

ジャガイモヒゲナガアブラムシの生態に関する研究

第2報 有翅型出現の要因*

梶 野 洋 一†

STUDIES ON ECOLOGY OF FOXGLOVE APHID, *Aulacorthum solani* KALTENBACH

2. On Factors Emergence of Winged Form

Yoiti KAZINO

ジャガイモヒゲナガアブラムシ *Aulacorthum solani* KALTENBACH の有翅型出現の要因について実験し、老熟葉での飼育および短日処理（8時間照明）を施すことによって低密度でも有翅型が出現するが、飼育密度および温度は有翅型の出現に直接的には影響を与えていないことを明らかにし、生活環境における有翅型の出現意義について論じた。

I 緒 言

野外でアブラムシが増加した場合の無翅胎生雌虫の移動と、ウィルス病株の分布が一般に集中的であるということから、無翅虫によるウィルス伝播の可能性は少なくない。しかし、大部分のウィルス病の感染が作物生育のごく初期に起こりやすいということから、ウィルス伝播において有翅虫は重要な役割を果たしていると考えられる。

アブラムシの有翅型出現に関する研究については、すでに多くの研究者によって報告され、その有翅型出現の原因および作用機構についても判明しつつある。これらの翅型の決定に影響を与える要因としては、棲息密度、温度、光、飢餓などその他種々の要因が挙げられるが、これらの要因もアブラムシの種類によって必ずしも共通的ではなく、さらに自然界においてはこれらの要因が互いに関連的に作用しているので、要因間の関係もきわめて複雑であると考えられる。

ジャガイモヒゲナガアブラムシ *Aulacorthum solani* KALTENBACH は一般に有翅型の出現が少ない種類であるといわれている（堀¹⁾、1926）が、著者は1968年～1970年に本種の有翅型出現の要因について試験をおこなったので、その結果を報告する。

本報告を発表するにあたり、常に多大なご援助と助言をいただき、本稿の校閲を賜った中央農業試験場病虫部馬場徹代部長、手塚浩害虫科長、富岡錫発生子奈科長、ならびに黒沢強専門技術員に厚く感謝の意を表するとともに、実験にあたり熱心にご助力くださった高桑亮病理科長、春木保研究員、玉田哲男研究員に謝意を表する。

II 実験材料および方法

材料は累代飼育中の無翅胎生雌虫から産子されたもので、産子後12～20時間以内のものを使用した。ジャガイモヒゲナガアブラムシは大豆葉で、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* SULZER は、たいな葉で飼育した。実験は陽光定温器内でおこない、温度は平均的に15°C、20°C、25°Cに保った。密度は寄主植物の葉面積10cm² 当りの頭数で表示した。照明は昼色光 FL-30D/NL を7本使用し、1日に12～15時間照明とした。なお、

† 中央農業試験場

* 本報告の一部は北日本病害虫研究会報第20号に短報として発表した。

Table 1. Effect of population density upon wing development in *Aulacorthum solani*

Temperature (°C)	Population density	Total	Unwinged	Winged	
				Number	%
15	20	120	120	0	0
	40	191 (9)	191	0	0
20	5	30	30	0	0
	10	49 (1)	49	0	0
	20	117 (3)	117	0	0
	40	197 (3)	194	3	1.52
25	5	30	30	0	0
	10	50	50	0	0
	20	120	120	0	0
	40	195 (5)	190	5	2.56

The numbers in parentheses indicate the individuals which died from unknown causes.

Table 2. Effect of population density upon wing development in *Myzus persicae*

Temperature (°C)	Population density	Total	Unwinged	Winged	
				Number	%
15	5	20	20	0	0
	10	50	48	2	4.0
	20	178 (2)	159	19	10.7
	40	342 (18)	272	70	20.5
	80	329 (71)	218	111	33.7
20	5	30	29	1	3.3
	10	69 (1)	61	8	11.7
	20	179 (1)	144	35	19.6
	40	199 (1)	138	61	30.7
	80	303 (17)	172	131	43.2
	100	460 (40)	154	306	66.5
25	5	35	35	0	0
	10	150	129	21	14.0
	20	220	164	56	25.5
	40	713 (7)	410	303	38.8
	80	682 (38)	373	309	45.5
	100	811 (89)	277	534	65.8

The numbers in parentheses indicate the individuals which died from unknown causes.

