部神経分泌細胞群の機能変化というものを考えるようになったことである。活動性の変化、黒色化、生殖腺発達にみられる差などの一部は、おそらくはこの神経分泌細胞の分泌物によって（アラタ体の機能を介することなく）、直接に支配されているのであろう。

しかし、これだけでは、とうてい相変異の説明はつかない。相変異はしばしば遺伝的であることも知られているから、問題は最終的には遺伝子の活性状態にまでゆきつく。バッタの場合に限らず、すべての相変異の生理学は、他の多型現象の場合と同様に、生体内における DNA 情報発現の制御という根本的な問題に収斂せざるをえないことになる。

文献について大変お世話になった京都大学の巖 俊一氏、農業技術研究所の湯嶋 健氏・伊藤嘉昭氏に厚くお礼を申し上げますとともに、内田俊郎先生のご要求にそむいて内容をバッタの問題ばかりに限ってしまったことをお詫びする。

#### 参 考 文 献

- BÜCKMANN, D. (1953) : Biol. Zbl. 72 : 276~311.  
 CARLISLE, D. B. and ELLIS, P. E. (1962) : cited in Novák (1966).  
 DUSTMANN, J. H. (1964) : Zeit. vergl. Physiol. 49 : 28~57.  
 FAURE, J. C. (1932) : cited in Uvarov (1966).  
 FUZEAU-BRAESCH, S. (1963) : *Radiation and radioisotopes*

- applied to insects of agricultural importance*, International Atomic Energy Agency, Vienna pp. 289~297.  
 GIRARDIE, A. and CAZAL, M. (1965) : C. R. Acad. Sc. (Paris) 261 : 4525~4527.  
 HIDAKA, T. (1965) : Conférence de la Société Zoologique de France, mars 1965, Paris.  
 ——— and JOLY, P. 未発表データ  
 ——— and OHTAKI, T. (1963) : C. R. Soc. Biol. 157 : 928~930.  
 JOLY, L. (1954) : *ibid.* 148 : 579~583.  
 ——— (1960) : *Fonction des corpora allata chez Locusta migratoria L.*, Thèse, Strasbourg.  
 JOLY, P. (1949a) : Ann. Sci. Nat., Zool. 11 : 255~262.  
 ——— (1949b) : C. R. Soc. Biol. 145 : 1362~1366.  
 ——— (1962) : *Physiologie, comportement et écologie des Acridiens en rapport avec la phase*, Colloques internationaux de C. N. R. S. N° 114 : 76~88.  
 KENNEDY, J. S. (1956) : Biol. Rev. 31 : 349~370.  
 NICKERSON, B. (1954) : Nature 174 : 357.  
 NOVAK, V. (1966) : *Insect hormones*, Methuen, London.  
 RAABE, M. (1961) : C. R. Acad. Sc. (Paris) 252 : 3663~3665.  
 STAAL, G. B. (1961) : Med. Lab. voor Entomologie, Wageningen 72.  
 ——— and DE WILDE, J. (1962) : *Physiologie, comportement et écologie des Acridiens en rapport avec la phase*, Colloques internationaux de C. N. R. S. N° 114 : 89~105.  
 STRICH-HALBWACHS, M.-C. (1959) : Ann. Sci. Nat., Zool., 12° série, 1959, 483~570.  
 UVAROV, B. (1966) : *Grasshoppers and Locusts*, vol. 1, Cambridge University Press.

## 新 刊 図 書

### アメリカシロヒトリの知識

農政局植物防疫課 清水四郎・横浜植物防疫所調査課 梅谷献二 共著

B 5 判 20 ページ 表紙・グラビア写真原色カラー、本文 2 色刷

50 円 千 35 円

アメリカシロヒトリの名前、形態、アメリカシロヒトリとまちがえやすいこん虫、食餌植物、生活史と生態、天敵、防除法、日本における分布と広がり方、世界における広がり方など、アメリカシロヒトリのすべてがわかるテキスト。講習会用に好適。

お申込みは切手で結構です

# ヨツモンマメゾウムシの多型と貯穀害虫化の問題

京都大学農学部昆虫学研究室 内 田 俊 郎

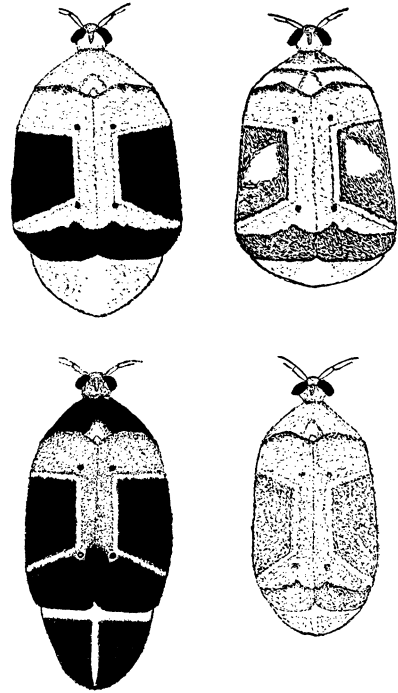
## 1

戦後アメリカから放出物資として輸入された緑豆の中にヨツモンマメゾウムシ *Callosobruchus maculatus* が見つかり、それを実験室の中で飼っていると、その中に大変にはねの色の違った二つの型があることに気がついた。もともと、この成虫がいちじるしい個体変異を示すことは前から知られていたことで、前はねのいろいろの色が多対立因子になって遺伝しているという研究があったりした。しかし、筆者の見つけだしたはねの色の二型はいろいろな交配実験をやってみても、遺伝的にきめられているようには思われず、むしろ生息密度の高低によってその出現がきめられているようであった<sup>10)</sup>。それから 10 年近くもたってから、アフリカのナイゼリア地方のヨツモンマメゾウムシにも同じ二型があることが報告された<sup>2,11)</sup>。また、筆者がアメリカ各地の博物館をまわった時に保存されているヨツモンマメゾウムシの標本を見せて貰ったが、どこの標本でもというわけではなかったが、この二つの型のものが混じって見られた。だから、この二つの型は別に特別のものでなくて、広くこの種の特性として見られるものに違いない。

一方の型は体型がずんぐりしていてやや大きい、そのいちじるしい特徴は前はねに白い軟毛が一面に生えていて、肉眼で見ればはねが銀白色ににぶく光って見え、黒い紋がはっきりと浮き出るように見えることである。これに反して、他の型は体型が細長くて、前はねは全体が赤褐色ないしは黒に見えるが、それは白い軟毛の生え方が少ないのではねの地色がすかして見えることによる。またはねの軟毛が少ないので黒い紋はりんかくがぼけて見えがちである(第1図)。しかし、こういう形態上の違いよりもいちじるしいのは、その行動や生理の上の違いであって、たとえば一方がよく飛び、その産卵数が少ないのに対して、他方はほとんど飛ばないで豆の上を歩きまわるだけで、その産卵数は約 2 倍以上も多いなどの点である。そんなわけで、筆者はこれらを飛ぶ型と飛ばぬ型と名づけたが<sup>12)</sup>、イギリスでも同じような理由で活動型と普通型とよんでいる<sup>2,11)</sup>。

## 2

飛ぶ型は飛ばぬ型に比べて、羽化した時の体重はやや



第1図 ヨツモンマメゾウムシの飛ぶ型(上図)と飛ばぬ型(下図)、それぞれ左側は♀、右側は♂(佐野えがく)

第1表 ヨツモンマメゾウムシの飛ぶ型と飛ばぬ型のいろいろの性質の比較

	飛ぶ型	飛ばぬ型
羽化時の体重 (mg)	{ ♂ 4.35 ♀ 4.59	{ ♂ 4.17 ♀ 5.07
前はねの最大長 (mm)	1.93	1.79
後はねの最大長 (mm)	3.71	3.32
水分含有率 (%)	{ ♂ 45.2 ♀ 40.7	{ ♂ 57.0 ♀ 51.8
粗脂肪含有率 (%)	{ ♂ 24.2 ♀ 26.3	{ ♂ 13.0 ♀ 15.2
脂肪の酸価	{ ♂ 15.86 ♀ 14.88	{ ♂ 23.00 ♀ 25.40
産卵数	25	56
生存日数	10.97	6.60

軽い前はねも後はねもともに大きくて、飛ぶのに明らかに適している(第1表)。体重を後はねの長さで割って翼荷重の指数を出して見ると、それぞれ 1.0 と 1.2 となって大きい違いを示した。30cm ぐらいの高さから

静かに落とすと、一方は中途からずっと側方に飛び立ってゆくのに、他方は下に落ちてしまい豆の上をはい回るだけである。時には、落ちた所で静止して肢やアンテナをたたみこんでしまって疑死をすることもある。飛ぶ型ではこんなことはほとんど見られない。室内の散光の下では飛ばぬ型はほとんど光には無頓着に豆の上を歩き回るのに、飛ぶ型は明るい窓のほうへ向けて飛び去ってゆく。

羽化したての飛ぶ型の腹部を開いてみると、脂肪体が腹腔にいっぱいになっている。粗脂肪含有率は第1表に示すように、飛ぶ型の雌雄ともに非常に高い値を示している。この粗脂肪の性質を示す一つの指標としての酸価も大きい差を示した。すなわち、遊離脂肪酸とエステル態脂肪酸の含有比が違って、飛ぶ型に多量のエステル態脂肪酸が貯えられていることを物語っている。これらに反比例するかのように、体水分の含有率は飛ぶ型が飛ばぬ型よりもはるかに低い<sup>15)</sup>。

飛ばぬ型は脂肪体の発達が発ぶ型のようにいちじるしくないが、その代わり腹腔は羽化直後ですでに生殖腺でいっぱいになっている。とくに雌では卵巣の発達がよくて、それぞれの卵巣小管は成熟卵で満ちている。雄でも同じように精巣はよく発達している。したがって、羽化するとすぐに交尾が行なわれ、産卵が行なわれる。生存期間中を通じて卵が産みつけられ、その総数は60ないし70くらいである。

飛ぶ型の雌の卵巣は羽化した時にはほとんど発達しておらず、卵巣小管は短く、卵もごくわずかしか見ることにはできない。雄の精巣も同じように発達が悪い。羽化後2・3日間は雌はまったく交尾を行なわないで、飛ばぬ型の雄が執ようにいどみかかっても、常に相手にもされず、交尾は成立しない。もちろん、産卵が行なわれないのはいうまでもない。やっと羽化後3・4日目ごろになって、卵巣にも成熟卵が見られるようになり、交尾も行なわれ、卵も産まれ始める。非常に明らかな産卵前期間が存在している。雄についても同じような期間があると思われるが、まだはっきりした観察記録はない。しかし、この期間を終わっても飛ぶ型のもは雌雄ともに交尾行動についてはそれほど積極的ではない。雌雄同数を容器内に入れて交尾頻度をみると、飛ばぬ型同志の頻度の高いのはもちろんであるが、飛ぶ型雌×飛ばぬ型雄の組み合わせがこれにつき、飛ばぬ型雌×飛ぶ型雄、飛ぶ型雌×飛ぶ型雄の交尾はあまり見られない。

産卵前期間中の飛ぶ型の雌はむしろ豆粒の上から離れて静止することが多い。ガラス容器の中で飼われている時は、その上面へと移り、一隅に静止して多数の個体が

集合を作っている。100匹ないしは200匹にも及ぶ個体が、立体的にはならないで一平面をなして、互いに密接にくっつき合って群がっている。なぜかはまったくわからないが、ガラス容器の上面に白い紙が貼りついていると、その部分にとくに集合することがいちじるしい。もしも、ガラス容器にふたがないならば、明るい野外へと飛び去ってゆき、どこかでこの白紙に似たような条件の所に群がって集まるのかも知れない。ちょうどそれはウリハムシやテントウムシが越冬を前にして、ある場所へ集まって集合を形作ることを思いおこさせる。

成虫の生存日数を比べると、飛ぶ型のほうが2倍くらい長い<sup>16)</sup>。温度の高低にかかわらず、このことは正しいが、とくに低い温度ではその差はいちじるしい。17~18°Cでは、飛ぶ型の寿命は2月以上にも及んでいる。生存期間中の体重の変化を調べると、飛ばぬ型では約1週間の寿命の間に、雌雄ともに急激に減少して、死んだ時には羽化した時の半分以下にもなってしまう。飛ぶ型でも、死がいの体重は羽化した時のその半分以下になるのは同じであるが、その長い生存期間中を通じて、ゆっくりした減少傾向を示す。ヨツモンマメゾウムシは貯蔵豆の中で世代をくり返すかぎり、成虫は食物も水もとらないのが普通であるが、もし成虫に水、砂糖水、蜂蜜などを食物として与えると、どちらの型のものも成虫の生存日数は長くなる。しかし、その延長の程度は飛ぶ型でとくにいちじるしい。

このようにいろいろの違いが二つの型にあることを述べたが、この違いはまったくでたらめのものとは思われない。飛ぶ型はただよく飛ぶとか活動的だとかいうことではなくて、むしろある場合には先に述べたように非活動的さえあるが、いろいろの特性が移動に結びついているように思われる。すなわち、よく飛び得るだけでなく、明るい方向へ向って飛び去り、どこかで集合を形成するように思われる。寿命は長くて、飛ぶためのエネルギーとして脂肪の保有量は大きい。産卵前期があって、しかも産卵数は少ない。それに対して、飛ばぬ型は行動的にはむしろ活発であるが、ほとんど飛ぶことはなく定住的である。寿命は短い、産卵数は多くて増殖型と考えるのが妥当のようである。

アブラムシやウンカの種類には、二つの翅型がある。いうまでもなく、それぞれアブラムシの有翅型とウンカの長翅型は移動型であり、アブラムシの無翅型とウンカの短翅型は定住・増殖型である。ヨツモンマメゾウムシの飛ぶ型と飛ばぬ型の示すいろいろの特性がすべて、アブラムシやウンカの二型と同じだと、その産卵とか寿命とかを一々比べればもちろんいい得ないかも知れない

が、基本的には次の点で同じだと考えてよからう。

アブラムシは第1次寄主である多年性植物と第2次寄主である1年性草本の間を有翅型が往復し、第2次寄主の上で無翅型が単為生殖的にどんどんと増殖を行なうことが多い<sup>9)</sup>。ウンカの場合もこれとほとんど同じで、いわゆる冬草といわれるイネ科などの雑草と夏草であるイネの間を長翅型が往復し、夏草であるイネの上で短翅型が大増殖を行なって、イネに大害を与えるわけである。

ヨツモンマメゾウムシもその生活史の中に、野外における食草上の生活と、倉庫や人家の中での貯蔵豆の中の生活との二つを持っている。野外の豆のさやの上に産れた卵からかえった幼虫は豆の中へ食いこんだまま収穫され、貯蔵豆の中の生活が始まる。貯蔵豆の中で羽化した成虫は、もしそれが飛ばぬ型であればそこに産卵し幾世代でも増殖が続けられる。もし飛ばぬ型であれば、野外へ飛びだし、野外の豆のさや上に産卵を行なうことになると思われる。それぞれ両方の型が移動型と増殖型であることはアブラムシやウンカの場合と同じであるが、大きな違いが一つだけある。アブラムシやウンカの場合の移動は有翅型や長翅型による二つの生息場所間の往復ともに行なわれるのに、ヨツモンマメゾウムシの場合は、第2次生息場所たる貯蔵豆からの帰りの片道だけである。往きは人間の行なう収穫というまったく人為的な行為によって行なわれている。

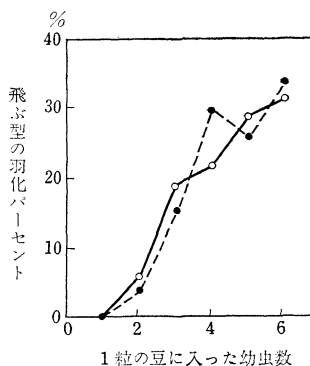
WIGGLESWORTH が昆虫の変態についての長年にわたる生理学的研究の末に到達した結論の一つは、各変態期はそれぞれ多型と考えるべきであって、それはアラタ体から分泌される幼若ホルモンと、その作用を抑えようとする脳・前胸腺系から分泌される成虫化ホルモンとのバランスによって定められているということであった<sup>10)</sup>。幼虫・さなぎ・成虫の各変態期は successive な多型であり、翅型や色などのいろいろの多型は alternative な多型であって、この学説によってうまく統一的に説明された。彼の学派の一人である KENNEDY は、この考えをワタリバッタの相変異とアブラムシ類にみられる翅型の二型にたくみにとり入れて、その学説を発展させた<sup>5,6)</sup>。

彼らの考えはヨツモンマメゾウムシの場合にもあてはめることができるようである。翅の発達程度からいえばアブラムシやウンカほどいちじるしくはないが、飛ばぬ型は幼虫的でありネオテニーと解釈すべきであるが、飛ばぬ型のものには幼若ホルモンの作用が大きく働いているのであろう。同時にこのホルモンは生殖腺の発達を促進させることはよく知られているが、飛ばぬ型は羽化した時にすでに生殖腺は発達しており、産卵数も多い。

## 3

ヨツモンマメゾウムシのこの二型の発現は一体どのような機構によっているかについて次に述べよう<sup>12,14)</sup>。

いろいろの環境要因がこの発現に対して働いているらしいが、最も大きいのは幼虫期の高い生息密度であるらしい。第2図はそのことを示す実験の結果であるが、1



第2図 1粒の豆についた幼虫数と飛ばぬ型の羽化パーセント

(○は♀, ●は♂)  
(内田, 1965 による)

粒のアズキ粒の中に食いこんだ幼虫数が1匹の時にはまったく飛ばぬ型のもは出てこないが、幼虫数が増すに伴って、飛ばぬ型の出現割合が高くなっていく。すなわち、この二型の発現は幼虫期の生息密度効果によって行なわれている。幼虫密度を豆粒単位ではなくて、アズキ10g (約60粒)の集塊

当たりに、幼虫数10匹とか300匹とかいう実験をすると、粒当たり直して同じ幼虫密度であっても、出現割合はちょっと高くなる。CASWELL は密度による機構を否定しているが<sup>2)</sup>、それは高い密度の実験が不十分なためであろう。

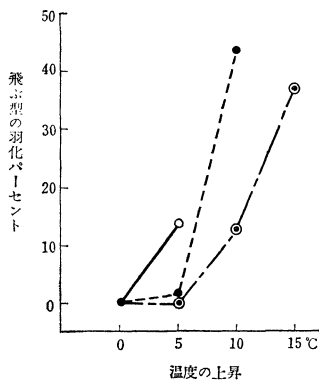
生息密度効果を解析的に考えると、個体間の行動の相互干渉作用によってひきおこされる場面と、多くの個体の代謝活動によって環境の非生物的条件が変化して環境の性質が変わってくる場面の二つがある。それぞれ行動の相互干渉と環境の生物的条件づけ、またはグループ効果とマス効果とよんでいる。マメゾウムシ類の幼虫の生活を知っていれば、幼虫相互間に行動の干渉があるとはちょっと考えられそうにない。堅い豆の子葉の中にいる若令期幼虫の1匹ずつは種実の隔壁によってへだてられているし、老熟期になってもこの隔壁は薄くこそなれ、状況はほとんど同じであると考えられる。

これに反して、第2の場合は大きい問題となる。幼虫の生息密度が高い場合に、その代謝の結果としてアズキ粒の塊りが発熱する。いろいろの貯蔵穀物の害虫についても、よく知られたことである。30°Cにおかれたアズキの塊りは、もし1粒当たりに幼虫が6匹平均でついていると、その温度が37°Cまでも上がったりする。マ

メゾウムシの産卵後 12 日目から豆粒の中の温度は急激に上昇し、15 日目にピークに達し、その後ふたたび急激に低下する。この間に、幼虫の表皮から発散される水分がアズキに吸収されるためにアズキの含有水分量もちじりしく変化すると思われる。また、幼虫の糞など排泄物が幼虫の掘ったアズキの中の孔道に蓄積するし、炭酸ガスもたまたまに違いない<sup>10,14)</sup>。

このように発熱している豆の塊りの中へ、1粒に1~2匹しか幼虫のいない豆を入れると、そこから高い割合で飛ぶ型の成虫がでてくる。また、近縁のメゾウムシであるアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* の幼虫が高い密度でついているアズキの塊りや、ココソウ *Sitophilus oryzae* にひどく害されて発熱している玄米の塊りの中へ、同じように低い密度で幼虫のついたアズキ粒を入れても、高い割合で飛ぶ型の個体がでてくる。けれども、これだけでは生物的条件づけの結果がその種に特有なものでないことはわかって、温度なのか豆の水分含有率なのか、果してその内容が一体何であるかはわからない。

