

## クワシロカイガラムシの分散に関する生態学的考察

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	阿部, 積
巻/号	40巻5号
掲載ページ	p. 368-374
発行年月	1971年10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



## クワシロカイガラムシの分散に 関する生態学的考察\*

阿 部 禎

岩手県滝沢村・岩手県立農業試験場

(1971年2月1日受理)

動物の個体群が、分布の中心からその分布を放射的に拡大していく例は、しばしば認められる現象である。昆虫類をはじめ、他の小動物にもみられるこのような分散については、WOLEFENBARGER<sup>13)</sup>、DOBZHANSKY and WRIGHT<sup>14)</sup>らの詳細な報告がある。カイガラムシ類のような固着生活をいとむ昆虫においては増殖に伴う分布の拡大は、ほとんどこのような分散によってのみ行なわれ、しかもそれは孵化後間もない若齢幼虫により行なわれるので、天敵をはじめその他のきびしい環境の影響をうけやすく、その結果は個体群の消長に少なからぬ影響をおよぼしていると考えられる。このような昆虫において、分散が個体群の増殖に対して、どのような関係をもつかを明らかにすることは、単に生態学的興味にとどまらず、応用的見地からも重要であろう。

クワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* TARGIONI は、東北地方では年2回の発生を行ない、クワ、ナンなどの重要害虫としてよく知られている。本種の野外における分散については、桑名<sup>7)</sup>、石井<sup>8)</sup>、南川<sup>9)</sup>の報告があるが、そのいずれもが簡単な野外観察の程度である。さらにまた生態学的立場からは、小田<sup>10)</sup>がウメ、サクラなどの樹枝上にみられる越冬雌成虫の分布様式を検討している。

著者は前の報告<sup>7)</sup>に引き続き、クワシロカイガラムシ発生予察研究の基礎として、産卵数、死亡率などについて調査するとともに、それらが本種の個体群の増殖に対して、どのような関係をもつかを究明するため、若齢幼虫の分散とそれ以後の密度、成虫の密度と死亡率、および産卵率などを調査したの

で、以下にその結果を報告したい。

本文に入るに先立ち、ご指導と本稿のご校閲を賜わった岩手大学宮 慶一郎教授ならびに農林省蚕糸試験場菊地 実害虫研究室長に対して深謝する。また、貴重なご助言をいただいた岩手県立農業試験場大森秀雄環境部長、本研究の機会を与えられた岩手県蚕業試験場及川英雄専門研究員に感謝する。

### 実験方法

#### 1. 幼虫の分散と死亡率

あらかじめクワシロカイガラムシを取り除き、網室内に収容した尺鉢1本植えのクワ幼木(改良鼠返)に、本種の第1世代幼虫を接種した。接種は、幼虫発生中の樹皮を削り取り、接種期間中それをムシピンで供試木へ止める方法によった。成虫化後、交尾を確認した雌を、産卵前に1供試鉢につき1頭だけ残し、その産下した卵から孵化した第2世代幼虫の分散を、母虫からの距離で雌雄別に計測した。死亡率は、分散調査と同様の方法で接種した他の5供試鉢について、幼虫の定着数と1雌当りの平均産卵数から算出した。供試木は5月30日に接種、7月12日頃より産卵を開始した。孵化は7月20日頃より認められたが、各鉢とも最初の幼虫が孵化してから12日後、換言すれば幼虫が全て2齢期になってから移動距離、定着数をそれぞれ調査した。

#### 2. 雌成虫の分散と産卵数および死亡個体の分布

網室内のクワ(改良鼠返、無拳中刈仕立、樹令5年)に定着している第1世代雌成虫について、枝の基部から10cm ずつの区切りをつけ、各区間の雌成虫を1cm<sup>2</sup>の樹皮ごと削り取り、その中に含まれる個体の生死と、生虫については抱卵数をそれぞれ調査した。この場合の、雌の分布の中心は明らかで

