ハダニ類の吐糸行動の解析

I. ハダニの吐糸量の算定法および吐糸と歩行活動との関係¹⁾

斎 藤 裕

北海道大学農学部応用動物学教室

(1976 年 8 月 27 日 受 領)

Study on the Spinning Behavior of the Spider Mite (Acarina: Tetranychidae). I. Method for the Quantitative Evaluation of the Mite Webbing, and the Relationship between Webbing and Walking. Yutaka Saitô (Institute of Applied Zoology, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kita-ku, Sapporo 060, Japan) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **21** : 27~34 (1977)

A device for quantitative evaluation of the spider mite webbing was developed. Using this device the relationship between walking behavior and webbing was examined with adult females of tetranychid mites, *Tetranychus urticae* KOCH and *Panonychus citri* (McGREGOR). Also the behavior of these species on the experimental surface facing downwards were recorded by means of the inverted-type projector with trans-illumination. Both tetranychid mites fell down frequently from the experimental arena in the absence of disturbance, but they were suspended simultaneously with their threads. This phenomenon is suggested to relate to "roping" or "parachuting" behavior reported by many authors. Furthermore, the locomotive velocity and the proportion of walking, resting and suspended time were estimated. The webbing was closely related to the walking behavior in both species and the female of these mites was postulated to produce silk threads always during a walking.

緒 言

ハダニ科 Tetranychida のダニには農林作物の主要な害虫となっているものが多い。これらハダニ類の生活史に関しては既に多くの報告がなされ、また、その分散や移動を調べた研究も少なくない (FLESHNER *et al.*, 1956; MORI, 1961, 1962; HUSSEY and PARR, 1963; McENROE, 1969)。これらの報告の多くはハダニ類が顕著に吐糸を行うことを記録している。FRANSZ (1974) はこの吐糸の適応的意義についてまとめている。また、HAZAN *et al.* (1975) は産卵場所における糸の存在が産下された卵の生存に重要な意味を持つことを示唆している。しかし、これらの糸の機能は実証的な実験の裏付けにより説明されたものではない。ハダニ類の吐糸する糸には特別な例を除けば、クモ類に見られる様な特定のパターンがなく、任意に張られていると思われるので、この糸の存在状態を調べるには定量的な分析法が必要と考

えられる。

HAZAN *et al.* (1974) はハダニの吐糸した糸の定量的評価を試み、それを用いてニセナミハダニ *Tetranychus cinnabarinus* (BOISDUVAL) の活動ステージの吐糸量を環境条件と関連させて検討した。一方、FRANSZ (1974) はナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH の雄が吐糸した糸の単位面積当りの密度を測定した。しかし、これら2つの定量法は糸の量そのものの直接的な算定ではないため、ハダニの糸が持つと思われる幾つかの特性例えば糸の量、糸の密度、糸の被覆する面積等を個別に評価することが不可能であった。

本報告においては、まず、ハダニの吐糸量の直接的な算定法について述べ、それを用いて、ハダニのどのような行動が吐糸と関係しているかをナミハダニおよびミカンハダニ *Panonychus citri* (McGREGOR) について検討した。併せて、ハダニ類の主な生息場所である葉の裏面で観察した行動についても記述した。

1) 本報の要旨は第 20 回日本応用動物昆虫学会で発表した。

この研究を行うにあたり、ご指導をいただいた北海道大学農学部応用動物学教室 森 樊須教授および有益な助言をいただいた同教室 阿部 永助教授に感謝の意を表する。また、写真技術等をご指導下さった北海道工業大学島倉亨次郎教授に厚くお礼申しあげる。

材料と方法

吐糸と歩行活動量の算定法

ハダニの吐糸する糸は非常に細く ($0.03\mu\sim0.06\mu$)、透明であるために、実体顕微鏡下では細部を検討することが困難であった。更に、糸は葉の表面に層状を呈して張りめぐらされることも観察を困難にしていた。そこで平坦な面で 200 倍前後の倍率で観察する方法を考案した。

