きのこ菌床栽培施設に発生するダニ類のブナシメジ栽培培地における 増殖と栽培容器間移動による害菌伝搬

岡部貴美子^{*1)}・宮崎和弘^{*}・山本秀樹^{**}

^{*} 森林総合研究所九州支所

^{**} 長野県野菜花き試験場

Population Increase in Mushroom Pest Mites on Cultivated *Hypsizygus marmoreus* and Their Vectoring of Weed Fungi between Mushroom Cultivation Media. Kimiko Okabe,²⁾ Kazuhiro Miyazaki (Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Kumamoto, Kumamoto 860-0862, Japan) and Hideki Yamamoto (Nagano Vegetable and Ornamental Crops Experiment Station, Nagano, Nagano 381-1211, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 45: 75-81 (2001)

Abstract: *Tyrophagus putrescentiae*, *Pygmephorus mesembrinae*, *Tarsonemus* sp. are common mushroom pest mites in Japan. These mites can not increase in numbers when transferred to a mushroom cultivation medium of sawdust and rice bran, which has been pre-colonized with *Hypsizygus marmoreus* (cultivated for 7 d at 23°C). *Tyrophagus putrescentiae* and *P. mesembrinae* established their populations in both the media not pre-colonized with *H. marmoreus* and ones with only a weed fungus, *Trichoderma harzianum*. The initial numbers of mites inoculated to the medium was crucial for certain species. Only 10 female *T. putrescentiae* whereas 100 females of *P. mesembrinae* were required for population establishment. Initial conditions such as invasion by numbers of females and/or fungal contamination before mite migration accelerated population increase. *Tyrophagus putrescentiae* invaded fresh mushroom media in bottles from old ones with high mite density. DNA sequencing confirmed that the fungus growing in the bottles, where originally the mite was inoculated, was the same as that in bottles the mite migrated into. No contamination occurred in media without mites. We, therefore conclude that fungivorous pest mites are important vectors that disperse weed fungi throughout mushroom cultivation facilities.

Key words: Mite, *Tyrophagus putrescentiae*, *Pygmephorus mesembrinae*, *Tarsonemus*, mushroom cultivation, vector

緒 言

我が国におけるきのこ人工栽培の歴史は古く（佐藤，1976），初期の頃には原木栽培のみが行われていた．菌床栽培は1980年頃から盛んになり，1998年の生産量は，エノキタケ *Flammulina velutipes* (Curtis: Fries) Singer が112,000 t，ブナシメジ *Hypsizygus marmoreus* (Peck) が78,000 t，ナメコ *Pleurotus nameko* (T. Ito) S. Ito & Imai が27,000 t に達している（林野庁林産課特用林産対策室，1999）．近年，新規に参入する栽培者のほとんどは菌床栽培を行っており，年間生産量が200 t を越える大規模な地域共同生産もみられる．一般に菌床栽培ではその栽培規模に関わらず，起業の際には種菌メーカーから種菌を購入し，そのメーカーのノウハウに従って生産工程を決定する．しかし，害菌や害虫の防除法はほとんど確立していないのが現状である．

菌床栽培法が普及した初期には，主に糸状菌混入によるきのこ菌系の生育阻害や子実体の発生異常が報告されていた（古川・野淵，1996）．岡部（1992）や山本ら（1997）は，過去の発生情報の解析から，1980年代半ばから栽培施設内でダニが大発生したことを報告している．これらによるとダニの発生は必ず病害菌の発生を伴うが，生産者は深刻な被害を受けるまでダニに気づかないことが多い．対策の遅れにより，全培養ピンの80～90%でダニと害菌の同時発生によるきのこ菌系の死滅という被害が発生したこともあった．ケナガコナダニ *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk) には，十分に増殖すると密度効果や餌不足などから次々と飼育容器から逃げ出す，這い出し行動が知られている（松本，1961）．ケナガコナダニのきのこ栽培容器からの這い出しはよく知られているが，著者のうち山本は，ヒナダニ科のダニの培養ビンからの這い出しも観察している．ダニが大発生するときは，必ず害菌による被害が発見されるこ

¹⁾ 現在 森林総合研究所

²⁾ Present address: Forestry and Forest Products Research Institute, Matsunosato 1, Kukizaki, Ibaraki 305-8687, Japan

2000年3月30日受領 (Received 30 March 2000)

2001年2月19日登載決定 (Accepted 19 February 2001)

