

第2章. ハエ

ハエはハエ目（双翅目）Diptera に属する昆虫の総称で、一般に、ハエ、アブ、ブユ、カなどと呼ばれる昆虫の仲間、世界中には 25 万種はいると推定されている。本当の意味でのハエはハエ目環縫群（Cyclorrhapha）に属するもので、日本からは約 50 科、3,000 種が記録されている。しかし、その 95%は自然界に生息し、人間の生活に関与していないもので、衛生昆虫と考えられるものは約 10 科、数十種だけである。そのうち、都市部でよく見られるイエバエ（*Musca domestica* L.）はイエバエ科（Muscidae）に属するハエで、幼虫はゴミなどの有機廃棄物に生育し、成虫になってから好んで家屋内に侵入する習性があるため、室内でよくみられる衛生昆虫である。イエバエは成長が早く、25℃の場合は卵から成虫になるまでの日数は 13~14 日だけで、温度が高くなると、日数はさらに短くなる。人口密度が高く、経済活動が活発な都市では大量なゴミを排出し、イエバエの生育に好条件がそろっているといえる。1965 年 6~7 月に夢の島、1989 年秋に東京湾ゴミ埋立地で大発生したハエ騒動の主はこのイエバエであった。

また、イエバエの成虫は、自由に飛翔できるため、摂食行動を通じて口器や脚に付着している微生物を食べ物から食べ物へ移し、帯菌昆虫として消化器伝染病の伝播に重要な媒介生物である。1996 年に病原性大腸菌 O-157 による集団食中毒の大発生の際にも、イエバエから O-157 を検出したという発表があり、イエバエは O-157 の伝播経路の一つではないかとマスコミにも大々に登場した（読売新聞 1996 年 11 月 1 日夕刊など）。

ハエは卵から成虫への発育過程に蛹という発育段階があり、幼虫と成虫とは全く形態が異なるいわゆる完全変態をする昆虫である。卵から孵化した幼虫はウジと呼ばれ、3 回脱皮して大きくなり、蛹となって、最終に羽化して成虫になる。

2-1. 成虫

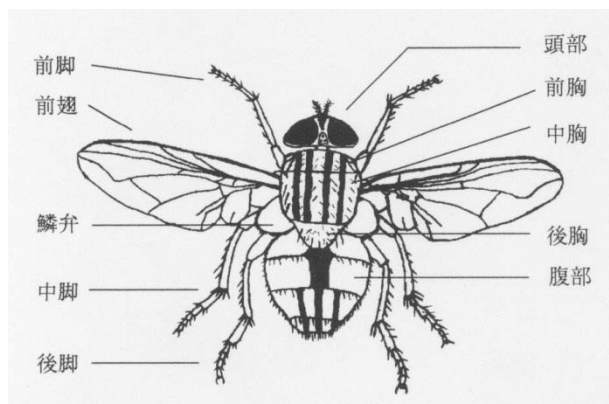


図 2-1. イエバエ成虫（平均棒は鱗弁の下に隠されている）

2-1-1. 頭部 (head)

イエバエ成虫の頭部は半球形で、前方両側に大きな複眼、中央に1対の棒状の短い触角、上方に単眼、下方に口吻などの器官がある（図 2-2）。

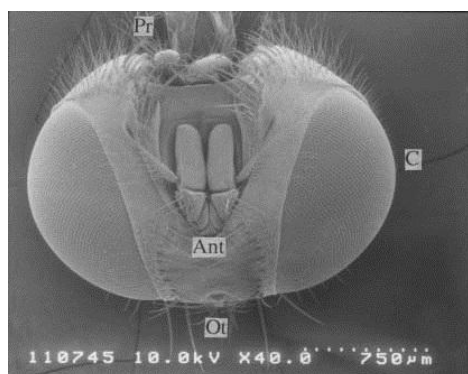


図 2-2. イエバエ成虫の頭部（40 倍）。

C：複眼，Ant：触角，
Ot：単眼三角区，Pr：口吻

複眼 (compound eye)

1 対の複眼は赤褐色で、頭部の半分近くを占めている。複眼はイエバエの主な視覚器官で、規則正しく配列している数千個の個眼 (ommatidium) より構成される（図 2-3）。複眼が非常に発達しており、遠方にある物体まで立体的に認識することができる。

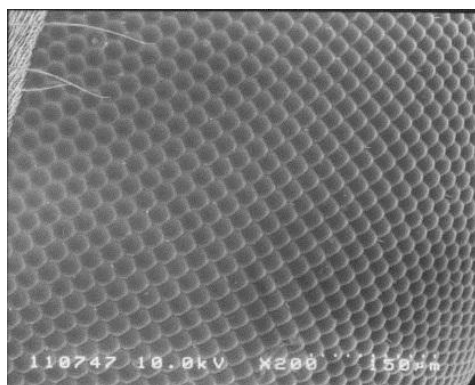


図 2-3. イエバエの複眼
(200 倍)

複眼を構成する各個眼は辺長 10~15 μm の六角形で、表面中央部が若干隆起している。個眼と個眼の境目に所々に非常に小さい感覚毛が着生している (図 2-4)。低倍率の観察では、個眼の角膜は平滑に見えるが、倍率を拡大してみると、角膜表面に粒々の乳頭状小突起が分布している (図 2-5)。

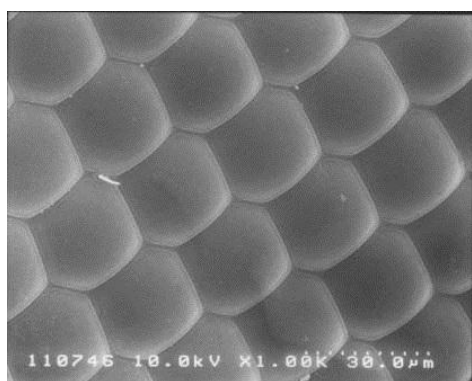


図 2-4. イエバエの個眼 (2,000 倍)

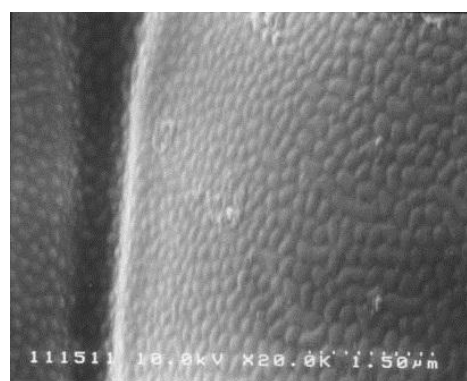


図 2-5. イエバエ個眼の角膜表面
(20,000 倍)

イエバエの個眼は擬晶子体眼 (pseudocone eye) で、その構造は図 2-6 に示す。角膜レンズと擬晶子体は個眼の光学系を構成して、外部から入射した光線を収束する役目をする。擬晶子体の下方に 2 個の大型虹彩色素細胞と数個の網膜色素細胞がある。これらは色素顆粒を含んでいて、網膜細胞に達する光の強度を調整する機能を果たしている。また、蛹期に複眼の発生に際しては、角膜レンズを分泌形成する。光の刺激を感じ、光エネルギーを神経信号伝達に使う電気エネルギーに変換するのは網膜細胞 (retinula cell) である。網膜細胞は視細胞 (visual cell) とも呼ばれ、計 8 個がある。各網膜細胞の中心軸にそって形成されている感桿分体 (rhabdomere) がエネルギー変換の働きをしている。感桿分体が集合して 1 本の感桿 (rhabdom) を構成し、変換された電気エネルギーを神経細胞に伝送する。

