The society of Urban Pest Management, Japan

家屋害虫 29(1): 39～47, 2007 年 6 月

原　著

コクヌストモドキ成虫の飛翔条件

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

A Condition Necessary for the Flight of Red Flour Beetles, *Tribolium castaneum* (Herbst)

Hideakira TSUJI
KSK Institute for Environmental Biology,
F-409, 2-1 Nishino-Rikyu-cho, Yamashina-ku, Kyoto 607-8345, Japan

摘要. コクヌストモドキ成虫は直立あるいはそれに近いプラスチック面を登攀できず，プラスチックカップの内部から脱出することや，あるいは外部から歩いて侵入することができなかった．成虫は深さ 5 cm のプラスチック製放飼カップの底から直接，あるいは実験容器床面から飛翔上昇することもできず，実験容器内の 14 cm の高さに開口している餌入りのトラップに飛翔侵入することもできなかった．一方，深さ 5 cm のプラスチック製放飼カップの中心に高さ 13.5 cm の紙製タワーを立てた場合，登攀したコクヌストモドキ成虫の多くはタワー頂点から水平気味に飛び出し，カップ外の実験容器床面に落下した．しかし依然 14 cm 上の餌入りトラップの開口部までの飛翔はできなかった．このタワー登攀によるカップからの脱出率は，成虫初期における餌の不在で高くなる傾向があった．開放状態（室内）で高さ 96 cm の柱上で同様の放虫を行うと，カップを飛び出したコクヌストモドキ成虫は 30～50 cm 降下した後，水平あるいは上昇ぎみに飛び去るものが多かった．高所に登攀し尖端や角から飛び出すことが，コクヌストモドキ成虫の飛翔のための必要条件であると言えよう．

キーワード: *Tribolium castaneum*, コクヌストモドキ成虫，飛翔条件，分散性

Abstract. Flight behaviors of red flour beetles, *Tribolium castaneum* (Herbst), were observed under indoor conditions to determine requirements for flight initiation. When they were placed in a plastic cup (8 cmϕ×5 cm) or cages (26×16×19 cm and 31×17×21 cm), they did not climb the smooth wall nor took off form the bottom to escape. When a paper tower (13.5 cm height) was put up in the cup, the beetles climed the tower, took off the top and fell down to the cage floor around. However, no beetles were observed to perform continuous flight. The mobility was varied among insects tested, perhaps owing to variations in the physiological condition of insects. The factors concerning were not determined but starvation during early days after emergence was possible as one of them. When the tower was placed 96 cm above floor, 11.4% of the beetles that initiatiated flight fell down to the floor within a 125×94 cm area around, and 88.6% flew away beyond after initial drops of 30–50 cm. These results indicate that climbing to higher positions should be a prerequisite for the successful flight of this species.

Key words: red flour beetle, *Tribolium castaneum*, fligh initiation, dispersion

E-mail: fzh04506@nifty.com
2006 年 12 月 15 日受付 (Received: 15 December 2006)
2007 年 5 月 12 日受理 (Accepted: 12 May 2007)

NII-Electronic Library Service

The society of Urban Pest Management, Japan

はじめに

製粉工場の主要な害虫であるコクヌストモドキは穀物の粉砕加工品に多く発生し，その発生状況のモニタリングには床置きのフェロモントラップが用いられている．これは成虫の移動が通常は床面の歩行により行われることが多いと考えられるためである．実際，床置きのフェロモントラップや餌トラップには意外なほどよく捕獲される．経験では，成虫をガラス，プラスチック，平滑な金属などの容器に入れた場合，蓋がなくても脱出することがない．すなわち，容器側面の滑面を這い上がることができず，容器底面から舞い上がれない可能性が高い．

しかし，本種の成虫が近縁種のヒラタコクヌストモドキ成虫と異なり短い距離を飛翔できるということはテキスト的文献にもよく記載されており（吉田ら，1989; Granovsky, 1997），著者自身も室内において飛翔中の成虫を捕獲した経験があるほか，屋外でも飛翔中の成虫を捕獲した報告もある（富岡，1998）．さらに，野外から家屋に向かって多数の成虫が飛来したのではないかと思われる事例も報告され（富岡・柴山，2002），同様の事例が防除業に携わる人々から最近多く伝えられている．これらのことは，容器の底や家屋の床面から成虫が飛翔を開始することが困難ではあるが，何らかの条件下において飛翔の開始が可能であることを示す．

たとえば，近距離の高所に誘引性の食物があれば，滑面に囲まれた容器内でも飛翔を開始して飛来侵入するのかもしれない．その可能性を否定するような実験的証明（報文）はなかった．

Uvarov (1921) はトノサマバッタ *Locusta migratoria* の高密度条件下で生長した個体が群飛行可能な成虫となることを明らかにして，この変異を「相変異」と称した．同様な変異の研究はウンカ類（Kishimoto, 1956; 岸本，1965）でもよく知られている．昆虫の成虫に限らず幼虫が移動型に変異することが高密度条件により誘導されることも知られている (Iwao, 1962; Tsuji, 1963)．コクヌストモドキの多数の飛来に関しても類似の検討の必要も感じられた．

