

ISBN 978-4-909941-08-4

しいたけ害虫の総合防除

改訂第2版



国立研究開発法人森林研究・整備機構
森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute

森林総合研究所 第4期中長期計画成果28（森林管理技術－19）

このマニュアル（改訂第2版）について

栽培きのこ類は、年間産出額が約2,000億円に達する産業であり、しいたけはその約3割を占めます。しいたけ生産は、菌床栽培や形成種菌などの革新的な技術に支えられてきましたが、技術の普及にともなって新たな害虫が発生するようになりました。特に、菌床栽培ではナガマドキノコバエ類、ムラサキアツバ、セモンホソオオキノコムシ、およびコクガによるしいたけと菌床の食害や異物混入の問題が深刻です。また、原木栽培ではシイタケオオヒロズコガ類による種菌の食害と異物混入や、ハラアカコブカミキリによるほだ化阻害の問題が深刻です。生産者は、光誘引捕虫器、粘着シート、ネット被覆などの方法で防除していますが、被害を完全に抑制することはできていません。

しいたけに限らず栽培きのこ類は、化学農薬を用いない安心・安全な食品として消費者に認識され、ゆえに生産者にも化学農薬の使用は普及していません。一方、天敵については、有機JASの認定を妨げないなど、安全性に対する理解が高まっています。

そこで、私たちは、農研機構生研支援センターイノベーション創出強化研究推進事業28031C「高品質シイタケ安定生産に向けた天敵利用によるケミカルレスな害虫激減技術の開発（2016～2018年度）」において、天敵製剤を利用したしいたけ害虫の総合防除技術の開発に取り組んできました。総合防除とは、「あらゆる適切な害虫防除技術を相互に矛盾のない形で使用し、経済的被害が生じるレベル以下に害虫個体群を減少させ、かつその低い個体群レベルに維持させるための害虫管理のシステム」です。天敵製剤を用いた防除技術も、その一助になると考えています。

このプロジェクトではいくつかの天敵製剤の有効性を明らかにしましたが、天敵製剤であっても栽培現場で使うには農薬としての登録が必要です。プロジェクト終了時の平成31年2月に発行した総合防除マニュアル「しいたけ害虫の総合防除」では、その時点で使用できた2つの天敵製剤を用いた防除法を紹介し、ほかの天敵製剤については栽培現場での利用を旨として農薬としての登録を行ってきました。このたび、天敵線虫製剤（製品名：バイオセーフ）がナガマドキノコバエ類、ムラサキアツバ、ハラアカコブカミキリに対して、および天敵細菌製剤（製品名：バシレックス）がムラサキアツバに対して新たに登録されたことから、「しいたけ害虫の総合防除」におけるこれらの害虫の項を改訂し、第2版として取りまとめました。

また、しいたけ栽培では、上記以外にも様々な害虫が発生します。防除を適切に行うには、害虫の種類を見分けることが重要です。このため、本事業の参画者以外の方々の協力も得て、できるだけ多くのしいたけ害虫について生態や防除法を掲載いたしました。なかにはくわしい生態が未解明な種もありますが、問題の解決に向けて少しでも手掛かりになれば幸いです。

新たに登録された天敵製剤以外でも、現時点では農薬として登録されていないため使用できませんが、防除効果が見られた事例もありました。ここでは、研究事例として、その効果を掲載するとともに、今後の研究に取り組んでいきたいと考えています。

本マニュアルを、しいたけのみならず栽培きのこ類に関係する生産者、教育・普及関係者等、様々な方にご活用いただけることを希望いたします。

目次

	ページ
1. しいたけ害虫の種類	3
2. しいたけ害虫の防除法	4
3. 主要な菌床栽培の害虫の総合防除	
(1) ナガマドキノコバエ類	10
(2) ムラサキアツバ	16
(3) コクガ	20
(4) セモンホソオオキノコムシ	23
4. 主要な原木栽培の害虫の総合防除	
(1) シイタケオオヒロズコガ類	26
(2) ハラアカコブカミキリ	30
5. その他のしいたけ害虫	
(1) クロバネキノコバエ類	36
(2) ウスモンヒメガガンボ	37
(3) ヨコヤマクシバキノコバエ	38
(4) ショウジョウバエ類	39
(5) ヤマトケツメカ	40
(6) ナミグルマアツバ	41
(7) ヨコハマセニジモンアツバ	42
(8) ダニ類	43
(9) ナメクジ類	45
(10) フタモントンボキノコバエ	46
(11) ナカモンナミキノコバエ	47
(12) ユミアシゴミムシダマシ	48
6. 新たに期待される天敵製剤	49
7. 参考文献	51

1. しいたけ害虫の種類

しいたけ栽培は、菌床栽培と原木栽培で行われています。

菌床栽培では、害虫による菌床としいたけの食害が問題です。菌床は食害されることによって、劣化が早まります。また、菌床は半年程度の長い期間使用するので、菌床を食べて繁殖できる害虫が大発生して、しいたけも加害するようになるのも特徴です。原木栽培では、植菌前の原木を加害する種、ほだ化した原木を加害する種、発生したしいたけを加害する種に分けられます。菌床栽培と原木栽培の両方で発生する害虫もあり、以下にこれまで発生した報告のある害虫を列挙しました。



菌床栽培



原木栽培

菌床栽培の害虫

菌床および原木栽培の害虫

原木栽培の害虫

<このマニュアルに掲載した害虫>



ナガマドキノコバエ類



ムラサキアツバ



コクガ



セモンホソオオキノコムシ



シイタケオオヒロズコガ類



ハラアカコブカミキリ

クロバネキノコバエ類
ウスモンヒメガガンボ
ヨコヤマクシバキノコバエ
ショウジョウバエ類
ヤマトケツメカ
ナミグルマアツバ
ヨコハマセニジモンアツバ

フタミントンボキノコバエ
ナカミンナミキノコバエ
ユミアシゴミムシダマシ

ダニ類
ナメクジ類

<このマニュアルに掲載していない害虫>

トビムシ類

ミドリカミキリ
キクイムシ類
コクワガタ
ニホンホソオオキノコムシ

2. しいたけ害虫の防除法

1) 害虫防除法の種類

害虫の防除法は、大きく分けて次の5つに分けられます。

物理的防除法：害虫駆除を目的に行う光誘引捕虫器や粘着シートなど

施業的防除法：栽培作業とともに害虫を駆除する菌床の洗浄や菌床・原木の浸水処理など

化学的防除法：殺虫剤や忌避剤など

生理活性物質を用いた防除法：フェロモンなど

天敵を用いた防除法：天敵製剤や土着天敵など

物理的防除法と施業的防除法は物理的に害虫を防除するもので、栽培作業を兼ねて害虫防除する場合に施業的防除と呼ばれます。たとえば、菌床の洗浄は害虫駆除のためだけに行うのであれば物理的防除ですが、害虫駆除としいたけの発生処理を兼ねる場合は施業的防除になります。化学的防除法、生理活性物質と天敵製剤を用いた防除法は、農薬を用いた防除法になります。

表1には、現在行うことができるしいたけ害虫の防除法を一覧としてまとめてあります。

表1 主要しいたけ害虫の防除法（“○”が使用できる防除法）

栽培方法	害虫	物理的防除			施業的防除		化学農薬	天敵製剤		
		光誘引捕虫器	粘着シート	ネット被覆	洗浄	浸水・散水		線虫	細菌	糸状菌
菌床	ナガマドキノコバエ類	○	○		○	○		○		
	ムラサキアツバ				○			○	○	
	コクガ		○		○	○				
	セモンホソオオキノコムシ					○				
	クロバネキノコバエ類	○	○		○	○				
原木	シイタケオオヒロズコガ	○		○		○			○	
	ハラアカコブカミキリ			○			○	○		○

2) 物理的防除法

①光誘引捕虫器

光に集まる成虫を、送風によって網内に捕獲するタイプ（写真1）、水盤に落下させるタイプ（写真2）、粘着シートで捕殺するタイプ（LEDキャッチャー：みのる産業株式会社製、写真3）などがあります。LEDキャッチャーは、光と匂い（みのる専用ゼリーA）で成虫を集めて、粘着シートで捕殺します。乾電池で作動するポータブルタイプ、防滴仕様なので、菌床栽培施設だけでなく原木栽培のほだ場にも設置できます。



写真1 捕虫蛍光管による殺虫器



写真2 捕虫蛍光管と水盤による殺虫器



写真3 LEDキャッチャー

②粘着シート

色彩によって誘引し、粘着シートで捕殺します。ナガマドキノコバエ類専用開発された強粘着タイプのシート（写真4）のほか、農業害虫用の黄色粘着シート（写真5）なども用いられています。



写真4 ナガマドキノコバエ類用黄色粘着シート



写真5 農業害虫用の黄色粘着シート

③ほだ木のネット被覆

ほだ木に対する産卵防止のために、ネットで被覆します（写真6、写真7）。

ほだ木の通風を確保するため、成虫の発生時期だけネットを被覆したり、害虫によってネットの目合を変えたりなどの管理が必要です。



写真6 シイタケオオヒロズコガ類防除のためのネット被覆



写真7 ハラアカコブカミキリ防除のためのネット被覆

3) 施業的防除法

①菌床の洗浄

菌床表面の害虫を、水や温水で洗い流します。しいたけの発生処理も兼ねられます（写真8）。

②菌床やほだ木の浸水・散水処理

菌床やほだ木を水に沈めて、菌床の表面および内部の害虫を駆除します（写真9）。しいたけの発生処理も兼ねられます。菌床栽培では適度な散水処理を施して菌床を湿潤に管理することで、発育を抑制できる害虫もいます。



写真8 菌床の洗浄



写真9 ほだ木の浸水処理

4) 化学農薬による防除法

ほだ木、およびほだ木用笠木のカミキリムシ類に対して、MEP乳剤（製品名：スミパイン乳剤）を使用できます。MEPとは、フェニトロチオンという化学物質で、多種類の害虫に効果がある殺虫剤です。

ほだ木では350倍、ほだ木用笠木では40倍に希釈した液を、成虫発生初期および産卵期（ほだ木の伏せ込み期）に散布します。

5) 天敵製剤による防除法

①天敵製剤の種類

天敵とは、ここでは害虫を食べたり寄生したりして殺す生物のことをいいます。天敵を、病虫害防除のために製剤化したものを、天敵製剤といいます。自然界に存在する生物を利用しているため、消費者にとっても、生産者にとっても安全であり、害虫の抵抗性が発達する心配もほとんどありません。

天敵製剤は、天敵といえども、日本ではその効果と安全性を審査したうえで農薬として登録されています。そのため、製剤の種類によって使用できる栽培方法や害虫が決まっています。

以下に、しいたけ栽培で使用できる製剤の種類を記しました。

a. 天敵線虫製剤

製品名：バイオセーフ（写真10）

スタイナーネマ・カーポカプサエという線虫を用いた製剤です。線虫とは、細長い糸状の体をもつ生物で、土の中に多種にわたる莫大な個体数が生息しています。本製剤には、体長約0.6mmのごく小さな線虫が用いられています。線虫が害虫の体内に侵入すると、線虫のもつ共生細菌によって害虫が死亡します。しいたけ菌床栽培におけるナガマドキノコバエ類とムラサキアツバ、およびしいたけ原木栽培におけるハラアカコブカミキリに使用できます。



写真10 バイオセーフの
パッケージの1例

b. 天敵細菌製剤

製品名：バシレックス（写真11）

バチルス・チューリンゲンシスという細菌を用いた製剤（BT剤）です。細菌とは、1つの細胞で体が構成されている、肉眼では見ることができないほど小さな生物です。害虫がこの細菌を食べると細菌がつくる殺虫性タンパク質で死亡します。しいたけ菌床栽培におけるムラサキアツバに使用できます。



写真11 バシレックスの
パッケージの1例

製品名：ゼンターリ（写真12）

バチルス・チューリンゲンシスを用いた製剤（BT剤）です。しいたけ原木栽培におけるシイタケオオヒロズコガに使用できます。



写真12 ゼンターリの
パッケージの1例

c. 天敵糸状菌製剤

製品名：バイオリサ・カミキリ・スリム（写真13）

ポーベリア・ブロンニアティという糸状菌を用いた製剤です。糸状菌とは、一般にカビと呼ばれるもので、植物の種子にあたる胞子がカミキリの体表に付着して皮膚感染を引き起こします。しいたけ原木栽培におけるハラアカコブカミキリに使用できます。



写真13 バイオリサ・
カミキリ・スリム

②天敵製剤の使い方

天敵製剤は、有機農産物生産や特別栽培農産物生産に使用できます。使用間隔に制限もありません。しかし、生物を製剤化しているため、使用するときの気温や湿度などの環境を十分に考慮する必要があります。

表2には、しいたけ害虫に使用できる天敵製剤の種類、対象害虫、および使用方法をまとめました。

表2 しいたけ栽培で使用できる天敵製剤と使用方法（詳細は個々の製品を参照してください）

天敵製剤	製品名	栽培方法	害虫	使用量・希釈倍数等	使用方法
線虫	バイオセーフ	菌床	ナガマドキノコバエ類	2,500万頭（約10g）を2.5～5ℓ（10,000～5,000頭/ml）に希釈	被害菌床全体へ薬液が滴るまで散布
			ムラサキアツバ	2,500万頭（約10g）を5～25ℓ（5,000～1,000頭/ml）に希釈	
		原木	ハラアカコブカミキリ	2,500万頭（約10g）を5ℓ（5,000頭/ml）に希釈	被害痕が見られる所を中心にほだ木表面全体に散布
細菌	バシレックス	菌床	ムラサキアツバ	500～1,000倍に希釈	被害菌床全体へ薬液が滴るまで散布
	ゼンターリ	原木	シイタケオオヒロズコガ	200倍に希釈	形成種菌のふたに塗布
				1,000倍に希釈	ほだ木に散布 但し、しいたけ発生の14日前まで
糸状菌	バイオリサ・カミキリ・スリム	原木	ハラアカコブカミキリ	ほだ木10本当たり1本	ほだ木上に架ける

天敵線虫製剤と天敵細菌製剤は、水に希釈して散布します。バイオセーフを例に、希釈と散布の方法を次ページ（9ページ）に示しました。

製剤を希釈した液を、菌床やほだ木の表面に所定量散布しますが、菌床栽培ではしいたけの発生していない時期に、原木栽培ではしいたけが発生する前のほだ木に散布し、しいたけには直接散布しないようにします。

バイオリサ・カミキリ・スリムは、不織布のシートをほだ木上に架けます。詳しくは製剤添え付けの使用方法や、本マニュアルのハラアカコブカミキリの項（33ページ）を参照してください。

なお、バイオセーフおよびバシレックスに関するお問い合わせは、以下までお願いします。

バイオセーフ、バシレックスに関するお問い合わせ先

（株）エス・ディー・エス バイオテック バイオロジカル部

〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-5

電話：03-5825-5521 FAX：03-5825-5501

天敵製剤の使い方ーバイオセーフの例ー



①天敵製剤の準備

バイオセーフは、使用するまでは低温下で保管するとともに、有効期限が短いので注意します。



②散布液の調製

水道水に入れてよく攪拌し、所定の濃度の散布液に調製します。天敵製剤の成分が沈殿しやすいので、素早く作業するように注意します。



③噴霧器のタンクへ投入

バイオセーフを使用する場合は、タンク内部のストレーナーを外しておくか、散布液を目の細かいざる等で濾してから入れると滞りなく散布できます。



④散布時の服装

散布の際は、農薬用マスク、手袋、長ズボン・長袖の作業着などを着用します。



⑤所定量を菌床またはほだ木に散布

天敵製剤の成分が沈殿しやすいので、時々噴霧器をゆすって、タンク内の散布液を攪拌します。

幼虫を駆除する場合は、菌床では幼虫が多く生息する場所、原木ではほだ木から木くずが出ている場所に念入りに散布します。



⑥作業後の注意

作業後は直ちに手足、顔などを石けんでよく洗い、洗眼・うがいをするとともに衣服を交換します。

正しく安全に使って害虫を防除！

3. 主要な菌床栽培の害虫の総合防除

(1) ナガマドキノコバエ類



菌床栽培施設内でしばしば大発生します。幼虫が菌床やしいたけを食害するほか、しいたけに幼虫が付着して流通する異物混入の被害をもたらします。国内では、フタマタナガマドキノコバエ、リュウコツナガマドキノコバエ、フクレナガマドキノコバエの3種が害虫として確認されていますが、これらを外見で見分けることは困難です。

