

Hypomyces pseudocorticicolaによるアラゲキクラゲ綿腐病(新称)について

誌名	財団法人日本きのこセンター菌茸研究所研究報告 = Reports of the Tottori Mycological Institute
ISSN	03888266
著者名	奥田,康仁 長澤,栄史 常盤,俊之 長谷,幸一 村上,重幸
発行元	日本きのこセンター菌茸研究所
巻/号	46号
巻号補足	
掲載ページ	p. 23-29
発行年月	2016年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



***Hypomyces pseudocorticiicola* によるアラゲキクラゲ 綿腐病（新称）について ***

奥田康仁・長澤栄史・常盤俊之**・長谷幸一・村上重幸

Cottony leak on cultivated *Auricularia nigricans* caused by *Hypomyces pseudocorticiicola**

Yasuhito OKUDA, Eiji NAGASAWA, Toshiyuki TOKIWA**, Koichi HASE and
Shigeyuki MURAKAMI

Abstract

A wood ear mushroom, *Auricularia nigricans* (syn. *Auricularia polytricha*) is well known as a good edible species in Japan. However, 97% of the *Auricularia* mushrooms consumed in Japan are imported. Japanese food-service industries are beginning to use domestically produced wood ear mushrooms in an attempt to reduce the risk related to food safety of the imported mushrooms. Thus, the production of *A. nigricans* in Japan appears to be increasing gradually. Recently a hitherto-unknown mold disease attacking the fruiting bodies of the species has become a problem in its cultivation in Japan. The diseased *Auricularia* fruiting bodies are covered by a white, cottony mycelium bearing conidia at first both on the inner hymenial and outer hair-bearing sterile surfaces. Later, numerous orange to reddish-orange colored, pyriform perithecia half-buried in a thin, whitish subiculum are produced on the hymenial surface of the diseased mushroom. The causal fungus of the disease is identified here as an ascomycete *Hypomyces pseudocorticiicola*, based on morphological observations of the fungus found on the diseased fruiting bodies and that isolated and cultured on a malt extract medium, and by inoculation experiments. We propose that this new disease caused by *H. pseudocorticiicola* be called a cottony leak disease. A method of disease control is also briefly discussed.

Key words: ascomycetes, fungus disease, fungicolous fungi, mushroom cultivation.

* 菌茸研究所研究業績, 第 400 号, (一財) 日本きのこセンター・菌茸研究所, 〒 689-1125 鳥取市古郡家 211.
Contribution No. 400 of the Tottori Mycological Institute, 211 Kokoge, Tottori 689-1125, Japan.

** (有)環境衛生検査センター, 〒 188-0012 東京都西東京市南 3-9-6. Environmental Hygiene Inspection Center Co., Ltd.
3-9-6 Minamicho, Nishitokyo, Tokyo 188-0012, Japan.

緒 言

アラゲキクラゲ [*Auricularia nigricans* (Fr.) Birkebak, Looney & Sánchez-García; *A. polytricha* (Mont.) Sacc.]はキクラゲ(*A. auricula-judae* (Bull.) Quél.)と共にキクラゲ科の優秀な食用栽培きののであるが、現在、日本国内で消費されているこれらキクラゲ類の約97%は主に中国からの輸入品である。その大きな理由は中国産輸入品の安い価格にあり、この廉価な輸入品に押され、国内でのキクラゲ類の生産は極めて少ない(日本特用林産振興会 2011)。近年、輸入食材の産地偽装や残留農薬などの問題発生を受け、食品業界や外食産業では国民の食に対する安全・安心への期待に応えるために食材を輸入品から国産品に転換する動きが強まっているが、大部分を輸入に頼っているキクラゲ類においてもその流れにあり、国内における生産量も徐々に増加の傾向にある。