コクヌストモドキの生態については伊藤 (1956a, 1956b), Howe (1960, 1962), 桐谷ら (1963), 吉田 (1976) などの研究があるが，特に飛翔条件について深く研究した例はないようである．著者は，コクヌストモドキ成虫の餌に対する移動や飛翔条件についての不明な点を明らかにするため，飼育して得られた成虫を用いて実験容器内および室内の実験を行った．その結果，成虫の飛翔条件の一端を明らかにすることができたので報告したい．

材料と方法

供試昆虫と餌

使用したコクヌストモドキは2005年に大阪府内で採取した後，室内で累代飼育を行い，2006年に羽化した成虫である．

コクヌストモドキ飼育および行動実験に使用した餌は，市販の小麦粉（日清フラワー®薄力小麦粉，日清フーズ株式会社）と乾燥酵母粉末（日本薬局方，エビオス®アサヒビール株式会社，田辺製薬株式会社）を重量比 9:1 とし，よく混合したものである．

実験器具

1) 実験容器

大型（底面辺 31×17 cm，上部口辺 34×20 cm，深さ 21 cm）または中型（底面辺 26×16 cm，上部口辺 28×17 cm，深さ 19 cm）のプラスチック容器を実験容器として用いた．実験容器自体は成虫の逃亡を防止するだけで，大きさの違いが実験結果に影響しなかったので，以下の記載では2種の容器を区別しない．これら実験容器の長辺が南北を指すように室内に設置し，その床面の中心に放飼カップあるいはシェルターを，南北壁面に高所トラップを設置して（図1），上部にゴース布をかぶせプラスチック製格子蓋で押さえた．

2) 放飼カップとシェルター

成虫の出発点として，透明のプラスチックカップ（口径 9 cm，底面径 8 cm，深さ 5 cm: 以下「放飼カップ」と称する）を用いた．実験により，その中に成虫の付着したベニヤ板製のシェルター（図1, 5×3 cm，厚さ 3 cm のベニヤ板2枚を切

NII-Electronic Library Service

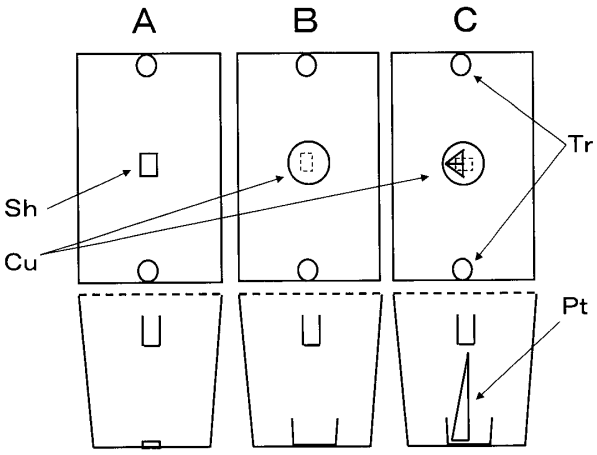

図1. 実験容器内のシェルター，放飼カップ，高所トラップ，およびペーパータワーの配置
上: 平面図下: 側面図（縦方向）
Sh: シェルター Cu: 放飼カップ Tr: 高所トラップ Pt: ペーパータワー
実験容器のサイズ:
大型 底面辺 31×17 cm,
上部口辺 34×20 cm, 深さ 21 cm
中型 底面辺 26×16 cm,
上部口辺 28×17 cm, 深さ 19 cm

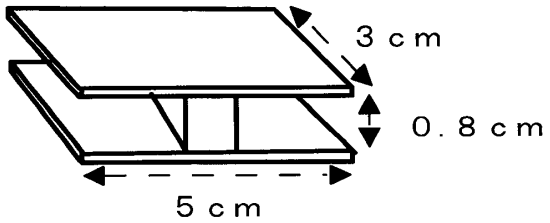

図2. 成虫付着用のシェルター
木の角材の上下にベニヤ板を接着させたものを水平に置いて使用

り口 8×8 cm の角材を挟んで接着したもの）を水平に入れた場合と，シェルターなしに成虫だけを入れた場合とある．一部の実験では出発点として成虫の付着したシェルターを直接実験容器の床上に設置した（図 2）．なお，この放飼カップの側壁を成虫が登ることは不可能であった．

3) 高所トラップ

成虫を誘引し飛来させる目的で，小型円筒ケース（市販フィルムケース，口径 3 cm，底面径 2.9 cm，深さ 5 cm）に新しい餌 3 g を入れ，実験容器の床面から離して南北両壁面に 1 個ずつ取り付け「高所トラップ」とした．高所トラップの上方開口部の高さは実験容器床面から 14 cm で，放飼カップ内，あるいは実験容器床面の成虫が飛翔しなければこの高所トラップには入れないように設置した．