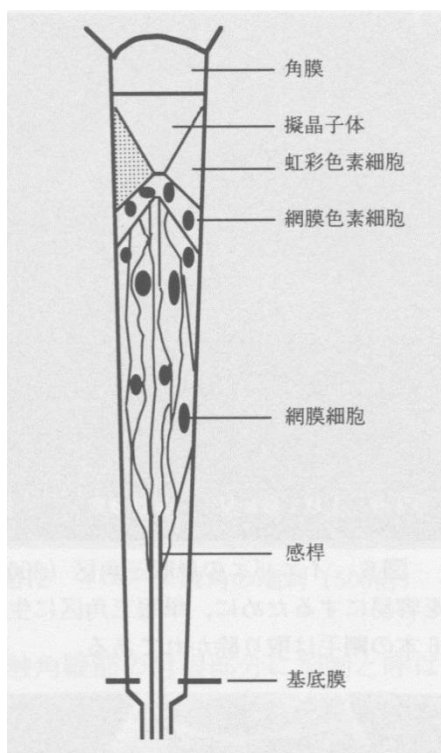


図 2-6. イエバエ個眼の構造

単眼 (ocellus)

頭部の上方, 左右複眼の間に等辺三角形に近い形をしている単眼三角区 (ocellar triangle) がある。単眼三角区には 3 個の単眼があり, それぞれ単眼三角区の各頂角に位置している (図 2-7)。上端の単眼が大きく, その直径は左右両側の単眼の 1.5 倍ぐらいである。単眼は表皮から半球状に隆起して, 表面は透明なクチクラの膜に覆われているため, 平滑となっている (図 2-8)。

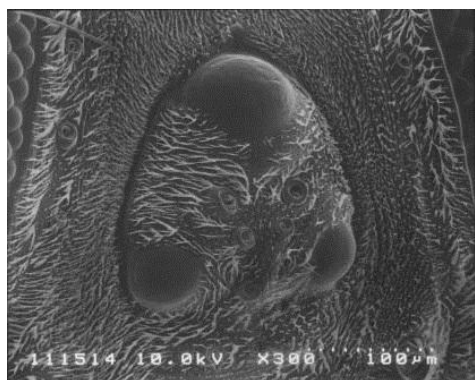


図 2-7. イエバエの単眼三角区 (300 倍)
観察を容易にするために, 単眼三角区に生えている剛毛は取り除かれてある。

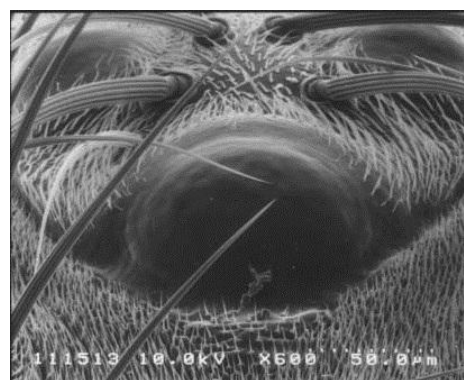


図 2-8. イエバエの単眼三角区 (600 倍)
単眼三角区の剛毛が見える。

単眼は 500～1000 個の網膜細胞（視細胞）からなるが、これらの網膜細胞が共通の 1 個のレンズ（角膜）をもっている。レンズの開口が大きいため、低い照度の光の受容に適している。単眼は物体の弁別能力がないが、光の感知器官として、自動車用のカーナビゲーションのように、光線を利用して自分の所在位置を確定する機能をもっていると言われる。また、3 個の単眼の間に 2 列 6 本の剛毛が縦に並んで生えている。剛毛は単眼を保護する役目がある。

触角（antenna）

ハエは 1 対の太く短い触角をもっている。触角はちょうど頭部前方の中央にあり、左右の複眼に挟まれる形となっている。

触角は 3 節からなる（図 2-9）。基部の柄節は扁平状で、大部分が梗節の下に隠されている。表面は短毛が生えて、数本の太い剛毛がそばだっている（図 2-10）。第 2 節の梗節は三角形で、表面は短毛に覆われ、10 数本の太い剛毛が生えている（図 2-11）。第 3 節は鞭節と呼ばれ、円柱状で、大きく（図 2-12）、表面は多数の臭覚を司る短毛感覚子に覆われている（図 2-13）。

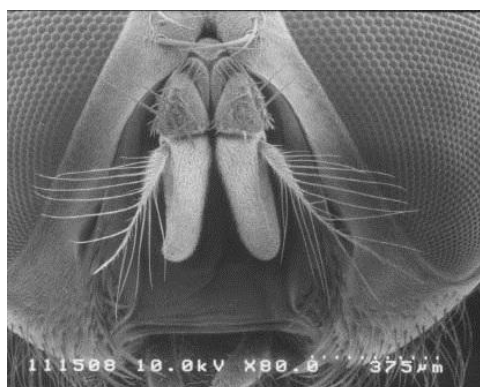


図 2-9. イエバエの触角（80 倍）

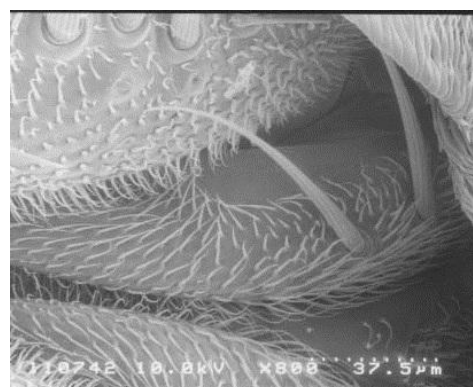


図 2-10. イエバエ触角の柄節（800 倍）

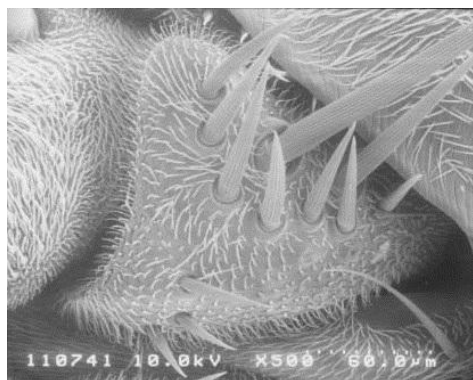


図 2-11. イエバエ触角の梗節（500 倍）

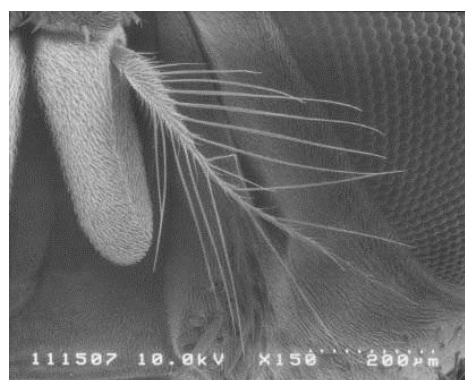


図 2-12. イエバエ触角の鞭節（150 倍）

触角にある短毛感覚子は昆虫類のもつ感覚子の一種で、毛の表面または先端に小さな孔が開いているのは特徴である（図 2-14）。神経細胞の数本の樹状突起が毛の中を通過して、孔の開口部に達しており、孔から毛内に入ったにおいの分子をキャッチして、神経信号に変換して中枢神経に伝達する。ハエはほかの昆虫と比べて、その触角が短いが、短毛感覚子がたくさん生えているため、臭覚に優れて、食物としての腐敗物のおいなどを感知する能力は全く劣らない。いくつかの専門書に触角に臭覚を司る小孔が多数分布していると記述されているが、著者はイエバエ以外にも数種類のハエを詳しく観察した結果、触角にこのような小孔はなく、においを感受するのは触角に密生している短毛感覚子であることが判明した。

