

## 【原著】

チカイエカ *Culex pipiens f. molestus* (Diptera: Culicidae) の雌の翅長と卵粒数に及ぼす温度と幼虫期の餌量の影響

吉井 学<sup>1)\*</sup>, 黒川 憲次<sup>2)</sup>, 在津 誠<sup>3)</sup>, 三根 真理子<sup>4)</sup>, 飛弾野 真也<sup>5)</sup>,  
 神山 長慶<sup>6)</sup>, 小林 隆志<sup>5)</sup>, 江下 優樹<sup>5,6,7)</sup>, 小田 力<sup>8)</sup>

<sup>1)</sup> 活水女子大学健康生活学部食生活健康学科 〒850-8515 長崎市東山手町 1-50

<sup>2)</sup> 長崎大学大学院医歯薬総合研究科感染免疫学講座 〒852-8523 長崎市坂本 1-12-4

<sup>3)</sup> 佐世保市役所生活環境課 〒857-8585 佐世保市八幡町 1-10

<sup>4)</sup> 長崎大学原爆後障害医療研究施設 〒852-8523 長崎市坂本 1-12-4

<sup>5)</sup> 大分大学医学部感染予防医学講座 〒879-5593 大分県由布市挾間町医大ヶ丘 1-1

<sup>6)</sup> Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, 420/6 Ratchawithi Road, Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand

<sup>7)</sup> 大阪大学微生物病研究所 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 3-1

<sup>8)</sup> 〒852-8124 長崎市辻町 19-30

Effects of temperature and amounts of larval food on wing length and number of eggs in an egg raft laid by females of *Culex pipiens f. molestus* (Diptera: Culicidae)

Manabu YOSHII<sup>1)\*</sup>, Kenji KUROKAWA<sup>2)</sup>, Makoto ZAITSU<sup>3)</sup>, Mariko MINE<sup>4)</sup>, Shinya HIDANO<sup>5)</sup>,  
 Nagamune KAMIYAMA<sup>5)</sup>, Takashi KOBAYASHI<sup>5)</sup>, Yuki ESHITA<sup>5,6,7)</sup> and Tsutomu ODA<sup>8)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Nutritional Health, Faculty of Wellness Studies, Kwassui Women's University, 1-50 Higasiyamate-machi, Nagasaki-shi, Nagasaki 850-8515, Japan

<sup>2)</sup> Division of Molecular and Clinical Microbiology, Department of Molecular Microbiology and Immunology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences, 1-12-4 Sakamoto, Nagasaki 852-8523, Japan

<sup>3)</sup> Living and Health Division, Sasebo City Office, 1-10 Yahata-machi, Sasebo-shi, Nagasaki 857-8585, Japan

<sup>4)</sup> Division of Scientific Data Registry, Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University, 1-12-4 Sakamoto, Nagasaki 852-8523, Japan

<sup>5)</sup> Department of Infectious Disease Control, School of Medicine, Oita University, 1-1 Idaigaoka, Hasama-machi, Yufu-shi, Oita 879-5593, Japan

<sup>6)</sup> Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, 420/6 Ratchawithi Road, Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand

<sup>7)</sup> Research Institute for Microbial Diseases, Osaka University, 3-1 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka 565-0871, Japan

<sup>8)</sup> 19-30 Tsuji-machi, Nagasaki-shi, Nagasaki 852-8124, Japan

## 摘 要

チカイエカ (*Culex pipiens f. molestus*) の吸血雌, あるいは無吸血産卵性の雌から生まれた卵粒数とそれぞれの雌の翅長に及ぼす温度と幼虫期の餌量の影響を明らかにするため, 1982年5月から11月まで長崎市内のアパートで採集したチカイエカの吸血雌から産まれた卵塊の卵粒数とその雌成虫の翅長を月別に調べた。平均翅長は5月から8月にかけて短くなり, その後再び長くなった。平均卵粒数も翅長とよく似たパターンを示し, 両者の間には高い相関がみられた。しかし, 個体別にみると卵粒数も翅長も大きく変化し, 5月と7月のみ相関がみられた。一方, 21°Cで飼育した無吸血産卵性の雌は27°Cのものよりも, 成熟濾胞数が多く, 翅長も長かった。雌の翅長は成虫の体の大きさを表す指標であり, 幼虫期の温度の影響を受け, 翅長に伴って成熟卵粒数が変化することが判っている。それ故, 吸血雌の産んだ卵粒数は温度の影響を強く受ける可能性は低いと考えられる。また, 本実験で設定した幼虫の餌量では雌の翅長や成熟卵粒数は餌量の影響をほとんど受けず, 幼虫期の温度の影響を受ける。