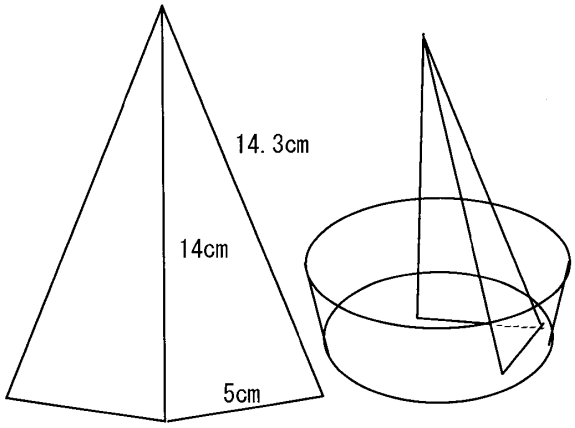

図3. ペーパータワーの展開図と放飼カップ内設置図
左: ペーパータワーの展開図（カートン紙）．折り曲げて使用
右: 中央で折り曲げて立てたペーパータワー．尖端の高さ 13.5 cm
放飼カップは透明プラスチック製．上径 9 cm, 底径 8 cm, 深さ 5 cm

4) カップ内のペーパータワー

放飼カップ内に，カップの深さの 3 倍近い (13.5 cm) 高さのカートン紙製タワーを立てて成虫を自由に登らせる実験を行った．タワーはカートン紙を図 3 左の四辺形（展開図）にカットし，最長の対角線で縦折りにしたものである．長い三角形の尖端が頂点となり，それがカップの中央の真上になるようにタワーを立てて使用した（図 3 右）．

実験と観察

実験は 2006 年 7〜9 月に行った．

1) カップ内の行動

餌あり，あるいは餌なしの放飼カップ内にシェルターと成虫を入れて，日常の成虫の行動を目視で観察した．

2) 実験容器床上の移動

成虫の定着したシェルターを実験容器床の中心に置き，実験容器の床を自由に歩き回る成虫がどのように移動するか，実験容器の底面を（目視で）南北に 2 ブロックに分割し，各ブロックおよびシェルターに分布する虫数を定期的に数えた．また，高所に配置した餌トラップに飛来侵入するか

NII-Electronic Library Service

The society of Urban Pest Management, Japan

を観察した．1群の成虫から20匹ずつシェルターに定着させて使用し，繰り返し3区を設けた（図1A）．

3) 放飼カップ内のタワーの効果

実験容器床の中心に成虫を入れた餌なしの放飼カップを設置し，カップ内にカップの深さの3倍弱のタワーを立てて成虫が自由に登れるようにして，高所に配置した餌トラップに飛来侵入できるか，あるいは成虫がカップから脱出できるかを調べた．タワーを立てない放飼カップを無処理区とした（図1B, C）．繰り返しとして飼育歴の異なるAB 2群の成虫について同じ日時に実験を行った．A群は実験開始当時の羽化後日齢が0～19日，飼育中（餌のある）カップから入手したもの，B群は日齢13～18日，10日間間絶食状態であったもので，各区それぞれ40匹を供試した．

4) カップ内放飼密度と脱出との関係

1群の成虫を分割して，餌なしの放飼カップ内に入れる成虫数を20, 60, 180匹の3種類とし，それぞれを実験容器床の中央に設置した後，カップ内にタワーを立て（図1C），その後カップ外に脱出する成虫数および高所に設置した餌トラップへの飛来の有無を観察した．（放飼カップ内にシェルターを使用）（7月1日，餌20 gに成虫38匹接種，3日間産卵，接種後45日までに羽化した成虫を8月14日に使用）（実験中の室温：30～31℃）．

5) 幼虫時代の棲息密度の影響

幼虫時代の高密度飼育により相変異的に成虫の飛翔能力が変化するか調べるため，接種する親世代成虫数の多寡で各飼育密度区を作り，得られた次世代成虫を放飼カップに放した．

実験A）10 gの餌に3匹の親成虫を7月4日に接種して17日間産卵させた飼育カップ4個のうち，次世代羽化成虫が少ないほうの2個を低密度区ABとし，一方10 gの餌に20匹の成虫を接種して17日間産卵させた飼育カップをそれぞれ高密度区とした．ただし，高密度の飼育カップ内では接種後37日目（親成虫除去後20日目）に高密度の次世代幼虫のため餌の食い尽くしが見られたので5 gの餌を追加して飼育した．したがって，変則的であるが高密度区Aは15 gの餌に20匹となる．

8月21日，接種後48日後までに羽化していた次世代成虫を餌なしの放飼カップに各50匹ずつ入れて実験容器中心に設置した後，カップ内にタワーを立てて（図1C），その後カップ外に脱出する成虫数および高所の餌トラップへの飛来の有無を観察した（放飼実験中の室温：30～31℃）．各区の羽化総数は8月27日（接種後56日目）までの数で示した．高密度区では密度依存的に幼虫時期の死亡率が高まり（餌不足など），接種成虫数の割に羽化個体数が少なかった．

