

アズキゾウムシ実験個体群内において殺虫剤の選抜に よって生じた適応的变化に関する考察*

清久正夫・佃 律子

Considerations on the Adaptive Changes induced by the Insecticidal
Selection in Experimental Populations of *Callosobruchus chinensis*.

Masao KIYOKU and Ritsuko TSUKUDA

In the present paper, we have dealt with the fact that six physiological characters (Fecundity, Survival rate during the growing period, Sex ratio, Longevity of adult females, Body weight of adult males, Tolerance of adults to insecticides) of the experimental population of *Callosobruchus chinensis* change significantly when the population has been repeatedly selected, each generation with insecticides such as DDT, Malathion, Sumithion and Baycid at above 50 % L. D. level. Moreover, the mechanism of their changes has been presumed from the bio-statistical point of view. The main points of conclusions derived from the experiments are as follows:

1) The fecundity and survival rate during the growing period are, in general, much lower than those of the untreated group at the beginning of experiments. However, they show a progressive increase until their values reach nearly to those of the untreated group as the continued selection with insecticides progress. The sex ratio among a population shows increase in the male for the early generations. On the other hand, it becomes to show an apparent increase in the female for the succeeding generations.

2) The longevity of adult females becomes frequently longer than that of the untreated group throughout the experimental period. On occasion the body weight of adult males decreases slightly in the early generations. Whereas it increases significantly as the generation advances. The tolerance of adults to insecticides increases, generally, in accordance with the progress of generations when the insecticidal selection continues in each generation.

3) In the examination of the standard deviation indicating a degree of homogeneity in population, these of the characters such as fecundity, survival rate, longevity of adult females and body weight of adult males show, in general, a common tendency to become greater than that of the control during the first two or three generations and then smaller during the succeeding generations. The standard deviation of tolerance decreases as the generation advances in the experiments using DDT and Sumithion. In contrast, it increases in the experiments using Malathion and Baycid.

4) We have an opinion that these changes mentioned above can be interpreted in terms of the *Ecological adaptation* of insect population to insecticides, because the insecticidal treatment brings about directly an adjustive change of individuals and regulative alternation in insect populations, and both change and alternation seem to be fit for the reproduction and existence of survivors.

* 本報文は昭39. 4. 日本応用動物昆虫学大会(東京)において発表した講演(No. 155)の実験成績の一般的考察である。

緒 言

殺虫剤の殺虫作用に関する研究は従来から少なくはない。しかし殺虫剤処理後生き残った個体やそれから生じた子孫個体の諸性質の変化を調べた研究は案外ゆるがせにされている問題であると思う。

殺虫剤処理の後に生き残ったものの中には生命を全うし更に次代の個体を生ずるものがあるが、それらが殺虫剤処理を実施しなかったものと、どのように異なるかを組織的に明らかにすることは、殺虫剤の不用意な散布後における害虫の多発現象や抵抗性害虫の出現などの機構を論ずるときの資料として重要なことである。もちろん害虫の多発現象の原因としてはすでに殺虫剤によるその害虫の天敵類の勢力の減退や、その害虫自身の棲息密度の低下などが有力なものとして指摘され、また抵抗性害虫の出現の原因としては殺虫剤による抵抗系統の選抜などが有力なものとしてされているが、それらの原因がそれほど重要な役割をはたしていないように思われる場合でも多発の現象や抵抗性の増加がみられることもあるので、殺虫剤処理後の生残虫の群内およびそれに由来する子孫個体に生ずる繁殖力や感受性に関する諸性質の変化をこまかに解明することが必要であると考えらる。

筆者ら（清久・王木）は先に、エンドリンを用いその処理後の生残虫とその子孫の産卵率、生育率などの変化を調べ、また近年（清久・佃）マラソンを用いて抵抗性をも含めた諸性質の変化を検討したが、今回はその他の殺虫剤数種を用い、生残虫の子孫の世代をも毎代反復して殺虫剤処理を実施したとき、処理区の個体の諸性質とくに産卵率、生育率、性比、成虫の寿命、体重および殺虫剤に対する抵抗性が殺虫剤の処理を実施しなかつた区のそれとどのように異なるかを知るとともに、それらの世代から世代への変化に一定の方向性が存在するかどうかを検討し、もしそうなればそれが生物学的にまた害虫の防除という応用面でどのような意義をもつかを吟味することを企てた。

この実験は昭和37年5月にはじまり昭和38年の末におよんだが、昭和38年後半において実験実施の面で当研究室研究補助員河本隆夫君の助力を受け、また実験成績の整理において計算や作図に関して同じく片山美和子嬢の協力を得たので、この報文を草するに当たり上記の人々に対し謝意を表する。

