



[英國] A. D. 李斯博士著

節肢動物的滯育生理

科學技術出版社

水亭齋

20.5

06

節肢动物的滯育生理

[英國] A. D. 李斯博士著

羅 祖 玉 譯

忻 介 六 校

科學技術出版社

內 容 提 要

滯育問題是節肢動物生理學中的一個難題，深入研究滯育現象不論在生物學理論上或生產實踐上均有重大的意義。

本書原著者 A. D. 李斯博士根據其研究結果並參考前人的有關文獻著成此書，對節肢動物的滯育生理加以詳細的論述與分析，為研究昆蟲學者極有價值的參考書。

本書可供昆蟲研究人員、害蟲防治工作人員、大學生物系與農學院植保系等學習參考之用。

節肢動物的滯育生理

THE PHYSIOLOGY OF DIAPAUSE IN ARTHROPODS

原 著 者 (英國) A. D. LEES (M. A., PH. D.)

原出版者 CAMBRIDGE AT THE UNIVERSITY
PRESS. 1955 年版

譯 者 羅 祖 玉

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京路 2304 號)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 號

中華書局上海印刷 新華書店上海發行所總經售

統一書號 16119 · 63

開本 787 × 1092 1/27 · 印張 5 7/27 · 字數 84,000

1957 年 9 月第 1 版

1958 年 7 月第 2 次印刷 · 印數 1,001—1,500

定價 (10) 0.85 元

目 次

第一章 緒論	1
第二章 环境与滯育的开始	11
第三章 滯育的遺傳	38
第四章 环境与滯育的終止	47
第五章 水分在生長休止中的作用	63
第六章 寄生昆虫的滯育与靜息	75
第七章 休眠昆虫的代謝調節	82
第八章 滯育的体液控制	94
第九章 滯育与物候学	110
参考文献	121
校后記	137

第一章 緒 論

具有固定的“靜止期”(resting stage)是居住在不恒定环境中的有机体的共同特征。在这类生命形式中休眠状态(dormant state)的特征通常是生長或繁殖的暂时停頓,代謝作用的減弱及対如寒冷、酷热和干旱等不利气候因素抵抗力的增强。有时“靜止期”的出現可單由适宜于生物体生存的那些条件所引起。但是这种关系常更为复雜,因为休眠(dormancy)在环境对生長尚未發生不利影响之前接着發生,而有时在这些条件已消除之后仍繼續留存。

虽然此种生長休止的状态或滯育(diapause) (diapause = 休止,工作中止)的出現在節肢动物中特別普遍,而且也决不限于節肢动物。植物界中許多种子、鱗莖和木本植物的芽顯出同一类型的休眠。海綿动物的芽球、枝角目(Cladocera)的富含卵黃的冬卵、海仙蝦(*Artemia*)与其他有鰓足的甲壳綱的抗旱卵都是人人知道的靜止期例子。脊椎动物中如美國貂鼠和犛犛等哺乳动物胚胎(blastocyst)的延迟植入(delayed implantation)都是滯育的良好例証。成年脊椎动物中休眠也同样發生。有时生理活动的中止是普遍的,例如冬蟄的土撥鼠(marmot)和夏蟄的非洲肺魚属(*Protopterus*)。有时,如多数鳥类和哺乳类的生長停止只局限于生殖器官。虽然这个現象有其普遍性,但此种实例在昆虫綱(是正常生長根本上不相連續的一群动物)中数量与变化都最多,或者不是沒有意义的。

滯育的生态方面已在Bonnemaizon氏(1945)和Andrewartha

氏(1952)最近的評論內加以敘述。这种状态已正确地被认为是一种在季节气候条件不利于連續增殖的区域内保存种的重要适应。但是从生理学的立場來看，中心的爭論点牽涉到生長以及其由內在和外因因素控制的問題。現在大家都知道，生長休止本身与共同的代謝調節是由内分泌器官所支配。这些内分泌中樞又依次地对發自环境的某些一定的刺激發生反应。的确，正是这个联系使得滞育机制能作为一种定时的方法，一般使休眠时期及積極的生長与环境的節奏步調一致。这些問題將作为本專論的主要論題。

