

菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの生態と防除に関する研究

Studies on the ecology and control of *Neoempheria ferruginea* which is a harmful fungus gnat in *Lentinura edodes* sawdust-based cultivation

川島祐介・國友幸夫

菌床シイタケ栽培における害虫であるナガマドキノコバエの防除に関する研究を実施したところ、以下のことがわかった。

- 1 本県の菌床シイタケ栽培施設において、ナガマドキノコバエの発生が認められた。
- 2 栽培施設内では菌床除袋後から成虫の発生がみとめられ、除袋1ヶ月前後に最初のピークがみられた。
- 3 幼虫は、浸水作業工程後に一時的に減少がみられた。
- 4 成虫は栽培施設内においては、栽培棚の付近（高さ0.5～2 m）にほぼ均一に分布していた。
- 5 光（LED）、匂い（乳酸発酵液）、粘着シートを組み合わせた捕虫器（試作器）はペットボトルトラップ（乳酸発酵液入り）より多くの成虫を捕殺することができた。

キーワード：菌床シイタケ、ナガマドキノコバエ、防除

はじめに

シイタケの菌床栽培において、近年、害虫の発生による被害が各地で顕在化している。そのなかでもナガマドキノコバエ（*Neoempheria ferruginea*）¹⁵⁾はクロバネキノコバエの仲間やショウジョウバエの仲間に比べて大型のハエ類であり（図-1、2）、幼虫がシイタケの菌床や子実体を食害し、生産量減少の原因となっている。また、その幼虫が付着した子実体は異物混入となり、生産者はもとより産地全体が出荷停止に陥りかねない危険性がある。そこで、ナガマドキノコバエの被害を把握するために群馬県における本種の発生分布を調査するとともに、防除対策に必要な基礎資料とするため、発生消長を調査した。



図-1 交尾中の成虫（体長6～10mm）



図-2 終齢幼虫（体長10～15mm）

また、ナガマドキノコバエの被害を防ぐために、農薬を使用しない安全・安心で環境にやさしい害虫の防除技術すなわち、光と匂いの2つの効果で成虫を引き寄せ、強力な粘着シートで効率的に捕殺する捕虫器が考案された^{1),2)}。光は、この成虫を誘引する効果が大きい近紫外線の発光ダイオード（L

ED) が用いられている。匂いには、成虫が好む乳酸発酵液を固形化したものを用いられている。また、粘着シートには、新たに開発した、捉えた成虫を逃がしにくい粘着剤が使用されている。

そこで、開発された捕虫器の効果的な設置方法を確立するために、栽培施設内における本種の分布調査、試作捕虫器による捕殺数調査を実施した。

なお、本研究は先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「広域ニーズ・シーズ対応型研究」(課題番号1958: 菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの環境保全型防除に関する研究)により(独)森林総合研究所からの委託を受けて実施した。

材料及び方法

1 ナガマドキノコバエの県内分布調査

県内におけるナガマドキノコバエの分布を調べるため、粘着シート(商品名: ガガンボシート; カモ井加工紙株式会社、図-3)による成虫の捕獲を沼田市、みなかみ町、長野原町、東吾妻町、渋川市、前橋市、富岡市、下仁田町の菌床シイタケ栽培施設で実施した。粘着シートの設置は6月から10月までとし、1ヶ月ごとに交換回収し、付着したナガマドキノコバエ成虫の有無を調べた。粘着シートの設置高は約1.5mとし、設置数は各施設3箇所(入り口付近、中央、奥)とし、図-4に示すように設置した。



図-3 粘着シート

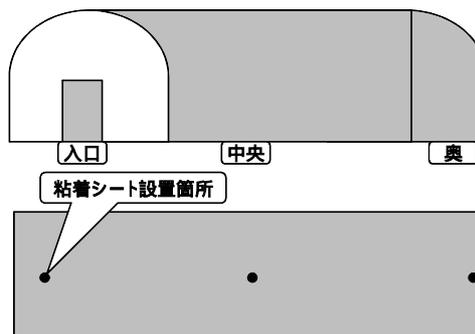


図-4 粘着シート設置箇所

2 ナガマドキノコバエの発生消長調査

(1) 成虫の発生消長

栽培施設における成虫の発生生態を明らかにするため富岡市及び渋川市の栽培施設において、図-5に示す誘引トラップ(ペットボトル)による捕獲を実施した^{4),6),12)}。各施設の栽培工程等は表-1及び表-2に示す。誘引トラップの仕様は以下のとおりである。

容器: 清涼飲料用500mlペットボトル

誘引物: 乳酸発酵液PF-S; カルピス株式会社

[1:1で希釈、界面活性剤(家庭用中性洗剤0.5%添加)] 70ml

加工: ボトル側面上部に3箇所の侵入口を設定(25mm×25mm)

設置箇所: 各施設6箇所(入り口付近、中央、奥各2箇所)、設置高1.5m

回収: 1週間ごと



図 - 5 ペットボトル誘引トラップ

表 - 1 浸水栽培施設の概要

調査地記号	A	B	C	D
市町村	富岡市	富岡市	富岡市	富岡市
作 型	春夏発生	夏秋発生	冬春発生	秋春発生
除 袋	3月下旬	6月下旬	7月中旬	9月上旬
収穫開始	4月上旬	7月上旬	11月中旬	9月下旬

表 - 2 上面栽培施設の概要

調査地記号	a	b	c	d
市町村	渋川市	富岡市	富岡市	富岡市
作 型	夏秋発生	夏秋発生	夏秋発生	冬春発生
除 袋	5月上旬	6月上旬	7月中旬	9月中旬
収穫開始	5月下旬	6月下旬	7月下旬	10月下旬

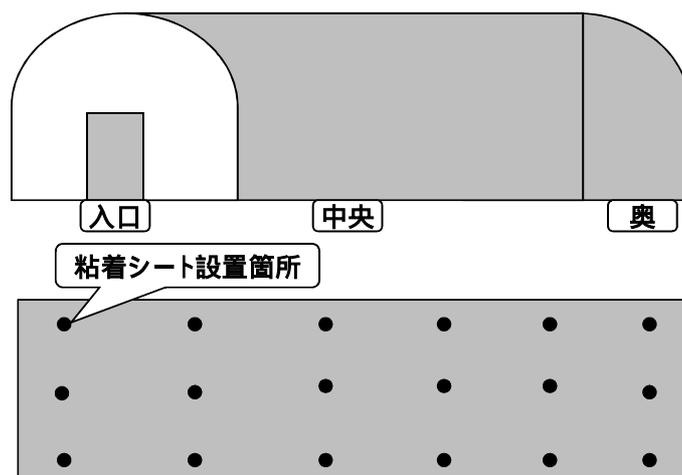


図 - 6 粘着シートの設置箇所

(2) 幼虫の発消長

富岡市の3箇所(調査地A、B、D)の浸水栽培施設について、菌床上の幼虫の付着数についての調査を実施した。調査した菌床数は28個(栽培棚2段分)とし、調査は約1週間ごとに実施した。

