

総説 (Review Article)

日本における食用きのこの害虫

岡部 貴美子¹⁾*

Pests on commercial mushrooms in Japan.

OKABE Kimiko¹⁾*

Abstract

Fungivorous arthropods including mites, collembolans and insects were reviewed focusing on commercial mushroom pests in each taxon. Insects collected from mushroom fruiting bodies play roles not only of fungivores but also of phoretic hosts of smaller invertebrates. Their function should be considered for sound control measures. To learn biology and ecology of fungivores in field mushrooms is crucial because it could provide potential pest information, particularly under the situation that commercial mushroom production is on growing in species numbers and cultivation methods in Japan. Additionally, to learn pest control in other countries is also important, and I included arthropod pests and natural enemies in overseas mushroom cultivations. After reviewing published information on fungivorous arthropods, I conclude that fungivorous flies are one of the most important pest groups because of their high fecundity, fast life cycle, polyphagy and difficulty in control.

Key words : fungivore, arthropod, fly, mushroom bed, log cultivation

要旨

我が国のきのこ栽培において被害を発生させた、あるいは発生させる可能性のある分類群を中心に、きのこの食の節足動物(ダニ、トビムシ、昆虫)についてレビューした。昆虫は、ダニやセンチュウなどほかの小動物に比べて飛翔等による移動能力が高いことから、それらの移動分散を助ける便乗寄主としての役割も担っている。害虫の防除に際しては、このような昆虫の機能にも留意すべきことが明らかになった。また、年々栽培種が増加している現状では、野生きのこを摂食する生物も潜在的な害虫としてあるいは害虫防除のヒントとなる生態を持つものとして考慮する必要がある。このような観点から、海外のきのこ栽培で害虫化している種や、注目すべき生態を持った食菌性の節足動物についてもレビューした。その結果、ほとんどの種類のきのこを摂食し、増殖率が高い種の多いハエ類は、重要害虫でありながら防除も困難であることが改めて明らかとなった。

キーワード: 食菌性、節足動物、ハエ、菌床、原木栽培

緒言

菌食(きのこ子実体食、胞子食、菌糸食を指す。本総説では、バクテリア食も含む)は、動物界にあまねく広がっている。菌類は昆虫のエネルギー源として有用なトレハロースなどを含み、昆虫を含む節足動物にとっては好ましい栄養源といえる(Martin, 1979; Kukor & Martin, 1987)。食菌性の種を含む昆虫の科数は世界で60を超えるとされるが(木村, 1998)、食植性と明確に分離されない昆虫種も多い。きのこ子実体はキチン質に富むことなどから、きのこ子実体食(以下きのこ食とする)昆虫は食植性昆虫とは異なる消化酵素が要求されると考えられ、昆虫生理の解明が進めばさらに食菌性昆虫への理解も深まるだろう。

きのこ子実体は、一部の食菌性節足動物にとって食物

のみならず生息場所も提供している(Pielou & Verma, 1968; Hanski, 1989 など)。これらのきのこに生息する昆虫は菌糸片や胞子を伝搬することによって、森林における重要な分解者である菌類の分散や分布拡大の一助となっていると推測される。また食菌性でなくても菌と様々な形で共生する結果、菌の分散に寄与する相互関係も多い(山岡, 2000; 福田, 2000 など)。食菌性昆虫と菌の関係は摂食した菌の分散を助ける相利共生に見えたとしても、そこに至るまでは昆虫による消化・吸収を回避するために菌は何らかの対抗策をとったことが推測される。従って、単にきのこから採集されるか否かにとどまらず、食菌性を確認することや菌と昆虫の相互作用を解明することは生態学的にも重要である。

原稿受付: 平成 17 年 12 月 7 日 Received Dec. 7, 2005 原稿受理: 平成 18 年 2 月 21 日 Accepted Feb. 21, 2006

* 森林総合研究所森林昆虫研究領域 〒305-8687 つくば市松の里1

Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail: kimikook@ffpri.affrc.go.jp

1) 森林総合研究所森林昆虫研究領域 Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

食菌性の昆虫はきのこ栽培における潜在的な害虫として重要なだけでなく、希少種の保全や生物多様性保全上の指標種としての役割も期待される (Komonen, 2001)。昆虫・菌の相互関係については Fogel (1975) の書誌目録の他、いくつかの総説・論文集が出版されているが未解明のものも多い。今後、食菌性昆虫が森林生態系に果たす機能の解明を進めてゆくことも必要である。更に食菌性だけでなく、きのこに生息する無脊椎動物を群集として研究することにより、きのこ害虫の個体群制御、新たな天敵の発見なども期待できる。

本総説では、これまでに報告された我が国における食用きのこ害虫を列挙し、既に耕種の防除法が確立したものはこれらを示すことによって、害虫防除に資することを目的とした。本総説で使った食用きのこは、「可食の」きのこという意味だけではなく、サルノコシカケのように商品価値も持つものという意味で用いた。また本総説における害虫は、必ずしも栽培きのこに限らず、栽培手法が確立していない食用きのこの子実体を食害するものを含み、またきのこに病原菌を伝搬するもの、きのこ栽培培地に害菌を持ち込むもの、ほだ木の食害などによって間接的にきのこ生産量を減少させるものも含めた。害虫に限らず食菌性種を含む主な分類群については、今後の防除法開発に有用であると考え、最近の研究成果を中心とした簡略な生態的・応用的解説を試みた。引用する文献は主に原著論文および公刊図書、学協会誌とし、一般に入手しにくい報告書等の引用は避けた。また、害虫種のリスト (Table 1) については、採集記録のみのものは避け、加害が確認された種のみを加えた。

ダニ目

ダニ (Acari) は幅広い食性及び生息域を示すことが知られている。日本に生息する 5 亜目 (マダニ亜目、中気門亜目、前気門亜目、無気門亜目、ササラダニ亜目) のうちマダニ亜目を除く 4 亜目が食菌性の種を含む。これら食菌性のダニは、土壤中及び表層、樹皮下、植物体表面、動物の巣など様々な場所で菌 (菌糸及び孢子) を摂食し、増殖している。きのこ子実体のようなパッチ状の餌資源を利用するダニは、主に自分より体が大きく移動性の高い昆虫などの動物に便乗して分散すると考えられる (Binns, 1982; OConnor, 1984; 岡部, 1999 など)。近年我が国では、ヒナダニ科 (Pygmephoridae)、ホコリダニ科 (Tarsonemidae)、コナダニ科 (Acaridae) のダニが栽培きのこ害虫として記録されている (岡部, 1992, 1998; 奥田, 1994; 山本ら, 1997; 岡部・宮崎, 2000)。最も被害報告の多いケナガコナダニ *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk) は家屋衛生害虫でもあることから、きのこ栽培上のダニ被害の多くは人による持ち込みから発生に至ったと推測される。子実体を食害する種もあるが、ほとんどの被害はダニがトリコデルマ菌 (*Trichoderma* spp.) (またはヒポクレア菌 *Hypocrea* spp.) など病害菌の伝搬をすることによる。害菌を体表面あるいは体内に有したダニがきのこ培養初期に栽培容器内に侵入することによって被害が起こることから、これ

らの害菌の防除にはダニの発生を予防することが最も重要であると考えられる (Okabe, 1993a, b, 1994, 1996, 1999; 岡部・阿部, 1998; 岡部ら, 2001; 岡部・宮崎, 2002)。野生きのこからも多様なダニが採集されているが (Okabe & Amano, 1992, 1993)、その多くはきのこ栽培では害虫化していない。これらのダニの中には捕食性のもも多いことから、捕食・被食ダニの相互関係を明らかにすることによる、天敵利用の可能性も示唆される。

海外のマッシュルーム *Agaricus bisporus* (J. Lange) 栽培ではヒナダニ科の数種が最も重要である (Fletcher et al., 1989)。中国やタイでは、キクラゲ *Auricularia auricula* (Hook.) の人工栽培においてもヒナダニが害虫化した (Kantaratanakul & Jitrat, 1984; Zou et al., 1993)。ヒナダニはハエに便乗して栽培施設に侵入することが知られている (Clift & Larsson, 1987)。また、産卵数が多く、発育が速い (若虫期を欠く) ため高い増殖率を持つので、大発生を起こしやすいことが明らかとなっている (Cross & Kaliszewski, 1988)。すでにダニが発生した場合でも、菌糸を -10℃ で 24 時間以上低温処理すると、マッシュルームの生産性は低下しないがダニは死滅することがわかっている (Wu & Zhang, 1993)。ヒナダニのほかに、ヒゲダニ (Histiotomatidae) やコナダニ科ネダニモドキ属 (*Acaridae*, *Sancassania*) などもマッシュルーム栽培の害虫とされている (Thomas, 1956; Clift, 1978; Hill & Deahl, 1978)。

トビムシ目

トビムシは我が国の土壤に普通に、且つ最も生息数の多い小型動物のひとつであり、重要な分解者と考えられている (青木, 1980; Seastedt, 1984 など)。多くは土壤 (表層～深部) に生息するが、樹上、洞穴、海岸、雪上、水際など様々な場所で発見することができる (伊藤ら, 1999)。食性も多岐にわたると考えられるが、腐植食、菌食、植物食、動物食が記録されている。Takeda & Ichimura (1983) は京都市の森林で採集した 36 種中 31 種を「腐植食」と位置づけて腸管内容物を精査したが、そのすべてに菌の孢子等が含まれていた。食菌性トビムシには応用的価値も期待されている。たとえば、オオフォルソムトビムシ *Folsomia candida* (Willem), *F. fimetaria* (Burmeister), *Hypogastrura assimilis* Krausbauer、ヒメツヤトビムシ *Proisotoma minuta* Tullberg は、昆虫病原菌の *Beauveria bassiana* (Balsamo)、*Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) などによって死亡したり増殖に影響が出たりすることなく、これらの菌の孢子を体表面や腸内に保持して分散させることが可能なことから、昆虫病原菌のベクターとして期待される (Broza et al., 2001; Dormph, 2001)。