食用栽培きのこの病害についてはこれまでに多くの報告があり、大きく分けて細菌によるものと糸状菌によるものがある。前者には *Pseudomonas fluorescens* (Trevisan) Migula によるシイタケの細菌病(古川・野淵 1986)や *Pseudomonas tolaasii* Paine によるヒラタケの黄褐色変色病(古川・野淵 1986)、後者では *Trichoderma* 属菌によるシイタケの様々なトリコデルマ病害(小松 1976)や *Lecanicillium fungicola* (Preuss) Zare & W. Gams によるツクリタケのドライバブル病(中村 1982)などがある。アラゲキクラゲの病害としてはこれまでに子実体が溶解して不快な臭いを発する *Pseudomonas* sp. による腐敗病(古川・野淵 1986)や *Scytalidium lignicola* Pesante による Slippery Scar 病が報告されている(Sun and Bian 2012)。近年、原木栽培あるいは鋸屑袋栽培においてアラゲキクラゲの子実体に綿毛状の病徴を示す新しい病害の発生が認められるようになってきている。本研究では、アラゲキクラゲ栽培の国内における拡大に対して障害となりうるこの病害の原因菌を特定するとともに、その生態的特徴に基づいて防除方法を探った。

材料および方法

標本および菌株と形態学的観察

菌蕈研究所菌類標本庫に保存されている以下の5標本を供試した。

- 1) TMI-26304: 原木栽培されたアラゲキクラゲ子実体上、鳥取県郡家町、2009年7月29日、西澤久則
- 2) TMI-26305: 原木栽培されたアラゲキクラゲ子実体上、広島県三次市作木町、2009年11月16日、房田正行
- 3) TMI-26306: 分離菌株を接種したアラゲキクラゲ子実体上、鳥取市古郡家、2010年3月2日、長澤栄史(1月12日接種)
- 4) TMI-26307: 原木栽培(エノキ)されたアラゲキクラゲ子実体上、愛媛県大洲市司馬、2010年10月下旬、福安 司
- 5) TMI-26308: 鋸屑栽培されたアラゲキクラゲ子実体上、鳥取県鳥取市古郡家、2010年10月26日～11月10日、長澤栄史・長谷幸一

肉眼的特徴は、罹病したアラゲキクラゲ子実体および培養菌糸体を肉眼および実体顕微鏡(ニコン SMZ10, 最大倍率 $\times 40$)下で観察した。顕微鏡の特徴は、子実体上および培地上に形成された菌叢の一部あるいは罹病子実体組織の切片を光学顕微鏡下で観察した。試料は蒸留水、2.5%苛性カリ水溶液、あるいはラクトフクシン液にマウントして観察し、大きさの測定には接眼マイクロメータを用いた。胞子の測定では突起物および模様を除外し、それらについては別途測定した。

菌株は、1) 罹病アラゲキクラゲ子実体上に形成された子嚢果を滅菌水中で洗浄後、スライドグラス上の滅菌水中でスパチュラを用いて細かく押しつぶし、その懸濁液を MA 培地上に塗布して1～2日間23℃前後に保ち、発芽した子嚢胞子を実体顕微鏡下で拾い新たな MA 培地(麦芽エキス2%, 寒天2%)に移植、2) 罹病アラゲキクラゲ子実体上に形成された分生子を実体顕微鏡下で接種針を用いて分離し MA 培地に移植の2つの方法で分離した。また、その他に玉川大学学術研究所菌学応用研究センター(東京都)から分譲を受けた *Hypomyces pseudocorticicola* Tokiwa & Okuda TAMA24 および TAMA64(それぞれカワラタケと

エゴノキタケ子実体上から分離) の 2 菌株を供試した。

病原性試験

罹病アラゲキクラゲ子実体から分離した 2 菌株 (TMIC-36025 および TMIC-36026), 玉川大学から分譲をうけた 2 菌株 (*H. pseudocorticicola* TAMA24 および TAMA64) を MA 培地上で 20°C, 2 週間培養し形成された分生子を接種源として供試した。病原性試験は 10⁴ 個/ml に調製した分生子を菌床から発生したアラゲキクラゲの各子実体上に数滴滴下し, 25°C・湿度 95% の栽培室内で 6 日間, 保温・保湿することで行った。非接種区では孢子懸濁液の代わりに蒸留水を滴下した。

温度別菌糸伸長試験

H. pseudocorticicola の温度別菌糸伸長については 15, 20, 25 および 30°C の 4 区画で行った。MA 培地上に直径 7 mm のコルクボーラーで採取した接種源を接種し, それぞれの温度で 2 日間培養した後, 5 日間の菌糸生長を測定した。

結果および考察

本病害の病徴

本病害は野外での自然発生 (Fig. 1) および屋内での菌床栽培から発生した (Fig. 2) アラゲキクラゲ子実体上で観察されている。症状としては



Fig. 1. Symptoms of the disease on *Auricularia nigricans* fruiting bodies cultivated on a log under natural environment.