\* Corresponding author: myoshii@kwassui.ac.jp

受付: 2015年4月30日 (Received: 30 April, 2015)

受理: 2016年1月13日 (Accepted: 13 January, 2016)

## Abstract

The effects of temperature and the amounts of larval food on the numbers of eggs in egg rafts and wing lengths were examined monthly using blood fed females of *Culex pipiens f. molestus* mosquitoes collected in an apartment in Nagasaki City between May and November 1982, and autogenous females which were bred with different amounts of larval food at temperature of 21 °C or 27 °C. The mean wing lengths decreased from May to August and subsequently increased. The mean numbers of eggs in egg rafts were strongly correlated with the wing lengths. However, the numbers of eggs and wing lengths markedly varied among individuals, showing a correlation in May and July. Autogenous females bred at 21 °C showed larger numbers of mature follicles and longer wings than those that bred at 27 °C. Female wing lengths indicate adult body sizes and are influenced by the temperature during the larval stage, and the numbers of mature eggs vary with the wing lengths. Therefore, the numbers of eggs in egg rafts laid by blood-fed females may not have been by the temperature. In addition, the amount of larval food in the present experiment was unlikely to have had significant effects on the female wing lengths or numbers of mature eggs, and temperature in larval stage will have an important effect on them in the female.

**Key words:** チカイエカ (*Culex pipiens f. molestus*), 雌 (female), 翅長 (wing length), 卵粒数 (number of eggs in an egg raft), 温度 (temperature), 幼虫の餌 (larval food)

## はじめに

チカイエカ *Culex pipiens f. molestus* Forskål とアカイエカ *Culex pipiens pallens* Coquillett は同種で、アカイエカ群 *Culex pipiens complex* に属する (Mogi, 2012). これらの蚊は人畜獣共通感染症である犬糸状虫症の媒介蚊であり、医学的観点からみて重要な蚊である (Zaitzu, 1988). これらの両者は形態的に酷似しているが、生理・生態的に相違が認められる。アカイエカの幼虫は側溝などの地上水域に発生し、その雌成虫はヒトを含む哺乳動物や鳥類から吸血して産卵を行う。それに対して、チカイエカの幼虫はビルの地下に設置された暗所の浄化槽などの地下水域に発生し、成虫は初回時のみ無吸血で産卵を行い、いわゆる無吸血産卵 (autogeny) により世代を繰り返している。無吸血産卵後、2回目以降はアカイエカ成虫と同様に吸血によって産卵を行う。また、試験管の中でも交尾可能な、いわゆる狭所交尾性 (stenogamy) の性質を備えている (野口, 1962; 佐々, 1965; 大森ら, 1955; 和田・大藤, 1962).

本来地下水域に生息しているチカイエカ幼虫が、側溝などの地上水域でアカイエカ幼虫と同様に発生していることが報告されている (朝比奈ら, 1963; 生沢ら, 1977; 米本, 1971). 小田・上田 (1979) の行なった長崎市での調査では、地上 (開放環境) に設置したアカイエカの卵塊 (卵舟) 採集のための産卵用トラップ (Ovitrap) で、多数のチカイエカ卵塊が春と秋に採集された。この結果からチカイエカの産卵活動は春と秋に活発となり夏には低下することがわかった。また、産卵用トラップで採集された卵粒数も春と秋には多くなるが、夏には減少してい

