幼生生殖をするタマバエの発見とヒラタケにおける 増殖と加害状況

讃井 孝義*・湯川 淳一**

* 宮崎県林業試験場

** 鹿児島大学農学部

Discovery of a Paedogenetic Gall Midge (Diptera: Cecidomyiidae) in Japan and Notes on Its Reproduction *in vitro* and Infestation in a Cultivating Factory of the Oyster Mushroom. Takayoshi SANUI (Forest Experiment Station of Miyazaki Prefecture, Miyazaki 880-21, Japan) and Junichi YUKAWA (Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima 890, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **30**: 50-54 (1986)

A gall midge which attacks the mycelium of "Hiratake," the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, was recently found in Miyazaki Prefecture, and was identified as a paedogenetic species of the genus *Mycophila*, which is new to Japan. Although this species is quite small in size (wing length about 0.9 mm), the ovarian eggs are relatively large (major axis 0.25 mm) and few (4-6) in number. Larvae exhibited variations in body length and colour, and in the presence or absence of the sternal spatula. The time required to complete one paedogenetic cycle was 4-5 days at 25°C. The number of young larvae produced by a mother larva varied from 2 to 33, depending on the different breeding conditions. The reproduction rate of larval paedogenesis was highest at 27°C, followed by 22°C and 17°C, and very low at 12°C. The larvae also reproduced well by feeding on mycelia of other fungus species than *P. ostreatus*, such as "Kikurage," *Auricularia auriculajudae*, "Nameko," *Pholiota nameko*, and mushroom, *Agaricus bisporus*. This indicates that the gall midge has a potentiality to become a pest of various edible fungi in Japan. The midge population which was first found in Miyazaki Prefecture has been completely eradicated from the factory by spraying an insecticide.

緒 言

最近、筆者らは宮崎県児湯郡新富町にある栽培舎でヒラタケ *Pleurotus ostreatus* (Fr.) QUÉL. (開傘以前の商品名はシメジ) を加害するタマバエの幼虫を同定する機会を得、それが *Mycophila* 属の一種であり、両性生殖以外に幼生生殖も行うことを確認した。幼生生殖をするタマバエは、これまで世界で8属11種の記録があり、それらの幼虫は、通常、朽木や倒木の樹皮下の腐植の中などに生息している (WYATT, 1967)。しかし、11種のうち、少なくとも、3種はヨーロッパ (WYATT, 1959) や台湾 (林・倪, 1974; 林, 1982) でマッシュルームの害虫として問題になっており、また、韓国でも、同じようなタマバエの一種が最近発見されたという (WYATT, 1984, 私信)。ところが、これまでわが国では、マツタケを加害するタマバエの一種が記録されている (清久, 1958)

ものの、幼生生殖をするタマバエの存在や、それらによる食用菌類の被害はまったく知られていなかった。本報告では、本種の発見の経緯と被害の実態、形態的な特徴、飼育実験で得られた幼生生殖に関する知見、寄生範囲などについて言及する。

本文に入るに先立ち、幼生生殖タマバエに関する文献やご教示をいただいた I. J. WYATT 博士 (Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, U.K.), および、台湾におけるマッシュルーム害虫の文献をいただいた朱 耀沂教授 (台湾大学農学院), 菌類について種々ご教示をいただいた荒井 啓博士 (鹿児島大学農学部), サクラ幼果菌核病菌を提供していただいた楠木 学博士 (林業試験場樹病研究室) に心からお礼申し上げる。また、担子菌類を提供してくださった宮崎県林業試験場特用林産部、ならびに、タマバエの調査と採集を許可してくださった栽培業者の方々にも深謝の意を表わしたい。

材料および方法

1984年5月と6月に1回ずつ、本種が発見されたヒラタケ栽培舎を訪れ、被害の実態を調査するとともに、幼虫を採集しその後の実験に供した。また、本種がこの栽培舎以外でも発生しているのではないかと考え、宮崎県内の生産者数人に聞き取り調査を行った。さらに、同年6～7月に宮崎県や鹿児島県のいくつかのスーパーマーケットでシメジのパック内の幼虫の有無を調べた。

