

## ヒメトビウンカの幼虫発育に不可欠な微量元素

小山 健二・三橋 淳

農業技術研究所昆虫科

Essential Trace Metals for the Nymphal Growth of the Smaller Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN. Kenji KOYAMA and Jun MITSUHASHI (Division of Entomology, National Institute of Agricultural Sciences, Nishigahara, Kita, Tokyo 114) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **23** : 173-177 (1979)

Trace metals indispensable for the growth of the nymphs were studied in *Laodelphax striatellus*. The nymphal duration and the survivorship were examined by rearing the planthopper on the MED-1 diets lacking one of the trace metals. Without iron, copper or zinc, the nymphs could not complete their development. Dietary deficiency of manganese or calcium did not prevent the planthoppers from completing nymphal development. The optimum concentrations of  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{ZnCl}_2$  for the nymphal growth were estimated at 1.1-71.3, 0.017-2.14 and 0.2-12.7 mg per 100ml, respectively.

## 緒 言

ウンカ・ヨコバイ類の完全合成飼料による人工飼育は、小山・三橋 (1969) により始められ、ヒメトビウンカでは継代飼育が達成された (MITSUHASHI and KOYAMA, 1971; 三橋・小山, 1972)。この方法によりイナズマヨコバイ、ツマグロヨコバイ (小山, 1973)、アスターヨコバイ (HOU and BROOKS, 1975)、トビイロウンカ (小山, 1979) などの人工飼育も可能となった。しかしその栄養要求については、まだほとんど調べられておらず、わずかに筆者らがヒメトビウンカの幼虫発育に必要なアミノ酸 (KOYAMA and MITSUHASHI, 1975)、ビタミン (小山・三橋, 1977) を調べているに過ぎない。今回はヒメトビウンカの栄養要求のうち、幼虫発育に不可欠な微量元素が何であるかを明らかにしたので報告する。

## 材料および方法

実験に供したヒメトビウンカは、実験室内で、イネ芽出しを用いて、1975年9月より小型試験管 (径 20mm, 高さ 100mm) 内で継代飼育して来た埼玉県産のヒメトビウンカである。採卵には MITSUHASHI (1970) の人工採卵容器を用いて産卵させ、えられた卵は水中に保存し、ふ化直前に湿った濾紙の上に移しふ化させた。この方法

を用いることにより、ふ化幼虫を植物に全く接触させることなくそれぞれの人工飼料に移すことができた。飼育は径 30mm, 高さ 30mm のガラスビンによる個体飼育で、人工飼料としては既にヒメトビウンカの人工飼料として用いられている MED-1 飼料を基にして、それから微量元素各 1 種類を除去した飼料を調製して供した (第 1 表)。また除去により、幼虫発育に影響の認められた微量元素については、その濃度を変えて最低有効濃度ならびに至適濃度を探索した。また標準に用いた MED-1 飼料における濃度よりも濃い濃度についても実験を行ない、幼虫発育が改善されるかどうかを検討した。人工飼育は、25°C 長日条件下で行ない、人工飼料は、引き伸ばしたフジ・シーロンフィルムを通して吸汁させた。飼料は 1 日おきに更新し、供試虫数は各区 100 匹で個体飼育を行い、脱皮、羽化、死亡までの生育状態を記録した。

## 結 果

MED-1 飼料から個別に微量元素各 1 種類を除去した飼料でヒメトビウンカを飼育した場合の幼虫期間を第 1 図に示す。 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  および  $\text{ZnCl}_2$  を欠いた飼料では、ヒメトビウンカは幼虫期にすべて死亡し、それぞれ 2 齢、5 齢および 4 齢幼虫までしか発育できなかった。また  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ならびに  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

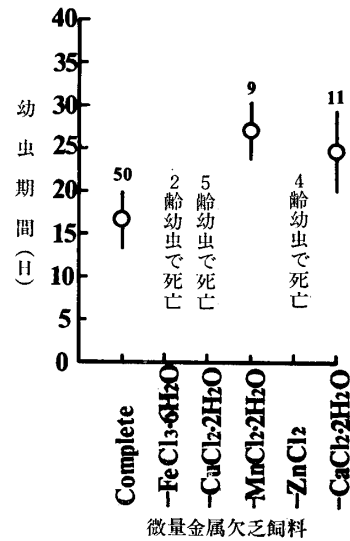
第1表 MED-1 人工飼料の組成 (mg/100 ml)