最初に綿毛状の菌糸 (Fig. 2) がアラゲキクラゲ子実体表面に発生する。その後, これらの子実体は黄変し (Fig. 3), 最終的にアラゲキクラゲの子実体は委縮もしくは溶解する。

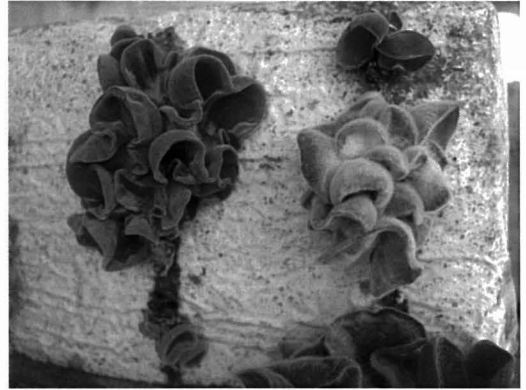


Fig. 2. Healthy (left) and diseased (right) fruiting bodies of *Auricularia nigricans* in sawdust bag culture. Note that the diseased fruiting bodies are entirely covered by white, cottony mycelium of the pathogen, showing a symptom of the disease in its early stage.

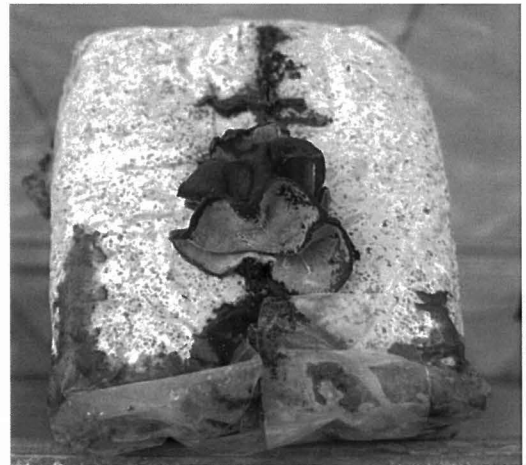


Fig. 3. Symptom of the disease in its later stage. The white cottony mycelium seen in the early stage of the disease disappears and thin hyphal layer tinted yellow to orangish covers over hymenial surfaces of the diseased fruiting bodies, where many ascocarps (perithecia) are formed.

同定および菌の形態的特徴

罹病子実体上には白い綿毛状の菌叢と共に、そこに群生する橙黄色、細粒状の構造物が認められたが、それらは内部に多数の子嚢を形成しており子嚢殻であることが判明した。この子嚢殻は球形～亜球形で大きさ $151-189 \times 132-180\mu\text{m}$ (隔壁は厚さ $16-24\mu\text{m}$)、著しく突き出た鈍頭嘴状の孔口 (長さ $94-126$, 基部の径 $70-80\mu\text{m}$) を有し、孔口部を除いてほぼ本体の大部分が子実体形成菌糸層 (厚さ $189-280\mu\text{m}$, 密な錯綜菌糸組織からなり、菌糸は薄壁で径 $4-13\mu\text{m}$, 円筒形ときに多少数珠状) に埋没し形成され、KOH 水溶液 (2.5%) 中で子嚢殻はくすんだ黄色、子実体形成菌糸層はほぼ無色を示した (KOH 陰性)。子嚢 (Fig. 4A) は大きさ $109-120 \times \pm 6\mu\text{m}$, 長円筒形で短い柄をもち、頂部において壁がやや肥厚するが特別な構造物を欠く。内部に8個の紡錘形あるいはやや舟形 (側面観察時) の2細胞性子嚢胞子を1列に有する。子嚢胞子 (Fig. 4B) は大きさ $12.6-18.6 \times 3.3-5.4\mu\text{m}$ ($n=71$: 平均値 $14.4 \pm 1.5 \times 4.3 \pm 0.4\mu\text{m}$)、長さ/幅比率 (l/w) $3-4.7$ ($n=71$: 平均値 3.2 ± 0.3)、無色。中央で1横隔壁を生じ、隔壁部で稀に狭さくする。表面は細かないぼ状の突起 (高さ $0.6\mu\text{m}$, 幅は基部で $0.9-1.2\mu\text{m}$) で覆われ、両端に鈍くとがった

