

ニセダイコンアブラムシ *Lipaphis erysimi*
Kaltenbach の有性虫出現に及ぼす
日長と温度の影響

河 田 和 雄

ニセダイコンアブラムシ *Lipaphis erysimi* Kaltenbach はアジア, 南北アメリカ, ヨーロッパ, アフリカ, オーストラリアの各大陸に広く分布するアブラナ科作物の重要害虫である。また, カブモザイクウイルス, カリフラワーモザイクウイルスなど数種ウイルスを媒介するアブラムシとしてもよく知られている。

本種には, 周年単性生殖によって増殖を繰り返す不完全生活環と, 晩秋に産卵雌虫と雄虫が出現し, 有性生殖によって受精卵を産み, 卵態で越冬する完全生活環がある。ところが, 完全生活環に関する報告は数例 (Müller 1955, Verma and Mathur 1966, Basu *et al.* 1970) あるだけで, なお不明の点が多い。日本国内では, 雄虫の発見がおくれ, これまで完全生活環の存在が不明であったが, 1976年10月14日, 鳥根県隠岐郡西郷町のダイコン畑で無翅雄虫がみつき, 村井・河田 (1977) によって, 完全生活環の存在が明らかにされた。

完全生活環における有性虫の出現については日長, 温度, 寄主植物の栄養条件などが要因としてとりあげられ, 多くのアブラムシで研究されてきたが, 本種については未解決である。筆者は目下数種アブラムシの生活環に関する研究を実施中であるが, 今回はニセダイコンアブラムシの有性虫出現に及ぼす日長と温度の影響について調査した結果を報告する。

材料の提供ほか数々の有益な助言をいただいた鳥根県農業試験場の村井保技師および終始実験に協力された福岡まり子技官, 北村素子技術補佐員に感謝の意を表す。

実験材料および方法

供試虫は1976年10月14日鳥根県隠岐郡西郷町津井のダイコン畑から採集した系統 (以後隠岐系統と呼ぶ) と1976年11月1日倉敷市中央2丁目岡山大学農業生物研究所圃場のダイコン畑で採集した系統 (以後倉敷系統と呼ぶ) を温度15°C, 16時間照明条件下でダイコンの芽出し苗を飼料として, 数世代以上飼育を続けたものである。

実験条件は恒温恒湿器によって温度15°C, 20°C, 25°C, 関係湿度75%, 8~16時間の一連の光周条件を設定し, ガラス管瓶 (10×2.4 cm) にダイコン芽出し苗を数本いれて飼料とし, 供試虫を小筆で丁寧に飼料につけ, ガーゼでふたをした飼育容器を設置した (Fig. 1)。

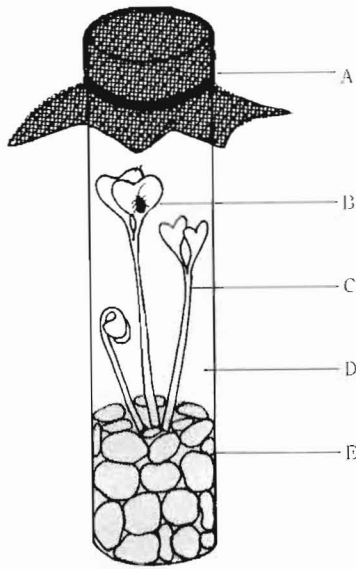


Fig. 1. Apparatus for rearing aphids
 A, Gauze; B, Aphid;
 C, Radish seedling;
 D, Glass tube;
 E, Vermiculite

なお、飼料のダイコン芽出し苗は4～5日おきに新鮮なものと交換した。

まず、温度15°C、16時間照明条件下で累代飼育して得られた新しい成虫を温度15°C、20°C、25°Cの3温度で8～16時間の一連の光周条件下におき、24時間飼育し、その後これらの成虫を取り除き、この間に生まれた子虫を引続き同一条件で4齢に達するまで飼育し、以後個体飼育とした。供試虫数は1実験区3～5個体で、生存期間中に産出された子虫はすべて1日おきにとって、それぞれ分離飼育し、成虫に達した時点で型の判別をした。産出された子虫は胎生雌虫、産卵雌虫、雄虫の3種類であった。

