

## センチクバエの殺虫剤抵抗性の発達に関する研究\*

長崎大学医学部医動物学教室（主任：大森南三郎教授）

松 尾 晃 一  
まつ お こう いち

Studies on the Development of Insecticide Resistance in *Sarcophaga peregrina*. Koichi, MATSUO, Department of Medical Zoology, Nagasaki University School of Medicine (Director: Prof. N. OMORI).

## 緒 言

第二次世界大戦後、有機合成殺虫剤の著しい進歩によって、世界各地で多量の殺虫剤が各種衛生害虫の駆除に使用され、その効果は多大なものがあるが、一方その結果として、種々の殺虫剤に対して40種類以上もの衛生害虫に抵抗性の発達が報告されている。特にイエバエではスウェーデンにおける1946年のDDT抵抗性イエバエの発見以来、世界各地で有機塩素剤に対する抵抗性の発達が問題になり、最近では有機燐剤に対する抵抗性の発達が各地で報告され（Keiding 1956, 安富 1961, Hansens & Morris 1962）、室内での累代淘汰によってもイエバエでの抵抗性の発達が証明されている（Decker & Bruce 1952, March 1952）。しかし、イエバエ以外のハエ類においては *Stomoxys calcitrans*, *Fannia canicularis* における DDT 抵抗性（Wiesmann 1955）、及び *Lucilia cuprina* のデイルドリン抵抗性（Shanahan 1958）等が報告されている程度で比較的少なく、イエバエに対して抵抗性が発達した場所でも、同じ環境下に生活するイエバエ以外のハエ類では抵抗性が発達しない場合が多く（March 1952, Müller 1955）、*Phormia regina* では30代にわたる実験的淘汰にもかかわらずリンデン抵抗性の発達が認められていない（March & Metcalf 1953）。このように害虫の種類により、抵抗性の発達に難易があるが、殺虫剤の種類や淘汰の方法によっては抵抗性の発達しにくい種類でも発達の可能性が考えられる。

センチクバエは構造の不完全な我が国の便池から多発している種類で、便池のハエ駆除に殺虫剤を使用している現在、本種について殺虫剤抵抗性発達の可能

性をあらかじめ確めておくことは、駆除計画を進める上にも重要なことである。又、このハエは累代飼育が極めて容易で、殺虫剤抵抗性発達の実験的研究には好適な材料であることから、本種を用いて各種殺虫剤による累代淘汰実験を行ない、世代の経過にともなう抵抗性発達の様相を調べたので、その結果を報告する。

本報告を出すに当たって研究の指導と本稿の校閲を賜った恩師大森南三郎教授に深く感謝の意を表する。又、実験に当たりたえず助言を載いた前田理学士に深く感謝する。

## 実験材料及び実験方法

## 1. 実験材料

実験に用いたセンチクバエは1959年7月、長崎市高尾町の一住宅の便池から約180匹の幼虫を採集し、当研究室で約10世代累代飼育したもので、遺伝的には均質なものではないが、殺虫剤生物検定用の材料として当研究室で長期間累代飼育を予定しているので、これを便宜上、風研系統と呼ぶことにする。この系統の採集地区は採集当時まで便池に対する定期的な殺虫剤散布の非実施地区で、長崎市内の定期的散布地区からかなり離れており、この系統が過去に殺虫剤淘汰を受けた機会は極めて少ないと考えられる。

## 2. ハエの飼育方法

ハエ幼虫の飼育には、径9cm、深さ11cmのミルク空罐に、フスマ10、魚粉10、エビオス1の割合の混合物100gに水200ccを加えた培基に、産仔後24時間以内の幼虫を入れ、温度25°C、相対湿度50~70%の温室内（夏期高温時には温度26~31°C、相対湿度60~80%の室内）で飼育した。混合飼料100g当り水200ccの水分含有量は幼虫飼育に適しているばかりでなく

\* 長崎大学風土病研究所業績 第436号  
長崎大学医学部医動物学教室業績 第123号

(松尾1962), 発育した成熟幼虫は蛹化場所を求めてミルク罐から脱出するので, 蛹化数を算定するには好都合である。そこであらかじめ蛹化場所として鋸屑を入れたガラス製容器(径14cm, 深さ20cm)中に飼育罐を入れ, ここで蛹化した蛹を羽化直前に16メツシュの篩で選別し, 腰高シャーレ(径9cm, 深さ7cm)に入れ, 鋸屑を加えて30cm立方のサラン製網籠に移し羽化させた。羽化成虫には, 幼虫と同温湿度条件のもとで, 米ヌカ4, 砂糖2, ペプトン1の割合の混合飼料と, ちり紙に滲ませた水を与え, 隔日に新しいものと交換した。羽化12~14日後に多少腐敗醗酵した脱脂ミルク溶液をガーゼに滲ませて与え産仔させた。

### 3. 幼虫の淘汰及び殺虫剤感受性試験法

淘汰ならびに殺虫剤感受性試験のためには, キシレンを溶媒として, 乳化剤 Sorpol 600 を10%含む5% DDT, 5%リンデン, 5%デイルドリン, 1%ダイアジノン, 0.5%DDVP, 20%オルソジクロールベンゼン各乳剤を調製して用いた。

従来のイエバエの淘汰実験に関する報告では, ある個体群の感受性を調べるのに1世代増殖した成虫を用いて試験する方法が一般に採られているが, センチクバエ淘汰に当っては各種薬量殺虫剤で処理した有毒培养基で幼虫を飼育して淘汰を行なうと同時に, その死亡率から幼虫の殺虫剤感受性を知る方法を探った。すなわち殺虫剤稀釈液20ccを注入した有毒培养基(稀釈液をも含めた水分含有量を200ccとする)に, 産仔後24時間以内の幼虫500個体ずつ入れて飼育し, 幼虫投入12日後に蛹化数を数えた。倍々稀釈した3濃度段階の各殺虫剤稀釈液を別々の培养基に注入し飼育した時の幼虫期の死亡率が10~90%の範囲となるよう各殺虫剤の1罐当りの注入薬量を加減し, 各薬量段階に於ける蛹化数から幼虫期の死亡率を求め, プロビット変換を行なって, 図解法によりLD50(mg/罐)を算定した。高薬量段階の培养基からの生き残り蛹から150~300個体を次世代の親として羽化, 産仔させ, それぞれの殺虫剤で累代淘汰を続けた。

