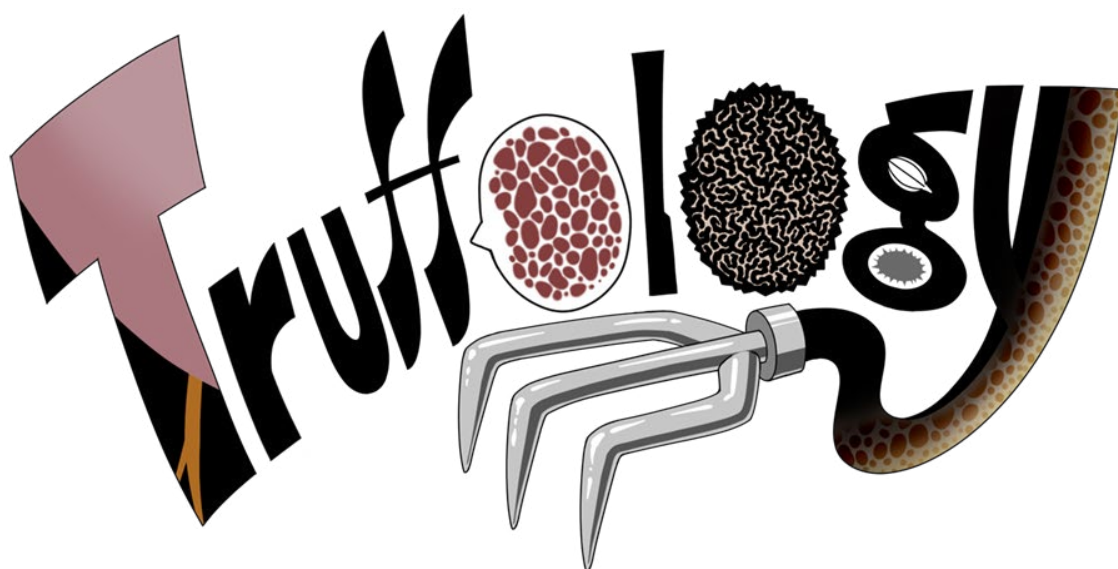




©oso

The Bulletin of the Japanese Society for Truffle Science

Volume 1, Issue 1, March 2018

日本地下生菌研究会会報

第1巻1号（2018年3月）

Contents

(Volume 1, Issue 1, March 2018)

Preface

- M. A. Castellano: Truffle science evolves and emerges (In English) 1
- T. Orihara: In celebration of the establishment of the Japanese Association for Truffle Science (JATS) and the journal “Truffology” —A brief history of studies on truffle-like fungi in Japan and its future perspective— (In Japanese with English abstract) 2

Original peer-reviewed article

- T. Orihara: First report of a rare sequestrate fungus, *Rossbeevera yunnanensis* (Boletaceae, Boletales) from Japan (In English) 5
- K. Yamamoto & M. Moriguchi: A sequestrate fungi, *Lactarius spinosporus* new to Japan from Okinawa Prefecture (In Japanese with English abstract) 9

Review

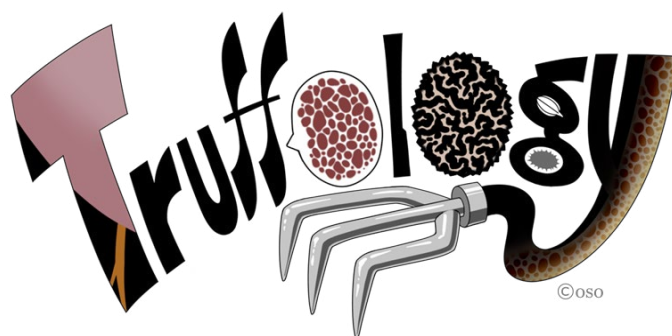
- K. Yamamoto & T. Orihara: A taxonomic history of Japanese truffle-like fungi (In Japanese with English abstract) 14

Specimen list

- M. Ohmae: Truffles and truffle-like fungi collected in 2016 (In Japanese) 22

Other articles

- T. Muroi: A bittersweet feeling about a pyrenomycetous fungus parasitic on *Tuber* (In Japanese) 25
- M. Ohmae, K. Yamamoto & T. Orihara: Historical changes in the taxonomic treatment of *Melanogaster utriculatus* (Paxillaceae, Boletales) (In Japanese) 28



Preface (巻頭言)

Truffle science evolves and emerges

Michael A. Castellano (Scientific advisor to the Japanese Association for Truffle Science)

Research Forester, United States Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, Forestry Sciences Laboratory, 3200 Jefferson Way, Corvallis, Oregon 97331, USA

E-mail: mcastellano@fs.fed.us

Article Info: Submitted: 2 November 2017 Published: 31 March 2018

At this juncture in the science of truffles it is indeed fitting to have a journal solely centered on truffles and their systematics, taxonomy, biogeography, ecology, biology and physiology. The truffle habit is unique due to the sequestrate sporocarp, the production of sporocarps primarily below the ground surface, and their dependence on animal mycophagy for spore dispersal. Truffle taxa form an artificial grouping in numerous families and orders scattered across several fungal phyla, including Ascomycota, Basidiomycota, and Mucoromycota, based on sporocarp micro- and macro-morphology and ecology. For the most part truffles occur where ectomycorrhizal plants occur

across the world but for some of these regions, including Japan, truffles are relatively unknown due to being unsearched for. There are also some truffle taxa known to be saprobic and thus occurring in habitats with or without ectomycorrhizal plant hosts. This journal will be the first of its kind to serve as a center for the publication of science articles on truffle taxa, mainly focusing on, but not limited to, taxa from Japan, and will help bring to light the important contribution that truffles and truffle-like fungi have in ectomycorrhizal or saprobic habitats and how they fit into the overall phylogeny of macrofungi.

和訳*

(トリュフをはじめとする) 地下生菌の科学におけるまさにこのタイミングで、地下生菌やそれらの系統分類学、伝統的分類学、生物地理学、生態学、生物学、生理学に主眼を置いた学術誌が発刊されることは、なるほど時宜を得たことである。地下生菌のユニークな特徴として、シクエストレート性の子実体をつくる点や、通常地表の直下に子実体を形成する点、そして孢子散布を動物による摂食(菌食)に依存している点が挙げられよう。地下生菌は、子実体の肉眼的・顕微鏡的特徴や生態に基づいて分類された人為的なグループであり、子囊菌門や担子菌門、ケカビ門に散在する、多種多様な科・目に含まれている。多くの場合、地下生菌は世界中の外生菌根を

形成する植物とともに発生するが、日本をはじめとするいくつかの地域では、研究が十分でないため、他の地域と比べて地下生菌についてあまり知られていない。地下生菌の中には、腐生性で、外生菌根を形成する植物があろうがなかろうが発生する分類群も存在する。本誌は地下生菌分類群の学術出版物の拠点となる、おそらく学術誌として初めてのものであり、日本はもちろん、他の地域の地下生菌も対象としている。そして、トリュフやその他トリュフ型菌類が外生菌根菌や腐生菌として果たしている大きな役割や、それらが如何に大型菌類の系統の中に位置しているのかという問題を、本誌が明らかにしてゆくことだろう。

(* 和訳は本誌編集委員による。)

巻頭言 (Preface)

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—In celebration of the establishment of the Japanese Association for Truffle
Science (JATS) and the journal “Truffology”

—A brief history of studies on truffle-like fungi in Japan and its future perspective—

折原 貴道（日本地下生菌研究会会長）

Takamichi Orihara (President of the Japanese Association for Truffle Science)

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

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

Abstract

The Japanese Association for Truffle Science (JATS) was established to accumulate records and knowledge about truffles, truffle-like fungi, and secotioid fungi (including sporocarpic fungi in Mucoromycota), and to provide them to the public. The main goals of JATS are to develop truffle studies in Japan and the surrounding regions and to spread current, reliable knowledge about truffles. Studies on truffle-like fungi in Japan started in the early 20th century through the work of Drs. Yosio Kobayasi, Sanshi Imai and a few other mycologists but their contributions to the field were only sporadic. However, quite a few papers on Japanese truffles and truffle-like fungi have been published since 2010 based on the specimens collected both by professionals and by amateur mycologists. Despite this recent progress, many Japanese species of truffles and truffle-like fungi remain undescribed and unknown, mainly because there are very few mycologists who are devoted to truffle studies. Further collaborations between professional and amateur mycologists will be essential for the development of future truffle studies in Japan, and I hope that the journal Truffology becomes an ideal platform for this achievement.

Article Info: Submitted: 27 June 2017 Published: 31 March 2018

昨年（2016年）夏に発足した日本地下生菌研究会（The Japanese Association for Truffle Science; 略称 JATS）は、地下生菌やそれらに関連する多様な菌類の標本や情報を集積し、得られた知見を社会へ積極的に情報発信することで、研究の多面的発展および知識の普及を図ることを目的としている。本研究会で「地下生菌」として扱う菌類には、トリュフ類など文字通りの地下生菌だけでなく、シクエストレート菌（sequestrate fungi；子実体の孢子形成組織が外皮に被われ、自力での孢子散布を行わない菌類）に該当する全ての菌類（地上生のものも含む）や、ケカビ門に所属するトリュフ型の菌類（グロムス属（*Glomus*）、アツギケカビ属（*Endogone*）菌など）も含まれる。この巻頭言では、これまで日本の地下生菌研究が辿ってきた道をごく簡単にご紹介し、日本地下生菌研究会、

そして本会報『Truffology』がこれから担うべき課題について考えてゆきたい。

日本産地下生菌の基礎生物学的研究は、残念ながら近年に至るまで、多くの菌学研究者にとって第一の関心事とはならなかったようである。古くは田中延次郎氏によるショウロの学名に関する言及や（田中、1890）、ドイツの菌学者 Paul Christoph Hennings 氏により *Hymenogaster suzukianus* と命名された日本産標本の記録（和名：マメツブタケ；現在は *H. arenarius* の学名が当てられることが多い）などに始まり（Hennings, 1902）、今井三子博士（1900–1976）、小林義雄博士（1907–1993）らにより断片的に地下生菌が研究の対象とされた。特に 1930 年代には両氏により積極的な研究がなされ、『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』

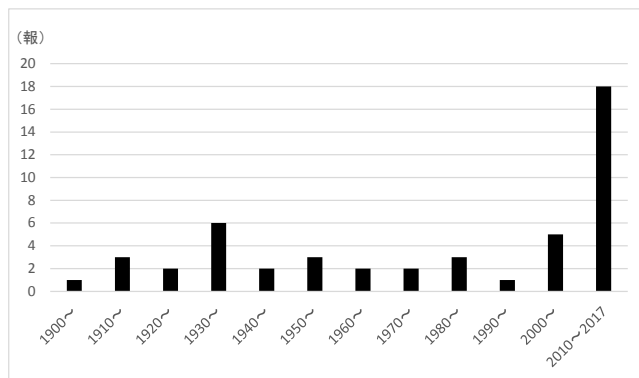


図 1. 日本産地下生菌に関する原著論文・短報数の年代別推移（ケカピ門のアツギケカピ目およびグロムス亜門の胞子果形成菌類を含む）。

Fig. 1. The number of scientific papers dealing with Japanese truffles and truffle-like fungi (including sporocarpic fungi in Glomeromycotina and Endogonales).

（小林、1938）等にその成果がまとめられた。その後、冬虫夏草類の分類学的研究に集中的に取り組むこととなった小林博士は、その過程で、菌生冬虫夏草類の宿主であるツチダンゴ属（*Elaphomyces*）の分類なども手掛けている（Kobayasi, 1960）。しかし、両氏も地下生菌の分類学や多様性解明を研究の中心に据えることはなく、その後も散発的な研究がなされたのみであった（例：Imai & Kawamura, 1958; Kobayasi, 1979）。

20 世紀の日本の地下生菌研究において一つの契機となったのが、1975 年の Oregon State University の James M. Trappe 博士の来訪であろう。Trappe 博士は言わずと知れた、世界の地下生菌研究を牽引してきた研究者である。博士は、数か月間の日本滞在において、国内の研究者の協力のもと、各地で多数の地下生菌を採集し、その成果は Trappe (1976), Hosford & Trappe (1988) などに纏められた。

一方、非職業研究者、そして教育者として、地下生菌や腹菌類に大きな関心を寄せ、これらに関する知識の普及に大きく貢献したのが、吉見昭一氏（1928–2003）である。吉見氏の教育普及活動を通じて、地下生菌の形や進化、生態の面白さを知った本研究会会員も少なくない。筆者も吉見氏の著作を通じて地下生菌に関心を持った者の一人である。残念ながら、吉見氏による学術出版物はごく限られており（例：吉見・土居、1989）、氏の残した多数の標本と観察記録が、今後の地下生菌研究に活用されてゆくことが望まれる。

1990 年代以降しばらくの間、国内では地下生菌に関する顕著な学術的進展は無かったものの、吉見氏らの尽力により、地下生菌に関心を持つアマチュア菌類愛好家は徐々に増えていった。それに伴い、国内各地の地下生菌の標本や、多様性や発生状況に関する知見も着々と蓄積していったのである。

そして 2010 年代に入り、それらの蓄積が徐々に学問的成果として結実し始めた。2010 年にはジャガイモタケとクラマノ

ジャガイモタケの異同の検討と新属 *Heliogaster*（ジャガイモタケ属）の設立に関する論文が（Orihara et al., 2010）、その翌年には日本産セイヨウショウロ属（トリュフ類）の分子系統と多様性に関する論文が出版された（Kinoshita et al., 2011）。その後も日本産地下生菌の系統や分類に関する研究例は増え続け（図 1）、現在では、日本列島は世界でも有数の高い地下生菌種多様性を有する地域として認知されつつある。

前述のように、このような地下生菌研究の進展の背景には、日本各地からの標本の蓄積がある。これら標本の多くは、国内の多くの非職業研究者や愛好家（アマチュア）により採集されたものである。これらを活用し論文を書かなければならない立場としては恥ずかしい限りであるが、研究者のもとに集まる標本のうち、速やかに学術的成果に結びつくのは一部に過ぎず、残りの多くは心ならずも長い間研究者の手元に留まってしまうのが常である。もちろん、最終的にそのような標本を利用した研究成果が論文となれば御の字であるが、限られた研究者の元にひたすら標本が集まる、という状況は、学問の進展の面では必ずしも能率的ではないだろう。なぜならば、このような「積み残し」の標本とその付随情報を、基礎的知見として様々な研究に利用できる形で公表してゆくことは、必ずしも職業研究者でなくとも可能と考えるからである。そのような基礎的知見を基に、職業研究者（プロ）が中心となって更なる発展的研究を進めてゆく、という流れが確立されれば、様々な立場から地下生菌に関わる全ての人々にとって、まさに理想的な関係となるのではないか。

そのような考えのもと、スタートを切ったのが、日本地下生菌研究会であり、本会報 “Truffology” である。地下生菌を対象とした学術団体は世界的にも珍しく、“North American Truffling Society (NATS)” が知られる程度である。さらに、本会報では、愛好家・アマチュア・プロ研究者の垣根を超え、相互に情報伝達と情報交換を行う場として、エッセイをはじめとする普及記事から、各地の標本リスト、そして新種、新産種報告などの原著論文まで、広く受け付ける方針をとっている。会員諸氏にはぜひ、様々な立場からジャンルを問わず、積極的に記事をお寄せいただきたい。また、本会報はオンラインで全記事を無料公開することになっている。会員・非会員を問わず、多くの読者の方々に本会報の掲載記事にご注目いただき、地下生菌および関連する菌類に関する信頼の置ける情報源として、本会報が末永く活用されてゆくことを大いに期待したい。

引用文献

- Hennings P. (1902) Fungi Japonici III. Botanische Jahrbücher für Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie herausgegeben von A. Engler 32: 34–46.

- Hosford D.R., Trappe J.M. (1988) A preliminary survey of Japanese species of *Rhizopogon*. Transactions of the Mycological Society of Japan 29: 63–72.
- Imai S., Kawamura A. (1958) On the Japanese species of *Protuber*. Science Reports of the Yokohama National University 7: 1–6.
- Kinoshita A., Sasaki H., Nara K. (2011) Phylogeny and diversity of Japanese truffles (*Tuber* spp.) inferred from sequences of four nuclear loci. Mycologia 103: 779–794.
- 小林義雄 (1938) 大日本植物誌 第2巻 ヒメノガスター及スツボンタケ亜目. 三省堂、東京.
- Kobayasi Y. (1960) On the *Elaphomyces* found in Japan. Nagaoa 7: 35–50.
- Kobayasi Y. (1979) Subterranean fungi in Oze. The Journal of Japanese Botany 54: 371–373.
- Orihara T., Sawada F., Ikeda S., Yamato M., Tanaka C., Shimomura N., Hashiya M., Iwase K. (2010) Taxonomic reconsideration of a sequestrate fungus, *Octaviania columellifera*, with the proposal of a new genus, *Heliogaster*, and its phylogenetic relationships in the Boletales. Mycologia 102: 108–121.
- 田中延次郎 (1890) しよろ. 植物学雑誌 4: 386.
- Trappe J.M. (1976) Note on Japanese hypogeous Ascomycetes. Transactions of the Mycological Society of Japan (日菌報) 17: 209–217.
- 吉見昭一・土居祥兌 (1989) 日本産腹菌類の研究 (1) (Japanese Gasteromyces Notes (1)). 国立科学博物館専報 (22): 29–41.