た。実験的に種々の温度下で幼虫から飼育羽化させた

無吸血雌から産まれた卵粒数を調べた結果、卵粒数は温度が高くなるにつれ減少する傾向が見られ、温度が重要な要因であると考えられた (小田・上田, 1979; 在津ら, 1987). チカイエカの卵粒数の変化に関しては、産卵した雌の体の大きさと相関関係があるという報告がある (Vinogradova and Karpova, 2006). さらに、幼虫期の餌量が成虫の体の大きさや成熟卵粒数に影響を与えるという報告もある (中村, 1956; 小林・和田, 1986). 長崎系のチカイエカにおいても、無吸血産卵による卵粒数が温度によって変化することが明らかにされている (小田・上田, 1982). しかしながら、これまでの調査では無吸血産卵性の雌から生まれた卵粒数とそれぞれの雌の体の大きさが温度や幼虫時代の餌量によってどのように変化するか、また両者の相関関係の有無については検討されていなかった。特に吸血産卵に由来する卵粒数とその雌の体の大きさについての調査結果はない。そこで、これらの点を明らかにするため、長崎市内のアパートで採集されたチカイエカの吸血雌から得られた卵粒数とそれぞれの雌の翅長を調べるとともに、21°Cと27°Cの温度条件の実験室で幼虫期の餌量を変えて飼育し羽化させた無吸血雌から得られた成熟濾胞数と翅長を調べた。

## 材料と方法

### 1. アパートで採集されたチカイエカの雌の翅長と卵粒数

1982年5月から11月にかけて、長崎市の4階建てアパートの1室で目視により満腹吸血雌 (P) を

吸血管と捕虫網（手網：直径 15 cm，長さ 20 cm）を用いて採集した。これらの雌蚊を温度 25°C，日長 16 時間照明下の実験室に持ちかえり，約 30 mL の汲み置き水道水を入れたプラスチック製（口径 3 cm，深さ 8 cm）のビンに個別別に入れて産卵させた。なお，飼育開始後，蓋の部分をガーゼで被い，餌として 3%の砂糖水を含ませた綿花をガーゼの上に置いた（Oda et al, 1986）。産卵後に卵塊（F1）を同じビンで成虫になるまで飼育した。また，F1 の雌が無吸血産卵した場合は，この親である吸血雌（P）をチカイエカの雌と判定した。

無吸血産卵性の蚊の体の大きさのパラメーターとして翅長が使われている（Su and Mulla, 1997; Vinogradova and Karpova, 2006）。本報では産卵した雌を -20°C に保存した後，Su and Mulla (1997) の測定法に従って翅長を双眼実体顕微鏡下でマイクロメーターを用いて計測した。さらに吸血雌（P）由来の卵粒数を双眼実体顕微鏡で調べた。

## 2. 幼虫期の飼育温度および餌量の異なる雌の翅長と成熟濾胞数（5期濾胞数）の測定

長崎市内のビルの浄化槽で 1970 年に幼虫を採集し，温度 25°C と日長 16 時間照明下の飼育室で無吸血産卵により継代飼育したチカイエカの系統を用いて，以下の実験を行った。

幼虫期の餌量が無吸血産卵に及ぼす影響を明らかにするため，異なる条件下で飼育した雌の翅長と成熟濾胞数を調べた。幼虫の飼育にはエナメル敷のトレイ容器（22×14×3 cm 深さ）を用いた。容器に汲み置きの水 400 mL を入れた後，ふ化直後の幼

虫 200 個体を加えた。その後，幼虫の飼育を 21°C の飼育室で開始した。幼虫の餌として Brewer's yeast の粉末とマウスの餌の粉末を等量に混合した粉末を用いた。幼虫期の餌量として 1 令幼虫期に 0.1 g，2 令期に 0.15 g，3 令期に 0.2 g，4 令期には 0.25 g を毎日与えた。この幼虫群を「多量区」とした。もう 1 つのトレイの幼虫に対して多量区の半分の餌を与えた。この幼虫群を「少量区」とした。なお，各令期の幼虫が約 10% 現れた時点で餌量を増加させた。蛹化後の蛹は毎日，水 30~50 mL を入れた前述のポリエチレンの瓶に移し，蛹を含む飼育容器を布製の飼育ゲージ（20×20×30 cm 奥行き）に移して羽化させた。成虫には 3%の砂糖水を含ませた綿を与えた。以上と同様の実験を 27°C でも行った。21°C では羽化後 10 日後に，27°C では 6 日後に双眼実体顕微鏡下で雌成虫を解剖して成熟濾胞（5期濾胞）数を調べるとともに，マイクロメーターを用いてその雌成虫の片方の翅長を計測した。なお，前述の 21°C と 27°C での羽化から調査日までの日数は次のようにして決めた。羽化後 5 期濾胞に発育するまで 21°C あるいは 27°C でそれぞれ約 5 日あるいは 3 日かかるので，個体差を考慮して日数を 2 倍に延長した。濾胞の発育期の同定は Oda (1968) の記載にしたがった。