形態

成虫：体長6～10mm。黄色で腹部背面に黒色のはしご状の模様がある。

幼虫：体長10～15mmまで発育。透明から半透明で細長い。粘着性のある糸を吐いて、幼虫の住みかや蛹になるための場所をつくる。

蛹：長さ5～8mmでこげ茶色。

卵：長さ0.5mm程度。菌床やしいたけの表面に産み付けられる。

繁殖と生態

成虫は、3～8日間程度生存し、1個体の雌が60～150個の卵を産みます。明け方と夕方に活発に飛翔し、交尾します。

幼虫は、菌床およびしいたけを食べて育ちます。卵から成虫まで成長するのにかかる期間は、15℃で35日間、20℃で23日間、25℃で17日間程度です。

被害の特徴

幼虫はしいたけを食害します。食害を受けたしいたけには黒い変色と湿った顆粒状の糞がみられます。また、幼虫はしいたけの傘の内側に潜むため発見が困難で、異物混入の原因になります。

■ 栽培施設での発生の特徴

菌床の搬入前や、除袋前の菌床だけの栽培施設内には、成虫はほとんどいません（写真14）。

除袋で菌床が露出すると、成虫が排水溝などから施設内に侵入します（写真15）。

空調栽培施設では、成虫は除袋後2ヶ月ほどたってから増加します（図1）。一方、簡易栽培施設内では除袋後まもなく成虫が増えることがあります（図2）。成虫数は、栽培施設にかかわらず、収穫期間が長くなると大きく増加します。簡易栽培施設では、気温の低下に伴って成虫数が減少します（図2）。



写真14 除袋前の菌床

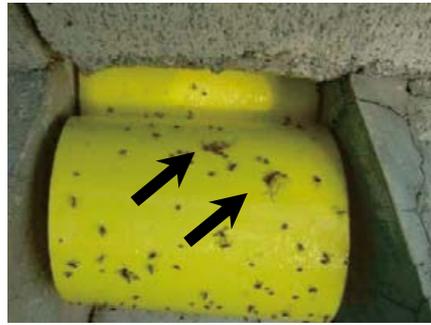


写真15 栽培施設の排水溝に設置された粘着シートに捕獲された成虫（黒矢印）

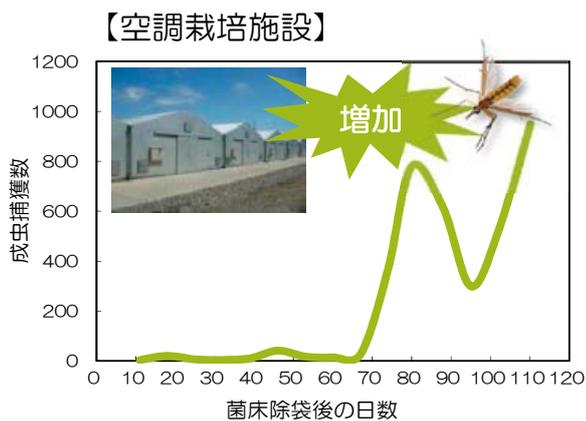


図1 空調栽培施設の上発生栽培における成虫捕殺消長の1例

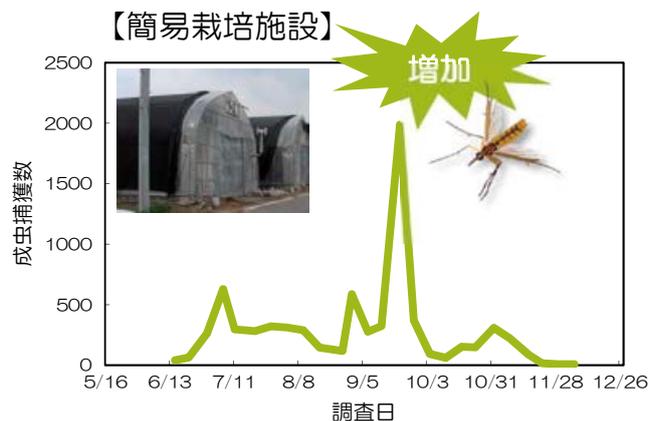
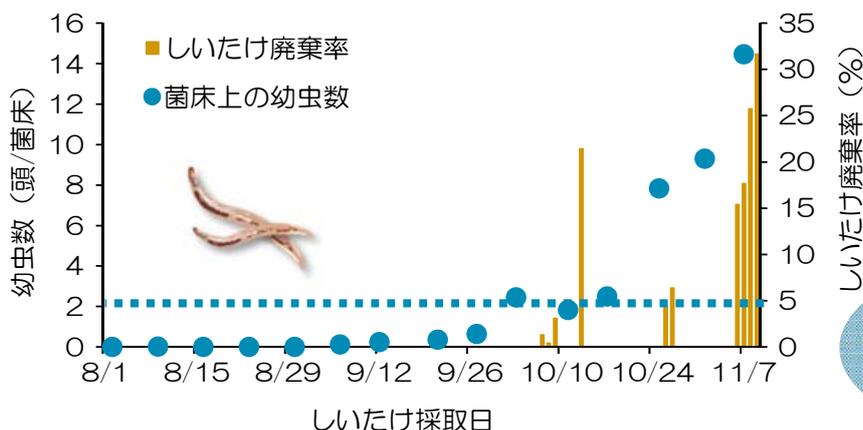


図2 簡易栽培施設の上発生栽培における成虫捕殺消長の1例

■ ナガマドキノコバエ類の幼虫数としいたけ廃棄率

菌床上の幼虫数が2.5個体以上になると、しいたけ廃棄率が5%を超える被害となります（図3）。



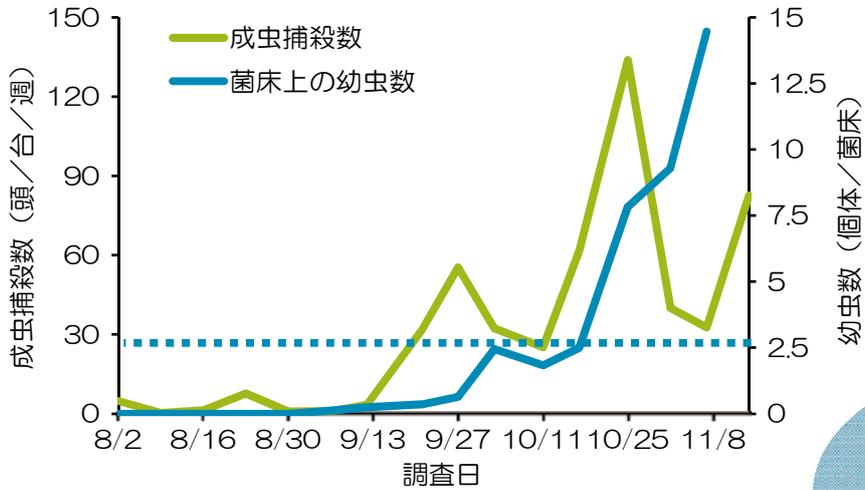
食害されたしいたけ

菌床あたり2.5個体の幼虫で5%の廃棄率

図3 徳島県の空調栽培施設における菌床上のフタマタナガマドキノコバエ幼虫数としいたけ廃棄率との関係

■ LEDキャッチャーによる発生予察と要防除時期

LEDキャッチャー（4-5ページ参照）を施設内に設置した場合、1週間で1台に継続して30個体捕殺されるようであれば、菌床上の幼虫数が2.5個体に達していることがわかりました（図4）。減収を防ぐには、幼虫の駆除が必要になります。



LEDキャッチャーで捕殺された成虫

成虫30個体/週の捕殺で幼虫駆除が必要

図4 徳島県の空調栽培施設におけるフタマタナガドキノコバエ成虫のLEDキャッチャーによる捕殺数と菌床上の幼虫数との関係

■ 作業工程と防除

栽培施設内の成虫数を、できるだけ増やさないようにすることが大切です。

除袋前後から物理的防除を行い、成虫や幼虫が目立つようになったら、幼虫の駆除が必要になります。出荷前の異物混入防止も重要です（図5）。

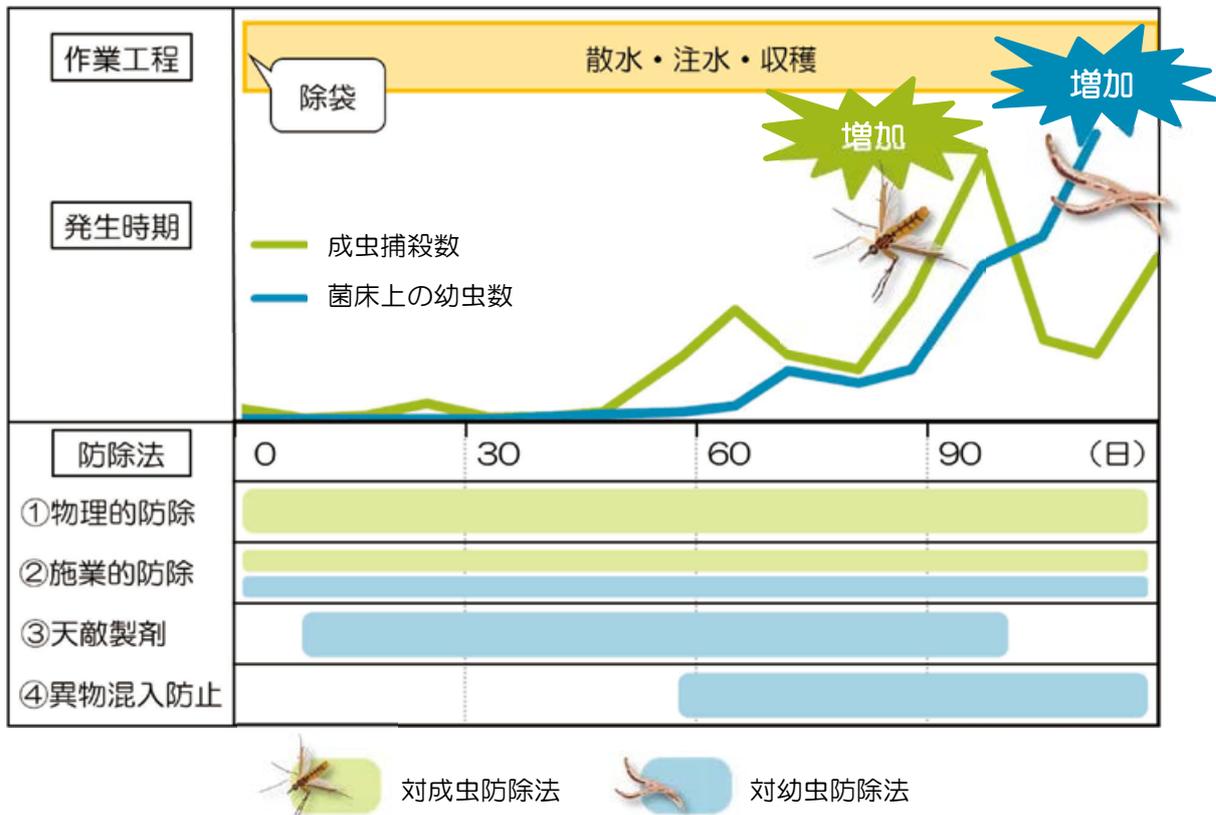


図5 徳島県の菌床しいたけ空調栽培施設の作業工程におけるフタマタナガドキノコバエの発生と防除作業

■ 防除法

①成虫の物理的防除

➤ 捕虫器・粘着シート

除袋前後から、市販の捕虫器や粘着シートなど（4-5ページ参照）を設置して、栽培初期の成虫数を減らすことが重要です（写真16、写真17）。



写真16 光誘引捕虫器で捕殺された成虫



写真17 粘着シートで捕殺された成虫 (矢印)

➤ 散水施設でも使える捕虫器

LEDキャッチャー（4-5ページ参照）は、コードレスで防滴仕様なので、散水で高湿度を保つ栽培施設でも安心して使用できます。どこでも設置でき、高い捕虫効果をもつため、モニタリングに利用できます（写真18）。



写真18 LEDキャッチャーの設置例

②幼虫、蛹、成虫の施業的防除

➤ 菌床の洗浄や浸水

菌床表面の幼虫を、流水で洗い流します（6ページ参照）。温水で殺虫する機械も市販されていますが、菌床を傷めないように短時間の処理で済ますことが肝心です。

幼虫や蛹は16時間以上の浸水処理で死亡します（図6）。残念ながら、卵は24時間浸水しても死亡しません。

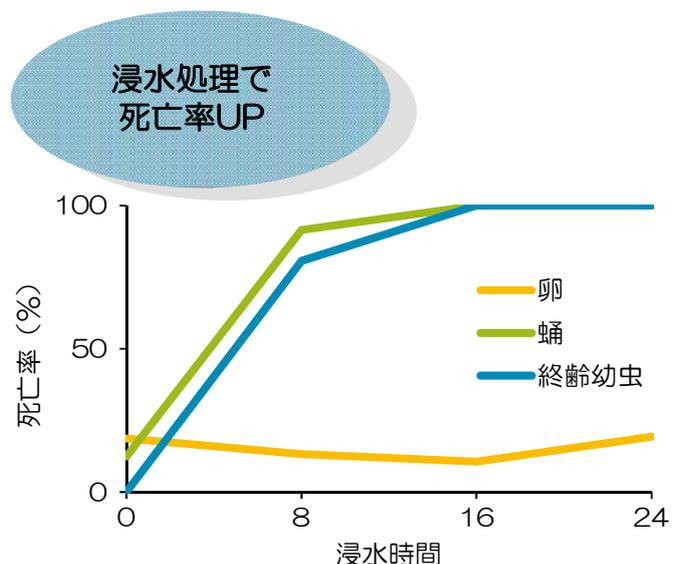


図6 浸水処理によるリュウコツナガマドキノコバエの駆除効果

施設内や菌床の管理の徹底

採り残したいけや傷んだ菌床は、幼虫の格好の餌です（写真19）。放置すれば、成虫数を増やして被害拡大をまねきます。これらは速やかに除去するとともに、施設内外の清掃に努めます。