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

First report of a rare sequestrate fungus, *Rossbeevera yunnanensis* (Boletaceae, Boletales) from Japan

希少シクエストレート菌、ウナンツチダマタケ *Rossbeevera yunnanensis* (イグチ目イグチ科) の日本における初報告

Takamichi Orihara

折原 貴道

Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 499 Iryuda, Odawara, 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

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

Abstract

A sequestrate, truffle-like bolete species, *Rossbeevera yunnanensis* was described in 2012 based on a single specimen collected from Chuxiong Yi Autonomous Prefecture, Yunnan Province, China. I collected a second specimen from Hiroshima Prefecture, Japan. This is the first report of this truffle in Japan. The overall morphology of the Japanese specimen was identical to the holotype from China, and the internal transcribed spacer region and 28S of the nuclear ribosomal RNA gene between the Japanese and Chinese specimens showed 99.6% and 99.9% similarity, respectively. I discuss the possibility of long-distance spore dispersal of the species.

要旨

トリュフ型（シクエストレート性）イグチ類からなるツチダマタケ属（*Rossbeevera*）の一種、*Rossbeevera yunnanensis* は、2012年に中華人民共和国（中国）雲南省産の標本1点を基に記載された稀産種である。この度、広島県廿日市市の落葉広葉樹林コナラ樹下において、日本新産となる本種子実体を採集したので報告する。本種は極めて薄い白色～類白色の外皮と、紡錘形の大型の担子胞子（平均径 $20.1 \times 7.8 \mu\text{m}$ ）が特徴で、外皮は手で触れると淡青色に変色する。日本産標本は形態的特徴が中国産基準標本とほぼ一致し、核リボソームRNA遺伝子のITS領域および28S（大サブユニット）の配列についても、両標本はそれぞれ99.6%および99.9%の相同性を示した。このことは、中国南部と日本（本州）という離れた地域間で、比較的短期間に本種の分散が生じたことを示唆している。なお、本種の和名は「ウナンツチダマタケ」とする。

Article Info: Submitted: 24 June 2017 Accepted: 30 November 2017 Published: 31 March 2018

Introduction

The genus *Rossbeevera* T. Lebel & Orihara was proposed in 2011 to accommodate sequestrate (truffle-like) species phylogenetically related to epigeous bolete genera *Leccinum* Gray and *Leccinellum* Bresinsky & Manfr. Binder *s. l.* in the Boletaceae (Lebel et al., 2012). The genus currently includes 10 species from East Asia to Australasia, and is characterized by ellipsoid basidiospores with 3–5 longitudinally ridges and bluish discoloration of the fruitbody surface (Orihara et al., 2016).

Species of the genus presumably form ectomycorrhizas with trees of Fagaceae, Casuarinaceae, Myrtaceae and Nothofagaceae. Orihara et al. (2016) proposed a sister, sequestrate genus *Turmalinea* Orihara & N. Maek. that accommodates four species and one subspecies from Japan and China. This genus is easily distinguished from *Rossbeevera* by the basidiospores with 6–9 longitudinal ridges and a cushion-shaped, colorless sterile base.

Shortly after the proposal of the genus *Rossbeevera* by Lebel

et al. (2012), Orihara et al. (2012a) described an additional species, *R. yunnanensis* Orihara & M. E. Sm. based on a single specimen collected from Mt. Zixi, Chuxiong Yi Autonomous Prefecture, Yunnan Province, China. *Rossbeevera yunnanensis* forms the earliest diverging lineage of *Rossbeevera* (Orihara et al., 2012a, 2016), and is considered an important species to clarify the phylogeography of *Rossbeevera* and *Turmalinea*. In the course of field surveys in Japan, I unexpectedly collected fruitbodies of *R. yunnanensis* in Hiroshima Prefecture, Japan. Here I give a short description and accompanying information on the specimen.

Materials and methods

Taxon sampling and morphological observation

Fruitbodies were collected during the fungal foray in Hiroshima Prefecture held by Mycological Society of Japan during 27–28 Sep. 2013. After DNA extraction, the fruitbodies were air-dried for later examination. The specimen is deposited in Kanagawa Prefectural Museum of Natural History (KPM), Japan. For microscopy, hand-cut sections were mounted in water, 3% KOH, lacto-glycerol, or 1% phloxine B aqueous solution. Basidiospore dimensions (e.g., range of spore length $\times$ spore width, length of hilar appendages) and their standard deviations (SD) were determined based on 30 measurements. The 95% prediction intervals of basidiospore diameter are shown without parentheses in taxonomic descriptions. Both endpoints of the spore dimensions are shown in parentheses. Two additional spore features are shown; the length to width ratio (Q) and the hilar appendage to spore length ratio (HA/S ; Orihara et al., 2012a). Measurements include the hilar appendage but not spore ornamentation or the pedicel.

DNA extraction, PCR amplification and sequencing

DNA was extracted using the FTA Classic Card or Indicating FTA Cards (Whatman International Ltd, Maidstone, England) based on the manufacturer's protocol for plants (www.whatman.com/References/WGI_1397_PlantPoster_V6.pdf). PCR amplification of the internal transcribed spacer region (ITS) and 28S (large subunit; LSU) of the nuclear rRNA gene (rDNA) followed the protocol in Orihara et al. (2012b). PCR primers were ITS1F (Gardes & Bruns, 1993) and ITS4 (White et al., 1990) for the ITS region, and LR0R and LR5 (Vilgalys & Hester, 1990) for 28S rDNA. Cycle sequencing of the PCR products in forward and reverse directions were completed according to Orihara et al. (2012b). Sequences were edited and assembled

with Sequence Scanner v. 1.0 (Applied Biosystems, Foster City, California, USA), BioEdit v. 7.0.9 (Hall, 1999) and SeaView v. 4 (Galtier et al., 1996). The ITS and 28S rDNA sequences were deposited in the International Nucleotide Sequence Databases (INSD) under the accession numbers MF357925 and MF354015, respectively. Nucleotide sequence similarity was examined using NCBI BLAST searches (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/BlastAlign.cgi>).

Results

Rossbeevera yunnanensis Orihara & M.E. Sm., Mycotaxon 120: 141.

Fig. 1.

Specimen examined: JAPAN, Hiroshima Prefecture, Hatsukaichi City, Mominoki Forest Park, subhypogaeous under *Quercus serrata* Murray, 28 Sep. 2013, T. Orihara, KPM-NC 23352.

INSD (GenBank) ID of the nucleotide sequences: ITS region of rDNA: MF357925; 28S rDNA: MF354015.

Japanese name: Unnan-tsucidama-take (“Unnan” = Yunnan; “tsucidama-take” = the Japanese name of *Rossbeevera*).

Morphological and molecular comparison with the isotype specimen

Two fruitbodies were collected in deciduous *Quercus* forest in a temperate, low mountain area. The specimen was morphologically identical to the original description of *Rossbeevera yunnanensis* provided by Orihara et al. (2012a). The fruitbodies were 8 mm and 9.5 mm in diam., and the surface quickly turned light blue or blue-green when touched. The peridium was smooth, and extremely thin or almost absent in some parts of the fruitbodies. While the holotype specimen was only partially mature and the gleba was mostly off-white to beige, one of the fruitbodies of the Japanese specimen was fully mature, and the gleba was blackish brown. The basidiospores were 17.1– (17.8–) 22.9 (–25) $\times$ (7.4–) 7.5– (9.1) –9.2 μm (SD: 1.41 (length), 0.41 (width)), mean $20 \times 8.3 \mu\text{m}$ in diam., $Q = 2.1$ –2.9 (mean $Q = 2.4$), fusoid to fusiform, brown at maturity, with 3–5 longitudinal ridges up to 1.5 μm high and a basal hilar appendage 2–4.8 μm long ($HA/S = 0.1$ –0.2, mean $HA/S = 0.15$).

The ITS and 28S rDNA sequences of the Japanese specimen (KPM-NC 23352) obtained for the study were 791 bp and 923 bp, respectively. The nucleotide similarity of ITS sequence between the Japanese specimen and the holotype was 99.6% (738 bp /741 bp). The similarity of 28S between the two specimens was 99.9% (813 bp /814 bp).

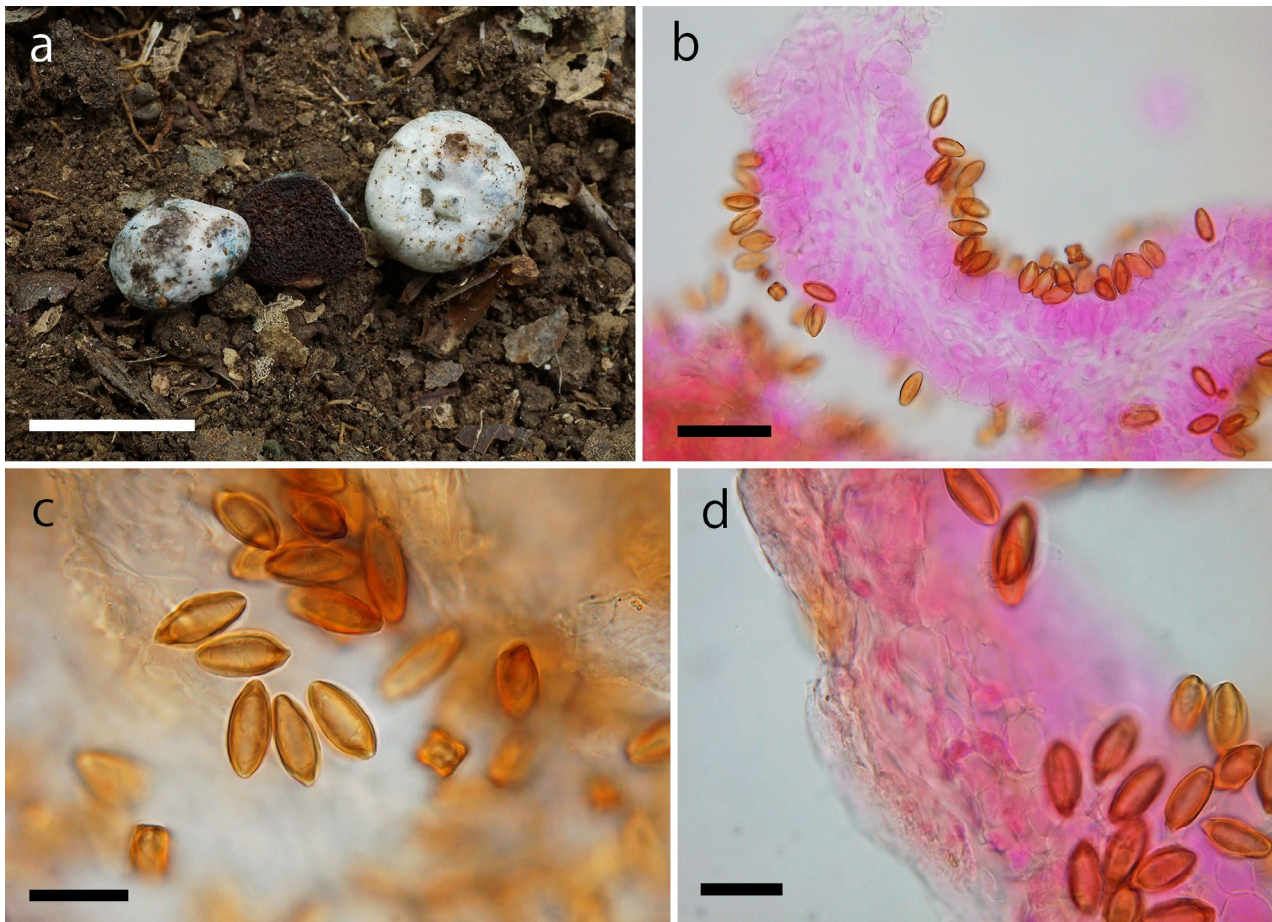


Fig. 1. *Rossbeevera yunnanensis* collected from Hiroshima Prefecture, Japan (KPM-NC 23352): a. Basidiomata (fruitbodies); b. Trama, hymenia and basidiospores (stained with 1% phloxine aqueous solution); c. Basidiospores mounted in lactoglycerol; d. Peridium and trama (stained with 1% phloxine aqueous solution). Bars: a = 1 cm; b = 50 μ m; c, d = 20 μ m.

図 1. ウンナンツチダマタケ *Rossbeevera yunnanensis* (広島県産標本; KPM-NC 23352): a. 子実体; b. グレバ基層、子実層および担子胞子 (1% フロキシシン水溶液により染色); c. 担子胞子 (ラクトグリセロールにより封入); d. 外皮およびグレバ基層 (1% フロキシシン水溶液により染色). スケール: a = 1 cm; b = 50 μ m; c, d = 20 μ m.

Discussion

This is the first report of *R. yunnanensis* from Japan and only the second known specimen of the species in the world (Orihara et al., 2012a). The species is characteristic in the genus *Rossbeevera* in the remarkably thin peridium that turns light blue or blue green, and the large, fusoid to fusiform basidiospores (average dimension: $20.1 \times 7.8 \mu$ m; Orihara et al., 2012a). The overall morphology of the Japanese specimen is almost identical to the Chinese holotype specimen. This confirms the accuracy of the description by Orihara et al. (2012a) despite the fact that it was based only on a single specimen. The basidiospore dimension of the Japanese specimen was slightly wider than that of the holotype. This is probably due to the difference of the degree of maturity noted above.

Nucleotide comparison using BLAST searches showed that there were only three nucleotide substitutions in the ITS region between the Chinese and Japanese specimens, and only one

substitution in the 28S rDNA. These findings suggest that they spread across Asia relatively recently, despite the fact that those two collection localities are far apart from each other (i.e., Chuxiong, Yunnan Province, China vs. Hiroshima Prefecture, Japan; ca. 3,150 km in distance). Although it is generally believed that sequestrate, truffle-like basidiomycetes rely on mycophagy by insects or mammals for spore dispersal (Claridge & May, 1994; Fogel & Peck, 1975; Maser et al., 1978), the results suggest that *R. yunnanensis* may be able to disperse its spores over long distances.

Acknowledgements

I am grateful to Dr. Matthew E. Smith for critically reading the manuscript and for giving me valuable suggestions. I thank Ms. Suyama-Watanabe Mai for supporting the molecular experiments for this study. This study was supported partially by JSPS KAKENHI Grant-in-Aid for Young Scientists (B)

(no. 17K15184) and the 27th Pro Natura Fund from Pro Natura Foundation Japan (PNFJ).

References

- Claridge A.W., May T.W. (1994) Mycophagy among Australian mammals. *Australian Journal of Ecology* 19: 251–275.
- Fogel R., Peck S.B. (1975) Ecological studies of hypogeous fungi. I. Coleoptera associated with sporocarps. *Mycologia* 67: 741–747.
- Hall T.A. (1999) BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 96/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Galtier N., Gouy M., Gautier C. (1996) SEAVIEW and PHYLO_WIN: Two graphic tools for sequence alignment and molecular phylogeny. *Computer Applications in the Biosciences* 12: 543–548.
- 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.
- Lebel T., Orihara T., Maekawa N. (2012) The sequestrate genus *Rosbeeva* T. Lebel & Orihara gen. nov. (Boletaceae) from Australasia and Japan: new species and new combinations. *Fungal Diversity* 52: 49–71+73.
- Maser C., Trappe J.M., Nussbaum R.A. (1978) Fungal-small mammal interrelationships with emphasis on Oregon coniferous forests. *Ecology* 59: 799–809.
- Orihara T., Smith M.E., Ge Z.-W., Maekawa N. (2012a) *Rossbeevera yunnanensis* (Boletaceae, Boletales), a new sequestrate species from southern China. *Mycotaxon* 120: 139–147.
- Orihara T., Smith M.E., Shimomura N., Iwase K., Maekawa N. (2012b) 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.
- 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.

