

殺虫剤抵抗性および感受性イエバエの発育に及ぼす温度の影響

松崎 沙和子

Effects of ambient temperatures on the development of resistant and susceptible strains of the house fly

Sawako MATSUZAKI

(昭和49年11月25日受理)

Abstract

(1) The influence of ambient temperatures on the development of the house fly, *Musca domestica vicina*, was studied in order to investigate physiological or ecological differences between the strains susceptible or insusceptible to insecticides.

The following items were observed under laboratory conditions at the different temperatures, 17, 27 and 35°C:

Larval and pupal mortality, number of adults emerged, length and weight of pupae, wing-length and thorax-length of adults, duration of developmental period, number of ovarioles, and the physiological age of adults (in days) such as judged by Suenaga's method from the degree in ovarian development 3 or 5 days after emergence.

(2) Materials The colonies of the house fly used for study are as follows:

Sapporo strain (S.) from the malathion-resistant colony that was sent me by Dr. Hayashi. This was originally collected by Dr. Hasegawa from the garbage dumping places in suburbs of Sapporo City in 1970, and it has been maintained in our laboratory since 1971.

Tochi strain (To.) from the malathion-tolerance colony that was collected by myself from Tochi of Nangoku City, Kochi prefecture, in 1971 and since then it has been maintained in our laboratory.

Takatsuki strain (Ta.) from one of the susceptible laboratory colonies, it has been maintained for ten years in our laboratory.

LD₅₀-Values of these strains on insecticides are shown in Table 1.

(3) Measurements of esterase activity for the three strains with different LD₅₀-values, above shown, were also obtained using the thin layer electrophoresis method described by Ogita, where 1% β-naphthylacetate of the substrate are adapted for the separation of esterase and the esterase activities can be revealed by spraying the substrate with 2% aqueous solution of naphthanyl diazoblue B.

When the three strains were subjected to the thin layer electrophoresis, the β-naphthyl-splitting esterases were separated into several remarkable electrophoretic bands such as shown in Fig. 1. Though there were remarkable individual variation in their esterase patterns, among the bands arranged from the anodal to the cathodal side, E₂ and E₃ were always observed in the malathion-resistant (S.), while in the Tochi strain collected in Kochi and the susceptible (Ta.) strain the high activity band were designated as E₇ or E₈ and the bands E₂ and E₃ in the Sapporo strain were inhibited to reveal themselves when the strains were exposed to malathion.

(4) As the result of the study, the strains of house flies having different insecticide susceptibility, as ecological and physiological features due to different ambient temperatures in the course of development, it was found that the resistant and susceptible strains are obviously differentiated on the development of larval, pupal and adult stages. It is remarkable that the resistant strain (S.) from Hokaido in the north of Japan indicated better development than did other strains under the high temperature (37°C) condition.

(5) The LD₅₀-Values was highest at 27°C, which was regarded as adapt for house flies, than those at other ambient temperatures.

イエバエの殺虫剤に対する抵抗性増大は、有機燐剤でも diazinon に始まり各種燐剤に対する例が報告^{16), 42)} されている。この現状にのっとりその対策は今日重要視され、生理、生化学、遺伝、形態、生態学の各分野から検討が加えられている。著者も高知県下のイエバエを104カ所より採集し燐剤抵抗性を測定したところ Malathion, DDVP などに北海道札幌系¹⁶⁾ に次ぐ高い LD₅₀ 値を

えた²⁶⁾。これら感受性の異なる系統間には、殺虫剤に対する特性の違いのみでなく生活史を中心としてみた生理・生態学的な諸性質も異なるのではないかと武衛は1963年²⁾にすでに感受性の異なる数系統のイエバエ群について比較検討をし、両系統間に明らかな差異のあることを報告している。さらに Brown³⁾ は、孵化率、発育期間、蛹化率、体重、羽化率、性比、産卵前期間、増殖力、生存期間などについて検討した詳細な報告をしている。しかし殺虫剤に抵抗性の増大したイエバエが、生理・生態的に異なった性質をもつものであれば、これは興味あることでさらにその遺伝的解析にまで発展検討の余地がある重要課題である。しかしこれらの報告をみると、有意差がみいだされたものとみいだされないものとが相半ばし、武衛らは今後の研究に期待するとしている。ところで著者は本邦で最も高い LD₅₀ 値を示す malathion 抵抗性の系統と安定した感受性系統と高知県南国市十市地区のビニールハウスに発生している tolerance 系統の三系統を同時に実験室内で飼育する機会をえたので、これら系統間に bionomics の面で有意差がみいだされるものか検討した。

昆虫の生活史に影響をあたえる環境要因のなかで主要なものの一つとして温度があげられる。温度は、Uvarov³⁹⁾ や Wigglesworth⁴¹⁾ さらに武衛⁶⁾ によって昆虫の生殖能力つまり昆虫体内の生殖器官の発育速度に影響し、また、成熟卵の産下の機構に直接影響するものであると強調されている。さらに昆虫の形態にも温度は直接影響するのではないかとみられる現象が、コガタアカイエカ²⁷⁾、イエバエの翅長変化においてみられ、夏季には翅長が短縮化することが知られている。

著者は、イエバエの殺虫剤感受性を異にする系統について、一定密度、飼料の下で、異なる温度で飼育し、発育日数、生存率、蛹の重さと長さ、成虫の翅長、胸長、さらに次代の増殖能力への影響としてろ胞小管数、ろ胞発育状態などの実験値を得たので報告する。また各飼育温度下で羽化させたイエバエ成虫の殺虫剤に対する感受性を測定した。なおこれら3系統のイエバエを個体別に薄層電気泳動法により esterase 活性を検出し、系統間の泳動像の違いを指摘し、malathion による酵素の阻害状態を観察した。

