

オオタバコガの休眠をめぐる最近の話題

岡山大学資源生物科学研究所 **よし だ ひで や**
吉 田 英 哉

はじめに

オオタバコガ (*Helicoverpa armigera*) は極めて多食性であり、しかも、殺虫剤抵抗性が比較的高く、世界の多くの地域で大きな被害を与えている害虫である。成虫は飛翔能力が高く、遠方にも移動・分散すると考えられる。日本での被害は以前はそれほどでもなく、あまり重要な害虫ではなかったが、1994年夏以降、各地で被害が増大し、西日本では重要害虫となりつつある(吉松, 1995)。本虫の休眠生理、特に日本での越冬生態を明らかにするための第一歩として、休眠の誘導、休眠の覚醒、休眠の地理的変異について、我々の研究を中心に紹介する。

I 休眠の誘導

1 休眠と非休眠の判別法

オオタバコガは蛹で休眠する。ふ化後、幼虫は人工飼料を与え、共食いを避けるため、3齢以降は個体飼育を行った。人工飼料で飼育した場合は幼虫は5齢までである。蛹化後10~20日経過した蛹の頭部を観察し、stemmata (側単眼) が消失せず残っていたものを休眠個体、消失したものを非休眠個体とみなした。なお、蛹のstemmata は羽化に向かって成長し始めると消失する(PHILLIPS, and NEWSOM, 1966)。以下の実験では、飼育温度は特に断わらない限り20°C(QURESHI et al., 1999)とした。

2 休眠誘導の臨界日長とその個体群間変異

休眠誘導の臨界日長を求め、日長反応の地理的変異について検討するため、石垣島、金沢、岡山で採集した各オオタバコガ個体群をふ化後、8L:16Dから16L:8Dまで6段階の日長条件で飼育し、蛹の休眠率を調査した。その結果、図-1に示すように、3個体群とも臨界日長は13時間付近を示し、中でも石垣島個体群と金沢個体群の臨界日長は一致した。一般に臨界日長は低緯度地域で長く、高緯度地域で短くなるが、オオタバコガの場合はそのような明瞭な関係は認められなかった。しか

し、岡山個体群と金沢・石垣島個体群の臨界日長はわずかに異なり、また休眠率にも若干の差異が見られた。このことから、日長反応の個体群変異と、緯度あるいは温度などの地理的・気候的要因との間に関連があるかどうかについてはさらに詳細に検討する必要がある。

3 休眠誘導の温度支配

短日条件による休眠誘導に温度が関わっている場合が多い。それを調べるため、岡山個体群を用い、二つの日長条件(16L:8Dと8L:16D)、四つの温度条件(15°C, 20°C, 25°C, 30°C)の組合せでふ化直後から飼育し、蛹の休眠率を調査した。その結果、日長条件とは無関係に、15°Cではすべてが休眠し、30°Cではすべてが非休眠となった(図-2)。このことから休眠現象は温度に支配されていることがわかった。

オオタバコガの近縁の種の一つ、*Helicoverpa zea* も休眠は温度によって制御されている(PULLEN, et al., 1992)。すなわち、*H. zea* では幼虫期の日長条件にかかわらず、蛹化直後の個体を15°Cに移すと半分近くが休眠する。オオタバコガの場合も同様の現象が起きるほど温度支配が強いかどうかについては、今後の重要な課題である。

4 休眠誘導の日長感受期

短日によって休眠が誘導される際に、幼虫期のどの時

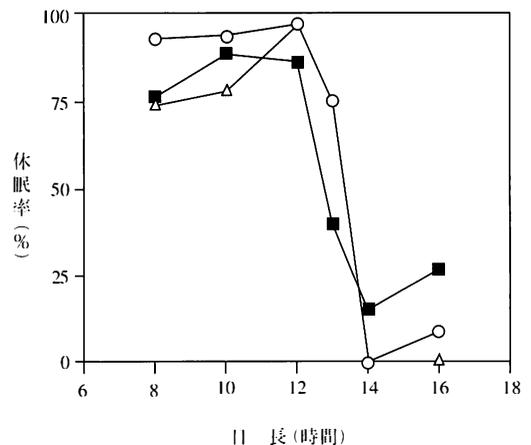


図-1 石垣島、岡山、金沢個体群における蛹休眠と日長の関係(QURESHI, et al., 2000 a)

○—, 石垣島個体群, —■—, 岡山個体群,
—△—, 金沢個体群

Diapause of *Helicoverpa armigera*. By Hideya YOSHIDA
(キーワード: オオタバコガ, 休眠誘導, 休眠覚醒, 日長, 温度, 地理的変異)

