

シイタケ菌床栽培における害虫の効率的防除に関する研究

2011 年度～2014 年度

道端亜貴美 伊丹哉恵*

要 旨

愛知県内の菌床シイタケ栽培における虫害の実態調査を行い、主な害虫の一つであるチャコウラナメクジを対象として、栽培施設内における生息密度調査を実施した。ナメクジの生態を解明するため、屋外と施設内とで飼育試験を行ったところ、産卵・孵化の時期に違いが見られた。安全で効果的な防除法の検討のため、マルチシートによる太陽熱を利用した駆除方法を実験装置で試験し、時期により土表面が致死率 50%の温度を超えナメクジが死亡することを確認した。また簡易なナメクジ誘引トラップとして、ペットボトルトラップで誘引実験を行い、多くのナメクジが捕獲できた。銅のナメクジ忌避効果について室内実験を行い、銅の形状により、ある一定以上の幅が必要であることがわかった。そこで、ペットボトルトラップと銅について、栽培施設で実証試験を行った。ナメクジ捕獲数とシイタケ食害数を調査した結果、完全な防除は難しいが、実際の栽培施設においてもある程度の効果が得られる可能性が示唆された。

I はじめに

愛知県内の菌床シイタケ栽培は、コスト削減のため施設を積極的に開閉して施設内温度調整に外気を利用している。そのため、収穫前のシイタケが施設の開閉によって侵入した害虫に食害されて出荷できないものが生じ、経営上問題になっている。中でもナメクジは夜間に活動し、シイタケへの食痕がほかの害虫に比べて大きい商品価値を損ないやすい。そこで、本研究では、菌床シイタケ栽培における虫害の実態を調査し、主な害虫の一つであるチャコウラナメクジの栽培施設における生態を明らかにして、農薬等を使用しない安全で効率的な防除法の確立を目指した。

II 方法

1. 菌床シイタケ栽培の害虫等被害実態調査

(1) 菌床シイタケ栽培者の虫害の実態調査

2011 年 7 月、県内の菌床シイタケ栽培者 75 名に郵送によりアンケート調査を実施した。設問は栽培

形態、栽培環境、主な虫害と実施している対策等とした。

(2) 栽培施設内におけるナメクジの生息密度調査
新城市内の菌床シイタケ栽培施設 5 ヶ所(表-1)において、ナメクジの生息密度を調査した。栽培施設の床にナメクジ誘殺剤(メタルデヒド粒剤市販品)を 2 g ずつ入れた直径 5 cm のプラスチックシャーレを設置し、翌日回収して誘殺されたナメクジの個体数をカウントした。シャーレは栽培棚の下に 2 m 間隔に設置し、各施設の設置数は表-1 のとおり

表-1 生息密度調査を行った栽培施設概要

生産者	標高	ハウス面積	栽培品種・玉数	栽培棚数	シャーレ設置棚数	前年度被害状況
A	70m	324m ² 18×18m	607 上面 10,000	5棚(1.5m)×2列 +6棚×24列	77個(13列)	激
B	73m	252m ² 12×21m	607 上面 5,760	7棚(2m)×12列	42個(6列)	多
C	137m	231m ² 11×21m	607 上面 5,500	7棚(2m)×12列	42個(6列)	多
D	216m	270m ² 18×15m	607 上面 6,000	6棚(2m)×15列	42個(7列)	少
E	191m	119m ² 5.4×22m	KV-92他 6,000	16棚(1.25m)×6列	32個(2列)	少

※Cのみ2012.6から調査

※前年度被害状況は生産者に聞き取り

Akimi MICHIBATA, Kanae ITAMI: Slug damage control in the cultivation of Shiitake mushroom

* 現新城設楽農林水産事務所

本研究の一部は 2013 年 10 月の中部森林学会において発表した。

である。設置場所は毎回同じとした。調査は2012年5月～2013年4月まで、毎月下旬に1回行った。なお、A氏の施設では、前年度のナメクジ被害が甚大であったため、2012年4月に菌床を処分する際、ナメクジの駆除を実施している。

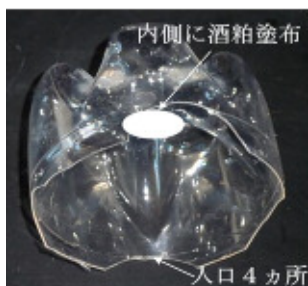
2. 害虫の生態の解明

1. (1) (2) の被害実態調査より、菌床シイタケ栽培施設で主として食害を起こしているのはチャコウラナメクジ (*Lehmannia valentiana* 以下ナメクジ、写真-1) であることが分かった。そこで、2012年5月に孵化したナメクジを10匹ずつ飼育ケース(縦195×横298×高さ210mm)に入れて当センターの菌床シイタケ栽培施設内(以下施設内)とその北側の軒下(以下屋外)にそれぞれ2ケースずつ設置した。設置後、2013年7月27日まで飼育環境における気温を1時間間隔で測定し、産卵数、孵化数、を週1回記録した。

また、2012年10月22日に孵化したナメクジ12匹、2013年2月15日の15匹、5月10日の13匹を飼育ケースに入れ、2014年3月29日まで施設内で飼育し、飼育環境における気温を1時間間隔で測定し、平均個体重、産卵数を週1回記録した。



写真-1 チャコウラナメクジ



ペットボトル丸底



段ボールA



段ボールB

写真-3 誘引トラップ

3. 害虫の効果的な防除法の検討

(1) 太陽熱を利用したナメクジ駆除法

太陽熱利用による害虫防除(柴尾ら, 2004)を参考としてナメクジの生息環境を再現した実験装置を作成した(図-1)。そこにナメクジ10匹を放ち、逃げられないように防虫ネット(0.4mmメッシュ)を被せ、その上から黒色のマルチシートで覆った(写真-2)。その後、マルチシート直下と落ち葉下の温度を午前9時から17時30分まで10分間隔で測定した。実験は2013年9月6日、11月8日、2014年3月31日、4月16日、6月3日の計5回行い、実験終了後のナメクジの生死を記録した。



図-1 太陽熱を利用したナメクジ駆除実験装置



写真-2 網(左)とマルチシート(右)で覆った状態

(2) 簡易なナメクジ誘引トラップの検証

ペットボトルの底部分を高さ5cmに切り取り、出入口を4カ所カットしたもの(以下ペットボトル丸

底)と段ボールを幅5cmにカットして一巻したもの(以下段ボールA)と二巻したもの(以下段ボールB)の3種類を誘引トラップとして用意した(写真-3)。これらの誘引トラップにアルコール系誘引剤として酒粕を塗布し、菌床シイタケ栽培施設の床面を再現した実験装置(写真-4)に3パターン(表-2)で設置した後、ナメクジを20匹ずつ放った。実験開始後、適宜霧吹きにて散水して乾燥を防止しながら1週間観察し、ナメクジがトラップに入った最大数を記録した。

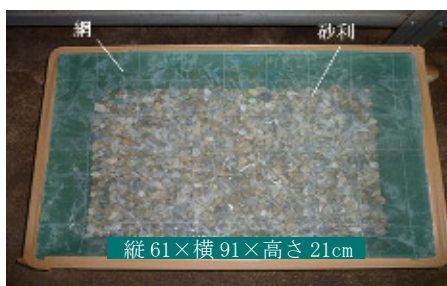


写真-4 誘引トラップの実験装置

表-2 誘引トラップの設置パターン

	設置した誘引トラップの種類と個数
①	ペットボトル丸底のみ2個設置
②	ペットボトル丸底と段ボールAを2個ずつ設置
③	ペットボトル丸底と段ボールBを1個ずつ設置