実験結果

1. 有性虫出現と日長との関係

アブラムシの完全生活環型は、短日低温条件が刺激となって有性虫(産卵雌虫、雄虫)を産出する。非寄生転換性種のニセダイコンアブラムシ

は、1頭の胎生雌虫が産卵雌虫、雄虫、胎生雌虫の3種類を産みわけることができる。温度15°Cにおける有性虫出現と日長との関係はTable 1, A およびFig. 2, A, B のとおりである。

隠岐系統の有性虫産出個体は、14時間以下の短日照明区で出現した。そのうち産卵雌虫産出個体は13.5時間以下の5照明区の全個体と、14時間照明区の3個体であった。雄虫産出個体は8時間と9時間の短日照明区の全個体と12時間と13時間の照明区の各3個体、それに13.5時間と14時間照明区の各1個体であった。雄虫産出個体は産卵雌虫産出個体にくらべるとその数が非常に少なく、そのうえ日長時間が長くなるほど減少する傾向がみられた。14.5時間以上の長日照明区では、有性虫産出個体はなく、すべて胎生雌虫産出個体であった。

つぎに、産まれてきた子虫の型の構成をFig. 2, A, B にしめす。8～12時間の短日照明区では、産卵雌虫が全体の63～87%を占めて最も多く、ついで雄虫の6.8～31.2%、胎生雌虫の2.7～6.2%の順となる。日長時間がやや長い13～14時間の3照明区では、胎生雌虫が53.5～86.4%を占め最も多く、ついで産卵雌虫10.9～46.1%、雄虫0.4～6.5%の順であった。倉敷系統は、8時間の短日照明区でも有性虫はまったく出現せず、すべて胎生雌虫であった(Table 1, D, Fig. 2, A)。倉敷系統は短日低温刺激に反応しない不完全生活環型と考えられる。

Table 1. Relationship between photoperiod and the appearance of viviparae, oviparae and males at 15°C, 20°C and 25°C.

A (15°C)						B (20°C)							
Photo-period	Individual No.	Form of offspring			Total	Photo-period	Individual No.	Form of offspring			Total		
		♀(V)	♀(O)	♂				♀(V)	♀(O)	♂			
8L16D	1	2	51	16	69	8L16D	1	0	58	6	64		
	2	2	40	18	60		2	2	35	0	37		
	3	1	52	4	57		3	0	24	10	34		
9L15D	1	6	7	11	24		4	0	24	15	39		
	2	0	34	12	46		5	0	45	11	56		
	3	0	41	12	53	12L12D	1	38	2	0	40		
	4	0	20	15	35		2	32	0	0	32		
	5	5	15	8	28		3	35	0	0	35		
12L12D	1	3	21	3	27		4	45	0	0	45		
	2	2	31	0	33		5	44	4	0	48		
	3	5	23	0	28	13L11D	1	59	0	0	59		
	4	0	34	2	36		2	61	3	0	64		
	5	0	32	6	38		3	51	0	0	51		
13L11D	1	21	15	7	43		4	61	0	0	61		
	2	14	20	6	40		5	58	0	0	58		
	3	28	19	0	47	14L10D	1	37	0	0	37		
	4	41	11	2	54		2	54	0	0	54		
	5	41	6	0	47		3	32	0	0	32		
13.5L10.5D	1	20	39	1	60		14.5L9.5D	1	41	0	0	41	
	2	19	36	0	55			2	41	0	0	41	
	3	25	15	0	40	3		43	0	0	43		
	4	25	14	0	39	C (25°C)		8L16D	1	33	0	0	33
	5	41	8	0	49				2	35	0	0	35
14L10D	1	54	7	0	61		3		27	0	0	27	
	2	36	9	0	45		D (15°C)	8L16D Kurashiki	1	39	0	0	39
	3	45	0	0	45				2	26	0	0	26
	4	55	8	6	69	3			24	0	0	24	
14.5L9.5D	1	51	0	0	51	4			33	0	0	33	
	2	46	0	0	46	♀(V) Viviparae ♀(O) Oviparae ♂ Males							
	3	54	0	0	54								
15L9D	1	65	0	0	65								
	2	59	0	0	59								
	3	56	0	0	56								
16L8D	1	57	0	0	57								
	2	56	0	0	56								
	3	43	0	0	43								

2. 有性虫出現と温度との関係

温度の影響として、一般に高温は有性虫の出現を抑制するといわれている (Kenten 1955).

