

ルリオトシブミ属Euopsから新たに発見された孢子囊 と孢子の揺籃への伝搬方法(甲虫目:オトシブミ科)

沢田, 佳久
九州大学農学部昆虫学教室

森本, 桂
九州大学農学部昆虫学教室

<https://doi.org/10.15017/22192>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 40 (4), pp.197-205, 1986-03. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：



ルリオトシブミ属 *Euops* から新たに発見された孢子囊 と孢子の揺籃への伝搬方法 (甲虫目: オトシブミ科)*

沢田 佳久・森本 桂

九州大学農学部昆虫学教室
(1985年12月24日受理)

The Mycetangia and the Mode of the Fungus Transmission in the Weevil Genus *Euops* (Coleoptera: Attelabidae)

YOSHIHISA SAWADA and KATSURA MORIMOTO

Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-01, Fukuoka 812

緒 言

昆虫と菌類の相互関係については、様々な場合が今までに報告されており、菌糸または腐朽した材を幼虫の食物とする共生関係は多くの食材性昆虫から知られている。本論文は、オトシブミ科から初めて発見された孢子囊 mycetangia と孢子の揺籃への接種の方法、その補完的な働きををすると思われる腹板腺と特殊な剛毛の形態及び揺籃巻き上げ後の雌のブラシが行動に関する新知見を報告するものである。

ルリオトシブミ属 *Euops* はオトシブミ科、オトシブミ亜科 (Attelabidae: Attelabinae) に含まれる一群である。オトシブミ亜科はオトシブミ族、アシナガオトシブミ族およびルリオトシブミ族に大別されるが、本属は一属のみでルリオトシブミ族 tribe *Euopini* を構成している (Morimoto, 1962)。ルリオトシブミ属はインド洋をとりまく地域を中心に100種以上が知られており (Voss, 1930, 1953)、分布のほぼ北東限であるわが国には6種1亜種が知られている (Sawada and Morimoto, 1985)。

ルリオトシブミ属の雌成虫は産卵に際してオトシブミ亜科の他の群と同様に所謂“揺籃”を作る。ルリオトシブミ属の揺籃製作行動は、Djukan (1915)、河野 (1926, 1928, 1977)、Kôno (1930)、樹田 (1932)、野村 (1950)、平野 (1959) および森本 (1964) によ

って観察されており、オトシブミ亜科の他の群と比較されている。樹田はカシルルリオトシブミの雌が裁断後葉片上をコースを変えながら周回し嚙傷をつける事を報告しているが、この行動の意義についてはその後顧みられていない。

また、ルリオトシブミ属の際立つた形態的特徴の一つに雌の腹部剛毛列があり、Sharp (1889) はすでにこの構造をルリオトシブミ属の標徴の一つとしている。実際、筆者の知る限り、日本、韓国および台湾に産する10種1亜種をはじめ、フィリピン、マレー半島、ニューギニア産の種 (一部未同定) において、この構造は全く安定的に保持されている。しかし、現在までのところ雌腹部剛毛列の詳しい形態や、その機能についての研究も皆無である。

本文に入るに先立つて、日頃から懇篤なる御指導をいただいている九州大学農学部昆虫学教室の平嶋義宏教授に厚く御礼申し上げる。また、本研究に対して御助言いただいた九州大学農学部植物病理学教室の松山宣明助教授、機材の使用を御許可いただいた九州大学農学部栽培学教室の武田友四郎教授に心から感謝する。さらに、同栽培学教室の上野 修博士には組織学的手法に関して御指導いただいたので謝意を表す。

材 料 と 方 法

観察には日本産ルリオトシブミ属6種1亜種、すなわち、ルリオトシブミ *E. punctatostriatus*、ナラルルリオトシブミ *E. konoii*、ケシルルリオトシブミ *E. politus*、ハギルルリオトシブミの2亜種 *E. lespedezae lespe-*

*) 九州大学農学部昆虫学教室業績 (Ser. 3, No. 205)、本報の一部は日本昆虫学会第45回大会 (名古屋) において発表した。

dezae および *E. l. koreanus*, カシルリオトシブミ *E. splendidus*, コブルリオトシブミ *E. pustulosus* (以下, ルリ, ナラルリ等と略す) の乾燥標本, ハギルリとカシルリの 70% アルコール液漬標本, およびハギルリとナラルリの A. F. T. 固定液漬標本を適宜用いた。後基節窩および腹部腹面の観察には乾燥標本およびアルコール漬標本を用いた。これらを双眼実体顕微鏡 (16×~80×) 下で解剖すると同時に準備的な観察を行ない, アルコール液漬標本は解剖後十分に乾燥した。標本は天然ゴム系接着剤を用いて表面をクリーニングし, スパッターコーティング (30 分) したのち, 走査型電子顕微鏡 (JSM-T 200) で検鏡した。腹板腹面の小孔帯観察のために, 一部の標本は解剖前に 10% KOH 水溶液中で 10 分程度煮沸した。腹板腺の観察にはアルコール液漬標本を用い, 双眼実体顕微鏡下で解剖して観察した。また A. F. T. 固定液漬標本を用いてパラフィン切片 (20 μ: ヘマトキシリン染色) により開口部位を確認した。