\* 本研究は岩手県蚕業試験場勤務中におこなったものである。

ないため切り取った枝の基部からの距離をもって分散距離として計算した。一方、カイガラムシ類の生死判定については、八木<sup>15)</sup>、三橋ら<sup>10)</sup>の薬品を用いた定性的方法もあるが、野外観察では適用しがたいため、この調査では、抱卵、蔵卵ともに認められない個体(不妊個体を含む)を便宜上死虫とみなした。また、クワ枝上に定着している雌成虫の総産卵数を正確に知ることは困難なため、その指標として最大抱卵数を調査した。

なお、これらの調査は、いずれも1967~'69年の3カ年間の結果であり、調査は20倍のルーペ下で行ない、距離は副尺付ノギスにより計測した。

実験結果

1. 雌雄による幼虫の分散様相の相違

桑名<sup>7)</sup>、石井<sup>5)</sup>はクワにおいて、南川ら<sup>9)</sup>はチャにおいて、さらに小田<sup>11)</sup>はウメ、サクラにおいてそれぞれ本種越冬雌成虫の寄生状態を量的に調査している。それらによれば、本種越冬雌成虫の分布は、枝の基部より先端へ向うにつれて個体数が減少する傾向を示すという。このような分布は、前年に本種の幼虫が、枝の基部から上方(先端)へ向い分散していった過程を示すものである。著者はこのような分散に着目し、本種幼虫のクワ幼木上における分布状態を雌雄別に調査した。

動物個体群の分散様式は、KETTLE<sup>8)</sup>、渡辺ら<sup>14)</sup>によって、定量的に記載する方法が提案されているが、そのいずれもが分布の中心からの距離を変数とした実験式であり、理論的な裏づけに乏しい点では大差がないといえよう。

この調査では、一般によく知られており、しかも定数に対して特定の意味をもたせている KETTLE の式を適用した。

KETTLE の分散式

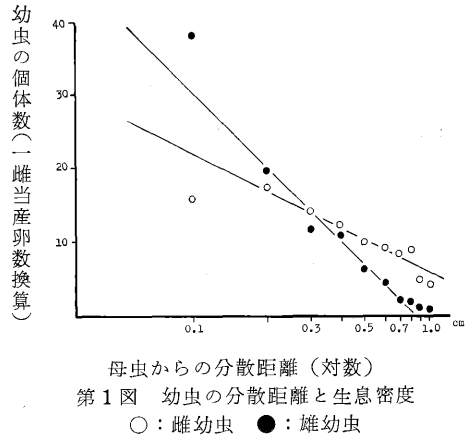
$$\log Y = \log a + bx$$

x…… 分布の中心からの距離

Y…… 距離 x における個体数

a, b…… 定数

なお、この式における定数 b は、個体群の分散の程度をあらわしている。本種幼虫の分散調査にあたっては、雌雄別に第2世代幼虫を、それぞれの産卵母虫からの移動距離で計測した。第1図は、KETTLE の分散式を適用して観察値をプロットしたものであ



第1図 幼虫の分散距離と生息密度  
○：雌幼虫 ●：雄幼虫

る。

この図から明らかとなり、雌雄幼虫とも母虫から遠ざかるにつれて生息密度は低くなる傾向が認められる。しかもこの結果で、雌雄による分散の様相に、はっきりとした差がみられることは興味がある。網室内という環境で、自然状態とは条件が異なるため確言できないが、雌にくらべて雄の分散が小さいことは、どの供試鉢についても同様の結果が得られている。幼虫期の分散以外に移動能力をもたない雌の分散に対比して考えると、このような雌雄による分散の相違は、本種のもつ適応的な生態的特性と考えられる。また、この調査で、平均孵化率は99.3%を示し、孵化幼虫の約90%は母虫から1cm以内の範囲に定着し、最も遠くへ分散した幼虫でも6cmほどの距離にしかすぎなかった。なお、母虫から下方への分散は、上方への分散と比較すると非常に少なく、全体の1%にもみだなかったことを附記しておく。