しかし、食菌性トビムシの多くはきのこ栽培上の害虫となる。ムラサキトビムシ科ムラサキトビムシ *Hypogastrura communis* Folsom、アミメムラサキトビムシ *Willemgastrura reticulata*. (Börner)、ウスズミトビムシ *Hypogastrura denticulate* (Bagnall)、イボトビムシ科 *Odotella* sp.、フシトビムシ科 *Isotoma* sp.、トビムシ

科 *Tomocerus* sp.、シロトビムシ科クロトビムシモドキ *Lophognathella choreutes* Börner、マルトビムシ科セグロマルトビムシ *Ptenothrix corynephora* Börner などが、マツタケ *Tricholoma matsutake* (S. Ito & Imai) やシイタケ *Lentinula edodes* (Berk.) の害虫として記録されている (有田, 1975a; 坪井, 1981; Tsuneda & Arita, 1982; 古川・野淵, 1986)。カッショクヒメトビムシ (= ヒメウスイロトビムシ) *Hypogastrura denisana* (Yosii) は、Sawahata et al. (2000) の長野県内の調査地では、野生きのこの子実体から採集された全トビムシ個体の 98.5% を占め、腸管内にはハラタケ目の胞子が多数発見された (澤畠ら, 2001)。山下・肘井 (2000) は、子実体からムラサキトビムシ科 (*Hypogastruridae*)、トゲトビムシ科 (*Tomoceridae*)、アヤトビムシ科 (*Entomobryidae*) を採集したが、ムラサキトビムシ科は最も広範なきのこから採集された。トビムシの多くは広食性と考えられるが、それでも菌糸に対する好みがあり、シロトビムシ科の *Onychiurus subtenuis* Folsom はカナダアルバータ州のロッジポールマツ林リターに普通にみられる菌叢に特に選好性を示すことが明らかとなっている (Kaneko et al., 1995)。

きのこ栽培、特に林内で原木栽培を行う場合、しばしば子実体がトビムシに摂食される。トビムシはカサのひだ内にも多く見られるが、柄の表面に穴を開けて内部に侵入して組織をスポンジ状に食い荒らすことがある。しかし土壌動物の多くでは子実体食よりも菌糸食の方が普通とされることから、おそらくトビムシも例外ではないだろう (金子, 2000)。Tsuneda & Arita (1982) はシイタケ子実体が発生しない季節にはトビムシはほだ木上の害菌の菌糸を摂食していることを確認し、トビムシ個体数を抑えるためにはこれらの菌の防除が必要であるとした。また坪井 (1995) は、きのこを食害するトビムシ防除法としてほだ場から落葉層や腐葉層を除くことを提案している。

アザミウマ目・カメムシ目

アザミウマ目では、菌食が祖先形質と考えられる (Mound et al., 1980)。メロアザミウマ科 (*Merothripidae*) はすべての種が菌食とされ、日本では *Merothrips* 属 2 種が記録されている (岡島, 1996)。クダアザミウマ科 (*Phlaeothripidae*) の *Idolothripinae* は菌食に特化した亜科と考えられる (Mound & Palmer, 1983)。日本産食菌性アザミウマはかなりの数に上ると考えられるが、食菌性アザミウマがきのこ栽培で発生したという報告は少なく (松本, 1962; 小倉, 2001 など)、害虫として重要視されていない。今後日本のきのこ栽培で害虫化するかどうかは不明である。海外のマッシュルーム栽培でもほとんど問題になっていないが、これはきのこが屋内で栽培されるのでアザミウマが侵入しにくいためとも考えられる。

カメムシ目ヨコバイ亜目は主に植物食である。またカメムシ亜目のほとんどは、植物食 (吸汁) または動物食 (捕食性) である。カスミカメムシ科 (*Miridae*) のキノコカスミカメムシ亜科 (*Cylapinae*) はきのこなどの菌

類に依存して生活するとされるが、きのこ生息性の他の昆虫の捕食と菌食の両食性が予想されている (安永ら, 2001)。これまでにきのこ食害虫としての記録はないが、ヒダナシタケ目の子実体からしばしば採集される (岡部未発表)。

コウチュウ目

きのこを摂食するものでも種によって摂食部位が異なり、胞子食、(栄養) 菌糸食、子実体食などに分けられる。更に子実体食にもカサを好むもの、柄を好むもの、管孔部子実層を好むものなどがある。朽ち木を摂食する甲虫はしばしば同時に菌糸を摂食していると考えられるが、これらを明らかにした研究はほとんどない。きのこ子実体生息甲虫のリストは、比較的限られた地域からの採集データとしてしばしば発表されている (Graves, 1960; 楨原ら, 1972; Fogel & Peck, 1975; 説田, 1993; 都野, 2001 など)。しかし、必ずしもそれぞれの昆虫の生態に言及しておらず、子実体に生息イコール子実体食ではない。今後、子実体生息昆虫群集としての解析、あるいは生態系における役割等を検討した研究が望まれる。また、食菌性甲虫の中から潜在的なきのこ栽培害虫を見つけるだけでなく、きのこに特異的に見られる捕食者を探索することで、天敵を発見することも重要である。以下は、昆虫の分類群ごとにまとめた。

エンマムシ上科の幼虫は捕食性である。しばしば子実体から発見されるが、キノコエンマムシ *Margarinotus boleti* (Lewis) などはきのこの子実体内に生息し、同じ子実体に生息する昆虫の幼虫を捕食している (大原, 1998)。

ハネカクシ科 (*Staphylinidae*) ヒゲブトハネカクシ亜科 (*Aleocharinae*) は口器の形態によって、胞子食、子実体食、菌糸食 (胞子も共に摂食する) に分けられる (Ashe, 1993)。シリボソハネカクシ亜科 (*Tachyporinae*)、オオキバハネカクシ亜科 (*Oxyporinae*) などにも菌食が見られる (木村, 1998)。オオズオオキバハネカクシ *Oxyporus parvus* Sharp は、クリタケ *Hypholoma sublateritium* (Fr.)、ニガクリタケ *H. fasciculare* (Hudson: Fr.)、ナラタケ *Armillariella mellea* (Vahl: Fr.)、ナメコ *Pholiota nameko* (T. Ito) などを選好し、摂食することが明らかにされている (細田, 1999)。防除法として、細田 (1999) はほだ場からハネカクシ発生源となる野生きのこを除去することなどを提案している。胞子食のヒメキノコハネカクシ属 *Sepedophilus* は胞子の放出量が多い比較的小若子実体に集まるという (木村, 1998)。食菌性ハネカクシの生態的知見は乏しい。

貯穀害虫のヒラタムシ科 (*Cupedidae*) サビカクムネチビヒラタムシ *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) は、ある種の糸状菌を与えると幼虫がよく発育することから、貯蔵穀物だけでなくそこに発生した菌も摂食していると考えられている (Loschiavo & Sinha, 1966)。ノコギリヒラタムシ *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) もしばしば乾燥シイタケの害虫となるなど (古川・野淵, 1986, 1996)、貯穀害虫が乾燥シイタケの害虫になる例は多

い。オオキノコムシ科 (Erotylidae) やツツキノコムシ科 (Ciidae) の昆虫は、樹上性のきのこをよく利用する。特にツツキノコムシ科はサルノコシカケの仲間 (ヒダナシタケ目 Aphyllophorales サルノコシカケ科 Polyporaceae、タバコウロコタケ科 Hymenochaetaceae、ミヤマトンビマイ科 Bondarzewiaceae) を特異的に利用する (Kawanabe, 1995, 1996, 1998; 川那部, 1999)。北米できのこ標本を食害することが知られているツツキノコムシの一種 *Hadraule blaisdelli* Casey では、選好性の高い菌で幼虫の生存率も高い傾向が明らかとなった (Klopfenstein & Graves, 1989)。また Lawrence (1973) は、北米ではキクラゲやアラゲキクラゲ *Auricularia polytricha* (Mont.) が *Cis* 属や *Orthocis* 属のツツキノコムシに摂食されたり、交尾場所になったりしていることを記録している。川那部 (1999) は人工栽培では特定のきのこを集約的に生産することから、ツツキノコムシ科がキクラゲやマンネンタケ *Ganoderma lucidum* (Leyss. : Fr.) 栽培で害虫化する可能性を指摘している。ニホンホソオオキノコムシ *Dacne japonica* Crotch やセモンホソオオキノコムシ *D. picta* (Crotch) は原木栽培シイタケの害虫として重要である (古川・野淵, 1986)。ニホンホソオオキノコムシは茨城県土浦市では7月頃からシイタケのベイトトラップに大量飛来し、飛来数は初夏と秋の二山型を示す (大谷, 1992)。これに対してセモンホソキノコムシの飛来は盛夏にピークを迎える (大谷, 1993)。またセモンホソオオキノコムシ成虫の摂食及び産卵の選好性は、シイタケ子実体の発育ステージ (原基〜腐敗) に左右されることがわかっている (Sato et al., 1998, 1999)。セモンホソオオキノコムシの実験条件下での幼虫期間は、野外のシイタケ子実体の寿命よりも長い (大谷・池田, 1990; Sato et al., 1999)。従って野外では、メス成虫は発生直後の子実体に産卵して幼虫の資源利用が可能な期間をできるだけ長くし、幼虫は餌資源が枯渇した時点で蛹化するなどの戦略をとっていると推測される (Sato & Suzuki, 2001)。