滞育与靜息的定义

滞育这个術語是 Wheeler 氏(1893)采用于記載一种蛭蛄 *Xiphidium ensiferum* 胚胎形成(embryogenesis)的一个时期。胚胎在卵后極周围的复雜鐘擺运动分为胚体上升(anatrepsis)(当胚胎先以尾部穿过卵黄而运动时)与胚体下降(cataatrepsis)(当运动的方向逆轉时)。所有这些运动均認為是胚体轉動(blastokinesis)。介于胚体上升与胚体下降之間的階段，当胚胎以头部向着后極而保持平衡时称为“滞育”。

以后 Henneguy 氏(1904)对这个術語給予一种完全不同的含义，他不用之于形态發生(morphogenesis)上的一个时期(stage)，而用之于不論是正在發育的昆虫或成虫的生長休止的状态。多数作者追随 Henneguy 氏將此術語擴展而适用于生長休止的一切形式，甚至使用于因寒冷而起的簡單抑制作用。可是，早在[1869]年 Duclaux 氏在家蚕冬蟄卵的實驗內已証明此种状态根本与寒冷麻痺不同。Duclaux 氏曾观察到：家蚕 (*Bombyx mori*) 卵塊在室温中常不能孵化而终于死亡，但在冰箱中先冷却 40 天的同样的卵塊放回到較高的温度时就能順利孵化。

鑒于此种專門特性，不时有人企圖拟定較狹的滞育定义。于

是 Shelford 氏 (1929) 認為這個術語的使用應局限於發育或活動性是“自發地”休止的情況，而直接由不良條件所控制的生長中斷可認為是靜息 (Quiescence)。Roubaud 氏 (1930) 所創造的術語 “diapause vrai” 和 “假滯育” (pseudo-diapause) 是根據同樣的特徵的。

Shelford 氏的定義也許已不完全妥當，因為在多數場合下發育開始的原因可向后追索至環境的作用，雖然就這個反應後果與原始刺激無關的一點上來說，是“自發的”。但是對環境因素反應的快慢仍是一個有效的鑑別基礎，特別是假若其因素為溫度時是如此。在缺乏充分的實驗分析時，休止的類型當依休眠的終止而簡單加以分類。例如，一種昆蟲在溫度“有利於”形態發生時就會毫不延滯地發育，而另一種昆蟲却不能發育（如家蠶）或生長緩慢且不規則。認識此種狀態為“靜息”與“滯育”可作為某些生理機制已作用於正在滯育的昆蟲的有力的提示，這些生理機制不存在於靜息的昆蟲中，而靜息是指生長恢復之前所發生的延滯現象 (delay)。既然絕大多數昆蟲滯育的終止是受溫度所控制，根據普遍性，保留這些術語就更被認為是正當的了。

但在溫度以外的刺激支配生長恢復時此種特徵就不甚明顯。下列實例就可說明其中若干困難。Gayepitz 氏 (1949, 1953) 的研究指出：若給予連續光照，松毛蟲 (*Dendrolimus pini*) (枯葉蛾科 *Lasiocampidae*) 幼蟲在 19~20°C 時不停地取食並且生長。但若日長 (day length) 減至每天 9 小時，則幼蟲就蛻皮一次。且終于在 30 天內進入休眠。在此種休眠狀態中（若條件不變可持續 1 月之久），取食是間歇性的，且同一批昆蟲的生長緩慢而不一律。但以連續光照處理就可在任何時候終結其休止。而取食與生長在延滯約 14 天后重新恢復。