2. 幼虫の死亡率

本種の幼虫個体群の分散過程に対して影響をおよぼす、ある種の死亡要因が存在することは、他の動物個体群の場合と同様であろう。

小田<sup>11)</sup>は、本種の雌について、孵化から産卵前の成虫にいたる期間の死亡率を調査し、約10%が生き残るにすぎないことを明らかにしている。著者は、本種幼虫の分散と密度との関係を知るため、第2世代幼虫の2齢期までの死亡率の推定を試みた。死亡率を推定するためには、雌成虫の総産卵数を知る必要がある。本種の産卵数については、石井<sup>5)</sup>をはじめ多くの報告があるが、変異の幅が広いことが指摘

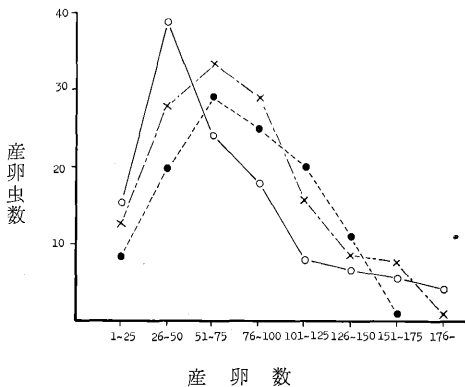
第1表 恒温条件下(25°C)での第1世代雌の産卵経過(1969)

供試15個体の生んだ総産卵数	調 査 日 順										
	VII 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	計
	28	80	171	336	328	221	128	74	17	9	1,392
1 雌 平 均	1.9	5.3	11.4	22.4	21.9	14.7	8.5	4.8	1.1	0.6	92.6

第2表 第1世代雌からのクワ幼木における定着幼虫

調 査 年 次	1967					1968					1969					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
定着幼虫数(2齢)	♀	24	21	21	18	7	18	31	12	5	5	28	30	33	21	14
	♂	5	2	7	14	10	2	5	7	6	11	3	2	0	12	15
計	29	23	28	32	17	20	36	19	11	16	31	32	33	33	29	
平 均 <sup>a)</sup>	25.8					20.4					31.6					
1♀当り平均産卵数 <sup>b)</sup>	85					64					91					
定 着 率 <sup>c)</sup> %	30.4					31.8					34.7					

$c = a/b \times 100$



第2図 第1世代雌の産卵頻度  
—○—: 1967年, ...●...: 1968年, -x-: 1969年

される。これは、観察時における各種条件の相違に起因すると考えられるので、この実験においては、分散調査と同様に接種した別の個体について、介殻を取り除き産卵数を調査した。第2図で示されるように第1世代雌成虫の産卵数は、平均、最多ともに調査年次ごとの変動が大きいことが知られる。

また、BLISS and CRESSMAN<sup>3)</sup>が報告した、実験室の恒温条件下における生理的産卵数(Potential number of egg production)を知るため、第1世代雌成

虫が寄生しているクワの細枝を野外から採集し、10 cm に切り取り各枝ごとに未成熟状態の雌1頭のみを残し、25°C に保護して産卵が始まるとともに、日をおって各個体の産卵数を調べた。これらの結果のうち、便宜上1969年に15個体について得られた産卵経過を第1表に示した。

表から明らかとなり、1969年の生理的産卵数の平均は約93粒であり、これは第2図で示した同年の産卵数の平均91粒とほぼ同様の値と考えてよい。なお、1967、'68年とも、生理的産卵数の平均と産卵数の平均とは一致する値が得られている。

各年次別の定着幼虫数を第2表に示した。

この観察においては、各供試個体の正確な産卵数を調査し得なかったため、第2図に示した1雌当りの平均産卵数をもとに定着率を求めたが、調査年次間で有意差は認められず30~35%であった。これは幼虫の分散過程において、意外に多くの死亡が生じていることを推測させるものである。

