

原 著

On the Relation between the Diameter of Container and the Length of Pupae in the Course of Mass Culture of the Common Housefly, *Musca domestica vicina* Macquardt, using the "Okara" Culture Medium. Problems on the Breeding of Insects for Biological Assay of Insecticides. XXIII. Sumio NAGASAWA and Michiko KISHINO (Ohno Laboratory, Institute for Chemical Research, Kyoto University, Takatsuki, Osaka). Received Jan. 17, 1959. *Botyu-Kagaku*, 24, 1-10, 1959 (with English résumé, 9).

1. 豆腐粕培基によるイエバエの大量飼育過程においてみられる容器の広さと蛹の長さの関係について 殺虫剤の生物試験用昆虫の飼育にかんする諸問題 第23報 長沢純夫・岸野見知子 (京都大学 化学研究所 大野研究室) 34. 1. 17 受理

口径 4, 5, 6, 7, 8, 9 および 10 cm のガラス円筒に、おから 50 g, ぬか 5 g, 酵母 0.5 g をいれ、イエバエの幼虫 200 匹を飼育し、えられた蛹の長さおよびその標準偏差、極小型と大型個体の混合率、蛹化率などを検討し、生物試験用昆虫としては、口径 7 cm の容器において、もっとも条件にかなった個体群がえられることをたしかめた。

殺虫剤の生物試験用昆虫として、イエバエを大量累代飼育することは、はやくからおこなわれていて、なかでも、その幼虫を飼育する過程に遭遇する諸問題、すなわち飼料の種類、組成、水分含有量、幼虫棲息密度、飼育培基に幼虫をうつす時期などについては研究がすすみ、すでにかなりの知見が提供されている。今回筆者らがここにのべようとするのは、豆腐粕培基による飼育においてみられる容器の口径と、それからえられた蛹の長さの関係を究明した結果である。この小実験は、実際に大型ポットを用いてイエバエの大量累代飼育をおこなっていると、どれほど沢山の培基をポットにいれても、幼虫発育のために利用される部分はその上層部で、下層部はほとんど利用されていない事実、往々遭遇するため、こうした点を考察するに必要な、ひとつの資料をえる意図のもとにおこなわれたものにはかならない。本文にはいるにさきだち、研究上種々の御便宜をあたえられた大野稔教授に謝意を表する次第である。

実験材料および方法

幼虫飼育培基の組成は、今日まで筆者^{3,4)}が同系列の実験をおこなう時に採用した、おから 50 g, ぬか 5 g, 酵母 0.5 g で、これに 1946 年、1 雌から出発して累代飼育をつづけながら今日にいたる高槻系イエバエ *Musca domestica vicina* Macquardt の産卵された日からかぞえて、2 日目の幼虫を 200 匹いれて飼育する方法をとった。飼育容器は、内径 4, 5, 6, 7, 8, 9 および 10 cm の、都合 7 種類のガラス円筒をえらび、1958 年 8 月 21 日から 1 日おきに 3 ケずつ、第 1 表に

しめすような実験計画のもとに飼育をつづけた。蛹化した個体は、全部これをひろいだし、双眼顕微鏡に装填したオキュラーマイクロメーターで、その最大長を測定した。実験はすべて平均温度 27°, 関係湿度 50 % の飼育室においておこなった。なお、ここでもちいた balanced incomplete blocks の実験計画は、Youden⁵⁾ の論著のなかにしるされている例のもっとも簡単なものである。

実験結果と考察

それぞれの飼育容器からえられた蛹長の測定結果を表示すると、第 2 表のごとくである。なおここにしめた数値は、顕微鏡のよみのままの数値で、その 1 単位は 0.098 mm である。

1. 蛹化時における培基の状態: さきに Nagasawa⁵⁾ はおからをもちいるイエバエの大量累代飼育においては、温度 25°, 関係湿度 50 % あたりが最適の環境条件であることをしるし、このような条件下で適当数の幼虫を飼育する場合は、蛹化時にその上層部は、ちいさな夥粒状にかわきあがり、なかで大多数の幼虫が蛹となることをのべた。そして幼虫の棲息密度がたかい場合は、その上層部はきわめてこまかい粒状に乾燥し、逆に幼虫数がすくないときは、おおきなかたまりをつくり、ときにカビなどの発生がいちじるしくて、ともに良結果がえられないことを報じた。しかしこれは、上層部の状態と、棲息密度の関係を考察しただけで、培基の下層部の状態についてはしるされなかった。今回筆者らがもちいた 7 種類の容器において、同一組成で同一量の培基をいれ、それでおなじかずの幼虫を

Table 1. Design for experiment with 3 replicates (1958).

Date deposited eggs	19/VIII	21/VIII	23/VIII	25/VIII	27/VIII	29/VIII	31/VIII
Date transferred larvae	21/VIII	23/VIII	25/VIII	27/VIII	29/VIII	31/VIII	2/IX
Diameter of container (cm)	4	6	7	10	5	8	9
	5	8	6	4	9	10	7
	7	4	10	9	6	5	8

Table 2. Frequency distributions of length of pupae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macquardt, reared in the seven kinds of containers having the diameters of 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 cm.