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

沖縄県より発見された日本新産シクエストレート型菌類、 *Lactarius spinosporus*

A sequestrate fungi, *Lactarius spinosporus* new to Japan from Okinawa Prefecture

山本航平^{1*}, 盛口満²Kohei Yamamoto^{1*}, Mitsuru Moriguchi²¹ 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, Tochigi 320-0865, Japan

² 沖縄大学人文学部, 〒902-8531 沖縄県那覇市国場 555

Faculty of Humanities, Okinawa University, 555 Kokuba, Naha, Okinawa 902-8531, Japan

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: kohei081@yahoo.co.jp

要旨

沖縄島のオキナワジイが優占する林内において採集された、シクエストレート型の子実体を形成する *Lactarius* 属の一種の形態観察を行った。その結果、本種は中国四川省にて採集された標本に基づき近年記載された *Lactarius spinosporus* と同定された。本種は成熟時に赤褐色を呈する子実体、表皮層内で細胞が肥大する点、2 胞子性の担子器、ならびに胞子が球形で短い棘状突起に覆われる点で特徴づけられた。また、スイチチショウロと呼称される *Zelleromyces* sp. の形態は本種と一致し、同種と考えられた。本報告は *L. spinosporus* の日本国内における初記録である。

Abstract

A sequestrate *Lactarius* sp. was collected from a *Castanopsis sieboldii* subsp. *lutchuensis* forest in Okinawa Island, Japan. As the result of morphological observation, this species was identified as *Lactarius spinosporus* recently described from Sichuan, China. This species is characterized by reddish-brown colored basidiomata, irregularly inflated cells in the peridial context, 2-spored basidia, and globose basidiospores covered with short, echinate ornamentation. This is the first record of *L. spinosporus* from Japan.

Article Info: Submitted: 8 June 2017 Accepted: 16 January 2018 Published: 31 March 2018

序論

南西諸島最大の島である沖縄島の北部のヤンバル（山原）と呼称される地域には、オキナワジイ（*Castanopsis sieboldii* subsp. *lutchuensis* (Koidz.) H. Ohba）を主構成種とする常緑樹林が発達している。沖縄県版レッドリストに掲載されている菌類の多種がこの地域に生息している（沖縄県文化環境部自然保護課、2006）。一方で、地中性の球状の子実体を形成し、自発的な孢子散布を行わない、いわゆるシクエストレート型菌類については、*Rossbeevera eucyanea* Orihara、*Turmalinea yuwanensis* Orihara (Orihara et al., 2016) および菌生冬虫夏草（ツチダング属 (*Elaphomyces*) を宿主とする *Tolypocladium*

属菌）の宿主として採集された数種のツチダング属未同定種（盛口、2009、2011、2012、2013、2014、2015）の分布が確認されているのみで、ヤンバルに生息するシクエストレート型菌類の多様性は解明の途上にある。

著者の一人（盛口）は、2004 年からヤンバルの菌類調査を継続して実施してきた。その結果、複数種のシクエストレート型菌類の子実体が採集された。これらの中に、沖縄県における分布が未記録であるシクエストレート型の *Lactarius* 属（旧チチタケ属）の一種が含まれていた。本種について、アジア産のシクエストレート型 *Lactarius* 属種との形態比較を行い、種同定を行ったので報告する。

材料および手法

沖縄県国頭村与那覇岳にて2010年2月6日に同所的に採集された子実体5個を供試した。各子実体について外部形態の肉眼観察および微細構造（表皮と基本体の各組織および孢子）の顕微鏡観察を行った。顕微鏡観察には、光学顕微鏡（CZST30-MP、カートン光学株式会社）を用いた。封入液として乳酸を用い、メルツァー試薬による孢子の呈色反応（Cléménçon, 2009）を確認した。観察後、子実体は凍結乾燥標本として保存した。本研究で用いた標本は、神奈川県立生命の星・地球博物館（KPM）および国立科学博物館（TNS）に保管されている。

結果および考察

子実体はオキナワジイの優占する林内において、地表に露出した状態で発見された。子実体の切断時には乳液の滲出が見られた。また、担子孢子は球形で表面は棘状の突起に覆

われ、突起はアミロイド反応を示した。以上の特徴から、本種は *Lactarius* 属のシクエストレート型菌類と考えられた。

供試した子実体は類球形でときに基部が窪み、径5–23 mm。表面はほぼ平滑、部分的に不規則な皺を形成。幼時淡黄褐色、成熟後赤褐色、しばしば基本体が透けて迷路状の模様を示す（図1A, B）。子実体内部は表皮層とその内側の基本体からなり、柱軸や柄の形成は見られない（図1A, B）。表皮は表面付近が淡褐色を帯び、幅120–230 μm （子実体3個の計測結果に基づく）、径2–5 μm の菌糸と、嚢状に肥大した径7.8–40 μm の不定形の細胞からなる（図1C）。表皮の菌糸および不定形の細胞の壁は時に厚壁化し、幅1.2–2.8 μm 。基本体は成熟時濃い赤褐色、迷路状の空隙があり、空隙は1 mm^2 あたり1–3個。子実層托実質（基層板）は幅31.5–52.3 μm 、幅3–9 μm の錯綜する無色の菌糸からなる。担子器は2孢子性、円筒形または棍棒形、19.8–26.8 $\times$ 7.4–8.1 μm （N=2）、小柄は長さ4.9–12.9 μm （N=10）（図1D）。担子孢子は淡褐

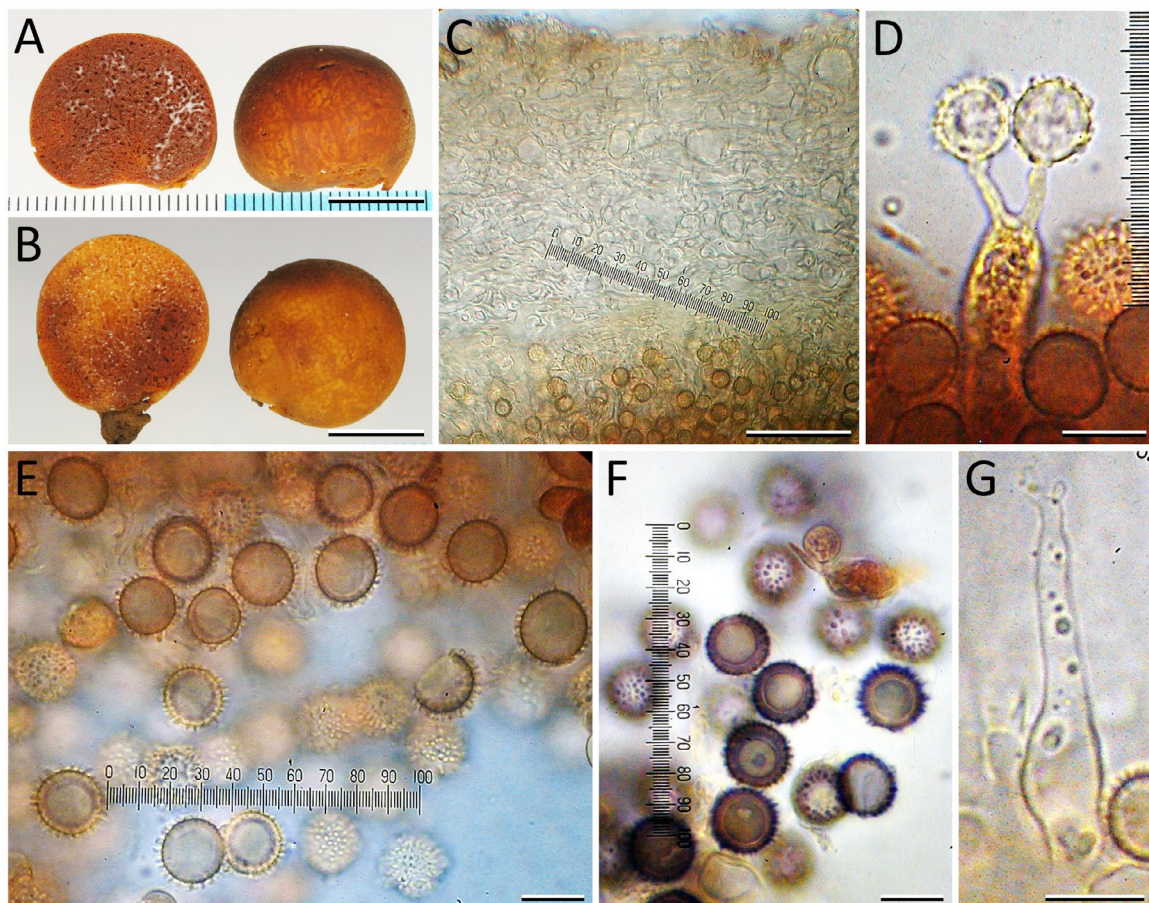


図1. 沖縄県産 *Lactarius spinosporus* (KPM-NC0024900 および TNS-F-70423) の子実体外形および微細構造。微細構造は乳酸（C–E, G）およびメルツァー試薬（F）での封入時を示す。A, B: 子実体外観（右）および断面（左）。それぞれ、乳液の滲出が明瞭な子実体と不明瞭な子実体を示す。C: 表皮断面。肥大した細胞が存在。下方は基本体。D: 担子器。E, F: 担子孢子。Fは孢子表面の突起のアミロイド反応を示す。G: 子実層システジア（偽システジア）。スケール: A, B = 10 mm; C = 50 μm ; D–G = 10 μm 。

Fig. 1. *Lactarius spinosporus* collected from Okinawa Prefecture, Japan (KPM-NC0024900 and TNS-F-70423). A, B: Basidiomata with and without exuding latex, respectively. C: Peridium mounted in lactoglycerol. Irregularly inflated cells embedded in the peridial context. D: Basidium in lactoglycerol. E: Basidiospores in lactoglycerol. F: Amyloid reaction of basidiospores in Melzer's reagent. G: Pseudocystidium in lactoglycerol. Bars: A, B = 10 mm; C = 50 μm ; D–G = 10 μm .

色、球形、径 8.4–(9.9)–11.6 μm (N=20、括弧内は平均、突起を除く)、鈍頭で高さ 0.7–1.6 μm の刺状突起に覆われる (図 1E)。担子胞子表面の突起はメルツァー試薬中で青紫色を呈す (アミロイド) (図 1F)。子実層シスチジア (偽シスチジア) は細口瓶型または不規則に歪んだ円筒形、24.8–40.3 $\times$ 3.6–5.6 μm (N=5) (図 1G)。子実体を形成する全ての組織において、菌糸はクランプを欠如し、球形細胞は見られない。新鮮な子実体の切断時に、主に基本体から無色または白色の乳液が少量滲出するが、表皮からはほとんど滲出しない (図 1A)。

以上の形態的特徴から、本種は Sang et al. (2016) にて記載された *L. spinosporus* X.Y. Sang & L. Fan と同定された。*Lactarius spinosporus* の子実体の色彩や微細構造の計測値は、沖縄島産試料と概ね一致した (表 1)。また、*L. spinosporus* は表皮を構成する菌糸が嚢状に肥大するが、この特徴も今回の供試試料と一致した。一方で、*L. spinosporus* のタイプ標本は *Pinus armandii* Franch. が優占する林内で採集されているのに対して、沖縄県産試料はオキナワジイが優占する林内で採集された。したがって、それぞれマツ属およびシイ属を宿主として菌根形成している可能性が示唆される。Sang et al. (2016) によれば、*L. spinosporus* は乳液を滲出しないとされているが、沖縄島産試料では少量の乳液の滲出が確認された。ただし、今回供試した 5 個の子実体の内 3 個では乳液の滲出が確認されなかった。したがって、本種は乳液の滲出量が少量で、かつ乳液量には個体差があると考えられる。また、本種の基本体は成熟時に濃い赤褐色を呈するが、これは成熟胞子が褐色を帯びることによって由来していると考えられる。個体差はあるが、鮮時に子実体表面から赤褐色の基本体が透けている様子が観察された。

Lactarius spinosporus はタイより記載されたシクエストレート型菌 *L. falcatus* Verbeken & Van de Putte の姉妹系統に位置することが、核リボソーム DNA の 5.8S 領域および ITS2 領域を用いた分子系統解析により示唆されている (Sang et al., 2016)。*Lactarius falcatus* も *L. spinosporus* と同様に棘状突起を有する胞子形成で特徴づけられるが、前者は乳液が黄色を帯び、表皮の菌糸の肥大が見られず、胞子の棘状突起がより長い点で区別される (Verbeken et al., 2014a)。また、中国広東省より記載された *Zelleromyces lactifer* (B.C. Zhang & Y.N. Yu) Trappe, T. Lebel & Castellano は、シイ属を宿主として菌根形成していると推定される点で沖縄島産試料と共通し、乳液が主に基本体から滲出する点や、胞子が褐色を帯びる点などの類似点があるが、表皮の菌糸の肥大が見られず、胞子の棘状突起が長い点で *L. spinosporus* と異なる (Zhang & Yu, 1990)。

アジアからはこれらの *L. spinosporus* と形態的に類似する種に加え、9 種の *Lactarius* 属のシクエストレート型菌類 (*Lactarius*

属のシノニムである *Zelleromyces* 属種や *Arcangeliella* 属種を含む) が記載されているが、このうち 6 種 (*A. beccarii* (Petri) Zeller & C.W. Dodge (Zeller & Dodge, 1936)、*L. pomioles* Verbeken & Stubbe、*L. saturnisporus* Verbeken & Stubbe、*L. shoreae* Stubbe & Verbeken (Verbeken et al., 2014a)、*Z. malaiensis* (Corner & Hawker) A.H. Sm. (Corner and Hawker, 1953)、*Z. sinensis* B. Liu, K. Tao & Ming C. Chang (Tao et al., 1993)) は胞子表面の突起が畝状または連絡脈を形成する点で異なり、他の 3 種 (*L. bisporus* Verbeken & F. Hampe (Verbeken et al., 2014b)、*L. echinellus* Verbeken & Stubbe、*L. echinus* Stubbe & Verbeken (Verbeken et al., 2014a)) も担子器当たりの胞子数ならびに胞子の大きさや突起の高さが異なる。

日本国内からは、吉見 (1993) がチチショウロ (*Z. scissilis* (Zeller & C.W. Dodge) Trappe, T. Lebel & Castellano = *Z. gilkeyae* Singer & A.H. Sm.) の分布を報じた。表 1 に示した通り、チチショウロ (吉見, 1993) は、チチショウロ (佐々木ほか, 2016)、ジャガイモチチタケ (青木・日本きのこ同好会, 2008) および *Zelleromyces* 属の未記載種として報じられた標本 (*Zelleromyces* sp. 2: 吉見・土居, 1989) と形態がよく一致し、これらは同種と考えられる。ただし、吉見・土居 (1989) は、狭義の *Z. scissilis* (アメリカ原産: Zeller & Dodge, 1936) とチチショウロの間には形態的な相違点が認められると述べている。今後の再検討を待ち、本稿ではチチショウロの分類学的位置付けは保留した。チチショウロは、切時に多量の乳液が滲出する厚い表皮層を有し、柱軸を形成する場合がある点で、今回沖縄県にて採集された *L. spinosporus* とは明確に識別される。なお、チチショウロの分布域は今のところ愛媛県以東の日本国内に限られる (佐々木ほか, 2016)。さらに、吉見・土居 (1989) は、鹿児島県奄美大島のオキナワジイ林にて採集された *Zelleromyces* 属の未記載種 (*Zelleromyces* sp. 1: 吉見・土居, 1989) を報じたが、本種は子実体表面が白色ないし淡黄色で、担子器が 2–4 胞子性であることから、*L. spinosporus* とは異なる (表 1)。ただし、子実体の色彩は未熟のため淡色であった可能性もある。また、佐々木ほか (2016) は、*L. spinosporus* と子実体の形態が類似した鹿児島県産の *Zelleromyces* sp. についてスイチチショウロという新称を付して記述した。2004 年 1 月 15 日に奄美大島のリュウキュウマツ (*Pinus luchuensis* Mayr) とオキナワジイの混生林にて採集された、スイチチショウロの形態的特徴 (佐々木、私信、2017 年 10 月 31 日) を以下に示す。子実体は柱軸を欠如する。表皮は薄く基本体が見えて見え、幅 150–180 μm 、嚢状に肥大した細胞がある。担子器は 2 胞子性、49.1 $\times$ 7.5–8 μm 。担子胞子は球形、淡褐色、径 8–(9.2)–10.4 μm (N=18、括弧内は平均、突起を除く)、高さ 1.1–2 μm の刺状突起に覆われる。白色の少量の乳液を基本体から滲出する。以上の形態的

表 1. 日本産シクエストレート型 *Lactarius* 属種 (旧 *Arcangeliella* 属種および旧 *Zelleromyces* 属種を含む) および中国産 *L. spinosporus*.Table 1. Sequestrate species of *Lactarius* from Japan (including *Arcangeliella* sp. and *Zelleromyces* spp.) and *L. spinosporus* from China.

