エンドウヒゲナガアブラムシの4種モルフにおける 寿命および胚子発育に及ぼす飢餓の影響

辻 博夫¹⁾・河田 和雄

岡山大学農業生物研究所

Effects of Starvation on Life Span and Embryo Development of Four Morphs of Pea Aphid (*Acyrtosiphon pisum* (HARRIS)). Hiroo TSUJI and Kazuo KAWADA (Institute for Agricultural and Biological Sciences, Okayama University, Kurashiki 710, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 31: 36-40 (1987)

Mean fecundity, survival rate, volume and number of embryos in adults were analyzed for the apterous and alate four morphs of *Acyrtosiphon pisum* (HARRIS) reared on broad bean, *Vicia faba* L. at $12 \pm 1^\circ\text{C}$ under two different conditions, normal and starvation. The apterous virginoparous females produced 98.9 larvae whereas the alate virginoparous females produced 70.0 larvae per female. Apterous virginoparous females produced a larger number of larvae than the alate virginoparous females. Larval period of the alate virginoparous females was about 1.9 days longer than that of the apterous females. Age specific survival of the virginoparous morphs was longer than that of the sexual morphs. Starved alate, male and virginoparous females, of the clone lived longer than the apterous, oviparous and virginoparous females. Under starvation conditions, alate males lived for a maximum period of 14 days and they lived longer than the apterous forms. Immediately after the final moult, the apterous virginoparous females produced a larger number of embryos than the alate virginoparous females. Embryos in the parents developed speedily after the final moult. Females produced many small embryos, under starvation conditions as compared with the normal conditions.

緒 言

アブラムシ類は日長、温度、生息密度、餌条件などに敏感に反応し、無翅胎生雌、有翅胎生雌、雄、卵生雌などそれぞれの環境条件に適応したモルフを産出する。無翅胎生雌は寄主の一定位置に定着し吸汁、産子をする増殖型であるのに対して、有翅胎生雌は環境の悪化にともなって出現し、新鮮な寄主を開拓するため移動型と呼ばれている(高岡, 1973)。有翅胎生雌は羽化後、体のキチン化が進むと良好な環境を求めて移動を開始し、新鮮な寄主に定着するまでは吸汁することは少なく飢餓条件に置かれている可能性が高い。このように有翅胎生雌は成虫化後に飛翔による移動を行うため、外骨格のキチン化が進んで、体長や卵巣小管は無翅胎生雌と比較して小さくなっている。一方、有性虫は、交尾、産卵行動を行うため頻繁に移動が見られる。

移動と飢餓は密接な関連性があり、通常移動の最中には十分な吸汁を行うことができないと考えられる。そこで本実験では、各モルフに及ぼす飢餓の影響を調べたのでその結果を報告する。

本文に先立ち、実験材料の採集にご協力いただいた立正大学の青木重幸博士、アブラムシの同定をくださった皇学館大学の宗林正人教授、そして実験を行うにあたり数々の有益な助言をいただいた茨城県農業試験場の長塚 久技師ならびに実験材料の準備にご協力いただいた岡山大学農業生物研究所の福岡まり子技官に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

材料として2系統のエンドウヒゲナガアブラムシ *Acyrtosiphon pisum* (HARRIS) を用いた。倉敷系クローンはカラスノエンドウ *Vicia sativa* L. から、札幌系クロ

1) 現在 伊州市経済労働部産業振興室農政課

2) Present address: Department of Economy and Labor, Itami City, Senzou, Itami 664, Japan.
1986年7月10日受領 (Received July 10, 1986)

ーンはアルファルファ *Medicago sativa* L. から採集し、ソラマメ *Vicia faba* L. で累代飼育している系統である。有翅および無翅胎生雌は、倉敷系クローンを集合飼育（ソラマメ1芽あたり20匹）しているグループから得た。有翅雄および卵生雌は札幌系クローンを短日処理（ $15\pm1^{\circ}\text{C}$, 8L-16D）しているグループから得た。

供試虫の飼育は、湿した砂をつめた直径8cm高さ7cmのポットに葉鞘を残しその先端部分を切除したソラマメの芽出しを7本植え込み各芽出しに内径2cm高さ9cmのガーゼ付きガラス管ビンをかぶせてこの中で行った。

