タバコシバンムシの捕獲に及ぼすフェロモントラップの 設置場所の影響

北嶋 康樹^{1), 2)} 平尾 素一³⁾ 高橋 朋也¹⁾

¹⁾ 株式会社フジ環境サービス (〒422-8046 静岡県静岡市駿河区中島 773-1)

²⁾ 茨城大学農学部 応用動物昆虫学研究室 (〒300-0393 茨城県稲敷郡阿見町中央 3-21-1)

³⁾ 環境生物コンサルティング・ラボ (〒420-0961 静岡県静岡市葵区北 1765-147)

(受領: 2006 年 10 月 24 日; 掲載決定: 2007 年 1 月 15 日)

Influence of pheromone trap location on the capture of cigarette beetle,
Lasioderma serricorne (Fabricius)

Yasuki KITASHIMA^{1), 2)}, Motokazu HIRAO³⁾ and Tomoya TAKAHASHI¹⁾

¹⁾ Fuji Environmental Service Co., Ltd., Nakajima 773-1, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8046 Japan

²⁾ Laboratory of Applied Entomology and Zoology, Faculty of Agriculture,
Ibaraki University, Ami, Ibaraki, 300-0393 Japan

³⁾ Hirao Biological Institute, Kita 1765-147, Aoi-ku, Shizuoka, 420-0961 Japan

(Received: 24 October 2006; Accepted: 15 January 2007)

Abstract: Influence of pheromone trap (New Serrico[®]) location on the capture of cigarette beetle, *Lasioderma serricorne*, was studied in the feed processing plant in Shizuoka Prefecture, Japan in 2003. Traps on the walls captured more beetles than traps apart from the wall. Traps on the 'web' of H-shape steel captured more beetles than 'flange'. But this result was not based on the difference between structure of 'web' and 'flange'. Because the areas of 'web' were larger than those of 'flange', and the number of beetles captured was not significantly different between traps placed on imitation models of 'web' and 'flange' made by same area (1,680 cm²) cardboards. Thus, it was indicated that the pheromone traps placed on the wide flat area could capture more beetles than the trap located in space or on the smaller flat area, and this may be explained by the behavior of the cigarette beetle: it approaches the pheromone trap by flying and makes landing near the trap, and after landing it enters to the trap by crawling.

Key words: *Lasioderma serricorne*, pheromone trap, trap location, pest monitoring, integrated pest management, stored product pest

はじめに

タバコシバンムシ *Lasioderma serricorne* (Fabricius) は、タバコのほか、穀類、ビスケット、コーヒー豆、ココア、粉末スープ、乾めん、乾燥果実など多くの食品を加害する (井村, 2003; 酒井, 1985; 河村ら, 2002). 本種は、都市型の一般住宅にも極めて普通に生息してい

る (川上・中野, 1996, 1997; 川上・加瀬, 1998) ため、一般家庭においても食品から大量に発生して著しい不快感を与えることがある。また、本種の寄生蜂であるシバンムシアリガタバチ *Cephalonomia gallicola* (Ashmead) は、人に対して刺咬害を及ぼすことも知られている (山崎, 1982). さらに川上ら (2002) は、本種からカビ毒を生産する真菌が分離されたことを報告し、タ

バコシバンムシを衛生害虫として位置づける必要性を論じている。

本種の発生が最も問題となる食品工場や飼料工場では、工場内の原料や製品の残渣が主な発生源であるが、製品そのものから発生することもあり、食品などへの異物混入として問題になることも多い。食品への混入は、消費者に多大な不快感を与えるだけでなく、タバコシバンムシ由来の真菌による健康被害につながる可能性もある。このような観点からみれば、工場内にタバコシバンムシが発生すること自体が不衛生であるといえよう。したがって、食品あるいは飼料工場では、製品への異物混入対策のみにとらわれず、衛生害虫としての意識をもちながら防除対策をとっていく必要があろう。