I. 実験材料および方法

この実験に用いたアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* は当研究室の実験室内において長年30°C定温器内で飼育をつづけて来た系統に属するものである。はじめ2個の径9cmシャーレに上記の成虫雌雄1対ずつを入れ、小豆約100粒を与えて30°C定温器内で産卵させる。それらの卵から生じた合計約100頭余りの成虫をそれぞれ1対ずつ、小豆100粒を入れた径9cmシャーレにとり、上記の材料からそのようなシャーレ10個ずつを1組とした合計5組の実験区を作り、30°C定温器内で飼育を開始した。これらの世代をP代としその後の世代をF₁、F₂……代と呼ぶ。

実験区第1～第4組は殺虫剤の選抜処理を行なう区であるが、それぞれDDT、マラソン、スミチオン、バイジットの乳剤が選抜用殺虫剤として用いられた。処理はどの実験区もP代の成虫が羽化しはじめて3日目の羽化16時間以内の成虫をひとまとめとし、それらに対して所定の濃度にうすめた薬剤（常に大体50%以上の死亡率が得られる）をスプレーガン（3気圧、薬量は

1 cc 9 cm²) によって散布する。48 時間後に生残虫の中から任意に 10 対を選び、その 1 対ずつを処理区ごとにそれぞれ 10 個の次代すなわち F₁ 代飼育用のシャーレ (前代と同じ) に入れ産卵させ、それが羽化するまで飼育をする (F₁ の飼育)。その間において殺虫剤処理後 P 代の生残成虫の産卵率 (1 雌当たりの産卵数、10 個の平均値)、F₁ 代の生育率 (その卵から生じた F₁ 代の成虫数に対するはじめの卵数の比、10 個の平均値)、F₁ 代の成虫の性比 (雌の数/全体数の比、10 個の平均値)、F₁ 成虫の体重 (任意にとり出した羽化 16 時間以内の成虫 10 頭を 1 頭ずつトーションバラにて測定、平均する)、同じく寿命 (任意にとり出した羽化 16 時間以内の成虫を直ちに雌雄別にして各 10 頭ずつを径 9 cm シャーレにとり、30°C 定温器内に入れて毎日死虫数を調べる。そしてその累積死虫率と経過日数との関係からプロビット解析によって、中央致死日を推定する) および成虫の殺虫剤に対する抵抗力** を調べた。このような実験調査はその後 F₁₀ 世代まで毎代繰り返して実施された。第 5 組は殺虫剤の選抜処理を全く行なわなかったいわゆる対照区であるが、前記各調査項目の比較には先ず平均値または中央値が用いられた。一方においてそれらの標準偏差による比較検討が行なわれた。その主な理由は殺虫剤処理後に発生する個体群の均一性の度を知るためであって、それは後で述べるように殺虫剤処理後の諸性質の変化の機構が直接個体の質の変化に由来するものか、それとも殺虫剤の選抜作用によって集団の構成個体が入れかわるだけの現象に由来するものかを決定する 1 つの手掛りを得るためである。

II. 実験成績の分析

本実験で得られた実験成績の数値表の掲載は省略する。本文の説明をたすけるために 6 つの解説図のみを調査項目ごとに掲げることにするが、先ずそれらの図の解説を行なう。

殺虫剤処理区の各種性質の平均値または中央値の変化は勿論、無処理の区のそれらも世代によってかなり大きく変動する場合があるので、その上に 4 種の殺虫剤処理区の成績を記入すると図が複雑となり、かえって結論が得がたいので、各世代ごとに対照区の値を 1 としそれに対する各殺虫剤処理区の値の比を計算し、それらの比を縦軸に世代を横軸にとって、無処理区、DDT、マラソン、スミチオン、バイジット処理区の 5 実験区の変動状態を同一図上に示すことにした (第 1 ~ 第 5 図の A 図)。なお標準偏差の変動状態を示す図も上記と同様の方法によった (第 1 ~ 第 5 図の B 図)。

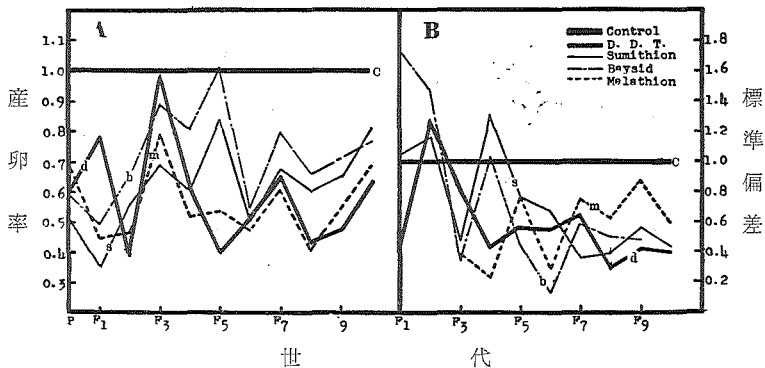
このような図の比較によって殺虫剤処理区の生残虫の諸性質が無処理区のものとのように異なるかを知るとともに、処理区の諸性質が殺虫剤処理を毎代反復することによって世代から世代へどのように変化して行くかの方向性を検討する。

