二、三の環境条件がアカイエカ幼虫群の発育に及ぼす影響¹⁾

Laboratory experiments on the effects of some environmental conditions on the growth of larvae of the mosquito, *Culex pipiens* s.l.

栗 原 毅²⁾
Takeshi Kurihara

アカイエカ幼虫の生活環境条件としては、水温、水質など、さまざまな要素を考えることができる。しかしこれらの条件が、幼虫の発育に与える影響は不明の点が多く、人工飼育をするさいにも、容易に多数の羽化成虫をうる飼育最適条件は明らかではない。

本報告は、環境条件の中から、水温、餌の量、水の量の三つをとりあげ、飼育する上での最適条件を知り、さらに幼虫群の発育、特に蛹化率、発育速度(幼虫期日数)羽化成虫の形態におよぼす影響を比較検討した成績である。

実験的飼育にあたって、各環境要素独自の作用を知りうるよう留意し、特に(1)餌は、一度だけ最初に規定量を与える。(2)飼育の途中で水をかえない、という基準を設けた。このような特殊な飼育法と、加えて、別々に観察をした餌の量、水の量の二条件は、後述するように相互に密接な関連をもっていることを知ったので、実際に大量飼育をする上での最良の方法は一層の検討によって選定される必要がある。

本研究は、佐々学博士の懇切な御指導によつておこない、林滋生博士、鈴木猛博士はじめ、研究室員諸氏に多くの御教示を頂いた。ここに深謝の意を表する。なお、この研究は三浦昭子博士の未発表資料をもとにして進められたもので、貴重な御示唆を与えられた同博士、ならびに幼虫飼育管理に御協力を頂いた川井順子氏に感謝する。

1) This investigation was supported by a PHS research grant E-3328 (R1) from National Institute of Allergy and Infectious Disease, NIH., Public Health Service. Rp. No. 20.

2) 東京大学伝染病研究所寄生虫研究部(主任 佐々学教授)

Department of Parasitology, the Institute for Infectious Diseases, the University of Tokyo
(Chief: Prof. Manabu Sasa)

実験材料及び方法

供試種は奄美大島古仁屋町で採集し、伝研で継代飼育している“古仁屋系”のアカイエカ *Culex pipiens* Linnaeus, fatigans 型である。継代飼育は、水温(25°C一定)などの飼育条件を、いつも均一に保つような飼育室でおこなわれ、以下の実験に供した幼虫は、その8代から、13代までのものである。

供試幼虫は、同一日に産卵された20~30の卵塊を水温25°Cで孵化させ、孵化後15時間以内の幼虫群から無作為に抽出して所定の実験用容器に移した。実験に用いた餌は、実験動物中央研究所製マウス用飼料CE-2で水は、汲んでから1日以上を経た水道水を使用している。容器は、プラスチック又はガラス製で、各実験の目的に応じて大きさを変えている。

飼育実験中に蒸発減量する水は毎日補充するが、中途でかえることはしない。また、死んだ幼虫はそのまま放置して、その数を補うことはしない。したがって実験成績中の蛹化率、羽化率の算出は、はじめにその容器に入れた幼虫の数をもとにしている。また、幼虫期日数の平均値は、原則として、蛹化した個体のみについて、孵化から蛹化するまでの日数を基準として算出している。

蛹化した個体は毎日、容器からとり出して試験管に5匹以内ずつ入れ羽化させる。そして実験成績は、その容器内の幼虫の、幼虫期日数、蛹化個体数、蛹期日数、雌雄別羽化数について記録し、成虫は、全翅長と腹部斑紋について調査することを原則とした。

全翅長は、羽化後24時間を経た成虫の左翅、基部より翅端(側鱗を除く)までの最長値を、顕微鏡にマイクロメーターをとりつけて測った。腹部斑紋の記録は、黒色鱗片が鮮明に認められれば(+), ごく僅かに認められれば(±), 全く白色鱗片のみなら(-)とした。

実験成績

I 水温の影響

表 1 各水温別飼育の成績
蛹化・羽化および幼虫期日数

水 温 (°C)	15°	18°	20°	25°	28°	32°
供 試 数	150	150	300	300	300	300
蛹 化 数	126	143	219	246	254	231
蛹化率(%)	84.0	95.3	73.0	82.0	84.6	77.0
羽化数	♀ 60	70	106	116	122	103
	♂ 62	69	108	118	112	102
合 計	122	139	214	234	234	205
羽化率(%)	81.3	92.6	71.3	78.0	78.0	68.3
幼虫 期間 (日 数)	最低	19	14	9	5	4
	最高	22	20	12	8	7
	平均	20.388	15.843	9.818	6.204	5.416
	S.D.	± 0.830	± 1.095	± 0.758	± 0.507	± 0.833