Date transferred larvae	21/VIII	23/VIII	25/VIII	27/VIII	29/VIII	31/VIII	2/IX
Diameter of container	4 5 7	6 8 4	7 6 10	10 4 9	5 9 6	8 10 5	9 7 8
Class mark (1 unit = 0.098 mm)							
42.5							
43.5		1		1			
44.5		1		1		3	
45.5		2		1		1	
46.5							1
47.5				2		3 3	
48.5			1 1 1		1 1	1 3 1	1 1
49.5			1 1 1	1	2	1 2 1	1 1
50.5		1	2	3 1	2 1	2 1 1	1
51.5	1	2 2 4	2 5 1	2 4	1 1 1	6 3	
52.5		1 3 2	1 1 1	1 4 2	7	2 7 8	3
53.5		3 6	3 2 6	1 8 2	2 2 1	1 5 11	2 2 1
54.5	3	4 1 9	3 5 8	1 8 1	3 1 3	5 6 9	1 2 2
55.5	1	5 3 14	3 5 9	1 18	5 3 1	14 10 19	3 6 4
56.5	1	8 6 17	4 5 12	3 19 1	4 5 5	13 12 24	10 5 9
57.5	2 1	11 7 31	10 14 22	2 17 3	8 9 9	18 21 23	15 13 12
58.5	2 1	22 15 18	14 20 25	7 16 7	16 14 12	22 17 16	24 20 22
59.5	10 3 3	16 28 22	14 24 27	7 15 8	24 18 18	22 12 11	44 21 21
60.5	12 7 10	23 16 6	20 23 21	5 10 6	16 15 18	10 9 13	18 25 29
61.5	12 11 7	25 18 13	23 17 16	14 7 18	22 23 19	11 3 8	19 17 22
62.5	23 15 13	13 16 6	25 13 11	17 5 16	21 20 24	4 1 8	19 21 18
63.5	22 22 21	7 9 4	14 15 5	28 9 24	17 11 10	3 1 2	5 10 14
64.5	27 29 28	7 10 2	7 7 1	21 17	10 4 11	1 1	2 4 7
65.5	18 27 22	3 1 1	6 5 1	22 13	6 2 5	3	2 3
66.5	10 25 30	1 2	3 4 1	5 1 14	1 2		1 3 3
67.5	7 17 20	2 2		6 9	3 1		2 1
68.5	4 13 16		1	2 1	1 1		
69.5	7 4 5						
70.5	1 6						
71.5		2					
72.5	2 1			1			
73.5	1 1						
Total	158 181 187	154 143 158	153 169 173	145 150 145	169 133 141	136 123 160	167 155 169

飼育した場合、蛹化時にその培基が、どのような状態になるかを観察した。

第1図にしめたのがそのおおよその状態で、斜線をほどこした部分は、幼虫の発育には利用されず、醗酵し、最後に粘稠となった部分である。空白および点をほどこした部分は、幼虫の発育にもちいられた部分

で、さらに点をほどこした部分は、蛹化時に乾燥した部分である。これを見ると、口径4~6cmの容器では、幼虫の発育にまったく利用されない部分があり、ことに口径4cmの容器では、ほとんどがもちいられず、また蛹化時における上層部の乾燥もえられない状態となる。7cm以上のものは外観上からは、一応全部の

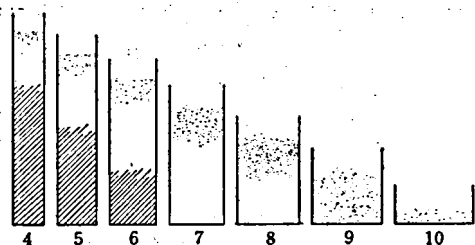


Fig. 1. Schematic drawings of "Okara" culture media showing their final states when the pupations are occurred. Area hatched obliquely shows the part unused by the larvae for their growing. Empty and dotted areas show the part used by the larvae for their growing, and dotted area is the part dried up and broken into small pieces by the time when almost all larvae pupate.

培养基に幼虫が潜入してこれを利用したものとおもわれるが、9cm、10cmの容器では逆に蛹化時にほとんど全部が乾燥し、一見してさきにのべた棲息密度のたかいたきにえられた上層部と、おなじ状態となっている。7cm、8cmのものにおいては、下層部に未利用の部分のをこさず、蛹化時に適当な乾燥帯を上層部に生じ、幼虫の成育と蛹化には、最適とおもわれる状態がえられている。

2. 頻度分布曲線の形：一定の処方で調合した豆腐粕培养基をおなじかたちの容器にいれて、そこで飼育する幼虫数をかえた場合、それからえられた蛹の大きさ、すなわち最大長、あるいは幅の変異の分布曲線は、幼虫数のちがいによってその程度には差があるが、おゝむね右傾歪偏の形、すなわち左方がゆるやかで、右方

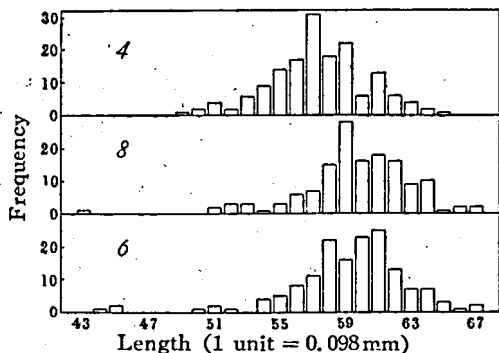


Fig. 2. Histograms for the frequency distributions of length of pupae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macquardt, which were reared in the three kinds of containers having the diameters of 4, 8 and 6 cm (top to bottom), started on August 23, 1958.