果代飼育は15時間照明で、高密度にならないように新鮮な大豆葉で飼育した。

III 実験結果および考察

1. 飼育密度と有翅型出現との関係

産子後12時間以内の子虫を5～100頭のさまざまな密度区分に分けて飼育した結果は Table 1, 2 に示すとおりである。

Node⁸⁾ (1954) はムギヒゲナガアブラムシ *Macrosiphum avena akebiae* SHINJI の有翅型の出現率は幼虫の飼育密度に比例して増加するとい

うことを明らかにした。また河田³⁾ (1960) もダイコンアブラムシ *Brevicoryne brassicae* LINNÉ の有翅型の出現は飼育密度の増加によることを明らかにした。本実験においても、モモアカアブラムシは、ある限定された葉面積の中で飼育すると幼虫の密度が高くなるほど有翅型の出現率は増加した。しかし、ジャガイモヒゲナガアブラムシでは10cm² 当り40頭の密度（以下d=40と略す）の場合に25°Cで2.56%, 20°Cで1.52%という出現率であり、モモアカアブラムシの同密度と比較するときわめて低い出現率であった。さらに、森津⁵⁾ (1949) によれば、RIVNAY (1937) はコミカンアブ

ラムシ *Toxoptera aurantii* BOYER は群棲によって有翅型の出現しないことを述べている。このことはアブラムシの種類によって最適棲息密度が異なり、その差異が有翅型の出現率にも影響を与えているように考えられる。温度も有翅型の出現に影響を与えていると思われるが、低密度状態の温度間に判然とした差が認められないことから、温度の影響は直接的なものではなくて、間接的に出現率を促進する影響を与えるものではないかと考えられる。

2. 老熟葉による飼育と有翅型の出現との関係

ジャガイモヒゲナガアブラムシの産子後20時間以内の子虫を密度区に分けて、収穫前の黄化した大豆の老熟葉で飼育したところ、Table 3 のようになった。各温度別に飼育密度と出現率との関係を求めると Fig. 1 のようになる。

$d = 5$ の実験でも有翅虫が現われ、実験1のモモアカアブラムシと同程度の出現率となった。実験温度 15°C 、 20°C 、 25°C の3種の異なった温度間の出現率の差は全般に判然とは認められなかったが、温度が高くなるほど出現率は増加する傾向がみられた。 $d = 5$ 、 10 、 20 と密度が増加するにともなって有翅型の出現率も増加した。この点から、飼育密度も有翅型出現に間接的に影響を与えているものと考えられる。 25°C において、 $d = 5$ と $d = 10$ の差が 6.3% 、 $d = 10$ と $d = 20$ の差は 9.0% 、 $d = 20$ と $d = 5$ の差はさらに大きく 15.3% となった。

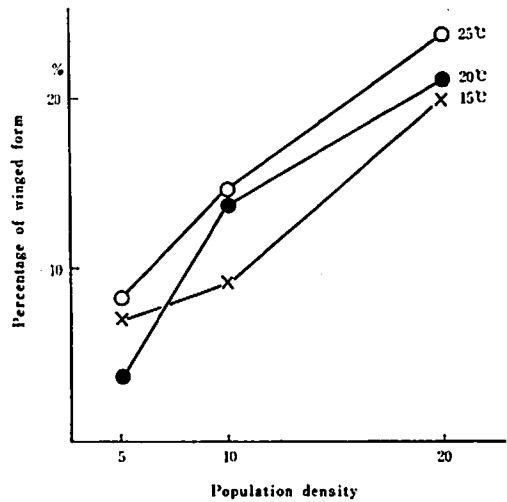


Fig. 1. Relation between population density and rate of emergence of winged form at rearing with yellowish leaves of soybean in *Aulacorthum solani*.