直方体のポリバット、表面、28×22 cm に深さ 7 cm ま
で水を入れ、孵化直後の幼虫を各容器に 150 匹ずつ放し
た。餌は 2.85 g ずつ入れ、エアポンプを用いてスカム
形成を妨げた。

水温の調節は、定温室、定温器、または 60W サーモ
スタットつきヒーターを使用して所定の温度 (10, 15,
18, 20, 25, 28, 32, 38°C) をたもつようにした。

この飼育成績は、表 1 に集計したとおりで、15°C と
8°C の両区は 1 回、他は 2 回繰返しの値を示している。

水温 38° と 10°C のものでは、全部の幼虫が蛹化に
いたらず死んでしまうが、15° から 32°C までの条件で
は、73.0 % (20°C) から 95.3 % (18°C) の幼虫が蛹化し
ている。最初の幼虫が蛹になる日から最後の幼虫が蛹に
なるまでの期間は 18°C の 7 日間が例外で、他はどれも

4 日間である。しかし、幼虫期日数の平均値を算出する
と、32°C では最も短期間の 5.416 日で、28°C、25°C と
僅かにこの日数が大になり、さらに 20°C 以下になると
期間は一層延長されてくる。図 1 はこの平均値とその 95

図 1 幼虫飼育の水温と幼虫期日数及び羽化成虫の
翅長との関係

表 2 水温別飼育の成績。羽化後の成虫の形態

		15°	18°	20°	25°	28°	32°C
腹 斑	—	0	0	0	0	0	0
	±	0	3	0	0	3	6
	+	60	56	46	51	35	28
	計	60	59	46	51	38	34
♂	—	0	0	0	0	0	0
	±	0	1	0	0	0	0
	+	62	62	46	70	45	30
	計	62	63	46	70	45	30
全 翅 長 (m/m)	測定数	30	30	30	30	30	30
	平均	4.343	4.480	4.236	3.881	3.614	3.592
	S.D.	0.0342	0.0351	0.0384	0.0280	0.0259	0.0369
	測定数	30	30	30	30	30	30
♂	平均	3.748	3.770	3.585	3.125	3.014	3.096
	S.D.	0.0348	0.0277	0.0363	0.0240	0.0333	0.0385

表 3 餌量別飼育の成績(各個体数飼育の場合とも3回くりかえしの平均又は合計値)
一容器に 25 匹飼育

餌 量 (mg)	50.0	62.5	82.5	125.0	250.0	500.0	750.0	1000.0	2000.0
蛹 化 率 (%)	6.6	33.3	45.3	69.3	90.6	86.6	69.3	35.8	21.3
幼虫期平均 (日)	7.40	8.52	7.97	7.36	6.72	6.80	6.73	6.74	7.00
S.D.	0.54	1.58	1.14	1.02	0.51	0.56	0.49	0.98	0.81
蛹 期 平 均 (日)	1.66	1.90	1.53	1.53	1.46	1.64	1.74	1.81	1.64
S.D.	0.58	0.40	0.67	0.51	0.50	0.48	0.44	0.39	0.48
羽 化 数 {	♀	2	15	18	28	34	41	24	16
	♂	1	5	8	19	32	23	27	11
合 計	3	20	26	47	66	64	51	27	14
羽 化 率 (%)	4.0	26.6	34.6	62.6	88.0	85.2	68.0	36.0	18.6
密 度/餌 1 g	500	400	300	200	100	50	33	25	12.5

50 匹

餌 量 (mg)	100.0	125.0	165.0	250.0	400.0	500.0	800.0	1000.0	2000.0
蛹 化 率 (%)	36.0	46.0	62.0	50.6	48.6	91.3	66.0	32.6	12.6
幼虫期平均 (日)	8.14	7.66	7.51	7.61	8.01	7.58	6.70	7.59	7.05
S.D.	0.94	1.18	1.34	0.96	1.01	0.98	0.55	0.86	0.56
蛹 期 平 均 (日)	1.52	1.43	1.70	1.56	1.61	1.57	1.75	1.40	1.64
S.D.	0.50	0.50	0.45	0.50	0.47	0.48	0.42	0.51	0.50
羽 化 数 {	♀	22	22	34	44	39	83	46	30
	♂	29	42	51	28	29	44	50	15
合 計	51	64	85	72	68	127	96	45	14
羽 化 率 (%)	34.0	42.6	56.6	48.0	45.4	84.6	64.0	30.0	9.2
密度/餌 1 g	500	400	300	200	125	100	62	50	25