が急な歪みをみせ、モードが算術平均より右方に偏在することはすでにのべた⁹⁾。こうした型は、棲息密度を200匹にして産卵され孵化してからその幼虫を飼育培养基にうつすまでの日のちがいを実験した結果の報告⁹⁾のなかにものべておいた。このたび筆者らが実験した結果にもこうした歪みはみられ、第2図はその1例として8月23日実験区の測定結果を、柱状図表にしてしめたものである。

ここでわれわれは、大きさの測定値をまとめる場合、長さの単位を横軸にとったとき、その頻度分布曲線が正規の分布をしめた場合は、容積または目方の単位を横軸にもってくると、その分布曲線は歪むことを記憶しておきたい。これは逆にかんがえれば、容積または体重の単位を横軸にとったとき、その分布曲線が正規であるという測定値は、長さの単位をとった場合はそれが歪んでくることになる。すなわち蛹の volume y はおゝむね $y = ku^2$ の式であらわしうるものとかがえてさしつかえなからう。ここで u はその長さである。 k の値はおそらく性により、また棲息密度などによっても一定で、ここでは1とかがえてよいであろう。この式の成立は、はやくは Przibram⁶⁾ によってその成書にもしるされ、多くの人々によって種々の動物について検討されている。イエバエの蛹についても、さきに北岡⁷⁾ が $y = 0.0975 u^2$ ⁹⁹⁾ の実験式をえている。そこでこうした仮説のもとに、測定値の3乗値を横軸にとって、それに対応する累積百分率をプロビットに変換し、2者の関係をグラフの上にプロットすると、第3図にその1例をしめたように、いずれも

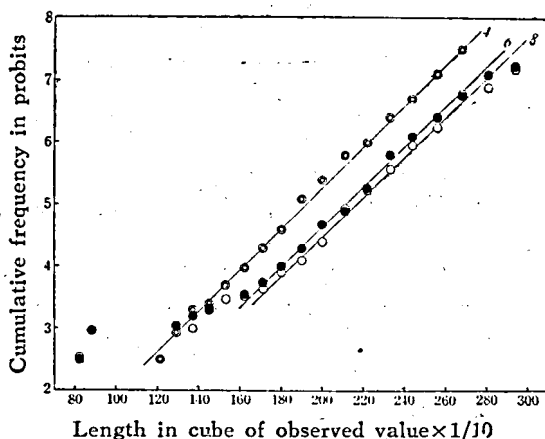


Fig. 3. Cumulative frequency distributions of length of pupae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macquardt, which were reared in the three kinds of containers having the diameters of 4, 6 and 8 cm (left to right), started on August 23, 1958.

そこに直線の関係がえられ、蛹の長さの3乗値を横軸にとるとき、その頻度分布曲線はおむね正規に分布するということがいえられる。このことは、各飼育容器からえられた蛹の大きさの比較には、その代表値として、3乗変換してえられた正規分布曲線の中央値をもってするのが、妥当であることを暗示している。

3. 正規分布曲線をはずれた個体にたいする解釈：ところで第3図にしめした直線からはずれた下方および上方の個体にたいして、どのような解釈をあたえるべきかはむずかしい問題である。一番簡単には、下方のはずれた個体は、種々の原因から発育がおくれたり、また充分でないためにとくに生じた小型個体であることをしめし、上方のものは幼虫の形態をのこしたまま蛹となったメタセテリー、またはほとんど幼虫の形態のまま蛹とおなじような硬化、および色彩の変化を招来した、不完全型蛹の測定値をよみこんでいる結果であるとかんがえられよう。

殺虫剤の生物試験用昆虫の大量飼育には、こうした個体の混入してくることはのぞましいことではなく、飼育条件の適したものであるかどうかは、こうした主直線をはずれる個体の多少をも考慮にいれる必要がある。それゆえ、もしそうした個体の混入する割合を論じなければならない場合は、各実験区から無作為的にある数だけをとりだして、その分布型を云々するということは適当でないかもしれない。

4. 蛹の長さの比較：そこでこうした直線をはずれたいちじるしく小型、あるいは大型の個体はまったく除外して、すなわち下端、上端のはずれた部分はtruncateして、主直線について計算をおこない。その中央値をもとめると第3表の第1段にしめすような結果がえられる。この第1段にかかげた数値は、測定値のよみ(1単位=0.098mm)の小数点をひとつくりあげたものの3乗値で、それぞれの飼育容器の別にもとめた結果を、実験を開始した日により、それぞれその相当欄にかきいれたものである。ところで、こうした balanced incomplete blocks の実験計画のもとにえられた結果をまとめる方法については、Yates⁸⁾ によつてのべられ、Moore and Bliss⁹⁾ の論著にも詳細に示されている。すなわち、第3表の V_s および T_s は、飼育容器の種類別および実験した日別による測定値の合計である。そして、 $G=4573.09$ は、この V_s または T_s の合計である。 W_s 欄の数値は、

$$W_s = (v-k)V_s + (k-1)G - (v-1)S(T_s)$$

の式でもとめる。ここで v は、飼育容器の種類で、この場合は7、 k は1日に実験した飼育容器の種類で、この場合は3である。そして $S[(v-1)T_s]$ は、あるひとつの種類の容器について3日間におこなわれた

