

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²

Kohei Yamamoto^{1*}, Mitsuru Moriguchi²

¹ 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 *Tolyocladium*

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

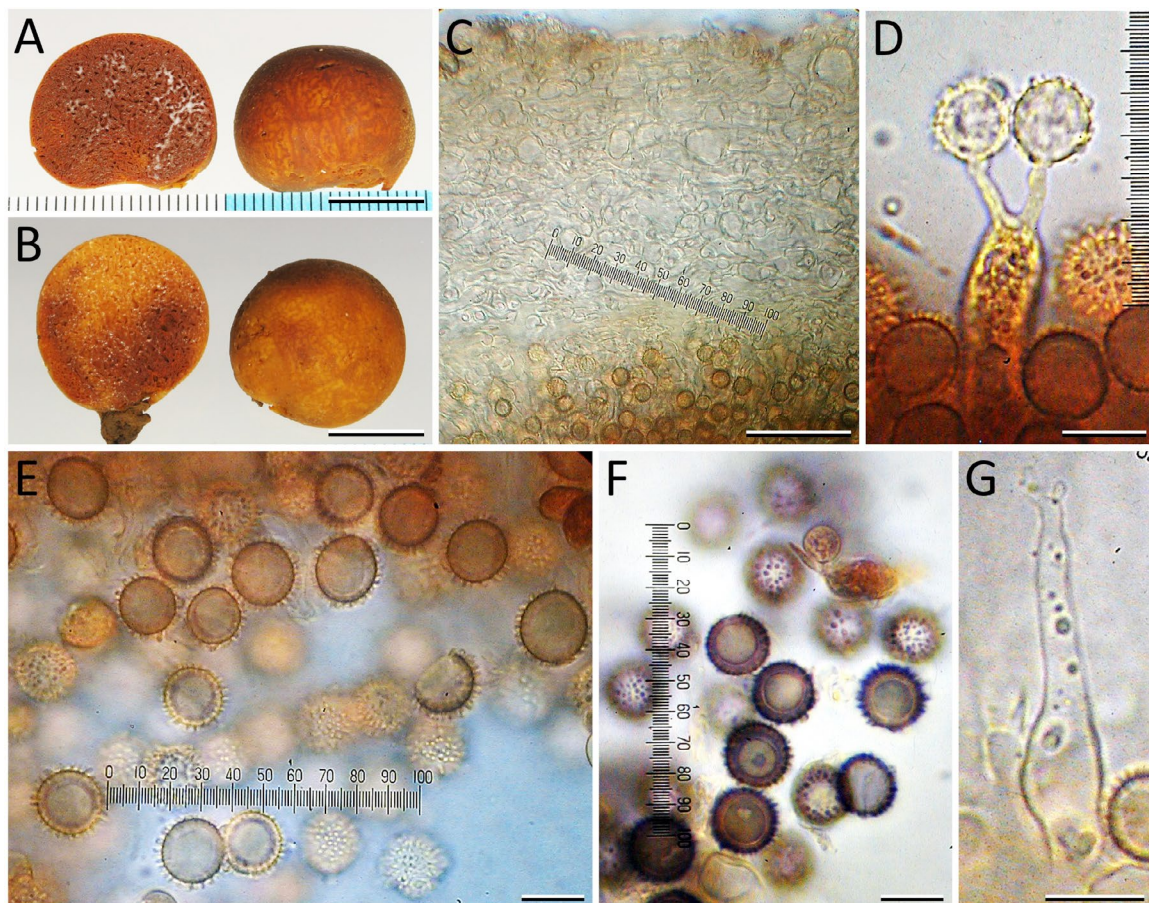


図1. 沖縄県産 *Lactarius spinosporus* (KPM-NC0024900 および TNS-F-70423) の子実体外部形態および微細構造。微細構造は乳酸（C–E, G）およびメルツァー試薬（F）での封入時を示す。A, B: 子実体外観（右）および断面（左）。それぞれ、乳液の滲出が明瞭な子実体と不明瞭な子実体を示す。C: 表皮断面。肥大した細胞が存在。下方は基本体。D: 担子器。E, F: 担子孢子。Fは孢子表面の突起のアミロイド反応を示す。G: 子実層システジア（偽システジア）。スケール: A, B = 10 mm; C = 50 μm ; D–G = 10 μm 。

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. pomiolens* 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透けて見え、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
チチショウロ属 <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
チチショウロ <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
チチショウロ <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
チチショウロ属 <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
スイチチショウロ <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. luchuensis*).

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ロを適用する。

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

= スイチチショウロ (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、スイチチショウロ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.
- Verbeke 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.
- Verbeke 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.