シデムシ科 (Silphidae)、シバンムシ科 (Anobiidae) などは、中〜大型のやや分解の進んだ軟質菌の子実体を摂食しているのがしばしば観察される。マグソコガネ類 (Aphodiinae) やダイコクコガネ類 (Scarabaeinae) などと同様にやや老化したイグチなどを摂食することがある (木村, 1999 など)。これらが新鮮な子実体を摂食して、害虫化する可能性は低い。菌食をするゴミムシダマシ科 (Tenebrionidae) はその多くがきのこ食であるが、貯蔵食物のカビを摂食するものもある (林, 1968)。きのこ食のゴミムシダマシには、硬質菌の子実体内に生息するものと、キノコゴミムシダマシ亜科 (Diaperinae) のように生息せずに摂食のみ行うものがある (林, 1968)。安藤 (1999) は、きのこ子実体から26属のゴミムシダマシを記録している。野生シイタケからは、コモンキノコゴミムシダマシ *Spiloscapa ichihashii* (Nakane) などを採集しているが、軟質菌から採集されるゴミムシダマシは少ないとしている。一方キクラゲからは *Platydemus* 属、*Gnesis* 属、*Ceropiria* 属、*Plesiophthalmus* 属などを記録している。サルノコシカケ類から得られるゴミムシダ

マシの種類は更に多い。原木栽培シイタケでは、キマワリ *Plesiophthalmus nigrocyaneus nigrocyaneus* Motshulski やユミアシゴミムシダマシ *Promethis valgipes* (Marsuel) が腐朽木部を食害する害虫として知られる (古川・野淵, 1986)。オキナワユミアシゴミムシダマシ *Promethis okinawana* M. T. Chujo は、幼虫はほだ木を、成虫は子実体を摂食することが確認され、防除のために廃ほだ処理の重要性が指摘された (具志堅, 1993)。ホソカタムシ科 (Colydiidae) のホソマダラホソカタムシ *Sympanotus pictus* Sharp は野生シイタケを食害するほか、ほだ木樹皮下の菌糸を食害する (野淵, 1975; 竹常・枯木, 1989)。種菌としておがくず菌ではなく棒駒を利用すると、産卵を抑制できることが明らかになっている (竹常・枯木, 1989)。

ほだ木を食害するカミキリムシは10種以上知られている。そのうちナガゴマフカミキリ *Mesosa longipennis* Bates、エグリトラカミキリ *Chlorophorus japonicus* (Chevrolat)、ミドリカミキリ *Chloridolum viride* (Tomson) などは全国的に分布し、ほだ木の樹皮下や辺材部を食害して主にほだ木の寿命を短縮させる原木栽培害虫である (古川・野淵, 1996)。またハラアカコブカミキリ *Moechotypa diphyssis* (Pascoe) によるほだ木被害は、1970年代後半から九州および周辺の地域で被害が拡大した (大長光・金子, 1990)。もともと対馬に生息していたものが、原木用材と共に本土に侵入したと考えられている (金子, 1981)。ハラアカコブカミキリの幼虫はほだ木内部を食害してシイタケ菌糸の伸長を阻害するが、むしろ菌糸が広がっている部分の摂食は避けるとされ、子実体を摂食することもない。しかしカミキリ幼虫のほだ木への侵入によって、幼虫食害痕や成虫脱出孔から害菌が侵入し、シイタケの生産量は著しく減少する。大分県では伏せ込み原木本数の80%が加害された地域があった (萩原ら, 1978)。薬剤散布、*Beauveria* 菌散布、カミキリ幼虫の物理的防除などの防除法が試みられ、薬剤散布による効果が高かった (堀田・高橋, 1979; 金子ら, 1979a, b; 桑野ら, 1979a, b; 吉富ら, 1979; 竹谷ら, 1985; 大長光・金子, 1990 など多数)。ハラアカコブカミキリの被害軽減には、ほだ木への産卵を回避することが最も重要であることが明らかとなっている (大長光・金子, 1990)。藤下ら (1966) は、ほだ木を摂食するカミキリムシの防除のために植菌時期の検討や、薬剤による防除試験を行った。その結果、広島県の試験地では12月に植菌するよりも3月に植菌したほうがカミキリ幼虫の食入が多いことが明らかとなった。このほか、クワガタムシ (Lucanidae)、ゴミムシダマシ類、ハナムグリなどもほだ木を摂食し害虫となることがある (藤下・岡田, 1965; 藤下ら, 1967; 古川・野淵, 1996; 小倉, 2001)。

貯穀害虫として知られるヒラタコクヌストモドキ *Tribolium confusum* Jacquelin du Val は糸状菌の持つ化学物質に対して集合性を示す (Starratt & Loschiavo, 1971)。貯穀害虫として知られる昆虫が乾燥きのこを食害する例は多く、糸状菌由来の化学物質に誘引されている可能性がある。ヒラタムシ科には乾燥きのこを食害するものが

多い(野淵, 1975; 古川・野淵, 1986)。

キクイムシ(キクイムシ科 Scolytidae、ナガキクイムシ科 Platypotidae)の多くは食菌性である。また、食菌性ではなく食材性でありながら、特定の菌を運び共生しているものもある。たとえば、台風後などに北海道で生立木枯死被害を発生させた食材性ヤツバキクイムシ *Ips typographus japonicus* Nijima は *Ceratocystis* 属や *Ophiostoma* 属などの複数の菌と共生している(Yamaoka et al., 1997)。養菌性キクイムシがほだ木から発見されることがあるが、キクイムシの穿孔による被害は報告されていない(野淵, 1980a, b)。近年、カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* (Murayama) は本州日本海側や九州南部でナラ・カシの集団枯損を引き起こしている(伊藤, 1998; 衣浦, 2002 など)。カシノナガキクイムシが運ぶ菌のうち *Raffaelea* 属菌が生立木の急激な萎凋症状を引き起こし、ひいては集団枯損の直接原因となっているとされる(伊藤, 1998)。枯損したコナラ *Quercus serrata* Blume やミズナラ *Q. crispula* Blume の有効な利用法として、シイタケ原木に使用できることが確認された(野崎ら, 2003; 野崎・小林, 2004)。しかし、カシノナガキクイムシにはしばしばシイタケ子実体を食害する *Histiogaster* 属のダニが便乗することから(岡部・阿部, 1998)、被害材の樹皮下にこのダニが生息している可能性が高いと考えられる。従って、ダニによるシイタケ被害が起らないよう原木として使用する前にダニの防除を徹底するなど、利用法を検討する必要がある。

ハエ目

ガガンボ科(Tipulidae)の *Linomonina* spp. および *Ula* spp. 幼虫はしばしば野生及び栽培きのこから採集される(岩村・野淵, 1954a, b)。これらの多くが食菌性と考えられ、特に *Ula* 属の幼虫はきのこ食専門である(鳥居, 1997)。*Helius* 属の幼虫は比較的古いシイタケ菌床表面に生息し、千葉県でしばしば発生が確認されている(後藤・伊藤, 1995)。また、オオキバネヒメガガンボ *Metalimnobia bifasciata* Alexander のシイタケ菌床での発生と子実体への侵入が報告されている(堀田ら, 1996)。チョウバエ科マツタケチョウバエ(*Psychodocha fungicola* (Tokunaga))や *P. nigriventris* (Tokunaga) 幼虫はマツタケを加害することが知られている(清久, 1958)。

キノコバエ科(Mycetophilidae)の幼虫の菌食はよく知られている。たとえば、*Bolitophila* 属や、ナミキノコバエ亜科(Mycetophilinae)の幼虫はきのこ子実体を摂食する(三枝, 1997)。またマドキノコバエ亜科Sciophilinaeの幼虫には、子実体上に網を張って子実体を摂食するものや朽ち木の中に生息して朽ち木ごと菌糸を摂食するものがある(三枝, 1997)。Bruns (1984)はアメリカ中部で野生きのこを採集して羽化した昆虫を調べ、キノコバエ科がハエの中で最も早く羽化してくるのを確認した。このことは、これらのキノコバエの発育が短命なきのこ子実体に適応していることを示唆している。キノコバエ類は特にマツタケ、ナラタケ、栽培シイタケ、ツクリタケ、ナメコなどの害虫として多くの記録があ

り、防除に関しても研究されている(佐々木, 1935; 岩村・野淵, 1954a, b; 石谷ら, 1995; 古川・野淵, 1996 など)。特に、*Tetragoneura matsutakei* Sasaki はオオマツタケバエの和名を持ち、マツタケを加害する(佐々木, 1935)。笹川(1993)は、マッシュルーム栽培でクロバネキノコバエ科 *Lycoriella* 属2種、*Bradysia* 属1種を害虫として確認している。また *B. fungicola* (Winnertz) によるカワラタケの摂食、*B. morio* (Fabricius) によるニガクリタケへの飛来事例に基づいて、これら2種のマッシュルーム栽培における害虫化を示唆している。後藤・伊藤(1995)はきのこ菌床栽培上の害虫のクロバネキノコバエ類として、*Lycoriella auripila* (Fitch)、ツクリタケクロバネキノコバエ *L. mali* (Fitch)、チバクロバネキノコバエ *B. paupera* Tsuomikoski、チビクロバネキノコバエ *B. agrestis* Sasakawa の4種を挙げ、特に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を重要種とした。後者では幼虫による子実体原基の摂食が確認されているが、前者は成虫による病原菌の媒介の可能性も示唆されている(Fletcher et al., 1989)。また、ナカマドキノコバエ *Neoempheria ferruginea* (Brunetti) やオオショウジョウバエ *Drosophila immigrans* Sturtevant のように、ハエに対する不快感から防除を要するものもあった(岩澤, 1999)。

キノコバエ防除には粘着トラップとライトトラップの併用が有効である(石谷ら, 1997; 後藤ら, 1999; 後藤・石谷, 2000)。このほかフェロモントラップの開発も試みられている。チバクロバネキノコバエでは配偶行動が明らかとなっており、雌性フェロモンの有効性が示唆されている(劉ら, 2002)。食菌性のキノコバエを病害防除に利用した試みもある。クロバネキノコバエ科の一種、ジャガイモクロバネキノコバエ *Pnyxia scabiei* (Hopkins) は土壌病害菌 *Rhizoctonia solani* Kühn の菌核を摂食し土壌中の菌核密度を下げた(Naito & Makino, 1995)ことから、防除への利用が期待される。