実験B）2 gの餌に2匹の親成虫を7月18日に接種して13日間産卵させたフィルムケース6個から餌を取り出し飼育カップ6個に移し，新しい餌を各カップに8 g追加し成虫発生数の少ない2個の成虫を低密度区とした．同様にフィルムケースの2 gの餌に成虫を各10, 20, 30匹接種して13日間産卵させた餌を飼育カップに移して各8 gの新しい餌を追加したもの3区を高密度区とした．9月19日，接種63日後までに羽化していた次世代成虫を餌なし放飼カップに各30匹ずつ入れて実験容器の中心に設置し，カップ内にタワーを立てて（図1C），その後カップ外に脱出する成虫数および高所の餌トラップへの飛来の有無を観察した（放飼実験中の室温：26～27℃）．各区の羽化総数は9月25日（接種後69日目）までの数で示した．高密度区では密度依存的死亡率が高く（餌不足など），接種成虫数の割に羽化個体数が少ないことは実験A）と同様である．

6) 放飼カップ内の餌の有無の影響

異なる飼育カップから得たAB 2群について，それぞれ放飼カップ内に少量の新しい餌がある区とない区を作り，餌のある区には直径28 cm，深さ約1 cmの浅いトレイに餌約0.6 gをすり切り状態で入れたものをカップの底に置いた．A群は実験開始時の羽化後日齢は17～24日で絶食はなく，B群は実験開始時の羽化後日齢が13～24日で13日間絶食したものである．

1カップに40匹を入れて実験容器の中央に設置し，30分後カップ内にタワーを立て（図1C），その後カップから脱出する成虫数と高所の餌トラップへの飛来の有無を調べた（9月1日，実験

NII-Electronic Library Service

The society of Urban Pest Management, Japan

中の室温：27～28℃).

7) 室内支柱上に保持されたカップからの脱出

実験3～6で成虫がタワーを経てカップ外に脱出することを発見したが，実験容器内ではそれ以上の行動が制限されているように思われたので，放飼カップを直接室内の高所に設置する実験を行った．室内に125×94 cmの白紙を敷き，その中心に高さ96 cmの支柱（段ボール製，水平断面10.5×8.5 cmの四角柱）を立て，その頂上に44匹の成虫を入れた放飼カップを置き，カップ内にペーパータワーを立てて成虫の脱出状況，すなわち成虫の脱出率の推移，飛翔の有無，飛翔方向，落下地点を観察した（8月17日，実験中の室温31℃).

結果および考察

1) カップ内の行動

深さ5 cmの放飼カップ内に餌およびシェルターとともに入れられた成虫は，日没前まではシェルターに集合静止し，日没前後から活動状態となり，夜中にはシェルター上や餌の表面で盛んに歩行活動を行った．一方，餌のあるなしにかかわらず，成虫は放飼カップから外に脱出できなかった.

2) 実験容器床上の移動

実験容器床の中心に成虫の定着したシェルターを置き，成虫の分布状態を3日間観察した結果を図4に示す．成虫は実験容器の床を自由に歩きまわるが，高所に設置した餌トラップに飛来侵入する個体はなかった．また実験容器床上では南側（明るい方向）に移動し，滞在する傾向が認められた.

3) 放飼カップ内のタワーの効果

放飼カップの中心に高さ13.5 cmの紙製タワーを立て40匹の成虫が自由に登れるようにした場合でも，実験容器内の高所に設置した餌トラップに飛来侵入した個体はなかった．しかし，タワーに登った成虫の多くがタワーの頂点から水平気味に飛び出し，30～80%が放飼カップ外の実験容器床面に落下した．一方，タワーを立てていない無処理区の放飼カップから脱出できる成虫は全く見られなかった（図5左)．ただし，タワーがあっても，すべての成虫が放飼カップ外に脱出するわけではなく，脱出率は成虫群AとBで異なっていた.

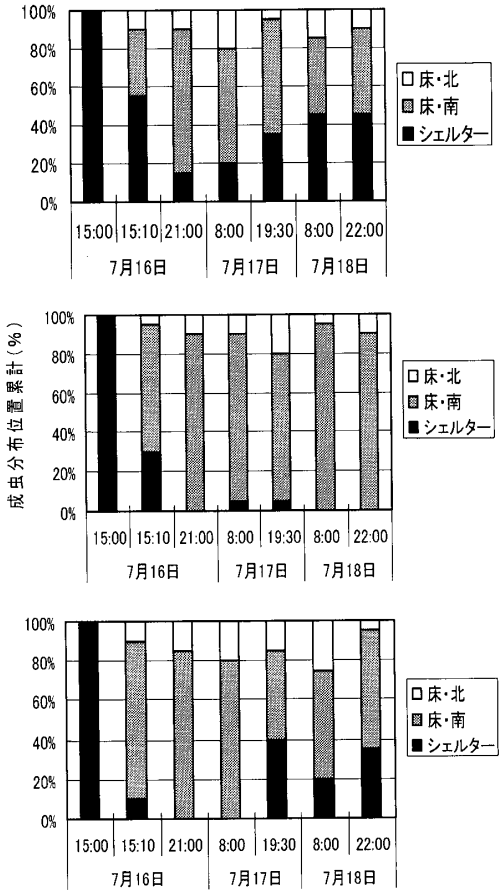

図4. 実験容器床上シェルターからの成虫移動
各区20匹．繰り返し3区の結果．気温28～30℃.
高所トラップに侵入した個体はなかった.