NODA¹¹⁾ (1960b) はトウモロコシアブラムシ、*Aphis maidis* FITCH、とキビクビレアブラムシ、*Rhopalosiphum prunifoliae* FITCH を用いて、詳細に食草の熟度および汁液濃度の影響について調べ、食草が若い場合は汁液濃度とは関係なく有翅型はほとんど出現しないが、その熟度が高いほど有翅型の出現数も多くなる。さらに幼虫がしおれた葉の上に過剰に生息する場合には、正常葉上における同じ場合より多数の有翅型が生じるということを報告している。本実験においても、収穫前の黄化した大豆の老熟葉で飼育することによって

Table 3. Effect of yellow leaves just before harvest upon wing development in *Aulacorthum solani*

Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Population density	Total	Unwinged	Winged	
				Number	%
15	5	28 (2)	26	2	7.1
	10	53 (7)	48	5	9.4
	20	96 (24)	87	18	19.8
20	5	27 (3)	26	1	3.7
	10	50 (10)	43	7	14.0
	20	95 (25)	75	28	21.1
25	5	24 (6)	22	2	8.3
	10	48 (12)	41	7	14.8
	20	89 (31)	77	21	23.6

The numbers in parentheses indicate individuals which died from unknown causes.

有翅型が出現することが判明し、それは密度が高くなるほど、温度が高くなるほど増加する傾向がみられた。したがって、ジャガイモヒゲナガアブラムシの有翅型出現の要因として、老熟葉（食草の熟度）はその1つであると考えられる。

しかしながら、Noda¹¹⁾ (1960b) はトウモロコシアブラムシの生翅に対する食草の影響は、主としてその熟度の影響であって、水分含有率はほとんど無関係であるが、キビクビレアブラムシでは熟度ばかりでなく、含有率もかなり高い影響力を持っているものと考えられると報告している。本実験の有翅型出現の原因が黄化した大豆葉の含水率の低下によるものか、老熟葉の栄養的なものによるのかは、今後さらに詳細な実験を試みなければ明らかでない。

本実験は照明時間が12時間であり、これはジャガイモヒゲナガアブラムシの有翅型出現に日長が関与していると考えられることから、照明時間の不足という要因が加わっているかもしれないが、ジャガイモヒゲナガアブラムシを収穫前の黄化した大豆の老熟葉で飼育することによって有翅型が出現するということは、中間寄主から主寄主への転移、すなわち秋季転移虫の移動という点からみると充分自然界においても考えられることである。しかし、生育困難な寄主植物上では2次的にアブラムシの飢餓を誘引し、その結果有翅型が出現することも考えられるが、これに関しては今後さらに詳細な検討が必要である。

3. 自然状態における有翅型の出現

自然条件に近いガラス室内で径 12cm の素焼植

木鉢に大豆を1本ずつ栽培し、これに産子後12時間以内の子虫約30頭を定期的に接種した。接種は9月10日から11月10日までほぼ10日ごとに行なった。逃亡を防ぐため径 12cm のガラス円筒をその上から覆った。成虫になったときの無翅型と有翅型の数を調査した結果を Table 4 に示した。

堀¹⁾ (1926) はジャガイモヒゲナガアブラムシは8月中旬ころに有翅型が出現し、その後は両性虫の出現する時期、すなわち10月上旬に至る間まで普通有翅虫を発見することができないと報告しているが、本実験においても、ほぼ同様の結果をえた。9月10日、20日に接種したものの出現率は低かったが、10月上旬から11月上旬にかけて有翅型が多く出現した。ガラス室内は日中やや高温気味であるため平均気温が自然状態よりも高くなったが、飼育期間中はほぼ10°C～20°Cの間であった。さらに、最高気温と最低気温との差（温度較差）もほぼ 10°C であった。

このような条件下で有翅型が多く出現したことから、ジャガイモヒゲナガアブラムシの有翅型出現に日長と温度較差が影響を与えているのではないかと考えられる。しかしながら、本実験からは、それが日長によるのか、温度較差によるのか、あるいはその複合したものか、さらにその他の要因が関与したのかは明らかでない。

4. 日長時間と有翅型出現との関係

産子後12時間以内の子虫を1日の照明時間、3時間、6時間、8時間の3段階に分けて飼育した結果を Table 5 に示した。飼育は陽光定温器でおこない、飼育温度は25°Cである。

Table 4. Wing development in *Aulacorthum solani* at natural environment (unheating glasshouse)

Date of inoculation	Total	Unwinged	Winged	
			Number	%
K. 10	29 (1)	25	4	17.2
	35 (5)	30	5	11.4
X. 1	28 (2)	17	11	39.3
	29 (1)	10	19	62.1
	29 (1)	9	20	69.0
N. 1	27 (3)	9	18	66.7
	27 (3)	8	19	70.4

The numbers in parentheses indicate individuals which died from unknown causes.

