

pentachlorocyclohexa-2,5-diene-1-one (II). The fungicidal activity of the compound II against the germination of the conidia of *Ophiobolus Miyabeanus* was half of copper sulfate (as

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) (Fig. 3), and the insecticidal activity against house fly was one to eight times of p,p'-DDT. (Fig. 4)

On the Relations between the Length and Width of Pupae of the Common Housefly, *Musca domestica vicina* Macq., and the Population Densities of their Larval Stage. Problems on the Breeding of Insects for Biological Assay of Insecticides. XV. Sumio NAGASAWA (Takei Laboratory, Institute for Chemical Research, Kyoto University). Received Oct. 27. 1956. *Botyu-Kagaku*, 21, 110-116, 1956 (with English résumé, 116).

24. イエバエの幼虫の棲息密度と蛹の長さおよび幅の関係について 殺虫剤の生物試験用昆虫の飼育にかんする諸問題 第15報¹⁹⁾ 長沢純夫(京都大学 化学研究所 武居研究室) 31. 10. 27 受理

豆腐粕をもちいるイエバエの大量飼育において、幼虫期の棲息密度を種々かえた時の蛹の大きさとその関係を究明し、その最適棲息密度は豆腐粕 50g, 糠 5g, 酵母 0.5g に対して 79 匹程度であると推定した。

殺虫剤の生物試験に供せられる昆虫は、できるだけ感受性の巾のせまい、すなわちそのうらづけとなるところの、生理学的ならびに形態学的諸性質の変異巾が最少限の状態にある個体群であることがのぞましい。そして実験室的に累代飼育のできる昆虫を用いる場合は、そうした諸性質をそなえた個体群を最大限にえられるような飼育法の究明が、まづ必要である。イエバエについてはさきに、豆腐粕培养基による飼育をおこなう場合、卵またはそれから羽化した幼虫を培养基にうつす時期をかえ、それからえられた蛹の大きさ、蛹化率羽化率などの関係をもとめ、産卵後何日目のものを培养基にうつすのが最も適当であるかを考察し、大体産卵後 2 日目の個体をうつすべきが最適であるという結論をえたが²⁾、今回ここにするそうとすることは、さらにそのように 2 日目にうつしたものの幼虫期の棲息密度と蛹の大きさととの関係を究明した結果である。

本文に入るにさきだち、実験の助力と数値の計算に尽力せられた柴田砂田子嬢に深謝の意を表する次第である。

実験材料および方法

(1) イエバエ この実験にもちいたイエバエは、数 10 代の累代飼育をつづけて今日にいたる 形態学的にも生理学的にもほぼひとしい遺伝的性質を有するものとかがえられる高槻系である。

(2) 産卵培养基および幼虫飼育培养基 産卵培养基としては魚粉と米糠を等量混合して煮つめ、これを直径 9 cm, 高さ 4.5 cm のシャーレに入れてあたえた。幼虫飼育培养基には、豆腐粕 50g, 糠 5g, 酵母粉末 0.5g

をよく混ぜあわせて、前とおなじ大きさのシャーレに入れたものもちいた。

(3) 幼虫の棲息密度 産卵培养基を 3 時間成虫の籠に入れて産卵せしめた後、籠からとり出して 30°C の恒温環境下におき、孵化して若干発育した 2 日後の幼虫を、前記の飼育培养基 1 ケにたいし 63, 79, 100, 126, 159, 200, 251, 316, 398, 501, 630 および 794 個体の 12 段階に区分して入れた。シャーレの数は各区とも 10 個づつもうけてくりかえしをおこなつた。産卵培养基および幼虫培养基は、いずれも実験期間中は金網蓋をおくって 30°C 関係湿度 50% の条件下においた。

(4) 蛹の大きさの測定と蛹化個体数の記録 すべての幼虫培养基から、産卵後 8 日目の蛹をひろいあつめ、その長さと巾を双眼顕微鏡に装填したオキュラーマイクロメーターによつて測定し、あわせて蛹化個体を記録した。なおこの実験は 1954 年 10 月 12 日から 12 月 10 日にいたる期間におこなつた。

実験結果と考察

各区とも 10 個のシャーレからえられた蛹の長さ、および幅の測定結果を集計し、マイクロメーターの目盛のままの数値 (1 単位 = 0.098 mm) による度数分布の表としてしめすと、第 1, 2 表のごとくである。そしてこれを柱状図表にしめしたのが第 1, 2 図である。まづ平均値について概括的に考察すると、長さおよび巾ともに低密度から高密度に移るにしたがつて、少しづつ減少する傾向をしめすが、501 匹区あたりから、逆にふたたび少しづつ大きさをましている。もつとも詳細にみれば、最低密度の 63 匹区の長さは、79 匹区のそれよりも小さく、また 316 匹区の平均長は最も

Table 1. Frequency distribution of length of pupae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macq. Relation between the length of pupae and the population density of larva.

