

Octospora系統(チャワソタケ目, ピロネマキン科)に属すコケ植物生および非コケ植物生盤菌類4種の日本新産報告

誌名	日本菌学会会報 = Transactions of the Mycological Society of Japan
ISSN	00290289
著者名	細野,天智 鶴沢,美穂子 大前,宗之 升本,宙 出川,洋介
発行元	日本菌学会
巻/号	62巻2号
掲載ページ	p. 77-91
発行年月	2021年11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



論 文

Octospora 系統 (チャワнтаケ目, ピロネマキン科) に属すコケ植物生および
非コケ植物生盤菌類 4 種の日本新産報告

細野 天智^{1)*}・鶴沢 美穂子²⁾・大前 宗之³⁾・升本 宙¹⁾・出川 洋介¹⁾

- 1) 筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所, 〒 386-2204 長野県上田市菅平高原 1278-294
2) ミュージアムパーク茨城県自然博物館, 〒 306-0622 茨城県坂東市大崎 700
3) 株式会社北研, 〒 321-0222 栃木県下都賀郡壬生町駅東町 7-3

Four new records of bryophilous and non-bryophilous discomycetes of the *Octospora*
lineage (Pyronemataceae, Pezizales) from Japan

Asato HOSONO^{1)*}, Mihoko UZAWA²⁾, Muneyuki OHMAE³⁾, Hiroshi MASUMOTO¹⁾, Yousuke DEGAWA¹⁾

- 1) Sugadaira Research Station, Mountain Science Center, University of Tsukuba, 1278-294 Sugadaira kogen, Ueda, Nagano
386-2204, Japan
2) Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan
3) Hokken Co. Ltd., 7-3 Ekihighashimachi, Mibu, Shimotsuga, Tochigi 321-0222, Japan

(Accepted for publication: August 17, 2021)

We report four species of bryophilous and non-bryophilous discomycetes belonging to the *Octospora* lineage (Pyronemataceae, Pezizales), hitherto unrecorded in Japan and new to East Asia. Specimens were collected from Honshu (Gunma, Ibaraki, Nagano, Tochigi Prefectures) and Amami-Oshima Island (Kagoshima Prefecture) and they were identified based on morphological observation and phylogenetic analyses using the nuclear large subunit rDNA region. Among the four species, one was a non-bryophilous taxon, *Leucoscypha leucotricha*, which was found growing on the ground of montane broad-leaved or mixed forests in Gunma and Nagano Prefectures. The other three species were bryophilous taxa: *Neottiella albocincta* was found on *Atrichum undulatum* in Tochigi Prefecture, *Octospora ithacaensis* was found on *Marchantia polymorpha* subsp. *ruderalis* in Ibaraki and Nagano Prefectures, and *Octosporopsis erinacea* was found on *Dumortiera hirsuta* subsp. *hirsuta* on Amami-Oshima Island. This is the second record of *O. erinacea* after the original species description from Borneo.

(Japanese Journal of Mycology 62: 77–91, 2021)

Key Words— Ascomycota, Bryophyta, Distribution, Morphology, Taxonomy

緒 言

ピロネマキン科はチャワнтаケ目内の科の一つであり, リター生や糞生, 地表生, 焼け跡生, コケ植物生などのさまざまな基質に対する嗜好性を示すと同時に, 外生菌根性や腐生, 寄生といった多様な栄養摂取様式を示す菌により構成されている (Hansen et al. 2013). コケ植物生菌 (bryophilous fungi) とは, コケ植物と密接に

関わって生育する菌類の総称である (Kirk et al. 2008). チャワнтаケ目においてコケ植物生の種は稀であり, 特にコケ植物生体と密接に関わる種はピロネマキン科に限られる. コケ植物生という生態的特性は, 本科の中の *Cheilymenia* 系統と *Octospora* 系統で独立に獲得されており, 特に *Octospora* 系統からは 150 種ほどのコケ植物生菌が報告されている (Kirk et al. 2008; Hansen et al. 2013).

Octospora 系統には 11 属が含まれ (Jaklitsch et al. 2016), その大多数はコケ植物生である. これらの属は一般的に表 1 に示した特徴で定義されているが, 脚注に

*責任著者 (Corresponding author): mycodetector_mogu@yahoo.co.jp

表 1. *Octospora* 系統に含まれる各属の定義

属	生態	子囊盤				子囊胞子			参考文献
		形態	托の色	柄	托表面の剛毛	形	胞子壁の表面構造	油球	
<i>Filicupula</i>	コケ植物生 (タイ類生)	倒卵型~洋こま型 ※上部は扁平	橙色	無柄	剛毛を欠く	紡錘形	平滑	いくつかの小油 滴と2個の油球	Yao & Spooner (1996b)
<i>Hiemsia</i> ^a	コケ植物生 (セン類生)	皿型	赤色~橙色	無柄	暗褐色の毛状菌 糸を有する	鈍い楕円形	イボ状	1個の油球	Svrček (1969)
<i>Lamprospora</i>	コケ植物生 (主にセン類生 ^b)	皿型	黄色~赤色	無柄	剛毛を欠く ^d	球形, まれに亜 球形~広楕円形 ^e	網目状, うね状 ときにこぶ状 ^f	1個の油球	Benkert (1987a) Vega et al. (2019)
<i>Leucoscypha</i>	非コケ植物生	椀型	白色	無柄	剛毛を有する	楕円形~やや紡 錘形	イボ状	2個の油球	Boudier (1907) Le Gal (1957) Benkert et al. (1987)
<i>Moravecia</i>	コケ植物生 (セン類生)	椀型	淡黄色~赤色	無柄	剛毛を欠く	楕円形	網目状	油球を欠く	Benkert (2011)
<i>Neottiella</i>	コケ植物生 (セン類生 ^g)	皿型~椀型	橙色~赤橙色	有柄	剛毛を有する	楕円形~やや紡 錘形	網目状, イボ状	1~2個の油球	Benkert (1998c)
<i>Octospora</i>	コケ植物生 (主にセン類生)	皿型~椀型	橙色~赤橙色	無柄, まれに有柄	通常は剛毛を欠く ^e	楕円形~広楕円 形, まれに紡錘 形 ^h , 球形~亜 球形 ^h	平滑, イボ状, ときにうね状	1~2個の油球	Khare (2003)
<i>Octosporella</i>	コケ植物生 (タイ類生)	子囊殻様	黄色~橙色	無柄	剛毛を有する	楕円形, ときに 球形, 紡錘形, 円筒形, 糸状	平滑, わずかに 粗面	通常1~4個の 油球	Döbbeler (1979) Döbbeler et al. (2018)
<i>Octosporopsis</i>	コケ植物生 (タイ類生)	皿型	淡黄色~桃橙色, 橙色	無柄	剛毛を有する	楕円形~広紡錘形	平滑	多数の小油滴	Lindemann et al. (2014) Dissing & Sivertsen (1983)
<i>Rhodoscypha</i>	非コケ植物生 (外生菌根性)	皿型~椀型	桃色, 白色	無柄~やや有柄	二重壁からなる 剛毛を有する	紡錘形	平滑, わずかに イボ状	多数の小油滴と 2個の油球	Tedersoo et al. (2013)
<i>Rhodotarzetta</i>	非コケ植物生 (焼け跡生)	皿型~椀型	桃色, 白色	無柄	剛毛を欠く	楕円形	平滑	2個の油球	Dissing & Sivertsen (1983)

^a 現在では *Octospora* 属の異名として扱われることが多い (例: Caillet & Moyne 1987a, b).

^b *Lamprospora aneurae* Benkert のみタイ類生として報告されている (Benkert 1990).

^c *Neottiella ricciae* (P. Crouan & H. Crouan) Korf & W.Y. Zhuang のみタイ類生であるが, 狭義の *Neottiella* はスギゴケ科 Polytrichaceae を宿主とする種に限定し, それ以外を宿主とする本属菌は *Octospora* 属として扱うべきとの見解もある (Németh et al. 2017).

^d Egertová et al. (2018) は未発表データとして, 剛毛を有する本属未記載種の存在を示唆している.

^e 本属の一部には剛毛を有する *Octospora kelabitiana* Egertová & Döbbeler や顕著な縁毛を有する *Octospora erzbergeri* Benkert などが知られている (Benkert 2006; Egertová et al. 2018).

^f 平滑, 楕円形の子囊胞子を有し, コケ植物との関係性が不明な *Humaria aurantiaca* Bres. が本属に編入されたが^g (Lindemann & Alvarado 2017), Egertová et al. (2018) はこの措置に疑問を呈している.

^g *Octospora bridei* Caillet & Moyne や *Octospora echinospora* Caillet & Moyne のように, 本属の一部は紡錘形の子囊胞子を有する (Caillet & Moyne 1987a, b).

^h *Octospora* 属 *Wrightioideae* 節には球形から亜球形の子囊胞子を有する種が含まれるため *Lamprospora* 属菌と混同されやすいが, 本節の種は子囊胞子の表面構造が独立したイボ状である点, ハイゴケ目 Hypnales (腋生セン類) を宿主とする点 (*Lamprospora* 属菌の大半は頂生セン類が宿主), 宿主の仮根にゴール形成を誘導する点の組み合わせにより区別される (Sochorová et al. 2020).