3 栽培施設内における成虫の分布調査

富岡市の栽培施設内(調査地E)における成虫の分布を調査するため、0.5m及び2mの高さに粘着シート(ガガンボシート)を設置し、1週間ごとに設置回収し、ナガマドキノコバエの付着数を調査した。粘着シートの設置数は18箇所とした。設置箇所は図-6に示す。

4 LED誘引捕虫器による捕殺試験

ナガマドキノコバエ成虫の栽培施設内における誘引捕殺効果を明らかにするため、渋川市の菌床シイタケ栽培施設(a)において、誘引トラップ(発消長調査と同じ)による捕獲と試作捕虫器(図-7)との捕殺頭数の比較を調査した。各施設に3箇所設置し、設置高は2mとし、1週間ごとに設置回収し、粘着シートに付着した成虫の頭数を調査した。試作器の仕様は以下のとおりである。

電源：単3アルカリ乾電池×6本

使用LED：近紫外線LED3個(日亜化学製：NSPU510S 波長375nm)

本体寸法：幅105mm×奥行105mm×高170mm

本体重量：約800g(金属製)

付属品：誘引物(ゼリー状乳酸発酵液PF-S)、粘着シート(透明)



図-7 試作捕虫器

結果及び考察

1 ナガマドキノコバエの県内分布調査

粘着シートによる捕獲は長野原町及び東吾妻町では認められなかったが、その他の調査箇所ではナガマドキノコバエが付着していた。このことから、本種は県南西部のシイタケ主要生産地を中心に広く分布しているものと推察された。

現在のところ、本種の発生が確認されている都道府県は本県のほか⁷⁾、北海道、栃木、千葉、石川、広島、山口、徳島、宮崎^{3),5),6),11)-14)}など北から南まで全国的に分布していることがわかっており、今後、県内各地に分布が広がることが予想される。

2 ナガマドキノコバエの発消長調査

(1) 成虫の発消長

浸水栽培における捕獲数とトラップ回収日との関係を図 - 8 から11に示す。捕獲頭数は各施設に設置した6箇所の合計である。図 - 8 に示すとおり、3月下旬に除袋した調査地Aの栽培施設では、4月上旬から発生がみられるが急激な増加はみられず、7月中旬から下旬に最大のピークがみられた。

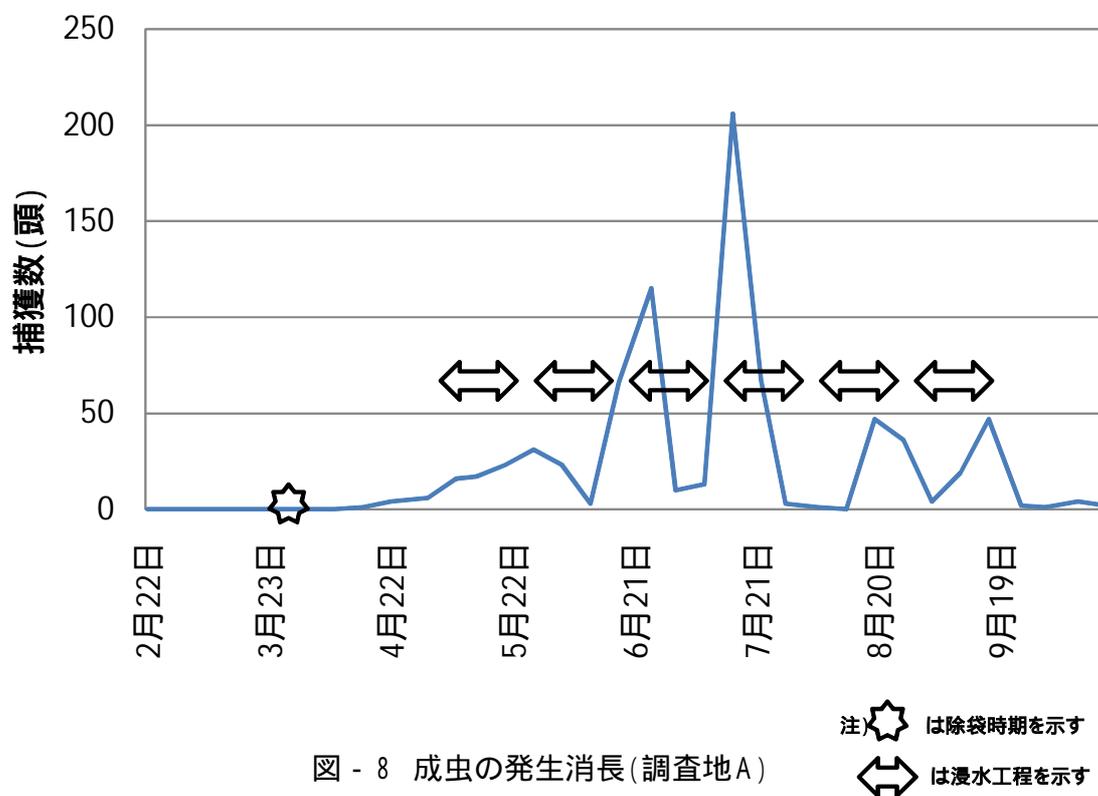


図 - 8 成虫の発消長(調査地A)

図 - 9 に示すとおり、6月中旬に除袋した調査地Bの栽培施設では、除袋のほぼ1ヶ月後でピークがみられた後に、9月上旬から中旬に最大のピークがみられた。これらのピークは浸水工程の後とほぼ一致していた。7月中旬に除袋した調査地Cの栽培施設においては、図 - 10 に示すように除袋のほぼ1ヶ月後に著しいピークがみられたが、その後の子実体収穫期間(冬~春収穫)にはほとんど発生せず、収穫期間終了時にやや増加する傾向がみられた。図 - 11 に示すとおり、9月上旬に除袋した調査地Dの施設では、除袋のほぼ1ヶ月半後にピークがみられたがその後発生は減少し、収穫期間(冬~春収穫)にはほとんど発生しなかった。

