

ヒメシロモンドクガの発育および雌の翅型に 及ぼす温度と日長の効果

桜谷保之*・山本義厚**

Effect of Photoperiod and Temperature upon Wing Form and Development of Japanese Tussock Moth, *Orgyia thyellina*

Yasuyuki SAKURATANI and Yoshihiro YAMAMOTO

Synopsis

The Japanese tussock moth, *Orgyia thyellina*, is a pest of fruit and garden trees in Japan. Female moths emerging in summer have normal wings (macropters) but those in autumn have atrophied ones (brachypters). This species obtained in Kyoto City was reared under different photoperiods and temperatures so as to study the developmental periods and the mechanisms to determine the wing form of females. Macropters were obtained in the photoperiods longer than 14 hrs, while brachypters in the shorter photoperiods. The population in Kyoto (35°2' N) followed closely the geographic gradient of critical daylength found in the populations from other regions in Japan. The threshold temperature for development was about 9.8°C for male and 10.6°C for female, and the thermal constant was about 594 degree-days for male and 602 degree-days for female. In Kyoto the number of generations seems to be three per year. The number of larval instars was usually five for male and six for female, but six for male and five or seven for female in the photoperiods shorter than 14 hrs and at the high temperature.

I はじめに

リンゴやブラタナス等の害虫である¹⁾ヒメシロモンドクガ *Orgyia thyellina* の雄成虫の翅は暗褐色であるが、雌は雄よりも体が大きく翅はうす黄色である。雌には2つの翅型があり、夏季に出現する個体は飛ぶことのできる普通の翅を具えているが、秋季に出現する個体は翅が矮化して飛ぶことができない。一般に長翅型の雌は非休眠卵を産み、短翅型の雌は休眠卵を産み卵で越冬するが^{2),3)}、こうした特性は日長によって決定されている^{2),3)}。青森県弘前産の個体群は20°Cの定温下で、15~16時間よりも短い日長条件下で飼育されると、雌は短翅型とな

り休眠卵を産む²⁾。また、神奈川県平塚産の個体群の臨界日長は、25°Cで13.5~14.0時間、長野県飯山と須坂産の両個体群では25°Cで14.5~15.0時間であり、臨界日長が北方産の個体群ほど長くなる地理的勾配が認められている³⁾。

筆者らは、京都市産の個体群について、発育日数や臨界日長、幼虫の経過令数等を調べ、二、三の知見を得たので、ここに報告する。

II 材料と方法

実験に用いた個体は、京都市左京区北白川のブラタナスから採集し、25°C、16時間照明の条件下で数

* 農学科・害虫学研究室 (Lab. of Entomology, Dept. of Agriculture, Kinki Univ., Higashi-Osaka, 577, Japan)

** 大阪府立志谷高等学校 (Shibutani Senior High School of Osaka Prefecture, Ikeda, Osaka, 563, Japan)

世代飼育したものである。飼育は、直径8 cm、高さ4 cmの透明プラスチック容器当り1令幼虫は5匹、2令以降は2匹ずつ入れて、プラタナスの葉を与え20Wの白色けい光灯を使用した日長調節箱内で行なった。温度に関する実験では、15、20、25、30℃の4段階を設け、日長はすべて16時間照明8時間暗黒(16L-8D)とし、日長に関する実験では、25℃の定温下で、12L-12D、13L-11D、14L-10D、16L-8Dの4段階を設けた。

III 結 果

発育日数

本実験では同一卵塊から同一日にふ化した幼虫を用いたので、卵期間の個体によるばらつきはなかった (Table 1)。卵期間は温度が高いほど短かった。

幼虫期間は雄と雌でかなり異なり、いずれの温度

条件下でも、雄の方が雌よりも5~10日短かった。また、雌雄とも30℃では高温障害による発育の遅れが見られたので、発育零点(t_0)および有効積算温量(K)は、30℃の値を除外して算出した。 t_0 は雌雄ともほぼ同じ値で、Kは雌の方がやや多かった。

蛹期間は、いずれの温度条件下でも雌の方が短く、従って幼虫と蛹期間の合計は雄の方がやや短い程度となった。蛹期間は、温度が高いほど短くなり、 t_0 は雌の方がやや低く、Kは雄の方がやや多かった。

卵~蛹までの総期間に関しては、15℃の蛹期間のデータが得られなかったことと、30℃では高温障害による発育の遅れが認められたため、20℃と25℃のデータのみを用い、2点法⁴⁾によって求めると、 t_0 は雄では9.8℃、雌では10.6℃で、Kは雄では594日度、雌では602日度であった。なお産卵前期間は各温度条件下では調べなかったが、25℃では約2日であった。

Table 1 Effect of temperature upon the development (average days \pm 95% confidence limits) of Japanese tussock moth.