キノコバエの中には子実体に被害を及ぼすセンチュウを伝搬するものがある。たとえば、ナミトモナガキノコバエ(*Rhymosia domestica* Meigen)は自身がきのこを加害するだけでなく、ヒラタケ白こぶ病を引き起こすヒラタシラコブセンチュウ *Itonchium unguatum* Tsuda & Futai を媒介する(Tsuda et al., 1996; Tsuda & Futai, 1999; 津田, 2000; 田中ら, 2002)。このセンチュウはキノコバエ体内に寄生する昆虫寄生世代と、ヒラタケ *Pleurotus ostreatus* (Jaq.:Fr.) 子実体などを摂食する菌食世代を持ち、単一の種でありながら全く異なる2つの食性を示す(Tsuda et al., 1996; Tsuda & Futai, 1999; 津田, 2000)。ヒラタケ白こぶ病の被害はヒラタケをネットで覆ったり、ハウス栽培を行ってキノコバエの接触を断つことにより予防することができる(金子, 1983; 田中ら, 2002)。逆にセンチュウをきのこ害虫の天敵として利用する試みもある。海外ではスタイナーネマ *Steinernema carpocapsae* (Weiser) をクロバネキノコバエの防除に利用する研究がなされた(Grewal & Richardson, 1993)。キノコバエはしばしばダニの媒

介者にもなる。我が国ではほとんど確認されていないが、海外ではクロバネキノコバエやノミバエ、イエバエなどはヒナダニ類の便乗寄主であることが明らかにされている (Binns, 1979; Clift & Toffolon, 1981; Clift & Larsson, 1987)。またハエの卵を捕食するダニがハエに便乗していることも報告されている (Binns, 1972)。捕食性ダニの *Hypoaspis miles* Berlese は、きのこ栽培における生物農薬としてハエ卵の捕食による防除に用いられている (Ali et al., 1999)。

このほか、ユスリカ科 (Chironomidae)、ニセケバエ科 (Scatopsidae)、ノミバエ科 (Phoridae)、トゲハネバエ科 (Heleomyzidae)、タマバエ科 (Cecidomyiidae)、イエバエ科 (Muscidae) などが、マツタケを食害したことが記録されている (佐々木, 1935; 清久, 1958; 古川・野淵, 1996)。佐々木 (1935) は *Aphiothaeta matsutakei* をマツタケバエとして記載しているが、現在マツタケバエの和名は *Megaselia (Aphiochaeta) flava* (Fallen) に対して使われる。

食菌性のタマバエ幼虫は普通、朽ち木、腐植、植物体上、虫えい内で菌糸を摂食する (湯川, 1997)。これまでに幼生生殖するタマバエの一種スペイヤーキノコタマバエ *Mycophila speyeri* Barns によるヒラタケ菌糸の食害が記録され、同種がナメコ、マイタケ *Grifola frondosa* (Dicks.: Fr.)、キクラゲ、マッシュルームなどの食用きのこを加害する可能性が指摘された (讀井・湯川, 1986; 湯川, 1986; 湯川ら, 1988)。湯川ら (1988) によると成虫には正の走光性があることから、誘蛾灯による捕殺の効果が期待される。また湯川 (1996) はこのタマバエが閉鎖環境の栽培舎からしか発見されないこと、栽培歴が長い栽培者でも発生を経験していないことから、種菌販売に伴い、近年人為的に国外から持ち込まれたのではないかと推測した。そして、きのこ輸入は植物防疫法による検査を必要としないことから外国から害虫が侵入する可能性が高いことを指摘した。

野生きのこ子実体には、ショウジョウバエ (*Drosophilidae*) 成虫が群がっているのがしばしば観察される。このようなショウジョウバエの成虫は孢子食、幼虫は菌糸食とされる (渡部, 1997)。京都で4月から12月にかけて調査した結果では、ハラタケ目 Agaricales、ヒダナシタケ目 Aphyllophorales、キクラゲ目 Auriculales、スッポンタケ目 Phallales ではショウジョウバエの個体数が他の昆虫を上回った (都野, 2001)。ショウジョウバエは硬質菌よりも、むしろハラタケ目のような軟質菌をより頻繁に利用する (Hanski, 1989)。このことは、ショウジョウバエの口器の構造が一因であろう (Lawrence, 1989)。アメリカ合衆国東部の調査および実験結果では、約 22℃ では約 14 日間で生活史が完結した (Lacy, 1984)。きのこ食ショウジョウバエは生活史が短いだけでなく、普通蛹化の際にリターや土壤中へ移動することから、柔らかく短命なきのこでも餌 (及び生息場所) として利用できることがわかる。普通野外では、子実体 1 個に対して複数種のショウジョウバエが共存しているが、これに対しては棲み分け共生のモデルが提唱

されている (Shorrocks et al., 1990; Sevenster, 1996; Sevenster & van Alphen, 1996; Toda et al., 1999)。これらきのこ食ショウジョウバエは、孢子伝搬に関わっている可能性が示唆されている (Tuno, 1998, 1999)。このようにキノコショウジョウバエでは、きのこ害虫としての研究よりもむしろ生態学的、遺伝学的研究がよく知られている。これまでのところショウジョウバエは栽培きのこ害虫として重要視されていないが、しばしばマツタケの食害が報告されている (古川・野淵, 1996)。

チョウ目

ほとんどの成虫は口吻を持ち、吸汁する (ただしカイコガ科 (*Bombycidae*) などでは口吻が退化し、摂食を行わない)。チョウやガの成虫の菌食は記録されておらず、ここで食菌性について議論するのは幼虫についてのみである。

ヤガ科 (*Noctuidae*)、ヒロズコガ科 (*Tineidae*) には、菌食が見られる (杉, 1997)。ヤガ科ムラサキアツバ (=ムラサキクチバ) *Diomea cremata* (Butler) の幼虫は、野外では樹上のカワラタケ類などのきのこしか摂食しない (吉本, 1997)。しかし後藤・伊藤 (1995) は本種によるシイタケ菌床表面及び子実体の食害が、比較的頻繁に起こっている。キノコヨトウ亜科 *Bryophila* 属はきのこの摂食が記録されている (村上, 1983; 古川・野淵, 1996)。

ヒロズコガ科コクガ *Nemapogon granellus* (Linnaeus) は貯穀害虫として知られ、幼虫が乾燥シイタケを加害する (古川・野淵, 1986 ほか多数)。有田 (1975b) は乾燥シイタケの害虫としてシイタケガ *Acarolepida shiitakei* (Pletellidae) を挙げているが、シイタケガはコクガと同一種である。乾燥が不十分であると発生しやすいとされる (坪井, 1994)。1985 年の農林規格検査所の調査では、輸出入乾燥シイタケからはコクガ、ハウカクムネヒラタムシ *Cryptolestes pusilloides* Steel & Howe、ニホンホソオオキノコムシ、シイタケオオヒロズコガ *Morophagoides moriutii* Robinson の 4 種の発見頻度が高かった (川中ら, 1985)。これらのうちシイタケオオヒロズコガは、ほだ木及び子実体を食害する害虫である (森内, 1975; 古川・野淵, 1986 ほか多数)。シイタケオオヒロズコガは愛知県下では年 2 回 (6、9 月) 発生ピークがあり (加藤・沢口, 1984)、栃木県下では 7 月頃に年 1 回の発生が見られる (横溝, 1968)。本種には性フェロモンを利用した雄誘殺や発生予察が試みられている (加藤, 1987)。おがくず種菌の利用、過湿環境が本種の侵入を誘導し、被害を助長することが明らかとなっている (坪井, 1994)。

最近、大長光・川端 (2002) によってミノガ科クロツヤミノガ *Bambalina* sp. の生シイタケ子実体の食害が報告された。実験によりこのガによる、ハイゴケ *Hypnum subimponens* Lesq. やムササビタケ *Psathyrella piluliformis* (Bull.: Fr.) の摂食も観察された。

まとめ

主なきのこ害虫を Table 1 にまとめた。食用きのこは、栽培きのこことマツタケのように栽培できない（あるいは、されない）が慣習的に食用とされる野生のきのこに大別することができる。野生のきのこからは幅広い分類群の節足動物が、多数採集される。しかし野生のきのこでは食菌性の生物による加害を阻止することはきわめて難しい。これに対して、栽培きのこは施設栽培のように人工的な環境になるほど、発生する害虫の種類は限られる。Table 1 から原木栽培特有の害虫はトビムシ類や甲虫類であることがわかる。さらに、多くの昆虫がダニやセンチュウなどの病害菌を伝搬する生物の分散を助ける、便乗寄主にもなっている。原木栽培は林内で行われることが多くオープンなことから加害種は幅広く、節足動物のみならずナメクジ、サル、鳥などに及ぶ。一方菌床栽培きのこは一般に屋内などの遮蔽物の内部で行われ環境も制御されることから、原木栽培と害虫相は異なり、また大型の害虫や脊椎動物が発生することはほとんどない。1) 原木栽培でも菌床栽培でも発生すること、2) 栽培きのこの種類にかかわらず発生すること、3) 増殖率の高いものが多いこと、などから栽培法にかかわらず発生する主要害虫はハエ類であることが明らかとなった (Table 1)。

海外ではマッシュルーム栽培におけるハエやコナダニ防除に、捕食性ダニの利用が試みられている (Enkegaard et al., 1997; Ali et al., 1999)。施設栽培ではこのような生物的防除などを取り入れ、害虫や害菌を効率的に、できる限り農薬散布をすることなく防除する体系を整えることが望まれる。また病害虫の分散機構を解明して、侵入経路を遮断することが重要である。野外の原木栽培は害虫管理が難しいと考えられるが、今後、フェロモントラップなどの利用を含めた有効な防除法開発が期待される。

本総説では対象生物を節足動物に限ったこと、引用文献にも制限を設けたことから、きのこを加害する生物が網羅されているわけではない。きのこ栽培における総合的害虫・害菌防除手法を確立するためにも、今後の研究の発展とその公表に期待したい。

謝辞

森林総合研究所東北支所後藤忠男博士から数多くの貴重なコメントを得た。ここに深く感謝の意を表する。

引用文献

- Ali, O., Dunne, R. and Brennan, P. (1999) Effectiveness of the predatory mite *Hypoaspis miles* (Acari: Mesostigmata: Hypoaspidae) in conjunction with pesticides for control of the mushroom fly *Lycorella solani* (Diptera: Sciaridae), Exp. Appl. Acarol., **23**, 65-77.
- 安藤清志 (1999) キノコに集まるゴミムシダマシ, 昆虫と自然, **34**(5), 4-8.
- 青木淳一 (1980) 土壌動物, 北隆館, 814 p.
- 有田立身 (1975a) シイタケ害虫について (1), 菌蕈,

21(2), 42-45.