本種においても、温度が25°Cになると、8時間の短日照条件下でも、有性虫の出現はみられなかった (Table 1, C, Fig. 2, A). 温度が20°Cの場合には、有性虫は13時間以下の短日照明区で出現した。産卵雌虫産出個体は8時間照明区の全個体、および12時間照明区の2個体と13時間照明区の1個体のみであった。一方、雄虫産出個体は8時間照明区の4個体のみであった (Table 1, B). つぎに、子虫の型の構成をみると、8時間照明区では産卵雌虫80.9%, 雄虫18.3%, 胎生雌虫0.9%, 12時間照明区では胎生雌虫97%, 産卵雌虫3%, 13時間照明区では胎生雌虫99%, 産卵雌虫1%となった (Fig. 2, C).

3. 産子順序

一連の光周条件下における、産まれた子虫の型と順序との関係は Fig. 2, A, B, C のとおりである。隠岐系統は、温度15°C, 8~12時間照明区では、まず最初に胎生雌虫と産卵雌虫が出現し、ついで雄虫が出現した。13時間

間と14時間の両照明区では、雄虫と産卵雌虫の出現順序が逆転し、胎生雌虫のつぎに雄虫が出現した。温度が20°Cになると、8時間照明区では、産卵雌虫は産子全期間にわた

