

©oso

**Bulletin of the Japanese Association for Truffle Science**

Volume 2, Issue 1, March 2019

Truffology

(日本地下生菌研究会会報)

第2卷1号(2019年3月)

# Contents

(Volume 2, Issue 1, March 2019)

## Original peer-reviewed articles

- Kohei Yamamoto, Muneyuki Ohmae, Takamichi Orihara: First report of a hypogeous fungus, *Pachyphlodes nemoralis* (Pezizaceae) from subalpine forest in Japan (in English) ..... 1
- Kohei Yamamoto, Yusuke Takashima, Mai Suyama, Teruhisa Masaki, Yousuke Degawa: A sporocarpic species of Glomeromycotina, *Glomus radiatum* new to Japan (in English) ..... 6
- Takamichi Orihara, Kohei Yamamoto, Kentaro Hosaka: Distribution, phylogeny and taxonomic treatment of a truffle-like fungus *Rhizopogon boninensis* (Rhizopogonaceae, Boletales) (in Japanese with an English abstract and taxonomic description) ..... 10

## Observations

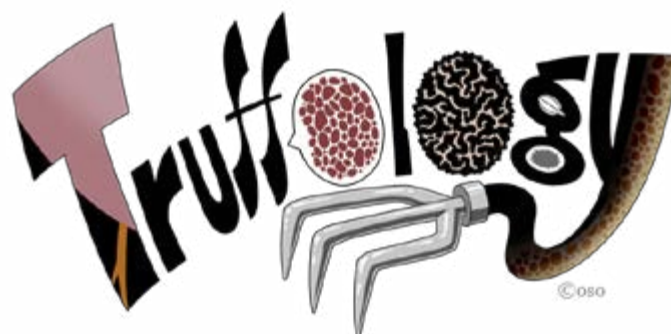
- Takamichi Orihara: First discovery of *Rhizopogon togasawariana* (Rhizopogonaceae, Boletales) from Wakayama Prefecture, Japan (in Japanese with an English figure legend) ..... 18
- Shuji Sano: Truffle-like fungi collected from Kyoto and Nara Prefectures, Japan, in 2018 (in Japanese) .... 20

## Specimen lists

- Kohei Yamamoto, Hiroto Sakai: Truffles and truffle-like fungi collected in 2017 and 2018 in Tochigi Prefecture (in Japanese) ..... 23

## Essays and other articles

- Muneyuki Ohmae: A record of the field trip of sequestrate fungi in Bonin Islands, Japan (in Japanese) ..... 26
- Tomoya Hirao: *Hydnotrya* and greed sensor (in Japanese) ..... 33
- Kinoko Toyoda: Report of the "Kinoko night vol. 7" event (in Japanese) ..... 36



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

# First report of a hypogeous fungus, *Pachyphlodes nemoralis* (Pezizaceae) from subalpine forest in Japan

## 亜高山帯樹林にて発見された日本新産地下生菌、*Pachyphlodes nemoralis* (チャワンタケ科)

Kohei Yamamoto<sup>1\*</sup>, Muneyuki Ohmae<sup>2</sup>, Takamichi Orihara<sup>3</sup>  
山本 航平<sup>1\*</sup>, 大前 宗之<sup>2</sup>, 折原 貴道<sup>3</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>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

<sup>3</sup>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

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

### Abstract

During the course of field surveys in subalpine forests in Japan, unfamiliar hypogeous ascomata were collected from Nagano Prefecture. After morphological observations of the specimens and molecular identifications based on their nuclear ribosomal DNA sequences, we concluded that the specimens were identical to *Pachyphlodes nemoralis* (Pezizaceae, Pezizales), which was recently described from Europe. This species is characterized by a warty dark brown excipulum and ascospores covered with a perispore. This is the first record of *P. nemoralis* from non-European countries.

### 要旨

日本国内の亜高山帯樹林における調査の過程で、子嚢菌門に属する地下生菌の一種が長野県内で採集された。本種について子実体の外部形態および微細構造の観察を行った。また、子実体より得られた核リボソーム DNA の塩基配列を用いて分子同定を行った。その結果、本種は欧州以外からは初記録となる *Pachyphlodes nemoralis* (アズキタケ属、チャワンタケ科、チャワンタケ目) と同定された。本種は子嚢胞子表面に胞子外膜を有するという著しい特徴で類似種と識別される。暗褐色で疣状の外皮を有する肉眼的特徴に基づき、和名をクロアレハダアズキタケとする。

Article Info: Submitted: 20 December 2018 Accepted: 6 March 2019 Published: 28 March 2019

### Introduction

Diversity and ecology of subalpine hypogeous (truffle-like) fungi has been clarified on a relatively large scale in North America (e.g., Trappe, 1988). A large number of unique species were described from this vegetation type in USA (e.g., Cázares & Trappe, 1990, 1991a, b; Trappe & Castellano, 2000) and China (e.g., Chen et al., 2016; Chen & Fan, 2018; Liu, 1998). In Japan, subalpine forests are located in Hokkaido, Japanese Alps

in central Honshu, and the central montane area of Shikoku. Drs. Sanshi Imai and Yosio Kobayasi sporadically reported several new species of hypogeous fungi from subalpine forests in Hokkaido and central Honshu, i.e., *Barssia yezomontana* (Kobayasi) Trappe (= *Phymatomyces yezomontanus*) (Kobayasi, 1937), *Elaphomyces fragilisporus* S. Imai (Imai, 1939), and *E. subvariegatus* S. Imai (Imai, 1934) from Hokkaido, and *E. nikkoensis* S. Imai (Imai, 1938), *E. titibuensis* Kobayasi (Kobayasi, 1960), and

*Hymenogaster ozeensis* Kobayasi (Kobayasi, 1979) from central Honshu.

Based on our bibliographic survey, it is suggested that there is unexpected diversity of hypogeous fungi in Japan (at least 180 species of 48 genera (including seven genera described based on Japanese species) in 27 families; Yamamoto & Orihara, 2018), although the progress of taxonomy of Japanese subalpine hypogeous fungi became stagnant in 1980s thereafter. Thus, further field samplings and systematic studies with phylogenetic approaches of subalpine species are required to unravel the true diversity of those fungi in Japan and the surrounding regions.

In the past few years, the taxonomy of Japanese hypogeous or truffle-like fungi has rapidly progressed, and, accordingly, the diversity of subalpine hypogeous mycoflora has received attention: since 2010, four new species (i.e., *Octaviania asahimontana* Orihara (Orihara et al., 2012), *Rhizopogon alpinus* T. Koizumi & K. Nara, *R. nitidus* T. Koizumi & K. Nara (Koizumi & Nara, 2016) and *Endogone corticioides* Koh.Yamam., Degawa & A. Yamada (Yamamoto et al., 2017)) and five species new to Japan (i.e., *E. incrassata* Thaxt., *E. pisiformis* Link, *Jimgerdemannia flammicorona* (Trappe & Gerd.) Trappe, Desirò, M.E. Sm., Bonito & Bidartondo, *J. lactiflua* (Berk. & Broome) Trappe, Desirò, M.E. Sm., Bonito & Bidartondo (Yamamoto et al., 2015) and *Chamonixia caespitosa* Rolland (Orihara et al., 2016)) have been described from subalpine regions in Hokkaido and central Honshu.

In the summer of 2016, a hypogeous ascomycete species previously unrecorded from Japan was collected from a subalpine forest dominated by *Betula ermanii* Cham. In this study, we critically examined the taxonomic placement of the specimen based on morphological observation and molecular identifications.

## Materials and methods

### Morphological observations

Hypogeous ascomata were collected by raking litter and soil from a subalpine *B. ermanii* dominated forest with a few young *Abies veitchii* Lindl. in Sakuho-machi, Nagano Prefecture in August and September of 2016. For light microscopy, hand-cut sections of both fresh and dried specimens were mounted in water, lacto-glycerol, cotton blue, or 5% KOH. Melzer's solution was used for the observation of any amyloid reaction of asci. Dimensions of ascospores were measured from water-mounted sections. All measurements were performed with PhotoRuler 1.1.3 (<http://inocybe.info/>). Ascospore surfaces were observed

using a scanning electron microscope (SEM) (TM4000Plus, Hitachi, Tokyo, Japan). Gleba fragments were immersed in 8% ionic liquid (1-ethyl-3-methyl-imidazolium tetrafluoroborate) for conductive treatment (Yanaga et al., 2012), and observed under accelerating voltage of 15 kV. All specimens were freeze-dried and oven-dried at 60°C overnight, and deposited in Kanagawa Prefectural Museum of Natural History (KPM) in Japan.

### DNA extraction, PCR amplification, and DNA sequencing

Total DNA was extracted from a dried specimen (KPM-NC 26845) following a slightly modified procedure of Izumitsu et al. (2012): before heating in a microwave, an ascoma fragment ca. 1 mm<sup>3</sup> was crushed thoroughly using a pestle. PCR amplification of the internal transcribed spacer (ITS) region and the large subunit (LSU) of nuclear ribosomal DNA followed the protocol in Orihara et al. (2012). PCR primer pairs were ITS1F (Gardes & Bruns, 1993) and ITS4 (White et al., 1990) for ITS, and LR0R and LR5 (Vilgalys & Hester, 1990) for LSU. Cycle sequencing of amplicons and Sanger sequencing followed the protocol in Orihara et al. (2012). The resulting bidirectional sequences were edited with 4Peaks 1.8 (<http://nucleobytes.com/4peaks>) and assembled with MEGA X (Kumar et al., 2018). Newly generated ITS and LSU sequences were deposited in the DNA Data Bank of Japan (DDBJ; <http://www.ddbj.nig.ac.jp>) under LC438538 and LC438539, respectively. DNA sequence similarity was examined using the National Center for Biotechnology Information (NCBI) nucleotide BLAST search ([https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE\\_TYPE=BlastSearch](https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE_TYPE=BlastSearch)).

## Results

The ascomata were found under litter near the *B. ermanii* trees growing on a slope covered with *Carex* sp. (Fig. 1A). Two mature and one old ascomata were collected on 27 August and 3 September of 2016, respectively. Those specimens (KPM-NC26845 and KMP-NC26847) were morphologically identical to *Pachyphlodes nemoralis* Hobart, Bóna & Conde in the warty dark brown ascoma with double-layered excipulum, an olive gleba with yellowish sterile veins, mostly 8-spored, pyriform, non-amyloid asci, and globose ascospores with small spines whose tips are inflated to form a perispore (Healy et al., 2015). Nucleotide sequence similarities of ITS and LSU sequences between KPM-NC 26845 and the holotype of *P. nemoralis* (ITS: NR\_158792; LSU: NG\_060093) were 99.2% (599/604) and 99.8% (808/810), respectively. Accordingly, we identified the Japanese specimens as *P. nemoralis*. Detailed morphology of the Japanese specimen is given below.



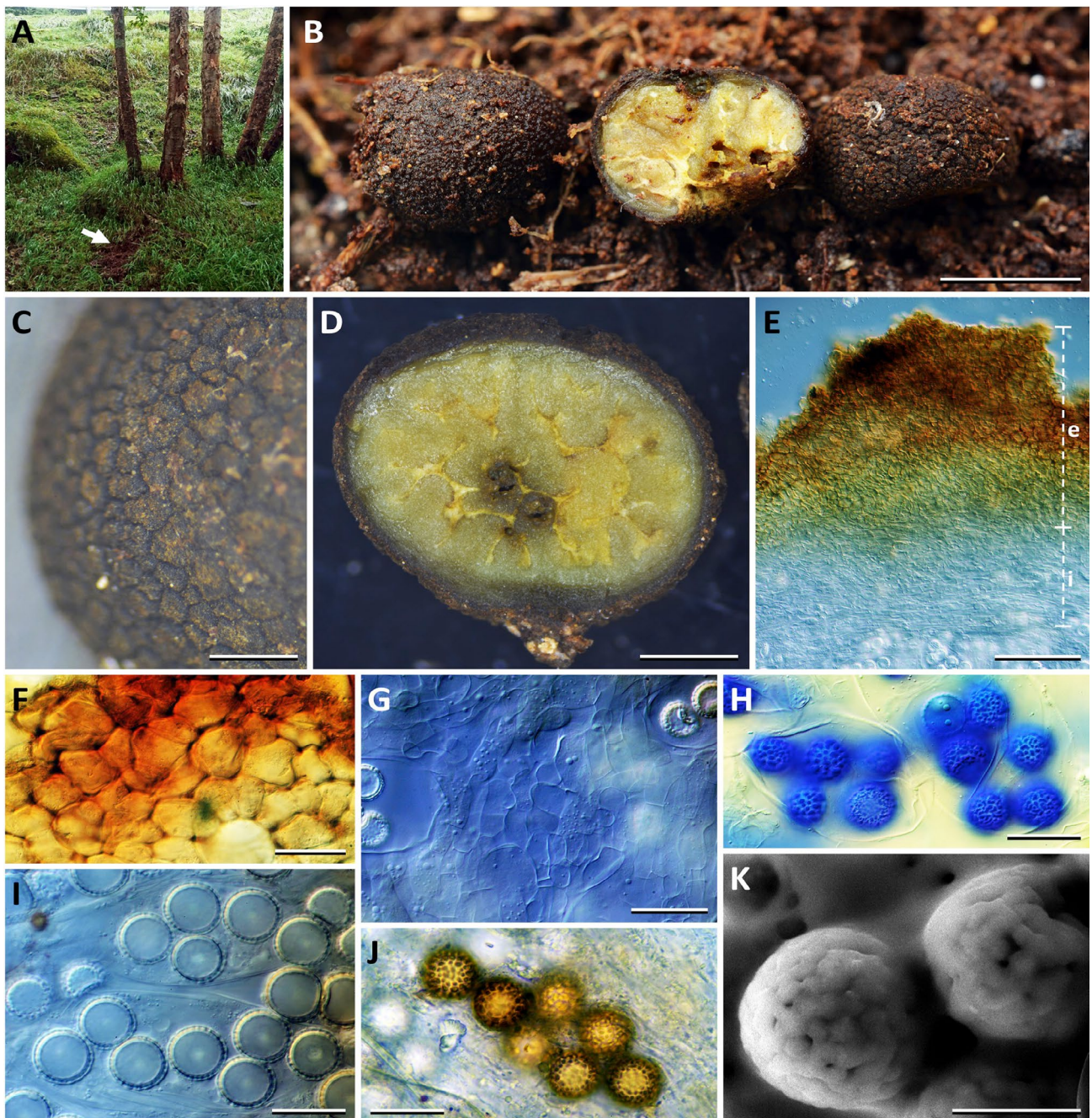


Fig. 1. *Pachyphlodes nemoralis* collected from Nagano Prefecture, Japan (B–H, J: KPM-NC 26845; I, K: KPM-NC 26847). E, G, I: differential interference contrast microscopy; F, H, J: bright-field microscopy; K: SEM. A: Habitat. Arrow indicates the position of ascomata. B: Ascomata. C: Surface of ascoma. D: Gleba and basal tuft. E: Double layered excipulum mounted in lacto-glycerol. Ectal- (e) and ental-exipula (i) are indicated. F: Cells of warts mounted in lacto-glycerol. G: Glebal hyphae mounted in lacto-glycerol. H, I: Ascospores in asci mounted in cotton blue (H) and lacto-glycerol (I). J: Fully matured ascospores mounted in water. K: Perispore covering the surface of ascospores. Bars: B 5 mm; C 1 mm; D 2mm; E 100  $\mu$ m; F, H–J 20  $\mu$ m; G 30  $\mu$ m; K 10  $\mu$ m.

図 1. 長野県産 *Pachyphlodes nemoralis* (B–H, J: KPM-NC 26845; I, K: KPM-NC 26847)。微細構造はラクトグリセロール (E–G, I)、コットンブルー (H) および水 (J) で封入時を示す。E, G, I は微分干渉顕微鏡像。F, H, J は明視野顕微鏡像。K は走査型電子顕微鏡像を示す。A: 発生地。矢印は子実体の発生位置を示す。B: 子実体。C: 子実体表面。D: グレバおよび基部菌糸束。E: 外皮の表層 (e) および内層 (i)。F: 子実体表面の突起を構成する細胞。G: グレバを構成する菌糸。H, I: 子嚢内の子嚢胞子。J: 成熟した子嚢胞子。K: 胞子外膜を有する胞子表面。スケール: B 5 mm; C 1 mm; D 2mm; E 100  $\mu$ m; F, H–J 20  $\mu$ m; G 30  $\mu$ m; K 10  $\mu$ m。

*Pachyphlodes nemoralis* Hobart, Bóna & A. Paz, Ascomycete. org 7: 363, 2015.

Fig. 1.

Ascoma hypogeous, solitary, ptychothecium, globose to depressed globose, 8–11  $\times$  7–9 mm in diam; surface dark brown and covered with dense, angular warts (Fig. 1B, C); sometimes

brown basal tuft present (Fig. 1D). Odor not distinctive. Excipulum composed of two layers (Fig. 1E); ectal-excipulum orange- to yellow-brown in 5% KOH, 170–270  $\mu$ m thick, with warts, 80–170  $\mu$ m high, composed of textura angularis (Fig. 1F), cells up to 30  $\mu$ m wide, wall up to 1.5  $\mu$ m thick, brown pigment soluble in 5% KOH; ental-excipulum hyaline, 110–250



µm thick, composed of textura prismatica with thin walls. Gleba solid, olive green, with sinuate, branched yellow sterile veins (Fig. 1B, D); glebal hyphae hyaline, 7.3–11.1 µm in diam. (Fig. 1G). Asci irregularly distributed among interwoven glebal hyphae; mostly pyriform or variable in shape (Fig. 1H, I), 84–91 µm long (excluding pedicel), 38–45 µm wide, containing 8 biseriate spores, walls up to 1.2 µm thick, inamyloid. Ascospores globose, 14.8–16.5 µm in diam, mean 15.6 µm (n = 30, excluding ornamentation), pale yellow (Fig. 1I) or occasionally yellow brown (Fig. 1J); densely or sparsely covered with small spines (Fig. 1H), 0.8–1.5 µm long, mean 1.1 µm (n = 30); thin perispore developing from the inflated tips of spines covering spore surface (Fig. 1K).

**Specimens examined:** JAPAN, Nagano Prefecture, Sakuho-machi, near Mugikusa-toge, alt. 2100 m, hypogeous under young *B. ermanii*, 27 Aug. 2016, K. Yamamoto, KPM-NC 26845 (dupl.: TNS-F-85741); *ibid.*, 3 Sep. 2016, K. Yamamoto, KPM-NC 26847 (dupl.: TNS-F-85742).

## Discussion

Although the asci (76–126 µm long) and the spore ornamentation (1–3.5 µm high) of original description of *P. nemoralis* (Healy et al., 2015) are larger than Japanese specimens, other micro measurements of Japanese specimens fall within those of original description (i.e., the thickness of excipulum (140–253 µm in ectal-excipulum and 152–349 µm in ental-excipulum) and the dimension of ascospore excluding ornamentation (13.2–16.8 µm)).