- 有田立身 (1975b) シイタケ害虫について (2), 菌蕈, **22**(3), 29-35.
- Ashe, J. S. (1993) Mouthpart modifications correlated with fungivory among Aleocharine staphylinids (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae). In Scharfer, C. W. and Leschen, R. A. B. (eds.) "Functional morphology of insect feeding", Thomas say publications in Entomology, Proc. Entomol. Soc. Amer. Texas, 105-130.
- Binns, E. S. (1972) *Arctosseius cetratus* (Sellnick) (Acarina: Ascidae) phoretic on mushroom sciarid flies, Acarologia, **14**, 351-356.
- Binns, E. S. (1979) *Scutacarus baculitarsus* Muhunka (Acarina: Scutacaridae) phoretic on the mushroom phorid fly *Megaselina halterata* (Wood), Acarologia, **21**, 91-107.
- Binns, E. S. (1982) Phoresy as migration-some functional aspects of phoresy in mites, Biol. Rev., **57**, 571-620.
- Broza, M. R., Pereira, M. and Stimac, J. L. (2001) The nonsusceptibility of soil Collembola to insect pathogens and their potential as scavengers of microbial pesticide, Pedobiol., **45**, 523-534.
- Bruns, T. D. (1984) Insect mycophagy in the Boletales: fungivore diversity and the mushroom habitat. In Wheeler, Q. and Blackwell, M. (eds.) "Fungus-insect relationships", Columbia Univ. Press, NY, 91-129.
- 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 Larsson, S. F. (1987) Phoretic dispersal of *Brennandania lambi* (Kczal) (Acari: Tarsonemida: Pygmephoridae) by mushroom flies (Diptera: Sciaridae and Phoridae) in New South Wales, Australia, Exp. Appl. Acarol., **3**, 11-20.
- Clift, A. D. and Toffolon, R. B. (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.
- Cross, E. A., and Kaliszewski, M. J. (1988) The life history of a mushroom pest mite, *Pediculaster flechtmanni* (Wicht) (Acari: Pygmephoridae), with studies of alternate morph formation, Environm. Entomol., **17**, 309-315.
- Dormph, K. M. (2001) Dispersal of entomopathogenic fungi by collembolans, Soil Biol. Biochem., **33**, 2047-2051.
- Enkegaard, A., Sardar, M. A. and Brødsgaard, H. F. (1997) The predatory mite *Hypoaspis miles*: biological and demographic characteristics on two prey species, the mushroom sciarid fly,

- Lycoriella solani*, and the mould mite, *Tyrophagus putrescentiae*, Entomol. Exp. Appl., **82**, 135-146.
- Fletcher, J.T., White, P.F., and Gaze, R.H. (1989) Mushrooms: Pest and Disease Control, 2nd Edition, Intercept, UK, 174p.
- Fogel, R. (1975) Insect mycophagy: a preliminary bibliography, USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-36, 1-21.
- Fogel, R. and Peck, S. B. (1975) Ecological studies of Hypogeous fungi. I. Coleoptera associated with sporocarps, Mycologia, **67**, 741-747.
- 藤下章男・岡田剛 (1965) シイタケほだ木の虫害防除に関する研究 (I) —ほだ木を食害する種類 (鞘翅目) とその発生数—, 広島林試研報, **1**, 177-184.
- 藤下章男・岡田剛・枯木熊人 (1966) シイタケほだ木の害虫防除に関する研究 (その二) —ほだ木の植菌時期と管理による害虫防除と薬剤による防除—, 広島林試研報, **2**, 117-118.
- 藤下章男・岡田剛・枯木熊人 (1967) シイタケほだ木の害虫防除に関する研究—害虫の種類と加害様式および生態的、科学的防除法の考察—, 広島林試研報, **3**, 9-27.
- 福田秀志 (2000) 微生物を組み込んだ昆虫の繁殖戦略—キバチによる木材利用, “森林微生物生態学” 二井一禎・肘井直樹編著, 朝倉書店, 163-178.
- 古川久彦・野淵輝 (1986) 栽培きのこ害菌・害虫ハンドブック, 全国林業改良普及協会, 256p.
- 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, 282p.
- 後藤忠男・石谷栄二 (2000) きのこ菌床栽培の害虫クロバネキノコバエ類に対する誘殺トラップ, 林業と薬剤, **154**, 1-6.
- 後藤忠男・伊藤雅道 (1995) 菌床栽培における主要害虫の簡易同定法とクロバネキノコバエ類の防除法, “きのこ菌床栽培の病原菌と害虫” 農林水産省農林水産技術会議事務局・林野庁森林総合研究所編, アサヒビジネス, 41-54.
- 後藤忠男・中牟田潔・所 雅彦・中島忠一 (1999) ツクリタケクロバネキノコバエの交尾行動と性フェロモンの存在, 応動昆, **43**, 181-184.
- Graves, R. C. (1960) Ecological observations on the insects and other inhabitants of woody shelf fungi (Basidiomycetes: Polyporaceae) in the Chicago area, Ann. Entomol. Soc. Amer., **53**, 61-78.
- Grewal, P. S. and Richardson, P. N. (1993) Effect of application rate of *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) on biological control of the mushroom fly *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae), Biocontr. Sc. Techn., **3**, 29-40.
- 具志堅允一 (1993) オキナワユミアシゴミムシダマシによるシイタケ被害について, 沖縄林試研報, **36**, 63-69.
- 萩原幸弘・川室雄二郎・桑野功・友成明夫・佐藤真一・上村豊治 (1978) ハラアカコブカミキリムシ大分県下に定着・繁殖, 森林防疫, **27**, 112-117.
- Hanski, I. (1989) Fungivory: fungi, insect and ecology. In Wilding, N., Collins, N. M., Hammond, P. M. and Webber, J. F. (eds.) “Insect-fungus interactions”, Academic Press, London, 25-68.
- 林長閑 (1968) ゴミムシダマシ科幼虫の食物, 昆虫と自然, **3**(3), 25.
- Hill, A. and Deahl, K. L. (1978) Description and life cycle of a new species of *Histiostoma* (Acari: Histiostomatidae) associated with commercial mushroom production, Proc. Entomol. Soc. Wash., **80**, 317-329.
- 細田浩司 (1999) オオズオオキバハネカクシによるツクリタケ被害例およびキノコ類数種に対する選好性の比較, 茨城病虫害研報, **38**, 22-27.
- 堀田隆・高橋和博 (1979) ハラアカコブカミキリムシの防除に関する研究, 日林九支研論, **32**, 377-378.
- 堀田義昭・岩澤勝巳・石谷栄次 (1996) 千葉県におけるオオキバネヒメガガンボ (*Metakimnobia bifasciata*) の発生と防除試験, 日林関東支論, **48**, 83-84.
- 石谷栄二・後藤忠男・川崎隆志 (1997) ツクリタケを加害するクロバネキノコバエ成虫に対する光誘引粘着トラップの考案とその誘引性, 応動昆, **41**, 141-146.
- 石谷栄次・伊藤雅道・大河内勇 (1995) 菌床シイタケ生産施設におけるツクリタケクロバネキノコバエ (*Lycoriella mali*) の被害 (I), 日林関東支論, **46**, 137-138.
- 石谷栄次・新島溪子・伊藤雅道 (1993) 千葉県のツクリタケ生産施設におけるクロバネキノコバエ類の1種 (*Lycoriella mali*) の被害, 日林関東支論, **46**, 175-176.
- 伊藤良作・須磨靖彦・田中真悟 (1999) トビムシ目, “日本産土壤動物” 青木淳一編, 東海大学出版会, 724-787.
- 伊藤進一郎 (1998) ナラ類集団枯死被害とそれに関連する菌類, 林業と薬剤, **145**, 7-14.
- 岩村通正 (1955) 松茸の蠅について, 缶詰時報, **34**, 48-55.
- 岩村通正・野淵輝 (1954a) マツタケの害虫について (第III報) 害虫相とその防除, 日林誌, **36**, 335-339.
- 岩村通正・野淵輝 (1954b) 松茸の害虫について (第4報) 本邦産の松茸害虫, 昆虫, **22**, 7-12.
- 岩澤勝巳 (1999) 菌床シイタケ生産施設に発生したナカ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.
- 岩澤勝巳・石谷栄次 (2005) 露地発生の原木シイタケ子実体に発生した *Exechia insularis* (フタモントンボキノコバエ) の被害, 日林関東支論, **56**, 191-192.
- 金子信博 (2000) 土壌生態系の微生物と動物の相互作用, “森林微生物生態学” 二井一禎・肘井直樹編, 朝倉書店, 83-90.