(1) 産卵率。先ず処理区の産卵率平均値の変化を示したのが第 1 図 A である。第 1 図 A によれば 4 種の殺虫剤処理区の産卵率を示す折線 (b, d, m, s) が大体対照区のそれが示す水平線 (c) より下位に存在するので、生残虫の産卵率は一般に低いものと考えられる。ところが殺虫剤処理を毎代実施すると処理をはじめてから 3 ~ 5 世代目に産卵率は対照区のそれに接近する。しかしその後の世代では低下を示すようになるが、更に世代が進み 9.10 世代になると再び上昇する傾向をあらわすようになる。ところで 4.5 世代目に対照区に近接した産卵率がその後低下したのは常

**抵抗力の調査には、1 実験区の発生数の内、次代の親とするための個体や体重、寿命を調査するための個体の他のもの全部を用い、それぞれ 3 種の異なる濃度の殺虫剤をもって、本文中の殺虫剤処理と同様の方法によって処理して死亡率を求める。葉量とそれらの死亡率との関係からプロビット解析によって L. D. 50 と S (標準偏差) を推定する。

に50%以上の死亡率を得るため殺虫剤の濃度を濃くしたことに起因すると考えられる。濃度を濃くすると産卵率が低下したがその濃度の処理をつづけていると再び産卵率が上昇しはじめるのでこの成績の結論としては、殺虫剤処理後の生残成虫の産卵率は初めはかなり低下するけれども毎代連続処理を実施すると1度低下した産卵率も、次第に対照区の産卵率に回復するものということができるであろう。

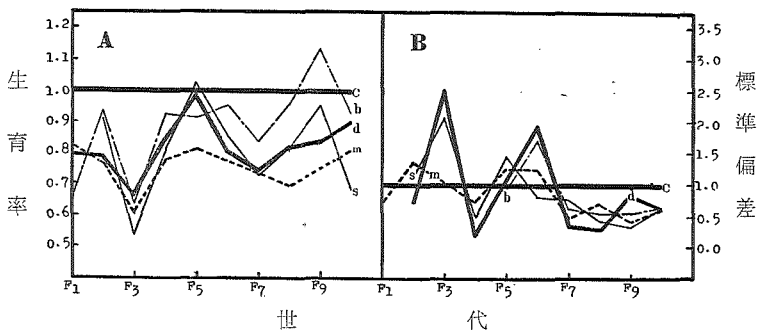
第1図. 殺虫剤処理区の産卵率(A)と標準偏差(B)の世代的変動。



次に標準偏差の変動に関して第1図Bを検討すると、その変動状態を示す折線は初期世代を除く他の多くは対照区の水平線より下方に位する。次に世代の進行に伴うその変動状態はマラソン区を除いてはいずれも次第に減少する方向を示しているように思われる。標準偏差の変化を概括すると殺虫剤処理をはじめた初期の世代ではそれが対照区より大きいことがあるがその後の世代になると次第に減少するということができる。

(2) 生育率. 第2図Aにより殺虫剤処理区の生育率と対照区のその変動を比較してみると、殆んどが対照区の水平線より下位にあり、いずれも初期にはかなり低いものが世代の進むのに伴って上昇をはじめ特に DDT とスミチオン区は F_5 世代で対照区に接近する。しかしこのように上昇の方向を見せた変動はその後再び低下するが F_8 代頃から上昇をはじめようになる。殊にバイジット区は対照区より高くなる。このような変動は(1)の産卵率の変動に似ており、その原因も同じく用いた殺虫剤の濃度が異なるためであろう。故に殺虫剤処理区の生育率は、はじめの世代には対照区より低いが、毎代処理が繰り返されると対照区の生育率の値に次第に回復するという結論が得られる。