		Temperature ($^{\circ}$ C)				t_0	K
		15	20	25	30		
Male	Egg	28	12	8	7	9.2	137.0
	Larva	61.3 \pm 1.3	32.7 \pm 0.9	22.3 \pm 0.7	23.0 \pm 2.0	9.4**	344.8**
	Pupa	*	13.8 \pm 0.5	8.9 \pm 0.5	7.4 \pm 1.1	8.6	149.3
	Total	—	59	39	37	9.8***	594***
Female	Egg	28	12	8	7	9.2	137.0
	Larva	70.8 \pm 0.9	40.9 \pm 1.3	26.7 \pm 0.7	28.4 \pm 2.2	9.1**	434.8**
	Pupa	*	11.2 \pm 0.4	7.1 \pm 0.2	6.1 \pm 0.3	7.5	131.6
	Total	—	64	42	42	10.6**	602***

* The pupal period could not be determined because of the accident.

** Obtained for the results at temperatures except 30 $^{\circ}$ C.

*** Obtained for the results at temperatures of 20 $^{\circ}$ C and 25 $^{\circ}$ C.

t_0 : Threshold temperature, K: Thermal constant.

Table 2 Effect of photoperiod upon the development (average days \pm 95% confidence limits) of Japanese tussock moth.

		Photoperiod (hrs)			
		12L-12D	13L-11D	14L-10D	16L-8D
Male	Egg	9	9	8	8
	Larva	21.3 \pm 0.4	26.2 \pm 1.9	25.7 \pm 1.9	22.3 \pm 0.7
	Pupa	10.7 \pm 0.4	9.4 \pm 0.4	8.7 \pm 0.3	8.8 \pm 0.5
	Total	41	45	42	39
Female	Egg	9	9	8	8
	Larva	25.9 \pm 0.8	28.4 \pm 0.4	27.7 \pm 0.8	26.7 \pm 0.7
	Pupa	7.7 \pm 0.3	7.8 \pm 0.2	7.5 \pm 0.3	7.1 \pm 0.2
	Total	43	45	43	42

L and D ; Light and dark periods in hours, respectively.

Table 3 Frequency of the number of instars of larvae reared at different temperatures and photoperiods.

Instar type	Temperature (°C)				Photoperiod (hrs)			
	15	20	25	30	12L-12D	13L-11D	14L-10D	16L-8D
Male	4	0	0	0	1 (3.4)	0	0	0
	5	23 (100.0)	21 (100.0)	28 (100.0)	8 (66.7)	9 (52.9)	8 (42.1)	28 (100.0)
	6	0	0	0	3 (25.0)	0	11 (57.9)	0
	7	0	0	0	1 (8.3)	0	0	0
Female	5	0	3 (13.6)	0	2 (14.3)	15 (62.5)	0	0
	6	20 (100.0)	19 (86.4)	22 (100.0)	8 (57.1)	9 (37.5)	35 (97.2)	27 (90.0)
	7	0	0	0	4 (28.6)	0	1 (2.8)	3 (10.0)

The figures in the parentheses indicate percentage.