100 匹

餌 量 (mg)	100.0	200.0	250.0	330.0	500.0	800.0	1000.0	2000.0
蛹 化 率 (%)	0.6	26.0	53.0	71.0	81.0	81.0	62.6	29.6
幼虫期平均 (日)	6.00	7.87	7.76	7.32	7.51	7.17	7.09	7.01
S.D.	—	1.38	1.30	0.93	1.23	0.66	0.67	0.88
蛹 期 平 均 (日)	1.00	1.70	1.73	1.71	1.89	1.77	1.75	1.63
S.D.	—	0.45	0.42	0.45	0.32	0.41	0.72	0.50
羽 化 数 {	♀	0	27	71	114	109	80	46
	♂	2	44	85	89	128	127	98
合 計	2	71	156	203	237	236	178	89
羽 化 率 (%)	0.6	23.6	52.0	67.6	79.0	78.6	59.3	29.6
密度/餌 1 g	1000	500	400	300	200	125	100	50

%信頼限界をあらわしたものである。

また、この飼育で羽化した成虫は、一部を抽出して腹部斑紋の有無について記録し、さらに、雌雄各 30 匹につき全翅長を測った。これらの成績は表 2 の通りで、腹部斑紋はどの温度区でも(+)が大部分を占めている。全翅長は、雌雄とも 18°C が最長で、それ以上高温になる程短くなっている。この値は、図 1 に幼虫期日数と共に

あらわした。羽化した成虫は各温度の場合とも、雌雄ほぼ同じ数である。

II 餌の量の影響

水温 25°C、一定水量(プラスチック製直方体容器、水表面 11×8 cm、水深 3 cm) 中に 25~100 匹の幼虫を入れ、各々規定量の餌を入れた。幼虫数と餌量は次の通りである。

図 2 餌 1g あたりの幼虫密度と蛹化率及び幼虫期日数との関係

—○— 蛹化率, —●— 幼虫期日数

幼虫数 25 匹——餌 50.0, 62.5, 82.5, 125.0, 250.0, 500.0, 750.0, 1000.0, 2000.0 (各 mg)

50 匹——100.0, 125.0, 165.0, 250.0, 400.0, 500.0, 800.0, 1000.0, 2000.0

100 匹——100.0, 200.0, 250.0, 330.0, 500.0, 800.0, 1000.0, 2000.0

餌の与え方は、トーションバランスにより秤量した上述各量を、孵化直後幼虫に一度に与えるのみで、エアポンプで空気を送入して極端なスカムの形成を妨げるようにした。

実験は 3 回くりかえして行い、各々の蛹化率、羽化成績及び幼虫期日数等を集計平均値にして、表 3 にあらわした。表 3 から、蛹化率については、25~100 匹のいずれの飼育数のときでも、最高値が餌量の大小諸段階の中間であらわれている (25 匹—餌 250 mg のとき 90.6 %, 50 匹—500 mg, 91.3 %, 100 匹—500・800 mg, いずれも 81.0 %)。この量より餌が多くても少なくても蛹化率は低くなる。幼虫期日数の平均値は、25 匹では最低 6.72 日から最高 8.52 日まで、50 匹では 7.05~8.14 日、100 匹では 6.00~7.87 日の間にあり、蛹化率のような著差はみられなかった。

表 3 の密度/餌 1g とは、各容器の幼虫数と餌量の比で、餌 1g あたりの幼虫数をあらわしたものである。この密度の値と蛹化率、幼虫期日数との関係は図 2 のようにあらわされた。前述の最高蛹化率を示した餌量段階 (蛹化率の最適餌量) は中間密度 (25 匹と 50 匹では 100, 100 匹では 125 及び 200) におきかえられ、密度と蛹化率の関係は山型の曲線であらわされた。ただ、50 匹飼育の例では、山型曲線のピークより少しく高密度で蛹化率の著しい低下がみられた。これは 3 回のくりかえしのいずれにもあらわれている。

