

実験シマトビケラは薬剤接触後5分間して清水に移して対照シマトビケラと同様にして飼育した。薬剤接触後横転した魚類は夫々直ちに清水に移して飼育した。

結果：1) 供試魚類ハエ、フナ、メダカはいずれも薬剤接触後間もなく狂奔状態になり、ついで横転して水面に静止するが、接触より横転までの時間はハエ(5匹)は3~10分間、平均5.6分を要し、フナ(5匹)は8~15分、平均13.0分、メダカ(20匹)は14~24分、平均20.2分を要し、即ち接触より横転までの時間による抵抗力の強さはメダカ>フナ>ハエの順序でメダカはフナの約1.6倍、ハエの約3.6倍、フナはハエの約2.3倍である。2) 供試魚類は lindane 乳剤による横転後夫々直ちに清水に移せばハエ、フナでは夫々10分以内に、メダカは夫々5分間以後に正常に泳ぎ出し、全個体が恢復し、薬剤接触後の2, XII; 14:00及び3, XII; 14:00即ち24時間後、48時間後に検査したが元気であった。3) 魚類への接触と同じ lindane 1ppm 濃度の乳剤で接触してより5分間後のウルマシマトビケラはやや不活潑になるだけであったがこれを清水に移して飼育すると接触してより24時間後には供試数20匹のうち11匹斃死し48時間後には更に4匹、合計15匹斃死した。これに反し対照の未処理の同幼虫20匹は同一方法で飼育し、48時間後には2匹のみ斃死したので lindane 1ppm での殺虫効果はある程度あったものと認められる。

文 献

- 1) Bliss, C. I.: Science **79**, 38 (1934).
- 2) Bliss, C. I.: Ann. Appl. Biol. **22**, 134 (1935).
- 3) 水沼栄三：滋賀県水産試験場報告 **7**, 22(1956).
- 4) 大沢済・長沢純夫：防虫科学 **7**・8・9, 6(1947).
- 5) 津田松苗：宇治発電所の発電害虫シマトビケラの研究、関西電力近畿支社、大阪 (1955).

- 6) 津田松苗：防虫科学 **22**, 187 (1957).
- 7) 津田松苗・広 正義：日生態会誌 **5**, 77 (1955).
- 8) 津田松苗・河合積次：日生態会誌 **6**, 73 (1956).

Résumé

The rearing of *Hydropsyche* larvae in the laboratory condition were easily made by forcing air into the bottle with magnetic vibrator and aspirator as shown in Fig. 1. According to this, after each exposure in 1 & 2 ppm concentration of lindane for 30, 60, 90, 120 and 150 seconds, larvae of *Hydropsyche ulmeri* were reared in the tap-water for 24 & 48 hours. The number of dead caddis-fly larvae were counted as shown in Table 2. In the case of 2 ppm concentration of lindane emulsions, the result agrees with the time-mortality regression line of Bliss' method but in 1 ppm it does not so. According to LT-50 of Table 3, 2 ppm concentration of lindane was effective as well as 1/3 exposure time of 1 ppm.

The effect to the killifish there was no remarkable in either concentration of 1 or 2 ppm by exposing for 150 seconds. In 1 ppm concentration, by exposure of 60 seconds, 70% mortality of caddis fly was shown after 48 hours, and this figure was the concentration that the larvae were completely killed. If the weakened ones were added the effect would be higher than this. Therefore, it is concluded that the concentration of 1 ppm is better to be used for control the caddis fly in natural stream.

Factors Influencing the Development of *Anthrenus verbasci* L. Keizi KIRITANI (Entomological Laboratory, College of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, Japan). Received July 14, 1958. *Botyu-Kagaku* **23**, 137, (with English résumé, 145).

26. ヒメマルカツオブシムシの成育を支配する要因* 桐谷圭治(京都大学 農学部 昆虫学研究室) 33. 7. 14 受理

ヒメマルカツオブシムシ *Anthrenus verbasci* の成育に幼虫期の食物、飼育密度、温度がいかなる影響を与えるかを調べた。また幼虫の休眠覚醒の温度条件についても調べた。

はじめに

筆者¹⁰⁾ は先にヒメマルカツオブシムシ *Anthrenus*

verbasci の成虫の産卵習性、走光性、寿命などについての実験の結果を報告したが、本報においては、幼

* 京都大学農学部昆虫学研究室業績 第312号。

虫期の食物、飼育温度、飼育密度がその成育に与える影響を明らかにすることを目的とした。あわせて幼虫の休眠覚醒実験をも行った。また温度の違いによる卵、蛹、成虫潜伏期間をも調べた。

ここに結果を報告するにあたり、実験を御指導くださった当研究室の内田俊郎教授に厚くお礼を申しあげる。また色々の有益な御助言をいただいた河野助教授はじめ研究室の皆様にも感謝の意を表したい。

実験材料と方法

実験には、野外のフランスギク *Chrysanthemum leucanthemum* の花上で採集した成虫よりえた次世代の幼虫を使用した。一部は屋内で乾燥標本を加害していた幼虫を採集しこれよりえた次世代のものを使用した。

1頭飼育には口径 1.8 cm の試験管を用い、集合飼育には、室温飼育の時は直径 3 cm、高さ 1 cm の肉池を、恒温条件下での飼育には直径 4 cm、高さ 1.5 cm のシャーレをそれぞれ用いた。飼育温度は、20、25、30° および冬季日中のみ暖房した室温、および自然温であるが、湿度はとくに調節しなかった。幼虫の飼育飼料その他の方法の詳細については各実験ごとに述べる。

幼虫期の餌の種類と成育

実験 1.

