蚊の飼育条件による翅長・体重・濾胞形成数の変動

細井輝彦

東京工業大学生物学教室

INFLUENCE OF BREEDING CONDITIONS UPON WING LENGTH, BODY WEIGHT AND FOLLICLE PRODUCTION OF THE MOSQUITO

TERUHIKO HOSOI

Biological Laboratory, Tokyo Institute of Technology

I. 緒 言

蚊の産卵能力に関して前にアカイエカの卵巣卵成熟数を左右する環境因子を調べた際、同種の血液を満腹吸血した個体間にも、卵数に著しい変異を生ずることがわかつた¹⁾。これがどんな過程に由来するかという点をその後追究したが、問題は非常に複雑になつたので、便宜上蚊の吸血前と吸血後との2段階に分けて考えることにした。ここに報告するのは、その前段階であつて、未吸血蚊の卵巣に見られる初期濾胞の数の変化についてである。

材料と方法 蚊はすべて実験室で継代飼育したアカイエカ (*Culex pipiens pallens* Coquillett) を用いた。但し遺伝的には純粋なものではなく、実験材料の系統も詳かでない。飼育株はつとめて適温に保ち、幼虫には乾燥酵母を水にとかして、また成虫には蔗糖水を与え、産卵のためには人血を吸わせた。

実験に際しては、幼虫を種々の条件で飼育し、成虫は羽化後一定の日時にエーテルで麻酔し、双眼顕微鏡下で翅長を計測してから、1%食塩水中で解剖して卵巣濾胞を算えた。1個体ごとの濾胞数算定に生ずる誤測は最も大きな場合でも総数の3—5%で、これは通常同一飼育群内の個体変異よりもかなり小さいから、濾胞数計測は1個体1回にとどめた。翅長は翅の基部から先端までの直距離で示した。翅長によつて蚊体の大きさが表示されるかどうかはこれから述べる問題である。体重測定には羽化後24時間以内の無給餌蚊を用いた。同一飼育群に属する個体は一応翅長に従つて級別した後、数個体以上を合せて乾燥秤量し、個体当りの平均重量を算出した。これは1個体の乾燥重量が通常1mgに達しないため操作を容易にする目的でとつた処置である。後述するように翅長と体重は大体伴つて増減するから、この方法でもあまり障害はなかつたと思う。

水温調節は設備の関係で精密を欠いたので、これに関する比較は充分大きな温度差についてしか行えなかつた。蚊の発生期間中に与えられた飼育条件の変化を記録する場合には、脱皮または蛹化後24時間以内の分は、脱皮または蛹化の起る前の発育期に与えられていた条件に含めて表わすことにした。本実験ではこれ以上の厳密さを求めることが

不可能であつたし、結果もまたそれほどの必要を認められないものであつた。なお計測平均値の信頼限界はいずれも危険率 5%である。

II. 予 備 実 験

瀘胞の初期發育 卵巣瀘胞は蛹期から認められるが、蛹期にはまだ極めて小さい。羽化直後の蚊では、各 ovariole 中にかなり成長した瀘胞が 2 個ずつ見られ、そのうち大きい方（以下第 1 次瀘胞と呼ぶ）は長径約 35μ 、短径約 30μ 、小さい方（第 2 次瀘胞）は直径約 $20-25\mu$ に達している。常温で前者は羽化後 2—3 日たつと長径 75μ 、短径 70μ ほどになるが、この間第 2 次瀘胞はほとんど成長しない。以下単に瀘胞数という場合には第 1 次瀘胞だけを算えたものとする。

アカイエカは吸血するか、または血液に代り得る栄養をとらぬ限り、瀘胞はこの状態、すなわち Christophers²⁾ のいう第 1 期で成長を停止する。1 回吸血すれば第 1 次瀘胞の多くが卵母細胞中に卵黄を蓄積し始め、いわゆる第 2 期の成長に入る。しかし人血吸血では第 2 期に入つた瀘胞中で、成熟すなわち第 5 期に達するものはその半数くらいに過ぎない。また吸血後は第 2 次瀘胞も多少の成長を示すが、アカイエカの場合には 1 回の吸血で第 2 期に進む第 2 次瀘胞は見られない。吸血により第 2 期成長を始めた第 1 次瀘胞は、人血を吸つた場合には約半数、ニワトリの血でも 10—30% くらいが第 2 期で変性を起し、退化吸収される。