示した通り一部の属の定義については研究者間で相違がある。また、近年の分子系統学的な研究により、本系統に含まれる複数の属においてその多系統性が示されており (Perry et al. 2007; Hansen et al. 2013; Egertová et al. 2018), 上述の定義は将来的に改訂される可能性がある。本系統に含まれる種の多くは主にヨーロッパや北アメリカを中心に報告されているが、アジアからの報告は限られており (Waraitch 1981; Wang & Zhong 2001; 庄 2014; Egertová et al. 2018), 日本からの正式な報告は皆無であった。

筆者らは 2017 年から 2020 年にかけて本州および奄美大島で盤菌類の調査を進めた結果、複数のピロネマキン科の子嚢果を得た。そのうちの 15 標本について、形態観察および分子系統解析を行った結果、*Octospora* 系統に属する日本から未報告の 4 種と同定されたので、ここに報告する。

材料および方法

観察には主に生標本を使用したが、一部に熱乾燥あるいは凍結乾燥標本も用いた。子嚢盤の形態は実体顕微鏡 (SZ61 および SZX16, オリパス株式会社, 東京) で観察し、顕微鏡用デジタルカメラ (DP21, オリパス株式会社) を用いて写真を撮影した。プレパラートは押しつぶした子嚢盤、剃刀を用いて作成した徒手切片、あるいは凍結ミクロトーム (Electro freeze MC-802A, 大和光機工業株式会社, 埼玉) による切片を用いて作成した。観察には微分干渉顕微鏡 (BX53, オリパス株式会社) を使用し、顕微鏡用デジタルカメラ (DP73, オリパス株式会社) を用いて写真を撮影した。また、一部の標本については卓上型の走査型電子顕微鏡 (SEM) (Miniscope TM4000Plus, 株式会社日立ハイテクフィールドディング, 東京) を用いた子嚢胞子の観察を行った。子嚢胞子、子嚢、托組織、剛毛および側糸の大きさは生標本を水に封入して計測した。また、子嚢胞子は 50 個を無作為に抽出して長径と短径を計測し、その比率を Q 値 ($Q = \text{長径} / \text{短径}$) で示した。子嚢のヨード反応の確認のためにメルツァー氏液 (Melzer 1924) を用いた。また、子嚢胞子の表面構造の確認のために乳酸コットンブルー溶液 (LCB) を用い、組織を乳酸コットンブルー溶液に浸した状態で少なくとも 10 分以上室温で染色したものを観察した。記載に用いた形態用語は大谷 (1990) および日本菌学会 (2014) に準拠した。宿主のコケ植物の同定には Noguchi (1987) と岩月 (2001) を使用し、学名は Suzuki (2016) と片桐・古木 (2018) に従った。観察に用いた子実体は、熱乾燥機 (SP-650, アドバンテッ

ク東洋株式会社, 東京) を用いて 60°C で熱乾燥、あるいは真空凍結乾燥機 (FDU-2110, 東京理化学器械株式会社, 東京) を用いて凍結乾燥した後、神奈川県立生命の星・地球博物館 (KPM), 国立科学博物館 (TNS) および栃木県立博物館 (TPM) の菌類標本庫に収蔵した。

Izumitsu et al. (2012) の手順に基づき、生標本、熱乾燥あるいは凍結乾燥標本からゲノム DNA を抽出した。ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) は、核リボソーム RNA 遺伝子の 大サブユニット (nrLSU) の配列用のプライマーセット LR0R (Rehner & Samuels 1994) および LR5 (Vilgalys & Hester 1990) を使用して行った。PCR 反応液は一つのサンプル当たり KOD FX Neo ポリメラーゼ (KFX-201, 東洋紡株式会社, 大阪) を 0.2 μL , dNTPs を 2 μL , 各プライマーを 0.15 μL ずつ, 2 \times PCR Buffer for KOD FX Neo を 5 μL , 超純水を 2.5 μL を混合し、それぞれのサンプルの PCR 反応液に 1.5 μL の DNA 抽出物を加えた。PCR 条件は次の通りである: 95°C 5 分 (1 サイクル); 98°C 10 秒, 55 から 50°C (サイクル毎に 0.5°C ずつ減少) 30 秒, 68°C 90 秒 (10 サイクル); 98°C 10 秒, 50°C 30 秒, 68°C 90 秒 (30 サイクル); 4°C (保冷)。PCR 産物はポリエチレングリコール (PEG) 沈殿により精製した。サイクルシーケンス反応は BigDye Terminator ver. 3.1 Cycle Sequencing Kit (Thermo Fisher Scientific Inc., アメリカ合衆国マサチューセッツ州) を用いて、PCR と同じプライマーセットで行った。塩基配列は FASMAC (<https://fasmac.co.jp/>) の DNA シーケンス解析サービスを利用して取得した。本研究で得られた塩基配列は DDBJ (DNA Data Bank of Japan; <https://www.ddbj.nig.ac.jp/index.html>) に登録した (Supplementary Table S1)。

分子系統解析では、INSD (International Nucleotide Sequence Database) に登録されている *Octospora* 系統の配列を使用した。外群には *Aleuria aurantia* (Pers.) Fuckel (KC 012661) と *Melastiza contorta* (Massee & Crossl.) Spooner & Y.J. Yao (AY500539) の配列を使用した。それらに本研究で得られた配列を加え、系統解析用のデータセットとした (Supplementary Table S1)。マルチプルアライメントはオンライン上の MAFFT ver. 7 (Katoh et al. 2019; <https://mafft.cbrc.jp/alignment/server/>) の L-INS-i モデルにより行った。アライメントした配列は Seaview ver. 4.7 (Gouy et al. 2010) 上で手動によりトリミングした。最終的なデータセット (640bp) は TreeBASE (<https://www.treebase.org/treebase-web/home.html>) に ID : S27716 として登録した。

分子系統解析には、最尤法とベイズ法を用いた。最尤法の解析は、ModelFinder (Kalyaanamoorthy et al. 2017)

によって最適な置換モデルと推定された GTR+F+I+G4 モデルに基づき、IQ-Tree ver. 2.1.2 (Minh et al. 2020) で行った。IQ-Tree による最尤法系統樹の各枝の支持率は、ultrafast bootstrap 法 (Hoang et al. 2018) による 1,000 回のブートストラップ反復で推定した。ベイズ法の解析は最適な置換モデルを KAKUSAN4 (Tanabe 2011) で推定し、出力された BIC4 パラメータを用いて、CIPRES (Miller et al. 2010) 上の MrBayes on XSEDE ver. 3.2.7a (Ronquist et al. 2012) で JC69_Homogeneous モデルに基づいて行った。また、Metropolis-coupled マルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMCMC) により 1000 世代ごとに系統樹をサンプリングし、200 万世代にわたって解析を行った。マルコフ連鎖の収束は、10 万世代ごとに算出した分割頻度の平均標準偏差 (ASDSF) が一貫して 0.01 未満になったこと、および有効サンプルサイズ (ESS) のスコアが十分に高いこと (> 200) から判断した。最尤法によって得られた系統樹は FigTree ver. 1.4.3 (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>) を用いて可視化し、Inkscape (<https://inkscape.org/ja/>) でそれぞれの枝に対応するブートストラップ値 (BS ≥ 70%) / 事後確率 (BP ≥ 0.95) を示した。

結果と考察

本研究で得られた 15 標本について、形態観察および分子系統解析の結果、*Octospora* 系統に属する 4 属 4 種に同定されたので、以下に記載する。また、最尤法で得られた系統樹を Fig. 5 に示した。最尤法及びベイズ法で得られた樹形は概ね一致した。

Leucoscypha leucotricha (Alb. & Schwein.) Boud., Bull. Trimest. Soc. Mycol. Fr. 1: 104 (1885)
MycoBank: MB414743

Fig. 1

子囊盤は地上に散生し、径 2–5 mm、高さ 1–2 mm、幼時類球形、成熟に伴い頂部が広がり椀型、無柄、全縁、肉質。托表面は白色で、極めて密な剛毛に覆われる。子実層面は白色 (Fig. 1B)。

托外皮層 (Fig. 1C) は多角菌組織から円形菌組織からなり、厚さは約 20 μm、細胞の大きさは 8–13 μm、細胞壁の厚さは 0.5–1.5 μm、無色。托髓層 (Fig. 1D) は絡み合い菌組織からなり、菌糸の幅は 5–8 μm、細胞壁の厚さは 0.4–1.5 μm、無色。子実下層の明瞭な分化は確認できない。側糸 (Fig. 1E) は幅 3.1–5.5 μm、薄壁、糸状、多隔壁、先端細胞は連結した菌糸と同径か、あるいはわずかに肥大、稀にわずかに分枝する。子囊胞子 (Fig. 1F, G) は (19.3–) 24.5–29 (–32.4) × (9.4–) 10.7–12.5 (–14.5) μm

(平均値 ± 標準偏差: 26.9 ± 1.4 × 9.7 ± 0.4 μm), Q = 1.7–3.0 (平均値 2.3), 紡錘形、無色、薄壁、内部に 2 個の油球を含む。子囊胞子の表面は、未熟時は平滑、成熟時はイボ状で、イボの幅は 0.3–1.0 μm、高さ 0.2–0.6 μm、SEM 像ではそれぞれが繋がる様子がみられ、コットンブルー染色性を有する。子囊 (Fig. 1H) はかぎ型構造から生じ、有弁、非アミロイド、薄壁、円筒形、先端は丸みを帯び、子囊内部には 8 つの子囊胞子が一列に並ぶ。剛毛 (Fig. 1I) は托外皮層の最外層より生じ、長さは最大で 1,000 μm、無色、直線状、平滑、厚壁 (厚さ最大 3.4 μm)、先端は鋭角に尖るか丸みを帯び、子囊盤の基部から縁部にかけて長くなる傾向がある。

発生環境: シラカンバ *Betula platyphylla* Sukaczew やブナ *Fagus crenata* Blume などが混在する広葉樹林 (Fig. 1A), またはオオシラビソ *Abies mariesii* Mast., アスナロ *Thujaopsis dolabrata* (Thunb. Ex L.f.) Sieb. & Zucc. およびダケカンバ *B. ermanii* を含む針広混交林。