開始時までの絶食期間も日齢もBが数日多かったので，念のため，同じAB両群を8日後に回収し，前回タワーを与えなかった無処理区もタワーを与えて（各カップ30匹で）再度実験したところ，前回と類似の脱出率の差（A＜B）が観察された（図5右)．すなわち，タワーの設置により脱出が可能になることは明らかであるが，脱出率には供試虫群による差があると言える.

4) カップ内放飼密度と脱出との関係

タワー入り放飼カップ内の成虫数がカップからの成虫の脱出率や高所の餌トラップへの飛来に影響を与えるかどうか調べるために，一群の成虫を20, 60, 180匹の3カップに分割して実験した結果を図6に示す．その結果，いずれの区も成虫数

NII-Electronic Library Service

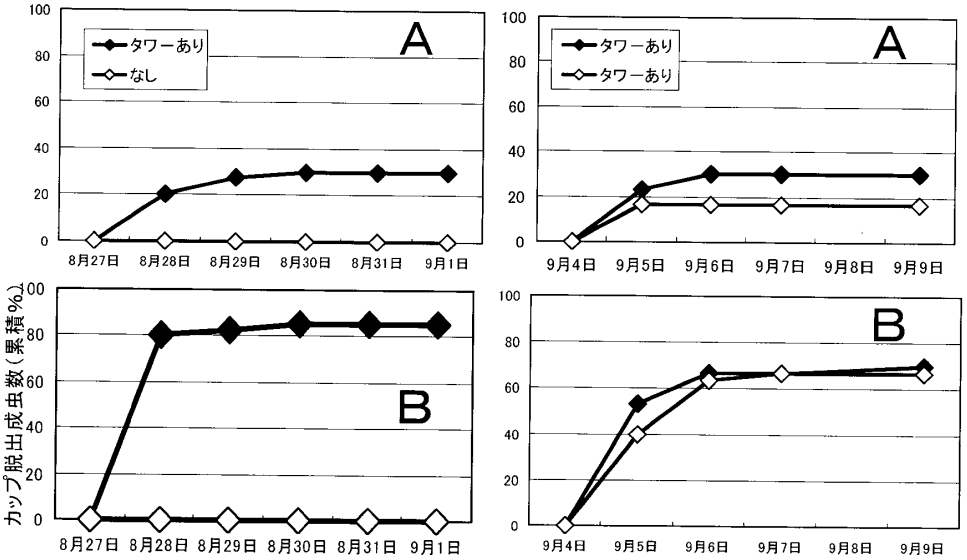

図5. 放飼カップ内のタワーの効果（カップ脱出成虫数，累積%）
上：A群．羽化後0～19日目の成虫．餌から取り出され実験開始（8月27日）まで餌あり
下：B群．羽化後13～20日目の成虫．実験開始（8月27日）前10日間餌なしで経過．
左：タワー有無の比較（各区40匹使用．気温28～29℃）
右：左図成虫を回収し，餌を与えず3日後再実験（左図の対照区にもタワーを立て，各区30匹．気温27～28℃）
高所トラップに侵入した個体はなかった

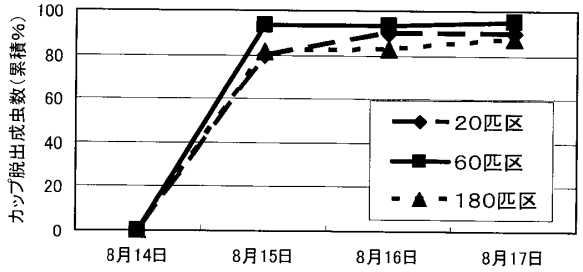

図6. 放飼カップ（タワー付）内成虫密度と成虫のカップ脱出率との関係
羽化後0～7日後の成虫を使用．気温30～31℃
高所トラップに侵入した個体はなかった

密度に関係なくカップからの脱出率は高かったが，高所の餌トラップへの飛来は見られなかった．脱出の途中経過も大差なく，80～95%が脱出し，そのほとんどがタワーを設置した19時から翌朝9時まで（特に最初の数時間のうち）に脱出した．

5) 幼虫時代の棲息密度の影響

「相変異」的な飛翔移動能力の変化が生ずるかどうか調べた結果は以下のとおりである．

各飼育密度区から得られた成虫を放飼カップに入れ，タワーを設置してから6日経過しても，放飼カップからの脱出は見られたが，高所設置の餌トラップに飛来侵入する個体はなかった．すなわち，高い幼虫密度で生育しても，飛翔性の向上は確認できなかった．

また6日目までの放飼カップ脱出成虫数(%)の経過を図7に示す．この結果によれば，一見幼虫時代の生息密度が高いと成虫のカップ脱出速度や脱出率が高かった場合と（図7上，30℃で），一見逆の関係が示された場合とがあった（図7下，25～27℃で）．すなわち，カップからの脱出を促進する効果については，今回の実験では一定の傾向が得られなかった．

