

## ナナホシテントウの産卵と発育に及ぼす温度と日長の影響<sup>1)</sup>

桜井宏紀・吉田紀子<sup>2)</sup>・小林千恵美<sup>3)</sup>・武田 享

生物生産制御学講座  
(1991年7月20日受理)

## Effects of Temperature and Day Length on Oviposition and Growth of Lady Beetle, *Coccinella septempunctata bruckii*

Hironori SAKURAI, Noriko YOSHIDA, Chiemi KOBAYASHI  
and Susumu TAKEDA

*Department of Controlled Plant Production*

*(Received July 20, 1991)*

### SUMMARY

Effects of temperature and day length on oviposition activity and development of lady beetle, *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant, were studied by rearing experiment. Hatching rate was highest at 18°C and decreased with increase in temperature. Pupation rate decreased remarkably at 30°C and good growth effect was obtained at 22°C. The critical temperature to cause development was 11°C. Oviposition was not observed at 18°C, and the preoviposition period was longest at 22°C under long photoperiod (16L:8D) and shortest at 30°C under short photoperiod (10L:14D). The respiration rate decreased gradually under long photoperiod at both 25°C and 30°C, but not under short photoperiod at either 25°C or 30°C. Results indicate that climate in early summer induces reproductive diapause and the summer climate of high temperature and long photoperiod suppresses metabolic activity and causes summer diapause. The most suitable condition for mass rearing of this beetle seems to be 22°C for larval stage and 30°C under short photoperiod for adult stage.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (56) : 45-50, 1991.

### 要 約

ナナホシテントウの産卵と発育に対する温度と日長の効果を検討した。ふ化率は18°Cで最高で、飼育温度の上昇につれ低下した。蛹化率は30°Cで著しく低下し、22°Cで良好な発育成績が示され、発育限界温度は11°Cであった。産卵は18°Cでは起らず、産卵前期間は22°C・長日区(16時間明:8時間暗)で最長で、30°C・短日区(10時間明:14時間暗)で最短であった。呼吸量は25°C及び30°C・長日区で羽化後次第に減少するのに対し、25°C及び30°C・短日区では減少しなかった。これらの結果から、ナナホシテントウは初夏の気候条件によって生殖休眠が誘起され、夏期の高温・長日条件によって代謝機能が抑制され夏眠するものと推測された。また本種の大量飼育条件として幼虫期は22°C、成虫期は30°C・短日下での飼育が最適であった。

1) 岐阜大学農学部昆虫学教室業績No.126

2) 岐阜県公衆衛生検査センター

3) 松下電器産業株式会社

## 結 言

捕食性テントウムシの生活史を明らかにすることは、アブラムシやカイガラムシの生物防除を図る上で重要である。アブラムシ捕食性であるナナホシテントウ *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant は東海地方では通常 2 化性であり、第 1 世代成虫は夏眠し、第 2 世代成虫は越冬する<sup>1)</sup>。本種の休眠の生理機構に関する一連の研究から、夏眠はアラタ体の活性低下に原因する真の休眠であるのに対し、越冬は低温による単なる活動抑制であり、休眠の誘起には夏期の高温・長日条件が関与することが示唆された<sup>2-7)</sup>。生殖休眠の誘起条件として高温・長日条件下で卵巣発育の抑制が観察されたが<sup>8)</sup>、産卵活動に対する環境要因の影響については不明確である。そこで本研究では、ナナホシテントウの生殖休眠の誘起条件と大量飼育のための好適条件を探るため、発育、産卵及び呼吸量に対する温度と日長の影響を検討した。

