

原 著

6種のゴキブリ死体に対するクサビノミバエの産卵選好性

津田良夫* 亀崎宏樹

レック株式会社ウエルネス研究開発部（〒104-0031 東京都中央区京橋2-1-3）

（受領：2021年2月8日；掲載決定：2021年5月12日）

Preference of ovipositing *Megaselia scalaris* for dead adults of 6 different species of cockroach

Yoshio TSUDA* and Hiroki KAMEZAKI

* Corresponding author: tsuda.yoshio@lecinc.co.jp

Development Division, LEC, Inc., 2-1-3 Kyobashi, Chuo-ku, Tokyo 104-0031, Japan

(Received: 8 February 2021; Accepted: 12 May 2021)

Abstract: The preference of ovipositing *Megaselia scalaris* for dead adult cockroaches was examined experimentally using the following 6 species: *Blattella germanica*, *Periplaneta fuliginosa*, *P. brunnea*, *P. japonica*, *P. americana*, and *Blatta orientalis*. Five female and 1 male *M. scalaris* were released into an experimental cage, and exposed to dead adult cockroaches of 6 different species for 48 hr. There was an aggregated distribution of the number of eggs on dead cockroaches, suggesting the preference of ovipositing females. The chi-square test of independence demonstrated significant differences in egg numbers between male and female cockroaches of the same species for 4 cockroach species. The two-way ANOVA of egg numbers on dead cockroaches revealed that sex was significant but the cockroach species was not significant. The degree of preferential oviposition of *M. scalaris* on female cockroaches varied among the 6 cockroach species. The proportion of eggs laid on female cockroaches was the highest for *B. orientalis* (97.0%) and the lowest for *P. fuliginosa* (53.29%). The presence of factors other than species and sex of dead cockroaches was strongly suggested for the preferential oviposition of *M. scalaris*.

Key words: oviposition preference, *Megaselia scalaris*, dead cockroach

はじめに

ノミバエ類は腐った植物や動物の死体を幼虫の餌として繁殖するコバエの類で、生態系における分解者の役割を果たしている。中でもクサビノミバエ *Megaselia scalaris* (Loew) とオオキモンノミバエ *M. spiracularis* Schmitz は、家屋内の生ごみなどに発生する代表的な人家性の不快害虫である。小曾根ら (2010) は1992年から2008年までの17年間に横浜市衛生研究所に市民から持ち込まれた昆虫類の同定結果をまとめており、ノミバエ類はイエバエ類の次に相談件数が多かったことを報告している。また、関西地域の広い範囲で、冬期にフユイエノミバエ *M. meconicera* (Speiser) が家屋内に大量に侵入した事例も報告されている (林ら, 1999)。人家性ノミバエは腐敗した植物残渣よりもハムや動物性の腐敗物、昆虫の死骸から多く発生し (辻, 2005; 林, 2020)、オオキモンノミバエがクロゴキブリ *Periplaneta fuliginosa* Serville 成虫の死骸に発生した事例が報告されている (中野, 2017)。クサビノミバエに関しては、数種類のゴキブリの飼育コロニーで発生したという報告がある (Robinson, 1975; Disney, 2008)。

レック(株)では、害虫駆除の製品開発用にゴキブリなどのコロニーを維持しており、効力試験に用いたクサビノミバエがトウヨウゴキブリ *Blatta orientalis* Linnaeus のコロニーに侵

入・繁殖するというトラブルが発生した。ゴキブリの飼育ケージは布で覆って小昆虫の出入りが起こらないように注意しているが、給水と給餌のためにケージを開けた際に、クサビノミバエが侵入したものと思われた。この飼育室では、トウヨウゴキブリ以外に5種のゴキブリが同じ方法で飼育されていたが、クサビノミバエが発生したのはトウヨウゴキブリのコロニーだけであった。クサビノミバエが大発生したゴキブリのコロニーでは、生きたゴキブリ幼虫が傷つけられ死亡することも報告されているため (Disney, 2008)、本種のゴキブリコロニーへの侵入や繁殖には注意が必要である。本種のゴキブリコロニーにおける発生リスクを評価するために、また不快害虫としてのクサビノミバエの繁殖習性を理解するために、種類の異なるゴキブリ死体に対するクサビノミバエの産卵選好性を実験的に調べた。

