



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

アルファルファタコゾウムシの休眠の誘起条件について

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 櫻井, 宏紀, 高野, 雅信, 井上, 敦夫 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5485

アルファルファタコゾウムシの休眠の誘起条件について

櫻井宏紀・高野雅信・井上敦夫*

生物生産制御学講座

(1999年7月19日受理)

Effect of Photoperiodic Condition Related to Diapause Induction of Alfalfa Weevil, *Hypera postica*

Hironori SAKURAI, Masanobu TAKANO and Atsuo INOUE

Department of Controlled Production

(Received July 19, 1999)

SUMMARY

The effect of a photoperiodic condition on the diapause induction of *Hypera postica* Gyllenhal was studied. Respiration rates decreased remarkably in adults reared under long-day photoperiodic condition (16L:8D, LP), whereas in those exposed to a short-day photoperiodic condition (8L:16D, SP), it was sustained at a higher level. Ovarian development was inhibited in LP-adults for a long period after emergence, while the ovaries were matured 80 days after emergence in SP-adults. The flight muscles degenerated immediately after emergence in LP-adults, while they continued to develop for a long period in SP-adults. These observations demonstrated that the diapause of this insect was induced by the effect of LP.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (64) : 47-54, 1999

要 約

アルファルファタコゾウムシ *Hypera postica* Gyllenhal の休眠誘起における光周条件の影響を検討した。成虫の呼吸量は、長日区では減少したのに対し、短日区では高い値を維持した。長日区では羽化後長期間にわたり卵巣は未発達なのに対し、短日区では羽化後80日で成熟卵がみられた。成虫の飛翔筋は長日区では羽化後急速に退化したのに対し、短日区では発達した筋繊維が長期間存在した。このことから、本種の休眠が長日条件によって引き起こされることが示された。

緒 言

レンゲの重要害虫であるアルファルファタコゾウムシ *Hypera postica* Gyllenhal はヨーロッパ原産と考えられており、旧ソビエト、西アジア、南アジア、北アフリカ、北アメリカに分布する豆科牧草の害虫である。わが国では、1982年に福岡市と沖縄県で初めて発生が確認されて以来、九州以北に分布を拡大し、1998年5月には愛知県知多市、1999年5月には岐阜市で定着が確認され^{1, 2, 3, 4, 5)}、防除対策の確立が緊急課題となっている⁶⁾。著者らは本種の微生物的防除を目的として、土壌より分離された糸状菌の殺虫効果を検討した結果、黒きょう病菌 (*Metarizium anisopliae*) による高い殺虫効果が観察され、防除手段としての本菌の利用の可能性が示された⁷⁾。本種は年1化性で成虫は夏眠と冬眠を行なうが、休眠の生理生態については不明な点が多く、防除適期を知る上で休眠の実態を解明することは重要である。

本種の新成虫は5月に出現するが、6月に入ると飛翔能力は激減し、7月以降は呼吸量は激減し、飛翔筋は退化し卵巣の発育も抑制されることが観察された⁸⁾。このことから夏眠個体は生殖が抑制された真の休眠状態にあると考えられる。一方、本種と同様に夏眠を行なうナナホシテントウでは、光周条件が夏眠誘起に密接に関与することを著者らは報告している⁹⁾。本研究ではアルファルファタコゾウムシの休眠誘起に関与する環境要因を明らかにするため、休眠に及ぼす光周条件の影響を検討した。

材料および方法

供試昆虫：門司植物防疫所で累代飼育されている成虫の産んだ卵を用い、実験室内で孵化させて、アルファルファの茎葉を与えて飼育した。18℃、16時間明・8時間暗（16L:8D）と18℃、8時間明・16時間暗（8L:16D）の両条件下で孵化後幼虫を飼育し、羽化した成虫を観察に使用した。成虫の雌雄は尾節腹板の先端の突起の有無により判別した。すなわち、腹部末端節の腹面は雄では細く先端が突起するのに対し、雌では広く滑らかであった（Fig. 1）。