光期與溫度不同，而不能認為是有直接有利或不利的刺激。而且松毛蟲 (*Dendrolimus*) 幼蟲的發育顯然多少受光期所直接控

制；雖然區分新的日長制度的建立和反應之間的一定時間暗示：具有幾分複雜性的生理變化係由刺激所推動。根據這些理由，將此作為滯育的實例將更恰當。

此外尚有邊緣性的實例。在寄主食蚜蠅形成圍蛹之前，其寄生的姬蜂 *Diplazon fissorius* 的發育不超過第一齡。Schneider 氏 (1950) 把幼虫注入正在發育的寄主內，証明寄生蜂幾乎即刻被活化，或許由於與蛹化有關的寄主血液變化所致。因此，將這種休止作為靜息更為恰當。水分的吸收在多數昆蟲幼虫是恢復生長所必需的前提（參閱第五章）。因為休止一般在有水分之後的幾天內結束，所以這同樣可作為靜息。但是水合 (hydration) 之影響生長很可能是通過內分泌系統而不是通過直接活化組織。在此時休止及生長恢復的最終原因是與其在滯育中一樣，系屬於昆蟲內部的原因。將這些區別過分強調顯然是不合適的。即使低溫的處理可能由所引起的麻痺直接影響昆蟲的生長，也可能由激素平衡中所引起的巧妙變化間接影響其生長 (Wigglesworth, 1952)。

Steinberg 與 Kamensky 氏 (1936) 所創用的術語在分類確實的滯育實例時是很適用的。多數昆蟲的滯育潛力並不出現於每一世代。那時滯育就稱為任意性的 (facultative)。此種種類中，休止的開始似乎常受環境所影響，而可由適當的外界條件誘致或迴避。其他昆蟲則具有確定性滯育 (obligatory diapause)。當此種昆蟲被飼育於不同條件中時，事實上每一個體每一世代不論環境如何皆進入滯育。具有任意性滯育的昆蟲在自然界中每年通常完成二個或二個以上的世代，而具有確定性滯育的昆蟲則表現嚴格的一化性^①的生活週。

① 術語“化性”系自意大利養蠶葉中衍生而來：Volta = 時間，含有“時機” (occasion) 之意。——原注

滯育階段

滯育可在生活史的任何主要階段中發生。滯育在卵、幼虫或蛹時期採取發育休止的形式；而在成虫則與生殖器官（特別是卵巢）的停止擴大及脂肪體與其他儲藏組織的补偿性肥大相關聯。蚊虫生理學研究者稱此種過程為“生殖滋養的解体作用”（gonotrophic dissociation），但這是一切具有成虫滯育的昆蟲所特有的。

卵或幼虫時期的生長休止的準確形態發生階段也是各種類的特點。生長可在胚胎尚未全發育時、在半成長時、或幼小的幼虫已全部形成但尚未孵化時就停止（見第7頁）。幼虫的休止在末齡幼虫取食時期結束以後或許最為常見，但多數昆蟲〔例如，鱗翅目的甘藍褐燈蛾（*Arctia caja*）、櫟枯葉蛾（*Lasiocampa quercus*）〕在中間各齡虫多蟄。如食果巢蛾（*Hyponomeuta padella* (Thorpe, 1929)）和針樅卷葉蛾（*Cacoecia* (*Choristoneura*) *fumiferana* (Graham and Orr, 1940)）等少數種類在第一齡幼虫由卵孵化後立即并發滯育。

雖然在某些類群中可以找出普遍的趨勢，但休止的階段即使在極近緣的種類中常極不穩定。例如，薔薇卷葉蛾（*Cacoecia rosana*）以卵進入滯育，針樅卷葉蛾以剛孵化的幼虫進入滯育。日本天蛾（*Antheraea yamamai*）（天蚕蛾科 Saturniidae）以卵滯育，柞蚕（*A. pernyi*）以蛹滯育。一種多化性食蚜蠅 *Epistrophe balteata* 為任意性的成虫滯育，而一化性的食蚜蠅 *E. bifasciata* 則在末齡幼虫期結束時進入滯育（Schneider, 1948）。