### 4. 成虫の殺虫剤感受性試験法

成虫に対する殺虫剤感受性試験のためには, 淘汰後の羽化成虫から1世代増殖した成虫を用いて, 濾紙法により, その感受性を調べた。すなわち10cm平方の濾紙(東洋濾紙No. 1)に各種殺虫剤の所定濃度アセトン溶液1ccをピペットで均一に滲ませて乾燥後, その上に径9cmの濾斗をふせた。濾斗の口は内部より綿栓し, 綿には成虫の飼料として5%砂糖水を滲ませた。前述の飼育方法で増殖飼育した羽化後5~6日後の成虫をエーテルで軽く麻酔し, 雌雄別々に10個体

ずつ濾斗内に入れ, 25°Cで濾紙の殺虫剤残渣に強制接触させ, 24時間後の死亡率を調べた。各殺虫剤について倍々稀釈の4段階の薬量で, 各薬量毎に雌雄それぞれ2つの繰返しをとり, 1殺虫剤について合計160個体の成虫を用いた。各薬量段階での死亡率をプロビット変換して, 図解法によりLD50(mg/10cm平方)を求めた。

## 実験成績及び考察

### 1 幼虫を淘汰した場合の抵抗性の発達

イエバエにおける累代淘汰実験の結果では, 成虫だけを淘汰するよりも, 殺虫剤を加えた所謂有毒培养基で幼虫を淘汰するか, 又は幼虫, 成虫の淘汰を組合せて淘汰した場合に抵抗性発達の速度が著しく速いことが一般に認められている。センチクバエでは便池に殺虫剤が散布され, 幼虫期に淘汰される場合が多く, 又短期間で各種殺虫剤に対する抵抗性発達の難易を確かめるためには幼虫淘汰が能率的であると考えられたので, 本種幼虫をそれぞれの殺虫剤で毎世代累代淘汰したときの抵抗性の発達を6殺虫剤について調べた。すなわちDDT, リンデン, デイルドリン, ダイアジノン, DDVP, オルソジクロールベンゼンで有毒化した培养基により毎世代淘汰し, 高薬量での生き残りから150~300個体を次世代の親として, 18世代にわたり1960年7月から1962年1月まで(デイルドリンでは14世代, 1960年11月から1962年1月まで)累代飼育を続けると同時に, 各世代の経過にともなう感受性の変化を調べた。

各種殺虫剤で幼虫を淘汰した場合の各世代における各薬量段階での蛹化数から求めた幼虫期死亡率を第1図に示した。各世代での各殺虫剤に対する死亡率から, 各淘汰群の感受性を調べながら淘汰を継続したので, 第1図に示されるn世代目の感受性試験は同時にn+1世代目の淘汰に相当する。例えば初回淘汰, すなわちPに対して行なった感受性試験の結果は, 淘汰開始前の風研系統のP世代の感受性をあらわし, 以後毎世代同様に感受性試験をしたので, 17世代目の感受性試験は同時に第18世代目の淘汰に相当する。第1図から判るようにDDT, DDVP, オルソジクロールベンゼン等の各淘汰群では, 各世代での同一薬量段階における死亡率が世代の経過とともに殆んど低下しなかったが, ダイアジノン淘汰群では漸次低下したので3回にわたり薬量段階を高めて淘汰を続けた。ところが, リンデン及びデイルドリン淘汰群では, 第1~3世代の間に死亡率が急に低下してきたので, 薬量を段階的に高めて累代淘汰を続けた。

Fig. 1 Percentage mortality of *S. peregrina* larvae in successive generations under larval selection pressure from six different insecticides

| Insecticide                    | Gener-<br>ation<br>Dose | P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|--------------------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| D D T                          | 0.5 mg                  | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 1.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 2.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 4.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Lindane                        | 0.25                    | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.5                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 1.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 2.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 4.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 8.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 16.0                    | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Dieldrin                       | 0.25                    | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.5                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 1.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 2.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 4.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 8.0                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 16.0                    | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Diazinon                       | 0.025                   | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.05                    | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.1                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.2                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.4                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.8                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| D D V P                        | 0.0125                  | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.025                   | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 0.05                    | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Ortho-<br>dichloro-<br>benzene | 20                      | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 40                      | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 80                      | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
|                                | 160                     | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |

A poisoned culture medium was prepared in the rearing can, 9 cm in diameter and 11 cm high, putting a mixture (wheat bran 10, fish meal 10, brewer yeast 1 part) 100 g + water 180 cc, and adding a diluent 20 cc containing the indicated dose of an insecticide. 500 larvae deposited within 24 hours were added to the medium and kept for 12 days until all survived larvae completed pupation.

**Table 2** Average accumulated percentage mortality for 18 successive generations of adult *S. peregrina* by sex and insecticide at 5, 10, 15, and 20 days after the first emergence of adults reared under larval selection pressure

| Insecticide used for selection | Sex    | Total No. of flies emerged | Percentage mortality after |         |         |         |
|--------------------------------|--------|----------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|
|                                |        |                            | 5 days                     | 10 days | 15 days | 20 days |
| DDT                            | Female | 1889                       | 2.2                        | 6.8     | 16.6    | 33.2    |
|                                | Male   | 1659                       | 3.1                        | 13.3    | 27.0    | 48.9    |
| Lindane                        | Female | 1770                       | 3.2                        | 9.6     | 19.5    | 37.2    |
|                                | Male   | 1596                       | 4.4                        | 12.2    | 26.1    | 44.4    |
| Dieldrin                       | Female | 1247                       | 7.9                        | 14.7    | 26.6    | 48.2    |
|                                | Male   | 1169                       | 9.2                        | 20.3    | 34.8    | 55.9    |
| Diazinon                       | Female | 1705                       | 1.6                        | 7.3     | 17.6    | 40.5    |
|                                | Male   | 1786                       | 2.5                        | 13.7    | 30.0    | 51.8    |
| DDVP                           | Female | 1915                       | 1.5                        | 6.3     | 15.2    | 35.5    |
|                                | Male   | 1726                       | 2.1                        | 10.3    | 19.6    | 43.5    |
| Ortho-dichlorobenzene          | Female | 1732                       | 2.3                        | 8.8     | 21.0    | 45.1    |
|                                | Male   | 1594                       | 3.4                        | 14.0    | 30.1    | 56.0    |
| Parent strain                  | Female | 1927                       | 1.8                        | 7.0     | 19.9    | 41.3    |
|                                | Male   | 1787                       | 3.0                        | 14.5    | 33.3    | 56.7    |