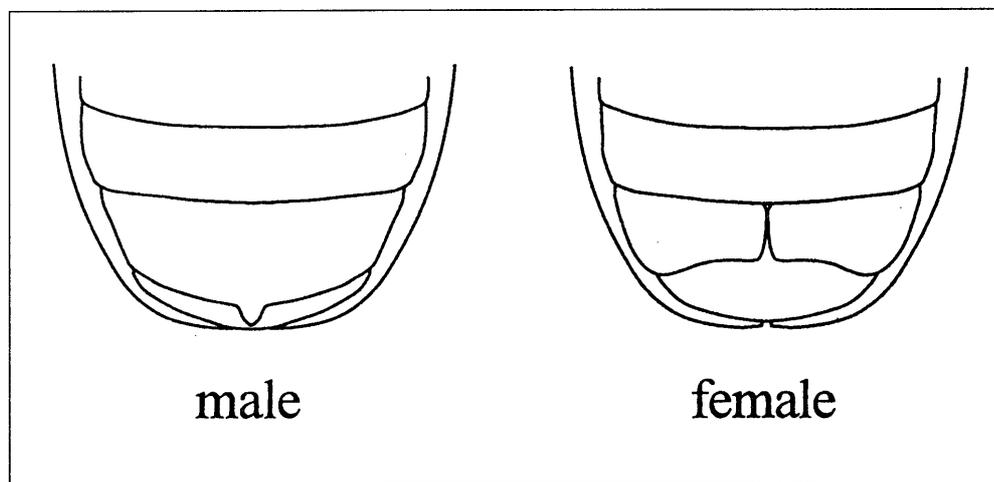


Fig.1. Morphological distinction of adult abdomen between male and female of *Hypera postica*.

呼吸量測定：成虫の呼吸量（酸素消費量）をワーブルグ検圧装置によって測定した。各区10頭ずつ呼吸量を25℃の条件下で1時間測定した。測定後、各個体の生体重を電子天秤で測定し、生体重1mg当たりの呼吸量を算出した。

卵巣および飛翔筋の組織学的観察：成虫を10%ホルマリンで固定し、水で洗浄後ブタノール系列で脱水、浸透し、パラフィン包埋を行なった。包埋試料から回転式ミクロトームにより6 μ mの連続切片を作製し、Mayerのヘマトキシリン液とエオシン液で二重染色し、顕微鏡観察に供した。

飛翔筋の筋繊維の大きさの測定：光学顕微鏡、CCD、画像処理ソフトを用いて、成虫の飛翔筋の筋繊維の直径を1個体ずつ10頭について測定した。

結 果

呼吸量の羽化後の変化：

雌の呼吸量をFig. 2に示した。16L:8Dの長日条件下では、呼吸量は羽化後から20日にかけて増加し、夏眠期の20日から65日までの間に減少した。休眠から覚め始めた95日の呼吸量は20日とほぼ同量で、その後155日まで緩やかに減少した。長日条件下での呼吸量は0.5~1.8の範囲内を推移した。一方、8L:16Dの短日条件下では、呼吸量は羽化直後は著しく高かったが、20日後には半減しその後は殆ど変化は見られず推移し、155日後に呼吸量は若干増加した。短日条件下では5日齢を除くと呼吸量は1.3~2.0の範囲にあった。長日区と短日区の間で呼吸量に有意差が認められた（Scheffe's test $P < 0.05$ ）。