- Kaneko, N., McLean, M. A., and Parkinson, D. (1995) Grazing preference of *Onychiurus subtenis* (Collembola) and *Oppeia nova* (Oribatei) for fungal species inoculated on pine needles, *Pedobiol.*, **39**, 538-546.
- 金子周平 (1981) 福岡県のシイタケほだ木害虫について, 菌蕈, **27**(2), 28-31.
- 金子周平 (1983) ヒラタケのいぼ病 (仮称) とその防除, 森林防疫, **32**, 201-203.
- 金子周平・小河誠司・大長光純・佐々木重行・主計三平 (1979a) ハラアカコブカミキリに関する研究 (I) —薬剤による殺虫効果と残留—, 日林九支研論, **32**, 379-380.
- 金子周平・小河誠司・大長光純・中島康博・国生義信・大場好美 (1979b) ハラアカコブカミキリに関する研究 (I) —臭化メチルによる殺虫効果と残留性について—, 日林九支研論, **32**, 381-382.
- Kantaratanakul, S. and Jitrat, S. (1984) Bionomics of the pyemotid mite *Luciaphorus hauseri* infesting cultivated jew's ear fungus *Auricularia polytricha* in Thailand. In Griffiths, D. A. and Bowman, C., E. (eds.) "*Acarology VI vol.1*", Ellis Horwood Publ., Chichester, 622-628.
- 加藤龍一 (1987) シイタケオオヒロズコガの生態と防除, 菌蕈, **33**(1), 38-42.
- 加藤龍一・沢口章三 (1984) シイタケオオヒロズコガについて, 愛知林試報, **20**, 93-111.
- Kawanabe, M. (1995) List of the host fungi of the Japanese Ciidae (Coleoptera), I, *Elytra*, **23**, 312.
- Kawanabe, M. (1996) List of the host fungi of the Japanese Ciidae (Coleoptera), II, *Elytra*, **24**, 211-212.
- Kawanabe, M. (1998) List of the host fungi of the Japanese Ciidae (Coleoptera), III, *Elytra*, **26**, 311-312.
- 川那部真 (1999) サルノコシカケとツツキノコムシ科甲虫類, 昆虫と自然, **34**(5), 26-30.
- 川中博敏・増田恵子・中元直吉 (1985) 乾しいたけの昆虫相調査, 農林規格検査所調査研究報告, **9**, 70-74.
- 木村史明 (1998) きのに集まる甲虫. "日本動物大百科 **10**. 昆虫 III" 日高敏隆監修, 平凡社, 106-107.
- 木村史明 (1999) キノコと甲虫, 昆虫と自然, **34**(5), 2-3.
- 衣浦晴生 (2002) カシノナガキクイムシの分布、発生生態、及び防除対策, "森林をまもる" 全国森林病虫獣害防除協会編, 全国森林病虫獣害防除協会, 75-86.
- 清久正夫 (1958) マツタケ害虫の種類と被害, 岡山大農学報, **11**, 49-59.
- Klopfenstein, P. C. and Graves, R. C. (1989) Feeding preference and adult survival of *Hadraule blaisdelli* (Coleoptera: Ciidae) on different host fungi (Polyporaceae), *Entomol. News*, **100**, 157-164.
- Komonen, A. (2001) Structure of insect communities inhabiting old-growth forest specialist bracket fungi, *Ecol. Entomol.*, **26**, 63-75.
- Kukor, J. J. and Martin, M. M. (1987) Nutritional ecology of fungus-feeding arthropods. In Slansky, F. Jr, and Rodriguez, J. G. (eds.) "*Nutritional ecology of fungus-insects, mites, spiders and related invertebrates*", John Wiley & Sons, NY, 791-814.
- 桑野功・黒木隆典・川室雄二郎・萩原幸弘 (1979a) 大分県におけるハラアカコブカミキリの生態並び防除の試み (Ⅲ) —臭化メチルによる実験防除—, 日林九支研論, **32**, 387-388.
- 桑野功・黒木隆典・川室雄二郎・萩原幸弘 (1979b) 大分県におけるハラアカコブカミキリの生態並び防除の試み (Ⅳ) —臭化メチルによる実用化防除—, 日林九支研論, **32**, 389-390.
- Lacy, R. C. (1984) Ecological and genetic responses to mycophagy in Drosophilidae (Diptera), In Scharfer, C. W. and Leschen, R. A. B. (eds.) "*Functional morphology of insect feeding*", Thomas say publications in Entomology Proc. Entomol. Soc. Amer. Texas, 286-301.
- Lawrence, J. F. (1973) Host preference in ciid beetles (Coleoptera: Ciidae) inhabiting fruiting bodies of basidiomycetes in North America, *Bull. Museum Comparat. Zool. Harvard Univ.*, **145**, 419-522.
- Lawrence, J. F. (1989) Mycophagy in the Coleoptera: feeding strategies and morphological adaptations. In Wilding, N., Collins, N. M., Hammond, P. M. and Webber, J. F. (eds.) "*Insect-fungus interactions*", Academic Press, London, 2-24.
- 劉 益寧・本田洋・河野義明 (2002) チバクロバネキノコバエ (*Bradysia paupera*) の配偶行動とその制御要因, 応動昆, **46**, 23-30.
- Loschiavo, S. R. and Sinha, R. N. (1966) Feeding, oviposition, and aggregation by the rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae) on seed-borne fungi, *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **59**, 578-585.
- 榎原寛・竹野功一・中條道崇 (1972) 英彦山におけるツキヨタケより得られた昆虫類, 九大農芸誌, **26**, 595-600.
- Martin, M. M. (1979) Biochemical implications of insect mycophagy, *Biol. Rev.*, **54**, 1-21.
- 松本由友 (1962) シイタケ栽培の害虫とその防除 (2), 菌蕈, **8**(12), 4-9.
- 森内茂 (1975) シイタケの害虫シイタケオオヒロズコガ, 森林防疫, **25**, 87-92.
- Mound, L. A. and Palmer, J. M. (1983) The generic and tribal classification of spore-feeding *Thysanoptera* (Phlaeothripidae: Idolothripinae), *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Entomol. Ser.*, **46**, 1-174.
- Mound, L. A., Heming, B. S. and Palmer, J. M. (1980) Phylogenetic relationships between the families of recent *Thysanoptera* (Insecta), *Zool. J. Linn. Soc.*, **69**, 111-141.

- 村上康明 (1983) キノコを食う昆虫たち, 植物と自然, **17**(3), 18-21.
- Naito, S. and Makino, S. (1995) Control of sclerotia of *Rhizoctonia solani* by a sciarid fly, *Phnyxia scabiei*, in soil, *JARQ*, **29**, 31-37.
- 中村公義 (1986) 春から問題にしたい害虫・害菌 キノコバエ, 信州のそ菜, **369**, 44-45.
- 野淵輝 (1975) シイタケの害虫, 植物防疫, **29**, 11-16.
- 野淵輝 (1980a) シイタケほだ木のアンブロシア穿孔虫 (I), 森林防疫, **29**, 81-87.
- 野淵輝 (1980b) シイタケほだ木のアンブロシア穿孔虫 (II), 森林防疫, **29**, 109-115.
- 野崎愛・小林正秀 (2004) カシノナガキクイムシ侵入枯死木を用いた食用きのこ栽培, 森林応用研究, **13**, 115-121.
- 野崎愛・小林正秀・藤田博美・芦田暢 (2003) 丸太と立木へのシイタケ食菌によるカシノナガキクイムシ防除の予備調査, 森林応用研究, **12**, 167-171.
- OConnor, B. M. (1984) Acari-fungal relationships: the evolution of symbiotic associations. In Wheeler, Q. and Blackwell, M. (eds.) "*Fungus-insect relationships*", Colombia Univ. Press, NY, 354-381.
- 小倉建夫 (2001) 椎茸好きのアザミウマ知ってますか?, りぼし, **25**, 25-29.
- 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. (1993a) Population growth and dispersal behavior of *Histiogaster* sp. (Acari: Acaridae) on several economically important fungi, *Appl. Entomol. Zool.*, **28**, 11-18.
- Okabe, K. (1993b) Developmental period and fecundity of *Histiogaster* sp. (Acari: Acaridae) on three fungi, *Appl. Entomol. Zool.*, **28**, 479-487.
- 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.
- 岡部貴美子 (1998) オーストラリアにおけるマッシュルーム栽培上のダニ害研究と食用きのこの輸入規制, 林業と薬剤, **146**, 1-5.
- 岡部貴美子 (1999) 無気門亜目 (Acari, Astigmata) の第二若虫一形態・生態的特徴と今後の研究一, 日本ダニ学会誌, **8**, 89-101.
- Okabe, K. (1999) Vectoring of *Hypocreales* (*Hypocreaceae*) by three fungivorous mite species (Acari: Acaridae), *Exp. Appl. Acarol.*, **23**, 653-658.
- 岡部貴美子・阿部実 (1998) コナダニ科の一種によるシイタケ子実体の加害, 日林九支研論, **51**, 91-92.
- Okabe, K. and Amano, H. (1992) Mite species collected from field mushrooms (I): Cryptostigmata, *J. Acarol. Soc. Jpn.*, **1**, 127-135.
- Okabe, K. and Amano, H. (1993) Mite species collected from field mushrooms (II): Mesostigmata, Prostigmata and Astigmata, *J. Acarol. Soc. Jpn.*, **2**, 19-28.
- 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, **53**, 105-106.
- 岡部貴美子・宮崎和弘 (2002) きのか菌床栽培害ダニモニタリングのための簡易トラップ法の開発, 森林総研研報, **1**, 131-133.
- 岡部貴美子・宮崎和弘・山本秀樹 (2001) きのか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, 応動昆, **36**, 75-82.
- Okada, I. (1939) Studien über die pilzmücken (Fungivoridae) aus Hokkaido, *J. Facul. Agr. Hokkaido Inper. Univ.*, **42**, 267-336.
- 岡島秀治 (1996) アザミウマ類, "日本動物大百科 8. 昆虫 I" 日高敏隆監修, 平凡社, 126-127.
- 奥田清貴 (1994) 菌床きのこ栽培で発生する虫害, 三重の林業, **259**, 4-5.
- 大原昌宏 (1998) エンマムシ上科, "日本動物大百科 10. 昆虫 III" 日高敏隆監修, 平凡社, 98-99.
- 大長光純・金子周平 (1990) 福岡県におけるハラアカコブカミキリの発生活動と防除に関する研究, 福岡林試時報, **37**, 1-58.
- 大長光純・川端良夫 (2002) シイタケ子実体を食害するクロツヤミノガ, 森林防疫, **51**, 49-51.
- 大谷栄児 (1992) シイタケの害虫, ニホンホソオオキノコムシの生活環, 日林誌, **74**, 331-336.
- 大谷栄児 (1993) シイタケの害虫, セモンホソオオキノコムシの生活環, 日林誌, **75**, 10-15.
- 大谷栄児・池田俊弥 (1990) 干しシイタケによるセモンホソオオキノコムシの大量継代飼育法, 応動昆, **34**, 205-210.
- Pielou, D. P. and Verma, A. N. (1968) The arthropod fauna associated with the birch bracket fungus, *Polyporus betulinus*, in eastern Canada, *Can. Entomol.*, **100**, 1179-1237.
- 三枝豊平 (1997) キノコバエ類とクロバネキノコバエ類, "日本動物大百科 9. 昆虫 II" 日高敏隆監修, 平凡社, p114.
- 坂田勉・滝 謙治・荻尾ひとみ (1999) ナカマドキノコバエによるシイタケ子実体食害とその防除の試み, 森林応用研究, **8**, 225-226.
- 讃井孝義・湯川淳一 (1986) 幼生生殖をするタマバエの発見とヒラタケにおける増殖と加害状況, 応動昆, **30**, 50-54.
- Sasakawa, M. (1983) Two new species of Sciaridae (Diptera), *Kontyu, Tokyo*, **51**, 319-321.