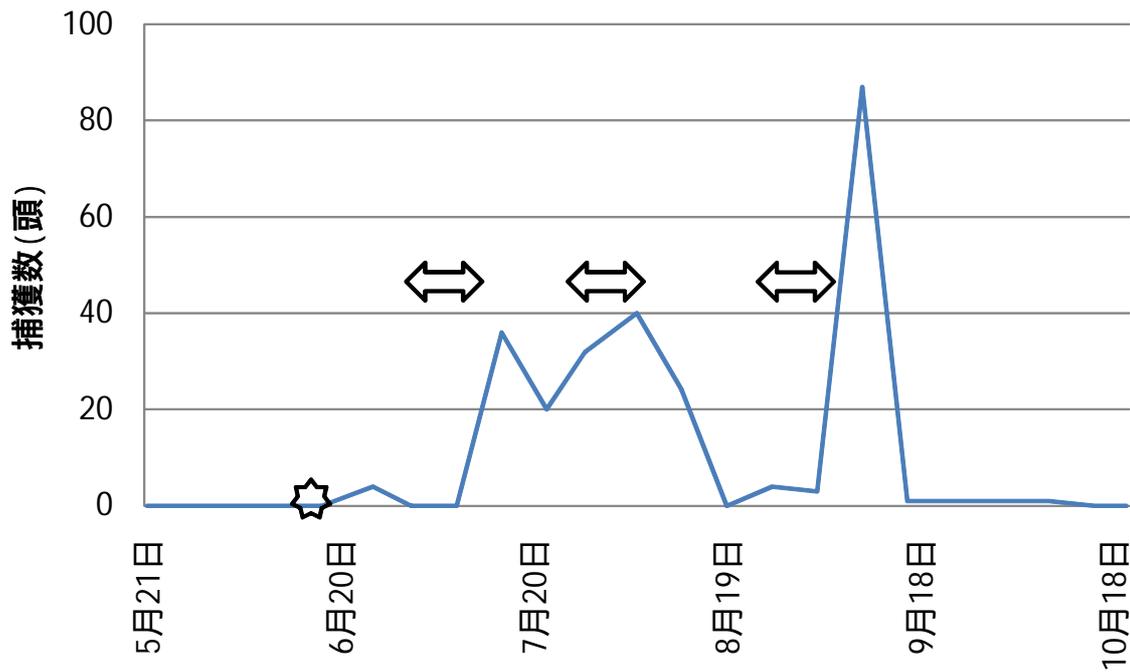


図 - 9 成虫の発生消長(調査地B)

注) ☆ は除袋時期を示す
 ⇄ は浸水工程を示す

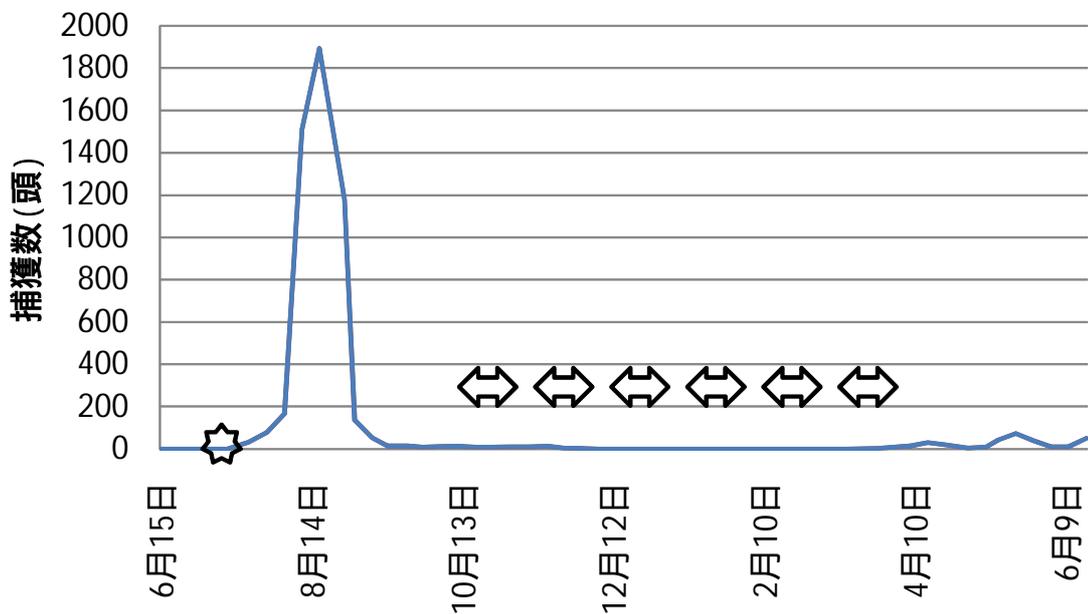


図 - 10 成虫の発生消長(調査地C)

注) ☆ は除袋時期を示す
 ⇄ は浸水工程を示す

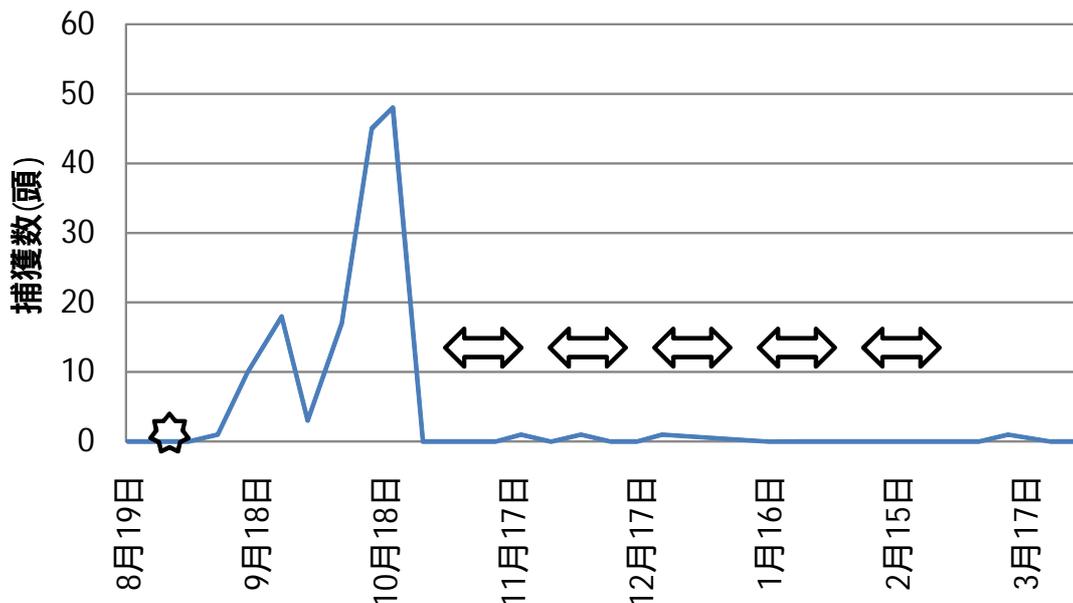


図 - 11 成虫の発生消長(調査地D)

