

クリマダラアブラムシ成虫の移動と産子数に及ぼす 幼虫密度の影響

野里 和雄

(農学部暖地農学講座)

Effects of Larval Density on Dispersal and Fecundity of *Myzocallis kuricola* (MATUMURA) Adults (Homoptera:Aphididae)

Kazuo NOZATO

Chair of Subtropical Agriculture, Faculty of Agriculture

Abstract : *Myzocallis kuricola* (MATSUMURA) is a pest of *Castanea crenata*, this species have both alatae morphs (brachypterous and macropterous). Seasonal changes in the number, and effects of larval density on body length, dispersal rate, longevity under starvation condition, occurrence of flight muscle autolysis and fecundity in both alatae of *M. kuricola* were investigated in the field (warmer region of Japan) and in the laboratory from 1995 to 2000. Large numbers of *M. kuricola* were found on *C. crenata* from spring to autumn, it seems that the adults fly from tree to tree and they produce some larvae in this season. The size of both alatae decreased at the higher densities. The adults emerging from low density were more likely to deposit larvae, but there was a greater tendency for adults to leave the population when the density is high. No significant difference was found between longevity under starvation condition of the adults and larval density. The macropterous alatae emerging retained flight muscle irrespective of density, and flight muscle autolysis did not occur until their death. The brachypterous alatae lack flight muscle. The adults deposit some larvae until one or two days after emergence, large numbers of larvae produced by a adult recognized during from two to ten days after emergence. Total number of larvae deposited by a adult was reduced at the higher densities, but no significant difference. A behavior sequence of the macropterous alatae after emergence was divided into two phases (teneral period, flight · larviposition period). There is no difference in dispersal and fecundity between the offspring of both alatae.

緒 言

クリマダラアブラムシ *Myzocallis kuricola* (MATSUMURA) は、栽培クリ *Castanea crenata* の新芽や葉に発生して生育障害や落葉を早める害虫である(猪崎¹⁾、河田²⁾)。本種成虫の翅型については、有翅型と退化翅型が知られている(柴田^{3,4)}) が、異なる幼虫密度の飼育結果により、低密度では短翅型成虫が出現し、高密度では長翅型成虫が多く出現することが明らかになった(野里⁵⁾)。日本産アブラムシ類で短翅型が出現することが知られているのは本種だけで、日本産アブラムシ類の翅型の類別では第2型に属する(野里⁵⁾)。このような短翅型が出現する日本産のアブラムシに

ついで移動分散や産子数についてはこれまで調べられていない。日本産アブラムシ類の翅型の第1型に属し低密度の時にも有翅型成虫が出現するサルスベリマダラアブラムシ *Sarucallis kahawaluokalani* (KIRKALDY) では、飛翔筋を保有しているにもかかわらず低密度で出現した成虫は移動することなく産子を続ける(野里⁶⁾)。また第4型に属し低密度の時は無翅型成虫だけが出現するワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVER では、低密度で出現する無翅型成虫は移動せず繁殖に集中する(野里⁷⁾)。本種の短翅型成虫が低密度時にどのような行動をするのか明らかにする必要がある。また高密度で出現する成虫の行動については、サルスベリマダラアブラムシでは密度が高くなるほど移動する個体が多くなり(野里⁶⁾)、ワタアブラムシでは長翅型成虫は羽化場所を必ず移動する(野里⁷⁾)。本種の長翅型成虫はどのような行動を示すのか明らかでない。サルスベリマダラアブラムシ成虫は羽化から死亡するまで飛翔筋を持っているが(野里⁶⁾)、本種の短翅型と長翅型成虫の飛翔筋がどうなっているか調べられていない。さらに、サルスベリマダラアブラムシ成虫の産子数は高密度になるほど少なくなり(野里⁶⁾)、多くのアブラムシ類の長翅型成虫の産子数は無翅型成虫より少ない場合が多い(例えば、河田⁸⁾、高岡⁹⁾)。本種の場合は、短翅型と長翅型成虫の産子数と幼虫期の密度との関係を明らかにする必要がある。そこで、短翅型成虫と長翅型成虫が産子した幼虫を異なる密度で飼育して羽化してきた成虫について、その大きさ、移動率、飢餓条件下の寿命、日齢と飛翔筋の有無等の移動に関することと産子数について調べた結果を報告する。

材料及び方法

1. クリマダラアブラムシの発消長

高知県南国市物部にある高知大学農学部構内に植えられているクリ(樹高約2 m)で1995年、1996年、1997年、1998年及び1999年の5年間にわたって、本種の発消長を調べた。毎年5月上旬から12月下旬まで月3回(上旬、中旬、下旬)、次のように本種の個体数を調べた。各調査ごとに本種が発生している10葉を選び、葉ごとに発生している本種の短翅型成虫、長翅型成虫及び幼虫の合計数を記録した。