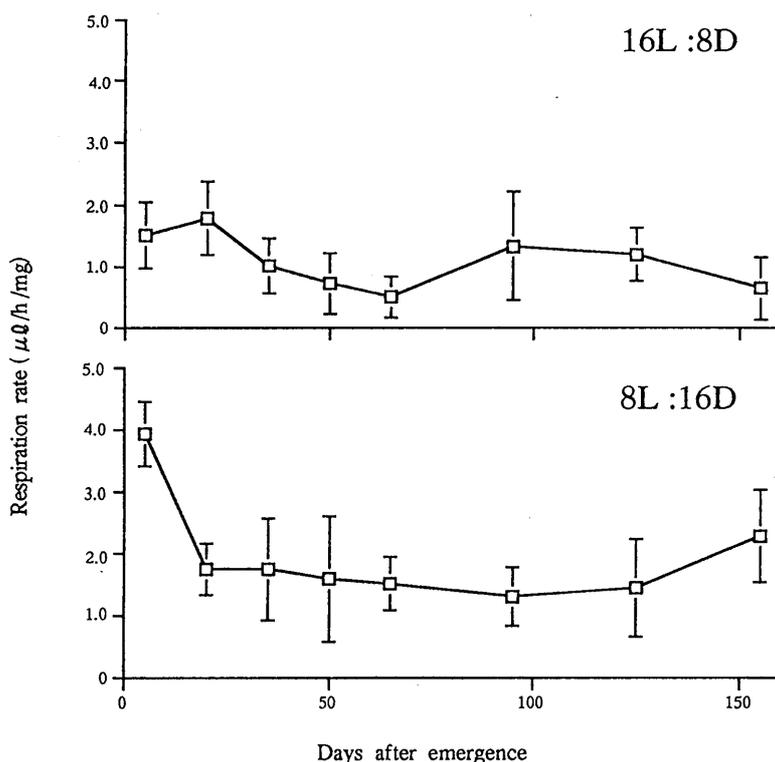


Fig.2. Changes in respiration rate of female adult of *Hypera postica*. Each vertical line means SD.

卵形成の観察：

本種の卵巣は管状の4本の卵巣小管 (ovary) からなる端栄養室型 (telotrophic) の卵巣で、側方輸卵管 (lateral oviduct), 総輸卵管 (common oviduct) へと続き、その途中に受精嚢 (receptaculum seminalis) が開口していた (Fig. 3)。卵巣小管 (ovariole) は、先端より端糸 (apical filament), 生殖巣 (germarium), 卵黄巣 (vitellarium), 卵管柄 (ovariole) の各部分が区別され、卵巣発育にともない生殖巣では均一大の卵原細胞 (oogonium) が多数分化し、卵黄巣では卵母細胞 (oocyte) が濾胞細胞 (follicle cell) に包まれて卵胞を形成し、卵巣小管の先端部には卵母細胞内に卵黄が蓄積した成熟卵が存在した (Fig. 4)。

(1) 長日区 (16L:8D) 個体

卵巣小管は羽化後、卵母細胞数の増加にともない次第に肥大し、20日齢では卵巣小管は紡錘型の形を呈した (Fig. 5 A)。50日から170日にかけて卵巣の発達に大きな変化は見られず、20日齢の成虫のものと同様に大きさに変化はなく、卵巣小管内には発達した卵母細胞や成熟卵は存在しなかった (Fig. 5 B, C)。

(2) 短日区 (8L:16D) 個体

15~20日齢の成虫の卵巣小管は紡錘型の形を示したが、成長した卵母細胞は観察されなかった (Fig. 5 D)。50日齢では少数の個体で卵母細胞の発達がみられた (Fig. 5 E)。80日齢では、発達した濾胞細胞や、卵細胞中に卵黄が蓄積した成熟卵が少数存在した (Fig. 5 F)。110~170日齢の成虫の卵巣中には、成熟卵が多数観察された。

飛翔筋の観察：

(1) 長日区 (16L:8D) 個体

0日齢の雌成虫の飛翔筋は細く発育途中であったが、日齢が進むにつれて筋繊維は次第に太くなり、20日齢では発達した飛翔筋が観察された (Fig. 6 A)。しかし、50日齢になると成虫は休眠に入り、ほとんどの個体で筋繊維が退化した (Fig. 6 B)。80日齢では筋繊維が顕著に退化し、80~170日齢の雌成虫の飛翔筋は、0日齢のものと同じくらいの太さであった (Fig. 6 C)。なお、雌雄間で飛翔筋の太さに差異は認め