幼虫を1頭ずつ冬季昼間暖房をした室温下で7種類の飼料を使用して調べた(第1表)。

10カ月後にみられた蛹化率は6カ月目の幼虫の体重と平行的関係がみられた。ケズリガツオでは生存幼虫のすべてが蛹化したが発育の悪い飼料では相当部分がなお幼虫のままでこれらの大部分は2年以上の幼虫期間を経過すると考えられる。一般に蛹化率が高く、幼虫体重が重くなる飼料での死亡率は低い。ケズリガツ

オの幼虫死亡率は実験2および他の同飼料を使った実験の結果と比較するとこの場合は異常に高い。

実験 2.

飼育飼料は実験1の2種類の昆虫死体の代りにカイコ *Bombyx mori* の乾燥蛹を使い、ヌカの代りに玄米を加え計4種類を使用した。飼育条件は実験1と同じで、飼料による脱皮回数、蛹体重、1年仔、2年仔、3年仔(幼虫期間3年のもの)の出現割合をみた(第2表)。

死亡率はケズリガツオでは実験1に比べてはるかに低い。玄米では幼虫は胚の部分进行を食害し、胚乳部を加害することはない。1年目には生存虫の1部が蛹化し大部分は2年目に入ったがその内の大半は蛹化せずに死亡し残部の半数が2年目に蛹化他は3年目の幼虫期に入った。小麦粉では1年目で蛹化するものはなくすべて2年目の幼虫期に入ったが、その半数は蛹化せず死亡し残りは3年目の幼虫期に入った。これに反し実験1では生存虫の60%が1年目に蛹化した(第1表)。脱皮回数は2年仔は1年仔にくらべて4~5回多く脱皮する。しかし両者の同一期間内の脱皮回数は違わない。同一期間内の脱皮回数は、多いものから順にカイコサナギ>ケズリガツオ>玄米>小麦粉の順になる。ケズリガツオに比しカイコサナギで多くの脱皮がみられることは両飼料を使った他の実験でも共通に観察された。蛹体重の重さの順序も上と同じであった。♀は♂よりも体重は重い。この現象は他のカツオブシムシ科 *Dermestidae* のものでも共通にみられる^{7,11,12}。

以上実験1、2の結果は各種飼料が幼虫及び蛹重、脱皮回数、発育期間、死亡率におよぼす影響は複雑なものであることを示す。使用した9種の飼料を幼虫の成育の良否によりおよそ次の3群に分けうる。

- 1) 幼虫の成育に好適な飼料：ケズリガツオ、カイコサナギ、アズキゾウムシ成虫死体。
- 2) 幼虫の成育可能なるも好適でない飼料：玄米、

Table 1. Results of rearing larvae on various diets under isolated condition and at room temperature.

Food	No. used	6 months after hatching		10 months after hatching	
		Weight of larvae (mg)	Mortality (%)	No. of pupae/ no. of survivors (%)	Mortality (%)
Pure wool	15	—	100.0	—	100.0
Dead adult of <i>A. verbasci</i>	4	1.00	50.0	0.0	50.0
Dried fish (Dasizyakō)	31	1.47	58.1	44.5	71.0
Wheat flour	16	4.96	6.3	60.0	37.5
Rice bran	15	4.83	6.7	77.8	40.0
Dead adult of <i>Callosobruchus chinensis</i>	15	5.14	20.0	81.8	26.7
Fish meal (kezurigatuo)	54	5.88	22.2	100.0	46.3

Table 2. Percentages of one, two and three-year larvae, larval mortality, number of moults and weight of pupae reared on various diets under isolated condition and at room temperature.

Food	No. used	Mortality (%)		One-year larvae			Two-year larvae		Three-year larvae
		Within one year	During 1~2 years	%	No. of moults	Weight of pupae (mg)	%	No. of moults	%
Fish meal	76	15.8	1.3	79.0	6.7	♂ 5.51 ♀ 5.92	4.0	10.0	0.0
Dried pupae of <i>Bombyx mori</i>	31	51.7	3.2	41.9	7.4	♂ 6.12 ♀ 7.17	3.3	9.0	0.0
Unpolished rice	30	36.7	33.3	16.7	5.0	♂ 4.10 ♀ 4.40	6.7	10.0	6.7
Wheat flour	15	73.4	13.3	—	—	—	—	—	13.3

Table 3. Percentage of pupation in relation to days after hatching, larvae reared on fish meal at room temperature.