2. 羽化成虫の大きさに及ぼす幼虫密度の影響

1999年9月に高知大学農学部構内のクリから本種の短翅型成虫と長翅型成虫をそれぞれ30頭ずつ採集して、室内で次のような実験を行った。採集した両成虫はそれぞれ3容器に10頭ずつ入れ、予め入れたクリの3葉の付いた小枝に約24時間産子させた。約24時間後に両成虫が産子した1齢幼虫をそれぞれ1葉当たり10、20、30、40及び50頭ずつ接種して成虫まで飼育した。成虫になった時点で、各区20頭の体長を顕微鏡下で測定した。飼育は25℃±2℃、14L-10Dの日長下で行なった。

3. 羽化後成虫の移動に及ぼす幼虫密度の影響

幼虫密度と成虫の移動との関係を次のように調べた。高知大学農学部構内のクリから採集した両成虫を室内でクリ葉に24時間産子させた。両成虫が産子した1齢幼虫をそれぞれ1葉当たり10、20、30、40及び50頭ずつ接種して成虫になるまで飼育した。成虫になった時点で、両成虫を親にした実験区とも次のような実験を行なって移動する成虫の割合を調べた。幼虫密度ごとに、飼育した容器に羽化1日前から新鮮な1葉の付いた小枝を幼虫を飼育している葉の周囲に2 cm離して置いた。羽化した成虫が、その周囲に置いた新鮮な葉に移動した数を調べた。実験は各区とも5回の繰り返しを行った。実験は25℃±2℃、14L-10Dの日長下で行なった。

4. 飢餓条件下の成虫寿命と幼虫密度との関係

羽化後成虫を飢餓条件にした時の成虫寿命が幼虫密度と関係があるか否かを次のように調べた。野外から採集した両成虫に約24時間産子させた。両成虫が産子した1齢幼虫をそれぞれ1葉当たり10, 20, 30, 40及び50頭ずつ接種して成虫になるまで飼育した。全区とも成虫になった時、内面を水で湿らした小型管ピン(内径12mm, 長さ6cm)に5頭ずつ入れ、毎日生存個体数を調べた。実験は $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 14L-10Dの日長下で行なった。

5. 羽化後成虫の飛翔筋の有無と幼虫密度との関係

羽化した成虫の飛翔筋(直接と間接の両方を含む)の有無とその後の変化が幼虫密度の影響を受けるかについて次のような実験を行なった。野外から採集した両成虫に約24時間産子させた。両成虫が産子した1齢幼虫を1葉当たり10, 20, 30, 40及び50頭接種して成虫になるまで飼育した。全区とも成虫になった日にまず解剖して飛翔筋の有無を調べた。次に成虫になった日からクリの葉で飼育をして、5日後、10日後、15日後及び20日後にそれぞれ生存している成虫を解剖して飛翔筋の有無を調べた。各区の1回の解剖数は10頭とした。実験は $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 14L-10Dの日長下で行なった。

6. 産子数に及ぼす幼虫密度の影響

羽化した成虫の産子数が幼虫密度の影響を受けているかを次のような実験で調べた。2000年9月に野外から採集した両成虫を約24時間産子させた。両成虫が産子した1齢幼虫を1葉当たり10, 20, 30, 40及び50頭ずつ接種して、成虫になるまで飼育した。成虫になった時点で、各区とも10頭ずつ用いて次のような実験を行なった。各区とも成虫1頭ずつ、新鮮な葉に接種して、死亡するまで産子させた。毎日産子された幼虫は頭数を数えた後に葉から取り除いた。実験は $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 14L-10Dの日長下で行なった。

結 果

1. クリマダラアブラムシの発生活長

1995年から5年間にわたって本種の発生量を調べた結果を各年の調査日ごとに葉当たり個体数を算出し、その値を年平均にした値をFig.1に示す。本種のその年の初期発生は早い年は5月中旬、遅い年は6月上旬で、年によって異なっていた。従って、本種は5月中旬から6月上旬に発生が始まる。その後個体数は増加を続け、7月中旬にはかなりの発生数になる。その後も発生数は多いが、時々個体数が減少するのが観察された。この時期に本種のコロニー近くでヒメカメノコテントウ *Propylaea japonica* (THUNBERG), ナナホシテントウ *Coccinella septempunctata bruchi* MULSANT, ナミテントウ *Harmonia axyridis* (PALLAS), ダンダラテントウ *Cheilomenes sexmaculata* (FABRICIUS) が観察された。又この時期に台風や低気圧の接近による強風が吹く日があった。10月中旬から個体数は減少をしていき、11月中旬から産卵雌や雄の出現が見られるようになり、それらの個体数は時間が経過するにつれて多くなった。12月になると成虫は産卵雌と雄だけになって、産子がないので総個体数が減少するようになり、12月下旬には落葉とともに発生が終了した。

2. 羽化成虫の大きさに及ぼす幼虫密度の影響

Fig.2に羽化成虫の大きさに及ぼす幼虫密度の影響を調べた結果を示す。異なる幼虫密度から羽化した短翅型成虫の大きさは、10頭区から40頭区にかけて密度が高くなるほど小さくなる傾向を示