第 1 図に示したように、プラスチックの枠に 50μ 前後の太さのナイロン糸を用いて、一定数の単位方形 (1mm^2) を持つ格子を作製する。この格子を葉あるいはポリエチレン膜の面に密着させてセットし (第 2 図)、この格子が覆った面でハダニを行動させ、一定時間経過後に格子を外し、それを顕微鏡下で検討した。なお、この格

第 1 図 ハダニの糸を観察するための装置。

左は格子、右はその取付板。A: プラスチックの枠、B: ナイロン製の糸 (太さ $30\sim50\mu$)、C: 半透明ポリウレタンマット、D: 透明プラスチック板。

第 2 図 糸の観察のための格子を葉に設置した状態。

A: 植物葉、B: 取付板、C: 粘着テープ、D: 格子、E: ゴムバンド。

第 3 図 単位方形内の糸の数 (X_i)、糸の本数 (N)、糸の被覆面積 (S) および糸の密度 (D) の算出法。ここで n' は糸がゼロであった単位方形の数。

A: 単位方形、B: 格子、a: ハダニの糸、b: ナイロン糸。

子の周辺にはハダニの逃亡を防ぐために粘着性のテープを張付けた。これにより実験面に張られた糸の大部分は格子によってすくい上げられることになる。

一つの単位方形内の糸の本数 (X_i) と格子内の「糸の本数 (N)」は第 3 図に示した方法によって求められる²⁾。すなわち、単位方形の 4 つの辺に当るナイロン糸とハダニの張った糸との交点数を数えてこれを x とし、この $1/2$ を X_i とする。格子内に張られた糸の本数 N は、ゼロから $\sqrt{2}\text{mm}$ の範囲の長さで細分された糸の合計として次式で示すことができる。

$$N = \sum_{i=1}^n X_i$$

ここで n は格子内にある単位方形の数である。

一方、ハダニの吐糸がどの程度の面積を被覆するかを知る 1 つの目安として、1 本以上の糸の張られた単位方形を 1mm^2 として、そのような方形の数の合計 (1 本以上の糸があればその多少にかかわらず) を計算し、「糸の被覆面積 (mm^2)」と呼ぶことにした。

歩行活動の算定には、投影機 (後述) の拡大面でトレースされたハダニの歩行跡の線と、同時に拡大された格子の各方形の枠との交点を数えて単位方形を横切った歩行跡の数とし、糸の本数の算定と同じ方法によって格子内での「歩行跡の数 (P)」を得た。また、歩行した面積 (S_p) も糸の被覆面積と同一の考え方で算定した。

観察方法および供試個体

生息活動は倒立型の万能投影機 UP-350 (オリンパス光学) を用いて 20 倍に拡大して観察した。前述の格子を設置した葉の裏面またはポリエチレン膜面に、粘着テープで周囲を仕切った 1cm^2 の正方形区を作り、そこにハダニの雌成虫を各 1 個体ずつ放した。次に、その飼育面を下方に向けて投影機のステージに設置して観察を始

2) この方法に類似したものとして、林 (1973) が野兔の個体数推定に用いた方法がある。

第1表 2種のハダニの歩行速度と歩行、停止、糸による懸垂（落下）の各時間の全観察時間に対する割合

	実験面の種類	歩行速度*1 (m/hr)	歩行時間*1 の割合(%)	停止時間*1 の割合(%)	糸で懸垂中の時間*1 の割合(%)
ナミハダニ	ポリエチレン膜	1.82±0.17	80.7±6.9	14.9±7.3	4.4±2.4
	レッドクローバ葉*2	0.89±0.07	34.2±5.5	65.2±5.6	0.6±1.8
ミカンハダニ	ポリエチレン膜	1.43±0.14	86.3±6.9	5.1±2.4	8.6±6.1
	ミカン葉*2	1.51±0.19	14.7±5.6	85.3±5.6	0

*1 各数値は 10 反復の平均値±S.E.