Date of hatching		May 8, 1956				April 16, 1956	
Breeding density		50		20	1		1
Origin of parents		Indoor	Flower	Flower	Flower		Flower
No. of larvae used		100	200	40	20		60
Larvae died (%)		31.0	42.0	32.5	15.0		25.0
Two-year larvae (%)		2.0	3.0	5.0	5.0		5.0
Pupae (%)	~275 days (Feb. 7. 1957) after hatching	5.0	27.0	35.0	0.0	~297 days (Feb. 7. 1957)	18.3
	276~280	26.0	14.0	7.5	20.0	298~302	15.0
	281~285	14.0	3.0	5.0	25.0	303~307	23.3
	286~290	8.0	3.0	5.0	10.0	308~312	3.3
	291~295	12.0	4.0	7.5	10.0		
	296~310	1.0	3.5	2.5	15.0	313~322	1.7
	311~330	1.0	0.5	0.0	0.0	323~342	8.3

メカ、小麦粉。

3) 幼虫の成育は不可能といえないが不適な飼料：ダシジャコ、ヒメマルカツオブシムシ成虫死体、純毛ラシャ布。

幼虫の飼育密度と成育

50, 20 頭の各区と1頭区の1部は1956年5月8日に、1頭区の残りは同年4月16日にふ化した幼虫をもちいて、ふ化期の早晚が蛹化期日に及ばずれを調べた。また50頭区の1部は屋内で採集したものの次世代の幼虫を使用し、野外の花上で採集したものの次世代のものとの相違を調べた(第3表)。飼育はすべて冬季暖房を行った室温下で行った。

飼育密度と死亡率、蛹化率：幼虫期の死亡率は飼育密度が高くなるにしたがって高くなる。蛹化は各区と

も93~97%の率でおこり、2年仔の出現率は区によって変らなかった。

飼育密度および孵化日の早晚と蛹化時期：ヒメマルカツオブシムシの幼虫は冬季も全く暖房しない室温下で飼育した場合は、京都地方では3月中下旬に蛹化し、約5週間の蛹期ののち羽化し約1週間幼虫殻内潜伏したのち脱出する¹⁹⁾。しかし冬季昼間暖房した室温ではこれより1カ月以上もはやく2月末までに90%内外が蛹化する。

1956年5月8日にふ化した幼虫では、1頭区は集合区に比して蛹化は数日おくれるが終りは変らない。また屋内採集の幼虫と屋外採集のそれとの間には蛹化率、成育日数でも全く違いはなかった。

5月8日ふ化の幼虫と、これより22日早くふ化した4月16日の幼虫では、後者では数日早く蛹化がはじ

Table 4. Weight of pupae and sex ratio ♀/(♂+♀) at different population density and date of pupation, larvae reared on fish meal and at room temperature.

Density of larvae		1		20		50	
Item		Weight of pupae (mg)	Sex ratio (%)	Weight of pupae (mg)	Sex ratio (%)	Weight of pupae (mg)	Sex ratio (%)
No. used	♂	15	55	14	24	67	180
	♀	22		9		49	
Pupated before 276th day	♂	5.83	41.2	5.30	28.6	4.29	35.8
	♀	6.03		5.43		5.07	
277~289th day	♂	5.38	61.3	4.47	66.7	3.91	44.1
	♀	5.70		5.92		4.17	
After 290th day	♂	5.00	42.9	4.50	0.0	3.85	58.7
	♀	5.00		—		3.70	
Mean±95% confidence	♂	5.51±0.33	52.7	5.09±0.50	41.7	4.16±0.66	43.3
	♀	5.92±0.32		5.73±0.29		4.64±0.30	

まっているがその終りはむしろ遅くなっている。したがって室温飼育ではふ化の早晚は蛹化の早晚とはほとんど無関係である。同様のことは横山 (1929) も観察している。

飼育密度、蛹化時期と蛹生体重、性比：蛹の平均生体重は飼育密度が高くなるにしたがって軽くなる。1頭区と50頭区では♂♀とも有意な差 ($p<0.05$) がみられた。また20頭区と50頭区では♀は有意な差 ($p<0.05$) を示した。

♀の蛹重は♂に比して重かったが有意な差はみられなかった。性比は1頭区ではほぼ等しいが集合区では♂の方が多かった (第4表)。

蛹化時期をふ化後の経過日数により3期に分け各期における蛹体重、性比を調べた (第4表)。蛹体重は蛹化後期のもの程♂♀とも軽くなる傾向がみられた。特に50頭区の♀では276日までと277~289日間の蛹体重には有意な差 ($p<0.05$) がみられた。性比は蛹化初期には♂が多く後期には♀が多くなる。

♂♀の脱皮回数：脱皮回数は飼育温度、飼料によ

て異なるが、1頭飼育、室温下でケズリガツオを飼料とした場合は♂は5~8回、♀は5~9回の脱皮をみたが頻度分布では♀は♂に比べて脱皮回数が多い傾向を示す (第5表)。

飼育温度と幼虫の成育、卵期、 蛹期および成虫潜伏期間

卵、蛹、成虫潜伏期間：羽化した成虫は一定期間最終令幼虫の脱皮殻内にとどまる、この期間を成虫潜伏期間とした。20, 25, 30°における卵、蛹、成虫潜伏期間は高温になるにしたがって短くなる (第6表)。ここに得られた結果は Kunike¹⁹⁾、Griswold²⁰⁾ 等によって得られた結果とよく一致している。

幼虫の成育と温度：幼虫の飼料にはカイコの乾燥蛹を粉末にしたものと、それにイーストを10%の割合で加えたものを使用した。飼育温度は20°, 25°, 30°の各温度を使用し、20°, 25°のものは幼虫密度10頭、1週間間隔で調べたが、30°に保ったものは1頭ずつ飼育し毎日室温下に取り出して調査した。実験は

Table 5. Number of moults in relation to sexes. Larvae reared on fish meal and at room temperature.

