食物の経験の異なるチャバネゴキブリの食物選択

辻 英 明

環境生物研究会 (〒607 京都市山科区西野離宮町 2-1, F-409)

(受領: 1995 年 4 月 10 日; 登載決定: 1995 年 7 月 17 日)

Responses of German cockroaches with different feeding histories to three types of foods

Hideakira TSUJI

KSK Institute for Environmental Biology, Kyoto 607, Japan

(Received: 10 April 1995; Accepted: 17 July 1995)

Key words: German cockroach, *Blattella germanica*, feeding history, food selection.

Abstract: The influence of feeding histories on the food selection of the German cockroach is reported. Adult cockroaches were fed with one of three types of foods, rice bran, dried fruit (apricot), and a dried meat product (dog food jerky), for 18, 10, or 5 days before 2 days of starvation. They were then allowed to feed freely on two of the three, including the food experienced just before. The cockroaches usually preferred the other food to the experienced, or more liked the other than before. Nymphs also showed similar responses.

はじめに

ゴキブリが食物を発見し摂食する際に、誘引物質や味覚物質が大きな働きを示す。それぞれについて、ゴキブリの好む物質が多く報告され (たとえば, Tsuji, 1965, 1966; Tsuji and Ono, 1970 b), ゴキブリを防除する実用的な食毒剤の成分としても利用されている (Tsuji and Ono, 1969, 1970 a, b)。

ゴキブリの食物に対する反応に関連し、特定の物質に対して異なる反応を示す遺伝的系統の存在が知られている (Silverman and Bieman, 1993)。いっぽう、ゴキブリの食物に対する好みは、同一個体でも条件しだいで変動する可能性がある。

著者は、経験した餌の種類によってゴキブリの好みがどのように影響されるか検討した。すなわち、チャバネゴキブリ成虫を、米ぬか、乾燥果実、乾燥肉製品の3種の餌のいずれかで一定期間飼育し、その後、飼育に用い

られた餌と他の餌との組合わせに対しどのように反応するか調べた。その際、飼育餌をさらに2度切り替えることによって、その都度ゴキブリの反応が変更させられることを確かめた。また、幼虫に関しても若干の検討を加えた。これらの結果を以下に報告したい。

材料および方法

供試昆虫

国立予防衛生研究所系統のチャバネゴキブリに、実験動物用固形飼料 (船橋農場 (株), 船橋) と水を与え、25°C 以上の温度条件で累代飼育していたものを用いた。いっぽう、食物選好試験のための飼育と実験は 27~30°C の温度範囲で行った。

試験に用いた飼料

3種の餌、すなわち米ぬか、乾燥果実、乾燥肉製品を用いた。米ぬかは添加物なしの市販品、乾燥果実は輸入市販品 (乾燥アプリコット, (株) 良品計画 RKO 5, 東

京), 乾燥肉製品はペット用市販品 (幼犬・小型犬用ジャーキー, ハヤシ (株), 東京) である。

以下, 飼料米ぬかを RB, 乾燥肉製品を JK, 乾燥果実を AP と略記し, その飼料による飼育日数を略号の後に書き, たとえば米ぬかで 18 日飼育した場合は RB 18 と記すことにする。

成虫による試験

成虫は 3 群を用い, 各群とも 初期個体数は 40 頭である。各群は飼育途中で餌を切り替え, その都度一部の個体を取り出し選好試験を行って, その時点でのゴキブリの嗜好を調べた。取り出された個体は試験後廃棄し, 元の群には戻さなかった。したがって元の群は飼育餌の切り替えごとに個体数が減少したが, ゴキブリの嗜好の変化はもっぱら飼育餌の切り替えによるものである。

各群の成虫が選好試験の前にどの餌で何日間飼育されたか, まとめて Table 1 に示す。

RAR 群 (切り替え順序: 米ぬか-乾燥果実-米ぬか)

1) 米ぬか飼育後の試験 1: 米ぬかを餌として 40 頭の若い成虫 (雌は未産卵) を 18 日間飼育し, そのうちの一部 (4 雌 4 雄) を取り出し, 米ぬか飼育 18 日間経験個体として選好試験を行った。まず米ぬかと乾燥肉製品を並べて選好試験 A (RB 18-A) を行い, 引き続き同じ個体に対して米ぬかと乾燥果実を並べて選好試験 B (RB 18-B) を行った。この供試個体 (4 雌 4 雄) は試験 B の後廃棄した。