(3) 銅のナメクジ忌避効果の検証

縦53cm×横35cm×高さ38cmのプラスチックケースに上面を這い出し防止のために防虫ネット(0.4mmメッシュ)で被覆した容器を用いた。この容器に銅を取り付けた円柱(直径20mm)を設置した。銅の円柱への取り付け方法は図-2のとおりとした。容器内にはナメクジ(成体)を10匹入れ、円柱の上の生シイタケと銅板のナメクジの痕跡(食痕、粘液)の有無を確認した。調査は2013年12月から2014年1月にかけて、各1週間ずつ、当センター内のシイタケ栽培施設内で行った。

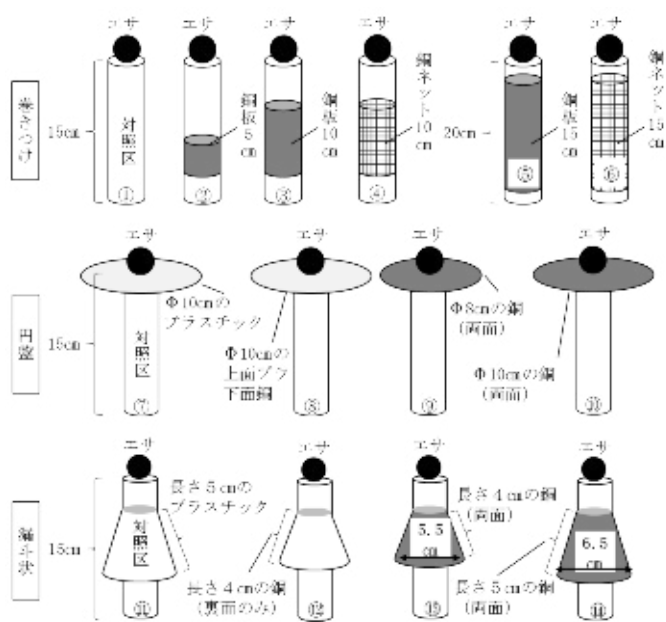


図-2 円柱への銅の取り付け方法

4. 防除法の実証試験

(1) 簡易なナメクジ誘引トラップの検証

3.(2)の検証より、県内の菌床シイタケ栽培施設1ヶ所(表-3)において、ペットボトルトラップを利用したナメクジの誘引効果を調査した。栽培棚に、ペットボトルに酒粕を塗布した誘引トラップを設置する列(以下トラップ設置区)と設置しない列(以下対照区)の各処理区を設け、ナメクジの捕獲数と、ナメクジによるシイタケの被害個数を調査した。

ペットボトルトラップは、3.(2)で検証したペットボトル丸底を床面に置き、さらに棚の上にも設置するため、角型のペットボトルを横に置き側面に出入口を4ヶ所カットしたもの(以下ペットボトル角型)を棚の支柱近くに設置した(写真-5)。処理区と棚へのトラップ配置は図-3のとおりとした。

捕獲数は、シイタケ収穫時や夜間にトラップを見回ってナメクジを捕獲した数を生産者に記録してもらい、被害個数はシイタケ収穫時に被害されていた個数を記録してもらった。調査は2014年9月~2015年1月まで行った。

なお、誘引剤として入れた酒粕は、トラップを設

置した8月21日に約大さじ1杯を塗布したところ、食べ尽くされたトラップもあったが、多くは一週間程度でカビに覆われた。そのため、記録を開始した9月4日と9月26日に酒粕を交換、10月21日からは試行的に酒粕なしでトラップを設置、その後11月21日からは再び酒粕を塗布し、その後は酒粕の交換はせずに1月末まで放置した。

(2) 銅のナメクジ忌避効果の検証

3.(3)の検証より、県内の菌床シイタケ栽培施設2ヶ所(表-3)において、銅板を利用したナメクジの防除効果を調査した。栽培棚に、銅板を設置する列と設置しない列(各処理区は施設ごとに後述)を設け、ナメクジの捕獲数と、ナメクジによるシイタケの被害個数を調査した。

銅板は、3.(3)の検証で効果が認められたもののうち、銅板の巻きつけと直径8cmの両面銅の円盤を、各施設の棚の形状に合わせて、ナメクジが床から棚へ上る経路と考えられる棚の支柱下部と、壁等から棚へ渡る経路と考えられる棚の支柱上部に設置した。

具体的には、G氏の施設では、3.(3)の検証で15cm長さの銅板に防除効果が見られたことから、支柱下部に床から15cm長さの位置まで、L字アングル棚の形状に合わせて銅板を巻きつけ、支柱上部に15cm長さの銅板を巻きつける列を設けた(以下15cm銅区)(写真-6)。また、L字アングル棚と床との間隔が10cmのため、実際の施設における効果を検証することとし、支柱下部には10cm長さの銅板を巻きつけ、支柱上部には15cm長さの銅板を巻きつける列も設けた(以下10cm銅区)。各処理区の位置は図-4のとおりとした。

H氏の施設では、鉄パイプ棚の支柱下部に直径8cmの両面銅の円盤を設置し、支柱上部に15cm長さの銅板を巻きつける列(以下、上下区)、支柱下部に同様の円盤を設置し、支柱上部には設置しない列(以下、下のみ区)、支柱下部には設置せず、支柱上部

に15cm長さ銅板を巻きつけた列(以下、上のみ区)を設けた(写真-7)。各処理区の位置は図-5のとおりとした。なお、H氏の施設では、前年度のカビ被害が多かったため、2014年2月に施設床面の熱湯消毒を実施している。

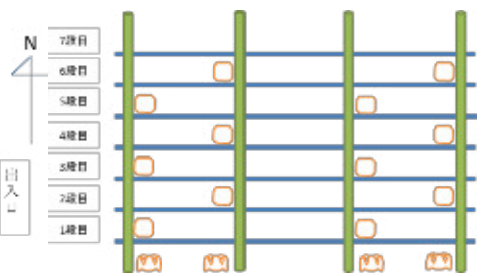
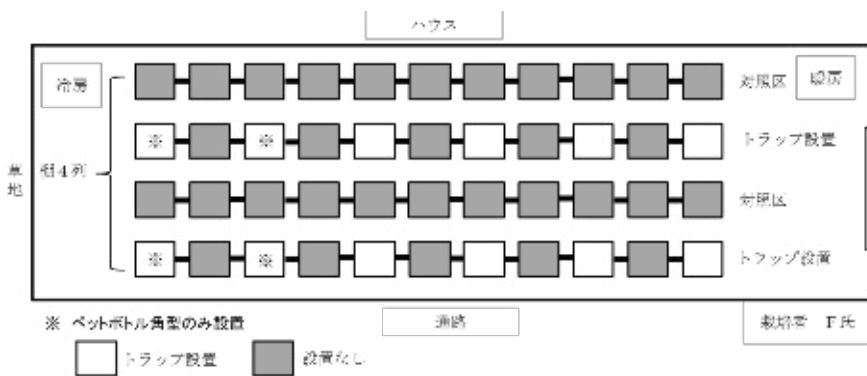
捕獲数はシイタケ収穫時や夜間に見回ってナメクジを捕獲した数を生産者に記録してもらい、被害個数はシイタケ収穫時に被害されていた個数を記録してもらった。調査はG氏栽培施設は2014年9月、H氏栽培施設は10月から開始し、2015年1月まで行った。