材料と方法

供試虫：クサビノミバエは住化テクノサービス(株)より入手した。実験に使用したゴキブリは以下の6種で、いずれも20年以上継続飼育されてきたコロニーである：チャバネゴキブリ *Blattella germanica* Linnaeus, クロゴキブリ, トビイロゴキブリ *P. brunnea* Burmeister, ヤマトゴキブリ *P. japonica* Karny, ワモンゴキブリ *P. americana* (Linnaeus), トウヨウゴキブリ。

選好性実験: ゴキブリ死体の乾燥を防ぐために, 小型シャーレ (直径5cm) の底面に脱脂綿 (6×6cm, 0.7g) を敷き約5mLの水を含ませた. このシャーレの中にゴキブリの死体を1種類ずつ入れ, ゴキブリの死体が入ったシャーレ6個を布製のケージ (20×20×30cm) の底面にシャーレ間を2.5cm離して同心円状に配置した. ゴキブリ種の配置は反復ごとにランダムに決定した. 使用したゴキブリは, 死後の経過時間をそろえるために, コロニーから生きた個体を無作為に選び出し, -20°Cの冷凍庫で凍死させた. 実験開始1時間前に死体を解凍し, チャバネゴキブリ以外は雌雄1個体ずつ0.5~1cm離してシャーレに仰向けに入れた. チャバネゴキブリは小型なので, 他種の供試虫の体重を測定し, 種ごとに雌雄の総体重を求めてその平均値に近くなるように個体数を調整して, シャーレの中に山積みにした. 5回の実験に使用したゴキブリの平均体重は, ワモンゴキブリ (雌1.39g, 雄0.84g), クロゴキブリ (雌1.09g, 雄0.64g), トビイロゴキブリ (雌1.36g, 雄0.92g), ヤマトゴキブリ (雌0.47g, 雄0.34g), トウヨウゴキブリ (雌0.86g, 雄0.50g) であった. 反復ごとの5種ゴキブリの平均体重とチャバネゴキブリの個体数及び総体重は以下の通りであった; 反復1: 平均体重1.75g, チャバネゴキブリ10雌11雄, 総体重1.76g, 反復2: 平均体重1.80g, チャバネゴキブリ10雌9雄, 総体重1.78g, 反復3: 平均体重1.64g, チャバネゴキブリ10雌14雄, 総体重1.60g, 反復4: 平均体重1.63g, チャバネゴキブリ11雌14雄, 総体重1.60g, 反復5: 平均体重1.59g, チャバネゴキブリ13雌6雄, 総体重1.55g. クサビノミバエ成虫は砂糖水 (濃度3%) を与えて飼育し, 反復1~3は羽化後3~6日齢, 反復4と5は羽化後7~9日齢のクサビノミバエ5雌1雄をゴキブリ死体が配置された布ケージの中に放した. 実験は11:00に開始し, 48時間後にシャーレを取り出して冷凍庫で1時間以上保存し, クサビノミバエを凍死させた. 産み付けられたクサビノミバエの卵数を実体顕微鏡で数え, ゴキブリの種別, 雌雄別に記録した. シャーレ内の脱脂綿に産卵されていた場合は, 一番近い死体に産卵されたものとして記録した.

実験は気温25°C, 相対湿度55%, 日長16時間に調節された飼育室で行った.

