

原 著

タバコシバンムシの新餌容器への侵入と産卵

辻 英 明

環境生物研究会

〒607-8345 京都市山科区西野離宮町 2-1, F-409

Intrusion of food containers and oviposition by cigarette beetles,
Lasioderma serricorne (FABRICIUS)

Hideakira TSUJI

KSK Institute for Environmental Biology

F-409, 2-1 Nishino-Rikyu-cho, Yamashina-ku, Kyoto 607-8345, Japan

摘要. タバコシバンムシ成虫が新しい餌のケースに侵入し産卵を行う状況や、ふ化幼虫が侵入し生育する様子を調べた。成虫は自らが生育羽化して汚れた餌や空のカップからは急速に新しい餌のケースに誘引され移動し産卵した。また直径 6 mm の小穴からも積極的に餌容器に侵入した。成虫の餌への移動は 6 月下旬までは歩行により行われ、方向は 5 月上~中旬には暗い北側方向に多く、6 月下旬~8 月には明るい南側へも同等数かそれ以上の移動がみられた。8 月には飛翔侵入個体が認められ、その移動は明るい南側方向に特に多かった。水平に張ったポリエチレン膜やクラフト紙膜で餌の容器の蓋をしてあっても、成虫は餌（の香り）に反応して蓋の膜に接して（膜と周囲のプラスチック部との隙間などに）産卵した。しかしふ化幼虫の侵入は認められず、また成虫がその膜を食い破って産卵することもなかった。餌容器の蓋の膜の中央に直径 0.5 mm 弱のピンホールがある場合は、ふ化幼虫がポリエチレンや紙の膜上を歩行移動してピンホールから餌容器に侵入し餌を食べて生育羽化した。この蓋における水平のポリエチレン膜や紙膜の上をむき出しの幼虫が移動しピンホールから侵入する様子は、実体顕微鏡下での観察によっても直接確認できた。餌容器を倒してポリエチレン膜を垂直にしておいても、産卵はもちろんピンホールのある餌容器内での幼虫生育と成虫発生が認められた。コウチュウ目であるタバコシバンムシの場合も、チョウ目のノシメマダラメイガ同様に、ピンホールや微細な隙間からふ化幼虫の侵入が起り、容器内や包装内の食品への侵入の大きな原因となるといえよう。

キーワード: タバコシバンムシ, 移動, 侵入, 産卵, 餌容器, ピンホール

Abstract. When a plastic cup in which many cigarette beetles were emerging from the food (flour with 10% dry yeast powder) were placed in a plastic arena (31 cm × 17 cm × 21 cm height) containing smaller plastic containers (3 cm diameter, 5 cm height) each having a small hole of 6 mm diameter at the center of the sealing (plastic) cap, most adults moving out of the cup entered the containers containing new food through the hole, while no or few adults entered the containers with no food. Although the beetles could not enter the containers when those with food were capped with polyethylene film (0.02 mm thick) or craft paper, they could oviposit on the surface of the film or paper. When there was a pinhole of about 0.5 mm diameter in the polyethylene or paper cap, the hatching larvae entered the food containers through the pinhole and developed into the next generation adults. Adults moved into food

2006年3月14日受付 (Received 14 March 2006)

2006年6月15日受理 (Accepted 15 June 2006)

containers on the floor on foot in May and June, especially to the darker side, whereas a substantial number of adults could fly into food containers hung high above the floor in August. The adults flying into the food containers tended to choose those on the lighter side of the arena.

Key words: cigarette beetle, movement, invasion, oviposition, food container, pinhole

まえがき

タバコシバンムシ *Lasioderma serricorne* (Fabricius) は人家や工場施設において広範囲の食品に侵入し繁殖する (Mallis, 1997). 本種は人間の生活区域と付近の屋外との交流が示唆されるなど (高山ら, 1992; 川上・中野, 1996, 1997), 発生源の特定には困難を感ずることが多い. したがって, その食品や関連製品への混入被害防止のためには成虫の潜伏と移動, 侵入産卵, 幼虫の侵入などに関する習性行動をさらに知る必要がある. Reed ら (1934) は倉庫内において成虫の活動が盛んな日没前後に吸引ライトトラップを用いて良好な防除結果を得ている. Back (1939) は成虫が午後遅くに飛翔し不快や汚染の原因になることに言及している. 著者も基礎研究の一環として, 2005年, 成虫が新しい餌に移動する状況と移動に関連する日周活動を室内試験容器内で観察し, 一部の結果をすでに報告した (辻, 2006). すなわち, 試験容器内でタバコシバンムシ成虫が餌の入った放飼カップ, あるいは空の放飼カップから新しい餌の入った小型の捕獲カップに移動侵入する状況を検討した結果, 成虫は汚れた餌の放飼カップや空の放飼カップからは急速に餌入りの捕獲カップに誘引され移動し産卵するが, 放飼カップ内に新しい餌がある場合は移動しないか, その餌が汚れるまで移動が遅れることを明らかにした. その際, 5月上旬には暗い北側 (南側のガラス戸に対し反対側) への移動が多く, 6月下旬には明暗 (南北) の両方向へ大差なく移動することも判った. また, 成虫は昼間は潜伏場所に潜むものが多く, 日没前から外出活動が盛んとなり, 前夜半に活動ピークに達することも示した.

今回は, 2005年の実験結果のうち未発表のもの, すなわち移動方向に関する追加データ, この

ような移動と成虫の歩行と飛翔との関係, 成虫が狭い孔から餌容器に侵入する状況, 侵入できない容器蓋膜面への産卵状況, およびふ化幼虫がピンホールから侵入する状況を検討した結果を報告する.

材料と方法

1. 実験器具

1) アリーナ, 餌放飼カップ

前報 (辻, 2006) と同じ大型 (底面辺 310×170 mm, 上部口辺 340×200 mm, 深さ 210 mm) および中型 (底面辺 260×160 mm, 上部口辺 280×170 mm, 深さ 190 mm) のプラスチック容器をアリーナとして用いた. 餌として, 乾燥酵母粉末 (エビオス, アサヒビール(株)) 10% (重量) を混合した精製小麦粉 (薄力粉, 日清製粉(株)) を用いた.