とから、培養ビンから這い出したダニによるきのこ害菌伝搬の可能性が示唆されている(岡部, 1992)。きのこ栽培地では各種の糸状菌が生育可能であるため、栽培目的以外の糸状菌が発生した培養容器は恒常的に存在している。従って、そのような状況に慣れている栽培者は、害菌発生率が低い場合は格別の対策をとらないことが多い。これは、栽培者がダニと害菌発生との関連を推察できないためと考えられる。このことが、ダニの蔓延と甚大な害菌被害を招いているのかもしれない。これまでの研究により、コナダニ科の食菌性ダニのうち3種が、菌床栽培で一般的な害菌とされる *Hypocrea nigricans* (Imai) Doi の胞子を摂食した後、一部を発芽可能な状態で排泄することが明らかにされた(Okabe, 1999)。しかし、ダニによる菌床栽培培地間の害菌伝搬は、いまだ実証されていない。

このような事実から筆者らは、1) ダニによる栽培容器間の害菌伝搬を証明し、ダニの早期防除の重要性を明らかにすること、2) ダニによる害菌伝搬の被害を受けやすい培養段階を知ることにより、きのこ培養方法を再検討することが必要であると考えた。本研究では、菌床栽培での生産量が多く、ケナガコナダニ、サジボウヒナダニ *Pygmephorus mesembrinae* (Canestrini)、ホコリダニ科の一種 *Tarsonemus* sp. の発生が確認されているブナシメジを用い、ポリプロピレン製のビンを用いた最も一般的なブナシメジ栽培を想定して、上記の2点を実験的に明らかにすることを目的とした。

本文に先立ち、サジボウヒナダニ及びホコリダニ同定の労を執られた R. Ochoa 博士(USDA)及び R. Smiley 氏(元 USDA)、糸状菌を同定いただいた筑波大学の徳増征二博士に厚くお礼申し上げる。また、ダニ発生情報を寄せられた長野県農業技術課専門技術員、農協技術員、農業改良普及員各氏に感謝申し上げる。

材料及び方法

PDA 培地(potato dextrose agar, Nissui 製)で継代培養しているブナシメジ(品種: 博多 A-264)を実験のつど、米ぬか木粉培地(米ぬか: スギ木粉 = 1:4, 含水率 65%)で培養して供試した。害菌として、*Trichoderma harzianum* (保存菌株: KRCF302)を供試した。培養ビンには、ポリプロピレン製の広口ビン(容量 850 ml, 高さ約 16 cm, 口径約 6 cm, ビン首の長さ約 3 cm)を用いた。通常の培地調整法通り、培養ビンに米ぬか木粉培地 500 g を詰めた後、培地中央に直径 1.2 cm, 深さ 12 cm の穴を開けた。ビンに詰めた培地を 121°C で 60 分間滅菌した後、接種室内(室温約 25°C)に一晩放置した。

供試ダニとして、ブナシメジ菌床栽培施設で発生し栽培容器内の害菌発生に関与したと考えられる、ケナガコナダニ、サジボウヒナダニ及びホコリダニ科の一種を用いた

(岡部・宮崎, 2000)。ケナガコナダニは岡部、サジボウヒナダニ及びホコリダニの一種は R. Ochoa と R. Smiley によって同定された。ケナガコナダニは、きのこ栽培施設から採集し乾燥酵母で継代飼育したものから、実験時に成虫を選んで実験に供試した。サジボウヒナダニは、ブナシメジ培養ビン内に大量発生したものを直ちに、あるいはビンごと 5°C 下に保存し、実験のつど常温で正常に活動するものを選んで供試した。サジボウヒナダニには、産卵メスと移動メスという形態の異なる2種類のメス成虫がある。本実験では自力で移動してきたダニの増殖の有無を想定したため、移動メスのみを用いた。ホコリダニ科の一種は、培養ビン内に発生したものを採集してエノキタケ菌叢上で維持し、メス成虫 10 頭放飼試験に供試したが、その後個体群の維持ができなくなったため、100 頭放飼試験には供試できなかった。

1. 各培養段階におけるダニの増殖

ダニ接種に際して、ブナシメジ菌系培養段階を肉眼でもその違いが明瞭な5段階: 無接種(培養0日)、培養初期Ⅰ(きのこ菌系が培地上部の表面を覆っている状態。本実験条件下では培養7日後)、培養初期Ⅱ(きのこ菌系が培養ビンのビン口部分に蔓延している状態。同14日後)、培養中期(きのこ菌系が培養ビン中部まで蔓延している状態。同35日後)及び培養後期(きのこ菌系が培養ビン全体に蔓延している状態。同70日後)に分けた。ブナシメジ菌系を米ぬか木粉培地に無菌的に植菌し、一般的な培養温度である 23°C、恒暗状態で培養して、培養段階ごとに実験に供試した。害菌混入後にはダニが侵入・増殖できることを実験的に確認するために、*T. harzianum* を 23°C、恒暗状態で 10 日間培養したものも供試した。