## 材料及び方法

**供試昆虫：**岐阜市柳戸の岐阜大学構内及び隣接する伊自良川の堤防上の雑草上で、1989年1月下旬から1991年1月下旬にかけてナナホシテントウの雌成虫を採集した。実験室内で産卵させた卵を飼育実験に使用した。幼虫は5~20頭、成虫は雌雄1対を1グループとして内径9.4cm×深さ5.0cmのプラスチック製の容器に入れ、18℃、22℃、25℃及び30℃の各温度と短日(10時間明：14時間暗、以下10L：14Dと略す)及び長日(16時間明：8時間暗、以下16L：8Dと略す)の条件下で飼育した。餌として生きたアブラムシと水を与えたが、餌の不足する場合にはミツバチ雄蜂児粉末<sup>8)</sup>も補足的に与えた。

**産卵状況の観察：**飼育容器内の産卵の有無と産卵数を毎日調査し、産卵前期間、産卵期間及び産卵総数を求めた。

**呼吸量の測定：**雌成虫1頭当りの酸素消費量をワールブルグ検圧計を用い25℃で測定し、生体重当り( $\mu\text{O}_2/\text{mg}/\text{hr}$ )の換算値を求め呼吸量を表わした。

## 結 果

### 飼育個体の発育に及ぼす温度と日長の影響

18℃、22℃、25℃及び30℃の各温度と、短日(10L：14D)及び長日(16L：8D)を組み合わせた各条件下で卵から飼育した際の、各発育期における生存率(%)をTable 1に示す。ふ化率は18℃で最高で、温度の上昇につれ低下し、30℃で最低となった。蛹化率と羽化率は25℃では18℃と22℃に比べて低下し、30℃で最低となった。

Table 1. Effects of temperature and day length on survival rate of lady beetle

Rearing condition	No. eggs	Survival rate (%)			
		Hatching	Pupation	Emergence	
18℃	10L-14D	272	88.2	19.5	17.6
	16L-8D	282	92.9	21.6	19.5
22℃	10L-14D	229	60.7	26.6	19.7
	16L-8D	347	51.0	34.3	26.8
25℃	10L-14D	1210	49.0	9.7	8.4
	16L-8D	984	51.6	14.6	12.6
30℃	10L-14D	653	29.6	5.2	2.8
	16L-8D	581	37.5	6.4	4.3

Survival rate is the value for number of eggs.

Table 2. Effects of temperature and day length on developmental period of lady beetle

Rearing condition		Developmental period			
		Egg	Larva	Pupa	Total
18°C	10L : 14D	5.8±0.9 a (240)	31.0±4.1 a ( 53)	7.9±0.7 a ( 48)	47.1±3.7 a ( 48)
	16L : 8 D	5.8±0.6 a (262)	27.1±4.9 b ( 61)	10.9±0.9 b ( 55)	40.6±3.7 b ( 55)
22°C	10L : 14D	4.1±0.8 b (139)	14.9±1.5 c ( 61)	5.5±0.4 c ( 45)	25.3±2.0 c ( 45)
	16L : 8 D	3.5±0.8 c (177)	14.2±1.6 c (119)	4.3±0.3 d ( 93)	22.1±1.3 d ( 93)
25°C	10L : 14D	3.2±0.4 c (593)	11.7±1.4 d (117)	3.9±0.4 e (102)	18.8±1.1 e (102)
	16L : 8 D	3.3±0.6 c (508)	12.1±1.3 d (144)	4.0±0.3 e (124)	19.4±1.5 e (124)
30°C	10L : 14D	2.2±0.3 d (193)	8.1±0.9 e ( 34)	2.7±0.2 f ( 18)	13.0±1.0 f ( 18)
	16L : 8 D	2.2±0.4 d (218)	9.5±1.0 e ( 37)	3.3±0.3 g ( 25)	10.5±1.5 f ( 25)

Values are mean ± SD.

Parentheses show number examined.