2) 放飼カップ, シェルター

成虫の出発点として「放飼カップ」と称し (図 1), 成虫が発生しつつある餌入りのプラスチックカップ (口径 90 mm, 底面径 80 mm, 深さ 50 mm) か, あるいは空の放飼カップの中に成虫と

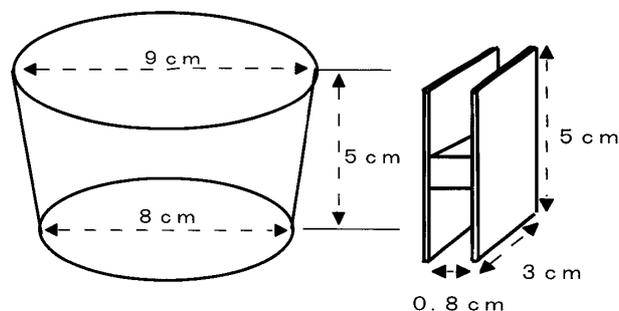


図 1 成虫の移動実験に使用した放飼カップとベニヤ板製のシェルター
移動実験アリーナ中央にカップを置き, カップの中にシェルターを板面が垂直になるように設置.

潜伏用シェルターを入れたものを用い、それをアリーナの中に置いて移動実験を開始した（細部は各実験ごとに記載）。アリーナにはナイロンゴースの網をかけ、その上から付属のプラスチック網蓋をした。

3) 捕獲カップ

成虫の侵入先として小型円筒ケース（市販フィルムケース、口径 30 mm、底面径 29 mm、深さ 50 mm）を用いて「捕獲カップ」称した。通常は新しい餌 (3 g) を入れて用いたが、実験目的により餌を入れないものも使用した場合はその旨明記した。また、通常は蓋なしで用いたが、小穴のある蓋をした場合にはそれを明記した。捕獲カップはアリーナの中の南北各辺あるいはどちらか 1 辺に沿って床面に設置、あるいは床面から離して壁面に装着した（図 2～8）。

2. 実験の手順

1) 蓋の小穴から捕獲カップへの侵入

a) 2005 年 7 月 8 日、中型アリーナを用い、床の一方（北側）に捕獲カップに餌の入ったもの 3 個と入っていないもの 3 個を交互に並べた。これらはいずれも中央に直径 6 mm の小穴のあるプラスチック蓋をしたものである。その後、反対側に成虫が発生しつつある放飼カップを置き、2 日後に成虫の分布を調査した（図 2A, A'）。

b) 2005 年 5 月 22 日、大型アリーナを用い、

南面と北面にそれぞれ 3 個ずつ餌の入った捕獲カップを並べた。これらはいずれも中央に直径 6 mm の小穴のあるプラスチック蓋をしたものである。その後アリーナの中央に餌なしの放飼カップを置き、カップ中に成虫 16 匹とシェルターを入れ、3 日後の成虫の分布を調査した。（図 2B）

2) 成虫の移動方向

a) 2005 年 5 月 22 日に開始し 25 日に結果を判定した小穴から捕獲カップに成虫が侵入する実験（前述 1b 参照）で、餌なし放飼カップから移動して南北の捕獲カップに侵入した成虫を 25 日に回収合併し、その成虫を使用して再度同様の（小穴のある蓋付捕獲カップの）実験を 26 日に行った。すなわち、大型アリーナ内の南北に捕獲カップを 3 個ずつ（小穴のある蓋つき）を並べ、中央の餌なし放飼カップに成虫をシェルターとともに入れた（図 2B）。

b) 2005 年 6 月 26 日、第 1 回目として大型アリーナ内の南側と北側の床にそれぞれ 3 個ずつの（蓋なし）捕獲カップを並べ、餌なしの放飼カップに成虫とシェルターを入れて中央に設置し（図 2B）、1 日後（6 月 27 日）に捕獲カップ内その他の成虫分布を調査した。その調査当日、第 2 回目として中型アリーナ内の南側と北側の床にそれぞれ 2 個ずつの（蓋なし）捕獲カップを並べたものを 2 個用意し（図 2C）、空の放飼カップに成虫とシェルターを入れたものを、2 個のアリーナのそれぞれに設置した。2 個のうちの 1 個のアリーナでは第 1 回目の実験で南側の捕獲カップに入った成虫を入れ、他の 1 個では北側の捕獲カップに入った成虫を入れた。成虫の分布調査は 1 日後（6 月 27 日）に行った。

c) 2005 年 7 月 8 日、第 1 回目として中型アリーナ内の南面と北面の床にそれぞれ 3 個ずつの（蓋なし）捕獲カップを並べ（図 2D）、成虫が発生しつつある餌入りの放飼カップを中央に置き、2 日後（7 月 10 日）に捕獲カップ内その他の成虫分布数を調査した。第 2 回目はアリーナのサイズと（蓋なし）捕獲カップの配置は第 1 回目と同じものを 2 個用意したが、それぞれ中央の放飼カップは空のものである。さらに、成虫は上記実験の調査日に南面の捕獲カップに入っていた成虫