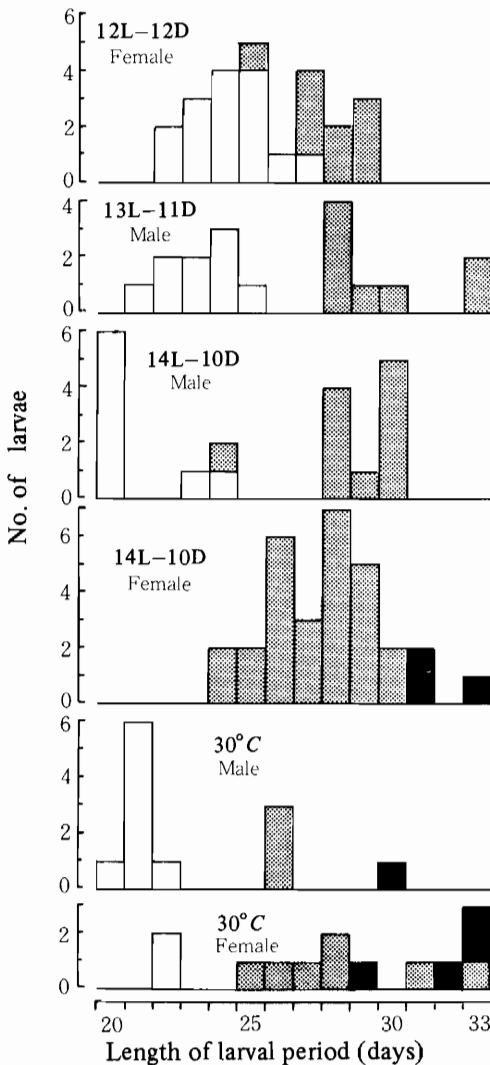


Fig. 1 Relationship between larval period and frequency of various instar types of larvae.
Instar type: □; 5, ▨; 6, ■; 7.

發育日数に対する日長の影響は、Table 2に示す卵期間はいずれの日長条件下でも8～9日で、日長による差はほとんど認められなかった。幼虫期間はいずれの日長条件下でも雌の方が2～4日長く、13L-11Dおよび14L-10Dでは雌雄とも他の日長条件下のものよりもやや長くなった。蛹期間は雌の方が1～3日短く、日長によるちがいはせいぜい2日にすぎなかった。

幼虫の経過令数

Table 3に各温度および各日長条件下における幼虫の経過令数の度数を示した。15、20、25°Cのいずれの温度下でも、雄の幼虫の経過令数は5令であったが、30°Cでは6令型や7令型のものが少数出現した。雌では、15、25°Cではすべて6令型であったが、20°Cでは5令型のもが多少出現し、30°Cでは6令型の他に5令型が少数と7令型が比較的多く出現した。

次に各日長条件下における雄の経過令数をみると、12L-12Dでは4令型の1匹を除き、他はすべて5令型であった。13L-11Dおよび14L-10Dでは5令型と6令型がほぼ半数ずつ現われた。雌では、12L-12Dで5令型の方が6令型よりも多く現われ、13L-11Dおよび14L-10Dでは大部分が6令型で、ごく少数7令型が現われた。

Fig 1はいろいろな令型の幼虫が多く現われた6つの場合について、経過令数と發育日数との関係を示したものである。いずれも發育日数が長いほど経過令数が多い傾向を示し、特に13L-11Dの雄の場合は、5令型幼虫の發育日数は21～25日で、6令型ではすべて28～33日であった。従って、13L-11Dや14L-10Dで幼虫期間が他の条件下のものに比べてやや長かったのは (Table 2)、経過令数の多い個体が多く含まれていたためと考えられる。また、

30℃では雌雄とも5, 6, 7令型幼虫が現われたが経過令数の多い個体ほど発育期間が長かった。

なお、幼虫の経過令数と蛹期間との間には一定の関係は認められなかった。

雌の翅型

この実験では、翅が十分に伸長しない中間的な個体が出現したが、それらは中間型として分類した。Fig 2 に示すとおり、12L-12Dおよび13L-11Dではすべて短翅型であったが、14L-10Dでは短翅型率は57.7%、長翅型率は19.2%で残りは中間型であった。16L-8Dでは短翅型率は10.0%で残りはす

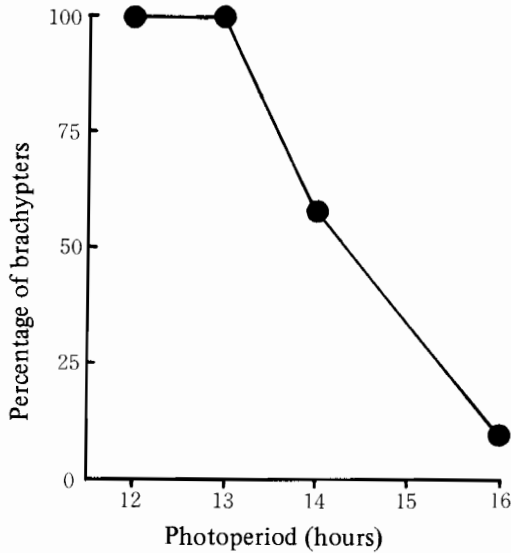


Fig. 2 Percentage of brachypterous females obtained under various photoperiods.

