

観察記録 (Observation)

日本各地から 60 年ぶりに発見されたアサヒヒメクロツチダンゴ

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

Konan-ku, Yokohama, Kanagawa, Japan

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

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

* 主著者 (Corresponding author)

E-mail: public.void@icloud.com

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

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

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

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

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

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

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

Elaphomyces asahimontanus Kobayasi, Nagaoa 7: 38 (1960)

[Mycobank ID: MB330305]

図 1

和名：アサヒメクロツチダング

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

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

発生環境および発生時期：子実体は 3 月から 12 月にかけて、

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

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

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

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

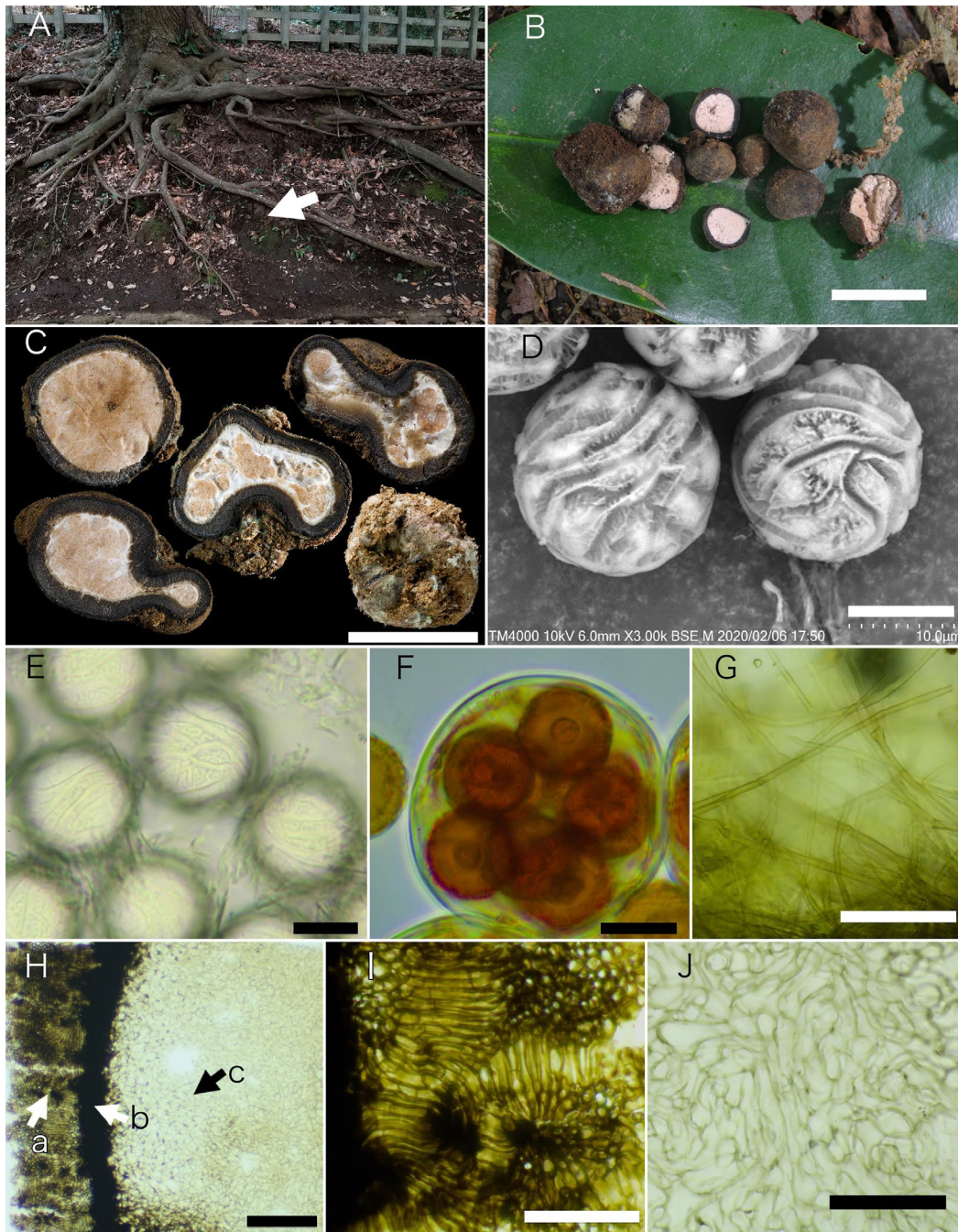


図 1. アサヒメクロツチダンゴ *Elaphomyces asahimontanus*. 微細構造は水 (E, F), 3% KOH (G) およびポリビニル乳酸液 (H, I, J) での封入時を示す。D は走査型電子顕微鏡像, E, F, G, H, I, J は明視野顕微鏡像。A: 発生地 (神奈川県横浜市保土ヶ谷区)。矢印は子実体の発生位置を示す。B: 成熟した子実体およびその断面 (KPM-NC 28146)。C: 未成熟な子実体とその断面 (KPM-NC 28149)。D: 孢子外膜がほとんど消失した子嚢胞子 (KPM-NC 28146)。E: 成熟した子嚢胞子 (KPM-NC 28150)。F: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

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

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

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

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

N/A: not available.

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

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

謝辞

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

引用文献

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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