なお, ルリオトシブミ属と比較するために, アシナガオトシブミ族 *Attelabini* のアシナガオトシブミ *Phialodes rufipennis*, ルイスアシナガオトシブミ *Henicolabus lewisi*, ピロウドアシナガオトシブミ *Himatolabus cupreus* およびオトシブミ族 *Apoderini* のヒメクロオトシブミ *Apoderus erythrogaster* を双眼実体顕微鏡下で解剖し, 後基節窩を観察した。

結果および考察

1. 後基節窩 (metacoxal cavity) の形態

ルリオトシブミ属の♀では後基節 (metacoxa) の間の後胸腹板突起 (metasternal process) が後方から見て逆三角形に広く硬化しており, 両側が後方に膨らんでいる。後基節と後基節窩後壁の間に 3 対の空間 A, B, C があり, それぞれ孢子塊 (spore mass) a, b, c が詰っている。空間 A は後基節と後胸腹板突起の間の膜質部分が大きく凹んだもので, 不規則な鋸歯状を呈する後基節後縁がこの空間を覆うようになっている (Figs. 1, 4)。また, 後縁付近には Y 字形の毛 (約 20 μ) が見られ, 数個から数十個単位の小さい孢子塊がこの部分に付着している (Figs. 5, 6)。空間 B は後胸腹板突起と腹部腹板の間の環節間膜に形成される (Fig. 2)。腹部腹板には浅い凹部があり, 空間 C の後壁を構成している (Figs. 7, 8)。この凹部には微細な刺毛 (microtrichia; 長さ約 10 μ) を密生し, 小孔 (pore; 直径 1 μ) を散布している (Fig. 10)。胞子は直径 2~8 μ である。

ルリオトシブミ属の♂では後胸腹板突起は細長く狭く硬化しており (Fig. 3), 後基節と後基節窩後壁の間には中央両側に空間があるが, 孢子塊は見られない。また, 後基節後縁はしだいに膜質に移行しており, 鋸歯状の構造や Y 字形の毛はなく, 腹板の後基節窩後壁の部分は多少凹むが, この部分に刺毛や小孔は見られない (Fig. 9)。

2. 腹部腹板 (venter) の形態

ルリオトシブミ属の♀では外見上の第一腹板 (1st ventrite, = 形態学上の腹部第三節腹板) から第三腹板に各二横列, 第四腹板に一横列の剛毛列がある (Fig. 11)。剛毛は長さ約 150 μ, 基部の直径約 3 μ で, 先端では扁平になり, 多くは二本ずつが互いに合着して波状形を呈する (Fig. 15)。♀腹板の体腔内には約 0.8 mm 四方にわたる大きな叢状の外分泌腺群 (ventral glands) がある (Fig. 12)。これは直径 0.05~0.1 mm, 長さ 0.3 mm 内外の腺が数十個密集したもので, 各々の開口部位は腹板上の小孔 (pore; 直径約 1 μ) として認められる (Figs. 13, 14)。第一~第三腹板にある前剛毛列の直後には, この小孔が帯状に密に分布している (porose bands; Fig. 16)。この小孔は剛毛列の基部付近にも見られる。KOH で処理せずに観察した場合には, 小孔帯は浸出物で覆われている事が観察される。

ルリオトシブミ属の♂においては腹板の形状は種によつて多様である。ナラルリでは広く浅く凹み 200 μ を越える比較的長い立毛を有し, カシルリでは中央部の小さい弱い凹部にわずかな微毛が見られ, ルリでは多少圧せられるが凹むことはなく顕著な毛もない。しかし, いずれの種においても小孔は見られず, 体毛は先端に向かつて一様に細まっていて♀で見られるような形状の剛毛はなく, 横列しない。体腔内に腺群は認められない。

以上に述べた各性の形態は, ♂腹板に種間差がある事を除いて, 日本産のルリオトシブミ属 6 種について普遍的に認められる。

また, アシナガオトシブミ族のアシナガオトシブミ, ルイスアシナガオトシブミ, ピロウドアシナガオトシブミおよびオトシブミ族のヒメクロオトシブミの後基節窩には雌雄による差異が認められず, いずれの種でも両性ともルリオトシブミ属の♂と同様の形態であり孢子塊なども見られない。すなわち, ルリオトシブミ属の後基節窩は, ♂ではこの亜科に一般的に見られる形態を呈しているのに対し, ♀においては著しく変形している。そして♀後基節窩におけるこの変形は, 実