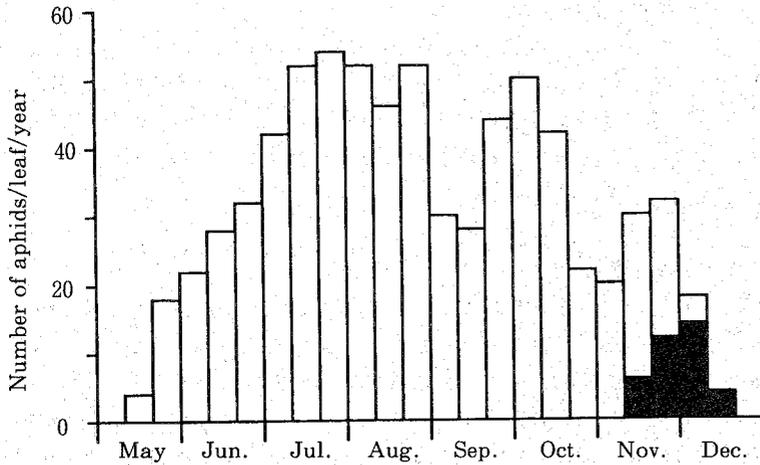


Fig. 1. Seasonal changes in the number of *Myzocallis kuricola* (MATSUMURA) on *Castanea crenata* in 1995-1999. Solid columns show oviparous females + males.

した。10頭区と30頭区、40頭区との間には統計的に有意差 (t -検定, $p < 0.01$) があり, 20頭区と30頭区, 40頭区の間でも有意差が見られた (t -検定, $p < 0.05$)。なお, 50頭区では高密度のため短翅型は出現しなかった。羽化した長翅型成虫の大きさは, 20頭区から50頭区にかけて密度が高くなるほど小さくなる傾向を示した。20頭区と50頭区との間には明らかに有意差 (t -

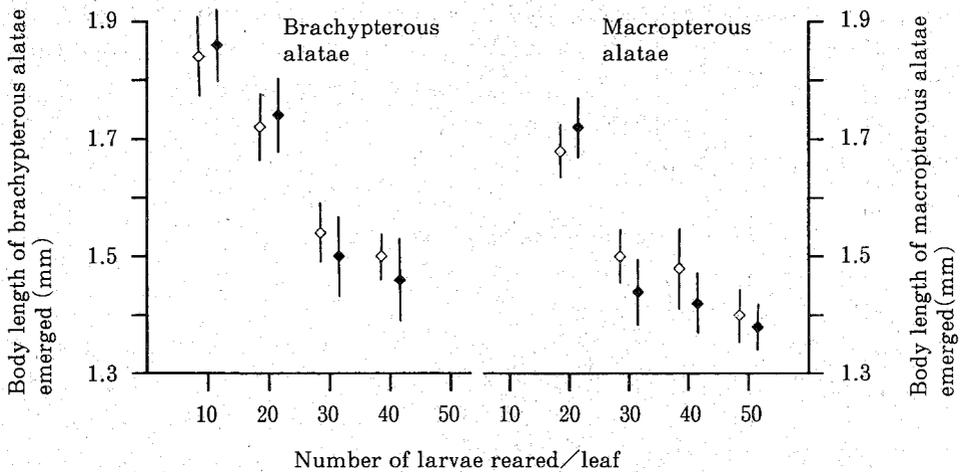


Fig. 2. Body length of *M. kuricola* adults which were reared at different densities in the larvae. Open and solid diamond shape symbols show brachypterous and macropterous parents. Vertical bars indicate the standard deviation.

検定, $p < 0.01$) があり, 20頭区と30頭区, 40頭区との間にも差があった (t -検定, $p < 0.05$)。なお, 10頭区では低密度のため長翅型は出現しなかった。実験に用いた幼虫の親の翅型が体長に影響することはなかった。

3. 羽化後成虫の移動に及ぼす幼虫密度の影響

羽化後の成虫が羽化場所から移動するかを幼虫密度との関係で調べた結果を Fig. 3 に示す。羽化した短翅型成虫は10頭区では羽化場所から離れることなく産子する行動が見られた。20頭区では大部分の個体は羽化場所で産子したが、一部の個体(約5%)は隣の新鮮な葉に移動した。30頭区

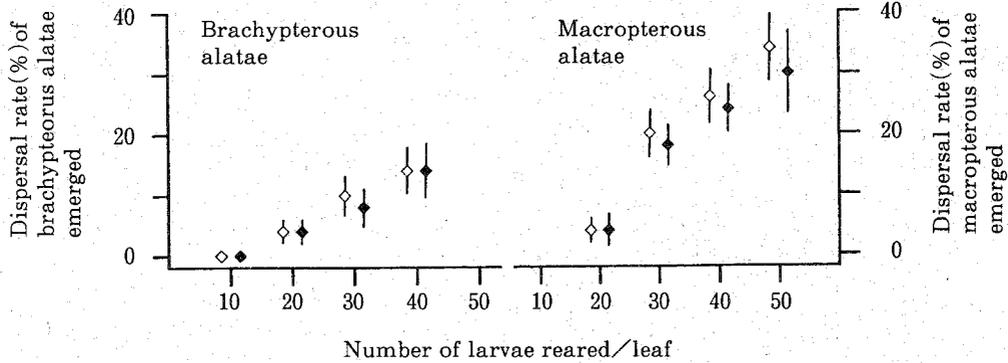


Fig. 3. Dispersal rate (%) of *M. kuricola* adults which were reared at different densities in the larvae. Open and solid diamond shape symbols show brachypterous and macropterous parents. Vertical bars indicate the standard deviation.