実験材料と方法

実験室で累代飼育中のイエバエ *Musca domestica vicina* の三系統を、個体の大きさのそろった親に産卵させふ化直後の1令幼虫を実験に供した。

飼料として、昆虫用固形飼料、ふすま、魚粉、水を1:1:0.3:1.5(容積比)の割合で混入し、1ポット(直径9.4 cm, 高さ13.3 cm) 400 gとし、ふ化直後の1令幼虫400匹を投入し、上部を布で被い、各温度に設定したふ卵器内で蛹化まで飼育した。蛹化個体は毎日9~10時にとり出し、別のカップに移し、蛹化日別に羽化個体を観察した。羽化成虫は、羽化日別に15×15×20 cm ケージに入れ、砂糖、粉乳と水で飼育した。

実験温度区は、17, 27, 35°Cの3段階とした。各温度区につき3回の繰り返し実験を行なった。各温度区につき次の事項を観察・測定した。

- (1) 幼虫・蛹の発育所要日数
- (2) 蛹の長さと重さを蛹化日別に測定。測定は実態顕微鏡測微計と直示化学天秤を使用。
- (3) 羽化成虫については羽化率、羽化後5日目(17°C区)、2日目(27, 35°C区)に剖検によるろ胞小管数、卵巣発育状態を観察。さらに剖検後翅長、胸長を実体顕微鏡測微計で測定。17°C区において羽化後2日目とせず5日目に剖検したのは、低温のため発育が遅れ、3系統間に差が明らかに認められなかったためである。
- (4) 各温度区別に malathion による殺虫試験を行ない、異なる温度下で発育した羽化成虫の殺虫剤抵抗性の差を観察した。雌成虫につき局所施用法で、24時間後の死虫数を用い、各濃度20頭、

3回の繰り返しを行ない、中央致死薬量 (LD₅₀) を求めた。

また温度区別の実験に先だて、6種の殺虫剤による殺虫試験を行なって、3系統の感受性水準を判定した。同時に3系統の酵素組成を比較するため、薄層電気泳動法により β -naphthylacetate splitting esterase 活性を系統別に比較した。荻田の薄層電気泳動法^{29),30),31),32)} を用い、基質は β -naphthylacetate とし、naphthanyl diazoblue B で発色させた。

供試昆虫は次の3系統とした。

札幌系：北海道札幌市郊外のごみ集積場で1970年に採集され、その後本邦最強の malathion 抵抗性系統として累代飼育されていたものを林博士からご送付いただき1971年より引き続いて累代中のものである。今回の試験に抵抗性系統として使用。

高槻系：1947年京都大学化学研究室において1雌の子孫より出発し、以後薬剤にふれることなく累代飼育された系統で、1963年に武衛博士より分譲をうけ、以後当研究室で累代飼育中の感受性系統である。

十市系：高知県南国市十市のビニールハウス園芸地帯に異常発生しているものを1971年に数対採集した子孫で、当研究室に累代中の野生種で、殺虫試験では、結果の項で示すように、tolerance ともみられ、malathion などに若干抵抗性をもつ系統で、感受性の強さは全般的に高槻系に近いものとみられる。

累代飼育の飼料は、成虫用として粉乳、水を、幼虫用として固形飼料とふすまを等量、産卵用にふすま、魚粉等量混合を使用し、湿度、日長時間は規制しない24°C定温室で飼育。

結果と考察

各系統の LD₅₀ 値に関する比較検討：Topical application によってえられた濃度死亡率回帰直線からそれぞれの中央致死薬量 LD₅₀ を計算した結果は第1表に示すとおりである。3系統の LD₅₀

Table 1 LD₅₀-values ($\mu\text{g}/\text{♀}$) of insecticides for three strains of housefly

strain	DDVP	Sumithoin	diazinon	malathion	γ -BHC	piretrines
Sapporo	0.058	0.145	0.645	156.481	0.741	0.379
Tochi	0.325	0.530	0.639	4.460	9.426	1.624
Takatsuki	0.076	0.089	0.293	0.455	4.542	0.387

値を比較すると高槻系は γ -BHC に関して耐性の傾向を示すが、他の5種殺虫剤に対してはすべて感受性が高い。札幌系では Malathion に特異的に高い値を示し、その他の薬剤に対しては交叉抵抗性をもたず感受性である。十市系は、Malathion, γ -BHC に明らかに抵抗性の傾向をもつが、他の薬剤に対しても高槻系に比して数倍の高い耐性を示す。

esterase 活性の比較検討：薄層電気泳動法による esterase の分離を系統別に行なうとともに malathion を胸背部に微量滴下したときの泳動像の変化は図1に示すとおりである。供試3系統はそれぞれ特異的な泳動像をもつが、最も明らかな違いは荻田の E₂, E₆ 泳動帯を malathion 抵抗性の札幌系は常に分離し得るのに、耐性ないし感受性の十市、高槻系ではこの泳動帯がまったくみられないことである。抵抗性系統は、体内酵素系が感受性系とは異なり、解毒機構に差のあることが暗示される。なお E₂, E₆ 泳動帯は、malathion のハエ体表面への微量滴下で阻害され、malathion の代謝に関与する酵素であるとみられた。