各モルフは、4齢あるいは成虫化後2日以内に単独飼育とし、 $12\pm1^{\circ}\text{C}$, 16L-8Dで毎日の産子数、死亡日を記録した。飢餓に対する反応は、成虫化後1日経過した個体を管ビン内に投入し、その死亡日を記録することによって調べた。成虫化後経過日数の明らかな個体をブアン液中で解剖して卵巣小管を取り出し、そのなかの大きな胚子14個の長軸（体長）および短軸（体幅）の長さをマイクロメーターを用いて実体顕微鏡下で測定した。その結果から胚子の形を回転楕円体に近似することによって胚子体積を計算した。

結 果

1. 産子数

有翅および無翅胎生雌の幼虫期間の平均はそれぞれ、25.4, 23.5日、産子前期間の平均は9.0, 5.7日であり、繁殖前期間は有翅胎生雌のほうが約5日長かった。総産子数は無翅胎生雌で平均98.9匹（最大117, 最低50匹）であったのに対し有翅胎生雌では平均70.0匹（最大83, 最低51匹）となり総産子数は無翅胎生雌のほうが多くかつ産子速度が速かった（Fig. 1）。これらのことから有翅胎生雌の総産子数は無翅胎生雌のそれと比較して70.8%にすぎないことが明らかとなった。

卵巣小管は、有翅、無翅胎生雌を問わずどの個体でも14本存在した。総産子数にもとづいて各卵巣小管から産出された幼虫数を計算すると無翅胎生雌の場合 $98.9/14\div7.1$ （最大 $117/14\div8.4$ ）、有翅胎生雌の場合 $70.0/14\div5.0$ （最大 $83/14\div5.9$ ）となり、解剖したとき各卵巣小管内に見られた胚子数が、無翅胎生雌で7, 8個、有翅胎生雌で5, 6個であったこととよく一致した。

2. 生存率

有翅と無翅胎生雌そして有翅雄と卵生雌はそれぞれ類似した生存曲線を示した（Fig. 2）。

胎生雌では有翅胎生雌よりも無翅胎生雌のほうが、成

Fig. 1. Cumulative number of larvae produced per alate and apterous virginoparous females. ♀: alate virginoparous female $N=30$. ♀: apterous virginoparous female $N=32$.

Fig. 2. Survival curves of four morphs under 12°C , 16L-8D regime. ♀: alate virginoparous female $N=30$. ♀: apterous virginoparous female $N=33$. ♀: oviparous female $N=34$. ♂: alate male $N=29$.

虫化後10～50日ごろまでの死亡率がやや高かったが、平均寿命は、無翅胎生雌、有翅胎生雌でそれぞれ54.4, 55.0日であり最も長命な個体では、それぞれ77, 78日まで生存した。有性虫では有翅雄、卵生雌の平均寿命がそれぞれ32.8, 34.7日で最高ではそれぞれ49, 53日生存する個体が存在し、この二つのモルフの生存曲線は非常に類似していた。

胎生雌と有性虫の間の差は倉敷系と札幌系統の差であるのかモルフによる差であるのかは判断できない。また翅型による生存率の差は認められなかった。

成虫化後1日目から絶食を行った個体の平均寿命は有翅雄、有翅胎生雌、卵生雌、無翅胎生雌の順に10.7, 9.2, 7.4, 5.6日となり最大ではそれぞれ14, 10, 9, 8日間吸汁せずに生存し、とくに有翅雄で飢餓条件によく耐える長命な個体が見られた（Fig. 3）。

Fig. 3. Age specific survival curves of four morphs under starvation condition. ♂: alate virginoparous female $N=24$. ♀: apterous virginoparous female $N=20$. ♀: oviparous female $N=17$. ♂: alate male $N=9$.

飢餓条件下では、有翅虫のほうが無翅虫よりも長時間生存した。絶食した場合、砂に含まれている水分を吸収している可能性はあるが植物体からの吸汁ができないため虫体が萎縮し小さくなった。有翅虫では外骨格のキチン質が発達しているので体水分の消失が抑制されるとともに、生理的にも飢餓耐性が大きかったために、絶食条件下で長期間生存できたと考えられる。

3. 胚子発育

無翅胎生雌の胚子発育は4齢時までにかなり進んでおり、成虫化当日には最大胚子の体積は $0.041 \pm 0.013 \text{ mm}^3$ (体長 0.769 mm, 体幅 0.312 mm) まで成長していた (Fig. 4)。この胚子は成虫化後4日の間に $0.120 \pm 0.019 \text{ mm}^3$ (体長 1.149 mm, 体幅 0.446 mm) まで成長した後、産下された。第2胚子から第14胚子も最大胚子と同様に成虫化後急激に発育が進み体積が増加した。また、胚子の体積増加量は産子直前の5日間が最も大きかった。

