

ナミテントウの休眠の生理特性*

桜井宏紀・河合利温・武田 享

生物生産制御学講座
(1988年8月1日受理)

Physiological characteristics of diapause in the lady beetle, *Harmonia axyridis* Pallas

Hironori SAKURAI, Tosiharu KAWAI and Susumu TAKEDA

Department of Controlled Plant Production
(Received August 1, 1988)

SUMMARY

The characteristics of diapause in *Harmonia axyridis* Pallas were studied physiologically. In the 1st-generation adults reared in laboratory, oviposition and increase of body weight were observed in mid summer, despite a considerable decrease in respiration rate. This indicates that the adults do not enter summer diapause (aestivation), though their vitality is suppressed to some extent. In the 2nd-generation adults reared in laboratory, the respiration rate and body weight decreased remarkably, and reproductive behaviour was not seen in winter. Thus the hibernating adults are in a typical state of diapause. In the hibernating adults collected in the field, the ovarian development was inhibited by April. Topical application of juvenile hormone analogue caused immediate ovarian maturation and oviposition. Observation demonstrates that the hibernation of this beetle is true diapause caused by suppression of corpus allatum function.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (53) : 127—131, 1988.

要 約

ナミテントウの休眠の生理的特徴を知るため、飼育個体と野外採集個体について休眠に伴う生理的变化を検討した。飼育個体の観察では、夏期に第1世代成虫の呼吸量は低下するが、生体重の増加と活発な産卵行動がみられたことから、本種は夏眠しないことが確かめられた。一方、冬期には第2世代成虫の呼吸量及び生体重は減少し、生殖活動も全くみられず、成虫は休眠状態に入った。野外採集個体の観察では、第2世代成虫の卵巣は3月まで全く発育がみられなかったが、幼若ホルモン物質を越冬個体に塗布処理したところ、卵巣がただちに発育し産卵がみられた。このことから、本種の冬眠はアラタ体の活性低下に起因する真の休眠であることが示唆された。

結 言

捕食性テントウの生活史を解明することは、害虫の生物的防除への利用を図る上で重要である。ナミテントウ *Harmonia axyridis* Pallas は、ナナホシテントウ *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant と共にわが国で最も一般的なアブラムシ捕食性のテントウムシである。両種はヨーロッパ中西部では年1化性

* 岐阜大学農学部昆虫学教室業績No.115

であり、成虫は越冬休眠することが知られている¹⁾。わが国では両種は年2化性で、ナナホシテントウは夏期に休眠(夏眠)するが^{2~5)}、ナミテントウの休眠の実体については不明な点が多い⁶⁾。そこで本研究ではナミテントウの休眠の特徴を知るため、飼育個体と野外採集個体について休眠に関連した生理的变化を観察し、休眠の生理特性をナナホシテントウとの間で比較検討した。

材料及び方法

飼育個体：1983年5月に岐阜市柳戸の岐阜大学周辺の雑草上で、交尾中のナミテントウ成虫を採集し、実験室内で産卵、ふ化させ、第1世代個体を飼育した。更にこの第1世代成虫が9月初旬に生んだ卵よりふ化した幼虫を、第2世代個体として飼育した。

野外採集個体：1983年秋から1984年夏にかけて、野外で活動個体と越冬個体を採集した。活動個体は岐阜大学周辺の雑草上で採集し、越冬個体は岐阜市大宮町の名和昆虫研究所の周囲で採集した。

飼育方法：飼育容器として直径10cm、深さ5.5cmの腰高シャーレを使用し、餌としてミツバチ雄蜂児乾燥粉末⁷⁾とアブラムシ乾燥粉末の等量混合物と水とを別々に与えた。1容器当りの飼育頭数は、幼虫期は共喰いを防ぐため5頭以下に制限し、成虫期では8~10頭とした。飼育は自然条件下で行い、雨と直射日光を避けた場所に飼育容器を入れたケージを設置し、2日毎に餌の交換と水の補給を行った。飼育個体について交尾と産卵の有無を毎日調査し、また10日毎に呼吸量を測定した。