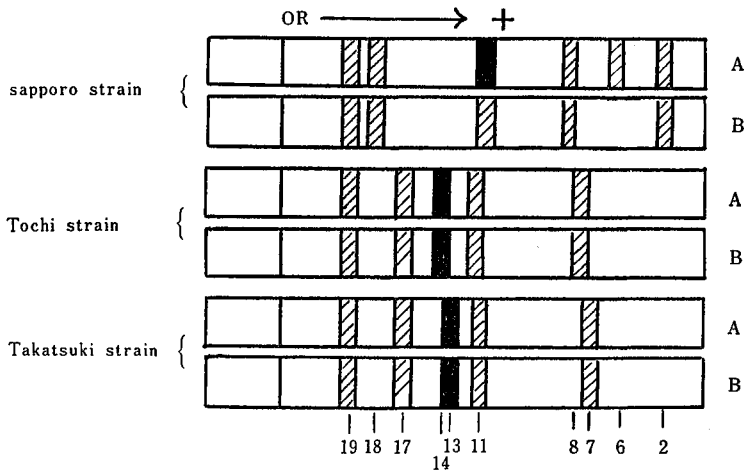


Fig. 1 Zymogram patterns of β -naphthyl acetate splitting esterases of individual flies on the treated three strains with the effect of the inhibitor by malathion
A : control, B : inhibit by malathion

Table 2 Comparison of mean duration (in days) of larval and pupal stages under the different temperatures for resistant (S.), susceptible (Ta.) and Tochi strains of house fly

strain	Sapporo			Tochi			Takatsuki		
	larva	pupa	larva and pupa	larva	pupa	larva and pupa	larva	pupa	larva and pupa
Temperature °C									
17	22.0	13.6	35.6	17.0	15.7	32.7	19.0	16.7	35.6
27	7.5	4.8	12.3	7.2	5.2	12.5	8.3	5.2	13.5
35	7.3	3.8	11.1	9.1	4.0	13.2	9.3	3.7	13.0

Table 3 Comparison of the intervals between the first and the last day of emergence at different temperatures for resistant (S.), susceptible (Ta.) and Tochi strains of the house fly

strain	Sapporo		Tochi		Takatsuki	
	pupation	emergence	pupation	emergence	pupation	emergence
Temperature °C						
17	15	14	17	11	16	13
27	4	5	5	6	6	6
35	4	4	5	4	4	4

発育期間の長さの比較検討：各系統の幼虫，蛹期間は図2，第2表，第3表に示すとおりである。3回の繰り返し実験間には大差なく，代表的なものを選んで図示した。

幼虫期間：平均発育所要日数から感受性系統と抵抗性系統との間に t-test ($p=0.01$) による有意性検定を行なった結果，有意性はみとめられない。しかし傾向として抵抗性系統は高温区で発育は促進され，低温区で遅延がみられる。Bruce⁴⁾ は Illinois の野外抵抗性系統で，Pimentel et al³⁹⁾

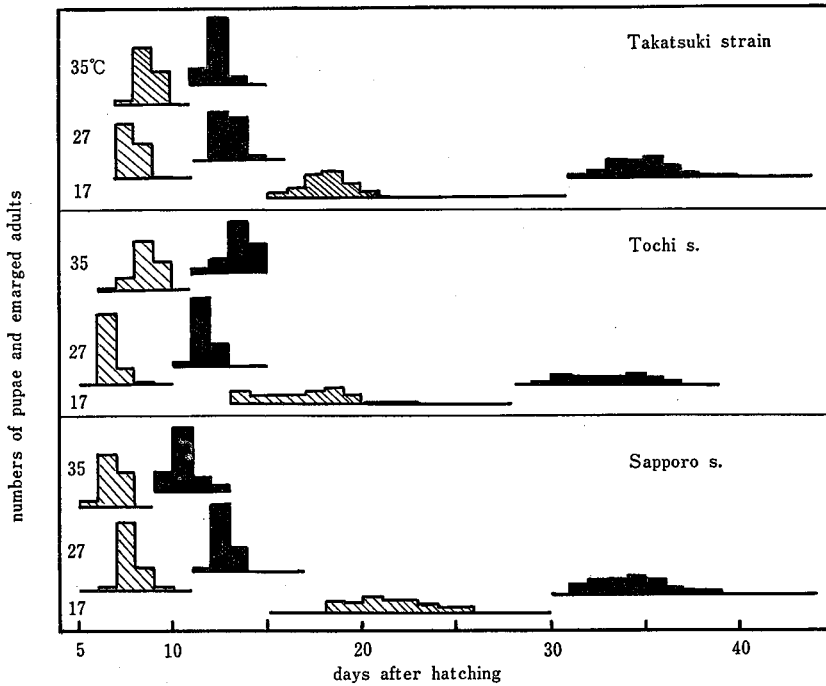


Fig. 2 Frequency distributions of pupation and emergence observed each day after hatching under the different temperatures for resistant (S.), susceptible (Ta.) and Tochi strains of the house fly
 ▨ : numbers of pupating individuals
 ■ : numbers of emerged individuals

は、New York の野外種で DDT 抵抗性系統のものが、いずれも標準系統の NAIDA 系にくらべて有意的に幼虫期間が長く、その長さは抵抗性レベルの強さに比例する傾向があると報告している。また武衛⁶⁾ は高槻系と JIR, 銚田, 彦根系とのあいだで 0.27 から 1.07 日の発育遅延をみとめている。さらに Norton²⁸⁾ や Chadwick⁸⁾ も同様の傾向をもつと報告している。今回の実験において低温ではこれらの傾向がみとめられるが、高温区では逆の傾向にあることは特筆される点である。Pimentel et al³³⁾, Varzandch et al⁴⁰⁾, Mc Kenzie et al²⁵⁾, 武衛⁷⁾ らが報告しているように、早く羽化したイエバエはおそく羽化したものにくらべて感受性が高いというみかたがあるが、本実験結果からは疑問視される点が、後で述べる malathion の感受性試験結果でも指摘された。系統間の発育の差より温度区別の相違は大きく、35°C 区では 7.0~9.3 日、27°C 区では 7.2~13.3 日、17°C 区では 19~22 日と低温区では高温区の約 2.5~3 倍を要して蛹化し、その蛹化ずれ日数も約 3 倍とばらつきが大となりその差は 2 週間となる。それに比し高温区では蛹化のずれは極めて小となる。

