

Bulletin of the Japanese Association for Truffle Science

Volume 3, Issue 1, March 2020

Truffology

(日本地下生菌研究会会報)

第3卷1号(2020年3月)

Contents

(Volume 3, Issue 1, March 2020)

Original peer-reviewed articles

- Kohei Yamamoto, Hiromi Sasaki, Muneyuki Ohmae, Takamichi Orihara: *Leucangium microspermum*:
Re-examination of Japanese *L. carthusianum* reveals its taxonomic novelty (in English) 1
- Taiga Kasuya, Shota Hanawa, Kentaro Hosaka: A new species of *Gastrosporium* (Phallales) from coastal
sand dunes of Ibaraki Prefecture, central Japan (in English) 9
- Takamichi Orihara, Kentaro Hosaka, Kohei Yamamoto, Muneyuki Ohmae, Sota Hatakeyama, Taiga Kasuya:
The surveys and current distribution of endangered or “extinct” sequestrate fungi appeared in the
Japanese Red Lists (in Japanese with an English abstract and taxonomic descriptions) 17

Observations

- Hiro Kasai, Naoto Maekawa: Records of arthropods collected from truffle-like fungi in Nara, Japan
(in Japanese) 29
- Sota Hatakeyama, Takamichi Orihara: *Elaphomyces asahimontanus* rediscovered from Japan 60 years after
its original description (in Japanese) 33

Specimen lists

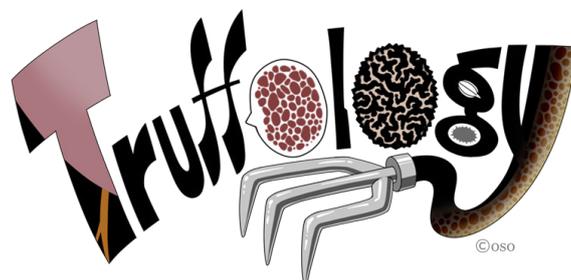
- Takamichi Orihara, Hiromi Sasaki: Truffle-like fungi collected in the 4th JATS Foray in Hokkaido
(in Japanese) 39

Essays

- Haruhiko Sakuraba, Mitsue Sakuraba: *Octaviania* sp. collected from Kagawa Prefecture (in Japanese) 41
- Tomohisa Shimada: Our small accidents in collecting truffles in Kagawa Prefecture, in 2019
(in Japanese) 43

Corrigenda

- Takamichi Orihara, Kohei Yamamoto, Kentaro Hosaka: Corrigendum to “Distribution, phylogeny
and taxonomic treatment of a truffle-like fungus *Rhizopogon boninensis* (Rhizopogonaceae,
Boletales)” (Truffology 2(1): 10–17, 2019) (both in Japanese and English) 45



Original peer-reviewed article (原著論文; 査読有)

Leucangium microspermum: Re-examination of Japanese *L. carthusianum* reveals its taxonomic novelty

日本産 *Leucangium carthusianum* の再検討結果に基づく新種 *L. microspermum* の記載

Kohei Yamamoto^{1*}, Hiromi Sasaki², Muneyuki Ohmae³, Takamichi Orihara⁴
山本 航平^{1*}, 佐々木廣海², 大前 宗之³, 折原 貴道⁴

¹ Tochigi Prefectural Museum, 2-2 Mutsumi-cho, Utsunomiya-shi, Tochigi 320-0865, Japan
栃木県立博物館, 〒 320-0865 栃木県宇都宮市睦町 2-2

² Mycologist Circle of Japan, Fujisawa-shi, Kanagawa, Japan
菌類懇話会, 神奈川県藤沢市

³ Hokken Co. Ltd., 7-3 Ekihigashimachi, Mibu-machi, Shimotsuga-gun, Tochigi 321-0222, Japan
株式会社北研, 〒 321-0222 栃木県下都賀郡壬生町駅東町 7-3

⁴ Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 499 Iryuda, Odawara-shi, Kanagawa 250-0031, Japan
神奈川県立生命の星・地球博物館, 〒 250-0031 神奈川県小田原市入生田 499

* Corresponding author (主著者)
E-mail: kohei081@yahoo.co.jp

Abstract

The genus *Leucangium* (Morchellaceae, Pezizales) is a truffle-like ascomycete that includes the type species *L. carthusianum* from Europe and North America, as well as a variety from China. Two specimens collected from subalpine conifer forests in Hokkaido in 2004 and 2011 are the only records of the genus in Japan. Since they were identified as *L. carthusianum* without detailed examination, in-depth morphological observation and phylogenetic analysis were necessary to confirm their taxonomic placement. In this study, we critically re-examined the Japanese specimens. Morphologically, the length of ascospores of the Japanese *L. carthusianum* was found to be much shorter than that indicated by the original descriptions of the type species and its variety. Phylogenetic analyses based on two nuclear ribosomal DNA regions showed significant genetic divergence between the Japanese specimens and other specimens of *L. carthusianum*, including the variety from China. Accordingly, we described the second species of the genus *Leucangium*, *L. microspermum*, more than a century after the establishment of the genus.

要旨

Leucangium はヨーロッパおよび北米に分布する基準種 *L. carthusianum* および中国産の一変種からなる、チャワンタケ目アミガサタケ科の地下生子囊菌類である。国内では北海道の亜高山帯針葉樹林において、2004年と2011年の二度本属菌が採集され、*L. carthusianum* と同定されていたが、その信頼性について系統学的手法を含む再検証が必要な状況にあった。そこで今回、筆者らは日本産標本の詳細な分類学的検討を行った。その結果、日本産標本の子嚢胞子長径は *L. carthusianum* およびその変種の原記載より著しく小さかった。また、核リボソーム DNA の 2 領域の塩基配列に基づく系統解析の結果、日本産と欧米・中国産標本との間に顕著な遺伝的分化が見られた。以上の結果より、日本産標本を *Leucangium* に属す第二の独立種とみなし、新種 *L. microspermum* として記載した。なお、従来日本産標本には和名と

してセイヨウイモタケが充てられていたが、本種は日本固有の新種と判明したため、和名をコキイロイモタケと改称する。和名は濃色（こきいろ：黒みを帯びた濃紫色）を帯びた外皮に基づく。今後、本属の和名および日本未報告種である *L. carthusianum* の和名として、セイヨウイモタケを用いることを提案する。

Article Info: Submitted: 8 January 2020 Accepted: 23 March 2020 Published: 31 March 2020

Introduction

The genus *Leucangium* (Morchellaceae, Pezizales) is a truffle-like ascomycete. This genus is characterized by a black peridium, a solid, white gleba that forms gray to dark gray pockets of fertile tissue, and distinctive, eye-shaped olivaceous ascospores (Trappe et al., 2009). The type species, *L. carthusianum* (Tul. & C. Tul.) Paol., was originally described as *Picoa carthusiana* Tul. & C. Tul. (Tulasne & Tulasne, 1862). Later, Quélet (1883) established the genus *Leucangium* and described the type species, *L. ophthalmosporum* Quélet. Paoletti (1889) accepted *Leucangium*, and *P. carthusiana* was transferred to this genus. Several researchers suspected that *L. ophthalmosporum* and *L. carthusianum* were conspecific (Dumée & Buret, 1923; Knapp, 1951), and the former species was eventually regarded as the synonym of the latter (Szemere, 1965; Trappe, 1971). Thereafter, *Leucangium* has been a monotypic genus.

Li (1997) examined the ultrastructure of *L. carthusianum* ascospores and septa of hyphae and assumed that *Leucangium* is closely related to members of Morchellaceae. Phylogenetic studies confirmed this view, illustrating that *Leucangium* was nested within Morchellaceae (Kovács et al., 2008; Trappe et al., 2010). By contrast, a recent phylogenetic study showed that *Picoa* was nested within Pyronemataceae (Sibissi et al., 2010).

Leucangium carthusianum was originally reported in France (Tulasne & Tulasne, 1862) and, thereafter, mostly in the mountainous areas of Southern Europe (Knapp, 1951). In addition, Gilkey (1939) recorded this species in Oregon, USA, while Liu & Tao (1990) recorded it in Shanxi Province, China. Recently, this species was also collected from Hokkaido, Japan, and was illustrated in a field guide (Sasaki et al., 2016). Thus, *L. carthusianum* is considered to be broadly distributed across the mid-latitude regions of the Northern Hemisphere.

Trappe et al. (2009), however, suggested that the North American population might be a different species from the European one. Indeed, recent phylogenetic analyses of North American and Italian samples revealed that *L. carthusianum* sequences diverged into several lineages (Chen & Fan, 2018). Moreover, Chinese collections were morphologically distinguishable from the specimens from other regions, and were therefore designated as *L. carthusianum* var. *purpureum* L. Fan & M. Chen (Chen & Fan, 2018). Further cryptic

lineages may be uncovered from specimens traditionally identified as *L. carthusianum*, especially those from outside of Europe, including Japanese specimens. Thus, we conducted detailed observations and phylogenetic analyses of *L. carthusianum* from Hokkaido, Japan.

Materials and methods

Morphological observations

Two dried specimens collected on September 2004 (*H. Sasaki* 481; TNS-F-79665) from Furano-shi and on September 2011 (*K. Yamamoto* 110912-1; KPM-NC 27881) from Shikaoi-cho were used. The distance between two sites was ca. 50 km. Microscopic observation was conducted based on Yamamoto et al. (2019). The length : width ratio were presented as Q values. All specimens were freeze- or oven-dried at 60°C overnight and deposited in the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History (KPM) and National Museum of Nature and Science, Tokyo (TNS) in Japan.

DNA sequencing and phylogenetic analyses

Two ascomata (TNS-F-79665 and KPM-NC 27881) were used for sequencing of the internal transcribed spacer (ITS) region and the large subunit (LSU) of nuclear ribosomal DNA. DNA extraction and PCR amplification were performed in accordance with Yamamoto et al. (2019). Newly generated sequences were deposited in the DNA Data Bank of Japan (DDBJ; <http://www.ddbj.nig.ac.jp>) under LC516713 (ITS) and LC516714 (LSU) for TNS-F-79665, and LC514671 (ITS) and LC514672 (LSU) for KPM-NC 27881. DNA sequence similarity was examined using National Center for Biotechnology Information (NCBI) BLAST search (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE_TYPE=BlastSearch).

For phylogenetic analysis, thirty sequences of ITS and twenty-five sequences of LSU from species in Morchellaceae, including all available sequences of sequestrate species, i.e., *Fischerula macrospora* Mattir., *F. subcaulis* Trappe, *Imaia gigantea* (S. Imai) Trappe & Kovács, *Kalapuya brunnea* M.J. Trappe, Trappe & Bonito, *L. carthusianum* var. *carthusianum*, *L. carthusianum* var. *purpureum*, were retrieved from NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>) and included in each dataset. *Disciotis venosa* (Pers.) Boud. and *Verpa conica* (O.F. Müll.) Sw. were selected as outgroups. Multiple alignment and phylogenetic analyses using the maximum likelihood

(ML) and maximum parsimony (MP) methods were conducted based on Yamamoto et al. (2020). The final alignment was deposited in TreeBASE (accession URL: <http://purl.org/phylo/treebase/phylo/study/TB2:S25487>). ML analysis was conducted under the general time-reversible model of nucleotide substitution, with a discrete gamma distribution (+G) and invariant sites (+I) for LSU dataset and with +I for ITS dataset selected by MEGA X (Kumar et al., 2018).

Results

The two specimens temporarily identified as *L. carthusianum* were both collected from subalpine forest floors dominated by *Picea* or

Abies in September (autumn) (Fig. 1A, B). Ascomata were covered with almost black to blackish purple, asperate to partially warty peridium (Fig. 1C). The gleba was rather solid, composed of almost-white sterile veins and olivaceous pockets of fertile tissue (Fig. 1D). Peridial tissue was pseudoparenchymatous (Fig. 1E, F). Glebal tissue was composed of interwoven hyaline hyphae and irregularly distributed asci (Fig. 1G). Asci were globose (Fig. 1H) and inamyloid. Ascospores were eye-shaped and brownish at maturity (Fig. 1I). These morphologies agreed well with descriptions of *L. carthusianum* from Europe (Montecchi & Sarasini, 2000; Tulasne & Tulasne, 1862) and North America (Gilkey, 1939; Luther, 2009). On the other hand,

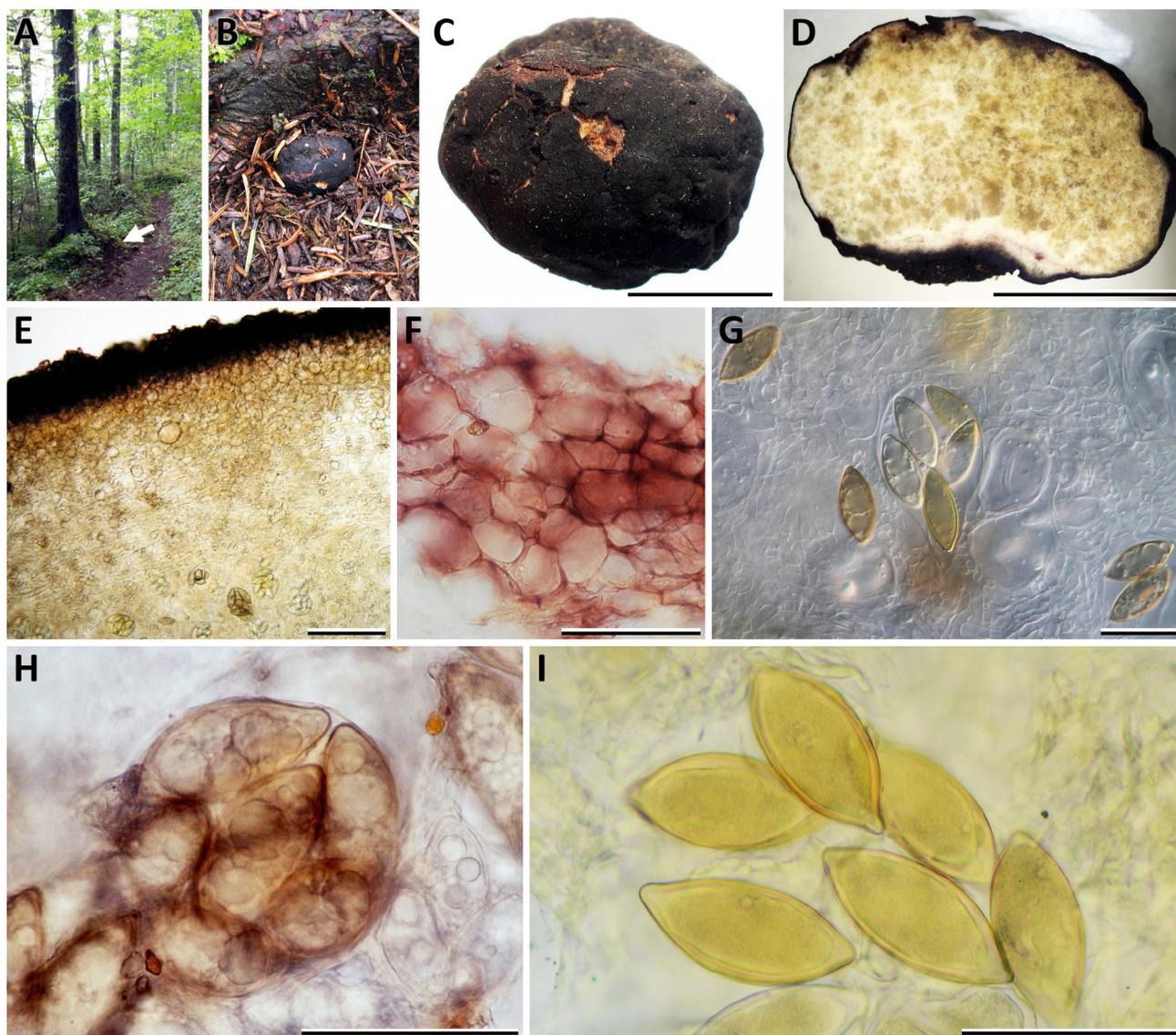


Fig. 1. *Leucangium microspermum* collected from Hokkaido, Japan (A–E, G, I: KPM-NC 27881; F, H: TNS-F-79665). E, G: Differential interference contrast microscopy; F, H, I: Bright-field microscopy. A: Habitat. Arrow indicates the position of ascoma. B: Semi-hypogeous ascoma in a field. C: Ascoma. D: Sectioned ascoma. E: Peridium (upper) and gleba (lower) mounted in lacto-glycerol. F: Surface of peridium composed of textura angularis mounted in water. G: Gleba mounted in lacto-glycerol. H: Ascospores in an ascus mounted in water. I: Matured ascospores mounted in 5% KOH. Bars: C, D = 1 cm; E = 200 μ m; F–I = 50 μ m.

図 1. 北海道産 *L. microspermum* (A–E, G, I: KPM-NC 27881; F, H: TNS-F-79665) の子実体外部形態、微細構造および発生地。微細構造はラクトグリセロール (E, G)、水 (F, H) および 5% KOH (I) での封入時を示す。E, G は微分干渉顕微鏡像、F, H, I は明視野顕微鏡像を示す。A : 発生地。矢印は子実体の発生位置を示す。B : 発生状況。C : 子実体。D : 子実体断面。E : 外皮 (上方) およびグレバ (下方)。F : 外皮を構成する多角菌組織。G : グレバ。H : 子嚢内部の子嚢胞子。I : 成熟した子嚢胞子。スケール : C, D = 1 cm; E = 200 μ m; F–I = 50 μ m。

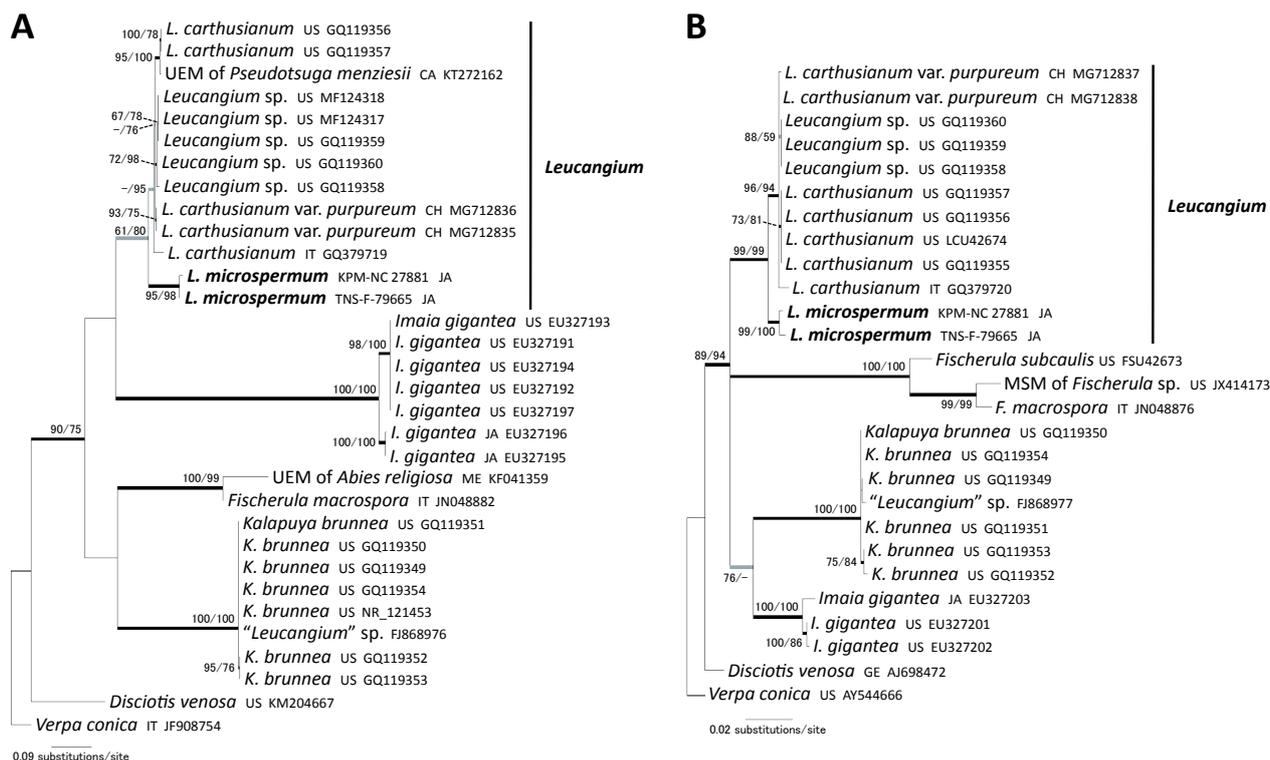


Fig. 2. Maximum likelihood (ML) phylogenetic tree of the internal transcribed spacer (ITS) (A) and large subunit (LSU) (B) sequences of *L. microspermum* and other truffle-like species in Morchellaceae. *Disciotis venosa* and *V. conica* were used as outgroups. Bootstrap (BS) values (1,000 replicates) > 50% from ML (left) and maximum parsimony (MP) (right) are shown near nodes. Branches supported by both BS of ML \geq 70% and MP \geq 70% (black), and ML \geq 70% or MP \geq 70% (gray) are depicted as thick lines. Abbreviations: UEM = uncultured ectomycorrhiza; MSM = mitospore mat; CA = Canada; US = USA; CH = China; IT = Italy; JA = Japan; ME = Mexico; GE = Germany.

図 2. アミガサタケ科に属する *L. microspermum* とその他の地下生菌の ITS (A) および LSU (B) データセットに基づく最尤法 (ML) 系統樹。外群には *D. venosa* ならびに *V. conica* を用いた。ノード付近に、最尤法 (左) ならびに最節約法 (MP) (右) のブートストラップ値 (BS) を“MLBS/MPBS”として表示した。MLBS \geq 70% かつ MPBS \geq 70% で支持された分岐を黒の太線で、MLBS と MPBS のいずれかが 70% 以上の数値を示した分岐を灰色の太線で示した。UEM = 外生菌根由来の環境配列, MSM = 分生子マット由来の配列, CA = カナダ, US = アメリカ, CH = 中国, IT = イタリア, JA = 日本, ME = メキシコ, GE = ドイツ。

the dimensions of the ascospores in 5% KOH of the TNS-F-79665 specimen were $42.5\text{--}56 \times 20\text{--}24.5 \mu\text{m}$ (mean, $49.5 \times 23 \mu\text{m}$; $n = 85$), $Q = 1.9\text{--}2.7$ (mean, 2.2; $n = 85$), and that of ascospores of the KPM-NC 27881 specimen was $46\text{--}62 \times 20\text{--}27.5 \mu\text{m}$ (mean, $53.5 \times 24 \mu\text{m}$; $n = 112$), $Q = 1.7\text{--}2.9$ (mean, 2.2; $n = 112$). Hence, the ascospores of Japanese collections were much smaller than those originally described ($60\text{--}80 \times 25\text{--}30 \mu\text{m}$) and most other records from Europe and North America (Table 1).

ITS (807 bp and 759 bp) and LSU (635 bp and 859 bp) sequences were obtained from the specimen KPM-NC 27881 and TNS-F-79665, respectively. The sequence homology of them was 99.3% (754/759 bp) for ITS and 99.5% (626/629 bp) for LSU. The BLAST search showed that ITS sequences from Japanese specimens were most similar to sequences of *Leucangium* spp., but the homology was only 89–90%.

Figure 2 shows the ML phylogenies of ITS (Fig. 2A: $\ln L = -2879.328967$) and LSU (Fig. 2B: $\ln L = -2307.632231$). In the MP

analyses, the statistics of the ITS tree were as follows: tree length = 439, consistency index (CI) = 0.877, retention index (RI) = 0.974, and composite index = 0.86; those of LSU were tree length = 199, CI = 0.786, RI = 0.929, and composite index = 0.756. Both ITS and LSU trees strongly supported the monophyly of each genus of truffle-like fungus in Morchellaceae except for *Leucangium* whose clade was strongly supported only by LSU tree. Both trees showed that the KPM-NC 27881 and TNS-F-79665 specimens were monophyletic and were genetically divergent from the other sequences of *Leucangium* (i.e., *L. carthusianum*–*L. carthusianum* var. *purpureum*–North American *Leucangium* sp. complex) within the *Leucangium* clade (Fig. 2).

Taxonomy

Our morphological comparison and phylogenetic analyses strongly support that the Japanese specimens of *Leucangium* should be treated as a distinct species. Accordingly, we propose

Table 1. Known localities and ascospore dimensions of *Leucangium* spp.**表 1.** *Leucangium* 属種の産地および子嚢胞子サイズ.