死亡の原因については、そのための調査をおこなっていないため確言し得ないが、卵期の死亡率が低いこと、調査は天敵を除去したうえ、十分目の細かい金網張りの室内で実施していることなどから考

第3表 分散地点における2齢幼虫までの死亡率

分散距離 <sup>cm</sup>	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0~	
推定死亡率% (計算値)	37.3	52.7	63.6	72.7	79.0	85.4	88.9	94.5	96.2	97.7	98.9	
実際の死亡率*	♀	34.1	50.4	50.1	47.1	41.9	46.2	47.3	49.0	61.5	71.2	83.1
	♂	37.4	53.8	66.1	71.8	78.2	86.6	89.8	93.8	95.7	98.3	99.6

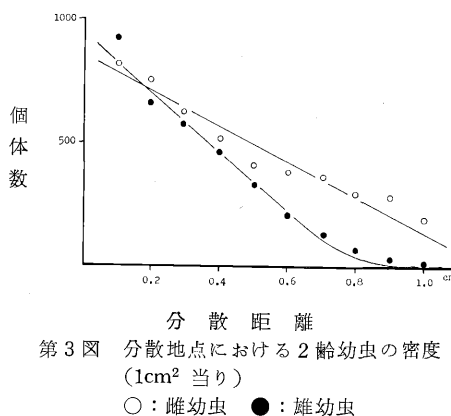
\* プロビット変換による。

え、幼虫の生息密度に依存する因子が大きいことが推定される。

第1図において、本種幼虫の分散は、産卵母虫を基点とすれば、距離(x)と定着個体数(Y)との関係は、 $\log Y = \log a + bx$  によく適合することを指摘したが、これにより得られた各地点の定着個体数は、母虫から分散した個体の任意な運動に基づく生息密度の稀薄化と、その期間中の死亡によると考えることができる。

仮りに死亡が全くなくて、各地点の生息密度は単に密度の高低だけによるとすれば、各地点の密度は、理論的に計算することが可能である。すなわち、母虫からの距離(r)に比例して、分散面積は $\pi r^2$ だけずつ拡大していくため、各地点の密度は対数的に減少していくことになる。しかし本種の場合、幼虫の移動に際しては、下方への分散は無視し得る程度にしか生じないため、実際の分散面積の拡大は $\pi r^2/2$ になるはずである。これによる計算値と観察値とを比較すれば、母虫からの分散地点に幼虫が到達するまでの間の死亡率を推定することができる。なお、死亡率の変化は中心(母虫)からの距離の対数に対して正規分布をするため、距離の対数に対して死亡率のプロビットを取ってあらわした。

死亡率の推定には、幼虫の分散過程に関与する死亡要因を、雌雄とも同程度に働くものと仮定しておこなったが実際には雌雄により異なる値が得られた。雌幼虫が分散地点へ到達するまでの死亡率の観察値は、計算値とほぼ一致すると考えてよい。しかし、雌幼虫の場合には、計算値をかなり下まわる観察値が得られている。これは、雄幼虫の死亡率は母虫からの分散距離によって直接影響をうけるが、雌幼虫では、分散距離以外の要因による影響が、かなりの割合で存在することを示唆するものであろう。いま第1図における幼虫の分散各地点の個体数は、



第3図 分散地点における2齢幼虫の密度(1cm<sup>2</sup> 当り)

○：雌幼虫 ●：雄幼虫

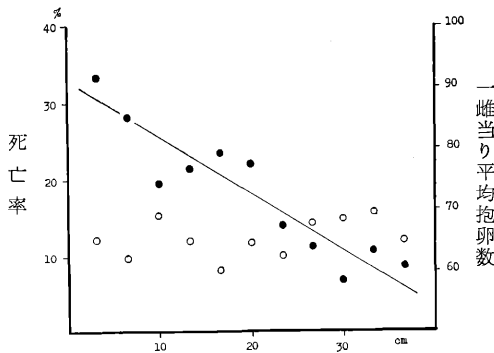
距離との関係から回帰直線であらわされることを示しているため、第3表の分散地点ごとの死亡率、および観察値から、個体数を1cm<sup>2</sup>当りの密度に換算すると第3図が得られる。