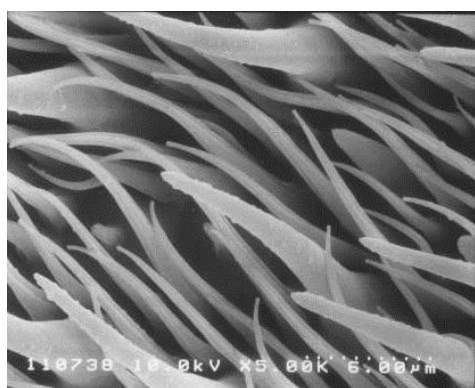


図 2-13. 触角鞭節に密生している短毛感覚子（5,000 倍）

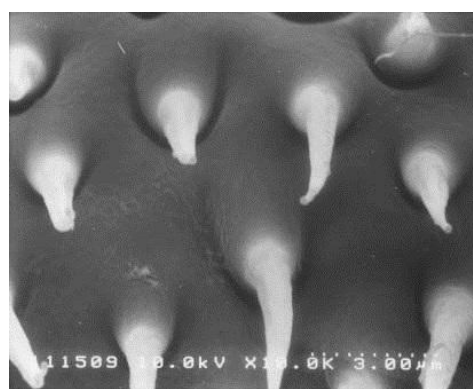


図 2-14. 触角鞭節にある短毛感覚子（10,000 倍）

また、触角鞭節の付根部分に端刺と呼ばれる感覚器官を備えている（図 2-15）。端刺は3節からなる。第1節は小さく、ほとんど触角鞭節の中に埋められ、表面には毛は生えていない。第2節は第3節を支える台の形となる。第3節は大きく、細長い円錐形となっている。端刺第3節の表面から長い剛毛が20数本、細い剛毛が数10本伸びて、風圧や振動を感知する役割を果たす。その感知能力は高く、微妙な気流の変動も逃さない。なお、端刺には短毛感覚子がないため、触角の他の部分と異なり、臭覚器官ではなく、単純な機械的刺激を感受する感覚器官として働く。

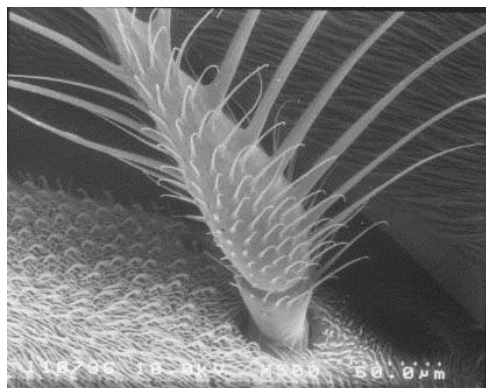


図 2-15. イエバエ触角の端刺（500 倍）

口吻 (proboscis)

ハエ類はその生活環境と摂食方式に適応するために、口器が進化してきた。その特徴としては、大顎を欠き、小顎もほとんど退化した。その代わりに上唇と下唇が発達して、前に伸び、口吻を形成した。口吻はクチクラの膜で頭部と連結している。その膜は一定の伸縮性があり、普段は折り畳んでいるため、口吻は縮んでいるが、食べ物の味に刺激された際に、膜は伸びて、口吻が前方へ伸展する。

ハエ類はその摂食方式により口吻は二つのタイプに分けられる。イエバエを代表とする舐食型ハエ類では、口吻は太くて先端が膨らんで、1対のわらじ状の唇弁となる(図 2-16)。一方、吸血性のハエ類、たとえば、サシバエなどでは、動物の皮膚に刺し込むために、口吻が細く突き出し、先端が硬化して針状になった。また、唇弁が小さくて、内側に数個の鋭い歯をもっている。

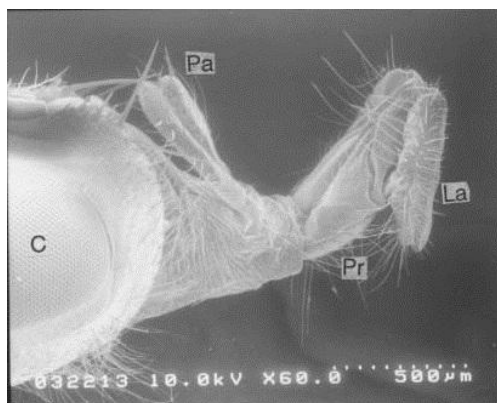


図 2-16. イエバエの口吻 (60 倍)

C : 複眼, Pa : パルプ,

Pr : 口吻, La : 唇弁

唇弁 (labial lobe)

イエバエの口吻前方に 1 対のわらじ状の唇弁がある (図 2-17)。唇弁は上唇と下唇の先端が肥大してできたもので、表面には弾力性のある歯状突起が規則正しく配列して、中央に開口している。唇弁の外側にはたくさんの感覚毛が生えている。これらの感覚毛は主に味を感受する役割をもつ味受容器であるが、触覚を司る触覚感覚子もある。

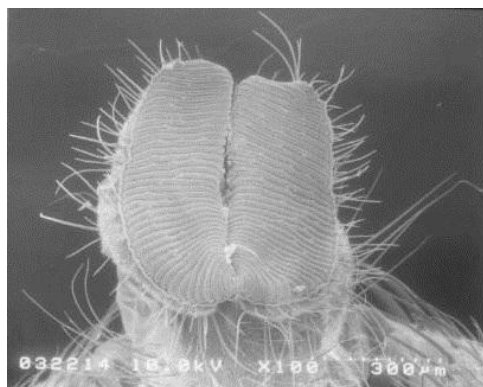


図 2-17. イエバエ口吻の唇弁
(100 倍)

味受容器 (gustatory receptor)

唇弁に存在している味受容器は2種類あり、一つは長さ 50~350 μm の太くて長い味覚毛で (図 2-18), もう一つは長さ 5~10 μm の小さい味覚毛である (図 2-19)。

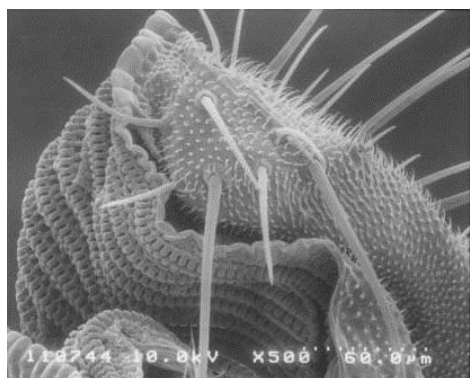


図 2-18. イエバエ唇弁の側面 (500 倍)

唇弁表面に歯状突起が規則正しく並んでいる。唇弁外側に各種の毛状感覚子が密生している。

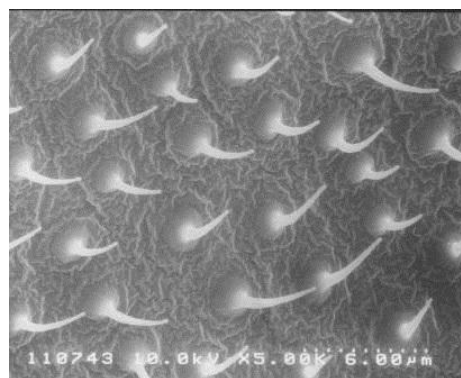


図 2-19. 唇弁外側の小さい味覚毛 (5,000 倍)

長い味覚毛は外側のクチクラ層が厚く、毛の基部が表皮から膨らんできた半円状のソケット細胞に差し込んでおり、可動関節となっている。毛の先端に味孔と呼ばれる小さい孔が開いて、食物の分子はこの味孔から味覚毛に入る。長い味覚毛の内部構造は図 2-20 に示すように、内室と外室に分かれ、内室には味を感受する味細胞の樹状突起 4 本が入っていて、先端の味孔付近まで伸びているが、外室には味細胞の樹状突起がない。内室と外室を区切る隔壁は味覚毛の基部から先端まで存在し、外壁と同様クチクラからなっている。内室の樹状突起の数は 4 本であるが、基部には 4 個の味細胞と 1 個の感覚細胞がある。味細胞 (gustatory cell) は神経末端から分化してきたもので、神経との間にはシナプスは存在しない。また、イエバエの味細胞は脊椎動物のように 1 個の味細胞に何種かの基本味物質の受容部位が存在する構造ではなく、糖なら糖の応答しかない単純な形であるため、一次感覚細胞 (一次ニューロン) と呼ばれる。1 本の味覚毛には 4 個の味細胞が存在するが、これらの味細胞は機能的に分化しており、そのうちの 3 個が糖、食塩、水にそれぞれ特異的に応答することはすでに確認されている。残りの 1 個は脂肪酸のナトリウム塩などを感受する味細胞と言われているが、確実な検証はまだなされていない。また、味覚毛は 1 個の感覚細胞を有し、その樹状突起が味覚毛の基部に付着しており、毛の曲がりによる機械的刺激を受容する触覚受容器でもある。

