

## 昆虫背脈管脈動数のヒストグラムによる表示法

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者	立花, 観二
巻/号	21巻4号
掲載ページ	p. 227-230
発行年月	1977年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 短 報

昆虫背脈管脈動数のヒストグラム  
による表示法<sup>1,2</sup>

立 花 観 二

東京大学農学部森林動物学研究室

(1977年4月30日 受領)

昆虫の背脈管脈動曲線の記録によって、一般に幼虫期ではその脈動経過は比較的規則的なものであり、蛹のある時期や成虫期では急速相、停止相、緩徐相を1単位とするパターンの繰り返しであることなどが明らかとなった(立花, 1975b)。しかし従来、このような脈動経過の変動を説明する場合、きわめて長時間にわたって記録された脈動曲線のうちから僅か1~2単位のパターン、つまりほんの1断面の記録波形を抽出することのみによって例示され、その考察がなされており、しかも脈動曲線の、たとえば脈動数あるいは振幅などのそれぞれについて測定することはきわめて困難な作業であって、その精度は著しく低いというのが実情であった。

しかし、データ処理機シグナル・プロセッサを用いてこれら脈動経過を処理すれば、記録しえたすべての脈動数に関する全データを集積ヒストグラムによって図示することが可能となり、しかもその処理は速やかで精度も高い。すでに脈動曲線の解析から明らかのように(立花, 1975a, b)、脈動数やその様相の変動は、昆虫の種あるいは发育段階などによって固有な特性を示しており、上記のように処理しえたヒストグラムの図示によって、昆虫の種や发育段階に対応する脈動数ヒストグラムのそれぞれの基本型がえられるはずであると考え、以下の実験を行ない、若干の知見をえたので報告する。

なお、本稿を草するにあたり、供試虫の入手や実験遂行上多大の協力のあった東北大学農学部 西口親雄助教授、東京大学農学部小久保 醇助手に謝意を表する。

## 実験方法ならびに供試材料

シグナル・プロセッサ(三栄測器製 7S06A型)によってデータ処理をする場合、その前提となるのは、カセットテープへの背脈管脈動にともなう電気発生の入力である。この場合、昆虫背脈管脈動を筆者の考案した3つの方法、(1)光電管(Photo-cell)を利用する方法(立花・長島, 1957)、(2)硫化カドミウム(CaS-cell)を利用する方法(立花, 1975a)、(3)銀製電極

を虫体に刺突して活動電流を誘導する方法(立花, 1961)などのうち、幼虫においては、腹部第6・7節(心臓部)からの上記(1)と(2)による方法を、また、蛹あるいは成虫においては、比較的体動の少ない胸部第2節(大動脈部)からの(3)による方法を採用した。さて、これらによってえられた電気的変化を、データ・レコーダ(ティアック製 R-70A型)でカセットテープにひとまず入力しておく。次にこれをシグナル・プロセッサで処理することによって脈動数のヒストグラムを同機内に内示させ、さらにXYレコーダ(渡辺測器製 WX 442-2B型)に誘導し、記録紙に描記させたものを考察することとした。なお、これらの実験を進める間、インク書きオシログラフ(三栄測器製 RA-101型)によってモニタリングし、脈動曲線を記録した。

さて、ヒストグラムの形状を比較検討する場合、統計処理あるいはヒストグラム作成の諸条件を同一にしておく必要がある。そのため、各種条件の組合わせによる多数のヒストグラムを作成し、上記の考察に際して、もっとも効果的な特性を発揮するような条件を選び出すことに努めた。その結果、データ処理時間はすべてカセットテープの持続時間である30分に統一し、ヒストグラム作成の条件として、シグナル・プロセッサの目盛をXR:400; CL:20m(X軸全長の所要時間が8sec, 8sec以上のものについては、右端に一括して集積される)、P/D:16(同機Y軸1目盛の脈動出現回数が16)、さらにXYレコーダの縮尺率はX:Y=1:1とする。

なお、シグナル・プロセッサに内示される数値は、背脈管収縮開始から拡張終了まで(1回の脈動)、つまり脈動曲線でいえば1波形の山から山、あるいは谷から谷までの所要時間であって、その単位はsecである。したがってここでいう脈動数は、60secをこの1回の脈動所要時間で除したもので、毎分あたりの脈動数で表示される。