では移動する個体が増え、40頭区でさらに移動個体が多くなった。羽化した長翅型成虫は、20頭区ではわずかな個体しか移動しなかったが、30頭区から50頭区にかけては密度が高くなるほど移動する個体が多かった。長翅型成虫は高密度になるほど短翅型成虫より移動する傾向が強かった。なお、各区の羽化直後の個体はしばらく行動せずにじっとしていることが観察され、それは1日以内であった。この時をテネラル期と判断された。又各区の羽化直後成虫を新鮮な葉に1頭ずつ接種すると、すべての個体は移動することなく産子を始めた。親の翅型が移動に影響することはなかった。

4. 飢餓条件下の成虫寿命と幼虫密度との関係

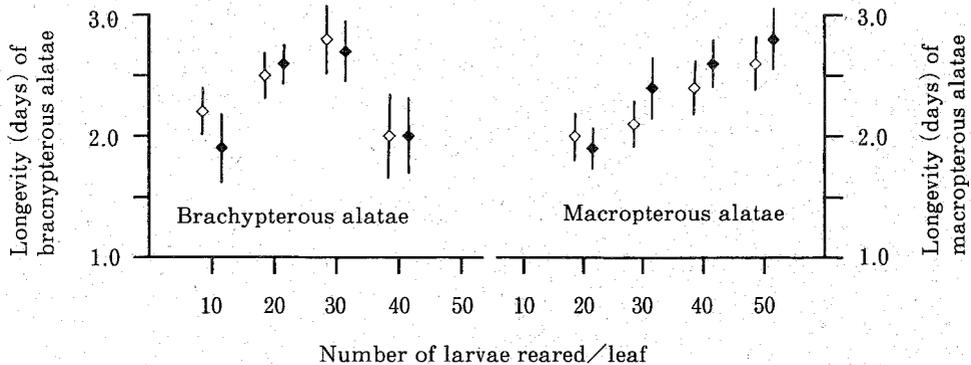


Fig. 4. Relationship between larval density and longevity under starvation condition of *M. kuricola* adults which were reared at different densities in the larvae. Open and solid diamond shape symbols show brachypterous and macropterous parents. Vertical bars indicate the standard deviation.

羽化した成虫を飢餓条件下においてその寿命を幼虫密度との関係で調べた結果を Fig. 4 に示す。羽化した短翅型成虫の飢餓条件下の生存日数は飼育密度によって差は見られず2日前後であった。羽化した長翅型成虫の飢餓条件下の生存日数は、密度が高くなるほど長命になる傾向を示すが、いずれの値も2日から3日の間なので差があるとは判断できなかった。親の翅型が飢餓条件下の生存日数に影響することはなかった。

5. 羽化後成虫の飛翔筋の有無と幼虫密度との関係

羽化した直後の成虫とその後の日齢ごとの成虫について飛翔筋を持つ個体の割合と幼虫密度との関係を Fig.5 に示した。羽化した短翅型成虫は飼育密度と関係なく全個体に飛翔筋は見られなかつ

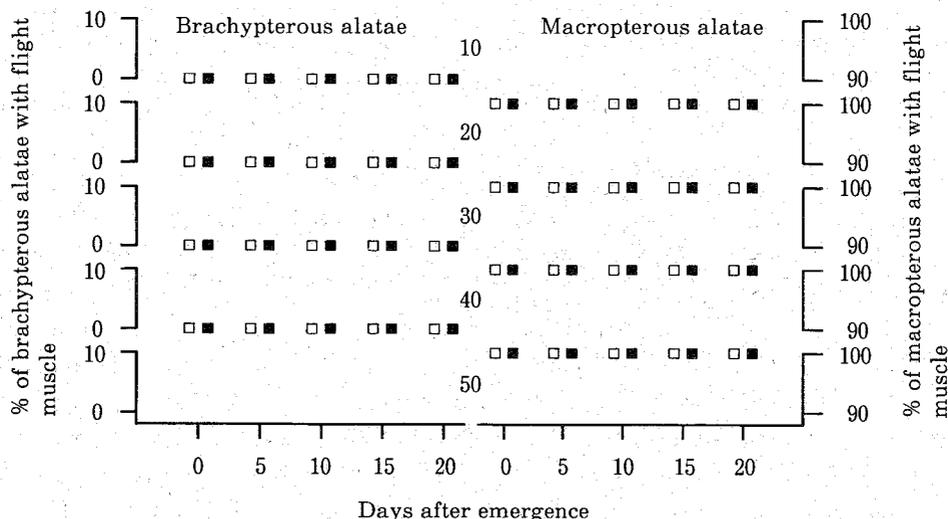


Fig. 5. Daily changes of the percentage of the adults with flight muscle in *M. kuricola* at different larval densities (indicate by 10, 20, 30, 40 and 50 in figure). Open and solid squares show brachypterous and macropterous parents.