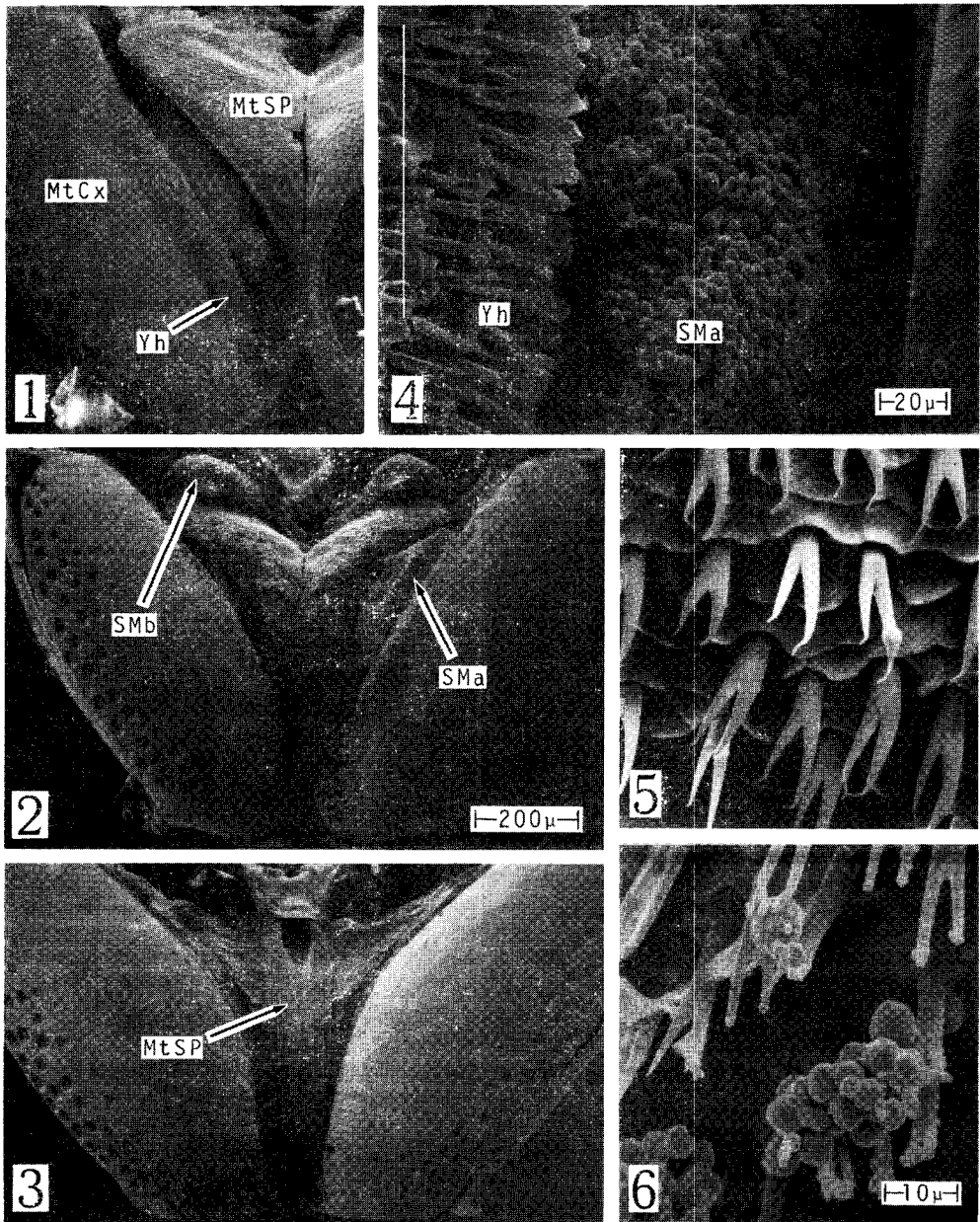


Fig. 1 Metacoxa and metasternal process of *Euops splendidus* ♀ in caudal view, abdomen removed.

Fig. 2 Ditto, with spore masses "a" and "b".

Fig. 3 Metacoxa and metasternal process of *Euops splendidus* ♂ in caudal view, abdomen removed.

Fig. 4 Spore mass "a" between metacoxa and metasternal process of *Euops splendidus* ♀.

Fig. 5 Bifurcate hairs along the hind margin of metacoxa of *Euops splendidus* ♀.