**Table 1** Average percentage emergence for 18 successive generations of *S. peregrina* pupae having reached from larvae survived the heavier larval pressure from various insecticides

| Insecticide used for selection | No. of pupae prepared for emergence | No. of flies emerged | Percentage emergence |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|
| DDT                            | 3954                                | 3546                 | 89.7                 |
| Lindane                        | 3849                                | 3366                 | 87.5                 |
| Dieldrin                       | 2785                                | 2416                 | 86.5                 |
| Diazinon                       | 4084                                | 3691                 | 90.4                 |
| DDVP                           | 4070                                | 3641                 | 89.5                 |
| Ortho-dichlorobenzene          | 3716                                | 3326                 | 89.5                 |
| Parent strain                  | 4100                                | 3714                 | 90.6                 |

第1図から各淘汰世代の幼虫期死亡率から各淘汰世代での淘汰の強さ及び抵抗性発達の程度を推定吟味する前に、幼虫期における淘汰が蛹及び成虫期の死亡率

になんらかの形で影響を及ぼすものならば蛹化率のみをもって淘汰の強さを判定することは、その強さを過小評価する恐れがあるので、殺虫剤で淘汰した生き残り幼虫からの蛹の羽化率及び羽化成虫の累積死亡率を求めて、全淘汰期間を通じて平均し各殺虫剤の間の比較を試みた。

第1表は各種殺虫剤で淘汰し、高薬量段階の有毒培基での生き残りのうち次世代の親として飼育した150～300個体の蛹の羽化率を全淘汰世代を通じて平均し、各殺虫剤について比較したものである。第1表から判るように、いずれの殺虫剤で淘汰した場合にも羽化率は86%以上とかなり高かったが、リンデン及びデイルドリン淘汰群のみでは他の淘汰群より多少低く、非淘汰群と比較するとその率は有意的に低い。このことはリンデン及びデイルドリン淘汰群では幼虫期に受けた殺虫剤の影響が多少共蛹にまで及んでいるのではないと思われる。

次に、淘汰生き残り幼虫からの羽化成虫の羽化開始後5日目、10日目、15日目、20日目までの死虫数を各殺虫剤毎、雌雄毎に世代を通じてそれぞれ合計し、全羽化数に対する累積死亡率を求めて第2表に示した。

各淘汰群の間で羽化数20日間の累積死亡率に殆んど差が認められないが、リンデン及びディルドリン淘汰群では羽化開始後5日間の累積死亡率がやや高いように思われる。これはリンデン及びディルドリンで幼虫期に淘汰した生き残りの一部が羽化後初期に多少多く死亡することを意味するものと思われ、上に述べた羽化率の多少低かったことと共に、両殺虫剤の一つの特性であるように思われる。これらのことに関連して、鈴木等もセンチュウバエ3令幼虫をリンデン、ディルドリンで処理した場合には、蛹化や羽化を可成りに阻害するばかりでなく、成虫の一部をも死亡せしめることを報告しているが（遠山・鈴木1954、鈴木・遠山1955、鈴木・池田司1957）、今回の淘汰実験では、産仔直後の幼虫を淘汰したためか、その影響の程度はディルドリン淘汰群においてさへ羽化率で4.1%低く、羽化開始後5日間の累積死亡率でも、雌、雄それぞれ6.1%、6.2%程度で、鈴木等の結果と比較するとその影響は著しく低い。このことは各世代の殺虫剤抵抗性発達の程度をみるために羽化率及び羽化成虫初期の死亡率をさほど考慮する必要はなく、幼虫期の死亡率のみで吟味しても差支えはないものと考えてよいように思われる。

そこで各淘汰世代における各薬量段階での蛹化数から幼虫期の死亡率を求めLD50を算定して、各殺虫剤淘汰群の淘汰開始前のLD50、最終世代に於けるLD50及び抵抗比を求めて表示したのが第3表である。第3表から判るように、DDT、DDVP、及びオルソ

ジクロールベンゼンの各淘汰群では、17世代淘汰後においても抵抗比が1.4倍、1.3倍、1.1倍といずれも低く、抵抗性の発達は認められなかったが、ダイアジノン淘汰群では6.3倍とかなりに、リンデン淘汰群では9.9倍と相当に、ディルドリン淘汰群では73倍と極めて高度の発達を示した。

**Table 3** Increase in insecticide tolerance of *S. peregrina* larvae reared under larval selection pressure on culture media poisoned by 5 different insecticides

| Insecticide used for selection | LD50 of parent | LD50 in 17th selected generation | Resistance ratio |
|--------------------------------|----------------|----------------------------------|------------------|
| DDT                            | 0.71           | 1.0                              | 1.4              |
| Lindane                        | 1.0            | 9.9                              | 9.9              |
| Dieldrin                       | 0.12           | 8.8                              | 73               |
| Diazinon                       | 0.051          | 0.32                             | 6.3              |
| DDVP                           | 0.016          | 0.020                            | 1.3              |
| Ortho-dichlorobenzene          | 41             | 44                               | 1.1              |

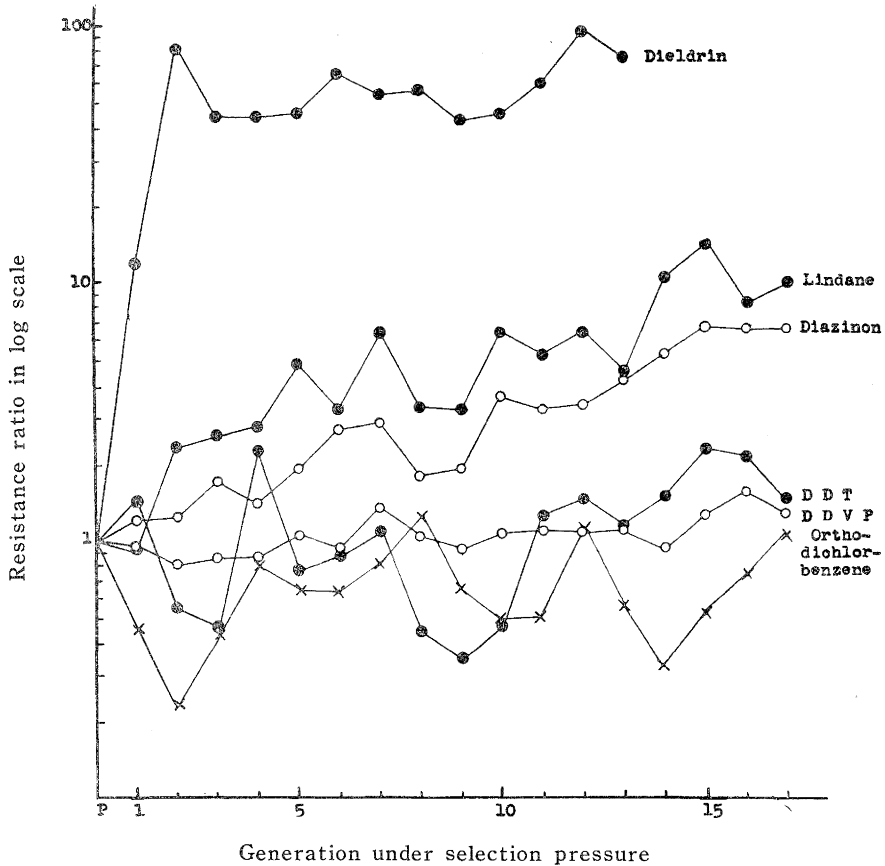
Percentage mortalities of larvae in each case were converted to probits and plotted against logarithm of doses, estimating graphically the LD50 of each insecticide in mg per can.