6) 放飼カップ内の餌の有無の影響

タワーつき放飼カップに餌がある場合とない場合の比較を実験容器内で行った結果を図8に示す．実験当日の餌の有無の影響として，繰り返しABどちらの群でも餌を与えられたカップの脱出率の方が餌なしのカップのそれに比べて約3割低くなった．すなわち，本来脱出すべき個体でも，当日餌があれば放飼カップからの脱出をやめる個体が3割生じていると言えよう．この場合も高所に設置した餌トラップに飛来侵入する個体はなかった．

繰り返しとしてAB2群の成虫を同日時に用い

NII-Electronic Library Service

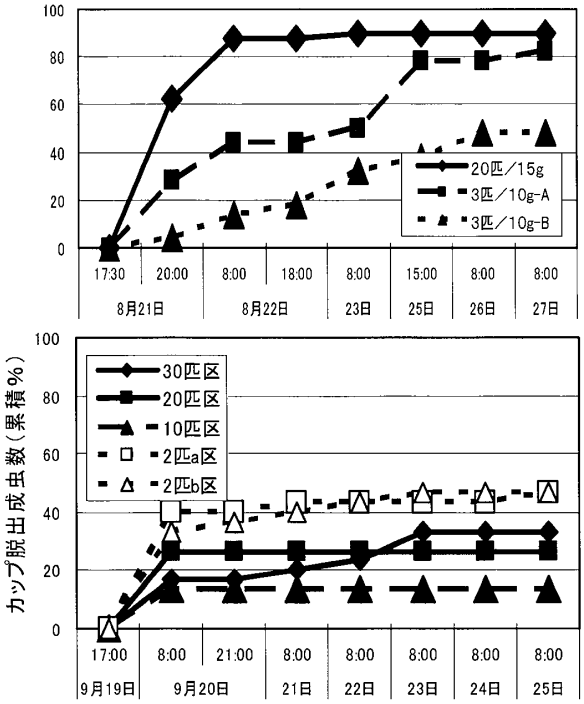

図7. 幼虫時代の棲息密度と成虫の放飼カップ（タワー付）脱出率との関係
上：餌 10 g に 17 日間投入した親成虫数で幼虫密度を規定．ただし 20 匹区は 37 日目に餌 5 g を追加（食い尽くしのため）．羽化の実数：20 匹区 258, 3 匹区 A 203, 3 匹区 B 149．各区 50 匹使用．気温 30℃．
下：餌 2 g に 13 日間投入した親成虫数で幼虫密度を規定．13 日目に全区を各餌 8 g に移設．羽化実数：30 匹区 68, 20 匹区 189, 10 匹区 72, 2 匹区 a 85, 2 匹区 b 86．各区 30 匹使用．気温 25～27℃．
高所トラップに侵入した個体はなかった．

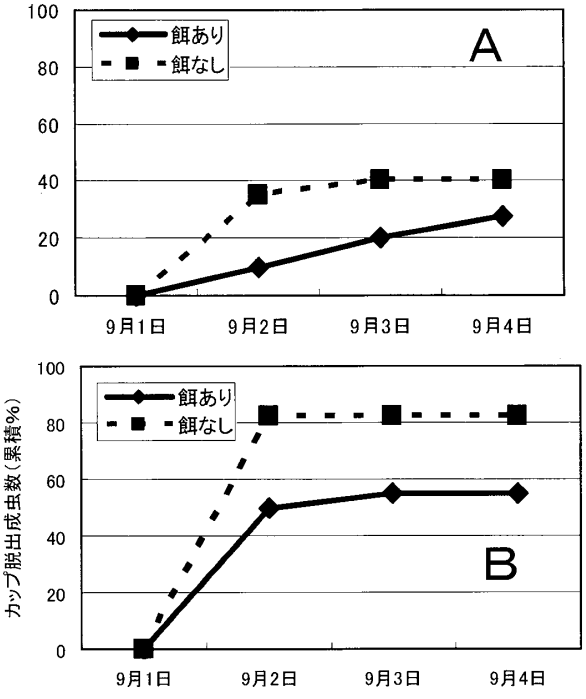

図8. 放飼カップ（タワー付）内の餌の有無と成虫のカップ脱出率との関係
上：A 群，羽化後 17～24 日目の成虫．実験開始（9 月 1 日）まで絶食なし．
下：B 群，羽化後 13～24 日目の成虫．実験開始（9 月 1 日）までに 13 日間餌なしで経過．各区 40 匹使用．同日時に実験．気温 27～28℃．
高所トラップに侵入した個体はなかった．

たが，脱出率には AB 両群間に差があり，A 群の脱出率は B 群の半分程度であり，当日の放飼カップ内の餌の有無に関係なく，両群間に脱出行動に差があることが示された．脱出率が低かった A 群は羽化に引き続き実験開始日まで摂食しており，B 群は 13 日間の絶食を強いられていた．同様のことは図 5 の実験でも認められ，実験開始以前の特に成虫初期における摂食の有無が脱出傾向に影響する可能性を示唆する．