*Pachyphlodes nemoralis* and its relative *P. pfisteri* Tocchi, M.E. Sm. & Healy are the only described members of the /*nemoralis* clade of *Pachyphlodes*, and are characterized by brown to dark brown ascomata and the presence of a perispore that develops from the coalescence of accumulated secondary wall material at the spine tips (Healy et al., 2015). The ascoma of *P. nemoralis* is covered with dark brown angular warts, while *P. pfisteri* has a greenish tinge and is covered with irregularly distributed conical warts. In addition, both ectal- and ental-excipula of the former are much thicker. The identity of the Japanese specimens to *P. nemoralis* were confirmed not only morphologically but by the high nucleotide similarity of the ITS and LSU sequences. In Japan, three other *Pachyphlodes* spp. have been recorded: *P. citrinus* (Berk. & Broome) Doweld (Trappe, 1976) and two unidentified species (*Pachyphloeus* sp. 1 and 2 in Sasaki et al. (2016)). These species are clearly different from *P. nemoralis* in color of ascomata. Healy et al. (2013) reported that *Pachyphlodes*

forms asexual mitotic spore mats. In the /*nemoralis* clade, *P. pfisteri* forms pale pink to cream white mitotic spore mats, while the asexual form of *P. nemoralis* has never been found (Healy et al., 2015). Although we attempted to detect the spore mats of *P. nemoralis*, it has not been successful so far.

Distribution of *P. nemoralis* has been restricted to Europe, i.e., United Kingdom (type locality), Denmark, France, Germany, Hungary, Italy, Poland, Romania, Spain, and Sweden (Healy et al., 2015). On the other hand, *P. pfisteri* and some unidentified sequences from ectomycorrhizae (ECM) and mitotic spore mats in the /*nemoralis* clade are restricted to North America (Healy et al., 2015). Hence *P. nemoralis* is the first species of this clade from Asia. It is suggested that species in the /*nemoralis* clade include ECM mycobionts of *Fagus*, *Quercus*, and *Populus* (Healy, 2013; Healy et al., 2015). In Japan, the vegetation of the *P. nemoralis* habitat was dominated by *B. ermanii*, with a few *A. veitchii*, and neither fagaceous trees nor other ECM trees grew there. In addition, the ascomata were found just under *B. ermanii*. Therefore, the Japanese specimens are most likely to form ECM with *B. ermanii*. Because *B. ermanii* is widely distributed within subalpine regions in Japan, *P. nemoralis* may also have a similar distribution.

According to the ITS phylogeny of the /*nemoralis* clade, the Eurasian species *P. nemoralis* formed one of the terminal lineages (Healy, 2013; Healy et al., 2015). On the other hand, seven other species-level clades including *P. pfisteri* are mostly composed of sequences from North America (Healy, 2013; Healy et al., 2015). This suggests that North America is the center of species diversity of the /*nemoralis* clade. Future multi-locus phylogenetic analyses including our Japanese specimens could be beneficial for the understanding of the diversification of this clade.

## Acknowledgements

This study was partially supported by JSPS KAKENHI Grant-in-Aid for Young Scientists (B) (no. 17K15184) and the Grant-in-Aid from Institute for Fermentation, Osaka (IFO).

## References

- Cázares E., Trappe J.M. (1990) Alpine and subalpine fungi of the Cascade Mountains. 1. *Hymenogaster gracialis* sp. nov. Mycotaxon 38: 245–249.
- Cázares E., Trappe J.M. (1991a) Alpine and subalpine fungi of the Cascade and Olympic Mountains. 2. *Macowanites lymanensis* sp. nov. Mycotaxon 42: 333–338.
- Cázares E., Trappe J.M. (1991b) Alpine and subalpine fungi of the

- Cascade and Olympic Mountains. 3. *Gastroboletus ruber* comb. nov. *Mycotaxon* 42: 339–345.
- 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.
- Chen J., Sun L.-H., Su Y., Zhao W.-Q., Liu P.-G. (2016) *Choiromyces helanshanensis* sp. nov., a new species of subterranean truffle from China. *Mycoscience* 57: 279–286.
- Chen M., Fan L. (2018) *Leucangium carthusianum* var. *purpureum*, a new purple truffle from China. *Phytotaxa* 347: 165–175.
- Healy R. (2013) Molecular systematics and morphological congruence in the Pezizales and Neolectales (Ascomycota): three case studies. Dissertation, University of Minnesota, USA.
- Healy R., Hobart C., Tocci G.E., Bóna L., Merényi Z., Paz Conde A., Smith M.E. (2015) Fun with the discomycetes: revisiting collections of Korf's anamorphic Pezizales and Thaxter's New England truffles leads to a connection between forms and the description of two new truffle species: *Pachyphlodes pfisteri* and *P. nemoralis*. *Ascomycete.org*. 7: 357–366.
- Healy R., Smith M.E., Bonito G.M., Pfister D.H., Ge Z.W., Guevara G.G., Williams G., Stafford K., Lee T., Hobart C., Trappe J. (2013) High diversity and widespread occurrence of mitotic spore mats in ectomycorrhizal Pezizales. *Molecular Ecology* 22: 1717–1732.
- Imai S. (1934) On a new species of *Cordyceps* parasitic on *Elaphomyces* in Japan. *Proceedings of the Imperial Academy* 10: 677–679.
- Imai S. (1938) Third note on *Elaphomyces* and fungus-inhabiting *Cordyceps* in Japan. *Proceedings of the Imperial Academy* 14: 18–20.
- Imai S. (1939) Fourth notes on *Elaphomyces* in Japan. *Proceedings of the Imperial Academy* 15: 146–147.
- Izumitsu K., Hatoh K., Sumita T., Kitade Y., Morita A., Gafur A., Ohta A., Kawai M., Yamanaka T., Neda H., Ota Y., Tanaka C. (2012) Rapid and simple preparation of mushroom DNA directly from colonies and fruiting bodies for PCR. *Mycoscience* 53: 396–401.
- Kobayasi Y. (1937) *Phymatomyces*, a new genus of the Tuberales. *Journal of Japanese Botany* 13: 912–914.
- Kobayasi Y. (1960) On the *Elaphomyces* found in Japan. *Nagaoa* 7: 35–50.
- Kobayasi Y. (1979) Subterranean fungi found in Oze. *Journal of Japanese Botany* 54: 371–373.
- Koizumi T., Nara K. (2016) Two new species of *Rhizopogon* associated with *Pinus pumila* from Japan. *Mycoscience* 57: 287–294.
- 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.
- Liu B. (1998) *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 7. Hymenogastrales, Melanogastrales et Gautieriales. Science Press, Beijing (in Chinese).
- Orihara T., Ohmae M., Yamamoto K. (2016) First report of *Chamonixia caespitosa* (Boletaceae, Boletales) from Japan and its phylogeographic significance. *Mycoscience* 57: 58–63.
- 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.
- Sasaki H., Kinoshita A., Nara K. (2016) An illustrated book of Japanese truffles. Seibundo-shinkosha, Tokyo (in Japanese).
- Trappe J.M. (1976) Note on Japanese hypogeous Ascomycetes. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 17: 209–217.
- Trappe J.M. (1988) Lessons from alpine fungi. *Mycologia* 80: 1–10.
- Trappe J.M., Castellano M.A. (2000) New sequestrate Ascomycota and Basidiomycota covered by the Northwest Forest Plan. *Mycotaxon* 75: 153–179.
- 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.
- Yamamoto K., Degawa Y., Hirose D., Fukuda M., Yamada A. (2015) Morphology and phylogeny of four *Endogone* species and *Sphaeroceas pubescens* collected in Japan. *Mycological Progress* 14: 86.
- Yamamoto K., Degawa Y., Takashima Y., Fukuda M., Yamada A. (2017) *Endogone corticioides* sp. nov. from subalpine conifer forests in Japan and China, and its multi-locus phylogeny. *Mycoscience* 58: 23–29.
- Yamamoto K., Orihara T. (2018) A taxonomic history of Japanese truffle-like fungi. *Truffology* 1: 14–21 (in Japanese).
- Yanaga K., Maekawa N., Shimomura N., Ishigaki Y., Nakamura Y., Takegami T., Tomosugi N., Miyazawa S., Kuwabata S. (2012) Use of ionic liquid in fungal taxonomic study of ultrastructure of basidiospore ornamentation. *Mycological Progress* 11: 343–347.

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

## A sporocarpic species of Glomeromycotina, *Glomus radiatum* new to Japan 胞子果性グロムス亜門の日本新産種 *Glomus radiatum*

Kohei Yamamoto<sup>1\*</sup>, Yusuke Takashima<sup>2</sup>, Mai Suyama<sup>3</sup>, Teruhisa Masaki<sup>4</sup>, Yousuke Degawa<sup>5</sup>  
山本 航平<sup>1\*</sup>, 高島 勇介<sup>2</sup>, 陶山 舞<sup>3</sup>, 正木 照久<sup>4</sup>, 出川 洋介<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> College of Agriculture, Ibaraki University, 3-21-1 Chuo, Ami-machi, Inashiki-gun, Ibaraki 300-0393, Japan  
茨城大学農学部, 〒 300-0393 茨城県稲敷郡阿見町中央 3-21-1

<sup>3</sup> 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

<sup>4</sup> Natural Product Frontier Research Lab., Taiho Pharmaceutical Co., LTD, 3 Ookubo, Tsukuba-shi, Ibaraki 300-2611, Japan  
大鵬薬品・天然物フロンティア研究所, 〒 300-2611 つくば市大久保 3

<sup>5</sup> Sugadaira Research Station, Mountain Science Center, University of Tsukuba, 1278-294 Sugadaira Kogen, Ueda-shi, Nagano 386-2204  
筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所, 〒 386-2204 長野県上田市菅平高原 1278-294

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

### Abstract

*Glomus radiatum*, a large sporocarp-forming species of Glomeromycotina, was collected from Gunma Prefecture. Over all the characteristics of sporocarp and spore are identical to description of the North American specimens including holotype. This is the first record of *G. radiatum* from Asia.

### 要旨

大型の胞子果を形成するグロムス亜門の一種、*Glomus radiatum* が群馬県内で採集された。日本産標本の胞子果構造および胞子の特徴はホロタイプを含むアメリカ産標本およびカナダ産標本の記載と合致した。本報告はアジアにおける *G. radiatum* の初記録である。

**Article Info:** Submitted: 14 December 2018 Accepted: 23 February 2019 Published: 28 March 2019

### Introduction

Glomeromycotina belongs to Mucoromycota that is the sister clade of Dikarya including Basidiomycota and Ascomycota (Spatafora et al., 2016). All the species in this subphylum but *Geosiphon pyriforme* (Kütz.) F. Wettst., which forms endosymbiosis with cyanobacteria, are considered to be a mycobiont of various land plants forming arbuscular mycorrhizae within plant roots (Smith & Read, 2008). Most

species in Glomeromycotina form putative asexual spores (i.e., conventionally named chlamydo-spore or azygospore), individually in rhizosphere without sporocarp formation (Błaszkowski, 2012; Schüßler & Walker, 2010; Yao et al., 1996). However, this subphylum also includes sporocarpic species whose sporocarps are several millimeters to tens of millimeters in diameter (Gerdemann & Trappe, 1974; McGee, 1986). These sporocarpic species are traditionally regarded as truffle-like fungi

(Pegler et al., 1993; Tulasne & Tulasne, 1851).

Until now, the truffle-like sporocarp formation has been reported from several genera, e.g., *Glomus* (e.g., *G. macrocarpum* Tul. & C. Tul.), *Rhizophagus* (e.g., *R. fasciculatus* (Thaxt.) C. Walker & A. Schüßler), and *Sclerocystis* (e.g., *S. coremioides* Berk. & Broome) in Glomerales (Gerdemann & Trappe, 1974; Thaxter, 1922), and *Acaulospora* (e.g., *A. sporocarpia* S.M. Berch), *Diversispora* (e.g., *D. epigaea* (B.A. Daniels & Trappe) C. Walker & A. Schüßler), and *Redeckera* (e.g., *R. fulvum* (Berk. & Broome) C. Walker & A. Schüßler) in Diversisporales (Berch, 1985; Daniels & Trappe, 1979; Redecker et al., 2007; Schüßler & Walker, 2010). Some of the sporocarpic species are suggested to be cosmopolitan (e.g., *G. macrocarpum* and *G. microcarpum* Tul. & C. Tul., from Europe, North America, and Australia [Berch & Fortin, 1984b; Gerdemann & Trappe, 1974; McGee & Trappe, 2002; Tulasne & Tulasne, 1851]). On the other hand, diversity and distribution of sporocarpic species of Glomeromycotina are still under investigation in Japan; only *S. coremioides* has been reported from the Kanto District (Degawa, 2001).

Since 2017, zygomycetous flora of Gunma Prefecture has been investigated (Degawa, 2018). During the course of a field survey of myxomycetes (2018 summer field excursion of the Japanese Society of Myxomycetology), a sporocarp of *G. radiatum* (Thaxt.) Trappe & Gerd. was collected from Numata-shi, Gunma Prefecture in July 2018. Brief description of its morphology is given below.

## Materials and methods

Hand-cut sections of dried specimen were mounted in 3% KOH and observed under light microscope (OPTIPHOTO, Nikon, Tokyo, Japan). All measurements were performed with PhotoRuler 1.1.3 (<http://inocybe.info/>). The terminology of Yao et al. (1996) was adopted for the description. Dried specimen was deposited in the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History (KPM) in Japan.

## Taxonomy

***Glomus radiatum* (Thaxt.) Trappe & Gerd.**, Mycologia Memoirs 5: 46, 1974.

≡ *Endogone radiata* Thaxt., Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 57: 316, 1922.

Fig. 1.

Sporocarp epigeous on litter surface, reniform, ca. 3 mm in width, ca. 2 mm in height, not containing the foreign matter, without exuding latex, surface white or greyish-white, slightly

cottony (Fig. 1A, B). Peridium undeveloped but a thin layer composed of interwoven, aseptate, thin-walled, filamentous hyphae present. Gleba developed on peripheral region of basal sterile region of sporocarp, darker toward the sterile base (Fig. 1B). Hyphae of sporocarp hyaline, thin-walled, aseptate, 1.5–5.3 µm in width (Fig. 1D, E), sometimes forming terminal swelling up to 20 µm in diam in outermost part of sporocarp, (Fig. 1D). Spore radially distributed, thin-walled younger ones embedded in exterior and thick-walled ones in interior (Fig. 1C), surface smooth, light yellow-brown, ellipsoidal to broadly ellipsoidal, 55–87 µm in length, 44–55 µm in width, mean 68 × 50 µm (n = 20), Q = 1.2–1.6, mean 1.4 (n = 20), often containing pale yellow single large droplet up to 22 µm in diam and many small droplets (Fig. 1F). Spore wall composed of single layer, 4.6–8.1 µm in thickness. Subtending hyphae single; boundary between spore and subtending hyphae occluded by wall thickening (Fig. 1F).

**Specimens examined:** JAPAN, Gunma Prefecture, Numata-shi, Tanbara kogen, N 36.787027, E 139.061407, alt. 1183 m, on litter surface in a moor, 29 Jul. 2018, Y. Degawa, KPM-NC 26800.

**Notes:** Morphological characteristics of the Japanese specimen are almost identical to those in the original description from the Northeast (Thaxter, 1922) as well as the descriptions from the Pacific Northwest (Gerdemann & Trappe, 1974) in USA and from Quebec in Canada (Berch & Fortin, 1984a). This is the first report of *G. radiatum* from Asia. *Glomus radiatum* is also reported from Austria (Palmer, 1997); however, the morphological description of this specimen is too brief to conclude the identity to the Japanese specimen.

The most distinctive character of this species among sporocarpic species is a radial arrangement of spores in sporocarp. The spores start to mature at the base of the sporocarp (Fig. 1C). This centrifugal development pattern of the sporocarp was consistent with the previous report mentioned by Berch & Fortin (1984a). Hyphal swellings observed around the surface zone of sporocarp were putatively an initial stage of spore development that was also described in previous studies (Berch & Fortin, 1984a; Thaxter, 1922). However, those swellings were not described in Gerdemann & Trappe (1974). In addition, a hyphal intrusion to spore observed on several specimens in North America (Berch & Fortin, 1984a; Gerdemann & Trappe, 1974) was not found in the Japanese specimen and type specimen (Gerdemann & Trappe, 1974; Thaxter, 1922). Both morphological comparison and phylogenetic study based on a number of Japanese and North American specimens are necessary to determine whether those specimens are conspecific.



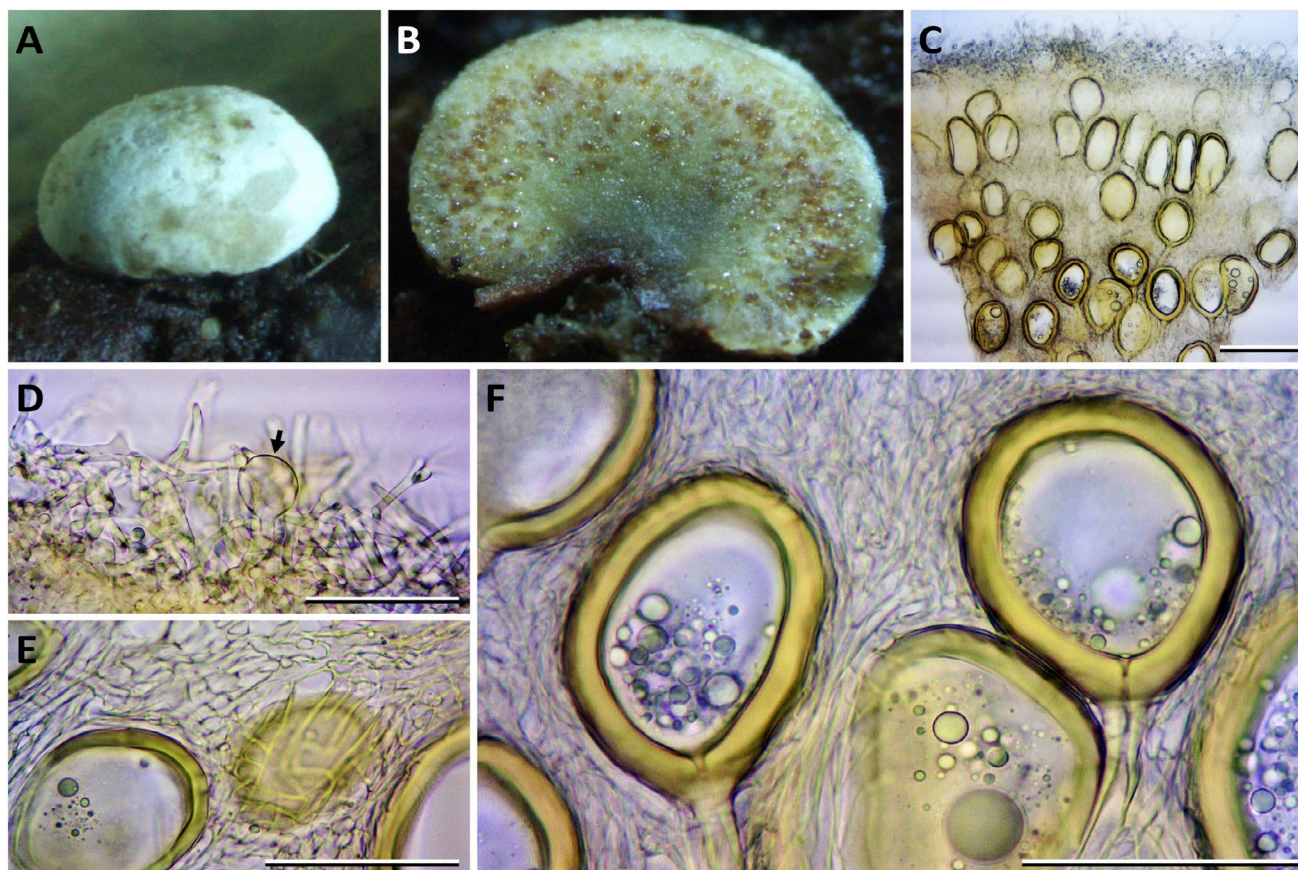


Fig. 1. *Glomus radiatum* collected from Gunma Prefecture, Japan. A: Sporocarp. B: Sectioned sporocarp. Radially embedded brown spores and a sterile base are shown. C: Magnified image of cross section of sporocarp. Thin-walled younger spores embedded in exterior (above) and thick-walled ones in interior (below) are shown. D: Hyphae of surface zone of sporocarp. Arrow indicates swollen hyphal tip. E: Hyphae of inner zone of sporocarp. F: Spores. Bars: C = 100  $\mu$ m; D–F = 50  $\mu$ m.