No. of moults	5	6	7	8	9	Total number	Mean±95% confidence
Sex							
♂ (%)	4.2	37.5	50.0	8.3	0.0	24	6.63±0.31
♀ (%)	7.4	14.8	66.7	7.4	3.7	27	6.85±0.34

Table 6. Effect of temperature on the duration of egg stage, pupal stage and period of quiescent adult. Number of individuals used are shown in brackets.

	Egg (days)	Pupa (days)	Quiescent adult (days)
20°	10~11	7.81 (47)	3.25 (40)
25°	13~14	10.19 (37)	4.68 (37)
30°	17~18	12.00 (32)	4.89 (18)

Table 7. Effect of temperature on the larval and pupal mortality in percentage. Larvae reared on either dried pupae of silk worm or mixture added 10% yeast in weight.

Instar °C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Pupa	Total number	Total mortality
20	15.6	6.1	3.9	0.0	0.0	1.7	1.7	—	—	—	—	5.6	180	34.5
25	13.0	4.7	2.4	4.1	5.9	0.0	1.2	1.2	5.9	—	—	0.0	170	27.7
30	25.0	7.5	2.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	40	40.0

Table 8. Effects of diets and temperature on the mortality, percentage of pupation, number of moults and duration of larval stage. Dried pupae of silk worm and mixture added 10% yeast were used as larval diets.

°C	Interval of examination	Density of insects	Larval diet	No. used	Days after hatching	Mortality (%)		Percent of pupation (%)	Number of moults	Duration of larval stage (days)
						Larvae	Pupae			
20	Weekly	10	Dried pupae	80	282	22.5	5.0	75.0	5.7	—
			Dried pupae + 10% yeast	100	288	34.0	6.0	59.0	6.1	—
25	Weekly	10	Dried pupae	80	282	33.8	0.0	32.5	8.1	—
			Dried pupae + 10% yeast	90	288	22.2	0.0	28.9	8.4	—
30	Daily	1	Dried pupae	20	287	25.0	0.0	40.0	10.3	269.0
			Dried pupae + 10% yeast	20	287	50.0	0.0	30.0	10.3	263.5

282~287日目(幼虫ふ化後)で打切った(第7, 8表)。

いずれの区においても幼虫期の死亡率は若令期ほど高く、とくに1令期には幼虫期死亡数の40~60%を占めている。幼虫・蛹をふくめた死亡率は区によってまちまちで22~55%で、温度、飼料による傾向的な差はみられなかった(第7, 8表)。

脱皮回数はイーストを加えた場合にはやや多くなる傾向がみられた。しかし温度が高くなると脱皮回数は増加し、5°の差は約2回の脱皮回数の増加をきたす(第8表)。

蛹化率は20°では25°の約2倍の高率を示したが

30°ではむしろ25°よりも高い蛹化をみた。これは30°の幼虫は冬季間も毎日短時間であるが観察のため室内温にさらされたため徐々に休眠の覚醒がおこなわれていたと考えられる。これに反し30°に1週間毎の調査以外は連続的に保った場合は300日以上経過しても1頭も蛹化しなかった(第10表)。

サナギ粉末にイーストを加えた場合はサナギ粉末を飼料とした場合に比してやや蛹化率は低い、したがって蛹化率、脱皮回数の点からはイーストを加えない方が良好である。しかし1頭飼育30°ではイーストを加えた場合は幼虫期間は約5日短かい。各温度下におい

Table 9. Number of moults in relation to the duration of instars. Larvae reared on either dried pupae of silk worm or 10% yeast mixture at 30°.

No. of moults	No. used	Duration of larval instars (days)												Duration of	
		1st	2nd	3rd	4th	6th	7th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	larval stage(days)	pupal stage(days)
9	2	16.0	9.0	16.5	10.5	9.0	16.5	22.5	42.5	50.1	77.5	—	—	259.0	7.5
10	8	12.3	12.3	14.6	11.0	13.0	12.4	19.3	27.3	33.5	50.6	58.6	—	267.9	8.1
11	2	13.5	9.0	11.0	17.5	10.5	14.0	14.5	15.0	18.0	71.5	44.5	40.0	279.5	7.5

Table 10. Effect of low temperature on the rate of pupation. Larvae reared at 30°, 60~70% R.H. before and after chilling.

Duration of chilling (month)		1		2		3 1/3		4		Control (30°)	
Larval diet		Silk worm pupae	Fish meal	Silk worm pupae	Fish meal	Silk worm pupae	Fish meal	Silk worm pupae	Fish meal	Silk worm pupae	Fish meal
No. used	20°	15	15	15	15	15	15	30	30	15	15
	25°	15	15	15	15	15	15	30	30		
No. of moults	20°	17.8	11.4	15.2	12.6	12.7	9.9	14.1	9.6	16.2	11.9
	25°	14.5	11.9	14.2	11.9	14.2	11.1	14.2	10.8		
% of pupation	20°	0.0	0.0	6.7	13.3	0.0	40.0	30.0	43.3	0.0	0.0
	25°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	6.7	13.3		
No. of adults emerged (no. of pro- or metathetely)	20°	0(0)	0(0)	1(1)	2(2)	0(0)	2(2)	6(6)	10(8)	0(0)	0(0)
	25°	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)	2(2)		
Larval mortality (%)	20°	66.7	20.0	46.7	46.7	46.7	20.0	43.3	33.3	53.3	20.0
	25°	60.0	13.3	33.3	80.0	26.7	66.7	73.3	36.7		