In each column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

Table 3. Effects of temperature and day length on oviposition of lady beetle

Rearing condition		No. of females	Preoviposition period	Oviposition period	No. eggs oviposited
22°C	10L-14D	12	47.8±18.6 a	24.4±19.5 a	308.8±333.0 a
	16L- 8 D	13	107.6±52.9 b	23.8±17.5 a	298.0±252.0ab
25°C	10L-14D	36	51.2±32.7 a	28.0±30.0 a	179.3±194.9 b
	16L- 8 D	28	8.3±34.5 a	37.8±34.5 a	170.1±135.6ab
30°C	10L-14D	10	29.2±13.3 c	11.7± 9.7 b	239.0±239.5ab
	16L- 8 D	7	76.6±34.6 b	5.4± 4.7 b	58.0± 79.6 c

Values are mean ± SD.

In each column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

Oviposition did not occurred at 18°C.

飼育個体の発育期間に対する温度と日長の影響をTable 2に示す。卵、幼虫及び蛹の各ステージの期間は温度の上昇に伴い短縮し、全発育期間は30°Cでは18°Cの約1/3~1/4に著しく短縮した。

#### 産卵に対する温度と日長の影響

各温度・日長条件下での飼育により得られた成虫の産卵状況をTable 3に示す。18°Cでは両日長区とも産卵はみられなかった。産卵前期間は22°C・長日区で最長で、30°C・短日区で最短で、25°Cでは両日長区間で殆ど差はみられなかった。産卵期間は各区とも変異が大きく、25°C・長日区で最長で、30°Cでは両日長区とも短かった。産卵数は各区とも変異が大きく、22°C・両日長区で最多で、次に30°C・短日区で多く、30°C・長日区で最小であった。

#### 呼吸量の季節的及び羽化後の変化

雌成虫の呼吸量の季節的变化をFig.1に示す。越冬後の成虫の呼吸量は高く4月下旬から5月にかけて最高値を示した。5月下旬に出現した第1世代成虫の呼吸量は7月下旬に最低値を示し、8月下旬に激増してV字型の変動パターンを示した。10月上旬に出現した第2世代成虫の呼吸量は12月以降減少したが、夏期に比べて冬期の呼吸量は高かった。

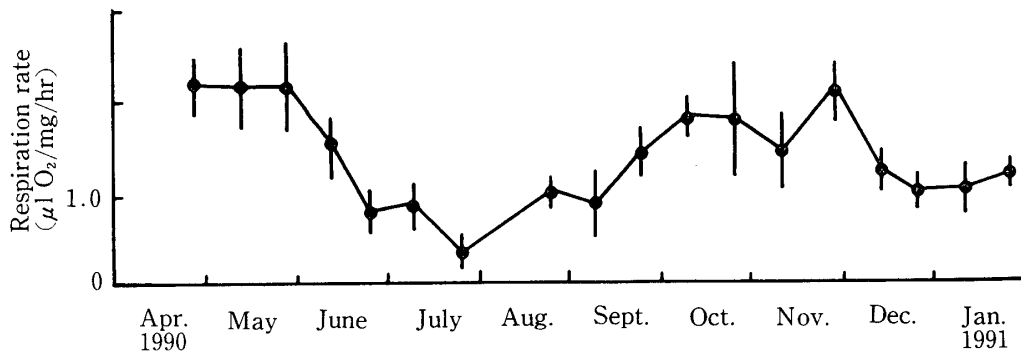


Fig. 1. Seasonal changes in respiration rate of female adults. Each value and the vertical line represent the mean  $\pm$  SD ( $n=4\sim 10$ ).