食品や飼料工場内での発生を防ぐためには、こまめな清掃により発生源となっている残渣を取り除くことが重要であるが、複雑な構造をもつ工場内で発生源を探知・除去するのは容易なことではなく、殺虫剤による防除に頼らざるを得ない工場も多かった。しかし、我国で2006年5月から施行されたポジティブリスト制度により、食品への殺虫剤等の残留が厳しく制限されたこともあり、食品工場ではこれまで以上に殺虫剤の使用が難しくなってきた(厚生労働省, 2006)。したがって、害虫対策には、その発生源の探知と除去という作業がさらに重要になったと言える。

タバコシバンムシをはじめとする貯蔵食品害虫のフェロモントラップは、個体群動態の把握(平尾, 1996; Campbell and Mullen, 2004; Nansen et al., 2004)、発生の早期発見(Vick et al., 1991; 平尾, 1997)、発生源の探知(Arbogast and Mankin, 1999; Arbogast et al., 2000)などに重要な役割を果たしてきた。特に、害虫の発生源からフェロモントラップまでの距離とフェロモントラップへの捕獲数との間には負の相関があることが知られており(Campbell et al., 2002; Arbogast et al., 2003; Nansen et al., 2006)、この性質を用いて、フェロモントラップによる発生源探知が広く行われるようになった。

しかし、一方でフェロモントラップは、その形状や設置位置によって捕獲数が大きく変動することが報告されている。たとえば、ノシメダラメイガ *Plodia interpunctella* (Hubner) のフェロモントラップでは、wing trap は他の形状のトラップ(diamond trap, Delta trap, Uni-Trap, Multipher trap)よりも捕獲効率が高いことが報告されている(Mullen et al., 1998)。また、キマダラカツオブシムシ *Trogoderma variabile* Ballion では壁から離れた場所にある柱の下に置いたトラップよりも、壁に沿って置いたトラップに多く捕獲されることが

報告されている(Campbell et al., 2002)。さらにノシメダラメイガでは、室内の壁から離れた場所に設置したトラップよりも、壁の近くに設置したトラップの方に多く捕獲されたと報告されている(Mullen et al., 1998)。したがって、発生源をより確実に探知するためには、トラップの形状や設置位置の状況を統一する必要がある、かつ精度の高いモニタリングを行うためには、より多く捕獲できる設置ポイントを選ぶ必要がある。

そこで本研究では、我が国でタバコシバンムシのモニタリングにもっともよく用いられているトラップ、富士フレーバー(株)社製のニューセリコ[®]を用いて、トラップが安定かつ効果的にタバコシバンムシを捕獲できる設置場所について検討した。

材料および方法

調査場所

本研究は、静岡県にある飼料工場(面積 11,115 m²)において2003年に行った。工場は北側エリアと南側エリアに分かれており、いずれも西側が原料エリア、東側が製品エリアとなっている(Fig. 1A)。工場内にはタバコシバンムシの発生がみられ、フェロモントラップによるタバコシバンムシのモニタリングと発生源への殺虫剤処理を月に1~2回行っている。

フェロモントラップ

試験には富士フレーバー(株)社製のニューセリコ[®]を使用した。本製品は組立て時の大きさが、高さ約19 cm、幅8.5 cm、厚さ1 cmであり、タバコシバンムシの性フェロモンを合成して錠剤化したもの(セリコルニン)と食物誘引剤の錠剤を設置し、粘着紙で捕獲するタイプのトラップである。

壁と空間における捕獲数の違い

タバコシバンムシのフェロモントラップを壁に接して設置した場合(壁設置トラップ)と壁から離して空間に吊るした場合(空間設置トラップ)とで、捕獲数に差があるかどうかを調査した。発生源からの距離の影響を受けないよう、空間設置トラップと壁設置トラップはペアにして配置した。壁設置トラップは壁に接して設置し、ペアとなる空間設置トラップは、壁設置トラップから横へ約50 cm離れた位置に、壁から10 cm離して空間に吊るした(Fig. 1B)。設置した高さは壁設置、空間設置とも床から150 cm(Shinoda and Yoshioka, 1991; Shinoda, 2002)とした。試験は、製造に影響しない工場内の任意の場所を12箇所選択し(図1A, ●1~●12)、2003年9月6日に開始して10日後の9月16日まで