供試標本: 群馬県利根郡片品村日光白根山、標高 1,769 m、針広混交林内のダケカンバの樹下、2017 年 9 月 16 日、細野天智・大前宗之採集、KPM-NC 26195; 長野県上田市菅平高原、標高 1,324 m、広葉樹林内のシラカンバの樹下、2017 年 9 月 24 日、細野天智採集、TNS-F-81121。

和名: ワタゲシロチャワントケ (新称) — 子囊盤が白色で、托表面に極めて密な剛毛を持つことに由来する。また、*Leucoscypha* 属については、ワタゲシロチャワントケ *L. leucotricha* を基準種とすることから、本属の和名をワタゲシロチャワントケ属 (新称) とする。

本種は白色の子囊盤が同色の剛毛によって極めて密に覆われ、紡錘形でイボ状の子囊胞子を持つことで特徴づけられる (Boudier 1907; Le Gal 1957; Benkert 2000)。日本産標本の子囊盤や子囊胞子などの形態、大きさは、本種の新基準標本を指定した Benkert (2000) の記載とよく一致した。なお、Le Gal (1957) はより長い子囊胞子 (30–41.5 × 11–14 μm) を持つ種を *L. leucotricha* として定義し、短い子囊胞子 (24–30 (–33) × 10–14 (–15.5) μm) を有する種は *L. erminea* (E. Bommer & M. Rousseau) Boud. として区別した。日本産標本は後種のサイズに近かったが、Benkert (2000) は *L. erminea* を *L. leucotricha* のシノニムとしている。以上のことから、本報では *L. leucotricha* と同定した。

日本産標本の配列 (LC589083, LC589084) はいずれもデンマーク産の *L. leucotricha* の配列 (DQ220365) と 99% (731/735 bp, 794/799 bp) の相同性を示し、単系統性も強く支持された (BS 100%, BP 1.00; Fig. 5)。

日本産標本 (KPM-NC 26195, TNS-F-81121) は、針

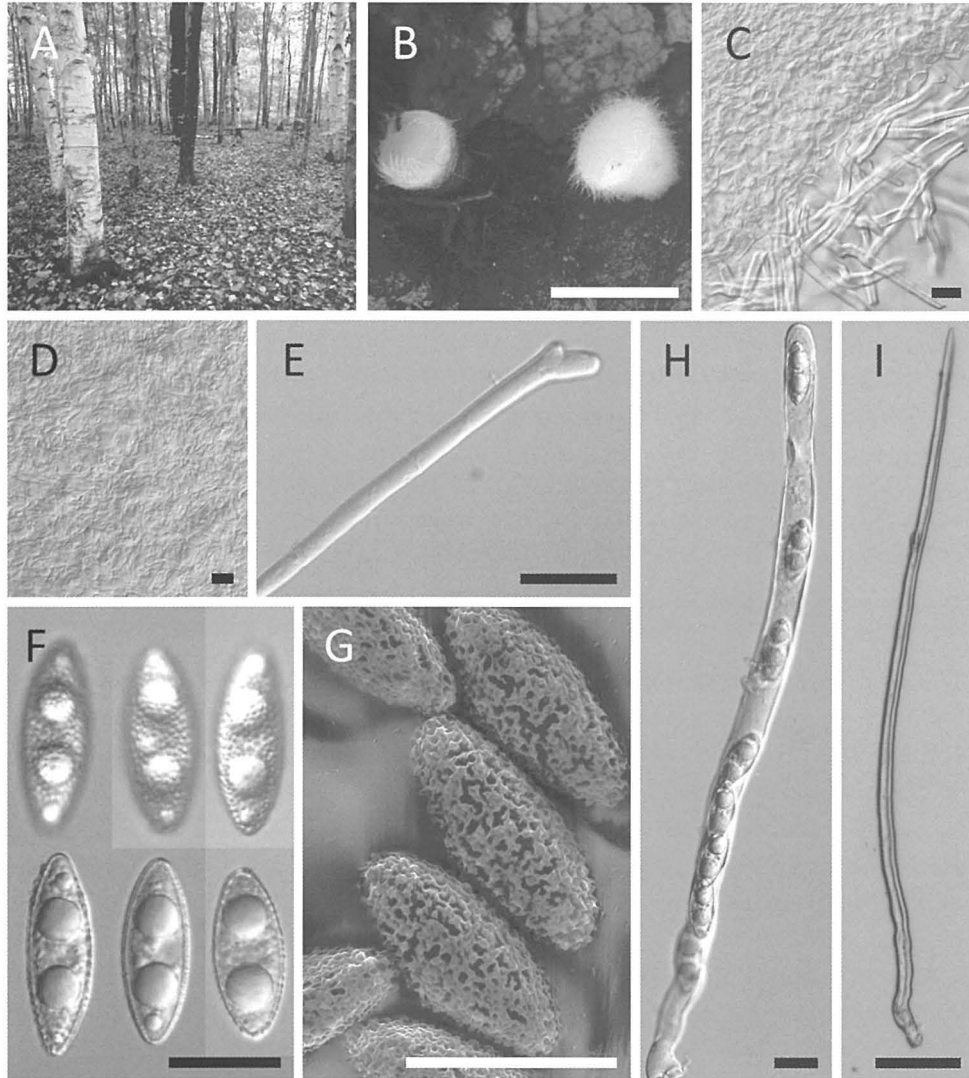


Fig. 1. *Leucoscypha leucotricha* (TNS-F-81121). Microscopic structures were mounted with water (C–F, H, I). A: Habitat. Broad-leaved forest dominated by *Betula platyphylla*. B: Ascomata. C: Ectal excipulum with hairs. D: Medullary excipulum. E: Paraphyses. F: Ascospores (Upper row: surface of ascospores, Lower row: inside of ascospores). G: Ascospores (SEM). H: Ascus. I: Hair. Bars: B 3 mm; C–H 20 μ m; I 50 μ m.

広混交林内のダケカンバの樹下あるいは広葉樹林内のシラカンバの樹下から採集された (Fig. 1A). 海外では本種はコケ植物や草本が生育する沼などの土壌あるいはヨーロッパナ *Fagus sylvatica* L. を含む落葉樹林内の土壌 (Thompson 2013) や、カバノキ属 *Betula* sp. の根元 (Ghyselinck 2010) より報告されている。本種の生態について、Brand (1991) はベニタケ科の外生菌根に感染すると考えたが、Benkert (2000) はこれを否定し、腐生菌であるとしている。しかし、いずれも発生環境から生態を推測したものであり、本種の生態は未だ不明といえる。また、本属と近縁な *Rhodoscypha* 属は外生菌根

菌とされており (Tedersoo et al. 2013)、本種も外生菌根を形成する可能性がある。

本種はこれまでにドイツ (Benkert 2000; 新基準標本の産地)、スイス (Breitenbach & Kränzlin 1984)、イギリス (Rifai 1968; Thompson 2013)、フランス (Moyne 2011; Van Vooren 2014)、ベルギー (Ghyselinck 2010) など、ヨーロッパから知られており、本報が *L. leucotricha* のアジア新産報告となる。

Neottiella albocincta (Berk. & M.A. Curtis) Sacc., Syll Fung, 8: 190 (1889)

MycoBank: MB245242

Fig. 2

子囊盤は広葉樹林内のコケ植物の仮根部付近あるいは茎状部から生じ、散生、径0.4–4.3 mm、高さ2–7 mm、幼時類球形、成熟に伴い頂部が広がり碗型、有柄、縁はよく発達し、肉質。子実層面および托表面は共に橙色。柄は中心性、円筒形、橙色から類白色。托と柄の表面はふつう全体が白色の剛毛に覆われるが、しばしば剛毛が目立たないこともある (Fig. 2B–D)。

托外皮層 (Fig. 2E) は円形菌組織から多角菌組織からなり、厚さは約 90 μm 、細胞は幅 5–28 μm 、細胞壁の厚さは 1.0–1.8 μm 、無色。托髓層 (Fig. 2E) は絡み合い菌組織からなり、菌糸は幅 5–9 μm 、細胞壁の厚さは 0.4–0.8

μm 、無色、薄壁。子実下層の明瞭な分化は確認できない。縁 (Fig. 2E) は伸長菌組織からなり、無色、薄壁、外側表面には剛毛が生じる。剛毛 (Fig. 2F) は托外皮層の最外層より生じ、長さ 190–640 μm 、基部の幅は 7–16 μm 、基部の細胞はアンブル型あるいは二股に分かれ、無色、平滑、厚壁 (厚さ最大 2.0 μm)、隔壁はまばらに存在し、先端はふつう鋭角に尖る。側糸 (Fig. 2G) は幅 4.5–6.7 μm 、薄壁、糸状、多隔壁、しばしば分岐あるいは分岐同士が吻合し、内部に橙色のカロテノイド色素を有し、先端細胞は連結した菌糸と同径か、あるいはわずかに肥大する。子囊胞子 (Fig. 2H–J) は (17.3–) 20.9–24.9 (–26.5) \times (11.4–) 12.7–14.8 (–16.6) μm (平均値 \pm 標準偏差 : 22.9 \pm 2.0 \times 13.8 \pm 1.0 μm)、Q = 1.3–2.0 (平均値 1.7)、楕円形からやや紡錘形、