這些事實首先提出：滯育常獨立衍生而成，其次，這個性狀的選擇價值在短命的昆蟲中很少受發生滯育的階段的影響。值得注意的是成虫生活長達數年的昆蟲，如邊緣龍蝨（*Dytiscus marg-*

inalis)的滯育為生殖型(reproductive type)。

雖然生活周中滯育的發生點通常為極固定的種的特徵，幼虫休止有時受溫度的影響。若將日本金龜子(*Popillia japonica*)飼養在 25°C 中，第三齡期持續達126天，而在較低溫度中則只需92天。在 20°C 時其生長在第二齡或第三齡時發生延滯，而在 17.5°C 時則第一齡虫發生延滯(Ludwig, 1932)。同樣地，梨赤紋毒蛾(*Orgyia gonostigma*) (毒蛾科 Lymantriidae)的休眠在 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ 時發生於第五齡和末齡，在 $14\sim 18^{\circ}\text{C}$ 時則發生於第四齡，而在 10°C 時則發生於第三齡(Kozhantshikov, 1948)。高溫亦能使一種蝱鼻蟻 *Reduvius parvulus* 的休止階段延緩至次一齡期(Readio, 1931)。

雖然滯育通常局限於生活周中一個階段，但有少數例外。據云松白條尺蠖(*Operophtera brumata*)的蛹和卵都具確定性滯育(Kozhantshikov, 1950b)。某些任意性滯育昆虫的生長可能在一個以上的齡期中中止。松毛虫的第二與第五齡虫若受短光期處理，則其發育能於第三與第六齡休止；的確，此種昆虫幼虫在其分布範圍的北部有時越冬二次(Gayspitz, 1949)。蝱鼻蟻(*Reduvius*)的所有在第三齡滯育的若虫在第五齡時也經受一次長時間的休止；而 $1/4$ 以第四齡進入滯育的若虫在第五齡時再行休眠。在此種昆虫中，滯育的開始似乎在某些程度上阻止後續的一齡期再度發生休止(Readio, 1931)。

一種蛭蟻 *Pardalophora apiculata* 在加拿大西部完成生活周需時2年，以卵期度過第一個冬季，而以後期若虫度過第二個冬季。其卵系滯育類型，而越冬的若虫也表現此種狀態，因為此種若虫即使在高溫中也不能生長(Pickford, 1953)。其他需要2年完成發育的昆虫只在最後幼虫期中有固定的滯育階段，其第一個冬季是以半成長幼虫在靜息中度過的。赤楊泥蛤(*Sialis lutaria*) (Rahm, 1952)及一種蜻蛉 *Anax imperator* (Corbet, 1954)就是

二个实例。

胚胎滯育中的休止階段

在昆虫的胚后期 (post-embryonic stage) 蛻皮与生長 的周期性質对滯育机制的進化有利。此种“素質” (predisposition) 在形态發生連續的胚胎中較不顯著。但是更仔細的試驗指出：休止局限于胚胎生長和分化的某一定时期。

从这种观点出發，將胚胎發育分为三个阶段較為方便。第一阶段可看到分裂核的連續分裂，并以囊胚層的形成結束。第二阶段包括胚胎的早期生長，一直到中胚層开始形成为止。这个階段大約相当于胚体上蓋，是一个生長的时期而不是分化的时期。胚胎的細胞数由有絲分裂而增加，体節已略具輪廓且出現附肢的雛形，但所有的細胞保持一致的形狀。在自胚体下降之初开始的第三階段中，積極的生長与細胞分化同时進行。到胚体下降末期所有主要器官系統已分化完成。圖1表明有胚胎滯育的昆虫，即一种蟋蟀 *Gryllulus commodus* 的外部形态的变化。