行い、最終日にフェロモントラップを回収して捕獲されたタバコシバンムシを計数した。統計解析は、Wilcoxonの符号付順位検定を用い(Sokal and Rohlf, 1995), 解析ソフトはSPSS (2002)を使用した。

H型鋼のウェブ(web)部とフランジ(flange)部における捕獲数の違い

工場内の柱には各所にH型鋼が使用されており、フェロモントラップでモニタリングする際の主要な設置場所となっている。H型鋼は図1Cのように、凹んだ部分と平らな部分からできており、凹んだ部分をウェブ(web), 平らな部分をフランジ(flange)とよぶ(Fig. 1C)。これまでのモニタリングの経験から、ウェブ部分にフェロモントラップを設置した方が、フランジ部分に設置するよりも捕獲数が多くなる傾向が見られたので(北嶋, 未発表), これを検証した。製造ラインに影響がなく、同サイズ(ウェブ幅25 cm, フランジ幅25 cm; Fig. 1C)のH型鋼の柱を19本選択した(Fig. 1A, □1~□19)。フェロモントラップは、各H型鋼の2カ所のウェブと2カ所のフランジに1個ずつ、すなわち1本のH型鋼に合計4つ設置した(Fig. 1C)。フェロモントラップを設置した高さは、床から150 cmとした。調査は、2003年9月6日から10日間行い、9月16日にトラップを回収してタバコシバンムシの捕獲数を計数した。各H型鋼に2カ所ずつあるウェブのトラップとフランジのトラップのデータは、それぞれ合算して処理した。統計解析は、発生源からH型鋼までの距離によるデータのばらつきを最小限にするため、各H型鋼のウェブとフランジのデータをペアとみなして、Wilcoxonの符号順位検定を用いて解析した。

ウェブとフランジの模型における捕獲数の違い

H型鋼のウェブとフランジにおける捕獲数の違いが、その形状に起因するのか、それともフランジよりウェブの方の面積が大きいこと(ウェブの方が、張り出し部分だけフランジよりも面積が大きい)に起因するのかを検証するため、同面積の板でウェブとフランジの模型を作成して、これらにフェロモントラップを設置したときの捕獲数を検討した。56 cm×30 cm, 厚さ5 mmのダンボールの板をFig. 1Dのようにウェブの形状になるよ

うに折ったものと、ダンボールを折らずに平面(フランジの模型)のものを用意した。床からの高さ150 cmの位置にボールを横に設置し、そこにウェブの模型とフランジの模型を、発生源からの距離の影響を最小限にするため、各トラップが50 cm間隔になるように並べて吊るした(Fig. 1D)。各々の模型にフェロモントラップを接するように設置し、対照としてフェロモントラップだけの区(空間設置)も併設した(Fig. 1D)。フランジの模型、ウェブの模型および空間設置のフェロモントラップを、3つ並べて設置したものを1セットとし(Fig. 1D)、これらを12箇所に配置した(Fig. 1A; ▲1~▲12)。配置場所は、製造ラインに影響しない場所を選択した。調査は2003年9月20日から11日間行い、10月1日にトラップを回収してタバコシバンムシの捕獲数を計数した。得られたデータはFriedman検定を行った後、Bonferroni法によって有意水準を調整した上でWilcoxonの符号付き順位検定を行った(Sokal and Rohlf, 1995; SPSS, 2002)。

試験結果

壁と空間における捕獲数の違い

壁に接して設置したフェロモントラップと壁から離して空間に吊るしたフェロモントラップの1日あたりの捕獲数をFig. 2に示した。12ペアのうち、1ペア(No. 4)を除いたすべてのペアで、壁設置トラップの捕獲数が空間設置トラップの捕獲数を上回った。平均捕獲数は、壁設置トラップが37.6頭/日で、空間設置トラップが26.1頭/日であり、壁での捕獲数の方が空間での捕獲数より有意に多かった($p=0.006$, $Z=-2.746$; Wilcoxonの符号付き順位検定)(Fig. 2)。