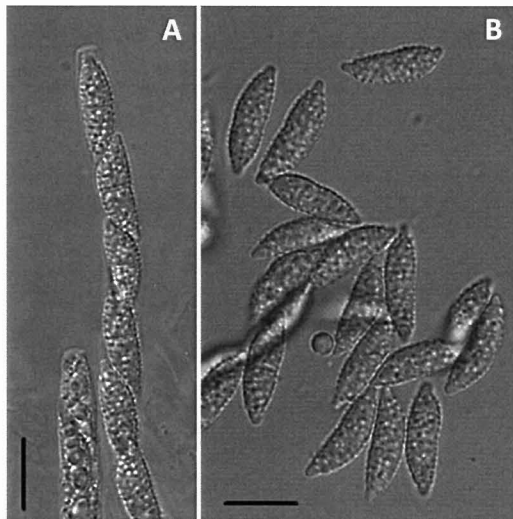


Fig. 4. Asci and ascospores of *Hypomyces pseudocorticiicola* produced on MA medium. A: Asci. B: Ascospores. Scale bars: $10\mu\text{m}$.

くちばし状の突起 (長さ $1.2-1.8\mu\text{m}$, 幅は基部で $1.2-1.8\mu\text{m}$) をもつ。

子嚢殻が他菌 (アラゲキクラゲ) の子実体上に子実体形成菌糸層を伴って形成されること (Fig. 5A), 子嚢が長円筒形で頂部において壁が若干肥厚するが特別な構造物を欠くこと、また、子嚢胞子が中央に仕切りをもち2細胞性でいぼ状の突起に覆われて粗面、さらに両端に嘴状の突起をもつことなどの特徴から、罹病アラゲキクラゲ子実体上に認められた子嚢菌は明らかに *Hypomyces* 属

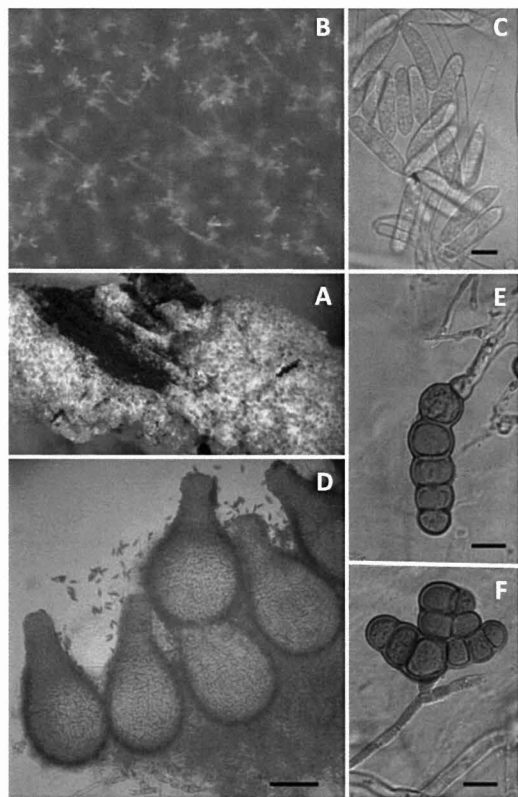


Fig. 5. Morphological characters of *Hypomyces pseudocorticiicola* and its anamorph. A: Perithecia on the diseased *Auricularia nigricans* fruiting body. B: Part of colony of the anamorph produced on MA medium (enlarged). C: Conidia of the anamorph (*Cladobotryum* sp.) on MA medium. D: Perithecia produced on MA medium (in Lactofuchsin). E and F: Clamydospores observed on MA medium (in Lactofuchsin). Scale bars: for perithecia in fig. D $=100\mu\text{m}$; for conidia and clamydospores in Figs. C, E and F $=10\mu\text{m}$.