第2図. 殺虫剤処理区の生育率(A)と標準偏差(B)の世代的変動。



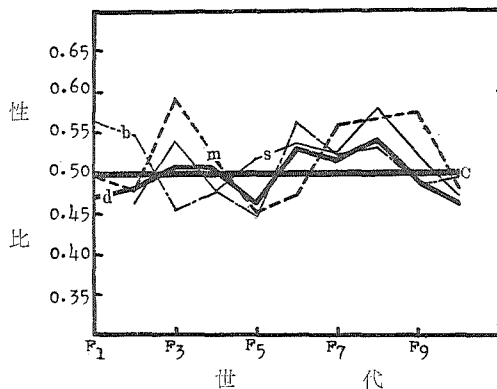
生育率の標準偏差の変動を第2図Bによって調べてみると、初期の世代ではかなり大きくなった標準偏差がやや不安定な変動を示した後に後期の世代でおちつき、その巾も対照区のそれより

小さくなる傾向を示していることがうかがわれる。

(3) **性比**. 殺虫剤処理区の性比が対照区のそれに比べてどのように異なるか、また毎代殺虫剤の処理を反復していると世代の進むのに伴ってどう変化するかを第3図によって検討してみる。

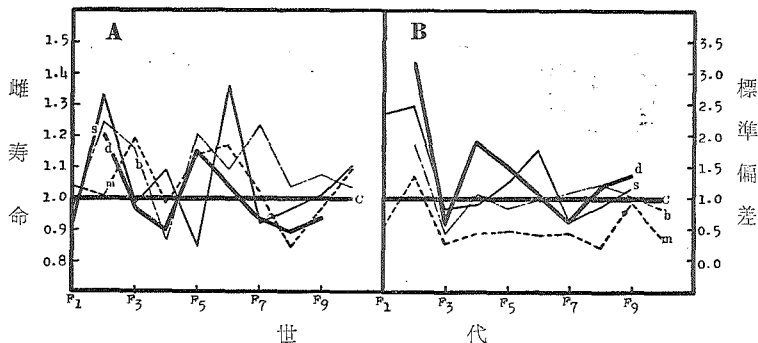
第3図を概観すると処理区の実験初期 F_1 , F_2 世代ではむしろ雄の割合が多いことがある。その後 F_6 や F_{10} 代でもそのような傾向がみえるが他の大部分の世代ではどの殺虫剤処理区も明らかに雌の割合が多くなっている。世代の進行に対するその変動状態には一定の明瞭な変動方向性は見られないが、実験期間の前半は不安定な変動であるが後半はやや安定した雌の割合の多い変化を示している。故に一般的結論としては、初期の世代では雄の割合が多いこともあるが後期では雌の割合が多くなると言って余り誤はないように思われる。

第3図. 殺虫剤処理区の性比の世代的変動。



(4) **雌成虫の寿命**. 第4図Aによって雌の寿命を比較検討すると、殺虫剤処理区の寿命を示す折線は上下の変動が甚だしいが対照区のそれを示す水平線より上位に存在する場合が多く、またそれが上方へ離れる度合いが大きいため、殺虫剤処理区の雌の寿命は大体対照区のそれより長い場合が多いと言えるのではないだろうか。しかし世代の進行に伴う変動の方向性は明らかでない。

第4図. 殺虫剤処理区の雌寿命(A)と標準偏差(B)の世代的変動。

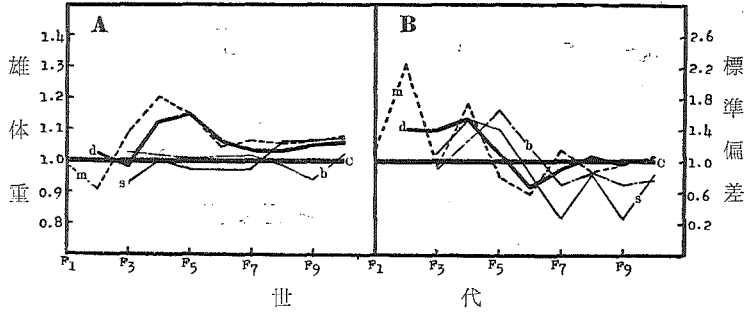


次に寿命の標準偏差を第4図Bによって検討すると、実験の初期の世代では対照区より大きいのが実験中期以降は大体それが小さくなって行くように思われる。

(5) **雄成虫の体重**. 雄の体重は第5図Aに示されている。これによるとマラソンと DDT 処理区の体重は大体 F_4 代以後明らかに対照区の体重を示す水平線より上位にあり、またスミチオン処理区も F_8 代以後は上方に位する。ただバイジット区のみは対照区と大差がない。殺虫剤により多少の相違は見られるが、概括的に言うと殺虫剤処理区の体重は実験処理の初期世代では軽い

こともあるがその後の世代では大体重なるものと考えられる。体重の標準偏差は大体 F_5 世代以前は対照区のそれより大きい、その後の世代では大体対照区より減少している。

第5図. 殺虫剤処理区の雄体重(A)と標準偏差(B)の世代的変動.