7) 室内支柱上に設置されたカップからの脱出

実験容器内ではなく，室内の高さ 96 cm の支柱の上に成虫 44 匹の入った放飼カップを置き，その中にタワーを設置した場合（図 9），1 時間以内にタワーを経て成虫 35 匹 (79.5%) が脱出したが，脱出個体の 75% は最初の 25 分間に脱出した（図 10）．脱出個体 35 匹のうち，支柱の下に敷いた 1,250 mm×940 mm の白紙上に落下した個体は 4 匹 (11.4%) であり，落下個体の飛び出し方向はランダムであった．残りの 31 匹 (88.6%) は飛翔して白紙の範囲外に去り，着陸を確認できなかった．飛行軌跡を目視できた個体 5 匹は，飛び出して 30～50 cm 下降した後，水平あるいは上昇ぎみに飛翔したが，飛行速度が速く 1 m 以上追跡できなかった．飛行方向は南西，南，南東とガラス戸のある明るい方向であった（表 1）．

実験容器内でもタワー用いれば，成虫が放飼カップから脱出できたが，実験容器 14 cm 高所の餌トラップに飛来侵入はできなかった．それは，タワーの先端や縁から横に向かって急速に飛び出 50 cm 下降してから水平ないし上昇飛行に移るため，せまい実験容器内では上昇する前に床

NII-Electronic Library Service

The society of Urban Pest Management, Japan

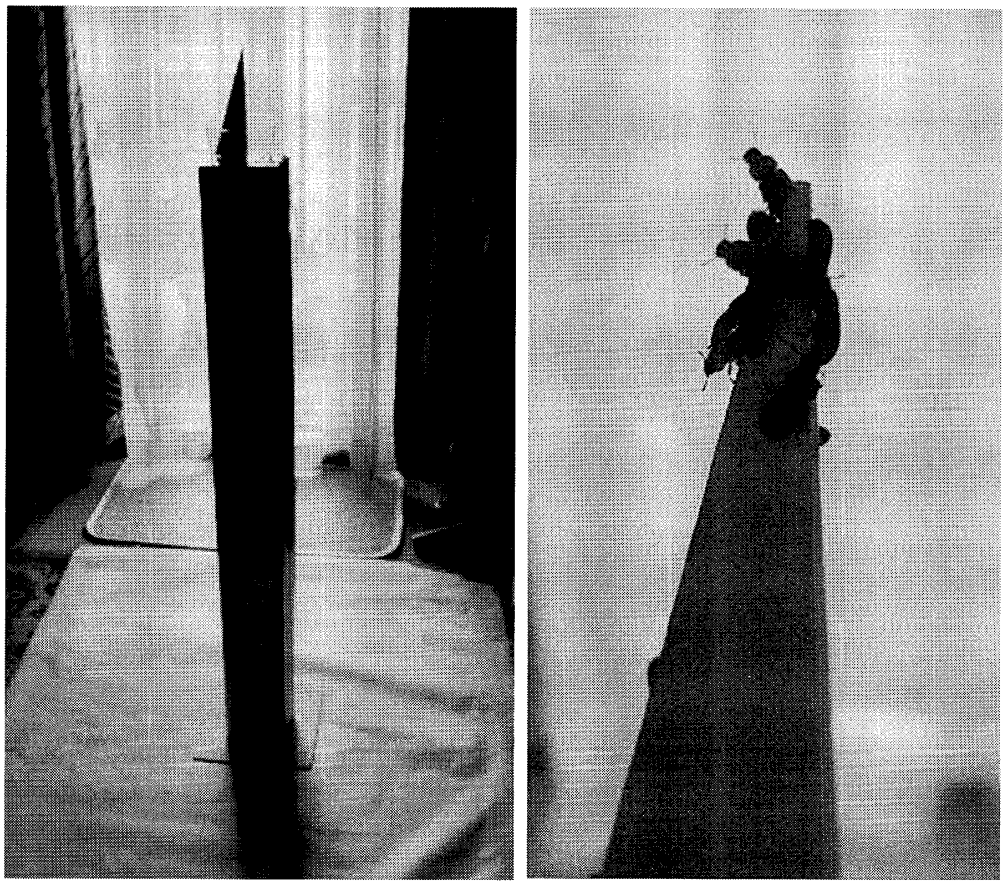

図 9. 放飼カップ（タワー付）を高さ 96 cm の支柱の上にのせた成虫脱出実験
左：室内に設置（室温 31℃）
右：タワーの尖端に登った成虫

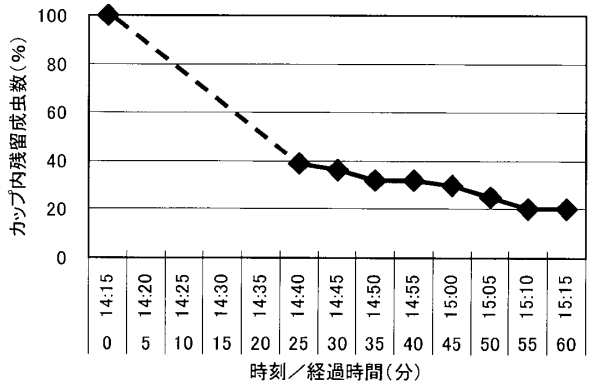

図 10. 支柱上の放飼カップ（タワー付）の中の成虫の脱出に伴う残留数の経過
成虫 44 匹を使用（8 月 17 日，気温 31℃）.