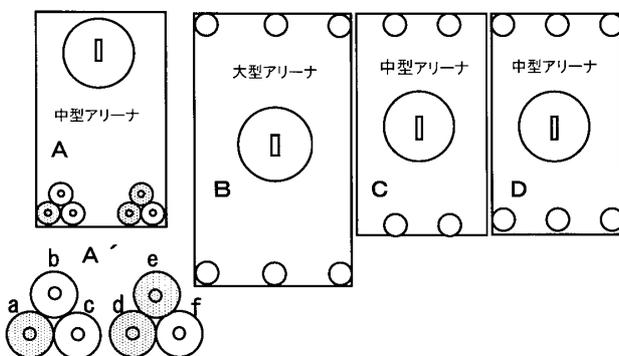


図 2 成虫の移動実験に用いたアリーナとその内部配置

アリーナ中の放飼カップ（大円）と捕獲カップ（小円）。

A'：ドット入り小円は餌入りを示す

と北面に入っていた成虫を別々に回収し、当日（7月10日）別々のアリーナの捕獲カップに入れて1日後（7月11日）の成虫の分布数を調査した。

3) 粘着シートによる成虫歩行侵入の妨害

大型アリーナを用い、アリーナの床面に置かれた（蓋なし）捕獲カップへの歩行侵入を妨害する目的で、捕獲カップの底面外径（30 mm）よりやや大型の（43 mm 四方, 図3A, または50 mm 四方, 図3B）正方形粘着シートを下に敷いた捕獲カップ2個と、粘着シートを敷いていない捕獲カップ2個とを並べ、成虫の侵入数を調べた。捕獲カップを床の一方（南側）に片寄らせて並べ、その反対側に餌なしの放飼カップに成虫とシェルターを入れて置き（図3）、その後の成虫の分布数を調べた。実験は2005年6月4～7日、と7～10日の2回行った。

4) 高所設置の捕獲カップへの成虫の侵入

a) 大型アリーナを用い、アリーナ内の一方（北側）の壁に片寄らせて、床面に捕獲カップ3個を設置、さらに床から（開口部140 mm, 底面90 mmの高さに）離して壁に3個を接着し、反対側に餌なしの放飼カップに成虫とシェルターを

入れ設置した（図4）。2005年5月26日に設置し3日後の成虫の分布数を数えた。

b) 大型アリーナを用い、その内部南北両方に捕獲カップを2個ずつ、床から離して（開口部140 mmとして）壁に接着させ、中央に餌なしの放飼カップに成虫とシェルターを入れて2005年5月31日に設置した。3日後に成虫の分布数を確認したが、捕獲カップへの侵入がなかったため、その日のうちに（6月3日）壁面の捕獲カップそれぞれの下の床面に追加の捕獲カップ（計4個）を設置して翌日の成虫分布数を確認した（図

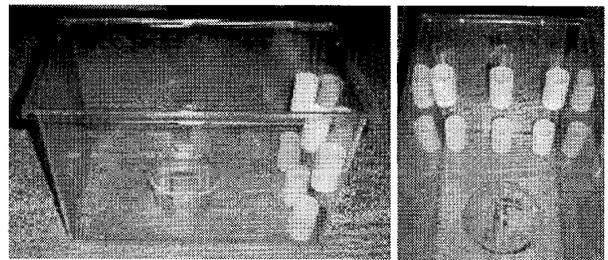


図4 捕獲カップを床面に置いたものと離れたものとの比較実験の内部配置
左: 大型アリーナ内の側面俯瞰写真 右: アリーナ縦方向の俯瞰写真

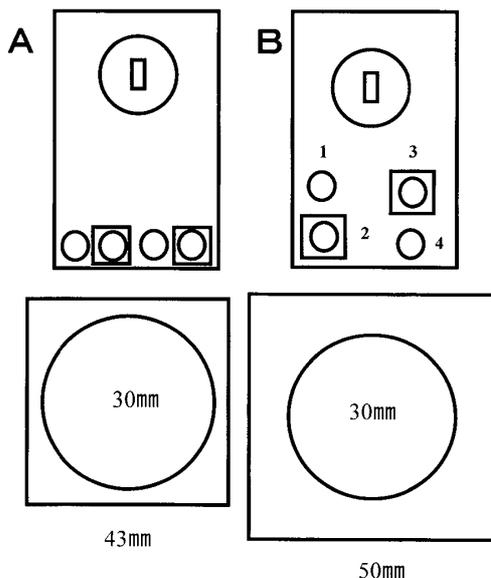


図3 粘着シートによる歩行侵入妨害実験に用いたアリーナの内部配置
上: 大型アリーナ内の配置 下: 捕獲カップと粘着シートの位置関係（拡大）

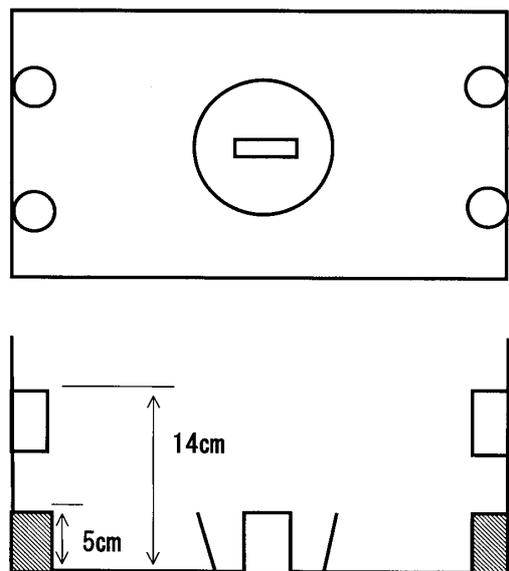


図5 はじめ捕獲カップを床面を離して設置し、後で床面設置を追加した実験の内部配置
上: 大型アリーナ内配置の平面図 下: アリーナ配置の側面図
はじめは上の捕獲カップのみを設置し、3日後に下の捕獲カップを追加設置した。

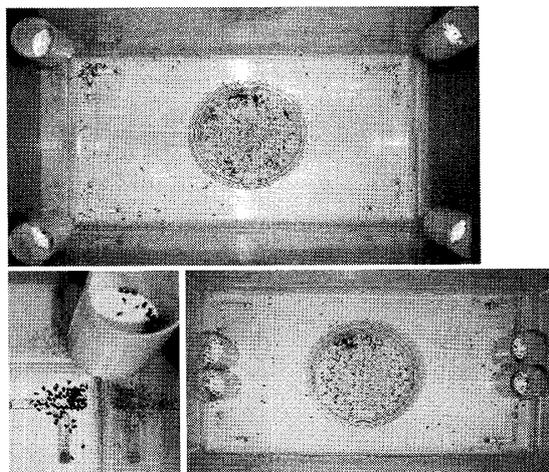


図6 はじめ捕獲カップが床面から離れて設置され、後で床面設置と交代した実験の内部配置
 上: はじめ捕獲カップを床から離して高所設置した。
 下左: 41時間後の1コーナー。高所への飛翔侵入は頭打ちとなり、歩行個体がカップ下方の床に集合した。
 下右: 41時間後に高所の捕獲カップを除去し新カップを床に設置すると、歩行個体が侵入した。