ダニの侵入数による増殖成功の違いを明らかにするため、放飼したダニのメス成虫数を 10 頭または 100 頭として比較した。すなわち、各ビンあたりケナガコナダニ、サジボウヒナダニまたはホコリダニのメス成虫 10 頭とオス成虫数頭を放飼したものを 10 頭放飼試験とした。また、一ビンあたりケナガコナダニまたはサジボウヒナダニのメス成虫 100 頭と各オス成虫数頭を放飼したものを 100 頭放飼試験とした。それぞれのダニをダニ飼育容器から培養ビン内の培地、もしくは菌叢上に細筆で移した。各ダニ・各培養段階・各放飼数とも5反復した。ダニ放飼後のビンにはふたをして、各放飼区(同じ種類のダニ、同じ個体数及び同じ培養段階)ごとに密閉できるクーラーボックス内に入れ、ボックス内と室内の温度が等しくなるよう調節してから、23°C の恒温室内に置いた。1週間おきにビンの表面を肉眼で、ふたの内側を実体顕微鏡下で確認し、ダニの有無を調べた。ダニが十分に増殖した後ビンの外へ這い出しが認められたとき、実験をうち切った。這い出しのなかったものは、実験開始日から7週間目に実験をうち切った。

実験終了後、ケナガコナダニメス成虫 10 頭を放飼したブナシメジ無接種培地をピンから掻き出し、48 時間ツルグレン装置にかけてダニを抽出し、アルコール内に落ちたダニ数を実体顕微鏡下で数えた。

2. 培養ビン間のダニの移動と害菌の伝搬

ケナガコナダニの這い出しが始まった *T. harzianum* を培養した培地（ダニメス成虫 10 頭を放飼から 6 週間目）をダニの害菌伝搬実験に用いた。前述の実験と同様のクーラーボックス内に、ダニが増殖したピンと隣接して、糸状菌を接種していないダニ無放飼のピンを置いた。23°C の恒温室内に放置し、ダニの移動の様子を毎日肉眼で観察した。ダニ無放飼の培地内に糸状菌の発生が認められたとき、実験をうち切った。反復数を 5 とした。対照区として、同様にクーラーボックス内に、ダニの発生していない *T. harzianum* を培養したピンの隣に上記同様の糸状菌無接種・ダニ無放飼のピンを置き、23°C の恒温室内に同じ期間放置した。同じく 5 反復とした。

サジボウヒナダニ接種試験では、ダニ数頭が這い出したものの、隣接したピン内に侵入しなかった。従って、菌無接種・ダニ無放飼ピンには糸状菌の発生がみられなかったため、実験開始から 2 週間目に実験をうち切った。

DNA 解析によって、ダニが増殖した培地内に発生した菌とダニが移動した培地に発生した菌が同一個体であるかどうかを調べ、ダニによる害菌伝搬を確認した。白金耳を火炎滅菌し十分に温度が下がった後菌叢表面に接触させ、MA 培地（malt agar, Difco 製）培地上に画線して菌を分離した。室温（22°C~24°C）で 16 時間以上培養した後、実体顕微鏡観察下で再生コロニーの一部を柄付き針で分離し、新しい MA 培地に接種した。それぞれの培地の異なる部分 5 カ所から菌を分離した。

分離された菌の菌叢および孢子、分生子柄等の形態観察を行い、種を同定した。各個体を RAPD（random amplified polymorphic DNA）解析により比較した。CTAB 法（Murray and Thompson, 1980）を糸状菌用に改良した方法により核酸の抽出を行った後、RNase 処理を行い、ELU QUIK Kit（Schleicher & Schuell）を用いて DNA サンプルの精製を行った。反応溶液組成は、50 mM Tris HCl, pH 8.5, 5 mM MgCl₂, 500 µg/ml BSA, 0.5 mM each dNTP, 2.0% (w/v) Ficoll 400, 4 mM Tartrazine, 0.01 mM EDTA, 0.4 units/10 µl Tth DNA Polymerase, 0.25 µM primer とした。反応溶液を 95°C・60 秒で処理した後、94°C・10 秒 → 36°C・30 秒 → 72°C・60 秒を 1 サイクルとする温度処理を 60 サイクル行った。プライマーには、Operon 社製の A01, A11, Y01 および Y03 を用いた。1% のアガロースゲル（エチジウム・ブロマイド含有）を用いて増幅産物の電気泳動を行い、UV トランスイルミネータ上で増幅パターンの確認を行った。