H型鋼のウェブ部とフランジ部における捕獲数の違い

H型鋼のウェブとフランジにおける1日あたりの捕獲数をFig. 3に示した。捕獲数は、H型鋼の場所によって大きくばらついた。試験した19本のH型鋼のうち、18本においてウェブでの捕獲数がフランジでの捕獲数を上回った。ウェブでの平均捕獲数は30.5頭/日で、フランジでの平均捕獲数は18.1頭/日であり、ウェブでの捕獲数が、フランジでの捕獲数より有意に多かった($p<0.001$, $Z=-3.785$; Wilcoxonの符号付き順位

Fig. 1. A: Site map of the study site of feed processing plant showing the trap location. Closed circles (●) indicate the pair of traps appearing in B, open squares (□) indicate investigated H-shape steel appearing in C and closed triangles (▲) indicate the set of traps appearing in D. B: Trap placement of the space trap and wall trap. C: Trap placement on 'web' and 'flange' of H-shape steel. D: Trap placement on imitation models of 'web' and 'flange' made by same area (1,680 cm²) cardboards, and in space.

Fig. 2. The number of *Lasioderma serricorne* captured per day in pheromone traps apart from wall (space) and placed on wall. Pair numbers correspond to those in Fig. 1A. Horizontal numbers of explanatory notes indicate mean $\pm$ SE. The difference between space and wall traps is significant (Wilcoxon's signed ranks test, $p=0.006$).

Fig. 3. The number of *Lasioderma serricorne* captured per day in pheromone traps placed on 'web' and 'flange' of H-shape steel. H-shape steel numbers correspond to those in Fig. 1A. Horizontal numbers of explanatory notes indicate mean $\pm$ SE. The difference between traps on 'web' and 'flange' is significant (Wilcoxon's signed ranks test, $p<0.001$).

検定) (Fig. 3).

ウェブおよびフランジの模型における捕獲数の違い

ウェブの模型, フランジの模型および空間に吊るしたトラップへの捕獲数を Fig. 4 に示した. ウェブの模型, フランジの模型および空間に設置したトラップの平均捕獲数は, それぞれ 25.6 頭/日と 26.2 頭/日および 14.8 頭/日であり, これらの 3 つの間には有意差があった (Friedman 検定, $p=0.002$, $\chi^2=12.500$) (Fig. 4) の

で, Wilcoxon の符号付き順位検定で個々に解析した. その結果, フランジの模型とウェブの模型の間には有意差がなく, フランジと空間, およびウェブと空間の間には有意差があった ($p<0.05$, Wilcoxon の符号付き順位検定, Bonferoni 法により有意水準を調節した) (Fig. 4).

考 察

本研究から, タバコシバンムシのフェロモントラップ

Fig. 4. The number of *Lasioderma serricorne* captured per day in pheromone traps placed on imitation models of 'web' and 'flange' and in space. Setting numbers correspond to those in Fig. 1A. Horizontal numbers of explanatory notes indicate mean±SE. The difference letters are significantly different at $p < 0.05$ (Wilcoxon's signed ranks test with the Bonferroni method after analyzing Friedman's method, $p = 0.002$).

(ニューセリコ®)は、空間に吊るして設置するよりも壁に接して設置した方が、捕獲数は多くなることが明らかとなった (Fig. 2)。フェロモントラップへの捕獲数には設置場所やトラップの形状が大きな影響を及ぼすことが報告されており、Campbell et al. (2002)は、キマダラカツオブシムシが壁から離れた場所にある柱の下に置いたドームトラップよりも壁に沿って置いたドームトラップの方に多く捕獲されたことを示した。Campbell et al. (2002)はその理由として、「壁沿いの方が柱沿いよりもキマダラカツオブシムシの個体数が多かったか発生源が近かった」、「風の流れなどの物理的要因が壁沿いと柱沿いで異なった」、「キマダラカツオブシムシが壁をトラップ到達のための通路として利用していた」、と3つの可能性を考察している。また、Mullen et al. (1998)は、ノシメマダラメイガが、壁から離れたところに設置したトラップよりも壁近くに設置したトラップに多く捕獲されることを報告し、この原因はノシメマダラメイガの成虫が壁でしばしば休息するため、壁に近いトラップに多く捕獲されるからかもしれないと考察している。