統計分析: クサビノミバエの雌が産卵選好性を持つならば, 好適な死体に多く産卵すると考えられる. そこで, 産卵選好性の有無を卵の分布集中度を分析して検討した. 反復ごとにゴキブリ死体に産み付けられた卵の平均卵数 (m) と平均こみあい度 (m^*) を次式によって求め, $m-m^*$ 関係を調べた: $m^* = \sum x_i (x_i - 1) / \sum x_i$; x_i = 同じシャーレの死体に産み付けられた卵数である.

クサビノミバエの産卵数にゴキブリ死体の雌雄で違いがあるかどうかをゴキブリの種ごとにカイ二乗検定によって調べた. さらに, 雌に産み付けられた卵の割合を求めて, ゴキブリの種によって有意に異なるか否かをFisherの正確確率検定 (Fisher's exact test) によって調べた. 次に, 産卵選好に関係する要因として, ゴキブリ死体の種と雌雄の2つを取り上げ, 産卵数の違いを2要因分散分析によって調べた. 統計分析はR (ver.3.6.1) によって行った.

結果と考察

Table 1に5回の反復について, 死体の種および雌雄ごとに産卵数を示した. 産卵総数は反復によって異なり, 最小89卵, 最大296卵であった. どの反復でも卵の分布は均一ではなく偏りがみられた (カイ二乗検定, $p > 0.05$). 各反復でも多く産卵されたゴキブリ死体の種は固定しておらず, 実験を繰り返すたびにワモンゴキブリ, トウヨウゴキブリ, クロゴキブリ, クロゴキブリ, トビイロゴキブリと反復によって選好された死体の種は異なっていた. ゴキブリ死体の種ごとに5回の反復の平均産卵数を求めたところ, トウヨウゴキブリで最も多く平均60卵, ヤマトゴキブリが最少で平均8.6卵であった (Table 1). 平均産卵数と平均こみあい度の関係をFig. 1に示した. シャーレあたりの平均産卵数と平均こみあい度の間には有意な曲線関係が認められ ($y = 7.8035e^{0.0659x}$, $r = 0.96$, $p < 0.01$), 平均こみあい度は平均産卵数が多くなると $m = m^*$ の直線 (図中の破線) よりも大きな傾きで増加している. この結果は産み付けられた卵が集中分布していることを意味しており (Iwao, 1968), クサビノミバエが好適な死体に選択的に産卵する習性 (産卵選好性) があることが示唆された.

Table 1. Number of eggs of *Megaselia scalaris* oviposited on dead adults of 6 different species of cockroaches.

Cockroach species	Replication 1	Replication 2	Replication 3	Replication 4	Replication 5	Mean	SD	% Female*
<i>Blattella germanica</i>	0	1 (1, 0)	6 (3, 3)	30 (21, 9)	48 (35, 13)	17.0 (12, 5.0)	21.2	70.6cd
<i>Periplaneta japonica</i>	7 (5, 2)	5 (3, 2)	0	7 (0, 7)	24 (15, 9)	8.6 (4.6, 4.0)	9.1	53.5de
<i>P. brunnea</i>	24 (16, 8)	25 (4, 21)	0	17 (9, 8)	95 (94, 1)	32.2 (24.6, 7.6)	36.5	76.4bc
<i>P. fuliginosa</i>	48 (3, 45)	0	33 (1, 32)	48 (48, 0)	38 (37, 1)	33.4 (17.8, 15.6)	19.8	53.3e
<i>P. americana</i>	146 (120, 26)	1 (1, 0)	28 (21, 7)	23 (22, 1)	13 (13, 0)	42.2 (35.4, 6.8)	58.9	83.9b
<i>Blatta orientalis</i>	0	264 (260, 4)	22 (22, 0)	14 (9, 5)	0	60.0 (58.2, 1.8)	114.4	97.0a
All	225 (144, 81)	296 (269, 27)	89 (47, 42)	139 (109, 30)	218 (194, 24)	193.4 (152.6, 40.8)	80.6	79.0

Five females and 1 male of *M. scalaris* were released into an experimental cage for 48 hr. Numbers in parenthesis shows eggs oviposited on female and male cockroach, respectively. *Proportion of eggs oviposited on the female cockroach. The values followed by the same letters are not significantly different (Fisher's exact test, $p > 0.05$).