L-Alanine	100	Thiamine hydrochloride	
γ-Aminobutyric acid	20		2.5
		Riboflavin	5.0
L-Arginine hydrochloride		Nicotinic acid	10.0
	400	Pyridoxine hydrochloride	
L-Asparagine	300		2.5
L-Aspartic acid	100	Folic acid	1.0
L-Cysteine	50	Calcium pantothenate	
L-Cystine hydrochloride			5.0
	5	Inositol	50.0
L-Glutamic acid	200	Choline chloride	50.0
L-Glutamine	600	Biotin	0.1
Glycine	20	Sodium L-ascorbate	
L-Histidine	200		100.0
DL-Homoserine	800	Sucrose	5,000
L-Isoleucine	200		
L-Leucine	200	MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	200
L-Lysine hydrochloride		KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	500
	200		
L-Methionine	100	FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	2.228
L-Phenylalanine	100	CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.268
L-Proline	100	MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0.793
DL-Serine	100	ZnCl <sub>2</sub>	0.396
L-Threonine	200	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	3.115
L-Tryptophan	100		
L-Tyrosine	20		
L-Valine	200	pH	6.5

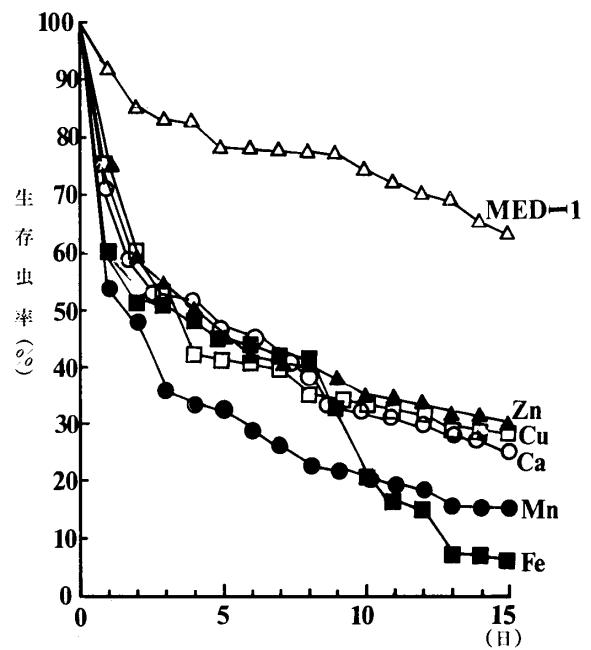
を欠く飼料では幼虫の発育が遅れ、成虫化率も低くなるが成虫まで発育することができた。

幼虫期における死亡はふ化直後に多くみられ、いずれの微量元素を除去しても5日目までに50%以上の虫が死亡した。FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>Oを除いた飼料では15日以内にほとんどの虫が死亡した(第2図)。

FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>Oを全く欠く飼料では、幼虫は2齢ですべて死亡した。MED-1飼料の1/8の濃度(0.2785mg/100ml)では、2齢幼虫までしか発育しなかったが、1/4の濃度(0.557mg/100ml)では成虫まで発育した。しかし、この場合幼虫期間がやや長くなり、成虫化率も低くなった。またFeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>Oの濃度をMED-1飼料中の濃度より濃くしていった場合、32倍(71.296mg/100ml)までは幼虫期間にほとんど差がなかったが、成虫化率は濃度が濃くなるにつれ高くなった。さらに濃度をあげると成虫化率は低くなり幼虫期間は延長する傾向がみられた。以上の結果からFeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>Oの最低有効濃度は0.56mg/100ml近辺と推定された。また至適濃度をきめることは困難であるが1.1~71.3mg/100mlの範囲にあると思われる(第3図)。



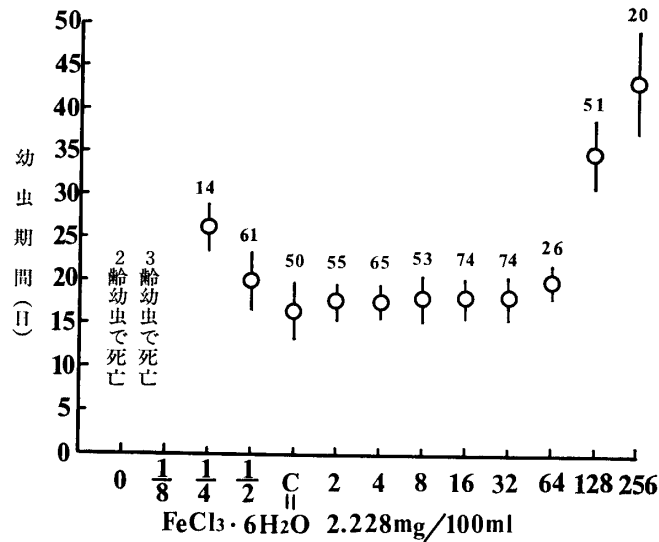
第1図 微量元素1種類を欠く飼料での幼虫発育と成虫化率。○：平均幼虫期間，縦線は標準偏差，数字は成虫化率(%)を示す。