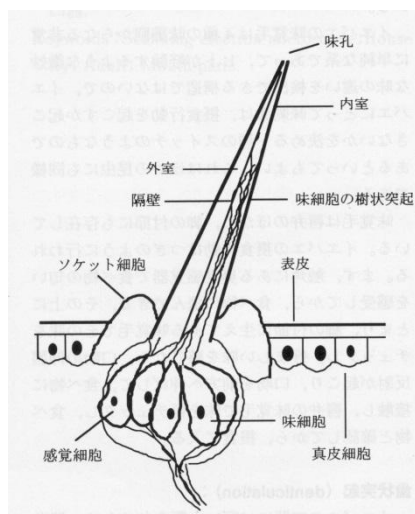


図 2-20. 長い味覚毛の構造

小さい味覚毛は基部にはソケット細胞がなく、動くことができない。また、毛の内部には隔壁がなく、4 個の味細胞の樹状突起は先端の味孔まで伸びている。なお、小さい味覚毛には感覚細胞がないため、機械的刺激が感受できないと言われている。

イエバエの味覚毛は 4 種の味細胞からなる非常に単純な系であって、ヒトが経験するような微妙な味の違いを検出できる構造ではないので、イエバエにとって味刺激は、摂食行動を起こすか起こさないかを定める一種のスイッチのようなものであるといってもよい。これはほかの昆虫にも同様である。なお、味覚毛は唇弁のはかに、脚の付節にも存在している。

イエバエの摂食行動はつぎのように行われる。まず、触角にある臭覚感覚器で食べ物の匂いを感じてから、食べ物に飛んできて、その上にとまり、脚の付節に生えてある味覚毛でその味をチェックし、好ましい味を感じたら、口吻の伸展反射が起こり、口吻を前方へ伸ばして、食べ物に接触し、唇弁の味覚毛で味を再チェックし、食べ物と確認してから、摂食に入る。

歯状突起 (denticulation)

イエバエの口器には硬い大顎を欠くため、唇弁表面に分布している多数の歯状突起は歯のような役割を果たす (図 2-21)。歯状突起はクチクラで構成されるが、硬いゴム並の弾力性をもっているようである (図 2-22)。摂食の際に、液状のものなら、唇弁を液体に浸して、唇弁の表面中央に開口している口を通じて、液体を咽喉内に吸い込む。固形の場合は、唇弁内側の基底膜にある唾液腺から多量の唾液を分泌し、唇弁が食べ物を舐めているうちに、唾液が食べ物の表面を湿潤させながら、歯状突起がサンドペーパーのように食べ物を削り取る。削り取った食べ物は唾液と一緒に混ぜられ、ドロドロの状態で口吻を通じて咽喉内に吸い込む。従って、このような摂食方式からイエバエの口器は

舐食型吸収式と呼ばれる。

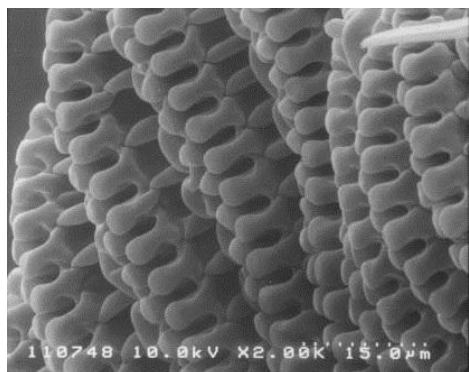


図 2-21. 唇弁表面の歯状突起
(2,000 倍)

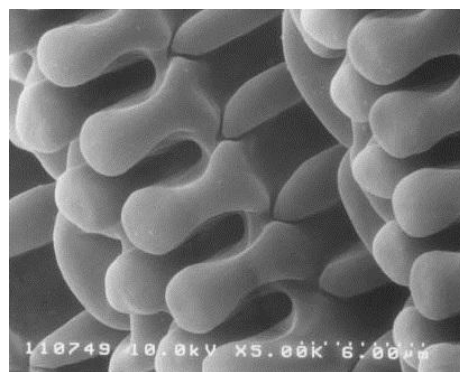


図 2-22. 歯状突起 (5,000 倍)

パルプ (palp)

ハエ類の口吻基部に 1 対のパルプがある。パルプは小顎肢から変形してきたもので、3 節からなっている。第 1, 2 節は非常に短く、ほとんど口吻基部に埋められているため、顕微鏡でも観察しにくい。第 3 節は長い棒状で、顕微鏡観察でよく見えるのはこの第 3 節である (図 2-23)。パルプの表面は多数の臭覚を司る短毛感覚子で覆われているため、臭覚器官として、食べ物の匂いなどを感受する役割を有する。また、パルプには数 10 本の剛毛感覚子が有り、触覚器官としての役割もある (図 2-24)。しかし、パルプは広範囲に作用する触角と異なり、主に摂食行動に機能しているようである。

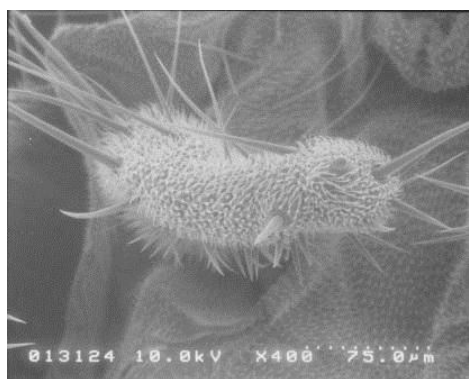


図 2-23. イエバエ口器のパルプ
(400 倍)



図 2-24. パルプの表面 (700 倍)

2-1-2. 胸部 (thorax)

昆虫成虫の胸部は前胸 (prothorax)、中胸 (mesothorax)、後胸 (metathorax) からなり、各胸の大きさはその胸から出た脚と翅の発達状態に比例する。特に飛翔昆虫では翅の

発達には胸部の発達に大きな影響を与える。これは翅の発達に伴って、それを動かす胸部の筋肉も複雑に変化し、より強力になったためである。ハエ目に属する昆虫は前翅が非常に発達しているため、前胸と後胸が小さく、前翅のある中胸が胸部の大部分を占めている。これに対して、主に後翅を使って飛翔する甲虫類やバッタ類は前胸と中胸と比べて後翅のある後胸が大きい。

ハエは胸部の背板に数本の色が深い線が縦に走る。また、背板と側板に数列の太く長い剛毛が生えており、その縦線と剛毛の数、配列は種によって異なり、分類学上の重要な特徴として用いられる。イエバエは胸背に4本の黒色縦線があり、背板にある正中剛毛は0+1、背中剛毛は3~4+4~5である(図2-1)。

翅 (wing)

ハエ目では後翅はすでに退化して、小さな平均棍(haltere)となったため、外見上は1対の翅しか見えない。中胸から出た前翅(fore wing)は膜状で非常に発達している。走査電子顕微鏡で見ると翅の表面には多数の帆のような小さな膜で覆われている(図2-25)。この帆状膜の構造は翅の表面から多数の毛が上方へ斜めに伸び、それぞれの毛の内側から薄い透明な膜が垂れ下がって、その前縁が翅の表面に融合するという特徴である。(図2-26)。しかし、翅脈には帆状の膜片はなく、小さな毛だけが生えている。翅の裏面ではこのような帆状膜がなく多数の小さな毛が生えている。翅の外縁に太い剛毛が外へ向けて伸びる(図2-27)。

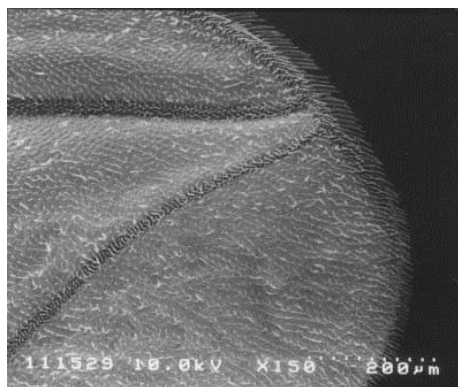


図 2-25. イエバエ前翅の表面 (150 倍)