なお、銅板を設置した列では、棚への侵入を防ぐことが目的なので、どちらの栽培施設においても銅板設置当日中に、既に棚に侵入しているナメクジの事前駆除を行った。

統計解析は、一般化線形モデル(GLM)を作成し、ナメクジの捕獲数と被害数が各処理区間で異なるかを多重比較により評価することで行った。

表-3 実証試験を行った栽培施設概要

生産者	標高	ハウス面積	栽培形態 発生時期	栽培棚数	実証試験の方法	設置数
F	80m	120m ² 6×20m	全面栽培 通年	11棚(1.5m)×4列	ペットボトル トラップ (丸底と角型)	丸底:32 角型:72
G	50m	240m ² 12×20m	全面栽培 10~6月	9棚(2m)×6列	銅板(15cmと 10cm巻きつけ)	15cm:68 10cm:24
H	70m	324m ² 18×18m	上面栽培 10~2月	5棚(1.5m)×2列 +6棚×24列	銅板(円盤・ 15cm巻きつけ)	円盤:70 15cm:72



支柱近くに千鳥状に角型タイプを設置
床の四隅に丸底タイプを設置

図-3 ペットボトルトラップの設置列(左)と設置正面図(右)

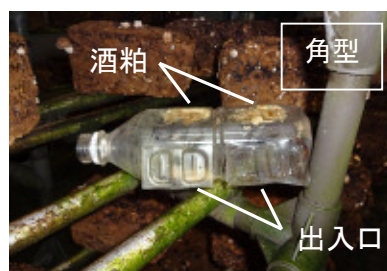


写真-5 F氏栽培施設の設置トラップ

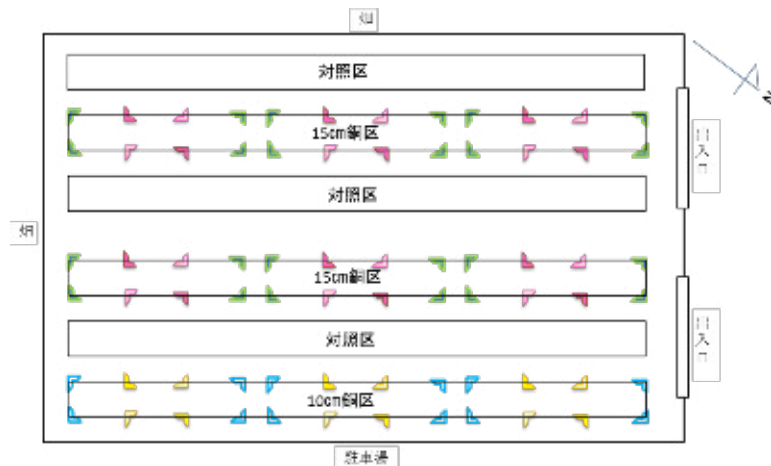
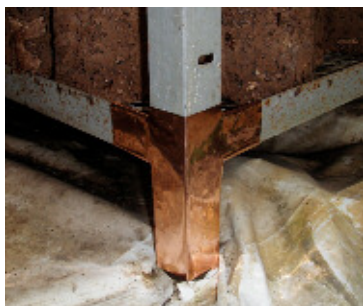


図-4 G氏栽培施設の銅板設置列



支柱下部の15cm巻きつけ



支柱上部の15cm巻きつけ



対照区(左)と15cm銅板区(右)

写真-6 G氏栽培施設の銅板設置状況

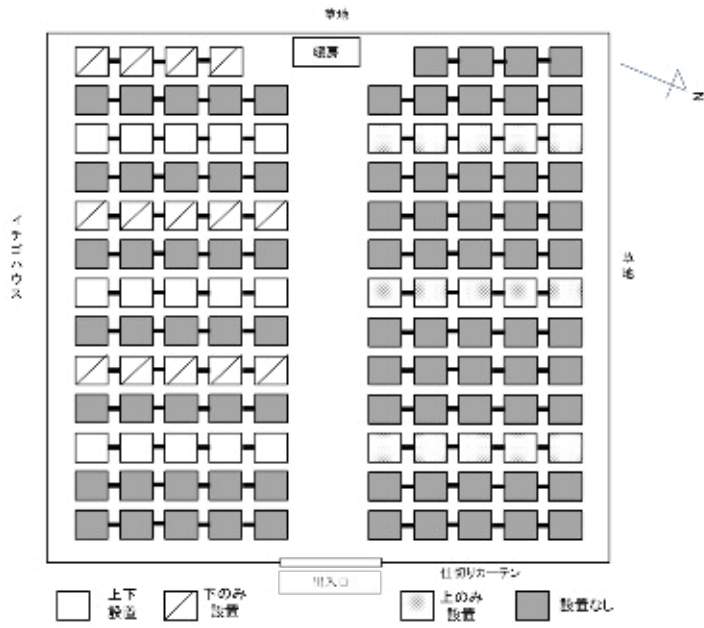
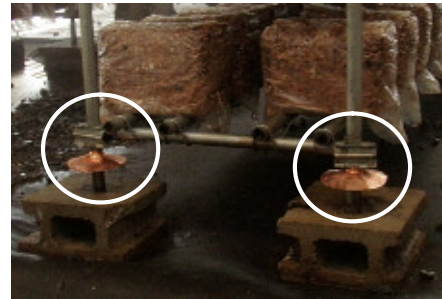


図-5 H氏栽培施設の銅板設置列



支柱上部の15cm巻きつけ



支柱下部の円盤

写真-7 H氏栽培施設の銅板設置状況

Ⅲ 結果と考察

1. 菌床シイタケ栽培の害虫等被害実態調査

(1) 菌床シイタケ栽培者の害虫の実態調査
アンケートの回収率は67%であった。

栽培形態は周年栽培者が46%、季節栽培者が44%で、季節栽培者のシイタケ収穫時期は主に秋～春であった。菌床を自家生産している栽培者は38%、植菌済みの菌床を購入している栽培者は54%であった。また、シイタケのみの栽培者は72%で、複数のきのこの栽培者は18%であった。

栽培施設周辺の環境を図-6に示す。栽培環境は、栽培施設が自宅の一角にある生産者が22%、それ以外が54%であった。施設周辺の環境は畑や田、水辺、森林に隣接するケースが多く、ナメクジの生息環境と一致した。