アズキ1粒中の幼虫数が1~2匹で、ほとんど発熱を伴わないアズキの集塊をいろいろの気温の所へ移して、あたかも発熱したと同様な温度変化を人為的に与えて、飛ぶ型の出現割合を調べた<sup>10)</sup>。第3図に見られるように20°C または 25°C で飼っていた虫を 35°C へ移した場合に約 40%、30°C のものを 35°C へ移すと約 13% の飛ぶ型が現われた。したがって、生物的条件づけの中の大きい部分がアズキの温度上昇によっていることが推察された。もっともこの生物的条件づけも幼虫の初期からのものではなくて、ある時期における急激な上昇が意



第3図 発育の途中に上昇させた温度の程度と飛ぶ型の羽化パーセント (上昇前の飼育温度が○は30°, ●は 25°, ○は20°) (SANO, 1967 による)

味をもっているらしい。35°C の下で幼虫のふ化した時から飼っても、ほとんど飛ぶ型はでないし、また移された 35°C とその前に飼われていた温度との差が大きいほど出現割合が増している。30°C で低い密度で飼えば、ほとんど飛ぶ型はでないが、20°C で幼虫期の前半部を飼

て 30°C へ移すと、12% も飛ぶ型がでてくる<sup>10)</sup>。

生物的条件づけに關与している環境要因の中で、上に述べたように温度上昇は大きい意味をもつが、豆の含有水分量にも問題があるらしい。含水量を3段階にかけたアズキで高い幼虫密度で飼ってみると、最初に与えた豆の含有水分率が低いほど、飛ぶ型の出現割合が高かった。低い幼虫密度でも含有水分率が低い時には、約 10% 前後ではあるが飛ぶ型が出現する。このような結果は発熱時の豆の状態とはまったく逆である。アズキの集塊が 35°C のような高い温度になった場合には、アズキ粒の表面はじっとりと汗ばんでおり、かびの発生も認められ、おそらく種実の含水量は高くなっていると思われる。この矛盾した結果については今のところ何ともいえない。

温度の上昇によって飛ぶ型の出現がある程度規定できるので、幼虫のどの時期が最もこの影響を受けるかを簡単に知ることができる。30°C で卵が産れてから9日ないし 12 日目、2令ないし 3令初期がその時期にあたり、それよりも発育が進むと効果は非常に減少する。

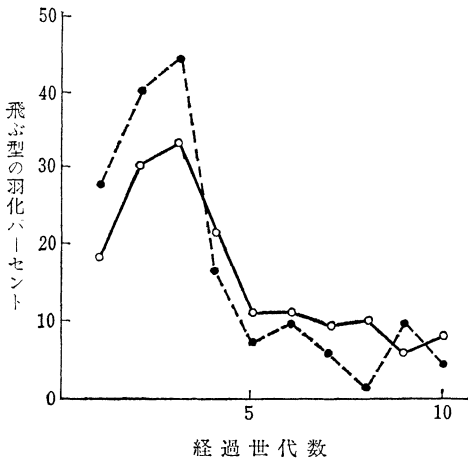
アズキの発熱が産卵後 15 日目ころにピークに達するのであるから、発熱にあずかる個体とこの高温の影響を敏感に受ける個体とは違って、発育のおくれた幼虫とか、おそく産れた卵から発育した幼虫とかが、条件づけの影響を受けて飛ぶ型になってしまうと想像される。このように環境の条件づけを行なう個体と条件づけの影響を受ける個体とが、1産卵群から出発した個体群の中で分化していることは非常に興味ふかいことである<sup>10,14)</sup>。

幼虫期のある時期に非常に高い温度とか、ある種の薬品を作用させることによって、内分泌作用の発現に異常をひきおこさせて、メタセテリーとかプロセテリーとかいわれる異常個体を出現させることはよく知られたことである。また、同じように異常な環境条件を与えることによって、遺伝的な変異体 (突然変異体) に表現型として似た表型模写 (フェノコピー) が生じてくることもわれわれはよく知っている。したがって、ヨツモンマメゾウムシの幼虫 2 令期に 35°C の高温が働いたことによって生じたこの飛ぶ型が、ホルモンの分泌状態の変化した個体であり、またフェノコピーではないかと考えることはそれほど無理なことでもなからう。

飛ぶ型と飛ばぬ型のいろいろの性質の差はアブラムシの翅型の違いによく似ており、しかもこのアブラムシの場合が内分泌機構によっていることがわかっている以上、この考えはむしろ妥当なものと考えてよいであろう。

CASWELL はヨツモンマメゾウムシのあるストックを数年間ずつと飼いつづけた結果、最初の年に 29% もでた飛ぶ型が 2 年後には 17%、その後は 4% にまで減っ

てしまったことを観察し、この出現には遺伝的要素が大きく働いており、それが飼育の継続によって淘汰を受けたのではないかと想像している<sup>2)</sup>。同様なことは、現在われわれの飼いつづけている個体群についても見られることで、最初にアメリカから輸入した当時には非常に高い割合で見られた飛ぶ型も、室内の一定条件の下で3・4世代経過した後には、わずか1~2%しか見られなくなっているし、実験的にもこのことは第4図に示すように証明される。



第4図 乾燥した豆の中での世代経過に伴う飛ぶ型の出現割合の変化 (○は♀, ●は♂)

飛ぶ型と飛ばぬ型の二型は前述のような機構で生ずるが、このような二型を生ずる性質自身は遺伝的に決定されているに違ひなからう。いま、われわれの飼っている世界各地のヨツモンマメゾウムシの中に、二型を生じやすい系統と、まったく見られない系統があるが、このこと自身も二型を発現させる性質が遺伝的にきめられていることを物語っている。

4

1,000種にも及ぶマメゾウムシ科の中には貯蔵豆を害する数十種類のものがあるが、その他のほとんどの種類は野外のマメ科植物の種子にだけついて、貯蔵豆の害虫とはなっていない。

ソラマメゾウムシ *Bruchus rufimanus* やエンドウゾウムシ *B. pisorum* は春さきに畑の若い豆のさやの上に卵を産み、それからかえった幼虫が豆の中で成長するが、やがてそのまま豆が収穫される。まもなく成虫になっても卵巣は成熟せず、翌春に畑にそだっている豆へむけて飛んでゆくまでそのままの状態を保っている。畑で豆

の花の花粉や蜜をたべて、卵巣は成熟し卵をさやの上に産みつける。

ところが、セコブマメゾウムシ属のアズキゾウムシなどは、豆が収穫されるまではソラマメゾウムシなどと同じような経過をたどるが、その後貯蔵された豆の中で何世代でもくり返して貯蔵豆をいちじるしく加害する点がマメゾウムシ属のものとはまったく違っている。成虫になれば卵巣は成熟しており、野外へわざわざ飛びだしていったりすることなしでも生活史が営まれる。さらに、イクビマメゾウムシ属のブラジルマメゾウムシ *Zabrotes subfasciatus* では、野外の豆の上の生活はほとんどなくて、まったく貯蔵豆の中だけで生活史を終わっているらしい。

畑の豆の害虫から貯蔵豆の害虫への一つの系列的な変化、それはそれぞれ野外型、移行型、貯穀型とでもよべるべき変化であるが、属を単位にして、温帯に分布する系統的に古い属であるマメゾウムシ属から、亜熱帯に多い比較的高等といわれるセコブマメゾウムシ属へ、さらにイクビマメゾウムシ属へとたどることができるのは興味深い(もっとも、これらの属の中でも生活史のわかっているのは主として有用豆類の害虫だけで、その他の多くの種類についてはほとんどわかっていないので、属を単位として考えることはやや大胆すぎるおそれが多いかも知れない。おそらくマメゾウムシ属とセコブマメゾウムシ属については誤りはないであろうが、ブラジルマメゾウムシをイクビマメゾウムシ属の代表種として考えることには問題があるかもしれない)。

野外の豆だけを加害することから貯蔵豆だけを加害する種類にいたるこの一連の系列が、マメゾウムシ科の系統的系列を表わしているということは、とりもなおさず系統をうらづけるひと続きの形態的生理的变化があることを示している。すなわち、第2表に示すように体型の小型化、1化性から多化性へ(休眠から非休眠性への変化)、長い成虫の性的未熟期間が早熟性へ、単食性から広食性へ、飛しょう活動から歩行へというようないろいろの変化が並行的におこっている。

このような変化の一つ一つを取って見れば、それは必ずしも野外型から貯穀型への移行を表わす何ものでもない。たとえば、休眠性だけに変化がおこったとしても、野外型から貯穀型への生活の変化はおこりようがない。いろいろの性質に並行的な変化がおこっていることこそ問題なのである。

マメゾウムシ科の属間にみられるこのような性質の並行的な変化は、他のいろいろの昆虫のグループにもしばしばみられている。たとえば Hovanitz<sup>2)</sup> はアカイエカ *Culex* 属、ハマダラカ *Anopheles* 属、ヤブカ *Haemagogus*

第2表 ヨツモンマメゾウムシの二型とマメゾウムシ属、イクビマメゾウムシ属の種類とのいろいろの性質の比較

	ソラマメゾウムシ (マメゾウムシ属)	ヨツモンマメゾウムシ		ブラジルマメゾウムシ (イクビマメゾウムシ属)
		飛ぶ型	飛ばぬ型	
前はね上の軟毛 休眠性	多い 成虫休眠 (羽化時に卵巣は未熟)	多い 成虫休眠 (羽化時に卵巣は未熟)	少ない なし (羽化時に卵巣成熟)	少ない なし (羽化時に卵巣成熟)
成虫の摂食と卵数	摂食により卵数は増加	摂食により卵数は増加	摂食しても卵数はほとんど変わらぬ	摂食しても卵数はほとんど変わらぬ
成虫寿命 飛しょう性 体水分量 (%) 粗脂肪量 (%)	数カ月 よく飛ぶ 45~50 高い	約15日 よく飛ぶ 45~50 24~26	約7日 ほとんど飛ばぬ 55 13~15	約7日 ほとんど飛ばぬ 60 低い

属、ショウジョウバエ *Drosophila* 属、モンキチョウ *Colias* 属などに、このような並行的の変化をみているし、また桐谷<sup>7,8,9)</sup>はマメゾウムシ科、コクゾウ *Sitophilus* 属、ゴキブリ *Blattidae* 科、カツオブシムシ *Dermestidae* 科などにみられるこの現象を貯蔵害虫化ないしは屋内害虫化としてくわしく論じている。ある場合にそれは属間であったり、また同一属内の種間であったりするが、常に一つの系統的系列に従った方向をもった変化である。

しかし、いまここで強調したいのはむしろこのこと自身ではなくて、このような系統的変化がそっくりそのままヨツモンマメゾウムシという一つの種類の中にみられた飛ぶ型と飛ばぬ型の多型に再現されていることである。マメゾウムシ属のエンドウゾウムシとイクビマメゾウムシ属のブラジルマメゾウムシの中間に、ヨツモンマメゾウムシの飛ぶ型と飛ばぬ型とをおくならば、その外観だけからでもエンドウゾウムシとヨツモンマメゾウムシの飛ぶ型が近縁種ではないか、その飛ばぬ型とブラジルマメゾウムシとが近似したものではないかと思うに違いない。まして、その生理的性質や行動などの比較をすれば、その感はより大きくなる。一部の性質についての比較を第2表に示した。

WIGGLESWORTH<sup>16)</sup>の説くように、多型を一つの発生上のステージの差と考えるかぎりにおいて、この多型が系統発生の上に見事に再現されているとしてもそれは当然であって不思議ではない。

ヨツモンマメゾウムシの二型と同じ現象はマメゾウムシ科の他の属であるタケイマメゾウムシ属の *Bruchidius alferii* (= *B. trifolii*) にも見られている。貯蔵中のクロバールの種子を害するものは *B. alferii* であり、野外のクロバールにつくものは *B. trifolii* であって、従来別種としてそれぞれ記載されていたが、これらが同一種であって飼育条件によって相互可変的であることが最近に明らかにされている<sup>1,3)</sup>。この両者の差は形態的にも生

理的にもほとんどヨツモンマメゾウムシの二型のそれと同様であって、野外型と貯蔵型とを表わしている。いろいろのマメゾウムシの生活史が調べられてゆくにつれて、こんな場合はまだまだわかってゆくに違いない。

貯蔵豆といわず、貯蔵穀物でも、繊維品でも、また都市の地下下水溝の中でも、人類の作りあげた新しい環境条件はそれに応ずる新しい変異体の生活を待っているに違いない。

本文を読んでいろいろ討議して下さった巖 俊一博士に、また第1図を描いて下さった佐野五十鈴さんに謝意を表します。

#### 引用文献

- 1) ABOU-RAYA, A. K. (1954) : Bull. Soc. Fouad I Ent. 38 : 193~203.
- 2) CASWELL, G. H. (1960) : Bull. Ent. Res. 50 : 671~680.
- 3) HAFEZ, M. & F. H. OSMAN (1956) : Bull. Soc. Ent. Egypte 11 : 231~277.
- 4) HOVANITZ, W. (1947) : Contrib. Lab. Verteb. Biol. Michigan U. 32 : 1~24.
- 5) KENNEDY, J. S. (1956) : Biol. Rev. 31 : 349~370.
- 6) ——— & H. L. G., STROYAN (1959) : Ann. Rev. Ent. 4 : 139~160.
- 7) 桐谷圭治 (1955) : 生物科学 特集号 : 55~58.
- 8) ——— (1956) : 新昆虫 9 (5) : 2~7.
- 9) ——— (1961) : 生態昆虫 9 : 22~40.
- 10) SANO, I (1967) : J. Stored Prod. Res. 2 : 187~195.
- 11) SOUTHGATE, B. J., R., HOWE & G. A., BRETT (1957) : Bull. Ent. Res. 48 : 78~89.
- 12) 内田俊郎 (1954) : 応動雑 18 : 162~168.
- 13) ——— (1956) : 個体群生態学の研究 3 : 93~104.
- 14) ——— (1965) : 日生態誌 15 : 193~199.
- 15) ———・高橋史樹 (1958) : 応動昆誌 2 : 33~37.
- 16) WIGGLESWORTH, V. B. (1954) : The physiology of insect metamorphosis.



## アブラムシにおける生活様式の進化と翅型

宇都宮大学農学部応用昆虫学教室 田 中 正

## まえがき

アブラムシ（アリマキ）の生活様式は種類によってちがうしく違い、また、同一種類においても生息地・季節・寄主植物の種類・個体群などによって違うことが多い。そして、それぞれに応じて出現する生活型は、形態的または生態的に、またはその両方に顕著な特徴をもつもので、同一個体でもそのときに応じて違った相を示すことさえある。BODENHEIMER & SWIRSKI (1957) はアブラムシにおけるこのような生活型を「モルフ」(Morph) と呼び、他の昆虫で広く使用されている生活型とは区別している。

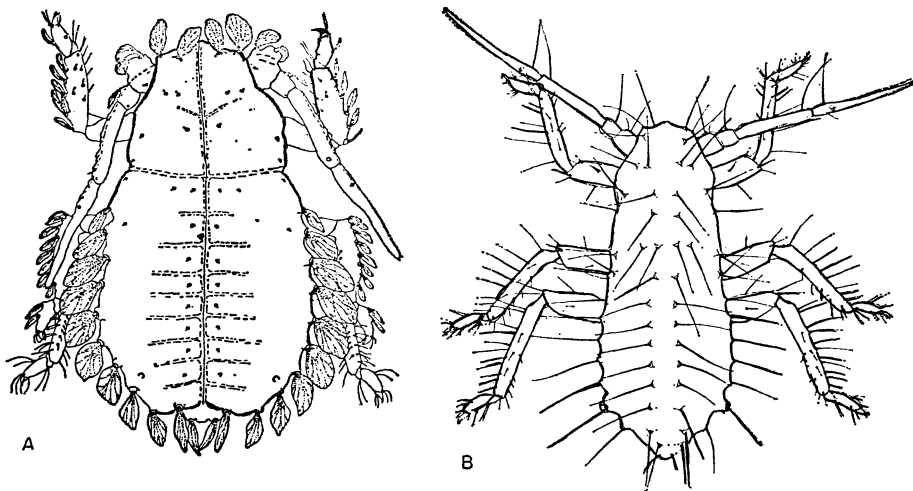
## I 形態上にみられる多型現象

アブラムシでは同一種類においても、有翅・無翅の両型が出現することは周知の事実であるが、1年を通じてアブラムシの生活環を追跡してみると、さらにいくつかの形態的モルフがあることがわかる。たとえば、クリの樹幹や枝に寄生する黒色大形のクリオオアブラムシ *Lachnus tropicalis* VAN DER GOOT では、早春、受精卵からふ化した個体はすべて無翅で、無翅胎生雌 (Apterous viviparous female) に似るが、触角環節数が1節少ない5節で、体形は多少とも丸味を帯びている。これを幹母

(Stem mother, Fundatrix) と呼ぶ。幹母の生んだ個体はすべて胎生雌虫であるが、第2代目は無翅、第3代以後にやがて有翅胎生雌虫 (Alate viviparous female) も出現する。秋になると、有性生殖を営む雄 (Male) や、雄と交尾し受精卵を生む産卵雌虫 (Oviparous female) が出現する。雄は雄性生殖器が背面より見ることができ、産卵雌虫は後脚脛節に多数の偽感覚孔があるので区別できる。以上、あげた各モルフはいずれも外見上、簡単に見分けられ、多型現象 (Polymorphism) の基本的なものである。

クリマダラアブラムシ (*Nippocallis kurikola* MATSUMURA) は、他のアブラムシと違って無翅胎生雌虫は出現しないで、すべて有翅型と、そして有翅・無翅両型の中間型 (Intermediate) が出現する。中間型は有翅型の第4令幼虫 (最終令) に似て翅が退化しているが、触角の第2次感覚孔が発達し、尾片は成虫と同じである。

幼虫にも多型現象がみられる。モミジケアブラムシ属 (*Periphyllus*) では、初夏に出現する幼虫は鱗状の付属物が体の周辺に多生し、第1令幼虫のまま秋まで発育を停止したままである。これは他の胎生雌の幼虫とは全く違う (第1図)。このような幼虫を越夏型 (di-morph) と呼ぶ。このほか、ツノアブラムシ (*Oregma*) 属では、幼虫時代に頭部前縁に1対の牛角状の突起があり、令の進



第1図 モミジケアブラムシの1種 (*Periphyllus granulatus* KOCH) の幼虫2型  
A: 越夏型, B: 正常型 (HILLE RIS LAMBERS, 1966 より)

むにつれ不明瞭となり、成虫になると消失するものであるが、単子葉植物にいるものより、イスノキ属(*Distylium*)植物で虫えいを作るもののほうが角状突起が一層長いという(高橋, 1931)。

## II 生活環にみられる多型現象

アブラムシの生活様式は多種多様で、有性個体の出現方法・寄主植物の季節的転換・虫えい形成の有無・有翅発現などと組み合わせると、一層、複雑な様相となる。アブラムシの生活環を1年を通じてみた場合、四季によって同一、または、ごく近縁な植物にのみ寄生し、寄主転換をしない非移住型(non-migratory)と、季節によって定期的に寄主植物を変え、その一方で有性生殖を営む移住型(migratory)とある。以下、おもな生活環の種類をあげ、生態的多型について説明する。

### 1 非移住型アブラムシ

#### (1) 産性虫の出現するもの

モミジケアブラムシでは、モミジの葉上で育った幹母の2, 3代以後の胎生雌虫が生んだ幼虫に前述のような越冬型幼虫が出現し、そのまま秋まで持続する。秋になって、あるものは胎生雌虫になり次代に産性虫を生み、また、あるものは直接、産性虫になる。産性虫(*Sexupara*)は同一個体から雄と産卵雌虫と両方を生むものでその生んだ両者から受精卵ができる(第2図A)。

#### (2) 産雌虫の出現するもの

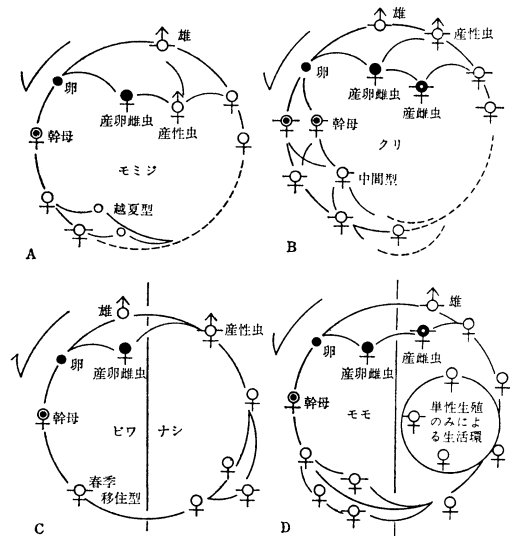
クリマダラアブラムシは秋になって産卵雌虫のみを生む産雌虫(*Gynopara*)が現われ、これとは別に雄を生む胎生雌虫や、産卵雌虫や、雄を生む個体も現われる(第2図B)。