前翅は膜状翅である。翅の表面には多数の小さい帆状の膜片で覆われる。

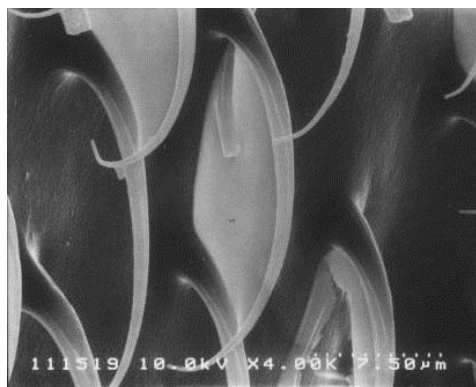


図 2-26. 前翅表面の帆状の膜片 (4,000 倍)

翅の表面に毛が上方に向けて斜めに伸び、毛の内側から薄い透明な膜が垂れ下がって翅の表面に融合する。

翅は胸部から張り出した表皮部分が扁平になったものである。翅の形成過程としては、まず、胸部にある翅芽から真皮細胞層は伸びながら表裏2層の表皮を分泌して翅を構成し、

その後、中央に両基底膜が融合した1層を残して真皮細胞がほとんど消失する。翅脈(vein)は翅が発生するとき、翅の間隙溝の上面と下面に真皮細胞から分泌されたクチクラの沈着によって形成される中空の管で、中には細い気管が通っている。翅脈を囲む表裏2層の表皮は翅間部のより幾分厚くなるため翅間から隆起した形となる。翅脈の分布は種によってかなりの差異があり種の識別にも利用される。

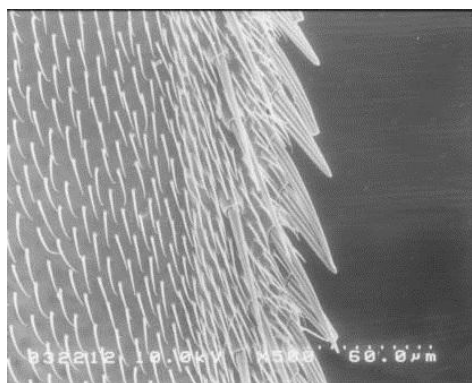


図 2-27. イエバエ前翅の裏面 (500 倍)

表面のような帆状膜がなく多数の小毛を生じて、翅縁には太い剛毛が外側に向けて生える。

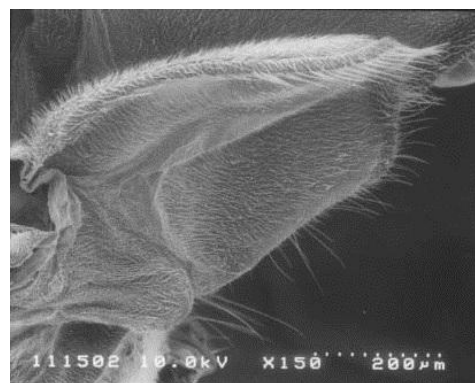


図 2-28. イエバエの鱗弁 (150 倍)

前翅の基部にある鱗弁は肌色の扁平状器官である。表面は柔らかい細毛に覆われている。

また、前翅の基部には鱗弁と呼ばれる扁平な器官がある (図 2-28)。鱗弁の表面は柔らかい細毛に覆われる。鱗弁の役割はまだ判明されていないようである。

イエバエは翅という強力な道具をもったことによって、極めて大きな移動能力を獲得した。これによって、必要な時にはいつでも移動でき、大発生の際にその被害範囲が大きく広がる。

平均棍 (halter)

ハエ目昆虫の特徴の一つとして、前述のように後胸にある後翅が退化して平均棍となった。イエバエの平均棒は基部が細く先端が球状に膨らんで、もやしのような形となっている (図 2-29)。平均棍先端の膨らんだ部分の中央に陥入した溝があり、これは退化した翅芽が展開できないまま残した跡である。平均棍の表面は柔らかい細毛に覆われているが、所々に短く太い剛毛も分布している。平均棍は鐘状感覚子や弦音器官のような感覚子を数多くそなえ、重要な感覚器官である。また、飛翔中に平均棍は常に前翅と等頻度で振動して、体のバランスを保つ役割を果たす。前翅が静止中にも平均棍が独立に動きうる場合がある。



図 2-29. イエバエの平均棍 (200 倍)

平均棍は後翅が退化したもので、もやし状の形となっている。先端の膨らんだ球状部の中央にある陥入溝は翅芽が展開できないまま残った痕跡である。

脚 (leg)

ハエは胸部に 3 対の脚がある。前胸から出た脚を前脚 (fore leg)、中胸から出た脚を中脚 (middle leg)、後胸から出た脚を後脚 (hind leg) と呼ぶ。

前、中、後脚はいずれもほぼ同じ構造をしており、基節 (coxa)、転節 (trochanter)、腿節 (femur)、脛節 (tibia)、跗節 (tarsus) からなる (図 2-30)。

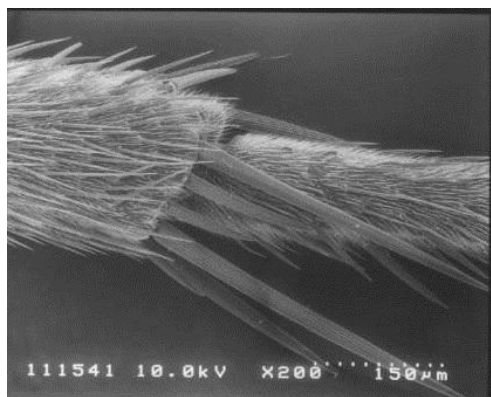


図 2-30. イエバエ脚の脛節と跗節の関節部 (200 倍)

脛節に着生している距刺が非常に目立つ。

跗節は 5 節で、末端の節を端跗節 (pretarsus または distitarsus) と呼び、その先端に 1 対の爪 (claw) がある。爪は角質化して硬く、中部から先端にかけて内側に曲がっている (図 2-31)。爪の基部には柔らかい毛が生えている。ハエ類は爪の間にある爪間盤が発達されておらず、代わりに端跗節の褥 (じょく) 盤 (pulvillus) が非常に発達して長く伸びている (図 2-32)。



図 2-31. イエバエの爪 (500 倍)

端跗節 (第 5 跗節) の先端に 1 対の爪がある。爪は角質化した、基部に柔らかい毛が生えている。

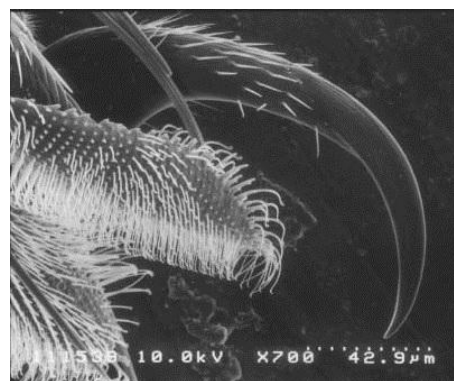


図 2-32. イエバエの褥盤 (700 倍)

端跗節の褥盤が発達して左右 2 枚に分かれ前方に伸びている (矢印)。

褥盤は左右に分かれ 2 枚となり、その外側には毛が密生して走行や飛行着地時、衝撃を吸収する緩衝作用がある。褥盤の内側に臭覚と味覚を司る短い乳頭状の感覚子が多数分布している。褥盤に分布しているこれらの感覚子は摂食の際に重要な役割を果たす (図 2-33)。すなわち、イエバエは触角にある臭覚感覚子で食べ物の匂いを感じてから食べ物に飛来し、その上にとまり、まず、褥盤にある臭覚と味覚を司る感覚子でその味をチェックし、食べ物と確認したら口吻を食べ物に伸ばして摂食に入る。