Taxon (種名)	Country (国)	Locality (地域)	Vegetation (植生) ^a	Ascospore (子嚢胞子) ^b			Reference (出典)
				Length (長さ) (μm)	Width (幅) (μm)	Q value (長さ / 幅)	
<i>L. microspermum</i>	Japan	Hokkaido	As, Qc Pj	42.5–56 [49.5] 46–62 [53.5]	20–24.5 [23] 20–27.5 [24]	1.9–2.7 [2.2] 1.7–2.9 [2.2]	This study (TNS-F-79665) This study (KPM-NC 27881)
<i>L. carthusianum</i>	France	Dauphine	F, A	60–80	25–30	n/a	Tulasne & Tulasne (1862) ^d
		Jura	A	60–80	n/a	n/a	Quélet (1883)
		Vosges Mountains	Aa	60–75	20–35	n/a	Laurent (1996)
		Alsace	Pa, Fe	60–80	20–35	n/a	Laurent (1998)
		Vercors	Aa	60–80	20–38	n/a	Astier (1998)
		Cantal	Ps	58–86 [68.6]	(22)25–31 [27.7]	2.1–3 [2.5]	Van Vooren (2017)
	Germany	Schwarzwald	F, Aa	67–81	27–36	n/a	Eichler (1898)
	Italy	Cuneo; Forli-Cesena; Parma; Reggio nell'Emilia	A, P, F	60–75	20–35	n/a	Montecchi & Sarasini (2000)
		Lucca	Pm, Ca	(46)50–60	(26)30–36	n/a	Gori (2005)
	Romania	Caraş-Severin	F, A	60–80	20–38	n/a	Hollós (1911)
	Switzerland	Kanton Luzern	P	59–71	25–32	n/a	Irlet (1985)
	Tunisia	n/a	HI, Rs	27 ^c	16.5 ^c	n/a	Slama et al. (2006)
	USA	Oregon	n/a	74–80	24–32	n/a	Gilkey (1939)
		Washington	Pm	67–82	28–35	n/a	Luther (2009)
Pacific Northwest		Pt, A, P	60–75(–90)	20–35	n/a	Trappe et al. (2009)	
Western part of the Pacific Northwest		Pm	55–100	19–42	n/a	Beug et al. (2014)	
<i>L. aff. carthusianum</i>	Spain	Valladolid; Segovia	H, Qi, C	27–60	20–35	n/a	Calonge et al. (1995)
<i>L. carthusianum</i> var. <i>purpureum</i>	China	Shanxi Province	Pw	58–65(–70)	19–22	n/a	Liu & Tao (1990)
		Hebei Province	Lp	60–67.5(–70)	20–25(–27.5)	2.4–3.4	Chen & Fan (2018) ^d

^a A = *Abies*; Aa = *A. alba* Mill.; As = *A. sachalinensis* (F. Schmidt) Mast.; C = *Cistus*; Ca = *Corylus avellana* L.; F = *Fagus*; Fe = *Fraxinus excelsior* L.; H = *Helianthemum*; HI = *H. lippii* Dum. Cours.; Lp = *Larix principis-rupprechtii* Mayr.; P = *Picea*; Pa = *P. abies* (L.) H. Karst.; Pj = *P. jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière var. *jezoensis*; Pw = *Picea wilsonii* Mast.; Pt = *Pseudotsuga*; Pm = *Ps. menziesii* (Mirb.) Franco; Ps = *Pinus sylvestris* L.; Qc = *Quercus crispula* Blume; Qi = *Q. ilex* L.; Rs = *Rhanterium suaveolens* Desf. ^b Mean value is shown inside brackets. ^c It is highly likely that the length of scale bars of all photographs in Slama et al. (2006) is wrong; their correct length are considered to be about 1/3 length. Therefore, the length and width herein are estimate values based on Fig. 5 in Slama et al. (2006). ^d Original description.

L. microspermum for the Japanese specimens.

***Leucangium microspermum* Koh, Yamam., Hir, Sasaki, Ohmae & Orihara, sp. nov.**

[MycoBank ID: MB 833826]

Fig. 1.

Diagnosis: The species forms much smaller ascospores than other infrageneric taxa of *Leucangium*.

Etymology: From the Greek *micro* = small and *spermum* = spored, referring to the characteristic small ascospore of this species.

Holotype: JAPAN, Hokkaido, Shikaoi-cho, the shore of Lake Shikaribetsu, alt. 817 m, semi-hypogeous under *Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière var. *jezoensis* standing by a trail, 12 Sep. 2011, K. Yamamoto 110912-1 (KPM-NC 27881).

Description: Ascomata stereothecia, firm, oblate spheroid, 22–29 × 15–21 mm; surface almost black to dark black-purple, nearly smooth to minutely warty, sometimes becoming rimose, with a fragile basal attachment. Gleba solid, olive brown pockets of fertile tissue separated by sterile veins in maturity, sometimes tissue nearby peridium partially stained purple, sometimes sterile base present. Odor not distinctive. Peridium dark brown or purple-brown in lactoglycerol, darker toward the outside surface, 300–380 μm thick

composed of rounded to polyhedral cells 15–27(–67) μm wide, wall thin or sometimes slightly thickened up to 2.5 μm thick. Gleba tissue textura intricata composed of hyphae hyaline, septate, 3.2–12 μm broad, thin-walled. Asci irregularly distributed, hyaline, ellipsoid, globose or obovoid, with a stipe in youth, 93.5–118.5 × (57–)65.5–82 μm (not including stipe), thin-walled, with 5–8 spores, not reacting in Melzer's reagent with pretreatment in 5% KOH. Ascospores elliptic-fusoid, usually apiculate at both ends, surface smooth, 42.5–62 × 20–27.5 μm (mean, 52 × 23.5 μm ; n = 197), Q = 1.7–2.9 (mean, 2.2; n = 197) in 5% KOH, hyaline in youth becoming yellow-brown or olive-brown, thin-walled; nonreactive in Melzer's reagent; containing 2–4 large central oil droplets surrounded by tiny ones in youth, single large oil droplet present at maturity.

Distribution, habitat, and fruiting season: hypogeous or semi-hypogeous, solitary under subalpine forest dominated by *Abies* or *Picea* in Hokkaido, Japan. Found in autumn.

Other specimen examined: JAPAN, Hokkaido, Furano-shi, the University of Tokyo Hokkaido Forest, under *Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast. and *Quercus crispula* Blume, 13 Sep. 2004, E. Sano, H. Sasaki 481 (TNS-F-79665).

Note: An ascoma and ascospores of the specimen TNS-F-79665 are illustrated in Sasaki et al. (2016) as *L. carthusianum*.

Discussion

Leucangium spp. always form ascomata near pineaceous trees (Table 1), especially *Abies*, *Picea* and *Pseudotsuga*, except in two known cases (Calonge et al., 1995; Slama et al., 2006). *Leucangium* is considered as an ectomycorrhizal mycobiont of Pinaceae based on direct observation of ectomycorrhiza on *Pseudotsuga* (Agerer & Rambold, 2004–2019) and molecular identification of ectomycorrhizal tips (KT272162 in Fig. 2A) (Kranabetter et al., 2015). Nevertheless, Tunisian *L. carthusianum* and Spanish *L.* aff. *carthusianum* were collected from broadleaf evergreen shrub, *Helianthemum*-dominated vegetation without pineaceous plants (Table 1). Moreover, these fungi formed quite small ascospores (Table 1) and the latter lacked apiculi on ascospore (Calonge et al., 1995). Therefore, these fungi may belong to another genus.

The second species of the genus *Leucangium*, *L. microspermum*, is described herein more than a century after the establishment of the genus. *Leucangium microspermum* is hardly distinguishable from *L. carthusianum* by the ascomata morphology, but the ascospores of the former are significantly smaller than those of the latter. Previous records of *L. carthusianum* (Table 1) suggest the presence of further cryptic species. Gori (2005) reported *L. carthusianum* from Italy that formed smaller ascospores similar to those of *L. microspermum*. Likewise, Beug et al. (2014) reported larger ascospores (reaching 100 μ m) in samples from the USA.

Phylogenetically, the LSU tree (Fig. 2B) showed that *L. carthusianum* diverged into the North American- and Italian-lineages, which was also moderately supported by the ITS tree (Fig. 2A). Our study also suggested the presence of another North American lineage (as *Leucangium* sp. in Fig. 2), which was considered as an undescribed species by Trappe et al. (2010). Because the present study indicated that the size of ascospores was a key diagnostic character for the classification in *Leucangium*, detailed morphological comparison of ascospores will probably resolve whether these North American lineages differ from European lineage at the species or infra-species level.

Acknowledgements

We are grateful to Mr. Tetsuo Muroi and Mr. Nicolas Van Vooren for providing valuable literature that would have been difficult to obtain otherwise. We are also grateful to Mr. Etsuzo Sano for providing a precious sample. We thank Dr. Kentaro Hosaka for depositing specimens in TNS. This study was financially supported by JSPS KAKENHI Grant-in-Aid for Young Scientists (B) (nos. 17K15184 and 25840149).

References

- Agerer R., Rambold G. (2004–2019) DEEMY – An information system for characterization and determination of ectomycorrhizae. Available from www.deemy.de (accessed on 10 Dec. 2019).
- Astier J. (1998) Truffes blanches et noires. Louis-Jean, Gap.
- Beug M.W., Bessette A. E., Bessette A.R. (2014) Ascomycete fungi of North America: a mushroom reference guide. University of Texas Press, Austin.
- Calonge F.D., García F., Santos J. C., Juste P. (1995) Contribución al estudio de los hongos de Valladolid y provincias limítrofes. III. Algunas especies hipogeeas interesantes. Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid 20: 291–299.
- Chen M., Fan L. (2018) *Leucangium carthusianum* var. *purpureum*, a new purple truffle from China. Phytotaxa 347: 165–175.
- Dumée M.M., Burlet (1923) Note sur le *Leucangium carthusianum* Tul. Bulletin de la Société Mycologique de France 39: 62–64.
- Eichler J. (1898) *Picoa carthusiana* Tulasne im Schwarzwald. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 54: 331–333.
- Gilkey H. (1939) Tuberales of North America. Oregon State College, Oregon.
- Gori L. (2005) Funghi ipogei della Lucchesia, di altre province Italiane e dall'estero. Maria Pacini Fazzi, Lucca.
- Hollós L. (1911) Magyarország földalatti gombái, szarvasgombaféléi: Fungi hypogaei Hungariae. K. M. Természettudományi Társulat, Budapest.
- Irlet B. (1985) *Picoa carthusiana* Tul. — ein seltener hypogäischer Ascomycet. Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde 63: 216–218.
- Kranabetter J.M., Hawkins B.J., Jones M.D., Robbins S., Dyer T., Li T. (2015) Species turnover (β -diversity) in ectomycorrhizal fungi linked to NH_4^+ uptake capacity. Molecular Ecology 24: 5992–6005.
- Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. (2018) MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. Molecular Biology and Evolution 35: 1547–1549.
- Knapp A. (1951) Die europäischen Hypogaeen-Gattungen und ihre Gattungstypen. Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde 29: 133–151.
- Kovács G. M., Trappe J. M., Alsheikh A. M., Bóka K., Elliott T. F. (2008) *Imaia*, a new truffle genus to accommodate *Terfezia gigantea*. Mycologia 100: 930–939.
- Laurent P. (1996) *Picoa carthusiana* Tulasne. Observation d'une espèce hypogée rare. Documents Mycologiques 26: 33–36.
- Laurent P. (1998) Nouvelle station d'une espèce hypogée (rare?) en Alsace. Bulletin de la Société Mycologique de Strasbourg 70: 13–14.
- Li L.-T. (1997) Ultrastructural Studies of *Leucangium carthusianum* (Hypogeous Pezizales). International Journal of Plant Sciences 158: 189–197.
- Liu B., Tao K. (1990) New species and new records of hypogeous fungi from China III. Acta Mycologica Sinica 9: 25–30.
- Luther B. (2009) The Oregon black truffle, *Leucangium carthusianum*: a fascinating and fragrant find from a local backyard. Spore Prints 452: 1–5.

- Montecchi A., Sarasini M. (2000) Funghi ipogei d'Europa. Fondazione Centro Studi Micologici, Trento.
- Paoletti J. (1889) Tuberoideae. In: Saccardo P. A. (ed) Sylloge fungorum: omnium hucusque cognitorum. Vol. 8. Author's edition, pp. 863–908.
- Quélet L. (1883) Quelques espèces critiques ou nouvelles de la flore mycologique de France (1). Association Française pour l'Avancement des Sciences 11: 387–412.
- Sasaki H., Kinoshita A., Nara K. (2016) An illustrated book of Japanese truffles. Seibundo-shinkosha, Tokyo (in Japanese).
- Sbissi I., Neffati M., Boudabous A., Murat C., Gtari M. (2010) Phylogenetic affiliation of the desert truffles *Picoa juniper* and *Picoa lefebvrei*. Antonie van Leeuwenhoek 98: 429–436.
- Slama A., Fortas Z., Neffati M., Khabar L., Boudabous A. (2006) Étude taxinomique de quelques Ascomycota hypogés (Terfeziaceae) de la Tunisie méridionale. Bulletin de la Société mycologique de France 122: 187–195.
- Szemere L. (1965) Die unterirdischen Pilze des Karpatenbeckens: Fungi hypogaei territorii carpatano-pannonici. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Trappe J.M. (1971) A synopsis of the Carbomycetaceae and Terfeziaceae (Tuberales). Transactions of the British Mycological Society 57: 85–92.
- Trappe J.M., Molina R., Luoma D. L., Cázares E., Pilz D., Smith J.E., Castellano M.A., Miller S.L., Trappe M.J. (2009) Diversity, ecology, and conservation of truffle fungi in forests of the Pacific Northwest. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Oregon.
- Trappe M.J., Trappe J. M., Bonito G.M. (2010) *Kalapuya brunnea* gen. & sp. nov. and its relationship to the other sequestrate genera in Morchellaceae. Mycologia 102: 1058–1065.
- Tulasne L.R., Tulasne, C. (1862) Fungi hypogaei. Histoire et monographie des champignons hypogés. Ed. altera, paucis aucta praemonitis. Klincksieck, Paris.
- Van Vooren N. (2017) *Leucangium carthusianum* (Pezizales), la truffe de Chartreuse découverte en Auvergne. Bulletin Mycologique et Botanique Dauphiné-Savoie 226: 33–38.
- Yamamoto K., Ohmae M., Orihara T. (2019) First report of a hypogeous fungus, *Pachyphlodes nemoralis* (Pezizaceae) from subalpine forest in Japan. Truffology 2: 1–5.
- Yamamoto K., Ohmae M., Orihara T. (2020) *Metarhizium brachyspermum* sp. nov. (Clavicipitaceae), a new species parasitic on Elateridae from Japan. Mycoscience 61: 37–42.

Original peer-reviewed article (原著論文; 査読有)

A new species of *Gastrosporium* (Phallales) from coastal sand dunes of Ibaraki Prefecture, central Japan

茨城県の海岸砂丘において採集された *Gastrosporium* 属 (スツポントケ目) の一新種

Taiga Kasuya^{1,2*}, Shota Hanawa², Kentaro Hosaka³糟谷 大河^{1,2*}, 塙 祥太², 保坂 健太郎³

¹ Department of Biology, Keio University, 4-1-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 223-8521, Japan
慶應義塾大学生物学教室, 〒 223-8521 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1

² Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science, 3 Shiomi-cho, Choshi-shi Chiba 288-0025, Japan
千葉科学大学危機管理学部, 〒 288-0025 千葉県銚子市潮見町 3

³ Department of Botany, National Museum of Nature and Science, 4-1-1 Amakubo, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0005, Japan
国立科学博物館植物研究部, 〒 305-0005 茨城県つくば市天久保 4-1-1

* Corresponding author

E-mail: tkasuya@keio.jp

Abstract

A hypogeous basidiomycete fungus was collected in coastal sand dunes of Ibaraki Prefecture, central Japan. Based on morphological observations and phylogenetic analyses using nuclear ribosomal DNA sequences, the present fungus was recognized as a member of *Gastrosporium*, belonging to Gastrosporiaceae (Phallales). The genus *Gastrosporium* produces hypogeous to subhypogeous, small, globose, subglobose to ovoid basidiomata, and the genus includes only two known species, *G. simplex* and *G. asiaticum*. Previously, this genus has not been recorded from Japan. Japanese specimens are distinguishable from other known species of the genus by the exoperidium forming a cottony mycelial mass and they constitute a phylogenetically distinct monophyletic group. Therefore, Japanese specimens are described as a new species, *G. gossypinum*.

要旨

茨城県の海岸砂丘において、担子菌門に属する地下生菌の一種が採集された。本菌について、形態的特徴の観察および子実体より得られた核リボソーム DNA の塩基配列を用いた系統解析を行った。その結果、本菌はスツポントケ目の *Gastrosporiaceae* に属する *Gastrosporium* 属の一種と判断された。*Gastrosporium* 属は地中生～半地中生の小型で球形、類球形あるいは卵形の子実体を形成する菌群で、*G. simplex* と *G. asiaticum* の 2 種のみを含むが、日本からはこれまでに報告されていなかった。日本産標本は本属の既知の 2 種とは外皮が綿毛状の菌糸塊からなる点で異なり、系統的にも独立した単系統群を形成したため、これを新種と判断し、*G. gossypinum* の学名を与え記載した。外皮が綿毛状の菌糸塊からなり、砂地生であることから本菌の和名をワタゲスナツブタケ、また *Gastrosporium* 属の和名をスナツブタケ属とする。

Article Info: Submitted: 14 January 2020 Accepted: 8 March 2020 Published: 31 March 2020

Introduction

During the course of our study of gasteroid fungi from sand dunes of the Japanese coast (Kasuya et al., 2009, 2011, 2015), several specimens of a hypogeous basidiomycete fungus were found in sand of coastal dunes in Ibaraki Prefecture, central Honshu, Japan. Based on morphological observations and phylogenetic analyses using nuclear ribosomal DNA sequences, the present fungus was recognized as a member of *Gastrosporium* Mattir., belonging to Gastrosporiaceae (Phallales). Although the classification of Gastrosporiaceae has not been clear for a long time, a recent molecular phylogenetic study (Trierveiler-Pereira et al., 2014) revealed that Gastrosporiaceae is sister to Phallaceae in the order Phallales. The genus *Gastrosporium* produces hypogeous to subhypogeous, small, globose, subglobose to ovoid basidiomata with conspicuous white mycelial cords at the base (Montecchi & Sarasini, 2000; Rimóczi et al., 2011), and they are characterized by a chalk-white exoperidium, gelatinized endoperidium, clamped paracapillitium and globose to subglobose, somewhat angular, slightly warted basidiospores (Miller & Askew, 1982; Montecchi & Sarasini, 2000; Rimóczi et al., 2011). Only two known species, *G. simplex* Mattir. and *G. asiaticum* Dörfelt & Bumžaa, have been described as members of the genus in the world (Dörfelt & Bumžaa, 1986; Trierveiler-Pereira et al., 2014). The genus was originally described from Italy based on *G. simplex*, and thereafter it has been recorded in Europe to Siberia (Montecchi & Sarasini, 2000; Kreisel 2001; Rimóczi et al., 2011), Mauritius (Kreisel & Hausknecht, 2002), the Middle East (Kreisel 2001; Kreisel & Al-Fatimi, 2008), Asia (Ahmad, 1950, 1952; Dörfelt & Bumžaa, 1986), North America (Miller & Askew, 1982) and Argentina (Dominguez de Toledo & Castellano, 1997). Although *Gastrosporium* presumably has a worldwide distribution, this genus has not been found in Japan. In Asia, *G. simplex* has been known from India and Pakistan (Ahmad, 1950, 1952), and the second species *G. asiaticum* was only recorded from its type locality, Mongolia (Dörfelt & Bumžaa, 1986). Our morphological observations and phylogenetic analyses of the Japanese specimens revealed that it is distinguishable from known species of the genus. Therefore, in this paper we describe Japanese specimens as a new species of *Gastrosporium*.

Materials and methods

Sample collecting and morphological observations

Fresh hypogeous basidiomata were collected from sandy soil of coastal dunes covered with *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv., *Calystegia soldanella* (L.) Roem. & Schult., *Lathyrus japonicus* Willd. and *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton at the seashore in Hasaki, Kamisu, Ibaraki Prefecture in 2015 and 2017 (Table 1).

Specimens were photographed and observed macroscopically. Fresh basidiomata of specimens were dried using a food dehydrator (Snackmaster Express FD-60; Nesco/American Harvest, Milwaukee, WI, USA) under 46 °C. For light microscopy, hand-cut sections of both fresh and dried specimens were mounted in water, 3% KOH or Melzer's reagent. Dimensions of basidiospores were measured from water-mounted sections. More than 50 randomly selected basidiospores were measured under a light microscope at 1000× magnification. All measurements were performed with Potoruler 1.1.3 (<http://inocybe.info>). Five specimens examined in this study were deposited at mycological herbaria of the National Museum of Nature and Science (TNS) or Ibaraki Nature Museum (INM) in Japan.

DNA preparation, PCR and sequencing

DNA extraction, PCR and DNA sequencing were carried out according to the methods introduced by Kasuya et al. (2012). First, small fragments of gleba tissue from freshly collected samples were soaked in DMSO buffer (Seutin et al., 1991) with the addition of 100 mM Tris-HCl (pH 8.0) and 0.1 M sodium sulfite (Na_2SO_3) at 4 °C, following the procedures of Hosaka (2009), Hosaka & Castellano (2008), and Hosaka et al. (2010). DNA of the above specimens was extracted from the tissue fragments stored in DMSO buffer. DNA extractions used the modified CTAB extraction followed by glass milk purification methods as summarized by Hosaka (2009) and Hosaka & Castellano (2008). DNA sequence data were obtained from the nuclear ribosomal ITS region and large subunit (LSU). For amplifying the ITS region, the primer combination of ITS5 and ITS4 (White et al., 1990) was used. For amplifying the LSU, the combination of LR0R and LR5 (Vilgalys & Hester, 1990) was used. Polymerase chain reactions (PCR) were carried out using 20 µl reaction volume, each containing 1 µl genomic DNA, 1 µl dNTP (4 mM), 1 µl each primer (8 µM), 0.5 units Taq polymerase (Takara), 2 µl MgCl_2 (25 mM), and 2 µl bovine serum albumin (BSA). Cycling parameters for ITS region and LSU followed Kasuya et al. (2012). PCR products were electrophoresed in 1% agarose gels stained with ethidium bromide and visualized under UV light. When amplification bands were confirmed, PCR products were then purified using the ExoSap-IT (Millipore, Molsheim, France) and directly sequenced using the Big Dye Terminator Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, Norwalk, CT, USA), following the manufacturer's instructions. A total of 9 newly generated sequences from this study were deposited in GenBank (Table 1).

Table 1. Specimens of *Gastrosporium gossypinum* examined for the present study.

Voucher specimen's no.	Locality	Collecting date	Collector	GenBank accession no.	
				ITS	LSU
INM-2-87241	Japan: Ibaraki, Kamisu, Hasaki	Jan. 11, 2015	I. Asai and Y. Asai	MN954699	MN954695
TNS-F-79676*	Japan: Ibaraki, Kamisu, Hasaki	Apr. 9, 2015	T. Kasuya and S. Hanawa	MN954700	MN954696
TNS-F-79677	Japan: Ibaraki, Kamisu, Hasaki	Apr. 23, 2015	T. Kasuya and S. Hanawa	MN954701	MN954697
TNS-F-79678	Japan: Ibaraki, Kamisu, Hasaki	May 30, 2015	T. Kasuya and S. Hanawa	MN954702	MN954698
TNS-F-79679	Japan: Ibaraki, Kamisu, Hasaki	Sep. 24, 2017	T. Kasuya and S. Hanawa	MN954703	not obtained

*Holotype.

Phylogenetic analyses

Five ITS and four LSU sequences newly generated from Japanese specimens were used for the phylogenetic analyses (Table 1). Additionally, 15 ITS and 17 LSU sequences of Phallales fungi were retrieved from the NCBI GenBank databases (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) and included in the analyses. DNA sequences were initially aligned using Muscle v.3.6 (Edgar, 2004a, b), followed by manual alignment in the data editor of BioEdit ver. 7.0.1 (Hall, 1999). The total 18 ITS and 30 LSU nucleotides were excluded from the analyses because they were recognized as ambiguously aligned regions and introns. Phylogenetic analyses were performed for ITS and LSU sequences using MEGA X (Kumar et al., 2018) with the help of the maximum likelihood (ML) method after testing the best models. According to the lowest BIC (Bayesian Information Criterion) scores, Kimura 2-parameter (Kimura, 1980) with proportion of invariant sites (K2+I) and Tamura 3-parameter (Tamura, 1992) with gamma distributed rate heterogenous and a proportion of invariant sites (T92+G+I) were chosen as the optimal substitution models for the analyses of the ITS and LSU datasets, respectively. Initial trees for the heuristic search were obtained automatically by applying Neighbor-Joining and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the Maximum Composite Likelihood (MCL) approach, and then selecting the topology with superior log likelihood value. For the ML analyses, clade robustness was assessed using a bootstrap analysis with 1000 replicates (Felsenstein, 1985). Sequences of *Clathrus archeri* (Berk.) Dring and *C. ruber* P. Micheli ex Pers. were selected for outgroups, which were strongly supported as the sister of the major clade containing Gastrosporiaceae, Lysuraceae, Phallaceae and Protophallaceae (Trierweiler-Pereira et al., 2014).