Population density	63	79	100	126	159	200	251	316	398	501	630	794
35												
36												
37											1	
38									2		0	
39								1	1		4	
40			2				3	4	8	2	12	4
41			0	1		3	3	3	8	7	10	9
42	2		0	1		4	6	11	19	14	14	30
43	0		0	2	1	6	13	24	24	25	38	41
44	1		3	3	3	7	19	30	29	56	61	63
45	2	1	7	5	6	17	25	41	61	77	88	110
46	3	2	8	3	8	11	23	53	70	80	110	106
47	2	6	4	4	15	28	32	74	101	106	129	173
48	4	3	9	6	18	27	45	75	118	121	156	228
49	4	5	13	14	32	42	65	110	143	148	150	260
Class mark (1 unit = 0.098 mm)	7	7	18	22	36	53	65	100	135	156	158	280
51	5	7	20	16	34	50	90	124	127	136	197	327
52	15	8	24	28	55	48	88	138	164	167	195	415
53	6	13	32	29	64	71	80	138	152	181	182	426
54	16	18	24	36	70	87	95	170	157	169	203	431
55	23	26	23	68	76	95	113	179	143	175	162	447
56	11	30	22	62	83	105	126	160	148	201	172	497
57	31	48	42	76	92	107	137	156	137	179	168	495
58	29	56	42	75	101	126	167	143	154	169	202	480
59	46	65	47	102	83	115	137	124	128	164	150	324
60	53	61	69	84	85	132	127	82	106	147	139	258
61	54	71	87	72	76	97	104	68	114	114	134	218
62	58	86	91	89	67	82	103	35	93	78	109	136
63	39	62	76	56	41	68	69	31	63	41	76	85
64	26	29	53	39	28	43	34	21	56	51	81	39
65	15	19	41	23	12	35	28	13	29	24	42	21
66	8	10	8	13	3	14	10	4	15	18	28	8
67	1	4	10	9	1	7	7	3	9	7	27	5
68			3	3	2	8			10	3	15	1
69			4	2		2			4	1	11	
70				1					1	1	2	
Total	461	633	782	943	1092	1490	1814	2115	2526	2818	3226	5917
Mean	59.02	59.55	58.85	58.31	56.58	56.75	55.74	53.92	54.21	54.08	54.20	54.25
Standard deviation	4.37	4.08	4.80	4.53	4.50	5.09	5.12	4.97	5.71	5.42	3.96	4.74
Variation coefficient (%)	7.40	6.86	6.98	7.76	7.94	8.98	9.19	9.22	10.53	10.02	7.31	8.73
Per cent pupation	72.83	80.13	78.20	74.84	68.68	74.50	72.27	66.93	63.47	56.25	51.21	74.52

Table 2. Frequency distribution of width of pupae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macq. Relation between the width of pupae and the population density of larva.

Population density	63	79	100	126	159	200	251	316	398	501	630	794	
Class mark (1 unit= 0.098 mm)	15		1	1		1	1	2	7	3	11	8	9
	16		1	0	5	6	7	7	17	17	30	38	35
	17	3	0	2	4	9	15	31	52	79	116	96	117
	18	4	0	10	19	32	40	66	115	164	237	269	264
	19	5	6	13	27	55	63	118	153	191	271	298	430
	20	18	17	30	27	72	90	168	213	241	291	332	542
	21	19	20	51	79	128	119	197	295	330	359	401	850
	22	20	46	76	119	128	175	215	346	358	390	452	1016
	23	46	84	101	163	228	273	289	401	401	470	439	1116
	24	70	113	158	206	163	307	270	324	355	332	385	900
	25	99	148	162	157	160	244	239	136	214	192	253	466
	26	109	117	100	111	91	122	145	48	124	96	188	143
	27	56	62	59	24	17	27	44	7	35	19	56	28
	28	12	18	15	2	2	7	22	1	13	3	11	1
29			3				1		1				
30			1										
Total	461	633	782	943	1092	1490	1814	2115	2526	2818	3226	5917	
Mean	24.54	24.46	23.93	23.36	22.77	23.02	22.73	22.83	21.98	21.53	21.77	22.15	
Standard deviation	2.13	1.93	2.16	2.09	2.25	2.23	2.46	2.22	2.48	2.68	2.60	2.19	
Variation coefficient (%)	8.70	7.87	9.03	8.93	9.89	9.69	10.80	9.74	11.27	12.47	11.93	9.87	

