

その他普及記事 (Other articles)

事例紹介：ヤマトヒメナガヒラタハナアブ（双翅目ハナアブ科）による
外生菌根菌ショウロおよびホンショウロの摂食Introduction to "Consumption of the ectomycorrhizal fungi *Rhizopogon roseolus* and *R. luteolus* by *Chamaesyrrhus japonicus* (Diptera: Syrphidae)"

岡田 英士

Hidehito Okada

神戸大学理学部生物学科, 〒 657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1

Department of Biology, Faculty of Science, Kobe University, 1-1 Rokkodai, Nada-ku, Kobe, Hyogo 657-8501, Japan.

E-mail: hidefungi@gmail.com

Article Info: Submitted: 17 March 2022

Published: 31 March 2022

地下生菌は、一般に孢子の風散布機能を失っている。そのため、動物や昆虫による摂食が主な孢子散布様式であると考えられてきた。しかしながら、どのような動物や昆虫が地下生菌を摂食するかについては知見が少ない。本稿では、著者によるショウロ *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr., Svensk, 1909 とホンショウロ *R. luteolus* Fr. & Nordholm, 1817 の2種のショウロ属菌からヤマトヒメナガヒラタハナアブ *Chamaesyrrhus japonicus* Shiraki, 1956 の幼虫を発見した研究 (Okada et al., 2021) と発見に至った経緯を紹介する。

地下生菌について興味を持ち始めたのは学部1回生の頃だった。元々菌類と他生物との生物間相互作用に興味があり、ちょうど大学入学に伴い研究テーマを探していたところ、地下に子実体を形成し孢子散布を動物に依存するという地下生菌の特異な生態に魅力を感じたことがきっかけだった。身近な地下生菌類を用いて研究を行いたいと考えたところ、地元の海岸で安定して採取できるショウロ属が目にとまった。早速文献を調べてみると、日本産のショウロ属の孢子散布に関するまとまった研究はないものの、北アメリカのショウロ属は齧歯類 (*Clethrionomys californicus*, *Glaucomys sabrinus* など) に孢子散布を依存することが知られていた (Fogel & Trappe, 1978 ; Maser & Maser, 1988)。したがって、日本のショウロ属も同様の動物による孢子散布が予想された。加えて、子実体にはキノコバエ類などの幼虫も確認されるので、小型哺乳類などによる長距離散布以外にも節足動物などによる短距離の孢子散布もあるのでないかと考えた。よって、動物による散布も調べつつ、子実体を採取して、ショウロ属を摂食する昆虫の調査も始めた。具体的には、兵庫

県内の二箇所のフィールドからショウロ属 (ショウロとホンショウロの2種) を採取し、バーミキュライトを敷いたタッパーの中で数週間追培養し、羽化した昆虫を採取した。当初、節足動物 (特にキノコバエ類) が羽化してくるだろうと予想しており、実際、*Cordyla* 属のキノコバエ類が採取できた (図1)。



図1. ショウロ *Rhizopogon roseolus* の子実体から羽化した *Cordyla* 属のキノコバエ類。スケール: 1 mm.

この際、追培養していた子実体 (子実体の内部は既に液化していた) を実体顕微鏡で観察していたところ、子実体内部で何かが動いているように見えた。よく観察すると、子実体内部に何かいるようであった。子実体をカミソリで分解してみたところ、明らかにキノコバエ類の幼虫とは異なる大型の双翅目幼虫を発見した (図2A)。他の子実体も分解して内部を調べると同様の

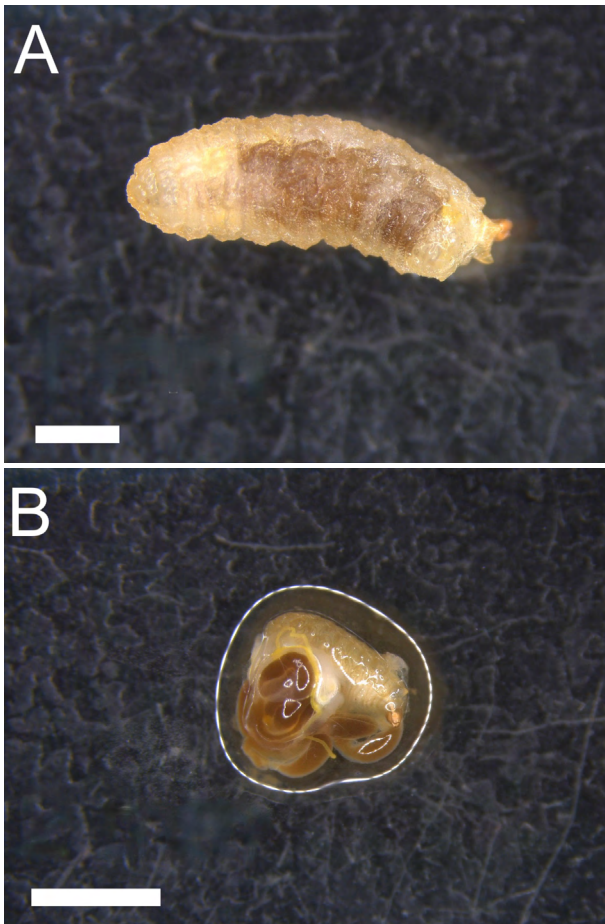


図 2. A: ヤマトヒメナガヒラタハナアブ *Chamaesyphus japonicus* の幼虫。
B: ヤマトヒメナガヒラタハナアブの幼虫の消化管。摂食した孢子により褐色に見える。スケール：A=1 mm; B=2 mm.