種名	出典 ^a	産地	樹種 ^b	子実体		表皮幅 (μm)	基本体の 色彩	柱軸有無	乳液	担子器		担子胞子		
				大きさ (mm)	色彩					大きさ(μm)	胞子数	大きさ (μm)	突起高さ (μm)	突起形態
<i>Lactarius</i> sp.	本研究	日本	CSL	5–23	淡黄褐色～赤褐色	120–230	濃赤褐色	–	無色～白色	20–27 × 7–8	2	8–12	1–2	棘状
<i>L. spinosporus</i>	2	中国	PA	16–22 × 13–19	暗茶色	130–230	茶色	–	–	30–60 × 5–10	2	9–13	1–2	棘状
ジャガイモチチタケ <i>Arcangeliella</i> sp.	1	日本	ND	ND	黄褐色	ND	黄白色	+	白色	25–42 × 7–13	2	8–10	1–2	棘状
チチショウ口属 <i>Zelleromyces</i> sp. 2	6	日本	PD	25–35	淡黄橙色～黄土色	300–500	ND	+	白色	ND	ND	12–14*	1–1.5	棘状
チチショウ口 <i>Z. scissilis</i>	5	日本	ND	20–40	黄褐色～赤褐色	ND	淡褐色	ND	ND	40 × 10–12	2–4	8–10	1–2	棘状
チチショウ口 <i>Zelleromyces</i> sp.	4	日本	広葉樹	≤ 50	淡黄褐色～茶褐色	ND	白色～褐色	+	白色	ND	ND	6–11*	ND	棘状
チチショウ口属 <i>Zelleromyces</i> sp. 1	6	日本	CSL	10–15	白色～淡黄色	50–80	ND	–	白色	40–45 × 8	2–4	10–12*	ND	棘状
スイチチショウ口 <i>Zelleromyces</i> sp.	3, 4	日本	CSL, PL	≤ 30	淡黄色～赤褐色	150–180	淡黄色～赤褐色	–	白色	49 × 8	2	8–10	1–2	棘状

^a 1: 青木・日本きのこ同好会 (2008), 2: Sang et al. (2016), 3: 佐々木 (私信, 2017 年 10 月 31 日), 4: 佐々木ほか (2016), 5: 吉見 (1993), 6: 吉見・土居 (1989).^b CSL: オキナワジイ (*Castanopsis sieboldii* subsp. *lutchuensis*), PA: *Pinus armandii*, PD: アカマツ (*P. densiflora* Siebold & Zucc.), PL: リュウキュウマツ (*P. lutchuensis*).

ND: データなし; * 突起含む.

特徴は沖縄県産 *L. spinosporus* とよく一致し、同種と考えられた。これらの結果に基づき、*L. spinosporus* の和名としてスイチチショウ口を適用する。

***Lactarius spinosporus* X.Y. Sang & L. Fan, Phytotaxa 289: 108, 2016.**

= スイチチショウ口 (佐々木ほか), 地下生菌識別図鑑, 103, 2016.

図 1.

観察標本: 沖縄県国頭村与那覇岳, オキナワジイが優占する林内, 2010 年 2 月 6 日, 盛口満採集, KPM-NC 24900 および TNS-F-70423.

謝辞

本研究を行うにあたり、スイチチショウ口の形態に関する情報をご提供いただいた佐々木廣海氏 (菌類懇話会)、文献収集と標本の登録にご協力いただいた折原貴道博士 (神奈川県立生命の星・地球博物館)、および標本の登録にご協力いただいた保坂健太郎博士 (国立科学博物館) に感謝申し上げます。

引用文献

青木実・日本きのこ同好会 (2008) 日本きのこ図版 No.599 ジャガイモチチタケ. 名部みち代 編. 日本きのこ図版第 5 巻, pp.

660–661, 日本きのこ同好会 2, 神戸.

Cléménçon H. (2009) Methods for working with macrofungi: laboratory cultivation and preparation of larger fungi for light microscopy. IHW-Verlag, Eching.

Corner E.J.H., Hawker L.E. (1953) Hypogeous fungi from Malaya. Transactions of the British Mycological Society 36: 125–137.

盛口満 (2009) 沖縄島の冬虫夏草 (2). 冬虫夏草 29: 55–57.

盛口満 (2011) 琉球列島の冬虫夏草 (その 2). 冬虫夏草 31: 47–54.

盛口満 (2012) 琉球列島の冬虫夏草 (その 3). 冬虫夏草 32: 26–29.

盛口満 (2013) 琉球列島の冬虫夏草 (その 4). 冬虫夏草 33: 19–21.

盛口満 (2014) 琉球列島の冬虫夏草 (その 5). 冬虫夏草 34: 35–37.

盛口満 (2015) 琉球列島の冬虫夏草 (その 6). 冬虫夏草 35: 55–59.

沖縄県文化環境部自然保護課 (2006) 改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 (菌類編・植物編) レッドデータおきなわ. 沖縄県文化環境部自然保護課、那覇.

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.

Sang X., Li X., Wang Y., Fan L. (2016) Four new sequestrate species of Russulaceae found in China. Phytotaxa 289: 101–117.

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.

Tao K., Chang M.-C., Liu B. (1993) New species and new record of

- hypogeous fungi from China. IV (in Chinese). *Acta Mycologica Sinica* 12: 103–106.
- Verbeken A., Stubbe D., van de Putte K., Eberhardt U., Nuytinck J. (2014a) Tales of the unexpected: angiocarpous representatives of the Russulaceae in tropical South East Asia. *Persoonia* 32: 12–24.
- Verbeken A., Hampe F., Wissitrassameewong K., Hyde K.D., Eberhardt U., Nuytinck J. (2014b) A new angiocarpous *Lactarius* species from Thailand. *Phytotaxa* 181: 163–170.
- 吉見昭一 (1993) 地下生菌・数種について. 日本菌学会 編. 日本菌学会第 37 回大会講演要旨集, p. 70, 日本菌学会, 東京.
- 吉見昭一・土居祥允 (1989) 日本産腹菌類の研究 1 (奄美諸島・トカラ列島の自然史科学的総合研究 1). 国立科学博物館専報 22: 29–41.
- Zeller S.M., Dodge C.W. (1936) *Elasmomyces*, *Arcangeliella*, and *Macowanites*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 23: 599–638.
- Zhang B.-C., Yu Y.-N. (1990) Two new species of gasteroid Russulales from China, with notes on taxonomy of *Gymnomyces*, *Martellia* and *Zelleromyces*. *Mycological Research* 94: 457–462.

総説（査読有）(Review)

日本産地下生菌の分類学的研究史

A taxonomic history of Japanese truffle-like fungi

山本航平^{1*}, 折原貴道²Kohei Yamamoto^{1*}, Takamichi Orihara²¹ 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, Tochigi 320-0865, 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: kohei081@yahoo.co.jp

要旨

明治時代に近代的菌類分類学が我が国へ導入され、日本産地下生菌を対象とした分類学的研究は黎明期を迎えた。昭和時代には、今井三子博士や小林義雄博士によって多くの新属や新種の記載が行われ、我が国の地下生菌の分類は急速に進展した。また、アマチュアの中からも、吉見昭一氏を筆頭に、地下生菌に関心をもつ研究者・愛好者が現れた。平成時代を迎えてからは、分子系統学的手法を活用した研究が進められるようになり、日本を含む東アジアの地下生菌の多様性の高さが明らかにされつつある。本稿では、日本産地下生菌研究の軌跡を辿るとともに今後の課題について論じる。

Abstract

This review summarizes the history of the taxonomy of Japanese truffle-like fungi and sequestrate fungi (i.e., truffles). The first scientific record of Japanese truffle-like fungi dates back to the late 19th century. Although scientific papers on Japanese truffle-like fungi were relatively few, the two most active researchers of truffle-like fungi during the 20th century were Drs. Sanshi Imai (1900–1976) and Yosio Kobayasi (1907–1993), who described many new species and several new genera from Japan. Unfortunately, holotypes of several of these species may have been lost, and accordingly, some of their species remain enigmatic. Mr. Shoichi Yoshimi (1928–2003) was one of the most influential Japanese amateur mycologists, who had special interest in truffles. He devoted himself to spreading the knowledge about truffles as well as other gasteromycetes. Recently, many molecular systematic studies on Japanese truffle-like fungi reveal a number of unknown lineages within the country, suggesting that Japan and the surrounding areas are important in understanding diversity of truffles in the world. Collaboration between amateur and professional researchers will promote taxonomy and other studies of truffle-like fungi in Japan.

Article Info: Submitted: 8 June 2017 Accepted: 16 January 2018 Published: 31 March 2018

序論

我が国における地下生菌の分類学的研究は、この10年ほどで飛躍的な進展を遂げ、2016年の日本地下生菌研究会発足に至った。また、同年には佐々木廣海氏らによって『地下生菌識別図鑑』も上梓された(佐々木ほか、2016)。現在までに、担子菌門(Basidiomycota)、子囊菌門(Ascomycota)ならび

にケカビ門(Mucoromycota)に属する、27科48属およそ180種の地下生菌が国内から報告されている(2017年12月時点での著者らによる集計)。この中には分類学的検討を要する種類が少なくない上に、日本新産種や新種と考えられる地下生菌が、近年相次いで報告されている。このように日本産地下生菌の多様性解明が隆盛の兆しを見せる中で、先人たちが残した

数々の研究業績が今後重要性を増してゆくことは想像に難くない。本誌『Truffology』発刊を機会に、これまでの日本の地下生菌研究を振り返ってみたい。なお、本稿で取り上げる人物の生没年については、主に小林 (1989) および日本菌学会 (2006) を参照した。

日本の地下生菌研究の夜明け

江戸時代に本草学者や儒学者が著した書物 (例：林羅山著『多識編』；人見必大著『本朝食鑑』；坂本浩然著『菌譜』) には、既に松露に関する記述や図が散見されることから、地下生菌の存在自体は食用利用を通して日本人に古くから認知されていたことが窺われる。言うまでもなく、これらは二名法に基づいた分類学の日本への導入以前の書物であり、日本産地下生菌の近代的分類学の始まりは 1900 年前後まで待つこととなる。

明治時代には、開国に伴い西洋諸国の研究者による日本での菌類採集が活発になった。中でも、Ferry de la Bellone 博士 (1839–1895) は、日本産地下生菌に関する分類学的考察を行った最初の外国人の一人であろう。彼は東京都から輸入された地下生菌、「Boukouriou」についてフランスの学術誌で報告した (Bellone, 1887)。「Boukouriou」は、Lucien Quélet 博士 (1832–1899) により、子実体や胞子の特徴に基づきショウロ *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. (原文中では *R. rubescens* (Tul. & C. Tul.) Tul. & C. Tul.) に近縁であることが示唆され、Bellone はこの意見に基づき、新名 *R. usselli* Bellone を与えた。*Rhizopogon usselli* とショウロの異同については、形態に関する情報が不足しており明かではないが、おそらく食用として日本で流通していたショウロを指すと考えられる。なお、「Boukouriou」という呼称自体は、語感の類似や、採集方法の特徴 (細い棒状の道具を地面に突き刺して採集) から、ブクリョウ *Wolfiporia cocos* (F.A. Wolf) Ryvarden & Gilb. に対するものと考えられ、ショウロに関して誤った情報が伝わっていたことが示唆される。

その後間もなく、我が国の菌類分類学の祖となる日本人研究者も続々と登場した。日本人では初めてきのこ類の新種記載 (ハツタケ *Lactarius hatsudake* Nobuj. Tanaka) を行ったことで知られる田中延次郎氏 (1864–1905) は、1890 年に植物学雑誌上で、学名を *Tuber aestivum* Vittad. と誤適用されたショウロの事例に言及し、*R. rubescens* が正しいことを、セイヨウショウロ属 *Tuber* とショウロの生殖構造の違いに基づき指摘した (田中, 1890)。また、ドイツの菌学者、Paul Christoph Hennings 氏 (1841–1908) は白井光太郎博士 (1863–1932) ら複数の日本人研究者から多数の標本の提供を受け、それらを基に日本産菌類目録を著した。Hennings はその中で、日本産地下生菌 *Hymenogaster suzukianus* Henn. の新種記載を行った

Hymenogastraceae.

Hymenogaster suzukianus P. Henn. n. sp.: peridio subglobo-ovato, substipitato vel sessili, tenui, plicato-gyroso, clauso, carneo-brunneo ca. 3–10 mm diametro; gleba carnosa laciniis irregularibus, gyrosis, creberrimis exculpta, ochracea; sporis citrifirmibus, verrucosis, rufo-brunneis, 15–18 × 12–14 μ superne papillatis, inferne substipitatis.

Komaba: auf Erdboden (F. Suzuki n. 43, April 1900).

図 1. *Hymenogaster suzukianus* の原記載 (Hennings (1902) より転載)。

Fig 1. Original description of *Hymenogaster suzukianus* from Hennings (1902).

(図 1; Hennings, 1902)。ただし、本種は後年、マメツブタケ *H. arenarius* Tul. & C. Tul. のシノニムとみなされている (Dodge & Zeller, 1934)。

大正時代から昭和時代にかけて、ツチダンゴ属 *Elaphomyces* を中心に新種を含む複数の地下生菌が報じられた。精緻な彩色画で知られる川村清一博士 (1881–1946) は、1914 年 (大正 3 年) 出版の『日本菌類図譜 第 4 集』にツチダンゴ *E. granulatus* Fr. を宿主とした日本産タンポタケ *Tolypocladium capitatum* (Holmskjöld) Quandt, Kepler, & Spatafora を図示し、間接的ではあるがこれがツチダンゴ属の日本新産報告となった (川村, 1914)。その後、安田篤博士 (1868–1924) や梅村甚太郎氏 (1862–1946) も、複数の菌生冬虫夏草種 (ツチダンゴ属を宿主とする *Tolypocladium* 属種) を報告した (安田, 1919; 梅村, 1923)。このうち、梅村が採集したヤマトタンポタケ (タンポタケモドキ) *T. japonicum* (Lloyd) Quandt, Kepler & Spatafora の宿主のヤマトツチダンゴ (キツチダンゴ) *E. japonicus* Lloyd (後に Trappe (1976) は本種をツチダンゴのシノニムとみなした) は、Curtis Gates Lloyd 氏 (1859–1926) によって新種記載された (図 2; Lloyd, 1916; 梅村, 1923)。愛知県の天然記念物調査委員でもあつ



図 2. ヤマトツチダンゴ (キツチダンゴ) を宿主とするヤマトタンポタケ (タンポタケモドキ) (梅村 (1923) より転載)。

Fig. 2. *Cordyceps japonica* (= *Tolypocladium japonicum*) on *Elaphomyces japonicus* from Umemura (1923).

Fig. 1545. *Rhizopogon cerebrinum*.

図 3. *Rhizopogon cerebrinum* (= *Hysterangium cerebrinum*) のタイプ標本 (Lloyd (1919) より転載)。

Fig 3. Holotype of *Rhizopogon cerebrinum* (= *Hysterangium cerebrinum*) from Lloyd (1919).

た梅村は、ヤマトタンポタケとヤマトツチダンゴを天然記念物に指定し、その発生環境の保全を訴えた点で特筆される (梅村、1923)。

ところで、安田や梅村は Lloyd へ複数の地下生菌の標本を送付し、同定を依頼していた。安田が 1914 年に三河地方で採集した *Hysterangium cerebrinum* (Lloyd) Lloyd は、初め *Shiokoria* 属として記載され (図 3 ; Lloyd, 1919)、最終的に *Hysterangium* 属に転属された (Lloyd, 1922)。梅村もまた、名古屋にて採集した地下生菌を送付し、Lloyd が *Hysterangium phillipsii* Harkn. と同定した (Lloyd, 1916)。ただし Zeller & Dodge (1918) は同標本を *Rhizopogon violaceus* Cooke & Massee (= *Gallacea violacea* (Cooke & Massee) Lloyd) と再同定した。本種はムラサキショウロという和名を付して、小林 (1938) に掲載された。これら 2 種は文献での形態記載が簡潔で、なおかつ標本が海外の収蔵庫に納められたため、昭和時代以降に日本人研究者による再検討が行われておらず、伊藤 (1959) は疑問種とした。しかしながら、*H. cerebrinum* の標本は観察可能な状態で海外に収蔵されている (Castellano, 1988)。したがって、昭和期以前に記載された日本産地下生菌については、国外へと範囲を広げて標本の所在を洗い出す必要があるだろう。

昭和時代に活躍した日本産地下生菌研究のパイオニアたち

昭和時代初頭に入り、地下生菌の新種記載を積極的に進める日本人研究者が現れた。今井三子博士 (1900–1976) である。今井は子囊菌門と担子菌門の双方の分類学に大きな足跡を残しており、両分類群で地下生菌の新種および新属の記載を行った。とりわけ、菌生冬虫夏草の分類の草分け的存在であった今井は、宿主であるツチダンゴ属の同定を重視した点で注目される (例：今井、1943)。また、あまり知られていないが、今井は我が国に自生するトリュフ (セイヨウショウロ属) を期せずして最初に報じることとなった。彼はムカゴタケ *Mukagomyces hiromichii* S. Imai を北海道産標本に基づき新属新種記載したが (図 4 ; Imai, 1940)、彼の没後に本属はセイヨウショウロ属に編入された (Trappe, 1979)。今井が新種記

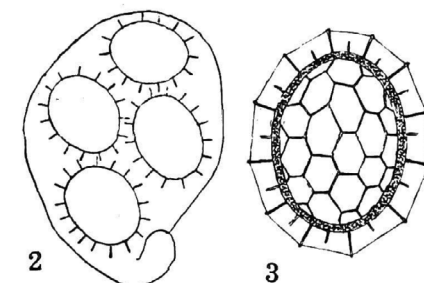
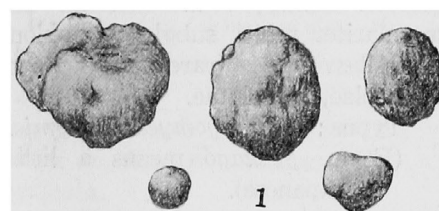
Fig. 1. Fructifications of *Mukagomyces hiromichii* Imai, natural size.