Results

Morphological observations

Japanese specimens were morphologically identical to the described species of *Gastrosporium* in their globose, subglobose to ovoid basidiomata with white mycelial cords at the base, gelatinized endoperidium, clamped paracapillitium and globose to subglobose, somewhat angular, slightly warted basidiospores (Miller & Askew,

1982; Montecchi & Sarasini, 2000; Rimóczi et al., 2011). However, the specimens clearly differ from *G. simplex* in their exoperidium that is formed by a cottony, white mycelial mass. The specimens were also different from *G. asiaticum* in the size of basidiospores. A detailed description and illustrations of the salient features of the Japanese specimens are given below.

Phylogenetic analyses

The ITS dataset includes 745 sites consisting of 18 ingroup taxa and 2 outgroup taxa. The resulting ML topology with the highest log likelihood (-4758.52) is shown in Fig. 1. The rate variation model allowed for some sites to be evolutionarily invariable [(+I), 34.50% sites]. The LSU dataset includes 987 sites consisting of 19 ingroup taxa and 2 outgroup taxa. The resulting ML topology with the highest log likelihood (-3131.58) is shown in Fig. 2. A discrete Gamma distribution was used to model evolutionary rate differences among sites [5 categories (+G, parameter = 0.5982)]. The rate variation model allowed for some sites to be evolutionarily invariable [(+I), 59.63% sites]. Tree topology by ML analysis of LSU is almost identical to those of ITS. Sequences of *Gastrosporium* specimens from the coastal sand dunes in Ibaraki Prefecture, Japan constitute a distinct monophyletic group in Gastrosporiaceae with strong bootstrap support (99%) in both loci (Figs. 1–2). *Gastrosporium simplex* was resolved as the sister group of Japanese specimens in the ML trees with strong support (Figs. 1–2).

Taxonomy

***Gastrosporium gossypinum* T. Kasuya, S. Hanawa & K. Hosaka, sp. nov.**

[MycoBank ID: MB 833998]

Figs. 3–4.

Diagnosis: Similar to *G. simplex*, hypogeous basidiomata with long, white mycelial cords at the base, gelatinized endoperidium, clamped paracapillitium and globose to subglobose, somewhat angular, slightly warted basidiospores, but differing by the exoperidium that is formed by a cottony, white mycelial mass.

Etymology: From Latin ("*gossypinum*" = cottony), refers to cottony

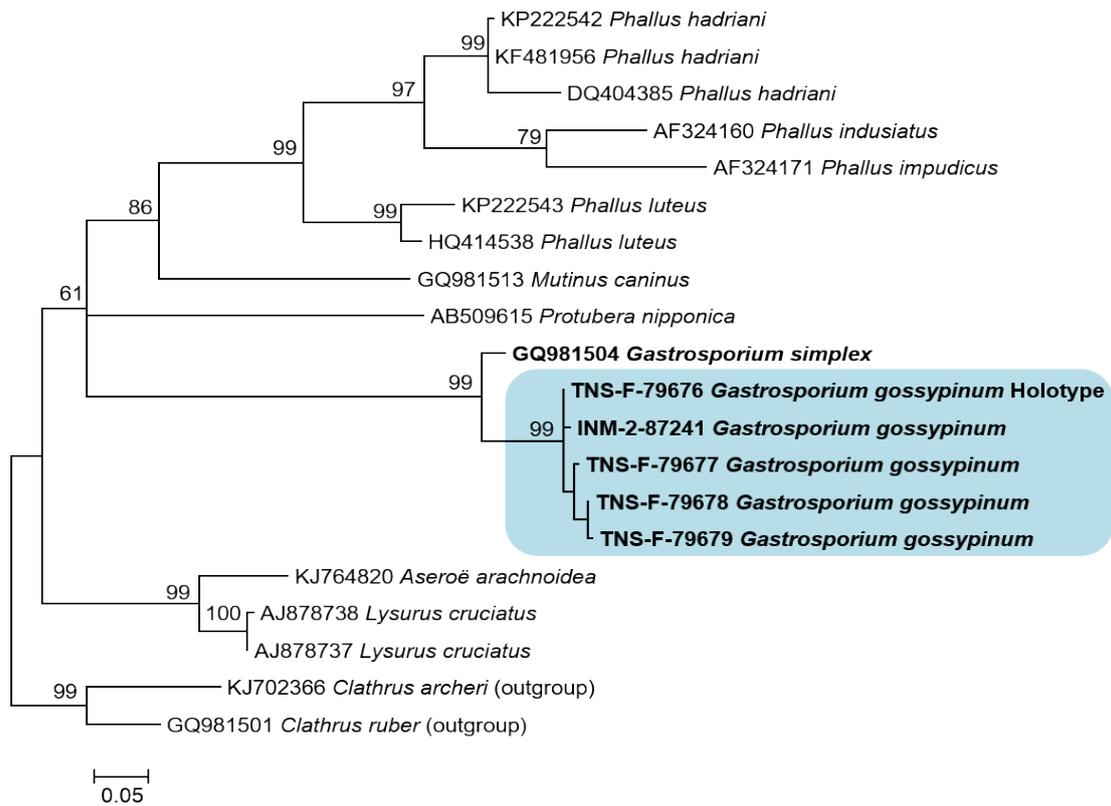


Fig. 1. A phylogenetic tree of the nuclear ribosomal ITS region of selected Phallales species based on ML method, inferred by using K2+I model. ML bootstrap values greater than 60% are shown for each node. Scale bar indicates the number of substitutions per site.

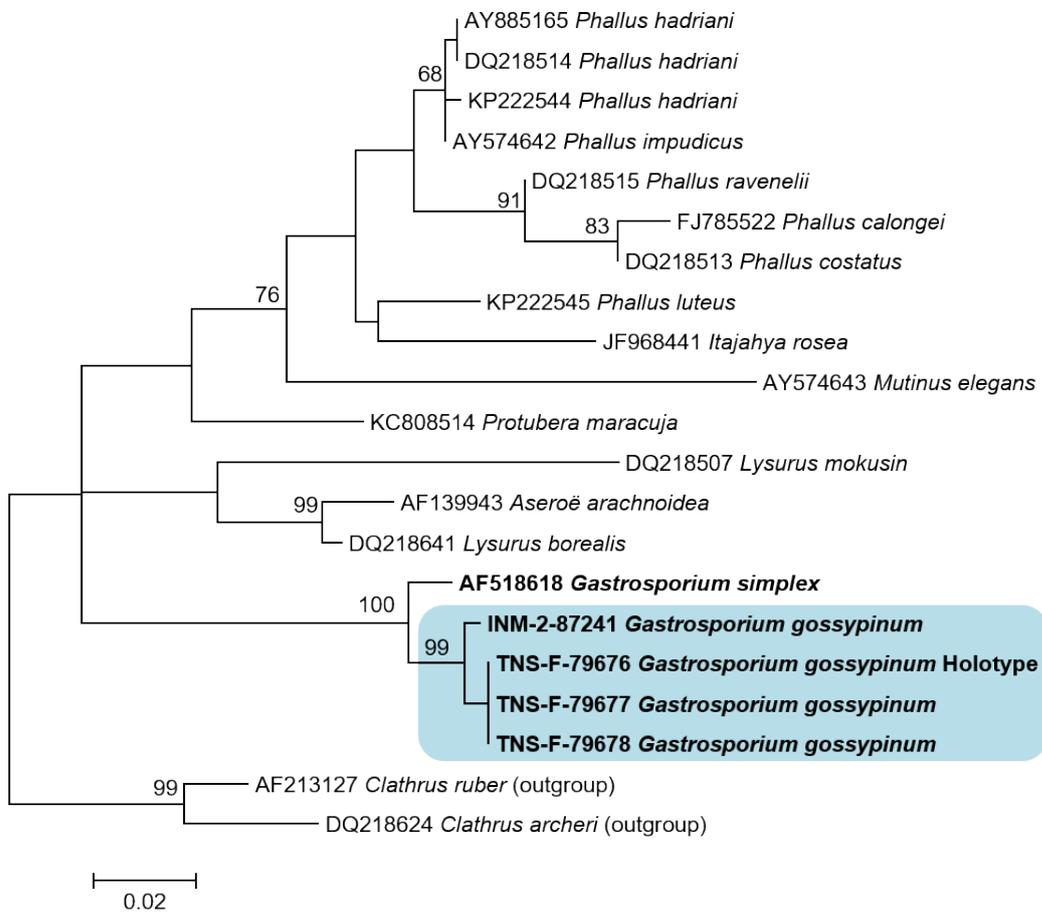


Fig. 2. A phylogenetic tree of the nuclear ribosomal LSU of selected Phallales species based on ML method, inferred by using T92+G+I model. ML bootstrap values greater than 60% are shown for each node. Scale bar indicates the number of substitutions per site.

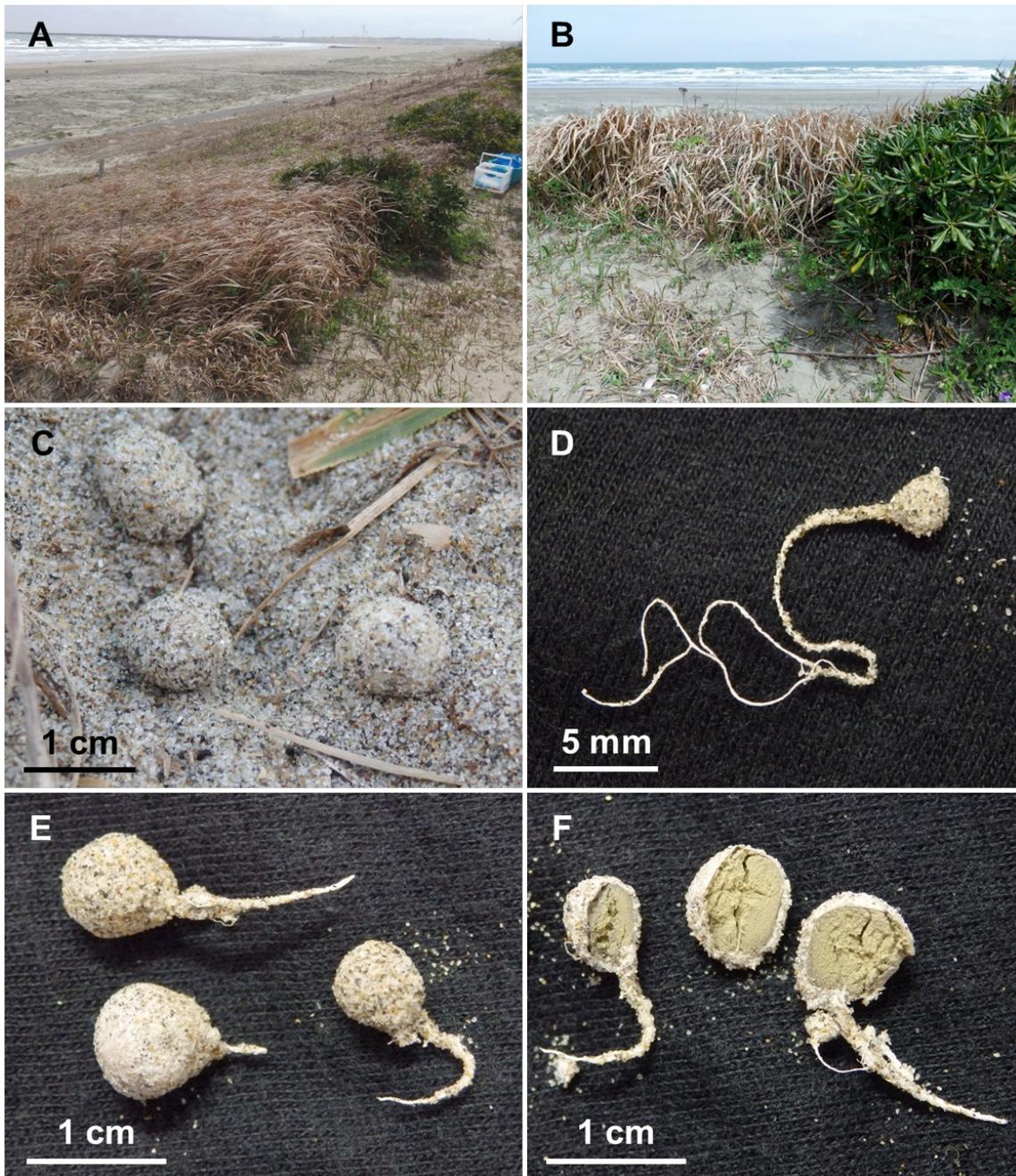


Fig. 3. Habitat and basidiomata of *Gastrosporium gossypinum*. A–B: Habitat in the type locality. C: Basidiomata in the natural habitat (TNS-F-79678). D: An immature basidioma (TNS-F-79677). E: Surface of mature basidiomata (TNS-F-79676). F: Vertical sections of mature basidiomata (TNS-F-79676).

surface of exoperidium.

Holotype: JAPAN: Ibaraki Prefecture, Kamisu, Hasaki, approx. 35.7617° N, 140.8233° E, approx. 5 m asl., April 9, 2015, coll. T. Kasuya and S. Hanawa, TNS-F-79676. Gene sequences ex-holotype: MN954700 (ITS), MN954696 (LSU).

Description: Basidiomata (Fig. 3C–F) hypogeous, globose, subglobose to ovoid, 3–15 mm high, 3–10 mm wide, arising from a conspicuous, thickened mycelial cord, which connects the basidiomata with each other; surface covered with adherent sand, apex not eroded at maturity. Peridium 1–2 mm thick, two-layered

(Fig. 4A). Exoperidium (Fig. 4B–C) up to 2 mm thick, forming a cottony, white mycelial mass with adherent numerous sand, and not disintegrating when rubbed or mature. Endoperidium (Fig. 4D) thin, up to 0.5 mm thick, gelatinized, pliant when moist but brittle when dry, light yellowish brown to light olivaceous. Gleba (Fig. 3F and Fig. 4A) occupies the entire cavity, apparently homogenous, white when young, becoming light yellowish brown to light olivaceous, powdery at maturity. Basidiospores (Fig. 4E) 3.5–6.5 \times 3–5 μm (mean = 4.8 \times 3.7 μm ; n = 60), subglobose, ovoid to ellipsoid, sometimes somewhat angular, irregular in profile,

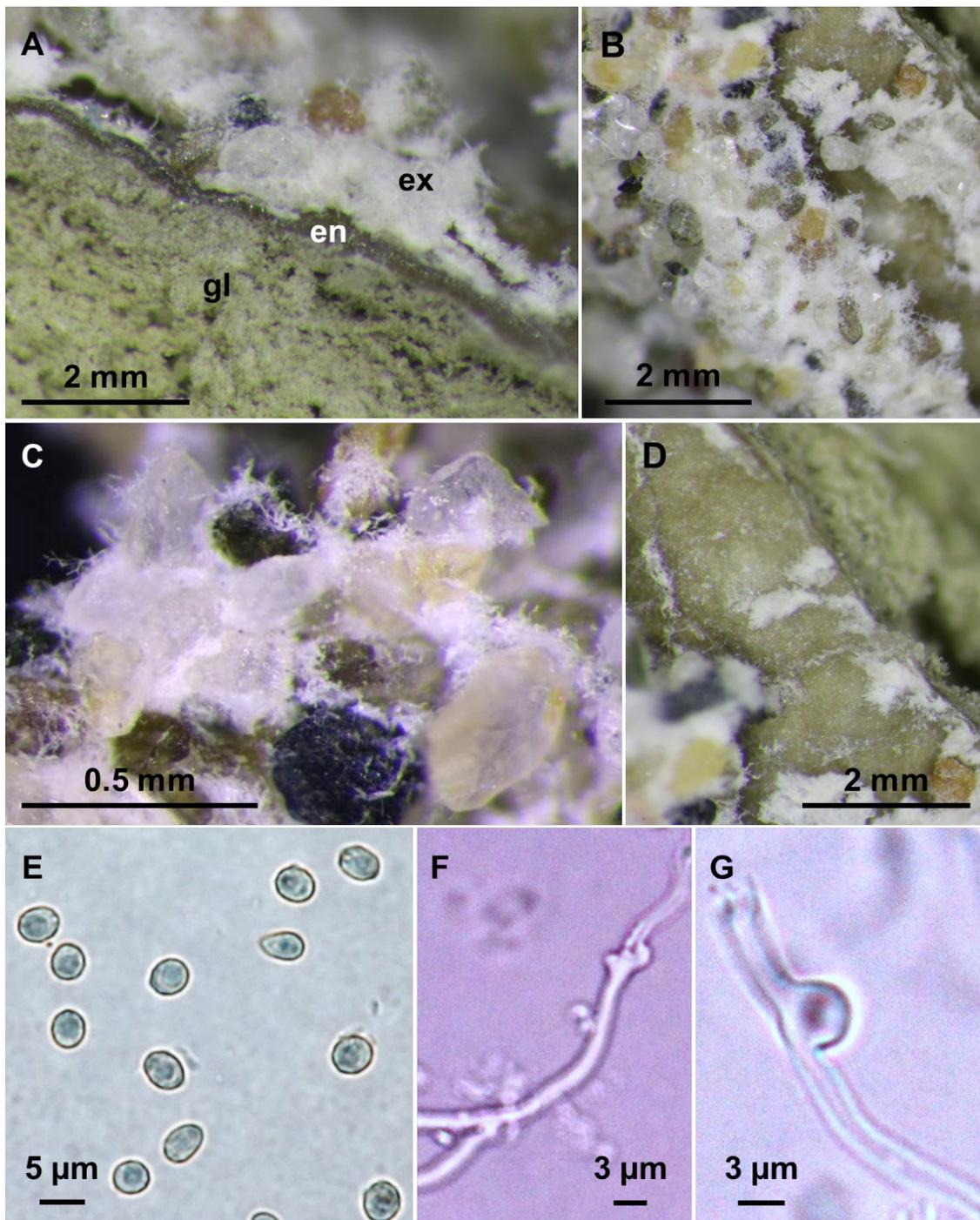


Fig. 4. Morphological features of *G. gossypinum* basidiomata (TNS-F-79676). A: A vertical section of mature basidioma (ex: exoperidium, en: gelatinized endoperidium, gl: gleba). B: A cottony, white mycelial mass of exoperidium with adherent sand. C: Cottony exoperidial hyphae among sand. D: Endoperidium. E: Basidiospores. F: Paracapillitium with clamp connections. G: Clamped hyphae of exoperidium.

varying from almost smooth with scattered warts to densely warted, with or without a short pedicel, light green to light greyish blue in 3% KOH, pale yellow in Melzer's reagent. Basidia not observed. Capillitium absent. Paracapillitium (Fig. 4F) of branched elements with numerous clamp connections, up to 4 μm diameter, thin-walled, with occasional irregular swellings, hyaline in 3% KOH, pale yellow in Melzer's reagent. Exoperidium (Fig. 4G) composed of loosely interwoven, thin-walled, branched hyphae up to 4 μm diameter, hyaline in 3% KOH and Melzer's reagent, with numerous

clamp connections, interspersed with crystals. Endoperidium distinctly separated from the exoperidium, a thick gelatinized, refractive layer of interwoven, frequently branched hyphae up to 4 μm diameter with numerous clamp connections. Cortex of mycelial cords proliferating from the base of basidiomata homologous to exoperidial hyphae.

Habitat: Hypogeous, about 3–10 cm deep in sand, usually small groups or scattered in sandy soil of coastal dunes covered with *Imperata cylindrica*, *Calystegia soldanella*, *Lathyrus japonicus* and

Pitospodium tobira along seashore (Fig. 3A–B). Fruiting in the type locality occurs in winter to late spring (January to May) or early autumn (September).

Additional specimens examined: JAPAN: Ibaraki Prefecture, Kamisu, Hasaki, January 11, 2015, coll. I. Asai and Y. Asai, INM-2-87241; same place, April 23, 2015, coll. T. Kasuya and S. Hanawa, TNS-F-79677; same place, May 30, 2015, coll. T. Kasuya and S. Hanawa, TNS-F-79678; same place, September 24, 2017, coll. T. Kasuya and S. Hanawa, TNS-F-79679.

Known distribution: Known only from the type locality.

Japanese name: Watage-sunatsubu-take (“watage” = cottony; “sunatsubu-take” = the Japanese name of *Gastrosporium*; “sunatsubu” refers to the arenicolous nature).

Remarks: *Gastrosporium gossypinum* is morphologically similar to *G. simplex*, the type species of the genus, in its structure of endoperidium and gleba, the shape and the size of basidiospores and paracapillitium. However, *G. gossypinum* is clearly distinguishable from *G. simplex* by morphology of the exoperidium that is formed by a cottony, white mycelial mass. Exoperidium of *G. simplex* is opaque, chalky, finely powdery and scaly (Dominguez de Toledo & Castellano, 1997; Montecchi & Sarasini, 2000; Rimóczi et al., 2011). Moreover, when basidiomata are gently rubbed or reach maturity, exoperidium of *G. simplex* is disintegrating (Montecchi & Sarasini, 2000), flaking away in pulverulent patches (Rimóczi et al., 2011) or splitting irregularly at the apex (Miller & Askew, 1982). However, exoperidium of *G. gossypinum* is not collapsing or splitting, even in mature basidiomata, because of numerous sand persistently adhering to its exoperidial hyphae. Phylogenetically, *G. gossypinum* is distinct from *G. simplex*, which supports our morphological observations. Another species of the genus, *G. asiaticum* is also distinguished from *G. gossypinum* by its much smaller basidiospores (2.2–4.5 µm; Dörfelt & Bumžaa, 1986). Although Kreisel & Al-Fatimi (2008) recorded an unidentified *Gastrosporium* specimen which is apparently a new species from Yemen, it is distinct from *G. gossypinum* because it has smooth basidiospores. Results of our phylogenetic analyses are almost consistent with Trierveiler-Pereira et al. (2014), showing the monophyly of the genus. More comprehensive phylogenetic studies including sequences of *G. asiaticum* and the Yemeni specimen are required to discuss monophyly and phylogeography of *Gastrosporium*.

Monthoux & Röllin (1976) reported that the hyphae of *G. simplex* create a network among poaceous plant roots and they invade roots in a parasitic manner. Montecchi & Sarasini (2000) regarded *G. simplex* as a symbiont of Poaceae. Also, Rimóczi et al. (2011) reported that *G. simplex* is a typical species of sandy

Stipa steppes in Hungary. In Japan, basidiomata of *G. gossypinum* were collected around coastal plant communities dominated by a poaceous plant *Imperata cylindrica*. While it is unclear whether they are truly symbionts, parasites or saprobionts, *Gastrosporium* species presumably prefer poaceous plants. However, in Mauritius, rhizomorphs of *G. simplex* were connected with roots of a tropical tree or shrub (Kreisel & Hausknecht, 2002); *G. simplex* was also found under an arecaceous plant *Trithrinax campestris* in Argentina (Dominguez de Toledo & Castellano, 1997). In Mongolia, *G. asiaticum* were collected among *Allium*, *Artemisia* and *Achnatherum* plants (Dörfelt & Bumžaa, 1986). Further studies on the ecological nature of *Gastrosporium* species are needed to clarify the relationship between them and associated plants. Although *G. gossypinum* is known only from the type locality, there are several similar habitats in Japanese coasts. Thus, *G. gossypinum* presumably has several further localities in Japan.

Acknowledgements

We are very much obliged to Kyung-Ok Nam, Kazuo Nishibori and Megumi Otsuka of the National Museum of Nature and Science for help with assisting molecular experiments. We also thank Ikuo Asai, the late Yoshiko Asai, Kazuki Kobayashi, Takashi Maruyama, Maya Omori and Shohei Wada for facilitating the fieldwork. This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP15K16279 and the commissioned research grant from the Division of Environmental Affairs, Kamisu City Office, Ibaraki Prefecture.

References

- Ahmad S. (1950) Studies in the Gasteromycetes V. Sydowia 4: 124–127.
- Ahmad S. (1952) Gasteromycetes of West Pakistan. Panjab University Press, Lahore.
- Dominguez de Toledo L., Castellano M.A. (1997) First report of *Gastrosporium simplex* (Gasteromycetes) from South America. Mycotaxon 64: 443–448.
- Dörfelt H., Bumžaa D. (1986) Die Gasteromyceten (Bauchpilze) der Mongolischen Volksrepublik. Nova Hedwigia 43: 87–111.
- Edgar R.C. (2004a) MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. Nucleic Acids Research 32: 1792–1797.
- Edgar R.C. (2004b) MUSCLE: a multiple sequence alignment method with reduced time and space complexity. BMC Bioinformatics 5: 113.
- Felsenstein J. (1985) Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. Evolution 39: 783–791.
- Hall T.A. (1999) BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symposium Series 41: 95–98.