小さくっており、他 1, 2 逆の関係も見られる。ある密度を境にして、大きさが逆の関係をしめすことは、さきに筆者はアズキゾウムシについてこれを見ていた。第1表の最下段にしめた蛹化率もまた、長さおよび巾とはほぼおなじような傾向をしめし、398; 501, 630 匹区あたりにおいてもつとも低い、また長さおよび巾の変異係数も、このあたりにおいて一番大きい。Janish⁹⁾ は異常な温度や湿度などに遭遇した場合の死亡率は高くなり、同時に種々な生理的性質の変異も大きくなるのとべているが、異常な温湿度は、この場合幼虫期の棲息密度におきかえることができよう。筆者⁹⁾ がさきに、アズキゾウムシにおいて親虫の密度が、64 対の時には、幼虫期の死亡率は最も高く、同時に変異係数もまた一番大きく、他の密度についても幼虫期の死亡率と翅鞘の長さ、または巾の変異係数とは、平行的な関係をみとめたのと一致している。最低密度 63 匹区の長さが、79 匹区のそれより少ないということとは、シヨウシヨウバエに於て Allee³⁾, Eigenbrodt³⁾, 森⁷⁾ らが、モンシロチョウにおいて Wardzinski¹⁰⁾ が観察したところと似ている。すなわち、シヨウシヨウ

バエやモンシロチョウの大きさは、ある低い密度のときに最も大きく、それ以上密度が増大した場合も減少した場合も、ともに体は小さくなることを指摘している。筆者がさきにしめたアズキゾウムシの翅鞘の長さおよび巾においても、おなじようなことがみられている。しかしこれが有意の事実であり、さらに低密度にうつるにしたがつてこの傾向が顕著になるかどうかは、なお実験をかさねなければわからない。Eigenbrodt は、密度があまり小さい場合は、yeast または bacteria による harmful elements の増大が抑制されないし、一方密度が大きいと食物となる植物の成長をおさえすぎるということをあげて、この間の事情を説明しようとしている。事実イエバエの飼育においては、環境条件を一定に保つた場合、幼虫期の棲息密度にはある程度の最適範囲があつて、1 個体あたりの食物が豊富であるべきはづの低密度の場合にかえつて飼育がおもわしくない。このことはすでに累代飼育法の解説において筆者¹²⁾ はのべたが、アズキゾウムシにたいするアズキのような、比較的安定した食物をとる昆虫における場合とは、同律に考えることはできない問題