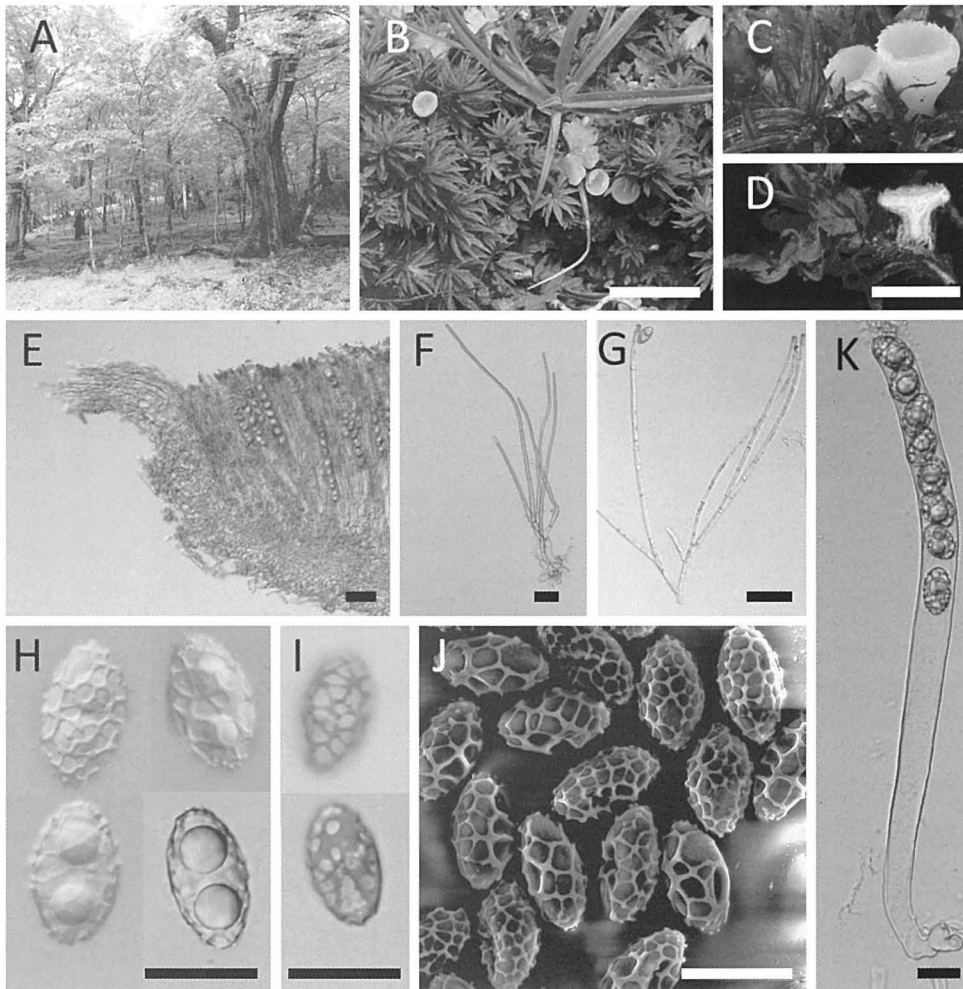


Fig. 2. *Neottiella albocincta* (B–I, K: TNS-F-91400 & TPM-M-9738, J: TNS-F-91393). Microscopic structures were mounted with water (E–H, K) or LCB (I). A: Habitat. Broad-leaved forest dominated by *Quercus crispula*. B–D: Ascomata on *Atrichum undulatum*. E: Longitudinal section of apothecia. F: Hairs. G: Paraphyses. H: Ascospores (Upper row: surface of ascospores, Lower row: inside of ascospores). I: Ascospores (LCB). J: Ascospores (SEM). K: Ascus. Bars: B 1 cm; D 3 mm; E–G 50 μm ; H–K 20 μm .

無色, 内部に1または2個の油球を含む。子嚢胞子の表面は, 未成熟時は平滑あるいはイボ状, 成熟時は完全な網目状となり, 網目はコットンブルー染色性を有する。子嚢 (Fig. 2K) はかぎ型構造から生じ, $242-317 \times 17-25 \mu\text{m}$, 有弁, 非アミロイド, 薄壁, 円筒形, 先端は丸みを帯び, 子嚢内部には8つの子嚢胞子が一列に並ぶ。

宿主: ナミガタチゴケ *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. (スギゴケ目, スギゴケ科)。

発生環境: ミズナラ *Quercus crispula* Blume などが優占する広葉樹林内 (Fig. 2A) 地上に生育する宿主コケ植物上。

供試標本: 栃木県日光市竜頭の滝, 標高 1,281 m, 広葉樹林内地上に生育するコケ植物上, 2018年7月15日, 細野天智・大前宗之採集, TPM-M-9750; 同所, 2018年9月29日, 細野天智・大前宗之採集, TNS-F-91393; 同所, 2019年7月14日, 細野天智・大前宗之採集, TNS-F-91400 および TPM-M-9738; 栃木県日光市宇都宮大学農学部附属日光演習林, 広葉樹林内地上に生育するコケ植物上, 2018年7月17日, 細野天智・福沢朋子採集, TNS-F-91396; 同所, 2018年10月9日, 細野天智採集, TNS-F-91398; 同所, 2018年10月9日, 細野天智採集, TNS-F-91399; 同所, 2018年10月28日, 細野天智採集, TNS-F-91394; 栃木県日光市太郎山, 広葉樹林が優占する林道沿い地上に生育するコケ植物上, 2018年7月22日, 細野天智・福沢朋子採集, TNS-F-91397。

和名: アラゲタチゴケチャワソタケ (新称) — 托に剛毛を持ち, タチゴケ属 *Atrichum* を宿主とすることに由来する。また, *Neottiella* 属は托表面に剛毛を持つことが特徴とされていることから, 本属の和名をアラゲコケチャワソタケ属 (新称) とする。

Neottiella 属はコケ植物生の *Octospora* 系統の中でも托表面に顕著な剛毛を有し, 子嚢胞子の表面構造が網目状あるいはイボ状である点で特徴づけられる (Benkert 1998c; Table 1)。 *Neottiella albocincta* は本属の基準種であり, 大型の子嚢盤を形成し, 子嚢胞子はふつう網目状の表面構造を有し, タチゴケ属を宿主とする特徴をもつ (Benkert 1994)。日本産標本は子嚢盤や子嚢胞子などの形態および宿主がタチゴケ属である点で Benkert (1994) による *N. albocincta* の基準標本の記載とよく一致した。また, Benkert (1987b, *Neottiella atrichi* として), Benkert (1998c), Eckstein et al. (2014) ならびに De Marchi (2017) の記載ともよく一致したため, 日本産標本を *N. albocincta* と同定した。

形態的に本種に類似する種として *Octospora kilimanjarensis* J. Moravec および *N. rutilans* (Fr.) Dennis が挙げられる。 *Octospora kilimanjarensis* は *Octospora* 属 *Neotti-*

ellae 節 (現在の *Neottiella* 属) として記載された種であり, 網目状の子嚢胞子を有する点で *N. albocincta* と共通しているが, より厚い網目を粗く形成する点, 子嚢胞子が幅広い楕円形である点で区別できる (Moravec 1997; Lindemann 2013)。また, *N. rutilans* は子嚢胞子が *N. albocincta* に比べてわずかに大きく, さらに *N. rutilans* はスギゴケ属 *Polytrichum* を宿主とするのに対し, *N. albocincta* はタチゴケ属を宿主とする点で区別できる (Benkert 1994; Benkert 1998c; Eckstein et al. 2014; De Marchi 2017)。

分子系統解析の結果, 日本産標本の配列 (LC637244, LC637245) は, いずれもスロバキア産 *N. albocincta* の配列 (MF754059) との単系統性が強く支持され (BS 100%, BP 1.00; Fig. 5), いずれも 99% (756/758 bp, 721/723 bp) の相同性を示した。一方, スギゴケ属を宿主とするポーランド産 *N. rutilans* の配列 (MK569313) との相同性は 96% (746/776 bp, 695/723 bp) であった。以上の点から, 日本産標本は *N. albocincta* であることが分子系統解析からも支持され, 従来の見解通り, 形態的に類似する *N. rutilans* とは別種とするのが妥当と判断した。

Neottiella albocincta はアメリカ合衆国 (Berkeley 1875; 基準産地), ドイツ (Moravec 1997; Benkert 1998c; Eckstein et al. 2014), オランダ (Benkert & Brouwer 2004), スイス (De Marchi 2017), ハンガリー (Németh 2017), ウクライナ (Yatsiuk 2017, *Neottiella atrichi* として), インド (Waraitch 1981, *Leucoscypha catharinaea* として), オーストラリア (McLennan & Halsey 1936, *Neottiella catharinaea* として; Rifai 1968), 南アフリカ (Sochorová et al. 2019) などから知られており, 本報が *N. albocincta* の東アジア新産報告となる。ただし, 本種に類似する *N. rutilans* に関しては中国からの報告があるものの (Wang & Zhong 2001; 庄 2014), 宿主の同定は行われていないため, 中国からの報告が実際には *N. albocincta* である可能性も残されている。

Octospora ithacaensis (Rehm) K.B. Khare, Nord J Bot 22: 111, 1975
Mycobank: MB318873

Fig. 3

子嚢盤はコケ植物の葉状体表面に散生あるいは群生し, 径 0.3–0.8 mm, 高さ 0.3–0.5 mm, 幼時類球形あるいは樽形, 成熟時碗型あるいはクッション型, 無柄, 全縁, 肉質。子実層面および托表面は共に淡黄色。成熟時子嚢が子実層面から突出し, 基部に白色の菌糸を有す (Fig. 3B, C)。