- Hosaka K. (2009) Phylogeography of the genus *Pisolithus* revisited with some additional taxa from New Caledonia and Japan. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series B* 35: 151–167.
- Hosaka K., Castellano M.A. (2008) Molecular phylogenetics of Geastrales with special emphasis on the position of *Sclerogaster*. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series B* 34: 161–173.
- Hosaka K., Kasuya T., Reynolds H.T., Sung G.H. (2010) A new record of *Elaphomyces guangdongensis* (Elaphomycetaceae, Eurotiales, Fungi) from Taiwan. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series B* 36: 107–115.
- Kasuya T., Yamamoto Y., Sakamoto H., Takehashi S., Hoshino T., Kobayashi T. (2009) Floristic study of *Geastrum* in Japan: three new records for Japanese mycobiota and reexamination of the authentic specimen of *Geastrum minus* reported by Sanshi Imai. *Mycoscience* 50: 84–93.
- Kasuya T., Hosaka K., Sakamoto H., Uchida A., Hoshino T., Kakishima M. (2011) New records of *Geastrum* from Japanese sand dunes. *Mycotaxon* 118: 1–15.
- Kasuya T., Hosaka K., Uno K., Kakishima M. (2012) Phylogenetic placement of *Geastrum melanocephalum* and polyphyly of *Geastrum triplex*. *Mycoscience* 53: 411–426.
- Kasuya T., Uchida A., Hosaka K. (2015) A new record of *Phallus hadriani* in the coastal dune of Eastern Hokkaido (in Japanese with English summary). *Bulletin of the Shiretoko Museum* 37: 13–19.
- Kimura M. (1980) A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16: 111–120.
- Kreisel H. (2001) Checklist of the gasteral and secotioid Basidiomycetes of Europe, Africa, and the Middle East. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde* 10: 213–311.
- Kreisel H., Al-Fatimi M. (2008) Further Basidiomycetes from Yemen. *Feddes Repertorium* 119: 463–483.
- Kreisel H., Hausknecht A. (2002) The gasteral Basidiomycetes of Mascarenes and Seychelles. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde* 11: 191–211.
- Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. (2018) MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35: 1547–1549.
- Miller O.K., Askew W.B. (1982) The genus *Gastrosporium* in North America. *Canadian Journal of Botany* 60: 364–368.
- Montecchi A., Sarasini M. (2000) *Funghi ipogei d'Europa*. Fondazione A.M.B., Vicenza.
- Monthoux O., Röllin O (1976) La flore fongique des stations xériques de la région de Genève III. *Gastrosporiaceae*. *Candollea* 31: 119–125.
- Rimóczi I., Jeppson M., Benedek L. (2011) Characteristic and rare species of Gasteromycetes in Eupannonicum. *Fungi non Delincati* 56–57: 1–230.
- Seutin G., White B.N., Boag P.T. (1991) Preservation of avian blood and tissue samples for DNA analyses. *Canadian Journal of Zoology* 69: 82–90.
- Tamura K. (1992) Estimation of the number of nucleotide substitutions when there are strong transition-transversion and G+C-content biases. *Molecular Biology and Evolution* 9: 678–687.
- Trierweiler-Pereira L., da Silveira R.M.B., Hosaka K. (2014) Multigene phylogeny of the Phallales (Phallomycetidae, Agaricomycetes) focusing on some previously unrepresented genera. *Mycologia* 106: 904–911.
- Vilgalys R., Hester M. (1990) Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of Bacteriology* 172: 4238–4246.
- White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J.W. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J. & White T.J. (eds.) *PCR protocols*. Academic Press, New York, pp. 315–322.

原著論文（査読有）(Original peer-reviewed article)

環境省レッドリスト掲載地下生菌（スナタマゴタケ、ハハシマアコウショウロ、シンジュタケ）の再探索と分布の現状について

The surveys and current distribution of endangered or “extinct” sequestrate fungi appeared in the Japanese Red Lists

折原 貴道^{1*}, 保坂 健太郎², 山本 航平³, 大前 宗之⁴, 畠山 颯太⁵, 糟谷 大河^{6,7}

Takamichi Orihara^{1*}, Kentaro Hosaka², Kohei Yamamoto³, Muneyuki Ohmae⁴, Sota Hatakeyama⁵, Taiga Kasuya^{6,7}

¹ 神奈川県立生命の星・地球博物館, 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 499 Iryuda, Odawara-shi, Kanagawa 250-0031, Japan

² 国立科学博物館植物研究部, 〒305-0005 茨城県つくば市天久保 4-1-1
Department of Botany, National Museum of Nature and Science, Amakubo 4-1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0005, Japan

³ 栃木県立博物館, 〒320-0865 栃木県宇都宮市睦町 2-2
Tochigi Prefectural Museum, 2-2 Mutsumi-cho, Utsunomiya-shi, Tochigi 320-0865, Japan

⁴ 株式会社北研 〒321-0222 栃木県下都賀郡壬生町駅東町 7 番 3 号
Tochigi Prefectural Museum, 2-2 Mutsumi-cho, Utsunomiya-shi, Tochigi 320-0865, Japan

⁵ 神奈川県横浜市
Yokohama-shi, Kanagawa, Japan

⁶ 慶應義塾大学生物学教室, 〒223-8521 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1
Department of Biology, Keio University, 4-1-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 223-8521, Japan

⁷ 千葉科学大学危機管理学部, 〒288-0025 千葉県銚子市潮見町 3
Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science, 3 Shiomi-cho, Choshi-shi, Chiba 288-0025, Japan

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: t_orihara@nh.kanagawa-museum.jp

要旨

昭和初期に記載された地下生菌稀産種のうち、環境省レッドリストにおいて絶滅 (EX) にランクされているスナタマゴタケ *Chlorophyllum agaricoides* およびハハシマアコウショウロ *Circulocolumella hahashimensis* は、1930 年代の初報告以後、再発見例がなく、その実体は現在まで十分に認識されていない。また、同レッドリストにおいて絶滅危惧 I 類 (CR+EN) とされているシンジュタケ *Boninogaster phalloides* は、タイプ産地である小笠原諸島で多産することが近年明らかになりつつあるが、実際の国内分布については解明されていない。本研究では、野外での子実体探索調査ならびにハーバリウム標本調査を実施し、得られた標本や文献情報に基づき、これら絶滅種および希少種の実体および現在の発生状況の解明を試みた。ハーバリウム調査の結果、長年所在が不明であったスナタマゴタケの唯一の国産標本が再発見されたが、発生地における複数年にわたる野外調査では、本種の新たな発生は確認されなかった。ハハシマアコウショウロについては、タイプ産地付近（小笠原諸島母島）で採集されたヨツデタケの若い菌蕾が、ハハシマアコウショウロの記載、タイプ標本および写真資料と形態的に矛盾がないことから、本種は小笠原諸島に多産するヨツデタケの菌蕾を誤記載したものであると形態学的に結論づけた。また、小笠原諸島産シンジュタケと、本州から採集され「マツチャガスター」の仮称で呼ばれていた菌を形態的および分子的に比較検討した結果、これらは同一であり、シンジュタケはこれまで考えられていたように

小笠原諸島固有種ではなく、本州にも比較的広範に分布していることが明らかになった。以上の結果から、ハハシマアコウショウロとシンジュタケについては、今後レッドリストにおける掲載ランクの見直しも検討する必要があると考えられる。

Abstract

The current version of the Japanese Red Lists by Ministry of Environment includes three sequestrate (truffle-like) fungal species described in the early twentieth century as extinct or endangered species in Japan. The two of them, *Chlorophyllum agaricoides* and *Circulocolumella hahashimensis*, have not been collected in Japan since their first reports in the 1930's, and they are listed as "Extinct (EX)" in the current Japanese Red Lists. The third species, *Boninogaster phalloides*, is listed as "Critically Endangered (CR+EN)" but currently known as a rather common species within the type locality, the Bonin Islands. Its distribution in Japan, however, has not been thoroughly investigated. To clarify the entity of those red-listed species and their true distribution, we conducted field surveys and investigated authentic specimens in several Japanese herbaria. We successfully located the only Japanese specimen of *Ch. agaricoides* collected from Zenibako, Hokkaido in 1930, which had been missing since the late 1990's, in the fungal herbarium of Tottori Mycological Institute (TMI). However, collecting of the fresh fruitbodies in the type locality was unsuccessful. Therefore, it would be reasonable to leave it as "Extinct" in the lists. In our field survey in the Bonin Islands, we collected eggs of *Clathrus columnatus* near the type locality of *Cir. hahashimensis* in Hahajima Island. After careful morphological comparison among the newly collected eggs, isotype of *Cir. hahashimensis* and descriptions in literatures we concluded that *Cir. hahashimensis* was a misidentification of young eggs of *Cl. columnatus* and should be excluded from "Extinct (EX)" in the Japanese Red Lists. With regard to *B. phalloides*, we morphologically and phylogenetically compared similar, unidentified truffle specimens collected from Honshu with *B. phalloides* from the type locality (Chichijima Island), and we revealed that this species also distributed in the central part of Honshu despite that it had been considered to be endemic to Bonin Islands.

Article Info: Submitted: 14 February 2020 Accepted: 16 March 2020 Published: 31 March 2020

序論

日本における地下生菌研究は、近年の飛躍的な進展に至るまでは概して散発的な成果が見られる程度であった（折原、2018）。しかし、昭和初期、特に1930年代に一時的に今井三子（1900–1976）、小林義雄（1907–1993）の両博士により精力的な研究がなされ、それらの成果は小林（1938）や伊藤（1959）に集約された。この時期に記載・報告された地下生菌の中には、イモタケ *Imaia gigantea* (S. Imai) Trappe & Kovács やジャガイモタケ *Heliogaster columellifer* (Kobayasi) Orihara & K. Iwase など、現在でも比較的広く認知されているものもあるが、初報告以後再発見例がなく、種の実態の把握が困難なものも多い。それらの中で、スナタマゴタケ *Chlorophyllum agaricoides* (Czern.) Vellinga、ハハシマアコウショウロ *Circulocolumella hahashimensis* (S. Ito & S. Imai) S. Ito & S. Imai およびシンジュタケ *Boninogaster phalloides* Kobayasi の3種は、絶滅した、または絶滅のおそれのある種として環境省レッドリストおよびレッドデータブックに掲載されている（環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室、2015, 2019）。

スナタマゴタケはオオシロカラカサタケ属 *Chlorophyllum*

Massee に含まれるセコチウム型菌で、北半球に広く分布するが、国内では1930年に北海道小樽市銭函において一度採集例があるのみで（Imai, 1936）、現在環境省レッドリストでは絶滅（EX）に指定されている。日本産標本はおそらく砂浜地帯の草本植生付近に発生したものと思われるが、本種は必ずしも海浜植生に特異的な菌ではなく、海外では内陸部の草原などにも発生する（Ge & Yang, 2006 ; Motecchi & Sarasini, 2000）。この唯一の国産標本は鳥取県鳥取市にある一般財団法人日本きのこセンター 菌蕈研究所（以下、菌蕈研究所）に保管されていたが（吉見、2008）、1990年代後半以降その所在が不明となっている（長澤、私信、2018年11月）。

ハハシマアコウショウロは1936年10–11月にかけて、第5代北海道帝国大学学長も務めた伊藤誠哉（1883–1962）や今井三子両博士を中心とする調査団によって、小笠原諸島母島の石門山で採集された標本を基に記載された菌である（Ito & Imai, 1937）。当初は *Hysterangium hahashimense* S. Ito & S. Imai の学名が与えられたが、のちに Imai (1957) により、子実体内部のグレバを輪状に囲むように柱軸が発達し、グレバ上部中央で無性基部と結合する特異な形態的特徴に基づき、新属

Circulocolumella S. Ito & S. Imai に転属された。しかし、1936年にタイプ標本が採集されて以降本種の再発見例はなく、スナタマゴタケ同様、現在環境省レッドリストにおいて「絶滅 (EX)」に指定されている。特に、近年、著者の一人 (保坂) を中心に、小笠原諸島におけるきのこ分布調査が継続的に実施されているにもかかわらず、本種については新たな採集記録がない (保坂、2018; Hosaka et al., 2018)。

シンジュタケは小林義雄博士により新属新種 *Boninogaster phalloides* として記載された菌で、奇しくも伊藤誠哉と今井三子がハハシマアコウショウロを採集したのと同じ1936年、小笠原諸島父島の旭山で小林自身により採集された (Kobayasi, 1937)。本種は Kobayasi (1937) による記載以後、長らく確実な記録が極めて少なかったが、近年の小笠原諸島におけるきのこ分布調査により、本種は小笠原諸島父島、母島および兄島のいずれにも多産することが明らかになっている (保坂、2018)。そのため、現在環境省レッドリストにおいて絶滅危惧 I 類 (CR+EN) とされているものの、再検討の余地があると考えられる (保坂、2018)。

上述の3種のうち、絶滅種とされているスナタマゴタケとハハシマアコウショウロについては、文献上で得られる情報がごく限られているため、実体が十分に認識されているとはいえない。そのため、識者による文献調査や野外調査を進めることで、再発見される可能性も否定できない。また、絶滅危惧 I 類のシンジュタケについても、小笠原諸島で実際に本種を観察した研究者の数はごく限られており、実体が広く認識されていると言いはない。その一方で、本土における地下生菌の分類や種多様性に関する知見はこの10年ほどで飛躍的に増加している (折原、2018)。それゆえ、本当にシンジュタケを小笠原諸島固有種としてよいか、改めて全国的に分布状況の検討を行う必要がある。本研究では、これら3種の実体をより正確に把握し、国内における現在の発生状況を把握することを目的として、現地調査ならびにハーバリウム収蔵標本調査を実施し、得られた標本と、文献やホロタイプ採集当時の写真原板資料との比較検討を行った。

材料および手法

野外での子実体探索調査

スナタマゴタケの探索調査は、国内唯一の産地である北海道小樽市銭函の海岸植生において、1930年に本種が採集されたのとはほぼ同時季に3回 (2017年8月、2018年9月、2019年9月) および2017年11月の計4回実施した。小笠原諸島におけるハハシマアコウショウロおよびシンジュタケの探索調査は、タイプ標本が採集されたのとはほぼ同時季 (2018年11月) に、母島および父島において実施した。シンジュタケについては、小笠原諸島産の標本のほかに、本州において採集された類似の子実体を比較検討に供試した。採集されたサンプルについては、形態情報の記録を取り、DNA抽出を行った後、真空凍結乾燥

もしくは温風乾燥 (45–50℃、1–2日間) により標本作成を行った。標本は神奈川県立生命の星・地球博物館 (KPM) 菌類ハーバリウム、国立科学博物館植物研究部 (TNS) および栃木県立博物館 (TPM) 菌類ハーバリウムに保管されている。

ハーバリウム標本調査

スナタマゴタケの国産標本の所在が最後に確認されていたのは、菌蕈研究所である。ハハシマアコウショウロのホロタイプは、北海道大学に収蔵されているとの記述がある (Ito & Imai, 1937; Imai, 1957)。現在、北海道大学の菌類標本の大半は、北海道大学総合博物館に収蔵されている。シンジュタケについては、ホロタイプの所在に関する記述が Kobayasi (1937) による原記載中に無い。以上の状況から、菌蕈研究所 (2018年11月) および北海道大学総合博物館 (2017年11月) にて、本研究の対象種3種の標本探索を試みた。また、小林義雄博士が嘗て所属していた、国立科学博物館の菌類標本庫 (現在、国立科学博物館植物研究部棟内) においても著者の一人 (保坂) により補足的な標本探索を行った。

形態観察法

光学顕微鏡観察にはメイジテクノ社製 MT5310L 顕微鏡を用い、形態観察法は常法に従った。光学顕微鏡像撮影にはレイマー社製カラーカメラ WRAYCAM-NOA2000 を用いた。乾燥標本を用いた顕微鏡観察にあたっては、観察用切片を70% エタノールに含浸後速やかに3% KOH 水溶液に約10分含浸させ、その後滅菌水で洗浄し、ラクトグリセロールでマウントしプレパラートを作成した。顕微鏡下でのサイズ計測にはレイマー社製 Microstudio を用い、胞子径および Q 値 (胞子長径 / 短径) の平均値および標準偏差はランダムに計測した30個の胞子から算出した。

分子的手法

子実体組織からの DNA 抽出には Whatman 社製 Indicating FTA Card を用いた。核リボソーム RNA 遺伝子 (rDNA) ITS 領域および大サブユニット (LSU) D1/D2 領域、およびミトコンドリア DNA *ATP6* 遺伝子の PCR 増幅には、それぞれ ITS1F (Gardes & Bruns, 1993)・ITS4 (White et al., 1990)、LR0R・LR5 (Vilgalys & Hester, 1990)、*ATP6-3*・*ATP6-2* (Kretzer & Bruns, 1999) のプライマーペアを用いた。PCR 以降、シーケンスデータを得るまでの手法は Orihara et al. (2012, 2016) に従った。得られたシーケンスデータはアメリカ合衆国国立生物工学情報センター (NCBI) の GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) を通じて国際ヌクレオチドシーケンスデータベース (INSD) に情報登録した。

結果

スナタマゴタケの子実体探索調査およびハーバリウム標本調査

スナタマゴタケの国内唯一の産地である北海道小樽市銭函の海岸において、4回にわたる野外調査を実施したものの、スナタマゴタケ子実体の発生は確認されなかった(図1A)。一方、スナタマゴタケ国産標本が最後に確認された菌蕈研究所において収蔵標本の探索調査を行った結果、紙箱に入った当該の標本と思われる多数の子実体の所在が確認された(図1B-C)。この標本には、標本情報を記載したラベルが付されていなかったものの、標本中の子実体の一部が吉見(2008)による1930年銭函産標本のスケッチと一致した。また、Imai(1936)は銭函産標本の形態記載を行っていないものの、顕微鏡観察の結果、担子胞子をはじめとする形態的特徴は吉見(2008)、Montecchi & Sarasini(2000)、Ge & Yang(2006)の記載と概ね一致した(図1D)。担子胞子径は7-8.4 × 5.5-7.3 μm(平均7.7 × 6.3 μm; 標準偏差0.36 [長径]、0.39 [短径])、Q値: 1.1-1.34(平均1.23;

標準偏差0.06)であった。

ハハシマアコウショウロの子実体探索調査、ハーバリウム標本調査および形態学的検討

小笠原諸島父島および母島における野外調査の結果、父島旭山およびハハシマアコウショウロのタイプ産地からおおよそ1.5 km南南西に位置する母島桑ノ木山において、ヨツダタケ *Clathrus columnatus* Bosc 子実体とその菌蕾が採集された(図2A)。採集されたヨツダタケ菌蕾のうち、特に小型で未熟なものは、グレバ横断面上部に見られる無性基部のグレバ内部への貫入の度合いがやや浅いものの、それ以外の肉眼的特徴において Ito & Imai(1937) および Imai(1957) のハハシマアコウショウロの記載および写真図と合致した(図2B-D)。

Hosaka et al.(2018)は北海道大学総合博物館収蔵庫(SAPA)にて地下生菌標本の探索を行った結果、ハハシマアコウショウロの標本は発見されなかったことを報告した。今回、菌蕈研究



図1. スナタマゴタケ *Chlorophyllum agaricoides*. A: 日本産標本産地(北海道小樽市銭函海岸)。B, C: ラベルの無い標本箱に収められていた唯一の国内産標本(菌蕈研究所所蔵)。D: 菌蕈研究所所蔵スナタマゴタケ標本の担子胞子。Bars: C = 1 cm; D = 10 μm.

Fig. 1. Japanese specimen of *Chlorophyllum agaricoides* and its habitat. A: Habitat of the only Japanese specimen collected in September 1930 (Zeniabako, Otaru City, Hokkaido). B-C: The dried fruitbodies preserved in a paper box without labels in the Tottori Mycological Institute (TMI). D: Basidiospores of the Japanese specimen. Bars: C = 1 cm; D = 10 μm.

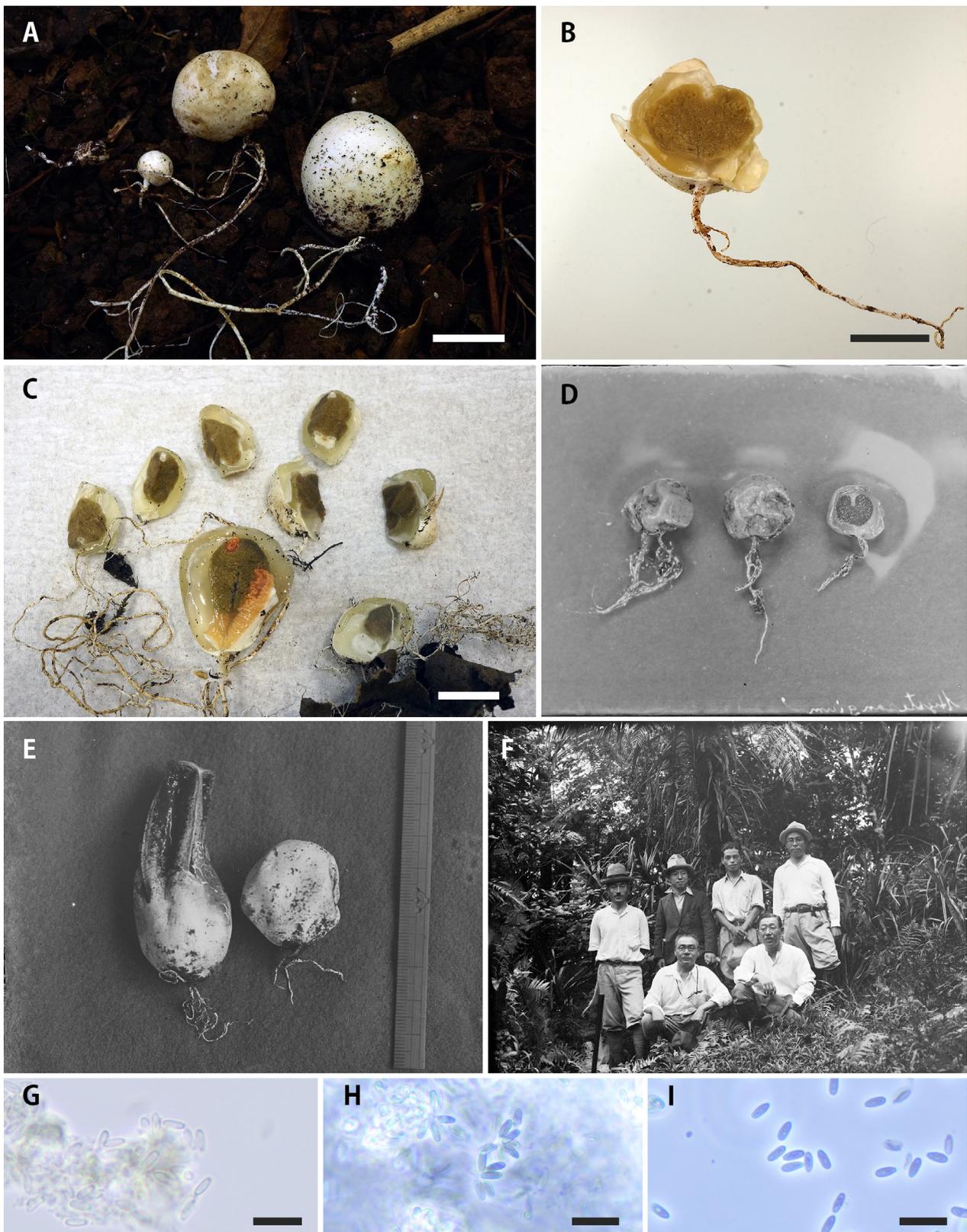


図 2. A-C : ヨツデタケ *Clathrus columnatus* 菌蕾. A: 母島桑ノ木山産標本 (KPM-NC 27147). B, C : 菌蕾の縦断面 (B: KPM-NC 26946; C: KPM-NC 27147). D : ハハシマアコウショウロ *Circulocolumella hahashimensis* (ホロタイプ) の写真 (菌茸研究所蔵; Ito & Imai (1937) の掲載写真の原図). E : 今井三子博士採集の小笠原諸島母島産ヨツデタケ写真 (菌茸研究所蔵). F : 1936 年 11 月 20 日, ハハシマアコウショウロおよびヨツデタケが採集された地点付近 (母島石門山) で撮影された調査団の写真. 前列右が伊藤誠哉博士, 後列左から 2 人目が今井博士 (菌茸研究所蔵). G, H : ヨツデタケ菌蕾内部の担子胞子 (G: 約 1 年間無水エタノールに液浸したサンプル; H: 真空凍結乾燥標本; KPM-NC 27147). I : ハハシマアコウショウロのアイソタイプ (オレゴン州立大学ハーバリウム所蔵) の担子胞子. Bars: A-C = 1 cm; G-I = 10 μ m.