結 果

1. 各培養段階におけるダニの増殖

ダニ 10 頭放飼試験では、糸状菌無接種の培地と *T. harzianum* を培養した培地にケナガコナダニを接種したときのみ増殖が認められた（Table 1）。ケナガコナダニ接種から 1 週間目には、無接種培地の上方に糸状菌のコロニーが認められ、4 週間目にはこの菌が培地全体に蔓延しているのが観察された。このときケナガコナダニを接種した培地に発生した菌は複数種と考えられたが、主として 2 種の不完全菌（*Penicillium* 属菌 2 種、同定・徳増）が分離された。これらの糸状菌の侵入経路は不明であった。無接種培地では、全ての培養ビンにおいてダニ接種から 4 週間目に、フタ内側に 10 頭前後の成虫が確認された。更に 5 週間目には、100 頭以上が確認される培養ビンもあった。ただし、5 週間目以降のダニ数には、大きなばらつきが認められた。

ブナシメジ培養初期 I では、ダニを接種してから 1 週間以内にブナシメジ以外の糸状菌の発生が認められた。このため、ブナシメジの正常な生長はやや阻害された。しかし、ダニの増殖は全く観察されなかった。その他の培養段階では、ケナガコナダニ接種後も糸状菌による汚染は認められず、ブナシメジ菌系の正常な生長が観察された。*T. harzianum* はケナガコナダニ接種から 1 週間目（菌接種から 17 日目）には、ピン開口部から約 10 cm 下までしか伸長せず、ダニが這い出し始めたダニ接種 5 週間目になっても、菌糸が十分蔓延していないものも認められた。

サジボウヒナダニ、ホコリダニ科の一種の 10 頭接種試験では、共に接種から 1 週間目にフタの内側で生息が確認されたが、その後増殖しなかった。サジボウヒナダニ接種区では、無接種培地とブナシメジ培養初期 I の培地に糸状菌の発生が認められた。この菌は、サジボウヒナダニが元々増殖していたピン内に発生していた *Trichoderma* 菌と同様の形態であると判定されたが、両種とも菌の種名への

Table 1. Increase in mites in mushroom cultures of *H. marmoreus* or *T. harzianum* after transfer of 10 females and a few males of each species

Days after inoculating the mushroom	Mite species		
	<i>P. mesembrinae</i>	<i>Tarsonemus</i> sp.	<i>T. putrescentiae</i>
0 ^a	— ^b	—	+ ^c
7	—	—	—
14	—	—	—
35	—	—	—
70	—	—	—
10 (<i>T. harzianum</i>)	—	—	+

^a The mushroom was not inoculated.

^b No increase in numbers.

^c Increase in numbers.

Table 2. Increase in mites in mushroom cultures of *H. marmoreus* after transfer of 100 females and a few males of each species

Days after inoculating the mushroom	Mite species	
	<i>P. mesembrinae</i>	<i>T. putrescentiae</i>
0 ^a	+ ^b	+
7	— ^c	—
14	—	—
35	—	—
70	—	—

^a The mushroom was not inoculated.^b Increase in numbers.^c No increase in numbers.

Table 3. The period of beginning of mite migration under different conditions

Mite species	Initial mite number	Fungal culture	Migration period
<i>P. mesembrinae</i>	10	None	7 weeks
	10	<i>H. marmoreus</i>	n.o. ^a
	10	<i>T. harzianum</i>	n.o.
	100	None	6 weeks
	100	<i>H. marmoreus</i>	n.o.
<i>Tarsonemus</i> sp.	10	None	n.o.
	10	<i>H. marmoreus</i>	n.o.
<i>T. putrescentiae</i>	10	None	6 weeks
	10	<i>H. marmoreus</i>	n.o.
	10	<i>T. harzianum</i>	5 weeks
	100	None	5 weeks
	100	<i>H. marmoreus</i>	n.o.

^a Migration was not occurred within 7 weeks.

同定には至らなかった。ホコリダニの一種では、無接種の培地で *Trichoderma* 菌の一種の発生が認められた。

ダニ 100 頭接種試験では、無接種培地でケナガコナダニとサジボウヒナダニの増殖が確認された (Table 2)。10 頭接種試験ではサジボウヒナダニの這い出しは観察されなかったが、100 頭接種試験では増殖後に這い出しが観察された (Table 3)。ダニが増殖した培地には、それぞれ 10 頭接種試験時と同様と思われる菌が繁殖した。ブナシメジ培養初期 I の培地では、両種のダニは増殖しなかったものの、ダニが増殖した培地内と同様の菌の発生が観察された。これ以外の培養段階ではダニを接種してもその他の糸状菌の繁殖が認められず、ブナシメジ菌系の正常な生長が観察された。