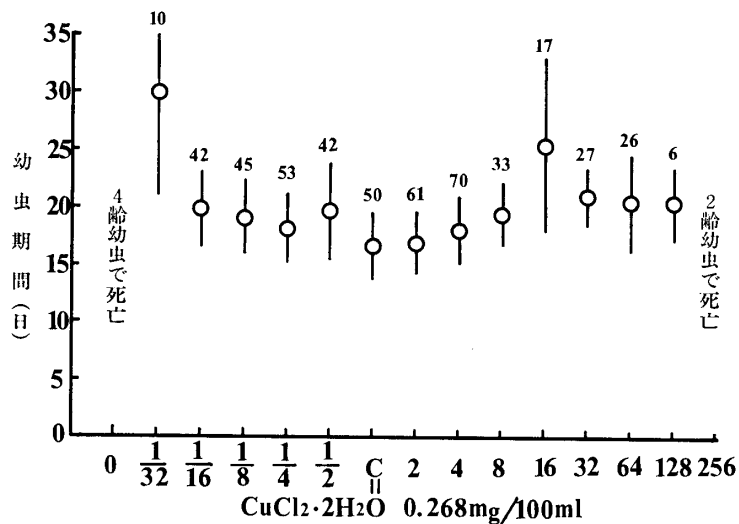
第2図 ふ化後15日までの生存率曲線。

MED-1：コントロール  
 Fe：FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 欠乏飼料。  
 Cu：CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 欠乏飼料。  
 Zn：ZnCl<sub>2</sub> 欠乏飼料。  
 Mn：MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O 欠乏飼料。  
 Ca：CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 欠乏飼料。

CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>Oを飼料より除去するとヒメトビウンカは5齢幼虫まで発育することができたが成虫までは発育しなかった。MED-1飼料の1/32の濃度(0.008375mg/



第3図 FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 濃度と幼虫期間および成虫化率. ○: 平均幼虫期間, 縦線は標準偏差, 数字は成虫化率 (%) を示す.

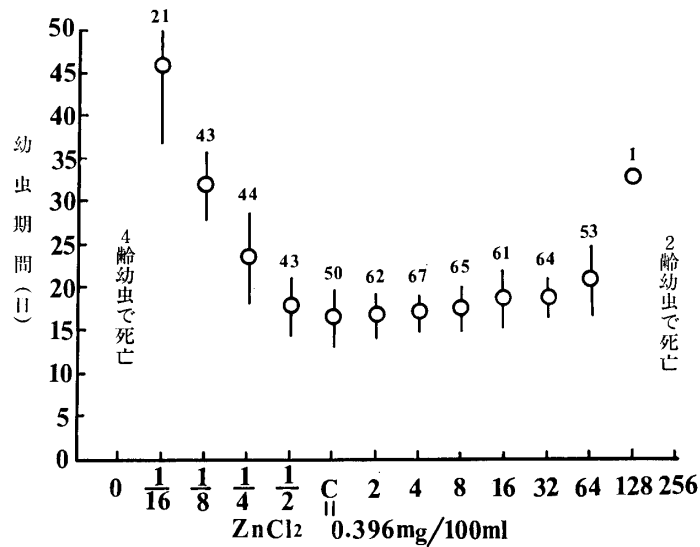


第4図 CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 濃度と幼虫期間および成虫化率. ○: 平均幼虫期間, 縦線は標準偏差, 数字は成虫化率 (%) を示す.

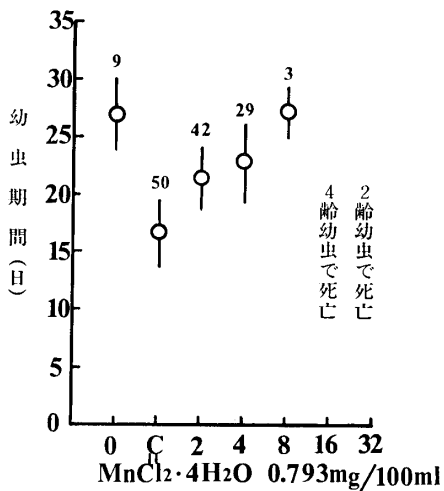
100 ml) では幼虫期間は長くなり, 成虫化率も低かったが成虫まで発育する個体があった。1/16 の濃度 (0.01675 mg/100ml) では MED-1 飼料とほとんど差がなく発育した。また濃度を MED-1 飼料より濃くしていった場合, 8 倍 (2.144mg/100ml) までは幼虫期間にほとんど差がみられなかった。しかし, さらに濃度を濃くしていくと, 128 倍 (34.304mg/100ml) までは成虫まで発育する個体があったが, 256 倍 (68.608mg/100ml) では 2 齢幼虫ですべて死亡した。以上の結果から CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O のヒメトビウンカに対する最低有効濃度は, 0.0084mg/100 ml 付近であり, また至適濃度は 0.017~2.14 mg/