呼吸量の測定：ワールブルグ検圧計で個体毎に成虫の呼吸量を測定し、生体重当りの値($\mu\text{l}/\text{mg}/\text{hr}$)に換算した。

卵巣発育の観察：卵巣の発育段階を5つのステージに分けて記載した²⁾。すなわちステージ1：卵胞未発育期、2：卵胞発育初期、3：卵黄形成初期、4：卵黄形成中期、5：卵黄形成後期及び成熟卵期である。また卵管の最先端の卵胞の長径を、実体顕微鏡の接眼鏡筒に装着したマイクロメーターにより測定し、卵胞の大きさとした。

幼若ホルモン物質の塗布：1月下旬に野外で採集した越冬個体に、メトブレン(ZR-515)を局所施用した。メトブレンはピーナッツ油で $5\mu\text{g}/\mu\text{l}$ 濃度に希釈し、 $1\mu\text{l}$ をマイクロシリンジで成虫の胸部背板に塗布し、対照個体にはピーナッツ油のみを塗布した。塗布後の個体を 25°C 、短日(10L-14D)の条件下で飼育して、1週間後に卵巣発育を調査した。

結 果

1. 第1世代個体の呼吸量、生体重及び産卵行動の季節的变化

6月中旬に羽化した成虫の生体重は、雌の方が雄よりも常にかなり大きく、6月下旬に著しく増加し、以後は漸増していった(Fig. 1, C)。9月中旬以降雄の生体重が減少するのに対し、雌のそれは増加して最高値を示した。

呼吸量は各時期とも雌雄間で殆ど差がみられず、7月中旬以降次第に減少し、8月中旬には羽化直後の約半分のレベルに達した(Fig. 1, B)。8月下旬以降呼吸量は次第に増加し、9月下旬から10月上旬にかけて最高値を示した。

雌成虫は7月上旬に産卵を開始し、10月上旬までほぼ全期間にわたり産卵し、特に8月上旬から9月

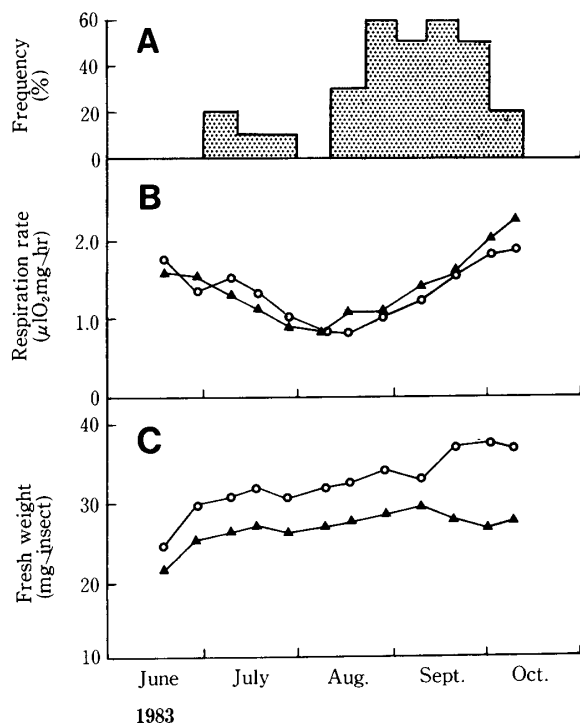


Fig. 1. Seasonal changes in oviposition (A), respiration rate (B) and fresh body weight (C) of the 1st-generation adults reared under natural condition. ○ : female, ▲ : male. Each value is the results on 10 insects.