培地内からツルグレン装置によって抽出されたダニ数は、ビンごとのばらつきが大きかった ($x \pm SD = 200.40 \pm 281.5$)。

2. 培養ビン間のダニの移動と害菌の伝搬

ケナガコナダニ 10 頭接種試験では、ダニ接種から 6 週

間目に、2 本の無接種ビンからダニの這い出しが確認された。這い出し数は、それぞれ 15 頭、38 頭で、ほとんどが成虫であった。移動実験にはダニの這い出しが始まっていないビンも同時に供試したが、実験開始から約 1 週間目には、全てのビンからのダニの移動が肉眼で確認された。増殖したビンから這い出したケナガコナダニは、肉眼によって、隣接した無接種のビンへ侵入していくのが確認された。一部のダニはクーラーボックス内部を徘徊していたが、ほとんどの個体は隣接したビン内へ侵入した。*T. harzianum* を接種した培地からは、無接種のときよりも 1 週間早いダニ接種から 5 週目には、全てのビンから這い出しが観察された。

100 頭接種試験のサジボウヒナダニは、這い出し開始から 1 週間以内に活動を停止してしまい、ビンのフタ内側には 600 から 1,000 頭の死亡した移動メス成虫が確認された。ダニの死亡原因は明らかにできなかった。

ケナガコナダニが増殖した培地に発生した菌と侵入した培地に新たに発生した菌を比較したところ、5 反復のダニ移動実験のうち 4 反復で、両方のビン内に同種の *Penicillium* 菌の一種が発生していた。従って、これら 4 組の *Penicillium* 菌がそれぞれ同一個体かどうかを比較した。残る 1 組ではダニが増殖した方から 2 種、ダニが移動した側からは 1 種の *Penicillium* 菌が得られたため、同種の *Penicillium* 菌についてのみ、個体間比較を行った。その結果、1 組をのぞいて、比較した *Penicillium* 菌同士で RAPD 解析の増幅パターンが一致した。従って、両菌は同一個体であると判断した。パターンの一致した 4 組うち、1 組の結果のみを Fig. 1 に示した。これらの結果と、害菌が発生したビンが隣接していてもダニなしには菌の発生は起こらなかったことから、侵入したビン内に発生した *Penicillium* 菌は、ダニが持ち込んだものと考えられた。

考 察

ヒナダニ科サジボウヒナダニ及び *Brennandania lambi* (Krczal) は汎世界的なきのこ栽培害虫である (Wicht and Snetsinger, 1971; Clift, 1978; Flecher et al., 1989; Wu and Zhang, 1993; Ferragut et al., 1997)。*Brennandania lambi* が *Agaricus* の菌叢上でよく増殖するのに対して、サジボウヒナダニは *Agaricus* 属菌系上では発育せず、*Trichoderma* 菌などを摂食してよく増殖する (Snetsinger, 1972; Clift and Toffolon, 1981)。本実験では、サジボウヒナダニはブナシメジ菌系上でも増殖することができなかった。サジボウヒナダニも大発生が報告されていることから、培養培地に侵入した害菌を含む施設内の糸状菌を摂食して増殖したはずである。これまでにこのダニは、きのこ栽培舎に発生する糸状菌のうち *Chaetomium* 菌を含む複数種では、全く増殖できないか増殖実験の再現性が低いことが報告されている

Fig. 1. PCR-fingerprinting patterns of the strains of *Penicillium* sp. isolated from bottles to which the mite was originally inoculated (Lane 1) and migrated into (Lane 2). M lanes indicate a molecular weight marker (100 bp ladder).

(Wicht and Snetsinger, 1971; Clift and Toffolon, 1981). これらのことから、サジボウヒナダニは食性の範囲が狭い、環境に対して敏感、あるいは増殖率が低いなどの理由で、初期の個体数が少ないとケナガコナダニなどに比べて増殖の可能性が低くなるものと考えられた。

ホコリダニ科のダニも *Agaricus* 属のきのこ栽培上の害虫としてよく知られ、子実体を摂食する重要害虫とされる種もある (Hussey, 1963; Flecher et al., 1989). 実験に供試したホコリダニ科の一種は *Tarsonemus bifurcatus* Schaarschmidt によく似るとされた (R. Ochoa, 私信). これまで我が国の栽培きのこ害虫としての報告はないが、菌床栽培施設では普通に発見された (岡部・宮崎, 2000). ホコリダニ科 *Tarsonemus* 属は一般に食植性あるいは食菌性を示すが、近縁種が食菌性であること、植物のない環境で生息していることなどから、この種も食菌性である可能性が示唆される。害菌の発生したビン内から発見されたことはあるが、害菌発生に伴う大発生の報告はない。本実験の結果からもきのこ培養施設内の普通種ながら、重要害虫となる可能性は低いものと考えられた。