成虫は、夕方と明け方の数時間だけ、活動が活発になります（図7）。夕方から明け方は栽培施設の戸締りをしっかりと行い、成虫の侵入を防ぎます。



写真19 採り残したいけを食べて育つリュウコツナガマドキノコバエ幼虫

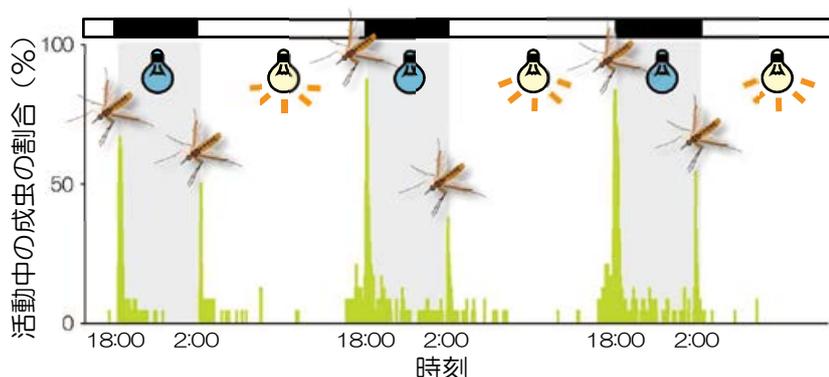


図7 明暗条件下におけるリュウコツナガマドキノコバエ成虫の活動

③ 幼虫の天敵製剤による防除

天敵線虫製剤の使い方

天敵線虫製剤バイオセーフを希釈して、線虫濃度5,000頭～10,000頭/mlの散布液を作ります。線虫2,500万頭入りのトレイでは、2.5ℓから5ℓの水道水に攪拌します。菌床全体に散布液が滴るまで（菌床1つに30～50ml程度）散布します。全面発生栽培用の菌床の下面など、幼虫が集中している場所へは丁寧に散布します。希釈および散布の詳細は、本マニュアル9ページを参照してください。

幼虫に対する天敵線虫の効果

実験室条件下において、バイオセーフの線虫濃度10,000頭/mlの散布液を、菌床1つに50mlずつ散布しました。幼虫が集中している場所へは、丁寧に散布しました。その結果、1か月以上にわたって幼虫数を半減させる効果がありました（図8）。

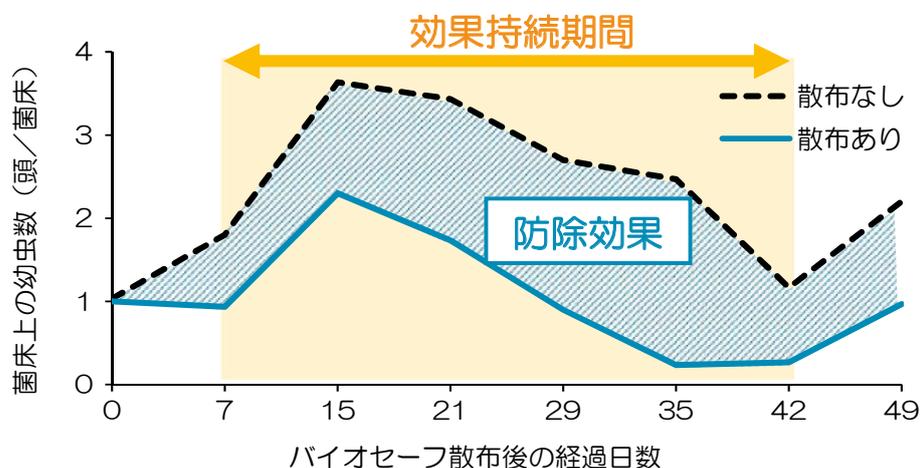


図8 実験室条件下でのバイオセーフの散布によるフタマタナガマドキノコバエ幼虫の駆除効果

➤ 栽培施設における幼虫駆除実証試験事例

栽培施設において、天敵線虫散布区と無散布区を設けて検証しました（図9）。天敵線虫散布区では、幼虫の大発生を抑制し、しいたけ被害率も低下しました。発生予察と組み合わせた防除体系も検討しています。

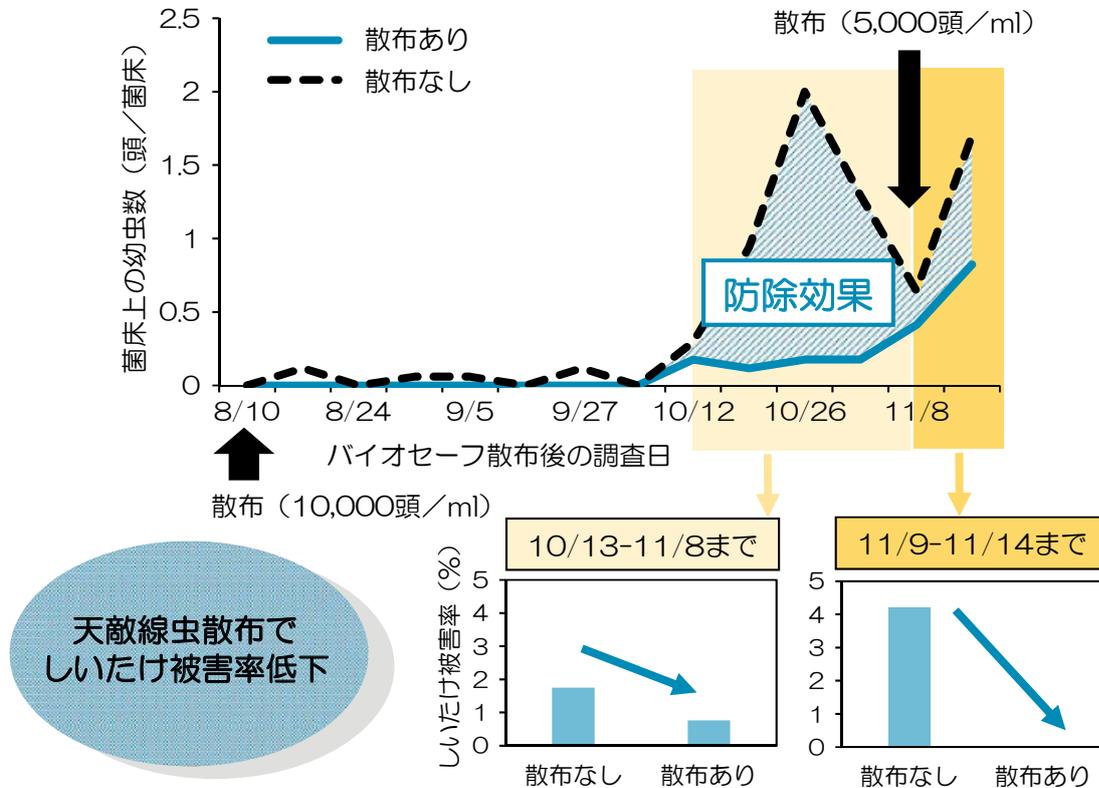


図9 徳島県の栽培施設においてバイオセーフを施用した時のフタマタナガマドキノコバエの防除効果

④幼虫の異物混入防止

しいたけ上の幼虫に注意し、異物混入被害を防ぎます。

しいたけ上の粘液（写真20）、クモの巣状の不規則な網（写真21）は要注意です。

しいたけ上の幼虫などは、圧縮空気吹き飛ばすことができます（写真22）。

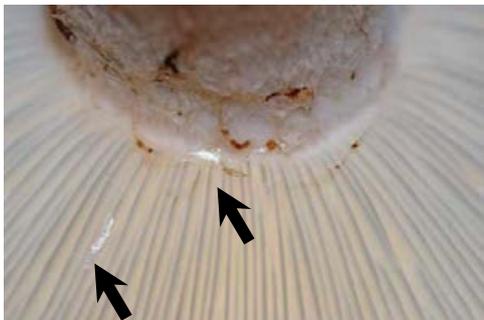


写真20 しいたけ上の粘液（矢印）



写真21 しいたけ上の網



写真22 圧縮空気による異物の除去

(2) ムラサキアツバ



簡易栽培施設でしばしば大発生します。幼虫が菌床表面を食害して、菌床の劣化を早めます。しいたけへの若齢幼虫の混入も心配です。まれですが、原木栽培で幼虫によるしいたけの食害が発生します。

形態

成虫：体長10mm程度。翅の表面は黒褐色で紫色の光沢をもつ。

幼虫：体長24mm程度まで発育。黒褐色あるいは茶褐色に黄色の斑紋がある。

蛹：体長12mm程度。菌床表面にかじりかすをつづってマユを作り、その中で蛹化する。

繁殖と生態

自然条件下では、カワラタケなどの硬質菌を摂食して発育します。成虫は春～秋にかけて見られますが、数が増えるのは春～初夏および秋の2回とされています。秋の老熟幼虫はマユ内で蛹化し、蛹で越冬して春から初夏にかけて羽化します。

栽培施設内では、幼虫は菌床表面およびしいたけを食べて育ちます。卵から成虫まで成長するのにかかる期間は、19℃で55日間、22℃で44日間、25℃で28日間程度です。野外条件と異なり、1年に3～4世代を繰り返して、数を爆発的に増やします。

被害の特徴

幼虫による菌床表面の食害により、菌床の劣化が進み、収穫量が減少します。また、幼虫はしいたけも食害するほか、若齢幼虫がしいたけにはい上がり、異物混入の原因となります。

■ 栽培施設での発生の特徴

成虫の発生を、乳酸発酵液を入れたペットボトルトラップ（写真23）で調べました（図10）。

栽培施設によっては、4月頃には成虫が出現します。発生初期の成虫捕殺数は少ないですが、その後3～4回世代を繰り返すと、爆発的に数が増えていきます。成虫捕殺数が増えた後に、菌床上の幼虫数が増えてきます。幼虫数が最大になるのは8～9月にかけてですが、9月に発生した幼虫のほとんどは蛹で越冬するので、菌床上には幼虫は見られなくなります。



写真23 乳酸発酵液を入れた
ペットボトルトラップ

■ 作業工程と防除

栽培施設内の成虫数を、できるだけ増やさないようにすることが大切です（図10）。

除袋前後からモニタリングを行い、成虫や幼虫が目につくようになったら、駆除が必要になります。しいたけへの幼虫の異物混入にも注意します。

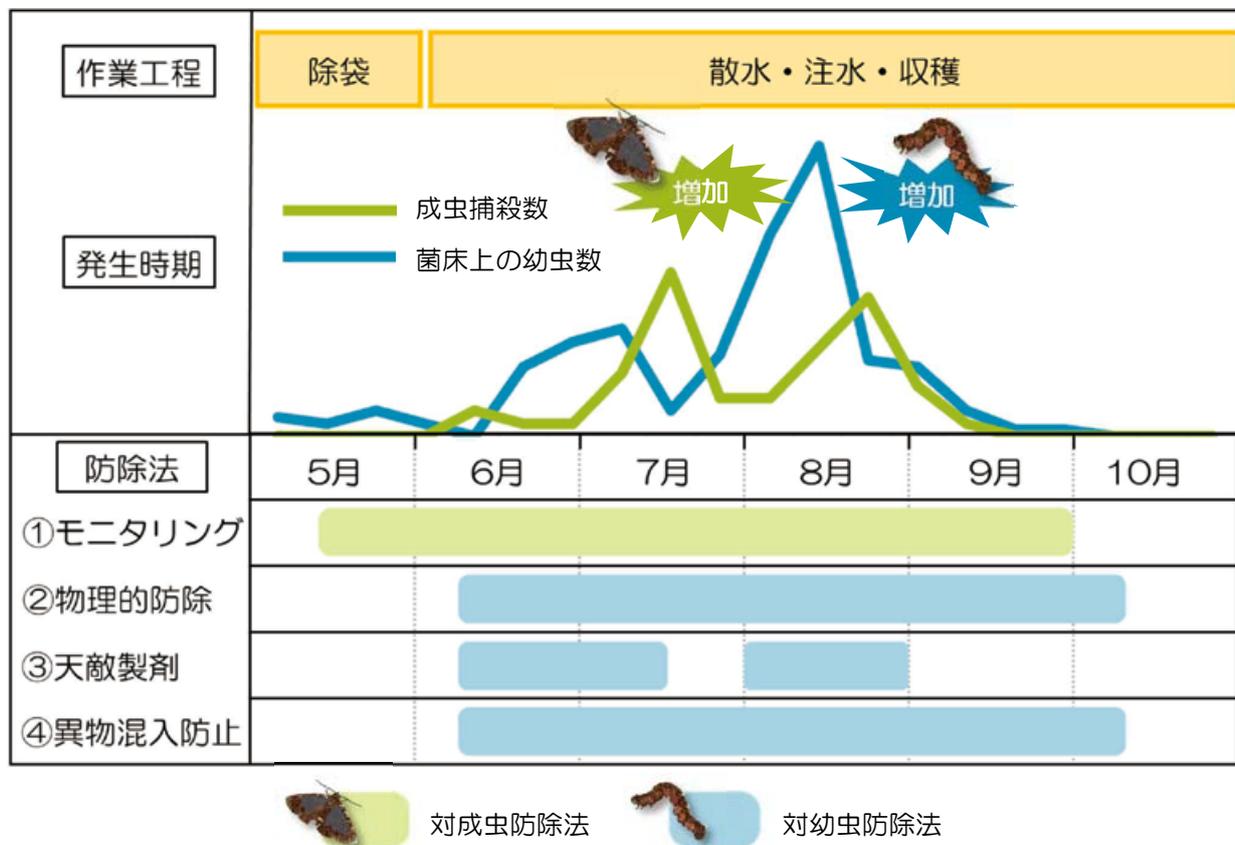


図10 群馬県の菌床しいたけ簡易栽培施設の作業工程におけるムラサキアツバの発生と防除作業

■ 防除法

①成虫のモニタリング

栽培初期から乳酸発酵液を入れたペットボトルトラップ（写真23）を用いて、捕殺を兼ねたモニタリングを行います。トラップは、飲料用500mlペットボトルの側面に、害虫の入り口となる3cm角程度の切れ込みを入れて作ります。乳酸発酵液には、乳酸菌飲料などが利用できます。成虫捕殺数が増えたら、幼虫の発生を警戒します。

②幼虫の物理的防除

6月頃から注意して、菌床上の幼虫をつまみ取ります。

③幼虫の天敵製剤による防除

▶ 天敵製剤の使い方

天敵線虫製剤バイオセーフでは、線虫濃度1,000頭～5,000頭/mlに希釈した散布液を作ります。線虫2,500万頭入りのトレイでは、5ℓから25ℓの水道水に攪拌します。

天敵細菌製剤バシレックスでは、水道水で500倍～1,000倍に希釈します。

菌床全体に散布液が滴るまで（菌床1つに30～50ml程度）散布します。

希釈および散布の詳細は、本マニュアル9ページを参照してください。

▶ 幼虫に対する天敵細菌の発生予防効果

成虫に自由に産卵させた菌床の表面に、バシレックスの500倍～1,000倍液を、菌床1つに50mlずつ散布しました。その結果、バシレックスを散布した菌床では幼虫の発生を抑制することができました（図11）。

