

ブユ幼虫の腸内寄生菌 *Pennella angustispora* (ハルペラ目) の神奈川県初記録

佐藤 大樹・折原 貴道

Hiroki Sato and Takamichi Orihara:
Pennella angustispora (Harpellales), a Gut-living Fungus of Blackfly
Larvae: a New Record in Kanagawa Prefecture, Japan

Summary. A harpellalean fungus, *Pennella angustispora*, was collected in hindguts of blackfly larvae of *Simulium (Simulium) japonicum*. The larvae were collected at two small streams (150 m and 170 m above sea level) located ca. 600 m northwest of the Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, Iryuda, Odawara, Japan. Those larvae were dissected to observe fungi both in hindguts and in midguts. Seven out of twenty larvae were infected with *P. angustispora*. This is the first record of this fungus in Kanagawa prefecture. Double infections with both *Harpella melusinae* (midgut) and *P. angustispora* (hindgut) in the same individuals were also observed.

はじめに

ハルペラ目 (Harpellales) は、主に水生昆虫 (カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目、ハエ目の幼虫) など節足動物の消化管に片利共生的に付着生活する菌類であり、キクセラ亜門に属している。旧分類体系では、本目は、同じく腸内寄生するエクリナ目、アモエビディウム目、アセラリア目と共に、接合菌亜門のトリコミケテス綱に属していた (Lichtwardt, 1986)。

神奈川県からは 400 種を超える水生昆虫が記録されており (神奈川昆虫談話会 編, 2004), 多様なハルペラ目菌類相が想定されるが、同目の菌類の報告は、佐藤・出川 (2003), 出川ほか (2007) に限られる。

佐藤・出川 (2003) はハルペラ目ハルペラ科の *Harpella melusinae* をブユ属幼虫の中腸から報告した。本属の幼虫については、後腸からもハルペラ目菌類の生息が確認されていることから (Lichtwardt, 1986), 今回は後腸に着目して探索を行った。その結果、県下初記録となるハルペラ目菌種を 1 種発見したので報告する。

材 料 と 方 法

寄主となるブユの幼虫は、入生田、宮沢川上流のブユの生息していた 2 箇所にて採集した。1 箇所は、佐藤・出

川 (2003) の採集地である鉄牛和尚の寿塔付近 (2011 年 11 月 23 日, 世界座標系 84: N35° 14' 37", E139° 6' 54", 標高約 150 m), もう一箇所は、同塔付近から東北東に向かう登山道脇 (2012 年 4 月 10 日, N35° 14' 36", E139° 6' 49", 標高約 170 m) である。沢水が強く当たり、泡立っている場所の石の表面から、ブユの幼虫約 20 匹を採集した。同所には幼虫が数十匹群れていた。

採集した幼虫をクーラーボックスに入れ氷冷して直ちに持ち帰り、佐藤 (2002) に従って観察した。すなわち、幼虫をスライドガラス上に置き一滴の蒸留水を垂らし、実体顕微鏡下で鋭利なピンセットで尾端をつまみ、後腸および中腸を引き抜いた。新たな蒸留水滴内に腸を移動し、腸内容物を取り除き、蒸留水で封入して光学顕微鏡により観察、計測を行った。その後、ラクトフェノールで封入して保存プレパラートとした。同定用に、寄主の一部を 70% エタノールで固定して保存した。

結 果

寄主昆虫は、川合 編 (1985) によりアシマダラブユ *Simulium (Simulium) japonicum* と同定された。

2011 年採集の幼虫 10 頭のうち、1 頭から成熟菌体 (図 1), 2 頭から未熟菌体が確認された。2012 年採集分も 10 頭中、1 頭から成熟菌体、3 頭から未分枝の未熟菌体が、合計、20 頭中 7 頭の後腸から菌体が得られた (図