Table 5. Effect of photoperiod upon wing development in *Aulacorthum solani* (25°C, d = 5)

Lighting hours	Total	Unwinged	Winged	
			Number	%
3	25 (15)	25	0	0
6	34 (16)	34	0	0
8	140 (60)	73	67	47.9

The numbers in parentheses indicate individuals which died from unknown causes.

Table 6. Relation between reproduction and photoperiod in *Aulacorthum solani* (25°C)

Lighting hours	Number of individuals	Longevity (days)	Number of offspring per adult	Number of unproduced adult
3	21*	18.3	6.6	8
6	13*	20.6	7.4	5
8	20*	25.0	30.7	0
15	5**	28.5	42.2	0
	5***	30.6	57.2	0

Host plants ; * soybean, ** white clover, ***potato.

Table 5 から明らかなように、3時間、6時間照明区では有翅型は出現せず、8時間照明区で47.9%という高い出現率となった。しかし、各区とも死亡率が高くなり、3時間、6時間照明区では生存期間、平均産子数もきわめて低下し、産子を行なわない個体も生じた (Table 6)。

安江ら¹⁵⁾ (1969) はダイコンアブラムシの有翅型出現におよぼす日長と温度の影響について、短日処理 (8, 12時間照明) は飼育密度との関連において、有翅型出現を促進させる効果があり、有翅型出現におよぼす温度 (環境温度) の影響については低温区 (15°C~20°C) が有効であると報告している。本実験の飼育密度 $d = 5$ 、飼育温度 25°C、8時間照明での出現率は安江ら¹⁵⁾ (1969) の報告よりも高い出現率であり、飼育密度を高くし、低温区で処理した場合、さらに高い出現率を与えることも考えられる。

一般的傾向として、アブラムシ類は繁殖好適条件が続く限り、無翅虫が圧倒的に多く有翅虫はでにくく、もし、この好適条件のうち、1つまたは、いくつか欠けるような場合には有翅虫が多くなると考えられている。本実験の3時間、6時間照明区はアブラムシの生活条件として不適当な

ものと考えられるにもかかわらず、有翅型が出現しなかったことから、1日8時間照明は臨界日長ではないかと考えられる。しかし、このことについてはさらに検討を要する。

以上の結果から、ジャガイモヒゲナガアブラムシの有翅型出現の要因として老熟葉および日長が考えられ、それに間接的に影響を与えるものとして温度および飼育密度が考えられた。

森津⁵⁾ (1949) によれば昆虫類の同一種間における、長翅、短翅、狭翅、無翅等、翅の発達程度による多型現象については半翅類、とくに水棲半翅類でよく知られている。害虫として著名なウンカ類にも短翅型の存在することは周知の事実である。しかしこれらの多くはその出現が遺伝的であり、かつ、その多くは性に関連していることが知られている。これに反してアブラムシの2型 (有翅と無翅) の出現が遺伝的でないことに1つの大きな特徴がある。このようなアブラムシの多型現象はすでに多くの研究者によって報告されており、田中¹⁰⁾ (1961) によれば、Essig (1952) はモミジタイケアブラムシ *Periphyllus californensis* SHINJI で17にも達する多型の例を報告している。普通に見られる移住型のものでも、幹母、主寄主

上の胎生雌、春季移住型、中間寄主上の胎生雌、秋季移住型（産雌虫、産性虫、産雄虫など）、両性雌、雄など少なくとも7型以上が出現することが知られている。このアブラムシの多型現象はその棲息する地域によって必ずしも一定ではない。アブラムシは本来各種の型の出現する状態にあるが、その地域の環境条件によって、その型の出現が異なる。このことは、アブラムシの生活史は棲息する地域の気候によって異なることを示すものであると考えられる。

アブラムシ科に属するアブラムシは、有性生殖をする両性雌および雄が出現して受精卵を生ずるものと、胎生雌虫による単性生殖を行なうものと2通りの繁殖法を行なうことが知られている。