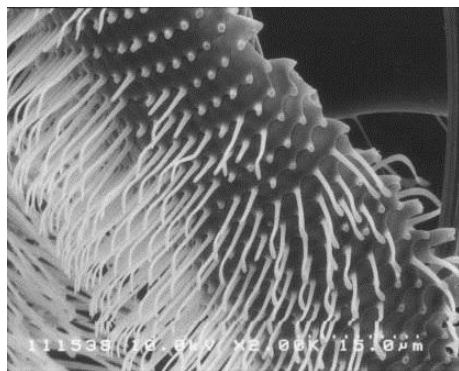


図 2-33. イエバエの褥盤 (2,000 倍)

褥盤の外側に柔毛が密生し衝撃を吸収するクッションの役割を果たす。褥盤の内側に感覚子が多数分布し摂食に重要な役割を果たす。

脚の各節とも表面は柔らかい毛に覆われて、気流に敏感に感知する。また脚の表面に剛毛もある。

2-1-3. 腹部 (abdomen)

イエバエ成虫の腹部は 9 節からなるが、第 1, 2 節は融合して一つの節となり、第 6 節以下は外部生殖器となっているため背側から 4 節しか見えない (図 2-34)。雌雄とも外部生殖器は腹側から見える。

腹部の構造は単純で、発達した背板（tergum）と腹板（sternum）で構成される。背板と腹板はクチクラでできた強靱な板で、腹部に納められている神経系、気管系、消化器系、内生殖器系などを保護する。背板と腹板の表面の所々に感覚毛を生じている。体節と体節は節間膜（intersegmental membrane）と呼ばれる柔軟な膜で連結され、餌を多量に摂取したり、卵巣が発達しても腹部に収納できるように伸縮性に富む。背板と腹板をつなぐ側面膜（pleural membrane）が発達していないため、背板が腹側に曲がってきて腹板と融合している。

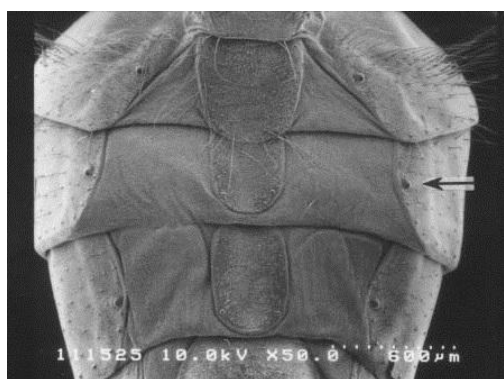


図 2-34. 腹側から見たイエバエの腹部
(50 倍)

腹部に曲がってきた背板にある小さな孔
(矢印) は気門である。



図 2-35. イエバエ腹部の気門
(1,000 倍)

気門は背板から隆起している。いつ
も開けたままの状態となる。

気門 (stigma)

イエバエ成虫の気門は胸部に 2 対、腹部に 4 対の計 6 対である。気門は円形で腹面に曲がってくる背板上にあり、背板から隆起している。イエバエの気門は角質化した背板にあり、その開閉を支配する筋肉群はないので、いつも開け放し状態になっている (図 2-35)。

昆虫は脊椎動物と異なり肺がないため、その呼吸は気管系を通じて行う。イエバエの気管系は気門 (stigma)、気管 (trachea)、毛細気管 (tracheole) からなる (図 2-36)。これは一般の昆虫と共通している。呼吸は次のように行う。まず、酸素を豊富に含む外界の空気は気門から気管に送られ、さらに毛細気管によって各組織に運ばれる。酸素消費量の多い翅と脚の筋肉、消化管、卵巣などの組織には極めて多数の毛細気管が分布している。毛細気管と各組織間のガス交換は主として物理的な拡散現象により行われている。すなわち、毛細気管内の酸素の分圧は組織細胞内のそれより高いので、酸素は毛細気管から組織細胞内に拡散していく。それとは反対に組織細胞内に分圧の高い二酸化炭素は毛細気管内に拡散し、気管を経て気門から外気に排出する。

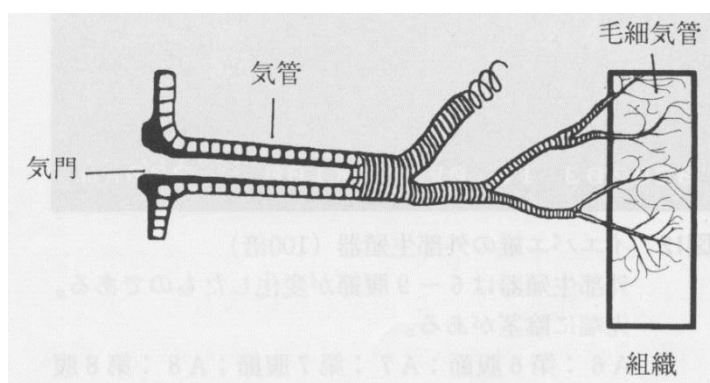
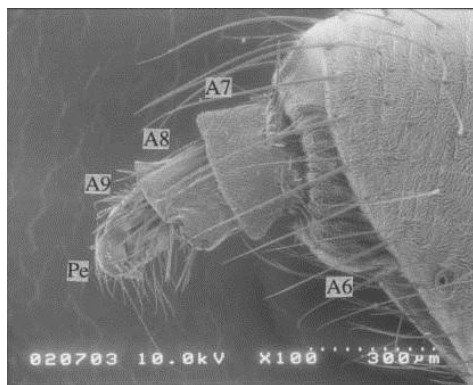


図 2-36. イエバエ成虫の気管系

同じ体側にある気門の間に太い気管で縦につながり、気管網を構成している。各気門が独自に吸気と排気を行うことは可能であるが、一般に吸気は胸部の気門で行われ、排気は腹部の気門で行われることが多い。

外部生殖器 (external genitalia)

ハエの外部生殖器は第 6～9 腹節が変形して構成されたもので、通常第 5 腹節の背板の下に隠されている。

図 2-37. イエバエ雄の外部生殖器
(100 倍)

外部生殖器は 6～9 腹節が変化したものである。先端に陰茎がある。

A6：第 6 腹節；A7：第 7 腹節；

A8：第 8 腹節；A9：第 9 腹節；Pe：陰茎

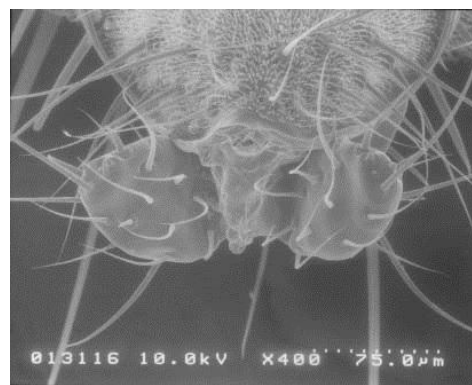


図 2-38. イエバエ雄の交尾板 (400 倍)

陰茎の両側の角質化した板状の交尾板は交尾鉤と把握器の役割を果たす。

雌に比べ、雄の外部生殖器は複雑である。雄の外部生殖器は 4 節からなり、末端節の先端に角質化した陰茎 (penis) がある (図 2-37)。陰茎の両側に 1 対の角質化した板状の交尾板が左右に伸展して陰茎を保護すると同時に交尾の際に交尾鉤と把握器の役目をする

(図 2-38)。通常、雄の外部生殖器は腹部末端に隠されているが、交尾するとき腹部末端から長く伸びて、先端の陰茎が雌の生殖弁に挿入し、多数の精子を包む精包(spermatophore)を雌の生殖器内に放出する。

雌の外部生殖器も雄のと同じく第 6~9 腹節が変形して構成され、各節とも前の節に入れ込みとなったものであるため、通常球状を呈して第 5 腹節に収められている。外部生殖器の先端には 2 枚縦状の細長い生殖弁(oothecal lobe)がある(図 2-39)。産卵の際に第 5 腹節から外部生殖器は伸びて、先端の生殖弁が開きゴミなど腐敗した有機物質の中に卵を産下する。