注) ☆は除袋時期を示す
 ⇔は浸水工程を示す

これらの結果から、簡易施設の浸水栽培においては6月下旬から9月中旬に除袋すると、1ヶ月前後に最初の成虫発生のピークがみられ、その後に大きなピークがみられることがわかった。ナガマドキノコバエの卵から成虫までの生育所要日数は20 の条件下で約21日間であることから⁹⁾、除袋1ヶ月前後の最初のピークは栽培施設外からの「飛び込み」の個体が増殖したものであることが推察された。調査地Aは除袋が3月下旬であるため外気温はまだ低く、「飛び込み」がなかったと考えられ、1ヶ月前後のピークはみられなかった。しかし、調査地Cにおいては、除袋後もしばらく培養が続けられ、菌床表面の褐変化し、子実体が発生しなかったため、増殖が進まなかったものと推察された。また、捕獲数の増減は浸水工程と同調している傾向がみられ、成虫の発生には浸水作業が影響していると推察された。

上面栽培における捕獲数とトラップ回収日との関係を図 - 12から15に示す。図 - 12に示すとおり、5月上旬に除袋した施設では、約100日後にピークをむかえ、その後増減はあるものの浸水栽培に比べて長期にわたって成虫が発生し続けている傾向がみられた。これは図 - 13及び14に示すとおり、調査地b及びcでも同様の傾向であった。これらは、上面栽培は浸水工程による幼虫等の離脱がないためであると考えられる。9月の中旬に除袋した調査地dの施設では、図 - 15に示すように除袋の1ヶ月前後から増加がみられ、その約1ヶ月後にピークがみられた。

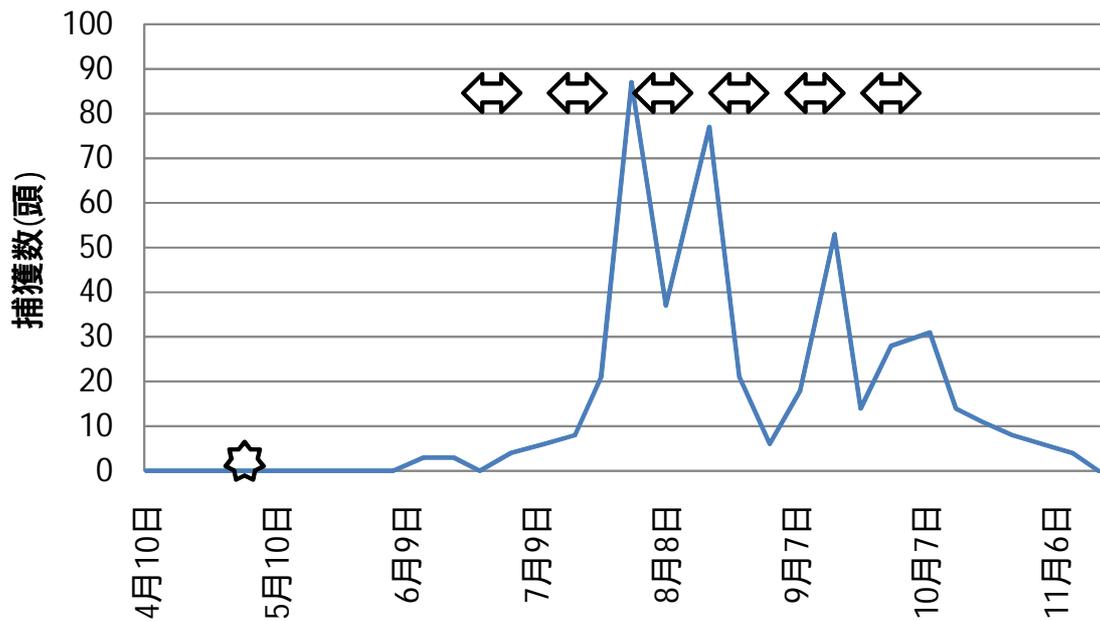


図 - 12 成虫の発生消長(調査地a)

注) ☆ は除袋時期を示す
 ⇄ は発生工程を示す

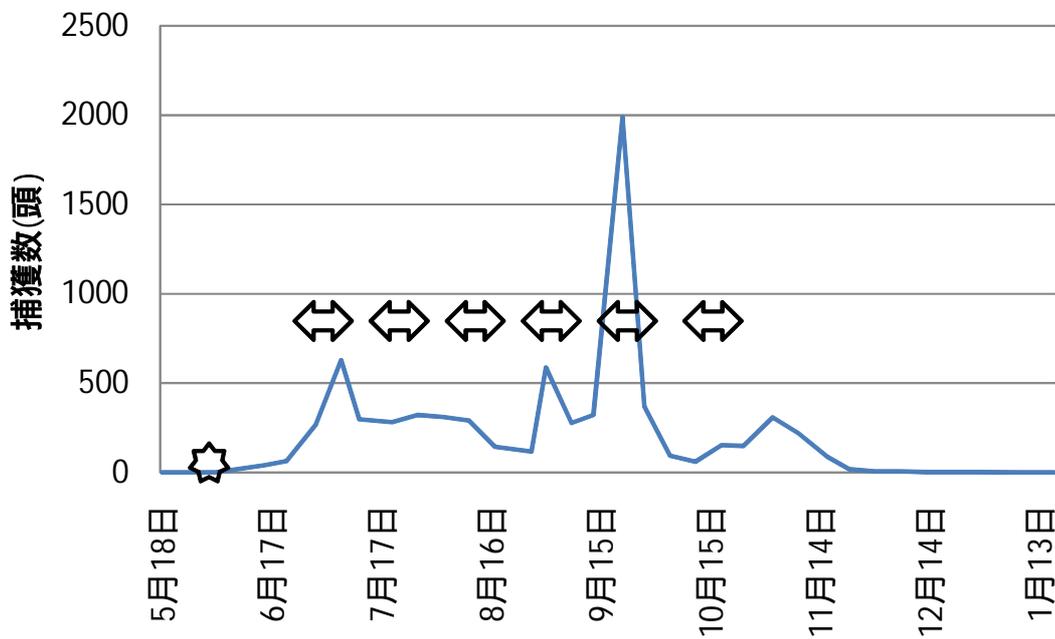


図 - 13 成虫の発生消長(調査地b)

