〔衛生動物 Vol. 23 No. 1 p. 41~47 1972〕

ワモンゴキブリの親世代の飼育密度，産卵時の親の老若，
および卵期の環境湿度が，ふ化幼虫の体重と
殺虫剤感受性に及ぼす影響

水野 隆夫 辻 英明
三共株式会社農薬研究所（東京都品川区広町）

（受領：1972 年 4 月 24 日）

Effects of population density, age of parents, and environmental
air humidity during the egg stage upon the body weight
of first instar nymphs of *Periplaneta americana*
as well as upon their sensitivity of fenitrothion

Takao MIZUNO and Hideakira TSUJI
Agricultural Chemicals Research Laboratories, Sankyo Co., Ltd.,
Hiromachi, Shinagawa-ku, Tokyo.

はじめに

ワモンゴキブリの1令幼虫がドライフィルム法による殺虫試験の供試昆虫として便利に使えることはすでに報告した(Tsuji and Mizuno, 1971). 前報によれば，この幼虫の DDT に対する感受性 (10 頭当りの LD_{50} 値) は親の飼育密度や日令にかかわらずかなり一定であった。

本報では上記の試験法の結果の再現性は供試虫の平均体重の均一性に関係があるとみて，飼育密度と日令の異なる親から得た子供の性質特に体重を調査し，また同時に幼虫の体重と薬剤感受性に卵鞘期間中の乾燥がどのような影響を及ぼすかを調べた結果を報告する。

材料および方法

親世代：当研究所で累代飼育中のワモンゴキブリより

図 1 親世代飼育装置
A：全景 B：シェルター拡大図

入手したふ化後 24 時間以内の若令幼虫を図 1 のような木製シェルター（内面 9 cm×9.7 cm×高さ 9.7 cm, 1 cm 間隔で 9 cm×8 cm の縦板入り）が入っているガラス容器（15.5 cm×22 cm×28.5 cm 高）内に投入し、水とオリエンタル実験動物固型飼料 MF または NMF を与え、 $27^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, 1 日 16 時間照明下で飼育した成虫を親世代として用いた。初期投入幼虫の密度は 1 容器当り 20, 80, 320 頭とし、20 頭区のみ 4 個の容器をくりかえしとして用いた。この場合餌と水はたえず与えたので飼育密度はシェルター当りであり、320 頭区では老熟幼虫および成虫はシェルターの中に入りきれずシェルター外側にいる個体が多かった。

採卵とふ化：各密度内で飼育された親が産卵を開始してから 7 日毎に容器内の卵鞘を集めて産卵経過を調べ、特に 21, 26, 31, 36 週目は 20 卵鞘が入手できるまで毎日採卵を行ない産下後 24 時間以内の卵鞘重を計った。この卵鞘は 1 個毎に内径 1 cm 長さ 8 cm のガラスチューブに入れて綿栓をした後、あらかじめ湿度を 100 % R.H に保ってある図 2 のような吸引ビンに入れて 27°C 16 時間照明下でふ化させた。

重量測定：体重、卵鞘重等の測定はメトラー直示天秤（秤量 200 g, 感量 1 mg, 目盛 0.1 mg, B-5 型）を用いて行なった。この場合ふ化幼虫の体重は 1 卵鞘分ずつまとめて測定したが別の目的で 1 頭ずつ測定した場合もある。

殺虫テスト：幼虫のフェニトロチオン感受性試験はふ化後 4 日以内の若令幼虫を前報 (Tsuji and Mizuno,

図 2 卵鞘保育装置

1971) のドライフィルム法により 1 葉量 10 頭 2 連区で行なった。

湿度調節：異なる空気湿度中に卵鞘を保つために図 2 のビンの底に各湿度毎に次のような液を用いた。

約 100 % R.H : 水 (蒸留水)

約 90 % R.H : 硫酸カリウム過飽和水溶液

約 79 % R.H : 塩化アンモニウム過飽和水溶液

結 果

1) 飼育密度の異なる親の産卵経過

前報および図 3 に示した結果によると、ワモンゴキブリ成虫の産卵期間は非常に長く、特に親の飼育密度の低

図 3 親の飼育密度別産卵経過

● : 測定用卵鞘を採った週, — : 健全卵鞘, ---- : 喰われた卵鞘

図4 親の飼育密度および日令別の A) 親の平均体重, 上♀, 下♂, B) 平均卵鞘重, C) 1卵鞘当りの平均幼虫数, D) (卵鞘毎のふ化幼虫体重/卵鞘毎のふ化幼虫数) の平均