*2 葉の裏面を使用した。

めた。投影機の光による実験面の温度上昇を避けるため、光の通路に冷水を入れたシャーレを2段に設置し、温度を25～30℃になるように調節した。また、実験面の照度(lx)はレッドクローバを用いた場合に約1,100 lx, ミカン(宮川早生)新葉で約500 lx, ポリエチレン面で約13,500 lxであった。照度の測定には東芝照度計5号型を用いた。なお、実験室の湿度は50～60% RHの範囲であった。

観察にはナミハダニとミカンハダニの脱皮後一週間以内の未交尾雌成虫を供試し、ポリエチレン膜面と葉の裏面(ナミハダニはレッドクローバ葉, ミカンハダニはミカン葉)で10～90分間実施し、10回以上反復した。本実験に供試したナミハダニは25±1℃, 15L9Dにセットした恒温室内でレッドクローバにて約半年間飼育したものである。また、ミカンハダニは同じ恒温室内でミカン葉片(宮川早生)で約2か月間飼育したものである。使用したレッドクローバとミカン葉は、人工培養土で生育させた鉢植え植物の若い成熟葉である。

結 果

行動の記録

ナミハダニとミカンハダニはポリエチレン膜面で活発な歩行を続けるが、時間の経過とともに、周辺の粘着テープ付近を主として動きまわるようになった。観察時間に占める歩行時間、停止時間、そして実験面から落下して糸で懸垂していた時間の割合(%)を第1表に示した。両種ともに餌の無い条件下ではほとんど停止せずに歩行することが明らかである。捕食性ダニとハダニの歩行速度の見積りを行なったFRANSZ(1974)によれば、ダニの歩行速度(V)は近似的に次の式で求められる。

$$V = \mu_L \cdot P / t$$

ここでPは歩行跡の数(前述)、tは歩行時間、そして μ_L は単位方形を横切るランダムな直線の平均値である。FRANSZ(1974)は5,000本のランダムな直線をMonte Carlo法を用いて解析し、 μ_L の平均値として0.709を

得た。本実験ではこの値を用いて計算を行なった。この方法で計算された歩行速度は第1表のようになる。ナミハダニとミカンハダニの雌成虫は、下向きのポリエチレン面をそれぞれ1.82m/hr, 1.43m/hrで歩き、前者が後者より若干速いようであったが有意差はない。この値はMORI(1961)が得たガラス表面でのナミハダニの歩行速度4m/hrに比してかなり遅く、PARKER(1913)の固い地面でのその2m/hrに近い値であった。なお、飢えの程度により歩行速度に変化を生ずることが考えられるが、本観察に要した最長30分間では大きな変化はみられなかった。更に、ハダニの行動が設置された格子によって妨げられることが少ないことが本実験の結果からも推定された。

ハダニは導入後葉面で歩行を続けるが、数分後には停止し、摂食を開始する。その後は歩行と停止を繰り返すが、この歩行と停止の両期間の長さには非常に変動がみられた。全観察時間に占める歩行、停止、落下の各時間の割合(%)は第1表に示したように、停止期間が大半を占めるのが特徴であるが、ナミハダニの歩行時間の割合はミカンハダニに比べてかなり大きいことがわかった。なお、これらの各時間の割合の算定にはハダニ導入直後の1回目の歩行と停止期間は除外した。両種ともに停止場所(摂食場所とみられる)は1cm²の方形区でもかなり集中する傾向があり、また歩行面積も一部分に限られていた。葉面における歩行速度はナミハダニが0.89m/hr, ミカンハダニが1.51m/hrと求められ、前者は後者に比べて有意(5%の危険率)に遅い。これはレッドクローバの葉面に密生する毛により、ナミハダニの歩行が妨害されることによるものと思われた。