産子開始後、母体内の胚子は順次発達してゆくため胚子の大きさはほぼ一定していたが、成虫化後30日以上を経過した個体では胚子が小型化してゆくとともに、胚子のなくなった卵巣小管は萎縮して卵巣小管数は非常に少なくなってしまう小さな卵巣小管が2, 3本残っているだけの個体も存在した。

成虫化後1日目から絶食した場合、母体が萎縮してゆくとともに、胚子の成長も抑制され、成虫化後6日を経過した個体の最大胚子体積は、 $0.081 \pm 0.014 \text{ mm}^3$ であり、正常に発育した場合の77.1%にすぎなかった。

有翅胎生雌では羽化当日における胚子の体積は無翅胎生雌と比較して小さく、最大胚子でも $0.008 \pm 0.002 \text{ mm}^3$ (体長 0.425 mm, 体幅 0.213 mm) であった (Fig. 5)。羽化後、胚子は徐々に発達して体積が $0.083 \pm 0.038 \text{ mm}^3$ (体長 0.985 mm, 体幅 0.385 mm) になる10日目頃から

Fig. 4. Volume of 1st (maximum) to 14th embryo in apterous virginoparous female at different stages of adult development. Right (♀): normal conditions. Left (♀): starvation S.T. Arrow indicates the onset of starvation. Vertical lines indicate S.D. of the volume of the 1st (maximum) embryo.

Fig. 5. Volume of 1st (maximum) to 14th embryo in alate virginoparous female at different stages of adult development. Right (♀): normal conditions. Left (♀): starvation S.T. Arrow indicates the onset of starvation. Vertical lines indicate S.D. of the volume of the 1st (maximum) embryo.

産子が開始された。産子開始時の最大胚子の体積を無翅胎生雌の場合と比較してみると、約 0.04 mm^3 小さい個体が産下されていた。第2胚子から第14胚子も最大胚子と同様に羽化後急激に成長し、産子開始後は胚子が順次成長してくるため母体内にはほぼ一定した体積構成の胚子が存在した。

有翅胎生雌を羽化後1日目から絶食した場合、胚子の成育は非常にゆるやかになった。羽化後10日目の最大胚子の体積は $0.051 \pm 0.010 \text{ mm}^3$ であり正常に発育した場合の61.4%にすぎず、母虫は産子開始前にすべて死

Fig. 6. Total volume of 1st (maximum) to 14th embryo in two morphs under two different conditions. Arrows indicate the onset of starvation.

亡した。

無翅胎生雌は有翅胎生雌と比較して体積で約2倍の胚子をつねに維持していた (Fig. 6)。無翅胎生雌を成虫化後1日目から絶食した場合、正常の場合と比較して2日目まで顕著な差は認められなかったが、4日目には差が大きくなった。有翅胎生雌の場合は、羽化後日数の経過とともに差が徐々に増加する傾向が認められ、無翅胎生雌のほうが有翅胎生雌よりもより急激に絶食の影響が胚子に現われた。

考 察

アブラムシ類の有翅胎生雌は一般に無翅胎生雌と比較して幼虫期間、産子前期間ともに長いため産子を開始する時期が遅く、また産子速度も遅いために総産子数が少なくなる傾向がある (高岡, 1973; MacKAY and WELLINGTON, 1975)。本種の有翅胎生雌と無翅胎生雌の幼虫期間、産子前期間、総産子数を比較した場合にもこの傾向があり、無翅胎生雌が定着性の強い増殖型であり有翅胎生雌は移動型であることを示唆していると考えられる。

無翅胎生雌は定着性が強いので過密になりやすい。過密状態のもとでは、有翅胎生雌が多数出現する。有翅胎生雌は羽化後活発に飛翔分散し、新鮮な寄主を求めて移動してゆが、この移動に先立って羽化後の一時期、吸汁をやめて体水分を減少し、体重を軽減することによって飛翔に適した体制をとるようになる (MacKAY and DOWNER, 1979)。有翅胎生雌は過密といった餌条件の悪い環境下で発生し (辻・河田, 1985)、かつ羽化後、飛翔を行うためにこの期間、吸汁の機会が少なく飢餓を体験すると考えられる。このために無翅胎生雌と比較して