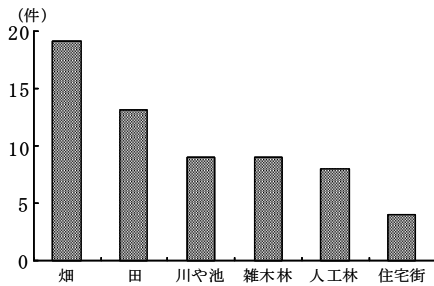


図-6 栽培施設周辺の環境

栽培施設内の温度管理方法を図-7に示す。温度管理は、施設を開放する換気を利用している栽培者が47%を占めており、害虫の出入りが容易な栽培形態であった。

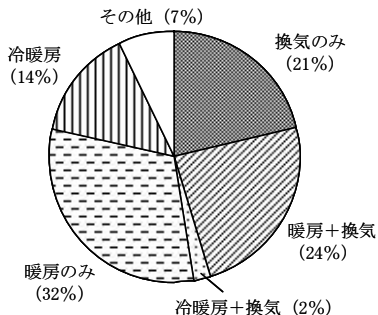


図-7 温度管理の方法

栽培施設の床はほとんどが土間や砂利敷、コンクリート敷で、シイタケ栽培では随時散水を行うため

湿度が高くナメクジの好む環境であると考えられた。

使用済みの廃菌床は、62%の栽培者がすぐに施設外に運び出して処分していたが、28%の栽培者が施設周辺に一時野積みしてから処分していた。

虫害と苦情の有無を図-8に示す。虫害は94%の栽培者で確認され、うち虫害による苦情を受けたことがある栽培者は16%であった。主な苦情は出荷後の商品にキノコバエの成虫及び幼虫の混入が確認されたというもので、ナメクジの這った痕があったという苦情もあった。虫害によるシイタケの廃棄率は0~30%とばらつきがあったが、平均は3%であった。

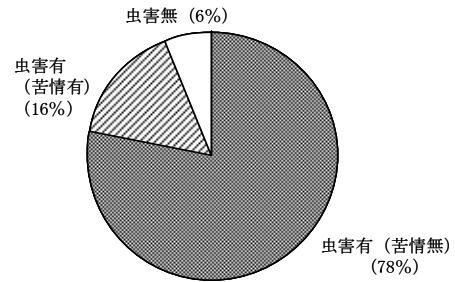


図-8 虫害と苦情の有無

主な害虫を図-9に示す。ナメクジは18%で確認され、キノコバエ73%に次ぐ害虫であった(写真-8)。

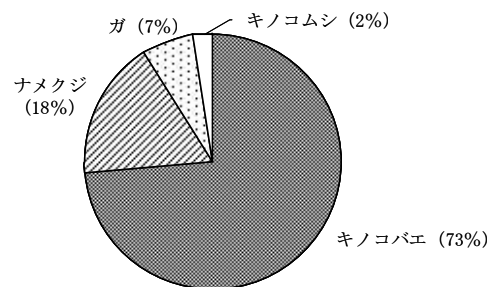


図-9 主な害虫

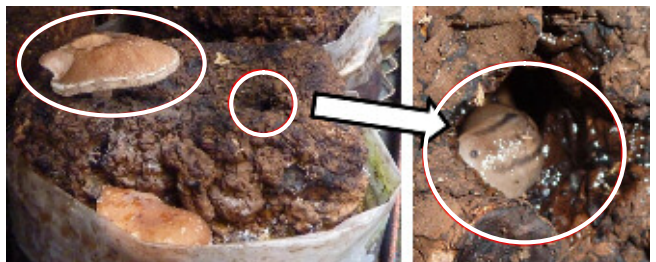


写真-8 シイタケ食害と菌床の穴に潜むナメクジ

ナメクジ被害の詳細を表-4に示す。シイタケ発生中に季節を問わず被害を受けており、特に春や収穫量の多い10月、雨天時に多かった。被害形態はかじられる、ナメクジが這った痕が残るの2点で、被害頻度はシイタケ10個に1個から100個に1個と栽培者によりばらつきが大きかった。被害を受けやすい場所も一定の傾向はなかった。被害対策は、見つけたら捕獲するがほとんどで、効率的な防除を行っている栽培者はいなかった。

以上のことから、シイタケ栽培施設はナメクジの生息環境に隣接し、施設も換気のため開放的で侵入が容易であること、さらに栽培施設の床は散水を行うため湿度が高くナメクジの好む環境であることが分かった。ナメクジ被害はキノコバエに次いで多く、シイタケ発生中は季節を問わず被害を受けていた。

ナメクジ被害の防除法は見つけ次第捕獲するよりないが、ナメクジは夜行性であるため見逃してしまう結果、被害が拡大しているものと思われる。

(2) 栽培施設内におけるナメクジの生息密度調査
栽培施設におけるナメクジの総誘殺数とその位置を図-10、一棚あたりのナメクジ誘殺数の推移を図-11に示す。調査を行った5ヶ所のうち、栽培者E氏以外の4ヶ所でナメクジを誘殺し、そのほとんどが幼体であった(写真-9)。誘殺位置はいずれの施設でも一定の傾向は認められなかった。B氏とC氏の栽培施設では調査を開始した直後の2ヶ月に集中し以降は誘殺されなかった。A氏の栽培施設では調査開始前にナメクジを駆除していたため、調査開始後しばらくはほとんど誘殺されなかったが、2013年の春から再び増加する傾向が認められた。また、D

表-4 ナメクジ被害の詳細

被害が多い時期	被害を受けやすい場所	被害形態	被害を受ける頻度	現在行っている対策
通年 きのこの出荷中はずっと 春～初夏に多い 雨の多いとき	ハウスの中央の棚 入口に近いところ 柱から登って棚の裏にいる 棚の上段～下段まで 全体に被害を受ける 菌床袋の中	囓られる 這った痕	100個に1個 60個に1個 10個に1個 時々 年により変動有 年に数匹捕獲	見つけたら捕獲 夜見回りする 夜10時頃捕獲 見つけたら水で洗い流す 放置