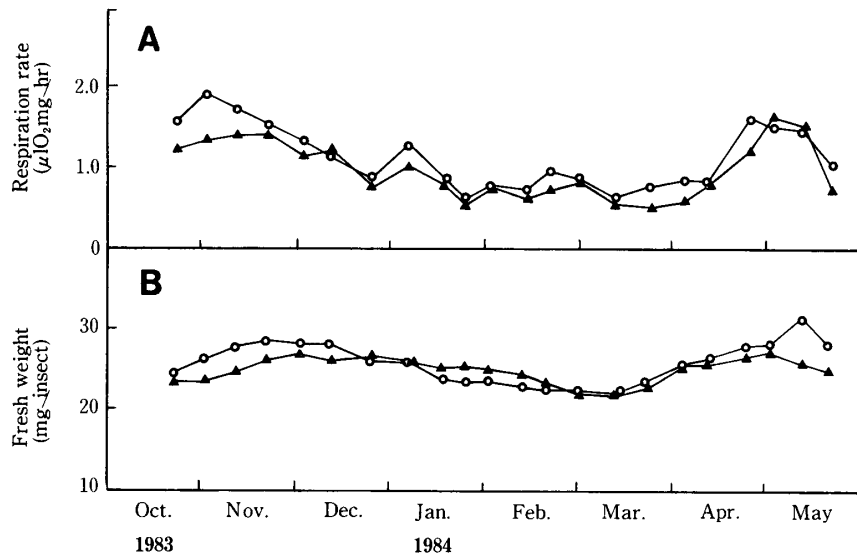


Fig. 2. Seasonal changes in respiration rate (A) and fresh body weight (B) of the 2nd-generation adults reared under natural condition.
○ : female, ▲ : male. Each value is the results on 10 insects.

下旬にかけて産卵の頻度は高かった (Fig. 1, A)。

2. 第2世代個体の呼吸量及び生体重の季節的变化

10月中旬に羽化した成虫の生体重は、各時期とも雌雄間で殆ど差がみられず、10月下旬から11月下旬にかけて漸増し、12月中旬より3月中旬にかけて漸減した (Fig. 2, B)。生体重は3月下旬以降次第に増加し、5月中旬に雌の生体重は最高値を示した。