供試虫はカイコ(*Bombyx mori*)の幼虫・蛹・成虫、マツカレハ(*Dendrolimus spectabilis*)の幼虫・蛹・成虫、アメリカシロヒトリ(*Hyphantria cunea*)の幼虫・成虫、マツノシンマダラメイガ(*Dioryctria splendidella*)の幼虫、カブトムシ(*Xylotrupes dichotomus*)の幼虫・蛹、クロスズメ(*Sphinx caliginus*)の蛹、クスサン(*Dictyoploca japonica*)の成虫、そしてスズメバチ(*Vespa mandarinia*)の成虫であって、カイコ以外の種はいずれも野外で採集したものを直接あるいは室内で飼育し、これを実験に供した。各供試虫の各发育段階のそれぞれ最少5個体について、背脈管脈動にともなう電気発生をカセットテープに入力したが、以下の考察にあたっては、えられた脈動数のヒストグラムに個体間の著しい差異のないことを確認したうえで、そのうちの各1例を図示するにとどめた。なお、実験期間は1976年4月より1977年2月の間である。

1 Histographic Representation of Pulse-Frequency of the Insect Dorsal Vessel. By Kanji TACHIBANA (Laboratory of Forest Zoology, Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113)

日本応用動物昆虫学会誌(応動昆)第21巻第4号:227~230(1977)

2 本研究は昭和51年度文部省科学研究費(No. 148051)によった。

## 実験結果ならびに考察

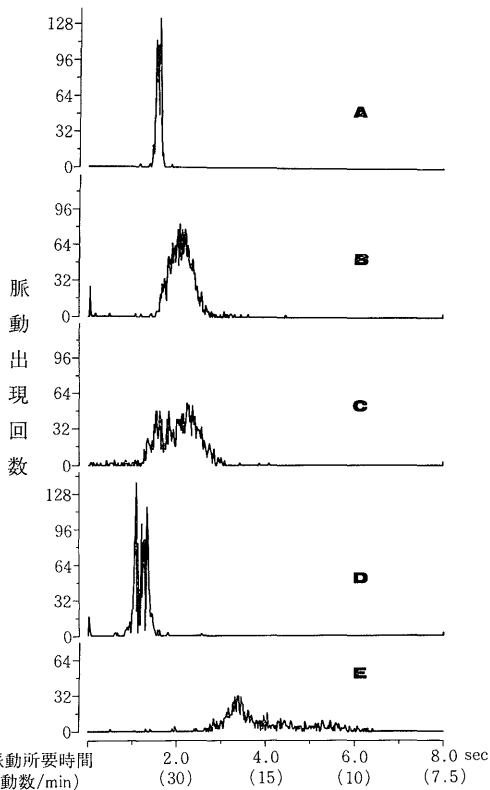
以下に各发育段階における各供試虫の脈動数ヒストグラムの記録例を示し、考察を加える。なお、ヒストグラムの考察に際しては、その形状の検討に焦点を合わせたが、1つの山の開始点と、ピークを過ぎてその終点に至る間のばらつき幅を、ここでは便宜的に変域とよんで論議を進めることにする。

## カイコ幼虫 (第1図A)

図に明らかなように、異常波の混入はきわめて僅少で、しかも鋭いスパイク状の典型的な1山型である。つまり、本種の脈動の変域は狭く、脈動はばらつきの小さい規則正しいものといえる。

## マツカレハ幼虫 (第1図B)

図において、左端の小さな山は、同時記録の脈動曲線を照合するまでもなくきわめて高い周波数であって、誘導中の体動によるものと考えられる。つまり、これまでに記録された脈動数の最高は、マツカレハ成虫の急速相から停止相の間にみられる



第1図 幼虫の脈動数ヒストグラム。( )内の数値は処理機によるカウント数。

A : カイコ終齢幼虫 (1,426), B : マツカレハ終齢幼虫 (912), C : アメリカシロヒトリ終齢幼虫 (954), D : マツノシンマダラメイガ老熟幼虫 (1,609), E : カブトムシ終齢幼虫 (485)。