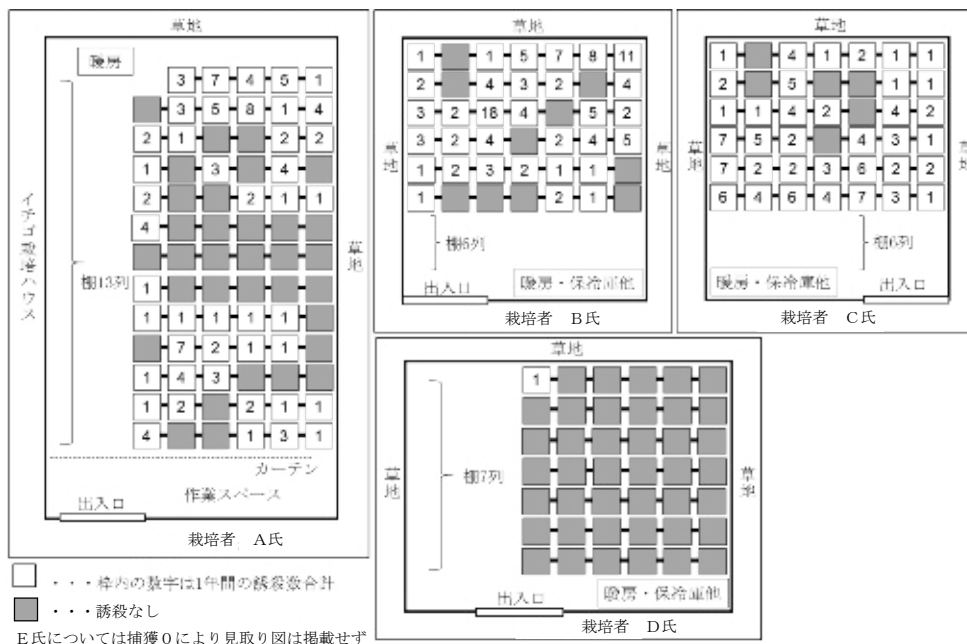


図-10 ナメクジの1年間の総誘殺数とその位置

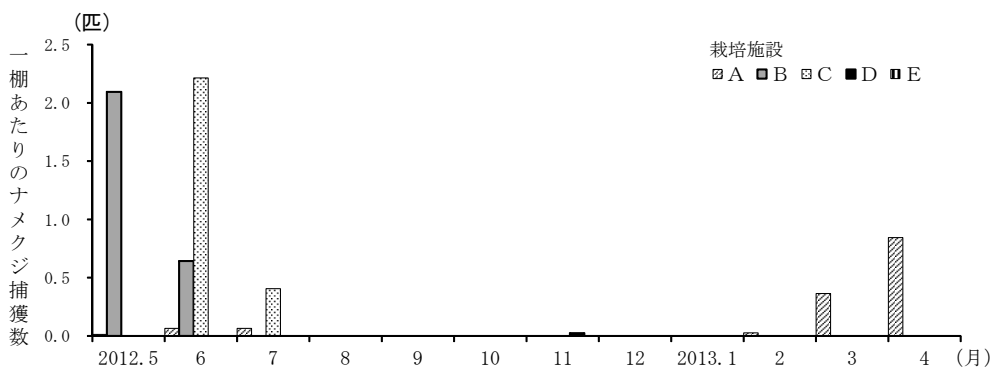


図-11 栽培施設ごとのナメクジ捕殺数の推移

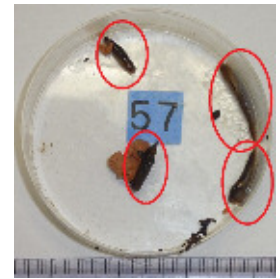


写真-9 誘殺されたナメクジ

氏で誘殺されたのはチャコウラナメクジではなく別種（未同定）であった。

これらのことから、B氏とC氏の栽培施設では、調査によりナメクジの生息密度が下がり、以降は外部からの侵入もなく施設内でのナメクジの繁殖が活発でなかったと考えられた。一方、A氏の栽培施設ではナメクジの生息密度は一旦低下したものの、再び上昇したことから、外部からのナメクジの侵入が続き繁殖も活発であったと考えられた。したがって、ナメクジ被害を低減するためには、施設内のナメクジを駆除したのち、外部からの侵入を防ぐことが重要であると考えられた。

2. 害虫の生態の解明

ナメクジ飼育環境の温度変化を図-12に示す。飼育中の温度は、飼育を開始した2012年5月から9月までは施設内と屋外で大きな差はなかったが、10月から2013年4月までは施設内が屋外を平均4.1℃、最大で16.0℃上回った。2013年5月以降も、前年とほぼ同様の傾向であった。

ナメクジの産卵数と孵化数の推移を図-13に示す。産卵開始時のナメクジ飼育数は、施設内が2ケースで8匹ずつ、屋外は7匹と6匹であった。施設内と屋外とでナメクジの産卵のピークに違いがみられ、施設内のナメクジは10～3月までが多く、屋外のナメクジは3～6月までが多かった。施設内で飼育した卵は3～4週間で孵化し、冬期も継続して孵化していたが、屋外で飼育した卵は冬期では孵化に3ヶ月近くかかり、4～6月に集中した。

施設内で飼育した孵化時期の異なるナメクジの平均個体重の変化を図-14、そのナメクジの1個体あたりの産卵数の経時変化を図-15に示す。いずれの時期に孵化したナメクジの平均個体重も2013年8月には同程度となり、産卵開始時期もほぼ同時であった。2014年3月までの累計産卵数は、2012年10月に孵化したナメクジが最も多かったが、最も少なかった2013年5月に孵化したナメクジでも390個で、野外での生涯産卵数約300個（宇高ら，2010）を超えていた。