飢餓耐性が非常に高くなっている。この機構は明らかでないが、物理的には、有翅虫の方が体表面のキチン化が進んでいるために体水分の蒸発が抑制されるとともに、生理的にはより少量の吸汁で必要な代謝を行っていることが考えられる。とくに有翅雌で飢餓耐性が強かった点については胎生雌、卵生雌のような卵巣へ多量のエネルギーを投入する必要があるためだと考えられる。生存のためのエネルギーがすでに幼虫期間に蓄えられており、羽化後あまり吸汁を必要としない例も知られており (LEATHER, 1982)、一般に雄の成虫化後の吸汁量は少なくてもよいようである。また有翅虫のほうが無翅虫よりも飢餓耐性が強い傾向が見られたが本種の雄には、有翅と無翅の2型が存在しておりこれらで飢餓耐性に差が見られるかどうかは、興味あるところである。

1 卵巣小管内の胚子数はいくつかのアブラムシ類を材料にしてすでに調査されているが、いずれの種類についても有翅胎生雌のほうが無翅胎生雌より少ない (高岡, 1960)。本種では有翅胎生雌で5, 6個、無翅胎生雌では7, 8個存在し、14本の卵巣小管をもっていたことから母体内の蔵胚数を計算するとその結果は産子数とよく一致し、成虫化後の排卵はほとんど行われないことが明らかになった。

胚子体積は産子直前に急激に増加した。無翅胎生雌では成虫化時の最大胚子の体積が、 0.041 mm^3 であったが、4日後、産子が開始されるときには 0.120 mm^3 であり体積は2.9倍に増加した。有翅胎生雌でも羽化後、産子が開始される10日目までの間に10.4倍に増加しており産下直前の時期に多量のエネルギーが胚子に供給されていることがわかる。成虫化後に胚子の体積が急激に大きくなるのは、幼虫期には植物体から吸汁した栄養分の大部分を個体の成長のために消費していたのに対し、成虫化後は個体の維持と胚子の生長のために消費され、かつ吸汁量が4齢時に比べ増加したためと考えられる。

飢餓条件におかれると翅型にかかわらず胚子の生長は急激に低下した。とくに無翅胎生雌胚子の生長の低下が有翅胎生雌の場合よりも急激に現われた。有翅胎生雌は、飢餓条件下でも比較的長期間生存したが、無翅胎生雌と比較して胚子に与える飢餓の影響もいく分少ないと考えられる。

摘 要

エンドウヒゲナガアブラムシの無翅、有翅胎生雌、卵生雌そして有翅雄の四つのモルフの寿命および胚子発育に及ぼす飢餓の影響を調査し次の結果を得た。

無翅胎生雌の総産子数の平均は98.9匹、有翅胎生雌では、70.0匹となり有翅胎生雌の総産子数は無翅胎生雌の70.8%にすぎなかった。

寄主植物上で飼育した場合、無翅と有翅胎生雌そして卵生雌と有翅雄はそれぞれ類似した生存曲線を示したが、成虫化後1日目から絶食し飢餓条件に置いた場合、有翅雄の生存率が最も高く、有翅胎生雌、卵生雌、無翅胎生雌の順に低くなった。

胎生雌の胚子発育は、成虫化後急激に進行するが、無翅胎生雌のほうが有翅胎生雌よりも大きな胚子を数多くもっていた。絶食した場合、翅型にかかわらず胚子の発育速度は急激に遅くなった。

引用文献

- LEATHER, S.R. (1982) Do gynoparae and males need to feed? An attempt to allocate resources in the bird cherry-oat aphid *Rhopalosiphum padi*. Entomol. Exp. Appl. 31: 386—390.
- MACKEY, P.A. and W.G. WELLINGTON (1975) A comparison of the reproductive patterns of apterous and alate virginoparous *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). Can. Ent. 107: 1161—1166.
- MACKEY, P.A. and R.G.H. DOWNER (1979) Water content, weight change, and activity of apterous and alate virginoparous *Acyrtosiphon pisum* (HARRIS) (Homoptera: Aphididae). Can. J. Zool. 57: 363—367.
- 高岡市郎 (1960) モモアカアブラムシ *Myzus persicae* (SULZER) の生態に関する研究. 秦野たばこ試報 48: 1—95.
- 高岡市郎 (1973) アブラムシ類の有翅型出現に関する総説. 岡山たばこ試報 32: 101—135.
- 辻 博夫・河田和雄 (1985) エンドウヒゲナガアブラムシの有翅型出現に及ぼす飼育密度の影響. 農学研究 60: 181—186.