大阪府における越冬蚊の生態, とくにコガタ

アカイエカの越冬に関する研究

4. 越冬蚊と新生蚊の出現に及ぼす温度の影響

中 村 央 伊藤 寿美代*

武 衛 和 雄** 吉 田 政 弘

大阪府立公衆衛生研究所医動物室 (〒537 大阪市東成区中道 1-3-69)

(受領: 1987年2月7日)

Ecological studies on the overwintering of mosquitoes, especially
of *Culex tritaeniorhynchus* Giles in Osaka Prefecture

4. Influence of temperature on the first appearance of overwintered and newly-emerged populations of *Cx. tritaeniorhynchus*

Hiroshi NAKAMURA, Sumiyo ITO, Kazuo BUEI and Masahiro YOSHIDA

Laboratory of Medical Zoology, Osaka Prefectural Institute of Public Health,
1 Nakamichi, Higashinari-ku, Osaka 537, Japan

Key words: *Cx. tritaeniorhynchus*, overwintering, spring emergence, flight activity, temperature.

コガタアカイエカの越冬に関しては, i) 低温短日条件により雌成虫が休眠に入ること (伊藤ら, 1968; Kawai, 1969), ii) 休眠の覚醒に低温が有効であること (伊藤・中村, 1976), iii) 越冬した雌は, 越冬後期にある一定の温量が満たされると出現してくること (Wada *et al.*, 1973) などが明らかにされている。

大阪府和泉市三林町の丘陵地帯における8年間の調査によると, 越冬蚊が初めてドライアイストラップに誘引されたのは, 年によって変動があり, 4月1~18日のずれが見られた (武衛ら, 1986a)。これに対して平野部の同市黒鳥町の牛舎で初めて越冬蚊が採集されたのは, どの年でも三林町より遅く, 4月14~21日であり, 三林町のような越冬場所から分散してきたものと考えられたが, 新生蚊が初めて出現した時期 (5月4~19日) は, 両採集地ともほぼ同じであった (武衛ら, 1986b)。

越冬蚊のドライアイストラップへの飛来 (Wada *et*

al., 1973; 伊藤ら, 1986) や越冬中から新生蚊の出現に至るまでの期間などは, さまざまな形で気温の影響を受けているものと思われる。

そこで, 本報では前報での調査成績に基づき, 越冬蚊と新生蚊が初めて採集された日 (以下初発日という) などについて, それぞれの時期と温度との関係を解析した。

材料と方法

和泉市三林町と黒鳥町における越冬蚊と新生蚊の初発日などの資料は, 前報 (伊藤ら, 1986; 武衛ら, 1986b) の表1によった。また, 日平均気温は, 大阪管区气象台の大阪府気象月報によった。日没時の気温は, 三林町の2カ所の蚊採集地点で測定した値の平均である。採集方法については, すでに詳しくのべたとおりで (武衛ら, 1986a, b), 三林町では水田でドライアイストラップにより, 黒鳥町では牛舎内で吸虫管とネットにより, それぞれ, 日没後1時間採集した。

* 現住所: 京都府立医科大学医動物学教室 (〒602 京都市上京区河原町広小路)

** 現住所: 大阪市立大学医学部医動物学教室 (非常勤講師) (〒545 大阪市阿倍野区旭町1-4-54)

Table 1 Correlation coefficients of the earliest date of catch of overwintered *Cx. tritaeniorhynchus* females to six cumulative temperatures during different periods from February to March in Izumi-Mibayasi area, 1967-1975.

Temperatures accumulated during						
Feb. 1- March 31	Feb. 11- March 31	Feb. 21- March 31	Feb. 21- March 20	March 1-31	March 1-20	Feb. 21- the 1st catch ¹⁾
-0.592	-0.717*	-0.920**	-0.676	-0.817*	-0.599	0.944**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

¹⁾ The right end column indicates r -value between cumulative temperature from February 21 to the date of first catch and the date of first catch.

Fig. 1 Relation of the earliest date of collection of overwintered *Cx. tritaeniorhynchus* females at Izumi-Mibayasi area to the cumulative temperatures from February 21 to March 31, 1967-1975.
 r , correlation coefficient.