この図からでは2齢期幼虫の密度は、母虫からの分散距離0.6cmを中心に0.5~0.6cmの範囲で著しい変動は認められない。個体数になおすと400~500頭となる。この時期の雌幼虫1cm<sup>2</sup>当りの最大密度は、約800頭と観察されるので1/2もしくはこれをいく分上まわる程度の密度範囲であり、個体群としては比較的安定した状態にあるものと考えられる。これらの結果から、雌幼虫が定着するまでの死亡率に影響をおよぼす要因の一つとして、定着部位の密度が関与している可能性の大きいことが指摘されよう。

### 3. 雌成虫の死亡個体の分布

野外における分散定着後の雌成虫にも、産卵前に死亡する個体はかなり存在することを石井<sup>5)</sup>が報告しているので、枝の基部からの距離に対応する雌成虫の死亡率を第4図(黒丸)に示した。

第1図において幼虫の分散様相を示したが、それ



第4図 第1世代雌成虫の枝上における分散位置と死亡率および1雌当り平均抱卵数との関係

○：1雌当り平均抱卵数 ●：死亡率

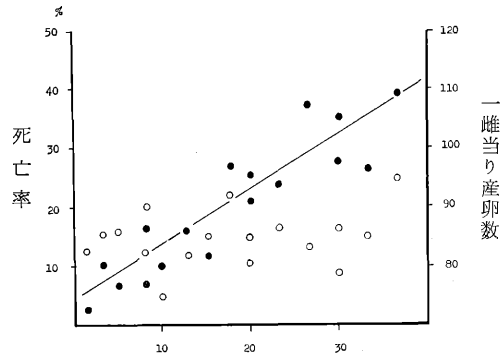
と第4図の雌成虫の死亡率の分布との間には、一見共通した傾向がみられることは興味深い。第4図から明らかとなり、枝の基部から先端へ向うにつれて、雌成虫の死亡率は低くなる傾向が認められるが、この変化を直線的にとらえ、傾向線の大きさとしてみるならば、第1図の分散回帰直線の方向係数の大きさに比例していることが指摘される。この理由については、はっきりとした説明をすることはできないが、分散過程における死亡が、ある程度密度に依存して生じたことは十分予想される。第4図について、枝の基部からの距離に関係なく、枝の各部分からとった  $1\text{ cm}^2$  の樹枝上の雌成虫の個体数と、それぞれの死亡率との関係を求めると第5図(黒丸)のようになる。

これによると、雌成虫の密度が多いほど死亡率(不妊個体を含む)も大きいことを示しているが、これは SMIRNOV and POLEJEFF がリンゴカキカイガラムシ *Lepidophaphes ulmi* LINNE で得た結果と同一の傾向である。なお、この図における傾向線の方向傾数は、死亡の密度依在性の程度を示すものと考えてさしつかえないであろう。

#### 4. 雌成虫の分散と産卵数

樹枝上に分散定着した雌成虫の死亡率は、分散中心からの距離や定着部位の密度などによって変化することを知ったが、同様の関係を産卵数についても調査した。

第4図(白丸)は、最大抱卵数が期待される7月18日にしらべた、1雌平均抱卵数を示した。これ



第5図 枝上における第1世代雌成虫の生息密度と死亡率および1雌当りの産卵数との関係

○：1雌当り産卵数 ●：成虫の密度

によると枝上の部位別にみても、とくに抱卵数に差があるとは言い難い。第5図(白丸)も同様に、雌成虫密度と産卵数(最大抱卵数)との関係を求めたものであるが、両者の間にはほとんど有意な相関は認められなかった。しかし、第4、5図ともに死虫(不妊個体を含む)を除き生存虫だけについて求めたためにこのような結果が得られたものであろう。不妊個体も生存虫を含めて計算すれば、密度が高いほど1雌当りの産卵数が低くなることは当然である。このことは、分散過程における密度効果が、本種においては産卵個体の平均的な産卵数の低下ではなく、不妊および死亡個体の増加という形であらわれてくることを示している。