の1種と考えられた。

罹病アラゲキクラゲ子実体上には、子囊殻が未形成あるいは未熟なものにおいて *Trichothecium* 型の分生子形成様式をもつ *Cladobotryum* sp. の発生が認められたが、*Hypomyces* 属菌はそのような *Cladobotryum* 属菌をアナモルフにもつことが知られており (Rogerson and Samuels, 1993)、罹病アラゲキクラゲ子実体上で認められた *Cladobotryum* sp. は同じ子実体上に子囊殻を形成する *Hypomyces* sp. のアナモルフと考えられた。そこで、罹病子実体上の *Hypomyces* sp. から子囊胞子を用いて多胞子および単胞子分離を行いアナモルフ形成の有無を調査した。分離株を MA 培地 (2%) で培養 (20-23℃) したところ、約1週間経過後、罹病子実体で観察されたのと同様の *Cladobotryum* sp. が培地上に形成され (Fig. 5B)、その分生子 (Fig. 5C) は2-3 隔壁をもち3-4 細胞性、大きさ $21-43.2 \times 7.2-11.4 \mu\text{m}$ ($n=51$: 平均値 $32.3 \pm 5.0 \times 9.4 \pm 1.0 \mu\text{m}$)、長さ/幅比率 2.3-4.7 ($n=57$: 平均値 3.4 ± 0.5) であった。多胞子分離した菌株では約1カ月経過後、培地上に子実体 (子囊殻) が形成され (Fig. 5D)、また、気中菌糸に

は暗褐色多細胞性の硬壁胞子の形成も認められた (Figs. 5E, F)。

キクラゲ属に寄生する *Hypomyces* 属としては *H. auriculariicola* K. Pöldmaa & Samuels が知られており、アミキクラゲ (*Auricularia delicata* (Mont. ex Fr.) Henn.) を寄主とする (Pöldmaa and Samuels, 2004)。今回罹病アラゲキクラゲ子実体上において見出された菌は先に記述した形態的および培養的特徴において、ヒダナシタケ類に寄生することが報告されている *H. polypolynus* Peck (Rogerson and Samuels, 1993; Pöldmaa and Samuels, 1999) および最近日本から新種として報告された *H. pseudocorticicola* Tokiwa & Okuda (Tokiwa and Okuda, 2005) に類似する。

両菌のうち *H. polypolynus* は、Rogerson and Samuels (1993) によれば通常カワラタケに発生し、アナモルフのみがキクラゲ上で記録された例が1例あると報告されているが、分生子がアラゲキクラゲ上の *Hypomyces* sp. と比較してより小さい [(15-) 18-28 (-40) $\times$ (4-) 6-8 (-12) μm]。また、その子囊胞子の大きさは一部重複するが、長さ/幅の比率において (3.8-) 4.5-5.9 (-6.2) (Pöldmaa

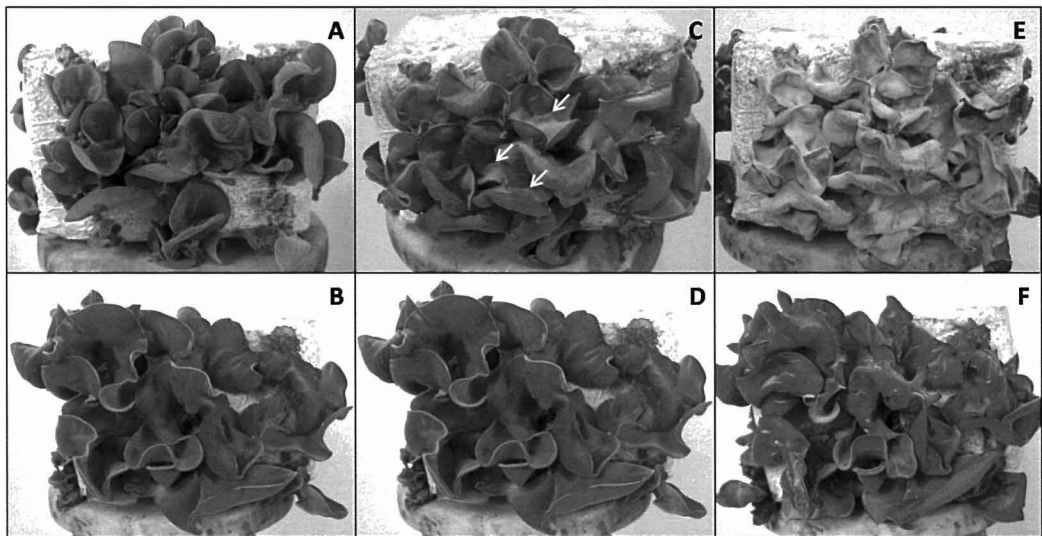


Fig. 6. Pathogenicity test of *Hypomyces pseudocorticicola* on *Auricularia nigricans* fruiting bodies. Upper lane: inoculated. Lower lane: non-inoculated. A, B: 0 day. C, D: 3 days later. E, F: 6 days later. Symptoms were observed on the inoculated fruiting bodies. The white cottony mycelium appeared 3 days later and covered up the fruiting bodies 6 days after the inoculation. Arrows indicate that the white cottony mycelium has begun to appear 3 days later (Fig. 6C).