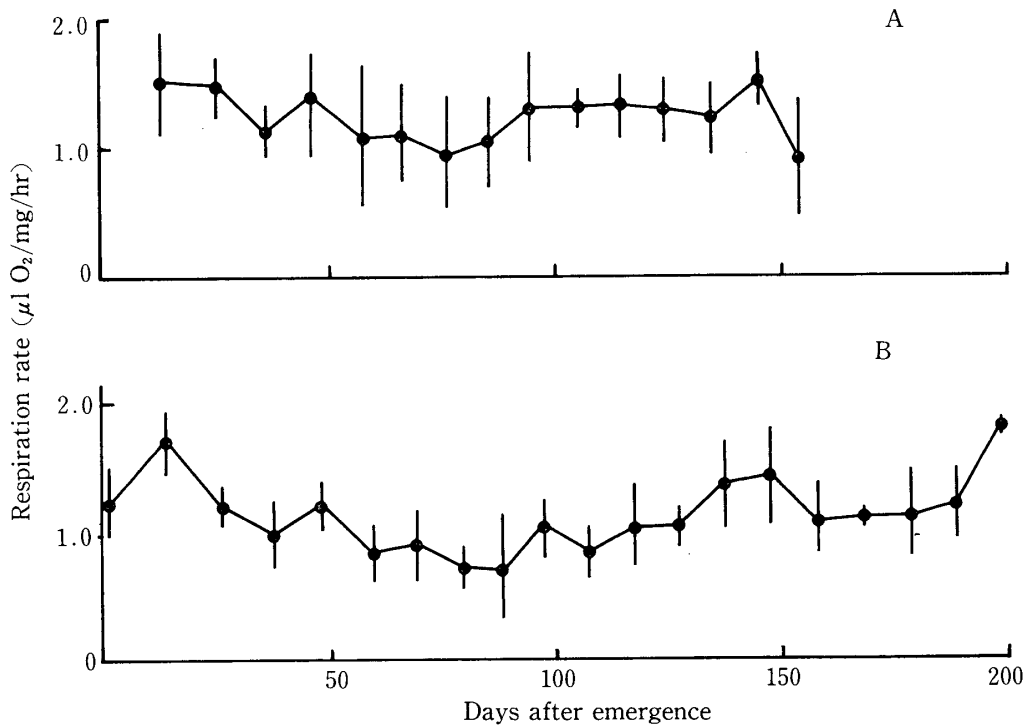


Fig. 2. Changes in respiration rate of female adults reared at 25°C.

A. 10L : 14D, B. 16L : 8D.

Each value and the vertical line represent the mean  $\pm$  SD ( $n=7\sim 10$ ).

25°C・短日区の呼吸量は羽化後10~150日の間は1.0~1.5 $\mu\text{lO}_2/\text{mg/hr}$ の値を示した (Fig. 2, A)。25°C・長日区の呼吸量は羽化後20日頃より減少し、60~90日頃にかけて0.7~0.9 $\mu\text{lO}_2/\text{mg/hr}$ の低い値を示した (Fig. 2, B)。このように25°Cでは短日区に比べて長日区の呼吸量は全般に低レベルで推移した。

30°C・短日区の呼吸量は羽化後1.1~1.4 $\mu\text{lO}_2/\text{mg/hr}$ の値で推移したが、羽化後60日頃に成虫は死亡した (Fig. 3, A)。30°C・長日区の呼吸量は羽化後100日頃まで継続的に低く、40~70日頃にかけて0.6~0.8の低い値を示した (Fig. 3, B)。このように30°Cでは長日区の呼吸活性は羽化後抑制されたのに対して、短日区の呼吸活性は高かった。