Fig. 6 Ditto, with adhered spores.

MtCx, metacoxa; MtSP, metasternal process; Yh Bifurcate hairs; SMa, spore mass "a"; SMb, spore mass "b".

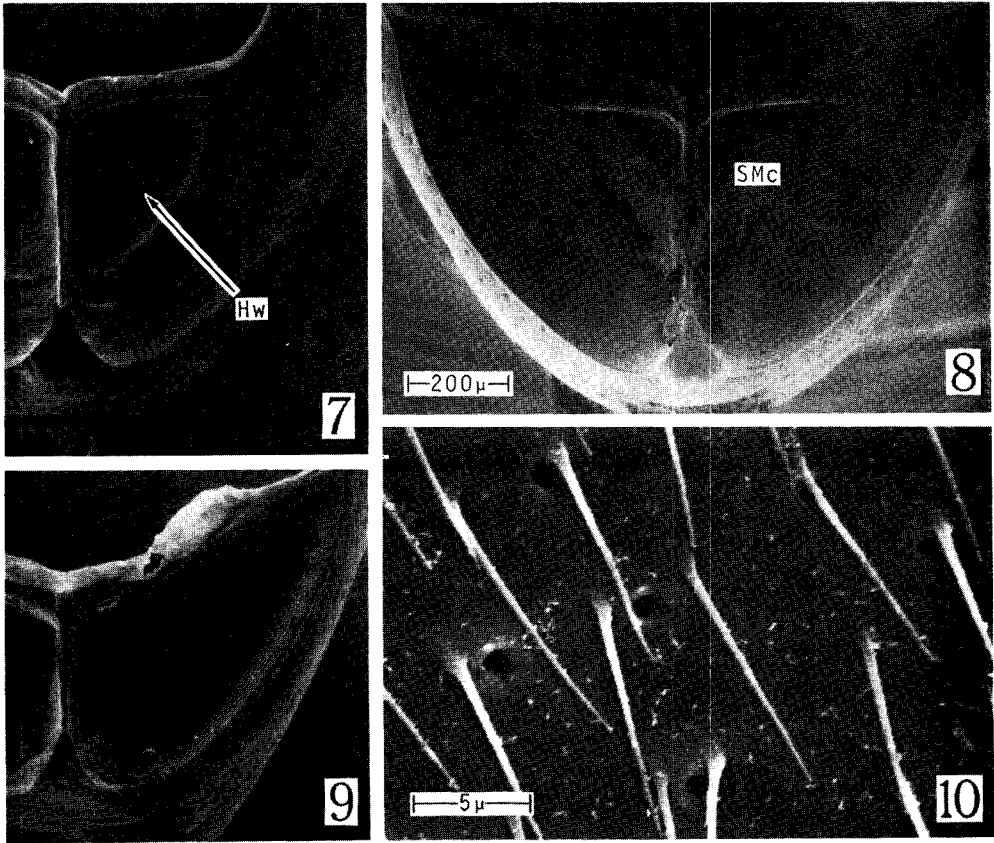


Fig. 7 Hind wall of metacoxal cavity at the base of abdomen of *Euops splendidus* ♀, in frontal view, thorax removed.

Fig. 8 Ditto, with spore mass "c" in the hollow.

Fig. 9 Ditto of *Euops splendidus* ♂, showing simpler structure.

Fig. 10 Pores and microtrichia in the hollow of metacoxal cavity of *Euops splendidus* ♀. Hw, hollow; SMC, spore mass "c".

際に孢子塊を内蔵していることから、明らかに孢子を運ぶための構造、孢子囊 mycetangia (Giese, 1965; Francke-Grossmann, 1967) である。下方から見ると、後胸腹板と腹部腹板の間にすきま (slit; Fig. 11) があり、ここから孢子が放出されるものと思われる。

3. 孢子の接種およびブラシが行行動

筆者らはカシルリ、ナラルリおよびハギルリの揺籃を飼育し観察した。揺籃を湿った濾紙上に置いて飼育すると数日のうちに必ず全面にカビが生える (Fig. 19)。カシルリおよびハギルリではカビの色は白色であるが、ナラルリでは明黄緑色で、それぞれ一定している。いずれもカビの生えた揺籃の中で幼虫は正常に生育し羽化する。完成直後の揺籃内の嚙傷からは♀後基節窩の孢子囊のものと同じ孢子が見出される (Fig. 18)。この嚙傷は揺籃製作時に母虫が葉片上を“周回”