表 4 餌量別飼育の成績
羽化成虫の全翅長

第 1 回

餌 量 (mg)	200	250	330	500	1,000
測定数	13	28	30	30	17
♀ 平均値 (m/m)	2.957	3.158	3.533	3.829	3.529
(S.D.)	0.168	0.238	0.149	0.172	0.168
測定数	21	30	30	60	3
♂ 平均値 (m/m)	2.783	2.874	3.037	3.377	3.250
(S.D.)	0.196	0.145	0.161	0.145	0.122
平均幼虫期日数	7.97	7.77	7.68	7.49	6.33
蛹化率 (%)	42.0	67.0	85.0	87.0	63.0

第 2 回

餌 量 (mg)	200	400	600	800	1,000
測定数	16	30	30	25	23
♀ 平均値 (m/m)	3.152	3.814	3.955	3.948	3.804
(S.D.)	0.252	0.191	0.187	0.245	0.195
測定数	21	25	30	30	30
♂ 平均値 (m/m)	2.857	3.208	3.347	3.362	3.296
(S.D.)	0.203	0.206	0.129	0.172	0.146
平均幼虫期日数	8.13	6.61	6.41	6.75	6.36
蛹化率 (%)	45.0	62.0	78.0	90.0	75.0

全翅長測定用の標本は、同容器に 100 匹を飼育して 200~1000 mg の 5 段階の餌を与えて得られた成虫を供した。この飼育は 2 回行い、第 1 回、第 2 回の成績は別々に集計して表 4 にしめした。測定数は雌雄各 30 匹としたが、羽化数が 30 に満たないときはその全数を資料とした。2 回の成績はどちらも、200 mg から餌が増えるほど長い翅長となり、最も長い値は、第 1 回が雌雄とも 500 mg、第 2 回は雌が 600 mg、雄 800 mg にあらわれ、最多餌量の 1000 mg ではふたたび短くなっている。

III 水量の影響

水量の違いが及ぼす影響を調べるためには円筒形容器

表 5 餌量、幼虫数一定で容器の大きさが異なる場合の飼育成績

水 量 (cc)	60	100	129	150	189	240	300	480
蛹 化 率 (%)	12.0	31.5	50.5	47.0	73.0	78.5	86.5	89.0
幼虫期平均 (日)	6.58	6.44	7.07	6.72	6.82	6.96	6.92	7.04
S.D.	0.57	0.53	0.77	0.22	0.70	1.00	0.82	1.22
蛹 期 平 均 (日)	1.91	1.82	1.75	1.73	1.82	1.77	1.61	1.77
S.D.	0.88	0.65	0.42	0.44	0.37	0.41	0.47	0.42
羽 化 数 { ♀	15	24	38	43	72	70	118	76
♂	9	38	56	44	72	78	52	98
合 計	24	62	94	87	144	148	170	174
羽 化 率 (%)	12.0	31.0	47.0	43.5	72.0	74.0	85.0	87.0

表 6 餌量・幼虫数一定で容器の大きさが異なる場合の羽化成虫の翅長

水 量 (cc)	60	100	129	150	189	240	300
♀ { 測 定 数	21	14	24	20	30	30	30
平均値 (m/m)	3.862	4.206	3.759	3.711	3.842	3.814	3.659
S.D.	0.104	0.153	0.193	0.199	0.173	0.175	0.133
♂ { 測 定 数	24	11	30	30	30	30	30
平均値 (m/m)	3.305	3.252	3.192	3.051	3.207	3.210	3.222
S.D.	0.113	0.170	0.142	0.189	0.140	0.132	0.168
平均幼虫期日数	6.53	6.28	6.46	6.41	6.68	6.63	6.98
蛹 化 率 (%)	45.0	25.0	67.0	53.0	76.0	79.0	98.0

で、3 cm の水深の条件下で飼育をした。その飼育方法容器の大きさは、水量以外の条件の影響を考慮して二つに区分して実験した。

その一つは大小 8 通りの円筒形容器に、いずれも一定の幼虫数、一定の餌量を与えた。第二は 50 cc ビーカーに、25 匹から 150 匹までのさまざまな数の幼虫と、それに応じて与える餌量も異っている場合とである。水温はいずれも 25°C とし、蒸発減少する分の水量のみ毎日補給、水がにごつてもそのまま放置しておいた。

(1) 一定幼虫数、一定餌量で容器の大きさが異なる場合
使用した容器は表面積 20 cm² から 160 cm² までの 8 通り(水量で 60 cc から 480 cc まで、水深は 3 cm)、幼虫数はどれにも 100 匹ずつ、餌は 400 mg を一度に与えた。この実験は 2 回くりかえし、その集計は表 5 にあらわした。表 5 から、蛹化率は 60 cc で 12.0 % から 480 cc の 89.0 % までほぼ水量が多い程高率になっている。幼虫期間も水量が多い程、日数が長くなっている。