2) 乾燥果実飼育後の試験: 米ぬかで 18 日間の飼育を行った上記 RAR 群を, 餌を乾燥果実に切り替えて, さらに 10 日間飼育した後, 一部成虫 (5 雌 5 雄) を取り出し選好試験を行った。したがって, 供試個体は米ぬかの 18 日間と乾燥果実の 10 日間とを連続して経験したものである。まず乾燥果実と米ぬかを並べた試験 A (AP 10-A) を, 引き続き同じ個体に対して乾燥果実と乾燥肉製品とを並べた試験 B (AP 10-B) を行った。供試個体は試験 B 後廃棄した。

3) 米ぬか飼育後の試験 2: 上記まで米ぬか 18 日間, 乾燥果実 10 日間の飼育を行った RAR 群を, 餌を再び米ぬかに切り替えて, さらに 5 日間飼育した後, 一部成虫 (4 雌 4 雄) を取り出し試験を行った。したがって, 供試個体は米ぬか 18 日間, 乾燥果実 10 日間, 米ぬか 5 日間とを連続して経験したものである。まず米ぬかと乾燥肉製品を並べた試験 A (RB 5-A), 引き続き同じ個体に対して米ぬかと乾燥果実を並べた試験 B (RB 5-B) を行った。順序と組合せは最初の試験 1 と同じである。

4) 試験容器と操作: 所定の飼育餌を所定日数経験させた元の群から, 試験ごとに雌雄各 4~5 頭, 合計 8~

10 頭の成虫を取り出して用いた。これをシェルター入りの試験容器 (12.5 × 8 × 高さ 7.5 cm) に入れ, そのまま 2 日間絶食させ (水のみ与え), 全個体がシェルターに潜伏した状態で選好試験を開始した。

試験 A では, 上記のように, それまでの飼育に用いたものと同じ種類の餌と別の餌 (a とする) とを比較した。それぞれの餌を直径 3 cm, 高さ 1 cm の円形容器に入れ, 並べてゴキブリの潜伏しているシェルターの前に置いた (シェルターの縁と円形容器の縁との距離は 2 cm)。観察は 10 分間行い, 餌上に来訪摂食している個体数を 2 分ごとに記録した。10 分経過後はこれらの餌を除去し, 同じ容器と個体を次の試験 B に用いた。

試験 B では, これも上記したとおり, 飼育用の餌ともう一つの別餌 (b とする) とを比較した。試験 A の終了後 10 分以上経過してから, 同じ容器の中にこれらの餌を並べ, 観察を 10 分間行った。

上記 A, B 試験の後, 試験 C として別餌同士 (a と b) を並べて観察したが, 試験 A, B の合計 20 分間に十分摂食した後であるため, 反応個体数は極端に減少した。したがって, この事実を記録するにとどめ, 以後試験 C には言及しない。

上記の試験要領と状況は, 以下の JRJ 群, AJA 群についても同様である。

JRJ 群 (切り替え順序: 乾燥肉製品-米ぬか-乾燥肉製品)

1) 乾燥肉製品飼育後の試験 1: 乾燥肉製品を餌として 40 頭の若い成虫 (雌は未産卵) を 18 日間飼育し, そのうち一部 (4 雌 4 雄) を取り出し選好試験を行った。乾燥肉製品と米ぬかを並べた試験 A (JK 18-A), 乾燥肉製品と乾燥果実を並べた試験 B (JK 18-B) を行った。供試個体は試験 B 後廃棄した。

2) 米ぬか飼育後の試験: 乾燥肉製品で 18 日間飼育された上記の JRJ 群を, 餌を米ぬかに切り替えて, さらに 10 日間飼育した後で, 一部 (5 雌 5 雄) を取り出し選好試験を行った。したがって, 供試個体は乾燥肉製品の 18 日間と米ぬかの 10 日間とを連続試験したものである。試験は, 米ぬかと乾燥肉製品を並べた試験 A (RB 10-A), 引き続いて米ぬかと乾燥果実とを並べた試験 B (RB 10-B) である。供試個体は試験 B 後廃棄した。

3) 乾燥肉製品飼育後の試験 2: 乾燥肉製品で 18 日間, 米ぬかで 10 日間飼育された上記 JRJ 群を, 餌を再び乾燥肉製品に切り替え, さらに 5 日間飼育した後で, 一部成虫 (5 雌 5 雄) を取り出し試験を行った。したがって, 供試個体は乾燥肉製品の 18 日間, 米ぬかの 10 日間, 乾燥肉製品の 5 日間とを連続経験したものである。試験は乾燥肉製品と米ぬかを並べた試験 A (JK 5-A),

Table 1 Feeding histories for three groups of adult German cockroaches before food choice tests.