蛹期間：Pimentel et al³³⁾ が報告したように蛹期間には、系統間に有意差はみられず、温度区別により、35°C 区で約 4 日、27°C 区で約 5 日、17°C 区で 13~17 日と低温区ほど発育に長時間を要し、個体間のばらつきも大となる。

蛹化率・羽化率・蛹死亡率の比較検討：蛹化率・羽化率・蛹死亡率は図 3 に示した。

蛹化率：27, 35°C 区で 3 系統間に差なく、85% 以上の高率が得られており、17°C 区においては、3 系統間に有意差あり、札幌系が最も低率で 60% 台にある。この傾向も武衛⁷⁾ や Varzandeh et al⁴⁰⁾ の結果と異なる。

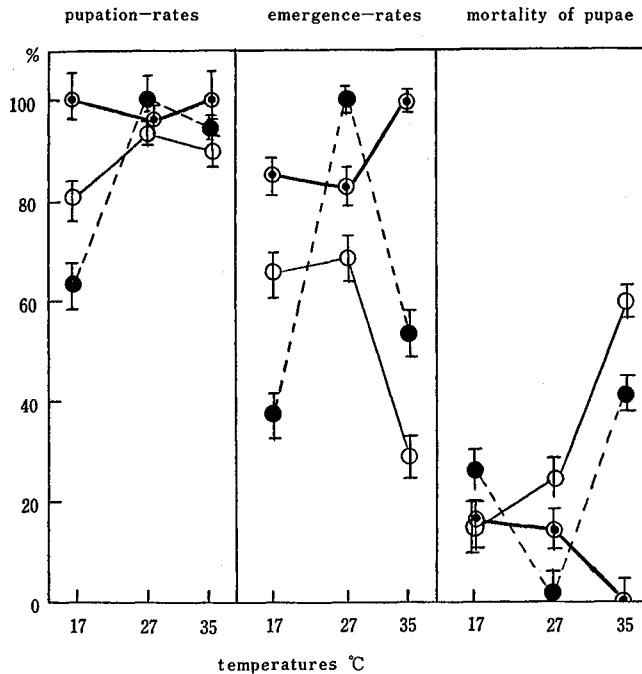


Fig. 3 Mean frequency in percentage with 99% confidence intervals (the same method of calculation for the confidence intervals is adopted in all other cases) of pupae and emerged adults and mortality of pupae under different temperatures of resistant (S.), susceptible (Ta.) and Tochi strains of the house fly

⊙ : Takatsuki strain, ○ : Tochi strain, ● : Sapporo strain

羽化率・蛹死亡率：3系統間と温度区別に有意差がみとめられた。高槻系は3温度区にわたって平均して良好であり、十市系は逆に60%以下とあまり良好でない。抵抗性系統の札幌系は27°C区で100%であるに比し17, 35°C区では50%以下という低率である。いずれも発育最適温度区で羽化率は高まる傾向がみられ、武衛⁷⁾の発育の遅延と羽化率の低下とが平行的であるとの結果と相違する。また Barber et al¹⁾のDDT抵抗性系統のイエバエの蛹死亡率は感受性系統に比較して高いとの報告があるが、今回の結果全般的傾向として高槻系は良好であると云え同じ傾向を示したが、札幌系の27°C区で0%の死亡率と云う良好な結果を得て例外であるが、環境要因として低温または高温抑制のみられる17, 35°C区においてはまったく Barber et al¹⁾と同じ傾向といえる。

幼虫・蛹期間と生存率の両面からみて抵抗性系統と感受性系統ではかなりの特異性がみられる。また十市系は tolerance として両者と独立した系統であり、まだ結論を導くは早急すぎるが、後述の特性も合せ考察するとどちらかといえば高槻系に近い特性をもつようである。

羽化成虫の性比はほぼ1:1であった。

また、これら温度に対する生理的特性として、高槻系がいずれの温度にても高生存率にあることは、先に述べた感受性系の生存率が良い一般的な傾向から了承されるが、北方産の札幌系が低温で、高知産の十市系が高温で特に生存率が低下し、発育日数が延長されることなどは、これらの系統が室内飼育されだしてまだ日が短いことのみからは説明されにくく、これらが特有の代謝系をもつことを暗示し興味ある現象である。

蛹の長さや重さの比較検討：図4, 5に示すとおり、蛹の長さや重さの温度区別の平均値におい

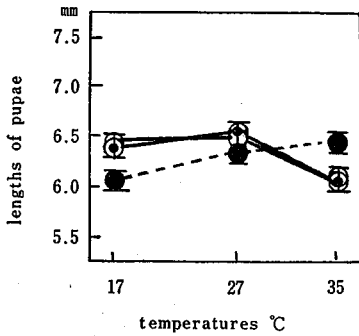


Fig. 4 Relation between the mean length of pupae and the different temperatures under which larval and pupal insects of the treated three strains were bred ○ : Ta. strain, ○ : To. strain, ● : S. strain

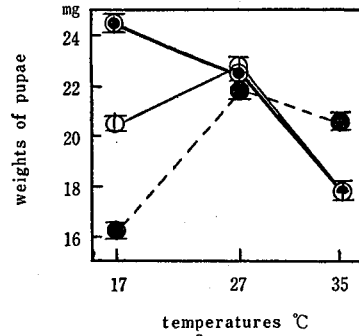


Fig. 5 Relation between the mean weight of pupae and the different temperatures under which larval and pupal insects of the treated three strains were bred ○ : Ta. strain, ○ : To. strain, ● : S. strain