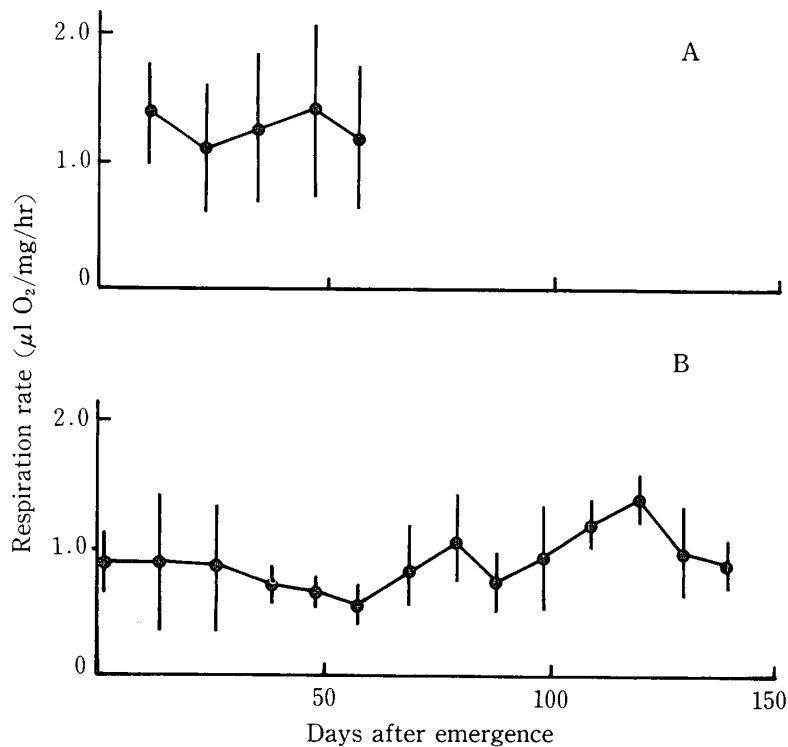


Fig. 3. Changes in respiration rate of female adults reared at 30°C.

A : 10L-14D. B : 16L-8D.

Each value and the vertical line represent the mean  $\pm$  SD (n=3~7).

## 考 察

ナナホシテントウの飼育個体のふ化率は18°Cで最高で、温度の上昇につれて低下したが、ふ化率の低下の原因として先にふ化した幼虫が卵を共食いすることが考えられる。このふ化幼虫による卵の共食い(卵食)は捕食性テントウムシにみられる一般的習性である<sup>9)</sup>。蛹化率は30°Cで著しく低下したが、死亡した幼虫の体に白色のカビの発生がみられたことから、高温条件下では多湿によりカビが発生することが高死亡率の一因と推定される。卵から成虫までの発育期間は飼育温度の上昇に伴い短縮し、積算温度法則と一致していた。発育所要日数から発育限界温度を求めると、両日長条件区とも約11°Cであり、北村ら<sup>10)</sup>や河内<sup>11)</sup>による10.6°Cの値と一致していた。飼育個体の発育状況から、幼虫の成育に好適な温度は22°C、次に25°Cの順であった。

飼育個体の産卵が18°Cで全くみられなかったことから、この温度は産卵に不適であることを示しており、18°Cでは短日及び長日の両条件区とも卵巣発育が抑制される事実<sup>12)</sup>と一致していた。産卵前期間は22°C・長日区で最長で、30°C・短日区で最短であったことから、22°C・長日下でナナホシテントウは生殖休眠に入ることが推定される。この22°C・長日の条件は岐阜地方の6月上旬の気候に相当し<sup>1,12)</sup>、この頃に野外の成虫では生殖休眠が誘起されるものと考えられる。一方、カイガラムシ捕食性のテントウムシの *Chilocorus bipustulatus* L. では22°C短日下で産卵前期間が延長したこと<sup>13)</sup>から、両テントウムシの間で生殖休眠の誘起に關与する日長条件の違いが示される。産卵状況から、成虫の産卵に好適な条件は30°C・短日、次に22°C・短日の順であった。従って、幼虫期は22°C、成虫期は30°C・短日の条件が、本種の大量増殖に好適と思われる。

野外採集個体の呼吸量は春と秋の活動期に高く、夏期に著しく低下したことから、夏眠に伴い代謝活性

が強く抑制されていることがわかる。25℃及び30℃での飼育結果から、呼吸量は長日条件下で減少し、短日条件下で減少しなかったことは、高温・長日条件により代謝活性が抑制され休眠に入ることを示している。30℃・長日条件下では産卵も著しく抑制されていたことから、高温・長日条件下では生殖と代謝の両機能が抑制され、完全な休眠状態に入るものと考えられる。従って、本種の第1世代成虫ではまず6月初旬頃の季候条件に反応して生殖休眠が誘起され、更に夏期の高温・長日条件によって代謝活性が抑制され夏眠することが示唆される。30℃では両日長区とも産卵期間が著しく短縮したことは、高温化で成虫が短命であったことと関係する。特に30℃・短日下では非休眠であり短命であった事実は、多世代をくり返すインドにおける本種の生活環と一致している<sup>13)</sup>。捕食性テントウムシの休眠性には種々地理的変異が知られている<sup>14,15)</sup>が、それらの休眠支配要因については充分には解明されておらず、今後の研究課題である。