中央値の合計である。口径4cmのものについて計算例をしめすならば $W_s = 4(628.14) + 2(4573.09) - 6(794.69 + 617.09 + 680.19) = -893.08$ で、口径5cm以下同様の計算をおこなう。この W_s は、分散分析によって実験を開始した日によるちがいの影響を分離するために必要であり、また最後の中央値の合計の補正にももちいられる。つぎに分散分析は、第4表の最初の第1段の部分にしめした諸式によっておこなわれる。すなわち第3列目の飼育容器の種類別の平方和 $[V_s^2]$ は、実験日には関係なく7種類の飼育容器の、

それぞれの合計値からもとめられるもので、 $S(V_s^2)$ は、それぞれの V_s の2乗の合計、 k はひとつの容器についておこなわれたくりかえしの数(これは1日におこなった容器の種類でもある)で、この場合は3、補正項 G^2/N の G は、 V_s の合計で、 N は全容器の数で、この場合は21で、計算は $[V_s^2] = (628.14^2 + 670.14^2 + \dots + 627.30^2)/3 - 4573.09^2/21 = 1888.3008$ となる。第4列目の実験日別の平方和 $[W_s^2]$ は、 W_s 欄の数値をもちいて計算する。ほかの符号は前と同様である。計算は $[W_s^2] = (893.08^2 + 217.90^2 + \dots + 448.22^2)/(3)(7)(7-3)(3-1) = 1902000.903/168 = 11321.43395$ となる。第6列目の和 $[y^2]$ は、すべての中央値の2乗の合計から補正項をさしひいたもので、計算は $[y^2] = (252.78^2 + 268.61^2 + \dots + 207.99^2) - 4573.09^2/21 = 14323.86770$ となる。第5列目の剰余(誤差)は、和 $[y^2]$ から最初の2項をひいたもので、 $14323.86770 - 1888.83800 - 11321.43395 = 1113.59575$ となる。これらの数値をかきいれたのが第4表第3段の第1行目の数値で、第2行目にしめした平均平方の A' 、 B' をもちいて、つぎの式によって係数 c をもとめる。

$$c = \frac{A' - B'}{v(k-1)A'}$$

$$\text{この場合は } c = \frac{1886.90566 - 159.08511}{7(3-1)1886.90566} = 0.065406$$

となる。 V_s の補正值 Y_s は、つぎの式でもとめる。

$$Y_s = V_s + cW_s$$

たとえば、口径4cmの飼育容器からえられた V_s の補正值は、 $Y_s = 628.14 + (0.065406)(-893.08) = 569.73$ で、平均した蛹の長さの中央値は、 $Y_s = 569.73/3 = 189.91$ となる。そしてこの $\times 10^3$ の値の3乗根 57.48 が、測定の際のよみの数値で、これに0.098倍した 5.63mm が、実際の口径4cmの飼育容器でえられた蛹の長さの代表値となる。同様に、口径5, 6, 7, 8, 9 および 10cm の飼育容器からえられた蛹の長さを、実際の長さの単位でしめすと、それぞれ 5.90, 5.93, 5.98, 5.96, 5.95 および 5.91mm

Table 3. Pupal length in cube of observed value $\times 1/10$ (1 unit = 0.098mm), per cent area truncated for the calculation of cumulative frequency curve of pupal length, standard deviation, and per cent pupation for each series.

Item discussed	Diameter of container	21/VIII	23/VIII	25/VIII	27/VIII	29/VIII	31/VIII	2/IX	V _s	W _s	Y _s
Pupal length	4	252.78	190.90		184.46				628.14	-893.08	569.73
	5	268.61				218.13	183.40		670.14	-217.90	655.89
	6		211.34	212.59		221.59			645.52	306.60	665.57
	7	273.30		219.79				213.72	706.81	-404.94	680.33
	8		214.85				193.51	215.94	624.30	773.24	674.87
	9				246.81	216.08		207.99	670.88	-12.14	670.09
	10			198.34	248.92		180.04		627.30	448.22	656.61
	T _s	794.69	617.09	630.72	680.19	655.80	556.95	637.65	4573.09	0.00	4573.09
Per cent truncation	4	12.03	0.00		13.33				25.36	-4.28	25.68
	5	3.87				16.56	1.25		21.68	-40.12	24.69
	6		6.85	9.47		4.26			20.58	40.02	17.58
	7	1.60		8.50				7.10	17.20	91.36	10.34
	8		8.39				11.77	4.73	24.89	64.70	20.03
	9				19.41	8.27		4.19	31.87	-52.46	35.81
	10			13.30	20.69		30.08		64.07	-99.22	71.52
	T _s	17.50	15.24	31.27	53.43	29.09	43.10	16.02	205.65	0.00	205.65
Standard deviation	4	30.51	30.86		34.01				95.38	-65.00	93.09
	5	32.36				32.56	27.93		92.85	10.62	93.22
	6		31.88	33.75		29.94			95.57	-25.90	94.66
	7	35.24		30.58				28.65	94.47	7.86	94.75
	8		31.15				27.08	27.88	86.11	72.46	88.66
	9				31.95	27.98		23.37	83.30	16.40	83.88
	10			27.86	24.99		25.06		77.91	-16.44	77.33
	T _s	98.11	93.89	92.19	90.95	90.48	80.07	79.90	625.59	0.00	625.59
Per cent pupation	4	79.0	79.0		75.0				233.0	-62.0	230.3
	5	90.5				84.5	80.0		255.0	125.0	260.4
	6		77.0	84.5		70.5			232.0	18.0	232.8
	7	93.5		76.5				77.5	247.5	-277.0	235.5
	8		71.5				68.0	84.5	224.0	70.0	227.0
	9				72.5	66.5		83.5	222.5	37.0	224.1
	10			86.5	72.5		61.5		229.5	89.0	224.4
	T _s	263.0	227.5	247.5	220.0	221.5	209.5	245.5	1634.5	0.0	1634.5