一連の観察を通じて注目された事は、両種のハダニが歩行中にその活動面から落下する現象が頻発したことであった。これは特にポリエチレン面で顕著に起こったが、ナミハダニではクローバ葉面でも起こった。しかし、ハダニは地面に落下することは一度もなく、必ず自ら出した糸によって実験面から懸垂しており、短い時で数秒、

第4図 ナミハダニの雌の糸の本数(N)と歩行跡の数(P)との関係。

A: ポリエチレン膜面, B: レッドクローバの葉裏面, ***: 0.1%の危険率で有意。

長い時でも9分後には再び実験面に復帰した。第1表にはこの「落下」している時間の割合、すなわち、ハダニが実験面から落下した後、再び糸を登って復帰するのに要した時間の全観察時間に占める割合を示した。

歩行と吐糸の対応

ナミハダニ

歩行跡の数(P)と糸の本数(N)は2種類の実験面においてともに非常に高い相関関係を示し、相関係数はともに0.1%の危険率で有意であった。ポリエチレンフィルム面で $Y=1.33X-42.06$ 、レッドクローバ葉で $Y=1.08X-0.96$ の回帰式が求められた(第4図)。歩行時に常に糸を出すとして、その糸が1本であるならば理論上 $Y=X$ となるが、前者の直線の傾斜は1.33とかなり大きな値を示している。この様な値が得られた理由として、歩行時に糸を1本より多く出すか、あるいは、歩行跡のトレースに誤差が生じたことが考えられたので、この点を確認するために以下の実験を試みた。

前述した格子を用い、ハダニがその各単位方形を一回のみ横切った場合に、糸がどの様に張られるかを調べた。その結果、この単位方形に張られた糸には第8図Aに見られるような3つの型、すなわち、少し太い1本の糸、Y字型に分岐して細くなった糸、そして細い2本の平行した糸が認められた。これらの出現ひん度は1本の糸が最も高く、2本の平行した糸は最も低かった。つまり、ナミハダニの雌は1回の歩行で同時に2本の糸を吐糸し、その2本がかなり頻繁に合体して「2重糸」を形成するものと推察された。この観察により、先のポリエチレン面での糸と歩行跡の数の対応関係が示された理由として、2本の糸の合体していない部分が多く数えられてい

るためと解釈される。一方、レッドクローバ葉面での糸と歩行の対応は $b=1.08$ という値からほぼ1対1に近いことが示され、ポリエチレン面よりも糸が減少している。これは明確な理由は明らかではないが、葉面に密生した毛のために、糸を格子で取り上げる時に糸の切断や取り残し等が若干生ずるためとも考えられる。

糸の被覆面積(S)と歩行面積(Sp)との関係は第5図に示した。両実験面ともに1対1の対応に近い回帰式が得られ、相関係数はともに0.1%の危険率で有意であった。この両者の見積りは前記のNとPの算定基準に比べて概算的なものであり、したがって、得られた値の精度が高いことは当然の結果であろう。

NとPおよびSと Sp のそれぞれの対応関係から、ナミハダニの雌は本実験条件下では歩行時に常時吐糸するものと判断された。

ミカンハダニ

糸の本数(N)と歩行跡の数(P)との関係は2種類の実験面において高い相関関係が認められ、相関係数はともに0.1%の危険率で有意であった(第6図)。ポリエチレン面での両者の関係は $Y=0.80X+22.49$ 、またミカン新葉では $Y=0.92X-1.22$ と求められ、両者の傾斜には有意差はなかった($P>0.05$)。一方、ポリエチレン面でナミハダニは糸の数が歩行跡の数よりも多くなる傾向を示したが、ミカンハダニではその逆の傾向となった。第8図Bに示した様に、ミカンハダニも2本の糸を同時に吐糸し、また、それらが頻繁に合体することが認められる。しかし、本実験ではこの点に関する説明を与えるまでに至らなかった。