## 結 果

### 1. アパートで採集されたチカイエカの吸血雌の翅長と卵粒数の季節変化

Table 1 に吸血雌（P）の翅長および卵塊当たりの卵粒数の平均値と最大値，最小値を月別に示した。

Table 1 Changes of wing length of the females (P) and number of eggs in an egg raft (F1) laid by fully blood fed females (P) of *Culex pipiens f. molestus* which were collected in an apartment from May to November in 1982.

Month	No. of females dissected (P)	Wing length (mm)		No. of egg rafts examined (F1)	No. of eggs in an egg raft	
		Mean ± SD	Min. - Max.		Mean ± SD	Min. - Max.
May	7	4.1 ± 0.4	3.3 - 4.5	7	105.1 ± 3.8	27 - 141
Jun.	26	3.7 ± 0.3	3.1 - 4.4	26	92.3 ± 22.5	33 - 142
Jul.	20	3.6 ± 0.2	3.0 - 4.0	20	88.4 ± 29.9	39 - 140
Aug.	10	3.5 ± 0.2	3.2 - 3.9	10	83.6 ± 22.3	34 - 103
Sep.	93	3.6 ± 0.2	3.0 - 4.1	93*	81.8 ± 27.7	22 - 147
Oct.	56	3.7 ± 0.2	3.2 - 4.4	56	93.5 ± 23.6	57 - 145
Nov.	33	4.0 ± 0.2	3.5 - 4.4	33	93.7 ± 16.3	60 - 124

SD: Standard Deviation

\* An egg-raft had eggs without embryos.

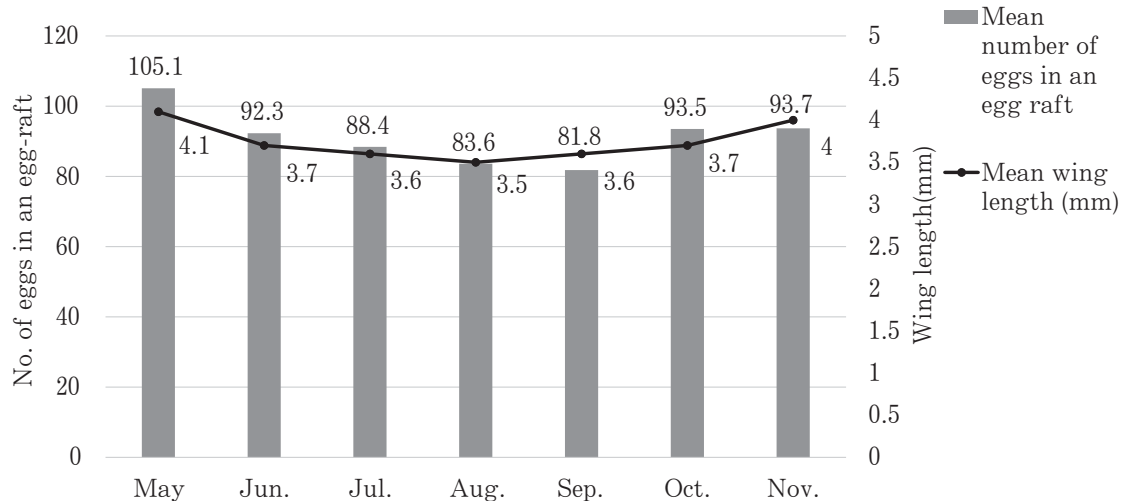


Fig. 1 Changes of wing length of the females (P) and number of eggs in an egg raft (F1) laid by fully blood fed females (P) of *Culex pipiens* f. *molestus* which were collected in an apartment from May to November in 1982