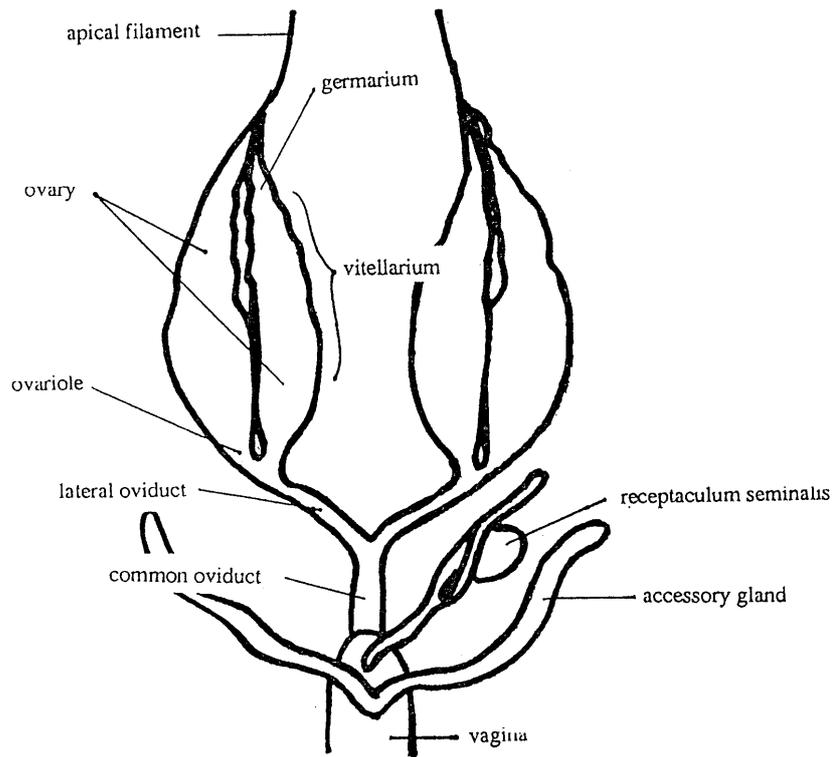


Fig.3. Reproductive system of female adult of *Hypera postica*.

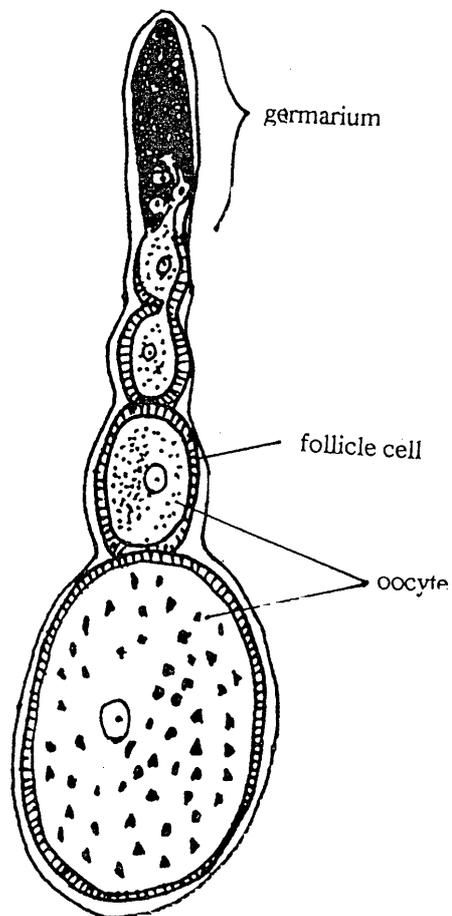


Fig.4. Ovariole of adult of *Hypera postica*.