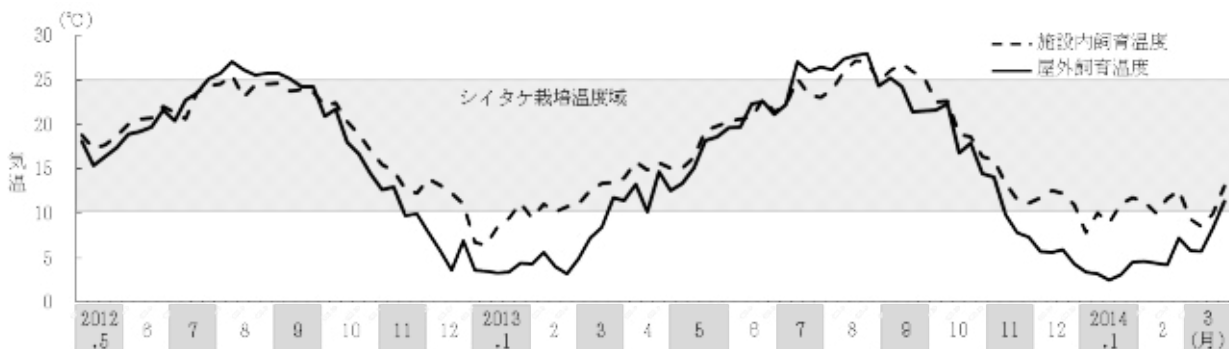


図-12 ナメクジ飼育環境の温度

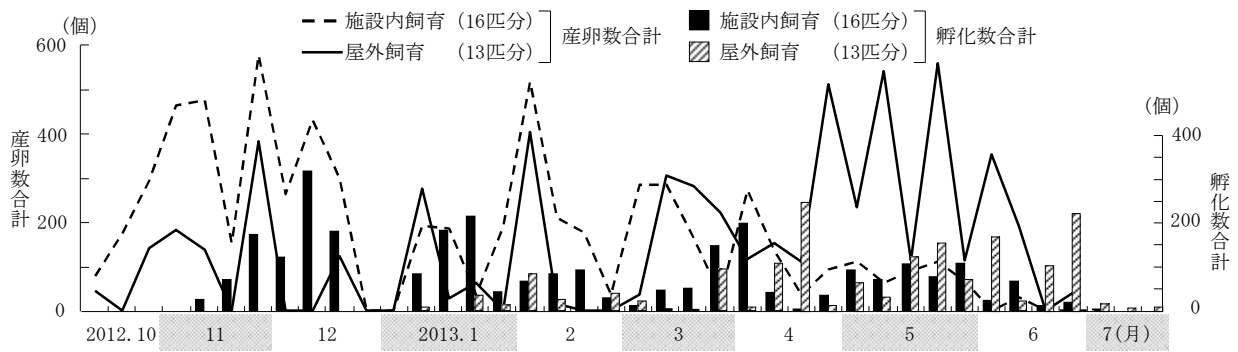


図-13 栽培施設内と屋外で飼育したナメクジの産卵数と孵化数の推移

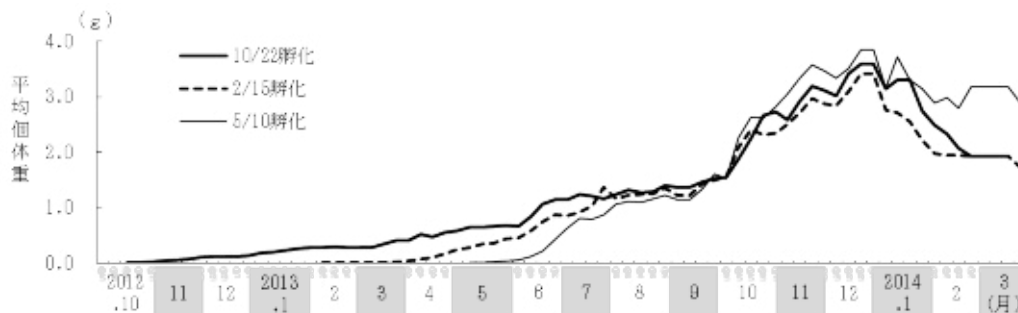


図-14 施設内で飼育した孵化時期の異なるナメクジの平均個体重量変化

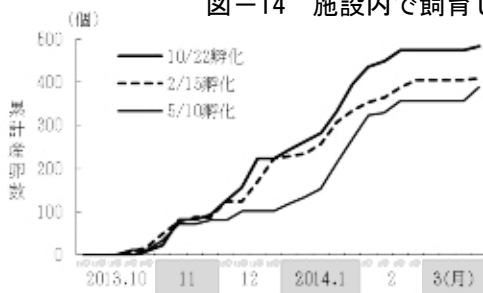


図-15 施設内で飼育した孵化時期の異なるナメクジの1個体あたりの産卵数

野外のナメクジの寿命は約1年で、秋に性成熟し春をピークに産卵・孵化する(宇高ら, 2010)。また、一般にナメクジは変温動物であるため、気温が低くなると活動が鈍くなる(同)。本研究でナメクジの産卵数と孵化数の推移の傾向が施設内と屋外で異なっただのは、秋以降の飼育温度の差によるものと考えられた。また、実験を行った施設内の温度は、厳冬期でもナメクジが活動するのに十分であったため、シイタケ収穫最盛期である秋から春先にかけて断続的にナメクジの産卵・孵化が活発になったと考えられる。さらに施設内では、孵化の時期が異なっても性成熟の時期は変わらず、産卵は秋から

始まり、シイタケ収穫最盛期に十分な産卵活動が行われ、総産卵数は野外よりも多いことが示された。これらのことから、栽培施設に侵入したナメクジを放置しておく、その後の食害が深刻化する可能性が示唆された。

3. 害虫の効果的な防除法の検討

(1) 太陽熱を利用したナメクジ駆除法

実験装置内の測定温度の推移を図-16、計測期間におけるマルチシート直下、落ち葉下、外気温(気象庁HPより新城市の気温を引用)の平均温度、ナメクジの死亡数を表-5に示す。先行研究により、ナメクジは8月では36.5℃、2月では32.5℃に1時間暴露すると50%の個体が死亡する(宇高ら, 2010)。今回の実験で土表面が致死率50%の温度を越えたのは2013年9月と2014年6月の2回で、これらはいずれも致死率100%であった。

これらのことから、栽培施設周辺をマルチシートで覆うことでナメクジの生息密度を減らせる可能性が示唆された。

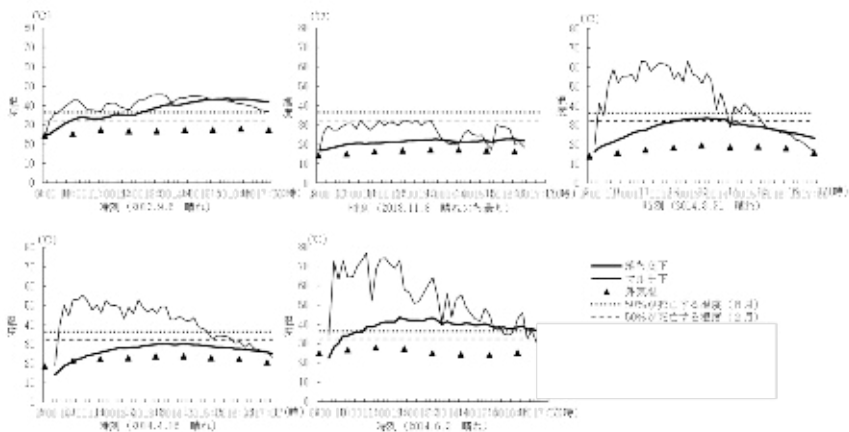


図-16 実験装置内の測定温度の推移

表-5 ナメクジの死亡数

	2013.8.6	2013.11.8	2014.3.31	2014.4.10	2014.8.5
マルチ下	平均℃ 40.3 最高℃ 45.8	28.9 32.5	42.8 63.5	41.4 55.4	51.7 79.9
落ち葉下	平均℃ 37.9 最高℃ 43.5	21.1 22.8	28.1 33.8	26.9 30.4	28.5 43.6
外気温	28.4	18.0	17.1	22.1	25.2
ナメクジ死亡数	10/10	0/10	2/10	0/10	10/10

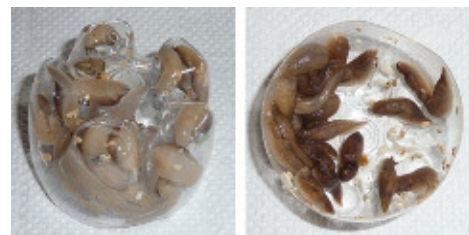
(2) 簡易なナメクジ誘引トラップの検証

各誘引トラップに入ったナメクジの最大数を表-6に示す。誘引剤として塗った酒粕は、いずれのトラップもすべて食べつくされていた。パターン②、③ともに段ボールよりペットボトル丸底を好む傾向が認められ、パターン③(写真-10)では当初段ボールに入ったナメクジもペットボトル丸底に移行した。ペットボトル丸底単独でも、20匹中13匹のナメクジがトラップに入っていた。また、ペットボトル丸底に入ったナメクジは、酒粕を食べつくした後もペットボトル内に留まっていた。これらのことから、ペットボトル丸底はナメクジ誘引トラップとして利用できる可能性が示唆された。

表-6 誘引トラップの結果

	ペットボトル丸底	段ボールA	段ボールB
①	13/20	—	—
②	10/20	1/20	—
③	設置翌日 11/20 4日目 17/20 (最多)	—	設置翌日 3/20 4日目 0/20

放したナメクジ数 20



ペットボトル丸底の表と裏



段ボールB (分解した状態)

写真-10 パターン③に入ったナメクジ
(3) 銅のナメクジ忌避効果の検証

銅によるナメクジの忌避効果の検証結果を表-7に示す。銅を支柱に巻きつけた場合、ナメクジは長さが10cm以下では通過しエサに到達したが(写真-11)、15cmでは途中で引き返してエサに到達していなかった。銅板を円盤や漏斗状に設置した場合は、ナメクジは半径が4cm以上の両面銅板でエサに到達していなかった。これらのことから、銅にはナメクジ忌避効果があるが、一定以上の幅が必要であることが分かった。