て最初の蛹化個体が現われたのは、20°では190日目、25°では240日目、30°では260日目、それぞれ高温になるにしたがっておくれる。20°、25°の各区ではイーストを加えた区はサナギのみの区より16日間おそくふ化した幼虫を使用したが生じたのはじまりにおいても2~3週間のずれがみられた点は室温飼育の場合とことなつた。

30°で飼育した幼虫のふ化後成虫羽化に至る日数は9~11回脱皮のもの間では脱皮回数が多くなるにしたがって長くなる傾向がみられた。しかしこれらの範囲外では特に発育日数が多くも少なくもならなかった。各令期間は不規則であるが凡そ10~15日間隔である。幼虫後期の終令を含む2~3令の期間は長くなり1~2ヵ月間隔となる(第9表)。

休眠の覚醒

実験1: カイコサナギおよびケヅリガツオを飼料として100日間、30°、60~70% R.H.の恒温室で飼育

した幼虫を15頭ずつ20°、25°の各温度下に1, 2, 3 1/3, 4ヵ月間保ったのち再び30°にもどし実験開始後323日までの各区における幼虫の脱皮回数、蛹化率、死亡率および幼虫のプロセテリーおよび成虫のメタセテリーの出現率を調査した。低温処理までの100日間は1シャーレ当たり50頭ずつ飼育したがこの期間の平均脱皮回数はカイコサナギでは150頭平均6.2回、ケヅリガツオでは350頭平均5.9回でわずかに前者が多かった。無処理区として各飼料で1区ずつ30°に連続的に保った。

脱皮回数はカイコサナギ飼料ではいずれの区でもケヅリガツオに比して3~4回多く脱皮したが、同様のことは室温下の飼育実験でもみられた(第2, 10表)。また低温処理の期間が長くなるにしたがって無処理区に比して脱皮回数が少なくなり、この傾向は25°区に比して20°区がいちじるしい。20°および25°の恒温条件下で飼育した場合でも20°の方が脱皮回数が少なかった(第8表参照)。死亡率は区によってまちまちで幼虫飼料、処理期間による違いはみとめられなかった。

蛹化率は低温処理期間が長くなるにしたがって増加する。同一処理区では常にケズリガツオを飼料とした場合が高い蛹化率を示した。同様のことは室温下においても観察された(第2表参照)。幼虫の蛹化は20°低温処理区では2カ月以上、25°処理では3 $\frac{1}{3}$ カ月以上処理しないとおこらない。

幼虫の典型的なプロセテリーは前胸部側面に2対の透明な翅原基があらわれるが、これは20°, 3 $\frac{1}{3}$ カ月と25°, 4カ月処理区で1頭ずつみられただけである。成虫のメタセテリーは羽化に際して胸部および翅鞘は成虫化するが腹部は蛹の状態でかつ翅鞘は蛹の時の位置のままで腹背上にのびない。20°区では羽化成虫21頭のうち19頭、25°区では3頭のうち2頭がメタセテリーであった。

実験2: 冬季暖房を行っていない自然温度で育成したヒメマルカツオブシムシ幼虫は、冬季間のいつ頃に休眠を終えているかをみるために1956年1月10日、2月3日に標本箱で昆虫標本を加害していた老熟幼虫を採集し、1部は30°, 60~70% R. H. に保ち他は自然温下で放置した。

30°に保ってから3週間目には、1月10日採集のものは46頭中6.52%が蛹化または羽化し、プロセテリーおよびメタセテリー65.2%であった。2月3日採集のものでは、43頭中46.5%が蛹化または羽化しプロセテリーおよびメタセテリーは34.9%をしめた。自然温下で放置したものはすべて正常な幼虫態であり、3月末から4月上旬にかけて正常に蛹化または羽化した。したがって自然温下のものは1月10日頃には未だ極く1部のものが休眠終了状態にあるのみで2月3日頃では約半数が終了している。またプロセテリーおよびメタセテリーの出現率は蛹化率に比して1月10日採集では10倍も高い率を示したに反して、2月3日採集では逆に蛹化率の方が高く、プロセテリーおよびメタセテリーの出現率は1月3日のその約半分の低率である。したがって低温より高温に移された場合の温度差がプロセテリーないしメタセテリーの出現率に与える影響は、休眠終了個体と未終了個体ではことなり、後者は前者に比して感受性が高いと思われる。

考 察

ヒメマルカツオブシムシの幼虫は養蚕業、羊毛製品、また乾燥標本の害虫として知られているが、米、麦やヌカ、小麦粉などの貯蔵穀物中にも時々発見され特に製粉所に多い⁹⁾。カツオブシムシ科Dermestidaeは本来動物性のものを食するが、ヒメアカカツオブシムシ *Trogoderma granarium* のように実験的には動物性のものでも育つが実際には植物性の貯蔵穀物のみを加害するものもありこの食性は2次的に獲得されたも