しながらつけるもので、葉片上には嚙傷が一定の間隔で並んでいる事が観察される。

カシルリの揺籃製作行動は樹田 (1932) によって詳細に観察されている。それによると、母虫は葉の左右のいずれかの葉縁付近を長楕円形に“裁断”する。この時に上端が細く切り残されており、揺籃の材料となる長楕円形の葉片はこの部分で葉の本体と接続している。裁断の後、母虫は葉片の裏面に嚙傷を与えながら“周回”する。一周目は外側の脚を葉片の縁に掛け、葉片の縁に沿って周回し、二周目は一周目の経路の内側を周回する。同様に三周目の周回をした後、葉片の表面に移り、葉片を裏面を内側にして“二つ折り”¹⁾に

1) 筆者らの観察では、カシルリにおいてもこの行動が見られない事もあり、ナラルリにおいては全く行なわれない。

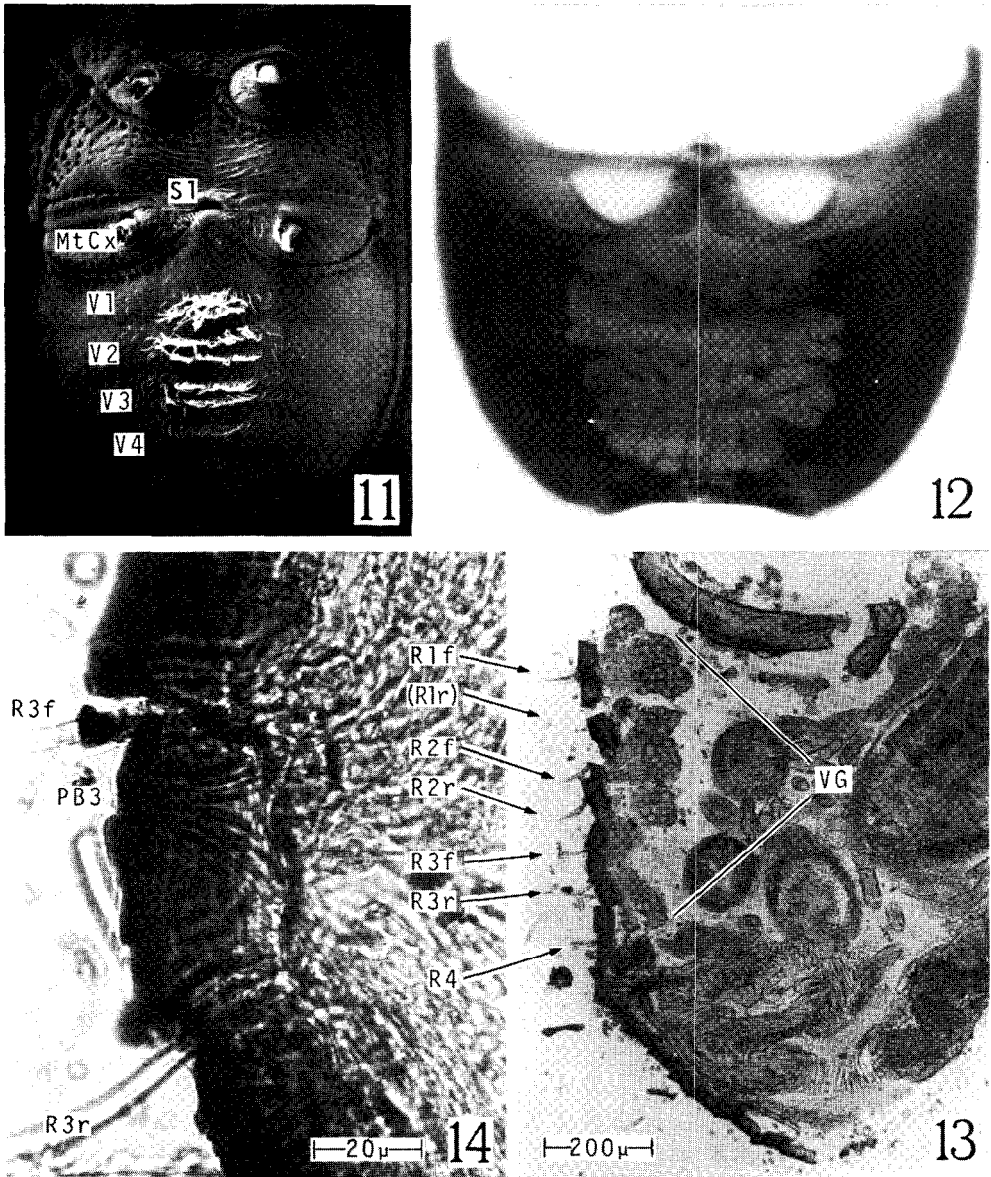


Fig. 11 Metasternum and abdomen of *Euops pustulosus* ♀, showing characteristic pubescences, in ventral view, legs removed.