注) ☆ は除袋時期を示す
 ⇄ は発生工程を示す

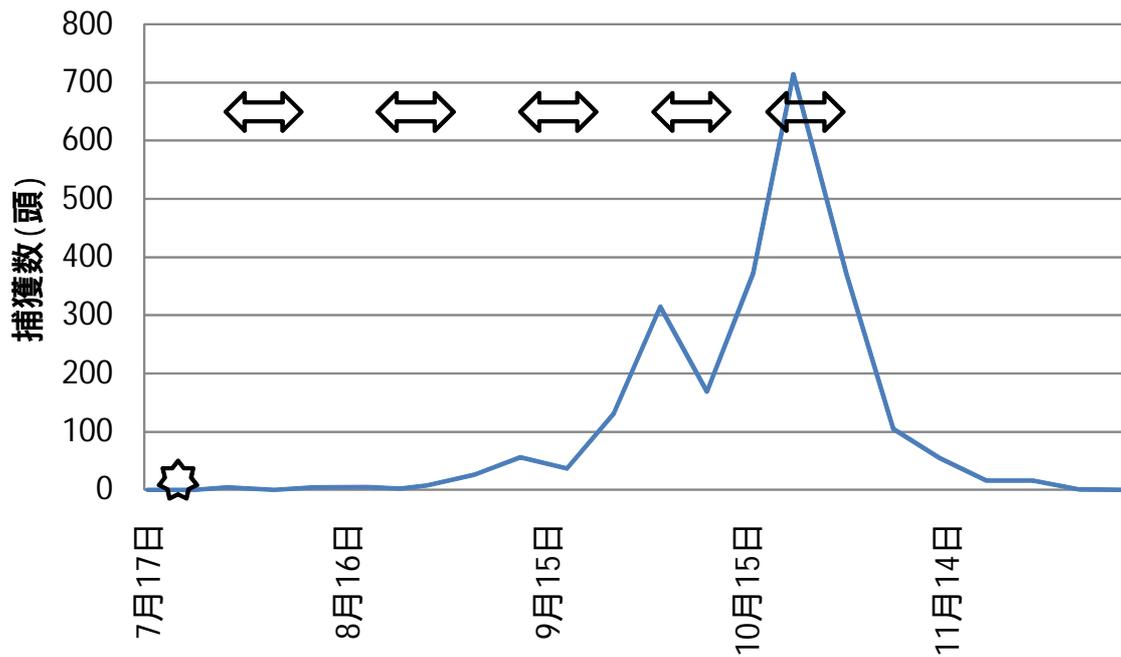


図 - 14 成虫の発消長(調査地c)

注) ☆ は除袋時期を示す
 ⇔ は発生工程を示す

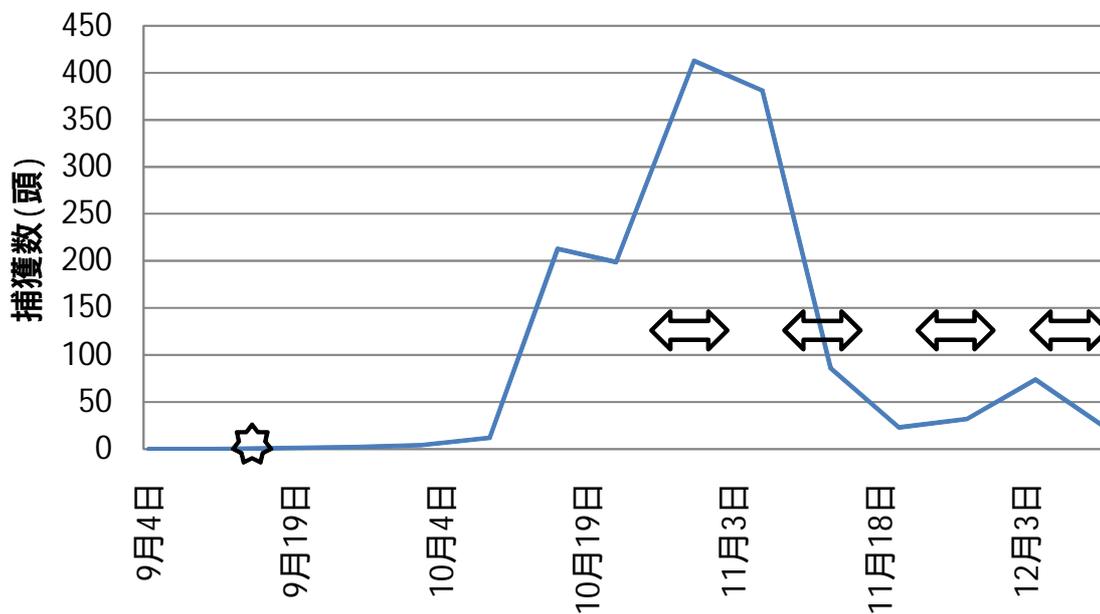


図 - 15 成虫の発消長(調査地d)

注) ☆ は除袋時期を示す
 ⇔ は漫水工程を示す

これらの結果は、浸水工程によってナガマドキノコバエの密度が減少していることを示唆している。しかし、浸水工程の間隔は15～25日程度とされており、その間に産卵されたものが成虫になり、さらに産卵することは可能である。また、今回調査した施設はいずれもビニール張りの簡易施設であるため成虫の侵入が容易であり、初期の増殖は成虫の飛び込みによるものと推察される。除袋直後の菌床表面は褐色被膜状の形成が未熟であり、幼虫の食餌として適しており、成虫急増の原因であると考えられる。なお、本県の簡易栽培施設においては、ナガマドキノコバエは冬期になると発生数が減少することがわかった。

次に栽培施設の周囲における秋期から冬期にかけての発生活消長を図 - 16に示す。成虫は12月中旬まで野外で飛翔していることがわかった。簡易施設による栽培では、冬期に温風や温水による加温を実施していることが多い。そのため、成虫の飛び込みによる増殖の可能性が12月中旬までであることが推察された。