毎分 200 であって (立花, 1975 b), これをはるかに上まわる左端近接部の高周波数のピークは毎分 750 をこえ、生理学的にも脈動とは考えられない。したがって本図も1山型であるといえてよいが、第1図Aにくらべるとその変域は広がり、その位置もやや右寄りとなって脈動は緩徐の傾向を示し、しかも不規則となっている。また、右端に短い縦の線が存在するが、これは脈動による電気発生量が比較的小さかったために、処理機の基線と交叉せず、したがってカウントされなかったものの集積と考えられる。

## アメリカシロヒトリ幼虫 (第1図C)

左方に異常波の混入が僅かに認められ、その変域はやや広がっているが、山のピークの位置は第1図Bにきわめて近似する。同じように1山型であるが、その脈動はばらつきが大きく、やや不規則といえよう。右端に第1図Bと同じものと考えられる短い縦の線がみられる。

## マツノシンマダラメイガ幼虫 (第1図D)

左端の小さな山は、第1図B同様体動に起因するものであって、これを除けばやはり1山型であると考えてよい。また変域も小さく、その脈動は比較的規則正しい。なお、右端に第1図B, Cと同じく、処理機にカウントされなかった脈動の集積と考えられる縦の線が存在する。

## カブトムシ幼虫 (第1図E)

脈動はきわめて緩徐で、しかもその変域は広い。つまり、脈動は不規則であって、ばらつきが大きい。同時記録の脈動曲線を検討すると、互いに隣接する脈動波形の脈動数はきわめて近似しているが、時間の経過とともに徐々に遅速を生じ、このように広い変域となる。しかし、本図もやはり1山型であると考えてよい。

## カイコ蛹 (蛹化後3日目, 第2図F)

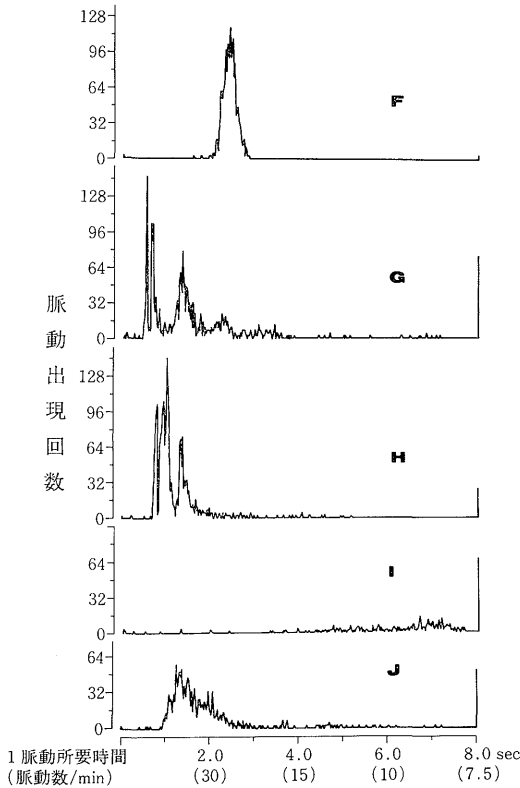
蛹化後短時日経過のものは変域の狭い1山型であって、幼虫の脈動数ヒストグラムの型に類似している。なお右端にすでに第1図B, Cなどでみられたものと同様な縦の線がある。

## カイコ老熟蛹 (第2図G)

すでに考察したように (立花, 1975 b), 蛹のある時期や成虫期では、急速相、停止相、緩徐相を1単位とする脈動経過のパターンをたどるが、本図もこれを明示しており、まず左方の急速相の山が比較の変域の狭い規則性を示し、つづいて変域の広い緩徐相があり、さらに右端の長い縦の線で表示されるように、1脈動の所要時間 8.0 sec 以上のものが集積された停止相を合わせて3山型を呈している。とくに緩徐相は、停止相につづいて単発的に出現し、徐々に脈動数は増大していくがそのばらつきは大きく、その変動経過は本図によく表現されている。同種の蛹であっても、蛹化後の経過日数の長短によって、第2図Fのように1山型、第2図Gのように3山型がみられることは興味深い。