5).

c) 高温の季節の反応を調べるため、2005年8月9日に上記b)と類似の実験を行った。大型アリーナの内部南北の両方に捕獲カップを2個ずつ床から離して壁に接着させ、17時にアリーナ中央に成虫が発生しつつある餌入りの放飼カップを置き、41時間後までに捕獲カップ内その他の成虫分布数を数えた(図6上)。41時間後の時点で壁面の捕獲カップを侵入成虫とともに除去し、直ちに南北両方の床面に2個ずつ(合計4個)の捕獲カップを設置し(図6下右)、追加31時間目までの成虫の分布数を数えた。

5) 捕獲カップ蓋の膜面への産卵と幼虫の侵入

a) 捕獲カップのはめ込み式のプラスチック蓋の外周を残して直径2センチの円形に切り抜いて開口部とし、その開口部に厚さ0.020mmのポリエチレン膜が伸張するように捕獲カップの蓋の外周を膜の上からはめ込んで用いた(図7A)。この膜面の中心に直径0.5mmの昆虫標本針を突き刺してピンホールを作った捕獲カップ3個とピ

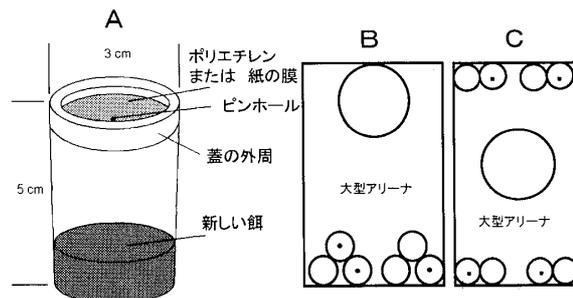


図7 蓋の膜面への産卵と内部への幼虫の侵入を調べる捕獲カップとアリーナ内の配置
 A: 捕獲カップ(ピンホール有無の2種を用意した) B: アリーナ内の配置(蓋はポリエチレン膜) C: アリーナ内の配置(蓋はクラフトペーパー)

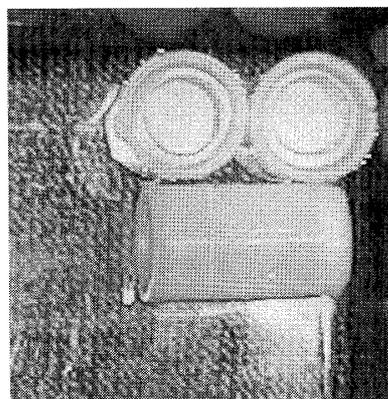


図8 蓋の膜面、特に垂直な膜面への産卵と内部への幼虫の侵入を調べるアリーナ内の配置
 アリーナの3コーナーに1セットずつの捕獲カップを設置した。
 1セット3個の捕獲カップの蓋はポリエチレン膜、そのうち2個には蓋の膜中心にピンホールがある。
 ピンホールのある1個は横転させ、膜面を垂直に保った。

ンホールのない膜面の捕獲カップ3個とを、大型アリーナ内の北側に交互に並べ、反対側に餌のない放飼カップに成虫24匹とシェルターを入れたものを設置した(図7B)。2005年6月5日に設置し、5日後(6月10日)に捕獲カップ上の暫定産卵数を数え、捕獲カップ内で発生した次世代成虫を51日後(7月31日)まで数えた。

b) 上記同様にしてピンホールのあるポリエチレン膜蓋の捕獲カップ6個とピンホールなし膜蓋の捕獲カップ3個を用意した。大型アリーナ内

部の4隅の内3隅のそれぞれに、水平な蓋面を上にして正常に立てたピンホールのある捕獲カップ1個とピンホールなしの捕獲カップ1個、およびケースを倒して蓋面を垂直にしたピンホールのある捕獲カップ1個の合計個を一組として設置した(図8)。アリーナの中央に餌なしの放飼カップを置き、その中に成虫約50匹とシェルター3個を入れた。2005年7月16日に設置し、7日後(7月23日)に捕獲カップ上の暫定産卵数を数え、捕獲カップ内で発生した次世代成虫を39日後(8月24日)まで数えた。

c) 上記実験のポリエチレン膜の代わりにクラフトペーパーを使用した捕獲カップを用い、ピンホールのある捕獲カップ1個とない捕獲カップ1個の組み合わせをセットにして、大型アリーナ内の4隅に設置した(図7C)。その後、アリーナ中央に成虫が発生しつつある餌入りの放飼カップを置き、実質205匹を放虫した(後にアリーナ床上の死体で確認)。2005年8月16日に設置し、7日後(8月23日)に産卵数を数え、捕獲カップ内で発生した次世代成虫を53日後(10月8日)まで数えた。

結果および考察

1) 蓋の小穴から捕獲カップへの侵入

7月8日開始の実験で、直径6mmの小穴のある蓋をした捕獲カップの中に実際に餌の入っているものと入っていないものを並べ、餌から発生しつつある放飼カップを中央に置いて出てくる成虫に選ばせた結果を表1に示す。侵入個体の98%(105/107)が餌入りの捕獲カップに入った。

5月22日開始、直径6mmの小穴のある蓋をした捕獲カップにすべて餌を入れ、中央に餌なしの放飼カップに成虫を入れ設置したときの成虫の侵入状況を表2(1次試験)に示す。成虫は3日以内に全て餌なしの放飼カップを離れ、そのほとんど(15/16)が捕獲カップに侵入した。その移動侵入個体の大部分が北側の捕獲カップに侵入した。