Fig. 2. Ascus containing four spores, × about 450.

Fig. 3. Spore, × about 770.

図 4. ムカゴタケの原記載論文の図版 (Imai (1940) より転載)。

Fig 4. Drawing of *Mukagomyces hiromichii* (= *Tuber hiromichii* (S. Imai) Trappe) from Imai (1940).

載した種の中には、ジマメタケ *Genea sphaeroides* S. Imai (Imai, 1933) (吉見昭一氏が報じたジマメタケ *G. hispidula* Berk. ex Tul. & C. Tul. (京都府環境部自然環境保全課、2015) とは形態が異なる別種)、コクロツチダンゴ *Elaphomyces nopporensis* S. Imai (Imai, 1929)、ハハシマアコウショウロ *Circulocolumella hahashimensis* (S. Ito & S. Imai) S. Ito & S. Imai (Ito & Imai, 1937 ; Imai, 1957) を筆頭に、原記載以後、採集や標本の再検討が殆ど行われていない種が数多く存在する。中でも、ハハシマアコウショウロは環境省レッドリスト 2017 において、絶滅種に位置づけられている数少ない地下生菌の一つである。また、戦前に活躍した博物学者・民俗学者である南方熊楠氏 (1867–1941) は、和歌山県内で採集されたホシミノタマケ属 *Octaviania* の一種に *O. atrovirens* Minakata という無効名を付した彩色画を残したが、その標本の所在は明らかになっていない (Orihara et al., 2012)。

「地下生菌」という語を初めて用いたのは小林義雄博士 (1907–1993) と思われる。昭和時代の日本を代表する菌類研究者として活躍した小林は、『大日本植物誌 2 ヒメノガスター 亜目及スツポンタケ亜目』に代表される、地下生菌の体系的な研究を行ったことでも知られる。小林は、ジャガイモタケ *Heliogaster columellifer* (Kobayasi) Orihara & K. Iwase (Kobayasi, 1937a)、シンジュタケ *Boninogaster phalloides* Kobayasi (図 5 ; Kobayasi, 1937b)、ウツロイモタケ *Hydnocystis japonica* (Kobayasi) Trappe (Kobayasi, 1963) を始めとする多くの新種について詳細に形態を記載したため、後の研究者による再採集と詳細な研究が可能になった種も多い (Orihara et al.,

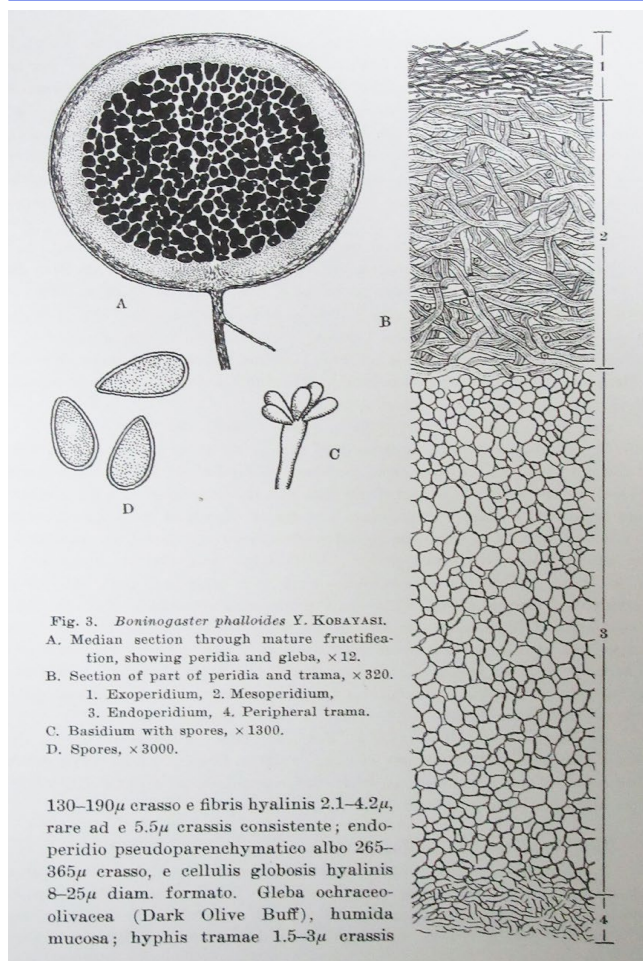


図 5. シンジウタケの原記載論文の図版 (Kobayasi (1937b) より転載).

Fig 5. Drawing of *Boninogaster phalloides* from Kobayasi (1937b).

2010 ; Hosaka, 2014 ; Kumar et al., 2017)。ただし晩年に発表した新種の中には、形態記載がやや粗い、あるいは誤った属に分類しているとみられる事例も散見されるため、ホロタイプ標本の再検討を要するものもある。また、小林は冬虫夏草の共同研究者であった清水大典氏 (1915–1998) から多数の菌生冬虫夏草標本の提供を受け、その宿主であったツチダンゴ属の新種を多数記載した (Kobayasi, 1960)。清水は 1960 年代を中心に、生物全般の同好会として隆盛を極めた米沢生物愛好会を主導した。同会が当時発行していた会報『つち団子』の表紙にはツチダンゴの線画が添えられており、清水は菌生冬虫夏草の宿主であるツチダンゴ属に強い関心をもっていたことが窺える。その後、清水が設立した「日本冬虫夏草の会」の会員による調査や、小林との共同研究が重ねられ、その結果多くの種が報告され、現在、日本における菌生冬虫夏草の種多様性は世界でも群を抜く豊かさに至っている (清水, 1997)。

地下生菌研究の観点からみた、『日本きのこ図版』の価値

1960 年代後半から 1970 年代には、アマチュアの菌類愛好家の活動が活発化し、複数の菌類同好会が発足した。特に、1967 年設立の日本きのこ同好会は、青木実氏を中心とする会

員の手で作成された『日本きのこ図版』の発行で有名である。『日本きのこ図版』は、肉眼的特徴だけでなく、検鏡的特徴まで詳細に書き込まれた膨大な図版から構成され、その中には数種の地下生菌の精緻な図版も含まれている (青木・日本きのこ同好会, 2008)。そして、本図版中には、現代においても学術上重要な情報がしばしば含まれている。例えば、青木氏がガウチエリア属 *Gautieria* の一種と同定した「シマショウロ」(No. 1020) は、ガウチエリア属の種としては異質な形態的特徴 (例：クッション型の無性基部や担子胞子の形態など) を有することが、詳細な図と記載内容から読み取れる。その後、折原・中島 (2017) は、青木氏が図版とともに残したカラー写真を含む資料を検討し、当図版中で「シマショウロ」と名付けられていた菌は、Orihara et al. (2016a) により新属記載されたベニタマタケ属 *Turmalinea* に属する種、アオゾメツチダマモドキ *Turmalinea mesomorpha* Orihara と同一であることを明らかにした。この例にみられるように、『日本きのこ図版』は図版のみならず、その元となった標本や写真も保管されているため、将来的に再検討が可能であり、学術的価値の高い資料と言えるだろう。

吉見昭一の地下生菌研究と教育普及活動

日本地下生菌研究会には、吉見昭一氏 (1928–2003) の薫陶を受け地下生菌に関心をもった会員も少なくないだろう。そこで、吉見の地下生菌研究について少し詳しく触れておきたい。京都市を拠点に、小学校教諭や教育委員会職員を勤めながら、腹菌類や冬虫夏草、そして地下生菌の研究に取り組んだ吉見は、あらゆる世代の人々に菌学の面白さを伝えた教育者であった。その功績は菌類研究者に広く認められるところとなり、1997 年度の日本菌学会教育文化賞受賞に至った。

吉見の地下生菌研究は、おそらく 1960 年代に腹菌類に対する関心を深めたことに端を発していると推測される。1970 年代前半には、『日本きのこ図版』においてサザレイシタケ *Hymenogaster pacificus* Kobayasi (No. 405, 621)、コイシタケ (学名未確定) (No. 625)、クラマノジャガイモタケ (No. 644) (= ジャガイモタケ) などの地下生菌図版を投稿した。同じ頃、吉見は雑誌『菌茸』(全国椎茸普及会) にて「腹菌類談話」(通号 173–184 号、全 12 回連載) と「分類・腹菌類」(通号 185–199 号、全 13 回連載) を連載し、地下生菌を含む腹菌類の知識の普及に努めた。その後、吉見が地下生菌研究に一層邁進した背景には、1975 年に日本へ地下生菌調査に訪れた James M. Trappe 博士と親交を深めたことがあった (Trappe, 1976 ; Hosford & Trappe, 1988)。なお、Trappe 博士が来日後次々と地下生菌を見つけ出す様子は、地下生菌が未開拓の分野であった当時の日本の菌学者にとって、少なからず衝撃的であったらしい (大谷, 1978)。吉見はその後、イボセイヨ

ウシウロ *Tuber indicum* Cooke & Massee s. l. を初めて国内で採集した高山栄氏と共著で、『京都のキノコ図鑑』を著した（吉見・高山、1986）。この図鑑には多くの地下生菌の写真と検鏡図が掲載されており、本邦初の地下生菌の同定に使える一般向けの図鑑と言っても過言ではない。吉見はこの他にも多数の書籍の執筆・監修に携わり、氏が長年の間に得た地下生菌に関する見聞は様々な形で公にされてきた。

吉見が日本各地で行った地下生菌の普及活動の中でも代表的なものは、国立科学博物館で行われていた「菌類の多様性と分類講座」にて10年以上にわたり続けられた講座「腹菌類の分類」であろう。この講座のテキストは、後年『吉見昭一 腹菌類資料集』として纏められ、吉見が遺した地下生菌図版を整理した『地下生菌図版集 ミクロの世界へ第一歩』と共に、日本の地下生菌研究者にとってのバイブルとなっている（吉見昭一（親族 編）、2008；関西菌類談話会、2009）。また、吉見が筆頭著者となっている日本産地下生菌に関する学術論文は吉見・土居（1989）など、ごく限られているが、日本菌学会年次大会での発表なども含めれば、氏が日本新産報告を行った地下生菌は、アカマメタケ *Hysterangium affine* Massee & Rodway（吉見、1993）やアミメシマショウロ *Gautieria morchelliformis* Vittad.（吉見ほか、1998）をはじめ、多数存在している。これらに加え、吉見が仮称をつけた数多くの種類や未同定の地下生菌の標本は、国内の複数の博物館に収蔵されている。これらの標本の分類学的検討は、国内における今後の地下生菌研究にとって重要な課題の一つである。

日本産地下生菌研究の近年の動向

ここまで、日本における地下生菌研究の礎を築いた先駆者たちについて述べてきた。続いて、近年の日本産地下生菌の分類学的研究の動向に触れておきたい。古くから、現在のケカビ門に属するアツギケカビ目 *Endogonales*、クサレケカビ目 *Mortierellales* やグロムス亜門 *Glomeromycotina* に属する種が形成するトリュフ状の胞子果は、担子菌類や子囊菌類の地下生菌とともに、トリュフ型菌類の範疇として扱われてきた（例：Tulasne & Tulasne, 1851）。しかし、世界的に見てもこれらの旧接合菌門に含まれる胞子果性菌類の纏まった分類学的研究は、数十年の間において数回行われてきたにすぎない（例：Thaxter, 1922；Gerdemann & Trappe, 1974；Yao et al., 1996）。国内では、2000年代前後によく胞子果性ケカビ門菌類の分類学的研究が始まり、現在までにグロムス目 *Glomerales* の *Sclerocystis coremioides* Berk. & Broome（Degawa, 2001）、クサレケカビ目の *Modicella* 属（出川、1999）、アツギケカビ目アツギケカビ属 *Endogone* の4既知種と1新種（Yamamoto et al., 2015, 2017a）、および同目の *Sphaerocreas pubescens* Sacc. & Ellis（Hirose et al., 2014）が新産報告されるなど、徐々

に知見が蓄積されている。

一方、担子菌類や子囊菌類については、Bruns et al. (1989) により、ミトコンドリア DNA を用いてショウロ属とヌメリグチ属 *Suillus* の類縁関係が解明されたのを皮切りに、1990年代後半から2000年代にかけて、従来の形態分類に加えて分子系統解析を併用した分類への移行が進んだ。ここで、これらの系統に属する地下生菌の分類学は大きな転換点を迎えることになる。以前から、地下生菌（あるいはシクエストレート型菌類）の中には、形態的特徴の共通点から、胞子の射出能を有する地上生菌類との類縁が示唆される種が多数知られていた。一例を挙げると、チチショウロ属 *Zelleromyces* と *Lactarius*（旧チチタケ属）の関係がそれにあたる。分子系統解析の結果、形態的にチチショウロ属と同定される種は *Lactarius* 属種とともに単系統を形成したが、この内部で両属は混在した状態を示した（Miller et al., 2001）。すなわち、チチショウロ属は *Lactarius* 属内で独立に複数回進化したシクエストレート型系統を形態に基づき纏めた、多系統群であることが強く示唆される。木下晃彦博士らは、形態的特徴から *Richoniella* 属と同定される日本産の地下生菌を複数種報じたが、上記の例と同様に、イッポンシメジ属 *Entoloma* 内に地下生菌各種が独立して位置し、*Richoniella* 属がイッポンシメジ属のシノニムであることが強く裏付けられた（Kinoshita et al., 2012）。チチショウロ属は子実体からの乳液の滲出やアミロイド性の担子胞子から（Malençon, 1931；Singer & Smith, 1960）、また、*Richoniella* 属は多面体の担子胞子から（Romagnesi, 1933）、それぞれが *Lactarius* 属やイッポンシメジ属に近縁である可能性が既に示唆されていた。

しかしながら、子実体などの形態に基づく類縁関係の推測が難しい場合も少なくない。例えば、ホシミノタマタケ属 *Octaviania* は、子実体の組織や胞子の形態的特徴に基づき、ベニタケ目 *Russulales* と類縁関係があると考えられてきた（Pegler & Young, 1979；Singer & Smith, 1960）。しかし、分子系統解析により、本属はイグチ目イグチ科（*Boletales*, *Boletaceae*）に属することが明らかにされた（Binder & Hibbett, 2006）。一方で、系統解析で類縁関係が明らかになったイグチ科の地上生菌類との共通点を改めて検証すると、子囊菌門ボタタケ目 *Hypocreales* に属する菌寄生菌である *Sepedonium chrysospermum* (Bull.) Fr. の宿主であるという特徴が共通していた（Orihara et al., 2012）。*Sepedonium chrysospermum* はイグチ目に対する宿主特異性を有することが知られており、このような共通点はホシミノタマタケ属と他のイグチ目の類縁関係を示す生態的特徴であると言えよう（Orihara et al., 2010）。一般的に、地下生菌は肉眼的な特徴に乏しく、分子系統解析で得られた他形態の菌類との類縁の妥当性を慎重に検証する必要がある。そのためには、地上生菌類を含めた分類体系やそ

の形態的・生態的特徴に、幅広く精通しておくことが肝要だろう。

また、分子系統解析が用いられるようになったことで、日本や中国を中心とした東アジアに特異的な系統の存在も明らかにされつつある。木下博士らは 2011 年に、日本産セイヨウシウロ属の大規模な系統分類を行った (Kinoshita et al., 2011)。この研究では、セイヨウシウロ属において我が国に少なくとも 20 の種レベルの系統が自生することが示された。中でも注目されるべきは、Kinoshita et al. (2011) により「Japonicum グループ」と命名された系統である。今のところ、この系統には日本産の 2 種 (Kinoshita et al., 2016) と中国産の 2 種 (Fan et al., 2015 ; Qing et al., 2015) のみが属しており、東アジアに起源をもつ系統である可能性が示唆されている (Bonito et al., 2013)。また、著者の一人である折原らは、イグチ科ヤマイグチ属 *Leccinum* に代表される「Leccinoid クレード」に含まれる地下生菌の系統分類を集中的に行い、多数の新種のほか、日本新産種や複数の新属および新亜属を記載した (Lebel et al., 2012 ; Orihara et al., 2012, 2016a, b)。中でも、ホシミノタマケ属の *Parcaea* 亜属は今のところ日本からのみ発生が確認されており、分子系統学的に姉妹関係にあるツチダマケ属 *Rossbeevera* とベニタマケ属 *Turmalinea* の 2 属も、日本を中心とした東アジアに分布する (ただしツチダマケ属の数はオセアニアにも分布する) (Orihara et al., 2012, 2016a)。東アジア周辺で著しい多様化を遂げたことが示唆されるこれらの系統の存在は、我が国の地下生菌の分類は未だ研究の途にあることを如実に示しており、今後も属レベルの未知系統が発見される可能性がある。