ケナガコナダニは実験に供試した他の2種とは異なり、10頭のメス成虫からでも確実にコロニーを創設することができた (Table 1). 1メスあたりの産卵数は、サジボウヒナダニでは最大約160個 (Hussey, 1963), ケナガコナダニで

は条件に応じて500個を超える (Rivard, 1961) ことから、ケナガコナダニは元来高い増殖率を持ち、栽培施設内でも害虫化しやすいダニといえる。

ケナガコナダニ増殖後のきのこ栽培容器間移動によって、糸状菌が伝搬されることが明らかとなった (Fig. 1). コナダニ科のダニは一般に長い毛を持ち、これらに多くの微粒子が付着しているのが観察される。コナダニ科ロビンネダニ *Rhizoglyphus robini* Claparède では、歩行跡や虫体、排泄物から菌の再生が観察されている (山田, 1974; Poe et al., 1979; Baker, 1983) ことから、ケナガコナダニも排泄物のみならず体表面にも菌体を付着させて、これらを伝搬するものと考えられる。ケナガコナダニは米ぬかに誘引され繁殖することから (岡部, 未発表), 培養室内では菌接種直後の栽培ビンに侵入する危険性が極めて高いといえる。ケナガコナダニの増殖と違い出しが認められた *T. harzianum* 培養培地では、*T. harzianum* が十分に生長しなかった。本実験では対照実験を行っていないが、筆者らは、通常ダニの侵入がないとき *T. harzianum* が培養培地内に蔓延することを経験している。このことから、ケナガコナダニが *T. harzianum* の菌糸を摂食したと推測される。実験により伝搬が確認された *Penicillium* 菌の一種がケナガコナダニに好んで摂食されるかどうかは不明であるが、ケナガコナダニは *Penicillium chermesinum* Biourge や *P. claviforme* Bainier などのきのこ病害菌に対して選好性を示すことが知られている (Smrž and Čatská, 1987). 従って、培地の害菌による汚染は、ダニの増殖を促す資源になるものと考えられた。

一般に使用されているポリプロピレンビンのフタは、体長 600 μm 以下のこれらのダニの侵入を阻止することはできないことも明らかとなった。従って容器内にダニを侵入させないためには、施設内にダニを発生させないことが極めて重要であるといえる。ケナガコナダニを含むコナダニ科の数種は、きのこ害虫としてよく知られている (Thomas, 1958; Clift, 1978; Hoven and Eicker, 1989). 特にケナガコナダニは貯穀害虫としても知られ、日本の屋内で普通にみられる害虫であることから (佐々, 1965; Hughes, 1976; 安富・梅谷, 1983), 培養資材 (米ぬか, ふすまなど) を栽培施設周辺に長期間保存することなどによって容易に繁殖し、施設内に持ち込まれることが想像される。

本研究の結果から、栽培施設で大発生するダニにとって培養開始直後のきのこ栽培培地は極めて繁殖しやすい資源である一方で、ブナシメジ菌糸が培地表面を覆うだけでダニの増殖を抑えることができることが明らかとなった。きのこの中にはシイタケ *Lentinula edodes* (Berkeley) 菌糸のように、食菌性のダニは選好性を示すもののダニの孵化や発育を阻害するものもある (Okabe, 1994, 1996). 本研究では、ダニがなぜブナシメジ菌糸上で増殖しなかったか明らかにできなかったが、ブナシメジが示したきのこ害虫のダ

ニを増殖させない性質を防除に応用することは可能であろう。きのこは健康食品としてのイメージが高いことや、きのこ子実体は農薬などの化学物質を吸収しやすいことから(佐藤・浅輪, 1995; 佐藤ら, 1995), 栽培培地への薬剤施用は避けたいという要望が強い。培養初期(培養開始から2週間程度)の培養容器を他と隔離して重点的なダニ及び害菌管理を行うことにより, 薬剤施用をすることなく, ダニによって引き起こされる害菌被害を予防することができるものと期待される。