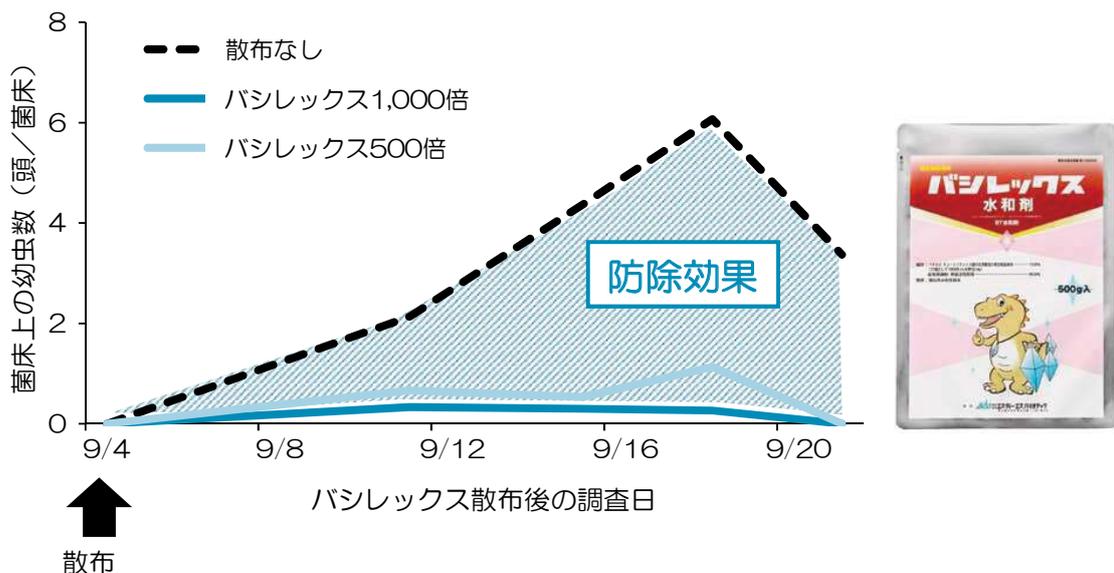


図11 バシレックス散布によるムラサキアツバ幼虫の発生予防効果

▶ 幼虫に対する天敵線虫および天敵細菌の駆除効果

幼虫が生息する菌床の表面に、バイオセーフでは線虫濃度1,000頭～5,000頭/mlの散布液を、バシレックスでは500倍～1,000倍液を、菌床ごとに50mlずつ散布しました。両薬剤とも、散布後3日目には、幼虫駆除の効果が見られました（図12、写真24）。

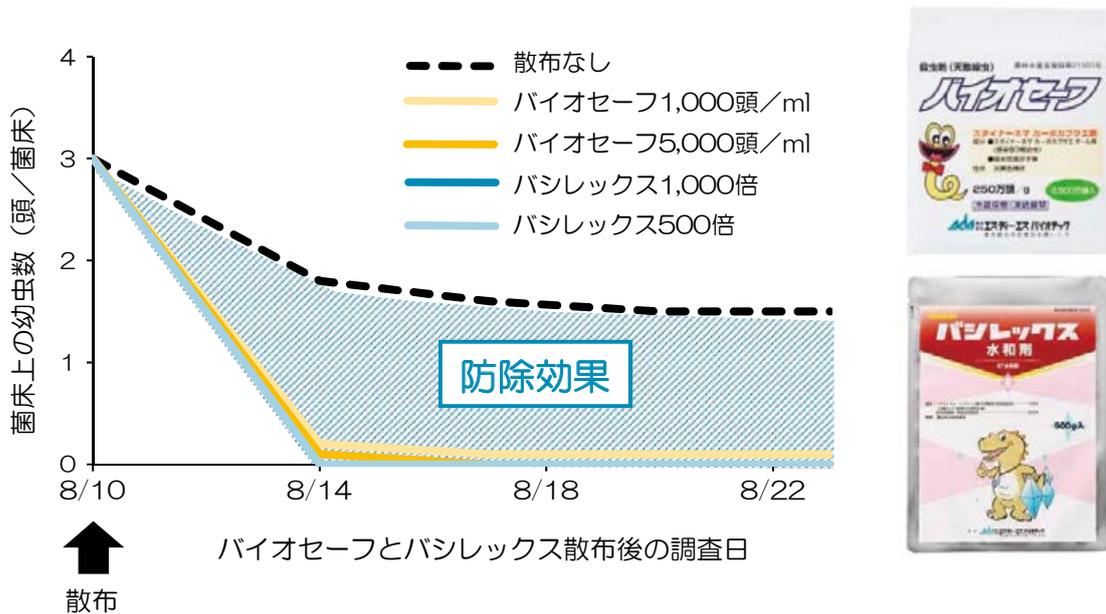


図12 バイオセーフとバシレックスの散布によるムラサキアツバ幼虫の駆除効果

天敵線虫と天敵細菌の
散布により
発生予防と駆除が可能



写真24 バシレックス1,000頭/mlの散布で死亡した幼虫（矢印）

④ 幼虫の異物混入防止

成虫の増加直後にはふ化幼虫がたくさん見られるので（写真25）、特に注意します。圧縮空気で吹き飛ばすなどの処置も必要です。



写真25 しいたけ上のムラサキアツバふ化幼虫

(3) コクガ



成虫



幼虫



羽化後の蛹の殻



食害された菌床の表面

過去にはシイタケガとも呼ばれ、乾しいたけの重要害虫でした。近年では、簡易栽培施設で菌床の被害が目立つようになってきました。幼虫が菌床内部に潜り込み、菌糸を摂食して菌床の劣化を早めるほか、まれに、しいたけに穿孔することがあります。

形態

成虫：体長7～8mm程度、開張（翅を広げたときの長さ）15mm程度。

前翅は灰白色で中央部が褐色、黒褐色斑が散在。

幼虫：老熟すると体長が7mm程度で黄白色。

繁殖と生態

成虫は厳冬期を除いて通年発生します。栽培施設では、夕方活発に飛翔する様子が見られます。

幼虫は菌床に穿孔し、菌床表面から細かい屑を排出します。

菌床表層下で蛹化します。羽化するときには、蛹が菌床表面から半身を乗り出し、羽化後には蛹殻が残ります。

被害の特徴

菌床を乾かし気味に栽培すると、成虫の発生が多く見られるようになります。菌床内の菌糸が食害されることで、菌床が軟弱化します。

■ 栽培施設での発生の特徴

群馬県の簡易施設では、春に除袋して秋まで収穫する夏-秋栽培、夏に除袋して翌年の初夏まで収穫する秋-冬栽培が一般的で、どちらでも被害が発生します。

粘着シート（写真26）に付着する成虫数を観察すると、成虫の発生は、4～6月と9～11月に多く見られました（図13）。



写真26 粘着シートで捕獲されたコクガ

■ 作業工程と防除

栽培施設内の成虫数を、できるだけ増やさないようにすることが大切です（図13）。

除袋後から物理的防除を行います。成虫や幼虫が目につくようになったら、菌床を浸水処理します。

【夏-秋栽培】



【秋-冬栽培】



対成虫防除法



対幼虫防除法

図13 群馬県の菌床しいたけ簡易栽培施設の作業工程におけるコクガの発生と防除作業

■ 防除法

①成虫の物理的防除

ナガドキノコバエ類用黄色粘着シートのほかに、農業害虫用の黄色粘着シートでも成虫が捕殺できます（4-5ページ参照、写真27）。大発生時は粘着面が虫体で埋まるほど捕殺されるので、こまめな交換が必要です。

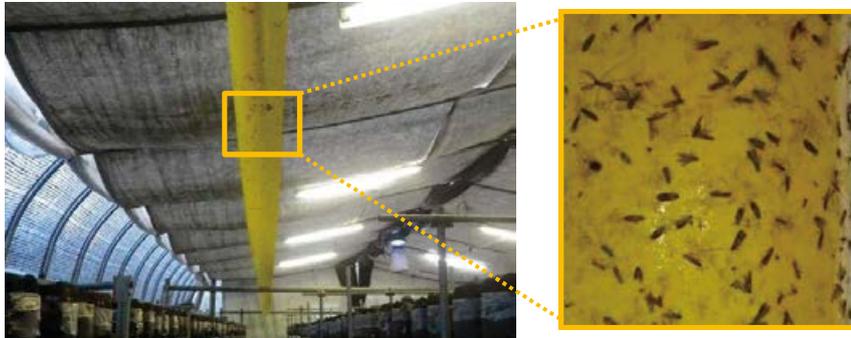


写真27 コクガ捕殺への農業害虫用の黄色粘着シートの利用

②幼虫の施業的防除

コクガの幼虫を接種した菌床を浸水処理すると、菌床内の幼虫を駆除する効果が見られました（図14）。上面発生栽培では、菌床を反転して露出していた菌床表面が水没する程度に浸水する処理も効果があると考えられます（写真28）。幼虫は、散水後に菌床からはい出てくることがあります。このような幼虫をシャワーで洗い流すのも効果的です（6ページ参照）。

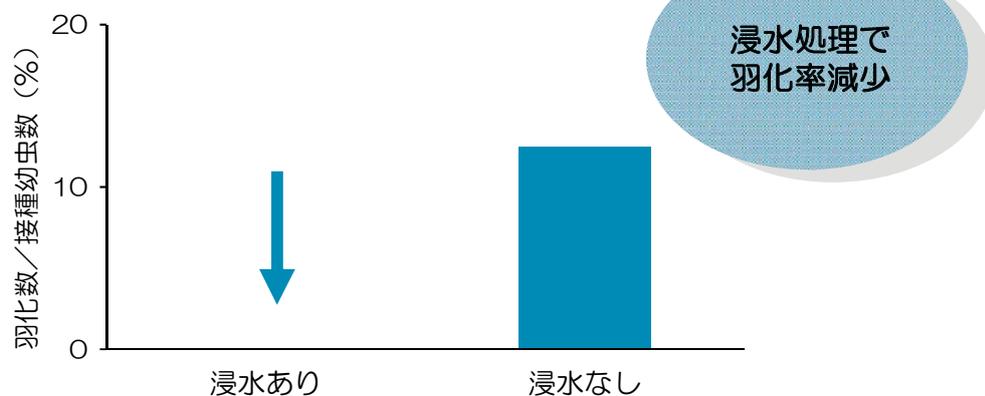


図14 コクガ幼虫を接種した菌床の浸水処理による駆除効果



写真28 上面発生栽培における菌床の反転による浸水処理

(4) セモンホソオオキノコムシ



原木栽培での生しいたけ、および乾しいたけの害虫ですが、近年、簡易栽培施設で突発的な大発生が見られるようになりました。菌床が乾き気味になると幼虫の発育が良くなるので、適度な散水で菌床を湿った状態に保つことが重要です。

形態

成虫：体長3mm程度。前胸背板は橙黄色で、中央に大型の黒褐色紋がある。

上翅は黒くて、前方に橙黄色の紋がある。

幼虫：老熟すると体長が7mm程度で、黄白色。

繁殖と生態

越冬した成虫の産卵は5月頃から始まり、秋まで続きます。成虫の活発な活動が見られるのは、22～34℃です。

卵から成虫まで成長するには、20℃で51日間、25℃で35日間、30℃で28日間程度かかります。羽化成虫が産卵を開始するまでには、25℃で8日間程度必要です。このため、25℃における1世代の期間は43日程度と考えられます。新成虫は年に2回、初夏と秋に発生します。秋に羽化した成虫と老熟幼虫が越冬しますが、老熟幼虫のほとんどは越冬中に死亡してしまいます。

被害の特徴

幼虫が菌床内部に潜り込んで菌糸を摂食し、それにより菌床の軟弱化が早まります。幼虫および成虫がしいたけに穿孔して食害します。成虫は傘のふちの内側に隠れることが多く、異物混入が問題になります。

■ 野外からの侵入と菌床での増殖

野外の成虫が栽培施設に侵入した後、菌床を餌として増殖してしまいます。野外では、しいたけ以外のきのこも摂食します。しいたけを誘引源としたサンケイ式トラップで捕殺できるので、これにより生息状況を確認できます（写真29）。しいたけは増殖に適した餌ですが、菌床だけを食べても繁殖します（図15）。



写真29 サンケイ式トラップによる成虫の誘引捕殺

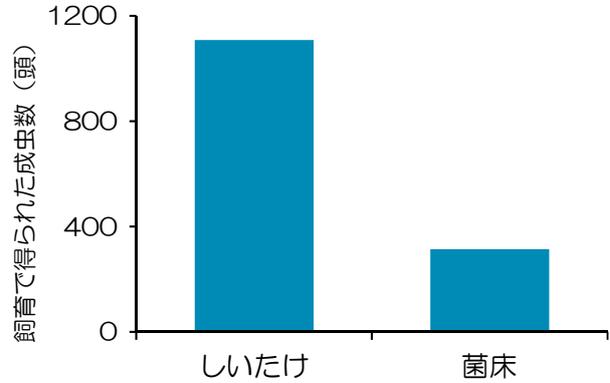


図15 セモンホソオオキノコムシのしいたけと菌床での発育

■ 作業工程と防除

栽培施設内への成虫の侵入を防ぐことと、栽培施設内での増殖を抑えることが大切です（図16）。

【夏-秋栽培】

作業工程	除袋	散水・注水・収穫						
発生時期	成虫飛来	産卵	増殖・被害					
防除法	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
①施業的防除		[Blue bar covering months 6-10]						

【秋-冬栽培】

作業工程				除袋	維持	散水・注水・収穫		
発生時期			成虫飛来	産卵	増殖・被害			
防除法	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
①施業的防除				[Blue bar covering months 8-10]				



対幼虫防除法

図16 群馬県の菌床しいたけ簡易栽培施設の作業工程におけるセモンホソオオキノコムシの発生と防除作業

■ 防除法

① 幼虫の施業的防除

幼虫を接種した菌床への散水頻度を変えて幼虫の発育を調べると、散水頻度が少なく菌床が乾燥気味だと羽化率が高くなり、散水頻度を上げることで羽化数を減らすことができました（図17）。散水頻度が多すぎても菌床が軟弱化してしまうので、適切な散水によって、菌床内の幼虫発育を抑制することが肝心です。特に、栽培棚の端や下段にある菌床には水がかかりにくいので、注意が必要です。

幼虫を接種した菌床を1日間浸水処理すると、羽化数を減らすことができました（図18）。上面発生栽培の場合は、菌床を反転させた浸水処理も効果があると考えられます（22ページ写真28参照）。

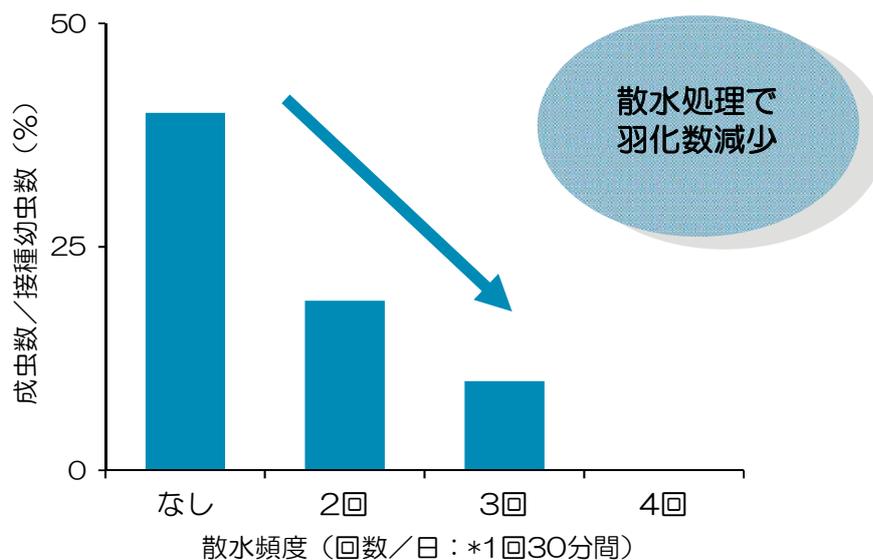


図17 セモンホソオオキノコムシ幼虫を接種した菌床への散水処理による防除効果

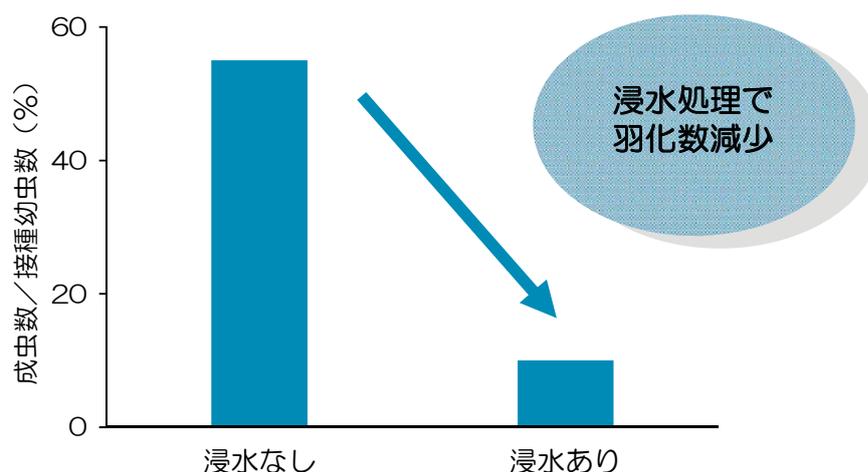


図18 セモンホソオオキノコムシ幼虫を接種した菌床の浸水処理による防除効果

4. 主要な原木栽培の害虫の総合防除

(1) シイタケオオヒロズコガ類



シイタケオオヒロズコガ成虫



ニシシイタケオオヒロズコガ幼虫

幼虫が植菌部の菌糸を食害するため、穴採りができなくなったり、ほだ化に失敗したりします。また、幼虫はしいたけにも穿孔するため、異物混入の被害を及ぼします。シイタケオオヒロズコガとニシシイタケオオヒロズコガが害虫として有名ですが、日本には外見での区別が難しい近縁種が8種存在します。