Cockroach group	Succession of foods and feeding period (in days)	Test results	
RAR	Rice bran (18)	RB18-A and B	in Fig. 1
	Rice bran (18)+dried fruit (10)	AP10-A and B	in Fig. 1
	Rice bran (18)+dried fruit (10)+rice bran (5)	RB5-A and B	in Fig. 1
JRJ	Dried meat (18)	JK18-A and B	in Fig. 2
	Dried meat (18)+rice bran (10)	RB10-A and B	in Fig. 2
	Dried meat (18)+rice bran (10)+dried meat (5)	JK5-A and B	in Fig. 2
AJA	Dried fruit (18)	AP18-A and B	in Fig. 3
	Dried fruit (18)+dried meat (10)	JK10-A and B	in Fig. 3
	Dried fruit (18)+dried meat (10)+dried fruit (5)	AP5-A and B	in Fig. 3

Three types of foods were given to each group in succession. Each group was initiated with 40 cockroaches, then 8-10 cockroaches (4-5 each sex) were taken out for the test every time when the food type was changed. The same individuals were used in both the tests A and B, and discarded after test B.

乾燥肉製品と乾燥果実を並べた試験 B (JK 5-B) で、順序と組合せは最初の試験 1 と同じである。

4) 試験容器と操作: RAR 群の場合と同様である。

AJA 群 (切り替え順序: 乾燥果実-乾燥肉製品-乾燥果実)

1) 乾燥果実飼育後の試験 1: 乾燥果実を餌として 40 頭の若い成虫 (雌は未産卵) を 18 日間飼育し、そのうちの一部 (4 雌 4 雄) を取り出し選好試験を行った。乾燥果実と米ぬかを並べた試験 A (AP 18-A), 乾燥果実と乾燥肉製品を並べた試験 B (AP 18-B) である。供試個体は試験 B 後廃棄した。

2) 乾燥肉製品飼育後の試験: 乾燥果実で 18 日間飼育された上記 AJA 群を、餌を乾燥肉製品に切り替え、さらに 10 日間飼育した後で、一部成虫 (4 雌 4 雄) を取り出し選好試験を行った。したがって、供試個体は乾燥果実 18 日間と乾燥肉製品 10 日間を連続経験したものである。試験は乾燥肉製品と米ぬかを並べた試験 A (JK 10-A), 乾燥肉製品と乾燥果実とを並べた試験 B (JK 10-B) で行い、供試個体は試験 B 後廃棄した。

3) 乾燥果実飼育後の試験 2: 乾燥果実で 18 日間、乾燥肉製品で 10 日間飼育された上記 AJA 群を、餌を再び乾燥果実に切り替え、さらに 5 日間飼育した後で、一部成虫 (5 雌 5 雄) を取り出し試験を行った。したがって、供試個体は乾燥果実 18 日間、乾燥肉製品 10 日間乾燥果実 5 日間を連続経験したものである。試験は乾燥果実と米ぬかを並べた試験 A (AP 5-A), 乾燥果実と乾燥肉製品を並べた試験 B (AP 5-B) で、順序と組合せは最初の試験 1 と同じである。

4) 試験容器と操作: RAR 群の場合と同様である。

幼虫による試験

ふ化後 24 時間以内のチャパネゴキブリ 幼虫 3 群に対し、1 群に 1 種ずつの飼料を与え、29 日間飼育し試験した (途中の餌の切り替えはなし)。成虫の場合に準じて、2 日間の絶食の後、飼育餌と別の餌 (a) を並べて選好させた試験 A と、引き続き飼育餌ともう一つの別の餌 (b) を並べて選好させた試験 B を行った。供試個体数は各区 6 頭ずつで、同個体の 6 頭が試験 A と B に用いられた。試験 A と B は、6 頭の飼育餌が米ぬかの場合 RB 29-A と B, 乾燥肉製品の場合は JK 29-A と B, 乾燥果実の場合は PA 29-A と B で示される。

選好試験の時点での飼育幼虫の発育段階は、乾燥肉製品区 (JK 29) が最も進んでおり全部終齢 (6 齢), 次が米ぬか区 (RB 29) で 17% 終齢 + 83% 5 齢, 乾燥果実区 (AP 29) は全部 5 齢であった。