现在还不知道有在囊胚層形成之前接着發生滯育的种类。榆紅蛛 (*Metatetranychus ulmi*) 的冬卵从这点(指囊胚形成之前——譯者注)之后立即發生休止，因为不能肯定辨別固定的胚帶。一种蜂 *Austroicetes cruciata* 的發育，在滯育开始时只略为進一步而已。虽然可以看到胚胎的第一个退化器官 (rudiment)，它是囊胚層細胞密集而成的一个細胞的小帽狀物 (Steele, 1941)。同样知道若干鳞翅目〔櫻白紋毒蛾 (*Notolophus thyellina*)、樺斜紋枯叶蛾 (*Dendrolimus undans excellans*)、樺卷叶蛾 (*Archips xylosteanus*)〕及金鐘兒 (*Homeogryllus japonica*) 的卵在胚胎形成早期進入滯育(圖2 A、B) (Umeya, 1950)。

某些昆虫种类的生長可在胚胎成为啞鈴狀而尚未分節的稍晚

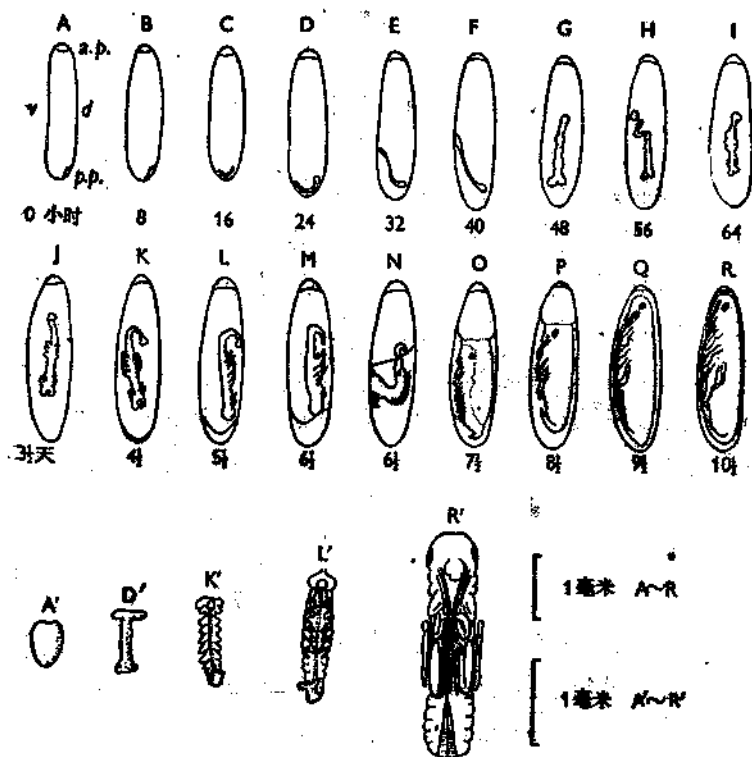


圖1 一種蟋蟀 *Gryllus commodus* 的胚胎發育(徵 Brooks)。A~R, 在25°C的培育溫度下胚體轉動期中所到達的階段。A'~R', 在同一時間內胚胎形狀的變化。A~K, 胚體上升; L~R, 胚體下降。自A至F系胚胎以尾部在先圍繞卵的後極移動, 而陷入卵黃內。若卵遭受滯育的影響, 則休止發生於J階段。在M和N階段發生羊膜膜的破裂和胚胎的胚轉。在Q階段完成背部閉合。a.p., p.p. 前極和後極; d. 背面; v. 腹面。

的階段停止。這就是家蠶、野蠶 (*Theophila mandarina*)、其他鱗翅目昆蟲以及麥褐油葫蘆 (*Gryllus mitratus*) (圖2C) 的滯育階段 (Umeya, 1950)。一種小卷葉蛾 *Rhopobata nana* 的生長休止似乎來得稍晚, 那時體節正在形成 (圖2D)。