図 1. 群馬県産 *Glomus radiatum*. A : 胞子果. B : 胞子果断面. 放射状に配列する褐色を帯びた胞子と無性基部を示す. C : 胞子果断面 (拡大). 基部 (下部) に成熟した厚壁の胞子が、縁部 (上部) に未熟な薄壁の胞子が存在する様子を示す. D : 胞子果表面の菌糸とその先端の肥大部 (矢印). E : 胞子果内部の菌糸. F : 胞子. スケール : C 100  $\mu$ m; D–F 50  $\mu$ m.

According to Gerdemann & Trappe (1974), *G. radiatum* was proved as an arbuscular mycorrhizal fungus associated with *Cupressus nootkatensis* D. Don (Cupressaceae) by the observation of a direct attachment of sporocarps to the plant root. *Thujopsis dolabrata* (L. f.) Siebold & Zucc. (Cupressaceae) grown near the habitat is one of the candidates of the host plant, although the direct attachment of the Japanese specimen to any roots was not observed. The sporocarp collected in this study (KPM-NC 26800) grew on moist litter surface in a moor dominated by *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. and other herbaceous plants. Similarly, specimens from USA, Canada and Austria have been collected in wetlands, i.e., stream banks, hummocks in a boggy (Gerdemann & Trappe, 1974), and *Sphagnum* (Thaxter, 1922) or *Juncus articulatus* L. (Palmer, 1997) growing sites. Therefore, *G. radiatum* seems to prefer wet environment.

### Acknowledgements

We thank Dr. Tomoko Anezaki (Gunma Museum of Natural History) and Japanese Society of Myxomycetology for giving

us an opportunity to field survey in Gunma Prefecture, and Mr. Muneyuki Ohmae for supporting microscopic observation.

### References

- Berch S.M., Fortin J.A. (1984a) Some sporocarpic Endogonaceae from eastern Canada. *Canadian Journal of Botany* 62: 170–180.
- Berch S.M., Fortin J.A. (1984b) A lectotype for *Glomus microcarpum* (Endogonaceae, Zygomycetes). *Mycologia* 76: 190–193.
- Berch S.M. (1985) *Acaulospora sporocarpia*, a new, sporocarpic species, and emendation of the genus *Acaulospora* (Endogonaceae, Zygomycotina). *Mycotaxon* 23: 409–418.
- Błaszowski J. (2012) Glomeromycota. Polish Academy of Sciences, Kraków, Poland.
- Daniels B.A., Trappe J.M. (1979) *Glomus epigaeus* sp. nov., a useful fungus for vesicular–arbuscular mycorrhizal research. *Canadian Journal of Botany* 57: 539–542.
- 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.



- Degawa Y. (2018) Zygomycetes of Gunma Prefecture I. Zygomycetous flora of the forests around Gunma Museum of Natural History. Bulletin of Gunma Museum of Natural History 22: 113–128.
- Gerdemann J.W., Trappe J.M. (1974) Endogonaceae in the Pacific Northwest. Mycologia Memoir 5: 1–76.
- McGee P.A. (1986) Further sporocarpic species of *Glomus* (Endogonaceae) from South Australia. Transactions of the British Mycological Society 87: 123–129.
- McGee P.A., Trappe J.M. (2002) The Australian zygomycetous mycorrhizal fungi. II. Further Australian sporocarpic Glomaceae. Australian Systematic Botany 15: 115–124.
- Palmer J.T. (1997) Some rare fungi from the Attergau area, Upper Austria. Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde 6: 7–16.
- Pegler D.N., Spooner B.M., Young T.W.K. (1993) British truffles: a revision of British hypogeous fungi. Royal Botanic Gardens, Kew, Surrey, England.
- Redecker D., Raab P., Oehl F., Camacho F.J., Courtecuisse R. (2007) A novel clade of sporocarp-forming species of glomeromycotan fungi in the Diversisporales lineage. Mycological Progress 6: 35–44.
- Schüßler A., Walker C. (2010) The Glomeromycota: a species list with new families and new genera. Available from <http://www.amf-phylogeny.com> (downloaded on 26 Aug. 2011).
- Smith S.E., Read D.J. (2008) Mycorrhizal symbiosis, 3rd edn. Academic Press, London.
- Spatafora J.W., Chang Y., Benny G.L., Lazarus K., Smith M.E., Berbee M.L., Bonito G., Corradi N., Grigoriev I., Gryganskyi A., James T.Y., O'Donnell K., Roberson R.W., Taylor T.N., Uehling J., Vilgalys R., White M.M., Stajich J.E. (2016) A phylum-level phylogenetic classification of zygomycete fungi based on genome-scale data. Mycologia 108: 1028–1046.
- Thaxter R. (1922) A revision of the Endogoneae. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 57: 291–351.
- Tulasne L.R., Tulasne C. (1851) Fungi hypogaei: histoire et monographie des champignons hypogés. Klincksieck, Paris.
- Yao Y.-J., Pegler D.N., Young T.W.K. (1996) Genera of Endogonales. Royal Botanic Gardens, Kew, Surrey, England.

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

# 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

## Distribution, phylogeny and taxonomic treatment of a truffle-like fungus *Rhizopogon boninensis* (Rhizopogonaceae, Boletales)

折原 貴道<sup>1\*</sup>, 山本 航平<sup>2</sup>, 保坂 健太郎<sup>3</sup>

Takamichi Orihara<sup>1\*</sup>, Kohei Yamamoto<sup>2</sup>, Kentaro Hosaka<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> 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

<sup>3</sup> 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](mailto:t_orihara@nh.kanagawa-museum.jp)

### 要旨

オオショウロは 1936 年に小笠原諸島父島産の標本に基づいて記載された種であるが、種の実体や分類学的扱いにおいて、統一的な見解が得られていない菌である。本研究では、タイプ標本および新たにタイプ産地周辺から得られた標本を基に、本種の実際の分布や系統的位置について明らかにするとともに、学名の再検討およびレクトタイプ指定を含む再記載を行った。分子系統解析の結果、本種の分布域は、小笠原諸島および日本本土だけでなく、南西諸島（琉球列島）や中国大陸まで及ぶことが確認された。また、スペイン産 *Rhizopogon buenoi* とともに、属内の他種とは系統的に独立していることが示唆された。分類学上は、本種にこれまで充てられていた学名 *R. nigrescens* とは系統のおよび形態的に異なる菌であり、正名として *R. boninensis* を適用すべきことを示した。

### Abstract

A truffle-like basidiomycete, *Rhizopogon boninensis* was described based on specimens from Bonin Islands in 1936. Species recognition and taxonomic treatment of the species, however, have been unclear. We examined one of the syntypes and fresh specimens newly collected near the type locality as well as other specimens collected throughout Japan. Molecular phylogenetic analyses revealed that the species distributes not only in Bonin Islands and the mainland of Japan (i.e., generally known distribution) but also in Ryukyu Islands and South and East China, associated with *Pinus densiflora* and *P. luchuensis* as well as other two-needle pines. Moreover, the analyses suggested that *R. boninensis* and its sister species, *R. buenoi*, are phylogenetically distant to any sequences of *Rhizopogon* available from the International Nucleotide Sequences Database. Taxonomically, *R. boninensis* has been treated as a synonym of a North American species, *R. nigrescens*, but they proved to be phylogenetically and morphologically distinct. Accordingly, we taxonomically redescribed *R. boninensis* and newly designated a lectotype. Both English and Japanese taxonomic descriptions are provided.

**Article Info:** Submitted: 25 January 2019 Accepted: 28 February 2019 Published: 28 March 2019

## 序論

ショウロ属 *Rhizopogon* Fr. (イグチ目ショウロ科) はマツ科樹木に特異的に外生菌根を形成する地下生菌からなる属で、分類学的再検討が必要な種を含めると、北半球を中心に約 160 種が知られている (Kirk et al., 2008 ; Grubisha et al., 2002 ; Koizumi & Nara, 2016 ; Li et al., 2016 ; Martín et al., 2015 ; Mujic et al., 2014 ; Sugiyama et al., 2017)。国内では、古くから食用にされているショウロ *R. roseolus* (Corda) Th. Fr. をはじめ 10 種ほどが知られるが、今後の精査により、より多くの種の存在が明らかになるものと思われる。

Ito & Imai (1937) は 1936 年 11 月に行われた小笠原諸島での菌類調査の際に、父島旧扇村で採集された標本をもとに、*Rhizopogon boninensis* S. Ito & S. Imai を記載し、和名をムニンショウロと名付けた。興味深いことに、同月のその直後、まさに同一地点で小林義雄博士により同種と考えられる菌が採集され、北米原産である *R. nigrescens* Coker & Couch (和名：オオショウロ) と同定・記載された (Kobayasi, 1937)。その後、小林 (1938) は *R. boninensis* を *R. nigrescens* のシノニムとし、「ムニンショウロ」という和名はオオショウロの別名とされた。小林 (1938) による記載は、伊藤 (1959) においても転載されている。しかし、これらの記載以後は、オオショウロの特徴を明示的に示した文献がなく、また、タイプ標本の検討も行われておらず、種の実体が不明瞭なままである。

著者らは、2018 年 11 月に実施した小笠原父島および母島での地下生菌調査において、リュウキュウマツ樹下でオオショウロ (ムニンショウロ) と同一の特徴を有する子実体を採集した。本研究では、過去の文献の記録やタイプ標本および他地域産標本との比較などから、「ムニンショウロ」および「オオショウロ」についての分類学的扱いや分子系統、分布について再検討を行った。

## 材料および手法

### 子実体のサンプリングおよび観察法

子実体の採集は、小笠原諸島 (父島・母島) をはじめとする日本国内のアカマツ及びリュウキュウマツ林で行った。子

実体組織からの DNA 抽出後、送風乾燥もしくは真空凍結乾燥により標本を作製した。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植物研究部 (TNS) に所蔵されている。光学顕微鏡観察にはメイジテクノ社製 MT5310L を用い、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。顕微鏡下での計測にはレイマー社製 Microstudio および Windows 版 ImageJ (アメリカ国立衛生研究所 (NIH); <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>) を用い、胞子径および Q 値 (胞子長径 / 短径) の平均値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) の PCR 増幅には、それぞれ ITS1F (Gardes & Bruns, 1993) ・ ITS4 (White et al., 1990)、LR0R ・ LR5 (Vilgalys & Hester, 1990) 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) に従った。本研究で得られたシーケンスデータを表 1 に示した。

ITS 領域のデータセット作成には、本研究で得られたシーケンスデータの他、GenBank BLAST 検索 (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) により得られた、国際ヌクレオチドシーケンスデータベース (INSD) に登録されている相同性スコアの高い複数のシーケンスデータを利用した。小笠原父島産オオショウロ (KPM-NC 26928) の ITS シーケンスと相同性 90% 以上かつ Query coverage 80% 以上の 4 シーケンス、*R. nigrescens* およびそれと相同性の高い上位 3 種、さらにリファレンスとして、国内で最も一般的なショウロ *R. roseolus* とそれに近縁な 3 種の ITS シーケンスデータを解析用データセットに含めた。データセットのアラインメントには SeaView version 4.6 (Gouy et al., 2010) および MAFFT v. 7 (Katoh & Standley, 2013) を用い、後者使用時には “gap opening penalty” を 1.1 に、“Offset value” を 0.1 に変更した他は、デフォルトの設定

表 1. 本研究で新たに得られた DNA シーケンス。

Table 1. DNA nucleotide sequences newly obtained in this study.

分類群	産地	発生環境	標本番号	DNA 領域	
				ITS	LSU
<i>Rhizopogon boninensis</i>	岡山県多賀郡和气郡和气町	アカマツ樹下	KPM-NC 26862	MK395367	-
<i>R. boninensis</i>	沖縄県渡嘉敷村渡嘉敷 (渡嘉敷島)	リュウキュウマツ樹下	KPM-NC 23383	MK395368	-
<i>R. boninensis</i>	沖縄県国頭村 与那覇岳登山道周辺 (沖縄本島)	リュウキュウマツ樹下	KPM-NC 23980	MK395369	-
<i>R. boninensis</i>	沖縄県島尻郡久米島町 (久米島)	リュウキュウマツ樹下	KPM-NC 26882	MK395370	-
<i>R. boninensis</i>	沖縄県八重山郡竹富町古見 (西表島)	リュウキュウマツ樹下	KPM-NC 26898	MK395371	-
<i>R. boninensis</i>	東京都小笠原村父島 中央山園地	リュウキュウマツ樹下	KPM-NC 26928	MK395372	MK396904
<i>R. boninensis</i>	東京都小笠原村母島 玉川ダム沿い	リュウキュウマツ樹下	KPM-NC 26945	MK395373	MK396905

表 2. オオショウロのタイプ標本、新たに採集された小笠原諸島父島産標本および本州産標本と、原記載その他過去の記載における、担子孢子径の比較。北米産 *R. nigrescens* の原記載中のデータも示す。Ito & Imai (1937) の記載は、今回供試したレクトタイプ標本 (TMI 37363) を含む試料に基づくものである。なお、Kobayasi (1937) による "*R. nigrescens*" の記載には、孢子径の記述は無い。

Table 2. Comparison of basidiospore dimensions among the *Rhizopogon boninensis* lectotype (TMI 37363), newly obtained a specimens from Chichi-jima (Bonin Isls.) and Honshu (KPM-NC 26869), and the original and subsequent descriptions by Ito & Imai (1937) and Kobayasi (1938) as well as the original description of *R. nigrescens*. Note that Kobayasi (1937) did not show spore dimensions in his description of *R. nigrescens sensu Kobayasi (= R. boninensis)*.

種名 Taxon	オオショウロ <i>Rhizopogon boninensis</i>					<i>R. nigrescens s. str.</i>
標本産地・出典 Locality or references	小笠原諸島父島産 レクトタイプ標本 Chichi-jima, Bonin Islands (TMI 37363 ; lectotype)	小笠原諸島父島産 Chichi-jima, Bonin Islands (KPM-NC 26928)	本州 (伊豆半島) 産 Honshu (Izu Peninsula), Japan (KPM-NC 26869)	原記載 (父島産) Ito & Imai (1937) Chichi-jima, Bonin Islands original description	小林 (1938) (父島産) Kobayasi (1938) Chichi-jima, Bonin Islands	原記載 (北米産) Original description (Coker & Couch, 1928)
外皮の厚さ Peridium thickness	ca. 700 $\mu$ m	500–1500 $\mu$ m	500–1200 $\mu$ m	500–2000 $\mu$ m	700–1000 $\mu$ m	ca. 290–440 $\mu$ m
担子孢子径 Basidiospore dimensions	5.8–7.7 $\times$ 3.0–4.1 $\mu$ m (mean 6.7 $\times$ 3.3 $\mu$ m; n = 30)	5.2–8.1 $\times$ 2.8–4.0 $\mu$ m (mean 6.7 $\times$ 3.4 $\mu$ m; n = 30)	5.6–7.8 $\times$ 2.7–3.9 $\mu$ m (mean 6.5 $\times$ 3.1 $\mu$ m; n = 30)	6.5–10 $\times$ 2.5–3.5 $\mu$ m	(5–)6.5–7(–8.5) $\times$ 3–3.5 $\mu$ m	6–9 $\times$ 2.4–3 $\mu$ m
Q 値 (長径 / 短径) Q value	1.6–2.4 (mean 2.0; n = 30)	1.5–2.6 (mean 2.0; n = 30)	1.7–2.6 (mean 2.1; n = 30)	N/A	N/A	N/A

を用いた。アラインメント完了後、Gblocks (Castresana, 2000) のアルゴリズムによりギャップを多く含むサイトおよび曖昧なアラインメントサイトを除外したデータセットを系統解析に用いた。本研究で得られた LSU シーケンスについては、GenBank BLAST による相同性検索のみ実施した。

分子系統解析は最尤法およびベイズ推定により実施した。塩基置換モデル推定には jModeltest2 (Darriba et al., 2012) を用い、ITS1、5.8S および ITS2 の 3 領域にパーティションし、それぞれについてモデル推定を行った。ベイズ解析のモデルは赤池情報量基準 (AIC) に基づき決定し、ITS1 には HKY+I、5.8S には K80、ITS2 には SYM+G モデルを採用した。最尤法は RAxML v. 8.2.10 (Stamatakis, 2014) 上で実施し、上述の 3 領域にパーティションした各々について、塩基置換に関する各パラメータの推定を行った。各ノードの樹形の確からしさの検定には “rapid bootstrap analysis” を用いた (1000 回施行)。ベイズ推定での解析は MrBayes 3.2 (Ronquist & Huelsenbeck, 2003) により行った。ベイズ事後確率の算出は Metropolis-coupled Markov chain Monte Carlo method (Geyer, 1991) により行い、解析は 300 万世代繰り返し、樹形は 1000 世代ごとに採取した。2 つの同時進行する各ランのマルコフ鎖はそれぞれ 4 本に設定し、“average standard deviation of split frequencies (ASDSF)” が定常的に 0.01 を下回った時点で収束した判断した。収束する前の樹形は破棄し、残りの樹形に基づき事後確率の推定を行った。また、最終的に各パラメータの “effective sample size (ESS)” の値が 200 を十分に上回っていることを確認し、解析完了とした。