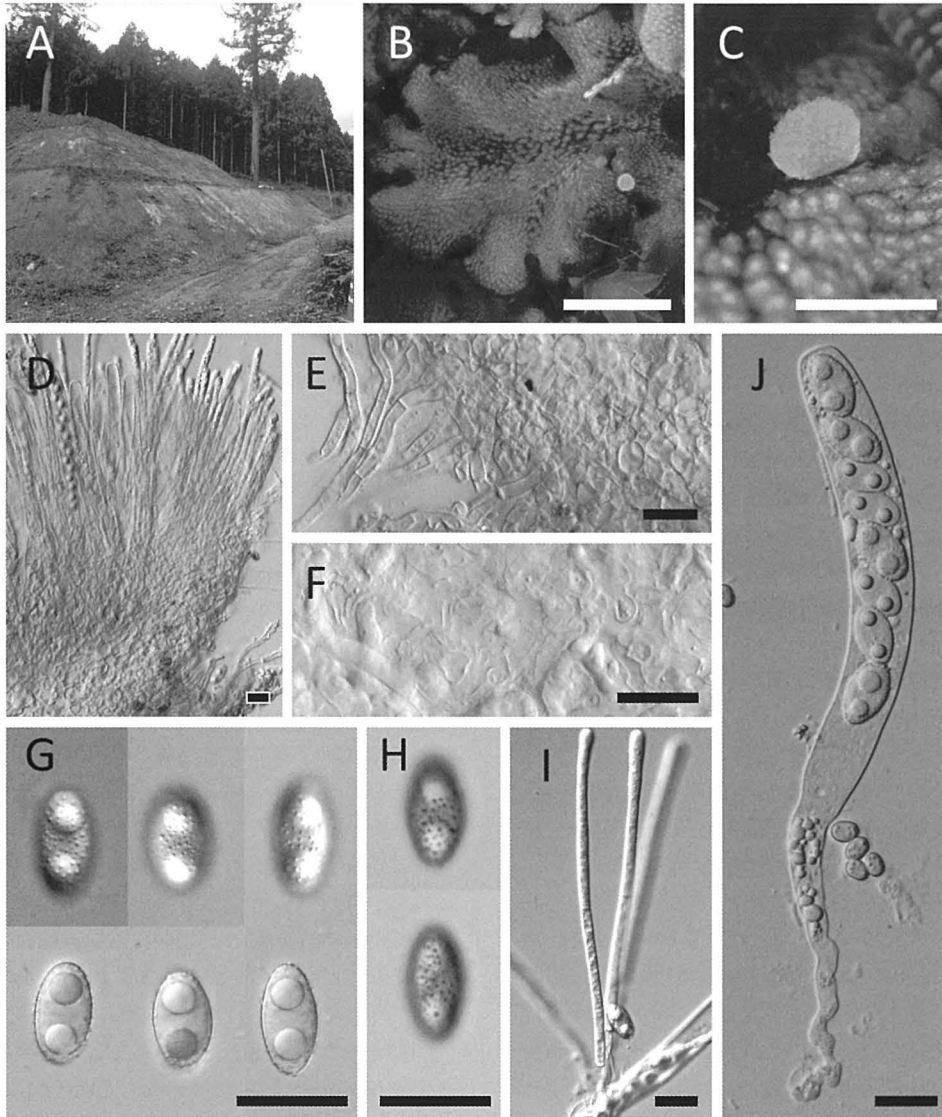


Fig. 3. *Octospora ithacaensis* (TNS-F-91402). Microscopic structures were mounted with water (D–G, I, J) or LCB (H). A: Habitat. Disturbed area where *Marchantia polymorpha* subsp. *ruderalis* grows. B, C: Ascomata on *M. polymorpha*. D: Longitudinal section of apothecia. E: Ectal and medullary excipulum. F: Subhymenium. G: Ascospores (Upper row: surface of ascospores, Lower row: inside of ascospores). H: Ascospores (LCB). I: Paraphyses. J: Ascus. Bars: B 3 mm; C 1 mm; D–J 20 μ m.

托外皮層 (Fig. 3D, E) は円形菌組織からなり、厚さは約 30 μ m、細胞は幅 5–15 μ m、細胞壁の厚さは 0.5–1.0 μ m、無色。托髓層 (Fig. 3D, E) は円形菌組織からなり、細胞の最大幅は 6–25 μ m、細胞壁の厚さは 0.6–1.1 μ m、無色、薄壁。子実下層 (Fig. 3F) は絡み合い菌組織からなり、幅は約 20 μ m、無色、薄壁、菌糸の幅は 4–7 μ m。子嚢胞子 (Fig. 3G, H) は (17.3–) 18.5–20.3 (–21.3) \times (8.6–) 9.6–10.8 (–11.8) μ m (平均値 \pm 標準偏差: 19.4 \pm 0.9 \times 10.2 \pm 0.6 μ m), Q = 1.6–2.1 (平

均値 1.9)、楕円形、無色、内部に 2 個の油球を含む。子嚢胞子の表面は、未成熟時は平滑、成熟時はイボ状で、イボの幅は 0.3–0.6 μ m、高さは 0.2–0.6 μ m、コットンブルー染色性を有する。側糸 (Fig. 3I) は幅 3.9–6.7 μ m、薄壁、糸状、多隔壁、しばしば内部に小油滴を含み、先端細胞は連結した菌糸と同径か、あるいはわずかに肥大する。子嚢 (Fig. 3J) はかぎ型構造から生じ、205–270 \times 15–21 μ m、有弁、非アミロイド、薄壁、円筒形、先端は平らかあるいは丸みを帯び、子嚢内部には 8 つの

子嚢胞子が一列に並ぶ。子嚢盤基部の菌糸は幅 4–6 μm 。
 宿主：ゼニゴケ *Marchantia polymorpha* L. subsp. *ruderalis* Bischl. & Boissel.-Dub. (ゼニゴケ目, ゼニゴケ科)。

発生環境：民家, 造成地等の明るい場所に生育する宿主コケ植物上 (Fig. 2A)。

供試標本：茨城県石岡市上曾, 標高 84 m, 造成された土が盛られた場所に生育するコケ植物上, 2020 年 10 月 13 日, 出川洋介採集, TNS-F-91402; 同所, 2020 年 12 月 10 日, 出川洋介採集, TNS-F-91404; 長野県上田市菅平高原, 標高 1,252 m, 民家周辺の地上に生育するコケ植物上, 2020 年 11 月 4 日, 細野天智・出川洋介採集, TNS-F-91403。

和名：ゼニゴケツブチャワントケ (新称) — 宿主のゼニゴケ上に極小の粒のような子嚢盤を形成することに由来する。また, *Octospora* 属については, コケ植物生チャワントケ目菌の中で最初に設立された属であり, その全ての種がコケと密接なかわりを持つことから, 本属の和名をコケチャワントケ属 (新称) とする。

Octospora 属菌は, コケ植物生の *Octospora* 系統の中で, 通常剛毛を欠いた子嚢盤, 1–2 個の油球を含む楕円形または広楕円形の子嚢胞子によって特徴づけられる (Khare 2003; Table 1)。本属は *Lamprospora* 属と並んで *Octospora* 系統の中で最大の種多様性を有する属であるが, タイ類上から発生する種は *O. cashiae* (Gamundi) Benkert, *O. kelabitiana* Egertová & Döbbeler および *O. ithacaensis* の 3 種しか知られておらず, ゼニゴケを宿主とするものは *O. ithacaensis* のみである。日本産標本は子嚢盤や子嚢胞子などの形態および宿主がゼニゴケである点で, Khare (1975) が観察した *O. ithacaensis* の基準標本の記載とよく一致した。また, Schweers (1946), Yao & Spooner (1996a), Benkert (1998b), Egertová et al. (2015), Moyne et al. (2017) の記述ともよく一致したことから, 日本産標本を *O. ithacaensis* と同定した。タイ類上から発生する残り 2 種については, *O. cashiae* は子嚢胞子が 18–22 \times 16–19 μm のより幅広い楕円形であり, 宿主がフタマタゴケ目の一種 (Benkert 1998a) である点で区別でき, *O. kelabitiana* は子嚢胞子の表面構造が平滑で, 宿主がスジゴケ属の一種 *Riccardia* sp. (フタマタゴケ目, スジゴケ科) (Egertová et al. 2018) である点で区別できる。

日本産標本の配列 (LC637246, LC637247) は, チェコ共和国産 *O. ithacaensis* の配列 (MF754071) といずれも 100% (709/709 bp, 731/731 bp) の相同性を示した (BS 100%, BP 1.00; Fig. 5)。

本種はアメリカ合衆国 (Rehm 1904; 基準産地), イギリス (Yao & Spooner 1996a), オランダ, ドイツ

(Benkert 1998b), スペイン (Rubio et al. 2012), スイス, チェコ共和国 (Egertová et al. 2015) などから知られており, 本報がアジア新産報告となる。

Octosporopsis erinacea Egertová & Döbbeler, Mycol Prog 17: 104, 2018
 MycoBank: MB822433

Fig. 4

子嚢盤はコケ植物の葉状体表面に散生し, 径 0.4–0.9 mm, 高さ 0.6–0.8 mm, 幼時樽型, 成熟に伴い頂部が広がり椀型, 無柄, 全縁, 肉質。子実層面および托表面は共に類白色から淡黄色。成熟時子嚢が子実層面から突出する。托表面は独立した白色の固い剛毛に覆われる (Fig. 4B, C)。

托外皮層 (Fig. 4D, E) は円形菌組織からなり, 厚さは約 50 μm , 細胞は幅 10–25 μm , 無色, 最外層は厚壁 (最大 3 μm)。托髓層 (Fig. 4D, F) は不規則に膨潤した菌糸から構成され, 菌糸は幅 13.5–33.2 \times 4.9–11.4 μm , 細胞壁の厚さは 0.4–0.9 μm , 無色, 薄壁。子実下層の明瞭な分化は確認できない。子嚢胞子 (Fig. 4G, H) は (16.7–) 18.7–21.8 (–23.9) \times (10.1–) 11.3–13.8 (–19.3) μm (平均値 \pm 標準偏差: 20.3 \pm 1.6 \times 12.5 \pm 1.3 μm), Q=1.0–1.8 (平均値 1.6), 楕円形, 無色, 内部に多数の小油滴を含む。側糸 (Fig. 4I) は, 幅 2.5–6.7 μm , 薄壁, 糸状, 多隔壁, しぼしば分岐し, カロテノイド色素は見られず無色, 先端が膨らむ (幅 3–13 μm)。子嚢 (Fig. 4J) はかぎ型構造から生じ, 190–252 \times 16–26 μm , 有弁, 非アミロイド, 薄壁, 先端はやや平らになり, 子嚢内部には 8 つの子嚢胞子が一列に並ぶ。剛毛 (Fig. 4K) は托外皮層の最外層より生じ, 長さ 190–640 μm , 基部の幅は 10–18 μm , 無色, 平滑, 多隔壁, 先端は鋭角に尖るか丸みを帯び, 厚壁 (厚さ最大 5 μm)。子嚢盤の基部から縁部にかけて長くなる傾向がある。