## マツカレハ老熟蛹 (第2図H)

第2図Gと同様、左方の急速相の山とこれにつづく広い変域の緩徐相の山は、その脈動経過の様相をよく表現しており、右



第2図 蛹の脈動数ヒストグラム。( )内の数値は処理機によるカウント数。

F: カイコ蛹 (蛹化後3日目, 750), G: カイコ老熟蛹 (1,254), H: マツカレハ老熟蛹 (1,632), I: クロスズメ老熟蛹 (237), J: カプトムシ老熟蛹 (805)。

端の1脈動の所要時間 8.0 sec 以上のもの 集積された停止相と合わせて3山型であることは明らかである。

**クロスズメ老熟蛹 (第2図I)**

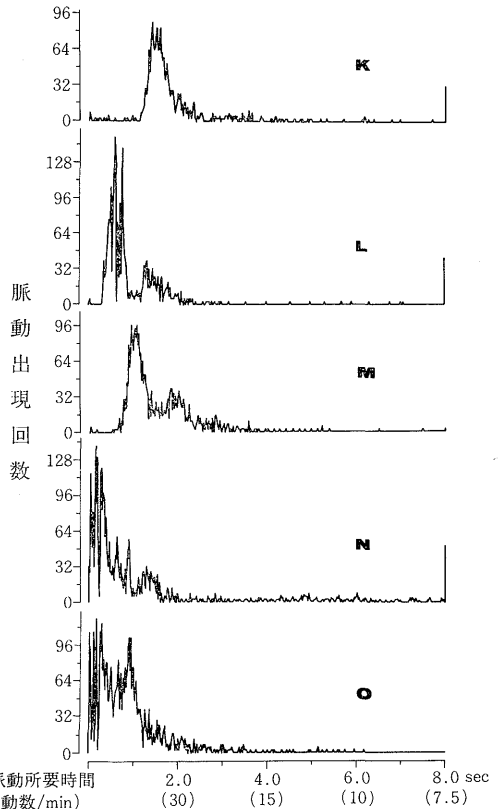
本種の脈動はきわめて緩徐であって、しかもその変域は広いが、右端に表示される縦の線を含めて、本図から3山型であると判別することは困難である。

**カプトムシ老熟蛹 (第2図J)**

左方の1山の山は、同時記録の脈動曲線を照合すれば、2つの山が重複したものであって、右端の縦の線に表示される停止相と合わせて3山型を呈するはずであるが、本図のみからは急速相と緩徐相のそれぞれの山を判別することは困難である。

**カイコ成虫 (第3図K)**

左方の山が急速相を、これにつづく広い変域の低い山が緩徐相を、そして右端の縦の線に表示される停止相と、明らかな3山型を呈している。また、成虫のあるものは、急速相から停止相に移る間に約1.5倍の脈動数をみることがあるが、これらは急速相の山に包含されて判別できない。しかし、それだけ変域が



第3図 成虫の脈動数ヒストグラム。( )内の数値は処理機によるカウント数。

K: カイコ成虫 (954), L: マツカレハ成虫 (2,052), M: アメリカシロヒトリ成虫 (1,232), N: クスサン成虫 (2,503), O: スズメバチ成虫 (3,684)。

拡大していると考えられる。

**マツカレハ成虫 (第3図L)**

左方のスパイク状の山は急速相を表わし、第3図K同様、これには停止相に移る直前に速やかな脈動が包含されているが、その判別は困難である。しかし、急速相の山につづく広い変域の緩徐相と、右端の縦の線に表示される停止相との典型的な3山型であることは確かである。

**アメリカシロヒトリ成虫 (第3図M)**

第3図L同様、左方の山は急速相を、これにつづく低い2段の山がそれぞれ緩徐相と停止相(右端の縦の線を含む)とを表示しているが、他種にくらべて、本種の停止相の所要時間は短い。

**クスサン成虫 (第3図N)**

左端にきわめて高周波数の山があるが、これはすでに考察したように体動に起因するものであって、脈動とは考えられない。したがって、これを除いた1山とつづく広い変域の緩徐相、右端に集積された停止相の山とで3山型といってよい。

## スズメバチ成虫 (第3図O)

左端の鋭い山は脈動ではなく、誘導中の羽ばたきによるものであって、これを除外すると、急速相、緩徐相、停止相の3山型を呈するはずであるが、それぞれ互いに重なりあって、その判別は困難である。また本種については第3図M同様、停止相の所要時間は短い。