このような瀘胞の退化が、吸血前の第 1 期成長過程にも現れるか否かを調べるため、次の比較を行つた。すなわち同一群の蚊で羽化後 3 時間以内のものと、糖液を与えて 6—9 日飼育したものをくらべると、前者では 20 個体の翅長平均 4.2mm 、瀘胞数平均 307.8 ± 14.0 に対し、後者では 21 個体につき翅長 4.1mm 、瀘胞数 305.4 ± 22.5 であつた。従つて両者の瀘胞数は変らないと看なせる。少くともこの程度の期間中には第 1 次瀘胞数に増減を生ずることはないといえよう。

翅長と瀘胞形成数との相関 ここには詳細を述べないが実験の結果では、多数の飼育群に関する平均値をとると、人血を満腹吸血したアカイエカの卵成熟数は翅長と或る函数關係を保つて増加する。同様な關係が翅長と瀘胞形成数との間にも求められはしないかと考え相当多くの計測を行つたが、異常な場合が時々現れて判断に苦しんだ。そこでまず 4 個の飼育群につき、これらの間にどの程度の関連性があるかを確かめてみた。この群は或いは室温で、或いは保温した箱の中で、幼虫を第 1—2 令から飼育したものであり、毎日の温度変化の範囲は大きい、全飼育期間を通じてあまり上昇も下降もしていなかつた。

第 1 表は各群から無作意に抽出した成虫について、それぞれの群内における翅長と瀘胞形成数との相関を求めた結果を示す。これでわかるように、翅長は低温飼育蚊ほど増大しているが、瀘胞数の平均値は適温飼育蚊が多い。翅長と瀘胞数との間の相関は N, H 両群では高い正值を示しているのに、L, M 両群ではいずれも有意性が認められない。M と N とは近似の温度条件で飼育されたにも拘らず、この相関性に関して異つた結果を生じている。更に上記の各群間で翅長、瀘胞数及び両者の相関係数を比較してみたが、

翅長に差があつても瀘胞数には有意の差を認められないとか、或いはその逆の場合など区々であり、これだけではなぜこのような不一致を生じたか判断が下せない。

第1表. 同一飼育群内における翅長と瀘胞形成数との相関

群	水 温 (°C)	検 数	翅 長 (mm)	瀘 胞 数	相関係数 (r)	r の* 有意性
L	10-20	24	4.50±0.08	293.0±12.3	0.15	-
M	20-28	22	4.02±0.06	295.4±14.6	-0.23	-
N	20-28	21	4.13±0.11	328.0±23.1	0.58	++
H	26-32	24	3.57±0.06	198.7±13.7	0.63	++

* ++:危険率1%で有意, - : 有意性なし.

翅長と体重との関係 前項の飼育群について次に材料の一部 (総計 ♂ 567, ♀ 382) を, 翅長測定後乾燥して秤量し, 翅長と体重との関係を求めた. 成長の尺度として乾燥重量をとることは比較的無難であろう. そこでもし蚊体各部の組織構成が一定しており, どの部分の長さも均斉を失わずに増減しているものと仮定すれば, 体重と翅長の3

第2表. 翅長と体重との関係

翅 長 (mm)	個 体 平 均 乾 燥 重 量 (mg)		〔乾燥重量/(翅長) ³ 〕×10 ³	
	♂	♀	♂	♀
2.63	0.262	—	14.4	—
2.87	0.287	—	12.2	—
3.12	0.354	0.412	11.7	13.6
3.37	0.563	0.531	14.7	13.9
3.62	0.594	0.577	12.6	12.2
3.86	0.623	0.720	10.9	12.6
4.11	—	0.799	—	11.6
4.36	—	0.844	—	10.2
4.61	—	0.866	—	9.1
平 均			12.8±1.6	11.9±1.6

乗との比は, 翅長の如何によらず一定になるはずである. さて実測の結果は第2表に示すとおりで, 極めて大まかには上述の仮定が成立するが, 厳密に言えば体重の増加と共に翅長はよけいに引き伸ばされる傾向が見られる.