宿主：ケゼニゴケ *Dumortiera hirsuta* (Sw.) Nees subsp. *hirsuta* (ゼニゴケ目, アズマゼニゴケ科)

発生環境：亜熱帯林内に生育する宿主コケ植物上 (Fig. 4A)。

供試標本：鹿児島県奄美市名瀬大字知名瀬, 標高 133 m, 亜熱帯広葉樹が優占する林道沿い地上のコケ植物上, 2020 年 3 月 7 日, 細野天智・出川洋介採集, TNS-F-91401。

和名：ケゼニゴケニセチャワントケ (新称) — 宿主がケゼニゴケであることに由来する。また, *Octosporopsis* 属については, 他の *Octospora* 系統の属とは異なり成熟した子嚢胞子に大型の油球を持たず, 他の *Octospora* 系統の属とも遺伝的に区別されることから, 本属の和名をニセコケチャワントケ属 (新称) とする。

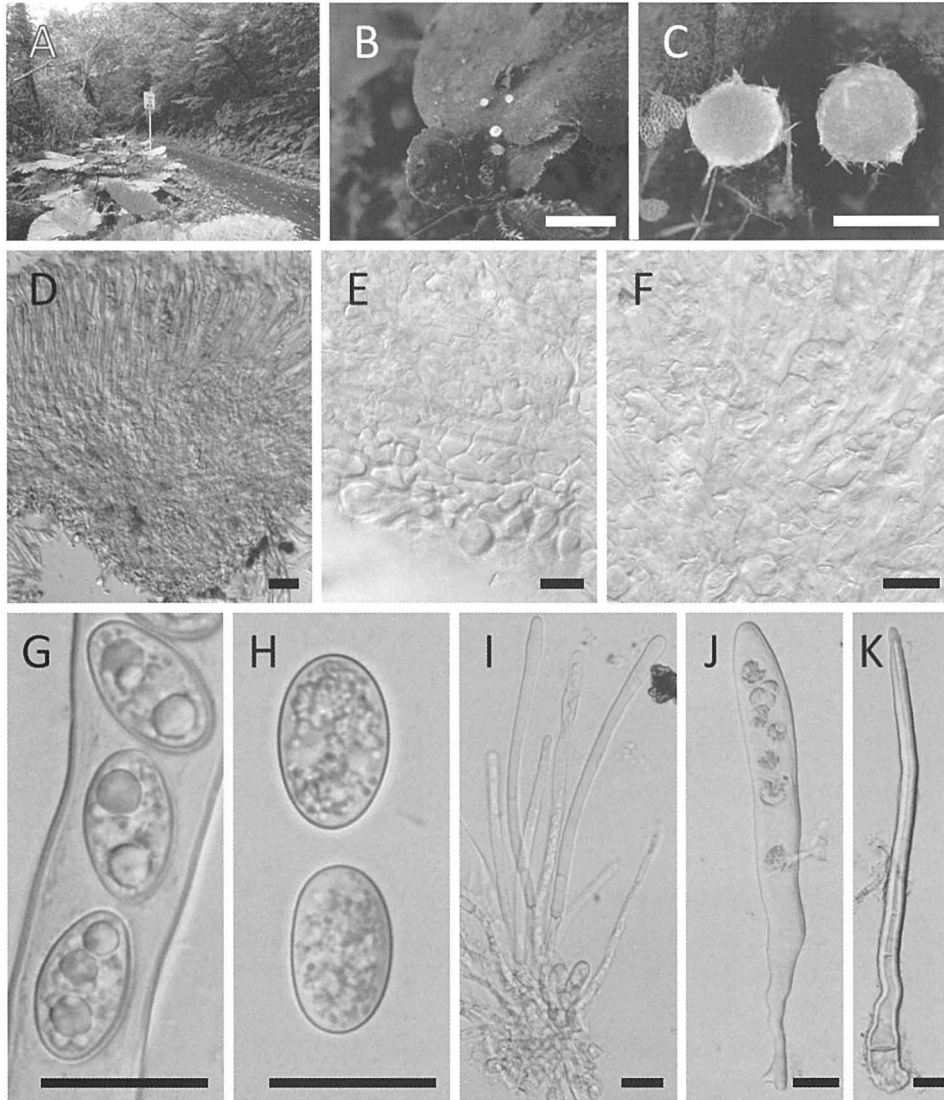


Fig. 4. *Octosporopsis erinacea* (TNS-F-91401). Microscopic structures were mounted with water (D–K). A: Habitat: Subtropical laurel forest. B, C: Ascomata on *Dumortiera hirsuta* var. *hirsuta*. D: Longitudinal section of apothecia. E: Ectal excipulum. F: Medullary excipulum. G: Young ascospores in ascus. H: Mature ascospores. I: Paraphyses. J: Ascus. K: Hair. Bars: B 3 mm; C 1 mm; D 50 μ m; E–K 20 μ m.

Octosporopsis 属はコケ植物生の *Octospora* 系統の中において、成熟した子嚢胞子が数個の大型の油球を持たず、多数の小油滴で満たされるという点で特徴づけられ、現在までに *O. nicolai* と *O. erinacea* の2種が知られている (Lindemann et al. 2014; Egertová et al. 2018). 日本産標本は子嚢盤の大きさが 0.4–0.9 mm と小さく、全縁で、独立した長い剛毛を持っており、子嚢胞子の形態や大きさも *O. erinacea* の原記載と一致し、宿主もケゼニゴケと種レベルで共通していた。さらに、日本産標本の配列 (LC637248) は、マレーシア産 *O. erinacea* の基準

標本由来の配列 (MF754057) と 99% (691/698 bp) の相同性を示し、単系統性も強く支持された (BS 100%, BP 1.00; Fig. 5). 以上より、日本産標本を *O. erinacea* と同定した。しかし、*O. erinacea* の原記載と詳細に比較すると、日本産標本は子嚢が 190–252 \times 16–26 μ m と原記載 (120–160 \times 14–24 μ m) よりも長く、宿主はケゼニゴケ *Dumortiera hirsuta* subsp. *hirsuta* であり、原記載 (ケクビゼニゴケ *Dumortiera hirsuta* subsp. *nepalensis*) とは亜種レベルで異なった。これらの差異が *O. erinacea* の種内変異に相当するものなのか否かについて

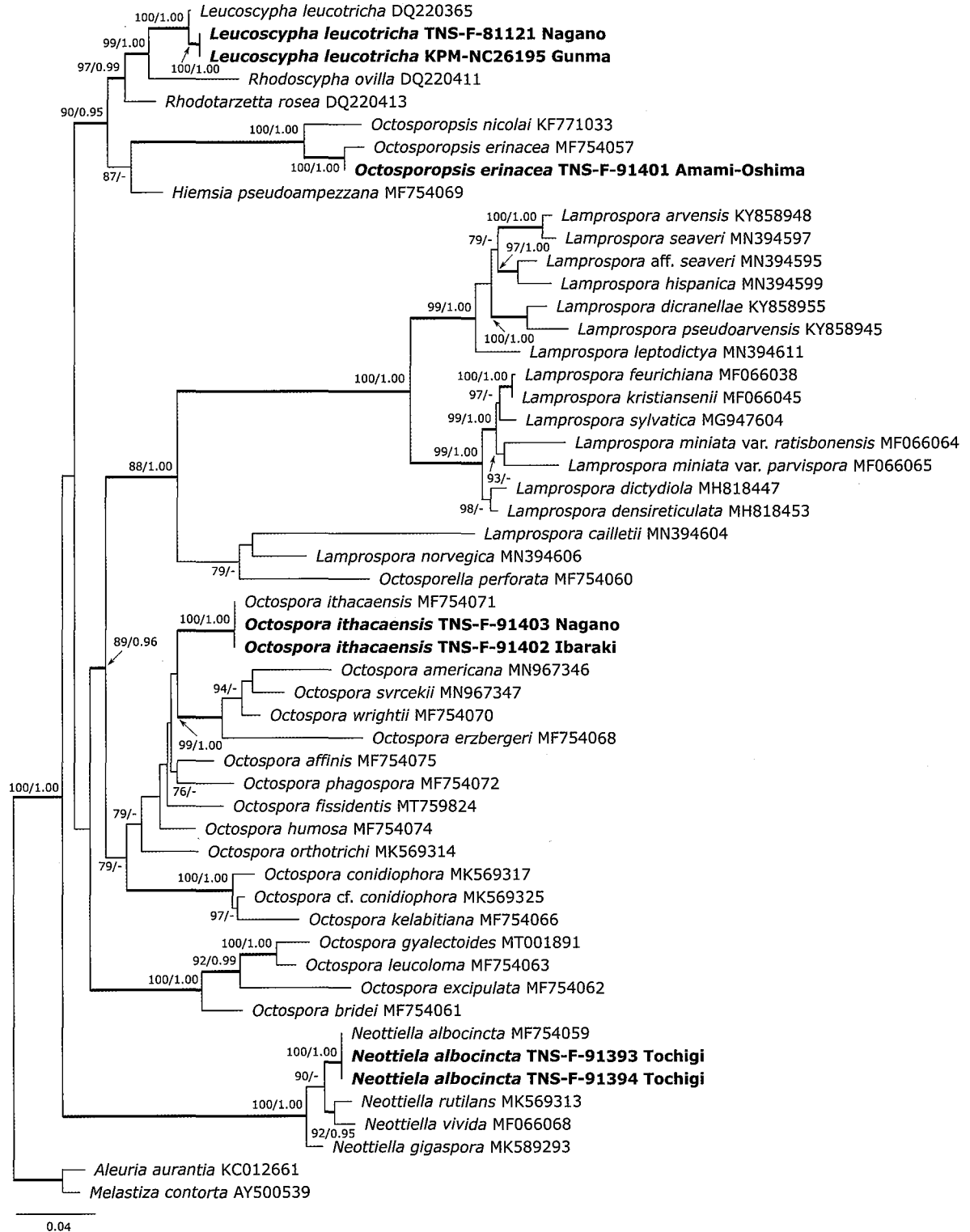


Fig. 5. Maximum-likelihood phylogenetic tree of nuclear large subunit rDNA (nrLSU) sequences of species in the *Octospora* lineage. *Aleuria aurantia* and *Melastiza contorta* were used as outgroups. Thickened branches indicate BS ≥ 70% and BP ≥ 0.95. Sequences obtained in this study are highlighted in bold.