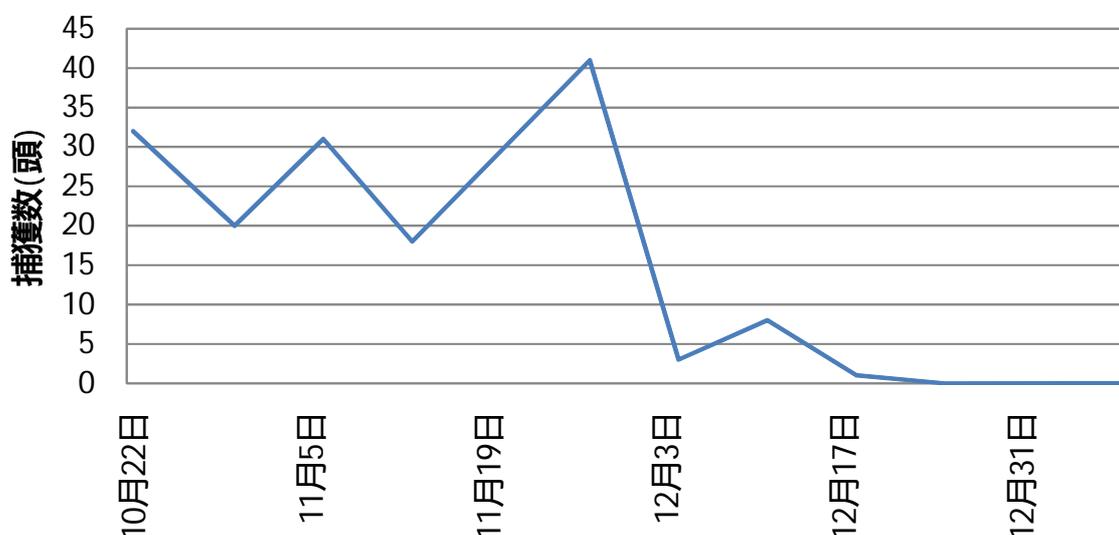


図 - 16 施設周囲における成虫の発生活消長

(2) 幼虫の発生活消長

菌床上の幼虫の発生活消長を調査した結果を図 - 17から19に示す。図 - 17は調査地Aの除袋後80日(6月10日)から170日の収穫終盤(9月9日)の様子である。除袋120日以降は菌床の劣化が進み、シイタケ菌以外の雑菌の繁殖も旺盛になり、幼虫の増殖には適さなくなり減少したものと推察される。図 - 18に示すとおり、除袋が6月下旬の調査地Bにおいては、8月上旬の浸水工程時の幼虫の付着数の減少傾向は鈍化していたが、全体的には浸水工程後に幼虫の付着数は減少する傾向が認められた。しかし、その後はすぐに増加し、高い密度が維持されていた。しかし、除袋120日以降(10月21日)はやはり減少していた。また、9月上旬に除袋した調査地Dでは、図 - 19に示すとおり1月に入っても幼虫の付着が認められた。この時期には成虫はほとんど見られなくなるため、卵、幼虫または蛹での越冬が考えられる。