Ⅲ. 飼育液と水温による変動

蚊の翅長は幼虫飼育液と水温のいずれによつても影響を受けるが, その際体重や瀘胞形成数はどうなるであろうか. この点を解析するために次の実験を試みた.

10月下旬に得られた9卵舟の幼虫を20-29°Cで飼育した後A B両群にまとめた. Aは第3令に達した5卵舟分, Bは4卵舟分の第2令虫から成る. 更に両群とも150匹ずつの幼虫から成る6組に分け, それぞれの組を異なる組成の液或いは異なる水温で飼育した.

飼育液は3とおりで、いずれも共通な基本組成として藁浸出液と乾燥酵母を含む。液 a は基本組成だけであり、b にはそのほかに動物性蛋白源として乾燥したエビの粉末を、また c には排泄物として乾燥した鶏糞の粉末を加えた。水温は変動範囲 18—28°C と 10—20°C との 2 とおりにし、上記 3 種の液の各々に組み合わせ、かくして AB 両群とも 6 とおりの条件で飼育を行つた。液は幼虫令期の変わり目ごとに更新し、羽化した成虫

第3表. 飼育液及び水温の違いによる翅長・体重・瀝胞数の変化

水 温		18—28°C			10—20°C			
飼 育 液		a	b	c	a	b	c	
平均翅長 (mm)	♂	A	4.07	4.05	3.96	4.21	4.10	4.07
		B	4.02	4.03	3.92	4.19	4.01	4.04
	♀	A	5.02	4.96	4.87	5.14	5.02	5.01
		B	4.97	4.96	4.83	5.06	4.97	4.98
個 体 平 均 体 重 (mg)	♂	A	0.797	0.769	0.714	0.815	0.750	0.727
		B	0.827	0.790	0.705	0.797	0.700	0.683
	♀	A	1.109	1.113	0.947	1.154	1.121	1.035
		B	1.259	1.241	1.070	1.153	1.083	1.094
個 体 平 均 瀟 胞 数	♀	A	405.8	393.5	396.5	362.6	358.7	338.9
		B	429.6	421.5	387.9	364.0	352.5	339.0
1 mg 当り 平均瀟胞数	♀	A	366	356	392	317	292	307
		B	337	334	345	313	319	304

第4表. 第3表における差の検定

要 因	飼 育 液			水 温		群	
	a	b	c	a	18—28°C 10—20°C	A	B
翅 長	>	>	<	<		>	
乾 燥 重 量	>	—	<	—		—	
個 体 当 り 瀝 胞 数	—	>	<	>		—	
体重 1mg 当り 瀝胞数	—	—	—	>		—	

(註) > 及び > はそれぞれ危険率 1% 及び 5% で左側に位するものが右側に位するものより大、

< 及び < は同様右側が大、— は有意の差を認め難いことを示す。

は残らず毎日翅長を測つてから乾燥秤量した。但し各組から 10 個体だけは瀝胞数計測のためとり除いた。

結果に関する細部の数字は省略するが、蛹化率は 72.1—93.3% (平均 84.9%)、羽化率は蛹の 87.9%、性比は雄 1 に対し雌 0.86 であつた。翅長・体重・瀝胞数 (個体当り及び乾燥重量 1 mg 当り) の各組ごとの平均値は第 3 表に示される。また要因別、すなわち飼育液、水温及び群の違いによつて生じた差異の有意性は第 4 表のとおりである。

飼育液に関しては成虫体の発育はa液を用いたものが最もよく、c液が最も劣っている。この違いが如何なる原因によるかという点は簡単にきめられないが、今は問題にしないことにする。液による発育の違いは翅長に関して特に顕著であり、体重と瀹胞数については多少近より、単位重量当りの瀹胞数に関しては、各液間に有意の差を認められない。これを要するに飼育液の差異にもとずく成長の変動では、発育の程度は違つても、全身の調和均斉は不変に保たれている。然るに水温に由来する変動では低温飼育で翅長が伸びるのに、体重は認め得るほどの変化をせず、瀹胞形成数は個体当たりでも単位重量当たりでも、低温飼育により却つて減少している。なおAB両群についての違いは翅長に現れただけで、他の属性は有意の差を示さなかつた。