8)。成熟菌体は分岐し、全長約 800 μm 、各枝の先端には孢子形成細胞が一列に形成され（図 2）、各々の長さ×幅は、15.3–32.4 $\times$ 4.0–6.7 μm (21.1 $\pm$ 5.4 $\times$ 5.8 $\pm$ 0.7 μm 平均 $\pm$ 標準偏差, N=17)、円筒形のトリコスポア（単一の孢子を含む離脱性小孢子嚢、以後孢子と記述）が末端の孢子形成細胞から基部に向かって求基的に順次形成されていた（図 3, 4）。成熟した 6 個の孢子は 84.0–96.4 $\times$ 3.2–3.8 μm (平均 90.6 $\times$ 3.6 μm) で（図 5a）、孢子細胞質の先端には、スポアボディ（液胞状の構造）が長軸方向に一列に並んでいた（図 5b）。離脱した孢子の基部には 2 本のアベンデージ（付属系）（図 6）が認められた。菌体の基部は、粘液状のホルドファスト（付着器）により後腸壁に付着し（図 7）、付着部分が 2 又からそれ以上に分かれる場合も認められた。以上の特徴から、Lichtwardt (1986) を参照し、本菌は *Pennella angustispora* であると同定された。プレパ

ラート標本は、生命の星地球博物館に保管されている（KPM-NC 0022360, KPM-NC 0022361）。

20 頭を解剖し、7 個体の後腸から *P. angustispora* が得られた。そのうち 6 個体の中腸には *H. melusinae* が認められ、二重感染状態であった（1 頭は中腸の解剖に失敗）。残りの 13 頭については中腸に *H. melusinae* の単独感染であった。

考 察

旧トリコミケテス綱を含め、節足動物の腸内寄生菌の県下の記録は、Lichtwardt *et al.* (1987)、佐藤・出川 (2003)、出川ほか (2007) がある。まず、*Asellaria ligiae*（アセラリア目、寄主フナムシ）と *Taeniella carcini*（エクリナ目、寄主カニ類）が Lichtwardt *et al.* (1987) により、続いて *H. melusinae*（ハルペ