となる。

つぎに標準誤差は、

$$S\bar{y}_s = \sqrt{\frac{B'(k(v-1)A' - (v-k)B')}{vk(k-1)A'}}$$

の式によってもとめる。この場合

$$S\bar{y}_s = \sqrt{\frac{159.08511 \{3(7-1)1886.90566 - (7-3)159.08511\}}{(7)(3)(3-1)(1886.90566)}} = 8.17936$$

となり、ふたつの平均値の比較には、つぎの式がもちいられる。

$$^* \text{Jus } t \text{ significant difference} = \sqrt{2} t S\bar{y}_s$$

ここで t は、自由度 $n = v(k-2) + 1$ としたときの値で、 t 表からもとめればよい。ここでは $n = 7(3-2)$ $+1 = 8$ で、 $Pr = 0.05$ の t の値は 2.365 である。ゆえに $^* \text{jus}$

Table 4. Analysis of variance for separating variation between days from remainder.

Item discussed	Variation due to	Diameters of containers, ignoring days, from V_s	Days, exclusive of diameters of containers, from W_s	Error within days and diameters of containers	Total
Equation	Degrees of freedom	$v - 1 = 6$	$v - 1 = 6$	$v = 7$	19
	Sum of squares	$[V_s^2] = \frac{S(V_s^2)}{k} - \frac{G^2}{N}$	$[W_s^2] = \frac{S(W_s^2)}{kv(v-k)(k-1)}$	$[y^2] - [V_s^2] - [W_s^2]$	$[y^2] = S(y^2) - \frac{G^2}{N}$
	Mean square		$\frac{[W_s^2]}{v-1} = A'$	$\frac{[y^2] - [V_s^2] - [W_s^2]}{v} = B'$	
Pupal length	Sum of squares	1888.83800	11321.43395	1113.59575	14323.86770
	Mean square		1886.90566	159.08511	
Per cent truncation	Sum of squares	510.33303	168.80317	403.88403	1083.02023
	Mean square		28.13386	57.69772	
Standard deviation	Sum of squares	97.16153	64.64321	38.24046	200.04520
	Mean square		10.77387	5.46292	
Per cent pupation	Sum of squares	346.99967	659.00000	301.16700	1307.16667
	Mean square		109.83333	43.02386	

significant difference" = $1.414 \times 2.365 \times 8.17936 = 26.670$ となる。比較をおこなおうとするふたつの値の差が、この場合 26.67 より小さい場合は、有意ではないと判断する。

第5表の第2列目の数値にみるように、蛹の長さは、口径 7cm の容器からえたものが一番大きく、口径 4cm の容器からえたものが一番小さい。そして口径 4cm の容器からえられた蛹の長さは、他のものにくらべて、統計学上あきらかに有意の差がある。しかし 5~10cm の口径を有する容器からえられた蛹の長さの間には、統計学上の有意な差はみとめられないが、口径 7cm の容器からえられた蛹の長さを中にして、両方にすこずつ小型になっている。この漸減の傾向にたいして、しいて説明をくわえるならば、口径の小さいものは、第1図に示めたように、培基の利用度が、口径がちいさくなるにつれてひくくなるためとかんがえ、口径の大きいものは、培基の乾燥がいちじるしいために、培基が充分に利用されず、同時に成育に好適な条件をもたらさない結果と解釈されよう。ゆえに実際に大型のポットをもちいて、大量累代飼育をお

こなおうとする場合は、第1図に示めた口径 7cm の容器によってえられたとおなじような培基の状態が、最後の蛹化時にえられるよう、はじめに培基の量を加減していれることがのぞましいものと結論される。

ところで、コクゾウ、アズキゾウムシなどにおいては、すでに若干世代の生育をおわたったのこりのものでなく、それが新鮮な飼料であるならば、成虫は相当深部にまで潜入して産卵し、それから孵化した幼虫は、完全に發育するから、この場合、飼料の全投与量はそのまま幼虫にたいして全棲息量となり、發育のための利用量ともなろう。しかしイエバエの幼虫においてみられるように、粘稠な培基の深部にまで潜入、これを自己の發育に利用することのできないものにおいては、培基の全投与量は、それをいれる容器のかたちによっては、かならずしも全棲息量とはなりえず、また幼虫發育のための利用量ともなりえない場合がある。それゆえ棲息密度の影響などを考察する場合は、まず幼虫の棲息可能な空間をもとめて、この量にたいする投入個体数を論ずることが必要であらう。すなわち実際に利用された食物量にたいする個体数密度であらわした

Table 5. Relative pupal length in cube of observed value $\times 1/10$ (1 unit = 0.098 mm), per cent area truncated for the calculation of cumulative frequency curve of pupal length, standard deviation, and per cent pupation of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macquardt, reared in the seven kinds of containers having the diameters of 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 cm, corrected for differences between days. Significant difference in $n = 7$ and $P_r = 0.05$.