## 結果

### 形態的特徴の比較検討

2018 年 11 月に小笠原諸島父島および母島のリュウキュウマツ樹下で採集されたオオショウロ (ムニンショウロ) 子実体

(KPM-NC 26928, 26933, 26945) は、外皮が部分的に赤みを帯び、他種に比べ著しく厚くなる点 (最大 1.3 mm)、表面に外皮より暗色の根状菌糸束が散在し、乾燥すると子実体全体が黒褐色になる点、および担子孢子径において、Ito & Imai (1937)、Kobayasi (1937)、小林 (1938) および伊藤 (1959) によるオオショウロ (ムニンショウロ) の記載と一致した。また、複数の本州産オオショウロ標本とも形態的特徴は一致した。さらに、著者の一人 (折原) は一般財団法人日本きのこセンター菌蕈研究所 (TMI) 所蔵の *R. boninensis* のシタイプに相当する標本 (TMI 37363) の観察を実施した。3% 水酸化カリウム溶液で処理した結果、担子孢子の形状は部分的にしか完全に戻らなかったものの、上記の記載および標本のいずれとも形態的にほぼ一致することが確認された。主要な形態的特徴の標本間での比較 (文献からのデータを含む) を表 2 に示す。

### 分子同定

小笠原諸島父島産および母島産標本 (KPM-NC 26928, 26945) から得られた ITS 領域のシーケンスは、岡山県産のオオショウロ標本 (KPM-NC 26862) からのシーケンスと 99–100% の一致が見られた (それぞれ 698 bp/703 bp, 720 bp/721 bp)。さらに、これらのシーケンスと、沖縄県の沖縄本島、渡嘉敷島、久米島および西表島のリュウキュウマツ樹下で採集されたショウロ属菌の標本からのシーケンスとの間で、99–100% の一致が見られた (639–644 bp/644 bp)。

### 分子系統解析

分子系統解析に用いた ITS データセットは合計 19 シーケンス、661 bp となった。ベイズ推定による解析では、約 1,570,000 世代後に定常状態となり、収束したと判断された。したがって、初めの 1,570,000 世代分の施行を破棄し、残りの施行から採

集した 2862 個の系統樹をベイズ事後確率の算出に用いた。全てのパラメータの ESS は 200 を十分に上回っていた。並行する 2 つのランの合計の尤度 (lnL) の算術平均は -1903.83、調和平均は -1929.47 であった。RAxML による最尤法の尤度 (lnL) は -1851.198047 であった。ベイズ推定および最尤法で得られた系統樹の樹形はほぼ同一であったため、最尤法系統樹のみを図 1 に示す。

解析の結果、前述の小笠原諸島産、本土産、南西諸島産のオオショウロ子実体からのシーケンスに加え、日本と中国の湖南省および浙江省から得られていた外生菌根の環境シーケンス (Huang et al., 2012 [中国湖南省と日本の環境シーケンス]) もオオショウロのクレードに含まれることが示された (図 1)。オオショウロとの姉妹関係が支持されたのは、スペインか

ら記載された *R. buenoi* Calonge & M.P. Martín であり、この両種は、他の既知亜属の種 (Grubisha et al., 2002) とは系統的に大きく分化していることが示唆された (他種のシーケンスとは ITS 領域の相同性 90% 未満)。現在、オオショウロの学名となっている *R. nigrescens* のシーケンス (MH910566; 米国ノースカロライナ州産) はオオショウロとは系統的に離れており、*Rhizopogon* subg. *Versicolores* に含まれた。

## 分類

上記の結果から、小笠原諸島および本州に分布する「オオショウロ」はいずれも形態的・系統的に同一種であることが確認されたほか、これまで標本情報に基づく確実な記録が無かった南西諸島においても広く分布していることが示された。それゆ

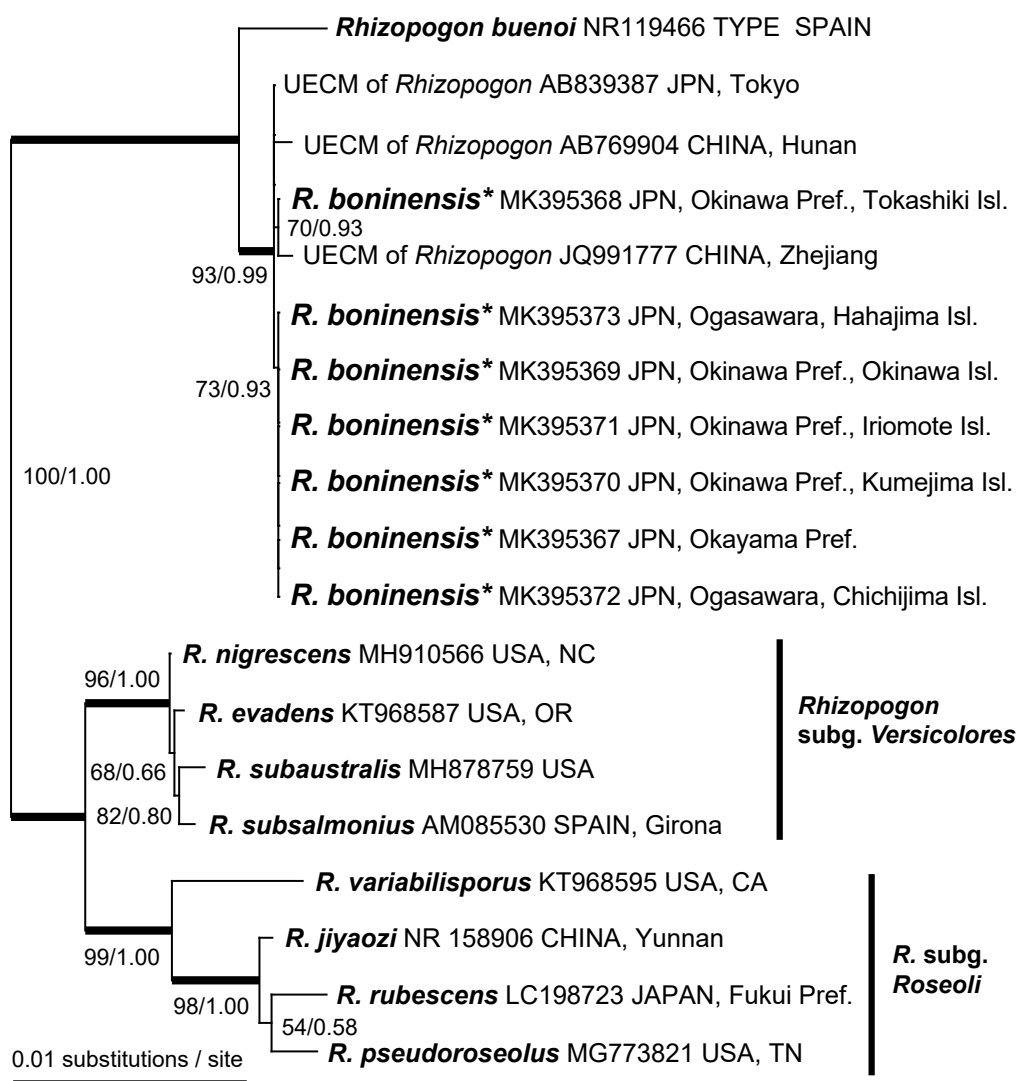


図 1. オオショウロ *R. boninensis* とその近縁分類群の ITS データセットに基づく最尤法系統樹。ノード部に示された数値は最尤法ブートストラップ値 (RAxML rapid bootstrap values; MLBS) およびベイズ推定事後確率 (PP) ([MLBS (%)]/[PP]) として表示。統計的に信頼性の高い分岐 (MLBS ≥ 75% かつ PP ≥ 0.95) を太線で示した。本研究で新たに得られたシーケンスには、アスタリスクを付した。"UECM" は外生菌根の環境シーケンス。

Fig. 1. Maximum likelihood (ML) phylogeny of *Rhizopogon boninensis* and its allied taxa based on ITS dataset. Scores at the nodes indicate RAxML rapid bootstrap values (MLBS) and Bayesian posterior probabilities (PP) as [MLBS]/[PP]. Branches supported by both BS ≥ 70% and PP ≥ 0.95 are shown as thickened black lines. Sequences newly obtained in this study are designated by asterisks. UECM = uncultured ectomycorrhiza.



え、本種は国内のアカマツ林およびリュウキュウマツ林のいずれにおいても広く分布していると考えられた。また、現在オオショウロの学名に充てられている *R. nigrescens* は系統的にオオショウロと大きく離れていることも示された (図 1)。

北米原産である *R. nigrescens* は、子実体が大型になる点 (最大径 6 cm) や古くなり乾燥すると外皮が黒色を帯びる点等においてオオショウロと類似するが、子実体表面が多少粘性を帯び、外皮が著しく薄い点 (400  $\mu\text{m}$  以下)、担子胞子がより細長い点 (6–9  $\times$  2.4–3  $\mu\text{m}$ ) 等においてオオショウロと相違がある (Coker & Couch, 1928; 表 2)。図 1 の ITS 領域の系統樹だけでなく、LSU の塩基配列の比較でも、両者は系統的・遺伝的に同一種ではないことが示された ([*R. nigrescens* シーケンス GU187594 (bp)] / [母島産オオショウロシーケンス MK396905 (bp)] = 851/919 [93%])。

次に、和名の扱いについてであるが、「ムニンショウロ」、「オオショウロ」とともに 1937 年に提案されているが、ムニンショウロの記載を含む論文 (Ito & Imai, 1937) の出版の方が、オオショウロの記載を含む論文 (Kobayasi, 1937) の出版に比べ 2 か月ほど早い。しかし、菌類の和名は、現状では必ずしも学名のように先取権が適用されないこと、本菌が小笠原諸島に限らず、本州や南西諸島に広く分布していることから、本菌の和名は引き続き「オオショウロ」を用いることが最も混乱が少ないと考えられる。

以上から、「オオショウロ」の学名として、*R. boninensis* を当てることを提案する。なお、Ito & Imai (1937) による原記載において、本種のタイプは複数存在する (シタイプである) 旨が書かれていることから、本論文において、これらシタイプの中からレクトタイプを 1 点指定する。

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

図 2 (Fig. 2)

= *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, Chichishima, Ogasawara Islands (小笠原諸島父島旧扇村), JAPAN, 5 Nov., 1936, S. Imai (TMI 37363).

Japanese name: *Ōshoro* (和名: オオショウロ)

**Macroscopic features:** Fruitbodies subglobose or somewhat tuberiform, up to 6 cm in diam., surface felt-like in texture, basically whitish but varying in color such as pale yellow, yellowish brown and pale reddish brown, roughly covered with rhizomorphs almost the same color as the peridial surface.

Peridium 0.5–1.5 mm thick, surface gradually turning pale red where rubbed or bruised, finally becoming blackish brown to black, context whitish to pale ochre, gradually turning the same color as surface where rubbed or bruised. Reaction of peridium to 3% KOH: turning wine red.

**Microscopic features:** Peridium composed of filamentous hyphae mostly 2.5–12  $\mu\text{m}$  broad running subparallel to surface and pseudoparenchymatous cells up to 28  $\mu\text{m}$  with abundant extracellular brown to blackish brown pigments throughout the context, hyphal walls up to 1.5  $\mu\text{m}$  thick. Trama of interwoven, colorless filamentous hyphae 2.5–6  $\mu\text{m}$ , walls 0.6–1  $\mu\text{m}$ . Subhymenium present, of 1–2 longitudinally arranged cells. Cystidia not seen. Hymenium composed of basidia and numerous, colorless basidioles. Basidia cylindrical to lageniform, colorless, mostly 4–6-spored. Basidiospores 5.2–8.1  $\times$  2.8–4.0  $\mu\text{m}$ , average 6.7  $\times$  3.4  $\mu\text{m}$ , Q = 1.5–2.6, Qmean = 2.0 (n = 30; based on the specimen KPM-NC 26928 from Chichi-jima, Bonin Islands), ellipsoid or capsule-like, smooth, colorless to pale yellowish brown, containing 1–2 guttulae, walls ca. 0.5  $\mu\text{m}$  thick. Clamp connections absent in all tissues.

**Habitat, distribution and season:** Hypogeous or sub-epigeous, solitary or scattered under *Pinus densiflora* Sieb. & Zucc., *P. luchuensis* Mayr or other two-needle pines; Japan (southern part of the mainland, Ogasawara Isls., Ryukyu Isls.), South and East China; almost all year round.

**Specimens examined:** JAPAN: Tokyo, Ogasawara Islands, Chichishima (Chichi-jima Isl.), Ogimura, 5 Nov., 1936, S. Imai, TMI 37363; Chichi-jima Isl., Chūō-san Park, under *P. luchuensis*, 7 Nov. 2018, leg. Kentaro Hosaka, KPM-NC 26928; Chichi-jima Isl., along the trail to Mt. Tsutsujiyama, under *P. luchuensis*, 8 Nov. 2018, K. Yamamoto & M. Ohmae, KPM-NC 26933; Haha-jima Isl., along the Tamagawa Dam, under *P. luchuensis*, T. Orihara & K. Hosaka, KPM-NC 26945; Shizuoka Prefecture, Izunokuni-shi, Ukihashi, under *P. densiflora*, 6 Nov. 2017, M. Nakajima, KPM-NC 26869; Okayama Prefecture, Wake-cho, Taga, under *P. densiflora*, 12 Sep. 2008, T. Orihara, KPM-NC 26862; ibid, 5 July 2009, M. Chishiki, KPM-NC 26863; Hyogo Prefecture, Kobe-shi, Kita-ku, Shimotanigami, Shiogahara, under *P. densiflora*, 21 June 2009, K. Sanjo, KPM-NC 26867; Takarazuka-shi, Nakayamadera, under *P. densiflora*, 15 July 2012, T. Orihara, KPM-NC 26872; Kagoshima Prefecture, Tokunoshima Island, Amagi-cho, Mt. Yamatogusuku, under *P. luchuensis*, 25 June 2014, T. Orihara, KPM-NC 23894; Okinawa Prefecture, Tokashiki Island, Tokashiki-mura, Tokashiki, under *P. luchuensis*, 14 April 2013, K. Yamamoto



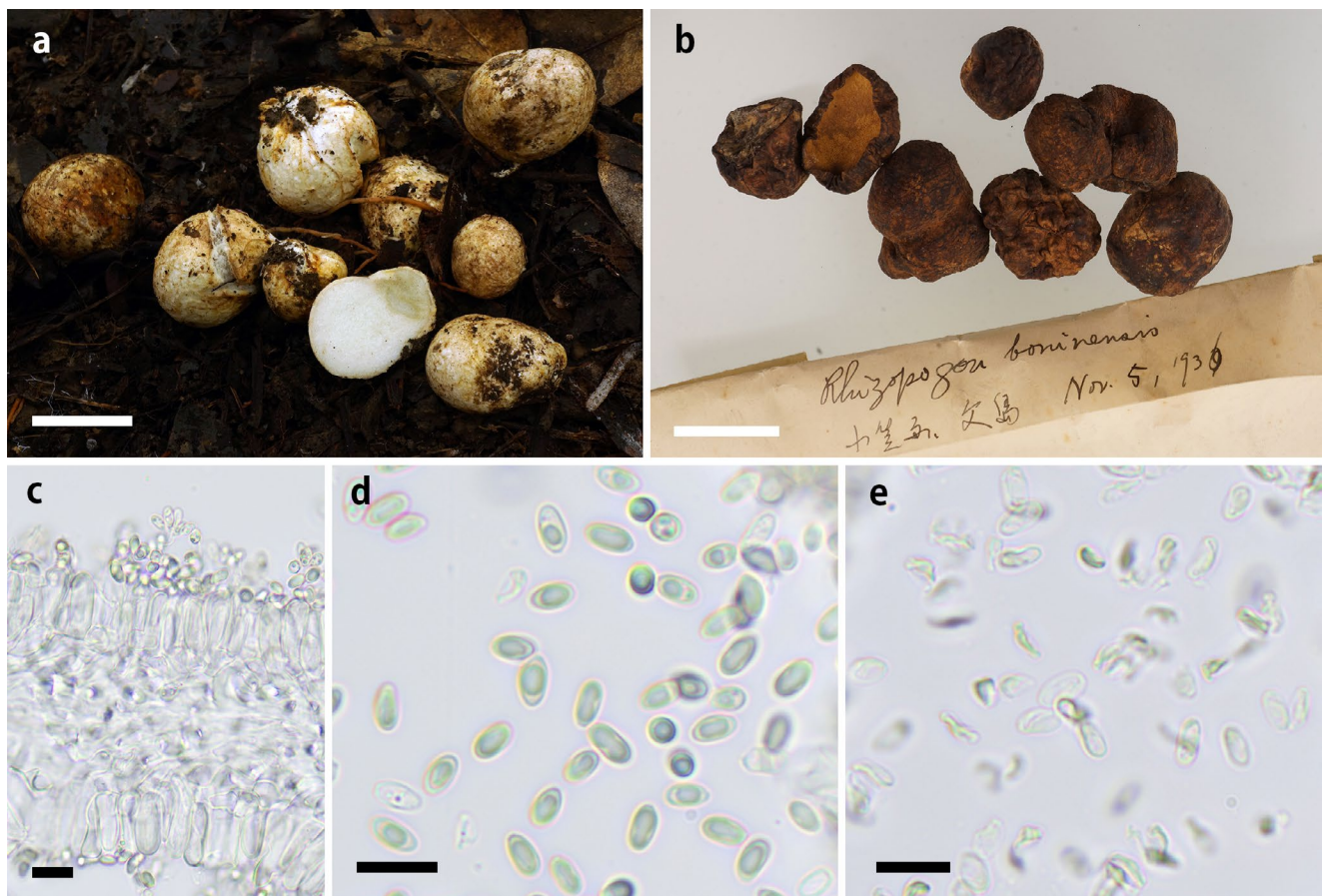


図2. オオショウロ *Rhizopogon boninensis*: a. 子実体 (小笠原村父島産: KPM-NC 26928); b. レクトタイプ標本 (小笠原村父島産, 1936年11月5日採集: TMI 37363); c. 子実層および基層板の菌糸 (KPM-NC 26869); d. 担子胞子 (KPM-NC 26869); e. レクトタイプ標本の担子胞子 (TMI 37363). スケール: a, b = 2 cm; c-e = 10  $\mu$ m.