て、高槻系と十市系は、17°C区の重さを除いてほぼ一致した傾向にあり札幌系とは明らかに異なる。札幌系では高温区において両測定値とも大となり、17°C区において蛹の重さは極めて小となる。発育所要日数、生存率が3系統間で温度との関係で特異的であったように、長さとも重さも高槻系では、幼虫期間に比例して増加する傾向はあるが、抵抗性系統の札幌系では逆の傾向にあるなど Barber et al¹⁾ などの結果のように薬剤耐性系統は単に感受性系統より蛹の重さが重いとは云いにくい、両系統間には明らかに温度に対する反応に違いがあるとみられる。発育期間が長くなるにつれて幼虫の摂取する食物量が増し、全般的に蛹は大型になる傾向が認められているが、札幌系で17°C区において蛹が小型化していることや、35°C区では発育日数は他の系統よりむしろ短縮しているにもかかわらず大型化していることからこの系統では低温は発育抑制要因となり、高温適応型の colony とみなされる。

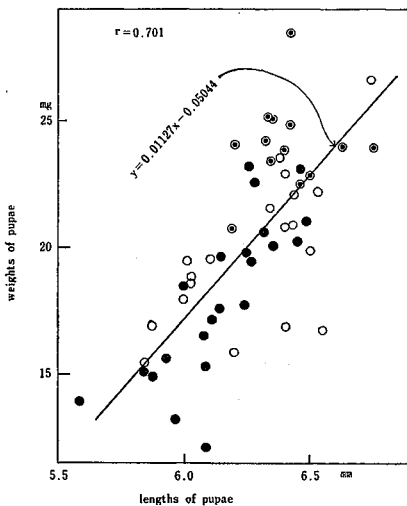


Fig. 6 Regression between mean lengths and weights of pupae and under the different temperatures for the treated three strains ○ : Ta. strain, ○ : To. strain, ● : S. strain

蛹化日別に蛹の長さとも重さの相関をとると図6の如く $r=0.701$ の比較的高い相関係数が得られる。

蛹化日別に蛹の長さとも重さを測定した結果(図7), 蛹化のおくれた個体は重さの低下がめだつたが長さはほとんど差がないことが知られる。

翅長の比較検討: 図8に示すごとく、羽化成虫の翅長は17°C区が最も長く高温になるに従い逆比例的に翅長は短くなる。この傾向は野外におけるイエバエ、コガタアカイエカの季節的翅長の変化と同様である。札幌系は低温区において幼虫発育日数が長いにもかかわらず他の系統より明らかに短い。

羽化日別平均翅長は、各温度区別には差はみられるが、同一温度区内では、平均値にほとんど差が認められない。(図9)。

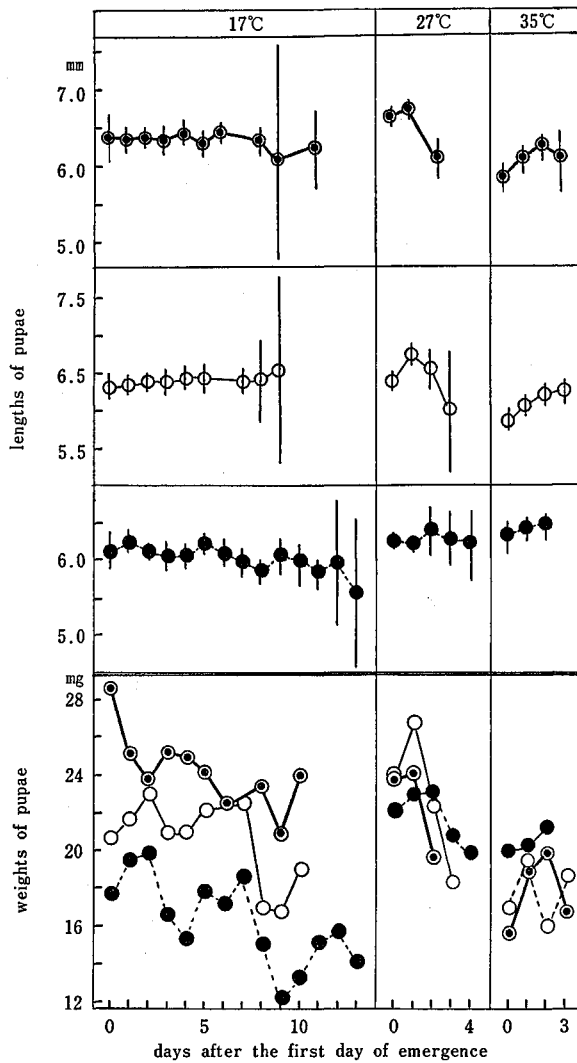


Fig. 7 Mean lengths and weights of pupae observed each day after the first day of pupation under the different temperatures of resistant (S.), susceptible (Ta.) and Tochi strains of the house fly ○ : To. strain, ● : S. strain

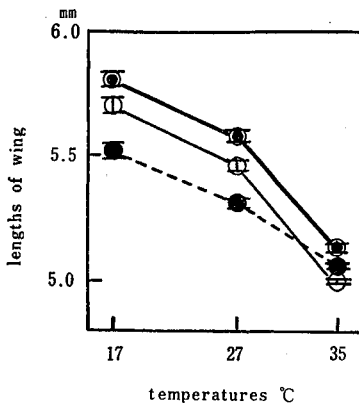


Fig. 8 Mean wing lengths observed under the different temperatures of treated three strains ○ : Ta. strain, ○ : To. strain, ● : S. strain