面に落下せざるをえなかったためと判明した.

8) 結論

以上の実験結果は，コクヌストモドキ成虫が床上からなど水平面から真上に舞い上がることは不可能であり，高所に登攀した後に尖端や角から横に向かって飛び出し，飛翔力不足などで若干下降

表 1. 支柱上の放飼カップ（タワー付）からの成虫の落下と飛び去りの方向に関するデータ

紙上落下個体データ

設置後（分）	時　刻	個体数	中心からの方向と距離 (cm)	
11	14：26	1	北北西	39
16	14：31	1	南南東	32
51	14：06	1	北	47
53	14：08	1	西	14

飛び去り方向確認個体のデータ

設置後（分）	時　刻	個体数	方　角
5	14：20	1	南西へ
6	14：21	1	南へ
9	14：24	1	南西へ
10	14：25	1	南東へ
15	14：30	1	南西へ

いずれもいったん 30～50 cm 降下しその後，水平気味に飛翔したが，すぐ（1 m 以内で）見失った.
真南のレースカーテンには付着せず．その横の厚布カーテンか，家具の方向に向かった.

NII-Electronic Library Service

The society of Urban Pest Management, Japan

した後に水平あるいは上昇飛翔することを示している．成虫は垂直あるいは急峻な滑面を登攀できないが，ケント紙やベニヤ板など容易に登攀するので，自然界の，あるいは人工物の多くの物体の表面を登攀し必要に応じて飛翔できるものと思われる．

しかし，登攀した個体のすべてが飛翔するのではなく飛翔しない個体も認められた．このタワー登攀による放飼カップからの脱出率は，成虫初期の餌の不在で高くなる可能性が認められた．登攀する成虫自体の個体数密度は脱出率に影響しなかった．幼虫時代の棲息数（親成虫の投入数）が高密度であっても，羽化成虫の飛翔性の向上は認められなかった．

登攀する時点で近くに少量の新しい餌が存在する場合は存在しない場合より脱出率が3割ほど低下したが，それでも脱出する個体が7割あり，脱出行動のすべてが脱出時点での餌の欠如によって引き起こされるわけではないことを示している．

引用文献

Granovsky, T. A. (1997) Stored product pests, In *The Mallis Handbook of Pest Control* (Mallis, A., Hedges, S. A., and Moreland, D. ed), 8th edition, Mallis Handbook & Technical Training Company, Cleveland, pp. 634–728.

Howe, R. W. (1960) The effects of temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium confusum* Duval (Col. Tenebrionidae), *Annals of Applied Biology* **48**(2): 363–376.

Howe, R. W. (1962) The effects of temperature and humidity on the oviposition rate of *Tribolium castaneum* Hbst. *Bulletin of Entomological Research* **50**: 287–326.

伊藤正春 (1956a) コクヌストモドキの実験個体群の増殖における "air space" の意義：害虫個体群における行動の役割に関する研究（第1報）．日本生態学会誌 **6**(3): 132.

伊藤正春 (1956b) 害虫個体群における行動の役割に関する実験的研究（第2報），コクヌストモドキの卵の分布様式．日本生態学会誌 **5**(3): 101–104.

Iwao, S. (1962) Studies on the phase variation and related phenomena in some Lepidopterous insects. *Memoirs of the College of Agriculture, Kyoto University* No. 84 (Entomological Series No. 12), 80 pp.

桐谷圭治・村松　有・吉村重章 (1963) 製粉・精麦・飼料工場の貯穀害虫相の特徴：新害虫の定着の足がかりとしての役割．日本応用動物昆虫学会誌 **7**(1): 49–58.

Kishimoto, R. (1956) Effect of crowding during the larval period on the determination of the wing-form of an adult plant-hopper. *Nature* **178**: 641–642.

岸本良一 (1965) トビイロウンカにおける多型現象とそれが個体群増殖の過程で果たす役割．四国農業試験場報告 **13**: 1–106.

富岡康浩 (1998) コクヌストモドキ（甲虫目：ゴミムシダマシ科）の野外越冬に関する知見．家屋害虫 **20**(2): 82–85.

富岡康浩・芝山　淳 (2002) 家屋に大量出現するコクヌストモドキについて．日本家屋害虫学会，第23回年次大会研究発表要旨集 7頁.

Tsuji, H. (1963) Experimental studies on the larval diapause of the Indian-meal moth, *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). *Thesis* (*Kyushu University*, *Fukuoka*) 88 pp., Kokodo Ltd., Tokyo.

Uvarov, B. P. (1921) A revision of the genus *Locusta*, L. (=*Pachytylus*, Fieb.), with a new theory as to the periodicity and migration of locusts. *Bulletin of Entomological Research* **12**: 135–163.

吉田敏治 (1976) 定量採集法と記号放逐法におけるコクヌストモドキの密度推定．岡山大学農学部学術報告第48号：11–15.

吉田敏治・渡辺　直・尊田望之 (1989) 図説貯蔵食品の害虫　—実用的識別法から防除まで—．268 pp. 全国農村教育協会，東京.

NII-Electronic Library Service