and Samuels, 1999) と明らかに細長く, *Hypomyces* sp. と異なる. 一方, *H. pseudocorticicola* は, 子嚢胞子が (14-) 16.0-19.0 (-21.0) × (4.0-) 4.5-5.0 (-6) μm (Tokiwa and Okuda, 2005) と若干大きい, アナモルフの特徴を含むその他の特徴において罹病アラゲキクラゲ子実体上の *Hypomyces* sp. にはほぼ一致する. 従って, 罹病アラゲキクラゲ子実体上で見いだされた菌を *H. pseudocorticicola* と同定した.

病原性試験

H. pseudocorticicola がアラゲキクラゲに対して病原性を示すことを確認するため, アラゲキクラゲ子実体から分離した TMIC-36025 および TMIC-36026, カワラタケとエゴノキタケ子実体から分離した TAMA24 および TAMA64 の分生子を用いて病原性試験を行った. それぞれ 10^4 個/ml に調製した分生子を菌床から発生したアラゲキクラゲの各子実体上に数滴滴下することで接種したところ, 供試した全ての菌株で病徴が再現され, 本菌が再分離された (Fig. 6). 以上の試験結果から *H. pseudocorticicola* を本病害の原因菌と決定した. また本病害をその病徴部の様相からアラゲキクラゲ綿腐病と命名することを提案する.

H. pseudocorticicola の発生はこれまでにエゴノキタケやモミジウロコタケ, カワラタケといった担子菌類の子実体上から分離されている (Tokiwa and Okuda 2005). Tokiwa and Okuda (2005) によ

ると *H. pseudocorticicola* は初夏から秋にかけて腐敗した上記のような担子菌子実体上で観察される. このような観察例はあるがキクラゲ類に対する病原性については本論文が初めての報告である.

生態的特徴と防除法の検討

温度差による *H. pseudocorticicola* の菌糸伸長を確認するため, 15, 20, 25 および 30°C の 4 区画で生長を測定したところ, 伸長速度は 25>20>15>30°C という順になり, 特に 30°C では殆ど伸長しなかった (Fig. 7). このような温度特性は Tokiwa and Okuda (2005) による初夏から秋にかけての温暖な季節に観察されるという結果と一致している. またアラゲキクラゲの施設栽培では散水や加湿により常に子実体や棚が湿った状態になりやすい. そのような環境下では *H. pseudocorticicola* の菌糸は棚上にも繁茂し, 多数の分生子を形成, さらなる病害の拡大が起こる (Fig. 8). 一般にアラゲキクラゲの栽培適温は 15-30°C とされており (大森清寿・小出博志

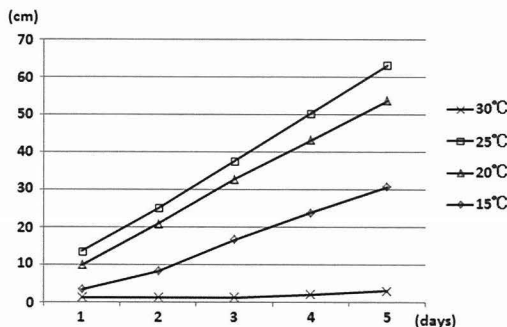


Fig. 7. Mycelial growth rate of *Hypomyces pseudocorticicola* in 4 temperature sections (15-30°C). The mycelial growth is the fastest in 25°C and the slowest in 30°C.



Fig. 8. Spread of the symptom under high humidity condition. Arrow indicates the mycelium of *Hypomyces pseudocorticicola* extends on the wet shelves, and spreads over the other fruiting bodies on the lower shelves. Brightness of this picture was changed for visibility of the extension.