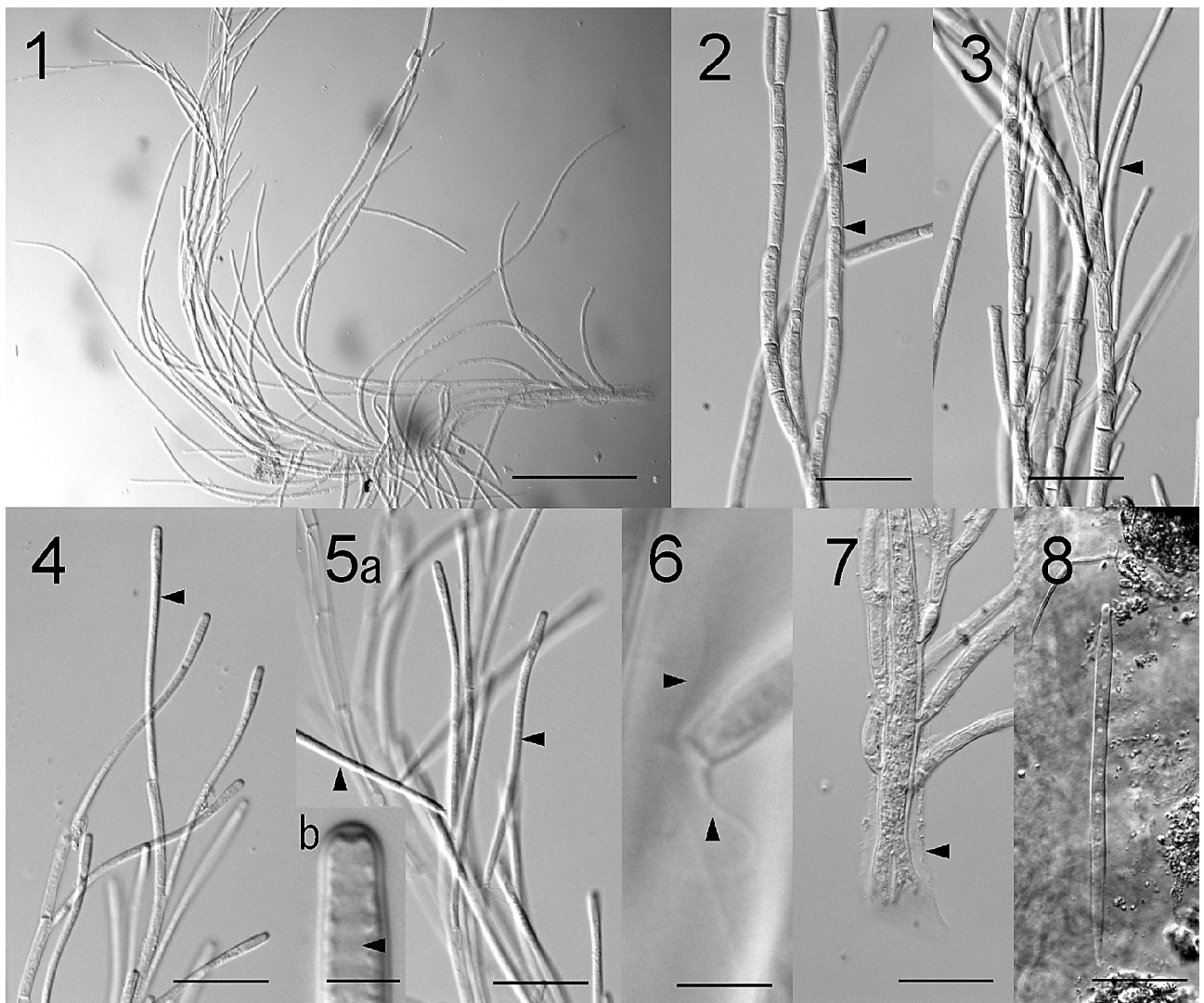


図 1-8. *Pennella angustispora*. 1. 成熟菌体。スケール 100 μm . 2. 孢子形成細胞。くさび印：細胞を区切る隔壁。スケール 20 μm （図 2-4 共通）。3. 若い孢子（トリコスポア）。菌糸末端側から孢子が形成される。くさび印：孢子。4. 成熟した孢子（くさび印）。5a. 離脱した孢子（くさび印）。スケール 20 μm . 5b. 孢子先端部の拡大。スポアボディ：くさび印。スケール 3 μm . 6. 付属系（くさび印）。スケール 5 μm . 7. 菌体の付着部分。くさび印：粘着性の付着器。この標本の場合、標本作製時に菌体が腸壁から離れたので腸壁は写っていない。スケール 20 μm . 8. 若い菌体。写真下方向が菌体基部。スケール 30 μm . 図 1-7: KPM-NC 0022360. 図 8: KPM-NC 0022361. 図 1-5a, 7, 8: 水封入。5b, 6: ラクトフェノール封入。

ラ目、寄主アシマダラブユ幼虫）が記録された（佐藤・出川, 2003）。さらに丹沢大山総合調査により, *Paramoebidium* sp. (アモエビジウム目, 寄主水生昆虫類一般), *Enterobryus* sp. (エクリナ目, 寄主マクラギヤスデ), さらに, ハルペラ目の *Orphella haysii* (寄主, オナシカワゲラ属) と *Stachylina* sp. (寄主ハエ目の幼虫) が追加された（出川ほか, 2007）。本報告の *P. angustispora* は, 県産第4種目のハルペラ目菌類となる。

Pennella angustispora は, 初記録の古い順にアメリカ (Lichtwardt, 1972; Bench & White, 2012), 日本 (Lichtwardt *et al.*, 1987; Sato, 2002), アルメニア (Nelder *et al.*, 2005), スペイン (Valle, 2007) から知られており, 広域に分布している。日本でも青森県薄市川 (Lichtwardt *et al.*, 1987) と東京都の高尾 (Sato, 2002) から記録されており, 国内の分布域も広域であると考えられる。しかし, 前者は1960年代に採集された1点の標本によるもので, すでに約50年が経過している。高尾の産地には, 圏央道のインターチェンジが建設されたため, 今回の2箇所の採集記録は, 分布情報として貴重である。また, Lichtwardt *et al.* (1987) では未同定だった本菌の寄主がアシマダラブユ, *Simulium* (*Simulium*) *japonicum* と同定できた。