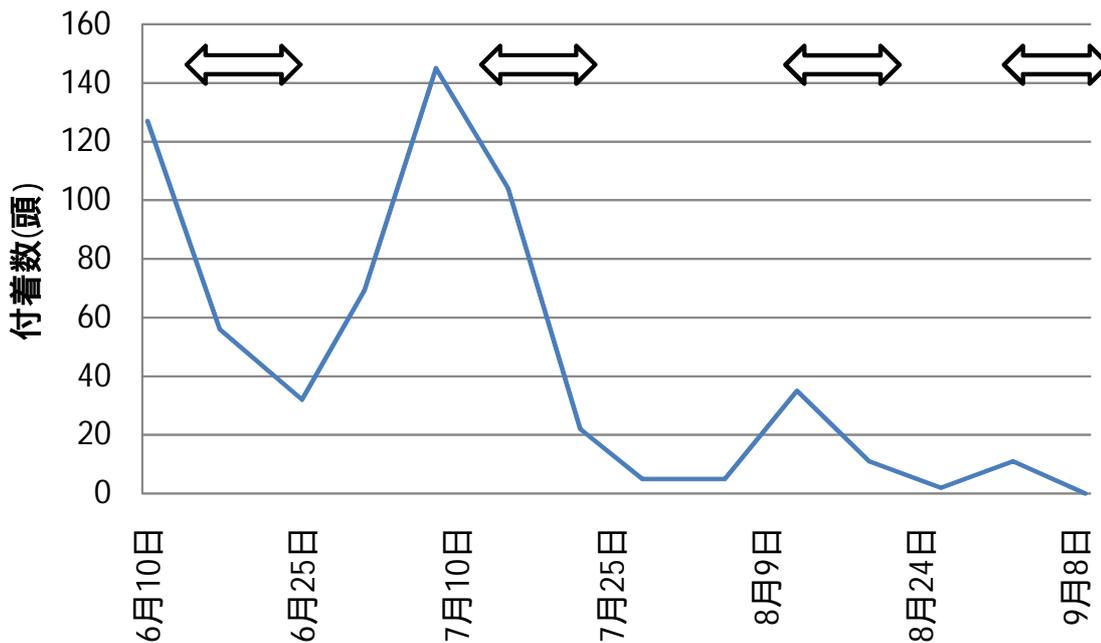


図 - 17 幼虫の発生消長(調査地A) 注) ⇔ は浸水工程を示す

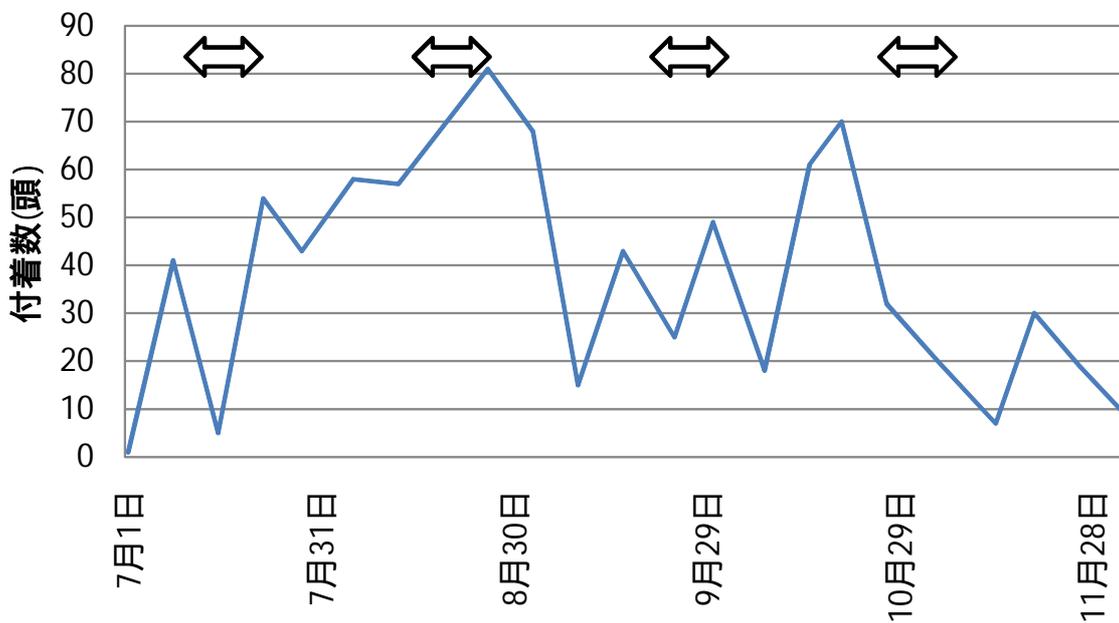


図 - 18 幼虫の発生消長(調査地B) 注) ⇔ は浸水工程を示す

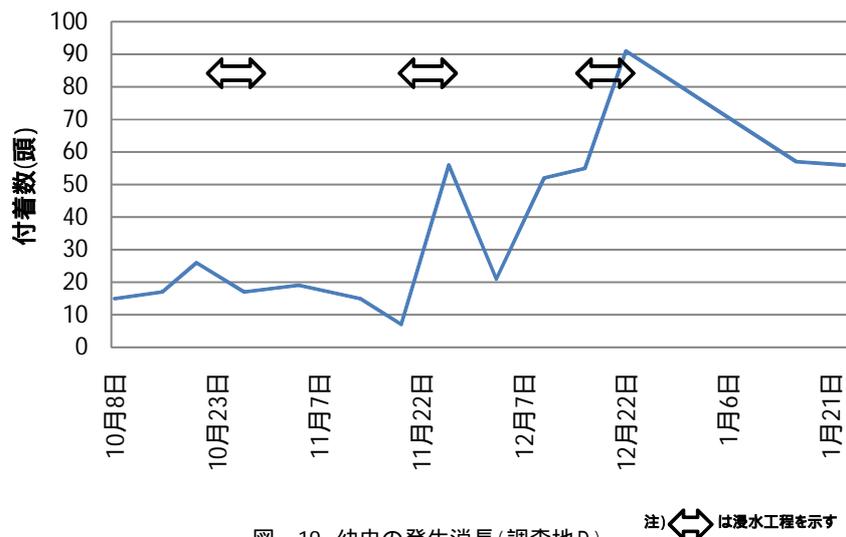


図 - 19 幼虫の発生消長(調査地D)

3 栽培施設内における成虫の分布調査

高さ0.5mと2mに設置した粘着シートに付着した成虫の頭数を図 - 20に示す。2mの高さにやや多く捕獲されるものの、ウィルクソンの順位和検定の結果、有意差はみられず、0.5mと2mの高さの栽培棚に菌床が並べられた位置には成虫はほぼ均一に飛翔していることがわかった。次に施設内を入り口付近、中央、奥の3区画(調査地6点)に分けて、設置した粘着シートに付着した成虫の頭数を図 - 21に示す。順位和検定の結果、入り口付近と中央部との間で有意水準5%で差がみとめられ、入り口付近における分布はやや少ない傾向であった。また、施設内を縦列に中央と左右側面側の3列に区分した結果を図 - 22に示す。同様の検定の結果、左側面において有意水準5%で差がみとめられ、左側面側にやや多く分布している傾向があった。同様の傾向は他県でもみられることから(徳島県、山口県未発表)、栽培棚の上段と下段とでは分布に差はないが、水平分布は栽培施設によって一定の傾向があることが推察された。

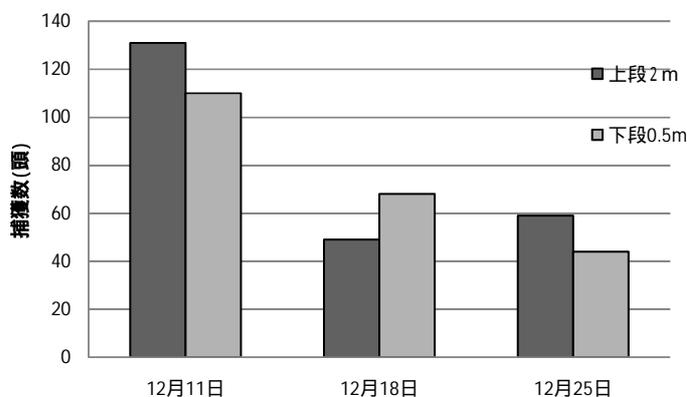


図 - 20 施設内の成虫の垂直分布

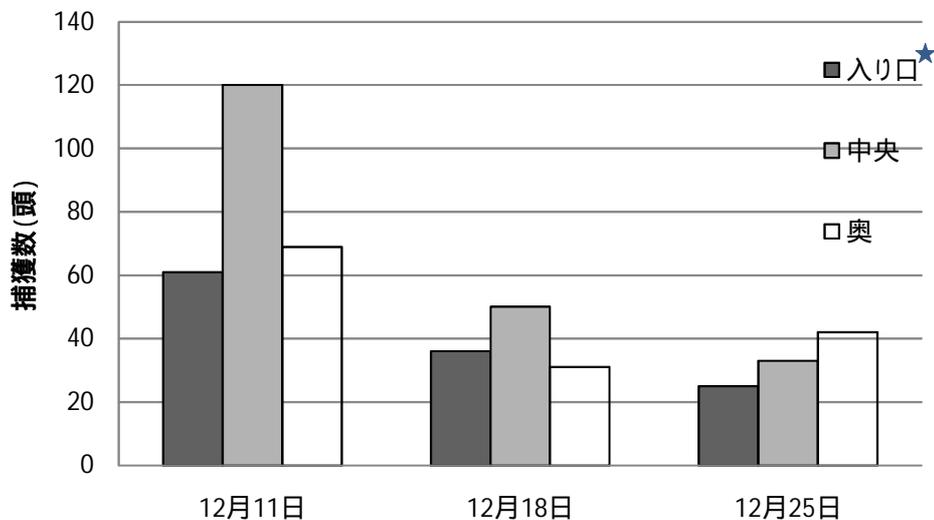


図 - 21 施設内の成虫の水平分布(入り口、中央、奥)
注) ★ 印は有意差あり(有意水準5%)