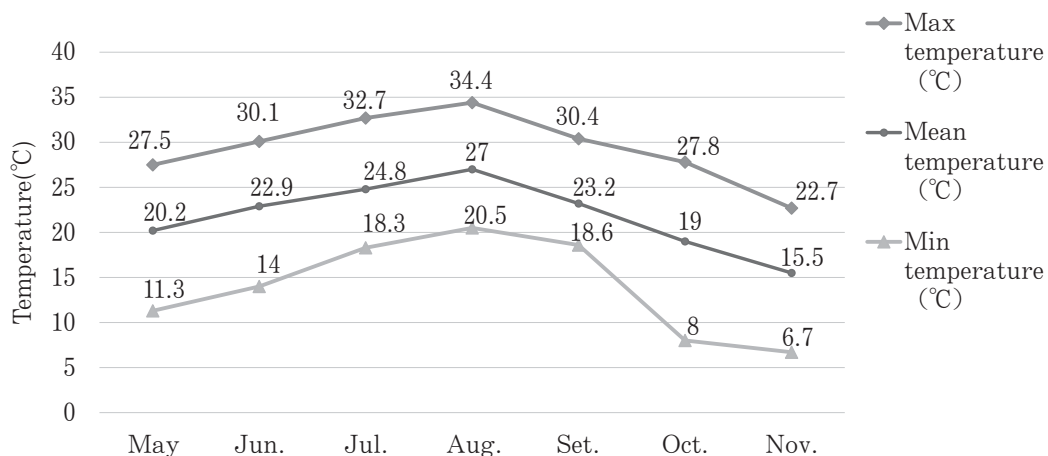


Fig. 2 Monthly changes in air temperatures in Nagasaki city from May to November in 1982

平均翅長は5月～8月にかけて短くなり、その後11月に向かって長くなった (Fig. 1). 平均卵粒数も8月～9月にかけて減少し、その後11月に向けて増加した (Fig. 1). Fig. 2に採集が行われた1982年の長崎市における月別の気温変化を示す。平均翅長および平均卵粒数の季節的な変化には気温が関係しているものと思われる (Fig. 1, 2). また、平均翅長と平均卵粒数の季節的な変化のパターンがよく似ているので両者の相関を調べてみたところ、高い相関がみられた。さらに吸血条件と吸血量および翅長の関係があるか否かを推測するために、個体毎の翅長と卵粒数について月別に相関を調べたところ相関係数 ( $\gamma$ ) は5月には  $\gamma = 0.85$  であり、6月は  $\gamma = 0.24$ , 7月は  $\gamma = 0.5$ , 8月は  $\gamma = -0.02$ , 9月は  $\gamma = 0.06$ , 10月は  $\gamma = 0.18$ , 11月は  $\gamma = 0.05$  とな

り、5月と7月は相関が高かった。

## 2. 無吸血の雌翅長と成熟濾胞数に及ぼす飼育温度および幼虫期餌量の影響

Table 2に、幼虫期に餌を多く与えた群 (多量区) と少なく与えた群 (少量区) に区分し、それぞれ21°Cと27°Cで飼育した雌について調査した個体数とその平均翅長と平均成熟卵粒数を示した。多量区では翅長は27°Cの方が21°Cに比べて短くなった (Fig. 3A, t-test;  $p < 0.05$ ). 成熟卵粒数も高温下で減少した (Fig. 3B, t-test;  $p < 0.05$ ). この結果は少量区でもほぼ同じであった (Fig. 3A, 3B). そこで、個体毎の雌の翅長と成熟卵粒数についてピアソンの相関係数を計算した。多量区では21°Cで相関係数は  $\gamma = 0.51$  ( $p = 0.004$ ) で強い相関がみられ

Table 2 Wing length of females (P) and number of matured follicles in 5th developmental stage in two ovaries of *Culex pipiens f. molestus* females which were bred with different amounts of food during larval stage and emerged at 21 and 27°C, respectively.