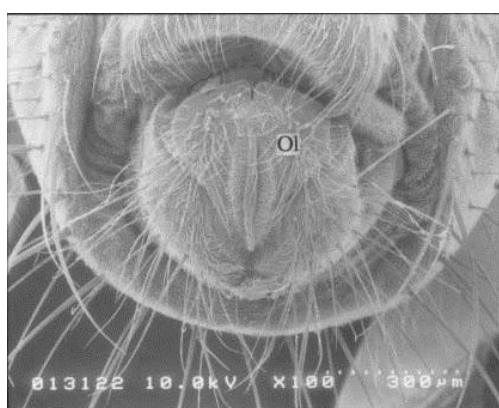


図 2-39. イエバエ雌の外部生殖器
(100 倍)

腹部末端にある雌の外部生殖器は通常球状を呈し先端に 1 対の生殖弁がある。

Ol : 生殖弁

2-2. 卵 (egg)

イエバエの卵は乳白色～肌色で、一端が若干太くてバナナの形となっている (図 2-40)。卵の長さは約 1.0mm。卵の表面には多量の粘液が付着している。30～50 個の卵が互いに重なって卵塊となる。



図 2-40. イエバエの卵 (80 倍)

イエバエの卵はバナナ型で、一端が若干太い。卵の表面から剥がれている薄い膜は卵の表面に付着していた粘液が乾燥してできたものである。

卵の構造は図 2-41 に示す。最外側には薄い卵殻 (chorion) がある。卵殻は母親の卵巣小管の濾胞細胞より分泌形成されたもので内外 2 層よりなり、その表面には濾胞細胞の痕であるレリーフが残っている (図 2-42)。卵殻は卵の内容物を保護する役割をもっているが、鶏卵のようなカルシウムを多量含む硬いものではなく、主成分はタンパク質のコリオニンで弾力性が富んでいる。また、卵殻には、網のように多数の通気孔がある (図 2-43)。胚は発育過程で代謝が活発になり、多量の酸素が必要となるため、卵殻の通気孔を通して旺盛に外界との呼吸換気を行う。

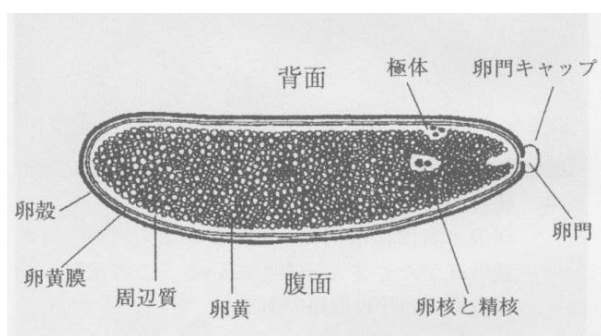


図 2-41. ハエ卵の構造

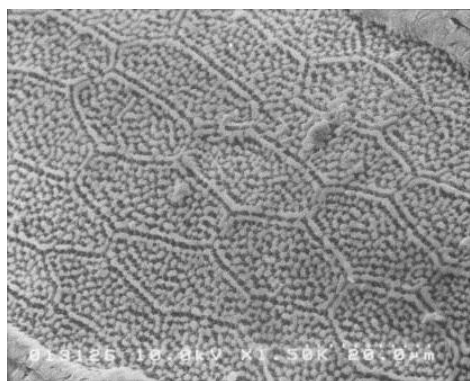


図 2-42. 卵殻の表面（1,500 倍）

卵殻の表面には卵巣小管濾胞細胞のレリーフが鮮明に残っている。

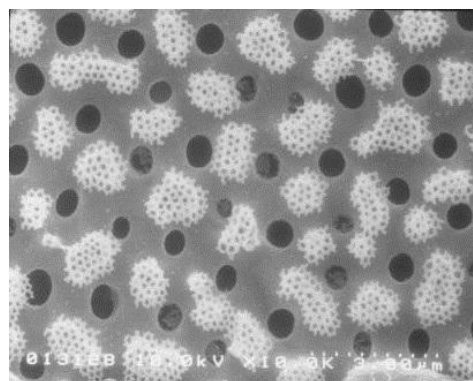


図 2-43. 卵殻の表面（10,000 倍）

卵殻の表面には網のように直径 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の通気孔がたくさん分布している。これは胚の発育過程での呼吸通路である。

イエバエを含めてすべての昆虫の卵の卵殻は精子の侵入以前に形成されるので、精子の侵入通路として卵の一端に卵門（micropyle, 精孔とも言う）がある（図 2-44）。卵門の数と位置は種によって異なり、ハエ類では卵の前端に 1 個のみであるが、バッタのように数 10 個が卵の後端にリング状に配列されているものもある。成熟した卵が輸卵管を下ってくる過程で雄成虫からもらい、体内の受精嚢 (seminal receptacle) に貯えている精子 (sperm) は卵門から卵内に侵入し卵を受精させる。



図 2-44. 卵の卵門（10,000 倍）

卵の一端に小さな卵門（矢印）があり、精子がその孔から卵内に侵入して、卵を受精させる。卵門のキャップはすでに脱落した。

卵殻の下には卵黄膜（vitelline membrane）があり、卵黄膜のすぐ内側には卵黄を含まない原形質の層（周辺質, periplasm）がある。卵の中央部は卵黄（yolk）が充満している。受精後、精子の精核と卵母細胞の卵核は合体して、胚発生が始まる。

2-3. 幼虫 (larva)

ハエ類の幼虫は通常“ウジ”と呼ばれる。イエバエの幼虫は乳白色の円筒状で 12 節からなる。第 1 節は頭部，第 2 から第 4 節は胸部，第 5 節以下は腹部となる（図 2-45）。幼虫期は 3 齢を経る。成熟した 3 齢幼虫の体長は 10～12mm に達する。



図 2-45. イエバエ幼虫

尖っている端は頭部で，各体節の腹側にある突起物は退化した肢の痕である。

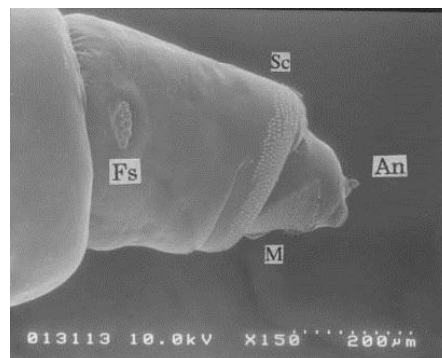


図 2-46. 幼虫の頭部（150 倍）

An：触角，M：口，Sc：鱗片帯，
Fs：前方気門

イエバエの幼虫は頭部が尖って腹部末端は丸く太い。幼虫の頭部と尾部との区別はここにある。イエバエ幼虫の頭部は硬化した頭蓋を欠き，胸部や腹部の体節と同様な構造であるため（図 2-46），無頭型幼虫ともいわれる。口は頭部の下方にあり，回りには目立つ広い鱗片帯がある。（図 2-47）。頭部と第 1 胸節の節間部および胸部各体節の節間部には環状の鱗片帯があるが，腹部体節の節間部にはこの鱗片帯が腹側しか存在しない。腹部の末端節には排泄孔（肛門，anus）がある。（図 2-48）。

成虫と異なり，幼虫には複眼がないが，触角の後下方，口辺鱗片帯の前上方に光だけを感知できる 1 対の単眼（stemma）がある。（図 2-49）。幼虫は負の走光性を有し，単眼から光を感じて，光から逃避する。頭部の前方に 1 対の角のように突起しているのは触角である。触角は小さい花蕾状で中央部に数個の臭孔があり，においなどをある程度感知できる（図 2-50，2-51）。