### 2 移住型アブラムシ

#### (1) 産性虫の出現するもの

ナシオオアブラムシ(*Nippolachnus piri* MATSUMURA)は、冬はビワの葉に生まれた卵で越冬し、春、幹母に次いで出現した個体はすべて有翅で春季移住型となる。これはナシへ移り秋まで過すが、やがて有翅型が出現し、これは再びビワに戻り雄と産卵雌虫とを生む産性虫となる(第2図C)。

(2) モモアカアブラムシ(*Myzus persicae* SULZER)は主寄主がモモなど *Prunus* 属植物で、幹母の数代以後に春季移住型が次々と出現し中間寄主へ移る。中間寄主は草本性植物がおもで、きわめて多食性である。やがて秋になると有翅の産雌虫が出現し、これが主寄主へ戻って産卵雌虫を葉に生み、これらが成熟するころになると、成熟した有翅の雄が中間寄主より飛来し、交尾するようになる。なお、一部の個体は秋になっても主寄主へ戻ら



第2図 おもなアブラムシの生活環と代表的翅型  
A: モミジケアブラムシ, B: クリマダラアブラムシ, C: ナシオオアブラムシ, D: モモアカアブラムシ(原図)

ず越冬性草本、たとえば、ダイコン・ハクサイ・ハウレンソウなどに寄生し、胎生を続けたまま越冬するものもある(第2図D)。

以上、おもなアブラムシの生活環について略述したが、実際には一層複雑である。そこに出現する各モルフも色色な形態や性質を持っているが、本題から離れてしまうのでこの程度に止める。

## III 生活様式の変化とモルフの数

アブラムシには形態のおよび生態的モルフに種々のものがあることは前述のとおりである。これらは個々別々に出現するのではなく、複雑な生活様式と組み合わせられているのである。一番、モルフ数の少ない例としては、高橋・宗林(1959)のカシケアカアブラムシ(*Paratri-chosiphum kashicola* KURISAKI)で、幹母が産性虫を兼ね、雄と産卵雌虫の計3型である。これに反して多いほうではモミジケアブラムシで、17型がESSIG(1952)により報告されている。

寒地では有性生殖を営む各モルフが出現するが、暖地に行くにつれて、いくつかのモルフが省略されていく。一番省略されるのは有性個体である。同一種でありながら産地によってモルフ数の違うことがあり、リンゴワタムシ(*Eriosoma lanigerum* HAUSMANN)はヨーロッパではニレとリンゴの間を移住するが、日本ではリンゴのみ

に寄生する。これと同じようなことは、サトウキビネワタムシ (*Geocia lucifuga* ZEHNTNER) が日本では有性個体が出現しないのに反し、ヨーロッパでは *Pistacia* 属植物を主寄主、イネ科植物を中間寄主としている。

アブラムシの繁殖上、最も適当な条件、つまり、気象的・栄養的に理想的な条件を与え飼育すると、ほぼ、永久的に単性生殖を続ける。柴田はクリマダラアブラムシを 25°C の定温器で胎生雌のみによる繁殖を 12 年間、第 542 代まで続けることに成功した。筆者もモモアカアブラムシを用いて、中間寄主のキャベツ・ダイコンなどで 1 年以上、無翅型のみで単性生殖を続けさせたことがある。この場合の条件として、20~25°C、関係湿度約 70% で、急激な温湿度の変化は避け、生育の良い若い植物のみを与え、決して多数の個体を群棲させなかった。このとき、日長は自然と同じにしたが、生れてくるものはすべて無翅の胎生雌虫のみで、寄主植物の種類には影響されなかった。

すなわち、アブラムシにおいてモルフの数の多いのは、各種の環境抵抗に耐えうように適応するために出現するもので、環境の変化に応じて種々のモルフができることになる。これから考えてみて、1 年間に出現するモルフの少ない種類は、進化からみて遅れている群ではなからうか。

#### IV 各モルフの出現要因

##### 1 有翅・無翅胎生雌虫

アブラムシの有翅型は、無翅型から生れるのが普通である。そして、有翅型の生む個体は無翅型で、有翅型から有翅型の生れることはごく少ない。この有翅現象は当然、多くの学者の興味を引くもので、多数の人々により実験され、多くの説が続出した。すなわち、温度・湿度・温度+湿度・温度較差・日長効果・栄養・乾燥・群棲・飢餓・系統つまり遺伝・等々であり、また、これらの組み合わせでもある。いずれが正しい説であろうか。筆者はこれらのすべてが正しいといってもよいと思う。ただ、原因となる根本的因子にはいずれも触れていないのである。真の有翅型発現の因子は、アブラムシの体内にある「未解決のあるもの」に刺激的作用、たとえばある種の酵素やホルモンなどの働きが加わり、これによって翅芽の発達を促進されるのではなからうか。

その時期はいつか。おそらく母体内にある胚子時代、または母体から産出されて間もない第 1 令幼虫のときであって、第 2 令幼虫になると外見的にも有翅・無翅のどちらになるかは見当がつくようになる。有翅型幼虫は体が幾分細長く、とくに胸部が発達する傾向があり、令の

進むにつれて一層明瞭となり、第 4 令幼虫 (最終令) になると翅芽が胸部背面にはっきり認められる。

しかし、自然はあまりにも例外を作りすぎる。前述のクリマダラアブラムシは決して無翅胎生雌虫が出現しない。有翅型と中間型のみで、無翅があってもそれは産卵雌虫である (進士 (1941) の無翅胎生雌虫は誤り)。また、ナシオオアブラムシは中間寄主上では有翅型が出現しない。ごくまれに出現することもあるが、数は少ない。筆者は一度、本種を飼育中に数日間放任したところ、数匹の有翅虫が次々に生まれた。こんなところに、案外、解決のいと口があるのかも知れない。

##### 2 中間型

クリマダラアブラムシのように中間型が普通に出現する例は珍しく、原則として中間型はまれである。Aphis 属では中間型が出現することはまれであるが、マメアブラムシ *A. craccivora* KOCH、ワタアブラムシ *A. gossypii* GLOVER では時々出現する。これらは幹母から数代以後に時々出現し、場合によっては無翅胎生雌虫の個体数に近いこともある。モモアカアブラムシでも中間型が出現する。とくに盛夏に多いが、また、秋や冬でさえも出現することがある。中間型の生態的意義は不明で、筆者はむしろ、有翅型のできそこないであって、何かの条件で翅の十分に伸びきらなかったものと考えている。

##### 3 有性個体

アブラムシの産卵雌虫や雄の出現も興味のある事実である。それには有性個体 (Sexuals) を生む産雌虫、産性虫、産雄虫 (Andropara) の出現に触れなくてはならない。しかしこれについて納得のいくデータは少ない。柴田はクリマダラアブラムシの単性生殖実験を行なっている途中、飼育中の定温器が故障し、その後代に有性個体が出現することを知り、実験的に雌雄を産出させることに成功した。すなわち、25°C で飼育中に 15°C へ 10 分以上おき、再び 25°C に戻す。この一時的低温刺激により産雌虫や雄がやがて出現する。他の数種のアブラムシでもこのようにして成功している。これらの場合は変温下ではないので自然と状態は違いますが、このようなヒントがさらによりデータを得ることになりそうである。

また、適温の 20~25°C で飼育している途中で、15°C に移すとか、毎日、1 時間、低温の所へ移すという作業でも有性個体は出現する。また 15°C にずっとおくことも有力な原因になる。しかし、単に温度のみで自由に有性個体を作ることはできず、とくに幹母から直接作ることは困難である。そこには温度以外にも寄主植物の栄養や日長効果も加わっているものと考えられる。

##### 4 色彩型

多くのアブラムシにおいて体色の変化が認められている。ムギヒゲナガアブラムシ (*Macrosiphum granarium akebiae* SHINJI) はムギ類やイネに寄生する場合、大部分は鮮緑黄色であるが、穂に寄生するものには橙赤色のものがある。イバラヒゲナガアブラムシ (*M. ibarae* MATSUMURA) はバラの茎葉に寄生するが、同様に橙赤色の個体が出現する。これらはいずれも体色が違うだけでとくに形態・生態的差異は認められない。

しかし、モモアカアブラムシにおいては、体色の相違が生態的にも現われることもある。筆者 (1957) は本種が同一寄主においても桃色と緑色とで「すみ分け」的に寄生することに注目し両者を飼育した結果、高温下 (約 20°C) では緑色系はキャベツの上位葉に、桃色系は下位葉に集まり、繁殖力は緑色系が桃色系の 1.5 倍に及ぶことを確認した。そして、寄生の初めには明らかに葉の成熟度に対する選択性が認められた。

同様に筆者 (1962) はオカボノアカアブラムシ (*Rhopalosiphum rufiabdominalis* SASAKI) においても、高温下では赤色系が多く、オカボの根に寄生し、低温下では緑色系がオカボの地上部に寄生することを認めた。しかも、実験中のその代において寄生部位の変更が行なわれ、体色も数日で変化し、また、変温後の 2 代目以後には触角環節数や刺毛長まで変化することがわかった。

このほか、多くのアブラムシで観察することであるが、冬季、胎生雌越冬の個体は高温時のものよりも体色が濃く、また、ワタアブラムシのように春から夏にかけて体色が青緑色から黄緑色または黄色に変化するようなものである。これら、アブラムシの体色変化は、オカボノアカアブラムシのようにすぐ変化するものは例外としても、少なくとも数代はかかるようである。温度以外に体色を変化させる要因として寄主植物の種類があろう。モモアカアブラムシはタバコやパチュニアなどに寄生する場合、桃色系が多い。しかし、この場合、単に桃色系のものが選択的に寄生したか否かは確かめていない。有性個体の体色変化は胎生雌虫におけるよりも一層いちじるしい。これについての原因はわかっていない。

## V 寄主植物と寄主範囲

アブラムシは、ほとんど、あらゆる植物に寄生し、高等植物から単子葉・裸子植物、シダや蘚苔類に及んでいる。日本においてアブラムシの寄生しない植物として、スギ・イチョウ・トクサ・ヒカゲノカズラなど、ごく一部の植物に限られている。マツやサクラなど木本植物にも多くの種類が寄生し、葉・茎・根などにも及ぶ。

昆虫には単食性・寡食性・多食性の三つがあるが、ア

ブラムシは元来、多食性のものであろう。単食性の例としてはクリに寄生するクリマダラアブラムシ、イヌマキに寄生するマキアブラムシ (*Neophyllaphis podocarpi* TAKAHASHI)、その他、ごく限られたものである。寡食性のものはずっと多く、多食性のものはさらに多い。

元来、アブラムシは有翅型が基本のモルフであろう。それが繁殖性の無翅型に変わったのは、アブラムシの進化が進んできたからで、有翅型は次々と寄主植物の個体間または種間の移動ができるが、無翅型は繁殖専門である。それだけ寄主植物の種類が少ない、すなわち、寄主範囲の狭いほうが、進化が進んだものとも考えられるが、現在ではそれを確信させる有力な資料はない。

アブラムシが 1 寄主植物を攻撃し、ここで繁殖する場合、一定の規則がある。有翅型が寄主植物へ到達する、すなわち、寄主発見はかなり求心的な場合と、試行誤謬的動作をくり返すときとある。求心的な行動の場合、風下から風上に向かってややサーカスのな円をかきながら寄主植物へ達する。この場合、明らかに視覚以外の化学的感受器官の働きがあるものと考えられ、おそらく触角が大きな役割を果たすのであろう。

しかし、多くの場合、アブラムシの寄主発見はかなり能率の悪い方法がとられているのではなからうか。アブラムシの有翅型は黄色の物体に集まる性質がある。これと寄主発見との関連づけはむずかしいが、あるときは、これに化学感受器官の併用で植物に降下する。間もなく、口吻を植物体に挿入するが、必ずしもすぐ、そこへ幼虫を生むとは限らず、かなり長時間、吸汁位置を変更しながら移動する。幼虫を生む数は 1 カ所に多数生むことはまれで、せいぜい数匹ずつである。

この幼虫を生む位置は、そのアブラムシが最も好む寄生部位である。たとえばジャガイモにモモアカアブラムシとワタアブラムシが寄生する場合、モモアカアブラムシの多くは上位葉か中位葉を、ワタアブラムシは下位葉を選ぶ。そしてどちらか一方、または両者の個体群が満員になると初めて混棲するようになる。すなわち、寄生の初期にのみ「すみ分け」現象がみられる。

アブラムシの好む葉位、つまり、葉の成熟度は、アブラムシの種類や寄主植物の種類によって違う。前に述べたようにジャガイモでは、モモアカアブラムシが上・中位葉を、ワタアブラムシは下位葉を好む。しかし、キュウリではモモアカアブラムシは中位葉を (寄生個体は少ない)、ワタアブラムシは上位葉を好む。ニセダイコンアブラムシ (*Lipaphis pseudobrassicae* DAVIS) はハクサイでは下位葉を、ダイコンでは上位葉と下位葉を好み、中位葉は少ない。ダイコンアブラムシはナタネに寄生する

場合、出穂前は中位葉以下にいるが、出穂すると全個体が穂に集まり、葉にはいなくなる。

同一寄主植物において寄生部位を選定する場合、近縁の植物を選択するよりも重要であるらしい。多くの場合、寄主上で満員になってから、他植物へ移ることは少なく、まだ、かなりの余裕が初めの寄主植物にあるにもかかわらず、有翅型が出現し、あるいは歩行により他植物へ移動する。

多食性アブラムシ（寡食性でも同じ）では寄主植物に選好度の順位がある。たとえば、モモアカアブラムシでは下記のような順位があって、同一場所にこれらの植物モモアカアブラムシにおける寄主植物の選好度

(田中, 1964)

- 順位 1 : ハクサイ  
 2 : ダイコン, キャベツ, アブラナ  
 3 : ホウレンソウ, ニンジシ, カブ  
 4 : エンドウ, タイサイ, ミツバ  
 5 : フダンソウ, ソラマメ

があった場合、ほぼ、この順序に寄生する。そして選好する寄生部位で群棲するようになると、次々と順位の下の方へ移り、また、あるときには、寄生部位の範囲を広げる。

もし、アブラムシの個体群が異常の群棲をみるときは、この順位で示した以下の植物にも一時的に寄生することがあり、たとえば、モモアカアブラムシではマサキ・カキ・フキなどに寄生をみたことがあり、また、ダイコンアブラムシ (*Brevicorne brassicae* LINNÉ) を実験室で群棲させたとき、ネギに多数の個体が移動したこともある。

また、有翅胎生雌虫は個体群が多くなったとき、一時的ではあるがきわめて広い範囲の植物にわたって植物体から吸汁することがある。この場合、寄主植物以外の草本植物も、ほとんど例外なく寄生する。たとえば、モモアカアブラムシはネギ・タマネギ・チューリップなどを、ムギクビレアブラムシ (*Rhopalosiphum padi* LINNÉ) は寄主のイネ科以外のネギ類、ダイコンアブラムシは寄主のアブラナ科以外のタバコなどを次々と吸汁すると、次の健全植物にウイルス病を伝染するようなことになり、一層、重要な問題を含んでいる。

このようにアブラムシの個体群の大小や over-population の強弱、つまり、population pressure がその寄主範囲や寄生部位を決定するわけで、ここにも一つの相が存在するといえよう。

## VI 有翅型の移動相と繁殖相

有翅胎生雌群が寄主植物上で形成されると、約1日の後には新しい寄主を求めて飛ぶようになる。その群飛は当日の気象条件と密な関係があるが、大体において晴天で風が弱く気温高い日の午後1~3時が最も多い。このころの有翅型個体群はもっぱら飛ぶことに専念しているかのように、飛しょうのための筋肉もよく発達している。

ついで有翅型は新しい寄主上を点々と吸汁しながら移動し、まもなく、2~3匹ずつ幼虫を生むようになる。長時間、1カ所に止まることはなく、1~2時間で次へ移動し、繁殖源となる無翅型幼虫を生む。

## VII 個体変異とその極相

アブラムシの個体変異はかなりいぢるしいもので同一種で同一モルフであっても、両極端の場合には形態的にも生態的にもかなり違うことが多く、ときには別種のような感さえあるくらいである。普通、同一環境下においては同じモルフは同じ形態と生態であるべきであるが、実際に両者は混乱し、誤った判断をもしかねないのである。たとえば、初夏におけるワタアブラムシの無翅型には青緑色でやや大形のもの、黄緑色または淡黄色で小形のものゝ混在する。

ムギクビレアブラムシとオカボノアカアブラムシは、ともに同属のものでイネ科植物に寄生する。ムギクビレアブラムシの原型は青緑色で腹部末端は赤色、触角は6節、主としてムギ類の地上部におり、夏季になると淡青緑色から淡赤褐色に近いものまで出現する。一方、オカボノアカアブラムシの原型はオカボの根に寄生し夏季に出現する。体は淡赤褐色で触角は5節である。春または秋に出現するものは淡青緑色で腹部末端に赤色部を持ち、触角は6節で、ときにはイネの地上部にも寄生する。両者の区別は触角上の刺毛長と腹部第8環節の刺毛数が分類上のきめ手となり、単に寄生部位や体色では区別できない。

## ま と め

以上、アブラムシの多型現象、これには形態的・生態的のものがあるが、これと寄主植物との関係はきわめて密接である。アブラムシは元来、理想的な繁殖条件下においては胎生雌虫のみ、それも無翅のものに限られているわけであるが、種々の環境条件下ではこれに適応していくモルフが出現し、また、生態的にみてその場合、場合に適応できる相が出現してくる。

とくに寄主植物の発見、選択においては有翅型の活動

が大きく作用し、また、不良環境下に入ると再び有翅型を生じて移動する。その最も大きな動きは移住性アブラムシの季節的転移 (Migration) であって、植物分類学上、類縁の遠い、しかも、木本と草本との植物の間に行なわれるものである。そこには、とくにアブラムシの系統上の順位は不明瞭である。しかし、木本植物のみに寄生するものは、草本植物に移住するものよりも分化の進まない系統の低いものに多く、有性個体の出現方法は産雌虫の出現するほうが産性虫の出現するものよりも多少とも進んでいるともみえる。しかし、生活様式の進化と

翅型との関係を論ずるには、まだ、十分の資料がなく、今後の研究にまちたいと思う。

#### 参考文献

- AUCLAIR, J. L. (1963) : Aphid feeding and nutrition. *Ann. Rev. Ent.* 8 : 439~490.  
 BODENHEIMER, F. S. & SWIRSKI, E. (1957) : The Aphidoidea of the Middle East. pp. 378, Jerusalem.  
 KENNEDY, J. S. & STROYAN, H. L. G. (1959) : Biology of Aphids. *Ann. Rev. Ent.* 4 : 139~160.  
 LAMBERS, HILLE RIS (1966) : Polymorphism in Aphididae. *ibid.* 11 : 47~78.