Fig. 2. A-C: Eggs of *Clathrus columnatus* collected from Bonin Islands (A, C: KPM-NC 26147; B: KPM-NC 26946). D: Original photograph of the *Circulocolumella hahashimensis* holotype shown in Ito & Imai (1937). E: Photograph of an egg and a mature fruitbody of *Cl. columnatus* collected in the

表 1. 本研究において新たに採集されたヨツデタケ菌蕾 (KPM-NC 27147) と、ハハシマアコウショウロのアイソタイプ標本 (TNS-F-70763)、および Ito & Imai (1937) によるハハシマアコウショウロおよび小笠原諸島産スッポンタケ目菌の菌蕾との形態的比較。

Table 1. Comparison of morphology among eggs of *Clathrus columnatus* newly collected in this study (KPM-NC 27147), isotype of *Circulocolumella hahashimensis* (TNS-F-70763), and original description of *Cir. hahashimensis* and eggs of Phallales species reported from Bonin Islands by Ito & Imai (1937).

種名	標本の状態もしくは出典	採集地	採集日	担子胞子径 (中央は平均値、括弧内はQ値)	菌蕾(ハハシマアコウショウロ は子実体)サイズ	菌蕾(ハハシマアコウショウロ は子実体)の形状
ヨツデタケ <i>Clathrus columnatus</i> (菌蕾; KPM-NC 27147)	凍結乾燥標本	母島桑ノ木山	2018.11.9	4.1-4.6-5.1 × 1.6-1.9-2 μm (2.1-2.4-2.8)	最大2.2 cm	類球形、やや成熟し始めたものは卵形
	エタノール液浸標本	母島桑ノ木山	2018.11.9	4.1-4.6-5.1 × 1.5-2-2.3 μm (1.9-2.4-2.9)		
ヨツデタケ <i>Cl. columnatus</i>	Ito & Imai (1937)	母島石門山	1930.11.20	4-5 × 2 μm	2-3 × 1.5-2 cm	初め球形、のち楕円形
ハハシマアコウショウロ <i>Circulocolumella hahashimensis</i>	アイソタイプ; エタノールの ちホルマリン液浸標本	母島石門山	1930.11.20	4-4.3-4.9 × 1.5-1.8-2 μm (2.1-2.4-3.1)	1-2 cm	類球形
	原記載 (Ito & Imai, 1937)	母島石門山	1930.11.20	4-5 × 2-2.5 μm		
シマイヌノエフデ(母島産) <i>Jansia boninensis</i>	Ito & Imai (1937)	母島桑ノ木山	1930.11.18	3.5-5 × 1.5-2 μm	1-2 × 1 cm	卵形~楕円形
サンコタケ(母島産) <i>Pseudocolus fusiformis</i>	Ito & Imai (1937)	母島桑ノ木山	1930.11.18	3-4 × 1.5-2 μm	1-1.5 × 1 cm	初め球形、のち楕円形

所においてもハハシマアコウショウロの標本の所在は確認することができなかったが、Ito & Imai (1937) に掲載された、本種のホロタイプや同日採集されたヨツデタケ等の図版原板が発見された(図 2D-F)。一方、Hosaka et al. (2018) は、今井三子から寄贈されたと考えられる、オレゴン州立大学(OSC) に所蔵されていたハハシマアコウショウロのアイソタイプの存在を併せて報告している(現在その一部は国立科学博物館植物研究部に収蔵されている[標本番号:TNS-F-70763])。今回、我々はこのアイソタイプの一部とヨツデタケ菌蕾の凍結乾燥標本、および Ito & Imai (1937) において報告されたハハシマアコウショウロ原記載や小笠原諸島産の類似菌(スッポンタケ目菌の菌蕾)の記載との形態的比較を行った(表 1)。小笠原産スッポンタケ目菌のうち、Ito & Imai (1937) が母島で採集したシマイヌノエフデ(別名ムニンキツネノエフデ) *Jansia boninensis* Lloyd は担子胞子の形態において供試標本のいずれとも合致するものの、菌蕾の形態が卵形~楕円形である点で異なり、母島産サンコタケ *Pseudocolus fusiformis* (E. Fisch.) Lloyd (= *P. javanicus* (Penz.) Lloyd sensu Ito & Imai (1937)) は担子胞子のサイズが供試標本に比べて小型である点から、ハハシマアコウショウロおよびヨツデタケ菌蕾とは明確に識別できた。また、Ito & Imai (1937) に記載されたヨツデタケ菌蕾のサイズは、本研究で新たに採集された本種の菌蕾と比較して大型であった。本研究で採集されたヨツデタケ菌蕾およびハハシマアコウショウロのアイソタイプ(エタノールのちホルマリン液浸標本)の担子胞子短径は、ハハシマアコウショウロの原記載中のそれと比べやや小さかった(表 1、図 2G-I)。

シンジュタケの分布に関する新発見

既述の通り、本種は小笠原諸島に多産することが明らかになっているが(保坂、2018)、本研究における小笠原諸島父島および母島での調査においても、複数地点で多数の子実体の発生が確認された(図 3A)。本種は小笠原諸島固有種とされてきたが、Hosaka et al. (2015) は本種が国内の広い地域に分布している可能性を示唆しており、大前(2016) は栃木県から、佐野(2019) は奈良県から、それぞれ「シンジュタケ属の一種」を暫定的に報告している。また、本種は栃木県のレッドデータブックに絶滅危惧 I 類として掲載されているが(栃木県、2018)、顕微鏡的特徴を含む、小笠原産標本との比較検討はなされておらず、同定は暫定的なものである。我々は国内各地で地下生菌の野外調査を進めてゆく過程で、本種と思われる子実体の発生を関東地方および伊豆半島の複数地点(神奈川県逗子市(2地点)、小田原市(2地点)、栃木県佐野市、静岡県賀茂郡南伊豆町および駿東郡長泉町)にて確認した(図 3B)。本種は小笠原諸島ではタコノキ *Pandanus boninensis* Warb. を基質として発生する傾向にあるが(Hosaka, 2014)、今回関東地方および伊豆半島において採集された子実体は、タケ類の材やスギ落枝、広葉樹落枝などに菌糸マットを形成して発生し、顕著な基質選好性は確認されなかった。本州産標本の担子胞子は 4.5-6.2 (-6.9) × 2.4-3.2 μm (平均 5.6 × 2.8 μm; 標準偏差 0.43 [長径]、0.18 [短径])、Q 値: 1.6-2.6 (平均 2.0; 標準偏差 0.16)、倒卵形~カプセル型、無色、平滑で、Kobayasi (1937) による原記載の胞子径 (5-5.5 × 2.9-3.2 μm) と比べ担子胞子サイズが若干大きい傾向にあり、ばらつきも大きかった(図 3C)。しかし、タイ

Fig. 2. (cont.) same day and locality as *Cir. hahashimensis* in Haha-jima Island by Dr. Sanshi Imai (20 November 1936). F: Group photo taken on the way of the fieldwork near the localities of *Cl. columnatus* and *Cir. hahashimensis* (Sekimonzan, Haha-jima Island) in 20 November 1936. The right in the first row is Prof. Seiya Ito and the second from the left of the second row is Dr. Sanshi Imai. G, H: Basidiospores of eggs of *Cl. columnatus* (G: from a material immersed in 99.5% ethanol for about one year; H: from a freeze-dried specimen [KPM-NC 27147]). I: Basidiospores of the formalin-immersed isotype of *Cir. hahashimensis* (from OSC). Bars: A-C = 1 cm; G-I = 10 μm. Photos D-F are taken from the collection of TMI.

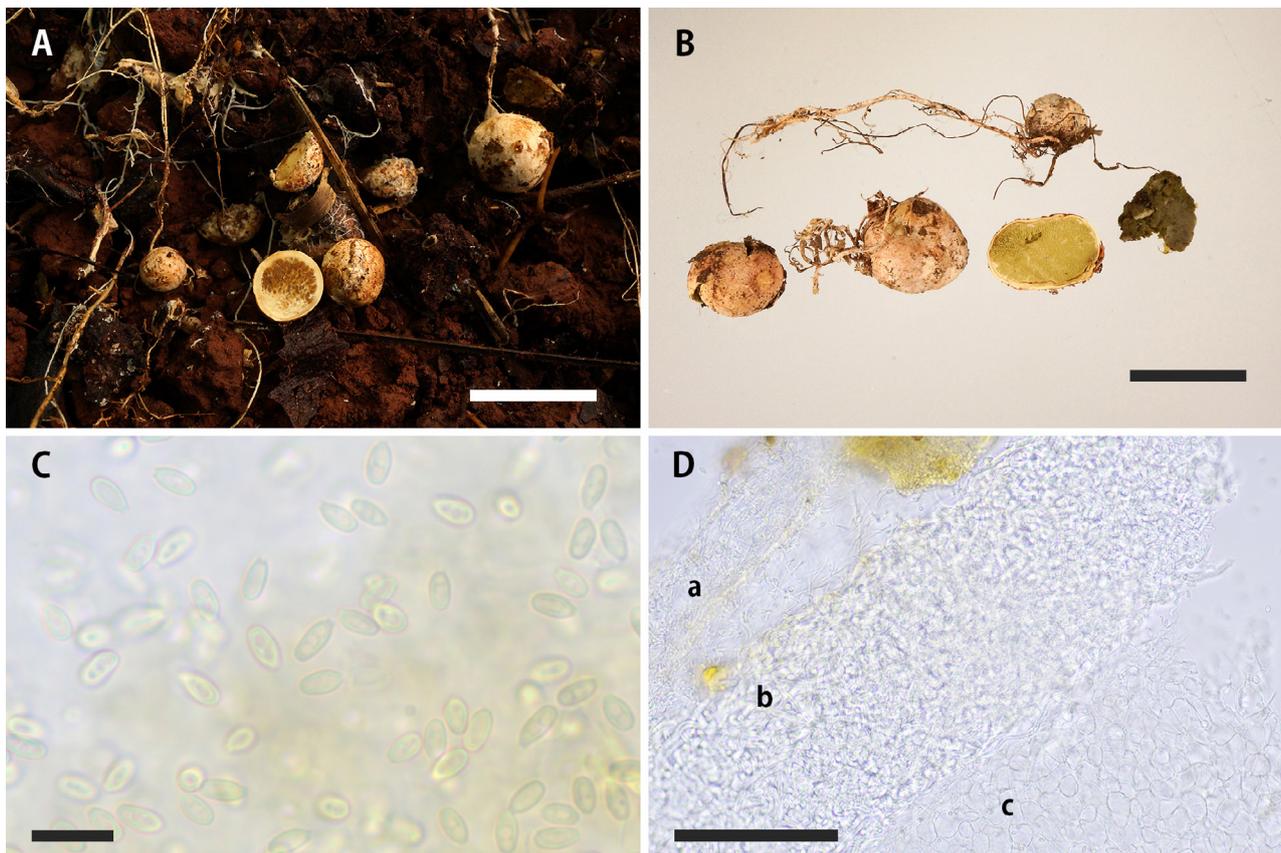


図 3. シンジユタケ *Boninogaster phalloides*. A-B : 子実体 (A: 小笠原諸島父島産 [KPM-NC 26939] ; B: 神奈川県逗子市産 [KPM-NC 27981]). グレバの色は成熟段階により褐色から抹茶色へ変化する. C: 担子胞子 (KPM-NC 27981). D: 外皮の断面構造 (KPM-NC 27981; a: 最外皮層. b: 外皮中層. c: 外皮内層). Bars: A, B = 1 cm; C = 10 μ m; D = 100 μ m.

Fig. 3. *Boninogaster phalloides*. A-B: Fruitbodies (A: from Chichi-jima Island, Bonin Islands [KPM-NC 26939]; B: from Zushi City, Kanagawa Pref. [KPM-NC 27981]). C: Basidiospores (KPM-NC 27981). D: Peridium (KPM-NC 27981); a: peridiopellis, b: mesoperidium; c: innermost pseudoparenchymatous layer. Bars: A, B = 1 cm; C = 10 μ m; D = 100 μ m.

ブ産地付近（父島扇浦）で新たに採集された標本（KPM-NC 26939）を顕鏡した結果、担子胞子径は $4.6\text{--}6.2 \times 2.5\text{--}3.1 \mu\text{m}$ （平均 $5.4 \times 2.8 \mu\text{m}$ ；標準偏差 0.43 [長径]、0.17 [短径]）、Q 値：1.7–2.3（平均 2.0；標準偏差 0.17）であり、父島産標本と本州産標本との間に差異は認められなかった。その他の肉眼的および顕微鏡的特徴は、Kobayasi (1937) や Hosaka (2014) による記載と一致した（図 3D）。また、これら本州産の子実体は、佐々木ほか (2016) に記載されている「マツヤガスター（中島仮称）*Sclerogaster* sp.」と生態的および形態的に同一のものであった。

神奈川県産の 4 標本および栃木県産 1 標本から、核 rDNA ITS 領域および LSU D1/D2 領域、およびミトコンドリア DNA

ATP6 遺伝子のシーケンスが得られた（表 2）。これら本州産標本間のシーケンス同一性比較を行った結果、ITS 領域においては神奈川県産標本の ITS2 領域に 2 か所一塩基多型（SNP）が認められたもののそれ以外のサイトでは 100% 一致し、LSU D1/D2 および *ATP6* 領域においては 100% 一致した。INSD からデータが公開されている母島産標本（TNS-F-59692; ITS: KJ629155, LSU: KJ629154, *ATP6*: KJ629153）と栃木県産標本（KPM-NC 26096; 表 2）間のシーケンス同一性は、ITS 領域において 99.02%（607 bp/613 bp）、LSU D1/D2 領域において 99.38%（638 bp/642 bp）、*ATP6* 遺伝子において 99.7%（656 bp/658 bp）であり、同種の範囲内の遺伝的分化と考えられた。

表 2. 本研究で得られたシンジユタケ *Boninogaster phalloides* 本州産標本の DNA シーケンスデータと標本間の配列の同一性。

Table 2. Newly obtained nucleotide sequences of *Boninogaster phalloides* from Honshu, Japan, and their sequence similarities.

標本番号	採集地	ITS	28S (nuc rDNA LSU)	<i>ATP6</i>
KPM-NC 27981	神奈川県逗子市 神武寺	-	MT060296	MT075320
KPM-NC 27982	神奈川県逗子市 沼間 スギ樹下	MT062844	MT060297	MT075321
KPM-NC 27983	神奈川県逗子市 神武寺	MT062845	MT060298	MT075322
KPM-NC 27984	神奈川県小田原市 久野 コナラ樹下	MT062847	-	MT075324
KPM-NC 27986	神奈川県鎌倉市 腰越 落枝上	MT152833	MT152297	MT156357
KPM-NC 26096	栃木県佐野市 出流原町 タケ類, スギ樹下	MT062846	MT060299	MT075323
塩基配列同一性		$\geq 98.7\%$	100%	100%

考察

本研究において対象とした、環境省レッドリスト掲載地下生菌の3種については、過去の文献情報がごく限られており、その実体や分布の現状について十分に理解されているとは言えない状況であった。今回、ハーバリウム標本調査と、タイプ産地を主とした野外での子実体探索調査を並行して実施したことにより、これらの菌の分類学および保全学的な扱いについて、新たな知見を得ることができた。

スナタマゴタケ

スナタマゴタケについては、菌蕈研究所菌類ハーバリウムにおいて調査を行った結果、長年所在不明であった唯一の国内産標本を再発見することができた。この標本は、ラベル類が一切添付されていない紙箱に収められていたため、専門的知識を有する者が直接確認しなければ種の判別ができない状態であった(図1B)。本標本の最後の観察記録は吉見(2008)に掲載されており、その記述中で「1930年今井三子による記載以後日本での発生記録(68年間)なし。」とあることから、吉見昭一氏が本標本を観察したのは1998年であったと推測される。それゆえ、今回、およそ22年振りに日本産標本の所在が確認されたことになる。なお、スナタマゴタケ標本の再発見については、折原(2019)によりその旨が暫定的に述べられているが、証拠記録を伴った本報告を最終的な結果として扱うものとする。

一方、スナタマゴタケの産地である小樽市銭函において複数回の探索調査を行ったものの、新たな子実体発生は確認することができなかった。しかし、産地周辺の環境は比較的広範囲にわたり良好に維持されているため(図1A)、今後、本種の発生が確認される可能性が消滅したわけではない。本研究での野外調査時に、現地の土壌サンプルも併せて採取しており(保坂、未発表)、今後、子実体が発見されなくとも、現地の環境DNA配列中からスナタマゴタケのDNA配列が検出される可能性も残されている。スナタマゴタケのDNA配列はINSIDにすでに登録されており、分子同定が可能である。ただし、本研究での調査だけでなく、国内産地付近(石狩砂丘)における約8年にわたる海浜性きのこの探索においても、スナタマゴタケの発生は確認できていないことから(竹橋ほか、2012)、本種が現地周辺で再発見される可能性は決して高いとは言えない。以上の点から、本種の環境省レッドリストにおける「絶滅(EX)」というランク付けは、今後変更の余地はあるものの、現時点では妥当なものと考えられる。

ハハシマアコウショウロ

本種も、1936年に初めて採集されて以来再発見例が無く、実体が十分に解明されていない菌である。Ito & Imai (1937) および Imai (1957) による本種の写真図は、一見、形態的にスッ

ポンタケ目菌の菌蕾を思わせる。Dring (1980) は、西インド諸島と中米、および南米に分布し、子実体の托の形態がヨツデタケと類似するアカカゴタケ科の菌 *Laternea triscapa* Turpin の菌蕾の断面図を示しているが、内部のグレバの上部から無性基部が陥入する点など、この図はハハシマアコウショウロの子実体断面の形態と類似している。また、ハハシマアコウショウロは、スッポンタケ目アカカゴタケ科の菌であるヨツデタケが採集された同日(1936年11月20日)、同じく母島石門で採集されている(Ito & Imai, 1937)。我々は、これらの種が採集されたのとほぼ同じ時季に(11月9日)、母島の石門にほど近い桑ノ木山や父島において、ヨツデタケの菌蕾を複数採集した(図2A-C)。これらの菌蕾のうち、内部の托が発達しないごく未熟のもの縦断面は、ハハシマアコウショウロのグレバおよび柱軸の形態的特徴とほぼ一致した(図2B-D)。また、今回菌蕈研究所の収蔵資料中から発見された、ハハシマアコウショウロと同日に採集されたヨツデタケの写真には、成熟した子実体と、比較的成長の進んだ菌蕾が写されている(図2E)。以上の点から、今井博士らは1936年の調査当時、ヨツデタケの若い菌蕾をヨツデタケとは異なる菌と認識し、その菌蕾に対しハハシマアコウショウロ(当時の学名は *Hysterangium hahashimensis*) と命名した可能性が考えられる。

担子胞子の形態的比較の結果、Ito & Imai (1937) によるヨツデタケの記載、本研究で採集されたヨツデタケ菌蕾、およびハハシマアコウショウロのアイソタイプ標本(Duplicate: TNS-F-70763 [国立科学博物館収蔵標本])間で担子胞子のサイズはほぼ同一であった(表1、図2G-I)。Ito & Imai (1937) によるハハシマアコウショウロの担子胞子短径は若干大きく記載されているが(2-2.5 μm)、これは彼らが計測値を0.5 μm刻みで表記していること、および当時の計測精度を考慮すると、明らかな差異とは言えない。Ito & Imai (1937) および Imai (1957) の図版に示されているグレバ中央上部の無性基部は、下方へ著しく伸長しているように見られるが、今回採集されたヨツデタケ菌蕾ではグレバを取り囲むように伸びる托が中央上部でやや内部に貫入する程度であった。Ito & Imai (1937) および Imai (1957) に示された本種タイプ標本の写真は既にエタノールにより液浸された状態であり、グレバ中央上部の無性基部の形態的差異については、タイプ標本の各組織がエタノールにより収縮した影響による可能性も考えられる。実際に、Hosaka et al. (2018) により示されたアイソタイプ標本のグレバ周囲のゼラチン様構造は、液浸の溶媒の影響により著しく収縮している。それら以外の点においては、本研究で採集されたヨツデタケの若い菌蕾とハハシマアコウショウロの間に、形態的差異は無かった(表1、図2)。

ハハシマアコウショウロのアイソタイプはホルマリンに長期間液浸されているため、DNAが細断され、系統解析や分子同定に用いられる程度の長さの塩基配列を得ることは現状では困難で

ある (Hosaka et al., 2018)。しかし、本研究による形態学的検討結果からは、絶滅種ハハシマアコウショウロがヨツデタケのごく若い菌蕾を独立種として誤記載したものであったと判断して矛盾は生じない。ヨツデタケは小笠原諸島において多産する種であり、現在のところ環境省レッドリストおよびレッドデータブックには掲載されておらず、絶滅のおそれのある種とは認識されていない。なお、現在ヨツデタケに充てられている学名の種 *Cl. columnatus* のタイプ産地はアメリカ合衆国サウスカロライナ州であり、地理的に小笠原諸島とは遠く離れている。*Clathrus columnatus* は汎世界的に分布する種であり、Dring (1980) は形態学的に本種に多数の地理的変異が含まれることを示唆している。本研究の対象とした日本産ヨツデタケと *Cl. columnatus* s. str. との異同については今後検討の余地があることを付記しておく。

シンジュタケ

本種はその属名 (*Boninogaster*) に示唆されるように、Kobayasi (1938) による記載以後、長年にわたり小笠原諸島固有種と考えられていた。環境省レッドリストにおいて、本種が絶滅危惧 I 類 (CR+EN) に区分されている理由も、その点に起因すると考えられる。我々は、佐々木ほか (2016) により「マツチャガスター (中島仮称) *Sclerogaster* sp.」として仮同定されていた本州産の標本が、形態的特徴と DNA 塩基配列情報のいずれからもシンジュタケと同種と考えられることを示した。すなわち、シンジュタケは小笠原諸島固有種ではなく、関東地方を中心に本土にも分布する種であると考えられる。それゆえ、保全生物学的な観点からも、今後本種の希少種としての扱いを見直す必要があると思われる。

近年、日本各地で地下生菌の探索が行われているにも拘らず、本土におけるシンジュタケの産地はこれまでのところ関東地方を主とする数地点に限られており、発生頻度は決して高くはないと思われる。本種が小笠原諸島で著しく多産する理由としては、元来生態的に競合する他種が少なかった島嶼環境に侵入し、分布を広げたことによる入植者効果 (founder's effect; Mayr, 1942) による影響が考えられる。固有種に限らず、このような特異な発生パターンを示す種の存在も、小笠原諸島の生物相を特徴づけていると言えるだろう。

小笠原諸島産と本州 (栃木県) 産の本種標本の間では、核 rDNA ITS, LSU D1/D2 領域およびミトコンドリア *ATP6* 遺伝子のいずれにおいても、わずかな遺伝的分化が確認された。これが海洋島として知られる小笠原諸島特有の地理的隔離によるものなのか、今後のさらなる詳細な研究が待たれる。それにより、小笠原諸島産のシンジュタケが他地域から侵入したおおよその年代が今後明らかになるかもしれない。

分類 Taxonomy

上記の検討結果から、「ハハシマアコウショウロ」がヨツデタケ *Cl. columnatus* 菌蕾の誤同定であったことを以下の通り分類学的に再定義する。また、シンジュタケについても以下に分布および観察標本の情報を付記する。

***Clathrus columnatus* Bosc**, Mag. Ges. Nat. Freunde Berlin 5: 85, t. 5:8 (1811) [MycoBank ID: MB200050]

和名：ヨツデタケ

≡ *Laternea columnata* (Bosc) Nees, Das System der Pilze 2: 96 (1858) [MB239159]

≡ *Linderia columnata* (Bosc) G. Cunn., Proc. Linn. Soc. New South Wales 56: 193 (1931) [MB261377]

≡ *Colonnaria columnata* (Bosc) E. Fisch., Engler & Prantl, Die Natürl. Pflanzenf., ed. 2: 85 (1933) [MB251522]

≡ *Linderiella columnata* (Bosc) G. Cunn., N.Z. J. Sci. Tech.: 171B (1942) [MB287791]

= *Circulocolumella hahashimensis* (S.Ito & S.Imai) S.Ito & S.Imai, Sci. Rep. Yokohama Nat. Univ. 6: 3 (1957) [MB328297]

≡ *Hysterangium hahashimense* S. Ito & S. Imai, Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 15: 10 (1937) [MB266736]

≡ *Gelopellis hahashimensis* (S. Ito & S. Imai) Zeller, Mycologia 39 (3): 284 (1947) [MB286617]

≡ *Stalactocolumella hashashimensis* (Ito & Imai) Imai, Bot. Mag. Tokyo 63: 28 (1950) (nom. nud.)