は、今後さらに各地で標本を集めて検討する必要がある。同属の *O. nicolai* は子囊盤が 2–7 mm と大きく、縁が多少膜状になり、短い剛毛が突出し、子囊胞子も (26–) 27–39 (–41) × (12–) 15–18.5 (–20.5) μm と非常に大きく、宿主もミカツキゼニゴケ *Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb. である点 (Lindemann et al. 2014) で、*O. erinacea* とは形態的、生態的に大きく異なる。また、分子系統解析においても日本産 *O. erinacea* はドイツ産 *O. nicolai* の配列 (KF771033) との相同性が低かった (93%, 663/712 bp)。

Octosporopsis erinacea は 2018 年に基準産地であるマレーシアのボルネオ島の高標高地 (1,230 m) の川沿いの石の上に発生したケケビゼニゴケ上から採集された (Egertová et al. 2018)。本報告はボルネオ島に続く二例目の発見である。一方、亜種を含む広義のケゼニゴケは北半球の温帯から暖温帯に広く分布するにも関わらず (秋山 2011)、現在のところ *O. erinacea* の報告はボルネオ島および奄美大島に限られることから、本種は熱帯から亜熱帯気候に適応した種である可能性がある。温帯域の広義のケゼニゴケにおいても本種が発生するか否については、今後さらなる調査が必要である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、野外調査のご協力および貴重な標本、文献をご提供いただいた国立科学博物館 (当時) の山本航平博士、分子実験の設備利用と試葉提供にご協力いただいた神奈川県立生命の星・地球博物館の折原貴道博士、走査型電子顕微鏡を利用させていただいた栃木県立博物館 (当時) の坂井広人様、凍結マイクロトームの使い方をご指導いただいた国立研究開発法人理化学研究所の橋本陽博士、菌類の観察方法や徒手切片の作成法等の菌学を学ぶ上での重要な基礎をご指導いただいた菌類懇話会の浅井郁夫様、貴重な文献をご提供いただいたミシガン大学 (当時) の瀬戸健介博士、顕微鏡などの設備のご提供および野外調査にご協力いただいた宇都宮大学農学部森林科学科の大久保達人先生、逢沢峰昭先生、森林生態学・育林学研究室の皆様、宇都宮大学附属日光演習林の教職員の方々、野外調査にご協力いただいた日本森林技術協会の福沢朋子博士に深く感謝の意を表す。

摘 要

Octospora 系統 (チャワントケ目, ピロネマキン科) は多数のコケ植物生および少数の非コケ植物生の種からなる系統群である。本系統に含まれる種は主にヨーロッ

パや北アメリカから報告されているが、日本からの正式な報告は皆無であった。筆者らは盤菌類の調査によって得られた標本の中から、本系統に含まれる以下の 4 属 4 種を形態的に同定し、これらの同定結果は核リボソーム RNA 遺伝子の 2S 領域を用いた分子系統解析によっても支持された。*Leucoscypha leucotricha* (新称 ワタゲシロチャワントケ) は非コケ植物生で、カバノキ属の樹下より採集された。他の 3 種はいずれもコケ植物生で、*Neottiella albocincta* (新称 アラゲタチゴケチャワントケ) はナミガタチゴケを、*Octospora ithacaensis* (新称 ゼニゴケツブチャワントケ) はゼニゴケを、*Octosporopsis erinacea* (新称 ケゼニゴケニセチャワントケ) はケゼニゴケをそれぞれ宿主としていた。いずれも東アジア新産で、*O. erinacea* は基準産地のボルネオ島に続く二例目の報告となる。

引用文献

- 秋山弘之 (2011) ケゼニゴケ複合体 (ケゼニゴケ科, 苔類) の倍数性と種分化. 分類 11: 121–138
- Benkert D (1987a) Beiträge zur Taxonomie der Gattung *Lamprospora* (Pezizales). Z Mykol 53: 195–271
- Benkert D (1987b) *Neottiella atrichi* (= *N. catharinae*) in Europa. Beitr Kenntn Pilze Mitteleurop 3: 407–411
- Benkert D (1990) Zwei neue Arten der Gattung *Lamprospora* (Pezizales, Ascomycetes). Feddes Repert 101: 631–637
- Benkert D (1994) Beiträge zur Kenntnis bryophiler Pezizales-Arten. 2. Die Identität von *Peziza albo-cincta* Berk. & Curt. Beitr Kenntn Pilze Mitteleurop 9: 131–138
- Benkert D (1998a) Beiträge zur Kenntnis bryophiler Pezizales - Arten. 6. *Wrightioideae*, eine neue Sektion der Gattung *Octospora*. Z Mykol 64: 17–40
- Benkert D (1998b) Beiträge zur Kenntnis bryophiler Pezizales-Arten. 7. *Octospora ithacaensis*. Z Mykol 64: 41–44
- Benkert D (1998c) Beiträge zur Kenntnis bryophiler Pezizales - Arten. 8. *Neottiella megapolitana* spec. nov. und einige weitere bemerkenswerte *Neottiella*-Funde aus Nordostdeutschland. Z Mykol 64: 153–161
- Benkert D (2000) Zur Kenntnis von *Leucoscypha leucotricha* (Ascomycetes, Pezizales) und Wahl einer Neotypus-Kollektion. Z Mykol 66: 181–191
- Benkert D (2006) *Octospora erzbergeri* (Pezizales, Ascomycetes), eine neue Art aus Serbien- Montenegro. Österr Z Pilzk 15: 1–6
- Benkert D (2011) Ergänzende beobachtungen zu

- Moravecia* Benkert, Caillet & Moyne (Pezizales). *Z Mykol* 77: 157 – 160
- Benkert D, Brouwer E (2004) New species of *Octospora* and some further remarkable bryoparasitic Pezizales from the Netherlands. *Persoonia* 18: 381 – 391
- Benkert D, Caillet M, Moyne G (1987) *Moravecia*, eine neue Gattung der Pyronemataceae (Pezizales). *Z Mykol* 53: 139 – 144
- Berkeley MJ (1875) Notices of North American fungi. *Grevillea* 3: 1 – 17
- Boudier E (1907) Histoire et classification des discomycètes d'Europe. Librairie des Sciences Naturelles Paul Klincksieck, Paris
- Brand F (1991) Ektomykorrhizen an *Fagus sylvatica*: Charakterisierung und Identifizierung, ökologische Kennzeichnung und unsterile Kultivierung. *Libri Botanici* 2, Eching
- Breitenbach J, Kränzlin F (1984) Fungi of Switzerland Volume 1 Ascomycetes. *Verl Mykol*, Lucerne
- Caillet M, Moyne G (1987a) Contribution à l'étude du genre *Octospora* Hedw. ex S.F. Gray (Pezizales), espèces à spores elliptiques ou fusiformes. *Bull Trimest Soc Mycol Fr* 103: 179 – 226
- Caillet M, Moyne G (1987b) Contribution à l'étude du genre *Octospora* Hedw. ex S.F. Gray (Pezizales), écologie et morphologie. *Bull Trimest Soc Mycol Fr* 103: 277 – 304
- De Marchi R (2017) *Neottiella albocincta* (Pyronemataceae, Pezizales), für die Schweiz eine neue, wohl übersehene Art. *Ascomycete.org* 9: 269 – 272
- Dissing H, Sivertsen S (1983) Operculate discomycetes from Rana (Norway) 5. *Rhodoscypa* gen. nov. and *Rhodotarzetta* gen. nov. *Mycotaxon* 16: 441 – 460
- Döbbeler P (1979) Untersuchungen an moosparasitischen Pezizales aus der Verwandtschaft von *Octospora*. *Nova Hedwig* 31: 817 – 864
- Döbbeler P, Berger F, Piñero NR, Vega M (2018) *Octosporella microtricha* and *O. nematospora* - two new pezizalean ascomycetes on *Frullania*. *Herzogia* 31: 101 – 108
- Eckstein J, Eckstein G, Vega M (2014) Bemerkenswerte Funde bryoparasitischer Pezizales (Ascomycota) aus Deutschland II. *Boletus* 35: 17 – 25
- Egertová Z, Eckstein J, Vega M (2015) *Lamprospora tuberculata*, *Octospora ithacaensis*, *O. orthotrichi* and *O. affinis* - four bryoparasitic ascomycetes new to the Czech Republic. *Czech Mycol* 67: 119 – 133
- Egertová Z, Döbbeler P, Sochor M (2018) *Octosporopsis erinacea* and *Octospora kelabitiana* (Pezizales) - two new hepaticolous ascomycetes from Borneo. *Mycol Prog* 17: 103 – 113
- Ghyselinck D (2010) Contribution à la connaissance des champignons du Brabant wallon (3). Quelques ascomycètes intéressants. *Rev Cercle Mycol Bruxelles* 10: 23 – 30
- Gouy M, Guindon S, Gascuel O (2010) SeaView version 4: a multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. *Mol Biol Evol* 27: 221 – 224
- Hansen K, Perry BA, Dranginis AW, Pfister DH (2013) A phylogeny of the highly diverse cup-fungus family Pyronemataceae (Pezizomycetes, Ascomycota) clarifies relationships and evolution of selected life history traits. *Mol Phylogenet Evol* 67: 311 – 335
- Hoang DT, Chernomor O, von Haeseler A, Minh BQ, Vinh LS (2018) UFBBoot 2: Improving the ultrafast bootstrap approximation. *Mol Biol Evol* 35: 518 – 522
- 岩月善之助 (編) (2001) 日本の野生植物 コケ. 平凡社, 東京
- Izumitsu K, Hatoh K, Sumita T, Kitade Y, Morita A, Gafur A, Ohta A, Kawai M, Yamanaka T, Neda H, Ota Y, Tanaka C (2012) Rapid and simple preparation of mushroom DNA directly from colonies and fruiting bodies for PCR. *Mycoscience* 53: 396 – 401
- Jaklitsch W, Baral HO, Lücking R, Lumbsch HT, Frey W (2016) Syllabus of Plant Families - A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien Part 1 / 2: Ascomycota. *Borntraeger Gebrueder*, Stuttgart
- Kalyanamoorthy S, Minh BQ, Wong TKF, von Haeseler A, Jermin LS (2017) ModelFinder: Fast model selection for accurate phylogenetic estimates. *Nat Methods* 14: 587 – 589
- 片桐知之・古木達郎 (2018) 日本産タイ類・ツノゴケ類 チェックリスト, 2018. *Hattoria* 9: 53 – 102
- Katoh K, Rozewicki J, Yamada KD (2019) MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Brief Bioinform* 20: 1160 – 1166
- Khare KB (1975) On *Humaria ithacaensis*. *Norw J Bot* 22: 111 – 113
- Khare KB (2003) Descriptions of and comments on some species of *Octospora* and *Kotlabaea* (Pezizales, Huma-