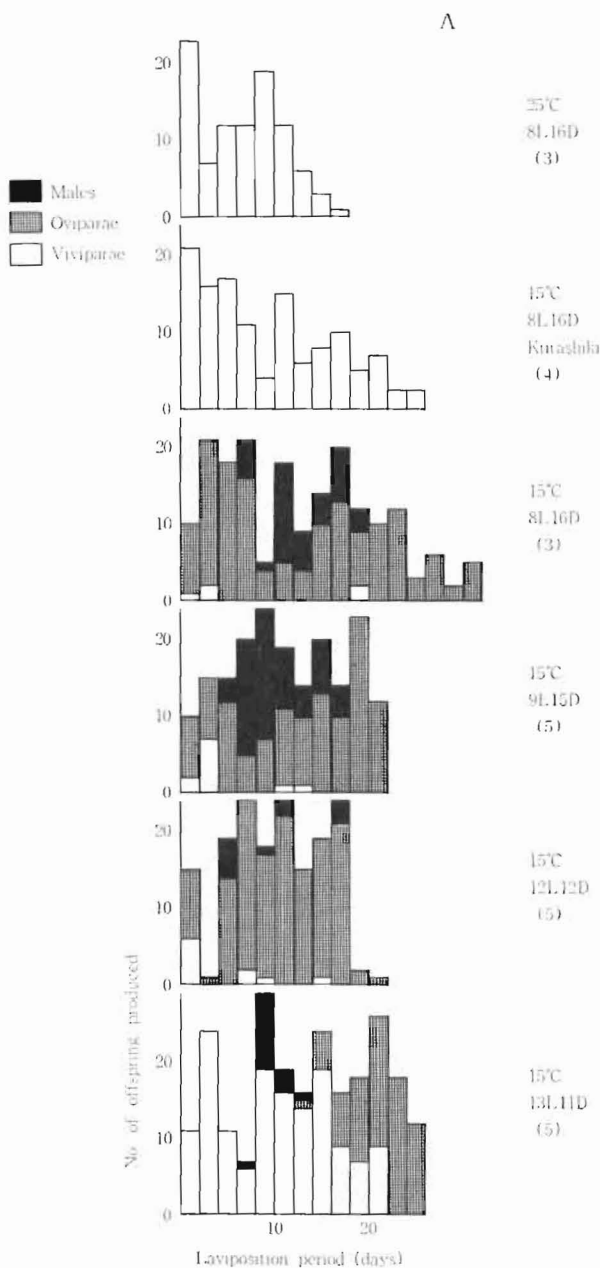
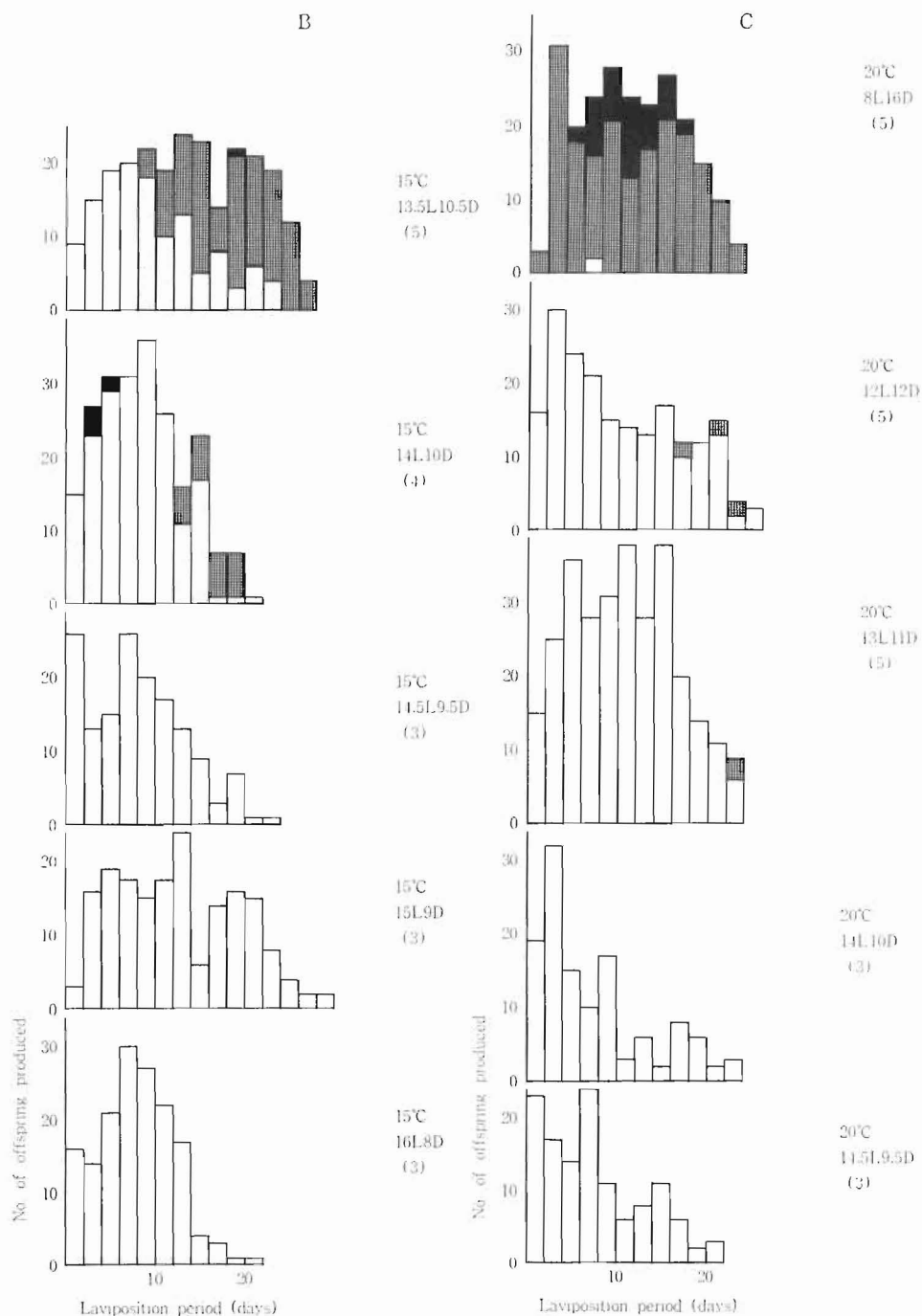


Fig. 2. Relationship between photoperiod and the appearance of viviparae, oviparae and males at 15°C, 20°C and 25°C. () indicates number of aphids tested.