Fig. 12 Internal view of the female venter of *Euops splendidus*, showing ventral glands, digestive and reproductive organs removed.

Figs. 13, 14 Longitudinal section of the venter of *Euops lespedezae koreanus* ♀, showing relative position of the erect pubescences and gland openings

S1, slit; MtCx, metacoxa; VI-V4, 1st to 4th ventrites; RI f-R3r, R4, erect pubescences of front row on 1st ventrite to rear row on 3rd ventrite and row on the 4th ventrite; PB3, porose band on 3rd ventrite; VG, ventral glands.

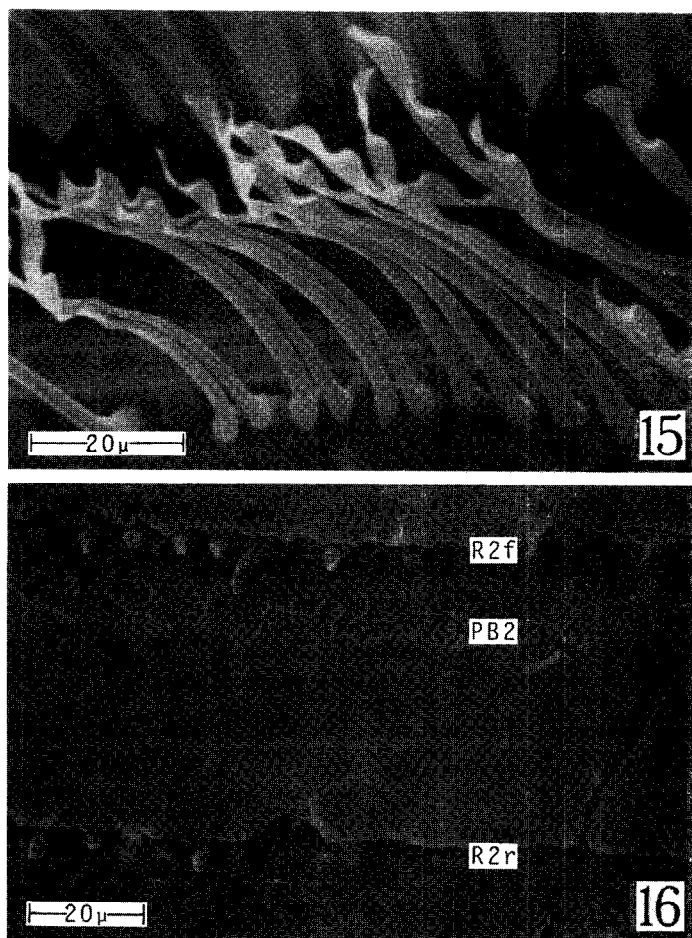


Fig. 15 Erect pubescences on the female venter of *Euops splendidus*.
 Fig. 16 Openings of ventral glands on the female venter of *Euops splendidus*, erect pubescences removed.
 PB2, porose band on 2nd ventrite; R2f, R2r, front and rear rows of erect pubescences.

する。次に葉片の先端を折り曲げ、これを基にして“巻き上げ”る。巻き上げの途中、口吻で産卵孔を穿ち、“産卵”する。巻き終った揺籃を“圧縮”したあと上端の接続部分を“切断”する。河野(1977)はカシルリとナラルリでは“裁断”の前に葉縁付近に小さな「切れ目」あるいは「かみ傷」をつけること(以下“マークづけ”²⁾)というを記録している。

筆者らは野外および飼育条件下でカシルリ、ナラルリおよびハギルリの揺籃製作行動を観察したが、母虫は“マークづけ”、“裁断”、“周回”、“巻き上げ”および“産卵”の後、葉片の上端を口吻で圧して“封緘”

し、揺籃の上を歩き回りながら揺籃の表面(特に円柱の底面にあたる部分)を腹部剛毛列で“ブラシがけ”する。母虫はこの行動を数分間繰り返したあと、揺籃を地上に切り落とす。この“ブラシがけ”行動は従来全く知られていないが、上記の3種において例外なく観察される。ナラルリを用いて、実験的に“ブラシがけ”直前の揺籃を取り去って飼育するとカビの発生が遅れ、しかも部分的にしか生えない。

このような生態および先に述べた構造の観察から、ルリオトシブミ属の種が、一般的に、特定の糸状菌と共生していることが示唆される。後基節窩の孢子嚢は、揺籃に接種する孢子を運ぶための構造であり、孢子は周回して嚙傷をつける段階または巻き上げの段階