Amount of foods	Temp. (°C)	No. of females (P) dissected	Wing length (mm)	No. of follicles in 5th stage
			Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
Large	21	31	4.3 $\pm$ 0.1	76.6 $\pm$ 13.1
	27	15	3.7 $\pm$ 0.2	54.6 $\pm$ 25.1
Small	21	34	4.5 $\pm$ 0.1	90.2 $\pm$ 15.0
	27	3	3.3 $\pm$ 0.2	47.7 $\pm$ 8.1

SD: Standard Deviation

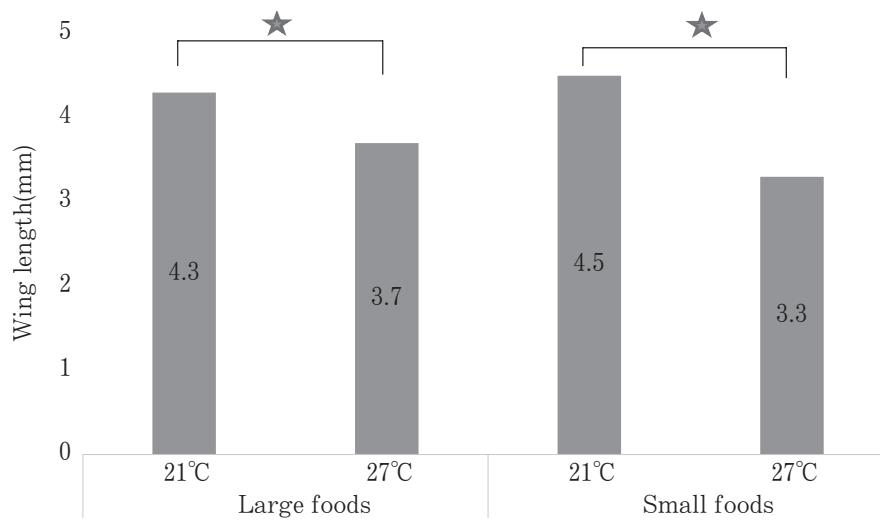


Fig. 3A Wing length of females (P) of *Culex pipiens f. molestus* which were bred with different amounts of food during larval stage and emerged at 21 and 27°C, respectively

[★ : Significantly different between two values (t-test,  $p < 0.05$ )]

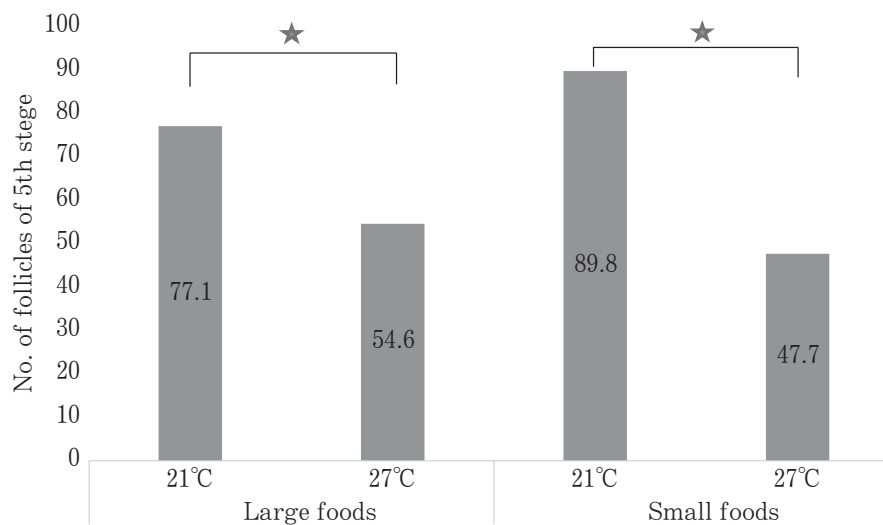


Fig. 3B Number of follicles of 5th stage in two ovaries of female *Culex pipiens f. molestus* which were bred with different amounts of food during larval stage and emerged at 21 and 27°C, respectively

[★ : Significantly different between two values (t-test,  $p < 0.05$ )]