って出現するが、雄虫は産子期間の初期の一部と終期を除く期間に、また胎生雌虫は産子期間初期の後半の一時期にごく少数しか出現しなかった。12時間と13時間の両照明区では、産卵雌虫は産子期間の後半の一部で数頭出現しただけであった。

考 察

非寄主転換性種のニセダイコンアブラムシは、周年アブラナ科の植物に寄生する。不完全生活環型は、日本の西南暖地に多く分布し（河田・村井 1979）、厳寒期でもダイコン、ハクサイ、カブなどの葉に寄生し増殖する。完全生活環型は、日本国内では寒冷地に多く分布し、晩秋に有性虫が出現し、寄主植物の葉裏や茎などに産卵する。卵は3月上旬頃から孵化し、3月下旬から4月中旬にかけて幹母成虫が現われ、単性生殖を続けながら秋まで増殖を繰り返す（Kawada and Murai 1979）。

アブラムシの有性虫出現要因として日長が重要な役割を果たしていることを Marcovitch (1923, 1924) が *Aphis forbesi* Weed で発見して以来、多くのアブラムシで有性虫出現と日長との関係について研究がなされてきた（Bonnemaison 1951, Kenten 1955, Lees 1960, Lamb and Pointing 1972）。日長のほか温度、寄主植物の栄養条件、世代数なども有性虫の出現要因としてあげられている。しかし、本種のような非寄主転換性種で、しかも地上で生活するアブラムシは、寄主植物の栄養条件の変化という不安定な要素よりも、もっと確実に季節変化の指標となる日長をよりどころとして生活環を組み立てている公算が大である。

本種の隠岐系統は短日低温刺激に反応して繁殖法を単性生殖から有性生殖に切り替えている。有性虫（産卵雌虫、雄虫）出現の臨界日長は、温度が15°Cの場合には14時間と15時間の間にあるものと考えられる（Fig. 3, A, B）。産卵雌虫産出個体は雄虫産出個体にくらべると、はるかに多い。また、子虫の型構成をみても、産卵雌虫の占める割合が極めて高い。日本国内で、ごく最近まで産卵雌虫の存在だけしか確認されなかったのは、雄虫の出現数に原因があるものと思われる。

温度は日長との関連において、有性虫出現の早晩に関与している。温度が20°Cになると、有性虫出現の臨界日長は短くなり、産卵雌虫では13時間と14時間の間にあるものと推定される（Fig. 3, B）。雄虫は12時間の短日照明区でも出現しなかった（Fig. 3, A）。温度が25°Cになると、8時間の短日照明区でも有性虫の出現はみられず、短日効果は高温によって完全に消去されてしまう。このことは、野外において、夏から秋の気温が25°Cを超えている間は、本種の有性虫出現が抑制されることを意味している。アブラムシは、体内に測時機構を持ち、季節の推移を日長を測定することにより、正確に把握することが可能であるが、温度が一定限度（25°C～28°C）以上になると、測時機構は作動しなくなる。野外における有性虫出現の早晩は、その年の気温（特に8月下旬から9月下旬）に左右され、秋に気温が急速に低下する年には有性虫の出現が早まる。

寄主植物の栄養条件は、地下で生活する根アブラムシにとっては大きな意義を持つが、本種のような草本植物に寄生する非寄主転換性種では、いつでも新鮮な飼料をとることができるので、あまり問題とならない。

短日低温条件下で有性虫が出現するためには、卵から孵化してから一定期間の日数の経過が必要であることは Bonnemaison (1951), Lees (1960) によって明らかにされ、前者は幹母要因、後者は Interval timer と称した。