Diameter of container	Pupal length	Per cent truncation	Standard deviation	Per cent pupation
4	189.91	8.56	31.03	76.8
5	218.63	8.23	31.07	86.8
6	221.86	5.86	31.55	77.6
7	226.77	3.45	31.58	78.5
8	224.95	6.68	29.55	75.7
9	223.36	11.94	27.96	74.7
10	218.87	23.84	25.78	74.8
Significant difference	26.67	11.96	4.70	13.4

内田⁷⁾のいう生態密度の概念を念頭において考察することが大切である。

5. 正規分布曲線をはずれる個体の混合率: 第3項で、適当な飼育条件をそなえた培養であるかどうかの判定には、変換された正規分布曲線をはずれて、上下端に散在する個体の多少をも考慮すべきことをのべた。そこで、そうした個体の混合率をつぎに検討してみることとしよう。前項で、それぞれの飼育容器からえられた蛹の長さの中央値を計算する際に、truncateした部分を百分率になおして、前項とおなじような表をつくり、あわせてこれにかんした T_s , V_s , W_s , Y_s などをもとめたのが、第3表の第2段目である。そして第4表の第3段目が、 Y_s をもとめ、あわせて有意差をもとめるに必要な平均平方和 A' , B' 算定のための分散分析の結果で、第5表の第3列目の数値が、平均した相対混合率である。第5表の数値からわかるように、口径 7 cm の容器で飼育したものにおいて、そうした個体の混合率は一番ひくく、口径 10 cm のものにおいて一番にたかい。そして口径 10 cm のものの混合率は、他にくらべてその差にあきらかな有意性がみとめられる。この口径 10 cm のものをのぞけば、他のものの混合率の間には、有意の差はみとめることができない。前項においてのべた蛹の長さは、口径 7 cm の容器からえられたものにおいて最大で、両方にいくにしたがって漸次減少することとは反対に、この場合は口径 7 cm をさかいにして、漸次両方にいくにしたがって増加している。すなわち 3 変換された正規分布曲線にのらない両端の個体が次第に増加していることをしめし、飼育は口径 7 cm のものにおいて一番良結果をえているものと判断される。そして混合

率の増加する割合が、口径が小さくなるにくらべて口径が大きくなる側においてより大であることは、培養乾燥の増大が飼育条件をいちじるしくわるくするものとかんがえて、さしつかえないであろう。

6. 標準偏差: イエバエの殺虫剤にたいする感受性は、蛹の長さとの相対的にひとしい関係にあるものと仮定すれば、殺虫剤の生物試験にもちいるためのイエバエは、その蛹を測定した場合、できるだけその変異の幅のせまい個体群であることがのぞましい。すなわち変換された正規分布曲線の標準偏差が小さい個体群ほど、生物試験の結果には整一なものがえられるものとかんがえられよう。このたびの実験の結果で、それぞれの飼育容器からえられた蛹の長さの分布にかんした標準偏差は、どのような状態にあるかを、前とおなじ方法によって検討してみよう。それぞれの飼育容器からえられた蛹の長さの標準偏差を表にまとめ、前と同様 T_s , V_s , W_s , および Y_s をもとめたのが第3表第3段目で、 Y_s および有意差をもとめるに必要な平均平方和 A' , B' 算定のための分散分析の結果が、第4表第4段目である。そして平均した容器の相対標準偏差を表示したのが、第5表第4列目の数値である。この結果をみると、口径 10 cm の飼育容器においてえられた蛹において、その長さの標準偏差は一番に小さい。そしてもっとも大きいものは、口径 7 cm の容器からえられたもので、その間の差に、あきらかに有意性がみとめられる。しかしこの 10 cm のものの標準偏差の小さいことは、前項で検討した truncate した割合の大きいことに基因しているものとかんがえられ、一応除外して考察すべきであろう。そこで口径 7 cm のそれを基準にして、他のものとその間の差の有意性を

検定すると、いずれも有意性はみとめることができない。すなわち、蛹の長さの標準偏差は、いずれの容器からえられたものにおいても差はなく、口径 7cm の容器からえられたのをさかいにして、両方にぐくわずかず減少していることについては、truncate した部分の増加にもとづくものと解釈すべきであろう。ところで、えられた蛹がかならずしも大型でなくても、正規分布曲線からはずれる個体がすくなく、しかもその標準偏差が小さければ、生物試験用昆虫として、条件にかなったものと往々かんがえられがちである。そうしたかんがえは、そのような個体群を恒常的にえられる場合はうけいられよう。しかし、最大限に規定された同一飼育条件によって飼育されたとおもわれる結果にも、なお相当のふれのあるイエバエにおいては、そのような個体群をつねにえるということは、むしろかしいものといわなければならない。むしろその最大値をおさえて、それにちかづくよう、すなわちできるだけ長さの大きい、標準偏差の小さい個体群のえられるような飼育方法、条件をさがすべきであろう。