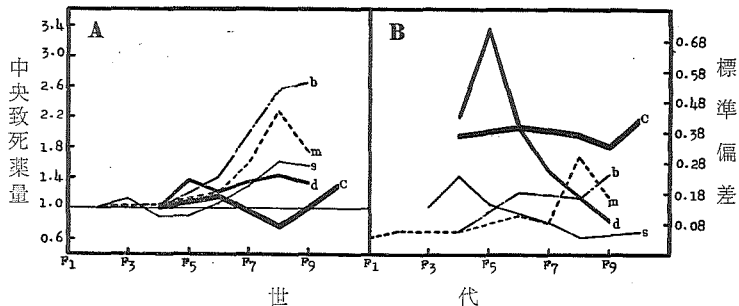
(6) 殺虫剤に対する成虫の抵抗性. これに関する実験成績の作図法はこれまで(1)~(5)項でのべたものと異なっているので、それを先ず記することにする。

この実験の殺虫試験はそれぞれ毎代選抜処理に用いた殺虫剤によってLD50およびSを決定した。しかし対照区のそれらはマラソンのみによる試験であった。故に対照区および各種殺虫剤処理区のLD50を同一図上に示すと、その抵抗性の度合を直接に比較することができない。この実験では殺虫剤処理区のもがその後どのように抵抗性を増加または減少するかがわかればよいのだから、どの殺虫剤処理区においても最初の世代のLD50を1とし、その後の世代のLD50をそれに対する比でもって示した。しかし標準偏差の場合は簡単に考えて標準偏差そのものを同一図上に示した。第6図Aはこのようにして得たLD50の比の毎代殺虫剤連続処理に伴う世代的変動を示したものである。

第6図Aによると対照区のマラソンのLD50の比の世代的変動(c)は1を中心に上下に約20%の増減があるが、世代の推移に伴う変動の方向性は明瞭でない。その他の殺虫剤処理区では程度に差はあるがいずれも世代の進行するにつれて一方的にそれが増大する傾向を明らかに示している。

これに対し標準偏差の変動を第6図Bによって検討してみると、対照区の変動には余り明らかな方向性を示す変動がみられないが、DDTとスミチオン区は世代の進むにつれて大体減少する傾向を示し、マラソンとバイジット区はその度合は小さいが世代の進行に伴って大体増大する傾向が認められる。この変動と前のLD50の比の変動とを考え合わせるとバイジットやマラソン区のようにLD50の比の増加の大きかった区では標準偏差の変化が増大する傾向を示し、スミチオンやDDT区のように前者の増加が余り大きくなかった区は標準偏差の世代的変化が減少する傾向

第6図. 殺虫剤処理区のLD50(A)と標準偏差(B)の世代的変動.



向を示していることに気がつく。

Ⅲ. 考 察

この実験で得られた総括的結論の要点としては、殺虫剤による選抜処理区は対照区に比べて(1)産卵率も、卵から成虫の羽化までの間の(2)生育率もともに低いが、殺虫剤を毎代反復して用いると後世代でそれらが対照の大きさにもどろうとする傾向がみられる。(3)性比はごく初期の世代ではむしろ雄の割合が多いように見えるが、その後の世代では明らかに雌の割合が多くなり、(4)雌成虫の寿命は世代によって往々かなり明らかに対照区のそれよりも長い場合がみられる。(5)雄の体重については大体初期世代で軽い場合もみられるが中期以後の世代では明らかに重くなる。(6)殺虫剤に対する成虫の抵抗性はもちろん世代を重ねるにつれて次第に増加を示すという6つの項目である。次に更に進んでそれら諸性質の世代の進行に伴う変動の方向性に関しては、厳密に言えば明確ではないが、全実験期間を前後の2期に大別し前期後期の変動状態を比べて見ると、一般に前期は上下変動が甚だしい比較的不安定な変動が示されるのに対し、後期は比較的安定したところの前期から後期へやや上向きの推移をうかがうことができる。

害虫防除というような応用的立場から言うと、殺虫剤で打ちもらした生残虫もはじめのうちは余り問題にしなくてもよいが、後世代には生残虫の増殖を助長する要素が必然的にあらわれてくるので、殺虫剤使用に際してあらかじめそれに対応する方法を考えておかねばならないことになり、合理的な対策の方法を考えるためには、そんな現象の生ずる機構に関する知識も必要となつてくる。