IV. 水温変化による変動

前節に適用した水温は、恒温とはいひ難いにしても、その変化は日週期的で、毎日の平均水温はほぼ恒常に保たれていた。この水温を或る令期以後高めたり低めたりしたらどうなるかという疑問に対して次の実験を行つた。材料はやはり10月末に得られた10卵舟を用い、第2令まではすべて18—28°Cで飼育した。第2令末期に5卵舟分ずつ合して、X及びYの2群にし、両群とも更に150匹ずつの6組に分けて、X群は第3令まで引き続き18—28°Cで、またY群はこれを10—20°Cの低温に保つた。その後は令期の変るごとにX群では2組ずつ低温に移し、Y群では2組ずつ適温に戻し、かくして水温変化の時期と様式（上昇或いは下降）に関して異なる6とおりの型を設け、それぞれの型に対して2組ずつの幼虫を準備した。飼育液はいずれも葉浸出液と酵母に統一した。以上の飼育群を通じて、蛹化率は71.4—91.3%（平均80.1%）、羽化率は蛹数の93.4%、性比は雄1に対し雌1.05であつた。羽化成虫は前節の実験に準じて処理したが、同一水温型に属する2組中1組の雌は、瀹胞数計測と吸血実験用にあてたので、したがつて体重測定から省かれた。

計測の結果は第5表に要約し、また差の検定は第6表に示す。表中でHLL, HHLなどの符号は、それぞれ第3令、第4令、蛹期が適温（H: 18—28°C）または低温（L: 10—20°C）に保たれたことを意味するものとする。例えばHLLは第3令まで適温で過し第4令と蛹期を低温に保つたものである。

この結果をみると、翅長は水温の変化に対して鋭敏に感応し、蛹期になつてからでも水温を下げれば伸長し、逆に水温上昇では短縮することがわかる。もし第4令から続けて変えればその影響は一層大きくなり、このため第3令以前における水温の効果は隠蔽されてしまう。すなわち単なる水温の高低よりも、幼虫末期における水温上昇または下降の影響の方が強いわけである。これに反して体重は短期間の温度変化に支配されることが少なく、第4令の水温のほか第3令の水温も相当影響するが、蛹期の水温だけではあまり関係しない。幼虫期の水温が低いと体重は増加する。この点前節の実験結果と矛盾するように見えるが、前の実験においても第3表の数字を調べればA群に関する限り低温飼育では体重が増加していることに気づく。A群は第3令で水温を下げたものであり、B群は第2令から下げたものであつた。本実験ではいずれも第3令以後に水温を下

げてある。故に体重の場合でもやはり低温そのものによつて増加するのではなく、水温低下により増加するが、ただ翅長の場合ほど敏感に現れないのだと考えれば、この矛盾は解消する。

第5表. 水温上昇または下降による翅長・体重・瀧胞数の変化

幼 虫 群		X			Y			
水 温 変 化		HHH	HHL	HLL	LLL	LLH	LHH	
平 均 翅 長 (mm)	♂	w	3.82	3.90	4.15	4.20	4.00	3.77
		z	3.77	3.96	4.20	4.17	3.99	3.80
	♀	w	4.73	4.90	5.10	5.06	4.82	4.61
		z	4.75	4.92	5.12	5.09	4.90	4.67
個 体 平 均 重 (mg)	♂	w	0.958	0.612	0.726	0.878	0.825	0.688
		z	0.559	0.645	0.724	0.809	0.831	0.774
	♀	w	0.933	0.962	1.029	1.241	1.190	1.019
個 体 平 均 瀧 胞 数	♀	z	348.0	368.5	321.2	372.4	379.0	381.5
1 mg 当リ 平 均 瀧 胞 数	♀	z	371	376	305	286	316	373

(註) H: 18—28°C, L: 10—20°C. 水温変化は第3令, 第4令, 蛹期の順に列記.