= *Clathrus colonnarius* Léman, Dict. Sci. Nat.: 360 (1817) [MB202614]

= *Clathrus brasiliensis* E. Fisch., Jb. Königl. Bot. Gart. Berlin 4: 68 (1886) [MB197918]

= *Clathrus trilobatus* Cobb, Bull. Hawaiian Sugar Planter Assoc. Exp. Sta.: 209 (1906) [MB514441]

Specimens examined: JAPAN: Tokyo Met.: Ogasawara Village, Chichi-jima Island, Asahiyama, 8 Nov. 2018, T. Orihara, KPM-NC 26946; Ogasawara Village, Haha-jima Island, Kuwanokiyama, 9 Nov. 2018, KPM-NC 27147; Ogasawara Village, Haha-jima Island, Kitamura, Sekimonzan, 20 Nov. 1936, S. Imai, OSC without number (isotype of *Circulocollumera hahashimensis*).

***Boninogaster phalloides* Kobayasi**, Bot. Mag. Tokyo 51: 753 (1937) [MycoBank ID: MB274176]

和名：シンジュタケ

Habitat, distribution, and seasons: Solitary or gregarious on various woody debris in subtropical or temperate forests, forming whitish hyphal mat on which basidiomata grow; Ogasawara Islands (Chichi-jima Isl., Haha-jima Isl. and Anijima Isl.), Honshu Island; all seasons

except mid-summer.

Specimens examined: JAPAN: Kanagawa Pref.: Zushi City, Numama, Jimmu-ji Shrine, 31 Jan. 2013, M. Nakajima, KPM-NC 27981; *ibid*, 6 Mar. 2015, M. Nakajima, KPM-NC 27983; Zushi City, Numama, Sakurayama-chuo Park, 1 Mar. 2014, M. Nakajima, KPM-NC 27982; Kamakura City, Apr. 2015, M. Nakajima, KPM-NC 27986; Odawara City, Kuno, Wanpaku Land, 23 Oct. 2016, T. Orihara, KPM-NC 27984; Odawara City, Iryuda, Maruyama, 7 Apr. 2016, Y. Mizokami, KPM-NC 24765; Tochigi Pref.: Sano City, Izuruhara, 24 May 2015, M. Ohmae *MO407*, KPM-NC 24396 (duplicate TPM-M-8706); *ibid*, 18 July 2015, M. Ohmae *MO438*, KPM-NC 24402; *ibid*, 20 May 2016, M. Ohmae *MO581*, KPM-NC 26096; Shizuoka Pref.: Kamo-gun Minami-izu Town, Minato, 20 Dec. 2013, T. Kasuya & K. Kobayashi, TNS-F-70761 (*Kasuya B1634*); *ibid*, TNS-F-70762 (*Kasuya B1635*); Sunto-gun Nagaizumi Town, Surugadaira Natural Park, 10 Nov. 2018, M. Hisataka, KPM-NC 27988; Nara Pref.: Yoshino-gun Totsukawa Village, 16 Dec. 2018, S. Sano, KPM-NC 27991; Tokyo Met., Ogasawara Village, Chichijima Island, Ohgiura, 8 Nov. 2018, T. Orihara, KPM-NC 26939; *ibid*, K. Yamamoto, TPM-M-9509; Chichijima Island, Kuwanokiyama, 2 Nov. 2015, K. Hosaka, TNS-F-75295; Chichijima Island, Maruyama Tunnel 4 Nov. 2015, K. Hosaka, TNS-F-75413; Ogasawara Village, Haha-jima Island, year 1995 (exact date unknown), T. Suda (*S. Yoshimi 9679*), TNS-F-238174; Haha-jima Island, Minamizaki 7 June 2015, K. Hosaka, TNS-F-74540; Haha-jima Island, Funamidai, 4 Nov. 2016, K. Hosaka, TNS-F-77684, TNSF-77685; Haha-jima Island, Nishiura, 9 Nov. 2018, T. Orihara, KPM-NC 27148; *ibid*, K. Yamamoto, TPM-M-9510.

謝辞

中島稔氏には、本州産シンジュタケ標本を提供いただくとともに、現地調査にもご協力いただいた。久高充氏にも本州産シンジュタケの貴重な標本をご提供いただいた。牛島秀爾博士および長澤栄史氏には、菌蕈研究所での標本調査にご協力いただいた。また、今井三子博士撮影の小笠原諸島菌類調査時の写真データも快くご提供いただいた。折原沙織氏にはスナタマゴタケの発生状況調査にご協力いただいた。以上の方々に深くお礼申し上げます。また、北海道大学総合博物館での標本調査にあたっては、玉井裕教授および小林孝人博士にご協力いただいた。坂井広人氏には、栃木県産菌類の調査や栃木県立博物館への標本の収蔵についてご協力いただいた。本研究は公益財団法人発酵研究所 平成 29 年度一般研究助成、独立行政法人日本学術振興会 科研費 若手研究 (B) (研究課題番号: 17K15184、25840149) の助成を受けて行われた。

引用文献

- Dring D.M. (ed. Dennis R.W.G.) (1980) Contributions towards a rational arrangement of the Clathraceae. *Kew Bulletin* 35: 1–96.
- Gardes M., Bruns T.D. (1993) ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes: application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology* 2: 113–118.
- Ge Z.-W., Yang T.-L. (2006) The genus *Chlorophyllum* (Basidiomycetes) in China. *Mycotaxon* 96: 181–191.
- Hosaka K. (2014) Phylogenetic analyses of a truffle-like genus, *Boninogaster*, from Hahajima Island, the Bonin Islands, Japan. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series B, Botany* 40: 61–67.
- 保坂健太郎. (2018) 小笠原諸島および周辺地域に分布するきのこ類 (担子菌門ハラタケ亜門) の分布情報. *国立科博専報* (52): 17–37.
- Hosaka K., Kasuya T., Orihara T., Nam K.-O. (2015) Endangered or not - a case study on a presumably threatened species of truffle-like fungus from the oceanic islands in Japan. *Abstracts of Asian Mycological Congress 2015 (AMC 2015)*, Goa University, p. 103.
- Hosaka K., Kobayashi T., Castellano M.A., Orihara T. (2018) The status of voucher specimens of mushroom species thought to be extinct from Japan. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series B, Botany* 44: 53–66.
- Imai S. (1936) *Symbolae ad floram mycologicam Asiae Orientalis I*. *The Botanical Magazine, Tokyo* 50: 216–224.
- Imai S. (1957) *Symbolae ad floram mycologicam Asiae Orientalis III*. *Science Reports of the Yokohama National University. Section II, Biological and Geological Sciences* 6: 1–6.
- 伊藤誠哉 (1959) 日本菌類誌 第二巻 担子菌類 第五号 マツタケ目・フクキン (腹菌) 目. 養賢堂, 東京.
- Ito S., Imai S. (1937) *Fungi of the Bonin Islands I*. *Transactions of the Sapporo Natural History Society* 15: 1–12.
- 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室 (編). (2015) レッドデータブック 2014—日本の絶滅のおそれのある野生生物—9 植物 II (蘚苔類・藻類・地衣類・菌類). ぎょうせい, 東京. 580 pp.
- 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室 (編). (2019) 環境省レッドリスト 2019. <http://www.env.go.jp/press/106383.html> (2019 年 12 月～2020 年 1 月にアクセス).
- Kobayasi Y. (1937) *Fungi Austro-Japoniae et Micronesiae. I*. *The Botanical Magazine* 51: 749–758.
- 小林義雄 (1938) 大日本植物誌 2 ヒメノガスター亜目及スツボンタケ亜目. 三省堂, 東京.
- Kretzer A.M., Bruns T.D. (1999) Use of *atp6* in fungal phylogenetics; an example from the Boletales. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 13: 483–492.
- Mayr, E. (1942) *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press, New York.
- Montecchi A., Sarasini M. (2000) *Funghi ipogei d'Europa*. A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici, Trento.

- 大前宗之 (2017) 2016年に採集した地下生菌. *Truffology* 1: 22–24.
- 折原貴道 (2018) 日本地下生菌研究会の設立、および日本地下生研究会会報“Truffology” 発刊を記念して—日本の地下生菌研究のこれまでとこれから—. *Truffology* 1: 2–4.
- 折原貴道 (2019) 昭和期に記載された稀産シクエストレート菌の実体解明と保全対策の再検討. *IFO Research Communications* 33: 193.
- Orihara T., Smith M.E., Shimomura N., Iwase K., Maekawa N. (2012) Diversity and systematics of the sequestrate genus *Octaviania* in Japan: two new subgenera and eleven new species. *Persoonia* 28: 85–112.
- Orihara T., Lebel T., Ge Z.W., Smith M.E., Maekawa N. (2016) Evolutionary history of the sequestrate genus *Rossbeevera* (Boletaceae) reveals a new genus *Turmalinea* and highlights the utility of ITS minisatellite-like insertions for molecular identification. *Persoonia* 37: 173–198.
- 佐野修治 (2019) 2018年に採集した、京都府および奈良県産地下生菌. *Truffology* 2: 20–22.
- 佐々木廣海・木下晃彦・奈良一秀 (2016) 地下生菌識別図鑑. 誠文堂新光社, 東京.
- 竹橋誠司・星野保・糟谷大河 (2012) 石狩砂丘と砂浜のきのこ. NPO 法人 北方菌類フォーラム, 北海道.
- 栃木県 (2018) レッドデータブックとちぎ 2018. 随想舎, 栃木.
- Vilgalys R., Hester M. (1990) Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of Bacteriology* 172: 4238–4246.
- White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (eds), *PCR Protocols: a guide to methods and applications*. Academic Press, USA, pp. 315–322.
- 吉見昭一(親族編) (2008) 地下生菌図版集 ミクロの世界へ第一歩. 吉見一子, 京都.

観察記録 (Observation)

奈良県における地下生菌から得られた節足動物の記録

Records of arthropods collected from truffle-like fungi in Nara, Japan

葛西 弘^{1*}, 前川 直人²Hiro Kasai^{1*}, Naoto Maekawa²¹ 近畿大学大学院農学研究科環境管理学専攻 〒631-8505 奈良県奈良市中町 3327-204

Environmental Management, Graduate School of Agriculture, Kindai University, 3327-204 Nakamachi, Nara-shi, Nara 631-8505, Japan

² 近畿大学農学部環境管理学科 〒631-8505 奈良県奈良市中町 3327-204

Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Kindai University, 3327-204 Nakamachi, Nara-shi, Nara 631-8505, Japan

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: shkhiro1@gmail.com

Article Info: Submitted: 17 January 2020 Published: 31 March 2020

節足動物の中には、地下生菌と関わりの深い種が存在する (例: Hochberg et al., 2003)。オーストラリアにおける研究では、地下生菌をセンチコガネ類が摂食し、胞子散布に関与する可能性が示唆されている (Terry & Neale, 2010)。また、食用トリュフを摂食する害虫として、鞘翅目や双翅目などの昆虫類、ヤスデ類など様々な節足動物が報告されている (Stewart et al., 2017)。日本においてもスズメバチ類等がシラタマタケ *Protuberana nipponica* Kobayasi を摂食することなどが知られているが (Matsuura, 1984; Suetsugu et al., 2019)、その他の節足動物による地下生菌の菌食についての報告は少ないのが現状である。

著者らは 2019 年 12 月に、奈良県奈良市の照葉樹林において地下生菌の子実体を採集した。その子実体内部から 2 種類の節足動物を採集したので報告する。また、これらの種が実際に摂食していたのか、摂食が胞子に影響を及ぼすのかを確かめるため消化管内容物を確認した。今回報告する種以外にも、多くの節足動物が地下生菌を摂食していると考えられるため、本報を機に、日本各地における地下生菌を利用する節足動物に関する知見が集積されることを期待する。

ヒメノガステル属の 1 種 *Hymenogaster aff. arenarius* Tul. & C. Tul.

図 1

(ハラタケ目 モエギタケ科 ヒメノガステル属)

シイ・カシ類が優占する照葉樹林のウラジロガシの樹下において、落葉を軽く掻いたところ数個の子実体を発見した (図 1A)。子実体は直径 8 mm 程度の楕円形で、断面を見ると外皮は黄色味を帯びており、グレバは迷路状に孔の開いた小腔室があり

白色であった (図 1B)。また、発見された子実体には古い状態のものも多く、正確な数はわからなかった (図 1C)。胞子は 15–18 μm 程度で、レモン形で先端に乳頭状突起があり表面に粗いイボがある。胞子外壁に包まれており、茶褐色に見える (図 1D)。同定を折原貴道博士 (神奈川県立生命の星・地球博物館 学芸員) にお問い合わせしたところ、マメツブタケ *H. arenarius* か、それに近縁な種との同定結果を得た。また標本は神奈川県立生命の星・地球博物館に収蔵された (標本番号: KPM-NC 28031)。

キノコバエ科の 1 種 *Mycetophilidae* sp.

図 2

(ハエ目キノコバエ科)

古くなった子実体内部から合計 3 個体採集された (図 2A)。キノコバエ類は日本各地に分布し、キノコ類に最も普通に見られる (青木, 2015)。今回は幼虫個体しか得られておらず、種までの同定は困難であったため、科までの同定に留めた。本種が実際に *H. aff. arenarius* を摂食していたのかを確認するために消化管内容物及び糞内容物を検鏡した。その結果、多数の胞子が消化管内及び糞内に見られた。またこれら胞子には外傷はなく、正常な状態のようであった (図 2B, C)。北林ほか (2016) ではキノコバエ科幼虫をはじめとする多くのハエ目幼虫が複数の菌種の胞子に物理的損傷を与えないことを示したうえで、胞子散布者としての可能性を示唆している。そのため、本種も *H. aff. arenarius* の胞子散布に関与している可能性が考えられる。

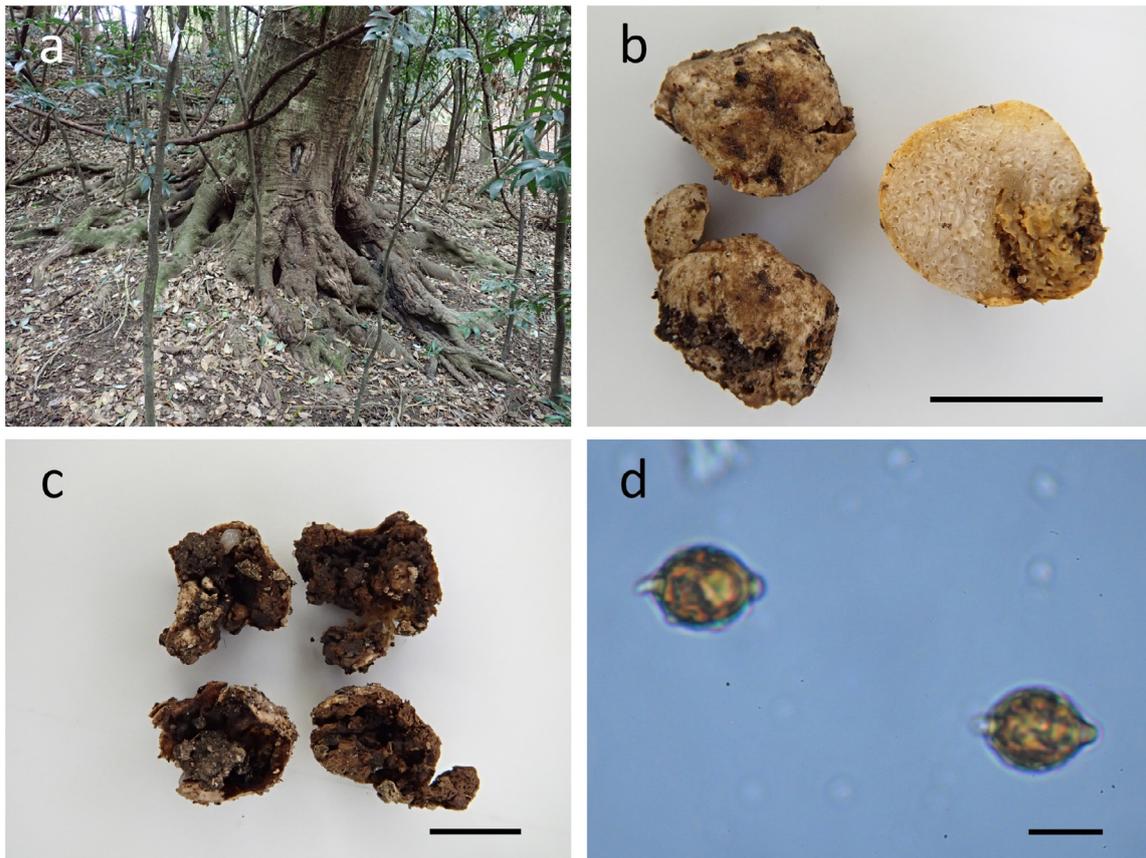


図 1. *Hymenogaster* aff. *arenarius* (KPM-NC 28031). a: 発生地の環境. b: 子実体外観および断面. c: 古くなった子実体. d: 担子孢子. スケール : b, c = 5 mm; d = 10 μm

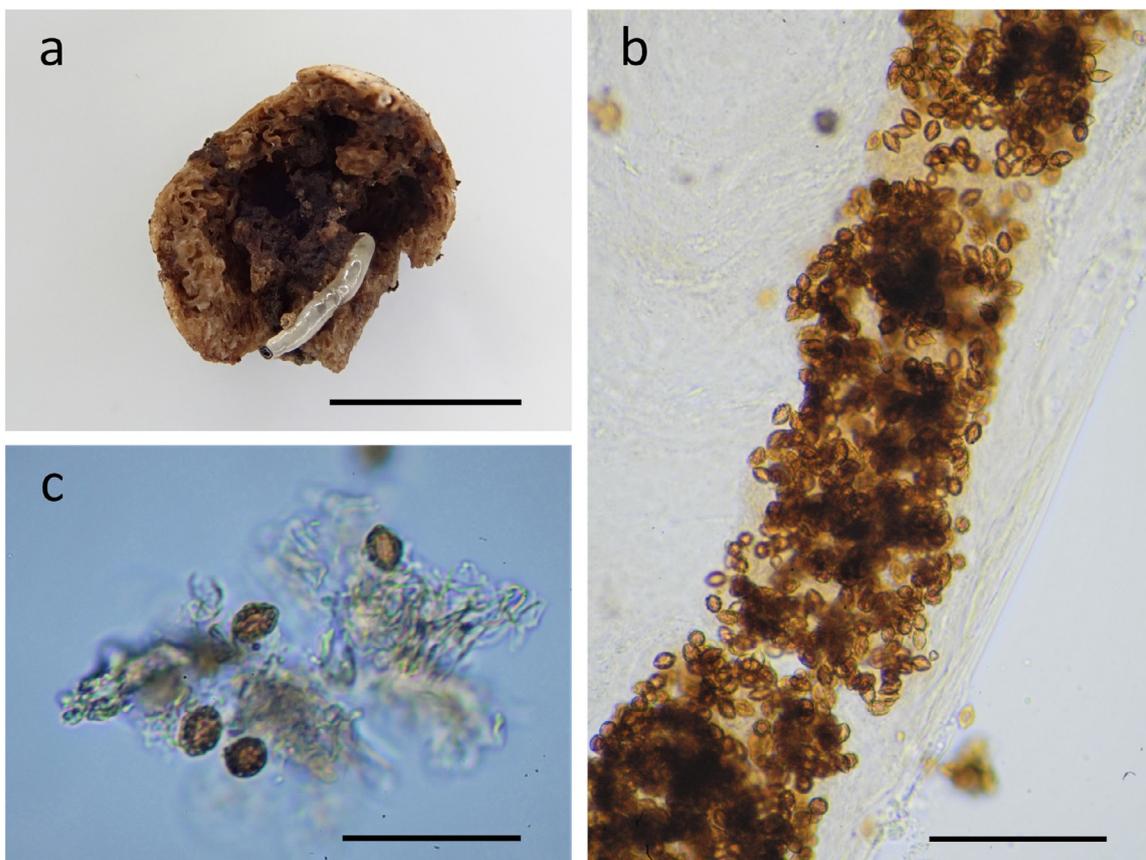


図 2. *Mycetophilidae* sp. と消化管内容物. a: 子実体を摂食する *Mycetophilidae* sp. b: 消化管内容物. c: 糞内容物. スケール : a = 5 mm; b = 100 μm; c = 50 μm

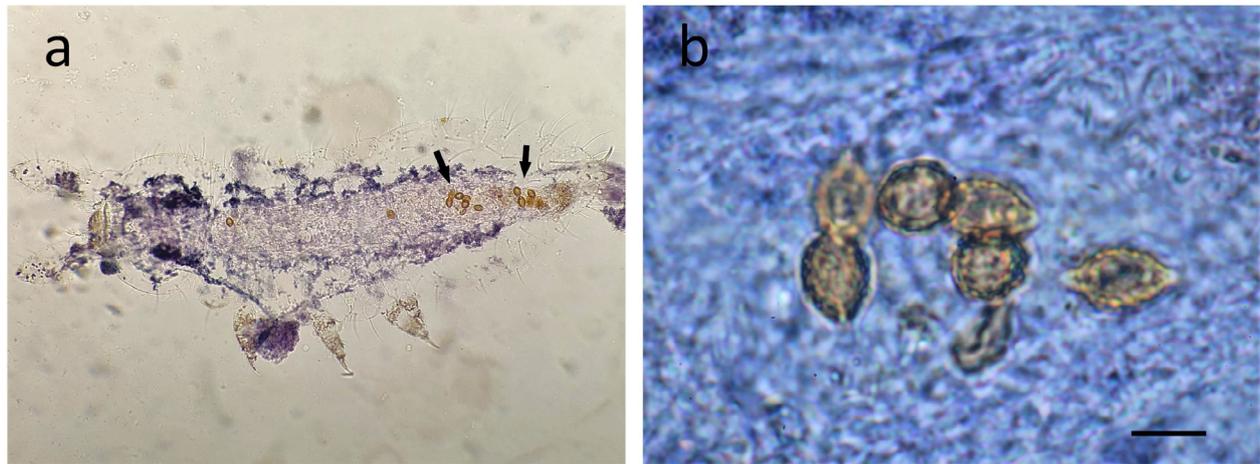


図 3. *Ceratophysella denticulata* の消化管内容物. a : *C. denticulata* の消化管内容物 (矢印). b : 消化管内容物 (拡大). スケール : b = 10 μ m

ウスズミトビムシ *Ceratophysella denticulata* Bagnall

図 3

(トビムシ目 ムラサキトビムシ科 フクロムラサキトビムシ属) 子実体内から 1 個体採集された。*Ceratophysella denticulata* は体長 2 mm 程で、世界中に広く分布する菌食性トビムシである(青木、2015)。今回得られたのは 1 個体のみであったが、この仲間は菌類の子実体に群がる事が多く、子実体を動かした際に何匹か逃げ出した可能性がある。プレパラートを作成し、消化管内容物を検鏡したところ *H. aff. arenarius* の孢子が確認されたため、摂食していることが判明した(図 3A)。また消化管内孢子の一部では孢子内容物を確認しており、外傷もないようであった。ムラサキトビムシ類は発達した臼歯を有し、同属のカシヨクヒメトビムシ *Ceratophysella denisana* Yosii を用いた実験では、複数の菌種の孢子を 100% に近い割合で破壊することを示し、孢子を分散する可能性は低いと報告している(中森、2009)。今回の観察においては、*H. aff. arenarius* の孢子はトビムシの摂食による物理的損傷を受けていないように見受けられた(図 3B)。しかし、本観察では検体数が少なく、また消化管内孢子も細部まで検鏡できていないため、今後より詳細に検討する必要がある。

謝辞

本調査を行うにあたり、折原貴道博士には供試地下生菌の同定をしていただいた。この場を借りて深く御礼申し上げる。

引用文献

- 青木淳一(編)(2015) 日本産土壌動物 第二版：分類のための図解検索。東海大学出版部，神奈川。
- Hochberg M.E., Bertault G., Poitrineau K., Janssen A. (2003) Olfactory orientation of the truffle beetle, *Leiodes cinnamomea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 109: 147–153.
- 北林慶子・都野展子・保坂健太郎・矢口行雄(2016) 菌食性双

- 翅目幼虫の消化管内担子菌孢子. 日本菌学会会報 57: 69–76.
- Matsuura M. (1984) Comparative biology of the five Japanese species of the genus *Vespa* (Hymenoptera, Vespidae). スペルアウトとしてください。The bulletin of the Faculty of Agriculture, Mie University 69: 1–131.
- 中森泰三(2009) 菌食性トビムシの餌選択と菌類の防御。日本菌学会会報 50: 71–78.
- Terry F.H., Neale L.B. (2010) Records of hypogeous mycorrhizal fungi in the diet of some Western Australian bolboceratine beetles (Coleoptera: Geotrupidae, Bolboceratinae). *Australian Journal of Entomology* 49: 49–55.
- Stewart L., Celeste L., Anne M., Ainsley S., Harry E., Alison M., Alan D., Lisa S. (2017) Pests and diseases of truffles and their host trees. Western Australian Agriculture Authority, Western Australia.
- Suetsugu K., Okamura T., Kato M. (2019) Mushroom attracts hornets for spore dispersal by a distinctive yeasty scent. *Ecology* 100: e02718.