たが、27°Cでは $\gamma = 0.32$  ( $p = 0.07$ ) と低くなった。少量区では21°Cで $\gamma = 0.64$  ( $p = 0.01$ ) とやはり高い相関がみられた。27°Cでは標本数が3個体と非常に少なかったため、有意な相関は得られなかった ( $p = 0.22$ )。ただし、Table 2に示したように、多量区と少量区の27°Cでの平均成熟卵粒数は54.6と47.7で少量区の成熟卵粒数が僅かに少なかった。同様に平均翅長は3.7と3.3と、やはり少量区では僅かながら短くなった。このことから、27°Cの高温下では幼虫の餌量の影響は僅かながらあるが、あまり大きくないと推測できる。標本数の少なさを補うため、少量区については今後さらなる検討が必要であるが、多量区とほぼ同じような傾向を示すのではないかと推測される。以上を総合すると、翅長と成熟卵粒数の間に相関があり、この関係は温度の影響を受けることがわかった。

## 考 察

本研究においてアパートで採集したチカイエカの吸血雌の平均翅長は5月から気温の高い8月にかけて短くなり、その後11月に向って長くなった。平均卵粒数も5月から8月にかけて減少したが、その後は再び増加した。すなわち翅長と卵粒数の季節的な変化は良く似たパターンを示し、両者の間には正の相関が認められた。さらに月別に個体別の相関を計算した結果、雌の翅長と卵粒数の間には5月と7月に正の相関がみられたが、他の月には相関が無かった。Hosoi (1954) は実験的に人血を満腹吸血し、その後飼育したアカイエカの雌について、同じ翅長の個体の中でも成熟濾胞または発育した濾胞の数は著しく変化するが、平均濾胞数と翅長との間には若干の相関関係が見られることを報告している。また、卵形成には卵巣小管数、濾胞の生理状態、消化した血液の量と種類と血液の消化の間での生理状態が重要な要因であろうと推測している。以上は、アカイエカにおいて第1回の吸血後の濾胞の発育を調べた結果からの考察であり、1回産したチカイエカ雌を用いた本研究と直接の比較はできない。しかし、本研究で5月と7月に翅長と卵粒数の正相関があり、他の月には相関が無かった原因としても、消化された人血の血液量や濾胞の発育状態の相違による可能性が考えられる。一方、本研究では平均卵粒数と平均翅長との間に相関関係がみられているので、翅長によって代表される体の大きさも卵粒数の変化をおこす要因となっている可能性もある。

無吸血産卵性の雌の翅長と成熟卵粒数の関係については Vinogradova and Karpova (2006) による報告がある。彼らは20°Cと25°Cの温度と日長を組み合わせた実験条件下で、チカイエカを幼虫から飼育羽化させ、20°Cでの翅長は25°Cでのものよりも長いこと、平均成熟卵粒数も20°Cの方が25°Cのものよりも多いこと、翅長と成熟卵粒数の間に正の相関があること、温度と日長条件が翅長によって示される体の大きさへの影響を通して成熟卵粒数に影響していること、そして、これらに影響を与えている主要因は温度であることを述べている。これらの結果は今回の実験でも確かめられ、長崎産のチカイエカの無吸血産卵性の卵粒数の変化も体の大きさに関係している可能性が考えられる。

本研究からは、幼虫期の餌量が翅長や卵粒数に大きな影響を与えることを示唆する結果は得られなかった。一方で、幼虫期の餌量に関わらず飼育温度は翅長や卵粒数に影響を与える結果は得られた。無吸血産卵に由来する卵粒数は幼虫時代の飼育温度が高くなるにつれ減少することが報告されており (嘉村, 1959; 小田・上田, 1979)、この卵粒数の減少は成熟濾胞数の減少によることが明らかになっている (小田・上田, 1979)。

本研究では5月と7月にアパートで採集したチカイエカの吸血雌のみで卵粒数と翅長の間で明らかな相関関係がみられた。採集した雌の平均翅長には季節的な変化が見られ、前述のように、これは幼虫期の主として温度による影響を受けていると考えられる。しかしながら、それらの雌成虫から得られた卵塊は、1回産卵後に人から吸血した満腹吸血雌から産まれたものであり、その後は25°Cの一定温度下で飼育されている。よって、消化された血液量や血液の種類および産卵までの温度が卵粒数の変化の要因となっている可能性が大きい。この他にどのような要因が関係しているかを今後検討する必要がある。