実験結果

RAR 群の成虫の餌の切り替えごとの試験結果

米ぬかで 18 日間飼育した成虫に、米ぬかと乾燥肉製品を並べて与えた A 試験と、米ぬかと乾燥果実を並べて与えた B 試験の結果を Fig. 1 の RB 18-A, RB 18-B に示す。その結果ゴキブリは A, B 両試験とも、試験前まで食べていた餌 (米ぬか = RB) よりも、対抗設置された別の餌 (乾燥肉製品 = JK, または乾燥果実 = AP) の方を選好して摂食することが示された。

上記米ぬか 18 日間飼育に続いて、餌を乾燥果実に切り替えて 10 日間飼育した成虫による、乾燥果実・米ぬか並存の A 試験, 乾燥果実・乾燥肉製品並存の B 試験の結果を Fig. 1 の AP 10-A, AP 10-B に示す。これら

Fig. 1 Feeding responses of RAR adult German cockroaches with different feeding histories.

Foods and feeding periods (in days) experienced by the cockroaches are as follows. RB18-A and B: rice bran (18). AP10-A and B: rice bran (18)+dried fruit (10). RB5-A and B: rice bran (18)+dried fruit (10)+rice bran (5). Symbols: —●—, responses to the same food as experienced just before the test; —, responses to another food placed with the experienced; RB, responses to rice bran; JK, responses to dried meat (dog food jerky); AP, responses to dried fruit (apricot).

の結果、前回米ぬか以外のものを選好した RAR 群ゴキブリが、今回は試験前まで食べていた餌（乾燥果実=AP）よりも、対抗設置された餌（米ぬか=RB、または乾燥肉製品=JK）を選好した。

前の試験に引き続き、餌を再び米ぬかに切り替えて5日間飼育した成虫による試験結果を Fig. 1 の RB5-A, RB5-B に示す。RB5-A では明らかに飼育餌（米ぬか=RB）より乾燥肉製品（JK）を選好し、RB5-B では反応個体数が少なく結果は曖昧であるが、前回 AP10-A で米ぬかを選んだゴキブリが乾燥果実も同等に選んでいる。

上記試験のいずれにおいても、ゴキブリの餌を選ぶ行動は、好みの餌に直行するもののほか、偶然に出合った餌を捨てて好みの餌に移るなど、積極的なものであった。

JRJ 群成虫の餌の切り替えごとの試験結果

乾燥肉製品で18日間飼育した成虫に、乾燥肉製品と米ぬかを与えたA試験と、乾燥肉製品と乾燥果実を与えたB試験の結果を、それぞれ Fig. 2 の JK18-A と JK18-B に示す。

Fig. 2 Feeding responses of JRJ adult German cockroaches with different feeding histories.

Foods and feeding periods (in days) experienced by the cockroaches are as follows. JK18-A and B: dried meat (18). RB10-A and B: dried meat (18)+rice bran (10). JK5-A and B: dried meat (18)+rice bran (10)+dried meat (5). The symbols are the same as used in Fig. 1.

この群の餌を引き続いて米ぬかに切り替え、10日間飼育した後の試験結果を Fig. 2 の RB10-A と B に示す。

さらに餌を乾燥肉製品に戻して5日間飼育し試験した結果を、Fig. 2 の JK5-A と B に示す。

これらの結果は、飼育餌が切り替えられる度にゴキブリの（試験時の）嗜好が変化し、おおむね試験前まで与えられた餌とは別の餌を好む傾向がみられる。

AJA 群成虫の餌の切り替えごとの試験結果

乾燥果実で18日間飼育し、次に乾燥肉製品で10日間、次いで再度乾燥果実で5日間と、餌の切り替えをして飼育した場合の試験結果を、それぞれ Fig. 3 の AP18-A と B, JK10-A と B, AP5-A と B に示す。この群も餌の切り替えごとに（試験時の）嗜好が変更されており試験前まで与えられた餌とは別の餌に好みがる傾向を示した。

幼虫による試験結果

米ぬか（RB）、乾燥肉製品（JK）、乾燥果実（AP）のそれぞれで29日間飼育した（途中で餌の切り替えをしなかった）幼虫3群の試験結果を Fig. 4 の RB29-A と B, JK29-A と B, AP29-A と B に示す。各群試験A, B計6例の試験のうち、乾燥肉製品飼育群の JK29-A で、はじめ米ぬか（RB）に多く後で乾燥肉製品（JK）に

Fig. 3 Feeding responses of AJA adult German cockroaches with different feeding histories. Foods and feeding periods (in days) experienced by the cockroaches are as follows. AP18-A and B: dried fruit (18). JK10-A and B: dried fruit (18)+dried meat (10). AP5-A and B: dried fruit (18)+dried meat (10)+dried fruit (5). The symbols are the same as used in Fig. 1.