殺虫剤の使用後に生き残った昆虫の個体が直接殺虫剤に対して生理的変化をあらわすという過程が明らかであれば、それは生残者の殺虫剤に対する個体レベルの反応でいわゆる調整現象(Adjustment)であり、しかもこの場合はいずれもその結果が昆虫の繁殖や生存に都合がよいと考えられるから生理的適応現象という範囲で説明することができる。しかしこの実験で殺虫剤が昆虫個体に対して直接影響を及ぼしたと簡単に考えられるのは処理した成虫の生残者の産卵数の多少と、その卵の健、不健に関する性質ぐらいであろう。それらの卵から発育して生じた成虫の体重や寿命などの性質までは、殺虫剤処理の代が異なるのだから直接前代に受けた影響が及ぶとは考え難い。実際その間に関連作用が存在しているのかも知れないが今これを断定するだけの証拠がない。

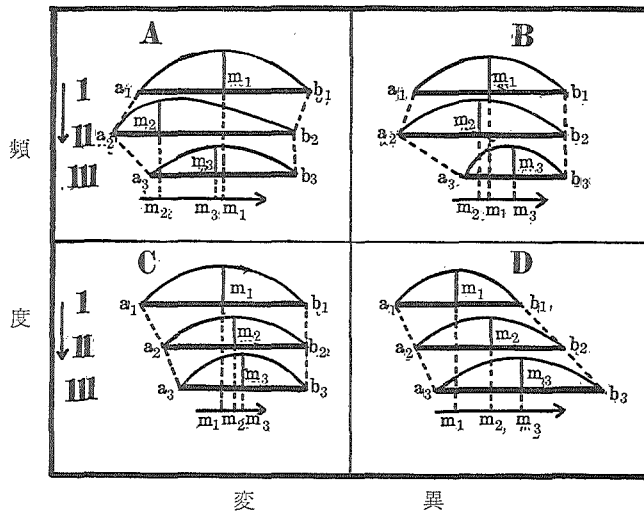
ところでこの実験では殺虫剤の処理によって毎代50%以上の個体が殺されている。故に殺虫剤の選抜作用と殺虫剤の作用の生残者に及ぼす影響とを考慮して上述の諸性質の変化現象の機構を検討しなければならないだろう。

殺虫剤処理によって1部の個体が殺されると個体変異の1部が消滅するため、その変異巾が狭められると考えられるから各種性質の個体変異の大きさを示す標準偏差の変化を検討したが、すでに実験成績の分析の項で指摘したように、産卵率など多くの性質の標準偏差が実験初期世代で対照区より一時大きくなるが、その後は一般に小さくなるということ、また抵抗性のみはそれがはじめから世代の進行に対して次第に小さくなる場合と、これと対照的に大きくなる場合の2通りが見られるということであった。このような変動の中にその機構がひそんでいるのではあるまいか。

いまこの実験世代の全期間を実験直前(I)と、実験開始の初期1~2世代間(II)および中期以後(III)の3期に大別し、主に中央値と標準偏差の各期を通じての変動状態の概要を示す1

組の模型図を作成してみると、それらの変動状態の類似点によって4つの型が示される。それは第7図中に示すA(産卵率と生育率)、B(体重と寿命)、CおよびD(いずれも抵抗性)の諸型である。これらに対して生物の Adaptation や Physiological Adaptation と称する現象に関するシンポジウム(Prosser 1958, Davies and Gale, 1953)にて討論された諸学説を比較検討しつつ考察を進めると、本実験におけるA型を示す産卵率と生育率については、殺虫剤が成虫の体に作用すると産卵率が低下する。また産出される卵の一部が不良卵となると考えられるから、(成虫数)/(卵数)の比で示されている生育率が低下するものと想像される。故にA型ではI期においてA図中に示される(a₁-b₁)の中がII期では全く殺虫剤の影響で低い側の方へ移動し(a₂-b₂)となる。この場合外部的な殺虫剤の影響によるから巾の変化は殆んど変らないと思われるが、若し変化するとすれば通常は(a₂-b₂)>(a₁-b₁)であろう。また場合によってはII期の分布型は全く殺虫剤の影響によってモードが左寄りになるということも予想される。次にIII期になるとA図の b₂ と b₃ が示す高い率の側には余り大きい変化はないだろうが a₃ が示す低い率の側は低いものが高くなるうとする変化を示すので、a₃ が a₂ より右方へ移動するのではないかと思われる。その理由は一般に生物界に見られるところの一度変化した現象がもとにもどろうとするいわゆる Homeostasis があるからである。その結果(a₃-b₃)が狭められることになる。そうすると中央値(m)と標準偏差(s)の変化は m₁>m₃>m₂, s₂>s₁>s₃ という関係になり、それは実験成績と大体一致する。