タマバエの形態観察はキシレン・バルサム法で封入したプレパラート標本によった。これらの標本は鹿児島大学農学部害虫学教室に保存されており、幼虫は宮崎県林業試験場で隔離飼育を続けている。性比については、以下に述べる飼育実験の過程で得られた成虫に基づいて計算した。産卵数は雌のプレパラート標本の腹部を光に透かして調べた。また、繁殖戦略の比較のために第1表に掲げたスギに生息するタマバエ2種のデータは、竹谷(1982)の資料に基づいた。

ヒラタケの培養とタマバエの飼育は次のように行った。140°Cで1時間乾熱滅菌した直径30mmの試験管に、スギの鋸屑と米糠を4:1に混合したものをつめ、121°Cで30分間オートクレーブで滅菌した培地にヒラタケ菌を接種した。24°Cで約2週間後、菌糸が十分伸長したものをタマバエの幼虫の飼育に供した。タマバエの幼虫を試験管に入れる前には、殺菌水で数回洗浄し雑菌の混入を防いだ。異なる温度条件での幼生生殖による増殖を調べるために、上記のような試験管36本に、母幼虫(WYATT, 1959の mother larva)から脱出直後の子幼虫(WYATT, 1959の young larva)を1匹ずつ入れ、それらを12°Cと17°C、22°C、27°Cの4区9本ずつに分けてインキュベーターで飼育した。飼育開始後、10日目と14日目、21日目に、それぞれ、各区から任意に選んだ3本の試験管の培地を三角刀でガーゼの上に掻き出し、ベールマンロートに1昼夜かけて幼虫数を調べた。

子幼虫から子幼虫までの幼生生殖1サイクルの所要日数は、子幼虫を1匹ずつペトリ皿のジャガイモ煎汁培地に置き、25°Cで飼育し、毎日観察することにより調べた。母幼虫当りの子幼虫数を知るために、異なった条件(第2表)で飼育した母幼虫を実体顕微鏡下で解剖した。また、寄主範囲に関する実験では、ヒラタケ以外に第3表に示した担子菌類7種と子のう菌であるサクラ幼果菌核病菌1種を供試した。これらのうち、マッシュルームは鋸屑培地では生育せず、発酵済みの培地が必要であるため、堆肥(藁屑)を試験管につめて培養した。その他

のものはヒラタケの場合と同様な培地を使用した。

結果および考察

1. 発見の経緯と被害の実態

ヒラタケの生産者より同定を依頼された培地中の幼虫は、後述のような形態的な特徴から、タマバエ科のものであることが判明した。ペトリ皿に水を入れ、その中に幼虫を10匹ほど入れたまま放置していたところ、1週間後には多数の小さな幼虫ばかりになっていた。そこで、培地中より比較的大きい幼虫を取り出し、実体顕微鏡下で解剖したところ、体内から多数の小さな幼虫が現われてきた。また、培地内で動きの鈍くなった大きな幼虫の観察を続けたところ、それらの頭部あるいは尾端から複数の小さな幼虫が脱出してくるのを目撃し、幼生生殖を確認した(第1, 2図)。

本種が発見された栽培舎の入り口には収穫後の培養瓶(直径9cm、高さ16cm)が多数積み上げられ、それらの内部には、培地が橙黄色に変わるほど、無数の幼虫が繁殖していた(第3図)。ヒラタケの収穫までの作業過程は第5図のとおりである。培養瓶を培養室に入れ、菌糸が瓶内に十分伸長した段階で芽かき(培地表面を掻き混ぜて子実体の発生を促すこと)を行い、瓶に水を入れて、蓋を開けたまま1昼夜栽培舎の前に放置する。このときに、近くにある収穫後の培養瓶から、幼虫や成虫が新しい培養瓶に侵入した可能性が高い。芽かき後、芽出しを行う時点でかなりの幼虫が目につくようになり、収穫時には増殖した幼虫が子実体上にまで見られた(第4図)。生産者によれば、収穫時に幼虫が見られた瓶のヒラタケは出荷できず、かなりの減収を被ったという。この栽培舎では10か月サイクルの培養期間が終わった1984年8月に、舎内外にランネット水と剤2,000倍液を3回に分けて散布した結果、次の培養サイクルに入っても、本種の発生は見られなくなった。