一般にアブラムシの有性個体による繁殖は、柴田¹²⁾ (1954) は生活環境における温度の急激な低下（温度較差が10°C以上）という刺激的作用によって起こされると報告しており、田中¹⁰⁾ (1961) はそれに加えて寄主植物の栄養的な条件も無視できないと示唆している。さらに田中¹⁰⁾ (1961) は各種のアブラムシの飼育において、温度較差が大きくて、平均気温が20°C前後の場合に有性個体の出現する例が少なくないと述べている。また、森津³⁾ (1949) によれば、MARCOVITCH (1924) もイチゴネアブラムシ *Aphis forbesi* WEED の有性虫の出現と短日との関係を明らかにしている。現に著者はガラス室内でジャガイモヒゲナガアブラムシを飼育した結果、10月上旬以降に両性雌（無翅型）と雄（有翅型）が出現し、交尾、産卵するのを観察しており、堀¹⁾ (1926) もジャガイモヒゲナガアブラムシについて同様の観察結果を報告している。Table 4 において、10月1日以降に出現した有翅型と無翅型との中には、本調査では未確認のため明らかでないが、有性個体が含まれていることも充分考えられ、ジャガイモヒゲナガアブラムシの有性個体の出現にも温度較差が関与しているものと推察される。しかしこれに関しては、今後さらに詳細な調査研究が必要である。

一方、胎生雌虫による単性生殖はアブラムシが十分に繁殖に好適な条件が続く限り、無限に続けるものと考えられており、柴田¹²⁾ (1954) はクリ

マダラアブラムシ、*Myzocallis kuricala* MATSUMURA で12年間に542代も単性生殖を続けたと報告しており、田中¹⁰⁾ (1961) もモモアカアブラムシ、キビクビレアブラムシ、ムギヒゲナガアブラムシを2年以上単性生殖のみ続けさせることができたと述べている。胎生雌虫には有翅型と無翅型とがあり、有翅型の産む子虫は無翅型になるのが普通である。しかしながら、NODA⁹⁾ (1959) はムギヒゲナガアブラムシにおいては有翅型から有翅型が容易に出現すると報告しており、アブラムシの種類によって異なることが考えられる。ジャガイモヒゲナガアブラムシについては、堀¹⁾ (1926) が有翅型は無翅型から生まれるのが普通で、有翅のものより産まれることはきわめて少ないと報告している。一般に、無翅型が有翅型を産む原因として、不良環境条件が考えられており、本実験においても、老熟葉および短日処理（日長時間）が有翅型出現の要因として認められた。一般に、これら有翅型は分散、移動的であり、寄主の変遷、遠距離の移動などを行なうものとして考えられており、アブラムシの生活環境における有翅胎生雌虫出現の意義は従来悪い環境から良い環境へ移って次の世代を産むという不良環境条件からの逃避型として考えられてきた。しかしながら、NODA¹⁰⁾ (1960a) は、キビクビレアブラムシで有翅型から生まれた子虫は無翅型から生まれた子虫より生活条件の低下に対して強い耐性を示すことを報告し、さらに有翅胎生雌虫の出現は、単に移動型を生じ生活に不都合な区域から好都合な区域へ分散して次世代を生むということのほかに、有翅型それ自体の体質が発育の途中、第3齢以降から強くなるとともにその強さを次の世代へ伝えるということをも合わせて意味するのではないかと示唆している。

本実験においては、ジャガイモヒゲナガアブラムシの有翅型の出現要因として、秋季の移動に関係の深い老熟葉および日長のみしか認めることができなかった。アブラムシによって好適生活条件の幅の相違することは周知の事実であり、この意味から、ジャガイモヒゲナガアブラムシは生活条件に対する幅が広く、不良環境条件に対する感受

性が低いのではないかと考えられ、それ故に、ジャガイモヒゲナガアブラムシにおける有翅型出現の意義は移動可能な型の出現と移動分散に限定されるのではないかと推察される。しかしながら、これらの問題については将来の研究にまつところが多い。

IV 摘 要

ジャガイモ葉捲病、ダイズ矮化病などのウイルス病の媒介昆虫であるジャガイモヒゲナガアブラムシの有翅型出現に影響を及ぼす要因について実験をおこない、その結果を要約すると次のようになる。