これとは別に、60 cc から 300 cc までの 7 通りの容器により同じ飼育をし、羽化した成虫の全翅長を測った。表 6 は、この測定値と、このときの飼育成績である。この成績にみられる全翅長は、水量の多少に伴う変化が認められず、最大は雌では 100 cc、雄は 60 cc に、最小は雌雄とも 150 cc でみられた。

表 7 一定容器に 6 通りの幼虫数を入れて飼育した成績 (10 回くりかえしの平均)

飼育個体数	25	50	75	100	125	150
幼虫期日数 { 6 日	2.7	0.9	0.5	0	0.9	0.2
7	6.3	7.2	5.6	6.8	9.1	7.8
8	2.5	3.8	5.1	4.9	6.6	8.0
9	2.9	4.0	4.1	4.1	4.5	7.7
10	1.1	1.3	3.1	4.1	2.9	3.6
11	0.8	1.7	1.5	2.4	1.7	2.0
12	0.3	1.1	0.5	0.9	0.7	1.4
12 日間に蛹化した数	16.6	20.0	20.4	23.2	26.4	30.7
蛹化率 (%)	66.4	40.0	27.2	23.2	21.1	20.4
幼虫期日数平均	7.72	8.35	8.54	8.70	8.27	8.59
同 S.D.	1.472	1.180	1.375	1.500	1.421	1.400

(注) この観察は一部に未蛹化幼虫が生残っていて、12 日で打ち切つたため、算出した蛹化率はこの期間内の蛹化率であり、幼虫期日数は便宜的に算出された値である。

(2) 一定容器で、餌量、幼虫数が異なる場合

一定容器として 50 cc ビーカーを用い、その中に入れる幼虫数を 25, 50, 75, 100, 125, 150 匹の 6 通りとし

た。餌は一回に与える量を 50~100 mg とし、1 日おきに、はじめての蛹があらわれる日まで与え、不足せぬよう、また、水があまりにこらぬよう注意した。各個体数の場合とも、10 回のくりかえし実験を行い、その結果を、表 7 に集計した。

この飼育では、これまでの実験と違って、幼虫期日数が著しく延長することがあり、10 回のくりかえし中で 50, 75, 100, 125 匹飼育の各々に 1 回ずつ、150 匹飼育では 2 回が 13 日以上を経ても蛹化が継続され、さらに生き残りの幼虫がみられた。表 7 に集計した値は、12 日までのもので、蛹化数の合計は、この観察期間内にみられたものである。生き残りの観察対象外となつた幼虫数は、供試総数のごく一部で、その多くは蛹化せずに死んでしまう。

表 7 の成績から蛹化率は 25 匹飼育では 66.4 % と最高を示すが、それ以上幼虫数が増すと次第に低率になり、150 匹では 20.4 % となる。一方、蛹化する個体数は、逆に 25 匹飼育が最低(16.6 匹)で、幼虫数が増えると僅かずつだが、増えていく、これらの状態は図 3 に、蛹化数

図 3 一定容器(水 50 cc)に 6 通りの幼虫数を入れて飼育した成績。幼虫数と蛹化数・蛹化率の関係

平均値の 95 % 信頼限界とともにあらわした。

以上、二通りの水量の影響をみる実験結果のうち、蛹化率については、図 4 に示した。この図では、表 5, 表 7 の各幼虫数・水量を、水量 1 cc 当りの幼虫密度に換算して、横軸とし、蛹化率との関係をあらわした。表 5 の、高い蛹化率をあらわした広い水域は低密度に、表 7 の、低い蛹化率を示した 150 匹飼育は高密度にそれぞれ位置している。

図 4 水 1 cc あたりの幼虫密度と蛹化率との関係

- 幼虫数・餌量とも一定で容器の大きさが異なる場合
- 一定容器に幼虫数・餌量を変えた場合

考 察

I. 水温の影響について

今回の実験で水温の変化を最も受けているのは、幼虫期日数と羽化後の全翅長とである。

アカイエカ幼虫の飼育水温と幼虫期日数との関係は、細井(1944)により上海のアカイエカで報告され、今回の観察結果の、38°C が致死高温域内にあること、高温程幼虫期が短縮していくことは同様である。また、小林・岩崎(1952)によるアカイエカ、Bar-Zeev(1958)の *Aedes aegypti*, Nielson & Haeger(1955)の *A. taeniorhynchus* での観察成績は、いずれも水温のちがいが幼虫期間を決定する重要な要素であるとしている。