結果および考察

越冬蚊の初発日と2, 3月の温度条件

越冬蚊の出現には、まず、休眠覚醒後に一定の温量が満たされることが必要と考えられる。そこで、2月1日から3月31日までを旬単位で6期に分け、それぞれの期間ごとに日平均気温を累積し、その値と初発日との関係を三林町の成績について検討したところ (Table 1), 2月1日～3月31日および2月11日～3月31日の累積温量との関連性は低く、2月21日～3月31日の温量との関連性が最も高く (これを年度別にプロットしたのが Fig. 1 である), 次いで3月1～31日の温量との関

連性が高かった。すなわち、2月下旬から3月末にかけての気温が低いと越冬蚊の活動開始の時期が遅れ、逆に高いと早くなるといえる。これらは、また、越冬蚊が2月下旬頃にはすでに休眠から覚醒していることを示唆するものであり、温量によって越冬蚊の初発日がある程度予測できるものと考えられる。

越冬蚊の初発の早晩と2月21日から越冬蚊初発日までの温量との関係についても、Table 1の右端に示すように、高い関連性が認められた。ただし、この場合は、相関係数の符号は正であり、Fig. 1に示した負の相関の場合と違って越冬蚊の初発日が遅い年にはより多くの累積温量を必要とすることを意味する。すなわち、初発日が最も早かった1967年には、休眠覚醒後の卵巣発育は3月末までに完了し、越冬蚊はいつでも出現可能な生理的状态にあったと考えられる。したがって、2月21日～3月31日の温量、335.1日度を必要温量の基準値とすると、1967年以外の年は、すべて3月末までにその値に達していない (Fig. 1)。初発日が最も遅かった1970年では、2月21日～3月31日の温量は243.8日度にすぎず、基準値までには91.3日度の温量が不足していた。しかし、1970年の2月下旬から初発日までの温量は471.8日度であって、基準値を差し引くと、136.7日度となり、4月1日以降に必要な温量、91.3日度より45.3日度多い。このことは、蚊が越冬場所から出現可能な生理的状态に達した後も、日没時の気温が低く、蚊の飛翔活動が抑制される場合には、初発日が遅れ、必要な温量が、結果として、増大したとみなされるものであろう。

越冬蚊の活動と日没時の気温

越冬蚊がドライアイストラップで採集されるには、トラップに飛来が可能な程度に、日没時の気温が高いことが必要である。そこで、日没時の気温がどの程度になると越冬蚊が採集されるかを知り、これによってコガタアカイエカの飛翔下限温度を推定し、さらにこの値を用いて越冬蚊の活動状況を分析したいと考えた。しかし、日

Fig. 2 Relation of temperature at sunset to mean daily temperature in regard to mosquito collection by a dry ice trap for 1 hr after sunset.

White circle, *Cx. tritaeniorhynchus* females were not collected; black circle, the mosquitoes were collected. r , correlation coefficient.

没時の気温は採集日しか測定していないので、日没時の気温と日平均気温との関係を三林町の採集結果について検討した (Fig. 2).

越冬蚊は日没時の気温が 13.0°C 以上になると、少数例を除いて常に採集された。このことから、越冬蚊の飛翔下限温度は 13.0°C あたりにあるものと思われる。野外で採集したコガタアカイエカ雌の温度反応性を調べた吉田・渡辺 (1983) によれば、発生盛期の未吸血雌の飛翔開始温度は約 20°C であるが、発生初期にはそれより低温であったという。日没時の気温が 10°C 以下でも、蚊が採集された例がみられたが、採集された蚊の数は少なかった。このような蚊は、おそらく、ドライアイストラップのごく近くにいたものであり、通常の吸血源探索行動を始める温度は、やはり、 13°C あたりにあるものと考えられる。

Fig. 2 によると、日没時 13.0°C のとき、日平均気温は 14.0°C となるが、日平均気温が $14.1\sim 14.3^{\circ}\text{C}$ でも蚊が採集されなかった例があることから、飛翔下限温度に対応する日平均気温は 14.5°C あたりにするのがよいと思われる。

日没時の気温と日平均気温とは、非常に高いとはいえないが、関連性が認められた ($r=0.885$)。相関係数が

Table 2 Correlation coefficients of the earliest date of catch of overwintered *Cx. tritaeniorhynchus* females to several temperature factors during April 1 and the first catch of mosquitoes in Izumi-Mibayasi area, 1967-1975.