以上第1図で幼虫、第2図で蛹、第3図で成虫のそれぞれの脈動数ヒストグラムを示したが、これらは昆虫の種別、発育段階別に明らかな特性があり、ここに脈動数ヒストグラムの基本型によって脈動数変動経過を分類できる可能性が示唆される。すなわち、一般に幼虫の脈動数ヒストグラムは1山型であり、蛹では蛹化後の経過日数の長短によって1山型と3山型の2つに分かれ、さらに成虫ではほとんど3山型であるといえる。その間、明瞭に1山型、3山型と判別しうるものがある一方、種によってはそのいずれとも判別し兼ねるものもあるが、それは

それなりに脈動経過の特性を示していると考えられる。なお、第2図Gから第3図Nまでの右端の縦の線を、1脈動の所要時間8.0 sec以上のものが集積された停止相とみなしたが、この中に、第1図B, Cなどにみられるようなカウントされなかった脈動の集積がそれぞれごく僅か認められた。また一般に、脈動が緩徐になるほど変域は拡大し、脈動数のばらつきは大きくなる。さらに、蛹の一時期と成虫においては、体動後、しばらく脈動数は増減し、急速相の出現率が高く、停止相と緩徐相のそれは低下する傾向が認められた。

## 引用文献

- 立花観二・長島親雄 (1957) 応動昆 1: 155~163.  
立花観二 (1961) 応動昆 5: 279~281.  
立花観二 (1975 a) 応動昆 19: 23~28.  
立花観二 (1975 b) 応動昆 19: 70~78.

### 数種キノロンアルカロイドによる カイコの眠性と体色の変化<sup>1</sup>

村越重雄<sup>2</sup>・上門敏也・田村三郎

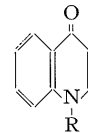
神奈川県蚕業センター  
武田薬品工業株式会社  
理化学研究所

(1977年7月13日受領)

著者らは、植物中に含まれる昆虫生理活性物質を検索する過程で、ゴシユ中より殺虫性のキノロンアルカロイドを単離した (KAMIKADO *et al.*, 1976)。引続いて関連化合物の化学構造と生理活性との関係を検討したところ、数種のキノロンアルカロイドを経口投与すると、カイコの眠性と体色が変わることが見いだされたので、その概要を報告する。

#### 材料と方法

本試験に供試した化合物は4(1H)-キノロン(I)、1-メチル-4(1H)-キノロン(エキノプシン)(II)、1-エチル-4(1H)キノロン(III)の三種で、Iは市販品を、IIとIIIは著者らの合成したものを用いた。それらの化学構造はFig. 1に示したとおりである。



- (I) R=H  
(II) R=CH<sub>3</sub>  
(III) R=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>

Fig. 1. Chemical structures of the quinolone alkaloids used in this study.

所定量の上記化合物を温水に溶解させ、人工飼料粉末に加え、練り合せ、所定濃度の試験飼料を調製した (村越, 1972)。試験に用いたカイコは、4眠性の1交代雑種である錦秋×鐘和であって、1~2令を28°C、全暗で、3~5令を25°C、8時間明条件で飼育した。そして、3令起蚕および4令起蚕より被検飼料を与えた。

#### 実験結果

##### 1) キノロンアルカロイドによるカイコの眠性変化

各化合物を400 ppmと600 ppm添加した人工飼料を20頭の3令起蚕に連続的に与え、4令以降はいずれの試験区も無添加飼料を与えて飼育したところ、一部の幼虫は過剰脱皮し、6令に達して営繭する5眠蚕となった (Table 1)。4眠蚕の4令眠

1 Change in Moltinism and Integument Colour of Silkworm Larvae, *Bombyx mori* L. by Some Quinolone Alkaloids. By Shigeo MURAKOSHI<sup>2</sup> (Kanagawa-ken Sericultural Research Center, Nakashinden, Ebina, Kanagawa 243), Toshiya KAMIKADO (Research Laboratories, Agricultural Chemicals Division, Takeda Chemical Industries Ltd., Yodogawa-ku, Osaka 532) and Saburo TAMURA (The Institute of Physical and Chemical Research, Wako, Saitama 351)

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第21巻 第4号: 230~232 (1977)

2 現在、神奈川県園芸試験場。