7. 蛹化率: たとえ実験にはその成虫態をもちいる場合でも、飼育が能率的におこなわれたかどうかの目安として、その中間の過程にある蛹化率は、しばしば論ぜられる。第 1 表の最下段に示めた数値から、その蛹化率を算定し、前項でおこなったと同様な方法で、口径の相違による蛹化率の高低に差がみいだされるかいないかを検討してみることとする。蛹化率について、前とおなじような表をつくり、あわせてそれにかんじた T , V , W , Y , をもとめたのが第 3 表の第 4 段目である。そして第 4 表の第 5 段目が Y , をもとめ、あわせて有意差をもとめるに必要な平均平方和 A' , B' 算定のための分散分析の結果である。平均相対蛹化率は、第 5 表の第 5 列目に示めた数値がそれで、口径 5cm のものにおいてえられた 86.8% をのぞけば他はすべて 70% 台にとどまっている "just significant difference" は 13.4% で、この場合口径 5cm のものにおいてえられた蛹化率は、他のそれにくらべて、その間の差に有意性がみとめられるが、他の蛹化率相互の間には、有意の差がないと判断される。口径 5cm のものにおいて、とくに蛹化率がたかく、しかもこれが有意であることにかんしては解釈をあたえない。

摘 要

1. 口径 4, 5, 6, 7, 8, 9 および 10cm のガラス製円筒に、おから 50g, ぬか 5g, 酵母 0.5g をいれ、産卵された日からかぞえて、2 日目のイエバエの幼虫 200 匹を飼育し、えられた蛹の長さを測定した。実験

はひとつの容器について 3 回のくりかえしをおこなう balanced incomplete blocks の計画にしたがっておこなった。

2. 蛹化時における培基の状態は、口径 4, 5, 6cm のものにおいて未利用部分がのこり、ことに 4cm のものにおいていちじるしく、7cm 以上のものにおいては、一応全部が利用されたが、9, 10cm のものにおいては、いちじるしい乾燥がこれにくなり、幼虫の発育と蛹化にはよい結果がえられなかった。口径 7cm のものにおいて最良の状態がえられた。

3. 蛹の長さは、これを 3 乗変換することによって、正規分布曲線になおすことができた。それぞれの飼育容器からえられた蛹の長さの代表値は、3 乗変換してえられた正規分布曲線の中央値をもってあてべきであろう。

4. 3 乗変換してえられた正規分布曲線をはずれる下方の個体は、種々の原因で発育がおくれたり、また充分でないために生じた小型個体であり、上方のものはメタセテリーほか、幼虫の形態をのこす異常型蛹の長さをよみこんでいる結果とかんがえられる。

5. 蛹の長さは、口径 7cm の容器で飼育した個体においてもっとも大きく、漸次両方へ減少し、4cm のものにおいて最小であった。統計学上口径 4cm の容器からえられた蛹の長さは、他のものにくらべて有意の差をしめしたが、これをのぞく他のもの相互の間の差には、有意性はみとめられなかった。

6. 長さを 3 乗変換してえられた正規分布曲線をはずれる個体の混合率は、口径 7cm の容器で飼育したものにおいて一番ひくく、口径 10cm のものにおいて一番たかかった。そして口径 10cm のものの混合率は、他にくらべてその差にあきらかな有意性がみとめられた。この口径 10cm のものをのぞけば、他のものの混合率の間には、有意の差はみとめることができなかった。

7. 蛹の長さの標準偏差は、口径 10cm の飼育容器からえられたものにおいてもっともちいさく、口径 7cm のものにおいて最大であった。そしてその間の差に有意性がみとめられたが、口径 10cm のものをのぞけば、他のものの標準偏差相互の間には、有意の差をみとめることはできなかった。

8. 蛹化率は、口径 5cm のものにおいて一番大きく、86.7% で、他のものにくらべて有意の差がみとめられたが、他はいずれも 70% 代で、その間の差に有意性はみとめられなかった。5cm のものにおいて大きいことにはたいしては解釈をあたえることはできない。

9. 以上を総合した結果、口径 7cm の飼育容器に

において、生物試験用昆虫としてその条件にもっともかなった個体群がえられるものと結論され、実際の飼育にあたっては、7cmの口径をもった容器においてえられた蛹化時の培基の状態のえられる程度に、培基を加減していれるべきであると思惟される。

10. イエバエの幼虫においては、培基の全投与量は、それをいれる容器のかたちによって、かならずしも全棲息量とはなりえず、また幼虫発育のための利用量ともなりえない場合がある。棲息密度の影響などを考察するにあたっては、まず幼虫の棲息可能な空間をもとめ、この量にたいする投入個体数を論ずるべきである。すなわち、実際に利用された食物量にたいする個体数密度であらわした内田のいう生態密度の概念を念頭において考察をすすめることが大切である。

文 献

- 1) 北岡茂男：衛生動物 8, 192 (1957).
- 2) Moore, W. and C. I. Bliss : J. Econ. Entomol. 35, 544 (1942).
- 3) 長沢純夫・橋爪文次：防虫科学 20, 93 (1955).
- 4) 長沢純夫：防虫科学 21, 110 (1956).
- 5) Nagasawa, S. : Bull. Inst. Chem. Research, Kyoto Univ. 34, 101 (1956).
- 6) Przibram, H. : Connecting laws in animal morphology. London (1931).
- 7) 内田俊郎：個体群生態学の研究 1 : 119 (1952).
- 8) Yates, F. : Ann. Eugenics 10, 317 (1940).
- 9) Youden, W. J. : Contrb. Boyce Thompson Inst. 11, 219 (1940).