Fig. 4 Responses of 3 groups of nymphs reared at 25°C for 29 days after their hatching from eggs.

RB29-A and B: nymphs fed with rice bran for 29 days. JK29-A and B: nymphs fed with dried meat for 29 days. AP29-A and B: nymphs fed with dried fruit for 29 days. The symbols are the same as used in Fig. 1.

来訪した以外の5例において、明白な別餌選好が認められた。これらの傾向は、同じ群を10分～1時間休養させてから行った補助的な実験でも同様であった。

考 察

風味上それぞれ特徴を示す米ぬか、乾燥果実、乾燥肉製品を餌として選べた上記実験の結果は、選好試験前に5日間以上与えられた餌各種について4回ずつの繰り返し実験と考えることもできるが、別途に行った予備試験や補足試験の結果も同様の傾向であった。いずれにせよ、チャバネゴキブリは一定期間同じ餌を摂食した後は別の餌を求める傾向が強まり、途中で餌を変更すれば再度別の餌を求めるようになることが示された。

このことは、ゴキブリが複数の基本的な誘引物質、味覚物質などを好む性質をもっているだけでなく、最も近い過去における摂食の経験や条件付けによって、それら複数の香味に対する特定時点での反応を適当に変動させることを示している。この現象は高等動物にみられる「食べ飽き」現象と明らかに類似性がある。経験や条件付けに対してこの様に反応するゴキブリ側の性質は、栄養物質を片寄りになく摂取する方向に助長された適応形質であろう。

ちなみに、クロゴキブリ成虫では、26°Cでの1回の摂食実験中、最初すべての個体が米ぬかを好んで食べ、満腹かそれに近い状態の時（多くが摂食を中止して隠れ場所に帰る時）引き続いて、玉ねぎの切り身に移って摂食する個体が観察され、逆の現象がチャバネゴキブリで見られた（辻、未発表）。ごく短い間の嗜好の変化の検討も今後の重要課題と考えられる。

ともあれ、ゴキブリが元の餌から交替餌を選好するに至る本実験の結果から、防除用の食毒剤として2種以上の香味的特徴をもつ毒餌が混合されずに並存する製剤が好ましいと言える。

ま と め

ゴキブリの経験や条件付けに伴う対食物反応の変動を検討するために、特定の餌によってどのように条件づけられるか試験した。チャバネゴキブリを米ぬか（RB）、乾燥果実（乾燥アプリコット、AP）、乾燥肉製品（ペット犬用ジャーキー、JK）の3種の餌のいずれかで一定期間飼育し、その後、それまで飼育に用いた餌と他の餌との組合せに対し、どのように反応するか調べたところ、ゴキブリは元の餌より他方を選好する傾向が強かった。したがって、飼育餌の変更が、ある時点でのゴキブリの嗜好の変化をもたらすことも示された。この結果、ゴキブリ防除用の食毒剤として、2種以上の香味的特徴をも

つ毒餌が混合されずに並存する製剤が好ましいといえる。

引用文献

- Silverman, J. and D.N. Bieman (1993) Glucose aversion in the German cockroach, *Blattella germanica*. *J. Insect Physiol.*, **39** : 925-933.
- Tsuji, H. (1965) Studies on the behaviour patterns of three species of cockroaches, *Blattella germanica* (L.), *Periplaneta americana* L., and *P. fuliginosa* S. with special reference to their responses to some constituents of rice bran and some carbohydrates. *Jpn. J. Sanit. Zool.*, **16** : 255-262.
- Tsuji, H. (1966) Attractive and feeding stimulative effect of some fatty acids and related compounds on three species of cockroaches. *Jpn. J. Sanit. Zool.*, **17** : 89-97.
- Tsuji, H. and S. Ono (1969) Laboratory evaluation of several bait factors against the German cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Jpn. J. Sanit. Zool.*, **20** : 240-247.
- Tsuji, H. and S. Ono (1970a) Wide application of baits against field populations of the German cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Jpn. J. Sanit. Zool.*, **21** : 36-40.
- Tsuji, H. and S. Ono (1970b) Glycerol and related compounds as feeding stimulants for cockroaches. *Jpn. J. Sanit. Zool.*, **21** : 149-156.