No. of days		Av. temperature
Below 14.5°C	Above 14.5°C	Apr. 1 to the 1st catch
0.929**	0.492	-0.549

** $p < 0.01$.

やや低くなった理由として、日平均気温がかなり低くても日没時に気温が高く、蚊が採集されたり、逆に、日平均気温が高くても日没時に気温が低下して蚊が採集されない場合があったことが考えられる。

越冬蚊の初発日と4月の温度条件

三林町の成績について、越冬蚊の初発日の早晩と4月1日から初発日までの平均気温、その期間の日平均気温が 14.5°C 以下、あるいは、以上であった日数との関係を Table 2 に示した。4月1日から初発日までの 14.5°C 以下であった日数と初発日の早晩とだけに関連性が認められ、平均気温とは関連性が認められなかった。すなわ

Table 3 Correlation coefficients of the intervals between the first catch of overwintered *Cx. tritaeniorhynchus* females in Izumi-Mibayasi area and that of the date of peak of overwintered mosquitoes in Izumi-Kurotori area, to two temperature factors during this interval in Izumi-Mibayasi and Izumi-Kurotori area, 1967-1972.

Interval	No. of days below 14.5°C	Av. temperature
To the 1st catch	0.994**	-0.905*
To peak activity	0.970**	-0.571

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

ち、単にこの期間の平均気温が低ければ、それだけ出現時期が遅れるのではなく、飛翔下限温度以下の日数の多寡が初発日の早晩に影響するものと考えられた。また、休眠覚醒後の卵巣発育が2月下旬から始まっていることを考えると、この時期に見られる程度の低温は、卵巣発育に大きな影響を及ぼさないのかもしれない。なお、14.5°C以上の日数と初発日とは無関係であった。

三林町の越冬蚊の初発日と黒鳥町の越冬蚊の初発日およびピークとの関係

大多数のコガタアカイエカは黒鳥町のような平地では越冬せず、黒鳥町の牛舎には、三林町のような丘陵地で越冬した雌が飛来してくるものと考えられる。このような越冬蚊の分散の過程も、当然、気温の影響を受けるものと考えられるので、三林町の越冬蚊初発日から黒鳥町の初発日ならびにピークまでの日数と、その期間の日平均気温 14.5°C 以下の日数および平均気温との関連性を検討した (Table 3)。両採集地での初発日の間隔は、その期間の 14.5°C 以下の日数ならびに平均気温との間に関連性が認められた。三林町の越冬蚊初発日から黒鳥町のピークまでの場合は、14.5°C 以下の日数との間にのみ関連性が認められた。越冬地から繁殖に好適な場所への分散にも温度条件が影響し、低温で抑制され、高温で促進されると考えられた。

越冬蚊初発日と新生蚊初発日

次に、三林町と黒鳥町の採集結果について、越冬蚊の初発日と新生蚊の初発日との関連性を検討した。すなわち、越冬蚊の初発日から新生蚊の初発日までの日数と、その期間の平均気温および日平均気温が 14.5°C 以下の日数との関係を調べた (Table 4)。その期間の日数と日平均気温 14.5°C 以下の日数とだけに関連性が認められ、平均気温とは関連性が認められなかった。この期間には、成虫による吸血源や産卵場所の探索活動などのほかに幼虫の発育期間も含まれるが、越冬蚊初発日以降に

Table 4 Correlation coefficients of the interval between the earliest date of catch of overwintered *Cx. tritaeniorhynchus* and that of newly emerged females, to temperature factors during this interval in Izumi-Mibayasi and Izumi-Kurotori area, 1967-1975.

Av. temperature	No. of days below 14.5°C
-0.387	0.796**

** $p < 0.01$.

Table 5 Correlation coefficients of the earliest date of catch of overwintered *Cx. tritaeniorhynchus* females, to the number of days between the earliest dates of catch of overwintered and newly emerged females, or to two temperature factors during the days in Izumi-Mibayasi and Izumi-Kurotori area, 1967-1975.

No. of days	Av. temperature	No. of days below 14.5°C
-0.685*	0.698*	-0.716**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

おける飛翔下限温度以下の日数の多寡によって、新生蚊初発日の早晩も影響されるものと考えられた。

最後に、越冬蚊の初発日の早晩と、その日から新生蚊の初発日までの日数、その期間の平均気温および日平均気温が 14.5°C 以下の日数との関係を調べた (Table 5)。いずれの場合も相関係数の値は約 0.7 にすぎなかったが、越冬蚊の初発日が季節的に早いと新生蚊の初発日までの平均気温は低く、14.5°C 以下の日も増加して日数が多くかかり、これが遅いと平均気温も高く、日数が短縮される傾向が認められた。このため、三林町と黒鳥町とでは、越冬蚊の初発日にずれが見られたが、新生蚊の出現はほぼ同時期 (武衛ら, 1986 b) になったのであろう。