糸の被覆面積(S)と歩行面積(Sp)との関係を第7

第5図 ナミハダニの雌における糸の被覆面積 (S) と歩行面積 (S_p) との関係。

A : ポリエチレン膜面, B : レッドクローバ葉裏面, *** : 0.1% の危険率で有意。

第6図 ミカンハダニの雌における糸の本数 (N) と歩行跡の数 (P) との関係。

A : ポリエチレン膜面, B : ミカン葉裏面, *** : 0.1% の危険率で有意。

第7図 ミカンハダニの雌における糸の被覆面積 (S) と歩行面積 (S_p) との関係。

A : ポリエチレン膜面, B : ミカン葉裏面, *** : 0.1% の危険率で有意。

第8図 ハダニの一回の直線的歩行によって出される3つの型の糸（暗視野照明）。

A：ナミハダニ，B：ミカンハダニ，目盛りは 10μ を表す。

図に示した。両実験面において両者はほぼ1対1に対応しており、相関係数も0.1%の危険率で有意であった。すなわち、歩行した部分にはほとんどすべて糸が存在した事を示していた。

これらNとP、SとSpのそれぞれの関係から判断すると、ポリエチレン面において若干不安が残るが、ミカンハダニもナミハダニと同様に、歩行する時にはほとんど常に糸を出しているものと推察される。

考 察

HAZAN *et al.* (1974) はニセナミハダニの糸を、糸の上にあるダニの排出物のペレットを数えることによって間接的に評価し、糸は主として湿度条件により増減すると結論した。一方、FRANSZ (1974) はハダニの糸の上から微粒子を振りかけ、この粒子が糸に付着する割合によって糸の量を評価した。これら2者の評価法はいずれも間接的なもので、糸の詳細な検討には不十分なものであると考えられる。本報告における糸の量的な扱いは、糸を直接定量化する方法であり、これによって、一定の範囲の長さに細分された「糸の本数」、糸が生息部位を被覆する面積、単位面積当たりの糸の本数、更に、生息部位における糸の分布等を同時に知ることができる。FRANSZ (1974) と HAZAN *et al.* (1974) が得た値は、本報告における糸の密度に近いものと思われる。

ナミハダニは主として葉の裏面に寄生し、ミカンハダニは葉の表裏のいずれにも寄生することはすでに報告されている（真梶，1962；HUSSEY and PARR 1963）。しかし、これら2種の行動を葉裏に寄生させながら、本来

の姿勢である地面に向けた状態で調べた例は未だにない。本報告では倒立型の投影装置を用い、このような生息部位における行動を調べることができた。本実験における照度はポリエチレン膜面で $13,500\text{ lx}$ とかなり高いが、これはハダニが葉の表面で直射日光を受けた場合の照度 $80,000\text{ lx}$ （4月中旬の屋外で晴天時）に比べればかなり低い。更に、屋外で葉面を太陽光が透過した時の照度は、レッドクローバ葉で晴天時には約 $2,800\text{ lx}$ 、曇天では約 700 lx 、また、ミカン新葉では晴天で $2,600\text{ lx}$ 、曇天では約 600 lx であった。したがって、本実験条件での照度はともに野外晴天時に比べればかなり低く、曇天時のそれに近い値であり、温度や湿度も含めてハダニの活動に異常を来すほどのものではない。したがって、ここで観察されたハダニの活動パターンは比較的その本来のパターンを反映しているものと考えられる。この様なことから、ナミハダニの雌成虫が静止状態の葉面から落下し、糸で懸垂する現象は野外においても普通に生起しているものと推測される。また、ミカンハダニの葉面での落下は確認されなかったが、ポリエチレン面で頻繁に起きたことを考えれば、本種が他の要因により活動性が高まっている場合にはナミハダニと同様に、葉面でもこの現象は生起するであろう。この現象は FLESCNER *et al.* (1956)、HUSSEY and PARR (1963) らが報告したハダニ類が糸により分散行動を引き起こす要因になっているものと考えられ、それについて今後さらに検討すべき課題であろう。