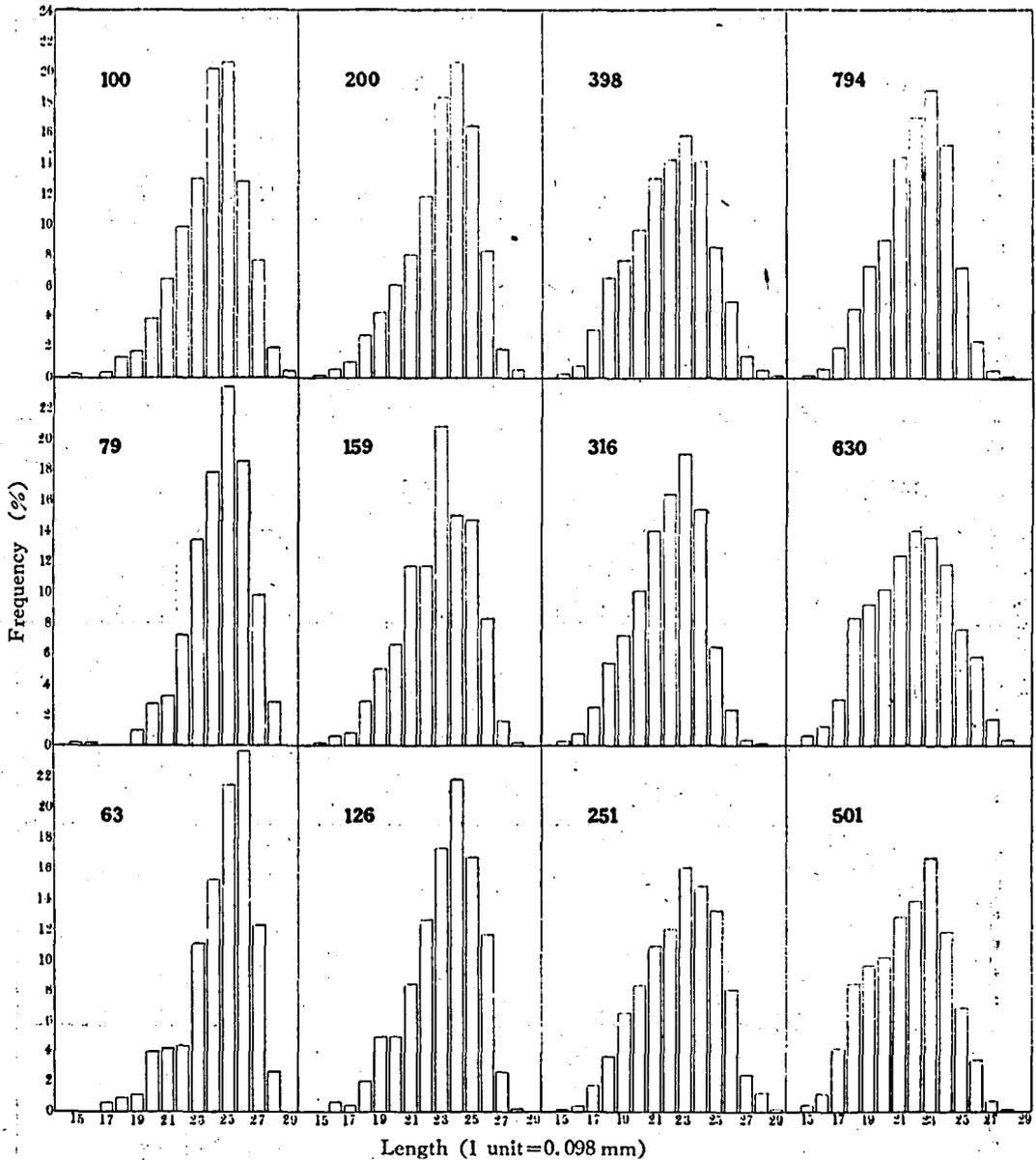


Fig. 1. Histogram for the distribution of length of pupae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macq. Relation the length of pupae to the population density of larva.

であろう。棲息密度と体の大きさの逆比例関係は、Adolph¹⁾, Alee²⁾, Landowski³⁾, 宮尾⁶⁾, Sang & Robertson¹⁴⁾, 高橋¹⁵⁾, Titschack¹⁶⁾, Utida¹⁷⁾ ほか多数の研究者によつて種々の動物について確認されている。環境条件を一定に保つた場合、摂取する食物を安定な状態にたもつるものにおいては、この逆比例関係の認められるものが多いであろう。これとてもさらに密度を増して行つた場合の結果には、興味をもた

れる。しかし一方 Mosebach-Pukowski⁵⁾ は幼虫期の棲息密度とは、何等の関係がなく、羽化成虫の大きさにはほとんどおなじであるという結果を *Vanessa io* および *Vanessa urticae* についてえている。体の大きさを Y (その対数 y) とし、幼虫期の棲息密度を X (その対数 x) とした場合、高橋¹⁵⁾ はコナマダラメイガにおいて、幼虫棲息密度と羽化成虫の頭巾との関係を $Y=aX+b$ であらわし、宮尾⁶⁾ は、オオニジ