形態

成虫：開張（翅を広げたときの長さ）13～23mm。

前翅は淡白黄土色の地色に黒褐色斑を有するが、個体による大きい変異が見られる。

幼虫：老熟すると体長15mm程度に達するが、個体による変異が大きい。

体は淡黄色で、背面には黒褐色の横縞があるように見える。

繁殖と生態

成虫は春から秋まで、途切れることなく発生しますが、初夏と秋に多く見られます。

夜行性で、産卵は樹皮の割れ目や種菌とほだ木の隙間などに行われますが、種菌への集中した産卵は見られないと言われています。成虫の寿命は6～8日程度で、雌1個体あたり平均で340個程度の卵を産下します。

幼虫は、植菌部や樹皮の割れ目などからほだ木に穿孔し、細かい屑を表面から排出します。ほだ木の樹皮上、樹皮下、植菌部でマユを作って蛹化し、蛹を半身乗り出して羽化します。

被害の特徴

幼虫は、植菌部から穿孔して、種菌を食害します。これにより、ほだ化が進まず、植菌部からはしいたけが発生しなくなります。幼虫はほだ木の内部を食害して劣化を早めるだけでなく、しいたけが発生してくると、しいたけへ穿孔して食害します。食害されたしいたけの商品価値がなくなるだけでなく、幼虫が異物として混入することが大きな問題です。特に、乾しいたけでは、しいたけ内で乾燥された幼虫が汁物などの料理に混入する事例が多く見られます。

■ 成虫の発生と幼虫の食害

羽化する時に、ほだ木上に残された蛹殻で、成虫の発生状況がわかります（写真30）。ニシシイタケオオヒロズコガでは、初夏と秋に成虫が多く見られます（図19）。シイタケオオヒロズコガでは初夏に多く、秋にも発生が増えることもあります。しかし、両種とも、春から秋まで途切れることなく成虫が発生します。

幼虫は、オガ菌や形成種菌を用いた場合に、植菌部から穿孔して種菌を食害します（写真31）。スチロール蓋にも、難なく穴を開けます。樹皮の割れ目などからも穿孔して、ほだ化した材部分も食害します（写真32）。



写真30 ほだ木上の蛹殻



写真31 植菌部を食害する幼虫



写真32 ほだ木内を食害する幼虫

■ 作業工程と防除

幼虫による種菌の食害と、ほだ木内の幼虫がしいたけに穿孔する被害を防除します。幼虫のしいたけへの穿孔防止は、2年目以後も必要です。しいたけに穿孔した幼虫の、異物混入の防止も重要です（図19）。



図19 佐賀県原木しいたけ栽培の作業工程におけるニシシイタケオオヒロズコガの発生と防除作業

■ 防除法

① 成虫の物理的防除

LEDキャッチャー（4-5ページ参照）で成虫を捕殺できます。その際、みのる専用ゼリーAをセットする必要はありません。LEDキャッチャーは、地上高20cm、5m間隔での設置がよいことがわかりました（写真33）。また、ほだ木が鳥居伏せのときは、ほだ木列の中に設置するのが効果的です（写真34）。

LEDキャッチャーによる成虫捕殺数は、ほだ木上の蛹殻数と同じように推移します（図20）。このことは、羽化して間もない成虫を捕殺していることを示唆し、増殖を抑える効果が期待できます。

産卵を物理的に防ぐために、目合1mm程度の防虫ネットでほだ木を被覆する方法もあります（写真35）。

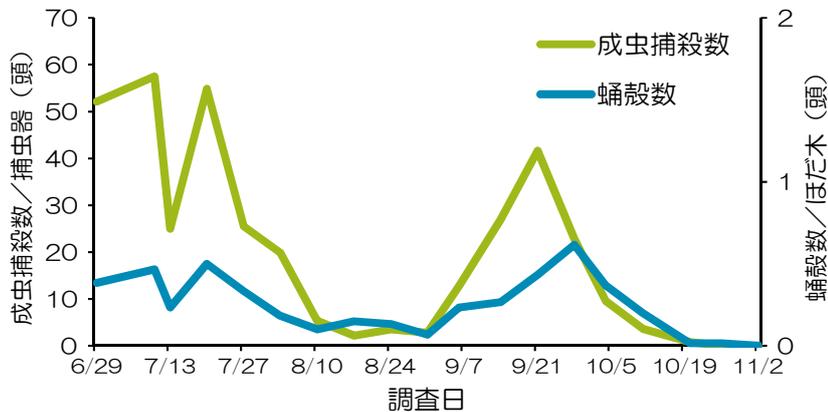


図20 佐賀県の原木しいたけ生産現場におけるニシシイタケオオヒロズコガのLEDキャッチャーによる成虫捕殺数とほだ木上の蛹殻数の推移



写真33 LEDキャッチャー設置例



写真34 ほだ木列内への設置例



写真35 防虫ネットによるほだ木の被覆

② 幼虫の施業的防除

植菌にオガ菌や形成種菌を使用する場合は、植菌部やスチロール蓋をロウで封をして、幼虫の穿孔を防止します（写真36）。

しいたけ発生処理を兼ねたほだ木の浸水を行うと、ほだ木内の幼虫がはい出てきて駆除できます（写真37）。しかし、すべての幼虫を駆除することは難しいとされています。



写真36 植菌部のロウ封



写真37 ほだ木の浸水処理ではい出てきた幼虫

③幼虫の天敵製剤による防除

シイタケオオヒロズコガに対しては、天敵細菌製剤ゼンターリが使用できます。形成種菌のスチロール蓋に200倍液を塗布する方法（写真38）、ほだ木表面に1,000倍液を散布する方法（写真39）で、植菌部への食害を予防できます。どちらも、表面積1m²あたり100～300ml施用します。



写真38 形成種菌のスチロール蓋への塗布



写真39 ほだ木表面への散布

④幼虫の異物混入防止

幼虫が穿入しているしいたけを見分けて、異物混入を防ぎます。しいたけへの幼虫の穿入は、石づき（写真40）、柄とひだの境目（写真41）、ほだ木と接触している傘の部分（写真42）で多く見られます。幼虫の穿入部から出てくるクズを目安に観察します。特に、ほだ木内部から石づきを通して穿入した場合は発見が難しいので注意します。



写真40 石づきからの穿入（矢印）

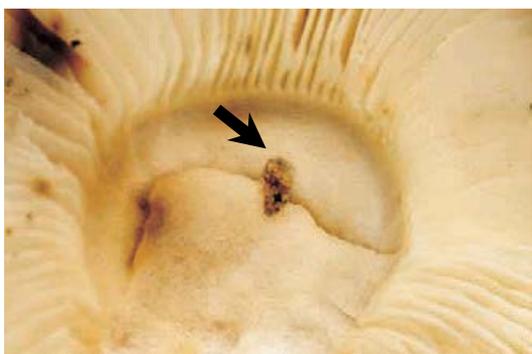


写真41 柄とひだの間からの穿入（矢印）



写真42 ほだ木との接触部からの穿入（矢印）

(2) ハラアカコブカミキリ



成虫



幼虫



産卵痕



樹皮下の食害

幼虫は、ほだ化する前の原木を加害します。日本ではもともと対馬のみに生育していましたが、現在では九州北部、中国地方に定着しています。

形態

成虫：体長15～30mm程度。体表上面は黒褐色と淡赤褐色の微毛で覆われる。

上翅に黒褐色の長毛を密生した隆起（コブ）があり、腹面は赤色の毛斑を散在する。

幼虫：老熟すると体長が20～28mm程度で黄白色。

繁殖と生態

成虫は秋に羽化、出現します。笠木の樹皮を食べますが、産卵せずに越冬します。翌春、4月～6月頃まで産卵した後、死亡します。ほだ木や笠木の樹皮にかみ傷をつけて、樹皮下に卵を産み込みます。雌1個体あたり平均で40個程度の卵を産下します。卵は直ちに孵化して、幼虫は樹皮下を食べて発育します。樹皮下に蛹室を形成して蛹化し、秋には羽化します。成虫は、特に立木や切株の根元などの落葉が吹き溜まる場所にある日当たりのよい落葉層の下で越冬します。

被害の特徴

幼虫が、ほだ化する前の原木の樹皮下を食害します。食害を受けた原木では、樹皮下の空洞に雨水が溜まって害菌が侵入し、多くの場合ほだ木になりません。また、樹皮の脱落を早めます。成虫は、産卵に細いほだ木を好む傾向があります。

■ 日本国内の分布

海外では、北はロシアの沿海州から、南は中国南端の南寧市まで広く分布します。日本では対馬にのみ分布していましたが、1970年代に九州本土での定着が確認されました。しいたけ原木などの移動によって、人為的に分布が拡大したと考えられています。

近年では、九州北部や中国地方西部でしいたけ栽培に被害を及ぼしているだけでなく、鳥取県、岡山県、兵庫県でも成虫が捕獲されています。そればかりでなく、2016年には千葉県、2017年には茨城県でも成虫が捕獲され、これらは人為的に運搬されたものと考えられています（図21）。成虫が確認された地域では、今後の被害の発生に注意が必要です。

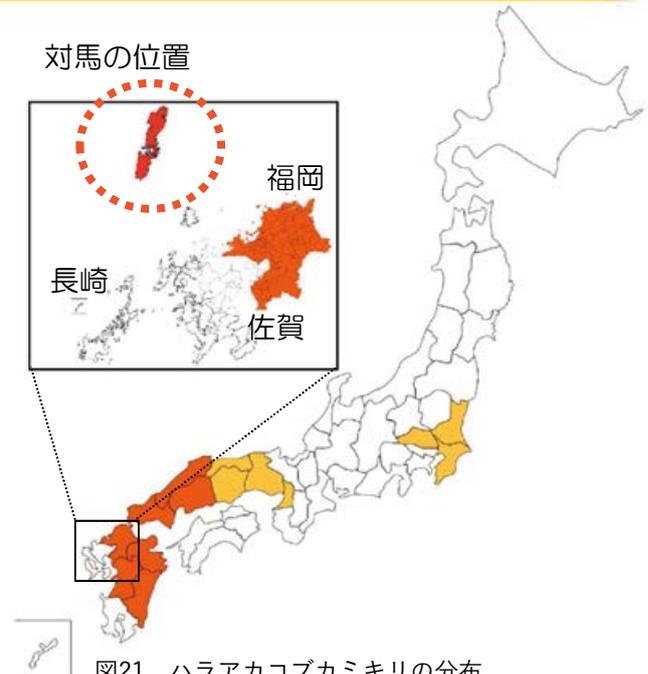


図21 ハラアカコブカミキリの分布
赤：被害地、黄：近年の成虫捕獲地

■ 作業工程と防除

ハラアカコブカミキリの防除は、植菌からほだ化までの原木が対象になります。ほだ化前の原木への産卵を防ぐことと、次年度の成虫密度を減らすために、ほだ木内の幼虫や秋に出現した成虫を駆除することが必要です（図22）。

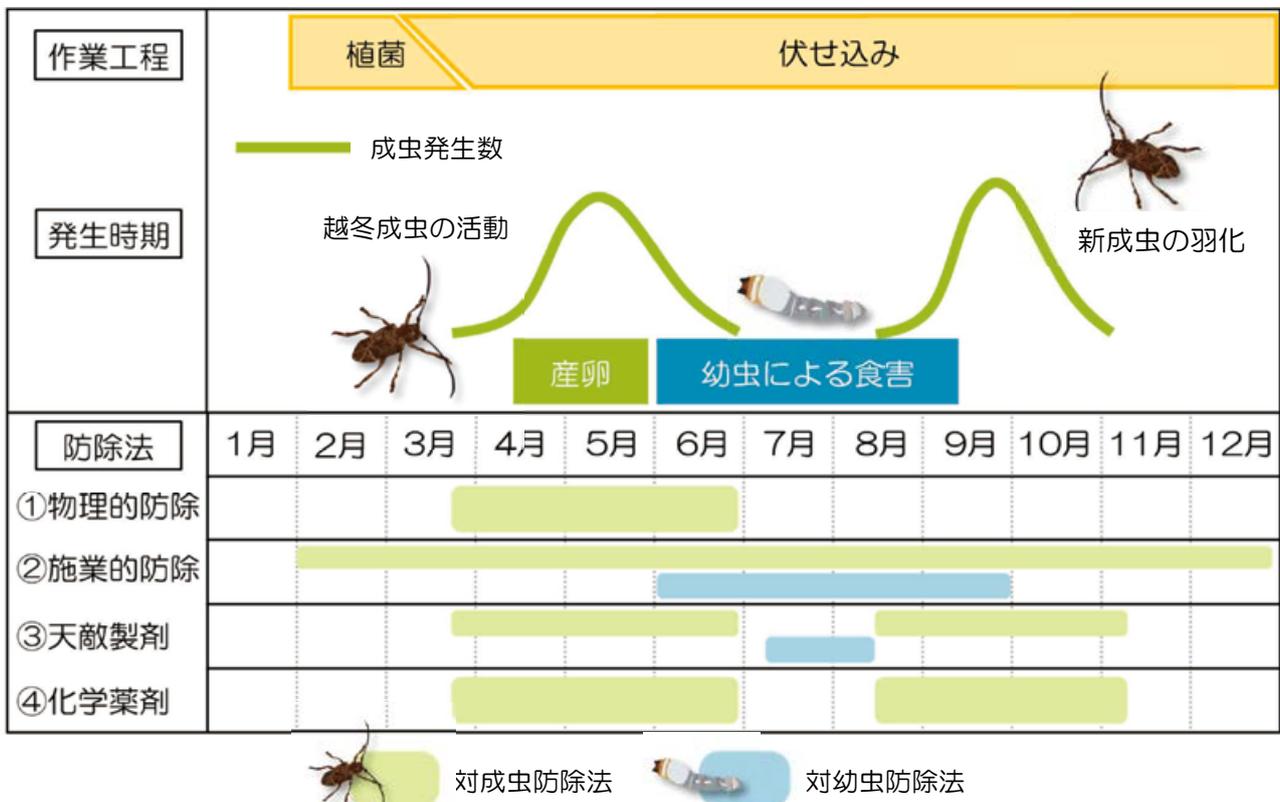


図22 大分県の原木しいたけ栽培の作業工程におけるハラアカコブカミキリの発生と防除作業

■ 防除法

①成虫の物理的防除

植菌後の原木を4mm目のネットで覆うと、産卵を防ぐことができます（写真43）。その際、ネットが原木に接触しているとネットの上から産卵されてしまうので、ネットと原木との間に空間をつくると効果的です。