本種の有性虫が出現する中国地方各地では、卵はふつう3月上旬から下旬にかけて孵化し、4月上旬～下旬に幹母成虫となる。この間の自然日長は13時間前後、最高気温は20°C

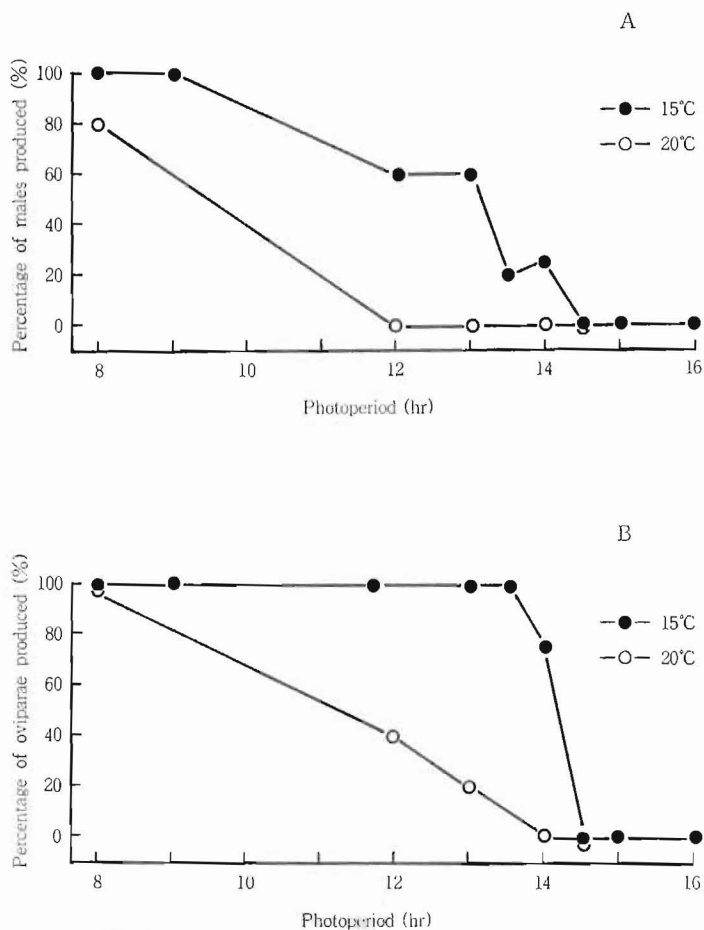


Fig. 3. Effect of photoperiod on determination of sexual forms (percentage of parents producing sexual progeny) in the *Lipaphis erysimi* A, Male B, Ovipara

以下である。したがって有性虫出現の可能性が存在するが、実際には60~90日の有性虫出現抑制期間(河田, 未発表)があるため、この時期野外で有性虫をみることはわずかしい。Interval timerについては、これまで、いくつかの種で確認されているが(Dixon 1971, 山口 1976, MacKay 1977), その作用機構については、まだ解明されていない。

摘 要

ニセダイコンアブラムシの2系統について、有性虫出現に及ぼす日長と温度の影響を、3段階の恒温(15°C, 20°C, 25°C)と一連の光周条件(8~16時間照明)のもとで調査し、下記の結果が得られた。

- 1) 隠岐系統は、母虫を短日低温処理すると、有性虫を産出する。
- 2) 温度15°Cでは、産卵雌虫と雄虫は14時間以下の短日照明区で出現した。

- 3) 温度 20°C では、産卵雌虫は 13 時間以下の短日条件で出現したが、雄虫は 8 時間照明区だけで出現した。
- 4) 温度 25°C の高温では、短日効果が消失し、8 時間の短日照明区でも産卵雌虫と雄虫は全く出現せず、すべて胎生雌虫であった。
- 5) 雄虫の出生率は、産卵雌虫のそれにくらべると低率であった。雄虫は温度 15°C、20°C の 8～9 時間照明区では産子期間の中期に多数出現した。
- 6) 倉敷系統は、温度 15°C、8 時間の低温短日照明区においても、有性虫はまったく出現せず、すべて胎生雌虫であった。