た。その後も飛翔筋が観察されることはなかった。羽化直後の長翅型成虫は幼虫密度とは関係なくすべての個体が飛翔筋を持っていた。その後も5日間隔で解剖して調べたが幼虫密度に関係なく、死亡するまで全個体が飛翔筋を持っていた。親の翅型が飛翔筋の有無に影響することはなかった。

6. 産子数に及ぼす幼虫密度の影響

羽化した成虫を1頭ずつ飼育して死亡するまでの産子数の過程を幼虫密度ごとに調べた結果を Fig. 6, Fig. 7 に示す。羽化した短翅型成虫では各区とも羽化1日目から産子する個体と2日目から産子する個体が見られた。従って、産子前期間は短く1日以内であった。各区とも2日目から10日ごろまでは産子数が次第に多くなっていくが、それ以後はゆるやかに少なくなった (Fig. 6)。羽化した長翅型成虫の産子過程は短翅型成虫のそれとほぼ同じであった (Fig. 7)。親の翅型が産子過程に影響することはなかった。羽化成虫の総産子数を幼虫密度ごとに調べた結果を Fig. 8 に示す。羽化した短翅型成虫と長翅型成虫の総産子数は飼育密度が多くなるほど減少する傾向を示したが、いずれの場合も親個体の総産子数のばらつきが大きく有意な差は認められなかった。短翅型

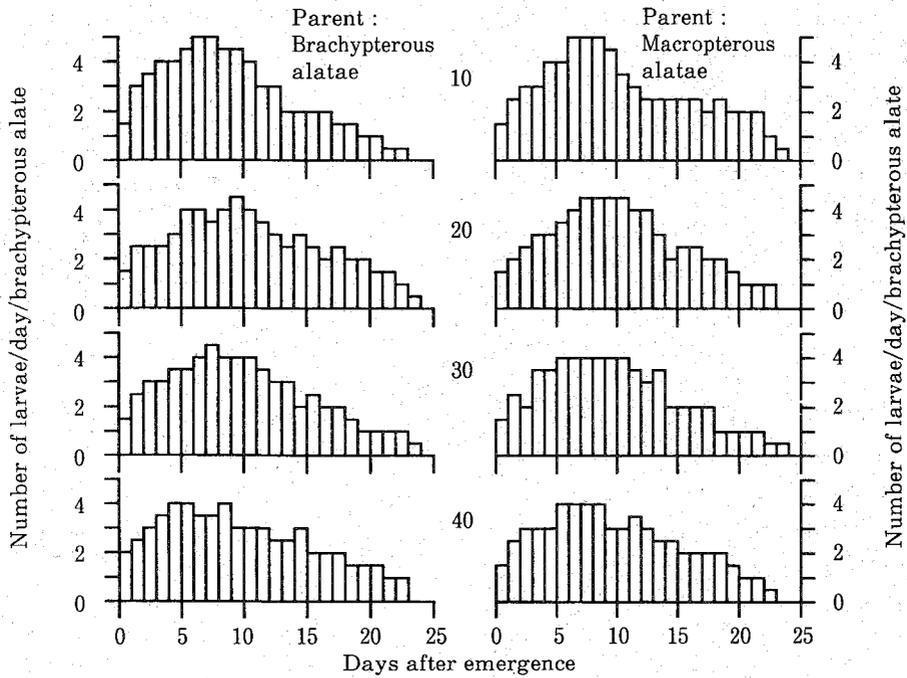


Fig 6. Daily larviposition of brachypterous alatae of *M. kuricola* on *C. crenata* at different larval densities (indicate by 10, 20, 30 and 40 in figure).