**Table 4** Increase in insecticide tolerance of adult *S. peregrina* reared under larval selection pressure on poisoned culture media

| Insecticide used for selection | Sex    | LD50 in parent strain | LD50 in 18th selected generation | Level of resistance |
|--------------------------------|--------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|
| DDT                            | Female | 0.63                  | 0.83                             | 1.3                 |
|                                | Male   | 0.45                  | 0.54                             | 1.2                 |
| Lindane                        | Female | 0.025                 | 0.67                             | 27                  |
|                                | Male   | 0.018                 | 0.27                             | 15                  |
| Dieldrin                       | Female | 0.10                  | >50                              | >500                |
|                                | Male   | 0.086                 | 17                               | 200                 |
| Diazinon                       | Female | 0.026                 | 0.055                            | 2.1                 |
|                                | Male   | 0.020                 | 0.055                            | 2.8                 |
| DDVP                           | Female | 0.011                 | 0.019                            | 1.7                 |
|                                | Male   | 0.0094                | 0.011                            | 1.2                 |

10 flies were kept at 25°C for 24 hours on a filter paper of 10 cm square impregnated with 1cc of acetone solution of the insecticides in the two replications of 4 different doses. LD50 was estimated graphically and is given in mg per 10 cm square.

Fig. 2 Increases in insecticide tolerance of *S. peregrina* larvae reared under selection pressure on poisoned culture media from various insecticides



これらの世代の経過にもともなう抵抗性発達の様相を吟味するために、親世代に対する各淘汰世代の抵抗比を各殺虫剤毎に世代の経過を追って示すと第2図のようになる。図から判るように、何れの殺虫剤で淘汰した場合にも抵抗比に不規則な変動が認められるが、DDT、及びオルソジクロールベンゼンの場合には他の殺虫剤と比較して著しい変動がみられる。リンデン及びダイアジノンでもかなりの変動がみられるが、DDVPでは殆んど変動がなく、デイルドリンでも同様である。このような傾向は、一部は実験誤差によるものであろうが、殺虫剤そのものの特性でもあるのではないと思われる。

抵抗性発達の程度と過程をみるとDDT、DDVP、及びオルソジクロールベンゼンでは今回の実験の範囲内では殆んど発達はみられないが、ダイアジノンでは徐々に高くなり、リンデンでは多少顕著に上昇する。デイルドリンでは独特な発達の過程を示し、第1世代ですでに急激に高くなり第2世代で更に急増して最高

に達し以後はほぼ平衡状態を保つ。

以上幼虫期に各種殺虫剤で淘汰し幼虫で感受性を調べたときの殺虫剤抵抗性の発達過程について論じてきたが、これら幼虫で淘汰したセンチニクバエが成虫でどのような殺虫剤感受性を示すかを知ることは幼虫及び成虫の抵抗性発達の生理的機構の差を知る上に重要である。そこで淘汰最終世代のものから増殖した成虫について、殺虫剤感受性の程度を濾紙法によりLD50を求めて第4表に示した。幼虫で抵抗性の発達を示さなかったDDT、DDVP、オルソジクロールベンゼンの各淘汰群では、当然の事ながら成虫でも抵抗性の発達が認められなかった。ところが幼虫で6.3倍の抵抗比を示したダイアジノン淘汰群では、成虫では雌、雄それぞれ2.1倍、2.8倍と比較的低い抵抗性を示した。しかし幼虫で9.9倍とかなり高い抵抗比を示したりリンデン淘汰群では雌成虫で27倍、雄で15倍と幼虫より高度の抵抗性を示し、更に、幼虫で73倍と高度の抵抗比を示したデイルドリン淘汰群では雌成虫で500倍以

上、雄で200倍と、幼虫に比べ驚くべき高度な抵抗性を示した。

風研系センチュウバエを幼虫期に DDT で淘汰した場合、17世代の淘汰にもかかわらず抵抗性が発達しなかったことは、イエバエでの DDT 抵抗性が世界各地で容易に発達することと比較して興味がある。しかしイエバエ以外のハエ類での抵抗性発達の例をみると、DDT に対して抵抗性が発達したと云う報告は比較的稀であるので、今回のセンチュウバエについての成績も必ずしも例外的なものではないと考えられる。DDVP, オルソジクロールベンゼンで淘汰した場合も抵抗性の発達が認められなかったが、他の害虫でもこれらの殺虫剤での抵抗性発達の報告は稀であるので、これらの殺虫剤は一般に抵抗性の発達しにくい殺虫剤と云い得るように思われる。

リンデン、ディルドリンで幼虫期に淘汰した場合、成虫に対しては高度、あるいは極めて高度に抵抗性の発達がみられたのに反して、ダイアジノンでは成虫に対してさほど高い抵抗性の発達がみられなかったことは興味のあることであって、前2者の場合には生理的な防禦機構が発達していることを暗示するものではないかと考えられ、後者の抵抗性は Hoskins & Gordon (1955) の云う *Vigor tolerance* の要素を強くもっているものかも知れない。

ディルドリンで淘汰した場合、淘汰開始後、第1～2世代で急速に抵抗性が発達し、第3世代目以後淘汰を続けたにもかかわらず抵抗性の増大が認められなかったのは、Milani (1957) の報告したイエバエでの DDT 抵抗性、*Lucilia cuprina* におけるディルドリン抵抗性 (Shanahan 1960)、の場合に似ており、