い20, 80頭区では産卵開始後20週間以上ほとんど変らぬ産卵状態を示している。320頭区のように飼育密度の高い場合の産卵期間は比較的短い。

2) 飼育密度と日令の異なる親の体重

飼育密度と日令の異なる親(雌雄各10頭)の体重を測定し平均値を図4Aに示した。平均成虫体重は雌雄ともに20頭区≒80頭区>320頭区で同一日令での全区の平均値間の最大最小の差は意外に少なく最大値の19%程度で20%を越えることはなかった。一方, 同一密度内で日令による差はいずれの密度でも36週の方が大きく, 特に80頭区にその差が多く見られた。そしてこの差は密度の場合同様, 雄より雌の方が大きかった。しかしこの日令による“産卵中”の成虫体重の差は飼育密度による差よりむしろ少ないようである。

3) 親の飼育密度および日令と子供の性質との関係

親の飼育密度および日令と子供の性質との関係を図4B, C, Dおよび表1に示す。

イ) 卵鞘重: 同一日令の親の密度差による卵鞘重の最大最小の差は最大値の8%以下であった。同一密度で日令が異なることによる最大最小の差は最大値の7.5%以下であった。密度, 日令こみの変動幅は最大値の13%以下であった。

ロ) 1卵鞘当りのふ化幼虫数: 同一日令の親の密度差による差は11%以下, 同一密度で日令が異なるための

差は14%以下, また密度, 日令こみの差は17%以下であった(いずれも最大値に対する最大差)。

ハ) 幼虫体重: ふ化幼虫を各卵鞘毎にまとめて計り, 各卵鞘毎のふ化幼虫数で割った卵鞘毎の平均幼虫体重を, さらに20卵鞘について平均した値の同一日令の親の密度差による変動を見ると, 最大最小の大きさの差は第3回目(31週)が最大値の16.5%で最高であったが, 他のすべては10.5%以下であった。同一密度での日令による差は15%以下, また密度, 日令こみの差は20.4%以下であった(以上図4, 表1)。

4) 卵鞘重とふ化虫数および平均幼虫体重との関係

各卵鞘の重さと卵鞘毎のふ化虫数および卵鞘毎の平均幼虫体重との関係を図5, 6に示した。親の密度や日令にかかわらず1卵鞘当りのふ化虫数が15頭以上の場合には83mg以上の比較的重量卵鞘に限られ, 反面60mg以下の比較的小さな卵鞘からのふ化幼虫数は10頭を越えることはなかった。卵鞘毎の平均幼虫体重は各密度, 日令で多少変動は見られるが, 卵鞘の重さによって大きな変動はなく, 比較的一定に保たれる傾向にあった。

5) 成虫密度および幼虫体重とフェニトロチオン感受性との関係

親の飼育密度が異なり, したがって平均幼虫体重の多少異なるワモンゴキブリ1令幼虫(ふ化後4日以内)で, フェニトロチオンに対するドライフィルム法殺虫試験を

表 1 親世代の飼育密度と日令の卵鞘およびふ化幼虫への影響

	親世代 初期密度	21 週 目		26 週 目		31 週 目		36 週 目	
		平均	標準偏差 変異係数 %	平均	標準偏差 変異係数 %	平均	標準偏差 変異係数 %	平均	標準偏差 変異係数 %
卵 鞘 重 (mg) (産下後24時間以内)	20	84.1		88.5	11.8 13.3	88.9	15.5 16.95	83.3	16.25 19.35
	80	86.5		93.4	7.4 7.91	90.1	8.9 9.8	87.3	15.4 17.4
	320	81.7		86.3	8.45 9.85	86.8	8.6 10.1	85.2	7.65 8.92
卵 鞘 ふ 化 率 (%)	20	100.0		100.0		80.0		85.0	
	80	85.0		90.0		85.0		90.0	
	320	95.0		90.0		95.0		90.0	
1 卵 鞘 当 り の ふ 化 幼 虫 数 (頭)	20	13.7	2.43 17.73	14.1	2.41 16.38	12.4	3.89 31.27	12.5	3.23 26.78
	80	14.9	1.78 11.94	13.7	2.62 19.25	13.9	2.59 18.66	13.3	3.84 29.05
	320	14.6	1.98 13.56	14.1	1.84 13.04	12.6	4.21 33.47	13.2	3.83 29.9
1 卵鞘毎のふ化幼虫体重 / 1 卵鞘 毎のふ化幼虫数 (mg)*	20	4.2	0.32 7.59	4.7	0.36 7.54	4.9	0.32 6.26	4.9	0.5 9.75
	80	4.1	0.4 9.61	4.7	0.33 7.11	4.7	0.24 5.1	4.8	0.29 5.95
	320	3.9	0.33 8.38	4.4	0.23 5.26	4.1	0.44 11.67	4.4	0.36 7.88