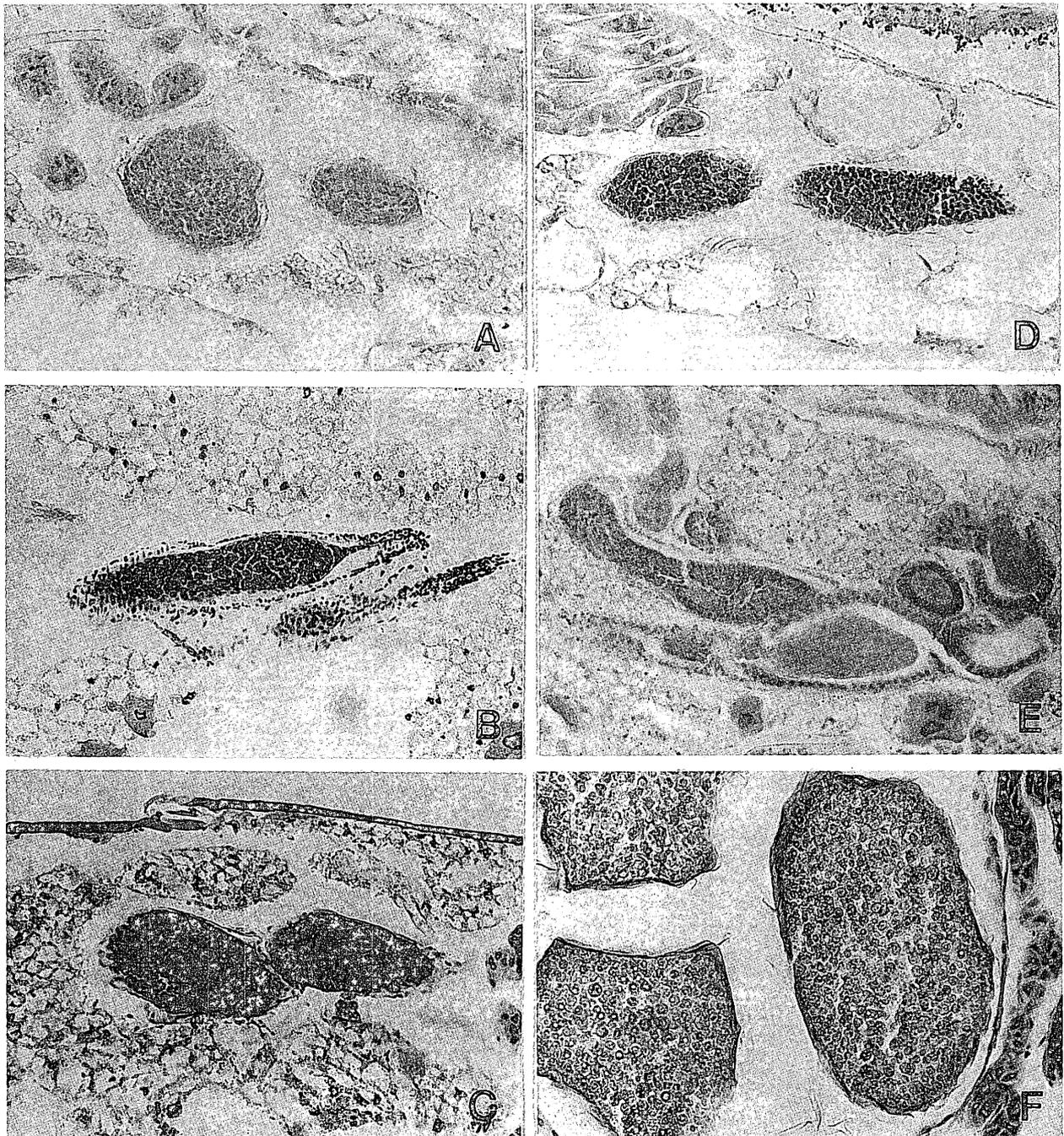


Fig.5. Effect of photoperiodic condition on ovarian development of *Hypera postica*. (×100)

A:20 days-age adult under long day-photoperiodic condition (LP).

B:50 days-age adult under LP. C:170 days-age adult under LP.

D:20 days-age adult under short-photoperiodic condition (SP).

E:50 days-age adult under SP. F:80 days-age adult under SP.

られなかった。

(2) 短日区 (8L:16D) 個体

雌成虫の飛翔筋は日齢が進むにつれて次第に太くなり、15日齢の筋繊維にはヘマトキシリンに染色された多数の核が存在した。20日齢では全ての個体で発達した飛翔筋が観察された (Fig. 6 D)。50~110日齢の多くの個体では、発達した飛翔筋繊維が間隙なく存在した (Fig. 6 E)。140~170日齢の個体では飛翔筋は急激に退化し、0日齢成虫と同じ位の太さの筋繊維がみられた (Fig. 6 F)。なお、雌雄間で飛翔筋の太