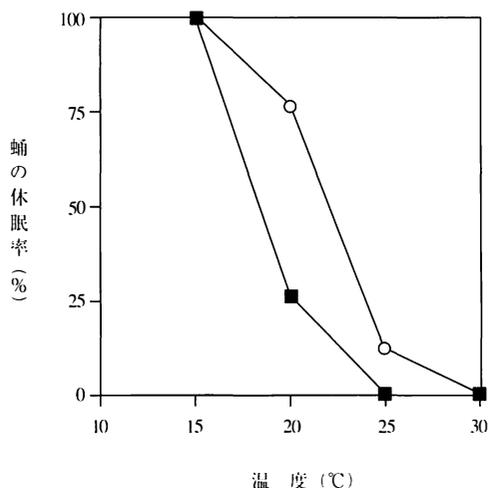


図-2 休眠に及ぼす温度の影響 (幼虫期間の飼育温度・日長のちがいが蛹の休眠に及ぼす影響 (Qureshi, et al., 1999)
 —■—, 日長 16 L : 8 D ; —○—, 日長 8 L : 16 D.

期に日長を感受するのかを明らかにするため、幼虫期の途中で短日 (10 L : 14 D) から長日 (14 L : 10 D), あるいは逆に長日から短日に移し、蛹になってからの休眠率を調べる実験を実施中である。まだ予備的な結果が出た段階なので詳細を示すことができないが、傾向としては、短日から長日に移した場合は短日期間が長いほど休眠率は高まった。ただし、その休眠率はずっと短日条件下で飼育した場合の半分程度にとどまった。逆に長日から短日に移した場合は、短日期間が長くなるほど休眠率は高くなった。このことから、特定のステージが日長を感受するというよりも、幼虫期全体を通して日長を感受していると考えられた。一方、蛹化直前の個体を長日条件下に置くと、休眠率が大きく減少することから、この時期は最終的に休眠の可否を決定している可能性が考えられる。短日条件下ではおそらく幼虫期全体を通して休眠を誘起する何らかのシグナル物質が蓄積あるいは活性化するが、蛹化直前に長日環境におかれると、シグナル物質の一部が分解・不活性化されるのではないかと思われるが、この点については、さらなる検討が必要である。

II 休眠の終わり

1 休眠覚醒と低温処理

良く知られているように、多くの昆虫では、休眠中の個体を低温に一定期間置くことにより、速やかに休眠から覚醒してその後の発育を開始する。例えば、セクロピア蚕の休眠蛹は何か月も休眠しつづけるが、5°C付近の

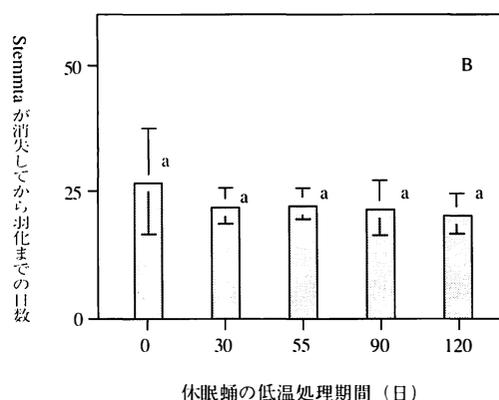
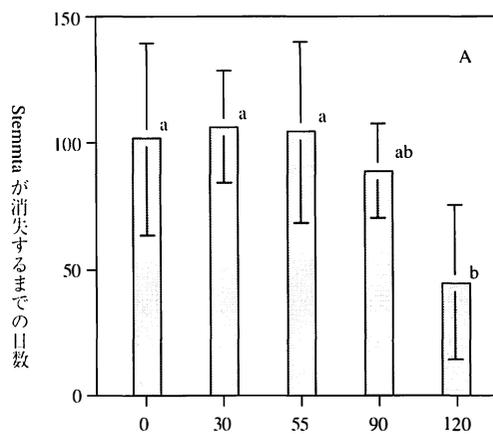


図-3 低温処理による休眠覚醒 (休眠蛹を低温処理 (4.5°C) した場合の Stemmata (側単眼) が消失するまでの日数 (A) と Stemmata が消失してから羽化するまでの日数 (B) (Qureshi, et al., 2000 b) パーは SD or SE, パー上のアルファベットが異なる場合は有為差がある (Scheffe 多範囲検定, $P < 0.05$).