観察記録 (Observation)

日本各地から 60 年ぶりに発見されたアサヒヒメクロツチダンゴ

Elaphomyces asahimontanus rediscovered from Japan 60 years after its original description島山 颯太^{1*}, 折原 貴道²Sota Hatakeyama^{1*}, Takamichi Orihara²¹ 神奈川県横浜市港南区

Konan-ku, Yokohama, Kanagawa, Japan

² 神奈川県立生命の星・地球博物館, 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499

Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: public.void@icloud.com

Article Info: Submitted: 12 March 2020 Published: 31 March 2020

子囊菌門ユーロチウム目ツチダンゴキン科に属するツチダンゴ属 *Elaphomyces* T. Nees は南極大陸を除く全ての大陸から報告されており (Castellano et al., 2018; Molia et al., 2020)、現在約 55 種が認められている (Castellano et al., 2012; Molia et al., 2020)。ツチダンゴ属は外部形態によって四つの節 (*Ascocleroderma*, *Ceratogaster*, *Elaphomyces*, *Malacodermei*) に分けられる (Paz et al., 2017)。このうち、*Ceratogaster* 節は主に黒色の子実体を持つ種で構成され、日本国内からは *E. anthracinus* Vittad., *E. asahimontanus* Kobayasi (和名: アサヒヒメクロツチダンゴ)、*E. miyabeanus* Imai (クロツチダンゴ)、*E. nikkoensis* Imai (ニッコウクロツチダンゴ)、*E. nopporensis* Imai (コクロツチダンゴ)、*E. titibuensis* Kobayasi の計 6 種が認められている (Imai, 1929, 1938; Kobayasi, 1960)。これらのうち、*E. asahimontanus*、*E. miyabeanus*、*E. nopporensis*、*E. titibuensis* の 4 種は原記載以降の確実な記録が存在せず、詳細な分布情報などは明らかになっていない。

アサヒヒメクロツチダンゴ *E. asahimontanus* は小林義雄博士によって 1960 年に山形県西川町大字大井沢産の標本を基に記載された種である (Kobayasi, 1960)。本種は日本産ツチダンゴ属既知種の中で唯一淡色の胞子を持ち、内壁が暗色である点と胞子表面に溝状の刻紋を持つ点で特徴づけられる。また、本種のホロタイプである上述の大井沢産の標本は菌生冬虫夏草に寄生された状態で発見されており、小林博士はこの冬虫夏草も *Tohyopcladium delicatistipitatum* (Kobayasi) Quandt, Kepler & Spatafora (ヒメタンポタケ) として記載した (Kobayasi & Shimizu, 1960)。その後ヒメタンポタケは福

島県、青森県、北海道、京都府などから散発的に報告されているが (日本冬虫夏草の会, 2015)、原記載以降にヒメタンポタケの宿主を形態観察によって *E. asahimontanus* と同定した例は吉見 (2000) のみであるため、これらの報告を *E. asahimontanus* の分布の根拠とすることはできない。また、吉見 (2000) が *E. asahimontanus* と同定したヒメタンポタケの宿主は、内皮が白色で胞子表面が棘状突起に覆われる点で Kobayasi (1960) が記載した *E. asahimontanus* と異なっている。したがって、*E. asahimontanus* の確実な報告は 1960 年の原記載以降 60 年にわたり存在せず、本種の詳細な分布情報は不明なままである。

筆者らは、神奈川県横浜市のスダジイ林および北海道札幌市のミズナラ・クリ混交林で黒色のツチダンゴ属菌子実体 (図 1B, C) を採取した。形態学的な検討の結果、これらの標本の形態は Kobayasi (1960) による *E. asahimontanus* の記載とほぼ一致した。さらに、折原・出川 (2018) によって東京都御蔵島から報告されたツチダンゴ属未同定種の標本を含む、神奈川県立生命の星・地球博物館収蔵のツチダンゴ属未同定種標本を再検討したところ、御蔵島の他、東京都八丈島や、神奈川県および千葉県の複数地点において本種の発生が認められた。これは原記載以降、形態観察により裏付けられた *E. asahimontanus* の初報告である。

子実体の肉眼的観察は新鮮なサンプルを用いて行い、微細構造の顕微鏡的観察は温風乾燥標本および凍結乾燥標本で行った。光学顕微鏡観察時の封入液には 3% KOH、水、ポリビニル乳酸液 (ポリビニルアルコール 1.66 g、蒸留水 10 ml、乳酸 10 ml、グリセリン 1 ml) を用いた。メルツァー

試薬による呈色反応は 10% アンモニア水溶液を用いて組織を柔軟化させてから確認した。顕微鏡観察には光学顕微鏡 MT5300L (メイジテクノ株式会社) を使用し、微細構造の計測は Photoruler1.1.3 (http://inocybe.info/_userdata/ruler/PhotoRuler.html) で行った。子嚢胞子は水で封入し、表面の装飾を含めてランダムに 30 個計測した。各組織の計測値にはそれぞれ最小値と最大値を記載したが、例外的な最小値と最大値については括弧内に示した。走査型電子顕微鏡観察には卓上走査型電子顕微鏡 TM4000Plus (株式会社日立ハイテク) を用い、乾燥標本を無処理のまま加速電圧 15 kV で観察した。供試した標本は神奈川県立生命の星・地球博物館 (KPM) に収蔵・保管されている。

Elaphomyces asahimontanus Kobayasi, Nagaoa 7: 38 (1960)

[Mycobank ID: MB330305]

図 1

和名：アサヒメクロツチダンゴ

形態的特徴：子実体は通常類球形から扁平な球形、時に複数の子実体が融合していびつな形となり、径 3–10 mm、固く脆い (図 1B)。子実体表面は黒色、ほぼ平滑、ごく新鮮な子実体は表面が黄緑色から白色、まれに薄ピンク色の菌糸で覆われる (図 1C)。子実体内部は外殻、内壁、基本体 (グレバ) の三層からなる (図 1C、H)。外殻は黒色で厚さ 145–230 μm 、非常にもろく割れやすい。内壁は弾力があり、ほぼ黒色で厚さ 250–720 μm 、成長に伴って退縮し、老成すると消失する。基本体は幼時白色の綿毛状菌糸に密に満たされるが、成長に従って綿毛状菌糸に埋もれるように子嚢胞子が形成され (図 1C)、やがて一様に粉状になり肌色から薄ピンク色となる (図 1B)。子実体は時に青臭い不快臭を持つが、多くの場合においは顕著でない。

子実体表面を覆う菌糸は平滑で、非アミロイド、径 (1.9–)2.1–2.7(–2.9) μm , (n = 10), KOH で融解する黄緑色の色素を含む (図 1G)。外殻は顕微鏡下で 2 層に別けられ (図 1H)、外層は暗褐色に着色された隔壁を持つ厚壁の菌糸で構成される (図 1I)。外殻外層を構成する菌糸は径 (4.2–)4.6–7.6(–9.5) μm (n = 20)、菌糸の壁の幅は (0.5–)0.5–1.3(–2) μm (n = 20)。外殻下層は赤褐色で厚壁の菌糸で構成され、非常に光が透過しづらい。内壁は黄褐色の偽柔組織で構成され (図 1J)、非アミロイド。子嚢は消失性で球形、6–8 個の子嚢胞子を内部に形成し、非アミロイド (図 1F)。子嚢胞子は球形でほぼ無色 (図 1E)、はじめ透明な胞子外膜に覆われ、直径 (14.7–)16.2–18.8(–19.2) μm (n = 30)、偽アミロイドと非アミロイドが混在し (図 1F)、表面は大きな畝状の溝と、不規則に連絡した高さ 1.4–2.8 μm の突起に覆われる (図 1D、E)。

発生環境および発生時期：子実体は 3 月から 12 月にかけて、

ブナ科樹種が優占する林内の斜面および法面 (図 1A) に地表に露出もしくは完全に埋没した状態で発生。子嚢が残存した子実体は主に 8 月に採集されたが、比較的新鮮な子実体は 3 月から 12 月まで採集された。

観察標本：神奈川県横浜市栄区、コナラ樹下の法面、2019 年 3 月 19 日、畠山颯太 採集、KPM-NC 27996；同所、2019 年 4 月 11 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C2*)、KPM-NC 28144；同所、2019 年 4 月 19 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C1*)、KPM-NC 28143；同所、2019 年 4 月 22 日、畠山颯太、折原貴道 採集 (*Hatakeyama-Ela.C4*)、KPM-NC 28145；同所、2019 年 6 月 9 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C10*)、KPM-NC 28148；神奈川県横浜市保土ヶ谷区、スダジイ樹下の崩落した斜面、2019 年 5 月 18 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C8*)、KPM-NC 28146；同所、2019 年 5 月 27 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C9*)、KPM-NC 28147；同所、2019 年 8 月 2 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C12*)、KPM-NC 28149；同所、2019 年 8 月 25 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C14*)、KPM-NC 28150；同所、2019 年 12 月 5 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C21*)、KPM-NC 28151；神奈川県足柄上郡大井町柳、2018 年 9 月 19 日、折原貴道 採集、KPM-NC 28000；東京都八丈町中野郷、2014 年 7 月 15 日、山本航平 採集、KPM-NC 25955；東京都御蔵島村ボロ沢、スダジイ林、2018 年 3 月 26 日、折原貴道 採集、KPM-NC 26190；千葉県鴨川市清澄、荒瀬沢付近、アカガシ・スダジイ林、2019 年 5 月 13 日、山本航平、大前宗之、折原貴道 採集、KPM-NC 27997；北海道江別市西野幌、野幌森林公園、ミズナラ・クリ混交林の斜面、2019 年 9 月 22 日、畠山颯太 採集 (*Hatakeyama-Ela.C16*)、KPM-NC 27904。

所見：本報告で供試した標本の殻皮内壁の厚さは 250–720 μm と、Kobayasi (1960) による原記載の内壁の幅 (220–320 μm) と比べて厚い傾向にあった (表 1)。しかし、内壁の厚さは同時に採取された子実体であっても成熟段階によって大きく異なり (図 1B)、成熟した子実体では内壁の幅が原記載の計測値と一致した。その他の形態的特徴は、*E. asahimontanus* と概ね一致した (表 1)。日本産ツチダンゴ属既知種の中で *Ceratogaster* 節に属する 6 種のうち、*E. asahimontanus* は子嚢胞子が淡色である点において、褐色の胞子を持つ他種 (*E. anthracinus*、クロツチダンゴ *E. miyabeanus*、ニッコウクロツチダンゴ *E. nikkoensis*、コクロツチダンゴ *E. nopporensis*、*E. titibuensis*) とは容易に区別することができる。

世界では淡色の胞子をもつツチダンゴ属種として、*E. iuppitercellus* Castellano & T.W. Henkel、*E. leucosporus* Vittad. および *E. septatus* Vittad. の 3 種が知られている (Castellano et al., 2016；Dodge, 1929；Paz et al., 2017；Uzun & Kaya, 2019；

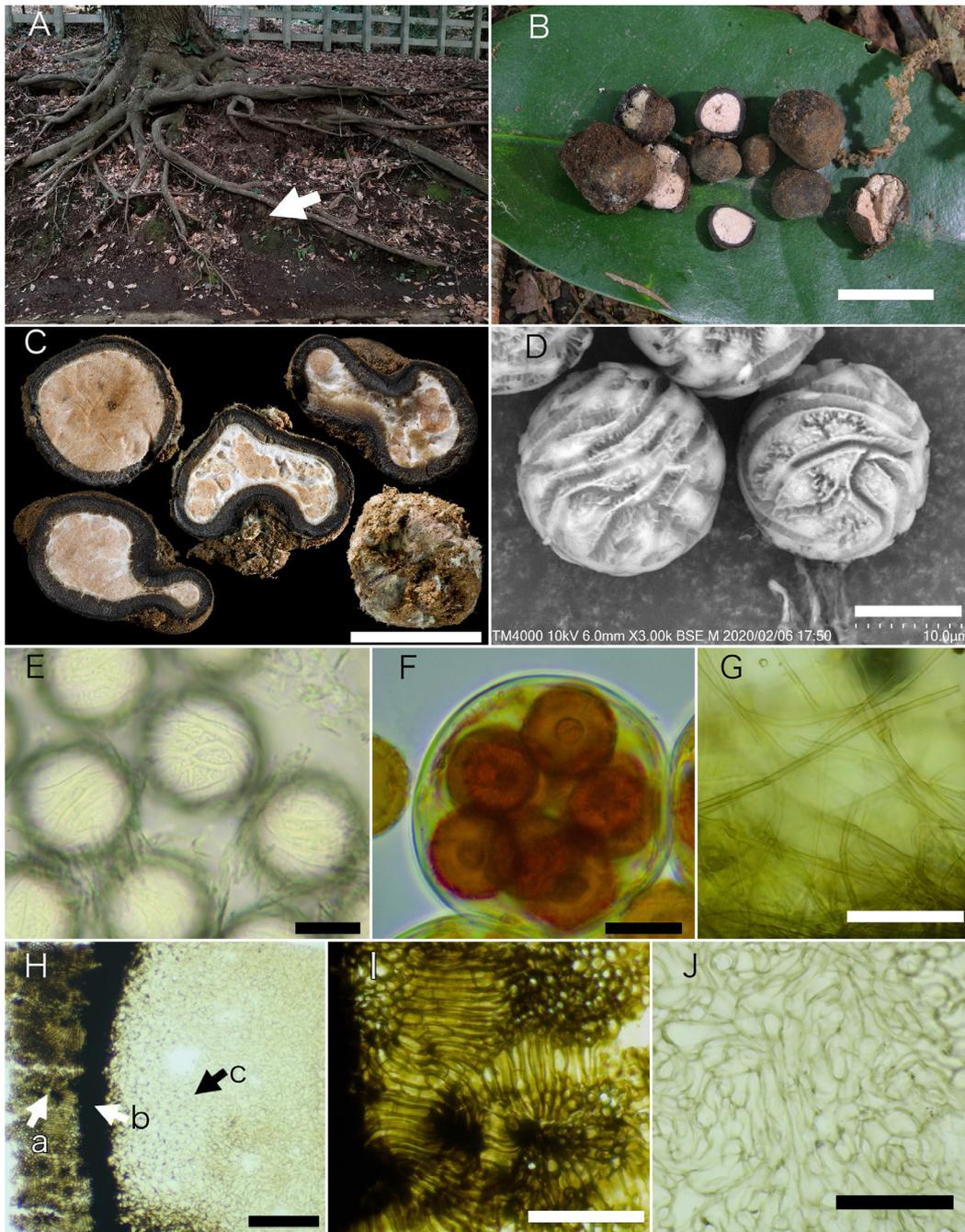


図 1. アサヒメクロツチダンゴ *Elaphomyces asahimontanus*. 微細構造は水 (E, F), 3% KOH (G) およびポリビニル乳酸液 (H, I, J) での封入時を示す。D は走査型電子顕微鏡像, E, F, G, H, I, J は明視野顕微鏡像。A: 発生地 (神奈川県横浜市保土ヶ谷区)。矢印は子実体の発生位置を示す。B: 成熟した子実体およびその断面 (KPM-NC 28146)。C: 未成熟な子実体とその断面 (KPM-NC 28149)。D: 胞子外膜がほとんど消失した子嚢胞子 (KPM-NC 28146)。E: 成熟した子嚢胞子 (KPM-NC 28150)。F: 内部に 8 胞子を形成した子嚢 (KPM-NC 28146)。G: 子実体表面を覆う菌糸 (KPM-NC 28150)。H: 外殻外層 (a) および外殻内層 (b)、内壁 (c) の断面構造 (KPM-NC 28146)。I: 外殻外層を構成する菌糸 (KPM-NC 28146)。J: 内壁を構成する菌組織 (KPM-NC 28146)。Bars: B = 1 cm; C = 5 mm; D-F = 10 μm; G, I, J = 50 μm; H = 100 μm.

Vittadini, 1831)。 *Elaphomyces iuppitercellus* は子嚢胞子の直径がわずかに大きく胞子表面の装飾が細かな螺旋状の溝になる点で点で、 *E. leucosporus* は子嚢胞子表面がほとんど平滑である点で、 *E. septatus* は子実体の直径が 3 cm 前後と比較的大型であり、子嚢胞子表面が微細なトゲに覆われる点で、それぞれ *E. asahimontanus* と区別される (表 1)。

Elaphomyces asahimontanus と類似した子嚢胞子表面の構造をもつ種類として、 *E. spirosporus* A. Paz & Lavoise および *E. virgatosporus* Hollós が知られている (Hollós, 1908 ; Læssøe et al., 2009 ; Molia et al., 2020 ; Paz et al., 2012, 2017)。これらの種は子嚢胞子表面に溝状の刻紋を持つ点で *E. asahimontanus* と類似しているが、 *E. spirosporus* は子嚢胞子の直径がわずか

表 1. 本稿で供試したツチダング属標本と、Kobayasi (1960) による *Elaphomyces asahimontanus* (アサヒメクロツチダング) の原記載およびヨーロッパ、アフリカに分布する類似種との形態的比較。

種名	供試標本の産地(出典)	樹種	子実体				子嚢内の胞子数	子嚢胞子	
			直径 (mm)	外殻幅 (μm)	内壁幅 (μm)	基本体の色彩		直径 (μm)	表面の装飾
アサヒメクロツチダング <i>E. asahimontanus</i>	山形県西川町大井沢 (原記載) (Kobayasi, 1960)	雑木林	5	125–155	220–320	淡赤ワイン色	6–8	13.5–22	不規則な細溝と粗面
<i>Elaphomyces</i> sp.	神奈川県横浜市保土ヶ谷区 (KPM-NC 28150)	スダジイ	3–10	145–230	250–720	肌色–淡ピンク	6–8	16.2–18.8	畝状の溝と不規則な突起
<i>Elaphomyces</i> sp.	神奈川県横浜市栄区 (KPM-NC 28145)	コナラ	4–9	130–245	270–800	肌色	N/A	16.5–19.2	畝状の溝と不規則な突起
<i>Elaphomyces</i> sp.	東京都御蔵島 (KPM-NC 26190)	スダジイ	7	180–300	180–315	肌色	N/A	15.7–19.2	畝状の溝と不規則な突起
<i>Elaphomyces</i> sp.	北海道江別市 (KPM-NC 27904)	ミズナラ・クリ	4	135–270	295–520	肌色	N/A	15.1–20.5	畝状の溝と不規則な突起
<i>E. septatus</i>	トルコ (Uzun & Kaya, 2019)	ブナ科他	18–35	350–700	1500–2000	ピンクがかかった クリーム色	N/A	22–35	微細なトゲ
<i>E. leucosporus</i>	イタリヤ (Dodge, 1929)	ブナ科	5–10	N/A	N/A	白色–黄色	4–8	17–20	平滑
<i>E. iuppitercellus</i>	カメルーン (Castellano et al., 2016)	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i> (De Wild) Leonard	6–12	130–140	450	ピンクがかかった褐色	8	23.5–25.5 (–26.5)	細かな螺旋状の溝
<i>E. spirosporus</i>	スペイン (Paz et al., 2012)	<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	5–15	N/A	N/A	肌色–暗褐色	(4–)6–8	18–23	螺旋状の溝
<i>E. virgatosporus</i>	ノルウェー (Læssøe et al., 2009)	ハンバミ属、その他 落葉広葉樹	11–35	N/A	5000	暗褐色	N/A	18–19	渦状の鋭い隆起

N/A: not available.

に大きく、胞子表面の溝が螺旋状になり、成熟すると基本体が濃色になる点で、*E. virgatosporus* は内壁が白色で、子嚢胞子が暗褐色になり、胞子表面の溝が渦状の鋭い隆起になる点で、それぞれ *E. asahimontanus* と区別される (表 1)。

Elaphomyces asahimontanus のタイプ標本は寒冷帯である山形県で採取されたのに対して、今回供試した標本は北海道のもの (KPM-NC 27904) を除いて暖温帯の常緑広葉樹林 (神奈川県、東京都、千葉県) から採集された。これらの産地の違いによる形態の差異は認められなかったため (表 1)、*E. asahimontanus* は北海道から伊豆諸島までの幅広い環境に広く分布していることが示唆される。また、比較的短期間のうちに複数地点で採取されたことから、本種の発生頻度は決して低くないと考えられる。それにも拘らず、本種の報告が Kobayasi (1960) の原記載以降存在しなかったのは、子実体が小型で黒色、しばしば地中に子実体を形成するといった特徴から、発見が困難であるためだと考えられる。本報告において *E. asahimontanus* の発生環境がより詳細に明らかになったことで、これまで見過ごされていた本種の分布の解明に繋がるのが期待される。

謝辞

本報告の準備にあたり、貴重な文献資料および標本をご提供いただいた山本航平博士にお礼申し上げます。本研究の一部は、第一著者に対する、異才発掘プロジェクト ROCKET の支援および、第二著者に対する、公益財団法人発酵研究所 平成 29 年度一般研究助成、および独立行政法人日本学術振興会 科研費 若手研究 (B) (研究課題番号：17K15184) の助成を受けて行われた。

引用文献

Castellano M.A., Beever R.E., Trappe J.M. (2012) Sequestrate fungi of New Zealand: *Elaphomyces* (Ascomycota, Eurotiales, Elaphomycetaceae). *New Zealand Journal of Botany* 50: 423–433.

Castellano M.A., Dentinger B.T.M., Séné O., Elliott T.F., Truong C., Henkel T.W. (2016) New species of *Elaphomyces* (Elaphomycetaceae, Eurotiales, Ascomycota) from tropical rainforests of Cameroon and Guyana. *IMA Fungus* 7: 59–73.

Castellano M.A., Elliott T.F., Trappe J. M. (2018) Three new black *Elaphomyces* species (Elaphomycetaceae, Eurotiales, Ascomycota) from eastern North America with notes on selected European species. *Fungal Systematics and Evolution* 1: 1–12.

Dodge C.W. (1929) The higher Plectascales. *Annales Mycologici* 27: 145–184.

Hollós L. (1908) Új adatok földalatti gombáink ismeretéhez. *Annales Historico-Natureles Musei Nationalis Hungarici* 6: 317–319.

Imai S. (1929) On the fungus-inhabiting *Cordyceps* and *Elaphomyces* in Japan. *Transaction of the Sapporo Natural History Society* 11: 31–37.

Imai S. (1938) Third notes on *Elaphomyces* and fungus-inhabiting *Cordyceps* in Japan. *Transaction of the Sapporo Natural History Society* 14: 18–20.

Kobayasi Y. (1960) On the *Elaphomyces* found in Japan. *Nagaoa* 7: 35–50.

Kobayasi Y., Shimizu D. (1960) Monographic studies of *Cordyceps*. 1. Group parasitic on *Elaphomyces*. *Bulletin of the National Science Museum* 5: 69–85.

Læssøe T., Jordal J.B., Nielsen J.G. B., Holtan D., Larsen P.G. (2009) *Elaphomyces virgatosporus* in NW Norway - the northernmost records of a rare truffle. *Agarica* 28: 43–49.

- Molia A., Larsson E., Jeppson M., Læssøe T., Larsson K.H. (2020) *Elaphomyces* section *Elaphomyces* (Eurotiales, Ascomycota) — taxonomy and phylogeny of North European taxa, with the introduction of three new species. *Fungal Systematics and Evolution* 5: 283–300.
- 日本冬虫夏草の会 (2015) 冬虫夏草生態図鑑. 日本冬虫夏草の会 編, 誠文堂新光社, 東京.
- 折原貴道・出川洋介 (2018) 御蔵島の地下生菌相の特徴. *Mikurensis* 7: 31–38.
- Paz A., Bellanger J.M., Lavoise C., Molia A., Ławrynowicz M., Larsson E., Ibaguren I.O., Jeppson M., Læssøe T., Sauve M., Richard F., Moreau P.A. (2017) The genus *Elaphomyces* (Ascomycota, Eurotiales): a ribosomal DNA-based phylogeny and revised systematics of European ‘deer truffles’. *Persoonia* 38: 197–239.
- Paz A., Lavoise C., Barrio L., Richard F., Moreau P.A. (2012) Propuesta de dos nuevas especies del género *Elaphomyces*, dos primeras citas para la Península Ibérica y una clave de identificación de las especies del género para Europa. *Boletín Micológico de FAMCAL* 7: 85–104.
- Uzun Y., Kaya A. (2019) A new *Elaphomyces* record for Turkey. *The Journal of Fungus* 10: 40–43.
- Vittadini C. (1831) *Monographia Tuberacearum*. Rusconi, Milano, Italy.
- 吉見昭一 (2000) ツチダンゴ寄生菌草種の考察 (Ⅲ). 冬虫夏草研究会通信 7: 10–19.