2001), 本病原菌の生育適温と重複することから温度による防除は難しいが, 感染拡大を防ぐうえで恒常的な多湿状態は避けることが望ましい。アラゲキクラゲの栽培に関しては空調が完備され, 常に湿度が 100% 近くになっている施設よりも 70–100% の間で乾湿差がある簡易施設の方が収量性は良いという報告(関谷 2015) があるが, 本病害の防除の観点からもアラゲキクラゲの栽培は簡易施設に適しており, 乾湿差をつけた栽培を心掛けることが重要である。

近年の気温上昇により, 菌床シイタケ栽培の生産者にとって夏季における温度管理の負担が大きくなりつつある。その中で栽培適温が 15–30°C と高く, 菌床シイタケ栽培と同様簡易な施設で栽培が可能なアラゲキクラゲ栽培は最近の気候変動にも即した品目であり, 夏季における菌床シイタケからアラゲキクラゲへの転作の動きは加速すると考えられる。今後, アラゲキクラゲ綿腐病を確実に防除していくことがアラゲキクラゲの国内自給率の確実な向上につながると考えられる。

摘 要

アラゲキクラゲ (*Auricularia nigricans*; *A. polytricha*) は食用きのことしてよく知られているが, 日本国内で消費されるキクラゲ類の実に 97% が輸入品で占められている。一方, 近年の輸入食品の安全性に関するリスクの顕在化により, 徐々に外食産業ではアラゲキクラゲの国内生産品に回帰する動きが出始めており, 増産する傾向にある。それに伴いアラゲキクラゲの栽培において子実体上に綿毛状のカビが発生し, ついには子実体を溶解してしまう病害が問題となってきている。そのため, 本研究ではこの病害の原因菌を特定するとともに, 本病害の発生環境条件を明らかにすることによりその防除方法を提案した。この綿毛状のカビの不完全世代と完全世代の形態学的な観察結果から, このカビを *Hypomyces pseudocorticicola* Tokiwa & Okuda と同定した。また本菌の分生子を用いて病原性試験を行ったところ, 綿毛状の病徴が再現されたことから, *H. pseudocorticicola* が本病害の原因菌であると決定した。綿毛状の病徴から本病害をアラゲキクラゲ綿腐病と命名した。さらに本

病原菌の 4 温度区における菌糸伸長速度は 25>20>15>30°C という順になった。アラゲキクラゲの栽培適温は 15–30°C とされているため, 温度を制御することによる防除は難しいが, 本病害は多湿環境下で多発することから, キクラゲ類の栽培においてありがちな子実体や栽培棚が常に湿った状態が続くことを避け, 乾湿差をつけた栽培が本病防除の有効策と思われる。

引用文献

- 古川久彦・野淵輝. 1986. 栽培きのこ害虫・害菌ハンドブック, 一般社団法人全国林業改良普及協会, 東京.
- 小松光雄. 1976. シイタケに抗菌性の *Hypocrea*, *Trichoderma* および類縁菌群の研究. 菌蕈研報 13: 1–113.
- 中村克哉. 1982. キノコの辞典, 朝倉書店. 東京. 420p.
- 日本特用林産振興会. 2011. 特用林産物需給の推移 (<http://nittokusin.jp>). 2015 年 5 月 18 日
- 大森清寿・小出博志. 2001. キノコ栽培全科, 社団法人農山漁村文化協会. 東京. 137p.
- Pöldmaa, K. and Samuels, G. J. 1999. Aphyllophoricolous species of *Hypomyces* with KOH-negative perithecia. *Mycologia* 91: 177–199.
- Pöldmaa, K. and Samuels, G.J. 2004. Fungicolous *Hypocreaceae* (Ascomycota: Hypocreales) from Khao Yai National Park, Thailand. *Sydowia* 56: 79–130.
- Rogerson, C. T. and Samuels, G.J. 1993. Polyporicolous species of *Hypomyces*. *Mycologia* 85: 231–272.
- 関谷敦. 2015. 九州はアラゲキクラゲ生産に適している. 九州の森と林業 112: 1–3.
- Sun, J. and Bian, Y. 2012. Slippery scar: A new mushroom disease in *Auricularia polytricha*. *Mycobiology* 40: 129–133.
- Tokiwa, T and Okuda, T. 2005. Japanese species of *Hypomyces* and its anamorph III. *Mycoscience* 46: 294–302.