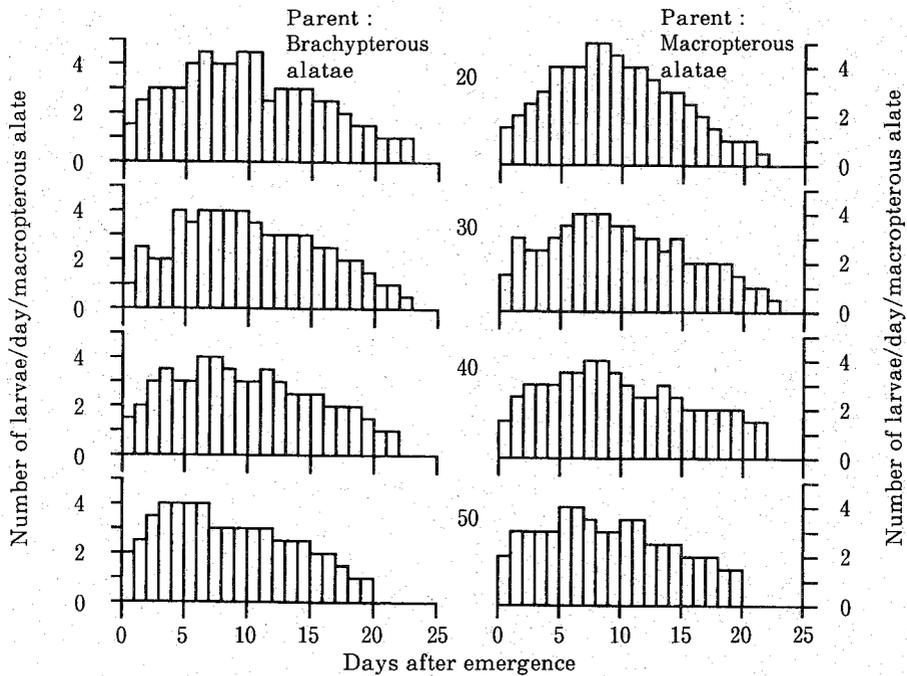


Fig 7. Daily larviposition of macropterous alatae of *M. kuricola* on *C. crenata* at different larval densities (indicate by 20, 30, 40 and 50 in figure).

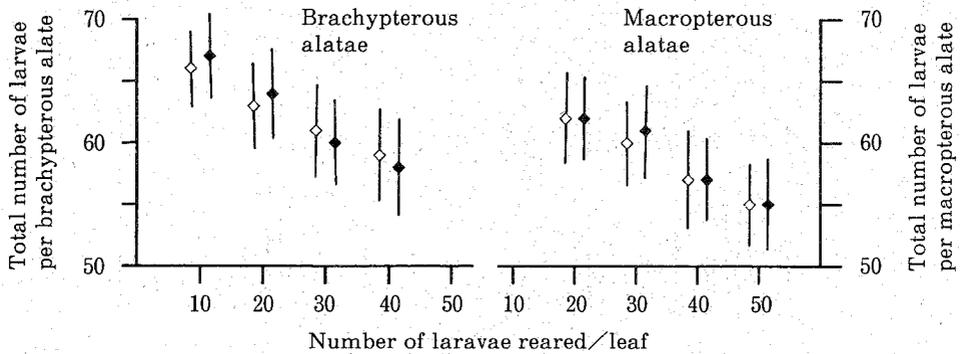


Fig 8. Total number of larvae deposited by a adult which were reared at different densities in the larvae. Open and solid diamond shape symbols show brachypterous and macropterous parents. Vertical bars indicate the standard deviation.

成虫の総産子数を長翅型成虫の値と比較すると同密度では差が認められなかった。親の翅型が総産子数に影響することはなかった。

考 察

クリマダラアブラムシは春から秋にかけて発生すると言われている(猪崎¹⁾, 河田²⁾) が, 具体的な資料は示されていない。今回5年間にわたって調べた結果, 5月から11月までかなりの発生が見られることが示された(Fig. 1)。このように夏期に個体数が多いのはサルスベリマダラアブラムシと同じで(野里⁶⁾), 野菜に発生するアブラムシの多くの種が春と秋に発生量が多いこと(例えば, 田中⁴⁰⁾)とは明らかに異なる。この繁殖期間にしばしば個体数が減少することが見られる(Fig. 1)。これはヒメカメノコテントウ, ナナホシテントウ, ナミテントウ及びダングラテントウの発生が見られたので, これらテントウムシの捕食による結果と時々強風が吹いたことが影響しているものと思われる。本種は葉当たり個体数がある程度多くなると長翅型が出現するので(野里⁵⁾), この繁殖期間に移動が生じていると考えられる。そして移動先で新しいコロニーが形成されるものと考えられるが, この移動と繁殖についてはこれまで調べられていない。

アブラムシ類では高密度で出現した有翅型成虫は体が小さくよく移動するという説がある(例えば, KIDD and CLEAVER¹¹⁾)。本種は高密度になるほど長翅型が多く出現するので(野里⁵⁾), 生息密度によって羽化成虫の大きさが異なることが予想され, それは移動と産子数に関係があると考えられる。実験の結果, 高密度になると短翅型成虫と長翅型成虫ともに体の大きさが小さくなることが認められた(Fig. 2)。この結果はサルスベリマダラアブラムシと同じである(野里⁶⁾)。このことは移動と産子数に幼虫密度が関係していることを示唆している。

そこで, 各密度から羽化した短翅型成虫と長翅型成虫が移動するかを調べたところ, 両成虫とも密度が高くなるほど移動する個体が多く, 特に長翅型成虫で顕著であった(Fig. 3)。このことは, 本種は葉当たり個体数が高くなるほど羽化成虫がその葉から移動する個体が多くなることを示している。ただ, 無翅型と長翅型が出現する種(第4型)では長翅型は羽化場所を必ず離れる(野里⁷⁾)のに対し, 本種の長翅型成虫は比較的低密度の時は移動せず, 密度が高くなるにつれて次第に移動個体が多くなるだけで, 同じ長翅型でも羽化後の移動については明らかに異なる。この結果は, サルスベリマダラアブラムシ成虫と同じであるが(野里⁶⁾), 本種の場合は移動の少ない短翅型成虫が

存在する。外国産アブラムシで低密度の時は短翅型が出現し、高密度になると長翅型成虫が多くなる種として *Drepanosiphum dixonii* HILLE RIS LAMBERS が知られている (DIXON¹²⁾) が、密度と移動との関係については調べられていない。