表-7 銅によるナメクジ忌避効果

形状	素材と番号 (図-2と対応)	結果	×: エサに到達した ○: エサに到達しなかった
巻きつけ	対照区 ①	×	
	銅板 ②③ ⑤	10cm以下× 15cm○	
	銅ネット ④ ⑥	10cm以下× 15cm○	
円盤	対照区 ⑦	×	
	下面のみ銅板 ⑧	×	
	両面銅板 ⑨⑩	○	
漏斗状	対照区 ⑪	×	
	下面のみ銅板 ⑫	×	
	両面銅板 ⑬⑭	○	

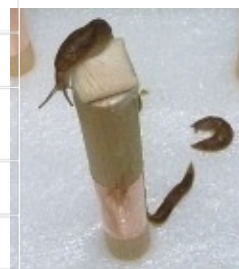


写真-11 円柱②に上るナメクジ

4. 防除法の実証試験

(1) ナメクジ誘引トラップ

F氏栽培施設のナメクジ捕獲数を図-17に示す。

9月から11月はほぼ毎日夜間にトラップを点検・捕獲したが、12月は捕獲数が減ってきたことと収穫の多忙時期によりトラップの見回りは一週間に一回程度実施し、1月はほぼトラップ点検はせず食害数のみの調査となった。その結果、ペットボトル丸底とペットボトル角型併せて合計146匹を捕獲しており、実際の栽培施設においても、ペットボトルトラップにナメクジが入ることが分かった。また、幼体も多く捕獲された。トラップ外の捕獲数はトラップ設置区と対照区併せて26匹であった。F氏によると、これまで菌床一つ一つを見て回っていた時よりも、トラップを点検すればナメクジを捕獲できるため、効率的に駆除ができるとの感想であった。

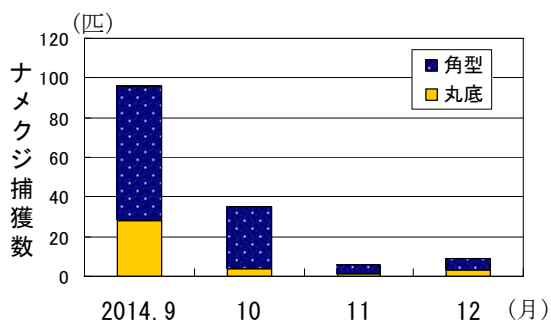


図-17 F氏栽培施設のナメクジ捕獲数

※1月はトラップ点検をしなかったため掲載せず

F氏栽培施設のナメクジ捕獲数の推移を図-18に示す。3. (2)の室内実験ではトラップ内の酒粕は一週間で食べつくされていたが、実証試験では食べつくされる前に酒粕にカビが発生するトラップの方が多かった。さらに、酒粕は設置後一週間でカビに覆われたが、その後もナメクジは捕獲された。このことから酒粕がなくてもトラップに入るのではないかと考え、10月21日～11月21日までトラップの酒粕を塗らずに置いてみたところ、それまで比較的継続して捕獲されていたナメクジが全く入らなくなった。これらのことから、ナメクジの捕獲には、ペッ

トボトルの材質だけが適しているのではなく、酒粕等の誘引剤も必要であると考えられた。

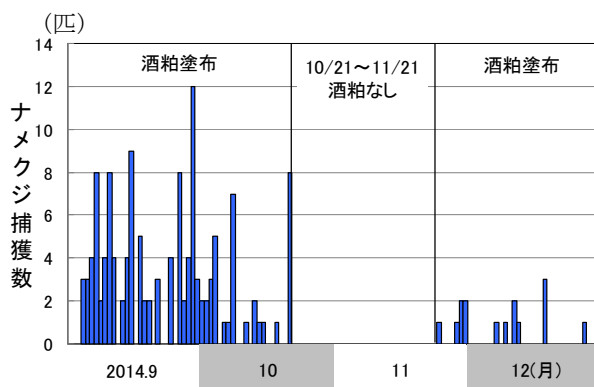


図-18 F氏栽培施設のナメクジ捕獲数の推移

次に、F氏栽培施設のシイタケ食害数の推移を図-19に示す。これをみると、トラップ設置区の方が対照区に比べて食害数が少ない傾向がある。また、両区を合わせた栽培施設全体の食害数は、9月から1月にかけて減少する傾向にある。この施設では、入口や側面の開放をほぼ行わず保温シートを何重にも設置しており、調査期間中、外からの侵入があまりなかったと考えられる。さらに、11月に食害数が一時的に増えていることについては、先に述べた酒粕を塗らなかつた時期と重なっており、一時的に捕獲が中断されたことが影響しているとも考えられる。

F氏によると、昨年度に比べて食害が半分くらいに減ったと感じるとの感想を得ており、通常の菌床の浸水作業や更新廃棄によってもハウス内のナメクジが多少は駆除されるが、トラップによる捕獲を続けたことによって、トラップ設置区だけでなく施設全体の生息数の増加が抑えられ、シイタケ食害数の減少に繋がったのではないかと考えられた。

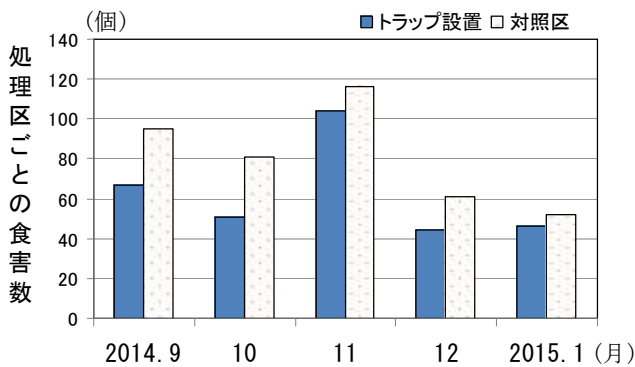


図-19 F氏栽培施設のシイタケ食害数の推移
(2) 銅の利用

G氏栽培施設のナメクジ捕獲数を処理区ごとに図-20に示す。これをみると、銅板を設置していない対照区の列に比べて、銅板を設置した区は捕獲数が少なくなっている。このことから、棚への侵入を完全に防ぐことはできなかったが、銅を巻きつけることによって、侵入されにくくなったと考えられる。また、10cm銅区と15cm銅区で捕獲数に差がないことから、銅板を複雑な形状に加工して15cm長さを確保しなくても、ある程度の侵入防止効果が得られる可能性が示唆された。

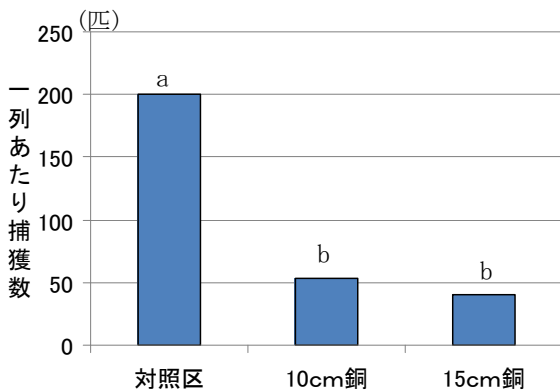


図-20 G氏栽培施設のナメクジ捕獲数

GLMを用いた多重比較の結果、異なる小文字アルファベットを持つ処理区間に有意な差が認められた。(p < 0.01)

次に、G氏栽培施設のシイタケ食害数を図-21に示す。これをみると、対照区に比べて15cm銅区で食害数が少ない傾向にあったが、10cm銅区では対照区と同程度の食害が認められた。