- 笹川満廣 (1993) マッシュルームを加害するクロバネキノコバエ類, 環動昆, **5**, 1-5.
- 佐々木忠次郎 (1935) 松茸の寄生蠅に就きて, 農業, 8月号, 1-4.
- Sato, T. and Suzuki, A. (2001) Effects of starvation and feeding of larvae during 4th stadia on pupation and adult size in *Dacne picta* (Coleoptera: Erotylidae), Appl. Entomol. Zool., **36**, 189-197.
- Sato, T., Nakamuta, K. and Nakashima, T. (1998) Behavioral response of *Dacne picta* (Coleoptera: Erotylidae) to different growing stages of the shiitake mushroom, *Lentinula edodes*, Appl. Entomol. Zool., **33**, 223-226.
- Sato, T., Shinkaji, N. and Amano, H. (1999) Selective oviposition by adult females and larval growth of *Dacne picta* Crotch (Coleoptera: Erotylidae) on different growing stage of the shiitake mushroom, *Lentinula edodes*, Appl. Entomol. Zool., **34**, 1-7.
- Sawahata, T., Soma, K. and Ohmasa, M. (2000) Number and food habit of springtails on wild mushrooms of three species of Agaricales, Edaphol., **66**, 21-33.
- 澤畠拓夫・相馬潔・大政正武 (2001) ハラタケ目子実体の形態と子実体上のカシヨクヒメトビムシ (*Hypogastrura denisana* Yoshii) (トビムシ目: ムラサキトビムシ科) の個体数と腸管内容物, 日菌報, **42**, 77-85.
- Seastedt, T. R. (1984) The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes, Ann. Rev. Entomol., **29**, 25-46.
- 説田健一 (1993) 木材腐朽菌キノコの鞘翅目昆虫群集の組成と構造, AKITU, Suppl.1, 1-21.
- Sevenster, J. P. (1996) Aggregation and coexistence. I. Theory and analysis, J. Anim. Ecol., **65**, 297-307.
- Sevenster, J. P. and van Alphen, J. J. M. (1996) Aggregation and coexistence. II. A neotropical *Drosophila* community, J. Anim. Ecol., **44**, 851-864.
- Shorrocks, B., Rosewell, J. and Edward, K. (1990) Competition on a divided and ephemeral resource: testing the assumptions. II. Association, J. Anim. Ecol., **55**, 1003-1017.
- Starratt, A. N. and Loschiavo, S. R. (1971) Aggregation of the confused flour beetle, *Tribolium confusum*, elicited by mycelial constituents of the fungus *Nigrospora sphaerica*, J. Insect Physiol., **17**, 407-414.
- 杉 繁郎 (1997) ガ (蛾) 類, “日本動物大百科 9. 昆虫 II” 日高敏隆監修, 平凡社, 64-65.
- Takeda, H. and Ichimura, T. (1983) Feeding attributes of four species of Collembola in a pine forest soil, Pedobiol., **25**, 373-381.
- 竹谷昭彦・松尾芳徳・森永鉄美 (1985) ハラアカコブカミキリ成虫の摂食並びに産卵に対する植物油の影響 (I) —成虫の摂食阻害—, 日林九支研論, **38**, 207-208.
- 竹常明仁・枯木熊人 (1989) シイタケほだ木の害虫ホソマダラホソカタムシの生態と防除, 広島林試研報, **23**, 17-27.
- 田中寛・津田格・山本耕三・磯和巖・柴尾学 (2002) 大阪府におけるヒラタケ白こぶ病の発生と予防, 関西病虫研報, **44**, 47-48.
- Thomas, C. A. (1956) Animals affecting cultivated mushrooms, Proc. 10th Intern. Congr. Entomol., **3**, 331-334.
- 鳥居隆史 (1997) ガガンボ類, “日本動物大百科 9. 昆虫 II” 日高敏隆監修, 平凡社, 110-112.
- 坪井正知 (1981) シイタケの主要害虫とその防除 (2), 菌茸, **27**(11), 38-41.
- 坪井正知 (1994) シイタケ害虫とその防除 シイタケオオヒロズコガ (2), 菌茸, **40**(7), 28-29.
- 坪井正知 (1995) シイタケの害虫とその防除 トビムシ類, 菌茸, **41**(2), 10-11.
- 津田格 (2000) キノコに生息する線虫, “森林微生物生態学” 二井一禎・肘井直樹編, 朝倉書店, 91-101.
- Tsuda, K. and Futai, K. (1999) *Itonchium cateniforme* n. sp. (Tylenchida: Itonchidae) from fruiting bodies of *Cortinarius* spp. and its life cycle, Jpn. J. Nemat., **29**, 24-31.
- Tsuda, K., Kosaka, H. and Futai, K. (1996) The tripartite relationship in gill-knot disease of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer, Can. J. Zool., **74**, 1402-1408.
- Tsuneda, A. and Arita, T. (1982) Mycophagous activity of a collembolan insect, *Hypogastrura reticulata* Böner on shiitake bed-logs, Rept. Tottori Mycol. Inst., **20**, 70-75.
- Tuno, N. (1998) Spore dispersal of *Dictyophora* fungi (Phallaceae) by flies, Ecol. Res., **13**, 7-15.
- Tuno, N. (1999) Insect feeding on spores of a bracket fungus, *Elfvigia applanata* (Pers.) Karst. (Ganodermataceae, Aphyllophorales), Ecol. Res., **14**, 97-103.
- 都野展子 (2001) 京都におけるキノコ食昆虫群集の構造, 日生態誌, **51**, 73-86.
- Toda, M. J., Kimura, M. T. and Tuno, N. (1999) Coexistence mechanisms of mycophagous drosophilids on multispecies fungal hosts: aggregation and resource partitioning, J. Anim. Ecol., **68**, 794-803.
- 渡部英昭 (1997) ショウジョウバエ類, “日本動物大百科 9. 昆虫 II” 日高敏隆監修, 平凡社, 144.
- Wu, J. and Zhang, Z. Q. (1993) Host feeding, damage and control of the mushroom pest, *Brennandania lambi* (Acari, Pygmephoridea) in China, Exp. Appl. Acarol., **17**, 531-540.
- 山本秀樹・中村公義・松原喜光・吉田利男 (1997) きこのびん栽培のダニ類について, 長野野花試報, **10**, 71-77.
- 山下聡・肘井直樹 (2000) アカマツ優占林分に出現す

- るキノコとそれらを利用する昆虫相, 中森研, **48**, 175-178.
- 安永智秀・高井幹夫・川澤哲夫編 (2001) 日本原色カメムシ図鑑 II, 全国農村教育協会, 350p.
- 山岡裕一 (2000) 微生物による繁殖源の創出—樹皮下キクイムシと青変菌—, “森林微生物生態学” 二井一禎・肘井直樹編著, 朝倉書店, 148-162.
- Yamaoka, Y., Wingfield, M. J., Takahashi, I. and Solheim, H. (1997) Ophiostomatid fungi associated with the spruce bark beetle *Ips typographus f. japonicus* in Japan, *Mycol. Res.*, **101**, 1215-1227.
- 横溝康志 (1968) シイタケほだ木害虫防除試験 (II), 栃木林セ業務報告, **4**, 70-74.
- 吉松慎一・仲田幸樹 (2003) シイタケ害虫としてのムラサキアツバ (鱗翅目: ヤガ科), 昆虫, **6**, 101-102.
- 吉本浩 (1997) ヤガ類. “日本動物大百科 9. 昆虫 II” 日高敏隆監修, 平凡社, 94-96.
- 吉富清志・山崎武文・古屋宏爾・杭田要・中西清人・平原賢治 (1979) 大分県におけるハラアカコブカミキリの生態並びに防除の試み (5) —臭化メチルがハラアカコブカミキリとシイタケ菌に及ぼす影響—, 日林九支研論, **32**, 391-392.
- 湯川淳一 (1986) タマバエの幼生生殖, インセクタリウム, **23**, 316-323.
- 湯川淳一 (1996) ヒラタケを加害する幼生生殖タマバエ *Mycophila speyeri* (Diptera: Cecidomyiidae) の同定と我が国への人為的持ち込みの可能性, 応動昆, **40**, 135-143.
- 湯川淳一 (1997) タマバエ類, “日本動物大百科 9. 昆虫 II” 日高敏隆監修, 平凡社, 115-116.
- 湯川淳一・安楽真治・灰塚繁和 (1988) ヒラタケを加害する幼生生殖タマバエ, *Mycophila* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) の走光性と運動性, 九病虫研会報, **34**, 151-153.
- 全国椎茸普及会研究普及局 (1967) シイタケの害虫防除について, 菌蕈, **13**(7), 18-24.
- Zou, P., Gao, J. R. and Ma, E. P. (1993) Preliminary studies on the biology of the pest mite *Luciaphorus auriculariae* (Acari: Pygmephoridae) infesting Jew's ear mushroom *Auricularia polytricha* in China, *Exp. Appl. Acarol.*, **17**, 225-232.