- 1) 飼育密度はジャガイモヒゲナガアブラムシの有翅型出現の主要因とはならないが、モモアカアブラムシでは主要因となりうる。
- 2) 老熟葉（大豆）で飼育すると有翅型が出現するが、老熟葉の含水率の低下によるのか、栄養的なものによるのかは不明である。
- 3) 自然状態に近いガラス室内で飼育すると10月上旬から11月上旬にかけて多くの有翅型が出現した。
- 4) 生後12時間以内の子虫に日長処理をすると1日8時間照明で有翅型が出現した。しかし、3時間、6時間照明区では出現しなかった。
- 5) ジャガイモヒゲナガアブラムシの有翅型出現に影響を及ぼす要因として食草の熟度、日長の変化、さらに補助要因として棲息密度、温度、温度較差などが考えられるが、決定的な因子として挙げられるものを明らかにすることはできなかった。

引用文献

- 1) 堀 松次, 1926; ジャガイモヒゲナガアブラムシに関する調査, 北農試報告17, 51~83.
- 2) ———, 1929; 北海道における主要農園芸害虫類, 北農試報告, 23, 1-163.
- 3) 河田和雄, 1960; ダイコン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, 47, 205-212.
- 4) 岸本良一・西 泰道, 1970; ウィルス媒介昆虫としてのアブラムシ類の諸問題, 植物防疫, 24 (3), 17-20.

- 5) 森津孫四郎, 1949, アブラムシにおける有翅型出現現象と中間型について, 宝塚昆虫館報, 62, 1-15.
- 6) ———, 1954; Food-plant list of injurious Japanese Aphids in East Asia. 山口大学農学部学術報告, 5, 135-148.
- 7) ———, 安田壮平, 1966; 日本におけるバレイシ・アブラムシ, 山口大学農学部学術報告, 17, 873-890.
- 8) NODA, I., 1954; The emergence of winged viviparous female in aphid. Mem. Ehime Univ. Sect. 2, B-2, 61-70.
- 9) ———, 1959; The emergence of winged viviparous female in aphid VII. On the rareness of the production of the winged offsprings from the mothers of the same form. Jap. J. appl. Ent. Zool., 3, 4, 272-280.
- 10) ———, 1960-a; The emergence of winged viviparous female in aphid VIII. Ecological significance of the emergence of winged form in the life cycle of aphid. Jap. J. appl. Ent. Zool., 4, 1, 57-63.
- 11) ———, 1960-b; The emergence of winged viviparous female in aphid. X. The effect of maturation and water content of food leaves upon the winged development in Aphid maidis. Jap. J. appl. Ent. Zool., 4, 4, 242-248.
- 12) 柴田文平, 1954; クリマダアブラムシの生態及び細胞学的研究, 宇都宮大学農学部学術報告, 2, 2, 1-67.
- 13) 田中 正, 1959; アブラムシの生活環と防除法, 植物防疫, 13, 10, 431-434.
- 14) ———, 1961; 陸稲根アブラムシ類に関する研究, 宇都宮大学農学部学術報告特掲, 10, 1-83.
- 15) 安江安宜・河田和雄, 1969; ダイコンアブラムシの有翅型出現に及ぼす飼育密度, 日長時間, 環境温度の影響, 農学研究, 53, 1-2, 21-24.

Summary

In this paper, the author studied the factors of emergence of winged form of foxglove aphid, *Aulacorthum solani* KALTENBACH, that transmits potato leaf roll virus and soybean dwarf virus.

Experimental results are summarized as follows;

1. When the larvae of *Aulacorthum solani* were reared at the various population density, the winged forms were scarcely produced, but in *Myzus persicae* SULZER, the rate of the wing development became higher with the increase of the population density. Therefore, the effect of the population density upon the wing development seems to differ with the species of aphids.
2. When the larvae of *Aulacorthum solani*

were given the yellow leaves just before harvest, the winged forms were more readily produced than when overcrowded on the normal ones.

3. When the larvae of *Aulacorthum solani* were reared in natural environment (unheated glass-

house), many winged forms readily emerged from early October to early November.

4. It was recognized that the photoperiodic treatment had influence upon the emergence of winged forms in *Aulacorthum solani*.