水温の高低と羽化成虫の体の大きさの関係については、アカイエカによる細井(1954)、他の種では *Anopheles* spp. (原田, 1951), *Aedes aegypti* (Christophers, 1959) などで、いずれも高温と低温との比較で低温の方が体が大きいことを報告されている。今回の実験成績でも、翅の長さについては 18°C 以上高温となる程、短小化していることが明らかとなつた。

成虫の腹部斑紋の有無は、東京産と奄美大島産のアカイエカの形態上の相違点として報告されているが(山口他, 1962; Sasa et al., 1963), 水温が低くても(+)が減ることもなく、今回の実験からは、黒色鱗片が水温と無関係のものであることが明らかとなつた。

II. 餌の量の影響について

(蛹化率) 表 3 より、幼虫期の死亡率が低く蛹化率が

最高となる餌量領域(蛹化についての最適条件)が存在することが明らかである。そしてこの領域より餌量が多くても少なくとも蛹化率が低くなる。

餌量が少い場合の低蛹化率は、飢餓に原因して死亡率が高まるためと解されるが、餌量過多の場合も低蛹化率となることは、せまい容器内に多量に餌が投入されて、水が過度に汚染されることが一つの原因だと考える。小林・岩崎(1952)は、「幼虫の発育には栄養が充分あつても一定の水の容積を必要としている」と報告したが、広い水域であれば、汚染を妨げ、ある程度まで蛹化率が高まると推定される。

蛹化の最適条件は、餌 1 g 当りの密度が 100 (25 匹と 50 匹飼育), 125~200 (100 匹飼育) であつて、飼育幼虫数の少いときの方が、1 匹当りの餌量を多く必要としている(図 2)。すなわち、最適条件は、餌 1 g に対してのある一定密度に固定するものではなく、その容器内の個体数の多少によつて左右されている。個体数が少なければ(水 1 cc に対して低密度なら)、餌 1 g あたりの密度も低値の方に最適条件が移ると考えられる。

一定大きさの容器で飼育して、単位餌量あたりの幼虫密度が死亡率、蛹化率にどう影響するかを比較検討した実験は *Aedes aegypti* (Surteers, 1959), 蚊以外の昆虫ではある種の貯穀害虫 (Crombie, 1944; 高橋, 1956) など報告され、いずれも、最低死亡率が低密度でみられ高密度ほど死亡率は高くなるとされているが、今回の成績ではこれとやや異り、Allee *et al.* (1951) のいう、最適密度をもつた密度効果があると考察される。

(幼虫期日数) 高橋(1956)によるコナダラメイガの実験成績では、餌量に関して高密度程幼虫期間が長くなるとされ、また古屋・森(1961)のショウジョウバエでの実験も同じである。今回の、アカイエ幼虫では、密度の大小と、幼虫期日数の間に直線的な関係がみられなかったが(図 2)、25 匹、100 匹飼育ではこれと似た傾向となった。しかし、図 2 で、著しく蛹化率が低い場合 (20 % 以下) には、幼虫期間が極度に短くなつてゐる。このことは、初期幼虫の密度以外に、日数を支配する別の条件があると推察される。

(全翅長) 翅の長さは、餌の中間量で最大となつた。コナダラメイガの例では、高密度程羽化成虫の頭幅が小さくなり、逆に低密度では大形になる(高橋, 1956)というが、今回の成績では、最大の翅長は前述の蛹化最適条件と大体一致した餌量にみられた。それより餌が多くても少なくとも翅長は小となる。

III. 水量の影響について

(蛹化率) 幼虫数、餌量ともに一定で、容器のみ大小 8 段階で飼育した場合の蛹化率と、一定の容器に 6 通り

図 5 飼育幼虫数と蛹化率との関係。上から密度 (/餌 1 g) 500~50 の別にしめす

の幼虫数を適当な餌量で飼育した場合の蛹化率は、幼虫数を水 1 cc に対する密度におきかえて比較すると、どちらも同じような成績をしめした(図 4)。蛹化率が、このように低密度で高く、高密度ほど低率となる関係は、松崎(1957)によるアカイエカ幼虫の実験や、内田(1956)のヨツモンマメゾウムシによる実験結果と一致している。