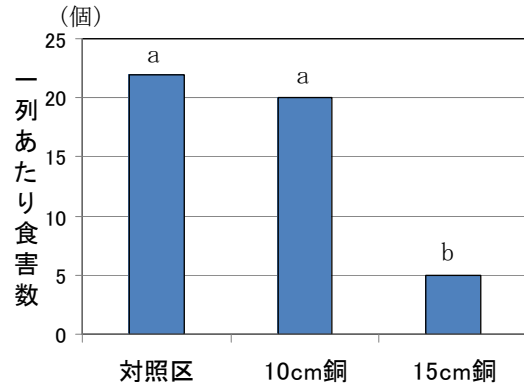
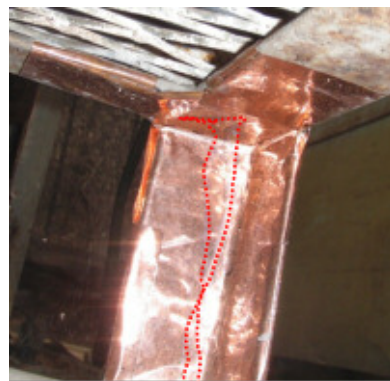


図-21 G氏栽培施設のシイタケ食害数
GLMを用いた多重比較の結果、異なる小文字アルファベットを持つ処理区間に有意な差が認められた。(p < 0.01)

銅板を観察したところ、棚の支柱下部に設置した銅板にナメクジの痕跡が見られた。これには、ナメクジがまっすぐ登れずに蛇行しながらも銅板を通過したとみられる跡と、途中で通過を断念して戻ったとみられる跡があった(写真-12)。



蛇行しながら突破したとみられる跡



断念して戻った跡(支柱の裏)

写真-12 G氏栽培施設の銅板のナメクジ跡

H氏栽培施設のナメクジ捕獲数を図-22に、シイタケ食害数を図-23に試験区ごとに示す。これをみると、銅板の上下設置区（支柱上部に巻きつけ、支柱下部に円盤）と下のみ設置区（支柱下部に円盤のみ）では、対照区に比べて捕獲数、食害数が減少する傾向にあった。一方、上のみ設置区（支柱上部に巻きつけのみ）では対照区とあまり差が見られなかった。このことから、H氏栽培施設においても銅板により棚へのナメクジ侵入がされにくくなったことが分かり、さらに銅板は棚の支柱下部のみの設置で十分であると考えられた。これについては、G氏栽培施設において、支柱下部の銅板にはナメクジの痕跡が見られたが、支柱上部に巻きつけた銅板には痕跡が見られなかったことから、ナメクジの侵入は床から棚への遡上が主であり、支柱下部への設置が効果的であると考えられた。

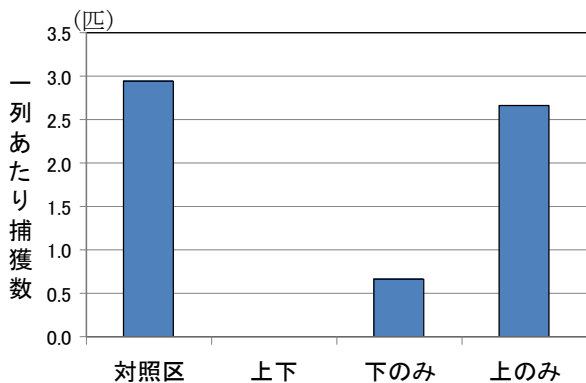


図-22 H氏栽培施設のナメクジ捕獲数

GLMを用いた多重比較の結果、処理区間に有意な差が認められなかった。(p > 0.05)

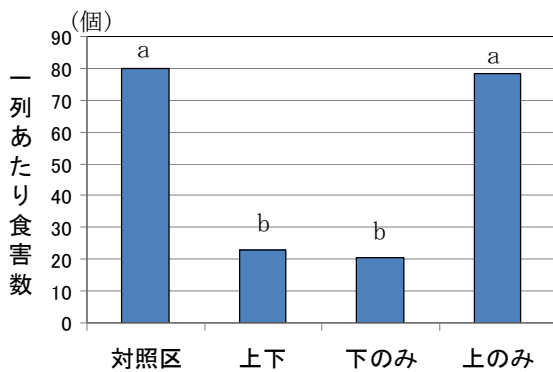


図-23 H氏栽培施設のシイタケ食害数

GLMを用いた多重比較の結果、異なる小文字アルファベットを持つ処理区間に有意な差が認められた。(p < 0.01)

IV まとめ

以上のことから、菌床シイタケ栽培施設のナメクジ被害の背景として、施設内におけるナメクジの繁殖が屋外に比べて活発であることが分かり、被害の低減のためには、施設内の捕獲と外部からの侵入を防ぐことが重要であると考えられた。そして、施設内の捕獲にはペットボトルトラップが、棚への侵入防止には銅板が、実際の栽培施設においても利用できる可能性のあることが示唆された。

ただし、栽培棚の形状や床との間隔、菌床管理の作業手順、ナメクジの侵入状況、発生の原因等、施設や周辺環境の特徴をよくわきまえた上で、利用する資材を検討することが必要である。ペットボトルトラップは、外からいくらかでもナメクジが供給されるようなハウスでは効果が薄くなると考えられる。また、床面にペットボトル丸底を、棚には丸底は設置しにくいことからペットボトル角型を設置したが、施設内で菌床を浸水した後の水を流す場合、放水範囲の床にトラップがあると流されてしまうので、注意が必要である。銅板については、床と棚との間隔が重要となる。今回の実証調査の中で、棚の端から4 cmの間隔を経て菌床に乗り移るナメクジが目撃されており、床と棚との距離が近い場合は漏斗状を選択しても効果が得られないため、両面銅の円盤を設置するか、1番下の棚と2段目との間に15cm長さの銅板を巻きつける方がよい。その場合は、可能であれば1番下の棚には浸水直後の菌床を置くなど管理手順を工夫する。さらに支柱の形状・材質によっても銅板の設置は制約を受けることがある。

また、今回実証には至らなかったが、廃菌床をハウスの周囲に放置しておくことで、そこからナメクジが多量に侵入してくることが実証調査の中でも推察されたことから、よく晴れて気温の上がる日に廃菌床をマルチシートで覆い、太陽熱でナメクジ及びナメクジの卵を死滅させることも有効であると考えられる。

今回の研究で、ナメクジを完全に防除することは難しいが、施設に合った防除法を取り入れることで、安心・安全な方法で食害を減らせる可能性のあることが示唆された。

最後になるが、収穫の忙しい最中実証試験の調査にご協力いただいた生産者の方々、膨大な資材の製作や設置、事前駆除、方法の検討、データ分析などにご協力いただいた職員の方々へ、厚くお礼申し上げます。

引用文献

柴尾学ら（2004）ハウス栽培のコマツナとシュンギクにおける各種害虫の発消長およびネット被覆と太陽熱利用による防除. 関西病虫研報（46）：33-38.

宇高寛子・田中寛（2010）ナメクジおもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農文協.

伊丹哉恵（2014）菌床シイタケ栽培におけるナメクジ被害対策. 中部森林研究（62）：119-120.