そのほか、分子系統学の進歩により、菌根から日本未報告の地下生菌が検出された事例も少なくない。例えば、コナラ属樹木の外生菌根から分子同定されたアツギケカビ属の未知系統 (Yamamoto et al., 2017b)、外生菌根菌の群集解析において分子同定された *Pachyphlodes* (aff.) *melanoxanthus* (Tul. & C. Tul. ex Berk.) Doweld (Matsuoka et al., 2016) や、アオスズランの菌根から分子同定されたクルミタケ属 *Hydnotrya* の未知系統 (Ogura-Tsujita & Yukawa, 2008) などが挙げられる。地下生菌には菌根を形成する系統が多く含まれ、約 90 属 (推定される属を含む) におよぶ地下生菌が外生菌根性であると見積もられている (Tedersoo & Smith, 2013)。ゆえに、今後の菌根菌の群集解析の進展とともに、日本新産種や未知系統の検出事例は増加していくことが予想される。菌根から検出されている地下生菌については、将来子実体 (胞子果) が採集され、形態観察の後に日本新産種として改めて報告されることが期待される。

「日本地下生菌研究会」のこれから

ここまで述べたように、2000 年代以降に我が国の地下生

菌相の解明は急速に進展している。その要因の一つとして、国内各地に散在するアマチュア研究者と、地下生菌を研究対象とするプロの研究者の協力関係が育まれてきたことが挙げられる。アメリカを本拠とする地下生菌研究会である「North American Truffling Society」では、このような協力関係が新種または新属の記載という形で実った事例が数多みられる (例 : Nouhra & Castellano, 1995 ; Rawlinson et al., 1995 ; Trappe & Castellano, 2000)。日本各地の多彩なメンバーが集い 2016 年の設立に至った「日本地下生菌研究会」もまた、会員同士の積極的な情報交換とデータの蓄積を継続して行うことで、日本産地下生菌相の解明に大きく寄与していくことだろう。とりわけ、日本地下生菌研究会が発行する、地下生菌研究に特化した本誌『Truffology』は世界的にみてもユニークな出版物である。従来であれば死蔵されかねなかった地下生菌に関するデータが本誌を通じて公開されることで、今後、このようなデータが発展的に活用されることが大いに期待される。

謝辞

本稿の執筆にあたり、大前宗之氏に内容についてのご指摘をいただいた。感謝申し上げる。また、本稿の準備にあたっては、公益財団法人発酵研究所一般研究助成による助成を受けた。

引用文献

- 青木実・日本きのこ同好会 (2008) 日本きのこ図版全 6 巻。名部みち代編。日本きのこ同好会 2, 神戸。
- Bellone F.D.L. (1887) Sur un hypogé consommé au Japon comme condiment. Association Française Pour L'Avancement Des Sciences 16: 576–577.
- Binder M, Hibbett D.S. (2006) Molecular systematics and biological diversification of Boletales. Mycologia 98: 971–981.
- Bonito G., Smith M.E., Nowak M., Healy R.A., Guevara G., Cázares E., Kinoshita A., Nouhra E.R., Domínguez L.S., Tedersoo L., Murat C., Wang Y., Moreno B.A., Pfister D.H., Nara K., Zambonelli A., Trappe J.M., Vilgalys R. (2013) Historical biogeography and diversification of truffles in the Tuberaceae and their newly identified southern hemisphere sister lineage. PLoS ONE 8: e52765.
- Bruns T.D., Fogel R., White T.J., Palmer J.D. (1989) Accelerated evolution of a false-truffle from a mushroom ancestor. Nature 111: 140–142.
- Castellano M.A. (1988) The taxonomy of the genus *Hysterangium* (Basidiomycotina, Hysterangiaceae) with notes on its ecology. Oregon State University, Dissertation.
- 出川洋介 (1999) 本邦新産の子実体形成性 *Mortierella* 科菌類、*Modicella* 属の報告。日本菌学会 編。日本菌学会第 43 回大会

- 講演要旨集, p. 18, 日本菌学会, 東京.
- Degawa Y. (2001) *Sclerocystis coremioides* (Glomales, Zygomycetes) new to Japan, collected from Mikurajima Island and the Kanto Districts. *Memoirs of the National Science Museum, Tokyo* 37: 119–123.
- Dodge C.W., Zeller S.M. (1934) *Hymenogaster* and related genera. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 21: 625–708.
- Fan L., Liu X., Cao J. (2015) *Tuber turmericum* sp. nov., a Chinese truffle species based on morphological and molecular data. *Mycological Progress* 14: 111.
- Gerdemann J.W., Trappe J.M. (1974) The Endogonaceae in the Pacific North West. *Mycologia Memoirs* 5: 1–76.
- Hennings P. (1902) Fungi Japonici III. *Botanische Jahrbücher für Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* herausgegeben von A. Engler 32: 34–46.
- Hirose D., Degawa Y., Yamamoto K., Yamada A. (2014) *Sphaerocreas pubescens* is a member of the Mucoromycotina closely related to fungi associated with liverworts and hornworts. *Mycoscience* 55: 221–226.
- 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.
- Hosford D.R., Trappe J.M. (1988) A preliminary survey of Japanese species of *Rhizopogon*. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 29: 63–72.
- Imai S. (1929) On the fungus-inhabiting *Cordyceps* and *Elaphomyces* in Japan. *Transactions of the Sapporo Natural History Society* 11: 31–37.
- Imai S. (1933) On two new species of Tuberaceae. *Proceedings of the Imperial Academy* 9: 182–185.
- Imai S. (1940) Second note on the Tuberales of Japan. *Proceedings of the Imperial Academy* 16: 153–154.
- 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.
- 今井三子 (1943) 日本産土団子菌と菌生冬虫夏草. *植物分類・地理* 13: 75–83.
- 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.
- 関西菌類談話会 編 (2009) 吉見昭一腹菌類資料集. 関西菌類談話会, 京都.
- 川村清一 (1914) 日本菌類図譜 第4集. 農商務省山林局, 東京.
- Kinoshita A., Sasaki H., Nara K. (2011) Phylogeny and diversity of Japanese truffles (*Tuber* spp.) inferred from sequences of four nuclear loci. *Mycologia* 103: 779–794.
- Kinoshita A., Sasaki H., Nara K. (2012) Multiple origins of sequestrate basidiomes within *Entoloma* inferred from molecular phylogenetic analyses. *Fungal Biology* 116: 1250–1262.
- Kinoshita A., Sasaki H., Nara K. (2016) Two new truffle species, *Tuber japonicum* and *Tuber flavidosporum* spp. nov. found from Japan. *Mycoscience* 57: 366–373.
- Kobayasi Y. (1937a) Development and structure of a new species of *Octaviania* (Hymenogastraceae). *Botanical Magazine Tokyo* 51: 291–299.
- Kobayasi Y. (1937b) Fungi Austro-Japoniae et Micronesiae. I. The *Botanical Magazine* 51: 749–758.
- 小林義雄 (1938) 大日本植物誌 2 ヒメノガスター垂目及スツボンタケ垂目. 三省堂, 東京.
- Kobayasi Y. (1960) On the *Elaphomyces* found in Japan. *Nagaoa* 7: 35–50.
- Kobayasi Y. (1963) On a new genus *Protogenea* of the Tuberales. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 4: 119–120.
- 小林義雄 (1989) 菌学・地衣学の偉人 50 名の肖像と略伝. エンタプライズ, 東京.
- Kumar L.M., Smith M.E., Nouhra E.R., Orihara T., Sandoval-Leiva P., Pfister D.H., McLaughlin D.J., Trappe J.M., Healy R.A. (2017) A molecular and morphological re-examination of the generic limits of truffles in the *tarzetta-geopyxis* lineage - *Densocarpa*, *Hydnocystis*, and *Paurocotylis*. *Fungal Biology* 121: 264–284.
- 京都府環境部自然環境保全課 (2015) 京都府レッドデータブック 第2巻 (野生植物・菌類編). 京都府環境部自然環境保全課, 京都.
- Lebel T., Orihara T., Maekawa N. (2012) The sequestrate genus *Rosbeeva* T. Lebel & Orihara gen. nov. (Boletaceae) from Australasia and Japan: new species and new combinations. *Fungal Diversity* 52: 49–71+73.
- Lloyd C.G. (1916) Mycological notes 44. *Index of the Mycological Writings* 5: 605–620.
- Lloyd C.G. (1919) Mycological notes 61. *Index of the Mycological Writings* 6: 877–903.
- Lloyd C.G. (1922) Mycological notes 66. *Index of the Mycological Notes* 7: 1105–1136.
- Malençon G. (1931) La série des asterosporés. In : *Laboratoire de cryptogamie (Muséum national d'Histoire naturelle)* (ed) *Travaux cryptogamiques dédiés à Louis Mangin. Laboratoire de cryptogamie (Muséum national d'histoire naturelle)*, Paris, pp. 377–396.
- Matsuoka S., Mori A.S., Kawaguchi E., Hobara S., Osono T. (2016) Disentangling the relative importance of host tree community, abiotic environment and spatial factors on ectomycorrhizal fungal assemblages along an elevation gradient. *FEMS Microbiology Ecology* 92: fiw044. doi: 10.1093/femsec/fiw044
- Miller S.L., McClean T.M., Walker J.F., Buyck B. (2001) A molecular phylogeny of the Russulales including agaricoid, gasteroid and pleurotoid taxa. *Mycologia* 93: 344–354.
- 日本菌学会 編 (2006) 日本菌学史. 日本出版制作センター, 東京.

- Nouhra E., Castellano M.A. (1995) NATS truffle and truffle-like fungi 3: *Gasteroboletus dinoffii* sp. nov. Mycotaxon 55: 179–183.
- Ogura-Tsujita Y., Yukawa T. (2008) *Epipactis helleborine* shows strong mycorrhizal preference towards ectomycorrhizal fungi with contrasting geographic distributions in Japan. Mycorrhiza 18: 331–338.
- 大谷吉雄 (1978) 地下に潜ったキノコたち. 自然 33: 18–19.
- Orihara T., Lebel T., Ge Z.W., Smith M.E., Maekawa N. (2016a) 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.
- 折原貴道・中島稔 (2017) 日本きのこ図版掲載の「シマシヨウロ」とイグチ科地下生菌 *Turmalinea mesomorpha* Orihara との関係および和名使用について. 日本地下生菌研究会 編. 日本地下生菌研究会第1回大会講演要旨集, p. 7, 日本地下生菌研究会, 神奈川.
- Orihara T., Ohmae M., Yamamoto K. (2016b) First report of *Chamonixia caespitosa* (Boletaceae, Boletales) from Japan and its phylogeographic significance. Mycoscience 57: 58–63.
- Orihara T., Sawada F., Ikeda S., Yamato M., Tanaka C., Shimomura N., Hashiya M., Iwase K. (2010) Taxonomic reconsideration of a sequestrate fungus, *Octaviania columellifera*, with the proposal of a new genus, *Heliogaster*, and its phylogenetic relationships in the Boletales. Mycologia 102: 108–121.
- 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.
- Pegler D.N., Young T.W.K. (1979) The gasteroid Russulales. Transactions of the British Mycological Society 72: 353–388.
- Qing Y., Li S.-H., Liu C.-Y., Li L., Yang M., Zhang X.-L., Li X.-L., Zheng L.-Y., Wang Y. 2015. *Tuber xanthomonosporum*, a new *Paradoxa*-like species from China. Mycotaxon 130: 61–68.
- Rawlinson P., Evans F., Trappe J.M. (1995) The North American Truffling Society: Introduction to its series on truffles and truffle-like fungi. Mycotaxon 55: 171–174.
- Romagnesi H. (1933) Sur les *Rhodophyllus*. Bulletin Trimestriel de la Société Mycologique de France 49: 422–438.
- 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.
- 清水大典 (1997) カラー版 冬虫夏草図鑑. 家の光協会, 東京.
- Singer R., Smith A.H. (1960) Studies on secotiaceous fungi, IX: The astrogastraceous series. Memoirs of the Torrey Botanical Club 21: 1–112.
- 田中延次郎 (1890) しょうろ. 植物学雑誌 4: 386.
- Tedersoo L., Smith M.E. (2013) Lineages of ectomycorrhizal fungi revisited: Foraging strategies and novel lineages revealed by sequences from belowground. Fungal Biology Reviews 27: 83–99.
- Thaxter R. (1922) A revision of the Endogoneae. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 57: 291–350.
- Trappe J.M. (1976) Note on Japanese hypogeous Ascomycetes. Transactions of the Mycological Society of Japan 17: 209–217.
- Trappe J.M. (1979) The orders, families, and genera of hypogeous Ascomycotina (truffles and their relatives). Mycotaxon 9: 297–340.
- Trappe J.M., Castellano M.A. (2000) New sequestrate Ascomycota and Basidiomycota covered by the Northwest Forest Plan. Mycotaxon 75: 153–179.
- Tulasne L.R., Tulasne C. (1851) Fungi hypogaei: histoire et monographie des champignons hypogés. Klincksieck, Paris.
- 梅村甚太郎 (1923) 額田郡岡崎村ノ大和たんぼたけト大和つちだんご. 愛知県 編. 愛知県史蹟名勝天然記念物調査報告 第1, pp. 1–3, 愛知県.
- Yamamoto K., Degawa Y., Hirose D., Fukuda M., Yamada A. (2015) Morphology and phylogeny of four *Endogone* species and *Sphaerocreas pubescens* collected in Japan. Mycological Progress 14: 86.
- Yamamoto K., Degawa Y., Takashima Y., Fukuda M., Yamada A. (2017a) *Endogone corticioides* sp. nov. from subalpine conifer forests in Japan and China, and its multi-locus phylogeny. Mycoscience 58: 23–29.
- Yamamoto K., Endo N., Degawa Y., Fukuda M., Yamada A. (2017b) First detection of *Endogone* ectomycorrhizas in natural oak forests. Mycorrhiza 27: 295–301.
- Yao Y.-J., Pegler D.N., Young T.W.K. (1996) Genera of Endogonales. Royal Botanic Gardens, Kew, Surrey, England.
- 安田篤 (1919) 冬蟲夏草の話. 理學界 16: 804–812.
- 吉見昭一 (1993) 地下生菌・数種について. 日本菌学会 編. 日本菌学会第37回大会講演要旨集, p. 70, 日本菌学会, 東京.
- 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.
- 吉見昭一・土居祥兌 (1989) 日本産腹菌類の研究 -1- (奄美諸島・トカラ列島の自然史科学的総合研究 -1-). 国立科学博物館専報 22: 29–41.
- 吉見昭一・吹春俊光・吉村文彦・佐々木和宏・工藤定男・佐々木保美 (1998) ブタによって探索された日本新産の地下生菌 *Gautieria morchellaeformis* Vittad.. 日本菌学会 編. 日本菌学会第42回大会講演要旨集, p. 24, 日本菌学会, 東京.
- 吉見昭一・高山栄 (1986) 京都のキノコ図鑑. 京都新聞社, 京都.
- Zeller S.M., Dodge C.W. (1918) *Rhizopogon* in North America. Annals of the Missouri Botanical Garden 5: 1–36.