本研究では比較するトラップを並べて配置し、トラップ周囲の発生数や発生源からの距離の影響を最小限にして実験設定を組んでいることから、Campbell et al. (2002)の考察したようなトラップ周囲の発生数の違いや発生源からの距離の影響はないと考えられた。また、風の流れなどの影響も、比較するトラップを並べて配置

しているので少ないと考えられた。さらに、我々が調査していた中では、タバコシバンムシが壁で休息している場面はあまり見られなかったもので、ノシメマダラメイガでの考察は本研究には当てはまらないと思われた。

タバコシバンムシは、フェロモントラップに近づく際、飛翔によってフェロモントラップに接近した後、フェロモントラップの近くに一度着地してから歩行によってトラップに到達することが観察されている (佐々木, 私信)。したがって、空間に吊るしたフェロモントラップには、飛翔によってトラップに直接到達しなければ捕獲されないが、壁に設置したトラップには、飛翔によって近づいた個体がトラップ周辺の壁に「着地」してから歩行によってトラップに到達できる。タバコシバンムシのフェロモンに接近する行動パターンが、壁トラップと空間トラップの捕獲数の差 (Fig. 2) に影響を及ぼしたと考えられた。これは、Campbell et al. (2002)による「キマダラカツオブシムシが壁をトラップ到達のための通路として利用していた」という考察を支持すると考えられた。

一方、H型鋼のウェブとフランジにおける捕獲数の違い (Fig. 3)は、同面積で作成したウェブとフランジの模型で捕獲数に差がなかったことから (Fig. 4)、構造による違いではなく、H型鋼のウェブとフランジの面積による違いであると考えられた。つまり、トラップを設置する場所の面積が広い方が、飛翔によってフェロモンに近づいた個体が着地できる場所が広くなるため、より

多く捕獲できると考えられた。また、空間に吊るしたトラップよりもウェブおよびフランジの模型に設置したトラップの方が有意に多く捕獲されたこと (Fig. 4) は、壁設置トラップの方が空間設置トラップよりも多く捕獲されたこと (Fig. 2) と同様の結果になり、その原因も上記の考察と矛盾がなかった。以上の結果より、タバコシバンムシのフェロモントラップ (ニューセリコ[®]) は、壁や板など、ある程度の面積のある平面に接して設置した方が、捕獲数は多くなり、設置場所の面積は広い方がより多く捕獲できることが示唆された。したがって、フェロモントラップを使ってモニタリングを行う際は、壁あるいはある程度面積のある柱などにトラップを接して設置することが、タバコシバンムシを安定かつ効果的に捕獲することにつながり、モニタリング精度の向上を図ることができると考えられた。ただし、本研究では異なる設置条件をすべて並列して試験したため、今後は各条件に単独で設置した場合の捕獲数についても検討したい。また、設置場所の平面の面積が、どのくらいの広さがあれば十分な捕獲効率を得ることができるのかは分らなかった。このことは、今後の課題としたい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、実験を手伝っていただいた株式会社フジ環境サービス 社員の方々、タバコシバンムシの行動についてご助言いただいた富士フレイバー株式会社の佐々木力也 博士、本論文作成にあたり様々なご助言を下された茨城大学農学部 応用動物昆虫学研究室の後藤哲雄 教授に深謝の意を表する。