多數種類的形態發生是在胚體上升結束之時停止, 此時體節及其他軸綫構造 (axial structures) 已經存在, 而胚胎顯然將要進

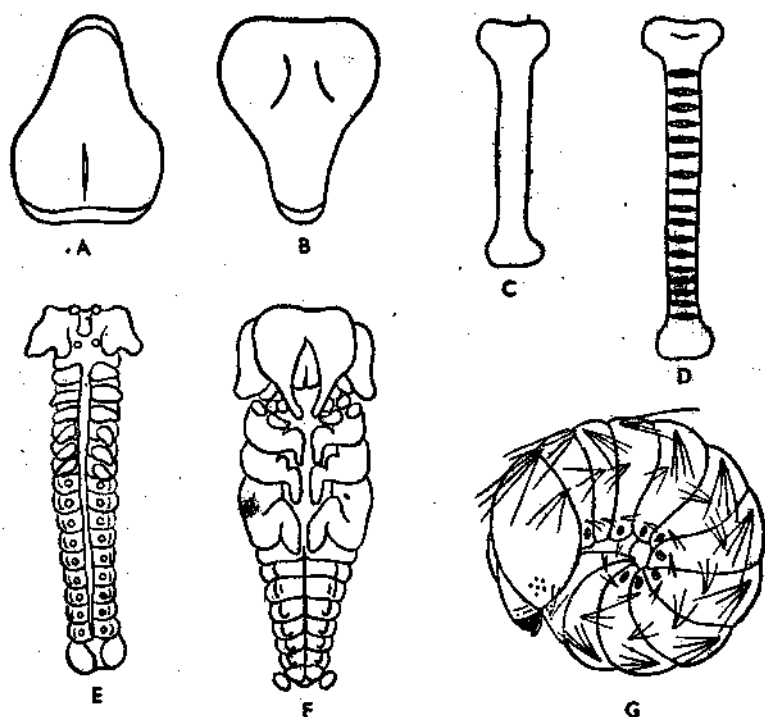


圖2 各種昆蟲的滯育胚胎(倣 Umeya)。A. 梨形胚胎——某些鱗翅目。B. 倒梨形胚胎——某些直翅目。C. 啞鈴狀胚胎——家蠶。D. 分節的胚胎——一種小卷葉蛾 *Rhopobata naevana* (鱗翅目)。E. 有附肢的胚胎——某些鱗翅目。F. 同上——飛蝗 (*Locusta migratoria*) 及其他直翅目。G. 前幼蟲胚胎 (prelarval embryo)——柿舞蛾 (*Lymantria dispar*) 及其他鱗翅目。

行胚胎轉。若干直翅目〔一種蟋蟀 *Gryllulus commodus*、殊種螞 (*Melanoplus differentialis*)、飛蝗 (*Locusta migratoria*)〕及古毒蛾 (*Orgyia antiqua*) 的卵就是實例(圖 2 E、F) (Browning, 1952 a; Slifer, 1932; Le Berre, 1953; Christensen, 1937)。

最後，發育亦可在胚胎形成的極晚時期停止，此時幼蟲已完全形成且顯然即將孵化(圖 2 G)。這就是日本天蛾、柿舞蛾、黃褐天幕毛蟲 (*Malacosoma testacea*)、一種天幕毛蟲 *M. disstria* (枯葉蛾科 Lasiocampidae)、某些直翅目 [*Campsocleis buergeri*、二條紋

蟻 (*Melanoplus bivittatus*) (Umeya, 1950; Salt, 1949 c) 及鞘翅目(一種蟬 *Timarcha tenebricosa* 和另一種蟬 *T. violacea-nigra*) (Abeloos, 1935, 1941) 的休止階段。

這個概述提出：發育不能伴隨着囊胚層形成的激烈有絲分裂活動期中或在積極分化的較遲時期中停止。這些過程一旦開始之後似乎必須進行到底。另一方面，各種種類幾乎在胚胎初生長期的所有階段中發展其抑止發育的機制。此時細胞增殖已行開始，但尚無細胞分化而已。