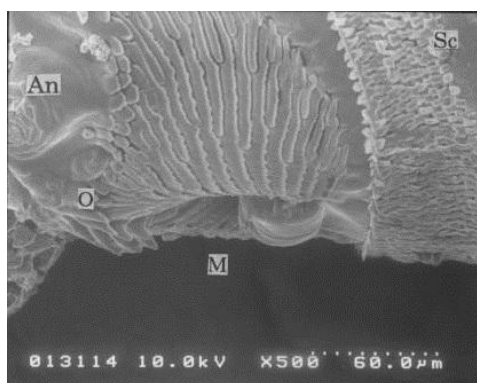


図 2-47. 幼虫の口 (500 倍)

口は頭部の下部にあり，周りは鱗片帯に囲まれている。

An：触角，M：口，O：単眼，
Sc：第1胸節の環状鱗片帯

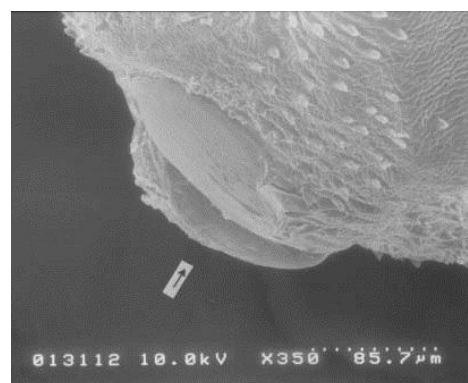


図 2-48. 幼虫の排泄孔 (350 倍)

腹部末端節に排泄孔 (矢印) がある。

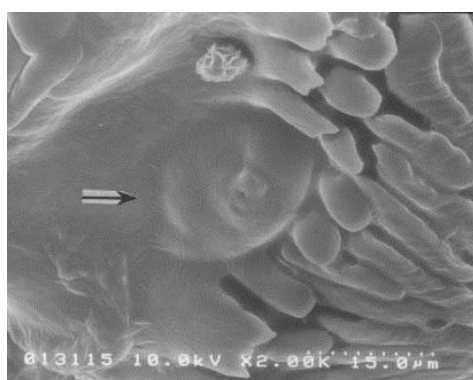


図 2-49. 幼虫の単眼 (2,000 倍)

単眼 (矢印) は前方気門の後方，口辺鱗片帯の上方にある。

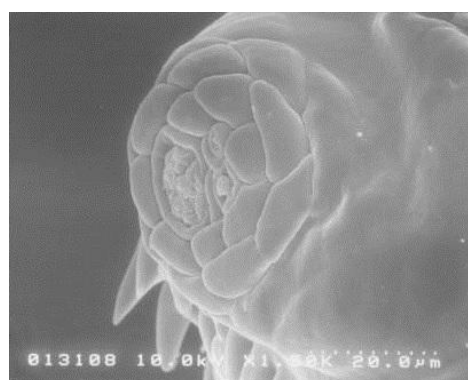


図 2-50. 幼虫の触角 (1,500 倍)

触角は頭部の先端にあり，角のように前方に突起している。

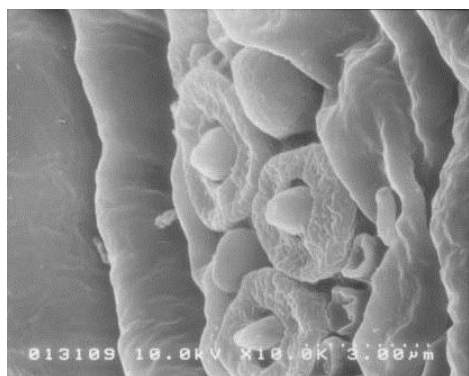


図 2-51. 幼虫の触角 (10,000 倍)

触角の中央に化学物質を感知する数個の臭孔がある。

幼虫は 2 対の気門 (stigma) をもっている。前方気門 (fore stigma) は第 1 胸節の側面

にあり、指のような数個の小突起が横1列に並んでいる掌の形となる（図2-52）。1, 2 齢幼虫は前方気門が乳白色であるが, 3 齢成熟幼虫になると前方気門が硬化して褐色となる。腹部末端節にある後方気門（hind stigma）は大きく、若干窪んで気門開口部が線状となる（図2-53）。後方気門全体は褐色で硬化している。幼虫の呼吸は主に後方気門を通じて行う。

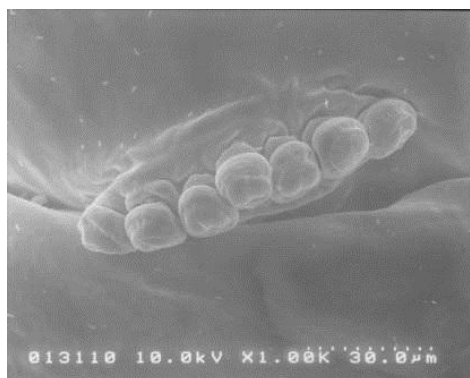


図2-52. 幼虫の前方気門（1,000倍）

前方気門は幼虫の第1胸節の側面にある。掌のように5〜7個の指状突起が横1列に並んだ形となる。



図2-53. 幼虫の後方気門（200倍）

後方気門は腹部の末端にある。後方気門は前方気門より大きく、開口部は線状である。呼吸は主に後方気門を通じて行う。

幼虫の肢は退化しているが、顕微鏡で観察すれば、各体節の腹側に小さい突起物がみられる。これらは退化した肢の痕である。幼虫の行動は体壁の蠕動運動によって行われる（図2-45）。

2-4. 蛹 (pupa)

3 齢で成熟した幼虫は乾いたところへはい出して、外皮が脱落しないまま皮内で蛹化する。その外皮は硬化して蛹を囲む殻となる。従って、ハエの蛹は囲蛹と呼ばれる。蛹は長さ 6~8mm の米俵の形で、最初は赤褐色をしているが、日を経るにしたがって黒みを増し暗褐色となる (図 2-54)。蛹の頭部にある小さな 1 対の突起物は幼虫期の前方気門の痕跡である (図 2-55)。幼虫期の後方気門は硬化した形で蛹の腹部末端に残り、そのまま蛹の気門となる (図 2-56, 2-57)。蛹は後方気門を通じて呼吸を行う。



図 2-54. 蛹

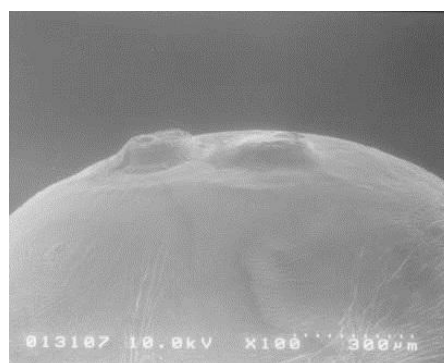


図 2-55. 蛹の頭部 (100 倍)

頭部にある 1 対の小突起は幼虫の前方気門の痕跡である。



図 2-56. 蛹の後部 (150 倍)

隆起した 1 対の円形物は幼虫の後方気門の痕で、そのままに蛹の気門にもなっている。幼虫期の排泄孔の痕 (矢印) も残されている。

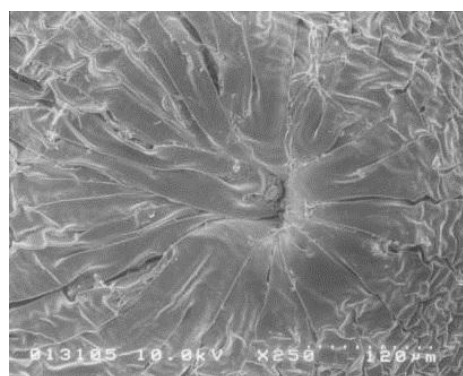


図 2-57. 蛹の後方気門 (250 倍)

幼虫の表皮が残されたため、気門の周りには渦紋状の亀裂ができた。中央の間隙は気門の開口部である。

イエバエの生長は速い。卵は産下後 1 日で孵化し、孵化した幼虫は 1, 2 齢期とも約 1

日，3 齢期は 3～5 日。3 齢を経過して蛹化するが，蛹期は 4～5 日。夏期など高温季節には卵から成虫までは 10～14 日である。