引用文献

- Arbogast, R. T., Kendra, P. E. and Chini, S. R. 2003. *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae): Spatial relationship between trap catch and distance from an infested product. *Florida Entomol.*, 86: 437-444.
- Arbogast, R. T., Kendra, P. E., Mankin, R. W. and McGovern, J. E. 2000. Monitoring insect pests in retail stores by trapping and spatial analysis. *J. Econ. Entomol.*, 93: 1531-1542.
- Arbogast, R. T. and Mankin, R. W. 1999. The utility of spatial analysis in management of storage pests. In: *Stored Product Protection: Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-product Protection* (ed. Zuxun, J. Quan, L., Yongsheng, L., Xianchang, T. and Lianghua, G.), pp. 1519-1527, Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, China.
- Campbell, J. F. and Mullen, M. A. 2004. Distribution and dispersal behavior of *Trogoderma variabile* and *Plodia interpunctella* outside a food processing plant. *J. Econ. Entomol.*, 97: 1455-1464.
- Campbell, J. F., Mullen, M. A. and Dowdy, A. K. 2002. Monitoring stored-product pests in food processing plants with pheromone trapping, contour mapping, and mark-recapture. *J. Econ. Entomol.*, 95: 1089-1101.
- 平尾素一. 1996. 一般住宅内外におけるフェロモントラップによるノシメマダラメイガ (*Plodia interpunctella* H.) の汚染調査. *ベストロジー学会誌*, 11: 18-23.
- 平尾素一. 1997. 性フェロモントラップによるノシメマダラメイガ成虫の早期探知. *家屋害虫*, 19: 20-26.
- 井村 治. 2003. タバコシバンムシ. *日本農業害虫大事典* (梅谷献二, 岡田利承編), p. 984. 株式会社全国農村教育協会, 東京.
- 川上裕司, 加瀬泰行. 1998. 住宅と山林におけるタバコシバンムシの生息調査. *家屋害虫*, 20: 1-9.
- 川上裕司, 中野敬一. 1996. 一般住宅の屋内とその近縁屋外におけるタバコシバンムシの生息調査 (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縁屋外におけるタバコシバンムシの生息調査 (第2報). *家屋害虫*, 19: 4-10.
- 川上裕司, 清水一郎, 高橋治男. 2002. タバコシバンムシから分離された真菌類. *衛生動物*, 53: 249-256.
- 河村由紀子, 池谷実紀, 宮本典子, 渡辺信子, 田原雄一郎. 2002. ジンサンシバンムシおよびタバコシバンムシの餌選好性. *ベストロジー学会誌*, 17: 93-96.
- 厚生労働省. 2006. 食品に残留する農薬等に関する新しい制度 (ポジティブリスト制度) について. 厚生労働省ホームページ, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/zanryu2/dl/060516-1.pdf>
- Mullen, A. M., Wileyto, E. P. and Arthur, F. H. 1998. Influence of trap design and location on the capture of *Plodia interpunctella* (Indian meal moth) (Lepidoptera: Pyralidae) in a release-recapture study. *J. Stored Prod. Res.*, 34: 33-36.
- Nansen, C., Phillips, T. W., Morton, P. K. and Bonjour, E. L. 2006. Spatial analysis of pheromone-baited trap captures from controlled releases of male Indianmeal moths. *Environ. Entomol.*, 35: 516-523.
- Nansen, C., Subramanyam, B. and Roesli, R. 2004. Characterizing spatial distribution of trap captures of beetles in retail pet stores using SADIE[®] software. *J. Stored Prod. Res.*, 40: 471-483.
- 酒井雅博. 1985. タバコシバンムシ. 原色ベストコントロール図説第1集 (日本ベストコントロール協会編), p. 23. 日本ベストコントロール協会図説出版部, 東京.
- Shinoda, K. 2002. Pheromone traps for monitoring of stored product insects in IPM system. 14th FAOPMA Convention Program, 136-139.
- Shinoda, K. and Yoshioka, M. 1991. Effect of position and number of pheromone traps on the capture of cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.), in flour mill. *Pest Control Res.*, 6: 31-34.
- Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. 1995. *Biometry*. 3rd ed. 887pp., W. H. Freeman and Company, New York.
- SPSS. 2002. SPSS 11.5 J Brief Guide. 160 pp., SPSS INC., Tokyo.
- Vick, K. W., Mankin, R. W., Cogburn, R. R., Mullen, M., Throne, J. E., Wright, V. F. and Cline, L. D., 1991. Review of pheromone-baited sticky traps for detection of stored-product insects. *J. Kans. Entomol. Soc.*, 63: 526-532.
- 山崎正敏. 1982. 衛生害虫としてのシバンムシアリガタバチの生活史. *衛生動物*, 33: 221-226.