Shanahan が述べているように、この場合も単一の遺伝子が抵抗性の発達に関与しているのかも知れない。リンデン、ダイアジノンで淘汰した場合には徐々に抵抗性が増大したが、さらに淘汰を続けた場合、どの程度まで抵抗性が増大するかは今後の検討を必要とする。

## Ⅱ 幼虫を18世代淘汰した場合の、幼虫及び成虫に於ける交叉抵抗性

ある殺虫剤で淘汰して抵抗性の発達を認めた場合、他の殺虫剤に対する感受性の程度を調べ、その交叉抵抗性を明らかにすることは、実際的な見地からはもとより、抵抗性の生理学的基礎を明らかにする上に重要である。イエバエにおける交叉抵抗性については、幾多の報告の集積から、Metcalf (1955) は各種殺虫剤を6つのグループに分け、同じグループ内の殺虫剤では高度の交叉抵抗性を示すことを明らかにしている。そこで幼虫期に各殺虫剤で淘汰を続けたセンチュウバエについて、淘汰に用いた以外の他の各種殺虫剤に対する幼虫及び成虫の感受性を調べ、得られた結果をイエバエの場合と比較吟味した。

幼虫の感受性試験のためには、それぞれの殺虫剤による淘汰群、及び非淘汰群の最終世代の成虫から増殖した産仔幼虫を用いて、それぞれ6殺虫剤に対する感受性を調べた。その方法は前述の幼虫淘汰の場合と多少異なり、3段階の薬量で2ヶずつ繰り返しをとり用意した有毒培基に、産仔後24時間以内の幼虫100個体ずつを入れ、12日後の蛹化数から幼虫死亡率を出し、LD50を算定した。それぞれの淘汰群の各種殺虫剤に対するLD50を非淘汰群のそれと比較して示すと第5表の通りである。

Table 5 Cross tolerance in *S. peregrina* larvae reared for 18 generations under larval selection pressure on poisoned culture media

| Insecticide used for selection | Insecticide used for test |         |          |          |       |                       |
|--------------------------------|---------------------------|---------|----------|----------|-------|-----------------------|
|                                | DDT                       | Lindane | Dieldrin | Diazinon | DDVP  | Ortho-dichlorobenzene |
| DDT                            | 1.3                       | 0.92    | 0.24     | 0.075    | 0.018 | 26                    |
| Lindane                        | 1.4                       | 10      | 6.9      | 0.10     | 0.022 | 32                    |
| Dieldrin                       | 1.3                       | 8.7     | 7.1      | 0.071    | 0.023 | 40                    |
| Diazinon                       | 1.6                       | 0.89    | 0.15     | 0.31     | 0.018 | 28                    |
| DDVP                           | 0.83                      | 1.2     | 0.29     | 0.078    | 0.017 | 30                    |
| Ortho-dichlorobenzene          | 1.3                       | 1.3     | 0.18     | 0.055    | 0.017 | 22                    |
| Parant strain                  | 1.0                       | 0.99    | 0.14     | 0.086    | 0.015 | 36                    |

LD50 was estimated graphically and is given in mg per can.

**Table 6** Cross tolerance in adult *S. peregrina* reared for 18 generations under larval selection pressure on poisoned culture media

| Insecticide used for selection | Sex    | Insecticide used for test |         |          |          |        |
|--------------------------------|--------|---------------------------|---------|----------|----------|--------|
|                                |        | DDT                       | Lindane | Dieldrin | Diazinon | DDVP   |
| DDT                            | Female | 0.83                      | 0.034   | 0.18     | 0.032    | 0.012  |
|                                | Male   | 0.54                      | 0.016   | 0.097    | 0.020    | 0.0092 |
| Lindane                        | Female | 0.35                      | 0.67    | 38       | 0.044    | 0.012  |
|                                | Male   | 0.34                      | 0.27    | 10       | 0.037    | 0.0091 |
| Dieldrin                       | Female | 1.1                       | 0.35    | >50      | 0.031    | 0.012  |
|                                | Male   | 0.42                      | 0.23    | 17       | 0.028    | 0.0094 |
| Diazinon                       | Female | 0.60                      | 0.024   | 0.12     | 0.055    | 0.011  |
|                                | Male   | 0.35                      | 0.017   | 0.10     | 0.055    | 0.0082 |
| DDVP                           | Female | 0.65                      | 0.032   | 0.10     | 0.040    | 0.019  |
|                                | Male   | 0.32                      | 0.021   | 0.074    | 0.024    | 0.011  |
| Ortho-dichlorobenzene          | Female | 0.72                      | 0.019   | 0.11     | 0.025    | 0.0091 |
|                                | Male   | 0.42                      | 0.016   | 0.064    | 0.022    | 0.0088 |
| Parent strain                  | Female | 0.63                      | 0.025   | 0.10     | 0.026    | 0.011  |
|                                | Male   | 0.45                      | 0.018   | 0.086    | 0.020    | 0.0094 |

LD50 was estimated graphically and is given in mg per filter paper of 10 cm square.

抵抗性の発達を示したリンデン淘汰群では、デイルドリンに対しては、非淘汰群と比較して49倍、デイルドリン淘汰群ではリンデンに対して8.8倍と、これら2種の殺虫剤間では互に顕著な交叉抵抗性を示した、しかしやや抵抗性を示したダイアジノン淘汰群ではDDT等の有機塩素剤はもとより、有機燐剤のDDVPに対しても全く交叉抵抗性を示さなかった。

抵抗性の発達が認められなかったDDT、DDVP、オルソジクロールベンゼン等の各淘汰群では非淘汰群とはほぼ同様な殺虫剤感受性の程度を示し、全く交叉抵抗性がみられなかった。

次に幼虫で淘汰したセンチニクバエの、成虫における交叉抵抗性をみるために、最終世代の成虫から増殖した成虫について5種の殺虫剤に対する感受性を雌、雄別々に前述の濾紙法によって調べ、それぞれの淘汰群の各殺虫剤に対するLD50を求めて表示すると第6表の通りとなる。

幼虫の場合と同様に、リンデン淘汰群はデイルドリンに対して雌で380倍、雄で120倍、デイルドリン淘汰群はリンデンに対して雌で14倍、雄で9.2倍といずれも互に交叉抵抗性を示したが、他の殺虫剤との間では幼虫の場合と同様に、交叉抵抗性は認められなかった。またその他の淘汰群では、いずれの殺虫剤との間にも交叉抵抗性は認められなかった。