写真43 植菌後の原木のネット被覆

②成虫および幼虫の施業的防除

▶ 原木への産卵防止

幼虫はしいたけ菌糸の蔓延している部分をさけて食害します（写真44）。このため、原木には早期に植菌を行い、春先に成虫が出現する前にできるだけほだ化を進めます。

伏せ込みをスギ林内で行うと、クヌギ伐採跡地への伏せ込みよりも原木への産卵数を減らすことができます（図23、写真45、写真46）。ただし、スギ林内のハラアカコブカミキリの密度を上げないために、毎年同じスギ林を使わないように注意します。



写真44 しいたけ菌糸が蔓延している部分（黄色点線）をさけて食害する幼虫（矢印）

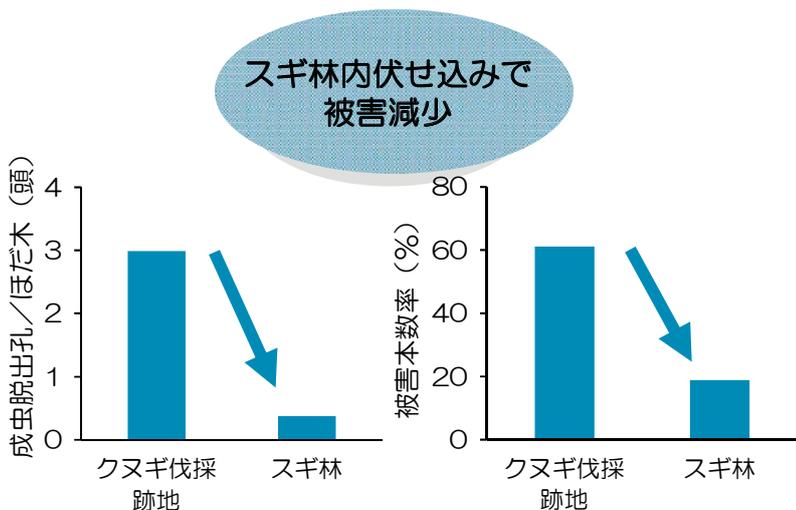


図23 伏せ込み場所の違いによるハラアカコブカミキリの被害低減効果

▶ 不要なほだ木・笠木の処理

産卵は、笠木や細い原木に好んで行われます。枝条や栽培に使用しない細い原木に産卵が見られた場合、これらを日の当たる乾燥した場所に放置します（写真47）。幼虫は枝条や原木が乾燥すると発育できずに死亡するので、秋に発生する成虫の密度を下げるすることができます。



写真45 スギ林内への伏せ込み



写真46 クヌギ伐採跡地への伏せ込み



写真47 使用しない細枝は日の当たる乾燥した場所に放置

③-1 成虫の天敵製剤による防除

▶ 成虫の天敵糸状菌製剤による防除

成虫の駆除に、天敵糸状菌製剤バイオリサ・カミキリ・スリムが使用できます。成虫の産卵期や発生初期にほだ木（笠木を含む）上に架けて、後食や産卵に来た成虫を感染死亡させます（写真48）。

私たちは、笠木にする細い枝条だけにバイオリサ・カミキリ・スリムを架けた“おとり笠木”を用いて、成虫駆除法を検討しました（写真49）。伏せ込み場に複数のおとり笠木とほだ木組みを混在させて、それらの間の成虫の移動や死亡の経過を調べました。

その結果、成虫はおとり笠木、ほだ木組みの両方で見られましたが、おとり笠木で捕獲した成虫は短時間で死亡することがわかりました（図24）。また、伏せ込み場で発見された成虫の54%が、この伏せ込み場内で継続して観察されました。さらに、これらの成虫はおとり笠木とほだ木組の間を、頻繁に移動していました。これらのことは、多くの成虫は一度伏せ込み場に侵入するとその場にとどまり、他の伏せ込み場へは移動しないのですが、ほだ木組み間またはおとり笠木とほだ木組み間は頻繁に移動することを示しています。このため、伏せ込み場のほだ木組の一部にバイオリサ・カミキリ・スリムを設置することで、伏せ込み場内の成虫の多くを駆除できると考えられます。



写真48 バイオリサ・カミキリ・スリム（矢印）の使用例



写真49 おとり笠木の例（矢印はバイオリサ・カミキリ・スリム）

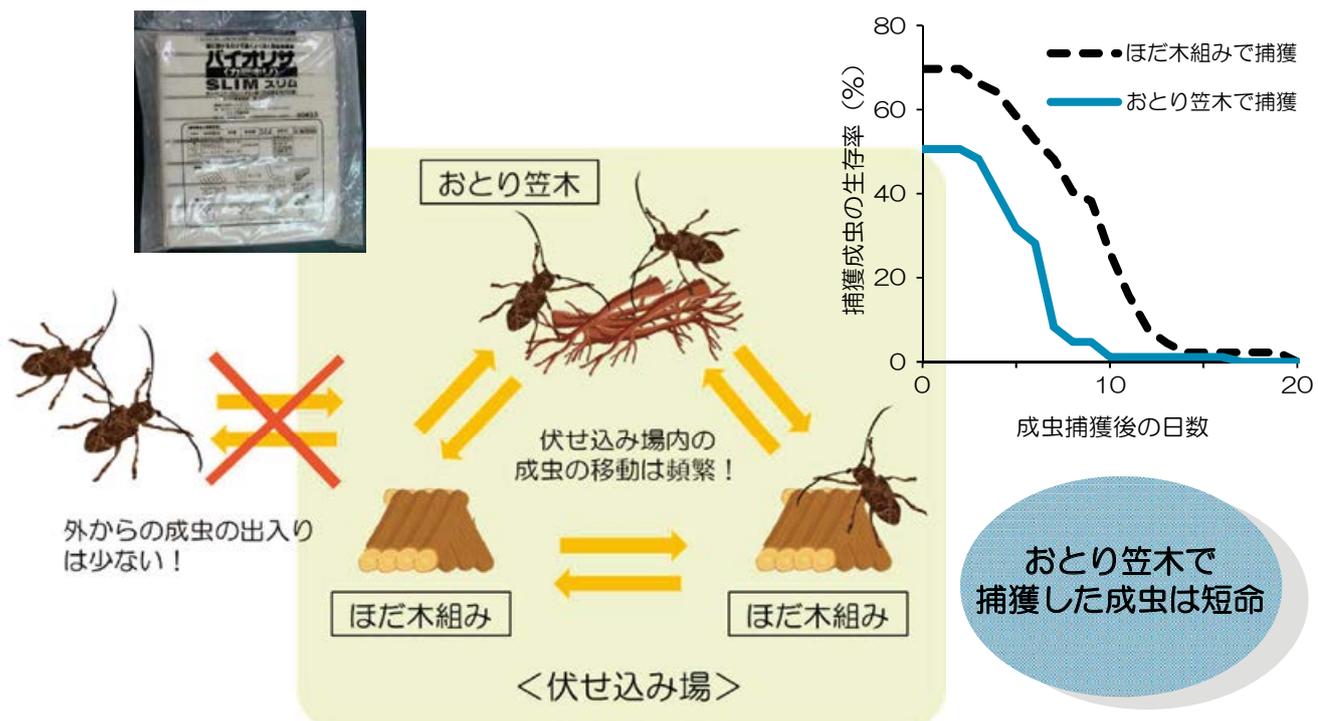


図24 伏せ込み場へのおとり笠木の設置によるハラアカコブカミキリ成虫の駆除

➤ 春のバイオリサ・カミキリ・スリム施用は秋の成虫にも有効

バイオリサ・カミキリ・スリムを春にほだ木上に架けると、越冬後に出現した成虫を駆除することができます。私たちは、この方法で秋にこのほだ木から出現した成虫の死亡率も上がることを確認しました（写真50、図25）。



写真50 バイオリサ・カミキリ・スリムに感染して死亡した成虫
ほだ木や笠木の上で白色菌糸に包まれた状態で見つかる

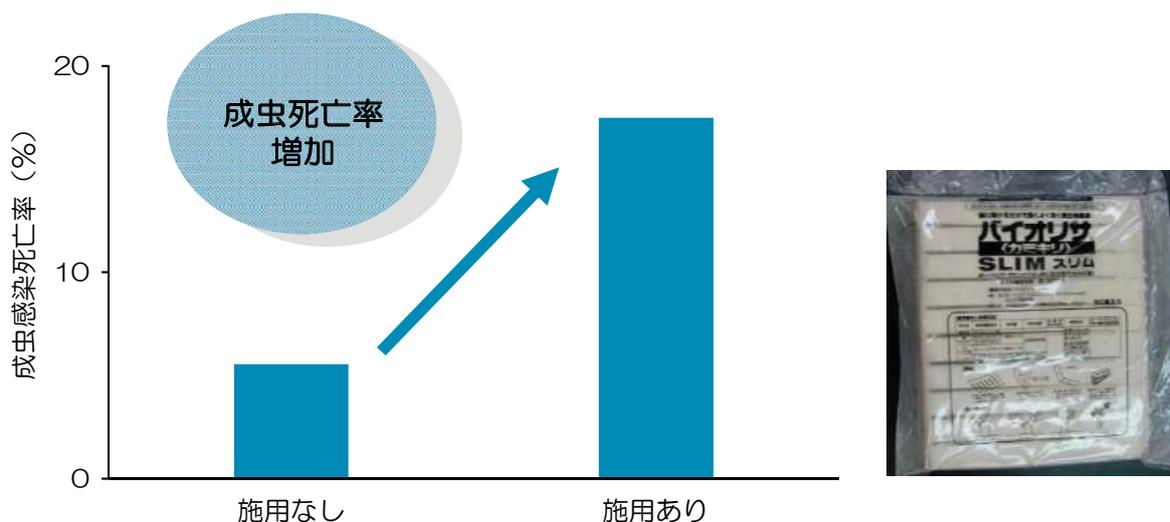


図25 春施用のバイオリサ・カミキリ・スリムによるハラアカコブカミキリ新成虫の駆除効果

③-2 幼虫の天敵製剤による駆除

➤ 天敵線虫製剤の使い方

天敵線虫製剤バイオセーフを希釈して、線虫濃度5,000頭/mlの散布液を作ります。線虫2,500万頭入りのトレイでは、5ℓの水道水に攪拌します。被害痕が見られるところを中心にほだ木表面全体（ほだ木1本あたり300ml程度）に散布します。

希釈および散布の詳細は、本マニュアル9ページを参照してください。

➤ 幼虫の天敵線虫による防除効果

幼虫が穿孔している被害ほだ木に、バイオセーフの線虫濃度5,000頭/mlの散布液を、ほだ木1本に300mlずつ散布しました。特に、幼虫の食害が進み、フラス（幼虫が掘った木くずと糞が混ざったもの）が出ているところへ念入りに散布しました（写真51、写真52）。その結果、ほだ木内の幼虫の死亡率を上げることができました（図26）。



写真51 ほだ木上に排出されたフラス



写真52 ほだ木の裏側も念入りに散布する

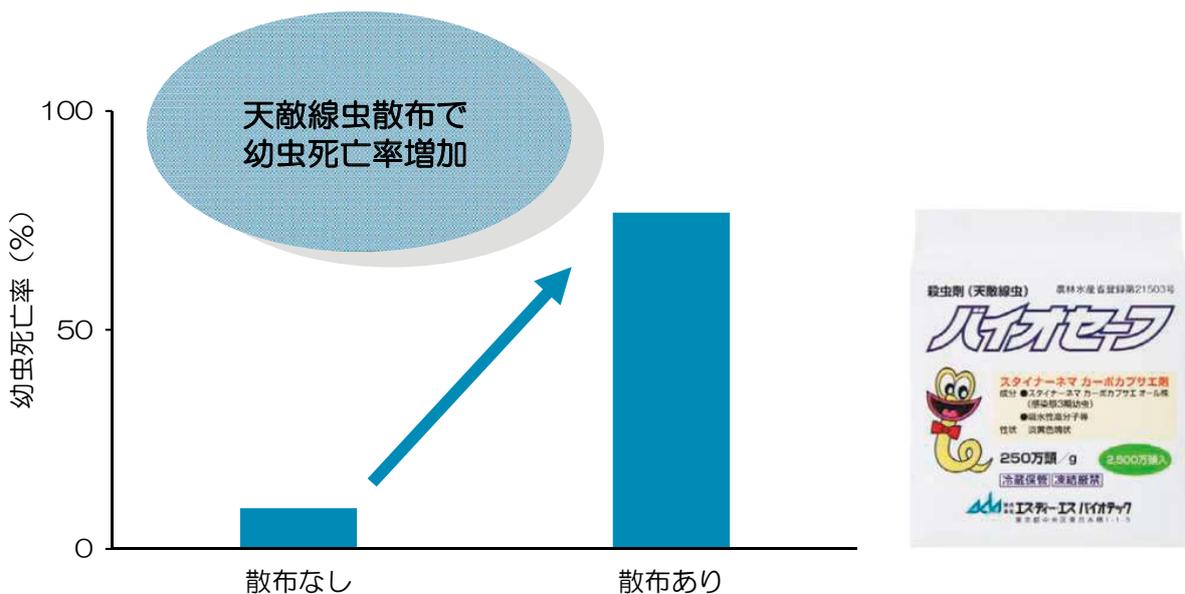


図26 バイオセーフ散布によるハラアコブカミキリ幼虫の駆除効果

④成虫の化学薬剤による防除

ほだ木のカミキリムシ類に対して、MEP乳剤（製品名：スミパイン乳剤）を使用できます。

ほだ木に対しては350倍液、ほだ木用笠木に対しては40倍液を、成虫発生初期および産卵期（ほだ木の伏せ込み期）に、ほだ木の表面積1 m²あたり300~600ml散布します。

5. その他のしいたけ害虫

(1) クロバネキノコバエ類



菌床栽培では、ツクリタケクロバネキノコバエ、チバクロバネキノコバエなどが発生します。同じような形態、生態をもち、同じ防除法が有効です。

1) 形態

成虫：体長2～4mm程度、黒色で黒い翅をもち、蚊のように見える。

幼虫：老熟すると体長が6～10mm程度、白色で黒い頭部をもつ。

菌床と栽培袋との間や子実体の根元などに糸を密に張る。

2) 生態

菌床しいたけだけでなく、マッシュルーム（ツクリタケ）やまいたけなど、様々なきのこ栽培施設で発生します。ツクリタケクロバネキノコバエでは、成虫の生存期間は24℃では5～7日間程度で低温ほど長くなります。雌1個体あたり、60～160個もの卵を産むとされています。卵から成虫に成長するのにかかる期間は23℃では20日間程度で低温ほど長くなります。

3) 被害

幼虫が菌床の表層内部に穿入し、菌糸を摂食するので、菌床が軟弱化します。幼虫がしいたけの表面や内部に穿孔して食害することがあります。また、成虫が商品梱包時に混入することがあります。

4) 防除

成虫は光に集まる性質をもつため、光誘引による捕虫器で捕殺できます。また、黄色粘着シートでも捕殺できます。幼虫は、菌床の浸水処理により、菌床から離脱・死亡します。上面発生栽培では、袋の口を立ち上げてから注水し、菌床を20時間水没させることで、幼虫数を減らすことができます。

(2) ウスモンヒメガガンボ (ヒメガガンボ類)