上記の結果は、成虫が餌の存在を認識して小さな穴や隙間から侵入することを明確に示している。著者(辻, 1999)はタバコシバンムシとともに貯蔵食品害虫として最も被害の多いノシメダラメイガについて、成虫が直径3~6mmの小穴を通過するなど狭い場所に産卵餌を求めて侵入することをすでに報告している。タバコシバンムシ成虫も同様の積極的侵入行動を示すといえる。

2) 成虫の移動方向

上記5月22日開始の実験では、大部分の成虫が北側の捕獲カップに侵入したが、これらの侵入個体を回収し、同様にして行った5月26日の実験では、むしろ南側の捕獲カップへの侵入が多

表1 直径6mmの小穴から侵入する成虫に対する餌の誘引性(設置2日後)
7月8日、成虫が発生しつつある飼育カップを設置
初期成虫の日齢: 0~10日

餌あり		餌なし	
カップの位置	侵入虫数	カップの位置	侵入虫数
a	40	b	1
d	38	c	0
e	27	f	1

表2 同一個体群の移動方向に関する繰り返し実験結果(1)(22~26°C)
餌なしカップの成虫を設置(成虫初期日齢: 2~7日)
上: 5月22日に設置, 3日後の結果(後で成虫を全部回収)
下: 5月26日上記個体群を再設置, 3日後の結果

成虫出現 後日齢	放飼日時	検査日時	放飼カップ			捕獲カップ				アリーナ 床	合計			
			底 餌ナシ	シェルター		南側のカップ		北側のカップ						
				上部	下部	東	中央	西	東			中央	西	
1次試験	2~7日	5月22日12時	25日12時	0	0	0	0	0	1	4	7	3	1	16
2次試験	6~11日	5月26日9時	29日18時	0	0	1	2	1	5	3	0	1	3	16

1次試験で捕獲カップに入った全成虫を回収して2次試験を行った。

表3 同一個体群の移動方向に関する繰り返し実験結果 (2) (29~31°C)

- 1次試験 : 6月26日, 餌なしカップに入れた成虫を設置, 1日後の結果
(羽化出現後0~2日齢の成虫を使用, 88匹)
- 2次試験A: 1次試験で南側の捕獲カップに入った個体のみ(40匹)を集めて再試験した結果
(設置1日後)
- 2次試験B: 1次試験で北側の捕獲カップに入った個体のみ(40匹)を集めて再試験した結果
(設置1日後)
(2次試験の捕獲カップは2個のみ使用, またアリーナからの脱出個体があった.)

	成虫出現 後日齢	放飼日時	検査日時	放飼カップ(餌なし)		捕獲カップ						アリーナ 床	合計
				底	シェルター	南側のカップ			北側のカップ				
						東	中央	西	東	中央	西		
1次試験	0~2日	6月26日14時	27日17時	4	4	15	15	10	18	11	11	0	88
2次試験A	1~3日	6月27日18時	28日9時	8	0	5	—	3	3	—	4	0	23
2次試験B	1~3日	6月27日18時	28日9時	11	0	5	—	7	3	—	3	0	29

表4 同一個体群の移動方向に関する繰り返し実験結果 (3) (27~29°C)

- 1次試験 : 7月8日, 成虫が発生しつつある飼育カップを中型アリーナ中央に設置, 2日後の結果
(成虫出現開始から4日目のカップ, 調査時にカップ内に100匹以上存在)
- 2次試験A: 1次試験で南側の捕獲カップに入った個体のみを集めて再試験した結果
(設置1日後)
- 2次試験B: 1次試験で北側の捕獲カップに入った個体のみを集めて再試験した結果
(設置1日後)

	成虫出現 後日齢	放飼日時	検査日時	放飼カップ		捕獲カップ						アリーナ 床	合計	
				底	シェルター	南側のカップ			北側のカップ					
						東	中央	西	東	中央	西			
1次試験	0~4日	7月8日14時	10日11時	発生餌あり	多数	15	16	19	12	21	20	21		
2次試験A	0~6日	7月10日12時	11日18時	餌なし	2	0	14	8	13	10	3	4	0	54
2次試験B	0~6日	7月10日12時	11日18時	餌なし	3	0	15	10	3	8	4	10	0	53

かった(表2).

6月26日開始の(捕獲カップには蓋なし・以下同様)実験では, 南側と北側の捕獲カップにほぼ同数の個体が移動侵入した(表3, 1次試験). 南側と北側に入った個体群を別々に回収して, それぞれ同様の実験を行った結果, はじめの実験で南側に入った個体のうち次の実験でも南側に移動した数(12匹)は, 北側に移動した数(6匹)より多かったが, 北側に移動した数が非常に少ないとは言えない(表3, 2次試験A). 一方, はじめの実験で北側に移動した個体のうち次の実験でも北側に移動した数(7匹)は, 南側に移動した数(8匹)とほぼ同じかやや少なかった(表3, 2次試験B). 同様の実験を7月1日開始で行った結果もほぼ同様であった(表4).

著者は前報(辻, 2006)において, 5月上~中

旬には暗い北側への移動が多く, 6月下旬には明暗(南北)の両方向へ大差なく移動する傾向をすでに報告した. 今回のデータでも5月22日設置の移動実験では暗い北側への移動が圧倒的に多く(表2の1次試験)その後の5月下旬~8月上旬の移動では明暗方向に同程度に(飛翔個体では明るい南側に多く)移動し(表2の2次試験, 表3, 4, 8右), 前報での傾向が大局的に再確認された. この移動方向の変化には温度が関係していると思われる, 5月下旬~6月にみられる行動変化の境界気温が25°C前後にあるように感じられる. 5月上旬に暗い方向への移動が多いのは, 比較的低温の野外への移動を防ぐ効果があると思われる.