標本リスト

2016 年に採集した地下生菌

Truffles and truffle-like fungi collected in 2016

大前宗之

Muneyuki Ohmae

株式会社北研, 〒 321-0222 栃木県下都賀郡壬生町駅東町 7-3

Hokken Co. Ltd., 7-3 Ekihigashimachi, Mibu-machi, Shimotsuga-gun, Tochigi 321-0222, Japan

E-mail: trick.dontokoi.fungi@gmail.com

Article Info: Submitted: 22 June 2017 Published: 31 March 2018

緒言

筆者は栃木県に在住しており、自然環境調査（レッドリスト）の調査員として県内のキノコ類の発生状況について調査をしている。ここでは主にレッドリスト調査の一環として栃木県内で採集したものを中心に、筆者が 2016 年に採集した地下生菌の標本リストを提示する。また、複数人で調査を行った場合は、同行者の採集した標本についてもリストに含める。標本は熱乾燥または凍結乾燥後、神奈川県立生命の星・地球博物館（KPM）または栃木県立博物館（TPM）に収蔵した。

謝辞

本資料を作成するにあたり、栃木県内の採集許可および標本収蔵にお力添えを頂いた栃木県立博物館の坂井広人氏および標本収蔵を引き受けていただいた神奈川県立生命の星・地球博物館の折原貴道博士にこの場を借りて御礼申し上げます。また、地下生菌調査に同行していただいた山本航平博士および細野天智氏に深謝いたします。

標本リスト

表 1 に、2016 年に筆者が採集した標本をリストアップする。発生環境の保全を考慮し、一部を除く標本については、採集地情報の公開を都道府県もしくは市町村レベルに止めた。

表 1. 2016 年に採集された地下生菌リスト

標本番号	和名	学名	採集地		発生環境	採集者	同定者	個人標本番号
			都道府県	郡・市・町・区	地域			
KPM-NC 26092	<i>Diversispora</i> 属の一種 1	<i>Diversispora</i> sp. 1	栃木県	塩谷郡塩谷町	スギ植林地 リター下	大前	大前	MO558
KPM-NC 26093	<i>Hymenogaster</i> 属の一種 1	<i>Hymenogaster</i> sp. 1	栃木県	塩谷郡塩谷町	モミ樹下地中	大前	大前	MO559
KPM-NC 26094	アルボバ属 (広義) の一種	<i>Alpova</i> s. l. sp.	栃木県		ブナ科広葉樹林内 リター下	大前	大前	MO573
KPM-NC 26095	<i>Hymenogaster</i> 属の一種 2	<i>Hymenogaster</i> sp. 2	栃木県		ブナ科広葉樹林内 リター下	大前	大前	MO574
KPM-NC 26096	シンジュタケ属の一種	<i>Boninogaster</i> sp.	栃木県		竹林地中	大前	大前	MO581
KPM-NC 26097	アルボバ属 (広義) の一種	<i>Alpova</i> s. l. sp.	栃木県		ブナ科広葉樹林内 リター下	大前	大前	MO582
KPM-NC 26098	<i>Hymenogaster</i> 属の一種 3	<i>Hymenogaster</i> sp. 3	東京都	港区	スダジイ樹下	大前	大前	MO584
KPM-NC 26099	<i>Diversispora</i> 属の一種 2	<i>Diversispora</i> sp. 2	東京都	港区	スダジイ樹下	大前	大前	MO585
KPM-NC 26100	ホシミノタマケ属の一種 1	<i>Octaviania</i> sp. 1	東京都	江東区	マテバシイ樹下	大前	大前	MO591
KPM-NC 26101	<i>Hymenogaster</i> 属の一種 3	<i>Hymenogaster</i> sp. 3	東京都	江東区	スダジイ樹下	大前	大前	MO592
KPM-NC 26102	<i>Hymenogaster</i> 属の一種 3	<i>Hymenogaster</i> sp. 3	東京都	江東区	ウバメガシ樹下	大前	大前	MO593
KPM-NC 26103	ジマメタケ属の一種 1	<i>Genea</i> sp. 1	東京都	江東区	ウバメガシ樹下	山本	山本	MO594
KPM-NC 26104	セイウシヨウロ属の一種 1	<i>Tuber</i> sp. 1	栃木県		ブナ科常緑広葉樹林内 リター下	大前	大前	MO598
KPM-NC 26105	セイウシヨウロ属の一種 2	<i>Tuber</i> sp. 2	栃木県		ブナ科常緑広葉樹林内 地表	大前	大前	MO599
KPM-NC 26106	(和名なし)	<i>Rossbevera paracyanea</i>	宮崎県	延岡市	イチイガシ樹下 リター中	大前	大前	MO600
KPM-NC 26107	シラタマタケ	<i>Protuber nipponica</i>	宮崎県	延岡市	腐朽の進行した倒木の周辺地上	大前	大前	MO601
KPM-NC 26108	ツチタマタケ属の一種	<i>Rossbevera</i> sp.	宮崎県	延岡市	イチイガシ・アラカシの匍占する林内のリター中	大前	大前	MO602
KPM-NC 26109	<i>Pachyphloides conglomeratus</i> 類似種	<i>Pachyphloides</i> aff. <i>conglomeratus</i>	宮崎県	延岡市	イチイガシ・アラカシの匍占する林内のリター中	大前	大前	MO603
KPM-NC 26110	スクレロガステル属の一種 1	<i>Sclerogaster</i> sp. 1	宮崎県	東諸県郡	広葉樹の匍占する林内のリター中	大前	大前	MO604
KPM-NC 26111	ネズミツチタマタケ	<i>Rossbevera griseovelutina</i>	宮崎県	宮崎市	スダジイ樹下地中	折原	折原	MO606
KPM-NC 26112	ロウツブタケ属の一種	<i>Hydnobolites</i> sp.	宮崎県	宮崎市	スダジイ樹下地中	大前	大前	MO607
KPM-NC 26113	アオノメクロツブタケ	<i>Rossbevera eucyanea</i>	宮崎県	宮崎市	スダジイ樹下地中	大前	大前	MO608
KPM-NC 26114	ヒステランギウム属の一種 1	<i>Hysterangium</i> sp. 1	宮崎県	宮崎市	スダジイ樹下地中	大前	大前	MO610
KPM-NC 26115	セイウシヨウロ属の一種 3	<i>Tuber</i> sp. 3	宮崎県	宮崎市	スダジイ樹下地中	大前	大前	MO611
KPM-NC 26116	アルボバ属 (広義) の一種	<i>Alpova</i> s. l. sp.	栃木県	宮崎市	ハナガシ樹下地中	大前	大前	MO616
KPM-NC 26117	ホシミノタマケ属の一種 2	<i>Octaviania</i> sp. 2	栃木県		ブナ科広葉樹林内 リター下	大前	大前	MO618
KPM-NC 26118	ホシミノタマケ属の一種 2	<i>Octaviania</i> sp. 2	栃木県		スダジイ樹下地中	大前	大前	MO619
KPM-NC 26119,	ヒステランギウム属の一種 2	<i>Hysterangium</i> sp. 2	栃木県		スダジイ樹下地中	大前	大前	MO620
KPM-NC 26119,	コイシタケ (古見仮称)	<i>Russula</i> sp.	栃木県		スダジイ樹下地中	大前	折原	MO621
TPM-M-8836								
KPM-NC 26120	ヒメノガステル属の一種 4	<i>Hymenogaster</i> sp. 4	北海道	江別市	アカエゾマツ樹下 リター中	大前	大前	MO624
KPM-NC 26121	ガウチエリア属の一種	<i>Gautieria</i> sp.	北海道	江別市	トドマツ樹下地中	大前	大前	MO625
KPM-NC 26122	ガウチエリア属の一種	<i>Gautieria</i> sp.	北海道	江別市	ミズナラ樹下地中	大前	大前	MO626
KPM-NC 26123	セイウシヨウロ属の一種 4	<i>Tuber</i> sp. 4	北海道	江別市	アカエゾマツ植林地 リター中	大前	大前	MO630
KPM-NC 26124	グロムス属 (広義) の一種	<i>Glomus</i> s. l. sp.	北海道	江別市	ハンノキ属の匍占する林内地中	大前	大前	MO631
KPM-NC 26125	アズキタケ属の一種	<i>Pachyphloides</i> sp.	北海道	江別市	ミズナラ樹下 リター下	大前	大前	MO632
KPM-NC 26135	セイウシヨウロ属の一種 5	<i>Tuber</i> sp. 5	栃木県	塩谷郡塩谷町	モミ樹下地中	折原・大前	折原・大前	MO633
KPM-NC 26136	ロウツブタケ属の一種	<i>Hydnobolites</i> sp.	栃木県	塩谷郡塩谷町	モミ樹下地中	大前	大前	MO634

表 1. (続き)

標本番号	和名	学名	採集地		発生環境	採集日	採集者	同定者	個人標本番号 (MO)
			都道府県	市・町・区					
KPM-NC 26137	ニカワシヨウロ (もしくはその類似種)	<i>Protuber a cf. borealis</i>	栃木県	塩谷郡塩谷町	落枝が堆積した場所の地表面	2016/8/12	折原	折原	—
KPM-NC 26126	(和名なし)	<i>Hydnor ya cf. cubispora</i>	群馬県	利根郡片品村	オオシラビソ、コマツガの優占する林内地中	2016/9/22 ※ 3	大前	大前	MO642
KPM-NC 26127	(和名なし)	<i>Jingerdenannia lactiflua</i>	群馬県	利根郡片品村	コマツガ樹下地中	2016/9/22	大前	山本	MO644
KPM-NC 26128	スクレロガステル属の一種 2	<i>Sclerogaster</i> sp. 2	栃木県	日光市	ブナ、ウラジロモミの優占する林内の落枝上	2016/9/25	大前	大前	MO646
KPM-NC 26129	ミヤマロインタケ (折原仮称)	<i>Russula</i> sp.	栃木県	日光市	ミズナラ樹下地中	2016/9/25 ※ 3	大前	大前	MO648
KPM-NC 26130, TPM-M-8973	ロウソブタケ属の一種	<i>Hydnobolites</i> sp.	栃木県	日光市	ミズナラ、ウラジロモミの優占する樹下地中	2016/9/25	大前	大前	MO649
TPM-M-8971	アカダマタケ	<i>Melanogaster urticulatus</i>	栃木県	佐野市	スダジイ樹下地上	2016/10/22 ※ 3	細野	大前	MO650
TPM-M-8974	(和名なし)	<i>Jingerdenannia flammicorona</i>	栃木県	那須郡那須町	アカマツ樹下地中	2016/10/30 ※ 3	大前	山本	MO653
KPM-NC 26131, TPM-M-8975	ジマメタケ属の一種 2	<i>Genea</i> sp. 2	栃木県	那須郡那須町	ヤシヤブシ、ミズナラ、ダケカンパの混交林の地中	2016/10/30	大前・細野	大前	MO655
TPM-M-8976	イボセイヨウシヨウロ (広義)	<i>Tuber indicum</i> s. l.	栃木県	宇都宮市	シラカシ樹下のリター下	2016/10/30	細野	細野	MO656
KPM-NC 26132	ツチダンゴ属の一種	<i>Elaphomyces</i> sp.	奈良県	奈良市	イチイガシ樹下地中	2016/11/13	大前	大前	MO657
KPM-NC 26133	ヒステランギウム属の一種 3	<i>Hysterangium</i> sp. 3	奈良県	奈良市	イチイガシ樹下地中	2016/11/13	大前	大前	MO658
KPM-NC 26134	アカシヨウロ	<i>Rhizopogon succosus</i>	栃木県	日光市	アカマツ樹下のリター下	2016/11/20	大前	大前	MO660

※ 1 同行者：山本氏

※ 2 同行者：折原氏、細野氏

※ 3 同行者：細野氏

普及記事

トリフに寄生する核菌類のほろ苦い思い出

A bittersweet feeling about a pyrenomycetous fungus parasitic on *Tuber*

室井 哲夫

Tetsuo Muroi

兵庫県西宮市

Nishinomiya-shi, Hyogo Prefecture, Japan

E-mail: shu12-20muroi@bca.bai.ne.jp

Article Info: Submitted: 27 June 2017 Published: 31 March 2018

2012 年のある日、米国菌学会誌の *Mycologia* 104 巻 6 号が発刊されるという E メールが届き、「あっ！」という驚きと、「やっぱりな…」という諦めの気持ちが同時に湧き出てきた。そこには中国産の *Tuber* に寄生する子のう菌、*Melanospora* の新種を報告する Abstract が載っていた。だが、日本にも同じように 2 孢子性の子のうを持ち、*Tuber* に寄生する *Melanospora* が存在するのだ。しかも、30 年以上前から、私はそれを知っている。

1980 年 10 月 4 日、私は鈴鹿山系の地下生菌の探索に、滋賀県東部にある東海道本線の醒ヶ井駅から霊仙山方面に向かっていった。途中、養鱒場を過ぎたあたりから、時々思い出したように地面を掘り返していく中、珍しいものに出会った。畑に続く樹の下の方の柔らかい土を掘り起こしてみると、ふかふかの黒土の間に、黄色い綿毛に覆われ、クモの巣のように菌糸で連結した、直径 1 mm 位の球体が多数散在していた。一瞬「？」と思ったが、すぐに青カビの完全世代の一つ *Talaromyces* だと判った。土壌をアルコール処理して菌を分離するとき、かなりの確率で出現するので実験室では馴染みの菌だが、野外で結実しているのを初めて見たし、そのような観察も聞いたことが無かった。残念ながら当時はカメラを持って採集に行く習慣がなく、画像として記録できなかったことが今でも悔やまれる（持ち帰り確認したところ、*Talaromyces flavus* であった）。やっと登山口にたどり着き、山道を黙々と登っていくと前方の道の真ん中に黒い塊が目についた。嫌な予感がしたが近づいてみると、やはり、太く大きな蝸がこちらを見て警戒の姿勢をとっていた。誰も居ない山中で万一でも咬まれると助けも呼べないので、慎重に間合いを確認しながら迂回し道に戻る。黙々と歩くと、昼もとうに過ぎ、山は薄暗い斜面ばかりで探索の適地は少なく、里心が持ち上がってきたので何か見つけたら帰ろうと思い、緩やかな斜面を尾根の方に向かって登る。シイやコナラの根元

を掘り進んで行くと、尾根近くの開けた場所で、コロコロと 7 個ばかりの、小型の白い *Tuber* が出てきた。そのうちの径 1 cm の個体は半分以上が青黒く変色していた。何かに寄生されていると思い割ってみると、変色部分には黒い顆粒が点々と散在していた。ひょっとして *Microthecium* ではないかと直感した。地下生菌に寄生するのは知っていたが宿主は *Tuber* ではなかったはずだ。思いがけない収穫に蝸への恐怖心は忘れ去り、駆けるように一目散に山を降り、醒ヶ井駅から帰路に就いた。

翌々日、早速会社の顕微鏡を覗いたところ、オレンジ色の閉子のう殻の中に、平滑で褐色、細い楕円形で両端に発芽孔を備えた子のう胞子が確認できた。しかも円筒形の子のうには胞子が 2 個。2 孢子性の子のうを持つ *Microthecium* は知られておらず、明らかに新種なのだ。各器官を計測し、証拠となる写真は、会社の顕微鏡にはカメラがないので後日のためにプレパラートを作製する。一部の子のう殻から分離培養も試みた。培養できれば、仕事の合間の時間が取れるときに、ゆっくり観察できるからだ。ところが *Microthecium* は一般に培養可能であるので安心していましたが、この菌は培地上では発育してくれなかった。心配になりプレパラートを調べたら、子のうが消失している。この時初めて、永久標本用の封乳液でも子のうが溶解することを知った。あわてて標本も調べたら、元々消失性の子のうは消えていた。大事な 2 孢子性の子のうを証明する手段が失われてしまった。

2 度目の出会いは 1997 年 9 月 5 日、単身赴任で岩手県に住んでいた時だ。会社の同僚達に誘われて江刺市へマツタケ採りに出かけた。あまり知られていないが、岩手県はマツタケ生産量で全国 1、2 を争う県である。関西のマツタケ山は、シーズン中は止め山になるが、当時の岩手県では短い期間だけ止め山とし、それ以外は自由に入山できる山が何ヶ所あった。

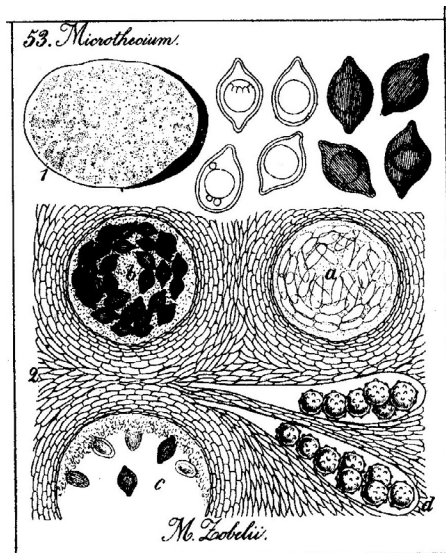


図1. *Choiromyces meandriformis* に寄生する *Microthecium zamiae* (= *Melanospora zamiae*). Zobel (1854) より転載.