謝辞 ミツバチ雄蜂児粉末を贈与頂いた玉川大学農学部松香光夫教授に厚くお礼申し上げる。

### 引用文献

- 1) Sakurai, H, Goto, K. & Takeda S.: Emergence of the ladybird beetle, *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant in the field. Res. Bull. Fac., Agr. Gifu Univ. (48): 37-45, 1983.
- 2) Sakurai, H, Hirano, T. & Takeda, S.: Physiological distinction between aestivation and hibernation in the lady beetle, *Coccinella septempunctata bruckii* (Coleoptera : Coccinellidae). Appl. Ent. Zool. 21: 424-429, 1986.
- 3) Sakurai, H, Hirano, T. Kodama, K. & Takeda, S.: Conditions governing diapause induction in the lady beetle, *Coccinella septempunctata bruckii* (Coleoptera: Coccinellidae). Appl. Ent. Zool. 22 : 133-138, 1987.
- 4) Sakurai, H, Hirano, T. & Takeda, S.: Change of electrophoretic pattern of haemolymph protein related to diapause regulation of the lady beetle, *Coccinella septempunctata bruckii* (Coleoptera:Coccinellidae). Appl. Ent. Zool. 22 : 286-291, 1987.
- 5) 小川慎也・桜井宏紀・武田 享：ナナホシテントウの脳一側心体系の微細構造に関する研究 I. 側心体の微細構造の季節的变化。岐阜大農研報 (53) : 167-173, 1988.
- 6) 小川慎也・桜井宏紀・武田 享：ナナホシテントウの脳一側心体系の微細構造に関する研究 II. アラタ体の微細構造の季節的变化。岐阜大農研報 (53) : 175-181, 1988.
- 7) 桜井宏紀：ナナホシテントウの休眠のしくみ。インセクタリアム 27 : 356-361, 1990.
- 8) 岡田一次・千場英弘・丸岡健良：ミツバチ雄蜂児を餌としたテントウムシの人工飼育。玉川大農研報 11 : 91-97, 1971.
- 9) 河内俊英：3種の食蛾性テントウムシの増殖能力の比較。応動昆 29 : 203-209, 1985.
- 10) 北村憲二・三浦 正・筒塩宏道：テントウムシおよびナナホシテントウの発育速度に及ぼす温度の影響。応動昆中国支会報 (22) : 80-84, 1980.
- 11) 河内俊英：ナナホシテントウ、ヒメカメノコテントウ及びクロヘリヒメテントウの卵が成虫まで成長するために必要な発育限界温度と有効積算温度。久留米大学論叢 32 : 45-51, 1983.
- 12) 桜井宏紀・中西秀明・武田 享：ナナホシテントウの卵巣発育に関する研究—卵巣発育に及ぼす環境要因の影響一。岐阜大農研報 (55) : 83-92, 1990.
- 13) Tadmor, U. & Applebaum, S. W.: Adult diapause in the predaceous coccinellid, *Chilocorus bipustulatus* : photoperiodic induction. J. Insect Physiol. 17 : 1211-1215, 1971.
- 14) Bagal, S. & Trehan, K. N.: Life-history and bionomics of two predaceous and one mycophagous species of Coccinellidae. J. Bombay Natural Hist. Society 45 : 567-575, 1945.
- 15) 桜井宏紀・平野哲司・児玉和幸・後藤研也・武田 享：ナナホシテントウの休眠の誘起と覚醒の支配要因。岐阜大農研報 (51) : 34-52, 1986.