標本リスト (Specimen list)

日本地下生菌研究会第4回地下生菌観察会で採集された地下生菌
Truffle-like fungi collected in the 4th JATS Foray in Hokkaido折原 貴道^{1*}, 佐々木 廣海²
Takamichi Orihara^{1*}, Hiromi Sasaki²¹ 神奈川県立生命の星・地球博物館, 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 499 Iryuda, Odawara-shi, Kanagawa 250-0031, Japan² 神奈川県藤沢市
Fujisawa-shi, Kanagawa, Japan

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: t_orihara@nh.kanagawa-museum.jp

Article Info: Submitted: 17 March 2020 Published: 31 March 2020

北海道江別市ならびに札幌市にて2019年9月21日～23日に開催された、第4回地下生菌観察会（北海道きのこの会との共催）において採集された地下生菌を報告する（表1, 図1-4）。標本はいずれも神奈川県立生命の星・地球博物館収蔵庫（KPM-NC）に収蔵されている。

謝辞

本観察会を行うにあたって、観察地における採集の許可申請等に多大なるご協力を頂いた北海道大学 玉井裕教授およびその研究室の皆様、北海道きのこの会の皆様にお礼申し上げます。また、本稿の編集にご協力ください山本航平博士に感謝いたします。

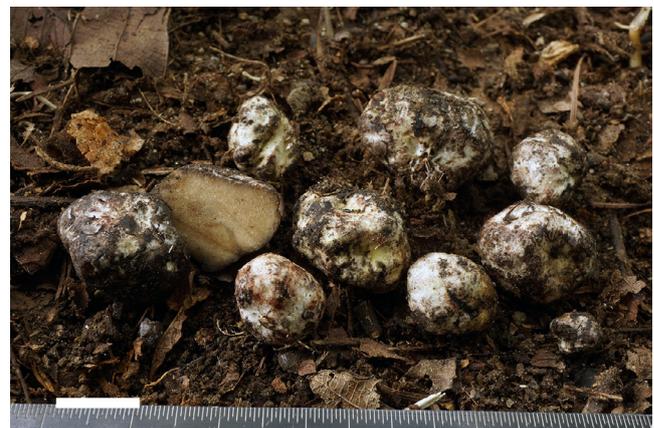
図 1. *Jimgerdemannia lactiflua* (KPM-NC 27886). スケール : 1 cm.図 3. *Stephanospora* sp. (KPM-NC 27899). スケール : 1 cm.図 2. *Gautieria* sp. (KPM-NC 27894). スケール : 1 cm.図 4. *Octaviania* subg. *Mutabiles* sp. (KPM-NC 27902). スケール : 1 cm.

表1. 第4回地下生菌観察会(2019年9月21-23日)で採集された地下生菌.

学名	和名	採集地		発生環境(植生)	採集日	採集者	同定者	バウチャー 標本番号	標本の状態	備考
		都道府県	市区町村							
<i>Jimgermannia lactiflua</i> (Berk. & Broome) Trappe, Desiro, M.E. Sm., Bonito & Bidartondo	(和名なし)	北海道	江別市	野幌森林公園	20190921	折原貴道	折原貴道	KPM-NC 27886	凍結乾燥	図1
<i>Glomus microcarpum</i> Tul. & C. Tul.	(和名なし)	北海道	江別市	野幌森林公園	20190921	大前宗之	折原貴道	KPM-NC 27887	凍結乾燥	
<i>Russula</i> sp. (sequesterate)	ミヤマコイシタケ	北海道	江別市	野幌森林公園	20190921	小長谷啓介	折原貴道	KPM-NC 27888	凍結乾燥	
<i>Octaviania</i> subg. <i>Mutabiles</i> sp.	ホシミノタマタケ属 <i>Mutabiles</i> 亜属の一種	北海道	江別市	野幌森林公園	20190921	平尾知也	折原貴道	KPM-NC 27889	凍結乾燥	
<i>Hysterangium</i> sp.	ヒステランギウム属の一種	北海道	江別市	野幌森林公園	20190921	小長谷啓介	折原貴道	KPM-NC 27890	凍結乾燥	
<i>Stephanospora</i> sp.	ステファノスポラ属の一種 (黄土色)	北海道	江別市	野幌森林公園	20190921	赤堀千里	折原貴道	KPM-NC 27891	凍結乾燥	黄土色系統
<i>Stephanospora</i> sp.	ステファノスポラ属の一種 (黄土色)	北海道	江別市	野幌森林公園	20190921	小長谷啓介	折原貴道	KPM-NC 27892	凍結乾燥	黄土色系統
<i>Stephanospora</i> sp.	ステファノスポラ属の一種 (黄土色)	北海道	江別市	野幌森林公園	20190921	佐々木廣海	折原貴道	KPM-NC 27893	凍結乾燥	黄土色系統
<i>Gautieria</i> sp.	ガウチエリア属の一種	北海道	札幌市厚別区	野幌森林公園	20190922	折原貴道・木村遥	折原貴道	KPM-NC 27894	凍結乾燥	図2
<i>Entoloma</i> aff. <i>asterosporum</i> (Coker & Couch) T.J. Baroni & Matheny	ホシガタペニダングゴ類似種	北海道	江別市	野幌森林公園	20190922	大前宗之	折原貴道	KPM-NC 27895	凍結乾燥	
<i>Rhizopogon</i> sp.	シヨウロ属の一種	北海道	札幌市厚別区	野幌森林公園	20190922	佐々木廣海・小川貴由樹	佐々木廣海	KPM-NC 27896	凍結乾燥	
<i>Sclerogaster</i> sp.	スクレロガステル属の一種	北海道	江別市	野幌森林公園	20190922	折原貴道	折原貴道	KPM-NC 27897	凍結乾燥	
<i>Stephanospora</i> sp.	ステファノスポラ属の一種 (黄土色)	北海道	江別市	野幌森林公園	20190922	折原貴道・赤堀千里・小川貴由樹	折原貴道	KPM-NC 27899	凍結乾燥	黄土色系統; 図3
<i>Hysterangium</i> sp.	ヒステランギウム属の一種	北海道	札幌市厚別区	野幌森林公園	20190922	碓陽太・生駒和代・佐々木廣海	折原貴道	KPM-NC 27900	凍結乾燥	
<i>Hysterangium</i> sp.	ヒステランギウム属の一種	北海道	江別市	野幌森林公園	20190922	奈良泰世	折原貴道	KPM-NC 27901	凍結乾燥	
<i>Octaviania</i> subg. <i>Mutabiles</i> sp.	ホシミノタマタケ属 <i>Mutabiles</i> 亜属の一種	北海道	江別市	野幌森林公園	20190922	古川雅人・大前宗之・折原貴道	折原貴道	KPM-NC 27902	凍結乾燥	図4
<i>Elaphomyces</i> aff. <i>miyabeanus</i> S. Imai	クロツチダングゴ類似種	北海道	札幌市厚別区	野幌森林公園	20190922	島山颯太	折原貴道	KPM-NC 27903	凍結乾燥	
<i>Elaphomyces asahimontanus</i> Kobayasi	アサヒヒメクロツチダングゴ	北海道	江別市	野幌森林公園	20190922	島山颯太	島山颯太	KPM-NC 27904	凍結乾燥	
<i>Pachyphlodes</i> sp.	アズキタケ属の一種	北海道	江別市	野幌森林公園	20190922	赤堀千里	大前宗之	KPM-NC 27905	凍結乾燥	
<i>Stephanospora</i> sp.	ステファノスポラ属の一種 (黄土色)	北海道	札幌市厚別区	厚別南緑地	20190923	折原貴道	折原貴道	KPM-NC 27907	凍結乾燥	
<i>Hymenogaster niveus</i> species complex	シロツブタケ (広義)	北海道	札幌市厚別区	厚別南緑地	20190923	白山弘子	折原貴道	KPM-NC 27908	凍結乾燥	
<i>Hysterangium</i> sp.	ヒステランギウム属の一種	北海道	札幌市厚別区	厚別南緑地	20190923	中島稔	折原貴道	KPM-NC 27909	凍結乾燥	
<i>Hymenogaster</i> sp.	ヒメノガステル属の一種	北海道	札幌市厚別区	厚別南緑地	20190923	大前宗之	折原貴道	KPM-NC 28034	凍結乾燥	

エッセイ (Essay)

香川県産ホシミノタマタケの仲間についての報告

Octaviania sp. collected from Kagawa Prefecture

櫻庭 春彦*, 櫻庭 三恵

Haruhiko Sakuraba, Mitsue Sakuraba

香川県高松市昭和町

Syowa-machi, Takamatsu-shi, Kagawa, Japan

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: stnpaby8533@mc.pikara.ne.jp

Article Info: Submitted: 9 December 2019 Published: 31 March 2020

Octaviania さん、こんにちは！そしてまたね！

2019年12月1日、香川県綾歌郡綾川町粉所東の柏原溪谷から林道を、7人のグループで自然観察を楽しみながら歩いていました。コナラや、松など雑木林の道がくねくねと曲がりながら日向と日陰の場所が交互に出てきました。お弁当を食べて一休みした後で、シダに詳しいKさんに、色々教えてもらいながら歩いているうちに、私とKさんはグループから遅れてしまいました。それでもマイペースで歩いていると、日陰の法面の落ち葉の積もった場所がふと気になって、そこらへんにあった棒でがさがさとひっかいてみたところ、直径1cm弱の白くて丸いものが目に入りました。

「地下生菌だ！」

と思った私はKさんに、カッターで、断面を切ってもらい、茶色くてちょっと模様みたいになっていることを確かめました。Kさんは「そんなに小さいもん良く見つけるなあ」

と言ってくれました。それで、前にいるグループの人たちに知らせようと数歩行ったところで、

「印を付けとかんと分らんようになる！」

とテープを付けに戻りました。Kさんは落ちていた朴の葉を3つも立てかけてまるで神棚のようになりました。さて、それから前のグループに追いつくべく一生懸命小走りを続け、

「おーい！地下生菌が見つかりました～」

と言っても何の返事也没有ませんでした。思ったよりも離れてしまったので、Kさんが、

「笛を吹こうか」

と言ってくれたのですが、

「そんなんしたら、イノシシに襲われたと思われますよ！」

と笑いながらも、ようやく皆に追いつくことができました。そしてまた皆と一緒に目印の場所へもどり、そのあたりを各自が足で掘ってみたり、棒でひっかいてみたりしたら、出るわ出るわ10個以上見つかりました。それで、必要な分だけ手に入れて、後は戻しておきました。地下生菌を初めて見つけた人も4人ほどいて、みんなでたくさん見つけられたのが楽しくて

「今日は楽しかったねえ」

「地下生菌ってあんな風にして見つかるんやねえ」

などと皆が笑顔になりました。うちに戻ると、早速Sさんが、胞子の同定の結果、

「オクタビニア (*Octaviania* ; 正式な和名はホシミノタマタケ属)の仲間」

とLINEで報告してくれました。ホシミノタマタケ属は以前にも見つけたことがありましたが、調べてみるまで分からないところがドキドキします。これからも出会いを楽しみに探し続けていきたいです。

エッセイ (Essay)

2019年 香川県の地下生菌 顛末記

Our small accidents in collecting truffles in Kagawa Prefecture, in 2019

嶋田友久

Tomohisa Shimada

香川県丸亀市綾歌町富熊

Ayauta-cho Tomikuma, Marugame-shi, Kagawa, Japan

E-mail: cordycep@nifty.com

Article Info: Submitted: 14 December 2019 Published: 31 March 2020

1. ウツロイモタケの発見

2019年11月3日に香川植物の会の観察会が実施された、香川県まんのう町の阿讃山脈への林道に、同年11月5日に再訪しました。観察会では、参加者がそれぞれの観察ペースで進むため、縦長の列になります。それが、幾つかのグループになり、そのグループの最後尾が僕らのグループで、その日は第5グループという事でした。スギ・ヒノキの植林に挟まれた雑木林の残る斜面を、未舗装の林道が登っています。山側には水の通り道になっている場所もあり、僕自身はいつもの通り植物はさて置いて冬虫夏草がないものかと雰囲気を探りながらの歩みになっていました。運よく植物の陰になっている場所に朽ち木があり、ヨレヨレですがハナサナギタケが見つかりました。ハナサナギタケが有ったよと告げると、グループの6人が集まってきました。覗き込みます。その時、僕の隣に居たSさんが、「あれっ」と指さしました。指の先を見ると、明るい褐色で扁平、しかも穴の空いている小さなキノコが土の上に乗っていました(図1)。

思わずウツロイタケと叫んだのをSさんがウツロイモタケ *Hydnocystis japonica* (Kobayasi) Trappe と言い直してくれました。すぐに採取されて手のひらに乗ったウツロイモタケは、グループ全員の熱い視線を浴びました。十分に視線を浴びせた人達は、順次散っていきます。そして「有った」「ここにも、有った」と次々に発見の声があがりました。僅かな時間の間に、僕とSさんの手のひらに合わせて10個くらいのウツロイモタケが集まってきました。後で集計すると採取された数は13個。恐るべし最後尾グループなのです、が、残念なことに、僕も含めて誰も生態写真を撮っていませんでした。

今日再びこの場所を訪れたのは、あの時に忘れてしまった生態写真を撮るためです。当然ですが、発見した場所では予想した通り綺麗な状態のものは無く、探索範囲を山道の谷側斜面に広げてみました。足元周辺を見まわしながら50m近く斜面を下って、沢の普段は水が流れていない溪流滞と呼ばれる場所に降りました。沢の水面から50cmくらいの高さで横幅5~6m、縦幅30m程度の溪流で、細い灌木と岩が散在し、

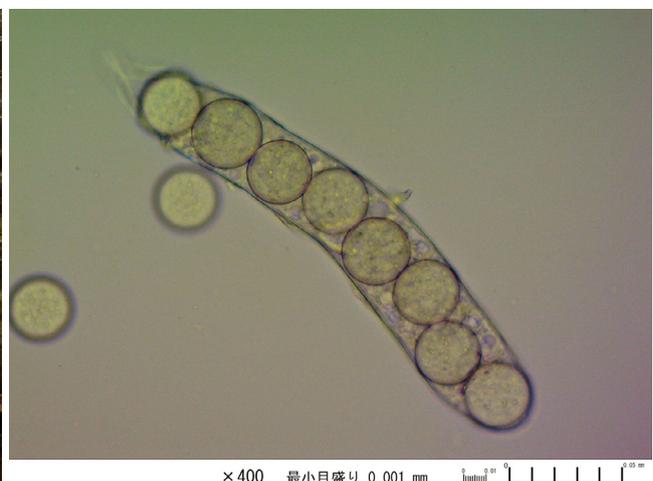


図1. 採集したウツロイモタケ (*Hydnocystis japonica* (Kobayasi) Trappe). 左: 子実体. 右: 子嚢と子嚢胞子.

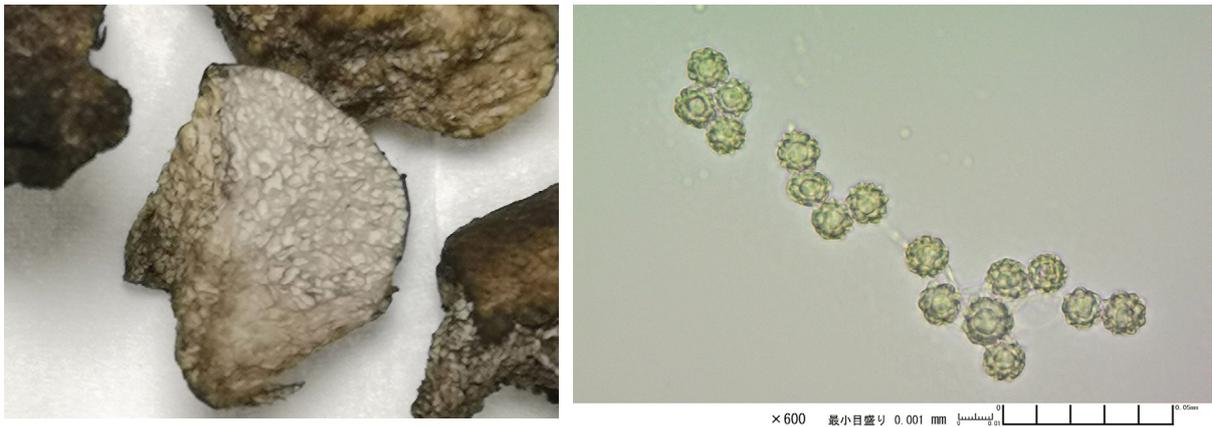


図 2. バラバラになったジャガイモタケ (*Heliogaster columellifer* (Kobayasi) Orihara & K. Iwase). 左：子実体. 右：担子孢子.

地表に薄くコケ類や落ち葉が見られ、細かい土砂がそのまま見えている場所もあります。木々の枝で空は見えませんが明るい空間です。少し溪流の中へ進むと、なんと再びウツロイモタケを発見する事が出来ました。発生していたウツロイモタケは、幸運にも大きさ、形とも様々で、かなりの数が点在していることが判りました。あの日忘れてしまった生態写真を、ここで撮る事が出来て無事に目的を達成しました。採取した数個を栃木県立博物館の山本航平さんに送り同定して戴きました。その後、凍結乾燥標本となり神奈川県立 生命の星・地球博物館に収蔵されました（標本番号：KPM-NC 27948）。

2. バラバラになったジャガイモタケ

2019年11月21日、「冬虫夏草を勉強したい、教えて欲しい」という瀬戸内海国立公園五色台ビジターセンター インタープリターのO君と琴電岡田駅で待ち合わせました。彼が、初めての虫草探索ならと応援に駆けつけてくれた日本冬虫夏草の会のHさんら仲間達3人と合流して、目的地の香川県まんのう町、阿讃山脈の谷へ向かいました。

O君は冬虫夏草について教えてくれる人を探していたと言います。たまたま五色台へ観察会の下見に訪れていた香川薬草会の幹事さんから僕のことを聞き、その幹事さんに名刺を託して、それが僕のところへ届いたという展開でした。もう、冬虫夏草の季節は終わりだよと伝えると、発生環境を見せほしいと言います。発生場所は仲間が大切にしている場所だけと言うと、心得ていますと言う。ならばと、この日の段取りとなりました。

探索を始めましたが、さすがに季節外れのフィールドは易しくなく、約2時間を要してギャドリナガミノツブタケとその他1種を確

認できた程度でした。次の場所へ移動を決めて、来た道を下っていったところ、県道へ出る少し手前、道脇の落ち葉の重なる中に、ホコリタケの仲間が点々と並んでいたの、それを孢子が出るかプシュプシュ遊びながら進んでいたら、O君が同じような大きさのものを拾い上げて割ったものを僕に見せてくれました。中が白かったので幼菌かと思い、戻しておいたらと言って進みかけたら、後ろで、それを手にしたHさん達が、「変色してる」と声を上げました。振り返り急いで戻って見ると確かに白いクレバの部分黒く変色しています。地下生菌だ！と言った時は、そう、すでにバラバラになっていました（図2）。十数年前に神戸のMさんから地下生菌の採取の手ほどきを受けて以来、リュックに入っていた剃刀の刃は、今ではナイフに代わっていますが、それを出すことも使うことも無く、生態写真を撮ることもなく、複数のかけらになった地下生菌が僕の手元に有りました。

持ち帰って改めてクレバの様子、変色、孢子を確認して、地下生菌識別図鑑の検索表で検索するとジャガイモタケの仲間だろうと判りました。自分としては、昨年12月に福岡のIさんに初めて見せて貰って以来2度目なのですが、相変わらず全くの絵合わせ状態なので、またもや山本航平さんに画像を送付してジャガイモタケ *Heliogaster columellifer* (Kobayasi) Orihara & K. Iwase と同定して戴きました。この結果をみんなに伝えたところ、仲間達は発見したO君へ称賛しましたが、当のO君は、このジャガイモタケを忘れることは無いと思いますと返事が返ってきました。

謝辞

この度、ウツロイモタケ、ジャガイモタケの同定を含めて色々ご指導して戴きました、栃木県立博物館の山本航平さんに、この場をお借りしてお礼申し上げます。

訂正記事 (Corrigendum)

『オオショウロ（イグチ目ショウロ科）の分布、系統および分類学的扱いについて』への訂正

Corrigendum to “Distribution, phylogeny and taxonomic treatment of a truffle-like fungus *Rhizopogon boninensis* (Rhizopogonaceae, Boletales)”折原 貴道^{1*}, 山本 航平², 保坂 健太郎³Takamichi Orihara^{1*}, Kohei Yamamoto², Kentaro Hosaka³

¹ 神奈川県立生命の星・地球博物館, 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan

² 栃木県立博物館, 〒320-0865 栃木県宇都宮市睦町 2-2
Tochigi Prefectural Museum, 2-2 Mutsumi-cho, Utsunomiya-shi, Tochigi 320-0865, Japan

² 国立科学博物館植物研究部, 〒305-0005 茨城県つくば市天久保 4-1-1
Department of Botany, National Museum of Nature and Science, Amakubo 4-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-0005, Japan

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: t_orihara@nh.kanagawa-museum.jp

Article Info: Submitted: 10 March 2020 Published: 31 March 2020

2018年に改訂・出版された『国際藻類・菌類・植物命名規約』（深圳規約）（Turland et al., 2018）により、2019年1月1日以降、菌類のレクトタイプ、ネオタイプおよびエピタイプ指定にあたっては認定された登録機関が発行する識別子の引用が義務付けられた（F5.4条）。本誌『Truffology』第2巻1号において2019年3月28日に発行されたオオショウロ *Rhizopogon boninensis* S. Ito & S. Imai に関する記事（折原ほか、2019）において、レクトタイプ指定に際し当該の識別子が引用されていなかったことから、ここに改めて識別子（MycoBank ID）を付与したレクトタイプ指定を行う。

The latest version of the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants published in 2018 (i.e., the Shenzhen Code) requires citation of identifier issued by a recognized repository for designation of lectotypes, neotypes and epitypes on and after 1 January 2019 (Article F5.4; Turland et al., 2018). The article on *Rhizopogon boninensis* S. Ito & S. Imai that was published from Truffology on 28 March 2019 (Orihara et al., 2019) did not cite the proper identifier in the lectotypification for *R. boninensis*. Accordingly, we herein re-designate the lectotype of *R. boninensis* with an appropriate identifier (i.e., MycoBank ID).

分類 Taxonomy

Rhizopogon boninensis S. Ito & S. Imai, Transactions of the Sapporo Natural History Society 15: 11. 1937.

[MycoBank ID: MB258664]

= *Rhizopogon nigrescens* sensu Kobayasi. The Botanical Magazine 51: 757. 1937; non: Coker & Couch, The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada: 30. 1928.

Lectotype (designated here!): Ogimura, Chichi-jima, Ogasawara Islands（小笠原諸島父島旧扇村）, JAPAN, 5 Nov., 1936, S. Imai (TMI 37363) [MycoBank ID: MBT391265]

Japanese name: *Ōshoro* (和名: オオショウロ)

引用文献

Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T.W., McNeill J., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F. (eds.) (2018) International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Koeltz Botanical Books, Glashütten.

折原貴道・山本航平・保坂健太郎 (2019) オオショウロ（イグ

チ目ショウロ科) の分布、系統および分類学的扱いについて
[Orihara T., Yamamoto K., Hosaka, K. (2019) Distribution, phylogeny
and taxonomic treatment of a truffle-like fungus *Rhizopogon*
boninensis (Rhizopogonaceae, Boletales)]. Truffology 2: 10–17.

Truffology (日本地下生菌研究会会報) 第3巻1号

編集・出版統括 折原 貴道 (神奈川県立生命の星・地球博物館)

編集担当 山本 航平 (栃木県立博物館)

木下 晃彦 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所)

大和 政秀 (千葉大学教育学部)

Truffology (Bulletin of the Japanese Association for Truffle Science) Vol. 3 No. 1

Editor-in-Chief Takamichi Orihara (Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, Japan)

Editors Kohei Yamamoto (Tochigi Prefectural Museum, Japan)

Akihiko Kinoshita (Forestry and Forest Products Research Institute, Japan)

Masahide Yamato (Faculty of Education, Chiba University, Japan)

発行日 : 2020年3月31日

発行・出版 : 日本地下生菌研究会

〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499

神奈川県立生命の星・地球博物館

URL : <http://jats-truffles.org/truffology/>