本実験で確認されたように、ナミハダニとミカンハダニの雌成虫がともに歩行時には常に吐糸を行なってお

り、ミカンハダニの雄成虫を除いた両種の全活動ステージが吐糸する(斎藤, 未発表)ことは、糸がハダニの歩行活動にとって重要な役割を持つことを示唆するものであろう。FRANSZ (1974) はハダニの糸の機能を5項目にまとめた中で、第1番目に歩行と分散の促進をあげた。彼はその具体的な説明には言及しなかったが、今回観察された糸による懸垂および歩行時に常に吐糸する事実、その具体的な役割を解明する手懸を与えるものと思われる。

MILLIS (1973) はナミハダニの吐糸機構について推論を行ない、糸は左右の共通管 (main common duct) で運ばれ、合一した単一の口吻吐糸管 (rostral silk duct) に入って相互に合体し、口吻 (rostrum) より出されるとした。これに従えば、今回観察されたナミハダニの出す2本の糸は、この単一の口吻吐糸管から出て再び分枝したと考えられる。しかし、これは糸が粘着性を持っている事から、かなり無理な説明となるであろう。JEPPSON *et al.* (1975) はミカンハダニの口器部を走査電子顕微鏡で観察し、触肢 (palpus) の先端から糸が出ていることを示した。この一対の触肢から同時に糸が出ているならば、今回観察された結果を良く説明することになる。

ポリエチレン膜面での2種の歩行と糸の関係は若干異なり、また、その対応も完全な1対1とならなかったが、葉面においては両種ともにほぼ1対1の対応関係を示したことから、これら2種のハダニの歩行活動量を糸によって評価できる可能性が考えられよう。もちろん、葉の表面の状態によって技術的に糸の取り残しを生じることとも考えられるので、この様な扱いを行なう前に、ここで行なった吐糸と歩行の対応関係を該当植物の葉で確認することが必要とされるであろう。また、寄主植物間での吐糸量を比較する場合にも同じことが言えよう。

一方、本報告において数えた糸の本数は、ハダニが同時に出した2本の糸と、それらが合体した「2重糸」、それ以上の糸が合体した「複合糸」を区別できずに1本としたために相対的な値(最少値)となっている。したがって、ハダニの出す糸の絶対量、例えば「糸の総延長」を知るためには、各実験条件下で糸の合体する比率を検討することが必要であろう。

摘 要

ハダニの吐糸した糸を観察する方法および吐糸量の測定法を考案し、それを用いて吐糸と歩行活動の関係を2種のハダニ、ナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH とミカンハダニ *Panonychus citri* (McGREGOR) について

検討し、併せて、地面を向いた葉面におけるハダニの行動を記録した。

1) ハダニはポリエチレン膜面ではほとんど歩行を続け、その歩行速度はナミハダニで 1.82m/hr, ミカンハダニで 1.43m/hr であった。また、葉の裏面では停止時間(主として摂食時間)がかなり長くなり、歩行速度はレッドクローバの裏面でナミハダニは 0.89m/hr, ミカンハダニはミカン新葉の裏面で 1.5m/hr であった。これらの観察を通じて、両種のハダニが静止した面から歩行中にたびたび落下し、糸で懸垂する現象が観察された。