成虫 (背面)



成虫 (側面)



幼虫



幼虫の生息場所

菌床栽培では複数種のヒメガガンボ類が発生しますが、ウスモンヒメガガンボが最も普通に見られる種です。

1) 形態

成虫：体長10～12mm程度、黒色で紋のある翅をもつ。脚は細く、体も軟弱。

幼虫：老熟すると体長が15mm程度、白色で黒い頭部をもつ。

2) 生態

しいたけ発生の終盤あるいは上面発生栽培において、菌床の水面付近で見かけるようになります。幼虫は、菌床の表層下に穿孔し、食べかすなどを綴ってトンネル状の巣を作ります。菌床表層下で蛹になり、半身を乗り出して羽化します。成虫の生存期間や産卵数、卵から成虫に成長するのにかかる期間など詳しい生態はわかりません。

3) 被害

幼虫が菌床の表層下へ穿孔して菌糸を摂食することで、菌床が軟弱化します。まれに、幼虫がしいたけに穿孔して食害します。

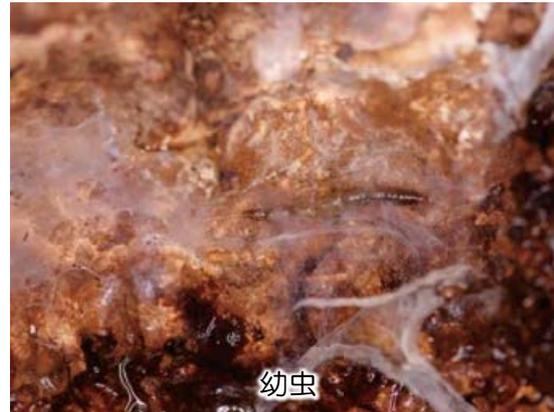
4) 防除

粘着シートを使用する場合、白色のものが捕殺数が多くなります。

(3) ヨコヤマクシバキノコバエ



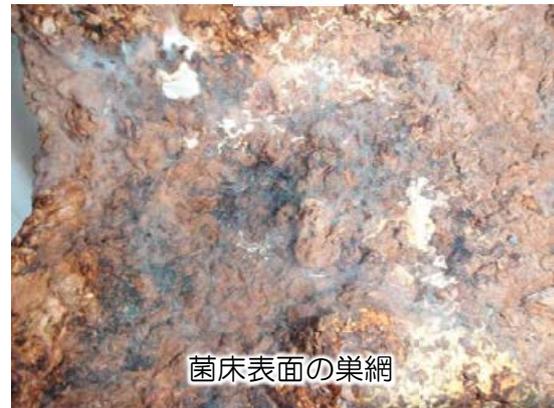
雄成虫



幼虫



マユ



菌床表面の巣網

菌床栽培での被害は、2011年に初めて報告されました。日本各地の栽培施設で見られますが、大発生することはまれのようです。

1) 形態

成虫：体長3～6mm程度、胸部は黄褐色で背面に3条の褐色斑がある。腹部は黄褐色。

幼虫：老熟すると体長15mm程度まで発育。細長く茶褐色。

2) 生態

幼虫は、菌床表面にクモの巣状の巣網を張りめぐらせ、その中に生息します。個体数が多くなると、複数の菌床にまたがった巣網となることもあります。巣網はしいたけにも張ります。菌床やしいたけへの極端な食害は見られないため、エサに加え発育期間なども不明です。巣網を密に張ったような長径が10mmに満たない紡錘形のマユを作り、その中で蛹になります。

3) 被害

菌床やしいたけの食害はなく、しいたけ発生量の減少も確認されていません。しかし、しいたけに巣網を張るので、出荷量が減少するほか、巣網を取り除く労力が負担になります。

4) 防除

菌床上で生息する幼虫や蛹を、押しつぶすなどの方法で駆除します。LEDキャッチャーで成虫が捕殺できることが報告されています。

(4) ショウジョウバエ類



しいたけ、ひらたけの菌床栽培でよく発生します。ショウジョウバエという名は、猩々（しょうじょう）という顔が赤く、酒を好む、架空の動物に由来しています。その名のとおり、眼（複眼）が赤く、ワインによく集まる性質をもちます。

1) 形態

成虫：体長2～3mm程度、眼（複眼）が赤いのが特徴。

幼虫：老熟すると体長が3mm程度で乳白色、いわゆるウジ虫型。

2) 生態

菌床しいたけだけでなく、様々なきのこ生産施設で発生します。幼虫は、腐敗したしいたけや菌床を摂食して発育すると考えられています。

3) 被害

新鮮な菌床やしいたけを食害することは、まれと思われます。

傷んだ菌床や腐敗したしいたけを餌にして異常繁殖すると、作業の妨げとなります。

4) 防除

傷んだ菌床や腐敗したしいたけを除去し、栽培施設内を清潔に保ちます。

成虫は、光に集まる性質をもつため、光誘引による捕虫器で捕殺できます。

(5) ヤマトケツメカ



菌床栽培で発生します。クロバネキノコバエ類に似ていますが、体はより大きく、特徴的な翅脈をもちます。

1) 形態

成虫：体長8mm程度、体色は褐色で、黒色の翅をもつ。

翅の中央付近にX字状に交差する翅脈がある（写真の矢印）。

2) 生態

幼虫は、菌床表層下に穿孔して菌糸を摂食し、細かな食べかすを表面に排出します。菌床表層下で蛹になり、蛹は半身を乗り出して羽化します。

成虫の生存期間、産卵数、卵から成虫まで成長するのにかかる期間などの詳しい生態はわかっていません。

3) 被害

幼虫が菌床表層下へ穿孔し、菌糸を摂食することで、菌床が軟弱化します。

4) 防除

光誘引捕虫器で捕殺できます。

(6) ナミグルマアツバ



菌床栽培で発生します。全国的な発生は見られていませんが、今後、注意が必要です。

1) 形態

成虫：体長10mm程度。

幼虫：体長25mm程度まで発育し、体色は紫がかった茶色か濃い茶色。

蛹：体長10mm程度。夏期のマユは菌床からつりさげる。冬は菌床表面にマユが作られる。

2) 生態

成虫は、春～初夏および秋の2回出現します。初夏に若齢であった幼虫は、夏の終わりには成虫となります。晩秋の老熟幼虫は、マユ内で蛹化し、そのまま越冬します。

幼虫は、菌床表面、あるいは古いしいたけを摂食して発育し、若いしいたけを摂食しません。

3) 被害

幼虫による菌床表面の食害により、菌床の劣化が進み、収穫量が減少します。

4) 防除

春から夏にかけて幼虫を丁寧に捕殺したり、成虫の侵入を防ぐことが重要です。

(7) ヨコハマセニジモンアツバ



菌床栽培で発生します。ウスグロセニジモンアツバとされていましたが、再検討の結果、ヨコハマセニジモンアツバと判断されました。全国的な発生は見られていませんが、今後、注意が必要です。

1) 形態

成虫：体長10mm程度。

幼虫：体長25mm程度まで発育。ムラサキアツバより細身で、背面に鎖状の灰白色斑がある。

2) 生態

成虫は、野外では春～秋にかけて出現します。

幼虫は、菌床表面を摂食して発育します。菌床表面に、かじりかすをつづってマユを作り、その中で蛹化します。

成虫の発生活長、生存期間や産卵数などの、詳しい生態はわかっていません。

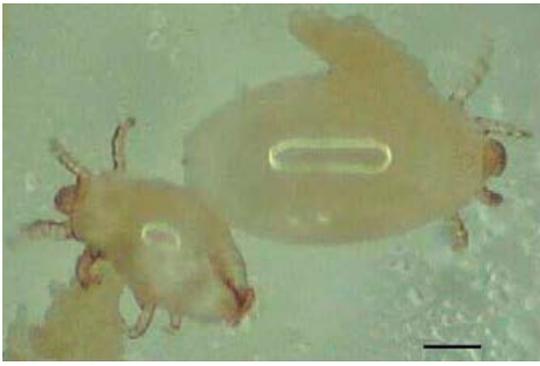
3) 被害

幼虫による菌床表面の食害により、菌床の劣化が進み、収穫量が減少します。

4) 防除

菌床上の幼虫を丁寧に捕殺したり、成虫の侵入を防ぐことが重要です。

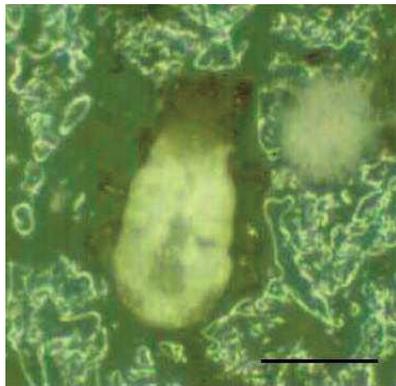
(8) ダニ類



オバネダニの一種（雌成虫（右）と雄成虫（左）、
バーは0.1mm（以下同じ）



ケナガコナダニ雌成虫



ヒゲダニの一種（雌成虫）



ヒゲダニの第二若虫

菌床しいたけ栽培で発生するダニは、概ね4種です。発生と被害の多い順に、コナダニ科オバネダニ属の1~2種、同科ケナガコナダニ、同科オンシツケナガコナダニ、ヒゲダニ科ヒゲダニ属の1~2種があげられます。

1) 形態

(1) オバネダニ属：

体長0.3~0.5mm程度。乳白色で、顎体部（ダニの口器。ダニには体節がないが、ここがいわゆる頭のように見える）と脚のみが赤く、雄の尾端には逆T字型の赤い肥硬部があります。尾端をよく観察すると、羽状の構造物がついています。短い体毛があります。

(2) ケナガコナダニ、オンシツケナガコナダニ：

体長0.3~0.4mm。体毛が長く、特に尾端の毛が目立ちます。胴体部は乳白色で、顎体部と脚のみが赤色です。実体顕微鏡下では、この2種を判別できません。

(3) ヒゲダニ：

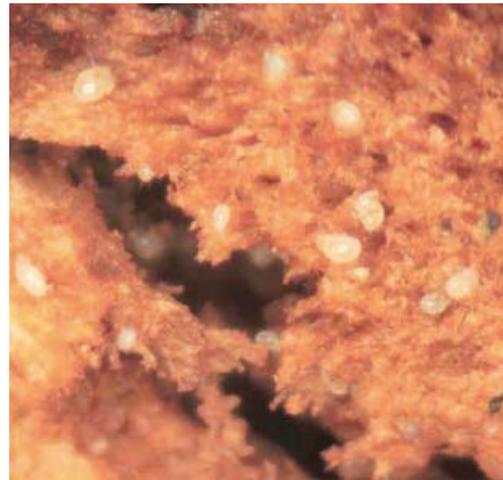
体長0.2~0.3mm。体表面は凹凸があり、まだらに白く見え、顎体部と脚が赤色です。コナダニ科のダニに比べると著しく扁平です。口器（鋏角）は、コナダニ科のダニがハサミ状であるのに対して、ヒゲダニは櫛毛状です。

2) 生態

これらのダニ類は1年中発生します。20℃で約2週間、25℃では10日間程度で卵から成虫に発育します。どの種も高湿度を好み最適湿度は90%RHといわれますが、微小な環境に水分があれば十分に生息できるので、室内の湿度を下げて必ずしも死滅しません。コナダニ科は菌食~腐植食、ヒゲダニはバクテリア食です。第二若虫とよばれる発育段階で、昆虫に便乗して分散します。



ダニによる菌床しいたけの被害
ダニがしいたけ原基に食入し、内部で増殖する
としいたけの発育が遅延し、褐変化する



写真左のしいたけ内部の状態

3) 被害

オバネダニとオンシツケナガコナダニは、菌床表面、菌床内部、しいたけ原基に食入し、しいたけを褐変させます。この時、しいたけや菌床内部には無数のダニが確認できます。この2種が野生のきのこを摂食している事例は、発見されていません。しいたけを食害する以前は、菌床表面で増殖しているらしく、菌床の皮膜や害菌などを摂食して増殖できます。

ケナガコナダニはしいたけや菌床内部への食入は報告されていませんが、しいたけのヒダ部分を表面から摂食し、増殖することがあります。通常は菌床の培養中に、米ぬかなどに誘引され、害菌を持ち込みます。

ヒゲダニはバクテリア食なので、直接しいたけを食害することはありませんが、古くなった菌床やしいたけの表面で大量に増殖することがあります。バクテリアの伝搬をしている可能性があります。

4) 防除

培養・栽培施設内部では遠距離は風に乗って分散するか、第二若虫となって昆虫によって分散するかのいずれかです。近距離は歩行するか、多数のダニが団子状になって落下します。したがって、分散防止には施設内の送風停止と、ハエなどの昆虫の防除が有効です。オバネダニはしばしばキクイムシと共生するので、栽培施設の近くに原木を放置することは避けるべきです。また栽培施設の近くに廃菌床を放置すると、風に飛ばされたり昆虫に運ばれたりして、ダニが栽培中の菌床に到達することがあるので注意が必要です。

菌床に散水すると、ヒゲダニが増えやすくなります。すべてのダニに対して、菌床表面を乾かし気味にすることは増殖の阻害に有効です。菌床表面をブラッシングすることは、内部で増殖するダニがいることから、余り防除に有効ではありません。

コナダニの防除は、培養室内の乾燥、培養室内からのカビと培地の一部など、ゴミとなる有機物の除去、昆虫の侵入阻止が鉄則です。閉鎖系の室内で培養している場合は、ダニが大発生した場合は栽培をやめて薫蒸などで室内環境を改善し、なるべく低湿度で栽培すると良いです。室内清掃を徹底することは常に大事なことです。

(9) ナメクジ類



菌床栽培でも原木栽培でも発生します。ナメクジ類だけでなく、カタツムリの仲間もしいたけを食害します。

1) 形態

チャコウラナメクジ：体長50mm程度、茶褐色で背面に2、3本の黒い線がある。
体の前方背面が甲羅状になっている。

ナメクジ：体長80mm程度。薄い灰色で、背中に2～3本の黒線がある。

ヤマナメクジ：体長100mmを超えるものもある。
茶色っぽく、体の左右にまだらに黒色模様がある。

2) 生態

ナメクジ類は夜行性で、夜間に菌床やほだ木上を徘徊します。昼間は、野外では落ち葉の下、石の下など湿度が保たれる環境にいます。菌床栽培施設では、上面発生袋の中、全面発生菌床の下面などに潜んでいます。

チャコウラナメクジの寿命は約1年です。卵を、晩秋から翌春にかけて産下します。卵は春先から孵化します。春に孵化した個体は晩秋になると産卵するようになり、1個体あたり200～300個の卵を産みます。卵は25℃以上では孵化できません。越冬した個体は、6月ごろ死亡します。このため卵が孵化する3月から6月ごろまでは、親世代と子世代が同時に見られます。

3) 被害

しいたけを食害するほか、小型の個体では異物混入の危険があります。

4) 防除

夜間に徘徊する個体を捕殺します。菌床栽培施設では、酒粕を用いたトラップで捕殺して個体数を減らした例が報告されています。バネ状の銅線や銅板を栽培棚の脚に用いて、ナメクジ類の菌床やしいたけへの到達を阻止します。

(10) フタモントンボキノコバエ



成虫（メス）



幼虫



被害のあったしいたけの断面



若いしいたけに群がる成虫

原木栽培で発生します。幼虫がしいたけの内部を食害しますが、軸の部分によく穿入するのが特徴です。しいたけがまだ若いうちから幼虫が食害し、しかも、被害が外からはほとんど分からないのが厄介な点です。何年かに一度大発生するようです。