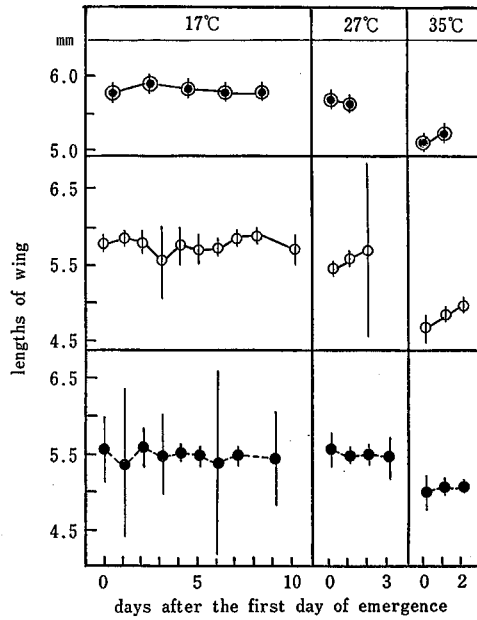


Fig. 9 Mean lengths of wing observed each day after the first day of emergence under the different temperatures of the treated three strains ●: Ta. strain, ○: To. strain, ●: S. strain

胸長の比較検討：胸長は図10に示す如く、17°C区において札幌系が、35°C区において十市系が短い、十市、高槻系は類似しており、札幌系は低温区で短かく明らかに異なる。翅長と胸長は次に述べるように $r=0.685$ と低いながら相関性を持つので（図11）、17°C区の札幌と、35°C区の十市系はいずれも小型化しているといえる。羽化日別胸長は（図12）、3系統とも平均値において変化は認められない。

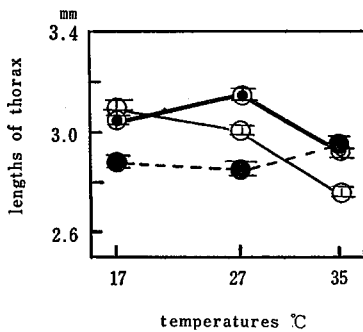


Fig. 10 Mean lengths of thorax under the different temperatures of treated three strains ●: Ta. strain, ○: To. strain, ●: S. strain

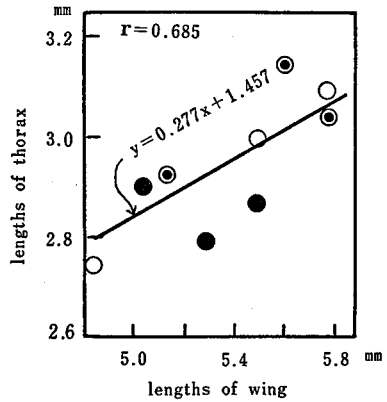


Fig. 11 Regression of mean lengths of wing against mean lengths of thorax under the different temperatures of the treated three strains ●: Ta. strain, ○: To. strain, ●: S. strain

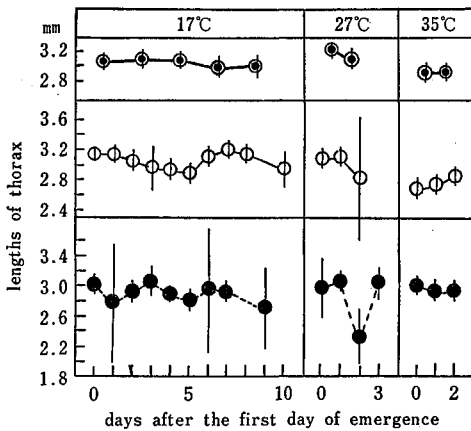


Fig. 12 Mean length of thorax at each day after the first emergence under the different breeding temperatures of the treated three strains
 ◎: Ta. strain, ○: To. strain, ●: S. strain

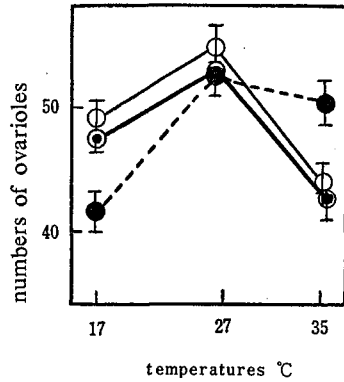


Fig. 13 Mean numbers of the ovariole under the different temperatures of the treated three strains ◎: Ta. strain, ○: To. strain, ●: S. strain

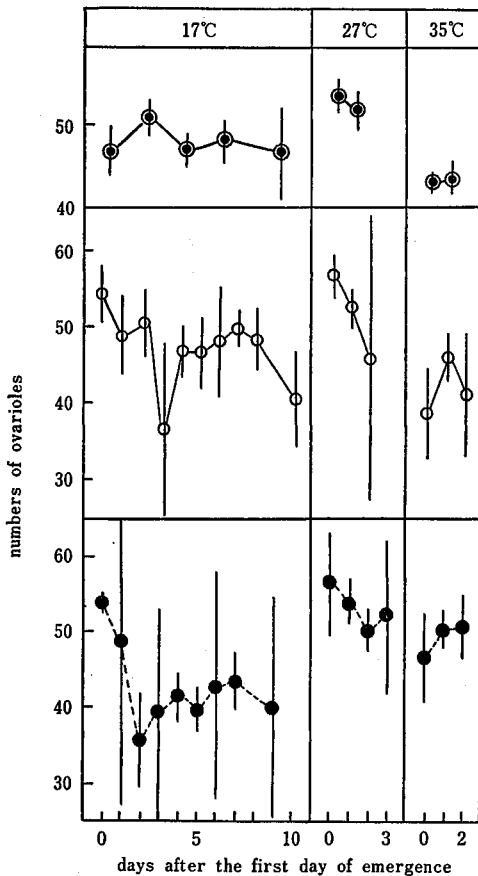


Fig. 14 Mean numbers of ovariole observed each day after the first day of emergence under the different temperatures of the treated three strains ◎: Ta. strain, ○: To. strain, ●: S. strain