## 中央だより

### 一協 会一

#### ○第 23 回通常総会開催さる

4月 26 日午後 3 時から本郷学士会館 6 号室において第 23 回通常総会が開催された。

堀理事長が議長となり、まず会長錦木外岐雄氏の辞任を伝え、植物防疫体制の刷新、農業残留に関する調査研究、植物防疫関係団体の連携強化について抱負を述べて挨拶し議事に入った。

- 第 1 号議案 昭和 41 年度事業報告および収支決算報告  
 第 2 号議案 昭和 41 年度剰余金処理案  
 第 3 号議案 昭和 42 年度事業計画および収支予算案  
 第 4 号議案 会費および会費徴集方法  
 第 5 号議案 役員および顧問報酬  
 第 6 号議案 役員改選

議事は提出議案順に審議し、第 1 号議案については山崎監事から監査報告があり、第 5 号議案まで原案どおり議決された。

ついで第 6 号議案の役員改選に入り、理事、監事の任期をそろえるために全員が辞任し、新役員を選任し、即

日就任した。

〔理事〕 堀 正侃、井上菅次、明日山秀文、飯島 鼎、石倉秀次、今井正信、岩田吉人、内山良治、荻原克巳、落合幸文、尾上哲之助、上遠 章、河田 党、久次米健太郎、小島晴二、後藤和夫、桜井三郎右衛門、下山一二、高木信一、田杉平司、館沢幸雄、長畑 博、新堀正孝、西島 寛、野村健一、深見利一、福永一夫、松田覚太、松平 孝

〔監事〕 大山琢三、斎藤圭一、佐藤六郎

〔評議員〕 広島県植物防疫協会の加入に伴い、友沢和一郎氏を追加した。

議事終了後宮崎県植物防疫協会から防除体制の刷新は急務であり、国の次年度予算も 6 月には編成に着手されるので、関係団体が強力に連携して植物防疫予算の獲得にあたるよう要望があり、最後に農林省の祝辞があって午後 4 時 40 分閉会した。出席者 58 名。

#### ○理事長、常務理事、顧問決まる

第 39 回理事会において理事長に堀正侃氏、常務理事に井上菅次氏が選任され、住木諭介氏に顧問をお願いすることとなった。

## T 式粉剤落下量調査指標

ヘリコプタにより農薬を空中散布する時に粉剤の落下量を調査するための指標で、従来の「H 式粉剤落下量試験紙」は昨年より廃止し現在使えません。今後の調査には「T 式粉剤落下量調査指標」をご使用下さい。

頒価 1 セット (調査指標 1 枚と黒紙 60 枚) 600 円 調査指標のみ 420 円 黒紙 1 枚 3 円

販売元は丸善薬品産業株式会社です。お申込みは直接下記へお願いします。

本 社 : 大阪市東区道修町 2 の 21 電話 大阪 (202) 0921~8

東京支店 : 東京都千代田区内神田 3 の 16 の 9 電話 東京 (256) 5561~6

# ウンカの翅型と個体群動態

農林省九州農業試験場 岸 本 良 一

昆虫にはさまざまな多型現象がみられるが、ハチやシロアリなど社会性昆虫においては非常に精巧な機構によって階級の多型の平衡が保たれており、一方チョウやヨコバイなどに見られる季節型では毎年規則的に変化するが、その意義はまだ明らかにされていない。バッタやヨトウムシに見られる“相”変異は群を作っている個体間の相互刺激によって、移動力やその他の習性の上で違った二つの型ができ、この二つの型をもっていることがその種の維持や増殖にとって好都合であるという点で注目に価するものである。個体の集まり (crowding) によって生ずる刺激によって多型決定が影響されるということは、アブラムシやその他の例がいくつか見られるが、多型が種の維持や増殖の上で果す意義は、種によってそれぞれ特殊性があると考えられる。ウンカにも多くの種の中に長翅型と短翅型の二つがあるが、これがウンカの生態上どのような意義をもっているか論じてみたい。

## I 長翅型と短翅型の比較

ウンカ類の長翅型と短翅型の比較はすでに本誌 (13巻 298ページ) に概説したが、これを要約すると下表のと

ウンカ類における短翅型・長翅型の比較

	短翅型	長翅型
形 態	前後翅退化 一般的体型大 体重やや重い(♀)	飛しょう能力あり やや小 やや軽い(♀)
体 色	淡色の場合が多い	多少とも黒化している
産卵前期間(♀)	羽化後間もなく 卵巣発育開始	低温, 不良食物条件下では長くなる
産卵能力(♀)	やや高い	高いものは短翅型と同程度だが、条件によっては低いものがある
絶食状態(水以外)での生存期間	短 い	長 い
出現条件	♀では好適な食物条件, 低密度 ♂: 好適食物条件と種に特有な条件	好適でない食物条件, 高密度
幼虫発育期間	一般に短い	やや長い, とくに不適当な条件下では長い

おりである。特長なことは長翅型は飛しょう能力をもち、雌でははっきりと産卵前期間をもち、この間は絶食にたえる力もかなり強い。一方短翅型は羽化後間もなく卵巣が発達し始め、しかもこの発育は外界の影響をあまりうけない。しかし絶食にたえる力は少なく、とべないのはもちろんだが、たとえばトビロウンカなどの観察ではほとんど移動せず定着性が強い。産卵能力では必ずしもはっきりした差は見られず、好適な条件下で比較すれば差は見られないが、長翅型の出現を余儀なくさせるような条件は一般にウンカの発育にとって良好でない場合が多く、したがって長翅型では産卵能力の低い個体が出現する場合がある。しかし、アブラムシの有翅型と無翅型の差のようにはっきりしたものは期待できない。

長翅型と短翅型の性質の違いは多くの種に適用できるようであるが、翅型を決定する要因や出現の難易は種によって特長なものが多い。一般に雌では多くの種において共通した傾向を示しており、好適な食物条件 (幼虫の発育が正常で、死亡率も低いようなもの) を与え、あまり高密度にならないように飼育すれば短翅型が高率に出現し、不適当な食物条件、たとえば老熟した餌植物やあまり好まない種類の寄主植物で飼育すれば長翅型の率が高くなる。飼育密度を高くすれば長翅型の率は高くなるが、これには密度そのものの影響と餌などに対する生物的条件づけ (biological conditioning) の二つの面があると思われる。種による短翅型、長翅型の出現の難易は様ではない。たとえばニセトビロウンカやトビロウンカモドキでは長翅型がかなり出にくく、幼虫期の死亡率が相当高くなるような密度、たとえば1試験管当たりウンカ 20 頭以上にしても長翅型が 100% に達する場合はほとんどない。トビロウンカでは飼育条件を変えることによってどちらの型でも容易に 100% にすることができるが、ヒメトビウンカやヨーロッパに広く分布する *Delphacodes* 属のウンカ (オート、コムギなどのウイルス病の媒介虫として重要な種) などもこれと大体同じ傾向を示す。セジロウンカでも容易に両型を作ることができるが、長翅型が出やすい傾向がある。

翅型決定要因の種による特長は雄でははっきりしている。雌と同じ傾向を示すのは、ニセトビロウンカ、トビロウンカモドキ、*D. pellucida*、*D. dubia* などである。ヒメトビウンカでは幼虫期間中に休眠を経ると、雄

の短翅型が多く出現し、実際野外でも越冬世代の成虫(第1回成虫)の中に短翅型雄が多く発見される。筆者の実験によれば、休眠に入って後、餌や密度の条件を変えると翅型率も変化し、その傾向は雌と平行していることがわかった。この休眠と翅型決定との関係は、ツマグロヨコバイにおける休眠と季節型との関係とよく似たものと思われ、翅型変化が季節的な一面をもつものであることを示唆する。トビロウカではある程度密度が高くなると短翅型率が高くなり、それはまた食物条件をよくしたり、短日条件を与えると助長されることがわかった。野外でも、穂ばらみ期、第4回成虫期に密度の高い部分に短翅型雄が発見されることが多い。しかし密度がさらに高くなったり、餌の条件が悪くなると長翅型の率が高くなる。このことは、雄にとってはある程度密度の高いのがその機能からいっても好都合であろうと考えられるが、さらに高い場合の反応や餌に対する要求は雌と平行していることを示すものと考えられる。幼虫の発育期間もこの好適密度でやや促進されることは興味深い。ヒメトビウカでもある程度の高さの密度で飼育すれば非休眠状態でもごく低率ながら短翅型雄が得られる場合がある。セジロウカでは雄の短翅型は発見されていない。

## II 個体群増殖の上で果す翅型の役割

イネを害する3種のウカとも苗代または本田初期に飛び込んでくるのは、第2回成虫が主体であるといわれており、とくに早植や晩植の場合を除いて、年による変動もほとんどない。これを起源としてウカ個体群は増えて行くが、その傾向は種によって違っており、翅型の果す役割もまた違っている。翅型の時期的変化のはっきりしているのはトビロウカで、岸本(1965)の調査によれば、侵入してくるのは密度の非常に低い長翅型で、本田ではランダムに分布している。これが残した第3回成虫期には、低密度ながら集中分布を示す短翅型雌とこれに付随した分布を示す長翅型雄が発見され、この時期の短翅型雌の密度や分布状態が、その後のウカの個体群の達すべき密度や坪枯れのできる場所などをかなりはっきり規定すると考えられた。坪枯れの発達する時期はイネの栽培方法やウカの密度によって第3世代幼虫期ごろから生ずる場合もあり、10月に入って第5回成虫期に急に発達する場合もあるが、基本的なウカの増殖の過程は同じであろうと思われる。第4回成虫期後半から次第に短翅型の率が高くなり、第5回成虫期にはほとんどの個体は長翅型となる。これらは年によっては燈火などに大量に飛来するが、すでに大発生の後始末のようなものである。このように少数の飛来世代から始まって

2~3世代後に非常に高密度な個体群が形成されしかもその増殖の主役が定着性の強い短翅型雌であるため、個体群も集中分布の傾向が強くと示されるものと考えられる。

セジロウカでは長翅型が出やすく、また初期の飛来虫数もトビロウカに比べてはるかに多い。この飛来虫そのものが直接若い水稻を吸汁加害することもあり、その1~2世代後に増殖して大害を及ぼすこともあるが、いずれにしても初期侵入個体数の多少が大きな影響を及ぼすので被害の型もトビロウカと違って、広い面積にわたる不定形になるのが普通である。また飛来成虫の多少を左右する要因として、移植時期などが重要なものになる場合が多い。三宅(1966)によれば、7月上・中旬の初期飛来虫はすべて長翅型であり、次の第3回成虫期の前半には短翅型が多いが次第に長翅型が多くなり、8月下旬にはほとんど長翅型ばかりになった。普通被害はこのころまでで、翅型の違いによる差が出ないうちに経過の重要な部分は終わってしまうものと思われる。

ヒメトビウカでは前の2種と違って、年内各世代の生息する範囲はわかっており、比較的小範囲内で、変化の少ない密度推移をくり返している。そして短翅型の果す役割は不明確になっている。四国農試の調査によれば、第1回成虫期すなわち休眠明け成虫期と8月中旬以降、第4~5回成虫期に短翅型が多くなり、とくに雄ではほとんど第1回成虫期と一部第5回成虫期に限られている。ヨーロッパに広く分布する *Delphacodes* 属のウカも大体ヒメトビウカに似た傾向を示している。発生は北ヨーロッパでは年1回であるが、越冬した幼虫は一部は短翅型、一部は長翅型成虫となり、春から初夏にかけて羽化する。短翅型は越冬場所にとどまるが、長翅型は好適な気象条件の到来とともに移動して春播の禾穀作物へ行き、そこで産卵する。この場合の翅型の比率は場所によって違うといわれているが、前に述べたように生息場所の食物条件によって左右されるものと思われる。

イネの害虫ではないが、とくに顕著な定住性を示すニセトビロウカやトビロウカモドキは池などの岸に茂るアシカキ集落の中で周年生息し卵で越冬する。筆者の観察によれば、株で越冬したアシカキが新しいランナーを伸長し始めるとともにふ化幼虫がそれに群がり、その後、各態の幼虫、短翅型の雄雌が群がって生息している。少数ずつ長翅型成虫を生じ、これが子察燈などへ飛来するものと思われる。秋には低温、短日の刺激をうけた成虫は休眠卵をアシカキの古い茎にうみつけ、この形で越冬する。三宅(1966)によれば、マコモに寄生するニホンウカも、雌雄ともに年中短翅型で、実験的に極端な高密度にすると、雌雄ともに長翅型を得ることが



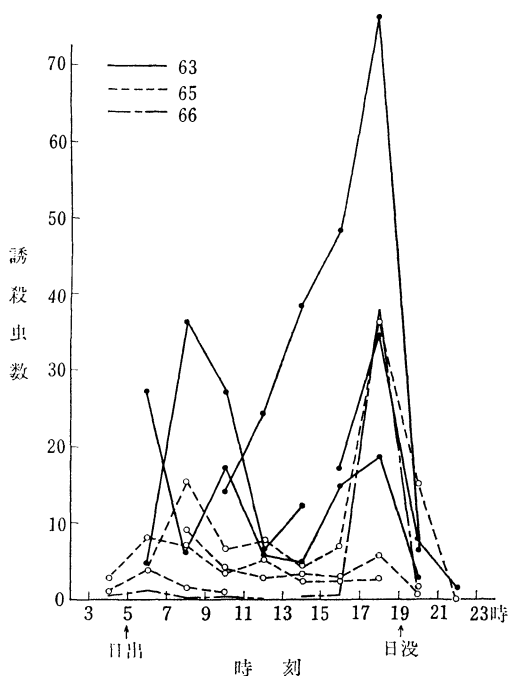
できるという。

### III 長翅型の飛しょうの生態

以上述べたように翅型の果す役割は、長翅型の飛しょう分散と短翅型の定着増殖とに要約される。この両方とも種による特長が見られるが、短翅型では、その出現の難易に特長が見られ、また定住後の個体群の増殖の過程で役割を果す。一方長翅型では飛しょう能力や飛しょう後新しい生息場所に定着する場合の感覚的能力などにその特殊能力が見られるものと想像されるが、実験研究などはほとんどなく、全く未開拓といわざるを得ない。いわゆる異常飛来とくに初期の侵入個体の行動や、飛しょう距離など応用上重要な問題と関係深いものである。

最近の筆者の調査によると(本誌 20 巻, 126ページ)、ヒメトビウンカの第2回成虫は色に対する選択飛来を示した。とくに黄色に対しては、緑や白の約3倍くらい多く飛来するこどわかったが、この黄色選択性はMOERICKE (1955) その他によってアブラムシにおいて知られており、次に述べる日週活動状況とともにウンカが昼間活動性であることを強く示唆するものと考えられる。

ヒメトビウンカの日中活動状況を黄色水盤法で調査した結果は図に示すとおりであった。調査日によって活動状況は一様ではないが、顕著なピークを示す場合が午前



黄色水盤法による第2回成虫期ヒメトビウンカの日週活動状況(色々な年, 日の調査結果を集めたもの)

と午後の2回見られ、とくに日没前のピークははっきりしている。この日中2山型はアブラムシの場合にも一般に認められているが、これは飛しょう可能な成虫の存在状態、たとえば羽化の傾向、羽化後の活動性の経時変化などによるものと説明されている。ウンカでも各種についてこのような調査研究が望まれる。ウンカ類の日中活動性は北欧などでは、夜間の低温のためもあってか、当然のこととされている。KANERVO 他 (1957) によれば *D. pellucida* は6月中旬以降、日中気温が 27°C、地表の温度が 30°C 以上になり、風速が 0~3 ビューフォート (3.4~5.5m/sec) のような気象条件下で群飛 (swarm) をおこして分散し、春播の禾穀類へ飛び込むという。Swarm は日没とともに終わる。そしてたとえば 1~2 葉期のオート畑での調査では1回の swarm の後で、1平方m当たり 200 匹くらいの飛来虫が認められたと報じている。*D. pellucida* の飛しょう速度はおそく、アブラムシとよく似ており、おそい風の流れによってはこぼれる。またかなり高い所、たとえば 500m くらいまで発見することができるという。吉目木 (1966) の研究によると、ウンカの種によって分散の盛んな世代は違うが、分散期には地上 2~20m くらいの空間で飛ぶものといわれている。

末永 (1963) の研究によれば、秋期の実験ではセジロウンカは羽化当日の午後からイネを離脱するものが現われ、3日目から5日目の日中に少数ずつ不定時的に離れて飛び立つ傾向が見られたが、とくに羽化4日目に活動が最も盛んであった。また飛び立つ時間は午後6~7時(日没ころから1~2時間)が最も盛んで、午後9時以降は非常に少ないという。トビロウンカでは羽化4日目から離脱個体が現われ始め、6日目に最もいちじるしい活動が見られたが、それ以降ではイネの下部に落付き生息するものと思われた。この間午後6~9時の間が最も活発で、湿度の増加や照度と関連があるのではないかと述べている。

ウンカの飛しょうに及ぼす気象については、いくつかの観察や考えがあるが、セジロウンカやトビロウンカの初期の異常飛来や、後に述べる北米のヨコバイやフィンランドのウンカの飛しょうの場合にも何回かの大きな飛しょう時期が見られており、多くは気温の上昇や風速などの条件が好適であったとされている。

### IV 翅型と種の生態

以上何種かのウンカの翅型について述べたが、翅型の出現の傾向も種によって違っており、それは種の生態と深い関係があるように思われる。その中でも種的生活環

境の広がり最も大きな特長を示していると思われる。たとえば *Nilaparvata* 属の中でも、定着性の強いニセトビロウカと、まだ未解決であるとはいえ内地においてはイネとそれ以外の生息環境を必要とするであろうトビロウカとでは翅型とくに長翅型の果す役割は大いに異なるであろう。少なくとも広地域にわたって、かなり同時的に侵入個体が現われるという現象は、生活環境の広いことを示唆する。この点、周年経過の判明している地帯でのトビロウカ個体群の動態を研究することは非常に重要であろう。セジロウカはさらに長翅型の移動性が個体群動態に重要な役割を果している。あいまいな表現方法であるが、この2種の大発生型ウンカでは、他のものに比べて翅型の果す役割が大きいと思われる。

色々な種の昆虫において移動、分散の例が知られており、北アメリカにおけるヨコバイの1種 *Empoasca fabae* では毎年南部のメキシコ湾沿岸地帯で越冬した成虫が4月から5月にかけて、中・北部諸州へ移動するといわれている (MEDLER, 1957)。ウンカ類においても長翅型は飛しょう能力をもっているわけであるが、ウンカを飛しょうにかりたてる要因はなんであろうか。

まず考えられることは寄主転換であろう。たとえば三宅 (1966) はセジロウカ、トビロウカについてこの寄主転換の考えを述べている。とくに秋期のトビロウカはイネからスズメノカタビラへ“移住”し、そこで休眠卵をうむという。またセジロウカでも秋期にはイネよりもイヌビエのほうに産卵選択性を示し、ついで冬から春にかけての寄主植物であるスズメノカタビラへ休眠卵をうむと述べている。そして、これら寄主転換や寄主選択性を示す時期のウンカの長翅型には長い産卵前期間や絶食にたえる能力があるなどの適応的特性があると考えている。この考えは興味あるものであるが、その特性についての実験的証明はまだ十分とはいえず、また自然条件下における周年経過の上ではほとんど証明されていないうらみがある。ウンカではアブラムシのようにはっきりした寄主転換は認められないのではなかろうか。ニセトビロウカやニホンウンカなど非常に定着性が強く、多年生の寄主植物上で周年経過するもののほかに、禾本科などの草本類に対して雑食性を示すものが多いと思われ、比較的単食性の強いと考えられていたトビロウカでも、筆者の経験によれば、*Oryza* 属の中には好適なものが見つかる。年2回以上世代をくり返す場合、同一寄主植物の上で周年経過を完了することが困難な場合が起こると思われ、食草の登熟、枯死などに伴って、長翅型出現が促進され、その移動分散によって新しい生息場所を発見することができよう。年1

回発生の北欧系ウンカでは雌雄ともに短翅型が優勢であるといわれているが、冬期の寄主植物の条件によって、長翅型を生じ、これが春から初夏にかけての気象条件につれて、移動分散するものと思われる。

バッタやヨトウムシの場合のように、個体群の大発生による圧力 (Overcrowding) が、ウンカの場合にも長翅型の出現や飛しょう開始の重要な要因と考えられるだろうか。三宅 (1966) や筆者の実験的研究によれば、確かに高密度での飼育は長翅型の率を高めることが確かめられている。しかし、すでに述べたように定着性の強いものでは、高密度でも長翅型の率は低く、雑食性の強いヒメトビウカなどでは、冬から春にかけての寄主植物の登熟枯死につれて長翅型が出現し、トビロウカやセジロウカでも秋期には発生の多少にかかわらず毎年ほとんどの個体が長翅型になることが観察される。Overcrowding が長翅型出現や飛しょう促進に作用を及ぼすかも知れないということは、大発生型であるセジロウカやトビロウカで期待される場所であるが、初夏の初期飛来成虫の起源が不明であり、また夏の終わりから秋期に見られる、イネから飛び立つ成虫の行き先が不明である現在では、結論を得ることはむずかしい。ただバッタやヨトウムシに比べて、ウンカ類が吸汁性であり、したがって寄主植物の生育状態とくに影響されやすいであろうことを考え合わせると、生育環境に規制される面が大きく、したがって季節的なものである面が強いと思われる。先に述べたように、ヨコバイ類の季節型が日長や休眠 (これも日長に支配されるが) に支配されているのと共通した面があると思われる。

先にも述べたように、ウンカ類の飛しょうについての観察や実験的研究が非常に少ないが、ウンカ類の昼間活動性について追究するとともに、アブラムシについて行なわれているような、個体の飛しょうに関する行動についての研究が進むことを期待したい。

#### 引 用 文 献

- KANERVO, V. 他 (1957) : Valt. Maatal. Koetoim. Julk. 160 : 1.  
 岸本良一 (1959) : 植物防疫 13 : 298.  
 ——— (1960) : 同上 14 : 377.  
 ——— (1963) : 同上 17 : 113.  
 ——— (1965) : 四国農試報告 13 : 1.  
 ——— (1966) : 植物防疫 20 : 126.  
 MEDLER, J. T. (1957) : Jour. Econ. Ent. 50 : 493.  
 三宅利雄 (1966) : 広島農試報告 24 : 1.  
 MOERICKE (1955) : Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz. 62 : 588.  
 末永一 (1963) : 九州農試彙報 8 : 1.  
 吉目木三男 (1966) : 同上 12 : 1.