のである⁶⁾。Anthrenus 属はこの食性の変化の中間的段階にあると考え⁸⁾種々の飼料を与えて飼育した。結果は動物性のケズリガツオやカイコサナギ、アズキソウムシ成虫の死体などに比べるとヌカ、小麦粉、玄米では成育はおくれたが、動物性の純毛黒ラシヤ布やダシジャコ、ヒメマルカツオブシムシ成虫死体などに比べてはるかに好適な飼料であることが分った(第1, 2表)。本種の幼虫の飼料としてはケズリガツオが一番好適であると考えられる。カイコサナギで飼育した場合はケズリガツオで飼育した場合に比べて体重は重いが脱皮回数は増加し、また死亡率も一般に高く(第2, 10表)、低温処理区では蛹化率も低い(第10表)。トビカツオブシムシ *Dermestes ater*, ハラジロカツオブシムシ *D. maculatus* をカイコサナギで飼育した場合はケズリガツオに比して成育期間ははるかに短くなり死亡率も低く体重は重くなり脱皮回数は少ない^{11, 12)}。したがって本種の幼虫は上記2種の *Dermestes* 属のものと全く逆の反応をケズリガツオとカイコサナギで示した。蛹化率、脱皮回数の点からはイーストを加えない方がむしろ良好な結果をみたが、これは従来ハラジロカツオブシムシやヒメカツオブシムシ *Attagenus piceus* などで観察された結果とは違っている^{3, 5)}。

桑名¹³⁾は、アカマダラカツオブシムシ *Trogoderma varium* を30°で集合飼育したときは約40日で世代をくりかえすが、1頭飼育の場合には約70%のものが蛹化せず半永久幼虫となり6~50カ月生存すると述べている。ヒメマルカツオブシムシでは飼育密度によって蛹化率ないしは2年仔の出現率に何等の違いはみられなかった。ヒメアカカツオブシムシの脱皮回数は♀ではるよりふつう1回脱皮が多いが⁹⁾、本種ではわずかに♀が多い傾向がみられた(第5表)。脱皮回数は幼虫の飼料、飼育温度によっていちじるしく異なる。また同一条件下では脱皮回数の多いものは一般に幼虫期間も長くなる傾向がある(第2, 8, 9表)。

Richards¹⁶⁾はグラナリヤコクソウ *Calandra granaria* の体重は羽化期の早晚によって異なることをみたが、ヒメマルカツオブシムシでは初期に蛹化した個体の蛹体重は後期のそれより重い。また性比も後期には♀が多くなる。♀は♂に比して体重は重いが同様のことは同科の他の種類でも一般にみられている^{11, 12, 13)}(第4表)。幼虫期の死亡の大部分は1令期にみられるが、同様のことはヒメアカカツオブシムシでも報告されている⁹⁾(第7表)。また本種の幼虫には共喰いはみられない。

桑名¹⁴⁾は15, 20, 25, 30°および室温の各温度下におけるヒメマルカツオブシムシの蛹化を調べ20°で最も早く蛹化がおこり次いで25°, 15°, 30°と蛹化率

が低下することをみた。かつ30°では500頭の内2頭が蛹化したのみであった。週1回調査のため室温下に取り出す以外は連続して30°に保ったものでは、幼虫は脱皮を重ねるのみで半永久幼虫となり蛹化はみられなかった(第10表)。しかし毎日調査のため室温下に取り出したものでは30~40%が蛹化した。20°では25°より脱皮回数も少く最初の蛹化個体も約50日早くあらわれた。30°では25°より約20日おくれた。脱皮回数は20°, 25°のいずれよりも多い(第8表)。30°では100日間で7令幼虫に達し蛹化可能令期に達しているが、通常この温度では幼虫の休眠を終了させることが出来ない。しかし毎日短時間低温にさらされた幼虫は徐々に休眠覚醒に必要な温度効果をうけたものと考えられる。Burgess¹⁾はヒメアカカツオブシムシの幼虫を連続して30°に保った場合と毎日調査のため短時間室温下に取り出した場合では後者の成育期間が有意に延びることをみた。この場合は結果は逆であるが、これはヒメアカカツオブシムシには休眠現象がないためにその成育は温度が高い程早いからである。

冬季間の日中のみ暖房した室内で飼育した場合その蛹化は20°とはほぼ同じであった(第3, 8表)。しかしふ化において22日も早いものでも蛹化期には全くこのずれがみられなくなる(第3表)。これに反し、恒温下ではふ化日のずれがそのまま蛹化のずれとなってあらわれる。これは室温下では幼虫の休眠終了に必要な低温がある時期まではみだされなためであろう。

桑名¹⁴⁾は化蛹が最大の温度は15~20°範囲の15°よりと考えているが、本実験では30°で飼育した7令幼虫を20°, 25°に1, 2, 3 $\frac{1}{3}$, 4ヵ月間低温処理したのち再び30°に移して蛹化率を調べた。低温処理期間が20°では2ヵ月以上、25°では3 $\frac{1}{3}$ ヵ月以上のときに蛹化個体があられたが羽化個体の大部分はいずれの場合もメタセテリーであった(第10表)。他方幼虫をふ化直後よりこれらの恒温下においた時は稀にしかプロセテリーはあらわれず、室温下でもわずかに1%の個体がプロセテリーになっただけであった。

また自然温下で育ったものを1月、2月の初旬に30°に移した所、前者では蛹化率が低く高率のプロセテリーおよびメタセテリーをみたが、後者ではこの関係が逆転した。したがって低温より高温に移された場合におこるホルモンの不均衡状態は休眠が未だ終了していない幼虫では終了した個体に比べて大きいと考えられる。