以上の結果は、相関関係に基づく分析結果であり、biological な資料の裏付けが必要ではある。また、初発日などの日時は、週2回の採集成績に基づくものなので、推定された日に精度上の問題が残る。しかし、越冬蚊は、日没時の気温が活動の下限以下になるような時期から出現し、また、発生初期が気温の上昇期でもあるため、その消長が温度条件の影響を受けやすいものと考えられる。

ま と め

和泉市三林町と黒鳥町の採集成績 (武衛ら, 1986 b) に基づき、コガタアカイエカ越冬雌の休眠覚醒後の発

育, 越冬蚊と新生蚊の初発の時期などについて温度条件との関係を検討した。

1) 2月21日～3月31日の温量と越冬蚊の初発日との関連性が最も高かった ($r = -0.920$)。越冬蚊の出現を導く休眠覚醒後の卵巣発育に, この期間の気温の影響が大きいと考えられた。

2) 日没時の気温 13°C (日平均気温 14.5°C) が越冬蚊の飛翔活動の下限温度と推定された。

3) 4月上・中旬の気温が, しばしば, 飛翔活動の下限温度以下に低下すると, 蚊の活動が抑制され, 越冬場所からの出現時期が遅れるものと考えられた。また, 越冬地から繁殖に好適な場所への分散も, その期間の日平均気温 14.5°C 以下の日数の多寡に影響され, 低温で抑制されると考えられた。

本文を終えるにあたり, ご援助, ご鞭撻くださった当所所長國田信治博士ならびに副所長北浦敏行博士に心から感謝する。

引用文献

武衛和雄, 中島貞夫, 伊藤寿美代, 中村 央, 吉田政弘, 藤戸貞男, 國田信治 (1986a): 大阪府における越冬蚊の生態, 特にコガタアカイエカの越冬に関する研究. 1. ドライアイストラップとエマージェンストラップによる採集成績. 衛生動物, **37**: 333-340.

武衛和雄, 伊藤寿美代, 吉田政弘, 中村 央 (1986b): 大阪府における越冬蚊の生態, 特にコガタアカイエカの越冬に関する研究. 3. 丘陵地と平野におけるコガタアカイエカの発生活長の比較. 衛生動物, **37**: 349-355.

伊藤寿美代, 中村 央, 吉田政弘 (1968): 日本脳炎の疫学に関する研究 (第5報). VI. コガタアカイエカの吸血並びに卵成熟に及ぼす温度と日長時間の影響について. 大阪府立公衛研所報, 公衆衛生編, **6**: 91-94.

伊藤寿美代, 中村 央 (1976): コガタアカイエカ休眠雌の活性化に関する温度と日長の影響. 衛生動物, **27**: 7.

伊藤寿美代, 武衛和雄, 吉田政弘, 中村 央 (1986): 大阪府における越冬蚊の生態, 特にコガタアカイエカの越冬に関する研究. 2. 越冬蚊の生理的年齢構成と越冬前期の成虫と幼虫の個体数. 衛生動物, **37**: 341-347.

Kawai, S. (1969): Studies on the follicular development and feeding activity of the females of *Culex tritaeniorhynchus* with special reference to those in autumn. *Trop. Med.*, **11**: 145-169.

Wada, Y., T. Oda, M. Mogi, O. Suenaga, I. Miyagi, N. Omori, S. Ito and J. Nishigaki (1973): Ecology of vector mosquitoes of Japanese encephalitis, especially of *Culex tritaeniorhynchus summorosus*. 5. Overwintering of *Culex tritaeniorhynchus summorosus* and *Anopheles sinensis*. *Trop. Med.*, **15**: 11-22.

吉田勝一, 渡辺孝男 (1983): コガタアカイエカ雌成虫の温度反応について. 東北歯大誌, **10**: 267-275.

Summary

Meteorological analysis of the 1967-1975 mosquito survey in Izumi-Mibayasi area of Osaka Prefecture revealed that the day of first appearance of overwintered females of *Culex tritaeniorhynchus* was strongly correlated with the cumulative temperature (day-degree) from February 21 to March 31. Most of the overwintering mosquitoes seemed to have completed diapause at latest by late February in this area. But, the first appearance of the mosquitoes delayed in years when the cumulative temperatures during this period were less than 335.1 day-degrees, and the mosquitoes began to be attracted to a dry ice trap when temperature at sunset was above 13°C or mean daily temperature was above 14.5°C . Flight activity of the mosquitoes was also inhibited when the days in which mean daily temperature was below 14.5°C increased in early or mid April.