従来のハルペラ目研究では, 種ごとの特徴として中腸または後腸への付着部位特異性が個々に記載されてきた。従って, 同採集地かつ同種の寄主由来でも, 二重感染かどうかは論文からは不明であることが多い。日本でも, *H. melusinae* と *P. angustispora* が同じ産地のブユ幼虫から記録されているが, 二重感染の記述はない (Lichtwardt *et al.*, 1987)。今回は, 一頭の寄主の中腸と後腸においてハルペラ目菌類を同時に確認できた国内初の記録だと考えられる。

中腸, 後腸それぞれに感染する菌種や感染率は, 流程や河川が異なれば, ブユの個体群毎に異なると考えられる (後腸には感染が認められない等)。本論文では, 部位の異なる二重感染について述べたが, さらに, ブユでは, 中腸に2種 (Moss & Lichtwardt, 1980), または後腸 (Lichtwardt, 1972) に2種のハルペラ目菌類が感染している例も知られている。このように, 1種の寄主に対しても, 寄生菌類は多様であることから, 今後, 感染種数や感染率を用いた寄生菌による環境の指標化の可能性が示唆される。

謝 辞

調査地をご紹介頂いた, 出川洋介博士 (筑波大学), 改稿のために貴重なご意見をいただいた査読者の方, 編集委員のみなさまに深謝する。

引用文献

- Bench, M. E. & M. M. White, 2012. New species and first records of Trichomycetes from immature aquatic insects in Idaho. *Mycologia*, 104: 295-312.
- 出川洋介・廣岡裕史・星野 保・細矢 剛・稲葉重樹・岩本 晋・勝本 謙・川上新一・喜友名朝彦・栗原祐子・正木照久・升屋勇人・岡田 元・常盤俊之, 2007. 微小菌類 (予報). 丹沢大山総合調査団 編, 丹沢大山総合調査学術報告書 丹沢大山動植物目録 pp. 466-472, 平岡環境科学研究所, 相模原市.
- 神奈川県昆虫談話会 編, 2004. 神奈川県昆虫誌 I-IV. 1469 pp. 神奈川県昆虫談話会, 小田原.
- 川合禎次 編, 1985. 日本産水生昆虫検索図説, 409 pp. 東海大学出版会, 東京.
- Lichtwardt, R. W., 1972. Undescribed genera and species of Harpellales (Trichomycetes) from the guts of aquatic insects. *Mycologia*, 64: 167-197.
- Lichtwardt, R. W., 1986. The Trichomycetes, Fungal associates of Arthropods. 343 pp. Springer-Verlag, New York.
- Lichtwardt, R. W., Y. Kobayasi & H. Indoh, 1987. Trichomycetes of Japan. *Transactions of Mycological Society of Japan*, 28: 359-412.
- Moss, S. T., & R. W. Lichtwardt, 1980. *Harpella leptosa*, a new species of Trichomycetes substantiated by electron microscopy. *Canadian Journal of Botany*, 58: 1035-1044.
- Nelder, M. P., J. W. McCreddie, & E. A. Kachvoryan, 2005. Do gut symbiotes reflect the endemism of their host blackflies (Diptera: Simuliidae) in the Caucasus of Armenia? *Journal of Biogeography*, 32: 1333-1341.
- 佐藤大樹, 2002. 菌類の採集・検出と分離: トリコミケテス綱 *Smittium* 属の採集法と培養法. 日本菌学会会報, 43: 79-82.
- Sato, H., 2002. Two ultrastructural aspects of the trichospore of *Pennella angustispora* (Harpellales): canals in the sporangiospore cell wall and appendage formation. *Mycoscience*, 43: 33-36.
- 佐藤大樹・出川洋介, 2003. 神奈川県産昆虫腸内寄生菌の一種 *Harpella melusinae* (トリコミケテス綱: ハルペラ目) の記録. 神奈川県自然誌資料, (24): 85-87.
- Valle, L. G., 2007. New species and summary of Iberian Harpellales. *Mycologia*, 99: 442-455.

佐藤大樹: 森林総合研究所

折原貴道: 神奈川県立生命の星・地球博物館