しかし、アカイエカ幼虫の場合、蛹化率の最適条件が常に低密度にのみ存在するわけではなくて、餌量の影響によつて中間密度段階に位置する場合も予測できる。図 5 は、前述の図 2 「餌 1 g に対する密度と蛹化率」より作つたグラフで、同一容器に 25, 50, 100 の幼虫を入れそれぞれに 6 段階の量の餌 (餌 1 g あたりの幼虫密度で 50~500) を与えたときの蛹化率を比較したものである。この図で、25 匹飼育(水 1 cc あたり低密度 0.095) が 100 匹飼育(高密度 0.37) よりも高い蛹化率となるの

は、餌 1g あたり 50 及び 100 の密度段階だけで、200 以上になると、逆に 100 匹飼育の方が高蛹化率である。したがって、水量に対する密度の大小と蛹化率の大小との関係は、餌の量を考慮に入れて検討することが必要である。

容器一定で、幼虫数が異るとき、蛹化した個体数は、はじめに容器に入れた幼虫数が増えると、僅かずつではあるが増えてくる(図 3)。本実験からでは、石井(1959)の報告した「アカイエカ幼虫を 20 cc の水で飼育し、5 匹までは完全に飼育しうる」という、飼育可能のある限界の値が得られなかった。

(幼虫期日数) 表 7 の、便宜上算出した幼虫期日数平均値は、水量に対する密度が高いほど長期となり、また蛹化数が最大となる日は、25~125 匹の実験では 7 日であるのに、150 匹は 8 日となる。

一方、餌量、幼虫数とも一定の条件で得た表 5 の幼虫期日数平均は、水量が多いほど、すなわち、水量に対する密度が低いほど長期となり、表 7 とあい反する。

このことは、実験条件の相違によるともいえるが、さらに、幼虫期間を決定する環境条件として、初期幼虫の水量に対する密度以外のものもあることが察せられる。例えば、表 5 では、蛹化率が低いときには幼虫期間が短い。前述の餌量の影響の項で考察した点と同じである。

一定水温の条件で、幼虫日数を決定する環境要素、その影響する機構については、今後、検討を重ねたい。

(全翅長) 表 6 から、全翅長計測値と水量の大小との関係は、明らかではない。前述の幼虫期日数の場合と同じく、蛹化率の大小なども翅長に影響をおよぼしていると考えられる。

以上の実験のいずれも、羽化数、蛹期の日数(水温別飼育では計測していない)、性比は、各条件の直接的影響が明らかには認められない。羽化率は蛹化率の成績と同類の結果である。

総合して、水温は幼虫期の長さを決定する重要な環境であり、餌の量と水の量は、相互に、幼虫の死亡率を変化させる作用をもつていて、この各量の適当な段階が、蛹化率の最適環境を形成するのに必要である。

ま と め

古仁屋系アカイエカ *Culex pipiens* s.l. 幼虫の最適な飼育条件を知るために、様々な水温、餌の量、水の量と成育との関係を検討した。実験的飼育により、蛹化率、幼虫期間日数、羽化成虫の形態などを比較観察した。

1) 10°C から 38°C までの 8 段階の水温で飼育して水温の影響を観察した。10°C、38°C では幼虫は成育せず、15°C から 32°C まででは、高温ほど幼虫期日数が

短縮した。また、18°C 以上高温であるほど、羽化成虫は小形になった(翅長を基準として)。腹部斑紋、蛹化率、性比は、水温の変化による明らかな影響が認められなかった。

2) 一容器内の 25, 50, 100 匹の幼虫に、50~2,000 mg の諸段階の餌を一度に与える飼育方法で、餌の量の好適条件を求めた。25 匹の幼虫に対しては 250 mg, 50 匹には 500 mg, 100 匹では 500 及び 800 mg の餌を与えたとき、最高の蛹化率が得られ、100 匹の幼虫に 500~800 mg を与えたとき最も大形の成虫が羽化した。幼虫期間は、餌が少いほど長くなることが多かった。

3) 水量の影響を検討するため、8 通りの容器にいずれも 100 匹の幼虫、400 mg の餌を入れて飼育をすると、蛹化率は大容器ほど、高率になった。50 cc のビーカーに、25~150 匹の 6 通りの幼虫数を入れて飼育をすると蛹化率は高密度ほど低く、蛹化個体数は、幼虫数が多いほど僅かずつ増えている。