卵巣小管数の比較検討: 卵巣小管数は、図13に示すように17°C区で札幌が、また35°C区で十市と高槻系が40~45と少なく、27°C区において3系統とも50と最大となり、この温度区で各系統とも大差はない。さらに35°Cの高温下で、札幌系のみは17°C区より有意に高い値を示し、高槻、十市系がほぼ類似した傾向にあるに対して、札幌系は特異的である。羽化日のずれによる卵巣小管数の変化は、35°C区を除いて一般に第1、2日目の個体が多い傾向があるが、羽化が遅くれることにより、極端な減少はみられない(図14)。

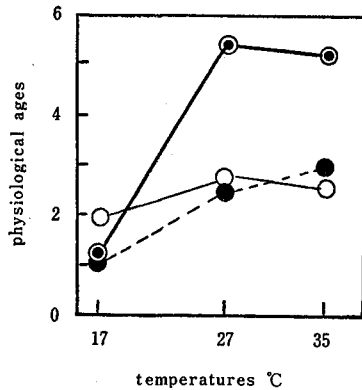


Fig. 15 Physiological mean ages (in days) estimated of the treated three strains. See text for further explanation. And the dissection for the decision has been done at 2 days after emergence for the temperatures 27, 35°C, and at 5 days after for 17°C ◎: Ta. strain, ○: To. strain, ●: S. strain

卵巣發育速度の比較検討：卵巣發育状態を温度別にみると、高温ほど發育は促進されると云え、特に高槻系ではこの傾向が顕著である（図15）。

羽化日別に卵巣發育状態をみると、札幌系の3日以降に明らかな發育遲滞がみられるが、他は有意の差が認められない（図16）。

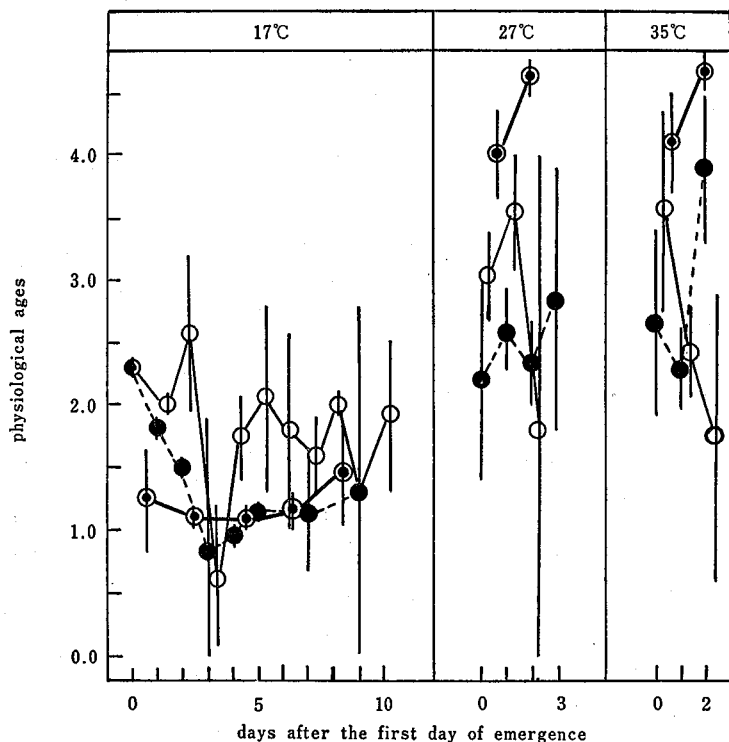


Fig. 16 Mean Physiological ages (in days) has been estimated from the ovarian development by Suenaga's method under the different temperatures of the treated three strains ○: Ta. strain, ○: To. strain, ●: S. strain

malathion に対する感受性試験：malathion に対する LD_{50} 値は、3系統とも $27^{\circ}C$ のとき最も高く、飼育温度によって変動を示した（第4表）。

Table 4 LD_{50} -values ($\mu g/\text{♀}$) for marathion by topical application method of resistant (S.), susceptible (Ta.) and Tochi strains under the different ambient temperatures

$^{\circ}C$	Sapporo	Tochi	Takatsuki
17	137.590	0.979	0.410
27	193.193	4.834	0.409
37	134.410	0.947	0.442

低温区と高温区では、各系統ともほぼ同じ LD_{50} 値を示し、 $27^{\circ}C$ の最適温度区に比較して感受性が高くなるのはこれらの区で、ハエが小型化すること、また他の生理的因子も劣弱化しているとみられるところから、このような傾向がみられると推定される。

以上の観察結果より、抵抗性系統のイエバエが、生理・生態的に異なった特性をもつことが推察

されたが、武衛⁶⁾、Mc Kenzie et al²⁵⁾ は、次のことを指摘している。抵抗性系統はビタミン、ミネラル、アミノ酸などのような物質をより多量に摂取する必要から發育がおくれたり、解毒酵素のはたらきによって DDT を DDE などの代謝物に解毒化するさい、その量が多いと成長に悪い影響をあたえるのではないかというのである。今回の結果を綜合考察するに、これらの生化学的見解を実証するには、それぞれのデータが多方面の示唆をもちすぎるが、この点は今後の重要課題であることを強く感じさせる。

ま と め

殺虫剤に対する感受性の異なる 3 系統間に生理・生態的差異がみられるかいなかについて、異なる温度下で飼育することによりその影響を観察した。測定・観察は温度の影響を受けて変化するとみられる發育日数、生存率、蛹の重さと長さ、成虫の翅長と胸長、ろ胞小管数、卵巢發育速度、malathion に対する感受性などについて行ない、次のように要約されるように、抵抗性系統は生理、生態的に明らかに感受性系統と異なる特性をもつものであるとみなされる結果を得た。