なお、生産者に対する聞き取り調査やスーパーマーケットでの調査でも幼虫の存在が確認できなかったため、今回の本種の発生は1栽培舎に限られていた可能性が高い。元来、宮崎県など南九州に生息している本種が何らかの機会にこの栽培舎に侵入したのか、あるいは国外からの輸入食用菌類に付着して、偶然に持ち込まれたのかということが今後の重要な課題である。

2. タマバエの形状

成虫の翅長が0.9mm内外のきわめて微小なタマバエで、次のような特徴がEDWARDS(1938)の記述に一致したので *Mycophila* 属の一種であると判断した: 複眼橋

第1図 子幼虫を体内にもった母幼虫。
 第2図 脱出中の子幼虫。
 第3図 培地上の幼虫。
 第4図 子実体上の幼虫。

第5図 ヒラタケの収穫までの作業過程 (●印は培養瓶の蓋を取る作業)。

を構成する個眼の数が少ない；触角鞭節の数が10以下であり，先端の柄の部分に雌雄ともにほとんどない；梗節は肥大していない；全脚の爪が単純である；前縁脈は第5径脈の先端を越えたところで終わっている；第1径脈は径分脈の長さの2倍を越えない；雄外部生殖器官第9

節の背板は細いが完全で，両側の生殖肢基節は腹面で幅広く融合している；雌の受精嚢は1個で小さい。

Mycophila 属のタマバエはヨーロッパや北米，インド，台湾などから合計6種が記載されている。今回わが国で発見されたタマバエが既知種かどうかは，原記載やタイプ標本との今後の比較研究を待たねばならない。

卵は長楕円形で長径が約0.25 mm，短径が約0.07 mm。翅長で表わした体の大きさに比較すると卵はかなり大きく，蔵卵数も4~6個であった(第1表)。この大卵少産の傾向は *Mycophila* 属や *Heteropezinae* 亜科に属する他の幼生生殖タマバエ類でも知られており(EDWARDS, 1938; WYATT, 1967)，高等植物を寄主とするタマバエ類の小卵多産の傾向とは好対照を呈している(第1表)。また，雌の比率もきわめて高かった。

子幼虫の体長は0.7~1.5 mm，母幼虫は1.7~3.1 mm。幼生生殖時の幼虫は，通常，黄-橙黄色であるが，将来蛹化して成虫になる幼虫は赤色であった。また，母幼虫には，先端が三山型になった胸骨(前胸腹面のキチ

第1表 *Mycophila* sp. とスギに生息するタマバエ2種との繁殖戦略の比較

	<i>Mycophila</i> sp.	スギザイノタ マバエ <i>Resseliella</i> <i>odai</i>	スギタマバエ <i>Contarinia</i> <i>inouyei</i>
♀ : ♂	150 : 2	1 : 1	1 : 1
産卵数	4.9	120	72
卵の長径 (mm)	0.25	0.35	0.20
翅 長 (mm)	0.90	1.78	1.78
卵/翅長	0.278	0.197	0.112

ン化した部分)を持つ個体と、持たない個体があった。マッシュルームを加害する *Mycophila speyeri* (BARNES) でも同様な変異が知られており、成虫化する幼虫は、幼生生殖中のものより、1 齢幼虫は大きく、色彩が濃厚で、終齢幼虫は小さく、発達した胸骨を持つ(WYATT, 1964)。今回発見された幼虫の変異と生殖方法の関係については、今後の実験による解明を待たねばならない。

3. 飼育実験で得られた幼生生殖に関する知見

母幼虫から脱出したばかりの子幼虫が母幼虫となって、次の子幼虫を産出するまでの期間、すなわち、幼生生殖1サイクルは25°Cで4～5日であった。台湾での *M. speyeri* は25°Cで平均6.2日、20°Cで8.4日、15°Cで11日(周・蔡, 1968)、イギリスでは23.9°Cで6.38日(WYATT, 1959)であり、わが国の *Mycophila* sp. のほうが明らかに所要日数が少なかった。