# 社会的ストレス説と哺乳類個体群動態

高知女子大学動物学研究室 田 中 亮

## I

昆虫個体群で“相変異”といわれる現象は、個体群の各個が一樣に諸形質の表型の変化を密度依存的に起こすことであり、多くは種の生存にとって有利な変型であって、自然淘汰による適応現象と解し得る。つまり、個体群が密度増大に伴う不利な条件を克服する、具体的にいうと、分散・移住によって密度を調節するに都合な型に可逆的变化すると考えてよいであろう。

哺乳類にもこれに相当する現象があるのか、というのが本特集号の主要なテーマであろう。CHRISTIAN の社会的ストレス説 (social stress theory) の示す現象が相変異にあたる内容を持っているが、全くこれと一致しているわけではない。彼 (1961) によれば、哺乳類が密度上昇によって生ずるすみ場所の破壊 (たとえば、食物を食いつくす) の危険を事前に防止するように適応的に発達させたのが社会的ストレスによる密度調節機構であるという。哺乳類は一般にピーク密度の際常に分散・移住によって密度調節をする、という命題は成立しない。少なくともネズミ個体群では、分散が密度調節の恒常的手段ではないといえる。ただし、lemming はその例外であって、その大発生時に集団移動することは、少なくとも、北欧の lemming にはある程度事実であるが、古くから知られているのでかなり誇張されて事実と物語りとが混線している。

最近の 10 年間に Finland の KALELA 一派の人達があげた北欧における lemming の分散・移住の実体は、ピーク密度時に起こる集団移動が密度調節に役立つことをわれわれに確認させた。しかし、大発生時に常に移動が起こるとは限らず、個体群崩壊がみられることもある。KALELA (1961) はまた毎年行なわれると考えられる夏と冬のすみ場所の間を往来する季節的移動も認めている。

lemming は元来仲間同志の相互攻撃性、闘争性の強いネズミであるが、とくに、集団移動の際は、神経質に落ち入り、人間に対しても激しく反抗することは、すべての研究者の一致した見解である。KALELA は、集団移動の動因として密度上昇に伴って増加する働きあい (interaction) による心理的衝動や攻撃性を重視している。移動中の攻撃性の強化は、個体群は移動中捕食者の

攻撃を受けやすいので、これから身を守る適応であると考えられている。したがって、この現象は相変異的であるといえよう。

なお、CHITTY ら (1962) を初め多くの学者が, lemming や vole (*Microtus*, *Clethrionomys* 属のネズミ類総称) はピーク密度年には大きな体重を持つ傾向があると主張している。その理由として、ピーク時における個体の成長速度、または、個体群年齢構成の変化が考えられるが、その真相は不明であるとする学者は論じている。しかし、日本人のデータではこの傾向はほとんど認められていない。この傾向が普遍的であるならば、適応の意味が不明であるとしても、相変異的現象といえよう。

以上哺乳類における相変異に相当する現象をあげてみたが、そのうち最も重要視される社会的ストレス説のネズミ個体群動態論上における意義を考察してみよう。

## II

ELTON (1942) は前世紀末から 1941 年までのネズミ類 (主として lemming と vole) の個体群動態に関する世界各地の膨大な研究報告を整理検討して、周期性や変動機構の問題を考察した。その後今日まで 1/4 世紀たつて、個体群動態研究の急速の発展によって、この方面の科学的知識が豊富になったが、この文献は、現在なお、ネズミ類の動態論にふれるには、欠くことのできない不動の重要性を備えている。

この研究によって、ネズミ個体群の崩壊において流行病が決定的原因になり得ないことが確認されたが、それ以来個体群が急激に大量死亡する事実の説明はどうしたらよいかということになる。大発生の際は、食物欠乏と植生を食いつくすことによって生ずるすみ場所の破壊、ひいては、捕食者へのばくろによって、捕食者の圧力が増大するために密度減少が起こる、あるいは、食物欠乏の際、ネズミのホームレンジが拡大するから捕食者に攻撃される危険が増すという学説もあるが、これらの説にも決定的な肯定証拠があげられない (ELTON, 1942)。ネズミのピーク密度時に植生が食いつくされるとは限らないことは、その後の多くの学者が認めている。また、捕食者の圧力が個体群変動をどれだけ制御するかは、LOTKA-VOLTERRA-NICHOLSON の自己制御学説がネズミ個体群の周期的変動に適用されるか否か、ということになるが

ELTON はこれを疑っている。むろん単なる食物欠乏やきびしい気候は崩壊の十分な説明にはなり得ない。

ELTON は内因説をうたっているわけではないが、ネズミ個体群動態の支配的要因として、いずれの外因も重視できないとみなせば、必然的に内因説がクローズアップされてくる。ELTON が近年の内因説隆盛化のきっかけを作り、それに科学的根拠を与えたのが CHRISTIAN 説であるといわれる。

ここで内因説の内容を明示しておこう。個体群は生物学的および物理的環境要因が制限あるいは制圧作用を働いていない場合でも、その増殖能は主として密度に依存して変化する社会的圧力(競争, 戦い, 干渉, ふれあいなどの働きあいより生ずる社会的不安定, 交尾圧\*)に制御されて、その密度を変動させる、つまり、個体群制御の主要因は個体群内部にあって、環境要因(外因)は副次的な影響を与えるに過ぎない。しかし、外因も制限要因として働くか、または、内因を圧倒する力で働いたときは、重要な影響をもたらすであろう。

Stress は SELYE によって、物理学でいう歪力(弾性体が外力を受けて変形したとき元に戻ろうとする力)に相応する、人体における病害その他の外的刺激に対する適応現象に命名されたのであるが、CHRISTIAN (1950) はこの stress の適応症候群が齧歯類の崩壊の際大量死した個体に現われるとみなして、社会的ストレス説をたてた。SELYE の stress は個体の生理学の問題であるが、彼の学説は、個体群における脳下垂体・副腎皮質系を通じて起こる社会心理学・生理学的自己調節作用を取り扱う。そして彼は stress を定義して“動物の生理的恒常性を破るような刺激の作用総和”としており、SELYE の概念とやや違っているが、SELYE 学説を踏襲している。

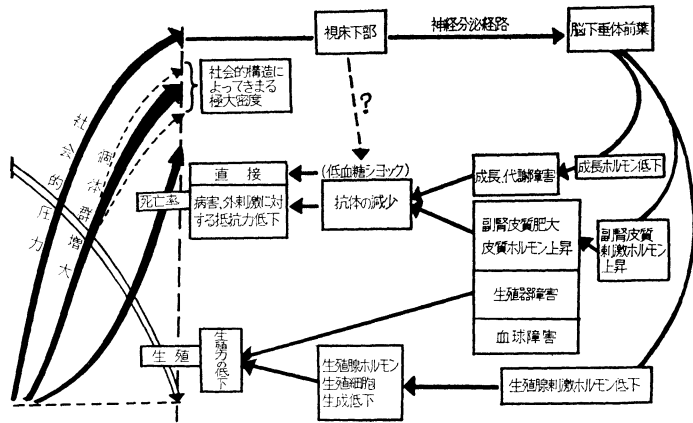
CHRISTIAN は、その最初の論文(1950)では、個体群が極大に達すると、stress が極大になり、あらゆる外界からの致死因子に対する感受性を増して死にやすくなり、その上に、冬の日長延長による生殖腺刺激ホルモンの分泌促進が起こり、脳下垂体・副腎に2重の負担がかかって、生理的消耗がおきて、崩壊が誘発されると説いた。その後この学説は拡張され(1960)、個体群成長のあらゆる課程において、密度増大に伴って(密度の対数に比例して)、社会的圧力が増すと、内分泌系の適応的反

応の度合(それはおもに副腎肥大によって測る)が高まり、それと並行して、生殖力は減退し、逆に死亡率は増大していく。外界の致死因子の悪影響はすべてこの経路を経て現われる。そして、この生理的悪影響は次の数世代の子孫の生活力の減退をひき起こすという。この現象はおもに齧歯類に起こるが一般哺乳類にも起こり得ると主張する。

哺乳類のうちで、個体群動態がよく研究された種、すなわち、Mus, Rattus, Microtus, Clethrionomys などのネズミ類, Marmota (リス科), Oryctolagus, Sylvilagus, Lepus (ウサギ類), および Cervus (アメリカにおける日本鹿個体群)ではこの学説がある程度実証されたという(CHRISTIAN, 1961)。

彼は、最初となえた冬の日長延長の点は後に取り消している。それは、ネズミ類の崩壊は夏期でも起こることがあるので、反対論が出たためであろう。

この学説の内容は第1図にあるが、これは原図(1960)



第1図 CHRISTIAN 学説の内容模式図 (CHRISTIAN, 1960 より、多少簡略化して画いた)

を多少書きかえてわかりやすくしたので説明を要しないであろう。彼はここで個体群が生命の危機にさらされると、生殖腺刺激ホルモンのぎせいにおいて、適応ホルモンの分泌に主力をそそぐのは、個体群が生存を続けるために当然必要なのだと説いている。この学説内容模式図のうちにある低血糖ショック(けいれん症状を伴う)はネズミの自然個体群でも FRANK (1957) はその崩壊の原因とみなしており、また、CHRISTIAN 自身もその学説のヒントのある野兎の集団的ショック死から得ている(ところが、この野兎個体群のショック死を CHITTY はその十分な証拠は発見できないとして疑っている)。本図にみられるように、低血糖ショックは脳下垂体・副腎系経路とは関係なく、?を付してあるが視床下部とつな

\* 多数の雄が一雌を追い回して多数回交尾が行なわれても雌は妊娠し得ない現象

げてあり、つまり、正確には stress 症候群の一つとはいいたいが、彼は併発症候と考えているようである。

この学説は、主としてアメリカで広く支持されているが、支持しないか、あるいは、反対する学者も少なくない。J. B. CALHOUN はアメリカのネズミ生態学者の大物の1人で、しかも、内因論者でありながら、この説に関心を示していない。彼はそのドブネズミ半自然個体群の社会的構造のすぐれた研究のうちで social stress という術語を使っているが、単に社会的圧力程度の意味に用いているに過ぎない。ELTON の代表する Oxford 学派の人達 (CHITTY など) もこれをあまり支持しないが、全面的に否定しているわけではない。

この学説の弱点は、CHRISTIAN 自身が認めているように、主として実験個体群の成果に基づいていることにある。

自然個体群による研究は概してこの説を全面的に是認するようなデータを与えたものはむしろ少ない。しかし、この説を批判する場合、副腎重量が密度上昇に伴って増大するかどうかを検討するにあたって、個体の体重と生殖活度のいかに副腎重量にかなり影響するから、これらの影響を除去して解析しないと、誤った批判をするおそれがある。筆者は CHRISTIAN の初期の実験データの中にも、生殖活度の点があいまいにされているものがあるように思う。

まず、反対論や反証を2,3紹介しよう。N. G. NEGUS ら (1961) はある野そ (*Oryzomys*) 個体群の研究から、密度減少は厳冬と関係が深いようであり、こういうときは、食物欠乏や逃避所の破壊がおきて、生殖力を低下させ、死亡率を増し、副腎重量は密度の大小と関係なく、冬は大きく、夏には小さかったという。彼らはどちらかといえば、外因論者であるが、要するに、外因が生殖や副腎に直接影響を与えるのだと主張する。R. K. ANDERSON (1961) は、自然個体群の实在密度は実験個体群で人工的に作られる密度よりはるかに小さいもので、stress 現象は自然個体群には起こり得ないだろうという。後者の見解はもっともらしいが、しからば、自然個体群はなぜ込みあって崩壊を起こすのだろうか、という疑問が残る。

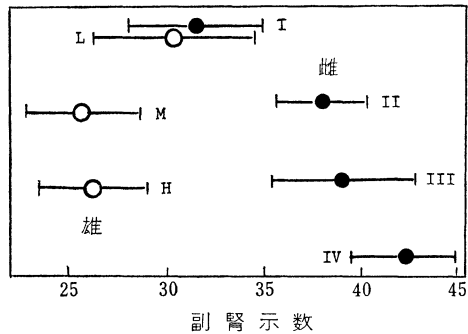
C. H. SOUTHWICK ら (1958, 59) は、CHRISTIAN と同様に、雄マウスを使って、頭数を順次増して副腎重量の変化を測ってみるケージ内実験をしたところ、副腎はなら有意の増加を示さず、また、睪丸重量の減少も起こらなかった。さらに、野生ハツカネズミ個体群を密度レベルによって、低、中、高、極高のグループに分けて、被傷率 (雄) と死亡胎仔率とは低→極高グループの順

に漸増していくが、妊娠率、1腹胎仔数、生殖率は漸減していくけれども、副腎重量は各グループ間に全く差がなかったことを見いだした。

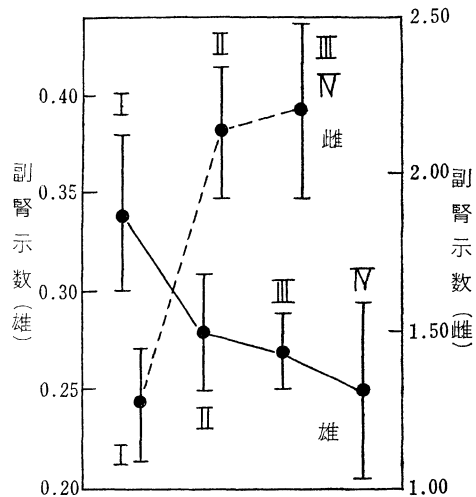
カナダ、アラスカの lemming の副腎重量は密度ピーク時においては、低密度時におけると差がないか、またはむしろより小さかったことが数名の学者によって報告されている。

III

ネズミ個体群においては、副腎重量は生殖活度が高まると、雌では増大していくことが広く認められているが、雄では逆に減少することも vole その他で証明されている。これは実験的にも、副腎皮質にX帯を欠いている種類について、雌性ホルモンを持って処理すると副腎は肥大し、雄性ホルモンを持ってすると萎縮する事実と矛盾しない。その証拠を筆者のデータからあげてみる。



第2図 ドブネズミ個体群 (愛媛県南宇和地方) における副腎示数 (平均値と 95% 信頼限界) と生殖活度との関係



第3図 スミスネズミ個体群 (四国山地温帯下部) における副腎示数と生殖活度との関係

第2図はドブネズミ、第3図はスミスネズミの自然個体群(亜成体・成体)の副腎示数と生殖活動との関係を示したものである。生殖活動は、雄では睪丸重量の体重に対する比率をもって表現し、3または4階級(I~IV)に分けた。雌では、子宮、卵巣、黄体の発達程度、出産後の経過状況(胎盤痕跡の状態から判断する)、哺乳、妊娠などから、生殖活動をI~IV階級に分け、活度はI→IVと高くなり、未成熟および生殖停止に近い状態のものをIとし、妊娠中をIVとする。副腎示数は下表のようにして表現してある。

	ドブネズミ	スミスネズミ
雄	100M/体重(g)	M/体重(g)
雌	100M/[体重(g)-子宮重量(g)]	10M/頭胴長(m)

副腎重量は左右1対の合計重量を用い、これを Mmg とする。雌では、体重は生殖活動のいかんで子宮(胎仔を含む)重量が大きく変化するため、子宮重量を差し引いた値で除したのである。

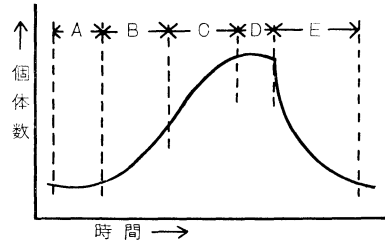
両図からわかるように、ドブネズミの雄副腎示数は生殖活動の3階級、低(L)、中(M)、高(H)の間に有意差を示さないが、活度の高まるにつれて減少する傾向があり、数値的に14%減少している。雌の場合は、最低階級(I)は他の3階級より有意に小さく、生殖活動I→IVの変化に伴って、副腎示数は34%増加する。雌雄同数の個体群を考えれば、差引10~15%増大することになる。スミスネズミについては、雄ではIとIII・IVとの間、雌ではIとII・III・IVとの間に副腎示数が有意差を示し、前種と同様な相関がみられるが、この場合のほうがその相関が顕著である。そして、活度I→IVの変化に並行して副腎示数は27%減(雄)、74%増(雌)が起こり、雌雄同数の個体群を考えると、差引約25%増加となる。

要するに、密度が変化しなくても、個体群の生殖活動だけの变化によって、副腎重量はこの程度変化し得るということである。なお、スミスネズミの亜成体・成体個体群では、副腎示数は体重に対して、雄では負(体重が増すと示数は減少)、雌では正(その逆)の直線回帰を示すので、その分だけ補正した示数平均値が与えられている。

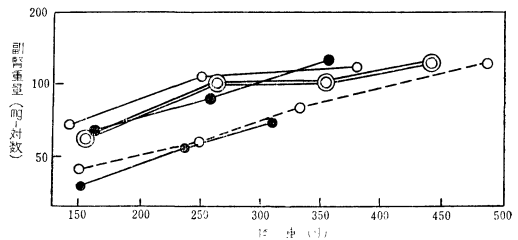
IV

Baltimoreのドブネズミ個体群がCHRISTIAN説のある裏付けを提供している(CHRISTIAN and DAVIS, 1955)。

彼らは第4図に示した個体群成長の各期相における副腎重量レベルを比較した。少なくとも、B→C→Dと各レベルは増大し、大体18%増加がみられた。妊娠率についてはDがBまたはCより小さい。この場合、雌の生殖活動は低下しているとすれば、18%増加は社会的ストレスが働いたという証拠といえよう。事実、ドブネズミ個体群は社会的ストレスの影響を比較的強く受けるのである。



第4図 ネズミ個体群の相定成長曲線とその5期相(A, B, C, D, E) (CHRISTIAN and DAVIS, 1955より)



第5図 四国諸地区のドブネズミ個体群の副腎重量レベル(雄成体)

第5図は1958~63年における四国諸地区の本種個体群の副重量レベルを、体重を横軸にして示したものである。副腎重量レベルの高いものは、ある豚舎の密集個体群や大発生直後のある離島の個体群などであり、低レベルにあるものは非そ禍地域の農村または駆除後のそ禍地域のある地区であり、ほぼ想定される密度の高低に並行しているといつてよい。この副腎レベルの差異は生殖活動の高低には帰せられないようである。

V

以上の記述からもわかるように、生息密度に反応してstressを起こす程度はネズミの種類によって大部違いがあると考えるのが妥当のようである。vole, lemming, ハツカネズミはドブネズミほど敏感でないであろう。

筆者が研究した四国山地のスミスネズミ個体群についても、副腎重量が密度に対応して変化するという証拠はあまり現われていない。ただ、劔山の1966年のデータに

それが見いだされた。1959 年以後の密度変動を見ると、1939, 60 年にピークがあり、1962 年には谷となり、その後密度は上昇を続け、1966 年にはかなりの高密度が記録された。雄の副腎示数は 1959, 66 年のピーク年には上昇するが、谷年である 1962 年にはそれが低下せず平年並みのレベルであった。妊娠率を比較すると、ピーク年の値は他の年よりやや低い。第 3 図において、生殖活度のⅣ→Ⅰの変化によって、雄の示数は約 40% 増加するに対して、1966 年の示数は平年レベルの約 90% 増加している。それゆえ、生殖活度の影響以上に副腎重量は増大している。すなわち、ある程度社会的ストレスが働いたといえよう。

前に述べたピーク年におけるネズミ個体群の平均体重が大きくなる現象は CHRISTIAN 学説とは全く相容れない。第 1 図によれば、社会的圧力が高まれば個体の成長は阻害されるはずである。FRANK (1957) は中部欧州の vole 個体群の大発生増殖期において、高い増殖能（とくに高い生殖力が発揮され、死亡率は減少する）を表わすが、その一つは密集能と称して、多数の雌がホームレンジを縮小して密集し、親和的共同体を作って生殖する性能が出現するという。かような現象も CHRISTIAN 説と矛盾するが、FRANK は個体群崩壊を説明するためにストレス説を引用している。

筆者は、第 1 図の模式図のような経路を常にふんで、ネズミ個体群の変動は起こっているとは思えない。生殖率や死亡率には、社会的不安定に基づく圧力や外因も、多かれ少なかれ、直接影響を与えたとおもう。しかし、この説を全面的に否定はしない。なぜならば、副腎肥大と関連のあるらしい密度変化が自然個体群でも見いだされ得るからである。また、崩壊の際は CHRISTIAN 現象

が現実に証明されるのではないかと思うが、崩壊しつつある大標本の副腎解析をした論文はまだないらしく、筆者自身もそれをする機会にめぐまれていない。

最後に CHRISTIAN ら (1966) がごく最近 *Microtus pennsylvanicus* の約 2 年あまりにわたるわなかけによって密度変動を調査し、その密度と雌の副腎示数（単に  $M$  を全体重で除した商）がきれいに比例すると結論して、自説を支持しているが、密度推定に十分のわな数を用いたとはいえ、第 1 日目の捕そ数をもって密度としているのは、その推定密度に信頼がおききたいことと、上記の副腎示数の内容から考察すると、彼らの結論はそのまま容認するわけにはいかない。

なお、この報文をよく理解するために筆者の近著「ネズミの生態」を参照していただきたい。この書はネズミの個体群生態学を筆者の研究を主軸として解説したもので、とくに生息密度の推定に主力を注いでいる。

#### 文 献

- CHITTY, D. and H. CHITTY (1962) : *Symposium Theriologicum*. Bro : 77~86.  
 CHRISTIAN, J. J. (1950) : *J. Mamm.* 31 : 247~259.  
 ——— (1960) : *Naval Medical Research Institute, Lecture and Review Series*. 60~2 : 49~149.  
 ——— (1961) : *Proc. Nat. Acad. Sci.* 47 : 428~440.  
 ——— · D. E. DAVIS (1955) : *J. Mamm.* 37 : 475~486.  
 ——— · ——— (1966) : *ibid.* 47 : 1~18.  
 ELTON, C. (1942) : *Voles, mice and lemmings*. Oxford (Reprint, 1965, New York)  
 FRANK, F. (1957) : *J. Wildl. Mgt.* 21 : 113~121.  
 KALELA, O. (1961) : *Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A.* 4 : 1~72.  
 田中 亮 (1967) : *ネズミの生態* 古今書院 東京.