* 平均幼虫体重と称する

図 5 卵鞘の重さとふ化幼虫体重の関係

図 6 卵鞘の重さとふ化幼虫体重の関係

図 7 親の飼育密度, 幼虫体重, 卵鞘保存条件の関係湿度とフェニトロチオンによる LD₅₀ 値との関係

行なった. 31週目に得た卵鞘を湿度 100% R.H に保ち、ふ化した幼虫の LD₅₀ 値は図 7 A の通りである. すなわち 20 頭区 0.169 μg , 80 頭区 0.179 μg , 320 頭区 0.158 μg で、いずれも前報 (1971) の値より若干大きいが、前報では卵鞘保存の関係湿度が今回ほど精確でなく、やや低湿度であったためと思われる. 一方、ストックで得た卵鞘を同じく湿度 100% R.H のもとに保って得た 1 令幼虫を体重別に分け、調べた LD₅₀ 値は図 7 B の通り

である. A, B の結果で個体当りに見れば体重が軽いほど感受性は高くなるが、体重差がそれほどでないので親の密度の差はそれほど大きく影響しない. また体重当りに見れば一層差がなくなるのが判る.

6) 卵鞘期間中の異った湿度条件とフェニトロチオン感受性との関係

卵鞘期間の湿度を変えた場合の LD₅₀ 値を図 7 C に示した (飼育密度不明のストックの卵鞘を用いた). この

場合は個体当りに見ても体重当りに見ても、湿度の低い所でふ化した幼虫の感受性が異常に高くなることが判った。

考 察

殺虫試験のための供試昆虫の実用的な飼育密度はなるべく高い方が大量飼育のためには能率的といえる。また生物一般の中にはその生活のために若干の混み合い、または集合状態を最適とするものもあることは古くから指摘され (Allee *et al.*, 1958), ゴキブリ類もある程度この傾向があることが知られている (Willis *et al.*, 1958, Izutsu *et al.*, 1970). しかし通常は極端な高密度飼育から得られる昆虫は小型となり、結果的に殺虫剤に対する個体の耐性(生存率)は低くなると期待される (Busvine, 1971). たとえば *Anopheles labranchiae atroparvus* 幼虫の飼育密度が異なると 4 令幼虫の体重は $1/3$, DDT での LC_{50} 値は $1/5$ となり、同様の実験で *A. stephensi* では体重が $1/5$, LC_{50} 値が $1/20$ になる (Garms, 1957; Busvine, 1971 による). このような供試中の小型化をさけるための飼育密度範囲の研究も種々行なわれている (たとえばイエバエで北岡 1957, 長沢, 岸野 1959). 一方, ステージのふぞろいのためも含めた昆虫の大きさの違いが体重当りの LD_{50} 値に大きな差を生ぜしめることは *Heliothis virescens*, *H. zea*, *Prodenia eridania*, *Protoparce sexta* (Gast, 1959), *Chilo suppressalis* (高橋, 山内, 1963) 等で示されている。

われわれは先報でワモンゴキブリのふ化直後の幼虫を利用することにより, ステージのよくそろった供試昆虫を手に入れ, 親の飼育密度や日令の差がこの幼虫の DDT に対する感受性に大差を生じさせないことを報告した. 本報で更に詳しく体重と関連させて調査した結果では次のことがいえる。

餌と水は不足なく与え, シェルターからはみ出る程度を限度とする飼育密度の範囲において, 飼育密度の違いによる親の体重の差は比較的少ない (図 4 A). 卵鞘も含めて子供の性質は親の飼育密度の差より親の日令の差によって影響される割合が多少大きいようである (図 4 A, B, C, D). しかし親の飼育密度や日令が異なることによって影響される子供の大きさの差は親自身に見られる大きさの差より一層少なく, これが殺虫剤に対する個体当りの感受性をも均一化する傾向に役立っていると考えられる. 一方図 5, 6 に示すように, 卵鞘の正常なふ化が行なわれた場合は, 大型卵鞘からふ化幼虫数多く小型卵鞘から少なく出るので, 幼虫の平均体重は卵鞘の大きさの影響をあまり受けず, 比較的一定に保たれる傾向にある。

1 令幼虫のドライフィルム法殺虫試験での薬剤感受性は, 体重が少ないほど薬剤感受性も高くなるが, 卵鞘期間十分な高湿度下に保たれた幼虫は体重当りに変換するとほとんど差は見られない. 一方, 卵鞘期間の湿度が不足の幼虫は体重が少なくなるばかりでなく, 湿度を十分に与えられた場合の幼虫と同じような体重であっても薬剤感受性は非常に高くなる (図 7).