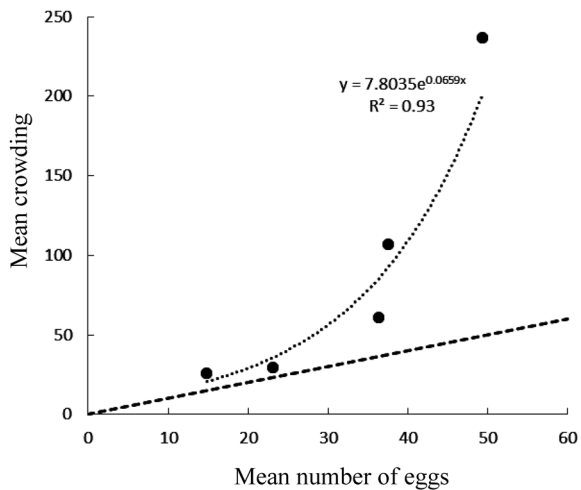


Fig. 1. Relationship between mean and mean crowding of egg numbers of *M. scalaris* oviposited on dead cockroaches.

産卵選好性に関与している要因について検討するために、まず全6種のゴキブリに対してゴキブリ死体の種と雌雄を要因と考へて、2要因分散分析を行った。分析に当たって、クサビノミバエの卵の分布は集中分布であるため、正規分布に近似させるために、対数変換 ($\log(\text{産卵数}+1)$) を行った。分散分析の結果、ゴキブリ種と雌雄のいずれも有意な要因とは言えなかった ($p>0.05$)。

産卵数を調べている過程で、雌の死体に多く産卵されている傾向がみられたので、卵が死体の雌雄に均等に産み付けられているかどうかをゴキブリの種ごとに検討した。雌雄の死体に産卵された卵数の合計値と雌への産卵比率を計算した。まず、雌雄に均等に産みつけられていると仮定してカイ二乗検定で検定したところ、4種のゴキブリでは雌に産みつけられた卵の割合が雄よりも有意に高く、雌の死体に対する選好性が認められた(チャバネゴキブリ、トビイロゴキブリ、ワモンゴキブリ、トウヨウゴキブリ、いずれも $p<0.01$)。しかし、クロゴキブリとヤマトゴキブリの場合は有意ではなかった ($p=0.40$; $p=0.65$)。雌の死体を選好する強さを比較するために、雌の死体に産卵された割合をゴキブリ死体の種間で比較した。その結果、雌死体に産卵された割合のゴキブリ種による違いは統計的に有意で (Fisher's Exact Test, $p<0.01$)、雌死体に産卵された割合はトウヨウゴキブリで最も高く97.0%、クロゴキブリで最も低く53.3%だった。

以上の分析では、クサビノミバエが産卵選好性をもっており、卵が数個の死体に集中的に産卵される傾向があること、さらに調べた6種のうち4種のゴキブリでは雌の死体に多く産卵される傾向があることを示すことができた。先に行った全6種のデータに基づく分散分析ではゴキブリ種も雌雄も有意な要因であることは示されなかったが、雌死体への産卵選好性が示された4種類のゴキブリに限った場合にも種の違いが有意な要因ではないのかどうかを確認するために、これら4種ゴキブリについて2要因分散分析を行った。Table 2に示したように、ゴキブリ死体の雌雄の違いは有意だったが ($F=4.88$, $p=0.04$)、この場合もゴキブリ死体の種の違いは有意ではなかった ($F=0.39$, $p=0.76$)。この結果は、クサビノミバエの産卵数に関して、同一種で観察された反復間の変動の方がゴキブリ種間の変動よりも大きいことを意味しており、ゴキブリ種とは別の要因が産卵選好性に強く影響しているこ

Table 2. Results of two-way ANOVA of egg numbers of *M. scalaris* oviposited on dead cockroaches of the following 4 species, *B. germanica*, *P. brunnea*, *P. americana*, and *B. orientalis*.