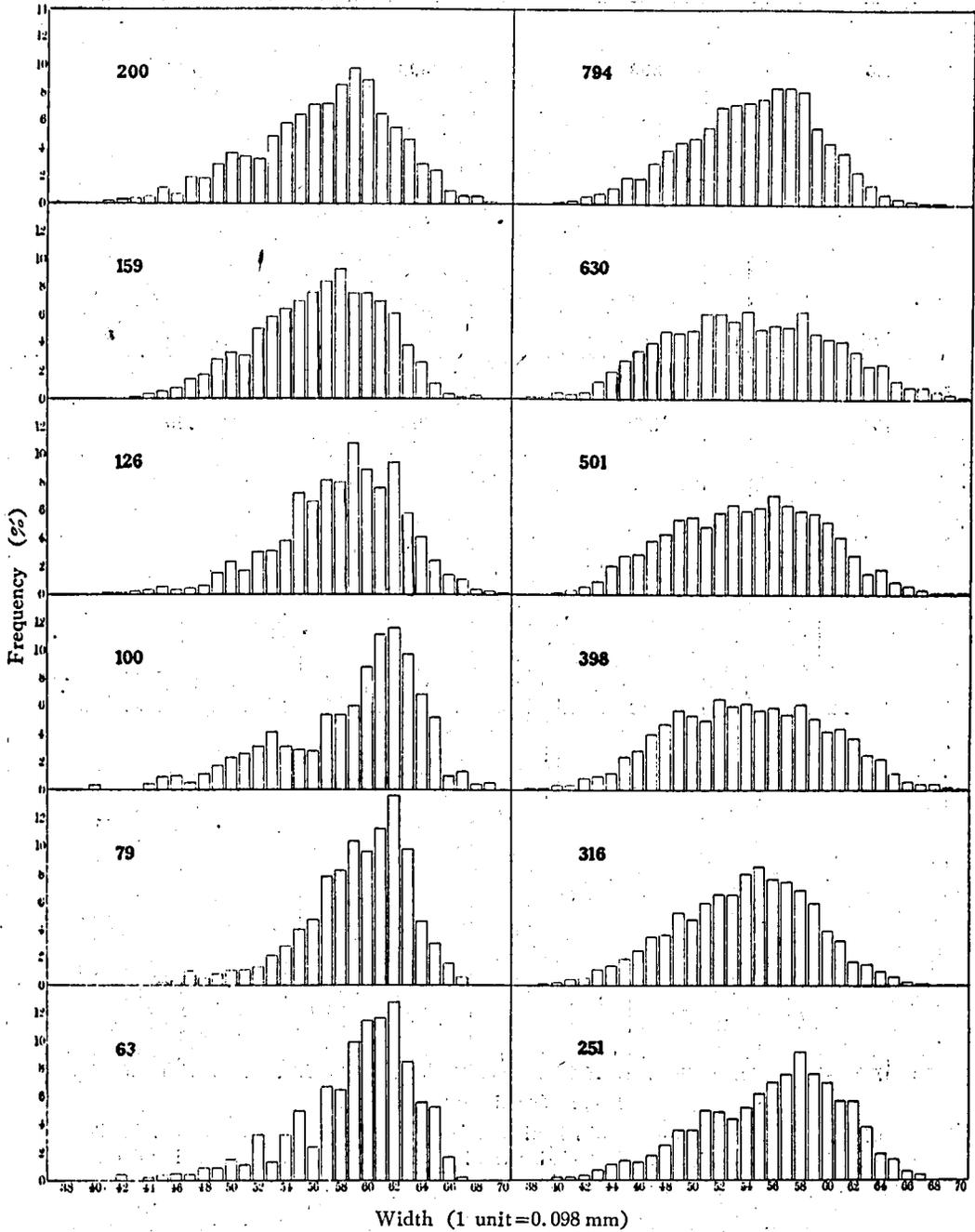


Fig. 2. Histogram for the distribution of width of pupae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macq. Relation of the width of pupae to the population density of larva.

ユウヤホジテントウの幼虫棲息密度と、幼虫触角間長または成虫翅鞘長との関係を $y=bx^a$ の式にあてはめているが、筆者のえた実験結果には、いずれがより高い適合度をしめすかはいいえず、そうした直線からはかなりはづれた測定結果がいずれの場合にもみられ

る。

つぎに変異の分布曲線をみるとまづ長さについては最低棲息密度のときに最もいちぢるしい右傾歪偏の型をとり、その歪みは左方がゆるやかで右方が急になり、モードが算術平均より右方に偏在する。この右傾歪偏