Blake¹⁵⁾は英国南部ではヒメマルカツオブシムシの生活環は2年を要し1年目は若令期に2年目は老令期にそれぞれ休眠をともなった越冬をすることをみている。そして20°以上の恒温で飼育すれば大部分のものが1年で成虫になるが、15°では大部分のものが2

年目に成虫になることをみた。

我国では冬季に若令幼虫がみられることがあるが、ふつうは1年で生活環を完結する。餌が不適な場合には2年仔のみならず3年仔もあらわれる。また恒温条件下でも室温下でも数パーセントの2年仔があらわれるが、本実験では飼料が好適なものであるかぎりこれらの2年仔も1年目にすでに成熟状態に達しており若令期の休眠状態の幼虫ではない。

要 約

1. 幼虫を9種類の飼料で飼育した結果その成育状態より3群に分けた。最も好適な飼料はケズリガツオである。幼虫は玄米、ヌカなどの植物質でも成育可能である(第1, 2表)。

2. 幼虫の飼育密度、また幼虫の親の採集場所(屋内または屋外)の違いによる幼虫の死亡率、蛹化率、蛹化時期の違いは見出されなかった(第3表)。しかし飼育密度が高いと蛹体重は軽くなる(第4表)。

3. ♀は♂に比して体重は重く、かつ蛹化後期のものほど軽い。羽化の初期は♂が多い。♀の方が脱皮回数が多い傾向がみられた(第4, 5表)。

4. 卵期、蛹期、成虫潜伏期、は高温ほど短くなる(第6表)。脱皮回数も高温では多くなるが、飼料によっても大きく左右される(第2, 5, 8, 10表)。同一条件下で飼育した場合は脱皮回数の多いものは幼虫期間も長い(第9表)。

5. 20, 25, 30°の各温度でカイコサナギまたはそれに10%のイーストを加えたものを飼料として飼育した。幼虫期の死亡は若令期ほど高い(第7表)。蛹化率は20°が一番高い。30°に連続に保った場合は蛹化がおこらないが、毎日室温下に短時間取り出した場合は30%前後が蛹化した(第8, 10表)。最初の蛹化個体は20°ではふ化後約190日、25°で240日、30°で毎日室温下にとりだしたものでは260日にあらわれ高温になるにしたがいおくれる。イーストを飼料に加えても幼虫の成育を促進するようなことはなかった(第8表)。

6. 室温下で飼育した時は、幼虫のふ化日のずれは蛹化期には消えるが、恒温条件下ではそのままずれてあらわれる。30°で飼育した幼虫を20, 25°で一定期間低温処理をして再び30°にもどした。30°に継続して飼育した幼虫は蛹化しなかったが、20°で2ヵ月以上、25°で3 $\frac{1}{3}$ ヵ月以上処理した場合に蛹化個体があられた。同一処理では常にケズリガツオで高い蛹化率がみられ、脱皮回数も少なかった。処理によって羽化した成虫の大部分はメタセテリーであった(第10表)。

6. 自然温下で成育した幼虫は2月始めには約半数

が幼虫休眠を終了した状態にあると考えられる。数%の個体は飼育温度および飼料が好適な場合でも2年以上の幼虫期間を経過する。飼料が不適な場合には3年の幼虫期間を示すものもある(第2, 3表)。

参 考 文 献

- 1) Burges, H. D. : Ent. Mon. Mag. **93**, 105 (1957).
- 2) Gay, F. J. : Exp. Zool. **79**, 93 (1938).
- 3) Griswold, G. H. : Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. 240 (1941).
- 4) Hadaway, A. B. : Bull. Ent. Res. **46**, 781 (1956).
- 5) Heal, R. E. : J. Econ. Ent. **35**, 249 (1942).
- 6) Hinton, H. E. : Beetles associated with stored product, I. Brit. Mus. Lond. (1945).
- 7) Howe, R. E. : Entomologist, **86**, 109 (1953).
- 8) 桐谷圭治 : 生物科学シンポジウム 特集号, 55 (1955).
- 9) ——— : 応動昆 **1**, 8 (1957).
- 10) ——— : 防虫科学 **23**, 92 (1958).
- 11) ——— : ハラジロカツオブシムシの生態 (日生協会誌投稿中).
- 12) ——— : トビカツオブシムシの生態 (応動昆投稿中).
- 13) Kunike, G. : Anz. Schädling. **15**, 80 (1939).
- 14) 桑名寿一 : 日蚕雑 **20**, 202 (1951).
- 15) ——— : 応動昆合同大会講演 (1955).
- 16) Richards, O. W. : Proc. Zool. Soc. Lond. **118**, 49 (1948).
- 17) Solomon, M. E. : Zeit. Pflanzenkrank. Pflanzenschutz, **64**, 606 (1957).
- 18) 山田保治 : 防虫科学 **3**, 1 (1939).
- 19) 横山桐郎 : 蚕試報告 **7**, 425 (1929).

Résumé

The larvae of *Anthrenus verbasci* grow on a variety of food-stuffs with varying degrees of development, and nine kinds of food are divided in three groups according to their suitability; (1) food which is favourable for the growth of larvae: fish meal, dried pupae of *Bombyx mori* and corpses of *Callosobruchus chinensis*, (2) the growth of larvae is possible: unpolished rice, rice bran and wheat flour, (3) food which is

unfavourable for the growth of larvae: dried fish, corpses of *A. verbasci* and black pure wool (Tables 1 and 2).