事實上卵內生長休止的範圍即使在高溫的時候也常是完全的。殊種蟻滯育胚胎的有絲分裂是稀有的，這正和生長恢復以後發生的真的有絲分裂的「爆發」成對比 (Slifer, 1931)。但在若干于胚胎形成早期進入滯育的卵，其休止並不是絕對的。以適宜的溫度處理的一種蝗蟲 *Austroicetes* 的卵將繼續緩慢地發育，最後約 2 個月到達胚體上升末期 (Andrewartha, 1943)。摩洛哥蝗 (*Dociopterus maroccanus*) 的胚胎形成依同一個過程進行。在伊拉克 (Iraq)，摩洛哥蝗的卵莢在 5 月產于土中。卵在幾天之內胚胎由一個小三角形細胞的帽狀物時進入滯育。在炎熱的夏季發生緩慢而不規則的生長，完成胚體上升需要 2~5 個月。卵在這個階段過冬之後，終於在春季解除滯育；於是胚胎圍繞卵的後極轉動，恢復積極的生長，而最後在 8 月孵化 (Bodenheimer 和 Shulov, 1951)。Umeya 氏 (1950) 所記載的鞘翅目昆蟲櫻白紋毒蛾及櫟斜紋枯葉蛾 (*Dendrolimus undans*) 的卵顯然屬於同一範疇。在所有這些種類中當然只有一個滯育時期 (period)，雖然這個狀態影響胚胎形成的若干不同階段。

第二章 环境与滞育的开始

具有任意性滞育的節肢动物的停止生長主要是受环境所控制。滞育能力可随外界条件在任何世代出現；或無限制的潜伏。这种原則的实例很多。Cousin 氏 (1932) 由于小心照料培养中的細節，得飼育絲光綠蠅 (*Lucilia sericata*) 至 80 代而不發生滞育。曾有人在 20~25°C 温度和 16 小时的光期下連續飼养大菜粉蝶 (*Pieris brassicae*) 達 8 年之久；而其活力或生殖能力 (fertility) 在完成約 30 个不滞育的世代以后，並沒有任何喪失的征象 (David 和 Gardiner, 1952 及私人通信)。在同样条件下生長的榆紅蛛，曾產生在寄主植物的叶上產不滞育的夏卵的雌虫連續世代達 70 代以上。另一方面，由于环境的改变，能够和在第 50 后滞育世代一样，在第 1 后滞育世代立即出現在枝条上產滞育卵的冬季雌虫 (Lees, 1958)。因此並沒有征象表示，这些种类的滞育倾向由于以前世代未能經歷滞育而有所增加。

赤斑蛱蝶 (*Arachnia levana*) 可作为这个法則的一个例外。在这种兩型种里，滞育和不滞育世代的有規則的交替似乎只有一端分受环境所控制。Süffert 氏 (1924) 在他用赤斑蛱蝶所做的實驗中指出，蛱蝶春型 (*levana*) 和夏型 (*prorsa*) 世代通的花斑 (pattern) 的差異一部分可归之于在蛹發育的一定期間中低温作用的结果。假使夏季世代的不滞育蛹加以冷却，就可以獲得一个相当程度向春型方面的变化。但是春型花斑的發育似乎是和越冬世代蛱蝶的滞育条件緊密联系的，因为当这些蛹在高温中培育时从未產生有夏型翅花斑的昆虫。以后，Danilyevsky 氏 (1948) 曾觀察

到：假如秋季世代幼虫从四齡起曝露在9小时的短日照或16小时的長日照中，所有的蛹就会像在自然界中一样進入滯育。然而赤斑蛱蝶对光是有反应的，因为在連續光照下滯育的范围降落到13%；而所有的蝶类又全是夏型的了。虽然如此，在这些环境下的發育不是十分正常的，羽化前的死亡率是特別的高。对于光期缺乏清晰反应是暗示：在这些种类中兩型的交替已經獲得了一定程度的可能是依賴于某些內在因素的穩定性。