Fig. 2. *Rhizopogon boninensis*: a. Fruitbodies collected from Chichi-jima Isl., Bonin Islands (KPM-NC 26928); b. Lectotype specimen collected from Chichi-jima Isl., Bonin Islands on 5 Nov. 1936 (TMI 37363); c. Hymenophore and trama (KPM-NC 26969); d. Basidiospores (KPM-NC 26969); e. Basidiospores of the lectotype specimen (TMI 37363). Bars: a, b = 2 cm; c-e = 10  $\mu$ m.

& T. Orihara, KPM-NC 23383, Okinawa Island, Kunigami-son, along the trail to Mt. Yonaha, under *P. luchuensis*, 1 Sep. 2014, T. Orihara, KPM-NC 23980; Kume Island, Kumejima-cho, Nishime, between Darumayama Park and Shirase 2nd Dam, under *P. luchuensis*, 19 May 2015, Y. Takashima, T. Orihara & K. Yamamoto, KPM-NC 26882; *ibid*, K. Yamamoto & T. Orihara, KPM-NC 26883; Iriomote Island, Taketomi-cho, Komi, the basin of the Aira River, under *P. luchuensis*, 27 June 2018, N. Maekawa, K. Yamamoto & T. Orihara, KPM-NC 26898.

**肉眼的特徴**: 子実体は類球形～亜球形、直径最大 6 cm、表面はフェルト状、白色、淡黄色、黄褐色、赤褐色など色彩の変異に富み、幅 0.5–1 mm 程度のほぼ同色の根状菌糸束にやや疎に覆われる。外皮は厚さ 0.5–1.5 mm、初め類白色～黄褐色、表面および実質いずれも、擦るか傷つけると徐々に淡赤色に変色し、古くなるか乾燥すると黒褐色～黒色になる。3% 水酸化カリウム (KOH) による外皮の呈色反応: 赤ワイン色に変色。匂いは温和。味については、外皮には著しい渋みがあり、グレバは温和。

**顕微鏡的特徴**: 外皮は表面にほぼ平行に走る幅 2.5–12  $\mu$ m 程度の糸状菌糸と直径最大 28  $\mu$ m の偽柔組織からなり、菌糸壁の厚さは最大 1.5  $\mu$ m、細胞間には褐色～黒褐色の色素胞が多数みられる。基層板 (グレバ実質) は無色の錯綜する菌糸組織からなり、菌糸の幅は 2.5–6  $\mu$ m、菌糸壁は厚さ 0.6–1  $\mu$ m。子実下層は 1–2 細胞からなる。シスチジアは見られない。子実層は柵状に密生する無色の担子器と偽担子器からなる。担子器は円筒形～先端が急に細まる瓶型、無色、多くは 4–6 胞子性。担子胞子は 5.2–8.1  $\times$  2.8–4.0  $\mu$ m、平均 6.7  $\times$  3.4  $\mu$ m、 $Q = 1.5–2.6$  (平均値 2.0) ( $n = 30$ ; 父島産 KPM-NC 26928 標本に基づく)、楕円形 (カプセル型)、平滑、無色～淡黄褐色、内部に 1 つまたは 2 つの大きな油球を含む。担子胞子外壁は厚さおよそ 0.5  $\mu$ m。菌糸にクランプは見られない。

**発生環境・生態**: アカマツ、リュウキュウマツなどの二針葉マツ林に単生または散生、地下生または半地下生、外生菌根性;  
**分布**: 日本 (小笠原諸島、南西諸島全域を含む本州以南)、中国; **発生時期**: 通年。

**観察標本**: 上記英文記載を参照。

**備考**: 子実体および担子胞子の特徴から、佐々木ほか (2016)

において、「ゴムショウロ *Rhizopogon* sp.」として掲載されている菌が本種（オオショウロ；*R. boninensis*）と推察され、「オオショウロ」として掲載されている菌は別種と考えられる。

## 考察

本研究では、種の実体および分類学的扱いに検討の余地が多かったオオショウロについて、タイプ産地である小笠原諸島を含む日本各地から採集されたサンプルおよび *R. boninensis* のタイプ標本を用い、系統的位置と分布について明らかにするとともに、オオショウロの学名として *R. boninensis* を用いるべきことを結論付けた。これまで、本種は小笠原諸島のほか、日本本土から知られていたが、標本情報に基づく南西諸島からの報告は無かった（伊藤、1959；吉見、2008）（なお、佐々木ほか（2016）には、「ゴムショウロ」と同定された種が沖縄県にも産する旨の記述がある）。本研究における分子系統解析の結果、本種は南西諸島に広く分布しているだけでなく、中国にまで分布していることが明らかになった。この結果は、今後、まだ十分に進展していない東アジア～極東アジア地域のショウロ属の分類学的研究を進める上で、まず考慮すべき知見である。中国から先行研究により得られた当該のサンプルはいずれも外生菌根から得られた環境シーケンスで、そのうちの1つはガビショウ *Pinus massoniana* Lamb. の外生菌根から得られたシーケンスである（Huang et al., 2012）。今後、本研究による分布の知見を基に、中国においてもオオショウロ子実体の発見・報告がなされることで、より正確な分布域が明らかになることが期待される。

系統的には、本種は *R. buenoi* と共に、亜属以下のいずれの高次分類群にも含まれないことが示唆された。両種は、糸状菌糸に垂球形の細胞が混じる“Corsicus type”の外皮組織をもつ点において共通する（Martín, 1996；Martín & Calonge, 2001）。これまでに系統解析がなされていない属内の種も含め、ITSのみならずDNA複数領域に基づいた分子系統解析を行うことで、*R. boninensis*-*R. buenoi* クレードの構成種の把握および亜属レベルの系統分類学的検討を今後進めていくことが望まれる。

今回、日本きのこセンター菌茸研究所において再発見され、レクトタイプ指定を行った *R. boninensis* 標本（TMI 37363）は標本台紙に包まれ、良好な保存状態であった（図 2b）。このレクトタイプ標本は本研究で供試されたオオショウロ標本と形態的に一致し、オオショウロ *R. boninensis* の種の実体がより詳細に把握されることとなった。さらに、分子系統解析においては、各地でサンプリングされた標本に加え環境シーケンスを含めたことで、本種がこれまでの想定以上に広い分布域を有していることが明らかになった（図 1）。すなわち、戦前に採集・記載されたような古い種であっても、タイプ標本探索と広域サン

プリング、および環境シーケンスのデータを連関させることにより、種の実体把握と分布域についてのより正確な理解が可能になると言える。今後、同様の手法を適用することで、今井三子博士や小林義雄博士らが過去に記載し、その後情報不足となっている数々の地下生菌の実体把握が促進されるであろう。

## 謝辞

標本の収集にあたって、山上公人氏、知織恵氏、中島稔氏、盛口満氏、大前宗之氏、高島勇介博士および前川直人氏にご協力いただいた。ここにお礼申し上げる。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

- Castresana J. (2000) Selection of conserved blocks from multiple alignments for their use in phylogenetic analysis. *Molecular Biology and Evolution* 17: 540–552.
- Coker W.C., Couch J.N. (1928) *The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada*. University of North Carolina Press, Chapel Hill, North Carolina, USA.
- Darriba D., Taboada G.L., Doallo R., Posada D. (2012) jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9: 772.
- 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.
- Geyer C.J. (1991) Markov chain Monte Carlo maximum likelihood. In: Keramidas E.M. (ed.), *Computing Science and Statistics. Proceedings of the 23rd Symposium on the Interface*. Fairfax Station: Interface Foundation, USA: pp. 156–163.
- Gouy M., Guindon S., Gascuel O. (2010) SeaView version 4: a multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. *Molecular Biology and Evolution* 27: 221–224.
- Grubisha L.C., Trappe J.M., Molina R., Spatafora J.W. (2002) Biology of the ectomycorrhizal genus *Rhizopogon*. VI. Re-examination of infrageneric relationships inferred from phylogenetic analyses of ITS sequences. *Mycologia* 94: 607–619.
- Huang J., Nara K., Lian C., Zong K., Peng K., Xue S., Shen Z. (2012) Ectomycorrhizal fungal communities associated with Masson pine (*Pinus massoniana* Lamb.) in Pb-Zn mine sites of central south China. *Mycorrhiza* 22: 589–602.
- 伊藤誠哉 (1959) 日本菌類誌 第 2 巻第 5 号 担子菌類. 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.
- Katoh K., Standley D.M. (2013) MAFFT Multiple sequence

- alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution* 30: 772–780.
- Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. (2008) *Dictionary of the Fungi*. 10th ed. CAB International, Wallingford, UK.
- 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 ヒメノガスター亜目及スツボンタケ亜目. 三省堂, 東京. [Kobayasi Y. (1938) *Nova Flora Japonica*. Hymenogastrineae et Phallineae. The Sansendo Co. Ltd., Tokyo. (in Japanese)]
- Koizumi T., Nara K. (2016) Two new species of *Rhizopogon* associated with *Pinus pumila* from Japan. *Mycoscience* 57: 287–294.
- Li L., Zhao Y.C., Zhou D., Yu F.Q., Zheng L.Y., Wang Y., Zhang X.L., Duan Z.J., Zhao X.Y., He Z.H., Li S.H. (2016) Three new species of *Rhizopogon* from Southwest China. *Phytotaxa*. 282:151–163.
- Martín M. P. (1996) The genus *Rhizopogon* in Europe. *Societat Catalana de Micologia Vol.5*, Barcelona, Spain.
- Martín M.P., Calonge F.D. (2001) *Rhizopogon buenoi* (Boletales, Basidiomycota) a new species from Spain. *Mycotaxon* 79: 101–105.
- Martín M.P., Dueñas M., Telleria M.T. (2015) Fungal planet description sheet 363 – 10 June 2015 *Rhizopogon granuloflavus* M.P. Martín, M. Dueñas & Telleria, sp. nov. *Persoonia* 34: 248–249.
- Mujic A.B., Hosaka K., Spatafora J.W. (2014) *Rhizopogon togasawariana* sp. nov., the first report of *Rhizopogon* associated with an Asian species of *Pseudotsuga*. *Mycologia* 106: 105–112.
- Orihara T., Smith M.E., Ge Z.-W., Maekawa N. (2012) *Rossbeevera yunnanensis* (Boletaceae, Boletales), a new sequestrate species from southern China. *Mycotaxon* 120: 139–147.
- Ronquist F., Huelsenbeck J.P. (2003) MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19: 1572–1574.
- 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.
- Stamatakis A. (2014) RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics* 30: 1312–1313.
- Sugiyama Y., Murata M., Nara K. (2017) A new *Rhizopogon* species associated with *Pinus amamiana* in Japan. *Mycoscience* 59: 176–180.
- 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)

トガサワラショウロ *Rhizopogon togasawariana* の和歌山県における初記録First discovery of *Rhizopogon togasawariana* (Rhizopogonaceae, Boletales) from Wakayama Prefecture, Japan

折原 貴道

Takamichi Orihara

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

Article Info: Submitted: 21 February 2019 Published: 28 March 2019

トガサワラショウロ *Rhizopogon togasawariana* A.B. Mujic, K. Hosaka & J.W. Spatafora は、2014年に奈良県川上村三之公産の標本を基に新種記載された種である (Mujic et al., 2014)。その名の通り、本州南部および四国のごく一部に分布するマツ科の希少樹種トガサワラ *Pseudotsuga japonica* (Shiras.) Baissner と特異的に外生菌根を形成し共生する担子菌であり (Murata et al., 2017)、日本のショウロ属既知種の中で唯一、*Villosuli* 亜属に所属する。本亜属はトガサワラ属の樹木と菌根共生する種で構成され、本亜属に含まれるその他の既知種は全て北米から知られている (Grubisha et al., 2002; Mujic et al., 2014)。村田・奈良 (2017) は外生菌根の核リボソーム RNA 遺伝子 ITS 領域塩基配列の解析により、トガサワラと菌根共生するショウロ属の未記載種がさらに2種、日本に分布することを示しているが、子実体の発生はまだ確認されていない。

2017年6月に、著者らは和歌山県田辺市のトガサワラ群生地において、ショウロ属菌の子実体を採集した (図 1a)。形態観察の結果、この子実体は *R. togasawariana* の形態的特徴 (Mujic et al., 2014) とほぼ合致した。また、折原ほか (2019) に準拠し、子実体組織から ITS シーケンスデータを取得した。国際ヌクレオチドシーケンスデータベース (INSD) 上のシーケンスデータとの相同性検索において、本標本の ITS 領域は *R. togasawariana* のホロタイプの ITS と 99% 以上の相同性を示した (662 bp/663 bp)。また、川上村三之公産の *R. togasawariana* 外生菌根の ITS シーケンスとは 100% 一致した。以上から、本標本をトガサワラショウロ *R. togasawariana* と同定した。これは和歌山県新産、また、世界でも2地点目の *R. togasawariana* 子実体の報告となる。

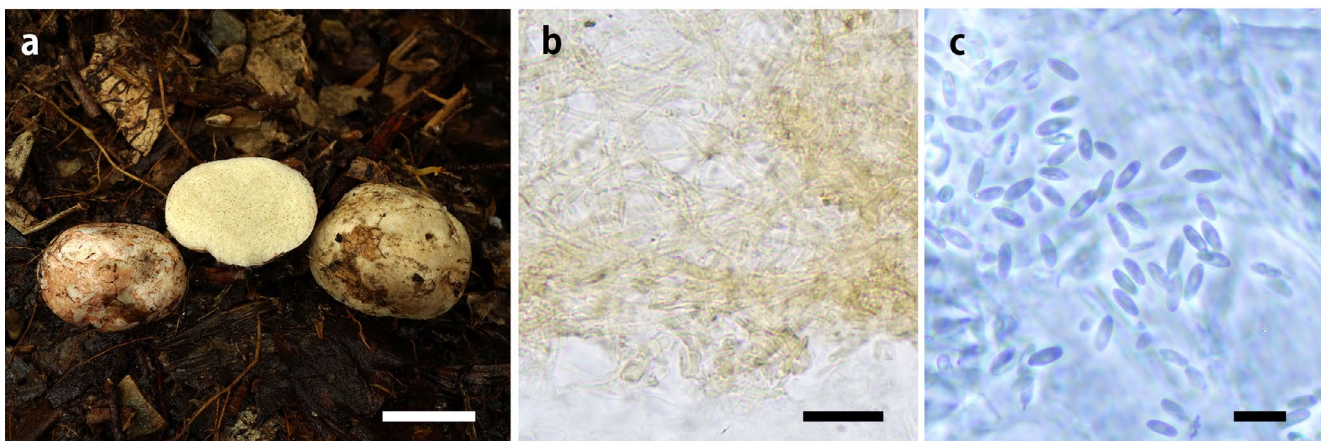


図 1. トガサワラショウロ (KPM-NC 26922) : a. 子実体 ; b. 外皮を構成する菌糸 ; c. 担子孢子 (位相差像). スケール : a = 1 cm; b, c = 10  $\mu$ m.

Fig. 1. *Rhizopogon togasawariana* collected from a *Pseudotsuga japonica*-dominated forest in Tanabe City, Wakayama Prefecture (KPM-NC 26922): a. Fruitbodies; b. Hyphae of peridium; c. Basidiospore under a phase contrast microscope. Bars: a = 1 cm; b, c = 10  $\mu$ m.

*Rhizopogon togasawariana* A.B. Mujic, K. Hosaka & J.W. Spatafora, *Mycologia* 106: 107, 2014.

図 1

和名：トガサワラショウロ

採集されたのはやや未熟と思われる 2 子実体で、急傾斜地に自生するトガサワラ樹下、リター層中に発生していた。子実体は直径 1.5 cm 前後、表面は汚白色～灰褐色で、赤変性あり。外皮は平滑、一部表面に根状菌糸束をまとい、極めて薄く、厚さ 0.3 mm 以下。グレバは一般的なショウロ属菌と同様、微細な腔室からなる。顕微鏡的には外皮は緩い錯綜型菌糸により構成され、菌糸は非常に細く、幅 1–5  $\mu\text{m}$ 。担子胞子は長楕円形、平滑、淡黄色、先端がしばしばわずかに截頭形となる。胞子径は 6.1–8.3  $\times$  2.5–3.2  $\mu\text{m}$ 、平均 7.3  $\times$  2.8  $\mu\text{m}$  (n = 30) で、Mujic et al. (2014) による計測値 (6.8–8.6  $\times$  2.5–3.5  $\mu\text{m}$ ) と比べ若干小型であった。

**観察標本**：和歌山県田辺市要害森山、トガサワラ樹下リター中、2017 年 6 月 21 日、折原貴道採集、KPM-NC 26922; ITS シーケンス GenBank accession no.: MK622921.

## 謝辞

本研究での野外調査にあたっては、山本航平博士（栃木県立博物館）にご協力いただいた。ここにお礼申し上げます。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：25840149) の助成を受けて行われた。

## 引用文献

- Grubisha L.C., Trappe J.M., Molina R., Spatafora J.W. (2002) Biology of the ectomycorrhizal genus *Rhizopogon*. VI. Re-examination of infrageneric relationships inferred from phylogenetic analyses of ITS sequences. *Mycologia* 94: 607–619.
- Mujic A.B., Hosaka K., Spatafora J.W. (2014) *Rhizopogon togasawariana* sp. nov., the first report of *Rhizopogon* associated with an Asian species of *Pseudotsuga*. *Mycologia* 106: 105–112.
- Murata M, Nagata Y, Nara K. (2017) Soil spore banks of ectomycorrhizal fungi in endangered Japanese Douglas-fir forests. *Ecological Research* 32: 469–479.
- 村田政穂・奈良一秀 (2017) 絶滅危惧種トガサワラの優占林分における土壌深度別の外生菌根菌群集. *日本森林学会誌* 99: 195–201.
- 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. *Truffology* 2: 10–17.

## 観察記録 (observation)

## 2018年に採集した、京都府および奈良県産地下生菌

## Truffle-like fungi collected from Kyoto and Nara Prefectures, Japan, in 2018

佐野 修治

Shuji Sano

京都府京都市右京区

Ukyo-ku, Kyoto-shi, Kyoto, Japan

E-mail: s.sano.kyoto@gmail.com

Article Info: Submitted: 8 February 2019 Published: 28 March 2019

2018年に京都府と奈良県で採集した地下生菌のうち、興味深かった数種を報告する。同定は主に折原貴道博士（神奈川県立生命の星・地球博物館 学芸員）にお願いし、*Jimgerdemannia* 属菌については山本航平博士（栃木県立博物館 学芸嘱託員）にお願いした。なお、奈良県吉野郡十津川村の観察（採集）記録はすべて「十津川村史編さん委員会 自然部会（菌類）」調査時に確認されたものである。

クルミタケ属の一種 *Hydnotrya* sp.