(1) 高温下では、一般に幼虫發育速度は促進されるが、特に malathion 抵抗性の札幌系で顕著であり、低温下では、札幌系に明らかな遅延がみられた。

(2) 羽化率は、抵抗性系統で高温と低温下で低下し、耐性系統の十市系は高温下で低下したが、感受性系統の高槻系では常に高い値を示した。蛹化率は 27、35°C 区では 3 系統間に有意差はなく、17°C 区においてのみ札幌系に著しい低下がみられた。

(3) 蛹の重さは、高槻系と十市系の感受性ないし耐性系統は明らかに一致した傾向をもち、札幌系は特異的特性を示した。

(4) 翅長は、温度と逆比例し、高温区ではどの系統も短縮化がみられた。

(5) ろ胞小管数は耐性・感受性系統の十市、高槻系は類似した変化を示し、明らかに札幌系は異なる傾向をもつ。札幌系は低温区で發育日数延長し、蛹は軽くなり、成虫の胸長は短かく、ろ胞小管数も少くなり、高温に適應した特性をもち、低温では温度による発生阻害が著しい。

(6) 卵巢の發育は温度に比例し、高槻系では高温での促進の傾向が著しい。17°C 区で発生のおくれた個体は、卵巢發育におくれがみとめられた。

(7) malathion に対する抵抗性は、3 系統とも 27°C の最適温度下で高くなり、高温、低温下ともに低下している。

(8) malathion 抵抗性の札幌系では、他の系統にみられない E₂、E₆ 泳動帯を有し、この酵素は malathion のハエ体表面への微量滴下により阻害される。

文 献

- 1) Babers, F. H., Pratt, J. J. and Williams, M. 1953, J. Econ. Ent., 46: 915.
- 2) Barber, G. W., O. Starnes and E. B. Starnes 1948, Soap. Sanit. Chemicals 24, 11: 120.
- 3) Brown, A. W. 1958, Insecticide resistance in Chrythropods W. H. O. Geneva: 240
- 4) Bruce, W. N. 1949, Pest Control 17: 6, 7, 28.
- 5) Buei, K. 1958, Botyu-Kagaku 23: 173.
- 6) — 1959, Botyu-Kagaku 24 (2): 78-83.
- 7) — 1963, Botyu-Kagaku 28 (4): 98-103.
- 8) Chadwick, L. E. 1954, R. C. Ist. Sup. Sanita. 219
- 9) Clements, A. N. 1963, The Physiology of Mosquitoes, Pergamon Press.
- 10) Feldman-Muhsam 1944, Bull. Entomol. Reserch 35: 53.
- 11) Gagliani, M. 1952, Boll. Della. Soc. Ital. Biol. sper. 26: 326.
- 12) Glaser, R. W. 1923, J. Exptl. Zool. 33: 383.
- 13) Greenberg, B. 1955, J. Econ. Entomol. 43: 654.
- 14) Hadorn, E. and H. Zeller 1943, Arch. Ento. Mech. 142: 276.
- 15) Hampton, U. M. 1952, Proc. Roy. Entomol. Soc. London 27: 29.
- 16) Hayashi, A. et al 1971, Botyu-Kagaku 36: 41.
- 17) Hutchison, R. H. 1916, U. S. Dept. Agric. Bull. no. 345.
- 18) Kobayashi, H. 1933, J.J. Zool. 45: 31.
- 19) La

- Face, L. 1948, Riv. Parasit. 9: 199. 20) Larsen, E. B. and M. Thomen 1940, Vidensk. Medd. fra Dansk. Naturh. Foren. 104. 21) —1951, The Housefly, New York, 584. 22) Laurinat, K. 1930, Z. induct. Abstam. Verebungsl. 57: 139. 23) Mackerrans, M. J. 1933, Bull. Entomol. Research. 24: 353. 24) March, R. B. and L. L. Lewallen 1950, J. Econ. Ent. 43: 721. 25) Mc Kenzie, R. E. and W. M. Hoskins 1954, J. Econ. Ent. 47: 984. 26) Matsuzaki, S. 1974, Bull. Kochi Women's Univer. 22: 7-13. 27) Nakamura, O. 1968, J. J. Ecol. 18 (6): 259-153. 28) Norton, R. J. 1953, Contrib. Boyce-Thompson Inst. 17: 105. 29) Ogita, Z. 1962, Japan 'J. Genetics 37: 518-521. 30) —1963, Nucleus and Cytoplasm 5: 7-18. 31) —1963, Dis. 37: 142. 32) —1964, J. Osaka Univ. 15: 141-153. 33) Pimentel, D., J. E. Dewey and H. H. Schwardt 1951, J. Econ. Ent. 44: 477. 34) Reiff, M. 1945, Rev. Suisse Zool. 53: 155. 35) Snedecor, G. W. 1952, Statistical Methods. 36) Suzuki, T. et al 1958, Jap. J. Expt. Med. 28: 395. 37) Suzuki, T., S. Hirakoso and H. Matsunaga 1961, Jap. J. Expt. Med. 31: 351. 38) Uchida, T. 1957, Jap. J. appl. Ent. Zool. 1 (1): 46-53. 39) Uvarov, B. P. 1931, Trans Roy. Entomol. Soc. London. 79: 1. 40) Varzandeh, M., W. N. Bruce and C. C. Decker 1954, J. Econ. Ent. 47: 129. 41) Wigglesworth, V. B. 1953, The Principles of Insect Physiology, 5th Ed. London 546. 42) Yasutomi, K. 1961, Jap. J. Sanit. Zool. 12: 36. 43) —1961, Jap. J. Sanit. Zool. 12: 124. 46) —1968, Sanit. zool. 19 (1): 44-51. 47) —1971, Jap. J. Sanit. Zool. 22 (1): 8-13. 48) Young, W. C. and H. H. Plough 1926, Biol. Bull. 51: 189.

(Zoological Laboratory, Kochi Women's University, Kochi, Japan)