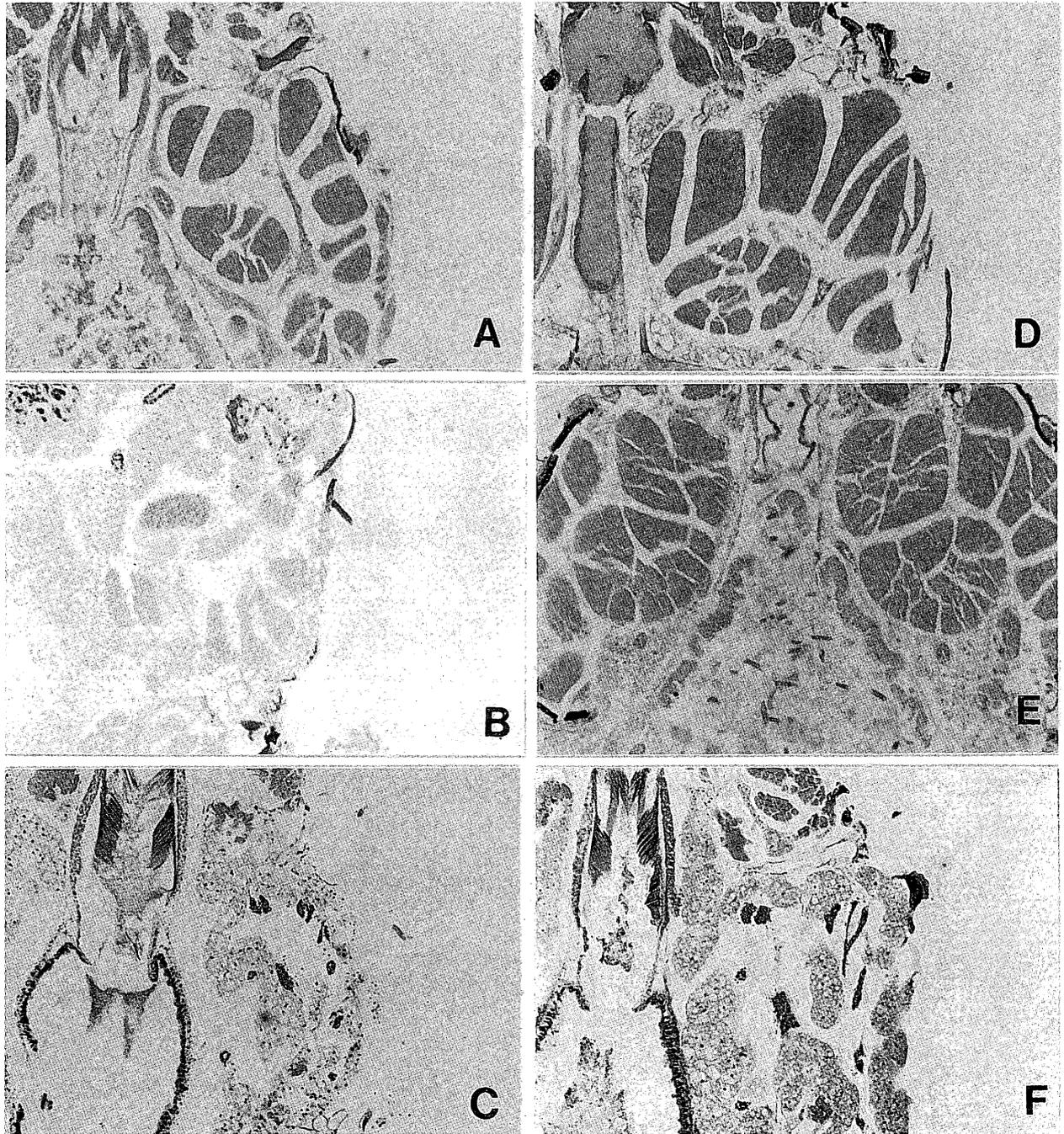


Fig.6. Effect of photoperiodic condition on flight muscle development of *Hypera postica*. (×100)

A:20 days-age adult under long day-photoperiodic condition (LP).

B:50 days-age adult under LP. C:140 days-age adult under LP.

D:20 days-age adult under short-photoperiodic condition (SP).

E:50 days-age adult under SP. F:140 days-age adult under SP.

さに差異は認められなかった。

(3) 飛翔筋の大きさ

雌の飛翔筋の大きさの変化をFig. 7に示した。16L:8Dの長日条件下では、羽化後20日齢まで大きさは激増し、その後は140日齢まで次第に減少する傾向がみられた。一方、8L:16Dの短日条件下では羽化後20日齢まで激増し、その後110日齢まで高い値を維持し、140日齢では0日齢と同じ大きさに減少した。短日区と長日区の間で、雌の飛翔筋の大きさに有意な差が認められた (Scheffe's test $P < 0.05$)。