低温処理によりいつでも休眠を中断できる。

それではオオタバコガでは低温処理が休眠覚醒を誘導するであろうか。ふ化後、20°Cの短日条件 (10 L : 14 D) で飼育し、蛹化後20日経過した休眠蛹を3日間15°Cにおいたのち、低温 (4.5°C) で処理し、再び20°Cに戻して羽化まで観察したところ、低温処理期間が90日までの場合は、120日ほどで羽化し、これは低温処理を行わなかった休眠蛹の羽化までの所要日数と比べて有意な差はなかった (図-3)。このことから低温環境は、オオタバコガの休眠覚醒に対してほとんど影響を及ぼさないことがわかる。ただし、長期間 (120日) の低温処理では羽化までの期間が約70日に短縮された。また、stemmata が消失してから羽化までの期間、つまり、休

眠終了後から羽化までの期間は低温処理期間にかかわらず23日前後と違いがなく、長期間の低温処理によって *stemmata* が消失するまでの期間は短縮した。このことは、*stemmata* が消失してから羽化までの期間が後休眠発育期に相当し、この期間は休眠とは独立した期間であることを示唆している。

話が少しややこしくなるが、KUZNETSOVA, 1972によるとオオタバコガの休眠蛹を0°Cから15°Cで低温処理したあと、25°Cに移すと低温処理なしに25°Cに置いた場合に比べて休眠覚醒が早く起こり、羽化が早まるという。彼の研究結果と筆者の研究結果が異なった原因が、飼育温度の違いによるものか供試した個体群の温度反応の違いによるものか不明である。

2 休眠覚醒と温度

20°Cの短日条件で得られた休眠蛹を25°Cに移すと一週間くらいで *stemmata* が消失し、羽化に向かって発育が進み始める。20°Cに置いたままなら *stemmata* が消失するまでに100日程度を要する。25°Cと20°Cという飼育温度の差はあるにせよ7日と100日の違いは大きすぎると考えられる。つまり25°Cに温度をあげることにより、休眠が覚醒したものと考えられることができる。*H. zea* では休眠覚醒には15°C以上の温度が必要で、15°Cでは少なくとも8週間は休眠状態が保たれるが、27°Cではただちに休眠から覚醒する (MEOLA and ADIKSSON, 1977)。このように、温度が *H. zea* の休眠覚醒に最も重要な要因となっている。オオタバコガでも温度が主要な要因であり、日長条件は休眠覚醒にほとんど関与していないと見られるが、その詳細については現在検討中である。

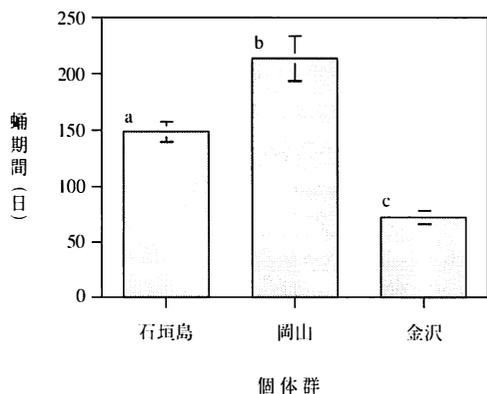


図-4 休眠蛹の蛹期間の地理的変異 (QURESHI, et al., 2000 a)

バーはSD, バー上のアルファベットが異なる場合は有為差がある (FisherのPLSD検定, $P < 0.01$)

3 休眠蛹の蛹期間の地理的変異

日長反応の地理的変異を調べた三つの個体群を用いて、休眠蛹の蛹期間の変異を調べた。20°C, 日長蛹~幼虫期間を12L:12Dで飼育し、得られた休眠蛹を同じ条件のまま羽化まで飼育したところ、蛹期間は大きく異なった (図-4)。このことは休眠の深さに個体群変異があることを示している。この蛹期間は、日長反応の試験結果と同様、個体群間に差異が認められたが、緯度・気候などとの明瞭な関係は見出せなかった。

4 休眠の雌雄差

最近、雌の休眠率は雄より低い傾向があることが報告された。雌の休眠蛹の蛹期間は雄のそれよりも短い傾向が見られており、このことはヤガ科で非休眠の雌が雄よりも早く成熟 (羽化) する雌性成熟性と関係があると考えられている (清水・藤崎, 2001)。なお、*H. zea* でも雌のほうが雄よりも休眠が浅く休眠覚醒しやすいようである (PULLEN et al., 1992)。この雌雄差の生態学的な意味などは今後の課題であろう。