チャワンタケ目 フクロシトネタケ科 クルミタケ属

採集地：京都府京都市右京区

採集年月日：2018年5月31日

庭園のスギ、マツ、サクラ、アラカシ、サザンカが混生する苔地に点々と5個が発生していた。子実体は長径15–25 mm程度、空洞のあるシワ状の球形塊で一部が地表に出現していた。外皮は幼菌時淡ベージュ色～薄茶色、成長するにつれ茶色～茶褐色、やがて黒茶褐色～黒褐色となり、老熟した子実体は黒土の塊のように見える。胞子は子嚢内に2列に並んでいた。折原博士に報告したところ、クルミタケそのものではなく、現在記載準備中のクルミタケ未記載種の可能性がある



図1. クルミタケ属の一種. 左：子実体；右：子嚢内に2列に並ぶ胞子.

同定していただいた。観察地は日本のみならず世界中からの観光客が四季を問わず訪れる通路脇にあり、特に発生地ふわふわと苔生す箇所はつい触れたくなる人気スポットでもあり誤って踏み潰されていることもある。また、清掃管理されている方々により草引き時に不要物として排除される可能性もある。ハラハラしつつ継続観察中。

ヒメノガステル属の一種 *Hymenogaster* sp.

図2

ハラタケ目 モエギタケ科 ヒメノガステル属

採集地：京都府京都市右京区

採集年月日：2018年11月17日

採集地は6世紀後半～7世紀前半の古墳群であり国の名勝に指定されている風致地区で、古都保存法における歴史的風土特別保存地区となっている。その丘の周辺は地元住人の散歩コースとして親しまれていて通路は常に清掃されている。その小道脇のアラカシの樹下を掘ると白い地下生菌が転がり出た。長径3–10 mm程度の球形で少し弾力がある。外皮は無毛で平滑。断面のグレバは茶褐色のスポンジ状で細かな多数の空洞が見える。胞子はレモン形で疣状の突起に覆われていて周囲を胞子外膜に囲まれている。胞子は淡い黄茶色で

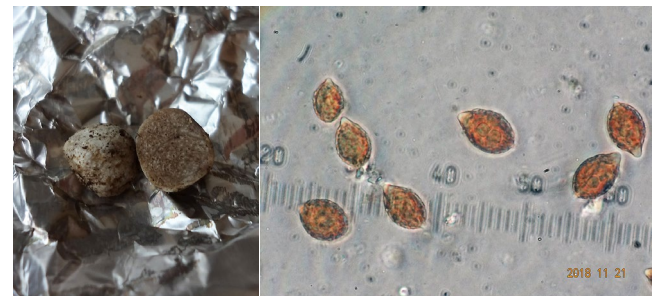


図2. ヒメノガステル属の一種. 左：子実体とその断面；右：担子胞子。一目盛りは2.5 μm.



黄金色にも見える。両端には乳頭状の白い突起がある。ヒメノガステル属の一種であることを折原博士に確認した。他所でもよく観察するが子実体や胞子の形態に微妙な差異がある気がする。種までたどり着けないのが残念。

「シンジュタケ」の発見？！

**Boninogaster aff. phalloides Kobayasi**

図 3-5

ヒメツチグリ目 ヒメツチグリ科 シンジュタケ属

採集地：奈良県吉野郡十津川村

採集年月日：2018年12月16日

石垣脇のイチョウの樹下で3個を発見した。イチョウの葉の厚い落葉を軽く掘ると白い菌糸と共に小さい塊が転がった。繁みの中で薄暗く手入れがなされていない林内で周囲にはサザンカの花が咲いていた。白色球形で長径5-15mm程度。断面は灰緑色で白い線模様があり爽やかなフルーツ臭を感じた。年末に山本博士に観ていただく機会を得て「これはぜひ、折原さんにお知らせを・・・」と勧められた。早速、折原博士に連絡し標本をお届けしたところ、シンジュタケ *B. phalloides* か、それにごく近縁な菌との同定結果を得た。シンジュタケは1937年に小林義雄博士により記載された既知種ながら、近年まで小笠原諸島でしか見つかっていなかったため、環境省レッドリストでは絶滅危惧種になっていると知った。今回の標本の正確な種名については、DNA情報の比較検討を含む、最終的な同定結果を待ちたい。「真珠茸」の由来は



図5. シンジュタケ？の発生地。(イチョウ樹下の落葉堆積地)。矢印は子実体を示す。

子実体の形状からなのか胞子の様からなのか？何れにしても美しい命名だと感心した。山本博士と折原博士のおかげでも希少な地下生菌であることが判明し感謝している。

**Jimgerdemannia flammicorona (Trappe & Gerd.) Trappe, Desirò, M.E. Sm., Bonito & Bidartondo**

図 6-9

アツギケカビ目 アツギケカビ科 *Jimgerdemannia* 属

採集地：奈良県吉野郡十津川村

採集年月日：2018年11月27日

松茸山(下り山)のアカマツ林の樹下で現地を案内いただいた同行者の東光氏(十津川村教育委員会)が1個を掘り当てた。長径10mm程度の楕円形で切断時の感触は硬目だった。外皮は無毛平滑で黄色味を帯びた淡いベージュ色で所々濃淡のグラデーションがあった。断面は美しい橙黄色で幼菌のようであったが、数日後、表皮に黄褐色の粒状の接合胞子が現れた。山本博士に同定をお願いしたところ、「*Endogone* (エンドゴン) などが属するアツギケカビ目の仲間



図3. 左:シンジュタケ？の子実体。樹木の種子(銀杏の未熟な実?)が1個混在。右:シンジュタケ？の子実体断面。

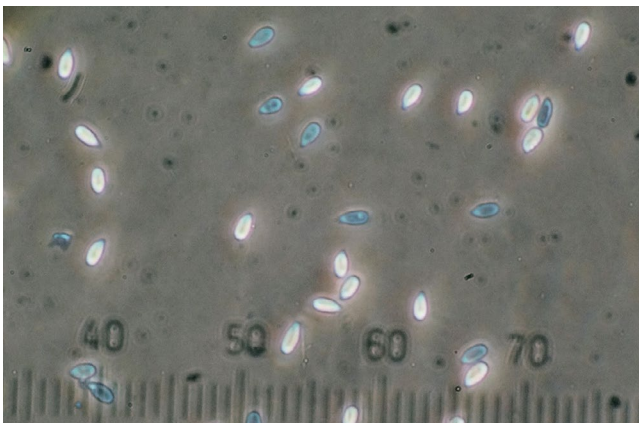


図4. シンジュタケ？の胞子。一目盛りは5µm.



図6. *Jimgerdemannia flammicorona* の胞子果(左)およびその断面(右)。



図7. *Jimgerdemannia flammicorona* の孢子果切断面の拡大写真。黄褐色の粒状のものが孢子。

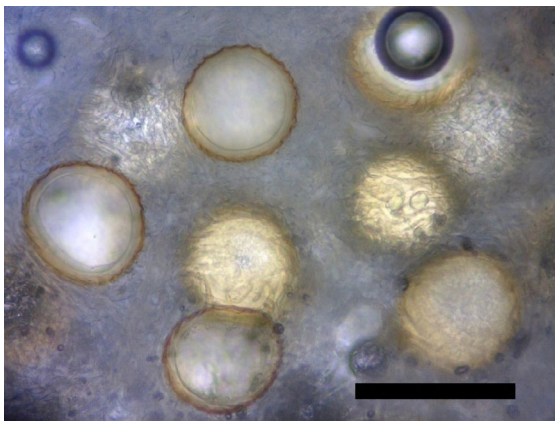


図8. *Jimgerdemannia flammicorona* の接合孢子。スケールバーは100 μm (写真提供：山本航平博士)。



図9. *Jimgerdemannia flammicorona* の発生地でマツ樹下を掘る東光氏・佐野洋子氏。

です。観察の結果、*J. flammicorona* と判明しました。」とのご回答を得た。標本は国立科学博物館に収蔵された(標本番号：TNS-F-70723)。接合孢子の顕微鏡写真は山本博士よりのご提供。「*Jimgerdemannia* 属は接合菌類で唯一のマツ科樹木の外生菌根菌を含む属として知られており、おそらく十津川村産は近くのアカマツに菌根を作っていたのだと思います。間違いなく奈良県でこの仲間が見つかったのは初めてだと思いますので、大変貴重な記録です。」との嬉しいご教示をいただいた。琵琶湖よりも広く日本一広い村「十津川村」の深山に秘められた小さな宝物に出会ったような気持ちになり感動した。嬉し

い初めての接合菌との出会いとなった。

その他、以下の地下生菌も観察した。

- ・アミメツチダンゴ *Elaphomyces muricatus* Fr. (1月20日、奈良県吉野郡十津川村)
- ・ショウロ *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. (3月27日、京都府宮津市)
- ・ヒステランギウム属 *Hysterangium* sp. (6月14日、奈良県吉野郡十津川村)
- ・ガウチエリア属 *Gautieria* sp. (11月27日、奈良県吉野郡十津川村)

## 謝辞

今回の「観察記録」の投稿に際してお世話になった折原貴道博士と山本航平博士には、標本の同定や最新情報など多くのご教示をいただき誠にありがたく厚く御礼申し上げます。益々、未知の世界「地下生菌」の不思議に魅せられました。



標本リスト (Specimen list)

## 2017 年および 2018 年に栃木県内で採集された地下生菌

### Truffles and truffle-like fungi collected in 2017 and 2018 in Tochigi Prefecture

山本 航平\*, 坂井 広人

Kohei Yamamoto\*, Hiroto Sakai

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

\*主著者 (Corresponding author)

E-mail: kohei081@yahoo.co.jp

Article Info: Submitted: 23 February 2019 Published: 28 March 2019

2017 年および 2018 年に栃木県内で採集された地下生菌のうち、著者らが採集または同定した標本の一部を報告する(表 1)。標本はいずれも栃木県立博物館 (TPM) 収蔵庫に収蔵されている。



図 1. *Sclerogaster* sp. (TPM-M-8926). スケール : 10 mm.



図 2. *Hysterangium* sp. (TPM-M-8956). スケール : 5 mm.



図 3. *Genea* sp. (TPM-M-9102). スケール : 10 mm.



図 4. *Endogone incrassata* (TPM-M-9233). スケール : 5 mm.

表 1. 2017 年および 2018 年に栃木県内で採集された地下生菌.

学名	和名	採集地		発生環境 (植生)	採集者	同定者	バウチャー 標本番号	標本の状態	補足
		都道府県	市区町村						
<i>Hymenogaster</i> sp.	ヒメナガステル属の一種	栃木県	佐野市	カン類樹下, 地中	山本航平・坂井広人	山本航平	TPM-M-8854	凍結乾燥	
<i>Rosbeevera griseovelutina</i>	ネズミツチダマタケ	栃木県	宇都宮市	コナラ樹下, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-8901	凍結乾燥	
<i>Tuber</i> sp. (Pubertulum group)	セイヨウシヨウロ属の一種	栃木県	宇都宮市	シラカシ樹下, 地中	山本航平・坂井広人	山本航平	TPM-M-8906	凍結乾燥	
<i>Elaphomyces</i> sp. (sect. <i>Malacodermei</i> )	ツチダンゴ属の一種	栃木県	宇都宮市	イスシデ樹下, 地中	山本航平・坂井広人	山本航平	TPM-M-8907	凍結乾燥	
<i>Sclerogaster</i> sp.	スクレロガステル属の一種	栃木県	宇都宮市	モミ (植栽) 樹下, 腐植中	山本航平・坂井広人	山本航平	TPM-M-8926	凍結乾燥	図 1
<i>Heliogaster columellifer</i>	ジャガイモタケ	栃木県	宇都宮市	コナラ・イスシデ林内, 地表に露出	山本航平	山本航平	TPM-M-8945	凍結乾燥	
<i>Elaphomyces</i> sp. (sect. <i>Malacodermei</i> )	ツチダンゴ属の一種	栃木県	宇都宮市	コナラ樹下, 地表に露出	山本航平・坂井広人	山本航平	TPM-M-8949	凍結乾燥	
<i>Imaita gigantea</i>	イモタケ	栃木県	那須塩原市	コナラ属・アカマツ林内, 地表に露出	豊谷せつ子	山本航平	TPM-M-8954	凍結乾燥	
<i>Hysterangium</i> sp.	ヒスタランギウム属の一種	栃木県	塩谷町	イスブナ・モミ林内, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-8956	凍結乾燥	図 2
<i>Tuber japonicum</i>	ホンセイイウシヨウロ	栃木県	野木町	コナラ樹下, 地表に露出	酒井正明	坂井広人	TPM-M-8961	凍結乾燥	
<i>Tuber longispinosum</i> or <i>T. himalayense</i>	イボセイイウシヨウロまたは アジアクワセイイウシヨウロ	栃木県	宇都宮市	シラカシ樹下, 地表に露出	山本航平	山本航平	TPM-M-8968	凍結乾燥	
<i>Hymenogaster</i> sp.	ヒメナガステル属の一種	栃木県	宇都宮市	シラカシ樹下, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-8970	凍結乾燥	
<i>Octaviania</i> sp. (subg. <i>Parcaea</i> )	ホシシノタマタケ属の一種	栃木県	益子町	スダジイ樹下, 法面に露出	大前宗之	大前宗之	TPM-M-9000	凍結乾燥	
<i>Hymenogaster</i> sp.	ヒメナガステル属の一種	栃木県	宇都宮市	シラカシ樹下, 地表に露出	細野天智	山本航平	TPM-M-9234	凍結乾燥	
<i>Hymenogaster</i> sp.	ヒメナガステル属の一種	栃木県	宇都宮市	シラカシ樹下, 地表に露出	山本航平	山本航平	TPM-M-9235	凍結乾燥	
<i>Glomus</i> aff. <i>microcarpum</i>	(和名なし)	栃木県	宇都宮市	スギ (植栽) 樹下, 腐植中	山本航平	山本航平	TPM-M-9171	凍結乾燥	
<i>Genea</i> sp.	ジマメタケ属の一種	栃木県	宇都宮市	コナラ樹下, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-9237	凍結乾燥	
<i>Rosbeevera griseovelutina</i>	ネズミツチダマタケ	栃木県	大田原市	シラカシ・コナラ樹下, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-9236	凍結乾燥	
<i>Rosbeevera griseovelutina</i>	ネズミツチダマタケ	栃木県	宇都宮市	コナラ・イスシデ・シラカシ等の林内, 地中	細野天智	山本航平	TPM-M-9225	凍結乾燥	
<i>Rosbeevera griseovelutina</i>	ネズミツチダマタケ	栃木県	宇都宮市	コナラ・イスシデ・シラカシ等の林内, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-9226	凍結乾燥	
<i>Gymnomyces</i> (= <i>Russula</i> ) sp.	旧トゲミシヨウロ属 (シクエスト レート型ベニタケ属) の一種	栃木県	宇都宮市	コナラ樹下, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-9238	凍結乾燥	
<i>Elaphomyces</i> sp. (sect. <i>Malacodermei</i> )	ツチダンゴ属の一種	栃木県	宇都宮市	コナラ・イスシデ・シラカシ等の林内, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-9227	凍結乾燥	
<i>Heliogaster columellifer</i>	ジャガイモタケ	栃木県	那須塩原市	モミ・落葉広葉樹林内, 地中	山本航平	山本航平	TPM-M-9072	凍結乾燥	



表 1. (続き)

学名	和名	採集地		発生環境 (植生)	採集年月日	採集者	同定者	バウチャー 標本番号	標本の状態	補足
		都道府県	市区町村							
<i>Elaphomyces</i> sp. (Sect. <i>Malacodermea</i> )	ツチダングロ属の一種	栃木県	宇都宮市	コナラ樹下, 地中	20181014	山本航平	山本航平	TPM-M-9228	凍結乾燥	
<i>Genea</i> sp.	ジマメタケ属の一種	栃木県	那須町	シラカシ樹下, 地中	20181025	山本航平	山本航平	TPM-M-9102	凍結乾燥	図 3
<i>Hymenogaster</i> sp.	ヒメノガスデル属の一種	栃木県	日光市	ミズナラ樹下, 地中	20181028	山本航平	山本航平	TPM-M-9231	凍結乾燥	
<i>Endogone incrassata</i>	(和名なし)	栃木県	日光市	ミズナラ・カラマツ・アスナロ等の林内, 腐植中	20181028	山本航平	山本航平	TPM-M-9233	凍結乾燥	図 4
<i>Elaphomyces muricatus sensu lato</i>	アミノチダングロ (広義)	栃木県	宇都宮市	コナラ樹下, 地表に露出	20181030	山本航平	山本航平	TPM-M-9190	凍結乾燥	
<i>Hymenogaster</i> sp.	ヒメノガスデル属の一種	栃木県	日光市	ミズナラ・シデ属・カラマツ等の林内, 地中	20181031	山本航平	山本航平	TPM-M-9146	凍結乾燥	
<i>Imaia gigantea</i>	イモタケ	栃木県	鹿沼市	コナラ・カラマツ・アカマツ等の林内, 地中	20181031	山本航平	山本航平	TPM-M-9150	凍結乾燥	図 5, 6
<i>Tuber japonicum</i>	ホシセイヨウシヨウロ	栃木県	野木町	コナラ属樹下, 地中	20181104	篠希	坂井広人	TPM-M-9188	凍結乾燥	



図 5. イモタケ *Imaia gigantea* (TPM-M-9150). スケール : 5 cm.



図 6. イモタケ *I. gigantea* (TPM-M-9150) の発生状況. 矢印は子実体を示す.