2) ハダニの吐糸と歩行活動は両種ともに高い相関を示し、特に葉面では1対1に近い対応関係となり、両種のハダニの雌成虫は歩行時にほぼ常に吐糸することが示された。

3) 糸の量的な扱い方、糸による歩行活動量の間接的評価の可能性等について考察を行なった。

引 用 文 献

- FLESHNER, C. A., M. E. BADGLEY, D. W. RICKER and J. C. HALL (1956) Air drift of spider mites. J. econ. Ent. 49: 624~627.
- FRANSZ, H. G. (1974) *The functional response to prey density in acarine system*. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 143 pp.
- 林知己夫 (1973) ノウサギの数のかぞえかた. 森林防疫 257: 2~6.
- HAZAN, A., U. GERSON and A. S. TAHORI (1974) Spider mite webbing—I. The production of webbing under various environmental conditions. *Acarologia* 16: 68~84.
- HAZAN, A., U. GERSON and A. S. TAHORI (1975) Spider mite webbing—II. The effect of webbing removal on egg hatchability. *Acarologia* 17: 270~273.
- HUSSEY, N. W. and W. J. PARR (1963) Dispersal of the glasshouse red spider mite, *Tetranychus urticae* KOCH (Acarina, Tetranychidae). Ent. exp. appl. 6: 207~214.
- JEPPSON, L. R., H. H. KEIFER and E. W. BAKER (1975) *Mites injurious to economic plants*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles and London, 614 pp.
- MCENROE, W. D. (1969) The photoresponse of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* KOCH, to skyshine. *Acarologia* 11: 281~283.
- MILLIS, L. R. (1973) Morphology of glands and ducts

- in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* KOCH. *Acarologia* **15**, 218~236.
- MORI, H. (1961) Comparative studies of thermal reaction in four species of spider mites (Acarina: Tetranychidae). *J. Fac. Agric. Hokkaido Univ.* **51**: 574~591.
- MORI, H. (1962) The effects of photo-stimulus on the thermal reaction in four species of spider mites. *J. Fac. Agric. Hokkaido Univ.* **52**: 10~19.
- PARKER, W. B. (1913) The red spider on hops in the Sacramento Valley of California. U.S.D.A. Bur. Ent. Bull. **117**: 1~41.
- 真梶徳純(1962)ミカンハダニの生息活動について. 園試報 B1: 192~205.

Applied Entomology and Zoology, Vol. 12, No. 1 の目次

富樫 一次: アカエゾマツを加害するエゾマツハバチの記載.....	1
日高輝展・プリチャバンシラバツ・エス ラジャマニ: イネノシントメタマバエ (双翅目タマバエ科) の地理的分化について	4
吉川 賢: アカマツ餌木内のゾウムシ類の個体群について.....	9
塩見 正衛: 動物密度のグラフによる推定.....	18
富沢長次郎・風野 光: モデル生態系による一考察—モデル生態系における炭素, 窒素, 燐のゆくえ.....	27
加藤 義臣: カイコの移植幼虫皮膚片における過剰脱皮の出現.....	35
比留間 潔・安居院宣昭: ヨトウムシ蛹休眠における脳の神経分泌細胞の染色性 とその機能.....	42
佐藤力郎・玉木佳男: チャノコカクモンハマキとリンゴコカクモンハマキの隔離 要因 IV. フェロモン成分 (Z)-9- および (Z)-11-tetradecen-1- ol acetate の役割.....	50
玉木佳男・本間健平・川崎健次郎: モモシンクイガ (<i>Carposina niponensis</i> WAL- SINGHAM) の性フェロモン—単離・同定・合成	60
杉江 元・柳沼 薫・玉木佳男: リンゴモンハマキの性フェロモンに関する研究, 単離と構造決定.....	69
短 報	
神田健一・内藤 篤: ヘイクューブによるアワヨトウの飼育法.....	75
R. I. EGWUATA・T. A. TAYLOR: ナイジェリアにおける <i>Acanthomia tomentosicol- lis</i> Stål (Hemiptera: Coreidae) の卵寄生蜂 <i>Gryongnidus nixon</i> (Hymenoptera: Scelionidae) のバイオニックス	76
川崎健次郎・北村実彬・高橋正三: Sex stimulant に対するゴキブリの触角電図	78
竹田 敏: 家蚕における側心体, アラタ体連合による休眠卵の発現と移植時期.....	80
法橋信彦・大竹昭郎・岡田忠虎: 西マレーシアおよびインドネシアにおける <i>Nephotettix</i> 属の種構成	83