## 新 刊 図 書

植物防疫叢書 No. 16

### 花の病害虫の種類と防除法

千葉大学園芸学部 河村貞之助・野村 健一 共著

B 6 判 112 ページ 230 円 十 45 円

花卉園芸の特性、観賞植物の健康法を説き、各論としてキク科草花類 10 種、キク科以外の草花類 10 種、球根類 16 種、花木類 9 種、観葉植物 9 種、計 54 種の植物についてそれぞれ個々に病害虫と防除法を解説した書

## 集合性昆虫にみられる集合効果

信州大学農学部応用昆虫学研究室 森 本 尚 武

野外において、われわれは種々の幼虫が群をなして植物をむさぼり食っているのをしばしばみかけるが、この中にはドクガやチャドクガの幼虫のように老令までしっかりとした群をなして生息しているもの、またクスサンやマツノキハバチの幼虫のように若令期のみ1枚の葉に群がり令が進んで行くにつれて群がりがかずれて、ついには1頭ずつばらばらに生活する種類などがあり、種によって群生活の様式も異なってくるものである。しかしいずれの場合にもこれらの群生活をする種類は、成虫が卵をかためて産み付け、それからふ化した幼虫がその卵塊を基として集合して生活するわけで、虫自身に群生活の習性がある。一方、キャベツ畑のモンシロチョウの幼虫のように、成虫は卵を点々と産む習性をもちながら、1枚の葉に多数の幼虫が群がっているようにみえる場合もたまたま見受けられる。これは本来は群生活をする種類ではないが、たまたま生育のよいキャベツの葉に産卵が集中的に行なわれたためにふ化した幼虫がそこで多数摂食しているのである。

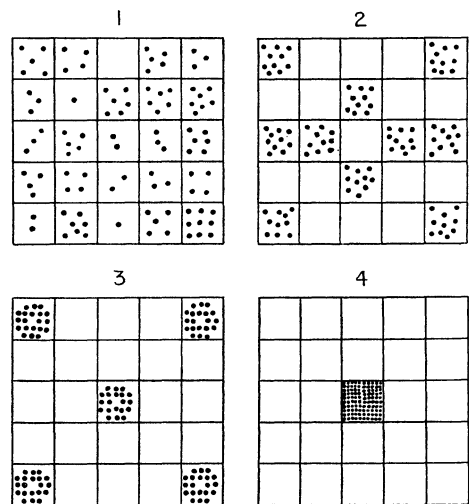
このように、農林害虫として知られている数多くの種類の中には、本来群生活をする習性をもったものが非常に多く、またこれらの種類の中には、時として大発生をもたらす型の昆虫も少なくない。ここで大切なことは、群生活をする習性をもった種類の生活単位である集合体と、本来は単独生活型の習性をもちながら、たまたま環境条件などの要因によって個体が集まってできた集まりとは性質が全く異なったものであるということである。近年とみに集合性昆虫の集合の生態的な性質を実験的に解明しようとする試みがなされて来た。中でもとくに卵および幼虫期の集合現象の解析がいくらかの研究者によってなされ、集合性の生態的意義の評価、ならびに個体数変動問題の一環として集合効果 (Aggregation effect) がとりあげられて来ている。しかしこれもまだ研究が緒についたばかりであって、応用的な立場、すなわち自然状態のもとで、複雑な死亡要因のからまっている中で群生活がどんな意義をもっているかを考えて行くにはまだ不明の点が多い。そこで現在まで行なわれて来たいくつかの基礎的な研究をとりあげて考察し、今後のこの方面の研究の足がかりにしたいと思う。なお、これからいう集団とは、卵および幼虫の集団であり、卵が集まって作る卵塊と卵塊をもととして作る幼虫の集合 (Aggregation)

のことである。

ご校閲、ご批判を賜った京都大学農学部昆虫学研究室の内田俊郎教授ならびに巖 俊一博士に心から感謝の意を表したい。

### I 集団とは何か

一般に個体群を構成している各メンバーを量的に表わす尺度として密度 (density) という言葉を用い、たとえば単位空間、単位面積当たりの個体数として表わしている。そこで密度という概念を示すために模式的に四つの場合について第1図に示した。この例でいえば、大きい



第1図 密度が同じでも集合度の異なる例 (WATERS, 1959)

方形当たりの密度は同じであるが、その中での個体の分布の違いに応じて密度効果 (プラスおよびマイナスの効果を含めて) は違ふと一般的にはいえる。昆虫類の中には生活史のある時期まで集合生活しているものがかなり多いから、この集合がどんな生物学的な意義をもっているかを分析することが重要である。ここで筆者の考える集団とは、各個体が機能的に結び付き合った一つのユニットであり、集団を構成している各メンバーが、単独で生活している時よりも、いろいろの生理生態的な面で常に有利な影響を与える場合の個体数のあつまりである。



たとえば、ドクガ類において卵塊からふ化した幼虫がその卵塊をもととした幼虫群で生活しその群を乱すと多くの死亡個体の出現をみるし、発育もきわめて遅延して、この種にとっては致命的な悪影響がでてくる。つまりこれは、群中の各個体の相互作用によって機能的に結びつき、集合することによって摂食行動を起こし発育を斉一化するわけで、このような個体のあつまりを“集団”の典型的なものとしてとらえて行きたい。だから集団には常にプラスとなる効果のほうが大きく、個体数が多くなって来た時におこるこみあい (overcrowding) の影響によるマイナスの効果は打ち消されてしまうことになるであろう。しかしもちろん“集団”にもいろいろな程度の個体の結びつきがあり、ドクガ類のように集団内の各メンバーが強力に結びついている場合から、オオニジュウヤホシテントウのように比較的ルーズに結びついた集団までである。いずれにしてもこれらの集団は、ただ集まっているだけでなく、集団としての性格をもっているもので、もしなんらかの原因によって各個体の結合が乱されると、大なり小なり悪影響が出てくることになる。このように考えると、集合効果とは、“集まることによって個体にどのような影響があるか”を調べることになる。

## II “グループ効果”と“マス効果”

フランスの GRASSÉ および CHAUVIN の提唱した“グループ効果” (Group effect) は元来は社会性昆虫のように group life をしている昆虫において、その社会を成立させる機構として個体間の相互作用がどんな意味をもっているかを解析するという立場から出発しているが、このグループ効果は、いわゆる非社会性の昆虫の集団にも考えられる。CHAUVIN (1957) は個体群内の各個体間の相互作用の機構を“マス効果” (Mass effect) と“グループ効果” (Group effect) の二つに分類し、前者は環境の生物的条件づけを通じての個体間の間接的な相互作用であり、後者は行動を通じて起こる個体間の相互作用によって起こる場合と解釈される。いろいろの実験的解析によって、集合生活をしている期間にその集団内の各メンバーの結びつきが乱されると、いろいろとマイナスの効果が現われ、その種の個体群にとって不利となることが明らかにされて来た。たとえば、CHAUVIN (1946) はゴキブリ *Blatella germanica* およびコオロギ *Gryllulus domesticus* について、単独区と集合区を設けて飼育実験を試み、若虫の体重、発育速度および死亡率に関して、両種ともに集合区において有利な結果を得た。とくにゴキブリにおいては、これらの結果をもたらす機構には環境の生物的条件づけのような間接的な刺激でなしに、触

角を通じての直接の刺激 (mutual stimulation) が大きな役割を演じていることが明らかにされ、これは、いわゆる“グループ効果”の現われであろう。また、KIRITANI ら (1966) はナガメ *Eurydema rugosum* の nymph を用いて、この種の集合効果は CHAUVIN のいうグループ効果によって生じたものであろうと述べている。

一方 UTIDA (1967) はブラジルマメゾウムシ *Zabrotes subfasciatus* の幼虫の集合現象を解析するために普通の豆と乾燥した豆の両方で飼育し比較したところ、とくに乾燥した豆では1粒の豆に数粒の卵を卵塊として産んだもののほうが、単独区に比べて幼虫の死亡率は低く、発育も早いことを見出した。そうして、またこの集合性の影響は、幼虫が集合することによって生ずる水分の保存に起因していることを推定し、集合が環境の条件づけによっていることを指摘し、CHAUVIN のいう“マス効果”にあたると思った。

“マス効果”や“グループ効果”は集合性をもたない種にも当然みられるが、集合生活をする種類では集団のメンバーにプラスに強く働くものと考えられる。したがって、いろいろの卵塊産卵性の昆虫について、それらの集合効果を調べて行けば、“グループ効果”や“マス効果”の機構が明らかになり、それぞれの種の集合の意義がはっきりするであろう。

## III 種々の昆虫にみられる集合効果

近年とくに卵塊や幼虫集団に関しての集合の効果が調べられて来たが、そのおもなものについて述べてみたい。

### 1 卵塊

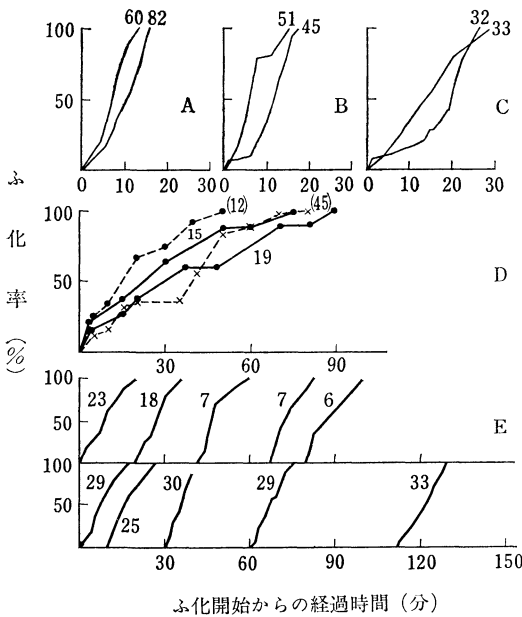
成虫が卵をかためて産むところに集団形成の源があるという点から卵塊は重要な意義をもっている。

#### (1) 卵塊卵粒数の変異

1卵塊中の卵粒数は、とき、ところおよび成虫の生理的形質などによっていちじるしく変動するものである。いろいろの種類について調べられた結果、その変異はいちじるしく大きく、その変異のパターンは対数正規性を示すことも報告されている(森本ら, 1962)。したがって、これからふ化する幼虫集団の大きさにもいちじるしい変異が生ずるわけである。

#### (2) 卵塊からのふ化の状態

たとえばニカメイガ *Chilo suppressalis* では、卵塊集団の大きいものほど、小さいのに比べてふ化が不斉一になりふ化開始から完了までに長時間を要した。また1卵塊内の卵のかたまり方を乱す(針でランダムに卵を殺したり、ゾウムシアカタマゴバチ *Trichogramma japoni-*



第2図 ニカメイガの1卵塊内の卵のふ化状態 (森本ら, 1962)

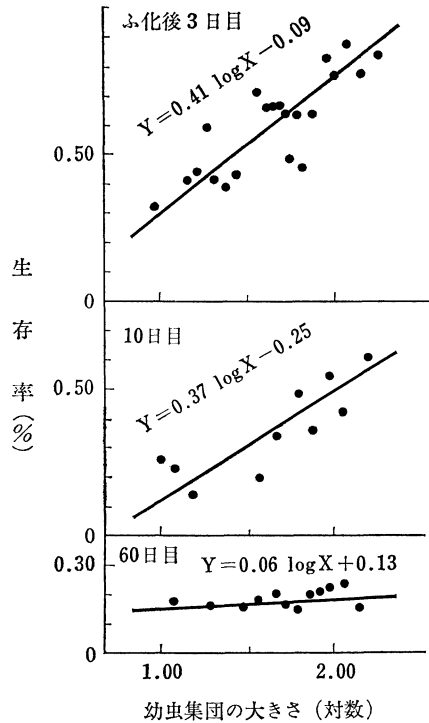
- A: 卵粒数 60 以上, B: 卵粒数 59~40,
- C: 卵粒数 39 以下,
- D: 1 個の卵塊を数カ所任意に針でつぶした場合のふ化 (実線)  
1 卵塊中でズイムシアカタマゴバチの寄生を免れた卵のふ化 (破線)
- E: 1 個の卵塊を数個の小片に切り離した場合のふ化  
図中の数字は 1 卵塊の卵粒数

cum を室内で寄生させたりするとふ化はいちじるしく遅延し、各個体のふ化の時間的なずれがますます大きくなった。その結果を第2図に示した。このように一見静止している卵ですら、集合効果が現われることは、ふ化幼虫の集団形成のスムーズさを支配しているものとして重要であろう。すなわちふ化が斉一に起こった場合ほど幼虫集団はスムーズに作り得るといことになる。

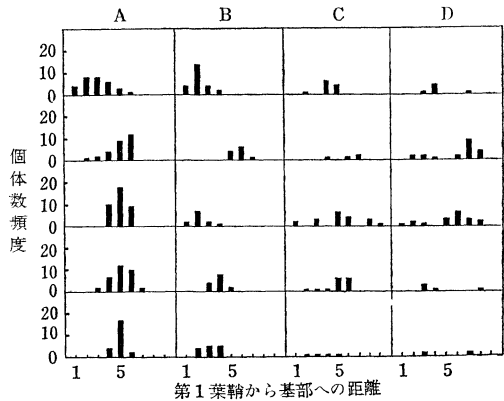
2 幼虫集団

(1) 集団の大きさと生存率および発育

先述のように1卵塊の卵粒数の変異に基づいた幼虫集団の大きさにはいちじるしい変異がある。そこで集団の大きさが生存率および発育とどのような関係にあるかを調べることは、集合性の生態的意義を評価するにも、また個体数の変動の機構をさぐる上にもきわめて重要な問題となってくる。したがって、このような観点からいろいろの種類について実験室内での飼育や、野外での調査が行なわれている。たとえば、チャドクガ *Euproctis*



第3図 ニカメイチュウ2化期における卵塊性幼虫集団の大きさと幼虫生存率 (森本ら, 1962)

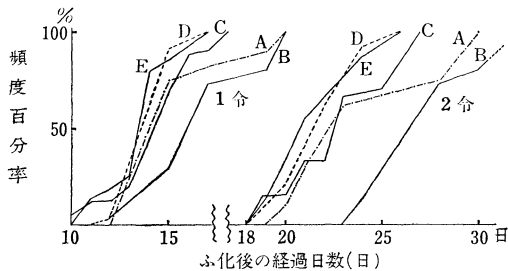


第4図 ニカメイチュウのイネ茎1本における幼虫の集合状態 (ふ化後3日目) (森本ら, 1962)

- A: 卵粒数 60 以上, B: 卵粒数 59~40,
- C: 卵粒数 39 以下, D: 針つぶし

*pseudoconsersa* (水田, 1960), マツノハバチの1種 *Neodiprion pratti banksianae* (GHENT, 1960), *N. swainei* (LYONS, 1962), タケノホソクロバ *Artona funeralis* (杉本, 1962, 1964), ニカメイガ *Chilo suppressalis* (森本ら, 1960, 1962), ミナミアオカメムシ *Nezara viridula*

(KIRITANI et al., 1964, 1966), ニジュウヤホシテントウ *Epilachna sparsa orientalis* (森本, 1965), オオニジュウヤホシテントウ *E. vigintioctomaculata* (森本, 1965), ナガメ *Eurydema rugosum* (KIRITANI et al., 1966) およびクスサン *Dictyoploca japonica* (森本, 1967) など、いずれも本来群生活をしている期間は集団の大きいものほど生存率、令期間、体重および発育速度と発育斉一性などの諸形質にプラスの効果をもたらすことが報告されている。ニカメイガ幼虫を例として、集団の大きさと生存率との関係を第3図に示した。集合生活を営むふ化後10日目までをみると、集団が大きいほど生存率が高く、これはちょうど卵のふ化と平行関係にあり、卵塊集団の大きいものほどふ化が斉一に起こり、幼虫集団もスムーズに形成され、したがって摂食場所での集合度も高く(第4図)、大きい幼虫集団となって生存率も高いと考えられる。またクスサン幼虫を例として、発育についての資料を第5図に示した。いろいろの時期に隔離・集合した場合とふ化直後から隔離・集合した場合とを比較すると、集合期間においてどの時期までが最も集合に対する反応が強いかがうかがえる。



第5図 クスサン若令幼虫の発育(1・2令幼虫の脱皮の斉一性) (森本, 1967)

A: ふ化直後から隔離, B: ふ化後7日目から隔離, C: ふ化後7日目から集合, D: ふ化後12日目から隔離, E: ふ化直後から集合

## (2) 幼虫の行動

先にも述べたように CHAUVIN のいう“グループ効果”の機構として個体間の相互関係を追求する上に、また集合現象の解析に、たとえば集団の維持・分散などいろいろの面に行動はきわめて重要な手がかりとなる。しかし行動の観察を行なった資料はあまり見あたらない。一方カナダの昆虫学者 WELLINGTON は1957年以来ウメケムシの1種 *Malacosoma pluviale* を用いての一連の研究によって、個体群内の個体の行動の変異、すなわち光に対する反応のパターンの違う幼虫が、その種の個体群動態に重要な役割を演じていることを強調した。この

ように個体群の質的な面の追求を行なう上に行動は大きなポイントになるものと考えられる。

### (i) ふ化時の行動

卵塊からふ化が一斉に起こる機構について、数種類の昆虫を用いての報告がある。たとえば、ヨーロッパのオオモンシロチョウ *Pieris brassicae* (LONG, 1955) では、1卵塊中で他に先がけてふ化した幼虫が他の卵の殻を食い破り、ふ化を促進させること、つまりリーダー的な役割を演ずる個体が存在すること、またナガメ(森本, 1965)では先にふ化した幼虫が順に他の卵塊上にのぼって、しきりに脚をこすりつけ、ふ化刺激を行なうことが観察された。LONG のいうように、リーダーがいるかどうかは不明であるが、幼虫が卵の中にいる時の刺激が他の卵に順次伝わることに、先に出た幼虫の行動による物理的刺激の効果もふ化を促進する上に大きな役割を演じているものと考えられる。

### (ii) ふ化幼虫が摂食場所に到達するまでの行動

ふ化した幼虫が集団を作って摂食行動を行なうまでの機構について、たとえば先例のオオモンシロチョウの幼虫 (LONG, 1955) では、先にふ化した幼虫がリーダーとなって吐糸を行ない silk trail でもって他のメンバーを連れて摂食場所へ行くという誘導行動の観察がある。一方ニカメイガやクスサンの幼虫でも吐糸によって集団が形成され、ふ化場所から相当離れたところにある摂食場所まで誘導が行なわれることが観察された (森本, 1962, 1967)。