の型は、251匹のあたりまでみられるが、密度が高くなるにしたがつて、それらのモードが少しづつ左方にうつり、変異の巾もひろまり傾きも次第になだらかになつていく。316から630匹の棲息密度においては、それらの度数分布は対称の形に近くなり、かつ密度が高くなるにつれて、次第に山はひくくなつて、変異の巾もさらにひろまつていく。ところが630匹区を境にして794匹区ではふたたび右傾歪偏の形をしめしている。しかしさらに高密度になつた場合、これがどのような形にうつっていくかは、これだけの実験結果からは推定しがたい。巾についても同様なことがいえるが、最低密度のときに最もいちぢるしい右傾歪偏の型がみられるが、密度の増加とともに少しづつモードは左方にうつり、平均して分布の山はひくくなる。すなわち尖度は小さくなる。630匹の区において一番なだらかな山になるが、794匹の区になるとふたたびモードも左側に移動し、右傾歪偏の度もいちぢるしくなつてくる。長さにくらべて右傾歪偏の形は程度の差はあるが、どの場合にもはつきりとみとめられる。この変異の分布状態はアズキゾウムシ^{9,10}においてみられた、低密度のときは正規分布にちかく、モードと算術

平均とは大体一致し、密度がたかくなると小型個体があらわれて右傾歪偏の型をとり、モードの値も左方に少しく移動する、しかしある密度をすぎると小型個体をのこしたままモードは、ふたたびもとの位置にもどるという傾向とはまったく趣を異にしている。

以上の結果から、殺虫剤の生物試験に供しようとするイエバエの飼育において、最も好適な棲息密度は、大きさにして最も大きい個体がえられ、かつその変異の巾のせまい、すなわち変異係数の最も小さい個体群が最大限にえられる、すなわち蛹化率の最も高い区を判定すればよい。もつとも蛹化率がそのままひといし羽化率をしめすかどうか疑問で、ことに300匹以上の高密度における蛹化率が、さらに羽化率において相当程度低下する事実を考えあわせると、一率に論ずることは不適當かもしれないが、蛹化率がひくいということにおいてははかわりない。総合的に見て本実験結果では79匹の棲息密度区において、もつともこの諸条件にかなつた数値をしめしているものと考えられる。以上の関係を図にしめたのが第3図である。

摘 要

1. 豆腐粕 50g, 糠 5g, 酵母 0.5g をもつて構成される培基に1ヶあたり、63, 79, 100, 126, 159, 200, 251, 316, 398, 501, 630 および 794 匹の12段階にわけて産卵後2日目の幼虫を入れ、えられた蛹の長さおよび巾を測定した。
2. 長さおよび巾ともにおよむね低密度から高密度にうつるにしたがつて、少しづつ減少する傾向をしめしたが、501匹区あたりから逆にふたたび少しづつ大きさを増した。
3. 蛹化率もまた長さおよび巾とほぼ同様な傾向をしめし、398, 501, 630匹区あたりにおいてもつとも低い。また長さおよび巾の変異係数もこのあたりにおいて一番大きい。
4. 変異の分布曲線は、長さについては最低密度のときに最もいちぢるしい右傾歪偏の型をとり、この型は251匹区あたりまでみられるが、密度がたかくなるにしたがつて、それらのモードは少しづつ左方にうつり、変異の巾もひろまり、傾きもなだらかになつてくる。316から630匹の棲息密度においては、それらの度数分布は対称の形に近くなり、山もさらにひくくなり、変異の巾もひろまる。630匹をさかいにして794匹の区では、ふたたび右傾歪偏の型をしめた。巾についてもほぼおなじようなことがいえるが、長さにくらべて右傾歪偏の形は、程度の差はあるがどの場合もはつきりみとめられた。
5. 変異の巾のせまい、大きい個体が最も多くえられる幼虫棲息密度は、上記の培基1ヶにたいして79