滯育的开始有时被認為是对不良条件的一种直接反应。例如，Cousin氏(1932)認為对最适培养条件的任何变更——过分潮湿或过分干燥的食物、过高或过低的温度和湿度——都会引起綠蛾(*Lucilia*)的生長停止。这个印象可能是从这种昆虫的反常的滯育行为得來，因为在很多昆虫中各种重要因子与其个体所經歷的眼前利益常是很少或沒有关系的，所以这并不是典型的；無事應該把它認為是能使生活周和季節同时發生的“象征性”(token)刺激。此种因子的性質及其作用方式將在下文中討論。关于其在物候学上的意义將在第九章中加以論述。

光期对于滯育开始的影响

以后將証明：滯育是受温度及其所攝取的食物質和量等許多因子所束縛。虽然必須把这些因子作为是不完全的季節指标，因为这些因子在本質上是易变的，而且其对于昆虫的影响也多少是直接的。另一方面，日長有着一切一定的特質。它是固定不变的，而反应可以如此适应，就是使昆虫能在不利的季節条件到來以前進入具有抵抗性的滯育期。認識日長在控制昆虫滯育中的重要性的是Kogure氏，他在1933年發表关于家蚕光周期性的非常完整的报告。

日長作用在很多昆虫中是与温度緊密联系的。典型的“長”日

照和“短”日照的最大差别影响常只在一个比较狭窄的温度范围内显现。在本文中通过检查此温度中的反应，来单独讨论光期是适宜的。

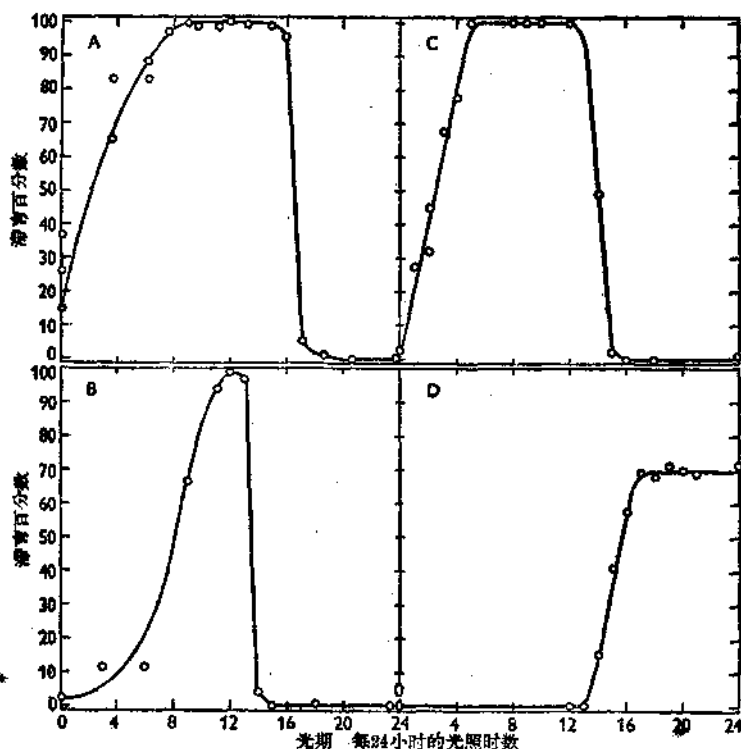


圖3 四种鳞翅目昆虫的光期对滞育发生范围的影响。

A, 27~28°C 时的酸模劍紋夜蛾(做 Danilyevsky);

B, 24°C 时的梨小食心虫(做 Dickson);

C, 柞蚕(做 Tanaka);

D, 15°C 时的家蚕(Shohaku 的二化宗)(做 Kogure)。

圖3中表示了四种昆虫的光期和滞育范围间的关系，飼育在27~28°C 的酸模劍紋夜蛾(*Aeronycta rumicis*)的情况是一群种所特有的(圖3A)。假使把攝食期的酸模劍紋夜蛾幼虫曝露在短日照中(其日照范围可由6小时左右到15小时),那么每一个体在