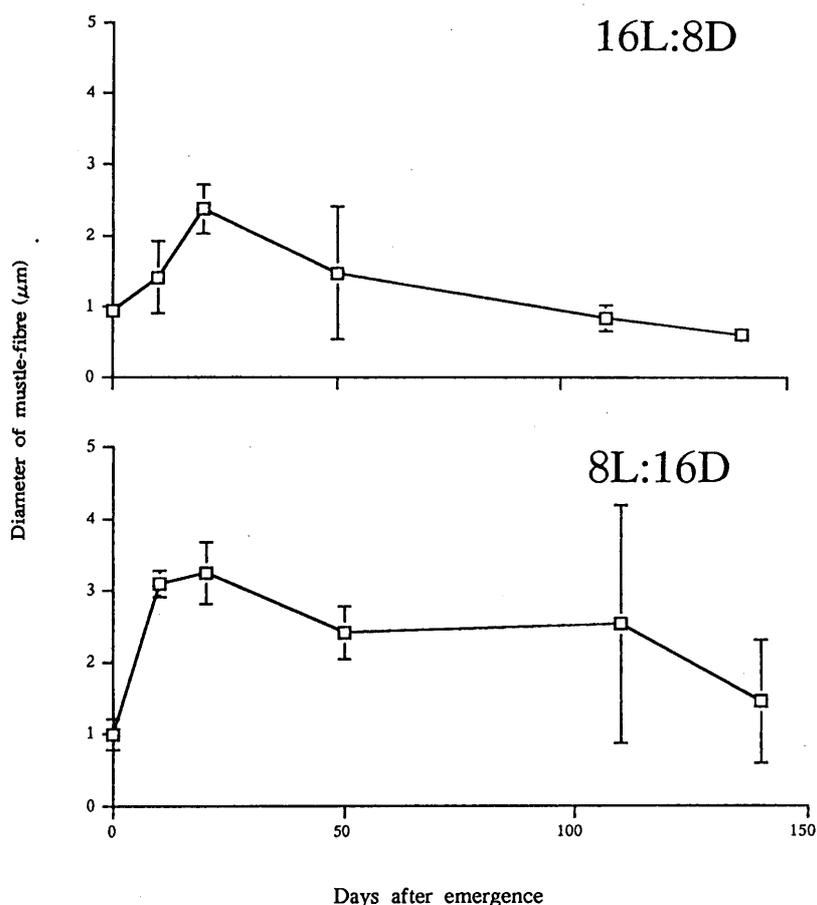


Fig.7. Changes in diameter of flight muscle of female adult of *Hypera postica*. Each vertical line means SD.

考 察

アルファルファタコゾウムシの呼吸量は、長日区では20日齢から減少し、全体的にU字型の曲線を描き推移した。このように長日条件にさらされたことによって休眠に入り、活動が抑制され呼吸量は低下したと考えられる。アメリカのアルファルファタコゾウムシの成虫の休眠時の呼吸量は、 $0.45 \mu\text{l/mg/hr}$ 以下であったが⁹⁾、本研究でもほぼ同様の値を示した。一方、短日区では20日齢から呼吸量はほぼ一定の値を示し、全体的に見て呼吸量の値に大きな変化はみられなかった。このことは短日条件が休眠の誘導を妨げたことを示し、それにより活動の抑制が起こらなかったと考えられる。夏眠における呼吸量の推移は、ナナホシテントウにおいても報告されており¹⁰⁾、本種と同様の傾向を示した。

卵形成について、長日区と短日区の間で異なる傾向が観察された。長日条件にさらされた成虫は、0日齢から140日齢にかけて卵巣の発育に大きな変化は見られず、卵巣小管は未発達の状態であった。これは、長日条件により休眠が誘導され、卵形成が抑制されたものと思われる。ナナホシテントウではアラタ体から血液中に放出されるホルモンによる卵形成の制御が報告されている⁸⁾。本種の休眠においてもアラタ体から分泌される幼若ホルモンが大きく関与していると思われる。170日齢の成虫の卵巣小管は未発達であった。このことから、 18°C の一定温度条件下で長日条件にさらされたことにより大部分の個体で休眠覚醒がおこらなかったと考察される。一方、自然条件下では本種の休眠覚醒が秋頃におこることから、覚醒の要因が短日条件か、あるいは低温である可能性が考えられる。ナナホシテントウでは秋期条件により夏眠覚醒がおこると報告されている¹⁰⁾。短日条件においては0日齢から50日齢にかけて未発達の卵巣小管が存在していたが、80日齢に入り多くの発達した卵細胞および成熟卵が観察された。このことは、短日条件下では生殖休眠がおこらなかったことを示している。アメリカの個体群では、夏眠期に卵巣発育が見られず、また非休眠の成虫では卵成熟に約80日を要することが報告されている¹¹⁾。本研究でも長日条件下で同様の