べて長翅型であった。

各温度条件下 (日長はすべて16L-8D) における翅型は Fig 3 に示すとおり、20℃ではすべて長翅型であったが、30℃では短翅型が15.4%、中間型が15.4%、長翅型が69.2%であった (25℃は前述の16L-8Dのデータと同じ)。

以上のように本種の雌の翅型を決定しているのは日長で、臨界日長は25℃では14時間付近にあると推定される。ただしこれは温度によって多少変更されるようである (Fig 3)。

翅型と幼虫時代の経過令数との関係は Table 4 に示すとおり、20℃では5令型も6令型もすべて長翅型となり、25℃では幼虫はすべて6令型であったが短翅型も長翅型も羽化した。また30℃では5令型はすべて長翅型となったが、6令型および7令型からはいずれも、長、中、短翅型が出現した。日長に

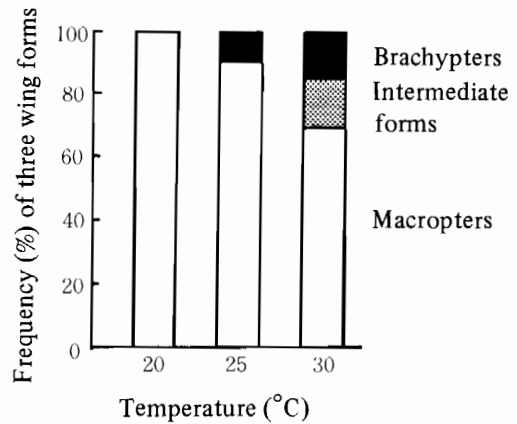


Fig. 3 Frequency (%) of three wing forms of female moths at different temperatures.

Table 4 Relationship between the wing form of females and the number of their larval instars

Instar type	Wing form	5			6			7		
		B	I	M	B	I	M	B	I	M
Temperature (°C)	20	0	0	3	0	0	18	0	0	0
	25	0	0	0	2	0	18	0	0	0
	30	0	0	2	1	1	6	1	1	2
	Total	0	0	5	3	1	42	1	1	2
Photoperiod (hrs)	12L-12D	15	0	0	9	0	0	0	0	0
	13L-11D	0	0	0	33	0	0	1	0	0
	14L-10D	0	0	0	12	6	5	3	0	0
	Total	15	0	0	54	6	5	4	0	0

B: Brachypters, I: Intermediate forms, M: Macropters.

ついてみると、12L-12Dでは5令型も6令型もすべて短翅型となり、13L-11Dでは6令型も7令型もすべて短翅型、14L-10Dでは6令型からは長、中、短の3翅型が出現し、7令型からは短翅型のみが現われた。従って、幼虫時代の経過令数と、翅型との間には一定の関係は認められないようである。

IV 考 察

本種の雌の翅型および卵の休眠性は日長によって決定されているが^{(2), (3)}、その臨界日長は、青森県弘前(40°37' N, 140°27' E)産の個体群では20℃で15~16時間⁽²⁾、神奈川県平塚(35°20' N, 139°21' E)産の個体群では25℃で13.5~14時間⁽³⁾、長野県須坂(36°40' N, 138°14' E)および飯山(36°52' N, 138°23' E)産の2個体群では25℃で14.5~15時間の範囲にあると推定されている⁽³⁾。本実験により京都(35°2' N, 135°48' E, 海拔70m)産の個体群の臨界日長は14時間付近にあると推定され(Fig. 2)、京都より高緯度の弘前や長野産のものよりは短く、ほぼ同緯度の平塚産のものとはほとんど同じであった。すなわち佐藤⁽³⁾が指摘した、本種の臨界日長は北方産個体群ほど長くなる地理的勾配を認めることができる。こうした現象は一つの気候適応として他の昆虫でも知られており⁽⁵⁾、本種の生活史に重要な意義を持っていると思われる。

佐藤⁽³⁾は平塚での発生は年3回で、須坂や飯山では年2回発生すると推察している。京都における発生消長の資料はないが、發育零点や有効積算温度(Table 1)、臨界日長(Fig. 2)および気候表⁽⁶⁾に基づき、本種の食樹のおよその発芽期である4月中旬(16日)(この時期の日平均気温は12~13℃で、卵や幼虫の發育(Table 1)には十分な温度である)を起点として雌成虫の羽化時期を算出すると、6月下旬~7月上旬、8月上旬、9月中旬と年3回発生することになる。本種の日長に対する感受期は幼虫後期である^{(2), (3)}ので、京都での各世代の感受期はそれぞれ、6月中旬、7月下旬、9月上旬と推定される。6月中旬は夏至に近く日長(薄明薄暮の時間を加算、以下同じ)が15.5時間と最も長い時期にあたり、雌は長翅型となろう。7月下旬も日長は15時間以上あり、長翅型の雌が出現すると考えられる。9月上旬は日長が14時間以下であるので羽化してくる成虫の大部分は短翅型となると推察される。ただし、夏の高温(京都では7月10日~9月10日の2ヵ月間は日最高気温の年平均値が30℃をこえる⁽⁶⁾)による發育の若干の遅れを想定すれば、3世代目の幼