上記に関連して, 同じ個体を短期間のうちに二度目の移動実験に用いて一度目と同じ移動傾向を示すかどうかを調べた結果では, 5月22日設置

と26日設置の間で移動傾向の逆転が起こり(表2),一度目の実験で明るい方向に移動した個体だけを二度目に使用しても,その結果の移動方向は明暗大差なく別れ,逆に暗い方向に移動した個体も二度目には明暗大差なく別れた(表3,4).すなわち,移動方向は個体が長期的に維持する性質ではなく,温度その他の条件で簡単に变化させられたり,高温条件下ではどちらの方向でも可能であるような性質であると思われる.

3) 粘着シートによる成虫歩行侵入の妨害

粘着シートを捕獲カップの下に敷いて成虫の歩行侵入を妨害する6月4~7日,および7~10日の実験結果(表5上,下)では,捕獲カップに侵入する個体数が粘着シートの存在で大きく妨害され,特にシートのサイズが十分大きいと完全に侵入が阻止された.同様の結果は6月28日に設置

表5 捕獲カップ下の粘着シートによる成虫の歩行侵入妨害試験の結果(24~27℃)
試験A:粘着シートの1辺:43mm

捕獲カップ 下の粘着板	捕獲カップ侵入個体数		
	1	2	合計
あり	1	1	2
なし	6	1	7

6月4日設置(0~8日齢),3日後の結果
供試虫数=16,侵入数=9,非侵入=3,逃亡=4

試験B:粘着シートの1辺50mm

捕獲カップ 下の粘着板	捕獲カップ侵入個体数		
	1	2	合計
あり	0	0	0
なし	5	2	7

6月7日設置(3~11日齢),3日後の結果
供試虫数=9,侵入数=7,非侵入=1,死亡=1

表6 5月における,上部壁面の捕獲カップと床面の捕獲カップへの侵入成虫数の違い
5月26日設置,3日後(5月29日)侵入成虫数検査(22~26℃)

捕獲カップ位置	捕獲カップ侵入個体数			
	東	中央	西	合計
壁面(高所)	0	0	0	0
床面(低所)	6	0	7	13

した同様の実験でも確認できた(データ省略).この結果は,この時期(6月)の捕獲カップへの侵入が歩行によって行われることを示している.

4) 高所設置の捕獲カップへの成虫の侵入

アリーナの床から離して高所に設置した捕獲カップと,床に置いた捕獲カップを同時に成虫に選ばせた場合の成虫の侵入状況を調べた5月26~29日の実験結果を表6に示す.これによると,底がアリーナの床から離れている捕獲カップには成虫が全く侵入せず,アリーナの床に置かれているものにだけ侵入した.

はじめにアリーナの床から離れた捕獲カップだけ置き,後で床にも追加した場合(5月31日~6月3日)の結果を表7に示す.この場合,3日後でも成虫は侵入できず,追加の捕獲カップを床に置いたとき,すべての成虫が一昼夜以内にそれに侵入した.これらの結果は粘着シートによる歩行侵入の妨害と同様のことを示す.すなわち,5月および6月下旬までの成虫移動がほとんど歩行によって行われたことを示す.

一方,8月に行われた実験結果(図9)では,成虫の移動が相当の割合で飛翔によって行われた.すなわち,床から離れた捕獲カップ(高所カップ)のみを設置して8月9日17時に開始した実験では,アリーナ内で盛んな飛翔が認められ,結果的に1時間~15時間後にかけて多数の成虫がこの高所カップに侵入した(図9上).しかし,39~41時間後には侵入個体数の増加が頭打ちとなり,

表7 床面を離して設置した捕獲カップへの成虫の侵入(22~26℃)

5月31日壁面に新餌ケースを設置,3日後追加ケースを床面に設置
(0~5日齢,8匹使用,8匹とも床面のカップに侵入)

経過時間	壁面(高所)	床面(低所)
0	カップ設置	
12	0	
24	0	
48	0	
72	0	
77	0	カップ設置
85	0	5
95	0	8

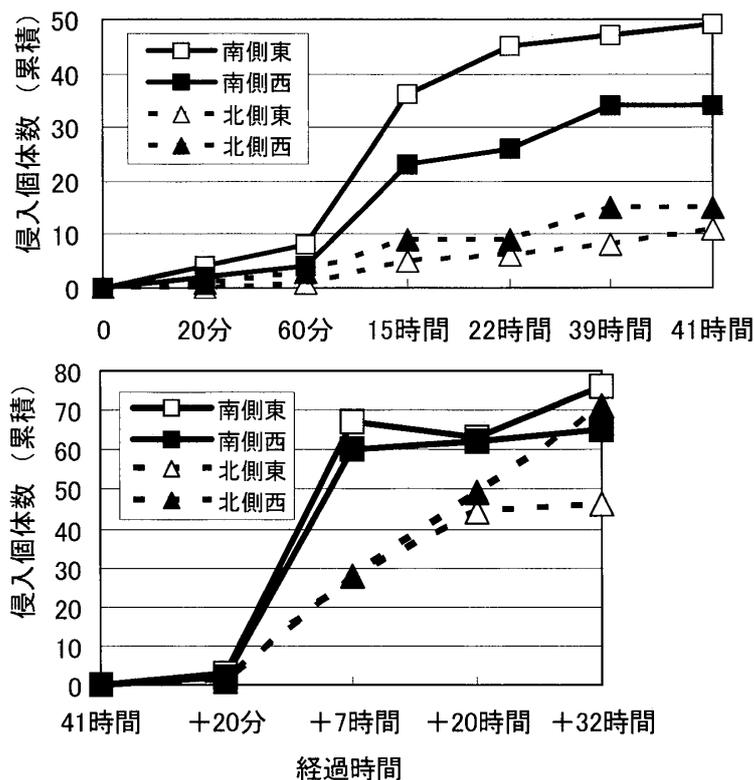


図9 床面から離して設置した捕獲カップへの飛翔侵入 (29~32℃)
 上: 飛翔侵入. 8月9日 17時・高所設置捕獲カップでの経過 (壁面に設置. 開口部の高さ 14 cm)
 侵入個体数=109. 41時間後侵入数は頭打ちとなった.
 下: 歩行侵入. 上記捕獲カップを除去後, 床面設置した捕獲カップでの経過 (床面に設置, 開口部の高さ 5 cm)
 上記カップ内外の残留個体をそのまま使用. 侵入個体数=258. 非侵入数>100