1) 形態

成虫：体長4mm程度。翅に2つの黒い紋がある。

メスは腹部に黄色い帯があるが、オスの腹部は全体が黒い。

幼虫：体長9mm程度まで発育。頭部を除き全体が白色。

2) 生態

成虫は、野外では秋に多く、冬まで見られることもあります。

幼虫は、しいたけ内に穿孔して食害します。産卵後、5日（20℃）から12日（10℃）くらいでしいたけから脱出し、地面に下りて薄いマユを作りその中で蛹化します。

3) 被害

幼虫によるしいたけの食害は、商品価値をゼロにするばかりか、異物混入の危険を高めます。幼虫の穿孔を受けたしいたけは、軸の表面がささくれ立つとされています。

4) 防除

増殖を防ぐために、しいたけを採り残さないことが重要です。被害を受けたしいたけは確実に処分します。焼却や破砕のほか、ポリ袋等に入れて日なたに置き幼虫を殺虫します。

(11) ナカモンナミキノコバエ



成虫



被害のあったしいたけの断面



しいたけに群がる成虫



幼虫



幼虫の腹面にある
ほふく帯

原木栽培で発生します。幼虫がしいたけの傘の内部を食害します。ごく普通に見られる害虫で、若いしいたけではあまり被害がありませんが、収穫が少し遅れたものに被害が目立ちます。

1) 形態

成虫：体長4mm程度。翅が褐色を帯び、その中央に小さな褐色の紋がある。

幼虫：体長10mm程度まで発育。頭部を除き白色。

腹面に見られる脚状の盛り上がり（ほふく帯）に黒い爪状の突起列が2つずつある。

2) 生態

成虫は、野外では秋から春にかけて出現します。

幼虫は、しいたけ内に穿孔して食害します。フタモントンボキノコバエと異なり、軸には普通おらず、傘の表面近くを特に穿孔します。土中に潜り薄いマユを作って蛹化します。

3) 被害

幼虫によるしいたけの食害は、商品価値をゼロにするばかりか、異物混入の危険を高めます。

4) 防除

被害が見られる場合は、収穫を少し早めます。また、増殖を防ぐために、しいたけを採り残さないことが重要です。被害を受けたしいたけは確実に処分します。焼却や破碎のほか、ポリ袋等に入れて日なたに置き幼虫を殺虫します。

(12) ユミアシゴミムシダマシ



原木栽培で発生します。幼虫が原木内部を不規則に穿孔、食害します。加害数が多くなると、ほだ木の寿命を短縮させます。

1) 形態

成虫：体長25mm程度。

近縁種にオオユミアシゴミムシダマシがあり、体長は27mmほどで前胸背に正中線がある。

幼虫：体長40～45mm程度まで発育し、乳白色のミールワーム型。

2) 生態

成虫は、野外では1年中見ることができですが、8～9月に多く見られます。夜行性で、夜間ほだ木上を徘徊するほか、腐菌床上でも見かけることができます。腐植質を食べますが、しいたけも食害します。幼虫は、ほだ木内部に穿孔、摂食して発育します。本種は関東から西に多く見られますが、オオユミアシゴミムシダマシは東北以北に多く見られます。

3) 被害

幼虫のほだ木への穿孔、食害により、ほだ木の寿命が縮みます。

4) 防除

伏せ込み場の通風をよくすると、成虫の生息に不適な環境になります。

6. 新たに期待される天敵製剤

注意：ここで紹介する天敵製剤は、研究成果として紹介しています。
現時点で使用することはできませんのでご注意ください。

1) しいたけ害虫に有効な天敵製剤の探索

私たちは、しいたけ害虫の総合防除における新たな防除資材として、農研機構生研支援センターイノベーション創出強化研究推進事業28031C「高品質シイタケ安定生産に向けた天敵利用によるケミカルレスな害虫激減技術の開発（2016～2018年度）」において、主要なしいたけ害虫に対する天敵製剤の効果を検討し、農薬として登録されたものについては本マニュアルに掲載しました。

しかし、天敵製剤は農薬として未登録の害虫においても防除効果が見られています。これらの害虫については、今後の栽培現場で使用できるように農薬としての登録に向けた研究が必要であると考えられます。ここでは、それらの事例をお示しいたします。

①コクガ幼虫に対する天敵細菌の防除効果

成虫に自由に産卵させた菌床の表面に、バシレックスの500倍～1,000倍液を、菌床1つに50mlずつ散布しました。その結果、バシレックスを散布した菌床では成虫の羽化数を抑制することができました（図27）。

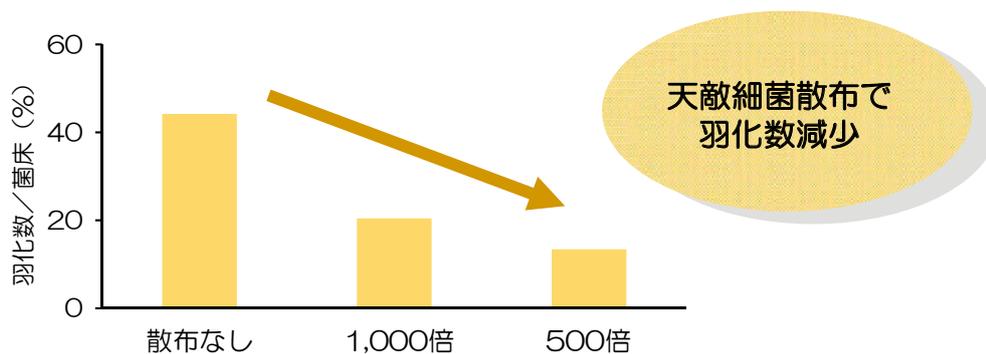


図27 バシレックス散布によるコクガの防除効果

②セモンホソオオキノコムシ幼虫に対する天敵線虫の防除効果

幼虫を接種した菌床の表面に、バイオセーフ10,000頭/mlの散布液を、菌床1つに50mlずつ散布しました。その結果、菌床内部の幼虫を駆除し、成虫の羽化数を減らすことができました（図28）。

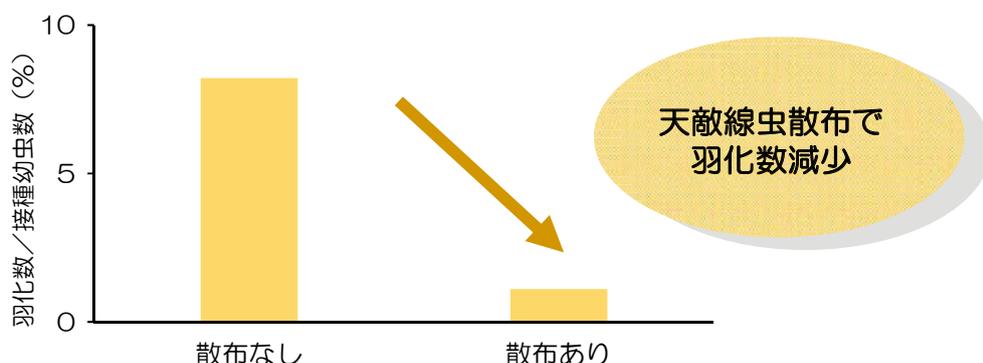


図28 バイオセーフ散布によるセモンホソオオキノコムシの防除効果

③ニシシイタケオオヒロズコガ幼虫に対する天敵細菌の予防効果

植菌前の形成種菌のスチロール蓋の表面に、ゼンターリ200倍液を1 m²あたり100~300ml塗布し、乾燥させてから植菌しました（29ページ写真38参照）。その結果、幼虫の植菌部の食害を予防できました（図29）。また、ほだ木表面にゼンターリ1,000倍液を表面積1 m²あたり100~300ml散布しました（29ページ写真39参照）。シイタケオオヒロズコガでは幼虫の植菌部への食害予防効果が認められていますが、私たちの研究では子実体への被害率低減効果が認められました（図30）。

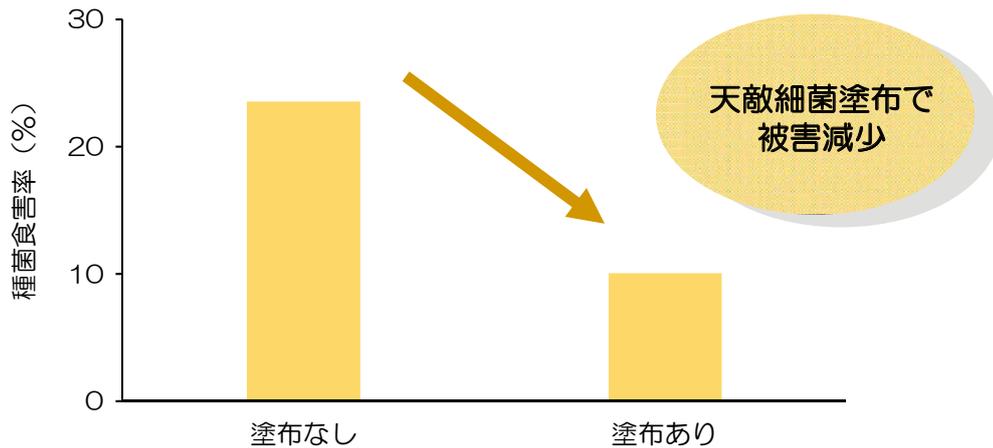


図29 形成種菌へのゼンターリ塗布によるニシシイタケオオヒロズコガ幼虫の植菌部食害予防効果

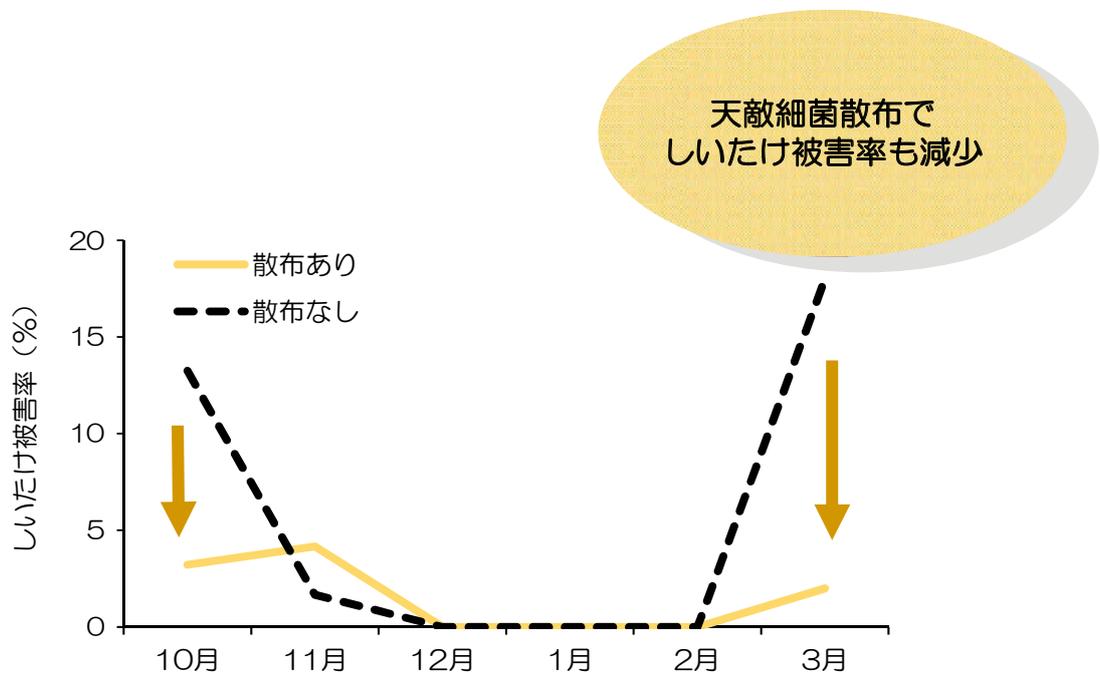


図30 ほだ木へのゼンターリ散布によるニシシイタケオオヒロズコガ幼虫によるしいたけ被害率低減効果

7. 参考文献

秋田県農林水産部水と緑の森づくり課（2010）

栽培きのこの害菌・害虫防除マニュアル. 秋田県農林水産部水と緑の森づくり課

https://www.pref.akita.lg.jp/uploads/public/archive_0000008535_00/saibaikinoko.pdf

古川久彦・野淵輝（1996）

栽培きのこ 害菌・害虫ハンドブック（増補改訂版）. 全国林業改良普及協会

石谷栄次（2008）

原木シイタケの害虫シイタケオオヒロズコガの被害と対策. 千葉県農林水産技術会議

<https://www.pref.chiba.lg.jp/lab-nourin/nourin/gijututaikai.html>

石谷栄次

原木栽培で露地発生したシイタケに見られるフタモントンボキノコバエの被害と対策.

千葉県森林研究センター

<https://www.pref.chiba.lg.jp/lab-nourin/nourin/shuyouseika/documents/futamon.pdf>

九州地区林業関係試験研究機関連絡協議会きのこ害虫分科会編（2011）

きのこの害虫防除マニュアル. 森林総合研究所九州支所

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/kys/research/kankou/documents/kinokonogaityuuboujo.pdf>

岡部貴美子（2006）

日本における食用きのこの害虫. 森林総合研究所研究報告5（2）：119-133

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/kanko/399-1.pdf>

末吉昌宏（2014）

九州・山口・沖縄の栽培シイタケを加害するキノコバエ類. 九州の森と林業 107：1-3

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kys/research/kankou/kysmr/documents/mr107.pdf>

森林総合研究所森林昆虫研究領域（2019）

しいたけ害虫の総合防除. 森林総合研究所森林昆虫研究領域

https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/2forest/09for-entom/documents/shiitake_bojo.pdf

この小冊子は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」（旧農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業【実用技術開発ステージ】）28031C「高品質シイタケ安定生産に向けた天敵利用によるケミカルレスな害虫激減技術の開発」（実施機関：森林総合研究所、徳島県立農林水産総合技術支援センター、群馬県林業試験場、佐賀県林業試験場、大分県農林水産研究指導センター、（株）エス・ディー・エス バイオテック）、および新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業No.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技術の開発」（実施機関：森林総合研究所、山口県農林総合技術センター、徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所、群馬県林業試験場、千葉県農林総合研究センター森林研究所、みのる産業株式会社、カモ井加工紙株式会社）による成果の一部を掲載しています。

執筆には、以下の方々にご協力いただいております。

執筆協力

5（8）ダニ類

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所生物多様性研究拠点 岡部貴美子

5（10）フタモントンボキノコバエ

5（11）ナカモンナミキノコバエ

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 加藤 徹

編集協力

元国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所森林昆虫研究領域 後藤忠男

弘前大学白神自然環境研究センター 中村剛之

大阪市立自然史博物館昆虫研究室 長田庸平

森産業株式会社 研究開発部 五十嵐祥友

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所
（現同研究所生物多様性拠点） 末吉昌宏

山口県農林総合技術センター（現山口県岩国農林水産事務所） 杉本博之

下記サイトにてPDF版を公開しております。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/4th-chuukiseika28.html>

▶持続可能な開発目標（SDGs）

森林総合研究所は、森林・林業・木材産業などの幅広い研究を通して、国連の持続的な開発目標（SDGs）の達成に積極的に貢献しています。



国立研究開発法人森林研究・整備機構
森林総合研究所
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

編集・発行 森林昆虫研究領域
発行日 2020（令和2）年2月
お問い合わせ先 広報普及科編集刊行係
電話 029-829-8373
e-mail: kanko@ffpri.affrc.go.jp

※本誌掲載内容の無断転載を禁じます。

<リサイクル適正A この印刷物は印刷用の紙へリサイクルできます>