5 休眠覚醒のメカニズムについての考察

以上のように、オオタバコガの休眠覚醒については、低温の関与は小さく、温度が最も重要な要因であること、休眠の深さに個体群変異があること、雌雄の違いがあること、などが明らかとなった。*H. zea* で詳しく研究されている休眠覚醒のメカニズムを参考にしてオオタバコガでのメカニズムを考察してみたい。一般に蛹が成虫への成長を開始するには、脳が活性化し、それにより刺激された前胸腺が変態ホルモン (エクダイソン) を合成・分泌することが必要である。休眠蛹の場合は脳が不活性化していて、前胸腺が刺激されないため、成虫への発達ができないと考えられている。このようなメカニズムはセクロピア蚕を使った古典的な研究から導かれたものである。これに対し、*H. zea* では休眠個体でも蛹化直後にある程度前胸腺が刺激されるが、前胸腺が不活性化していてエクダイソンの合成・分泌が不十分であるために休眠が維持されると考えられている (MEOLA and ADIKSSON, 1977)。温度に対する休眠覚醒の応答が *H. zea* と似ているオオタバコガも、おそらく同じようなメカニズムをもっているのではないかと推察される。もしそうであるならば、前胸腺の成熟あるいは活性化の機構を支配する遺伝子の地理的多様性や雌雄による活性化の差異などが、オオタバコガの休眠覚醒の多様性を形作っていると考えられる。

III 地理的変異

これまで述べてきたように、日長反応にも蛹期間にも

個体群変異が見られるが、緯度などとの相関は認められない。その原因として、①オオタバコガが日本各地に広まってから、それぞれの地域の環境に十分に適応するほどの時間が経過していないこと、②オオタバコガ成虫は長距離を移動することから遺伝的な固定が起きにくいこと、③オオタバコガの休眠は温度に強く支配されているため、秋から初冬にかけての低温により休眠が誘起され、日長条件は、淘汰の対象になりにくい、ことなどが考えられる。

引用文献

1) KUZNETSOVA, M. S. (1972): Entomol. Rev. 51: 311~315.

- 2) MEOLA, R. W. and P. L. ADIKSSON (1977): J. Insect Physiol. 23: 683~688.
 3) PHILLIPS, J. R. and L. D. NEWSOM (1966): Ann. Ent. Soc. Am. 59: 154~159.
 4) PULLEN, S. R. et al. (1992): Environ. Entomol. 21: 1404~1409.
 5) QURESHI, M. H. et al. (1999): Appl. Entomol. Zool. 34: 327~331.
 6) ——— et al. (2000 a): Appl. Entomol. Zool. 35: 357~360.
 7) ——— et al. (2000 b): 応動昆中国支部会報 42: 35~39.
 8) 清水 健・藤崎憲治 (2001): 第45回応動昆大会講演要旨, 118 pp.
 9) 吉松慎一 (1995): 植物防疫 49: 495~499.

(25 ページからの続き)

グリホサートイソプロピルアミン塩 1.0%

公園、庭園、堤とう、駐車場、道路、運動場、宅地、のり面等：一年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）：雑草茎葉散布：3 回

シハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル・プロモブチド・メフェナセット粒剤

リボルバーエース1キログラム粒剤 (20721: 日産化学工業) 13.11.19

シハロホップブチル 1.5%

ピラゾスルフロンエチル 0.30%

プロモブチド 6.0%

メフェナセット 7.5%

移植水稻：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ（北海道を除く）・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：〔北海道：移植後 5 日~25 日（ノビエ 3 葉期まで）：壤土~植土（減水深 2 cm/日以下、但し壤土では 1.5 cm/日以下）〕、〔東北：移植後 5 日~20 日（ノビエ 3 葉期まで）：植壤土~植土（減水深 1.5 cm/日以下）〕：湛水散布：1 回

発行図書

日本植物病名目録(初版)

日本植物病理学会 編 B5判 本文 734 頁+索引他 124 頁

定価 11,550 円税込み (本体 11,000 円) 送料サービス

1960 年から発行された日本有用植物病名目録：第 1 巻(食用作物・特用作物・牧草・芝草)、第 2 巻(野菜および草花)、第 3 巻(果樹)、第 4 巻(針葉樹、竹笹)、第 5 巻の広葉樹(林木・観賞樹木)までの全 5 巻に新規に「きのこ」を追加して一冊に纏めた見やすい大植物病名目録です。掲載内容は、食用作物、特用作物、牧草及び芝草、野草、野菜、きのこ、草花、果樹、針葉樹、竹笹、広葉樹、索引(宿主和名、宿主学名、病原学名、病原和名、ウイルス・ウイロイドの種名・略号・和名・科名および属名一覧表。

お申し込みは直接当協会へ、前金(現金書留・郵便為替)で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込 1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL(03)3944-1561(代) FAX(03)3944-2103 メール: order@jppa.or.jp