## エッセイ (Essay)

## 小笠原諸島 地下生菌探索記

## A record of the field trip of sequestrate fungi in Bonin Islands, Japan

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 番 3 号

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

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

Article Info: Submitted: 23 January 2019 Published: 28 March 2019

## 緒言

筆者は 2018 年 11 月 6 日から 11 日の 6 日間に渡り、国立科学博物館の保坂健太郎博士、神奈川県立生命の星・地球博物館の折原貴道博士、栃木県立博物館の山本航平博士とともに小笠原諸島の父島ならびに母島で菌類調査を行った。博物館所属の博士号持ち 3 名と民間企業研究者（修士卒）1 名というなんともアンバランスな組み合わせとなった調査だったが、大変収穫の多いものとなった。ここでは、調査の出発から帰還に至るまでの思い出について記録する。

保坂氏を除く 3 名は小笠原諸島を訪れるのは今回が初で、基本的なプランは保坂氏に立案していただいた。小笠原諸島は世界自然遺産に登録され、環境省や林野庁の許可がなければ生物の採集はおろか場所によっては林内の立ち入りすらも固く禁じられている。保坂氏はこれまで 9 年連続で小笠原諸島の菌類調査を行っている熟練者であり、許可申請の手順や島内の地理に長け、調査では絶対欠かせない存在だ。保坂氏のこれまでの小笠原諸島菌類調査の成果は国立科学博物館の紀要に報告されているので、ぜひご覧いただきたい(保坂、2018)。

## 11 月 6 日 小笠原諸島へ出発

朝 7 時、栃木県の自宅を後にした。調査の際は極力余分な荷物を持ち運ばない主義なのだが、6 日間の長期滞在に加え、キノコの分離培養器具一式を持参したため、結局、大型キャリーケース 1 つとリュックサック、クーラーボックスという重装備となった。行く途中の電車内では、通勤ラッシュに遭遇し、浜松町駅に到着したころには既にヘトヘトである。

竹芝客船ターミナルには着いた頃には保坂氏、折原氏、山本氏が既に集合していた。保坂氏はラッシュアワーを避けるため、出航の 2 時間 30 分前には到着していたというのだから驚

きである（さすがに早すぎるだろうと思ったが）。ターミナルでは偶然、森林総合研究所の佐橋憲生博士や日本大学の太田佑子教授らと遭遇した。同じく小笠原諸島に行く予定で、島内で植物病原菌の調査を行っているとのことであった。

11 時、いよいよ出航である。遠ざかる本土をデッキで見送りながら、調査打合せを行った（図 1）。乗船中の 24 時間は、出航直後および八丈島付近を通過する時を除き無線 LAN に接続できないので、時間潰しに Kindle Paperwhite を買おうか悩んでいたのだが、結局、買わずに乗り込んだ。船内では昼食を取ったり、デッキやラウンジで打合せをしたり、論文を読んだりしているとあっという間に時間が過ぎ、ほとんど時間を持って余すことはなかった。少しの空いた時間は、鬼束ちひろの最新アルバム「シンドローム」を聴いて過ごした。食堂、シャワー室も完備されており、事前に保坂氏から勧められていた「アネロン」を服用したおかげもあってか船酔いすることなく、快適に過ごすことができた。



図 1. 調査打ち合わせ。左から保坂健太郎博士 (left: Dr. Kentaro Hosaka), 山本航平博士 (center: Dr. Kohei Yamamoto), 折原貴道博士 (right: Dr. Takamichi Orihara)。





図 2. デッキより望む小笠原の海。

### 11月7日 父島調査1日目

朝起床し、デッキに出ると、そこには群青色の大海原が広がっていた（図 2）。船の周囲にはカツオドリの群れが飛んでいる。南国に来たと実感した瞬間である。当方、ここ数年、加齢とともに冷え性が進行しており、晩秋から冬の季節は大変辛いものがあるのだが、ここは11月初旬でも朝から20℃を超え、まさに楽園である。“二度と戻れぬ片道切符”になるかも知れないと逡巡したほどだ。

11時、ほぼ定刻通りに父島に到着した。荷物を宿に置き、レンタカーを借り、いよいよ調査に出発である。まずは、環境省管轄の小笠原自然保護官事務所に立ち寄り入山許可証を

受け取り、最初の目的地である島中部のリウキュウマツ林に到着した。リウキュウマツは1890年代に琉球列島から持ち込まれたと考えられており、本種と共生する外生菌根菌は全て移入種と推定される。しかし、これらの菌の中にも、新種として記載された種が多数含まれ、地下生菌としてはムニンショウロ（オオショウロと同一とされる）やサザレイシタケが報告されている（Ito & Imai, 1937; Kobayasi, 1937）。探索開始直後、山本氏から声が上がった。なんといきなりショウロ属の一種を見つけたというのだ。その後、ほどなくして折原氏からもショウロ属菌発見の声があがった（図 3a）。保坂氏は絶滅種ムニンヒメカラカサタケの可能性のあるキノコの写真を撮影していた（図 3b）。このまま私だけ何も見つけず仕舞いで終わってしまるか、他の人が探していない場所に目を向けたところ、崖から半分顔を覗かせていたショウロ属菌が目にとまり（図 3c）、坊主は免れたと一安心した。互いに近い距離で採集したショウロ属菌であるが、興味深いことに、肉眼的にはそれぞれが別種のように見える。果たしてどれがムニンショウロにあたるのだろうか。詳しくは、本号、折原ほか（2019）をご覧ください。同じくリウキュウマツ樹下からは亜熱帯を代表とするスッポンタケ科のヨツデタケ（図 3d）やシマイヌノエフデのもとと思われる卵が多数見つかった。

15時を過ぎ、調査地を東へ移動した。ここではなんと正体不明の地下生菌が見つかった。現時点では写真はお見せできないが、本種については既に保坂氏が何度か採集しており、



図 3. リウキュウマツ林の探索(父島). a: ショウロ属菌を発見した折原, 山本両氏. b: 写真撮影する保坂氏. c: 筆者の発見したショウロ属菌 *Rhizopogon* sp. d: ヨツデタケ *Clathrus columnatus* の菌蕾.





図 4. オオノウタケ *Calvatia boninensis*.

現在解析中とのことであった。また、ここではオオノウタケが見つかったのだが、驚いたことに、この島のオオノウタケは色が白いのである（図 4）。多くの図鑑に掲載されているオオノウタケは濃い褐色を呈しており、見た目が全く異なる。オオノウタケはもともと小笠原諸島の標本を基に記載されたため、保坂氏いわく、この白色のものが真正正銘のオオノウタケで、本土のものは別種ではないかということだった。

収穫した標本は宿に持ち帰り、各員が分担して標本撮影や DNA 抽出、分離培養を行った（図 5）。私はキノコの種菌メーカーに勤務しているため、もっぱら分離・培養を担当した。

#### 11月8日 父島調査 2日目

この日は船舶での移動がなく、唯一、終日キノコ調査が行える日である。しかし、レンタカーが予約の段階で既に埋まっていたため、仕方なくレンタル原付バイクでの移動となった。保坂氏以外は原付バイクの運転経験がほぼ皆無であり、店内では山本氏が不安気な表情を浮かべていたため店員から訝しげな表情で見られていたが、保坂氏が押し切り無事(?) 借りることができた。近くの広い道路で 10 分程、保坂氏より運転のレクチャーを受けてからの出発となった。

最初は保坂氏が過去の調査で発見したシンジュタケの発生地に向かった。この場所はシダが生い茂り、湿度の非常に高い環境である。気温も 20°C を超え本州であれば大量の蚊が寄ってきそうな環境だ。ここで初めて虫よけスプレーを自宅に忘れてきたことに気づいたが、幸い、林内に入ってもあまり蚊が寄ってこなかった。小笠原諸島全域でいえることであるが、生息する哺乳類がないためか、吸血性の虫が非常に少ない。このような高温多湿環境で虫に集中力を奪われることなく調査できるのはまさに奇跡である。散策してほどなく、タケの生い茂っている箇所で見つけたシンジュタケを発見した（図 6a, b）。本



図 5. 標本の写真撮影をする保坂氏（右上）、胞子分離作業をする山本氏（中央）、DNA 抽出をする折原氏（左）、筆者が組織分離を行ったショウロ属菌と分離用培地（中央手前）。



図 6. シンジュタケ *Boninogaster phalloides*. a : 発生環境. b : 子実体.





図 7. 原付バイクで移動.

種は最初、父島のタコノキ樹下に発生した標本に基づき新属新種として記載され (Kobayasi, 1937)、最近、保坂氏によってヒメツチグリ目のスクレロガステル属に近縁であることが明らかにされた (Hosaka, 2014)。保坂氏いわく、本種はタコノキよりも竹林で見つかることの方が多いとのことである。シソジュタケと暫定的に同定されている菌は本州でも見つかっているが、こちらも竹林などで発見されている (例：栃木県、2018)。本種は腐生菌で、必ずしも竹の枯死枝から発生するとも限らないが、相性は良いように思う。

その後、島の南部から北部の山を原付バイクで移動しながら調査した (図 7)。南部のリウキュウマツ林では大型のショウロ属菌が見つかった (図 8a)。リウキュウマツの樹下を掘

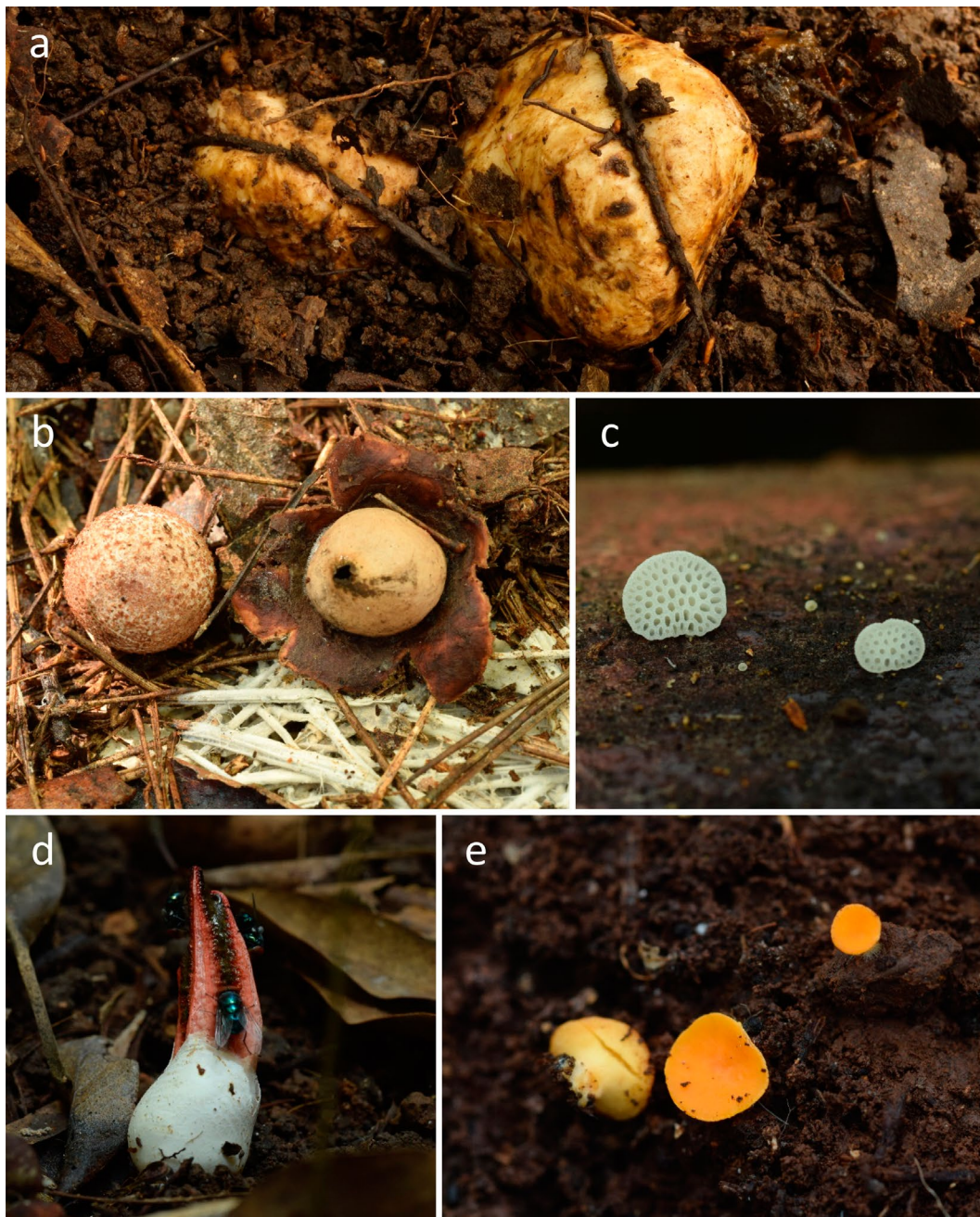


図 8. 11月8日の探索結果. a: ショウロ属の一種 *Rhizopogon* sp. (撮影：折原貴道氏). b: ケブクロツチガキ *Geastrum javanicum*. c: エナシラツシタケ *Favolaschia pezizaformis*. d: ヨツデタケ *Clathrus columnatus*. e: *Acervus* sp.



ると、白色から帯緑色の菌糸マットが高頻度で姿を現すが、これはほとんどの場合ヒメツチグリ属菌の菌糸マットである。裂開前のヒメツチグリ属菌は地下生菌に類似しているので慣れないと見分けが付きにくく、特にケブクロツチガキには何度かぬか喜びさせられた（図 8b）。また、ここではビロウの葉裏から亜熱帯地域を代表する発光菌の一つであるエナシラッシタケが見つかった（図 8c）。その後、北部へ移動し、ここでは、これまで卵の状態しか見つからなかったヨツデタケが成長した状態で見つかったほか（図 8d）、今回の調査では初のチャウソウタケ目となる *Acervus* 属菌が見つかった（図 8e）。保坂氏いわく、ここでは過去に、何度かソライロタケが見つかったとのことだったが、残念ながら今回は見つけることができなかった。

この日は終日調査を行ったことに加え、慣れない原付バイクでの移動だったので疲れがどっと出た。何より、誰も事故を起こすことなく調査を終えることができたのが幸いであった。

### 11月9日 母島調査1日目

午前中は「ははしま丸」で母島に移動した（図 9）。母島は父島の南に位置し、到着までに約2時間を要する。昨日のフィールド調査で疲労が蓄積していたため、乗船中は束の間の休憩時間となった。

母島到着後、メイン調査地である島中部の石門（せきもん）に向かった。ここは小笠原諸島の中で数少ない雲霧帯に位置し、湿度が高いことが特徴である。また、現在は絶滅種とされている地下生菌ハハシマアコウショウロの基準産地としても知られている（Ito & Imai, 1937）。本種は「ショウロ」という名前がついているがショウロ属（イグチ目ショウロ科）との類縁関係はなく、原記載以降、誰も採集していない幻のキノコである。

石門の入り口付近は巨木が林立し、一見、原生林のような荘厳な雰囲気醸し出しているが（図 10）、実はこれらは全て移入種のアカギというのだから驚きである。アカギは駆除対象



図 9. ははしま丸で父島を後にする。



図 10. 石門入口付近のアカギ林（写真は 2013 年のもの）（撮影：保坂健太郎氏）。

となっているものの、成長が早く、伐採してもすぐに再生する厄介者だそう。母島のアカギを駆除するには、相当時間を要するだろう。そんな移入種に置き換わってしまった林であるが、ここではこれまで見られなかった菌が多数発見された。森を歩いてすぐにニクアツベニサラタケやシロコップタケといった亜熱帯地域を代表とするチャウソウタケ目菌が姿を現した（図 11a, b）。更に、バライロチャヒラタケやオガサワラキンハナビラタケなど、小笠原諸島の固有種と考えられる菌も見つかった（図 11c, d）。山本氏は葉の裏や朽ちた倒木を丹念に探し、複数の冬虫夏草が採集できたようである。ハハシマアコウショウロらしき菌は見つからなかったが、時間が許せばもっと長く調査したいと思える環境であった。

その後、中部の山に立ち寄った。ここではバライロチャヒラタケが見つかった他、なんとハハシマアコウショウロに類似したキノコが見つかった。果たして本当にハハシマアコウショウロなのかどうか、宿に着いたら断面を切って確かめようという話になった。

夕暮れになり、保坂氏に小笠原諸島で一番シンジュタケを採集しているというオススメスポットを案内していただいた。保坂氏の話の通り、歩道脇の枯れ枝が堆積している場所で大量のシンジュタケが見つかった（図 12a）。父島産のものはグレバが緑色であったが、こちらは黄褐色のものが多く、どうやら成熟に伴い緑色から黄褐色へ変化するようである。写真撮影をしているとすっかり日が暮れてしまった。車まで戻る途中、歩きながらしてヤコウタケの発光を認識することができた。もっと数があれば懐中電灯が不要と思えるほど、淡く幻想的な光を放っていた（図 12b）。

宿で夕食を済ませた後は、いよいよハハシマアコウショウロに類似したキノコの断面を確認する時である。本種は長い間タイプ標本の所在が不明であったが、昨年、海外の標本庫にタイプ標本の一部が収蔵されていたことが判明し、幸い、形態的に比較できる状態で残っている（Hosaka et al., 2018）。折原





図 11. a : ニクアツベニサラタケ *Phillipsia domingensis*. b : シロコップタケ *Cookeina insititia*. c : パライロチャヒラタケ *Crepidotus boninensis*. d : オガサワラキンハナビラタケ *Tremella boninensis*.

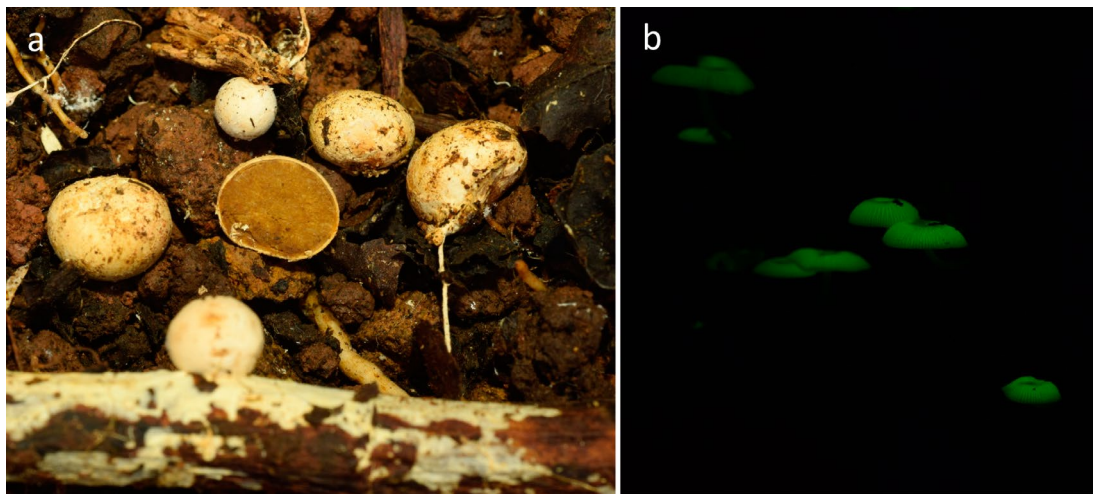


図 12. a : シンジユタケ *Boninogaster phalloides*. b : ヤコウタケ *Mycena chlorophos*.



図 13. ハハシマアコウショウロの可能性のある菌を切断する折原氏.

氏がカッターを入れ、断面が姿を現す… (図 13)。その結果は・・・近い将来発表があるかも知れないのでご期待頂きたい。

#### 11月10日 母島調査2日目

調査最終日は正午に出発するはしま丸に乗り込むまでの2時間程度の調査であった。リュウキュウマツの樹下からは未熟なショウロ属菌が見つかり (図 14; 折原ほか (2019) により本菌がオオショウロであると判明した)、同じく地下からは山本氏が *Acervus* 属菌を発見した。父島で採集した時もそうであったが、この属は胞子の射出能力はあるものの、子実体が小型になるタイプは、地下から見つかることが多いように思う。調査後は、日本最南端の都道が存在する南崎に移動し、記念撮





図 14. オオショウロ *Rhizopogon boninensis*.