アブラムシ類では有翅型は無翅型より飢餓に強く、風に流されて比較的長期間にわたって摂食なしで生存でき移動先で繁殖できると言われている (野里⁷⁾, 野田¹⁹⁾)。本種の今回の実験の結果、高密度になるほど多少短命になる傾向を示したが、差は認められず全区とも約2日間の短命であった (Fig. 4)。この結果は、サルスベリマダラアブラムシ成虫の値と同じで (野里⁶⁾)、ワタアブラムシの値より短命であった (野里⁷⁾)。このことから、本種は飢餓条件に比較的弱いことが明らかになり、成虫は移動分散には適しているとは考えられず、特に風による長期間の移動には不適であると判断される。

アブラムシ類では羽化後数日で飛翔筋が分解する種と飛翔筋を死亡するまで保有している種が知られている (DIXON et al.¹⁴⁾, JOHNSON¹⁰⁾, 辻・河田¹⁶⁾)。このことは、羽化後数日で移動を中止する種と常に移動できる種がいることを示している。本種の長翅型成虫についての今回の実験結果では全区とも全個体が死亡するまで飛翔筋は保有していた (Fig. 5)。この結果は、本種の長翅型成虫は常に移動できることを示していて、サルスベリマダラアブラムシ成虫と同じである (野里⁶⁾)。外国産アブラムシで長翅型だけが出現する *Drepanosiphum platanoides* も飛翔筋は分解しないことが知られている (DIXON et al.¹⁴⁾, HAINE¹⁷⁾)。一方、本種の短翅型成虫は羽化時から死亡するまで飛翔筋は認められなかった (Fig. 5)。短翅型成虫の飛翔筋がないことは外国産アブラムシ *D. dixonii* (DIXON¹²⁾) や他のアブラムシの無翅型 (辻・河田¹⁶⁾) と同じであることが明らかになった。このことは、短翅型成虫は翅を持っているが生理的に無翅型成虫に近いことを示している。

アブラムシ成虫の前産子期間については有翅型成虫と無翅型成虫で差がある種 (河田⁹⁾) と差が認められない種 (野里¹⁸⁾) がある。本種の短翅型と長翅型成虫についての今回の実験では羽化後1日目から産子する個体と2日目から産子する個体があり、前産子期間は短かった (Fig. 6)。この結果はサルスベリマダラアブラムシと同じで (野里⁶⁾)、羽化後すぐに産子に入ることが可能で、移動する必要がないことを示している。外国産アブラムシ *D. platanoides* ではすぐに産子する個体もいるが数日の前産子期間を示す個体も知られている (DIXON¹⁰⁾)。本種の短翅型と長翅型成虫の1雌当たり総産子数は飼育密度が高くなるにつれて減少する傾向を示したが統計的に有意差は見られなかった (Fig. 8)。高密度になるほど総産子数が減少する現象は成虫の大きさ (Fig. 2) が影響しているものと思われる。このような結果はサルスベリマダラアブラムシと同じである (野里⁶⁾)。短翅型成虫と長翅型成虫の総産子数を比較すると、密度が同じなら差は認められなかった (Fig. 8)。ただし、低密度の短翅型成虫の総産子数は高密度の長翅型成虫の値より多いことが考えられる。外国産アブラムシ *D. dixonii* では産子10日目までの総産子数は短翅型成虫の値が長翅型成虫の値より多い (DIXON²⁰⁾)。親の翅型が幼虫の性質に影響するかを調べるために、室内実験のすべてで短翅型成虫親と長翅型成虫親を用いた。その結果は全実験で親の翅型の影響は認められなかった。このことは、産子された幼虫は親の影響は受けていないことを示している。

以上のことから、本種長翅型成虫は飛翔筋を保有しているものの羽化後積極的に移動する性質は持っていないと考えられる。また本種短翅型成虫も他のアブラムシに出現する無翅型成虫と同様な行動をするものと考えられる。ただ、葉当たり個体数が多くなってくると、羽化成虫は移動する個体が多くなるものと思われる。その後の成虫も葉当たり個体数が多くなると羽化成虫と同様に常に移動するものと推測される。これらの結果から本種成虫の羽化後の行動はテネラル期と飛翔・産子期の2期説になる。第1型のサルスベリマダラアブラムシと同じである (野里⁶⁾)。第4型のワタアブラムシが3期説 (テネラル期、飛翔・産子期、定着期) を示すこと (野里⁷⁾) とは明らかに異なる。

る。外国産アブラムシ *D. platanoides* も 2 期説と考えられている (DIXON et al.¹⁴⁾, HAINE¹⁷⁾, DIXON²¹⁾). これらのことから、翅型の第 1 型成虫と第 2 型の長翅型成虫の羽化後の行動は 2 期説を示す種が多いことが示唆される。