アリーナ床には (特に捕獲カップの直下の床に集合して) 依然多くの成虫が残留していたので, 高所カップを (侵入成虫 109 匹も) 除去し, 床面に捕獲カップを設置したところ, それから数時間のうちに多数 (258 匹) の成虫がそれらに歩行侵入した (図9下). この歩行侵入も 20~32 時間後には頭打ちとなり, 活発でない個体 100 匹以上が床面または放飼カップ内に残された. この間, アリーナの壁を登る個体は常時 1~2 匹と少なく, しかも 2~3 cm 以上の高さには登れなかった. 一方, 床置き捕獲カップの外壁 (高さ 50 mm) には成虫が容易に登って歩行侵入した. これは捕獲カップ (軟質) とアリーナケース (硬質) との間に材質の差があるためと思われた. (それにより, かって飛翔による侵入状況を明らかにすることができたともいえる). さらに, 8月の飛翔によって侵入した成虫の移動は明らかに明るい方向に多く (表8左), 残りの歩行侵入個体は明暗

表8 8月に高所に (飛来) 侵入した成虫と, 低所に (歩行) 侵入した成虫の移動方向 (図9の個体)
 左: 8月9日に設置, 2日後までの高所設置の捕獲カップへの侵入個体数 (床面から離して設置. 開口部の高さ 14 cm) 侵入は飛翔によるとみられるもの. 羽化最盛期のカップを設置. 侵入個体数=109. 41時間後侵入数は頭打ちとなった.
 右: 上記捕獲カップを侵入個体ごと除去し, 直後に新捕獲カップを低所設置, 2日後までの侵入個体数 (床面に設置, 開口部の高さ 5 cm) 侵入は歩行によるとみられるもの.
 上記除去カップ以外の残留個体をそのまま使用. 侵入個体数=258. 非侵入数>100

	8月9日~11日 飛来侵入			8月11日~13日 歩行侵入		
	東	西	合計%	東	西	合計%
南	49	34	76.1	76	65	54.7
北	11	15	23.9	46	71	45.3
合計%	55	45	100	47.3	52.7	100

半々の割合で移動がみられた (表 8 右)。

これらの結果は高温時には飛翔による移動も多いことを示している。実際夕方から盛んな飛翔と飛び込みが目撃された。しかし、その際にも床に置かれた捕獲カップにしか侵入できない個体の数のほうがむしろ多かったことは (図 9, 表 8), 成虫の歩行が意外に敏捷であることとあわせて、本種の移動における歩行の重要性を示しているといえよう。

この高温時期の飛翔侵入個体は明るい南側への移動が北側への 3 倍以上多く (表 8), 明るい方向、たとえば屋外などへの長距離移動に適していると考えられる。河野 (1982) は本種成虫が夕日の当たる窓に多く飛翔して集まることを述べ、川上・中野 (1997) は成虫が夏期に屋外に分散する

と推定しているが、ここで得られた結果は、それらの実験的裏づけとなるものといえる。その一方、高温時期の歩行侵入個体の移動は明暗両方向間で極端な差がなく、近距離の探索行動に適しているように思われる。

5) 捕獲カップ蓋の膜面への産卵と幼虫の侵入

ポリエチレン膜で蓋をしてアリーナ床上に置いた捕獲カップへの暫定産卵数 (全期間の産卵数ではない) をみると (表 9 左), 成虫は餌に直接触れなくても蓋の膜面 (外周との間の隙間) に産卵することが示され、ピンホールのあるほうが多く産卵された。成虫は夕方から活発にこれらの餌ケースに登攀し、蓋の外周や膜面上を歩行するのが認められた。餌ケース内で発生した次世代成虫数をみると (表 9 右), ピンホールのある餌ケースで

表 9 ポリエチレン膜蓋の捕獲カップへの成虫による産卵と次世代成虫の発生数
6月5日設置 (成虫日齢不明, 24匹), カップ ABC の3連区 (24~27°C)

左: 暫定産卵数

5日後 (6月10日) にケース表面に産まれていた卵数を数えた。 (24~27°C)
(ほとんどがポリエチレン膜表面と蓋枠の間の隙間に産まれていた。)

右: 発生成虫数

ケースの中で発生した次世代成虫を61日後 (7月31日) まで数えた。 (24~31°C)

捕獲カップ	暫定産卵数			発生成虫数		
	ピンホール無	ピンホール有	合計	ピンホール無	ピンホール有	合計
A	5	3	8	0	5	5
B	0	8	8	0	8	8
C	1	6	7	0	11	11
合計	6	17	23	0	24	24

表 10 垂直および水平なポリエチレン膜蓋の捕獲カップへの産卵と次世代成虫の発生数
7月16日設置 (日齢不明, 約50匹), 捕獲カップをアリーナの3隅 (ABC) に配置 (28~31°C)

左: 暫定産卵数

5および7日後 (7月21/23日) の捕獲カップ表面の卵数 (同数であった)。 (28~31°C)
(ほとんどがポリエチレン膜表面と蓋枠の間の隙間に産まれていた。)

右: 発生成虫数

捕獲カップの中で発生した次世代成虫を39日後 (8月24日) まで数えた。 (28~31°C)

	暫定産卵数				発生成虫数			
	水平面 PH*無	垂直面 PH有	水平面 PH有	合計	水平面 PH無	垂直面 PH有	水平面 PH有	合計
A位置	1	0	0	1	0	3	2	5
B位置	0	0	1	1	0	4	1	5
C位置	2	1	14	17	0	2	80	82
合計	3	1	15	19	0	9	83	92