100ml の範囲にあると考えられる (第 4 図)。

ZnCl<sub>2</sub> を飼料から除去するとヒメトビウンカは 4 齢幼虫ですべて死亡した。MED-1 飼料の 1/16 の濃度 (0.02475mg/100ml) では幼虫発育は 45 日前後と大幅に遅延したが成虫まで発育する個体があった。濃度を上げると幼虫発育は促進され, MED-1 飼料の 1/2 (0.198 mg/100ml) ~64 倍 (25.344mg/100ml) の範囲では幼虫発育ならびに成虫化率にほとんど差が見られなかった。しかし, さらに濃度を増して 128 倍 (50.688mg/100ml) にすると成虫まで発育した個体は 100 匹中 1 匹であった。256 倍 (101.376mg/100ml) では 1 齢幼虫ですべ

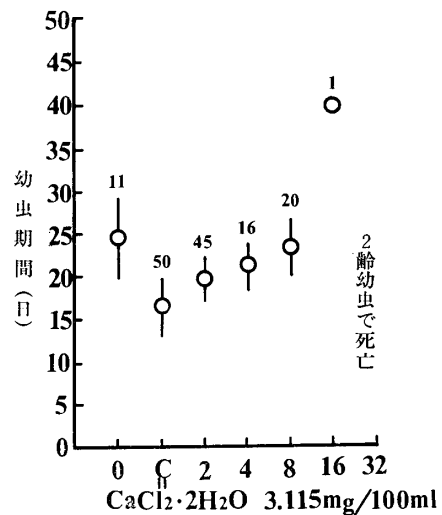


第5図 ZnCl<sub>2</sub> 濃度と幼虫期間および成虫化率. ○: 平均幼虫期間, 縦線は標準偏差, 数字は成虫化率 (%) を示す.



第6図 MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O 濃度と幼虫期間および成虫化率.

○: 平均幼虫期間, 縦線は標準偏差, 数字は成虫化率 (%) を示す.



第7図 CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 濃度と幼虫期間および成虫化率.

○: 平均幼虫期間, 縦線は標準偏差, 数字は成虫化率 (%) を示す.

て死亡した。以上の結果から ZnCl<sub>2</sub> の最低有効濃度は 0.025mg/100ml 付近であった。また至適濃度をきめることは困難であったが 0.2~12.7mg/100ml の範囲にあることは明らかである (第5図)。

MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O を除去した飼料ではヒメトビウンカは成虫まで発育することができるが、発育が遅延し、成虫化率も低くなった。また濃度を MED-1 飼料以上にすると幼虫発育は遅延し、成虫化率も低くなり、MED-1 飼料の 16 倍 (12.688mg/100ml) では 4 齢幼虫ですべて死亡し、32 倍 (25.376mg/100ml) では 2 齢までしか発育しなかった。したがって至適濃度は MED-1 飼料に含まれている濃度 0.793mg/100ml の付近だと考えられる (第

6 図)。

CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O を飼料より除去すると幼虫発育が遅延し、成虫化率も低くなった。また濃度を濃くするにしたがって幼虫発育が遅延し、MED-1 飼料の 16 倍の濃度 (49.84mg/100ml) では幼虫期間が 40 日にも達し、32 倍 (99.68mg/100ml) では 2 齢幼虫までしか発育できなかった。したがって至適濃度は MED-1 飼料に含まれている濃度 3.115mg/100ml 付近だと思われる (第7図)。