以上リンデンとデイルドリンの間に密接な交叉抵抗

性が認められたが、リンデン及びデイルドリンと、DDTとの間には同じ有機塩素剤であるにもかかわらず幼虫、成虫ともに全く交叉抵抗性が認められなかったが、この結果はイエバエで報告されている交叉抵抗性のみられない例と全く一致しており、Metcalfの示した交叉抵抗性による殺虫剤のグループ分けはセンチニクバエの場合にもよくあてはまるように思われる。前述のリンデン、デイルドリンで、幼虫期に淘汰し続けた場合の成虫での著しい抵抗性の発達を合わせ考えると、リンデン、デイルドリンの間に密接な交叉抵抗性が認められたことは生理的な防禦機構の発達を意味するものではないかと考えられる。

### Ⅲ 成虫を淘汰した場合のデイルドリン抵抗性の発達

イエバエでは幼虫で淘汰するよりも、成虫期に淘汰した場合に、抵抗性の発達の速度がおそいことが一般に認められていることは先に述べたが、センチニクバエで、この関係を明らかにすることの必要性から、特に急速な抵抗性の発達を示したデイルドリンで成虫を淘汰して、その抵抗性発達の程度を調べ、幼虫で淘汰した場合との比較を試みた。

成虫淘汰においては、受精後の雌成虫のみを淘汰する場合には、次世代の成虫には、未淘汰の雄の遺伝子が受けつがれ、淘汰の能率が著しく落ちてくると考えられたので、交尾前の雌雄成虫を別々に淘汰後、交尾



Fig. 3 Percentage knock down of adult *S. peregrina* in successive generations under adult selection pressure from Dieldrin

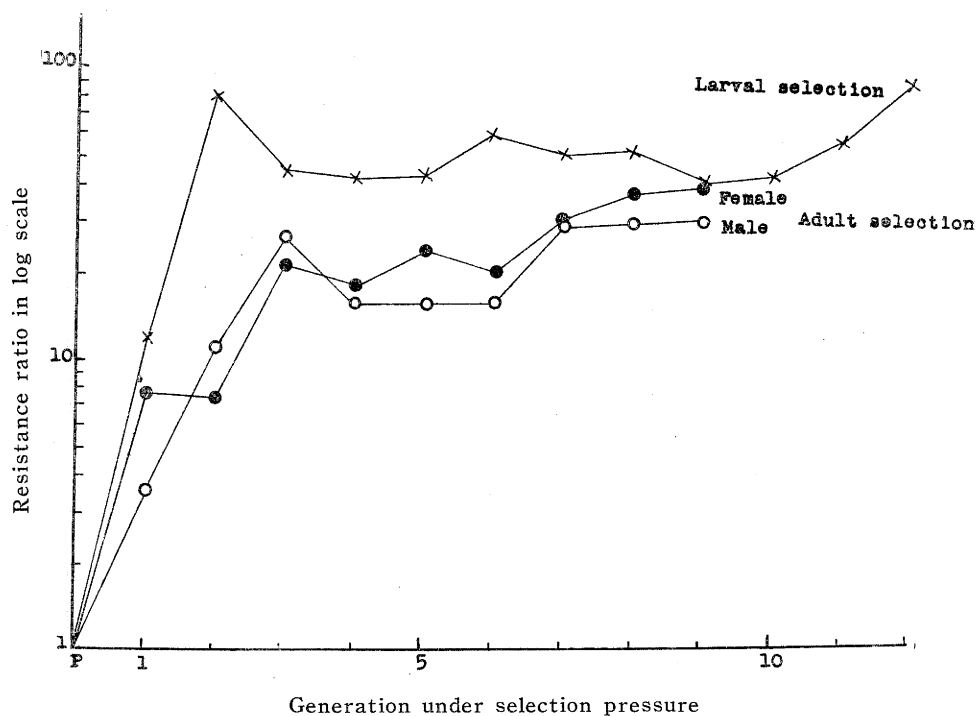
| Gener-<br>Cono. ation | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.005 %               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.01                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.02                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.04                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.08                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.16                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.32                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.64                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Female                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.005                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.01                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.02                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.04                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.08                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.16                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.32                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.64                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Male                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

100 flies of both sexes separated just after the emergence were kept for 24 hours using a emulsion diluent of the indicated percentage as the only food source.

産仔させる方法を採った。羽化後24時間以内に、このハエでは交尾の行動が認められず、この期間に隔離した雌成虫は飼育を続けても産仔しないので、未受精とみてよい。そこで羽化後24時間以内に雌雄成虫 100 個

体ずつ別々に3籠ずつを用意し、羽化後4日目に水を24時間絶った状況のもとで、3濃度段階のデイルドリノ乳剤稀釈液を籠毎に濃度を変え、ちり紙に滲ませて与え、24時間後の落下仰転率を調べて、高濃度段階

Fig. 4 Comparison of increase in the Dieldrin resistance of adult *S. peregrina* reared under adult selection pressure (cf. Fig. 3) with that of larvae reared under larval selection pressure (Dieldrin in Fig.2)



での生き残り成虫から雌雄各20~50個体を1籠に移し、次世代の親として飼育し、交尾産仔させた。このような方法を繰り返して、1961年5月から10代にわたり、1962年1月まで累代淘汰を続けた。各淘汰世代における各種濃度段階のデイルドリン乳剤を与えた時の仰転率を雌雄別に示すと第3図の通りである。

この実験では、3濃度段階でデイルドリン乳剤を与えた時、24時間後に10~90%の仰転率が得られるよう濃度を加減し、世代の経過にともなう、各濃度段階での仰転率が低下した場合には、順次濃度を高めて淘汰を続けた。各濃度で得られた仰転率から、縦軸に仰転率のプロビットを、横軸に濃度の対数を取り各淘汰世代のKC50を算定し、淘汰開始前と最終世代のKC50、及び抵抗比を求めてその結果を第7表に示した。

このように、成虫に殺虫剤稀釈液を摂取させて9世代累代淘汰した結果は第7表に示すように雌成虫で41倍、雄成虫では32倍と相当に高い抵抗性の発達を示しており、第3図に示すように最終世代では5%乳剤の

8倍稀釈液を摂取させた場合でも少数の生き残り個体がみられた。この実験での淘汰開始後の抵抗性発達の経過をより詳細にみるために、又これと幼虫で淘汰した場合のこれとを比較するために淘汰開始前の親世代のKC50の抵抗比を雌雄別に、世代の経過を追って図示し、併せて第2図に示した幼虫での淘汰の結果を示すと第4図の通りとなる。