摘 要

我が国のブナシメジ栽培施設内で害虫とされるサジボウヒナダニ, ホコリダニ科の一種及びケナガコナダニは, ブナシメジ菌糸が菌床栽培用米ぬか木粉培地の表面を覆った後(23°Cで培養したとき, 約1週間後)には, これらの培地では増殖できないことが明らかとなった。きのこ菌糸無接種の培地及びきのこ栽培上の害菌である *Trichoderma* 菌を培養した培地では, サジボウヒナダニ及びケナガコナダニはよく増殖した。従って, きのか培養培地の糸状菌による汚染は, ダニの増殖を助長するものと考えられた。サジボウヒナダニは培養ビン内に侵入する個体数が少ない(メス成虫10頭程度)と増殖できる確率は極めて低かった。これに対してケナガコナダニは産卵可能なメス成虫が10頭程度侵入すれば十分増殖できたことから, ダニの種類によっては侵入数が増殖できるかどうかを左右する要因になると考えられた。培地に先に *Trichoderma* 菌が繁殖しているときや, 侵入ダニ数が100頭にも達するときは, 培養後の這い出しも早まった。培地に放飼したダニは増殖した後, 数週間後にビンから這い出して移動した。隣接する菌無接種培地にケナガコナダニが侵入すると, 増殖した培地に繁殖したものと同一個体の菌が繁殖した。このことから, ケナガコナダニの大発生に伴う害菌の蔓延は, ダニがその菌の胞子や菌糸を伝搬することによると考えられた。また, 伝搬可能な時期はきのこ菌糸接種から1, 2週間以内の培養初期段階であると考えられた。

引 用 文 献

Baker, G. T. (1983) Observations on the biology of *Rhizoglyphus robini* Claparède (Acaridae). *Zeit. ang. Entomol.* 95: 162–166.
 Clift, A. D. (1978) The identity, economic importance and control of insect pests of mushrooms in New South Wales, Australia. *Mushroom Sc.* 10: 367–383.
 Clift, A. D. and R. B. Toffolon (1981) Biology, fungal host preferences and economic significance of two pygmephorid mites (Acarina: Pygmephoridae) in cultivated mushrooms, N.S.W., Australia. *Mushroom Sc.* 11: 245–253.
 Ferragut, F., F. J. Gea and J. A. Garcia-Morras (1997) The mushroom mite *Brennandania lambi* (Krczal) (Acari: Pygmephoridae): introduction in Spain, economic importance and distinction of related

species. *Bol. Sam. Veg. Plagas* 23: 301–311 (in Spanish with English summary).
 Fletcher, J. T., P. F. White and R. H. Gaze (1989) *Mushrooms: Pest and Disease Control*. Intercept, Andover. 174 pp.
 古川久彦・野淵 輝 (1996) 栽培きのこ病害菌・害虫ハンドブック(改訂版). 全国林業改良普及協会, 東京. 256 pp. [Furukawa, H. and T. Nobuchi (1996) *Handbook for Pathogens and Pest Insects of Cultivated Mushrooms*. Zenkoku Ringyo Kairyo Fukyu Kyokai, Tokyo. 256 pp.]
 Hoven, C. L. van der and A. Eicker (1989) The biology and control of a tyroglyphid mite, *Caloglyphus berlesei* (Michael) on cultivated *Agaricus bisporus* in South Africa. *Mushroom Sc.* 12: 861–865.
 Hughes, A. M. (1976) *The Mites of Stored Food and Houses*. 2nd ed. Her Majesty's Stationery Office, London. 400 pp.
 Hussey, N. W. (1963) A new species of *Tarsonemus* (Acarina: Tarsonemidae) from cultivated mushrooms. *Acarologia* 5: 540–544.
 松本克彦 (1961) コナダニ類の繁殖条件の研究 I. ケナガコナダニの繁殖と湿度及び水分含量の関係について. 衛生動物 12: 262–271. [Matsumoto, K. (1961) Studies on the environmental factors for the breeding of grain mites. Part 1. The effects of humidity and moisture contents on the breeding of *Tyrophagus dimidiatus*. *Jpn. J. Sanit. Zool.* 12: 262–271.]
 Murray, M. G. and W. F. Thompson (1980) Rapid isolation of high molecular weight DNA. *Acids Res.* 8: 4321–4325.
 岡部貴美子 (1992) 菌床栽培きのこにおけるダニ害の実態. 森林防疫 41: 49–52. [Okabe, K. (1992) Mite damage on mushroom cultivation in Japan. *Forest Pests*. 41: 49–52.]
 Okabe, K. (1994) Inhibition of egg hatching of *Histiogaster* sp. (Acari: Acaridae) by shiitake mushrooms (*Lentinus edodes*). *J. Acarol. Soc. Jpn.* 3: 1–6.
 Okabe, K. (1996) Inhibition of development of *Histiogaster* sp. (Acari: Acaridae) by shiitake mushroom, *Lentinula edodes*. *Appl. Entomol. Zool.* 31: 211–216.
 Okabe, K. (1999) Vectoring of *Hypocrea nigricans* (Hypocreales: Hypocreaceae) by three fungivorous mite species (Acari: Acaridae). *Exp. Appl. Acarol.* 23: 653–658.
 岡部貴美子・宮崎和弘 (2000) 九州地域の菌床栽培施設に発生したダニの季節変動. 日林九支研論集 53: 105–106. [Okabe, K. and K. Miyazaki (2000) Seasonal population dynamics of mites occurred in indoor mushroom cultivation facilities in Kyushu. *Trans. XXth Annu. Meet. Jpn. For. Soc. Kyushu* 53: 105–106.]
 Poe, S. L., W. E. Noble and R. E. Stall (1979) Acquisition and retention of *Pseudomonas marginata* by *Anoetus feroniarum* and *Rhizoglyphus robini*. In *Recent Advance in Acarology I* (J. G. Rodriguez ed.). Academic Press, New York, pp. 119–124.
 林野庁林産課特用林産対策室 (1999) 平成10年特用林産関係資料. 林野庁. 35 pp. [Forestry Agency Forest Products Division Office of Special Forest Products (1999) Heisei 10, Reports of Forest Biproductions. Forestry Agency. 35 pp.]
 Rivard, I. (1961) Influence of temperature and humidity on longevity, fecundity, and rate of increase of the mite *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina: Acaridae) reared on mold cultures. *Can. J. Zool.* 39: 869–876.
 佐々 学 (1965) 食品・薬品害虫としてのダニ類. ダニ類(佐々学 編). 東京大学出版会, 東京, pp. 368–382. [Sasa, M.