一般に鱗翅目昆虫は吐糸が集団形成に重要な役割を演じているものと考えられる。

### (iii) 摂食時の幼虫の行動

集団で摂食を行なっている時の行動について、たとえばチャドクガの幼虫 (細谷, 1956) では、集団の各メンバーが力を合わせて摂食場所に傷をつけて、その傷から食い出すことが調べられ、1頭または小さい集団では、餌に傷がつかないために摂食不能による飢餓死亡が多くなることが報告されている。この他、マツノハバチの1種 *N. pratti banksianae* (GHENT, 1960)、やオオモンシロチョウ (LONG, 1955) でも同様なことが観察されているが、とくに後者の例で、先に食物をある程度食べた個体が後へさがって、まだ食べていない他の個体に食べる権利を与えるという奇妙な現象のあることが観察された。集合性の強い種類ほど、摂食時の行動は活発で数個体が一体となって摂食を助け合うような傾向がある。

### (iv) 集団維持のための行動

GHENT はマツノハバチの1種を用いてふ化幼虫は強い走光性を示し、集団を作りやすいが、いったん摂食す

ると走光性は中性に変わり、幼虫は一定方向をとらずに回り動いて集団の大きさをますます大きくしながら集団を安定に保っていることを調べた。またオーストラリアのユーカリの木につくハバチ *Perga affinis affinis* では、物理的な刺激が集団の安定を行なっている。すなわち幼虫が移動する時になんらかの原因によって幼虫が集団から離れると、集団を作っている幼虫が tapping を行なってはぐれた幼虫を集団の中にひきもどすのである (CARNE, 1962)。この他にカイコガ *Bombyx mori* では嗅覚と接触が集団を安定させていることも報告されている (奥井, 1963)。

#### (v) 分散期の行動

個体の集団に対する依存性は発育の進行につれて低下するのが普通であるが、その時期は種類によってまちまちである。集団に対する独立性をもち出した時の幼虫の行動についてはあまり観察されていないが、クスサン幼虫を用いて調べたところによると、令が進むにつれて各脱皮時に、先に脱皮したものから順次他の葉や枝に移り行き、徐々に集団が崩壊して行くのである (森本, 1967)。これは、ニカメイガの3令幼虫でも観察されているとおり、まず母茎から周りの株に、小集団で分散し、次の段階として、また周りの株へと同心円の分散が行なわれ最後には1茎、1株に1頭という型になって行くのである。しかし分散についての機構はまだ不明である。

### IV 集合性の生態的意義

これまでに集合効果について、そのあらましを述べて来たが、このような効果が野外でどのように評価され、また個体群動態とどのように結びついているのかを考える必要がある。KIRITANI (1964) はミナミアオカメムシの生命表を作成し、自然での若令期の死亡率が高いことを指摘し、集合の習性がこの時期を短縮させるように働いていると述べている。つまり幼虫が集合生活することによって発育を早め、死亡要因にさらされやすい若令期間を少しでも短くしようとしているわけで、これは卵塊産卵性の昆虫に共通したもので発育と生存との間に重要な意義がある。また集団になんらかの要因が働いて、

たとえば天敵の作用によって、集団構成員の全面的または部分的破壊がもたらされた場合、その死亡要因の働き方は all or none 的な結果となりその集団は結果として生または死となる。また、たとえ部分的破壊によって生残った個体があったとしても、先述の集団の大きさと生存率との関係から、ある大きさ以下の集団では生存率はきわめて低くほとんど全滅に近い状態になる。つまり外因による一次死亡の上にさらに集団の縮小による二次死亡が加わり幼虫期の死亡率をいちじるしく高くし、all or none 的作用を受けることになるのである。このように死亡要因の働きが特徴的であって生残る幼虫を支配する上に重要な意義があると考えられる。

結局集合性昆虫の個体群動態を考えるには集団の大きさが重要なポイントになると考えられる。

### おわりに

以上集合性昆虫の生活単位である集団について、現在までの研究のあらましを述べて来たが、まだ不明な点が多く、種によっても集合効果の現われ方が異なると考えられるので、それぞれの種について集団の生態的意義を考察しなければならない。そのためには、いろいろの種類について集合効果を類型化して行く必要がある。また集合性昆虫の個体群変動の機構を明らかにして行くには、野外での集合効果を正しく把握し評価して行かねばならない。

#### 引用文献 (おもなもののみ)

- CHAUVIN, R. (1946) : Bull. Soc. Zool. franc 71 : 39~48.  
 ——— (1957) : Soc. Zool. Agric. Talence pp. 78.  
 GHENT, A. W. (1960) : Behaviour 16 : 110~148.  
 KIRITANI, K. (1964) : Jap. J. Appl. Ent. Zool. 8 : 45~54.  
 桐谷圭治ほか (1966) : 応動昆 10 : 205~211.  
 森本尚武ほか (1962) : 同上 6 : 190~195.  
 森本尚武 (1963) : 同上 7 : 270~272.  
 UTIDA, S. (1967) : J. stored Product Research 2 : 315~322.

## 防疫所だより

## 〔名古屋〕

## ○はしけでヒメアカカツオブシムシの仮くん蒸

3月26日、名古屋港に輸入されたカンボジャ産トウモロコシ 151 t をはしけで検査したところ、麻袋の内外部、縫い目、はしけ用シートの裏側や船の木部の割れ目などはしけ内のいたるところにおびただしいヒメアカカツオブシムシの成虫・中老令幼虫を発見した。また本虫のほかにもコクゾウ・コクスストモドキ・コナマダラメイガを認めた。本虫は貯穀の世界的重要害虫であるため、とりあえずリンデンではしけを煙霧して本虫の活動を抑え、トウモロコシははしけ内で仮くん蒸を実施した。はしけは鉄製と木製のものであったので、鉄はしけはビニールで被覆、木製はしけはビニール天幕で被覆したのちビニールの裾を水中に沈め、1立方m当たりメチルブロマイド 65 g、48時間くん蒸を行なった。その結果、麻袋内外部の殺虫効果は認められたが、幼虫や蛹に対する完全消毒を期して、トウモロコシは指定倉庫でメチルブロマイドの倍量くん蒸を、またはしけの甲板、荷役場所、運搬用具や空はしけ内の薬剤消毒を実施した。

今回のようなヒメアカカツオブシムシによる顕著な被害は、名古屋港においては初めての事例である。

## ○41年度産花卉球根の輸出検査概況

名古屋管内各港からアメリカを初め各国へ輸出された41年度産花卉球根類は、計33種類で407件17,199千球であった。これら球根は、一般的には輸出量の増加がみられるが、チューリップが激減したため全体では前年度を19%下回った。

ユリ：鉄砲ユリは、永良部産ジョージアがいちじるしく増加したが、北部産の減少が目立った。赤かのこは、系統の揃ったものに需要が集中、山ユリは野生種の減少のため伸びなやんでおり、その他の羽衣天蓋・透交配種がいちじるしく増加した。

チューリップ：前年度比32%減で、39年度産を頂点として年々減少している。これは、主生産国オランダとの競争の激化、価格・品種・品質などについての輸入者側の要求がきびしくなったことに起因し、従来の代表品種ウィリアムピット・アスリート・ママサの激減、一方ハイブリッド系やバロット系の増加となって現われている。品種数も39年232、40年189、41年170と年ごとに減少している。

グラジオラス：前年比54%増であったが、他の球根に比してボトリチス病・硬化病・首腐病などの病害が多く耕種、体系の改善、生産球の乾燥貯蔵・キュアリング処理などが望まれる。

種類	検査合格		合格率	おもな病害・不合格理由
	件数	数量		
ユリ チューリップ	85	千球 550	93.4	炭そ病・軟腐病 褐色斑点病・球根腐敗病・青かび病 ボトリチス病・硬化病・首腐病・フザリウム病  カンナの青かび病・その他土の付着
	100	12,047	98.4	
グラジオラス	37	1,296	90.0	
スイセン	18	100	100	
球根アイリス	10	705	100	
ダーリア	12	85	100	
フリージア	13	177	100	
アマリリス	17	107	100	
その他	115	2,132	99.4	
計	407	17,199	97.7	

## 〔神戸〕

## ○木材くん蒸専用はしけ和歌山南港で活躍

和歌山南港では、最近の輸入木材の増加により、虫害材のくん蒸が必要にに応じ切れなくなり、手をやいた地元の株式会社S組が、ガスの強制排出・循環装置付きのくん蒸専用はしけを建造した。

このくん蒸はしけは、長さ28m、幅8m、深さ3mの鋼鉄製で、機械室、船艙、船室の三部分に分かれている。

くん蒸は、417m<sup>3</sup>の船艙とデッキの上に長さ3mのデッキを立て、その上端よりも0.5~1.0mの高さまで木材を積み、その上を厚さ0.3mmのナイロンターポリン製、縦20m、横25mの天幕で覆い、天幕の端は砂のうでおさえる。

ガス排出および循環装置は、ターボブローア（風量55m<sup>3</sup>/min、静風圧380m/mAg、軸馬力6.0kw、回転数3,000rpm）1台に内径9インチの排出、吸入のパイプをそれぞれ接続し、さらに排出パイプは、ガス排出管を兼ねるように作られたマスト（内径：上部9インチ、下部16インチ）に接続され、その途中の彎曲部で内径

6インチの循環用パイプと機械室内で十字に接続されている。

この十字形の接点を中心に、その左右1個ずつのバルブ(スリース・バルブ)がある。

ガスの循環、排出は、この2個のバルブの開閉によって操作する。投薬はデッキの投薬口からホースを挿入し艙外から行なう。投薬後30~40分間ブロアーを使い拡散をはかる。開放はデッキの3個のマンホールから外気を導入し、マストを通じ13mの空中にガスを放出する。

また、揚荷能力10t、30馬力のディーゼルエンジン付きクレーン1基が設置されており、このエンジンがブロアーの動力源にもなる。1回にくん蒸できる数量は、材種、規格などによって異なるが、140~250m<sup>3</sup>である。

投薬後、ガスは20~30分で均一になり、排出は開放用ブロアーを稼働させてから30~40分で完全にでき、船艙から船室・機械室などへのガスの漏れの有無については、焰色反応は認められていない。

以上のように、投薬が安全でガスの排出は短時間で完全にできる、短時間でガスが均一となり保有率も高い、ガスの排出は安全な場所に移動してからできる、本船から直下取りができ沈木にも好都合など、多くの利点があるので、需要に追いつめられていた虫害材のくん蒸も円滑に進み、今後の活躍が期待されている。

#### ○寄贈苗木の根を切除焼却

3月中旬に台湾から大阪空港に送られてきた苗木5種250本が、ミカンネモグリセンチュウの寄主植物であったため、せっかくの苗木の根を切除し、それを焼却するという事例があった。

この苗木は、昨年夏、大阪を訪問した台北市長が、大阪市が力を入れている緑化運動の主旨に賛同し、台湾産苗木の贈呈を約束したもので、あらかじめ大阪市側から希望していたタイワンカエデ、タイワンスギ、シマサルズベリ、シマトネリコ、トネリバハゼノキなど、各50本が航空貨物として送られてきたものである。

これらの苗木は、贈呈品ということで厳選され、根は水洗された後に水ごけで包まれ、台湾省の輸出検査合格証票が添付されていた。

苗木を輸入禁止品として廃棄しようとしたところ、大阪市から、根がついているために廃棄されるのであれば、せめて地上部だけでも輸入し、さし木または接木とし増殖し、台北市の好意にむくいたいとの申し出があり、伊丹出張所で根を切除焼却し、穂木のような形となった地上部は検査のち大阪市に渡された。

#### ○コンテナによるレモンの試験輸送

3月15日、アメリカ産レモン500箱、9tがコンテナに収容され、神戸港に輸入された。

これはコンテナによるレモンのテスト輸送で、レモンの保存最適温度である11°C前後に保たれて輸送されたものである。輸入検査では病害虫は発見されなかった。

今回使用されたコンテナは、縦・横それぞれ2.4mに奥行6mのもので、17kgづめのレモンであれば800箱を収容することができる。

このコンテナは、普通のコンテナに温度調節器を備え付けたもので、常時、外部から温度管理ができるようになっている。

コンテナによる輸送は、産地の積出地から輸入地の消費市場まで一貫して輸送され、荷役や輸送に便利だけでなく、荷いたみが少ないということで、今後大いに普及するものとみられている。

今回は、幸い病害虫が発見されず、輸入検査終了後、そのままトラックに積み込まれ、市場に運搬されたのであるが、もし、害虫の付着が認められてくん蒸を要することになったり、病害果が混入して選別や廃棄ということになると、コンテナの利点が失われることにもなり兼ねないので、コンテナの輸送の途次に、適確かつ簡便にできる消毒の方法を考究しておく必要がある。

## 【門 司】

#### ○ミカン苗木18万本韓国へ

韓国向けのミカン苗木の輸出が急増した。昨41年は約5万本の輸出であったが、今年のシーズン3~4月には18.7万本と3.7倍の増加ぶりであった。

苗木はすべて福岡県の苗木産地、田主丸町で生産されたもので、3月7日に8,400本、4月1日に81,220本、4月8日には71,000本を産地の田主丸に出張検査を行ない、他に26,500本を博多および門司港で検査したが、選別もよくなされており、病虫害、土壌の付着を認めず全量合格となった。

苗木は1~3年生で、とくに2年生が多く、これらは済州島に栽植されるもので、同島ではミカンの新植が盛んで、本年も当初、24万本の輸出が見込まれていたが、それには達しなかった。来年度には約50万本の輸出が見込まれるという。

#### ○奄美群島産ボンカン、トマトの移出状況

今年度の奄美群島から本土へ移出するボンカン、トマトのくん蒸実績はボンカン7件、4.7tで、鹿児島県が目標とした20tの1/4にすぎず、昨年50%減で

あった。これは群馬内のポンカン需要が多く、移出価格より島内価格が高値を呼んだため、大半が島内販売に回ったためである。トマトは19件、21.5tで目標の18tを上回り、昨年の67%増であった。市場価格が全出荷期間を通じ安定していたため、生産者が意欲的に島外出荷に努め、生産量のほとんどが移出された。42年度に

は60a、約24tの生産・出荷を目標としている。

名瀬市と喜界町にくん蒸確認を補助させるため、3名の緊急防除補助員を委嘱、12月1～2日に諸業務の実地指導、委任業務の現地指導を行ない、とくに危害防止、薬害防止に留意した。

## 中央だより

### 一 農 林 省

#### ○農薬による危害防止のための創意工夫に関する作品の募集について通達さる

標記の件について42年4月19日付け発薬第264号、42農政B第661号をもって厚生省薬務局長および農林省農政局長より各都道府県知事あてに下記のとおり通達された。

#### 農薬による危害防止のための創意工夫に関する作品の募集について

農薬危害防止運動の実施については、本年4月6日付け厚生省発薬第76号および42農政B第660号をもってその要綱を通知したところであるが、同要綱に基づき「農薬による危害防止のための創意工夫に関する作品」の募集を行なうことになった。

については、下記の農薬による危害防止のための創意工夫に関する作品募集要綱に基づき広く募集を行ない、多数応募作品が集まるようご協力をいただきたい。

#### 農薬による危害防止のための創意工夫に関する作品募集要綱

昭和42年度の農薬危害防止運動は、全国一せいに5月15日から1月間実施されるが、この運動を一層効果あらしめるため、下記により農薬による危害を防止するための種々の創意工夫を広く一般から募集する。

記

#### 1 募集課題

農薬による危害防止のための創意工夫

#### 2 募集期間

昭和42年5月15日から6月30日まで（6月30日の消印のあるものは有効）

#### 3 応募方法等

今回の応募は、危害防止のための創意工夫に重点をおくため、文の長短、美字麗句を必要とせず、実質的に危害防止に役立つものであればよく、直接的な防止の手段のみでなく、間接的な啓蒙の手段等であってもさしつかえない。

要旨、内容等については、400字詰め原稿用紙10枚以内（別に写真、図面等を添付することはさしつかえない。）とし、住所、氏名、職業および年令を明記のうえ、各都道府県衛生主管部薬務主管課あて郵送のこと。ただし、応募する場合は、1人1作品とすること。

各都道府県は衛生主管部と農林主管部が協力して審査を行ない、優良作品を選び、厚生省薬務局薬事課あて7月31日までに送付すること。

#### ○昭和42年度農林水産航空事業計画決まる 一全体計画1,280千haに一

本年度の事業計画は、さる4月27日農林省ホールで開催された全国作業調整会議で総面積1,276千haの実施計画が決まった（国有林関係を含む）。

この計画は、各道府県の農林省報告に基づいて、農林水産航空協会が、4月上旬の九州地区ブロック調整会議を皮切りに各地区ごとにヘリコプタの運航調整を行なってきたものである。本年度も8月は散布のピークとなっており、この時期には、今年度新たに予算化された調整用チャーター機3機を含めて、最高139機のヘリコプタの稼動が見込まれ、前年に比べ15機の増となっている。

この計画を対象作物別にみると、水稲病害虫関係が、1,003千haで今年も事業の大半を占めており、昨年の実績に対比して19%の伸びを示している。その他果樹7,600ha、畑作物3,100ha、家畜衛生関係200haとなっており、森林関係では民有林97千ha、国有林165千haとほぼ前年実績なみであり、うち国有林での除草剤散布が6,700haと急激な伸びを示している。

次に都道府県別の計画面積では栃木108千haと最も多く、長野99千ha、新潟80千ha、北海道80千ha（森林主体）、茨城77千ha、熊本70千ha、埼玉67千ha、滋賀62千ha、千葉44千ha、宮崎39千haとなっている。

このほか、新分野開発試験として、クワ萎縮病防除（徳島）、リンゴモニリア病防除（秋田）、ミカン黒点病防除（熊本）、ミカンヤノネカイガラムシ防除（愛媛）、殺そ剤散布技術の改善（北海道）、牧野の吸血昆虫防除（長野）、湖沼施肥（埼玉）、粉剤の物理性改善（兵庫）、傾斜地散布技術の改善（熊本、愛媛）、農薬微量散布試験（茨城、大分、岩手、長野、千葉、島根、栃木、佐賀、熊本）などの項目についてそれぞれ試験されることになっているが

とくに、本年は農薬微量散布の試験が各地で積極的に進められることになっており、その成果が注目されている。  
○ミカンネモグリセンチュウの緊急防除に関する省令の一部を改正する省令施行

5月2日付け農林省令第16号をもって、ミカンネモグリセンチュウの緊急防除に関する省令の一部を改正する省令が施行された。今回の改正は、同省令により移動が禁止されている植物のうち同島から出荷される比率の高い数種類の植物を選び、出荷予定者について4月に検診を行なった結果、この線虫の発生が認められないため、今回移動禁止を解除したものであり、解除された植物はパインアップル、カナリーヤシ、ガジュマル、ストレリチャ属植物、ユズノハカズラ属植物(ポトスなど)、タコノキ属植物である。

なお、すでにこの線虫の発生が認められている農家については、省令第2条の規定による植物防疫官の個別指定により、この線虫が付着している可能性がある一定範囲内の植物はすべて移動が禁止されている。

#### ○昭和42年度農林水産航空技術研修会開催さる

農林水産航空協会は、5月9日から27日のあいだに、東日本地区、西日本地区の2会場に別れて農林水産航空技術研修会を開催した。

この研修会は、農林水産航空事業が近年ますます広範囲化、多様化、専門化の事態に対処するため開かれたものである。研修の対象は、この指導実施にあたる地方公共団体、農林水産団体などの職員および事業の中核的推進者となる者となっており、事業実施上の指導、助言に必要な専門的知識、技術などについて幅広く研修が行なわれた。

会場は、近畿農政局管内以西は熊本県で行なわれ、5月9日から13日までで、東海・北陸両農政局管内以東は宮城県で5月23日から27日までの間それぞれ5日間にわたって行なわれ、研修終了後受講者には技術研修証が交付された。

なお、研修内容は次のとおりである。

#### (1) 学 科

農業近代化と農林航空の動向、機種ならびに装置、空

中散布薬剤、ヘリコプタの気流の特性、空中散布による病害虫防除、開発試験の状況、林業におけるヘリコプタ利用、微量散布について、農林航空における事故防止、農薬危被害防止について

#### (2) 実地研修

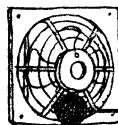
水田に対する空中散布(粉剤、液剤、微量散布)、果樹園に対する空中散布(粉剤、液剤散布、散布方法)、山林に対する空中散布(粉剤、液剤散布)

#### ○農薬危害防止運動の実施について通達さる

農薬の適正な使用、管理などについての認識を欠くことに起因する危害はなお相当数にのぼっており、また本来の用途以外の使用による事故の発生も少なくない。

このような現況に基づき、厚生・農林両省は本年度も「農薬危害防止運動実施要綱」を策定し、国および地方公共団体の緊密な連携のもとに関係諸団体の協力を得て、この運動を5月15日から6月14日までの1カ月間全国的に実施することにし、さる4月厚生・農林両事務次官名をもって各都道府県知事あて通達された。

なお、本年度の「農薬危害防止運動実施要綱」中従来のもものと異なっている点は、中央における実施事項として、(1)前掲45ページの「農薬の危害防止に対する創意工夫に関する作品」について懸賞募集を行なう。(2)有線放送用としてわかりやすい内容のソノシートおよび実用的な応急措置のしおりを作成配布する。また、都道府県の実施事項としてこれまで農薬に関して貢献のあった団体を選定し、知事による表彰を行なう。



# 換気扇

#### ○編集部だより

本年2冊目の特集号をお届けします。「相変異」と題して8題の論文を掲載してあります。なお、毎月掲載しております“新しく登録された農薬”の本号分(42年3月16日～4月15日)は登録された農薬がなく、掲載できません。ご了承下さい。

## 植物防疫

昭和42年

6月号

(毎月1回30日発行)

第21巻 昭和42年6月25日印刷  
第6号 昭和42年6月30日発行

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 井上 菅次

印刷所 株式会社 双文社

東京都北区上中里1の35

実費 130円 千6円 6ヵ月 780円(千共)  
1ヵ年 1,560円(概算)

— 発行所 —

東京都豊島区駒込3丁目360番地

社 団法人 日本植物防疫協会

電 話 東京(944) 1561~3番

振 替 東京 177867 番

— 禁 転 載 —



うどんこ病はこれで安心

増収を約束する

日曹の農薬

# うどんこ

水和剤

近日発売!