地元出身の同僚が連れて行ってくれた山は、急斜面を登った尾根筋にシロがある。一応客分扱いなので先を歩かせてもらったが、初めての松茸狩りで要領が判らず、目を皿のようにして進むが見つけられない。後ろで「あった」の声。なんと今歩いて来たその場所で、案内の同僚が落ち葉の下に、蕾の開かない形の良い松茸を見つけていた。その後も一生懸命探すが見つめることが出来ず、トボトボと帰りの尾根筋を無意識で熊手で掻いていたら、コロッと小さな塊が出てきた。白い *Tuber* で部分的に青みがかった。前回の経験で同じものと直ぐに判った。が、出先の事業所には化学物質の結晶の形を確認するための簡単な顕微鏡しかなく、今回も子のうと胞子の形を確認した後は、標本として保存するしか術は無かつ

た。2回も出会えたのだから3回目もきつとあるはずだと念じながら現在に至る。

ところで *Melanospora* とはどのような子のう菌だろうか。Guarro et al. (2012) によると、子のう果は子のう殻型（開口部がある）で稀に閉子のう殻型、その壁は薄く、淡黄色から赤褐色で内部が透けて見える。子のうは単一の膜で、通常は8孢子性、明瞭な先端構造は無く、消失性。子のう胞子は暗色の1細胞で、楕円形からレモン状、稀に円盤状から紡錘状、表面は平滑又は稀に隆起を生じ両端に押し潰された様な発芽孔を有す。従来は、このような形状の菌を、子のう果に開口部があれば *Melanospora*、閉子のう殻なら *Microthecium* とされていたが、Cannon & Hawksworth (1982) は、その類縁種を再整理した際に当時の知見に基づき、子のう果の開口部の有無は分類の基準とはせず、子のう胞子の発芽孔の形状を重視して *Microthecium* を廃し、*Melanospora* と Clements (1909) が創設していた *Sphaerodes* に再編して現在に至っている。この仲間は土壌や草食獣の糞からもしばしば分離されるが、他の糸状菌との共生又は寄生関係が類推されている。

そもそも、子のう菌類系の地下生菌に *Melanospora* 等の核菌類が寄生することは昔から知られていた。地下生菌研究史の黎明期には Zobel (1854) がチェコスロバキアの *Choiromyces meandriformis* に寄生する *Microthecium zamiae* (= *Melanospora zamiae*) を (図1)、Tulasne & Tulasne (1851) はフランスで *Choiromyces* や *Hydnocystis* に寄生する菌 (*Melanospora zobelii*) を図譜に著している (図2)、アメリカでは Harkness (1899) が *Pseudohydnotrya carneae* (= *Geopora harknessii*) に寄生する *Sphaeria setchellii* (= *Melanospora setchellii*) を報告している。引き続き散発的に発見が続いたが、

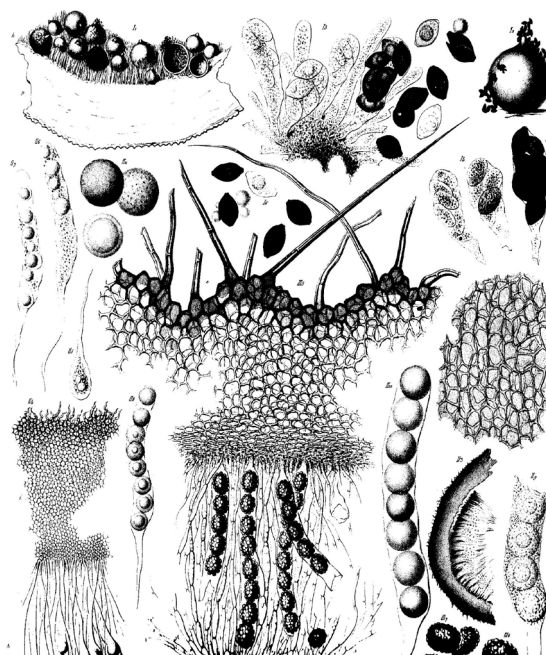


図2. *Melanospora zobelii*. Tulasne & Tulasne (1851) より転載.

表1. 日中間のトリフ寄生 *Melanospora* の比較.

	日本産の <i>Melanospora</i> sp.	中国産の <i>Melanospora subterranea</i>
宿主	<i>Tuber</i> sp. (白色, 小型, 網目状孢子)	<i>T. indicum</i> , <i>T. huidongense</i>
子のう果	閉子のう殻, 径 150–250 μm	閉子のう殻, 径 200–250 μm
子のう	2 孢子性, 60–75 $\times$ 12–14 μm	2 孢子性, 45–60 $\times$ 15–20 μm
子のう孢子	細い楕円形, 22–30 $\times$ 9–11 μm	レモン形, 15–22.5 $\times$ 10–15 (–17.5) μm

この分野でのまとまった業績では、Udagawa & Cain (1969) があり、*Geopora harknesii* 及び *G. graveolens* 上の *Microthecium geopora* や他の種を紹介している。その後、Kers (1974) はスウェーデンの *Geopora* に寄生する 3 種類の *Melanospora* 及び *Microthecium* を報告し、更に Hawksworth & Udagawa (1977) はオーストラリアから *Labyrinthomyces tessellatus* に寄生する *Microthecium beatonii* (= *Sphaerodes beatonii*) 及び *Sphaerozone* 上に発生した *Microthecium perplexum* (= *Sphaerodes perplexa*) を記載している。しかし *Tuber* に寄生する *Melanospora* の存在は Fan et al. (2012) による発見まで報告されていなかった。

さて、最後に日本産と中国産のトリフ寄生 *Melanospora* の比較表を作成してみた (表1)。眺めてみると、日本産の方は孢子が大きく、形状も細長いように見える。どうやらまだ新種の可能性が残っているのかもしれない。1 回目と 2 回目の遭遇の間が 17 年、今年は 2 回目から 20 年目。そろそろ 3 回目の出会いが有るのだろうか。

引用文献

Cannon P.F., Hawksworth D.L. (1982) A re-evaluation of *Melanospora* Corda and similar Pyrenomycetes, with a revision of the British species. *Botanical Journal of the Linnean Society* 84: 115–160.

Clements F.E. (1909) The genera of fungi. The H.W.Wilson Company, Mineapolis.

Fan L., Hou C., Cannon P.F., Li Y. (2012) A new species of *Melanospora* on truffles from China. *Mycologia* 104: 1433–1442.

Guarro J., Gené J., Stchigel A.M., Figueras M.J. (2012) Atlas of soil Ascomycetes. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht.

Harkness H.W. (1899) Californian hypogeous fungi. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 3rd series 1: 241–292.

Hawksworth D.L., Udagawa S. (1977) Contribution to a monograph of *Microthecium*. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 18: 143–154.

Kers L.E. (1974) The Swedish Geopora and their Pyrenomycete infections. *Svensk Botanisk Tidskrift* 68: 344–354.

Tulasne L.R., Tulasne C. (1851) Fungi hypogaei, histire et monographie des champignons hypogae. *Friedric Klincksieck, Paris*.

Udagawa S., Cain R.F. (1969) Notes on the genus *Microthecium*. *Canadian Journal of Botany* 47: 1915–1933.

Zobel J.B. (1854) *Iconum fungorum hucusque cognitorum*, vol. 6. In: Corda A.C.J. (ed.) *Abbildungen von Pilzen und Schwaemmen. Friderici Ehrlich*, Prague.

普及記事

アカダマタケ (*Melanogaster utriculatus*) の分類学的扱いの変遷について

Historical changes in the taxonomic treatment of *Melanogaster utriculatus* (Paxillaceae, Boletales)

大前宗之^{1*}, 山本航平², 折原貴道³Muneyuki Ohmae^{1*}, Kohei Yamamoto², Takamichi Orihara³¹ 株式会社北研, 〒321-0222 栃木県下都賀郡壬生町駅東町 7-3

Hokken Co. Ltd., 7-3 Ekihigashimachi, Mibu-machi, Shimotsuga-gun, Tochigi 321-0222, 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

³ 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

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: trick.dontokoi.fungi@gmail.com

Article Info: Submitted: 27 June 2017 Published: 31 March 2018

緒言

メラノガステル属 *Melanogaster* Corda はイグチ目ヒダハタケ科に分類される、地下生菌からなる属である。国内からは、*M. broomeanus* Berk., *M. fusisporus* Y. Wang, *M. intermedius* (Berk.) Zeller & C.W. Dodge および *M. utriculatus* Y. Wang, Castellano & Trappe の4種が記録されている (勝本, 2010)。本属に属するアカダマタケには国内のほとんどの図鑑で *M. intermedius* の学名が充てられているが、佐々木ほか (2016) は *M. utriculatus* の学名を充てており、統一見解が得られていない。そこで本稿では、国内で比較的頻繁に採集される種であるアカダマタケの分類学的扱いについて、過去の文献を基に論考する。

日本産アカダマタケの分類学的背景

筆者らの知る限り、国内で初となるメラノガステル属菌の報告は、1971年、月刊誌「菌蕈」に掲載された吉見昭一氏の記録にさかのぼる。吉見 (1971) は、相良直彦博士が採集した京都府および大分県産標本に基づき "*M. nipponica* Sagara et Yoshimi sp. nov." として記載し、これにアカダマタケの和名を与えた。しかし、これはラテン語記載を伴わない、命名規約上非合法なものであった。吉見 (1971) はアカダマタケの標本 (No. 2237) に基づく子実体のスケッチ、ならびに検鏡図や写真を掲載し (図1)、さらに日本語による形態記載

も行った。興味深いことに、本種の形態記載と検鏡図において「短毛状突起」と表現される胞子表面から伸長する特異な毛状構造の存在が示されている (図1 “plate II”)。また、アカダマタケと類似した形状の胞子を持つ *M. intermedius* と比較して、「胞子の大きさ、形は同じであるが、短毛状突起はないのが区別点である」と明記されており、吉見氏が短毛状突起の有無を種の識別上重要な形質であると認識していたことが窺われる。ところが1980年代以降、アカダマタケの学名には同氏によって *M. intermedius* が適用されるようになった (吉見・高山, 1986)。吉見・本郷 (1989) は *M. nipponica* と命名した当初の標本 (No. 2237) の子実体のスケッチ (図1 “plate I”) を再掲したが、ここでも学名は *M. intermedius* に変更されている。その後、他の多くの図鑑において同様にアカダマタケの学名として *M. intermedius* が採用されたため (例: 今関ら, 1988; 本郷, 1994)、アカダマタケの学名として *M. intermedius* が定着した。

一方、吉見氏が最初に報告したアカダマタケの標本 (吉見 No. 2237) は、海外の研究者に渡り、*M. utriculatus* として正式に新種記載された (Wang et al. 2005)。Wang et al. (2005) はこの標本について、相良博士が1970年10月に京都市内で採集したもので、標本番号は OSC Yoshimi #2237 であることを明記している。すなわち、アカダマタケの標本 (吉見 No. 2237) は、吉見 (1971) によって非合法名である *M. nipponica* が与えられた後、同氏により既知種の *M. intermedius*

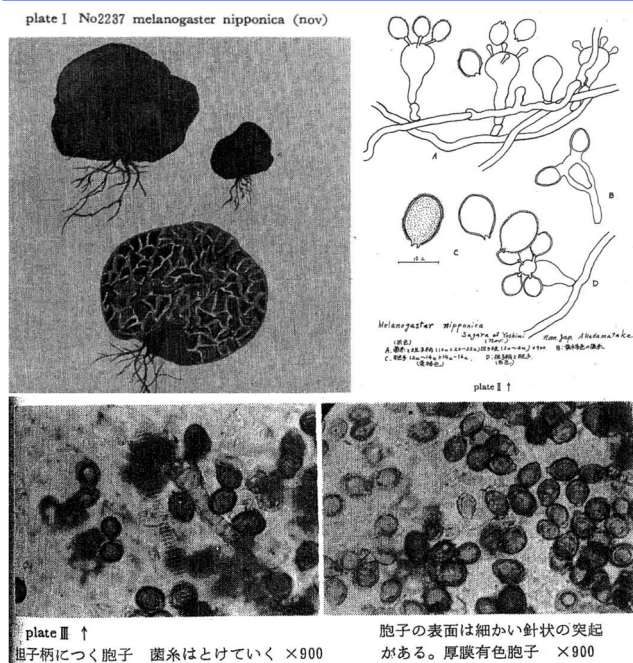


図1. 吉見（1971）によるアカダマタケ *Melanogaster nipponica* の図（引用元より転載）。plate I: 標本（吉見 No. 2237）の子実体外観および断面図（同一図は吉見・本郷（1989）にも掲載）。plate II: 検鏡図。plate III: 検鏡写真。

と再同定され（吉見・本郷, 1989）、最終的に Wang et al. (2005) によって *M. utriculatus* として正式に新種記載されるという複雑な経緯を辿った。佐々木ほか（2016）はアカダマタケの学名に *M. utriculatus* を採用する一方、本属未同定種のアナアキアカダマタケについて「本種は *Melanogaster intermedius* とされていた」と述べている。しかし、上述した分類学的背景を考慮すると、国内で *M. intermedius* とされていた種は *M. utriculatus* であると考えるのが妥当である。

続いて、吉見（1971）に示された短毛状突起について論考する。アカダマタケの胞子を観察すると、表面が平滑（図2A）、粗面（図2B）、さらには針状（図2C）に見える胞子が確認される。これは胞子表面を覆う透明な膜に可塑性があることに由来すると考えられる。すなわち、吉見（1971）が観察した「短毛状突起」は、胞子表面のしわ状の透明な膜を、毛状の突起と誤認識したことに由来すると推察される。吉見氏のアカダマタケの観察記録を辿ると、1971 年は「短毛状突起」（吉見, 1971）、1986 年は「細針状突起」と記述されているが（吉

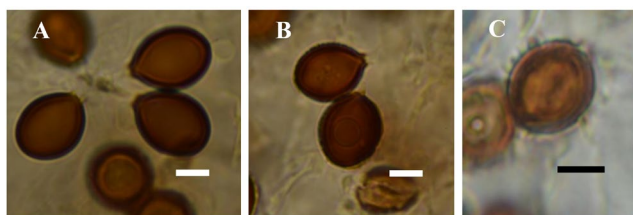


図2. 栃木県産アカダマタケ *Melanogaster utriculatus* (TPM-M-8971、栃木県立博物館収蔵) の透明な膜に覆われた胞子。A: 平滑に見える胞子。B: 粗面に見える胞子。C: 針状に見える胞子。スケール: 5 μm。

見・高山, 1986)、1989 年には、「胞子表面は付着物によって粗面に見える」と記述されており（吉見・本郷, 1989）、胞子の突起とみなした記述が見られなくなってゆく。最終的に吉見氏は、胞子表面のこのような構造を、種の識別上さほど重要視せず、胞子サイズや形状の類似した *M. intermedius* と同定したと推定される。一方、Wang et al. (2005) は胞子表面の構造を透明な膜とみなし、この特徴をもとに新種と判断し、*M. utriculatus* として記載するに至った。

上記の検討結果から、アカダマタケの正名としては佐々木ほか（2016）と同様、*M. utriculatus* を採用し、非合法名である *M. nipponica* および国内産 *M. intermedius* については *M. utriculatus* のシノニムとして扱うのが妥当と考えられる。この結果に基づき、以下にアカダマタケの分類学的位置について再定義を行う。

***Melanogaster utriculatus* Y. Wang, Castellano et Trappe, Mycotaxon 93: 315. 2005.**

= *Melanogaster nipponica* Sagara et Yoshimi, Kinjin 17 (3): 31. 1971, nom. inval.

= *Melanogaster intermedius* (Berk.) Zeller et C.W. Dodge sensu Yoshimi et Hongo in Imazeki et Hongo, Colored illustration of mushrooms of Japan Vol. II. 201. 1989.; non Zeller et C.W. Dodge, 1936.

謝辞

本報告を作成するにあたり、快くアカダマタケの標本を収蔵していただいた、栃木県立博物館の坂井広人氏、ならびに供試標本を提供いただいた宇都宮大学農学部の細野天智氏に深謝いたします。また、月刊誌「菌茸」に掲載された吉見昭一氏の記事から図を転載するにあたり、許可を頂いた一般財団法人日本きのこセンター菌茸研究所の福政幸隆博士、ならびにご協力いただいた長澤栄史氏にこの場を借りて御礼申し上げます。

引用文献

- 本郷次雄 監修（1994）山溪フィールドブックス（10）きのこ。山と溪谷社、東京。
- 今関六也・大谷吉雄・本郷次雄（編）（1988）日本のきのこ。山と溪谷社、東京。
- 勝本謙（2010）日本産菌類集覧。日本菌学会関東支部、千葉。
- 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。
- Wang Y., Castellano M., Trappe J.M. (2005) *Melanogaster utriculatus* sp. nov. from Japan. Mycotaxon 93: 315–317.
- 吉見昭一（1971）分類・腹菌類（二）。菌茸 17(3): 31–33. [Yoshimi S. (1971) Bunrui Fukkinrui II. Kinjin 17(3): 31–33.]

- 吉見昭一・本郷次雄（1989）腹菌亜綱．今関六也・本郷次雄（編），原色日本新菌類 図鑑（II），pp. 193-228，保育社，大阪．[Yoshimi S., Hongo T. (1989) Gasteromycetidae. In: Imazeki R., Hongo T. (eds.) Colored illustrations of mushrooms of Japan, vol II. Hoikusha, Osaka, pp. 193-228.]
- 吉見昭一・高山栄（1986）京都のキノコ図鑑．京都新聞社，京都．
-