傾向がみられ、短日条件下の非休眠の成虫では卵成熟に80日を要した。

飛翔筋の発達について長日区と短日区の間で差異がみられた。20日齢までは、長日区、短日区とも同様の発達がみられたが、その後夏眠期に入ると長日区の個体では筋繊維が退化したのに対し、短日区の個体では20日齢のそれと変わらない発達した筋繊維が存在した。ナナホシテントウにおいて夏眠にともなう飛翔筋の急激な退化が観察された¹²⁾。本種では、休眠に入り活動が抑制されることにより、摂食や生殖が不必要となり、それにともない飛翔筋の退化が進行したと考えられる。昆虫の飛翔は生物界における最も激しい運動であり、飛翔筋の発達や退化は呼吸量や脂肪体の発達と大きく関係している。本種の夏眠期に呼吸量の低下がみられたことは、飛翔筋におけるミトコンドリアの退化と、それにともない呼吸酵素系の活性低下が原因と考えられる。夏眠期は不適な季節を少ないエネルギー消費でのりきり、発育や繁殖を好適な季節で行うようにするための期間であり、そのため夏眠中に活動の抑制や卵形成の阻害が起こると推測される。本研究において長日条件下で飛翔筋の退化、呼吸量の低下、並びに未発達の卵巣が観察されたことから、本種の夏眠誘起を支配する主要な環境要因は日長であると考えられる。一般に年2化性の昆虫では、第2世代個体は秋期の低温短日条件に反応して越冬休眠（冬眠）に入る。一方、年1化性の本種の成虫が発育適温の18℃で長日条件下で夏眠に入ったことから、越冬休眠と夏眠とをそれぞれ行なう昆虫間での休眠を支配する気候要因の違いが示され興味深い。本種を実験室内の適温下で日長を変えて飼育し、人工的に休眠を操作することにより、周年飼育が可能と考えられ、研究の発展が期待される。一方、野外での休眠の状況や生理機構については不明な点が多く、防除面とも関連して更なる検討が待たれる。

謝辞：実験材料を供与いただいた門司植物防疫所木村秀徳氏、ならびに本研究の実施に際し御援助をいただいた（社団法人）日本養蜂はちみつ協会に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 加藤健治：アルファルファタコゾウムシの発生状況。九州植物防疫 505：7, 1989.
- 2) 木村秀徳・奥村正美・吉田 隆：アルファルファタコゾウムシの発生と最近における被害。植物防疫所調査研究報告 42：30-33, 1988.
- 3) 愛知県病害虫防除所：平成10年度病害虫発生予察第2号, 1998.
- 4) 岐阜県病害虫防除所：平成11年度病害虫発生予察第1号, 1999.
- 5) 山田芳樹・櫻井宏紀・土田浩治・井上敦夫：アルファルファタコゾウムシの発育に及ぼす温度及び餌植物の影響。岐阜大学農学部研究報告 61：39-44, 1996.
- 6) 櫻井宏紀・高橋絵里・浅野貴博・井上敦夫：土壌より分離された糸状菌のアルファルファタコゾウムシ削除に対する生物的防除効果。岐阜大学農学部研究報告 63：25-30, 1998.
- 7) 櫻井宏紀・山田芳樹・岩附のり子・井上敦夫：アルファルファタコゾウムシの生活史と飛翔活動について。岐阜大学農学部研究報告 62：23-31, 1997.
- 8) 櫻井宏紀：ナナホシテントウの休眠のしくみ。インセクトリウム 27：4-9, 1990.
- 9) Litsinger, J.A. and Apple, J.W.: Estival diapause of the alfalfa weevil in Wisconsin. Ann. Entomol. Soc. Am. 66:11-16, 1973.
- 10) 櫻井宏紀・森 靖夫・武田 享：ナナホシテントウの夏眠及び越冬に伴う成虫の生理的变化。岐阜大学農学部研究報告 45：9-15, 1981.
- 11) Guerra, A.A and Bishop, J.L.: The effect of aestivation on sexual maturation in the female alfalfa weevil, *Hypera postica*. J. Econ. Entomol. 55; 747-749, 1962.
- 12) 櫻井宏紀・奥田 隆・武田 享：ナナホシテントウの休眠に関する研究 Ⅲ. 休眠にともなう成虫の組織学的変化。岐阜大学農学部研究報告 4：29-40, 1982.