## 引用文献

- 1) 朝比奈正二郎・安富和男・野口圭子 (1963) 東京営林署猿江貯木場における蚊の調査と駆除実験。衛生動物 14: 167-175.
- 2) Hosoi, T. (1954) Egg production in *Culex pipiens pallens* Coquillett. III. Growth and degeneration of ovarian follicles. Jpn. J. Med. Sci. Biol. 7: 111-127.
- 3) 生沢万寿夫・米本申一・西尾恭好 (1977) 大阪

- 市内, 特に都心部地上解放水域のアカイエカグループ. 第2報. 衛生動物 28: 29.
- 4) 嘉村 猛 (1959) 日本産 *Culex pipiens* group の研究. 4. 長崎産 *molestus* の生態学的研究. 長大風土病紀要 1: 51-59.
  - 5) 小林和代・和田芳武 (1984) 蚊幼虫の齢期別栄養条件が無吸血産卵性に与える影響. 衛生動物 35: 57-62.
  - 6) Mogi, M. (2012) The forms of the *Culex pipiens* complex in East Asia, with ecological thoughts on their origin and interrelation. J. Amer. Mosq. Cont. Assoc. 28 (suppl.4): 28-52.
  - 7) 中村 譲 (1966) チカイエカ幼虫給餌条件がその発育および無吸血産卵性に及ぼす影響. 衛生動物 17: 43-47.
  - 8) 野口圭子 (1962) 無吸血生殖イエカいわゆる "*molestus*" の研究・第1報, 東京において初冬期に活動するイエカについて. 衛生動物 13: 185-189.
  - 9) Oda, T., Mori, A. and Fujita, K. (1986) Observations on seasonal changes in feeding activity of *Culex pipiens molestus* in a house in Nagasaki City. Z. Angew. Zool. 2: 129-134.
  - 10) Oda, T. (1968) Studies on the follicular development and overwintering of the house mosquito, *Culex pipiens pallens* in Nagasaki area. Trop. Med. 10: 195-216.
  - 11) 小田 力・上田正勝 (1979) 地上水域におけるチカイエカの産卵活動の季節的变化. 熱帯医学 21: 139-144.
  - 12) 大森南三郎・別宮久夫・嘉村 猛・大利茂久・下釜 勝 (1955) 長崎市内で発見された *Culex pipiens molestus* について (予報). 長崎医学会雑誌 30: 1572-1576.
  - 13) 佐々 学 (1965) チカイエカの正体. 環境衛生 12: 5-11.
  - 14) Su, T. and Mulla, M. S. (1997) Physiological aspects of autogeny in *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) Influences of sugar feeding, mating, body weight, and wing length. J. Vector Ecol. 22: 115-121.
  - 15) Vinogradova, E. B. and Karpova, S. G. (2006) Effect of photoperiod and temperature on the autogeny rate, fecundity and wing length in the urban mosquito, *Culex pipiens pipiens* f. *molestus* (Diptera, Culicidae). Inst. J. Dipterol. Res. 17: 3-12.
  - 16) 和田義人・大藤 芳 (1962) 日本産 *Culex pipiens* group の研究. 6. *Culex pipiens molestus* Forskal の大発生例について. 長大風土病紀要 4: 31-37.
  - 17) 米本申一 (1971) 開放水域に見られた *Culex pipiens molestus* Forskal, 1775 の形態学・生態学的検討. 大阪市大医誌 20: 59-84.
  - 18) 在津 誠・小田 力・上田正勝・黒川憲次・森 章夫・藤田紘一郎 (1987) 地上に設置された Ovitrap で採集されたチカイエカの卵塊数の季節的变化 -1977 年以降の調査結果-. 長崎生物学会誌 32: 15-19.
  - 19) Zaitso, M. (1988) Comparative studies on the role of the *Culex pipiens molestus* and *Culex pipiens pallens* mosquitoes in transmitting dog filarial, *Dirofilaria immitis*, in Nagasaki City. Trop. Med. 30: 141-154.