以上のように, ワモンゴキブリ若令幼虫の個体当りおよび体重当りの薬剤感受性は親の飼育密度や日令の差によって極端な変動はなく, 供試昆虫としてすぐれているといえよう. しかし一方では, 卵鞘期間の湿度の差の影響が大きいことに留意せねばならないと思われる. 前報でのフェニトロチオンに対する LD_{50} 値が本報の値より低いのはこの点に関係があると思われる (前報では本報ほど厳密に湿度を与えなかった).

摘 要

飼育密度と日令の異なるワモンゴキブリ成虫から採卵して, 卵鞘重, ふ化幼虫数, ふ化幼虫体重, 幼虫のフェニトロチオンに対する感受性を調べた. また異なった湿度条件下でふ化させた幼虫のフェニトロチオンに対する感受性も調べた. その結果は次の通りである。

1) 親の平均体重は飼育密度や日令の異なることによって差を生ずるが, シェルター当り初期投入幼虫数で 20~320 頭の範囲内では平均体重の変動幅は割合少なく, 最大平均体重の 35.1% を越えることはなかった。

2) ふ化直後の 1 令幼虫の平均体重の変動は親の飼育密度差によるよりも親の日令の差による方が大きかった. しかしそれらは, いずれも親自身の体重の差の割合より少なかった。

3) 大型卵鞘からふ化幼虫多く, 小型卵鞘からは少なく出て平均幼虫体重は卵鞘の大きさに影響されず, 比較的一定に保たれる傾向にあった。

4) ふ化直後の 1 令幼虫の個体当りおよび体重当りの対フェニトロチオン感受性は親の飼育密度や日令の差によるよりも卵鞘期間の湿度の差の影響の方がはるかに大きかった. この点に関連して前報 (Tsuji and Mizuno, 1970) で示した LD_{50} 値はやや低く出ているとみられる。

文 献

- Allee, W. C., (1931) : Animal aggregation, 431 pp. Univ. of Chicago Press, Chicago.
 Busvine, J. R., (1971) : A critical review of the techniques for testing insecticides, 345 pp. The Commonwealth, Institute of Entomology, London.
 Izutsu, M., S. Ueda and S. Ishii (1970) : Aggregation effects on the growth of the German

- cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Appl. Ent. Zool.*, **5** : 159-171.
- 北岡茂男(1957) : イエバエ幼虫の發育に及ぼす密度効果. 衛生動物, **8** : 192-197.
- 長沢純夫, 岸野見知子(1959) : 北岡の培基の変法によるイエバエの大量飼育過程においてみられる幼虫棲息密度と蛹の長さの関係について. 防虫科学, **24** : 67-73.
- Gast, R. T. (1959) : The relationship of weight of Lepidopterous larvae to effectiveness of topically applied insecticides. *J. Econ. Entomol.*, **52** : 1115-1117.
- 高橋武正, 山内寿美子(1963) : ニカメイガ幼虫に局所施用されたエチルパラチオンの LD₅₀ と幼虫の体重との関係について. 応用動物学会誌, **7** : 151-152.
- Willis, E. R., G. R. Riser and L. M. Roth (1958) : Observations on reproduction and development in cockroaches. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **52** : 420-429.

Summary

Production and laboratory use of newly hatched nymphs of *Periplaneta americana* for detecting insecticidal activity of chemicals with a dry film method have already been reported by Tsuji and Mizuno (1970). In this paper, effects of population density of parents, maternal age, and environmental humidity during the egg stage upon the body weight of the nymphs and their

sensitivity to fenitrothion are described.

The mean weight of adults was somewhat decreased when they were reared in a overcrowded condition which made some of them be forced out of the shelter (harborage) in their adult stage, and middle-aged adults were heavier than young ones. The greatest difference among the mean weights, however, did not exceed 31.5% of the greatest mean, which was found in a less crowded population.

The mean weight per hatched nymphs in each ootheca was also influenced by the density and age of parents, but the influence was smaller than on parents themselves. Thus, the greatest difference among the mean weights did not exceed 20.4% of the greatest mean. The mean weight per hatched nymphs in each ootheca was not so much influenced by the weight of the ootheca; smaller oothecae tended to produce fewer nymphs.

When oothecae were incubated in the fully water saturated air, LD₅₀ values (mg/kg and µg/10 nymphs) of fenitrothion applied to hatching nymphs by the dry film method were fairly stable for practical purposes irrespective of the age and density of parents, but the LD₅₀ values were considerably decreased when oothecae were incubated under a lower grade of humidity.