2) 河野のスケッチにはルリにおいても同様のマークが描かれている。

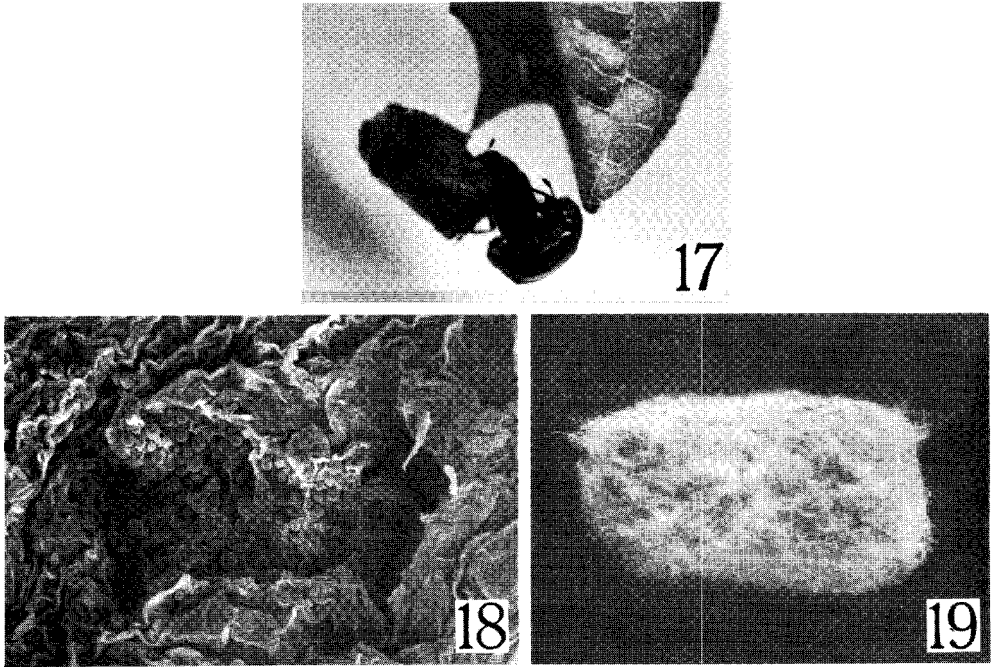


Fig. 17 Rolled up cradle and weevils, *Euops konoii*.

Fig. 18 A bite on the leaf strip, showing inoculated spores by *Euops splendidus* ♀.

Fig. 19 Moldy cradle of *Euops konoii*.

で接種されるものと思われる。また♀腹部剛毛列は、♀の行動や剛毛の形状から、小孔帯からの腹板腺分泌物を揺籃表面に塗布するための構造であると考えられる。

4. 考察

甲虫類においては、体外共生菌 (ectosymbiotic fungi) の外的伝搬 (external transportation) を行なうものとして、Crowson (1981) は、オサムシ上科、カツオブシムシ上科、ナガシクイ上科、ヒラタムシ上科 およびゾウムシ上科から 10 科を挙げているが、ゾウムシ上科では広義の (キクイムシ、ナガキクイムシ等のアンブロシア甲虫類を含む) ゾウムシ科のみで、オトシブミ科における孢子囊 mycetangia の存在はこれが最初の報告である。

アンブロシア甲虫類では多様な孢子囊が知られており、多くの場合片方の性のみにも具わっている。これらのうち、キクイムシ科 Scolytidae に就いては、Francke-Grosmann (1967) が孢子囊の位置や大きさ、およびそれを具有する性によつて 45 種を 13 タイプに分類しており、ナガキクイムシ科 Platypodidae に就いては、Nakashima (1975) が 13 種を 5 グループに分けている。ルリオトシブミ属の後基節窩の孢子

囊は、キクイムシ科の *Pterocyclon* 属の 4 種 (*brasilense* など) の♀前基節窩、*Gnathotricus* 属の 3 種 (*sulcatus* など) の♂前基節窩およびナガキクイムシ科の *Platypus* 属の 7 種 (*severini* など; Nakashima のグループ C) の♂前中基節窩に存在する構造と類似しており、基節の回転によつて随意的に孢子の出入を行なうものと考えられる。

アンブロシア甲虫類では菌によつて腐朽した材、あるいは母孔に繁殖した菌糸自体を摂食することが知られている。ルリオトシブミ属における糸状菌との共生による恩恵 (benefit) については、現在のところ不明であるが、揺籃に特殊な菌を繁殖させることにより、これを幼虫の食物とするか、有害な菌の侵入を防ぐか、あるいは捕食者に対する防御に用いるなどの可能性があり、今後研究の予定である。

文 献

- Crowson, R. A. 1981 *The biology of the Coleoptera*. Academic Press, London
 Djukin, S. 1915 Les Attelabides de la region d'Ussuri. *Rev. Russ. Ent.*, 15: 392-412
 Francke-Grosmann, H. 1967. Ectosymbiosis in