呼吸量は雌では11月、雄では12月以降それぞれ減少し、4月上旬まで低い値を維持した後、4月下旬に呼吸量は雌雄とも激増した (Fig. 2, A)。

産卵行動は10月中旬から5月中旬までの観察期間中全くみられず、4月下旬以降に少数の個体で交尾行動が確認されたただけであった。

3. 野外採集個体における卵巣発育の季節的变化

第1世代個体が死亡した11月以降、翌春まで殆どの個体の卵巣はステージ1で、小数の卵巣がステージ2で、卵胞は著しく小型であった

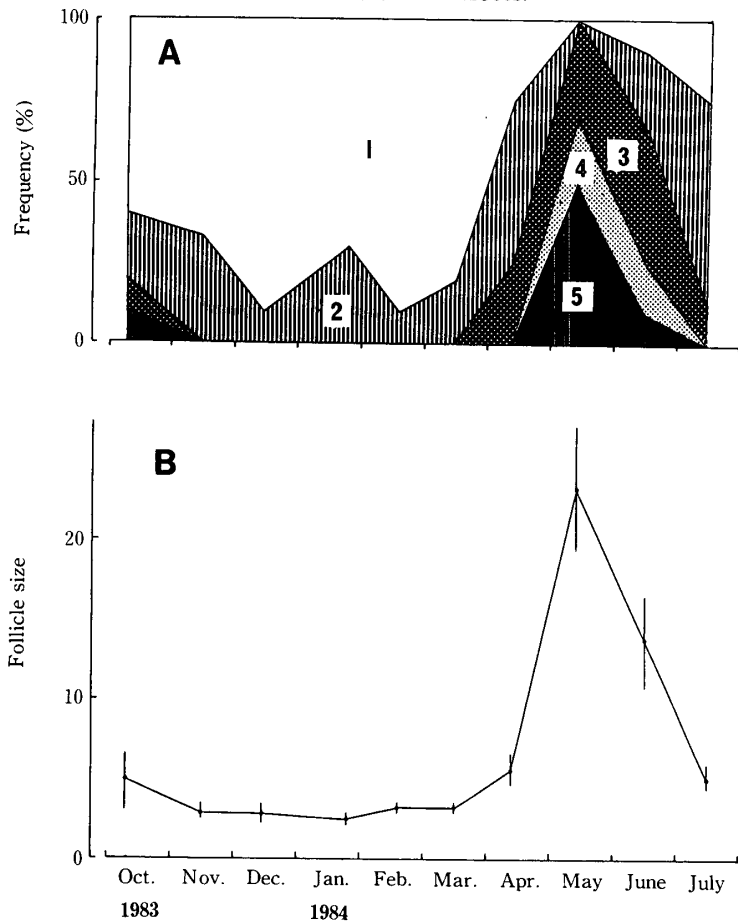


Fig. 3. Seasonal changes in ovarian development of female adults collected outdoors. A: oogenic stage (1: non developing stage, 2: follicle differentiating stage, 3: early vitellogenic stage, 4: mid-vitellogenic stage, 5: late vitellogenic and mature egg stage), B: follicle size (one unit in size is $40\mu\text{m}$ and each value is mean + S.E.).

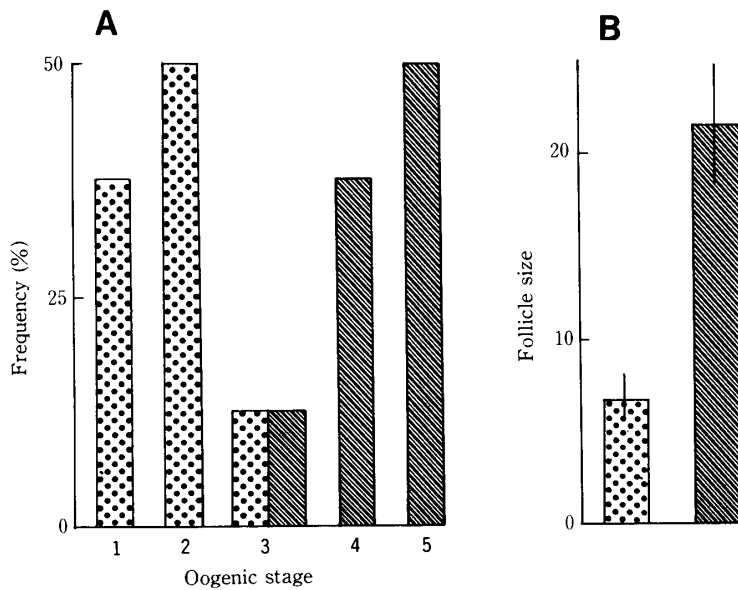


Fig. 4. Effect of juvenile hormone analogue (JHA) on the ovarian development of hibernating adults. A: oogenic stage, B: follicle size (mean \pm S.E.). \square Control, \blacksquare JHA-treatment.

Hibernating adults were collected in the late January and topically applied with $5.0\mu\text{g}$ Methoprene. Refer the explanation of oogenic stage and follicle size in Fig. 3.

継続し、生殖活性を高レベルで維持していることがわかる。これに対しナナホシテントウの呼吸量は夏眠期に活動期の約1/7のレベルにまで低下することから²⁾、夏期におけるナミテントウの代謝抑制はそれ程顕著ではない。一方、ナミテントウの第2世代個体では呼吸量は11月以降次第に減少するのに対し、生体重は12月頃まで増加した。ナミテントウ及びナナホシテントウでは、脂質及びグリコーゲンが越冬時のエネルギー源として重要な役割を果たしており^{6,7)}、これらの物質が越冬前に虫体に蓄積することが推測される。生体重は越冬期間中僅かずつ減少した後、3月中旬より次第に増加したことから、この頃より成虫は冬眠から覚醒し、摂食し始めるものと思われる。4月下旬に呼吸量は激増し、野外個体の卵巢も急速に発育し、5月中旬から6月中旬にかけて成熟卵が形成されて、第2世代個体は繁殖期を迎えた。しかしナナホシテントウの第2世代個体の繁殖期と比べて⁸⁾、ナミテントウのそれは1ヶ月程遅い。