第6表. 第5表における差の検定

水温変化	HHH	HHL	HLL	LLL	LLH	LHH	HHH
翅長	〈	〈 最大	—	〉	〉 最小	〈	
乾燥重量	最小	—	〈	〈 最大	—	〉	最小
個体当り瀧胞数	—	〉	最少	〈	—	— 最多	〉
体重1mg当り 瀧胞数*	(—)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(—)

(註) 符号に関しては第4表参照, *検定した差に非ず。

次に個体当りの瀧胞数は前実験と同様に翅長変化と正反対になり、水温上昇で増加し、下降によつて減少する。これも体重と同じく蛹期だけの変化ではあまり影響されないが、第3令の水温効果が第4令以後の変化で覆われてしまう点はむしろ翅長の場合よりも強く、第4令で水温を変えると、その前から変えておいていた場合以上に瀧胞数が大きく変動する。単位体重当りの瀧胞数に関しては、実験計画を誤り検定不能に終つたが、体重と個体当り瀧胞数との関係から察せられるとおり、大体低温により減少の傾向を示している。なお吸血実験の結果によれば、吸血率は連続適温飼育の蚊が最も高く、また吸血蚊の卵巢卵成熟数は水温上昇の場合に増加し、下降の場合には減少した。紙数の都合で詳細は割愛する。

V. 考 察

幼虫を低温飼育すると蚊は翅長を増加することは前から知られている^{3) 4) 5)}. Merによればこの翅長増加率は低温による胸長増加率よりも高いと考えられるが⁶⁾, 筆者の実験においても体重にくらべて翅長は水温変化の影響をより鋭敏に反映することがわかつた. 水温低下の結果翅長も体重も増加するが, その影響は水温低下が幼虫発育の後半期に起つた場合に著しく, それ以前の時期から変化した場合には却つて効果が減殺される傾向が見られる. これは一種の順応によるものであろう. これに反して卵巣の成長は水温低下によつて明らかに阻害される. 同様の事実はすでに *Anopheles sacharovi* についても報告されている. 低温飼育で瀰胞数が減少したのもこのような現象の一面であると解される. 要するに成長期の温度上昇は, それが著しく高温にならぬ限り, 生殖活動を促進し, 反対の場合にはこれを阻害して代償的に体組織を強化すると考えられる.

蚊体の発育は幼虫飼育液の性質によつても変化するが, この際には翅長・体重・瀰胞形成数がほぼ調和を保ちながら変動することは水温の場合と対照的である. 通常の飼育では飼育液の組成は微生物によつて絶えず変つている. この影響が水温変化と組み合わせれば, 翅長・体重・瀰胞数は2つの異つた関係によつて動かされることになるから, 或る時には高い相関が現れ, 他の時には無関係な変化を示すといったような不規則が生ずるのであろう.

Ⅶ. 摘 要

1. アカイエカの翅長, 体重及び瀰胞形成数は発生中の飼育条件に従つて, 相互に複雑な関係を保ちながら変動する.
2. 飼育液の差異による変化は体の発育が調和的であり, 翅長・体重・瀰胞数はほぼ相伴つて増減する.
3. 水温変化では翅長や体重の増減と瀰胞数のそれとが逆行する. 水温の影響は主として幼虫後期における温度の上昇または下降に依存する.

Ⅷ. 文 献

- 1) 細井輝彦: アカイエカの発生と温度との関係 (予報). 上海自然科学研究所彙報. 14(5): 339—350, 1944.
- 2) S. R. Christophers, J. A. Sinton & G. Covell: How to do a malaria survey. 3rd ed. Delhi, Hlth Eull. No. 14, 1936.
- 3) F. Weyer: Die Variabilität der Grösse bei den Rassen von *Anopheles maculipennis* unter natürlichen Bedingungen und im Experiment. Arch. Schiffs-u. Tropenhyg. 39:339—408, 1935.
- 4) 中山一郎: *Anopheles koreicus* 及び *Anopheles edwardsi* の種別に就て. (附) 温度の
- 5) 原田寿市: 東京附近産 *Anopheles* の羽の長さと maxillar index に就て. 衛生動物. 2 (2.3): 43—51, 1951.
- 6) G. G. Mer: Variations saisonnières des caractères de *Anopheles elutus* en Palestine. II. Eull. Soc. Path. exot. 30: 38—42, 1937.
- 7) G. G. Mer: Experimental study on the development of the ovary in *Anopheles elutus*, Edw. (Dipt. Culic.). Bull. Ent. Res. 27: 351—359, 1936.