Source	df	Sum of squares	Mean square	F ratio	p
Cockroach Species	3	0.52	0.18	0.39	0.76
Sex	1	2.17	2.17	4.88	0.04
Cockroach Species×Sex	3	0.51	0.17	0.39	0.77
Error	32	14.22	0.44		

とを示唆している。今回の実験でゴキブリ死体の産卵された部位に関する定量的データはないが、計数時の観察では、卵は明らかに腹部に多くしかも排泄口の周辺に集中している傾向があった。死体内の排泄物の量と腐敗の程度がクサビノミバエの幼虫発育に大きく影響し、産卵雌は排泄口から洩れる臭いや水分などによって死体の好適さを判断しているのではないかと推察している。そして、室内に放置されたゴキブリ死体では、種に関係なく腐敗・乾燥による質的な変化が経時的に起こるため、クサビノミバエはこれらの変化に対応して死体の状態の良し悪しを判断し、状態の良い死体を選好して産卵していると考えられる。

本研究で検討した6種のゴキブリのうち、ワモンゴキブリ、トビイロゴキブリ、クロゴキブリ、トウヨウゴキブリの4種は実験室コロニーでクサビノミバエの発生が報告されている (Robinson, 1975)。これに対してチャバネゴキブリはこれらの種と同様に世界中に分布する重要種で、実験室で維持されているコロニーも多数あると思われるが、クサビノミバエの被害は報告されていない。そのため、当初クサビノミバエのチャバネゴキブリに対する選好性は弱いだろうと予想していた。本研究でチャバネゴキブリ死体への産卵数は平均17.0卵と2番目に少なく、本種に対する選好性が弱いことを示唆していると思われたが、統計的に有意と判定できるほどはっきりした結果は得られなかった。

クサビノミバエが特定のゴキブリ種の死体を選択的に利用するのではないという本研究の結果は、本種の生息場所である人家周辺において、ゴキブリなどの動物死体を種類に関係なく効率的に分解処理する分解者であることを示唆している。一方、本種を不快害虫として考えるとき、ゴキブリのコロニー維持管理に際しては、どの種のゴキブリコロニーでもクサビノミバエの発生リスクがあること、また人家の内外で死亡したゴキブリが、種類に関係なくクサビノミバエの発生源となって異物混入などの被害が発生するリスクがあることも示している。

文 献

- Disney, R. H. L. 2008. Natural history of the scuttle fly, *Megaselia scalaris*. *Annu. Rev. Entomol.*, 53: 39–60.
- 林 利彦. 2020. ノミバエ類. 衛生動物の事典 (津田ら編集), pp. 354–355. 朝倉書店, 東京.
- 林 利彦, 小松 均, 西田和美, 高井 昭, 中嶋智子. 1999. 関西地方におけるフユイエノミバエ (新称) による冬期の家屋内大量侵入被害 (双翅目, ノミバエ科). *衛生動物*, 50: 157–160.
- Iwao, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.*

(Kyoto), 10: 1-20.

小曾根恵子, 伊藤真弓, 金山彰宏. 2010. 横浜市衛生研究所に持ち込まれた昆虫類の特性. *ペストロジー*, 25: 5-9.

中野敬一. 2011. 室内実験によるクロゴキブリの死後の重量変化とノミバエの発生について. *ペストロジー*, 32: 57-58.

Robinson, W. H. 1975. *Megaselia (M.) scalaris* (Diptera: Phoridae) associated with laboratory cockroach colonies. *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 77: 384-390.

辻 英明. 2005. 果物, ハム, および緑茶の残差に発生したコバエ類に関する観察. *ペストロジー*, 20: 5-9.