### 考 察

本研究により、ヒメトビウンカ幼虫発育に不可欠な微

微量元素は鉄、銅および亜鉛の3種類であることが明らかになった。半翅目昆虫では、微量元素の栄養要求が調べられているのはアブラムシだけであり、エンドウヒゲナガアブラムシでは、人工飼料に亜鉛、銅およびマンガンを加えていない飼料で3世代にわたり継代飼育が行われている (AUCLAIR, 1965)。またエンドウヒゲナガアブラムシでは鉄、亜鉛、銅およびマンガンのいずれかを個別に除去しても成虫まで発育し、その発育に必要な量は前世代の成虫から受けつがれ、銅については2世代にわたって受けつがれることができるという (AKEY and BECK, 1972)。モモアカアブラムシもエンドウヒゲナガアブラムシと同様に、鉄、亜鉛、銅およびマンガンのいずれかを個別に除去しても成虫まで発育する。このアブラムシでもマンガンは2世代、銅は3世代にわたって前世代の成虫から受けつがれることができるといわれている (DADD, 1967)。また、モモアカアブラムシでは、イーストエキスが含まれている人工飼料では、鉄、亜鉛、銅およびマンガンを同時に除去しても5世代にわたって継代飼育ができるといわれている (MITTLER and KOSKI, 1976)。

エンドウヒゲナガアブラムシおよびモモアカアブラムシとヒメトビウンカの微量元素に対する要求を比較すると、ヒメトビウンカの幼虫発育には鉄、銅および亜鉛が不可欠であるのに対して、この2種のアブラムシは飼料にこれら微量元素を加えなくても幼虫は成虫まで発育することができる。しかし、2世代、3世代と世代をくりかえすためには、これらの微量元素も加えないと生育に影響が現われる。このことはアブラムシとヒメトビウンカの微量元素に対する要求はかなり異なり、ヒメトビウンカはアブラムシより多くの量の金属を必要とするといえよう。なお、ヒメトビウンカの幼虫発育にとって、飼料から除去しても発育に影響を及ぼさなかったカルシウムとマンガンについては、微量の混入をなくすことがむずかしいので、不可欠であるか不可欠であるかは厳密には決定できない。

### 摘 要

ヒメトビウンカの幼虫発育に不可欠な微量元素を明らかにした。ふ化直後から幼虫を微量元素各1種類を除去した人工飼料で飼育したところ、鉄、銅および亜鉛を欠いた場合、幼虫は成虫まで発育することができない。し

たがってこれら3種類の金属は不可欠であると考えられた。飼料中の  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  および  $\text{ZnCl}_2$  の至適濃度はそれぞれ 1.1~71.3, 0.017~2.14 および 0.2~12.7mg/100ml の範囲にあると考えられた。

### 引用文献

- AKEY, D. H. and S. D. BECK (1972) Nutrition of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*: requirements for trace metals, sulphur, and cholesterol. *J. Insect Physiol.* **18**: 1901—1914.
- AUCLAIR, J. L. (1965) Feeding and nutrition of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), on chemically defined diets of various pH and nutrient levels. *Ann. ent. Soc. Am.* **58**: 855—875.
- DADD, R. H. (1967) Improvement of synthetic diet for the aphid *Myzus persicae* using plant juices, nucleic acids or trace metals. *J. Insect Physiol.* **13**: 763—778.
- HOU, R. F. and M. A. BROOKS (1975) Continuous rearing of the aster leafhopper *Macrostelus fascifrons* on a chemically defined diet. *J. Insect Physiol.* **21**: 1481—1483.
- 小山健二 (1973) 完全合成飼料によるイナズマヨコバイとツマガロヨコバイの人工飼育. *応動昆* **17**: 163—166.
- 小山健二 (1979) 完全合成飼料によるトビロウンカの人工飼育. *応動昆* **23**: 39—40.
- 小山健二・三橋 淳 (1969) ヒメトビウンカの人工摂食. *応動昆* **13**: 89—90.
- KOYAMA, K. and J. MITSUHASHI (1975) Essential amino acids for the growth of the smaller brown planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN (Hemiptera: Delphacidae). *Appl. Ent. Zool.* **10**: 208—215.
- 小山健二・三橋 淳 (1977) ヒメトビウンカの幼虫発育に不可欠なビタミン. *応動昆* **21**: 23—26.
- MITSUHASHI, J. (1970) A device for collecting planthopper and leafhopper eggs (Hemiptera: Delphacidae and Deltocephalidae). *Appl. Ent. Zool.* **5**: 47—49.
- MITSUHASHI, J. and K. KOYAMA (1971) Rearing of planthoppers on a holidic diet. *Ent. exp. appl.* **14**: 93—98.
- 三橋 淳・小山健二 (1972) ヒメトビウンカの人工飼育, 特に1齢幼虫の飼育条件の検討. *応動昆* **16**: 8—17.
- MITTLER, T. E. and P. KOSKI (1976) Development of meridic and oligidic diets for rearing the aphid *Myzus persicae*. *J. Insect Physiol.* **22**: 1135—1141.