* PH: ピンホール

表 11 クラフトペーパー膜蓋の捕獲カップへの成虫による産卵と次世代成虫の発生数

8月16日設置（成虫多数発生中の飼育カップを放飼カップとしてを設置，205匹がアリーナ床で活動後死亡），捕獲カップをアリーナの4隅に配置

左：暫定産卵数

7日後（8月23日）に捕獲カップ表面に産まれていた卵数を数えた。（30～31℃）

（ほとんどがクラフトペーパー表面と蓋枠の間の隙間に産まれていた。）

右：発生成虫数

捕獲カップの中で発生した次世代成虫を53日後（10月8日）まで数えた。（22～31℃）

捕獲カップ	暫定産卵数			発生成虫数		
	ピンホール無	ピンホール有	合計	ピンホール無	ピンホール有	合計
A	2	2	4	0	24	24
B	1	4	5	0	23	23
C	1	2	3	0	25	25
D	1	2	3	0	30	30
合計	5	10	15	0	102	102

のみ発生しており，ピンホールのないケースではゼロで，ふ化幼虫がピンホールを通過して内部に侵入したことを示している。実際顕微鏡下で水平なポリエチレン膜上を歩行してピンホールから侵入する幼虫を観察できた。同様の結果は写真3の配置で行った実験でも示された（表10）。表10で特に興味あることとは，ポリエチレンの膜面が垂直であっても産卵が行われ，次世代の成虫が発生したことである。

クラフトペーパーで蓋をした場合も，その表面に産卵が行われ，その数はピンホールのある方に多く，次世代成虫はピンホールのある餌ケースのみから発生した（表11）。この場合もふ化幼虫が紙面上をスムーズに歩行するのを観察できた。

タバコシバンムシと共に貯蔵食品害虫として最も被害の多いノシメマダラメイガについて，成虫が直径3～6mmの小穴を通過するなど狭い場所に産卵餌を求めて侵入すること（辻，1999），餌だけでなく餌の存在を認識して包装材料フィルムや容器の表面にも産卵すること（Tsuji，2001），ふ化幼虫は直径約0.4mmのピンホールを通過して侵入できること（Tsuji，1998），ふ化幼虫は少なくとも38cm離れた餌容器のピンホールを通過して侵入できること（Tsuji，2000）を，著者はすでに報告した。ここでタバコシバンムシについて得られたデータは，コウチュウ目に属するタバコシバンムシも，チョウ目に属するノシメマダラメイガと

類似した餌への侵入方法をもっていることを示している。

タバコシバンムシの成虫も餌の入っている容器を認識して直径6mmの小穴から侵入した（表1）が，その体型とサイズからみてより狭い隙間から侵入できることは容易に推定できる。成虫による捕獲カップ蓋への産卵や，ピンホールを通るふ化幼虫の内部への侵入結果（表9，10，11）をみると，ノシメマダラメイガ同様，成虫は直接餌に接しなくても産卵し，ふ化幼虫がピンホールを通過して侵入することが示されている。

ふ化幼虫が水平なポリエチレン膜面上やクラフト紙面上を比較的自在に歩行することが実体顕微鏡下で確認されたので，餌への直接の産卵と侵入だけでなく，餌以外の場所への産卵と微小なふ化幼虫の移動による侵入が，ノシメマダラメイガの場合と同様に防止対策上重視されなければならないといえよう。ちなみに，穿孔性で餌にトンネルを形成する本種の幼虫であるが，大型幼虫であっても平面上をかなり自在に移動することが認められる。これは潜地性のコガネムシ幼虫が，（必要な場合）地表をよく歩行できることとともに記憶すべきことであろう。

餌容器を倒してポリエチレン膜を垂直にしても，産卵はもちろん，ピンホールのある餌容器内での幼虫生育と成虫発生が認められたことは（表11）ふ化幼虫が垂直なポリエチレン膜面を歩

行して中央のピンホールから侵入したことを示唆するものであるが、垂直面の歩行現場は未確認である。一方、ふ化幼虫が垂直のクラフト紙面で滑り落ちずに歩行することは確認している。

引用文献

- Back, E. K. (1939) The cigarette beetle as a pest of cotton seed meal. *J. Econ. Entomol.* **32**: 739-42.
- 川上裕司・中野敬一(1996) 一般住宅の屋内とその近隣屋外におけるタバコシバンムシの棲息調査(第1報). *家屋害虫* **18**: 1-8.
- 川上裕司・中野敬一(1997) 一般住宅の屋内とその近隣屋外におけるタバコシバンムシの棲息調査(第2報). *家屋害虫* **19**: 4-10.
- 河野昌弘(1982) しろあり以外の建築害虫[IV]-たたみに被害を与えるタバコシバンムシ-, しろあり, **49**: 33-36.
- Mallis, A. (1997) Handbook of pest control. Eighth edition. Mallis Handbook & Technical Training Company, U.S.A.
- Reed, W. D., E. Livingstone, and A. W. Morrill, Jr. (1934) Experiments with suction light traps for combating the cigarette beetle. *J. Econ. Entomol.* **27**: 796-801.
- 高山 渉・杉本可能・高橋朋也(1992) フェロモントラップによる屋外におけるタバコシバンムシ捕獲調査. *ペストロジー学会誌* **7**: 42-44.
- Tsuji, H. (1998) Experimental invasion of a food container by first-instar larvae of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* Hübner, through pinholes. *Med. Entomol. Zool.* **49**: 99-104.
- 辻 英明(1999) ノシメマダラメイガ成虫の狭所侵入性実験. *ペストロジー学会誌* **14**: 1-6.
- Tsuji, H. (2000) Ability of first instar larvae of the Indian-meal moth, *Plodia interpunctella* Hübner, to reach their food. *Med. Entomol. Zool.* **51**: 283-287.
- Tsuji, H. (2001) Oviposition by the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* Hübner, on wrapping materials. *Pest Control Research* (ペストロジー学会誌), **16**: 8-14.
- 辻 英明(2006) 餌の有無がタバコシバンムシ成虫の移動と日周活動におよぼす影響. 環動昆投稿中.