Table 1. 日本における食用きのこの子実体および培養菌糸を摂食する害虫
Pests of commercial mushrooms feeding on fruiting bodies and hyphae in Japan

きのこ Mushroom	栽培法 Cultivation method	食害部位 Feeding parts	害虫 Pests	引用文献 * References
シイタケ <i>Lentinula edodes</i>	原木・菌床 Bed log & medium	子実体・培養菌糸 Fruiting body & hypha	コナダニ科の一種 (<i>Histiogaster rotundus</i>)	岡部・阿部, 1998
	原木 Bed log	子実体 Fruiting body	ナメクジ類 Slags ムラサキトビムシ (<i>Hypogastrura communis</i>) カシヨクヒメトビムシ (=ヒメウスイロトビムシ) (<i>Hypogastrura denisana</i>) アミメムラサキトビムシ (<i>Willemgastrura</i> (= <i>Hypogast- trura</i>) <i>reticulata</i>) ウスズミトビムシ (<i>Hypogastrura</i> (= <i>Ceratophy- sella</i>) <i>denticulata</i>) セグロマルトビムシ (<i>Ptenothrix corynephora</i>) クチクダアザミウマ (<i>Hoplothrips japonicus</i>) キノコクダアザミウマ (<i>Hoplothrips fungosus</i>) ヤマトマルクビハネカクシ (<i>Tachinus japonicus</i>) チャイロヒメタマキノコムシ (<i>Pseudoliodes strigosulus</i>) カメノコデオキノコムシ (<i>Cyparium mikado</i>) ニホンホソオオキノコムシ (<i>Dacne japonica</i>) セモンホソオオキノコムシ (<i>D. picta</i>) ホソマダラホソカタムシ (<i>Sympanotus pictus</i>) オキナワユミアシゴミムシダマシ (<i>Promethis okinawana</i>) シイタケガガンボ (<i>Ula shiitakea</i>) シイタケトンボキノコバエ (<i>Exechia shiitakevora</i>) フタモントンボキノコバエ (<i>Exechia insularis</i>) ナカモンキノコバエ (<i>Mycetophila matsumurai</i>) シイタケオオヒロズコガ (<i>Morophagoides moriutti</i>) クロツヤミノガ (<i>Bambalina sp.</i>) ニホンホソオオキノコムシ (<i>Dacne japonica</i>) トルコカクムネヒラタムシ (=トルコチビヒラタムシ) (<i>Cryptolestes turcicus</i>)	松本, 1962; 全国椎 茸普及会研究普及局, 1967 有田, 1975a; 古川・ 野淵, 1986 古川・野淵, 1986 坪井, 1981; Tsune- da & Arita, 1982 坪井, 1981 有田, 1975a 松本, 1962 松本, 1962 松本, 1962 松本, 1962 松本, 1962 松本, 1962 坪井, 1981; 古川・ 野淵, 1986 古川・野淵, 1986 古川・野淵, 1986 具志堅, 1993 野淵, 1975 Okada, 1939 岩澤・石谷, 2005 古川・野淵, 1986 森内, 1975; 古川・ 野淵, 1996 大長光・川端, 2002 松本, 1962 古川・野淵, 1986
		(乾燥) 子実体 Dried fruiting body		

Table 1. 日本における食用きのこの子実体および培養菌糸を摂食する害虫 (つづき)
Pests of commercial mushrooms feeding on fruiting bodies and hyphae in Japan (Continued)

きのこ Mushroom	栽培法 Cultivation method	食害部位 Feeding parts	害虫 Pests	参考文献 * References
			ルイスチビヒラタムシ (<i>Notolaemus lewisi</i>)	古川・野淵, 1986
			ノコギリヒラタムシ (<i>Oryzaephilus surinamensis</i>)	松本, 1962; 古川・野淵, 1986
			アカクビホシカムシ (<i>Necrobia ruficollis</i>)	Okada, 1939
			ジンサンシバンムシ (<i>Stegobium paniceum</i>)	古川・野淵, 1986
			コクガ (=シイタケガ) (<i>Nemapogon granellus</i>)	松本, 1962
			アトモンヒロズコガ (<i>Morophaga bucephala</i>)	松本, 1962
			バクガ (<i>Sitotroga cerealella</i>)	松本, 1962
			ノシメマダラメイガ (<i>Plodia interpunctella</i>)	松本, 1962
	菌床 medium	菌糸 Hypha	ガガンボ科の一種 (<i>Helius</i> sp.)	後藤・伊藤, 1995
			オオキバネヒメガガンボ (<i>Metalimnobia bifasciata</i>)	堀田ら, 1996
			ナカマドキノコバエ (<i>Neoempheria ferrunginea</i>)	坂田ら, 1999
		子実体・菌糸 Fruiting body & Hypha	ツクリタケクロバネキノコバエ (<i>Lycoriella mali</i>)	石谷ら, 1993; 石谷ら, 1995
ヒラタケ <i>Pleurotus ostreatus</i>	原木 Bed log	子実体 Fruiting body	ムラサキアツバ (<i>Diomea cremata</i>)	後藤・伊藤, 1995; 吉松・仲田, 2003
	菌床 Medium	子実体 Fruiting body	ノコギリホソカタムシ (<i>Endophloeus serrata</i>)	古川・野淵, 1986
		菌糸 Hypha	ヒラタケシラコブセンチュウ (<i>Itonchium unguiculatum</i>)	Tsuda et al., 1996; 津田, 2000
ブナシメジ <i>Hyposizygus mar-moreus</i>	菌床 Medium	(害菌の媒介) (weed fungus)	スペイヤーキノコタマバエ (<i>Mycophila speyeri</i>)	讃井・湯川, 1986; 湯川, 1996
			サジボウヒナダニ (<i>Pygmephorus mesembri-nae</i>)	山本ら, 1997
			ケナガコナダニ (<i>Tyrophagus putrescentiae</i>)	山本ら, 1997
ナメコ <i>Pholiota nameko</i>	菌床 Medium	(害菌の媒介) (weed fungus)	サジボウヒナダニ (<i>Pygmephorus mesembri-nae</i>)	山本ら, 1997
		菌糸 Hypha	ナカモンホソキノコバエ (<i>Bolitophila maculipennis</i>)	古川・野淵, 1986
			ヤマトヒメホソキノコバエ (<i>Bolitophila japonica</i>)	古川・野淵, 1986
			ナカモンナミキノコバエ (<i>Mycetophila lineola</i>)	古川・野淵, 1986
エノキタケ <i>Flammulina velutipes</i>	菌床 Medium	菌糸 Hypha	ヒトトゲクロバネキノコバエ (<i>Psilosciara flammulinae</i>)	Sasakawa, 1983
			トビモンナミキノコバエ (<i>Mycetophila dististylata</i>)	中村, 1986
マッシュルーム <i>Agricus bisporus</i>	菌床 Medium	子実体 Fruiting body	ツクリタケクロバネキノコバエ (<i>Lycoriella mali</i>)	笹川, 1993
			チバクロバネキノコバエ (<i>Bradysia paupera</i>)	笹川, 1993
			クロバネキノコバエ科の一種 (<i>Lycoriella auripila</i>)	笹川, 1993

Table 1. 日本における食用きのこの子実体および培養菌糸を摂食する害虫 (つづき)
Pests of commercial mushrooms feeding on fruiting bodies and hyphae in Japan (Continued)

きのこ Mushroom	栽培法 Cultivation method	食害部位 Feeding parts	害虫 Pests	引用文献 * References
マツタケ ** <i>Tricholoma matsutake</i>		子実体 Fruiting body	クロトビムシモドキ (<i>Lophognathella choreutea</i>)	古川・野淵, 1986
			セグロマルトビムシ (<i>Ptenothrix corynephora</i>)	古川・野淵, 1986
			アカケシデオキノコムシ (<i>Scaphisoma rufum</i>)	古川・野淵, 1986
			オオマツタケバエ (<i>Parastemma Tetragoneura matsutakei</i>)	古川・野淵, 1986
			イグチナミキノコバエ (<i>Mycetophila fungorum</i>)	岩村・野淵, 1954a
			キノコバエ科の一種 (<i>Delopsis</i> sp.)	古川・野淵, 1986
			マツタケチョウバエ (<i>Psychodocha fungicola</i>)	岩村・野淵, 1954a; 古川・野淵, 1986
			チョウバエの一種 (<i>Psychodocha nigriventris</i>)	清久, 1958; 古川・野淵, 1986
			ヌカカ科の一種 (<i>Culicoides obsoletus</i>)	古川・野淵, 1986
			ガガンボ科の一種 (<i>Ula fungicola</i>)	岩村・野淵, 1954b
			ガガンボ科の一種 (<i>Ula cincta</i>)	岩村, 1955
			マツタケバエ (<i>Megaselia flava</i>)	清久, 1958; 古川・野淵, 1986
			フタオビシヨウジョウバエ (<i>Drosophila bizonata</i>)	岩村・野淵, 1954a; 清久, 1958
			キイロシヨウジョウバエ (<i>D. melanogaster</i>)	清久, 1958; 古川・野淵, 1986
			オオホシシヨウジョウバエ (<i>D. nigromaculata</i>)	清久, 1958; 古川・野淵, 1986
			ナガレボシシヨウジョウバエ (<i>D. brachynephros</i>)	古川・野淵, 1986
			ジョウバエの一種 (<i>D. transversa</i>)	岩村・野淵, 1954a; 清久, 1958
			トゲハネバエの一種 (<i>Suillia</i> sp.)	古川・野淵, 1986

* 引用文献は、害虫 1 種につき代表的なもの 1,2 報にとどめた。

One to two representative documents for each pest were selected.

** 栽培きのこではないが経済的価値が高いことから、本表に含めた。

Tricholoma matsutake was included in this table because of its high commercial value, although it was never commercially produced.