双翅目幼虫が複数発見された。幼虫を解剖してみたところ消化管は大量の孢子により褐色になっており、孢子を摂食していることがわかった（図 2B）。ここで、幼虫の孢子散布者としての寄与を調べるために、幼虫の消化管内容物を調査したところ未消化の孢子が見つかった（著作権の関係上孢子の写真は掲載できなかったが、詳細は Okada et al. (2021) を参照されたい）。孢子が実際に発芽能力を持つかは不明であるが、外形がはっきり残っていることや油球をもった孢子も観察されたことを考慮すると、発芽能力を持っている可能性が高いと考えられる。ただし、孢子散布者としての能力を評価するためには、幼虫の移動距離や、土壌に潜って地下で蛹化するかどうか（菌根菌の場合は土壌中の宿主樹木に近い位置に孢子が運ばれることも重要であると考えられる）なども調べる必要がある。

この正体不明の幼虫を同定するために、残った幼虫と子実体を同じケースに入れて培養を続けた。6 週間ほどで成虫が羽化したので、標本を森林総合研究所の末吉昌宏氏に調べていただいたところ、ヤマトヒメナガヒラタハナアブと同定された（図 3）。興味深いことに、ヤマトヒメナガヒラタハナアブの成虫の報告は少なく、幼虫の食性に至っては一切不明であった。加えて、これまでに成虫が採取された場所はすべて海岸のクロマツ林であ



図 3. ショウロから羽化したヤマトヒメナガヒラタハナアブ *Chamaesyphus japonicus* の成虫。スケール：2 mm.

ることがわかった（市毛、2014；桂、2004）。さらに、成虫の出現時期もショウロ属の子実体の形成時期と重なっている（市毛、2014；桂、2004）。これらのことは、ヤマトヒメナガヒラタハナアブがショウロ属を特異的に利用している可能性を示唆している。

今回の発見は、ヤマトヒメナガヒラタハナアブによるショウロ属の摂食を報告しただけでなく、地下生菌を利用するハナアブという特殊化した関係を明らかにした点で意義深いものであると考えている。近年、菌根菌の孢子散布者の重要性が広く議論されるようになってきた（Vašutová et al., 2019）。特に、地下生菌類の孢子散布に関しても興味深い研究が立て続けに発表されている。例えば、Stephens et al. (2020) は 4 種のツチダンゴ属菌に関して地下深くに子実体を形成する種ほど匂いが特徴的で齧歯類に選ばれやすいことを、Caiafa et al. (2021) はパタゴニアにおいて鳥類が地下生菌を含む菌根菌を広く摂食し孢子散布を担っていることを明らかにした。このような状況下で、地下生菌の多様性が高い本邦ではまだまだ面白い研究が展開できる可能性が高いのではないかと考えている。現在著者は菌根共生系の研究を主に行っているが、菌類を含む生物間相互作用について明らかにしたいという思いは変わっておらず、ショウロ属の孢子散布者など菌類と動物の相互作用に関する研究も続けていきたい。

謝辞

本研究を行うに当たって、Entomological Science 誌に掲載された論文の共著者である末次健司氏、末吉昌宏氏には多くの助言をいただきました。また、伊東正憲氏は快く文献を提供していただきました。この場をお借りし、厚くお礼申し上げます。

引用文献

- Caiafa M.V., Jusino M.A., Wilkie A.C., Díaz I.A., Sieving K.E., Smith M.E. (2021) Discovering the role of Patagonian birds in the dispersal of truffles and other mycorrhizal fungi. *Current Biology* 31: 5558–5570.
- Fogel R., Trappe J.M. (1978) Fungus consumption (mycophagy) by small mammals. *Northwest Science* 52: 1–30.
- 市毛 勝義 (2014) *Chamaesyrrhus japonicus* ヤマトヒメナガヒラタハナアブを愛媛県で採集. *はなあぶ* 38: 39–41.
- 桂 孝次郎 (2004) ヤマトヒメナガヒラタハナアブの雄の発見と生態的新知見. *はなあぶ* 17: 7–12.
- Maser C., Maser Z. (1988) Interactions among squirrels, mycorrhizal fungi, and coniferous forests in Oregon. *The Great Basin Naturalist* 48: 358–369.
- Okada H., Sueyoshi M., Suetsugu K. (2021) Consumption of the ectomycorrhizal fungi *Rhizopogon roseolus* and *R. luteolus* by *Chamaesyrrhus japonicus* (Diptera: Syrphidae). *Entomological Science* 24: 123–126.
- Stephens R.B., Trowbridge A.M., Ouimette A.P., Knighton W.B., Hobbie E.A., Stoy P.C., Rowe R.J. (2020) Signaling from below: rodents select for deeper fruiting truffles with stronger volatile emissions. *Ecology* 101: e02964.
- Vašutová M., Mleczko P., López-García A., Maček I., Boros G., Ševčík J., Fujii S., Hackenberger D., Tuf I.H., Hornung E., Páll-Gergely B., Kjølner R. (2019) Taxi drivers: the role of animals in transporting mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 29: 413–434.