引用文献

- 1) Allee, W. C., Emerson, A. E., Park, O., Park, T. & Schmidt, K. P. (1955): Principles of Animal Ecology. N. Y. — 2) Bar-Zeev, M. (1958): The effect of temperature on the growth rate and survival of the immature stages of *Aedes aegypti* (L.). Bull. Ent. Res., 49(1): 157-163. — 3) Christophers, S. R. (1959): The life history, bionomics and structure of *Aedes aegypti* (L.). Cambridge. — 4) Crombie, A. C. (1944): On intraspecific and interspecific competition in larva of grominivorous insects. J. Exp. Biol., 20: 135-151. — 5) 古屋八重子・森主一 (1961): ショウジョウバエ幼虫の生育環境がその生活に与える影響. 日生態会誌, 11(3): 104-111. — 6) 原田寿一 (1951): 東京附近産 *Anopheles* の羽の長さとの Maxillar index に就て. 衛動, 2: 44-51. — 7) 細井輝彦 (1944): アカイエカの発生と温度との関係. 上海自然研報, 14(5): 339-350. — 8) 細井輝彦 (1954): 蚊の飼育条件による翅長・体重・濾胞形成数の変動. 衛動, 4: 329-335. — 9) 石井孝 (1959): アカイエカ幼虫の密度と発育との関係. 動雑, 68(2・3): 96-97. — 10) 小林晴次郎・岩崎敏雄 (1952): アカイエカの産卵及び繁殖. 衛動, 3(1・2): 40. — 11) 松崎沙和子 (1957): アカイエカ幼虫時における飼育密度の影響. げんせい, 6(1・2). — 12) Nielson, E. J. & Haeger, J. S. (1955): Pupation and emergence in *Aedes taeniorhynchus* (Wild). Bull. Ent. Res., 45: 757-768. — 13) Sasa, M., T. Kanda, A. Miura & N. Yamaguti (1963): Biological and taxonomical studies on some strains of *pallens* and *fatigans* forms of the house mosquito, *Culex pipiens* s.l. from eastern and southern Japan. Jap. J. Exptl. Med. (in press). — 14) Surtees, G. (1959): Influence of larval population density on fluctuation in mosquito numbers. Nature, 183: 269-270. — 15) 高橋史樹 (1956): コナマダラメイガの増

殖能力に及ぼす棲息密度の影響 II. 応動, 21(4) : 179-185. — 16) 内田俊郎 (1956) : ヨツモンマメゾウムシにみられた相に似た二型. 個体群生態学の研究 III : 93-103. — 17) 山口昇, 佐々学, 三浦昭子 (1962) : 琉球, 奄美産アカイエカと東京産アカイエカならびにその交雑型の成虫の比較. 衛生動物, 13(2) : 170-171.

Summary

Laboratory observations on the effect of some larval environmental conditions upon the development, mortality or the size of adults were made with a colony of the mosquito, *Culex pipiens* s. l.

1. Temperature. The first instar larvae were bred under regulated temperature ranging from 10°C to 38°C. The rates of pupation of the larvae were 0% at 10°C, 81.3% at 15°C, 92.6% at 18°C, 71.3% at 20°C, 78.0% at 25°C and 28°C, 68.3% at 32°C and 0% at 38°C. The days required for the larvae to develop into pupae varied greatly by the temperature, especially in the range between 18°C and 25°C, such as the average of 20.4 days at 15°C and 5.4 days at 28°C. No significant differences by the temperature were seen in the sex ratio or in the size of black patches on abdominal sternites. The size of adults as measured by the wing length was the largest in those bred at low temperature, and became smaller as it became higher.

2. Amount of food. Each 25, 50 and 100 larvae were bred in the same size of containers to which different amount of food ranging from 50 to 2,000 mg of diet for experimental animals was given at the start. The optimum amount of food as observed by the lowest mortality was about 10 mg per larva for the lot of 25 and 50 larvae per containers and was some 5 mg per larva for the lot of 100. In the range from 2 to 10 mg of food per larva, the average wing length of adults became longer as the amount of food was increased.

3. Size of the containers. In the experiments using different size of containers with the surface varying from 60 to 480 square cm. and to which the same number of larvae (100), the same amount of food (400 mg) and the same depth of water was added, the mortality of larvae became lower but the larval periods became longer as the containers were larger.

4. Density of larvae. Different numbers of larvae from 25 to 150 were reared in each same size of vials containing 50 ml. of water and enough but not excess of food was given every day. The mortality of larvae became higher as the density was greater, but the absolute number of pupae being reared from a vial increased as the density was larger.