Résumé

1. In the present paper, the relations of the diameter of container rearing for the larvae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macquardt, to the body length of pupae, per cent area truncated for the calculation of cumulative frequency curve of pupal length, standard deviation, and per cent pupation were discussed. Seven kinds of containers having the diameters of 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10cm were used for the experiment. Fifty grams of "okara" (residual products of "tofu" making), 5g of rice bran, and 0.5g of powdered beer yeast per one container were used for the rearing of 200 individuals of larvae. The rearing was carried out under the environmental condition of ca 27°C and ca 50% relative humidity. Measure-

ments were made of the length of pupae by binocular microscope. Three containers for each kind were prepared and the experiment was conducted following an experimental design of balanced incomplete blocks as shown in Table 1.

2. As is seen in the schematic drawings of Fig. 1, some parts of culture media in the containers having the diameters of 4, 5 and 6cm were not used by the larvae for their growing. Especially, the greater part of culture medium was not used in the container having the diameter of 4cm. In the containers over 7cm of diameter, the culture media were used wholly by the larvae for their growing. In the containers having the diameters of 9 and 10cm, however, the culture media were dried up wholly and broken into small pieces by the time when almost all larvae pupate, and this immoderate drying of culture medium did not bring the good result for the growing of larvae and their pupation. Best state of culture medium at the time when almost all larvae pupate was obtained in the container having the diameter of 7cm.

3. When the cumulated percentages of frequency were plotted on the ordinate and the pupal length in cube on the abscissa nearly symmetrical sigmoid curves were obtained in all cases of containers. Fig. 3 shows that these curves can be converted to the straight lines by transforming the cumulated percentages of frequency to a function of the normal curve such as the probit and with transforming the length to cube. On the basis of the idea obtained in this graphic analysis, the data shown in Table 2 were summarized, and the medians and standard deviations calculated from the rectified straight lines were used for the discussion in the present paper.

4. The individuals in the lower part departed from the transformed straight line were considered the dwarfish pupae resulted due to the delayed growings, and the individuals in the upper part are considered the observed values of the pupal coloured larvae or that of the abnormal shaped pupae such as metathetely.

5. The maximum value of pupal length was obtained in the container having the diameter

of 7cm, and for the containers with larger and smaller diameters, it became smaller values. The minimum value was obtained in the container having the diameter of 4cm, and the differences between this value and the values obtained in the other containers were significant statistically. But the differences of one another values obtained in the containers having the diameters of 5, 6, 7, 8, 9 and 10cm were not significant.

6. The per cent area truncated for the calculation of cumulative frequency curve of pupal length was minimum in the container having the diameter of 7cm and it was maximum in the container having diameter of 10cm. The differences between this maximum value and the values obtained in the other containers were significant statistically. But the differences of one another values obtained in the containers having the diameters of 4, 5, 6, 7, 8 and 9cm were not significant.

7. The standard deviation of pupal length was minimum in the container having the diameter of 10cm, and it was maximum in the container having the diameter of 7cm, and the difference between these two values was significant. But the differences of one another values obtained in the containers except the one having the diameter of 10cm were not significant.

8. In the container having the diameter of 5cm, the percentage of pupation takes maximum value 86.7%, the differences between this value and the values obtained in the other containers were significant statistically. The percentages of pupation obtained in the containers except the one having the diameter of 5cm were at the level of 70% and the differences of one another values were not significant.

9. Thinking collectively from the result of the present experiment a conclusion can be drawn that the many houseflies suitable for biological assay of insecticides will be able to rear in the container having the diameter of 7cm. When the larger containers are used for the mass culture of housefly, the quantity of culture medium per container should be regulate so as to get the final state of culture medium likewise that obtained in the container having the diameter of 7cm.

10. As the culture medium kept in a container is not always used wholly by the larvae for their growing according to the shape of container, the effects of population densities to the various characters of progeny should be discussed from the relation of the number of larvae to the culture medium which was used by the larvae for their growing.

On the Relation between the Diameter of Container and the Duration from Oviposition to Emergence in the Course of Mass Culture of the Common Housefly, *Musca domestica vicina* Macquardt, using the "Okara" Culture Medium. Problems on the Breeding of Insects for Biological Assay of Insecticides. XXIV. Sumio NAGASAWA and Michiko KISHINO (Ohno Laboratory, Institute for Chemical Research, Kyoto University. Takatsuki, Ohsaka). Received Jan. 17, 1959. *Bo'yu-Kagaku*, 24, 10-16, 1959 (with English résumé, 15).

2. 豆腐粕培基によるイエバエの大量飼育過程においてみられる容器の広さと発育所要日数の関係について 殺虫剤の生物試験用昆虫の飼育にかんする諸問題 第24報 長沢純夫・岸野見知子 (京都大学 化学研究所 大野研究室) 34. 1. 17 受理

口径 4, 5, 6, 7, 8, 9 および 10cm のガラス円筒に, おから 50g, ぬか 5g, 酵母 0.5g をいれて, イエバエの幼虫 200 匹を飼育し, 容器の広さと発育所要日数の関係を究明した。口径 4cm の容器においては, その発育所要日数は他にくらべていちじるしく長かったが, その他の容器においては順次口径の大きいものほどそれは減少し, 両者の関係は大体 1 次の式をもって表示することができた。

イエバエ幼虫の飼育過程においては, 培基の全投与量は, それをいれる容器のかたちによって, かならず

しも全棲息空間とはなりえず, また幼虫発育のための利用量ともなりえないことを, 筆者らはさきに報じ