摘 要

クリマダラアブラムシはクリの害虫で、成虫は短翅型と長翅型の両型がいる。1995年から2000年に、本種の暖地における発生消長と室内において両成虫の大きさ、両成虫の移動率、飢餓条件下の両成虫の寿命、両成虫の飛翔筋の有無及び両成虫の産子数に及ぼす幼虫密度の影響を調べた。本種は春から秋にクリに多く発生することが明らかになり、この期間に移動と繁殖が行われると思われる。幼虫密度が高い時の両成虫のサイズは小さかった。羽化した両成虫は密度が低い時は産子する傾向があるが、密度が高くなると両成虫とも明らかに移動する傾向を示した。羽化直後の両成虫の飢餓条件下の寿命と幼虫密度との間には差は見られなかった。密度に関係なく羽化直後の長翅型成虫は飛翔筋を持っており、それは死亡するまで分解しなかった。短翅型成虫は飛翔筋を持っていなかった。両成虫とも羽化後 1~2 日目までには産子し、2 日から 10 日までの産子数が多かった。幼虫密度が高くなるほど両成虫の総産子数は減少する傾向を示したが、統計的に有意差は見られなかった。本種長翅型成虫の羽化後の行動パターンは 2 期 (テネラル期、飛翔・産子期) に分けられた。両翅型の親から生まれた個体間で移動と産子数に差はなかった。

キーワード：クリマダラアブラムシ、短翅型・長翅型の移動と産子数、幼虫密度の影響

引用文献

- 1) 猪崎政敏：クリ栽培の理論と実際，P459-461，博友社，東京（1978）。
- 2) 河田 党：作物病虫害事典，P1450，養賢堂，東京（1975）。
- 3) 柴田文平：クリマダラアブラムシの生態及細胞学的研究。宇都宮大学農学部学術報告，2，101-167（1954）。
- 4) 柴田文平：蚜虫の生態学的研究（9）生態環について。宇都宮大学農学部学術報告，3，1-8（1955）。
- 5) 野里和雄：日本産アブラムシ胎生雌虫 6 翅型。高知大学研報（農学），45，13-23（1996）。
- 6) 野里和雄：サルスベリマダラアブラムシ成虫の移動と産子数に及ぼす幼虫密度の影響。高知大学研報（農学），47，57-65（1998）。
- 7) 野里和雄：ワタアブラムシ有翅型成虫の移動と増殖の行動特性及び生存に及ぼす天敵の影響。高知大学農学部紀要，60，1-91（1993）。
- 8) 河田和雄：飛ぶ戦略と飛ばない戦略—アブラムシ翅型の意味，“昆虫学セミナー I。進化と生活史戦略”中筋房夫編，P. 109-143，冬樹社，東京（1988）。
- 9) 高岡市郎：アブラムシの有翅型出現に関する総説。岡山農試報，32，101-135（1973）。
- 10) 田中 正：野菜のアブラムシ，220PP.，日本植物防疫協会，東京（1976）。
- 11) KIDD, N. A. C. and CLEVER, A. M. : The control of migratory urge in *Aphis fabae* SCOPOLI (Hemiptera : Aphididae). *Bull. Ent. Res.*, 76, 77-87 (1986).
- 12) DIXON, A. F. G. : Crowding and nutrition in the induction of macropterous alatae in *Drepanosiphum dixonii*. *J. Insect. Physiol.*, 18, 459-464 (1972).
- 13) 野田一郎：再びアブラムシ類の生活史上における有翅型胎生雌出現の生態学的意義について。高松短大研究紀要，7，17-31（1977）。
- 14) DIXON, A. F. G., HORTH, S. and KINDLMAN, P. : Migration in insects : cost and strategies. *J. Anim. Ecol.*, 62, 182-190 (1993).
- 15) JOHNSON, B. : Studies on the degeneration of the flight muscles of alate aphids. I. A comparative study of the occurrence of muscle break down in relation to reproduction in

- several species. *J. Ins. Physiol.*, 1, 248-256 (1957).
- 16) 辻 博夫・河田和雄：エンドウヒゲナガアブラムシの翅芽および飛翔筋の発生と組織分解. 応動昆, 31, 247-252 (1987).
 - 17) HAINE, E. : The flight activity of the sycamore aphid *Drepanosiphum platanoides* SCHR. (Hemiptera, Aphididae). *J. Anim. Ecol.*, 24, 388-394 (1955).
 - 18) 野里和雄：ワタアブラムシの暖地における冬期の発生消長と増殖に及ぼす温度の影響. 応動昆, 31, 162-167 (1987).
 - 19) DIXON, A. F. G. : Population dynamics of the sycamore aphid *Drepanosiphum platanoides* (SCHR.) (Hemiptera : Aphididae) : migratory and trival flight activity. *J. Anim. Ecol.*, 38, 585-606 (1969).
 - 20) DIXON, A. F. G. : Fecundity of brachypterous and macropterous alatae in *Drepanosiphum dixonii* (Callaphididae, Aphididae). *Ent. exp. appl.*, 15, 335-340 (1972).
 - 21) DIXON, A. F. G. : Wing loading and flight activity in the sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoides*. *Ent. exp. & appl.*, 17, 157-162 (1974).

平成13年(2001)10月5日受理

平成13年(2001)12月25日発行