- riaceae). *Nova Hedwig* 77: 445 – 485
- Kirk PM, Cannon PF, Minter DF, Stalpers JA (2008) *Dictionary of the Fungi 10th Edition*. CABI, UK
- Le Gal M (1957) Le genre *Leucoscypha* Boud. *Bull Jard Bot Etat Brux* 27: 719 – 728
- Lindemann U (2013) Beiträge zur Erforschung der Pilzflora Äthiopiens. Operculate Discomyceten, Teil 1. *Ascomycete.org* 5: 97 – 103
- Lindemann U, Alvarado P (2017) Revision der Gattung *Kotlabaea*, Teil 2: *K. aurantiaca*, *K. carestiae*, *K. danuviana* und *K. trondii* nebst taxonomischen Bemerkungen zu *Boubovia vermiphila*, *Cheilymenia stercoraria* und zur Gattung *Pseudombrophila*. *Z Mykol* 83: 103 – 126
- Lindemann U, Vega M, Richter T, Alvarado P (2014) *Octosporopsis nicolai* - ein rätselhafter Vertreter aus der Familie der Pyrenomataceae. *Z Mykol* 80: 565 – 592
- McLennan EI, Halsey F (1936) Additions to the Australian Ascomycetes. III. *Proc Roy Soc Vic* 49: 51 – 61
- Melzer V (1924) L'ornementation des spores de Russules. *Bull Trimest Soc Mycol Fr* 40: 78 – 81
- Miller MA, Pfeiffer W, Schwartz T (2010) Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*. 1 – 8
- Minh BQ, Schmidt HA, Chernomor O, Schrempf D, Woodhams MD, von Haeseler A, Lanfear R (2020) IQ-TREE 2: New models and efficient methods for phylogenetic inference in the genomic era. *Mol Biol Evol* 37: 1530 – 1534
- Moravec J (1997) Fungi of the Kilimanjaro — II *Octospora kilimanjarensis* sp. nov., a new species of the section *Neottiellae* (Discomycetes, Pezizales). *Czech Mycol* 49: 149 – 161
- Moyne G (2011) Un curieux habitat pour *Leucoscypha leucotricha* (Ascomycète, Pezizales). *Ascomycete.org* 3: 14 – 16
- Moyne G, Moingeon JM, Van Vooren N (2017) *Octospora ithacaensis* (Pezizales), espèce nouvelle pour la Franche-Comté. *Bull Mycol Bot Dauphiné-Savoie* 224: 31 – 34
- Németh C (2017) Biodiversity of bryophilous Pezizales (Ascomycetes) in Hungary. *Acta Biol Plant Agriensis* 5: 36
- Németh C, Eckstein J, Stöckli E (2017) New European occurrences of *Neottiella ricciae*, a bryophilous ascomycete. *Herzogia* 30: 353 – 361
- 日本菌学会 (編) (2014) *新菌学用語集*. 日本菌学会, 東京
- Noguchi A (1987) *Illustrated moss flora of Japan. Part 1*. Hattori Botanical Lab, Nichinan
- 大谷吉雄 (1990) 日本産盤菌綱菌類 - 目から属までの検索表. *日菌報* 31: 117 – 143
- Perry BA, Hansen K, Pfister DH (2007) A phylogenetic overview of the family Pyrenomataceae (Ascomycota, Pezizales). *Mycol Res* 111: 549 – 571
- Rehm H (1904) *Ascomycetes Americae borealis*. *Ann Mycol* 2: 32 – 37
- Rehner SA, Samuels GJ (1994) Taxonomy and phylogeny of *Gliocladium* analysed from nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. *Mycol Res* 98: 625 – 634
- Rifai MA (1968) Australasian Pezizales in the Herbarium of the Royal Botanic Gardens Kew. *Verh Kön Ned Akad Wetensch Nat* 57: 1 – 295
- Ronquist F, Teslenko M, van der Mark P, Ayres DL, Darling A, Höhna S, Larget B, Liu L, Suchard MA, Huelsenbeck JP (2012) MrBayes 3.2: Efficient bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Syst Biol* 61: 539 – 542
- Rubio E, Miranda MA, Linde J, Sánchez JA, Román A, Menéndez JL (2012) Adiciones al catálogo micológico del Parque Natural de Somiedo. *Bol Soc Micol Madr* 36: 105 – 133
- Schweers (1946) *Neottiella ithacaensis* Rehm n. c. *Rev Mycol (Paris)* 10: 69 – 72
- Sochorová Z, Döbbeler P, Sochor M, Van Rooy J (2019) *Octospora conidiophora* (Pyrenomataceae) - a new species from South Africa and the first report of anamorph in bryophilous Pezizales. *MycKeys* 54: 49 – 76
- Sochorová Z, Matočec N, Kušan I, Janošík L, Eckstein J, Vega M, Mešić A, Sedlářová M, Martínez-Gil R, Sochor M (2020) Amended description of the rarely reported bryophilous ascomycete *Octospora surcekii* (Pyrenomataceae) with notes on the phylogeny of the section *Wrightioideae*. *Phytotaxa* 475: 1 – 17
- Suzuki T (2016) A revised new catalog of the mosses of Japan. *Hattoria* 5: 101 – 113
- Svrček M (1969) Nové rody operkulárních diskomycetů (Pezizales). *Česká Mykol* 23: 83 – 96
- Tanabe AS (2011) Kakusan 4 and Aminosan: two programs for comparing nonpartitioned, proportional and separate models for combined molecular phylogenetic analyses of multilocus sequence data. *Mol*

- Ecol Resour 11: 914–921
- Tedersoo L, Arnold AE, Hansen K (2013) Novel aspects in the life cycle and biotrophic interactions in Pezizomycetes (Ascomycota, Fungi). *Mol Ecol* 22: 1488–1493
- Thompson PI (2013) *Ascomycetes in colour*. Exlib publ, Indiana
- Van Vooren N (2014) Contribution à la connaissance des Pézizales (Ascomycota) de Rhône-Alpes - 1re partie. Fédération mycologique et botanique Dauphiné-Savoie, Annemasse
- Vega M, Janošik L, Sochorová Z, Martínez-Gil R, Eckstein J (2019) *Lamprospora densireticulata* sp. nov., *L. dictydiola* and *L. carbonicola* (Pyronemataceae, Pezizales) —three very similar species from very different hosts and habitats. *Mycol Prog* 18: 1013–1026
- Vilgalys R, Hester M (1990) Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *J Bact* 172: 4238–4246
- Wang Z, Zhong ZH (2001) Two species of *Leucoscypha* from southwestern China. *Fung Sci* 16: 17–20
- Waraitch KS (1981) The genus *Leucoscypha* (Pezizales) and the re-evaluation of its species occurring in India. *Proc Indian Acad Sci (Plant Sci)* 90: 471–475
- Yao YJ, Spooner BM (1996a) Notes on British species of *Octospora*. *Mycol Res* 100: 175–178
- Yao YJ, Spooner BM (1996b) Notes on British *Octosporella* with a new genus, *Filicupula* (Pezizales). *Kew Bull* 51: 193–196
- Yatsiuk II (2017) Discomycetes of Kharkiv Forest-Steppe (Ukraine): the annotated checklist (in Ukrainian with English abstract). *Chornomors'k bot z* 13: 333–344
- 庄文颖 (2014) 中国真菌志 第四十八卷 火丝菌科. 科学出版社, 北京
- 本記事の supplementary data は以下の URL より入手できます : <https://doi.org/10.18962/jjom.jjom.R02-22>
Supplementary data for this article can be accessed online at [<https://doi.org/10.18962/jjom.jjom.R02-22>]