#### 5. 分散雌成虫と幼虫の性比

JAMES<sup>6)</sup>, BENNET and BROWN<sup>2)</sup> らが明らかにしたように、カイガラムシ類は、環境条件や交尾時期のずれなどによって、幼虫の性比が比較的变化しやすいことが知られるため、予備試験的に産卵数調査にひきつづき1969年に、孵化幼虫の性比をしらべたところ、枝の基部に比較して分散の終端近くに定着した雌成虫ほど、より多くの雌を産出する傾向がうかがわれた。しかし、本種のこのような特性が、個体群の維持・増殖に対してどのような意義をもつかは今回の調査からだけでは明らかにすることができないため、今後さらに多くの試験をする必要があるであろう。

## 考 察

動物個体群にみられる移動や分散は、その過程において、多くの困難をともなう結果、高い死亡率をもたらしことはよく知られている。このような分散に対して、多くの研究者は、生息密度の過剰を緩和し、その平衡を維持するために有効な適応現象であると考え、この立場からの実証的研究をおこなっている。しかし、分散が個体群の増殖にともない、当然期待される分布の拡大に対して、不可欠の生態現象であるという積極的意義を忘れてはならないであろう。

カイガラムシ類は、一般に成虫期においては行動性に乏しく、個体群の拡大は幼虫の分散によるのみおこなわれるので、分散のもつ生態的意義をさぐるには都合がよい。この報告でとりあげたクワシロカイガラムシの場合、1世代間の総環境抵抗は約98%と推定されたが、その大部分(約70%)は分散幼虫が定着するまでのものであり、推定される生命表は、他の多くの昆虫でみられるような逆J型を示すであろう。一方、それぞれの分散距離における雌成虫の死亡率の分布状態は、分散のもつ意味を理解するうえで役立つと考えられる。分散定着した雌成虫には、当然分散過程においてうけた影響が残っているはずであり、しかも、より遠くへ分散した個体ほど死亡率が低く、また、それが産出した次代幼虫における性比は、雌がより多い傾向を示している。これらの事実は、本種における分散が、個体群の分布拡大に対して有利な性格をもつことを暗示しているのではなかろうか。

また、本種の雌雄は、分散様相に明らかな差が認められるように、生態的にも種々の異なる性質を有している。とくに、成虫期に移動能力をもたない雌においてこの性質は重要であろう。ミカンコナカイガラムシ *Pseudococcus citri* RISSO にみられるように、本種の場合でも個体群の性比が、環境条件によって変動することは十分予想される。したがって個体群の分散も、生息密度の高低などの直接的な効果に依存するばかりではなく、間接的な性比の変動を通して、その様相を変える可能性が高いことが考えられる。しかし、これらの問題の解明には、さらに多くの研究の集積が必要であろう。

## 摘 要

クワシロカイガラムシの発生予察研究の基礎として、分散の実態とその生態的意義を明らかにするため、網室内のクワに寄生させた幼虫の分散と死亡率を、また、同一の条件における雌成虫の産卵数、生息密度などを調査し、つぎの結果を得た。

1) クワ幼木に寄生させた雌雄幼虫の分散を母木からの距離に対して求めると、一般に  $\log Y = \log a + bx$  ( $Y$  は距離  $x$  における個体数) の式によく適合した。また、分散様相は雌雄により明らかな差が認められた。

2) 恒温室 (25°C) の保護条件下でしらべた1雌当りの生理的産卵数は、野外網室内のクワ枝上で調査した平均産卵数とほぼ一致した。この産卵数をもとに、2齢幼虫までの定着率を求めたところ、調査年次間の変動は少なく、30~35%であった。