母幼虫体内の子幼虫数は、解剖前の幼虫の飼育条件によって異なった(第2表)。ヒラタケを供試した場合、27°Cで飼育した区で、母幼虫当りの平均子幼虫数が最大となった。また、赤色子幼虫が多く見られた区では、子幼虫数の変異の幅が大きかった。さらに、同一飼育温度でも、ヒラタケよりナメコを与えたもののほうが子幼虫数は多かった。*M. speyeri* の子幼虫数は、台湾では4.2(28°C)～9.7(15°C)(周・蔡, 1968)で、イギリスでは13.8～25.2(菌の系統の違いによる)(HUSSEY and WYATT, 1962)であった。前者は今回の結果より明らかに少なく、後者はほぼ同じであった。

異なる温度条件下で幼生生殖による幼虫の増殖数がど

第6図 幼生生殖による幼虫の増殖。

のように変化するかを調べた(第6図)。27°Cでは、子幼虫1匹を入れてから10日目には試験管当りの平均幼虫数が、すでに、100を越えており、21日後には2,000匹以上に増殖していた。17°Cや22°Cでも増殖したが、温度が高いほど、増殖率は高かった。なお、17°Cで21日目に幼虫数が減少したのは、3本のうち2本の試験管で増殖しなかったためであるが、その原因は不明である。12°Cでは幼虫は死滅しないものの、14日目まではまったく増殖せず、21日目までにわずかに増えたにすぎない。今回の結果は、周・蔡(1968)が台湾の *M. speyeri* で得た、25°Cで最もよく増殖し、8°Cでまったく増殖しなかったというデータと類似している。

WYATT (1959) は、イギリスでマッシュルームを加害する *Heteropeza pygmaea* WINNERTZ では、21°Cから29.5°Cまでの間、温度が高いほど、母幼虫当りの子幼虫数が少なくなるものの、幼生生殖1サイクルの所要日数が短くなり、増殖率が高くなることを示した。また、供試する菌の日齢が高くなると子幼虫数が減少し、所要日数も長くなり、増殖率が低下すると述べている。この

第2表 母幼虫当りの子幼虫数

菌の種類	解剖までの飼育条件	解剖した 母幼虫数	子幼虫数/母幼虫 平均±s.d.	範囲
ヒラタケ	栽培舎, 屋外日陰, 培養瓶	31	10.0±1.9	7～15
ヒラタケ	22°C 21日間 試験管 径 30 mm	13	7.3±1.3	6～10
ヒラタケ	27°C 15日間 試験管 径 30 mm	36 ^{a)}	17.8±6.7	2～33
ナメコ	27°C 15日間 試験管 径 30 mm	5	24.0±1.1	22～25

a) このうち、25匹の母幼虫には赤色の子幼虫が比較的多くはいっていた。

第3表 *Mycophila* sp. に供試した菌類

<i>Grifola frondosa</i> S.F. GRAY	マイタケ
<i>Lentinus edodes</i> (BERK) SING. ^{a)}	シイタケ
<i>Ganoderma lucidum</i> (FR.) KARST.	マンネンタケ
<i>Auricularia auriculajudae</i> (FR.) QUÉL.	キクラゲ
<i>Pleurotus ostreatus</i> (FR.) QUÉL.	ヒラタケ
<i>Pholiota nameko</i> (T. ITO) S. ITO et IMAI	ナメコ
<i>Agaricus bisporus</i> (LANGE) SING.	マッシュルーム
<i>Monilinia kusanoi</i> (TAKAHASHI) YAMAMOTO ^{b)}	サクラ幼果菌核病菌

a) 幼生生殖による増殖は不発であった。

b) 本例を除いてすべて摂食し、幼生生殖を行った。

ように、幼生生殖による増殖率は子幼虫数と所要日数で決定されるが、これまで述べてきたように、両者とも飼育温度や菌糸の日齢、菌の種類や系統など条件の違いによって大きく変化する。これに関連して幼生生殖から両性生殖への移行も行われるが、上述の条件や生息密度などが複雑に絡み合っているため、繁殖戦略の切替え機構の解明にはなお多くの実験を要する。