越冬個体では卵巢発育が全くみられなかったが、これにJHAを塗布処理すると直ちに卵巢発育が刺激され、成熟卵が形成された。このことから、本種の冬眠はアラタ体の内分泌活性の低下に起因する真の休眠であることが理解される。一方、ナナホシテントウでは夏眠が真の休眠であり、越冬は低温による単なる活動抑制であることが示唆されている²⁾。両種はヨーロッパ中西部では年1化性で、ともに越冬休眠する¹⁾。わが国では両種は年2化性であり、ナミテントウが越冬休眠するのに対し、ナナホシテントウは夏眠する。このような休眠性の違いは、両種の生活史戦略の違いを反映した事柄と考えられる。即ち、ナナホシテントウの生活域は主として草地であるため、夏期に餌不足となり休眠するが、逆に冬期には餌に恵まれ休眠しない。これに対しナミテントウは草地で繁殖した後、新成虫が樹木へと移行するため、夏期には餌不足に陥らないが、冬期には餌不足のため休眠する。この様な両種の生態の違いが、気温や日長等の環境要因により淘汰され、休眠性の違いを生じたものと考えられる。わが国のナナホシテントウでは夏期の高温、長日条件が休眠誘起に関係するのに対し⁴⁾、ヨーロッパのナナホシテントウでは秋期の低温、短日条件がそれに関係する¹⁾。わが国のナミテントウについても休眠誘起条件を明らかにすることは、休眠性の地理的勾配を探る上で今後に残された興味深い課題である。

(Fig. 3.)。4月以降卵巢の発育がみられ、5月中旬から6月中旬にかけて卵巢発育は最高となり、卵胞は著しく大型となった。

4 越冬個体に対する幼若ホルモン物質の卵巢発育効果

越冬個体に幼若ホルモン物質(JHA)を塗布処理した結果、対照区の卵巢が殆ど発育しなかったのに対し、JHA区の卵巢は大部分がステージ4と5で著しく発育した(Fig. 4, A)。また、卵胞もJHA区の方が対照区に比べて3倍以上大きかった(Fig. 4, B)。なおJHA区では処理13日後より産卵がみられた。

考 察

ナミテントウの第1世代個体の呼吸量は、夏期に羽化直後の約1/2のレベルに低下したが、活発な産卵行動と生体重の増加が観察されたことから、本種は夏眠せずに摂食活動を継

謝 辞

ミツバチ雄蜂児粉末を御贈与下さった玉川大学農学部 松香光夫博士, methoprene を御供与下さった大塚製薬株式会社, 並びに材料の採集に御協力賜った名和昆虫研究所の方々に感謝申し上げます。

引 用 文 献

- 1) Hodek, I. : Biology of Coccinellidae. Academia, Prague, 260pp. 1973.
- 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. & Takeda, S. : Characteristics of diapause in *Coccinella septempunctata bruckii* in Japan. In Ecology of Aphidophaga (I. Hodek ed.), Academia, Prague, pp. 173-178, 1986.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 桜井宏紀・中条 哲：夏眠および越冬にともなうナミテントウの生理的变化・岐阜大農研報 (40) : 37-42, 1977.
- 7) 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.
- 8) 桜井宏紀・平野哲司・武田 享：ナナホシテントウの夏眠及び越冬に伴う体成分の変化。岐阜大農研報 (52) : 31-51.
- 9) 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.