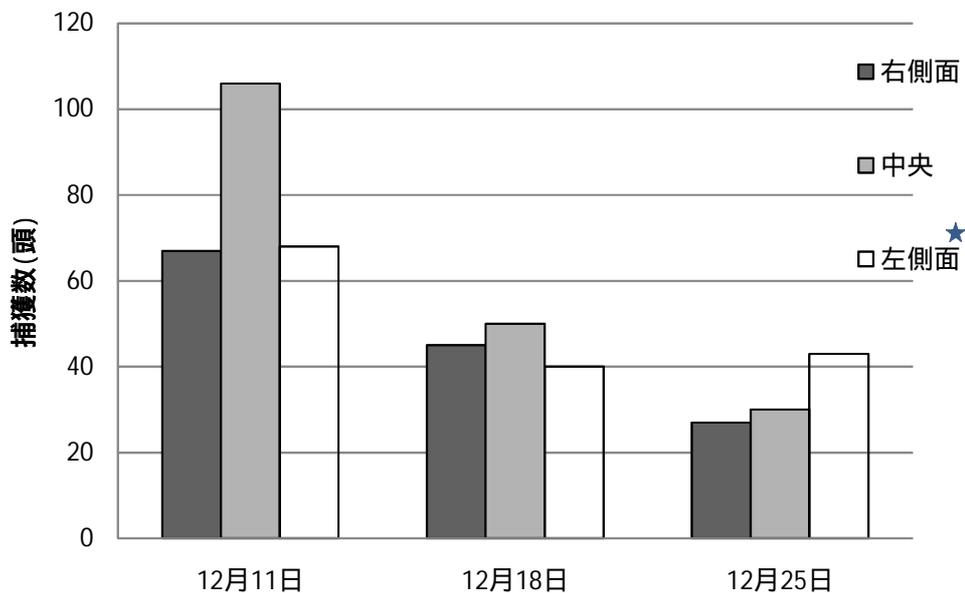


図 - 22 施設内の成虫の水平分布(左右側面と中央列)
注) ★ 印は有意差あり(有意水準5%)

4 LED誘引捕虫器による捕殺試験

誘引トラップ（ペットボトル）と試作捕虫器によるナガマド捕殺頭数の比較を図 - 23に示す。試作捕虫器の捕殺数は誘引トラップと比べて最大で約6.5倍の値を示した。また、誘引トラップには捕獲されなくても、試作捕虫器には捕獲されることもあった。これは誘引物のみでなく、近紫外線LEDが点灯しており、それらの相乗作用によって誘引捕殺効果が増大しているものと考えられた。開発された捕虫器は、誘引トラップに比べて高感度で捕殺することができるため、発生予察の調査にも適している。ただし、散水等による水滴飛散によって、電池ボックス内に腐蝕がみられ、LEDが消灯したものが一部にみられた。さらなる防滴性の向上が望まれる。また、誘引物にショウジョウバエの仲間の幼虫が繁殖していたため、これに対する防止策も必要である。

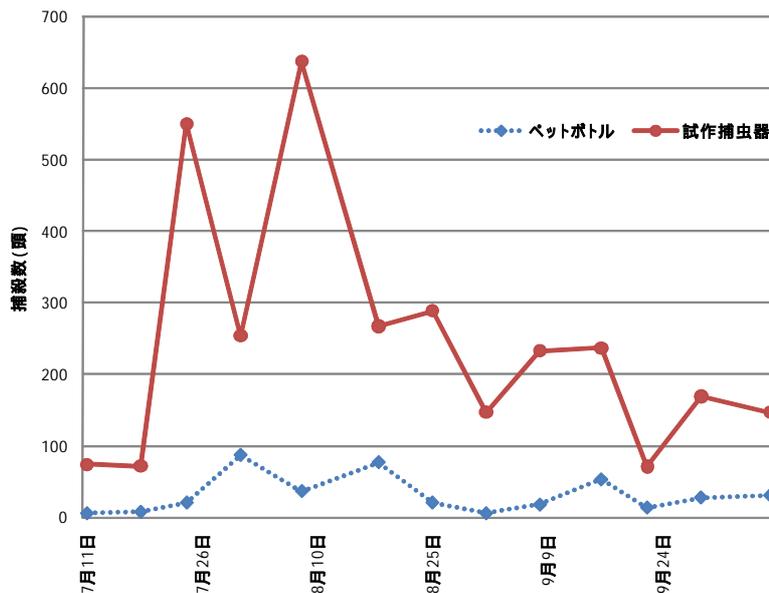


図 - 23 捕殺数の比較



図 - 24 捕虫器（市販型）

おわりに

群馬県の菌床シイタケ栽培施設において、ナガマドキノコバエが発生しており、成虫は3月下旬から12月中旬までみられ、栽培方法ならびに工程の違いが発生消長に影響していることが示唆された。本種の繁殖能力は高く、増殖率も高いため⁹⁾、発生の初期段階における試作捕虫器による防除は有効であると思われる。また、日周行動など本種の生態も明らかになりつつあり¹⁰⁾、防除への応用が期待される。従来から使用されている蛍光灯捕虫器(100V電源)は防滴性に乏しいため、散水がかからない天井付近に設置する必要があり、菌床から距離が遠かった。今回開発された捕虫器は、100V電源を必要としないため、ナガマドキノコバエの活動範囲である菌床付近(栽培棚)に設置することができ、捕殺効果がより向上するものと考えられる。

なお、この捕虫器は防滴性等を改良して市販化される予定である(図-24)。

引用文献

- 1) 阿部正範・陶山純・本荘絵未・岡本武光・薦田邦晃：菌床シイタケ栽培施設におけるナガマドキノコバエの捕獲試験：日本きのこ学会11回要旨集，54，(2007)
- 2) 阿部正範・陶山純・本荘絵未・岡本武光・薦田邦晃：菌床シイタケ栽培施設におけるナガマドキノコバエの捕獲試験()：日本きのこ学会12回要旨集，60，(2008)
- 3) 北海道農政部：第22回農業新技術発表会要旨，36，(2004)
- 4) 岩澤勝巳・石谷栄次：菌床シイタケ生産施設に発生したナガマドキノコバエとオオショウジョウバエの捕獲試験：日林関東支論50，167-168，(1999)
- 5) 岩澤勝巳・石谷栄次：千葉で発生したきのこ害虫と防除法の検討(続)：森林防疫54，213-219，(2005)
- 6) 荊尾ひとみ：菌床シイタケ栽培現場におけるナガマドキノコバエのシイタケ子実体食害とその防除の試み：林業技術690，31，(1999)
- 7) 川島祐介：群馬県における菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの発生消長：関東森林研究60，273-274，(2009)
- 8) 北島博：菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの産卵数：関東森林研究59，327-328，(2008)
- 9) 北島博：菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエ成虫の繁殖能力：日本きのこ学会12回要旨集，59，(2008)
- 10) 北島博：菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエ成虫の日周活動：日本きのこ学会13回要旨集，50，(2009)
- 11) 宗田典大：菌床栽培シイタケにおける害虫防除対策試験：石川林試業報44，21，(2007)
- 12) 新田剛・田原博美：菌床シイタケの生産技術の高度化に関する研究：宮崎林技セ業報36，27-28，(2003)
- 13) 杉本博之：菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの環境保全型防除技術の開発：山口県農林技セ林業技術部平成20年度業務報告書，30，(2008)
- 14) 矢野幸一：菌床シイタケに発生する害虫の生態的特性と防除技術に関する研究：栃木林七報38，9，(2006)
- 15) 安松京三・朝比奈正二郎・石原保：原色昆虫大図鑑第3巻，186，北隆館，東京，(1965)