文 献

- Basu, R. C., Ghosh, A. K. and Raychaudhuri, D. N. 1970. Studies on the aphids (Homoptera: Aphididae) from Eastern India. 4. A new genus and records of some sexual forms from Assam. Proc. Zool. Soc. Calcutta 23: 83-91.
- Bonnemaison, L. 1951. Contribution à l'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées chez les Aphidinae. Ann. Epiphyt. 2: 1-380.
- Dixon A. F. G. 1971. The "interval timer" and photoperiod in the determination of parthenogenetic and sexual morphs in the aphid *Drepanosiphon platanoides*. J. Insect Physiol. 17: 251-260.
- 河田和雄, 村井 保 1979. 岡山県におけるニセダイコンアブラムシの越冬方法. 日本応用動物昆虫学会誌 23: 260-261.
- Kawada, K. and Murai, T. 1979. Apterous males and holocyclic reproduction of *Lipaphis erysimi* in Japan. Ent. Exp. & Appl. 26: 343-345.
- Kenten, J. 1955. The effect of photoperiod and temperature on reproduction in *Acyrtosiphon pisum* Harris and on the forms produced. Bull. Ent. Res. 46: 599-624.
- Lamb, R. J. and Pointing, P. J. 1972. Sexual morph determination in the aphid, *Acyrtosiphon pisum* Harris. J. Insect Physiol. 18: 2029-2042.
- Lees A. D. 1960. The role of photoperiod and temperature in the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton. II. The operation of the "interval timer" in young clones. J. Insect Physiol. 4: 154-175.
- MacKay P. A. 1977. Alata-production by an aphid: The "interval timer" concept and maternal age effects. J. Insect Physiol. 23: 889-893.
- Marcovitch, S. 1923. Plant lice and light exposure. Science 58: 537-538.
- Marcovitch, S. 1924. The migration of the Aphididae and the appearance of the sexual forms as affected by the relative length of daily light exposure. J. Agr. Res. 27: 513-522.
- Müller, F. P. 1955. *Lipaphis erysimi* (Kalt.) ssp. *alliariae* n. ssp. (Homoptera, Aphididae), eine Blattlaus an *Alliaria officinalis*. Zool. Anz. 155: 191-195.
- 村井 保, 河田和雄 1977. ニセダイコンアブラムシ *Lipaphis erysimi* Kalt. の雄虫出現について. 農学研究 56: 45-47.
- Verma, K. D. and Mathur, A. C. 1966. First record of two species and males of *Lipaphis pseudobrassicae* Davis and *Protrama penecaeca* Stroyan (Homoptera: Ap-

hididae) from India. Indian J. Ent. 28: 277-278.

山口博昭 1976. トドマツオオアブラの個体群動態と多型の出現機構. 林業試験場研究報告 283 : 1~102.

The Effect of Photoperiod and Temperature on the Production of Sexual Forms of *Lipaphis erysimi* Kalténbach

Kazuo KAWADA

Summary

The effect of photoperiod and temperature on the production of sexual forms of *Lipaphis erysimi* (Kalténbach) was studied, at three constant temperatures (15°C, 20°C and 25°C) and a series of photoperiods (8-16hr), using two different clones, Oki and Kurashiki.

In the Oki clone, sexual forms (ovipara and male) were produced from the mother aphids kept under short photoperiods and a low temperature. At 15°C, oviparae and males were produced in photoperiods shorter than 14 hours. At 20°C, oviparae were produced in photoperiods shorter than 13 hours.

When mother aphids were kept at a high temperature of 25°C, the effect of the short photoperiod was cancelled; neither oviparae nor males were produced, even under an 8-hour photoperiod, only viviparae appearing. The birth-rate of males was lower than that of oviparae. Many males were produced at the middle of the mother's reproductive period in 8- to 9-hour photoperiods at 15°C and 20°C.

In the Kurashiki clone, no sexual forms were produced at 15°C, even in short photoperiods (8hr).