虫の感受期が9月中~下旬(日長は13.5時間以下)にずれるので、この時期の日長は臨界日長をかなり下回り、羽化してくる成虫(9月下旬~10月上旬に出現)はすべて短翅型となると考えられる。この短翅型の雌は他の地域の個体群^{(2), (3)}と同様におそらく休眠卵を産むため、卵で越冬するものと思われる(京都でも冬季、野外で本種の卵塊を確認している)。Fig. 3に示したように高い温度で短翅型が若干出現した。これは高温による単なる翅の伸長障害かも知れないが、高温で臨界日長が伸びる可能性も考えられる。DANILEVSKII⁽⁷⁾は、温度が低くなると臨界日長が長くなることを何種類かの昆虫の例をあげて指摘しているが、諸星⁽⁸⁾は、カイコ*Bombyx mori*では胚子期の高温によって休眠卵を産む母蛾の割合が高くなると述べている。ヒメシロモンドクガにおいても、卵や幼虫時代の温度と翅型や卵の休眠性について詳細に調べてみる必要がある。

幼虫の経過令数は雄と雌で異なり、一般に雄は5令、雌は6令であった(Table 3)。しかし、雌雄ともこれらとは異なった経過令数をとる幼虫も少なくなく、特に臨界日長付近の14L-10Dや30℃では、経過令数が増加する傾向が認められた。佐藤⁽³⁾も平塚産個体群において経過令数が通常のものとは異なる個体が見られたと報告しているが、それはごく少数で、しかも正常な生育をしなかったと述べている。しかし、本実験では異なった経過令数をとる個体が多く、しかもほとんどが正常な生育を遂げた。諸星⁽⁸⁾は、カイコでは同一品種の個体でも経過令数が異なり、多化性品種では發育が早く、しかも令数の少ない幼虫から得られた母蛾は休眠卵を生み、發育がおそく、令数の多い幼虫から得られた母蛾は非休眠卵を産むことを見出し、これにはアラタ体の機能が関与していると述べている。本実験では、経過令数と雌の翅型との間に一定の関係は認められなかったが(Table 4)、雌雄とも臨界日長以下の条件下で異なった経過令数の個体が出現したことは注目し値する。今後、経過令数、雌の翅型および卵の休眠性の相互関係について、内分泌学の面からの検討が必要であろう。

V 摘 要

リンゴやプラタナスの害虫であるヒメシロモンドクガの雌成虫には2型があり、夏季に出現する個体は普通の翅を具えているが、秋季に出現する個体は翅が矮化し飛ぶことができない。

京都市産の個体をいろいろな日長および温度条件

下で飼育した結果、雌の翅型は日長によって決定され、約14時間という臨界日長より長い日長条件下では長翅型が、短い日長条件下では短翅型が出現することが分った。本種の臨界日長には北方産個体群ほど長くなるという地理的勾配が認められているが、京都産個体群もこの関係に従っていた。

卵～蛹までの総期間の発育零点は雄では9.8℃、雌では10.6℃で、有効積算温量は雄では594日度、雌では602日度で、京都市内における世代数は年3回と推定された。

幼虫の経過令数は通常、雄では5令、雌では6令であったが、雌雄とも特に臨界日長付近や高温下で増える傾向が認められた。しかし、経過令数と雌の翅型との間には一定の関係は認められなかった。

本研究に当り、ご教示とご配慮をいただいた広島大学総合科学部の高橋史樹教授、ならびに論文の御批判をいただいた本学農学部の杉本毅博士に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- (1) 応動昆虫学会監修：農林害虫名鑑，137，173，日本植物防疫協会（1980）
- (2) T. KIMURA and S. MASAKI: *Kontyû*, **45**, 97~106(1977)
- (3) 佐藤 威：応動昆，**21**，6~14（1977）
- (4) 伊藤嘉昭・村井 実：動物生態学研究法(下巻)，445~448，古今書院（1977）
- (5) 正木進三：昆虫，**35**，205~220（1967）
- (6) 気象庁：日本気候表その5，日・半旬・旬別平滑平年値，100，気象庁（1973）
- (7) A.S. DANILEVSKII（日高敏隆・正木進三訳）：昆虫の光周性，117~120，東京大学出版会（1966）
- (8) 諸星静次郎：蚕の発育生理，30~31，154~155，193~200，東京大学出版会（1976）