第4図をみると、成虫で淘汰した場合には、第1~3世代で抵抗性が急激に増大し、その後も徐々に増加の傾向が認められる。しかし幼虫で淘汰した場合には、すでに述べたように、淘汰開始後1~2世代で極めて急激に抵抗性が増大し、その後は平衡状態が続ける。この様に成虫期に淘汰する場合と、幼虫期に淘汰する場合とでは抵抗性発達の仕方が多少異なるが、いずれの場合にも比較的短期間に抵抗性の急激な発達が認められることは興味がある。しかしこの場合の成虫期の淘汰は殺虫剤稀釈液を、水を絶って、なかば強制的に摂取させているので幼虫期淘汰の場合の試験方法とは異なるために厳密には比較できないように思う。そこで幼虫を有毒培养基で17世代累代淘汰したものと、成虫に殺虫剤稀釈液を摂取させて10世代累代淘汰したものとについて、それぞれの最終世代の、幼虫は有毒培养基で、成虫は濾紙法で感受性の程度(LD50)を調べた結果と、非淘汰群でのこれらとの抵抗比を求めて、幼虫で淘汰した場合と、成虫で淘汰した場合とを比較してみると第8表のようになる。

幼虫の感受性試験では、幼虫で淘汰した場合(48倍)より、むしろ成虫で淘汰した場合(81倍)の方が抵抗性の増大がみられることは興味がある。又、成虫の感受性試験では、幼虫及び成虫どちらで淘汰した場合にも、雌では500倍以上と同程度に極めて高く、雄では

**Table 7** Development of Dieldrin resistance in adult *S. peregrina* reared for 9 generations under adult selection pressure using the liquid poison for 24 hours as the only food source

| Sex    | KC50 in parent | KC50 in 9th generation | Resistance ratio |
|--------|----------------|------------------------|------------------|
| Female | 0.010          | 0.41                   | 41               |
| Male   | 0.0096         | 0.31                   | 32               |

KC50 was estimated graphically and is given in the percent concentration.

**Table 8** Comparison of the development of Dieldrin resistance in the last generation of adults and larvae of *S. peregrina* reared under the larval selection pressure, with that of those reared under adult selection pressure

| Stage tested | Parent strain | Larval selection |                     | Adult selection |                     |
|--------------|---------------|------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
|              | LD50          | LD50             | Level of resistance | LD50            | Level of resistance |
| Larvae*      | 0.12          | 5.2              | 48                  | 9.7             | 81                  |
| Female**     | 0.10          | >50              | >500                | >50             | >500                |
| Male **      | 0.086         | 17               | 200                 | 29              | 340                 |

\* LD50 was estimated graphically and is given in mg per can.

\*\* LD50 was estimated similarly and is given in mg per filter paper of 10 cm square.

それぞれ200倍、340倍といずれも高く、成虫淘汰群ではこの場合にもやや高くなっている。

このように成虫で10世代淘汰したものでは著しいデイルドリン抵抗性の発達を認めたが、この結果はイエバエを成虫で淘汰する場合には抵抗性が徐々に増大する従来の報告と比較すると極めて興味がある。勿論昆虫の種類によって抵抗性発達の様相が異なっても不思議ではないが、イエバエの抵抗性発達が遺伝的には複雑な機構によると考えられるのに対し、センチクバエでは幼虫、及び成虫で淘汰したいずれの場合にも1～3世代の間に急速な抵抗性の発達がみられたことは前にも述べたようにデイルドリン抵抗性には比較的少数の遺伝子が関与しているためではないかと考えさせられる。

今回の成虫で淘汰した実験では、従来の報告にはみられないような方法によって、未交尾の雌雄を別々に淘汰した後、交配、産仔させた、このことが幼成虫での抵抗性を特に急激に増大せしめた原因ではないかと考えられるが、このことの詳細については将来に研究を待たねばならない。

### 摘 要

(1) 我が国の汲取り便池に多発するセンチクバエの殺虫剤抵抗性を調べる目的で、長崎市内の未だ殺虫剤を使用していない便池から採集したものを風研系統と名付けて1959年7月から実験室内で累代飼育を行ない、本種を使用して幼虫、あるいは成虫で累代淘汰して、各種殺虫剤に対する抵抗性発達の過程と程度を1960年7月から1962年1月まで行なった。

(2) 風研系センチクバエ幼虫を、DDT、リンデン、デイルドリン、ダイアジノン、DDVP、オルソジクロールベンゼンの各殺虫剤によるそれぞれ3段階の有毒培基に18世代まで（デイルドリンでは10世代まで）累代淘汰して、幼虫期の抵抗性発達の程度を調べた結果、DDT、DDVP、オルソジクロールベンゼンの各淘汰群では最終世代においても抵抗性の発達が殆

んどみられなかったが、ダイアジノン及びリンデン淘汰群では、徐々に抵抗性が発達し、最終世代の淘汰後には非淘汰群と比較して6.3倍、9.9倍とかなりの抵抗性の発達を集した。所がデイルドリン淘汰群では淘汰開始後1～2世代の間に極めて急激に増大し、以後平衡状態を保った。一方幼虫で淘汰したセンチクバエを成虫期に感受性を調べると、ダイアジノン淘汰群ではより低い抵抗性を示したが、リンデン及びデイルドリンの各淘汰群では逆にかなり高い抵抗性の発達がみられた。

(3) 幼虫期に各種殺虫剤で淘汰したものの交叉抵抗性を調べると、抵抗性の発達しなかったDDT、DDVP、オルソジクロールベンゼンの各淘汰群では全然交叉抵抗性を示さなかった。ダイアジノン淘汰群では、かなりの抵抗性を示したのに、DDVPにも、その他の殺虫剤にも交叉抵抗性は示さなかった。ところがリンデン及びデイルドリン淘汰群間では幼虫、成虫ともに顕著な交叉抵抗性が認められたが、DDT、及びその他の殺虫剤には交叉抵抗性は認められなかった。

(4) 羽化直後の成虫を交尾前に分離して、雌雄別々に、なかば強制的にデイルドリン稀釈液を摂取させ、生き残り成虫を交尾産仔させる方法で累代淘汰すると、1～3世代で急激に抵抗性が増大し、その後もわずかながら増大していく。この最終世代の幼虫の感受性を有毒培基で、成虫のそれを濾紙法で調べ、一方幼虫期淘汰群の最終世代に於ける幼虫及び成虫を同様の方法で調べた結果を、非淘汰群の感受性の程度と比較すると、前者即ち成虫期淘汰の場合に、より高い抵抗性の発達がみられる。

このようにデイルドリンに極めて急激に抵抗性の増すことは、本種のデイルドリン抵抗性発達の機構が比較的少数の遺伝子によるのではないかと考えられ、又、今回の実験で成虫期淘汰に於いても急激な抵抗性の増大がみられたことは、あるいは雌雄別々に淘汰したものを交尾産仔させて累代淘汰したことによるのではないかと考えられる。

### 文 献

- 1) Decker, G. C. & Bruce, W. N.: House fly resistance to chemicals. Amer. J. Trop. Med. Hyg., 1(3): 395-403, 1952.
- 2) Hansens, E. J. & Morris, A. P.: Field studies of house fly resistance to diazinon, ronnel and other insecticides. J. Econ.