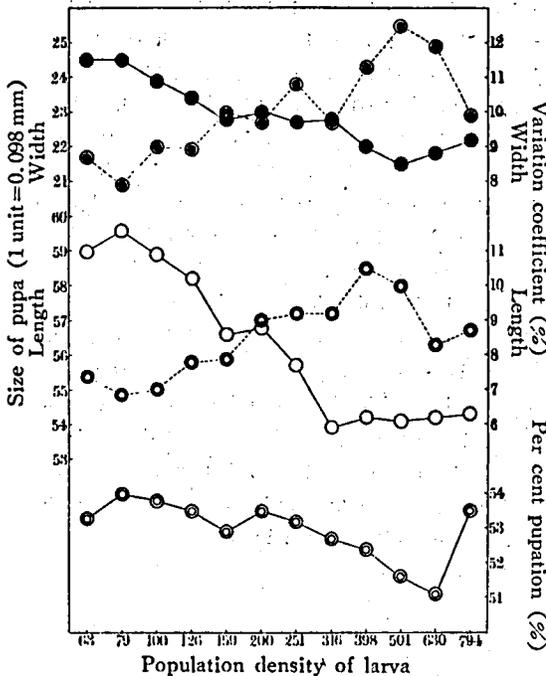


Fig. 3. Relations between average length (—○—) and width (—●—) of pupae of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macq., their variation coefficients (—○—, —●—) respectively, per cent pupation (—●—) the population densities.

四程度であると推定される。

文 献

- 1) Adolph, E. F. : Biol. Bull., 61, 350—75 (1931).
- 2) Alle, W. C. : Animal aggregations (1931).
- 3) Eigenbrodt, H. J. : Ph. D. thesis in University of Illinois Library (1925).
- 4) Janish, E. : Acta Biotheor., 1, 47—58 (1935).
- 5) Landowski, J. : Biol. Zentralbl., 58, 512—5 (1938).
- 6) 宮尾嶽雄 : 新昆虫 9 (3), 14—7 (1956).
- 7) 森 主一 : 動物学雑誌 60, 106—9 (1951).
- 8) Mosebach-Pukowski, E. : Z. Morph. Okol., 33, 358—80 (1937).
- 9) 長沢純夫 : 個体群生態学の研究 1, 136—42 (1951).
- 10) 長沢純夫 : 新昆虫 8 (11), 2—8 (1955).
- 11) 長沢純夫・橋爪文次 : 防虫科学 20, 92—101 (1955).
- 12) Nagasawa, S. : Bull. Inst. Chem. Research, Kyoto Univ., 34, 101—16 (1956).
- 13) 長沢純夫 : 防虫科学, 21, 48—9 (1956)
- 14) Sang, J. H. & Robertson, F. W. : Physiol. Zool., 22, 185—202 (1949).
- 15) 高橋史樹 : 個体群生態学の研究 2, 55—64 (1953).
- 16) Titschack, E. : Z. angew. Entomol., 25, 1—64 (1936).
- 17) Utida, S. : Mem. Coll. Agr., Kyoto Imp. Univ., 48, 1—30 (1941).
- 18) Wardzinski, K. : Z. angew. Entomol., 25, 472—86. (1939)

昭和31年度、文部省科学研究費(助成研究61217)補助

Résumé

The writer, in the present paper, discussed on the relations between the larval densities of the common housefly, *Musca domestica vicina* Macq., and the length or width of pupae. A petri dish

measuring 9 cm in diameter by 4.5 cm in height was preferred as a container. For a dish, residual product in "tofu" making 50 g, rice bran 5 g and yeast powder 0.5 g were used. The population of larvae were selected in logarithmic scales as 63, 79, 100, 126, 159, 200, 251, 316, 398, 501, 630 and 794 individuals. The larvae of 2 days after oviposition were transferred to the culture dish and all pupae were picked up from the culture medium at the eighth day. The maximum length and width of pupae were measured by the binocular microscope. Ten dishes were prepared for each population densities. The experiment were carried out at the constant environmental condition of 30°C and 50% relative humidity. The value of both dimensions were minimum at the density of 501 individuals and increase almost regularly towards the higher and lower densities. Same fact was also observed in per cent pupation. And the lowest per cent pupations were obtained at the densities of 348, 501 and 630 individuals. The values of coefficient variation in length and width were also maximum in these densities. In the length dimension, the most remarkable skewness of frequency distribution with the clustering above the mean and a long tail below were recognized at the lowest density. As the population densities increase, their skewnesses were gradually lightened and approached to the normal distribution. But this skewness was recovered again at the density of 794 individuals. The nearly same shapes of distribution were also recognized in the width dimension. But the skewnesses of frequency distribution with the clustering above the mean and a long tail below were recognized at almost all densities. It is considered that the many healthy individuals with uniform size are obtained at the culture dish with 79 individuals.