第7図. 毎代の殺虫剤処理により世代の推移に伴い中央値と変異の巾の変動状態を示す模型図



第2にB型を示す体重と寿命については、ともに殺虫剤処理をした生残成虫から生じた次代成虫のそれらが対象になっているので、親の世代に受けた殺虫剤が子の世代の成虫に直接影響を及ぼすとは考え難い。そこで殺虫剤の間接的な影響として選抜作用の過程を考えてみよう。事実として親の世代で50%以上の個体が殺虫剤で殺されており、またその生残者より生じた子の世代の個体が発育中に対照区より多く死んでいるから、最後まで生き抜いて羽化した成虫は限られた一部の個体である筈である。そのような生残者は殺虫剤散布という環境条件の下では当然その生存・繁殖に都合がよい性質をより多くもったものであろうが、この実験では昆虫個体の活力の指標とも考えられる体重や寿命の大きいものがそれに該当するのであろう。そうするとB図中I期

に示される (a_1-b_1) がⅢ期になると、体重や寿命の大きい方の側 b_3 の移動は少ないが、小さい側の a_3 は大きい方すなわち右側へ移動するから $(a_1-b_1) > (a_3-b_3)$ となる筈である。ところが殺虫剤の選抜作用によるこの変動の中間過程において幾分の疑問がある。それは処理をはじめた初期の問題であるが、殺虫剤の影響をうけた卵（不良卵を含む）から生ずる成虫の体重や寿命が健全卵から生ずるそれらより大きくなる可能性は、それが小さくなる可能性よりも少ないと考えられ、実験初期にそんな個体がまじっていると考えられるⅡ期の個体群の変異の巾 (a_2-b_2) はⅠ期の (a_1-b_1) より体重、寿命の小さい側すなわち左側へ広がることが予想される。その結果 $(a_1-b_1) < (a_2-b_2)$ の関係が示されるであろう。その後はもちろんすでにのべた選抜によって (a_3-b_3) の巾は小さくなるので、全体としてみるとときには $(a_2-b_2) > (a_1-b_1) > (a_3-b_3)$ の関係が認められる。この際の中央値 (m) と標準偏差 (s) は $m_3 > m_1 > m_2$, $s_2 > s_1 > s_3$ が期待されることとなり、その結果は実験成績との間に余り大きい矛盾がみられない。

最後に殺虫剤に対する抵抗性の変化について考えると2通りが予想される。その1はC図が示すように、ある巾を持った抵抗性の個体変異 (a_1-b_1) が殺虫剤の選抜作用をうけてⅡ期では強い側の変化は少ないが、弱い側の個体が消滅するために a_2 が強い側すなわち右側へ移動し、その結果 $(a_1-b_1) > (a_2-b_2)$ となる場合である。このような状態はⅢ期でも示されるであろうから $(a_1-b_1) > (a_2-b_2) > (a_3-b_3)$ が予想される。この場合の中央値 (m) と標準偏差 (s) は $m_1 < m_2 < m_3$, $s_1 > s_2 > s_3$ の関係を示すが、このような変化に相当する実験成績は DDT とスミチオンであった。

殺虫剤に対する抵抗性の変化に関して考えられるもう1つは上記のような選抜作用の他に個体群の1部の個体が殺虫剤に適応される場合である。本研究では昆虫の発育中に死亡する個体はかなりあるので適応の存在の証明は困難であるが、大沢等 (1953)、森・柳島 (1954, 1957) 森 (1957) のショウジョウバエの環境と変異に関する研究から考えて、本実験内に適応が生じないとは断定できない。その場合には弱い個体が選抜によって消滅する他に適応によって強くなるからⅡ期の a_2 のみならず b_2 も右寄りに移動する。その結果 $(a_1-b_1) < (a_2-b_2)$ の関係が示される。これが毎代つづいた最後には強い個体のみからなる集団となるから変異巾が縮小するであろうが、その進行中にはなお上記の状態がつづくであろう。この実験のⅢ期はまだこの状態の進行中と考えられる。故に $(a_1-b_1) < (a_2-b_2) < (a_3-b_3)$ の関係が示されるものと推察される。この際の中央値 (m) と標準偏差 (s) とはいうまでもなく $m_1 < m_2 < m_3$, $s_1 < s_2 < s_3$ であるがマラソンとバイジットの実験成績がこれと一致している (D図)。