The difference of breeding density as well as the origin of parents (indoor or outdoor) has no effects on the larval mortality, percentage of pupation and date of pupation (Table 3). But high density produces light pupae in weight. The mean weight of pupae of both sexes becomes lighter in the later period of pupation. Females become more abundant than males, and are usually heavier than males (Table 4). It has been also noted that females show the tendency of slight increase in the number of moulting (Table 5).

The duration of egg, pupal and quiescent-adult stages becomes shorter as temperature rises (Table 6). The number of moulting increases at high temperature, though being affected by the kind of diet (Table 2, 5, 8, and 10). Seven is the commonest number of moulting under room temperature when larvae reared on fish meal. Increasing number of moulting results lengthening of larval period (Table 9).

Under constant temperatures of 20°, 25° and 30°, larvae reared either on the dried pupae of *Bombyx mori* or the mixture added 10 per cent yeast in weight. The incidence of mortality of larvae is largely at the first larval instar ranging from 40 to 60 per cent of total mortality of larvae (Table 7). The highest percentage of pupation is noted at 20°. The larvae do not pupate when kept at 30° continuously, but those which were exposed daily to the room temperature for a short time pupate about 30 per cent of them (Table 8 and 10). Pupation takes place about 50 and 70 days earlier at 20° than at 25° and 30° respectively. Any favourable effect upon the larval development can not be observed by the addition of yeast. Larvae reared at room temperature pupate within a definite period regardless to their date of hatching, but the time lag of the date of hatching persists until the incidence of pupation under the constant temperature.

Larvae of seventh instar reared either on the dried pupae of *B. mori* or fish meal at 30° for 100 days, after chilling either at 20° or 30° during the variable periods from 1 to 4 months,

were transferred again at 30°. Pupation does not take place among the larvae kept at 30° continuously, but occurs among those kept more than two months at 20° and more than 3 $\frac{1}{3}$ months at 25°. Most of the adults, however, were in a state of metathetely at their emergence. On the fish meal, the higher percentage of pupation as well as the fewer number of moulting was observed as compared with that on the dried pupae under

the same condition of temperature (Table 10).

About half of the larvae have completed diapause in the begining of February under natural temperature condition, and emerged in the begining of April. Several per cent of larvae undergo two year larval stage even if they are bred under favourable condition. The incidence of the larvae of two or three year cycle is prevalent on the unfavourable diets. (Table 2, 3).

Resistance of House Flies to Insecticides and the Susceptibility of Nerve to Insecticides. Studies on the Mechanism of Action of Insecticides. XVII. Teruo YAMASAKI & Toshio NARAHASHI (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Japan). Received July 25, 1958. *Botyu-Kagaku* 23, 146, 1958.

27. イエバエの殺虫剤抵抗性と神経感受性 殺虫剤の作用機構に関する研究 第17報 山崎輝男・橋橋敏夫(東京大学 農学部 害虫学研究室) 33. 7. 25 受理

昆虫の殺虫剤抵抗性の機構の研究はとくにイエバエについて広く行われてきている。DDT 抵抗性イエバエでは体内における DDT 解毒力が正常系統に比べて著しく強いことが一般に認められており、さらに神経の DDT 感受性が正常系統に比べて低いといわれている。しかしわが国の抵抗性イエバエについてはこの種の研究は少ない。よって二、三の薬剤に対する抵抗性イエバエを材料として抵抗性の機構を究明すべく、まず神経の薬剤感受性の系統による違いを調べた。その結果 BHC およびディールドリンに比較的強い系統では、その神経感受性が低いことが証明され、この因子が抵抗性発現の原因の一つであることが明らかにされた。

The mechanism involved in the resistance of insects to insecticides has so far been studied by many investigators. Among a number of insecticides, DDT resistance was most extensively studied because of its practical importance and also because of the accumulated data concerning the mode of action of DDT.

Since DDT, having entered an insect body through the cuticle or the mouth, is detoxified or accumulated in some tissues during the course of reaching a site of action or the nervous tissues, the DDT resistance must be due to lower penetrability of DDT through the cuticle, higher capacity of detoxication, larger amounts of accumulation in the tissues other than the site of action or lower susceptibility of nerves to DDT^{67,69}. More than one of these factors may play a major role in the resistance phenomenon.

The penetrability of DDT through the cuticle of resistant house flies was found to be not lower than that of susceptible house flies^{20,33,47,59}. It was demonstrated that stronger capacity to convert DDT to its nontoxic derivative, DDE, in DDT-resistant house flies plays a major role in resistance^{1,23,24,26,31,33-35,39,45,47-50,53-59}. However, there should be one or more additional defense mechanisms since much greater amounts of undetoxified DDT remain in the survived resistant flies than in the dead susceptible flies^{1,33,47,59}.

In the light of such views, it would be expected that the nerves of resistant strains of house flies would be less sensitive to DDT than those of susceptible strains, because the nervous tissue is demonstrated to be an important site of action of DDT^{2,5-7,11,19,42,43,51,55,60-65,70-73,78}. In fact several experiments have been carried out demonstrating