Ent., 55(5) 702-708, 1962.

- 3) Hoskins, W. M. & Gordon, H. T.: Arthropod resistance to chemicals. Ann. Rev. Ent., 1: 89-122, 1956.

- 4) Keiding, J.: House fly control and resistance to insecticides on Danish farms. Ann. Appl. Biol., 47(3): 612-618, 1955.

- 5) March, R. B. : Summary of research on insects resistant to insecticides. Bull. Nat. Res. Council Publ., No. 219 : 45-53, 1952.
- 6) March, R. B. & Metcalf, R. L. : Outlook on fly resistance to insecticides. Agric. Chem., 8(10) : 102-103, 1953.
- 7) 松尾晃一 : 培基の水分含有量と幼虫密度がイエバエ及びセンチュウバエ幼虫の發育に及ぼす影響. 長崎大学風土病紀要, 4(1) : 74-81, 1962.
- 8) Metcalf, R. L. : Physiological basis of insect resistance to insecticides. Physiol. Rev., 35(1) : 197-232, 1955.
- 9) Milani, R. L. : Recerche genetiche sulla resistenza degli insetti alla azione delle sostanze tossiche. Riv. Parassit., 17, 233-246, 1958.
- 10) Shanahan, G. J. : Resistance to dieldrin in *Lucilia cuprina* Wied. Nature, 181(4612) : 860-861, 1958.
- 11) Shanahan, G. J. : Genetics of resistance to dieldrin in *Lucilia cuprina* Wied. Nature, 186(4719) : 181, 1960.
- 12) Müller, P. : Fliegenresistenz in der Praxis. Anz. Schädlingssk., 28 : 184-186, 1955.
- 13) 鈴木猛, 池田司敏明 : デイルドリンのセンチュウバエ幼虫に対する効力, 特にその後作用について (薬剤によるハエ幼虫駆除に関する研究 第8報). 衛生動物, 8(1) : 40-44, 1957.
- 14) 鈴木猛, 遠山輝彦 : Lindane 及び二, 三の殺虫剤のセンチュウバエ幼虫接触における作用形式について (薬剤によるハエ幼虫駆除に関する研究 第3報). 防虫科学, 20(4) : 140-149, 1955.
- 15) 遠山輝彦, 鈴木猛 : 接触毒の効力試験法とそれによる諸種薬剤の効力比較 (薬剤によるハエ幼虫駆除に関する研究 第1報). 防虫科学, 19(4) : 115-121, 1954.
- 16) Wiesmann, R. : Der heutige Stand des Insektizid-Resistenzproblems. Mitt. Biol. ZentAust. Berlin 83 : 17-37, 1955.
- 17) 安富和男 : 各種昆虫の殺虫剤に対する抵抗性の研究 第8報 イエバエの diazinon に対する抵抗性の発達と消失について. 衛生動物, 12(2) : 124-129, 1961.

### Summary

1) Development of insecticide resistance in *Sarcophaga peregrina* was investigated with the laboratory strain, RIE strain, which was originated from a colony from an untreated privy in Nagasaki City and reared in our laboratory for 10 generations from July, 1959. The selection was made under larval selection pressure from five different insecticides, DDT, Lindane, Diazinon, DDVP, and Ortho-dichlorobenzene for 18 successive generations, while, for Dieldrin the selection was made under larval and adult selection pressure for 14 generations and 10 ones respectively. The experiments were carried out during from July, 1960 to January, 1962.

2) Larval susceptibilities for the insecticides were examined with the larvae of successive generations by poisoned medium method (Fig. 1) with the results shown in Fig. 2 : No increases in tolerance were observed with DDT, DDVP, and Ortho-dichlorobenzene; gradual but inconspicuous increases were done with Diazinon and Lindane reaching 6.3 and 9.9 in the resistance ratio respectively (Table 3) ; while in the case of Dieldrin within 2 generations the resistance increased rapidly to about 80 in the ratio remaining on a plateau in subsequent generations as shown in Fig. 2. When compared the susceptibilities of adults (by contact method, Table 4) for each insecticide with those of larvae (by poisoned medium one, Table 3), of the last generations having been reared under the larval selection pressure, there found little difference in insecticides such as DDT and DDVP, and in Diazinon the adults show rather higher susceptibility, while on the contrary, in Lindane and Dieldrin the larvae show markedly higher ones.

3) Cross resistances were examined among insecticides shown in Table 5 for larvae and in Table 6 for adults, of the flies at the last generations which have been reared successively under the larval selection pressure. No cross resistances were found in those insecticides such as DDT, DDVP, and Ortho-dichlorobenzene. In Diazinon the flies having got tolerant in itself showed, however, no cross resistance to the others. In Lindane and Dieldrin, as was expected, remarkably high cross resistances were found between the two insecticides but none were found to the others.

4) The processes of increase in Dieldrin resistance of adult flies fed successively on the diluent of the insecticide was compared with that of larvae reared successively on the poisoned medium, with the findings that in the latter case the rise in resistance is more rapid than the former (Fig. 2).

Next, when compared the developments of the Dieldrin resistance in the last generations of adults and larvae selected in larval stage with those selected in adult stage, rather higher rises in resistance were observed in the latter case as shown in Table 8. In the whole, however, very high increases in resistance are observed with this insecticide (Table 8).

The rapid increase in Dieldrin resistance in *S. peregrina* may be supposed to be due to the genes concerned being very few. And, the unexpected rapid increase in that in adults may be due to the selection having been made for both sexes before the copulation.

---

Received for publication May 21, 1963.