- wood-inhabiting insects. In "Symbiosis", ed. by S. M. Henry, Academic Press, New York and London, 2: pp. 141-205
- Giese, R. L. 1965 The columbian timber beetle *Corthylus columbianus* (Coleoptera : Scolytidae). V. A description of the mycetangia. *Can. Ent.*, 99: 54-58
- 平野千里 1959 オトシブミの生活. 岩田ら編: 日本昆虫記IV. 講談社, 東京, 117-146 頁
- 河野広道 1926 キイロオトシブミ *Apoderus fulvus* Roelofs, 並に1ゾルリオトシブミ *Euops aceri* Kono (sp. nov.) の生活史. 動物学雑誌, 38: 217-224
- 河野広道 1928 オトシブミ *Apoderus jekeli* Roelofs 並びにルリオトシブミ *Euops punctatostriata* Motschulsky f. *aceri* Kôno の生活史. 札幌農林学会報, 19: 652-667
- Kôno, H. 1930 Die biologischen Gruppen der Rhynchitinen, Attelabinen und Apoderinen. *Jour. Fac. Agr., Hokkaido Imp. Univ.*, 29: 1-36, 4 pls.
- 河野広道 1977 森の昆虫記 2一落し文篇一. 北海道出版企画センター, 札幌
- 樹田 長 1932 オトシブミ類四種の揺籠製作の観察. 昆虫世界, 36: 225-264, pl. 4
- Morimoto, K. 1962 Key to families, subfamilies, tribes and genera of the superfamily Curculionoidea of Japan excluding Scolytidae, Platypodidae and Cossoninae. *Jour. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 12: 21-66
- 森本 桂 1964 オトシブミの産卵習性と進化. インセクトジャーナル, 2: 1-7
- Nakashima, T. 1975 Several types of the mycetangia found in Platypodid Ambrosia beetles (Coleoptera : Platypodidae). *Ins. Matsum.*, n. s., 7: 1-69
- 野村 鎮 1950 オトシブミの揺籠. 新昆虫, 3: 102-107
- Sawada, Y. and K. Morimoto 1985 A revision of the genus *Euops* Schoenherr (Coleoptera: Attelabidae) from Japan, Korea and Taiwan. *Jour. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 3: 175-195
- Sharp, D. 1889 The rhynchophorous Coleoptera of Japan. *Trans. Ent. Soc. London*, 1889: 41-75
- Voss, E. 1930 *Coleopterorum Catalogus* (110) *Curculionidae: Attelabinae*. Junk, Berlin
- Voss, E. 1953 *Coleopterorum Catalogus supplementa. Attelabinae*. Junk, 's-Gravenhage

Summary

The mycetangia and the ventral glands are newly discovered in the females of the weevil genus *Euops*.

The mycetangia containing fungal spores are observed in the metacoxal cavity in 3 places, a membraneous groove between the metasternal process and the metacoxa (Figs. 2, 4, **SMA**), a fold of the intersegmental membrane between the metasternal process and the venter (Fig. 2, **SMb**), and a shallow hollow on the hind wall of the metacoxal cavity (Figs. 7, 8, **SMc**). The last is porose and microsetose (Fig. 10). A few rows of characteristic bifurcate hairs are present along hind margin of the metacoxa (Figs. 5, 6).

The females of this genus have special pubescences on the venter, which are arranged transversely in two rows on the first to third ventrites and one row on the fourth ventrite (Fig. 11). Their adjoining pubescences are overlapped at the flattened and undulated apical part (Fig. 15), and large exocrine glands (Fig. 12) open in a row just behind the front row of the pubescences (Figs. 13, 14, 16). The secreting fluid from the glands may be sucked up into the space between the overlapped pubescences by a capillary action.

Before rolling up a cradle, the female cuts the lateral portion of leaf to form a strip at first leaving the upper end uncut, and then "walks around and bites" the strip surface at regular intervals. A mass of spores are observed in these bites made on the strip (Fig. 18) probably due to direct transmission from her mycetangia.

When the female rolls up a cradle, she thoroughly brushes it up with her pubescences for several minutes and cuts it off from the leaf. The fallen cradle

gets moldy soon with special fungi, which are whitish in ***Euops splendidus*** and ***lespedezae***, or yellowish in ***E. konoii***. These fungi are not yet determined.

The mycetangia, ventral glands, erect pubescences, “biting” and “brushing” behaviors are apparently connected with the transmission of the symbiotic fungi to the cradle. These symbiotic organs are absent in the other genera of the Atelabidae and the male of ***Euops*** studied.