以上殺虫剤処理を実施して生残虫およびその子孫個体の生理的諸性質が変化する現象を主に中央値と標準偏差の変化によって分析し、更に従来 of 学説を引用して変化の機構をも推論した。その結果共通性のある変化であっても諸性質そのものの種類により、同一性質の中でも異なった変化機構にもとずいて変化することがわかったが、その変化はいずれも殺虫剤の直接的または間接的影響によって生ずる個体や個体群の変化であり、しかも生残子孫の繁殖や生存には都合がよいと考えられる変化であるから、これらの現象を広い意味の適応現象と解釈する。しかし主に個体群の構成個体の調整作用の結果生じた変化、例えば生理的適応などとは大部趣が異なるからこの実験中に見られる現象を仮に生態的適応と呼ぶことにする。ところがこのような生態的適応現象は用いる殺虫剤が特種の性質を持たない限り (例えば殺虫作用の他に生殖力を阻害する性質を有するものなど) 一般昆虫類のもつ必然的な反応であるらしい。もちろん殺虫剤によって変化したそれらの性質が複雑な生態系を構成する害虫の勢力に直結するとは限らないが、一応注意を払わねばならない問題点であろう。従って殺虫剤応用の面において殺虫剤の性質の改良の他に、使

用上の技術例えば殺虫剤の適期散布，害虫の習性に応じての散布法などの研究によって，殺虫剤を用いるならば害虫を徹底的に駆除できるようにすることが切に要望されることになる。

IV. 摘 要

この実験においては，アズキゾウムシの実験個体群を毎代 DDT，マラソン，スミチオン，バイジットによって実験個体の過半数が死ぬ程度に処理し，その結果生残者およびその子孫の産卵率，生育率，性比，寿命，体重および殺虫剤に対する抵抗性がどのように変化するかを調べ，合わせてそれらの変化の機構についても推論を行なった。そのような殺虫剤処理区の諸性質の変化の概要は以下のとおりである。

1) 産卵率と生育率とは一般に対照区より低いが毎代処理を重ねて行くとそれが次第に対照区に回復する傾向を示す。

2) 性比は実験初期世代では雄の割合が多いけれどもその後の世代では雌の割合が目立って多くなる。

3) 雌成虫の寿命は世代によってしばしば対照区より顕著に長い場合がみられ，雄体重は初期世代では軽いこともあるが後期の各世代では明らかに重くなる。

4) 殺虫剤に対す抵抗性は世代の進むのに伴い大体一方向的に増加をする。

5) 個体群の性質の均一性を示すところの標準偏差の変化を調べた結果，産卵率，生育率，雌の寿命，雄の体重の標準偏差はいずれも実験の初期の世代では対照区より増加を示し，その後の世代では減少するという共通点を示している。これに対して抵抗性の標準偏差は世代の進行に対して増加する場合と逆に減少する場合とがある。

6) 上記各種性質の変化の機構は，変化する性質の種類によりまた同一の性質の中にも異なったものが存在することが推察された。しかしそれらはいずれも殺虫剤処理に対して生き残りの個体や個体群が直接または間接的に反応して，その結果は繁殖や生存に都合のよい方向への変化であると考えられるから一種の生態的適応という解釈を与えた。

引 用 文 献

- 1) DAVIES, R. and GALE, E. F. (1953): *Adaptation in Micro-Organisms*, 3rd Symposium of the Society for General Microbiology, the Cambridge Univ. Press, London.
- 2) 清久正夫・木本 元 (1959): 殺虫剤で処理して生き残った昆虫の繁殖能力の変化. 岡山大学農学部学術報告 14: 1-6.
- 3) 清久正夫・佃 律子 (1963): 異常高温 および マラソンによる連続処理が昆虫の生き残り子孫の繁殖能力・個体維持能力に及ぼす影響. 応動昆中国支部会報 5: 25-27.
- 4) 清久正夫・佃 律子 (1964): 殺虫剤処理後のアズキゾウムシ生残虫の産卵率およびその子孫の生態的諸性質の変化. 昭39年度日本応動昆大会講演要旨. 21.
- 5) 森 主一・柳島静江 (1954): ショウジョウバエの環境と変異 III. 生理・生態 6 (1): 43-48.
- 6) 森 主一・柳島静江 (1957): ショウジョウバエの環境と変異 V (1). 遺伝学雑誌 32 (2): 57-66.
- 7) 森 主一 (1957): ショウジョウバエの環境と変異 V (2). 遺伝学雑誌 32 (3): 88-99.
- 8) 大沢 濟・松谷幸司・佃 弘子・宮地伝三郎・森 主一・柳島静江・梅田幸子 (1953): ショウジョウバエの変異と環境. 生物の変異性. 岩波書店. 東京. 75-88.
- 9) PROSSER, C. LADD. (1958): *Physiological Adaptation*, the 4th Annual Symposium Publication of the Society General Physiologists. The Ronald Press CO. New York.