本種が栽培舎内で大量に発生した場合、培養サイクルを一時停止しないかぎり、薬剤による防除は困難である。しかし、WYATT (1959) によれば、栽培舎内の環境条件を改善することにより、ある程度は増殖率を抑制することは可能であるという。したがって、わが国においても、幼生生殖に関する基礎的なデータを蓄積し、今後の再発生に備えておく必要があろう。

4. 寄主範囲

わが国の *Mycophila* sp. が他の食用菌類を摂食するかどうかは、今後の対策を考える上で重要な問題である。今回供試した8種の菌類のうち、シイタケとサクラ幼果菌核病菌を除く、すべての担子菌類で活発な幼生生殖が確認された(第3表)。このことは本種が広範囲な食用菌類の害虫となりうる可能性をもっていることを示している。台湾での *M. speyeri* はサクラ幼果菌核病菌に近縁な *Monilia* sp. など土壤中や堆肥から得られた6属7種の子のう菌類で幼生生殖をすることが報告されている(周・蔡, 1968)。わが国の *Mycophila* sp. はサクラ幼果菌核病菌を与えても増殖しなかったが、自然条件下での生息状況を知るためにも、各種の子のう菌での飼育実験が今後必要であらう。

摘 要

1984年に宮崎県のヒラタケ栽培舎で発見されたタマ

バエはわが国未記録の *Mycophila* 属の一種であり、両性生殖以外に幼生生殖も行うことを確認した。翅長は0.9 mm内外の微小な成虫であるが、雌は大卵少数の傾向を示し、長径約0.25 mmの比較的大きい卵を4~6個保有していた。幼虫は体長や体色、胸骨の有無などに変異が見られた。幼生生殖1サイクルの所要期間は25°Cで4~5日、母幼虫当りの子幼虫数は飼育条件により2~33匹であった。幼生生殖による増殖率は4段階の飼育温度のうち27°Cの場合が最も高く、21日間で約2,000倍に増殖した。ついで、22°C、17°Cの順であったが、12°Cではほとんど増殖しなかった。本種はヒラタケ以外にもキクラゲやナメコ、マッシュルームなど6種の担子菌類でも活発な幼生生殖を行い、広範囲な食用菌類の害虫になりうる可能性を持っていることがわかった。

引 用 文 献

- EDWARDS, F.W. (1938) On the British Lestremiinae, with notes on exotic species. I. (Diptera, Cecidomyiidae). Proc. R. Ent. Soc. Lond., (Ser. B) 7: 253—265.
- HUSSEY, N. W. and I. J. WYATT (1962) The interaction between mushroom mycelium and insect pest populations. Mushroom 5: 509—517.
- 周 素梅・蔡 雲鵬 (1968) 洋菇黄色癭蛾之生態研究. 植物保護学会会刊 10: 67—72.
- 清久正夫 (1958) 松茸害虫の種類と被害. 岡山大学農学部学術報告 11号: 49—59.
- 林 珪瑞 (1982) 台湾洋菇害虫之形態習性及其防治. 科学農業 30: 107—117.
- 林 珪瑞・倪 秋華 (1974) 塑膠菇舎粗縁癭蛾幼虫之研究. 農業研究 23: 60—74.
- 竹谷昭彦 (1982) スギザイノタマバエ, スギタマバエ. 森林病虫害防除技術(伊藤一雄 編), 東京: 全国森林病虫害防除協会, pp. 72—85.
- WYATT, I.J. (1959) Some aspects of cecid biology of importance in mushroom culture. Mushroom Sci. 4: 271—279.
- WYATT, I.J. (1964) Immature stages of Lestremiinae (Diptera: Cecidomyiidae) infesting cultivated mushrooms. Trans. R. Ent. Soc. Lond. 116: 15—27.
- WYATT, I.J. (1967) Pupal paedogenesis in the Cecidomyiidae (Diptera) 3—A reclassification of the Heteropezini. Trans. R. Ent. Soc. Lond. 119: 71—98.