3) 分散定着した雌成虫の産卵前までの死亡(不妊を含む)率は高く、枝の基部からの距離と死亡率の関係は、幼虫における距離と分散個体数と同一傾向を示した。

4) 雌成虫の産卵数は定着位置に関係ないが、枝の基部ほど不妊個体が多く、全体として分散の中心に近いほど産卵率は低下する。

5) 雌成虫が産出した次代幼虫の性比は、枝の先端に向うにしたがい雌が多くなる傾向を認めた。

6) 幼虫の分散がもつ生態的意義について考察を加えた。

## 文 献

- 1) 阿部 禎(1967): 日蚕東北講要, **21**, 25.
- 2) BENNET, F. D. and S. BROWN (1951): *Canad. Ent.*, **90**, 317-324.
- 3) BLISS, C. I. and A. W. CRESSMAN (1935): *J. Agr. Res.*, **50**, 243-266.
- 4) DOBZHANSKY, Th. and S. WRIGHT (1947): *Genetics*, **32**, 303-324.
- 5) 石井五郎(1953): 植物防疫, **7**, 36-41.
- 6) JAMES, H. C. (1937): *Bull. Ent. Res.*, **28**, 428-461.
- 7) 桑名寿一(1952): 農作害虫新説 (湯浅啓温・河田党編), 422-436, 朝倉書店, 東京.
- 8) KETTLE, D. S. (1951): *Bull. Ent. Res.*, **42**, 239-291.

- 9) 南川仁博・久保田幸弘・吉田正義 (1958): Ecology, **8**, 29-40.  
茶業技術研究, **18**, 24-33.
- 10) 三橋 淳・山崎輝男・橋橋敏夫・深見順一 (1956): 応昆, **12**, 162-170.
- 11) 小田 力(1963): 日生態会誌, **13**, 41-46.
- 12) SMIRNOV, E. and W. POLEJEFF (1943): Ecology, **8**, 29-40.
- 13) WOLFENBARGER, D. O. (1946): Ann. Midland Nat., **35**, 1-152.
- 14) 渡辺昭二・内田俊郎・吉田敏治(1952): 個体群生態学の研究 I, 94-103.
- 15) 八木誠政(1938): 応昆, **1**, 1-2.

### Summary

#### Ecological studies on the dispersion of the mulberry scale, *Pesudaulacaspis pentagona* TARGIONA

By

Tadashi ABE

As the basis of forecasting the outbreak of the mulberry scale, the distribution and the individual density of larvae were recorded on each sapling of the mulberry trees, and furthermore the mortality and the egg production of the female adults were surveyed to explicate the phase of dispersion and its ecological significance.

The results obtained were as follows:

1) The individual number of the male and female larvae settled on each sapling was adapted to the following equation, which was first proposed by KETTLE,

$$\log Y = \log a + bx$$

where Y represents the individual number at the distance x from the female adults. The phase of dispersion was different between male and female, suggesting an ecological characteristic for adaptation in this species.

2) The potential number of eggs produced by a female adult at a constant temperature, 25°C, was approximately the same as the number of eggs laid by a female adult settled on the sapling of mulberry trees. Percentage settlement of the larvae until second instar was calculated to be 30-35%, and accordingly 65-70% in the field.

3) The mortality of the female adults (including the sterile ones), which settled on the twig, reached 30% on an average until the oviposition time and the value became higher towards the center of dispersion.

4) Although no relation was recognized between the number of mature eggs per adult female and its settling position on the twig, the rate of the sterile females increased near the base of the twig, and consequently the oviposition rate became lower on the whole.

5) The sex ratio,  $\frac{\text{♀}}{(\text{♀} + \text{♂})}$ , among the larvae born from a female tended to be higher for the top of the twig.

(Iwate Agricultural Experiment Station, Takizawa, Iwate)