図 15. 記念撮影（左から筆者、保坂氏、折原氏、山本氏）。

影を行った（図 15）。

昼食弁当を購入後、ははじ丸に乗船し、父島に降りた。父島でお土産を購入した後、15時30分発のおがさわら丸に乗船し、小笠原諸島を後にした。母島も父島も船が出航する時には多くの地元島民による手厚い見送りがあり、太鼓の演奏や並走する船から海へのダイブなど、さまざまなパフォーマンスを披露してくれた。

#### 11月11日 本州到着

15時過ぎ、竹芝客船ターミナルに到着した。徒歩で浜松町駅まで移動し、改札機付近で解散となった。

#### まとめ

今回の調査は本州では体験することのできない貴重なものであった。ショウロ属菌のような移入種はともかく、風で孢子を散布できない地下生菌が、どのように陸の孤島にたどり着いたのか、それとも小笠原諸島で独自に進化したのか、壮大な生物の歴史に思いを馳せずにはいられない。また、今回の調査ではただ網羅的にキノコを採取するのではなく、今井三子博士や伊藤誠哉博士、小林義雄博士といった名立たる先人の菌類研究者の足取りを追う、歴史学に似た、ロマン溢れるものであった。

欲を言えば、実質4日間の調査ではまだまだ足りないというのが率直な感想だ。毎年行くのは叶わないが、また機会があれば行きたいと思っている。多くの地下生菌が見つかったリュウキュウマツは移入種であるため一部の地域では駆除の対象とされており、遠くない将来、これらの菌類は姿を消してしまうかもしれない（仕方ないことであるが）。また、小笠原諸島では現在、外来種の侵入や空港建設の是非等、さまざまな問題が山積している。次に訪れる時は、この島の森は変わらずに残ってくれているのだろうか。

今回の調査ではここで紹介していないキノコを含め、学術的に興味深い種類が多数採集できた。現在、顕微鏡観察や分子系統解析を進めており、将来的に学会大会や論文の場で発表できればと思っている。

本記事をご覧になられ、小笠原諸島の菌類の素晴らしさを感じていただければ、望外の喜びである。

#### 謝辞

本調査では保坂健太郎博士、折原貴道博士、山本航平博士には大変お世話になりました。また、会社の社会貢献事業の一環として、調査参加を快諾して頂いた、(株)北研 食用菌類研究所所長 山内隆弘博士ならびに同社社長 川嶋健市氏に感謝申し上げます。本調査は「公益財団法人発酵研究所平成29年度一般研究助成（研究代表者：折原貴道）」の助成を受けて行われました。

#### 引用文献

- 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* 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. *国立科学博物館専報* 52: 17–37.
- 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* 44: 53–66.
- Itô S., Imai S. (1937) Fungi of the Bonin Islands I. *Transactions of the Sapporo Natural History Society* 15: 1–12.
- Kobayasi Y. (1937) Fungi Austro-Japoniae et Micronesiae. I. *Botanical Magazine Tokyo* 51: 749–758.
- 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、系統及び分類学的扱いについて. *Truffology* 2: 10–17.
- 栃木県 (2018) レッドデータブックとちぎ 2018. 随想舎, 宇都宮.

## エッセイ (Essay)

## クルミタケ属と物欲センサー

*Hydnotrya* and greed sensor

平尾 知也

Tomoya Hirao

岡山県玉野市

Tamano-shi, Okayama Prefecture, Japan

E-mail: le16144@yahoo.co.jp

Article Info: Submitted: 23 January 2019 Published: 28 March 2019

物欲センサーという言葉がある。欲しがっているときに限ってそれが手に入らず、逆に意識していないときはすんなり手に入る。もしくは熱望している人ではなく頓着していない無欲な人のところにばかり機会が巡ってくる。それはまるでセンサーか何かでこちらの心情を見透かして嫌がらせでもしているようだと言談半分恨み半分で使う言葉だ。見つからないと見たくするのが人の性、見たくなると見つからないのが世の常という話である。

もちろんそんな現象が実際にあるわけではない。願い求めてなお叶わない悔しさと望外にした衝撃が印象に残っただけのことだろう。それでも自然観察を趣味とする人間にとっては共感できるものではないかとも思う。そしてこのような書き出しで始めた以上、当然私には思い当たるところがある。割とうんざりするほどある。その内の一つがクルミタケ属の仲間についてのことだ。

2015年の6月、梅雨入りしたてのこの時期に私は行きつけのフィールドへ出かけていた。まだこの頃は虫草にも地下生菌にも染まりきっていないただのキノコ屋で、純朴な好青年であったと自負している。この日の狙いは梅雨時期のキノコ全般だ。そろそろ菌根菌が出始めているだろうと探しに出てきていた。

しばらく山を歩き回ってたどり着いたのは整備された沢沿いの遊歩道だった。そこは紅葉谷という山溪の自然公園や観光地ならばどこにでもあるような名前の場所で、その名の通り道に沿ってイロハカエデが植えられている。ただカエデー辺倒というわけでもなく、この辺りの主要樹種であるアカマツ、クスギヤコナラなどのブナ科広葉樹もいくつか混じっている。地面は広くコケに覆われているため湿り気を保ち、キノコの発生環境としてはうってつけの場所である。

この日もキアシヤマドリタケの幼菌と黄色いアセタケの仲間を見つけた。アセタケの方はコブアセタケかキイロアセタケかのどちらかだろう。あいにくこの頃はまだ自前の顕微鏡を持っておらず確認のしようがなかった。そもそもそれほど正確に同定

するつもりもないので属で落とすのがこの頃の通例だった。

それでも写真くらいは撮っておこうと屈みこんだところ苔むした緑色の地面から何か顔を覗かせているのに気付いた。土の色とも違う赤褐色のそれは触ってみると弾力があり、菌類の類だとわかった。掘り起こして切断してみると外皮よりも鮮やかな赤褐色が美しく、折りたたまれた子実層が見事な模様を作っていた。クルミタケ属の仲間だ (図1, 2)。

「ジャガイモタケだ！」



図1. クルミタケ属菌 (2015年6月).



図2. クルミタケ属菌断面 (2015年6月).



しかし先述の通りこの頃の私は地下生菌に明るくなく盛大に勘違いをしていた。図鑑で見た覚えはあったものの別のキノコとごちゃ混ぜになっていたらしい。その場で変色性やヨードホルム様の臭いを確認してみたが当然のことするはずがない。結局間違いに気付いたのは自宅に帰って図鑑を読み返してからであった。

これが私とクルミタケ属との初めての出会いだった。地下生菌に慣れ親しんだ諸兄ならそれほど珍しくもないかもしれないが、地下生菌初心者だった私にとっては興味深い相手であった。せつかく見つけた発生地を大事にして今後も観察を続けようと思いを決めたのを覚えている。

その翌年の2016年に発生地が潰れた。珍しく岡山を直撃した雨台風によってフィールドが水浸しになったのである。苔むした地面は大きな水たまりに沈み、さながらアクアリウムの様相であった。いくらキノコに水気が必要と言ってもこれはさすがに多すぎる。結局その年にクルミタケの仲間を目にする事はなかった。

折しも地下生菌識別図鑑を購入したのは同年の秋のことであった。読み進めていくうちに俄然興味が湧いた私はかつて見たクルミタケとの再会を願うようになった。知識を持った上で正確な観察をしたい。安物ながら顕微鏡も手に入れたので特徴的な胞子を見てみたい。そんな思いに駆られ、その翌年の2017年には幾度となく紅葉谷を探し回った。独り地面を這い回る姿はなかなか奇妙であったろうが人目を気にする段階はとうに通り過ぎていたので問題ない。

ただ時折何をしているのかと声をかけられるのはいささか厄介であった。キノコを探しているのだと答えれば「どんなキノコか?」「そんなところに生えているのか?」、果てには「昔はどこそこでマツタケを採った」と話が続くこともままある。そういった会話自体嫌いではないものの、集中して探したいときはどうしても億劫になってしまう。そんなときは「虫を探している」と答えると大概の人は興味なさげに立ち去ってしまうのでおすすめである。なお実際に虫好きな人が話に食いついてきた場合は自前の知識でしのいでいただきたい。

そうして毎週のようにフィールドへ通い、人目も憚らず探し回って一種の名物になりかけてもクルミタケの仲間は見つからなかった。やはり以前の台風で絶えてしまったのか、もしくは変遷して別のキノコに成り代わったのか。黄色いアセタケだけは変わらずに出ているがどうにも癪なので顕微鏡を手に入れた今もまだ検鏡をしていない。

好機が巡ってきたのはさらに翌年の2018年になってのことだ。件のフィールドを地元の研究会で調査する運びになったのだ。多人数での観察となれば当然探す目が増えるし、普段と違う目線が入ることで新しい発見にも繋がる。この調査ならクルミタケとの再会も叶うかもしれない。担当者となった私は全体

のルートを見て回りながら要所要所で地下生菌を探すという調査計画を立てた。会の活動を私物化しているようでもあったが事前の許可申請から終わった後の報告書までこなすのだ。このくらいの役得はあってもよいだろう。

しかして迎えた観察会当日、開始早々に私は認識の甘さを痛感させられた。この日は西日本豪雨の一か月前、キノコの発生量は上々で一同の足を逐一止めてくる。その上メンバーは皆無類のキノコ好きである。誰もが思い思いに動き回り統制がきくものではない。予定時間の半分を過ぎたところで全体の四分の一にも達していない牛歩具合であった。

好き勝手に動き回るメンバーにいささか呆れもしたが、思い返してみれば私自身も案内される側の時は同じように動き回っていたように思う。こういう時に今まで案内役に迷惑をかけてきたのだと反省するか、こうして自分も苦勞したからお互い様だと開き直るかでその人の人間性が垣間見える。ちなみに私は後者だった。

遅れに遅れた進行度合いから私はやむなく想定していたルートを飛ばしあらかじめ目星を付けていたポイントを回ることにした。この際かつてのクルミタケ発生地である紅葉谷は除外した。優先すべきは調査の成功であって出るかどうかも分からない目標に時間を割く余裕はない。とりあえず今回は成果を出しておいて次回以降に繋げた方がいいだろうと打算しての判断であった。

この判断が功を奏してか、そこからの調査はつつがなく進んでいった。私が普段目にしていない種類は大概確認することができただろう。案内人の面目は保たれた。地下生菌に関して見ればアカマツ主体のフィールドらしくアカシヨウロやチチシヨウロが見つかり、ヤシャブシの生える斜面からはアルボバ属の仲間も出ていた。このフィールドでは初めて見るホシミノタマタケ属も見つかったことで調査のいかは十分にあったと言える。

一定の成果に満足しつつ最後に訪れたのはとっておきの地下生菌ポイントだった。遊歩道を挟んで東側にはシリブカガシが植えられウスベニタマタケの発生地となっており、反対の西側ではアラカシ林が広がりアミメツチダンゴなどツチダンゴ属を三種ほど見つけている。調査の締めとして残った時間はここで探索にあてることとなった。

「これがツチダンゴですか?」

「はいそうです。」

「これも地下生菌ですか?」

「そりゃ菌糸に包まれたドングリです。」

といった会話をしつつ、和気あいあいと落ち葉をかいているとメンバーの一人に声をかけられた。これは何かと差し出された手を覗き込むとそこには見覚えのある姿が乗っていた。赤褐色の色合い、歪な球形の表面には内部に続く亀裂が伸びる。探し求めたクルミタケ属菌であった。思わぬ出会いに喜びより



図 3. クルミタケ属菌 (2018 年 6 月).

も驚きの方が強かった。今回は出ないものと諦めていたのも拍車をかける。驚きが落ち着いてからは自分が見つけられなかった悔しさがにじみ出てきたが顔には出さぬよう振る舞った。大人である。

フィールドから戻った我々はさっそく持ち込んだ顕微鏡を設置し細かい同定作業に移った。採取したクルミタケ属を割って断面を見ると隙間の空いた脳みそのようなグレバが特徴的だ(図 3)。採取個体はまだ若かったが持ち帰り追熟すると色づいた胞子を検鏡することができた。大きさは  $22\ \mu\text{m}$  ほどの球形で分厚い胞子外壁に包まれている。正しくクルミタケ属のもので図鑑のみたらし団子の様という記述は実に言い得て妙だ。美味しそうなキノコは数あれど美味しそうな胞子というのはいさうないだろう。また子囊の中に胞子が二列に並んでいることから、クルミタケそのものではなく近縁種であることもわかった(図 4)。

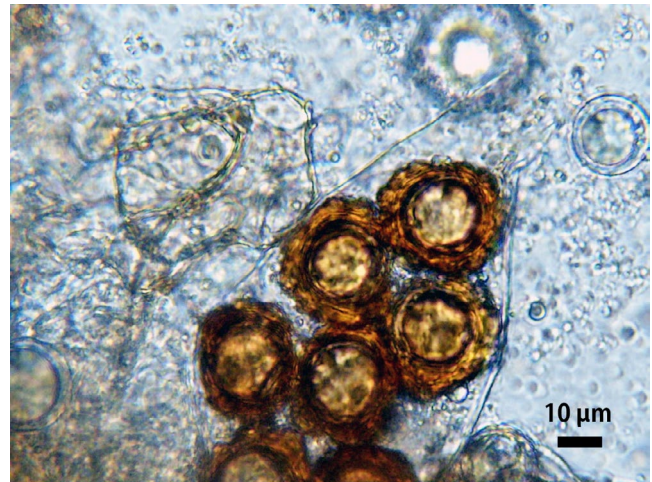


図 4. クルミタケ属菌の子嚢胞子 (2018 年 6 月).

念願の胞子観察も行うことができ、最高の収穫でもって調査を終えたのだった。

こうして私は三年かけて探し求めたクルミタケ属に再会することができた。開発や乱獲で発生地が潰されることも少なくない昨今、再び見つけられただけでも恵まれているのかもしれない。今回見つけた発生地もいつまた潰れるかはわからない。もしもまた見つからなくなったときのために採取したサンプルは乾燥標本として大切に保管している。

と思っていたのだが、今見たところ標本をまとめたケースの中に見当たらなかった。確か昨年末に片付けたときには見た覚えがある。さてどこにいったのか。

見たいときに限って見つからない。もっともこれは単に私がだらしないだけの話だろう。



## その他普及記事 (Other articles)

## キノコナイト Vol.7 レポート

## Report of the "Kinoko night vol. 7" event

とよ田 キノ子

Kinoko Toyoda

長野県上伊那郡箕輪町

Minowa-machi, Kamiina-gun, Nagano Prefecture, Japan

E-mail: toyodakinoko@gmail.com

Article Info: Submitted: 23 February 2019 Published: 28 March 2019

去る2018年4月21日(土)、渋谷にあるイベントハウス・東京カルチャーカルチャーに於いて「キノコナイト」を開催した。キノコナイトは「きのこを通して見てみると、なんだか違う世界が見えてくる」をテーマに、きのこ料理を食べながら、きのこトークライブを楽しむ、きのこ好きのためのイベントだ。毎回、私がその時に聴きたい話、お会いしたい方を独断と偏見で選出し、出演していただいている。第7回目となる今回は、近年盛り上がりを見せている粘菌(変形菌)と地下生菌を中心に初心者からマニアまで楽しんでいただけるようなトークの他、当日限定の特別きのこメニューや関連書籍・グッズの販売、きのこストラップ先着プレゼントなど、思いつくりの内容を詰め込んだ(図1, 2)。おかげさまで、用意した100席が埋まる満員御礼となり、盛況のうち終了することができた。

メインとなるトークでは、新井文彦さん(きのこ・粘菌写真家)による粘菌の世界、飯沢耕太郎さん(きのこ文学研究家、写真評論家)による美術シーンに生えるきのこたち、とよ田キノ子(きのこ愛好家、ウェブデザイナー)によるきのこグッズの世界、浜ノ磯丸さん(アマチュア落語家)による新作落語「ワ



図1. 左: キノコナイト限定メニューのトリュフライスコロッケ. 右: 本物のエリンギが入ったエリンギトニック.



図2. 充実の物販コーナー. 出演者の著書, きんこグッズ, きんこを使ったお菓子などがズラリ.

ライタケ」の生披露、そして、我らが日本地下生菌研究会 会長、折原貴道さんによる地下生菌の世界を、それぞれ熱のこもったプレゼンで展開し会場を盛り上げた。最近はトリュフ風味の商品やメニューもよく見かけるようになったが、トリュフ=地下生菌ということや、あまり知られていないものの意外と私たちの身近にいる生き物であるということ、そして、その多様性や奥深さに興味を持ってもらえたらと思い、地下生菌を取り上げることにした。キノコナイトの客層は7割ほどが若い女性のため、「地下生菌って何?」という初心者もいらっしゃるの、当日は「地下生菌はなぜ地下生菌になったのか」というタイトルで、生態、採集方法、種類、形、進化についてなどをわかりやすく解説していただいた(図3)。土の中にいるのにカラフルな種類がいる謎、小型ほ乳類や節足動物に食べられることで胞子を散布する生存戦略、オーストラリアにいる地下生菌しか食べない動物、もともとはカサがあったきのこが地下に潜って地下生菌になった進化などなど、興味をひく内容ばかりで SNS での反応もとても好評だった。特に「きのこだってラクしたい!」という、胞子の散布を誰かに任せる、他力本願で省エネ志向の



図3. 折原貴道さんによる「地下生菌はなぜ地下生菌になったのか」では、地下生菌の世界への入口がグッと近くなった。

地下生菌の気持ちを代弁した締め言葉は、会場にいる多くのお客様の共感を得ていた。

キノコナイトは、きのこが好きな人たちの交流の場になることと、一般の方やきのこ初心者などのエントリー層ときのこに関わる専門家とのかけ橋になることが役割だと思っているので、ただ「きのこかわいい！おもしろい！」だけで終わらないものにしたと考えている。来てくださった方には何かひとつでも新しい発見を持ち帰ってほしいという目標については、今回は地下生菌をご紹介したことで達成することができ、また、地下生菌の普及にも少しはお役に立てたのではないかなと感じている(図4)。次回の開催は現在未定だが、今後も菌糸のように細く長く続けて、地下生菌をはじめとする菌類たちの魅力を伝えていけたらと思っている。

#### ■キノコナイト Vol.7 開催概要

日程：2018.4.21 (土)

場所：東京カルチャーカルチャー (東京都渋谷区)

#### 【出演者】

- ・新井 文彦 (きのこ・粘菌写真家)
- ・飯沢 耕太郎 (きのこ文学研究家、写真評論家)
- ・折原 貴道 (神奈川県立 生命の星・地球博物館 学芸員 (菌類担当) / 日本地下生菌研究会 会長)



図4. 満員御礼、キノコナイト会場の様子。あっという間の楽しい3時間だった。

- ・とよ田 キノ子 (きのこ愛好家、ウェブデザイナー)
- ・浜ノ 磯丸 (アマチュア落語家)

#### 【協賛】

- ・株式会社いきもん
- ・ホクト株式会社

#### 【協力】

- ・株式会社バイオコスモ

## Truffology (日本地下生菌研究会会報) 第2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. 2 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 : 2019年3月28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/>