- (1965) Mites injurious to stored food and drugs. In *Mites* (M. Sasa ed.). University of Tokyo Press, Tokyo, pp. 368–382.]
- 佐藤成裕 (1996) [中村克哉 訳, 1993] 五瑞編・日本農書全集 45 (佐藤常雄・徳永光俊・江藤彰彦 編集). 農山漁村文化協会, 東京, pp. 195–230 [Sato, S. (1996) [Nakamura, K. translation, 1993] Gozuihen. In *Nihon Nosho Zenshu 45* (T. Sato, M. Tokunaga and A. Etoh eds.). Nosangyoson Bunka Kyokai, Tokyo, pp. 195–229.]
- 佐藤姚子・浅輪和孝 (1995) ほだ木に施用した殺虫剤フェニトロチオンのシイタケ子実体によるとり込み・日林誌 77: 220–223. [Sato, Y. and Asawa, K. (1995) Uptake of the insecticide, fenitrothion, by fruit bodies of shiitake (*Lentinus edodes*) from treated bed logs. *J. Jpn. For. Soc.* 77: 220–223.]
- 佐藤姚子・関谷 敦・浅輪和孝 (1995) ヒラタケの菌床培地に施用した殺菌剤チabendazoleの子実体による吸収・日林誌 77: 353–357. [Sato, Y., A. Sekiya and K. Asawa (1995) The uptake of the fungicide, thiabendazole by the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivated on a sawdust medium. *J. Jpn. For. Soc.* 77: 353–357.]
- Smrž, J. and V. Čatská (1987) Food selection of the field population of *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk) (Acari, Acaridae). *J. Appl. Entomol.* 104: 329–335.
- Snetsinger, R. (1972) Laboratory studies of mushroom-infesting arthropods. *Mushroom Sc.* 8: 199–208.
- Thomas, C. A. (1958) Animals affecting cultivated mushrooms. *Proc. 10th Inter. Cong. Entomol.* 3: 331–334.
- Wicht, M. C. Jr. and R. Snetsinger (1971) Observations on mushroom-infesting pyemotid mites in the United States. *Entomol. News* 82: 183–190.
- Wu, J. and Z.-Q. Zhang (1993) Host feeding, damage and control of the mushroom pest, *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephoridae) in China. *Exp. Appl. Acarol.* 17: 233–240.
- 山田員人 (1974) チューリップ球根腐敗病の発生に対するネダニの役割について・近畿中国農研 48: 77–81. [Yamada, K. (1974) Role of the bulb mite on disease development of bulb rot of tulip. *Kinki Chugoku Agr. Res.* 48: 77–81.]
- 山本秀樹・中村公義・松原喜光・吉田利男 (1997) きのかびん栽培のダニ類について・長野県野菜花き試報 10: 71–77. [Yamamoto, H., K. Nakamura, Y. Matsubara and T. Yoshida (1997) Mite species for the bottle culture of mushrooms. *Bull. Nagano Veg. Ornam. Crops Exp. Stat.* 10: 71–77.]
- 安富和男・梅谷献二 (1983) 衛生害虫と衣食住の害虫・全国農村教育協会・東京・310 pp. [Yasutomi, K. and K. Umeya (1983) *Household Pests*. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Publishing Co. Ltd., Tokyo. 310 pp.]