- 当社が合成した重金属を含まない新しい有機殺菌剤です
- うり類、いちごのうどんこ病に対し、すぐれた予防及び治療効果を示します
- 浸透性があるので葉の組織内に入り込んで殺菌効果を示します
- 散布によって葉及び果実を汚染することはなく、又薬害の心配はありません
- 人畜、魚類に対する毒性が低いので安心して使用出来ます



日本曹達株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-4

支店 大阪市東区北浜 2-9 0

## 聞きずてにできない額です

土壤線虫（ネマトーダ）による農作物の被害は年間数億におよぶといわれています、それは品質の低下、収穫の減収、嫌地の生起というようにいろいろな姿となって、農民の努力を食いつぶしているのです。

線虫の駆除と土壤の改良は増収を目指す農業の基盤であります。

### FHK 協会式 線虫検診器具

監修 日本植物防疫協会

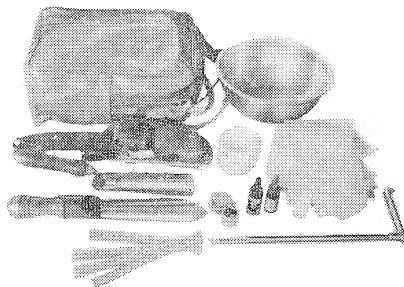
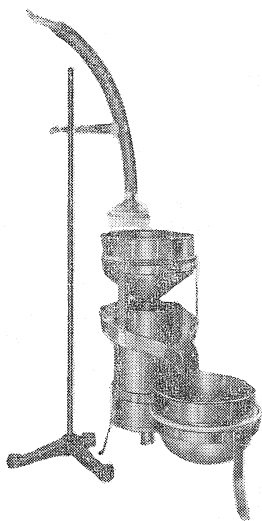
指導 農林省植物防疫課

説明書進呈

製作

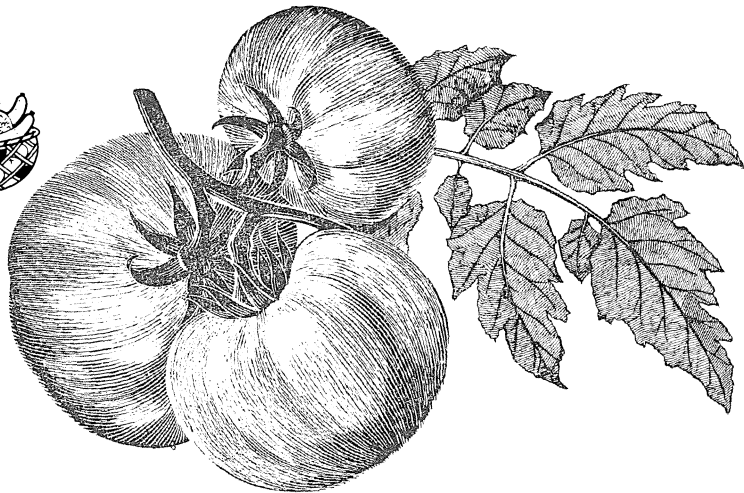
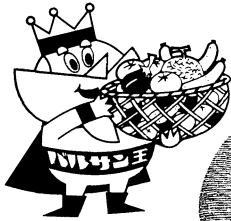
富士平工業株式会社

本社 東京都文京区本郷6丁目11-6  
研究所 東京都練馬区貫井3丁目11-16



すぐれた効きめ！ **バルサン** 農薬

# 無支柱栽培のトマトにも 安心して使える新しい除草剤



**CMMP**  
除草剤

# ダクロン

主成分：N-(3-クロル-4-メチルフェニル)-2-メチル  
ペンタンアミド(CMMP).....45%

☆本剤はトマト・にんじんに選択性をもつ除草剤ですから、畑の雑草に全面処理ができます。

☆殺草力が強く、残効性があり、作物の生育初期を除いて薬害の心配がないため、安心してお使いいただけます。

作物	栽培方法	処理時期	10アール当り 使用薬量	処理方法
ト マ ト	移植栽培	本畑移植後 雑草発生初期	500~1000ml	本剤を10アール当り 100ℓの水に希釈して 畦間または全面雑草 処理をしてください
	直播栽培	本葉8葉以後 雑草発生初期		
にんじん		にんじん発芽前雑草発 生初期および第3葉期 以後の雑草発生初期	500~1000ml	本剤を10アール当り 100ℓの水に希釈して 全面雑草処理をして ください



**中外製薬株式会社**  
東京都北区浮間5-5-1

# 日本植物防疫協会第 23 回通常総会開催さる

本文 30 ページ中央だより一協会一らんにて本会の第 23 回通常総会の開催模様を掲載してあるが、議案のうち  
て昭和 41 年度収支決算報告、昭和 42 年度事業計画案ならびに収支予算案を明細すれば下記のとおりである。

## (1) 昭和 41 年度収支決算書

支 出 の 部			収 入 の 部		
科 目	金 額	備 考	科 目	金 額	備 考
(一般会計)			(一般会計)		
会 議 費	460,654		会 費	3,173,000	
人 事 費	5,417,960		財 産 収 入	4,527,112	
研 究 費	1,222,346		研 究 調 査 受 託 費	6,956,373	
用 語 審 議 委 員 会 費	349,231		練 習 金 入 金	1,674,000	
研 究 調 査 費	5,610		土 地 売 却 代 入	1,290,989	
防 除 事 業 推 進 費	6,955,242		雑 越 金 収 入	1,990,200	
刊 行 物 頒 布 費	1,580,452			381,911	
諸 支 出	250,000			605,914	40年度繰越金
減 価 償 却 費	377,826				
退 職 給 与 引 当 金	463,629				
雑 費	370,000				
支 当 金	92,780				
当 期 余 計 金	17,545,730				
合 計	3,053,769				
合 計	20,599,499		合 計	20,599,499	
(委託試験会計)			(委託試験会計)		
試 験 委 託 費	80,244,693		委 託 試 験 費	96,986,239	
委 託 試 験 事 務 費	14,543,890		繰 越 金 収 入	202,959	40年度繰越金
練 習 金 入 金	1,200,000				
未 収 損 計 金	40,000				
支 出 計 金	96,028,583				
当 期 余 計 金	1,160,615				
合 計	97,189,198		合 計	97,189,198	
一般および委託試験 会 計 合 計	117,788,697		一般および委託試験 会 計 合 計	117,788,697	

## 昭和 41 年度損益計算書

損 失 の 部			利 益 の 部		
科 目	金 額	備 考	科 目	金 額	備 考
(出版事業会計)			(出版事業会計)		
人 件 費	2,936,216		機 関 誌 購 読 料	4,031,679	
機 関 誌 費	4,712,279		刊 行 物 頒 布 料	6,800,861	
刊 行 物 費	5,814,359		廣 告 料	1,139,500	
拡 張 宣 伝 費	72,740		商 品	4,748,103	41年度期末 在庫図書
退 職 給 与 引 当 金	165,000		小 計	16,720,143	
未 収 損 計 金	158,524				
繰 越 商 品	19,200		(ビル賃貸事業会計)		
小 計	3,485,592	40年度期末 在庫図書	賃 貸 料	3,240,000	
	17,363,910		雑 収 入	47,500	
(ビル賃貸事業会計)			小 計	3,287,500	
人 件 費	183,458				
減 価 償 却 費	507,037				
維 持 費	111,770				
需 要 費	35,560				
退 職 給 与 引 当 金	30,000				
固 定 資 産 税	193,889				
繰 越 金 収 入	474,000				
納 税 引 当 金	81,000				
小 計	1,616,714				
過 年 度 損 失 補 填 金	680,145				
ビ ル 工 事 返 済 金	170,000				
小 計	850,145				
当 期 益 金	176,874				
合 計	20,007,643		合 計	20,007,643	

## (2) 昭和 42 年度事業計画

### 1 出 版

機関誌「植物防疫」を発行するとともに下記の図書を刊行する。

- (1) 農業要覧 1967 年版
- (2) 植物防疫叢書
  - ① 除草剤 (植物調節剤研究協会 吉沢長人著)
  - ② イネウイルス病とその防除 (植物防疫課 安尾 俊・農事試 石井正義共著)
  - ③ 新しいいもち病防除剤 (理研 見里朝正著)
  - ④ 大型防除機具 (機械化研究所 武長 孝著)
  - ⑤ 花のウイルス病 (ウイルス研 小室康雄著)

その他「アブラムシの生態と防除」,「土壌病害の手引Ⅲ」など数種の単行本。

### 2 農業,防除機具の委託試験研究

依頼された農業,防除機具の効力,性能等に関する委託試験を実施する。試験研究委員会において依頼品目の検討,委託先の調整を行ない,その試験設計については担当主査が依頼会社より聞き取りを行なう。例年のとおり各試験場あるいは県植物防疫協会長宛に試験を依頼する。この成績は 12 月に開催する成績検討会において検討し,総合考察をつけて公表する。

また,リンゴ,カンキツ,チャ,クワおよび落葉果樹関係の農業については連絡試験として別途それぞれ成績検討会を開催する。

なお,42 年度依頼された非水銀いもち 薬剤のうち,一部の薬剤については関係会社の協賛を得て全国的な連絡試験を実施する。

成績検討会の開催日時および場所は次のように予定している。

一般農業の成績検討会	12月4日～7日	東京
落葉果樹農業連絡試験	10月9日～10日	〃
リンゴ農業連絡試験	10月25日～27日	長野県
チャ農業連絡試験	11月7日～8日	奈良県
カンキツ農業連絡試験	12月13日～15日	東京

### 3 農業残留に関する調査研究

国民保健上,農業の農産物に対する残留問題がきわめて重要視されてきたので,農業の安全使用規準を確立するため,昭和 42 年度から農林省農林水産技術会議でその調査を行なうことになり,本会は国の委託を受けて調査研究を実施するとともに,各農業製造業者からの農業残留に関する調査を受託する。

これの適正かつ円滑な運営を行なうため委員会を設ける。

### 4 土壌病害対策委員会

土壌殺菌剤の有効適切な使用方法を確立するための委託試験を重点として,次の事業を行なう。

- (1) 土壌病害手引Ⅲの作成配布
- (2) 土壌病害防除基準(増補改訂),土壌病害用語解説集の合冊刊行配布
- (3) 土壌殺菌剤特殊委託試験の実施

### 5 線虫対策委員会

昨年に引続き,当面の研究目標であるイネネモグリセンチュウとミカンネセンチュウの被害査定ならびに薬剤施用法の確立に重点をおいて試験研究を実施する。

なお,本年度はこれと並行してイネおよび永年作物など各種薬剤の過去における試験成績を集積して,整理,解析を行ない,線虫防除の解決をはかる。

### (1) 特殊委託試験研究

基礎研究:イネネモグリセンチュウおよびミカンネセンチュウの被害査定を主目的とし,共同試験研究を連絡実施する。

実用化試験:各種薬剤の安全かつ有効な施用法に関する試験を実施する。

### (2) 試験成績検討会

42 年 12 月中旬に開催する。

### 6 殺虫剤抵抗性対策委員会

果樹(ミカン,リンゴ,ナシ)およびチャハダニ類の薬剤抵抗性に関する調査研究を前年に引続き下記項目に重点をおいて継続実施する。

なお,本年度はこれまで集積された成果の要録をとりまとめ,さらに検定法の改定版を作成して調査研究の充実をはかる。

- (1) 薬剤効力検定法(簡易検定法を含む)
- (2) 薬剤抵抗性地域差(分布調査)
- (3) 交差抵抗性の整理
- (4) 抵抗性復元調査
- (5) 薬剤感受性の季節的変動
- (6) ローテーション実験
- (7) 分類,分布および抵抗性の作用機作に関する基礎研究

以上の研究成果については 42 年 12 月中旬成績検討会を開催する。

### 7 野鼠防除対策委員会

野鼠の適切な防除を確立するため,国が行なう被害実態調査に協力し,また,都道府県植物防疫協会が行なう野鼠防除推進事業のうち,過去 4 年間本会より助成金を受けていない県に対し,その適切なものについては助

成金を交付する。

8 防除推進事業

農業の近代化に即応して、植物防疫事業の円滑な推進を図るため、都道府県植物防疫協会および関係団体と協力して次の事業を行なう。

(1) 植物防疫連絡協議会の開催

植物防疫全国協議会および全購連各支所と三団体共催のもとに10月から11月にかけて全国6地区において協議会を開催する。

(2) 優良防除団体の表彰

農村における労力不足を補い、病害虫防除に優秀な成績をあげた優良防除団体を表彰し、その事例をとりまとめ関係者に配布する。

(3) 事業活動費の助成

都道府県植物防疫協会の申請に基づき事業活動費を助成する。

9 用語審議委員会

植物防疫用語集(防除機具編)の増補改訂に資するため、関係追加用語の審議を行なうほか、関係用語の審議を行ない、決定したものについては、その普及に努める。

10 植物防疫資料館の整備

植物防疫に関する資料、文献等を収集保管するため、研究所敷地内に移築した土蔵を改装整備する。

(3) 昭和42年度収支予算案

収入の部

科 目	予 算 額	比 較 増 減
(一般会計)		
会 議 費	3,183,000	63,000
財 産 収 入	4,466,000	△ 47,000
研究調査委託費	8,980,000	2,380,000
繰入金	1,700,000	0
繰入金	1,058,000	188,000
繰入金	430,000	50,000
繰入金	2,053,000	1,448,000
合 計	21,870,000	4,082,000
(委託試験会計)		
委託試験費	112,930,000	23,020,000
農薬残留量調査費	1,500,000	1,500,000
繰入金	1,116,000	914,000
合 計	115,546,000	25,434,000
(収益事業会計)		
出版事業収入	17,259,000	273,000
機関誌購読料	4,634,000	826,000
刊行物頒布料	9,043,000	738,000
広告料	1,200,000	0
期末在庫商品	2,382,000	△ 1,291,000
ビル賃貸事業収入	3,260,000	0
賃貸料	3,240,000	0
雑収入	20,000	0
合 計	20,519,000	273,000

支出の部

科 目	予 算 額	比 較 増 減
(一般会計)		
会 議 費	640,000	0
人 件 費	5,925,000	435,000
事務所費	1,400,000	0
研究所費	350,000	0
植物防疫資料館整備費	1,200,000	1,200,000
用語審議委員会費	30,000	0
研究調査費	8,980,000	2,380,000
防除事業推進費	1,572,000	32,000
刊行物配布費	250,000	0
諸支出金	310,000	△ 90,000
減価償却費	464,000	△ 3,000
退職給与引当金	480,000	110,000
雑費	200,000	0
雑費	69,000	18,000
合 計	21,870,000	4,082,000
(委託試験会計)		
試験委託費	94,591,000	20,300,000
農薬残留量調査委託費	1,200,000	1,200,000
委託試験事務費	18,555,000	3,934,000
繰入金	1,200,000	0
合 計	115,546,000	25,434,000
(収益事業会計)		
出版事業費	17,259,000	273,000
人 件 費	3,176,000	405,000
機関誌費	4,632,000	180,000
刊行物費	4,683,000	△ 1,330,000
拡張宣伝費	100,000	0
雑費	50,000	50,000
退職給与引当金	188,000	23,000
繰越在庫商品	4,430,000	945,000
ビル賃貸事業費	1,195,000	115,000
繰入金	500,000	0
納税引当金	759,000	△ 71,000
過年度損失補填金	0	△ 680,000
ビル工事返済金	806,000	636,000
合 計	20,519,000	273,000



- マツバイ・ヒエに卓効除草剤  
日本で初めての三種混合!

# エビデコ

- 魚毒がない!! 理想的除草剤

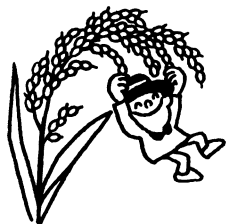
# カソロン



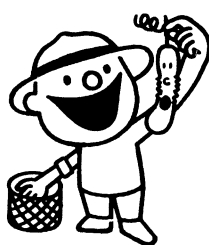
兼商株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目2

## 躍進する明治の農薬!



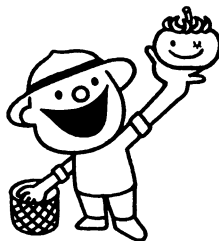
〈新発売〉  
稲しらはがれ病の専用防除剤



野菜、果樹、こんにゃく、  
細菌病の防除剤

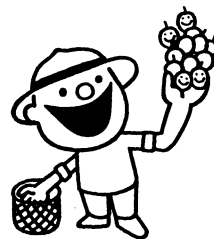
### フェナジン明治水和剤

フェナジン-5-オキシド10.0%含有  
100g袋入



### アグレプト水和剤

ストレプトマイシン20%含有  
100g袋入



ブドウ(デラウエア)の種なし、熟期促進  
野菜、花の生育(開花)促進、増収

### ジベレリン明治

ジベレリン3.1%含有  
1.6g(50mg)6.4g(200mg)瓶入

明治製菓・薬品部

東京都中央区京橋2-8

昭和四十二年六月二十五日  
 昭和四十二年六月三十日  
 昭和二十四年九月九日  
 発行  
 第三種郵便物認可  
 刷植物防疫第二十一卷第六号  
 (毎月一回三十日発行)

《使って安全・すぐれたききめ》



使って安全・増収確実  
 いもち病の新しい防除剤  
**ブラスチン**® 粉剤  
 水和剤

ブラスチンは全く新しい有機合成殺菌剤で、  
 いもち病に対する効果、人畜毒性、魚毒など  
 あらゆる角度からみて、いもち病防除の画期  
 的な新農薬です。

よくきき、つかいやすい  
 野菜や果樹の病気に  
**サニパー**  
 デュボン328

野菜や果樹の病気におどろくききめ!!  
 葉害なくてきれいな収穫!!  
 人畜無害で安全防除!!

**三共株式会社**

農薬部 東京都中央区銀座東3の2  
 支店営業所 仙台・名古屋・大阪・広島・高松



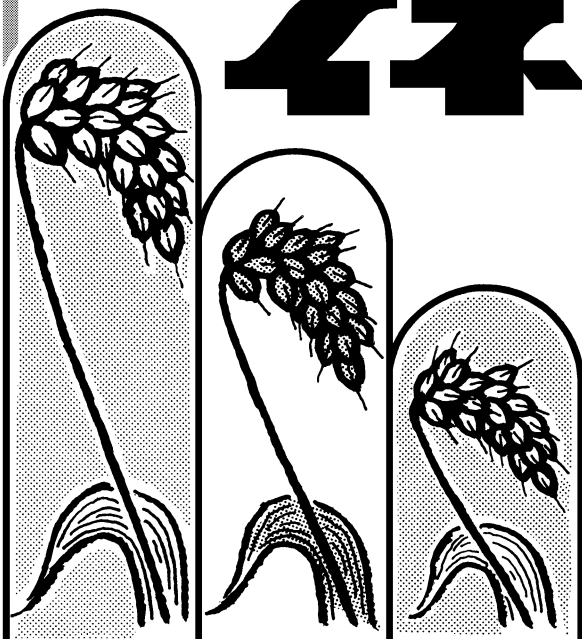
北海三共株式会社  
 九州三共株式会社

実費 三〇円 (送料六円)

NISSAN

いもち病の予防と治療に!

**イネジン** 粉剤  
 (ESBP粉剤)



稲の害虫防除に!

日産 **エルサン**®  
 (PAP剤)

**日産化学**

本社 東京・日本橋