

第1章. ゴキブリ

ゴキブリは 2 億年前の石炭紀にすでに出現し、今日まで生存し続けてきた昆虫の代表格として、昆虫の中には生きる化石とも言われるぐらいの大先輩に当たる。ゴキブリの種類は世界中で 4,000 種以上とされるが、その 99%以上は熱帯地域の野外自然環境にひそかに棲息する野生種である。主に建物内に生息するいわゆる住家性ゴキブリで、人間との関わりのある種類はそんなに多くない。朝比奈博士の名著「日本産ゴキブリ類」によると、日本で記録されたゴキブリは 52 種 7 亜種で、その多くが九州以南、特に南西諸島に分布する。日本産ゴキブリの中に衛生昆虫とされるのは約 10 種で、屋内によく見られるのはチャバネゴキブリ、クロゴキブリ、ヤマトゴキブリ、ワモンゴキブリ、コワモンゴキブリ、トビイロゴキブリなどがある。これらの住家性ゴキブリの学名と特徴は表 1-1 に示す。

表 1-1. よく見られる住家性ゴキブリの特徴

学 名	和 名	成虫体長 (mm)		成虫の形態特徴	幼虫の形態特徴
		雄	雌		
<i>Blattella germanica</i>	チャバネゴキブリ	10～13	12～15	渋色～淡黄褐色、前胸背板に 2 本黒い縦線	黒色、胸背板の正中線部分が淡黄色
<i>Periplaneta fuliginosa</i>	クロゴキブリ	25～30	23～25	黒褐色、斑紋がない。光沢が強い	1～2 齢は黒色、背面に 2 本白い横縞。3 齢以降は白い横縞が消え、赤褐色になり、斑紋がない
<i>Periplaneta americana</i>	ワモンゴキブリ	36～44	29～37	赤茶色、前胸背板に黄褐色の環状紋がある	5 齢まで淡褐色、胸背板後縁両側に黒いスポット斑。6 齢から赤褐色、前胸背板に淡黄色環状紋
<i>Periplaneta japonica</i>	ヤマトゴキブリ	22～27	20～25	黒褐色、雄は長い翅、雌は短い翅、腹部の後半が露出	若齢は渋色、中齢以降は黒褐色、体に斑紋がない
<i>Periplaneta brunnea</i>	トビイロゴキブリ	23～27	27～30	赤茶色、前胸背板は暗色、渋色の縁取りがある	1 齢は触角基部と先端が白、残りは褐色。中齢以降は 2～6 腹節両側にクリーム色スポット斑
<i>Periplaneta australasiae</i>	コワモンゴキブリ	25～30	25～27	赤茶色、前胸背板は暗色、黄色	茶褐色、体節の各側面に黄色スポット斑

				環状紋が鮮明， 翅の縁は黄色す じ紋がある	
--	--	--	--	-----------------------------	--

ゴキブリは幼虫から成虫への発育過程に蛹という発育段階がない不完全変態をする昆虫である。幼虫の形は成虫とよく似ているが、翅がない。卵から孵化した幼虫は脱皮を繰り返して大きくなり、最終に羽化して成虫になる。小型のチャバネゴキブリは6～7回の脱皮を経て成虫になるが、大型のクロゴキブリやワモンゴキブリは7～8回の脱皮をしてから成虫になる。

屋内でよく見かけるチャバネゴキブリ、クロゴキブリ、ワモンゴキブリ、ヤマトゴキブリの成虫は図1-1に示す。



チャバネゴキブリ
(*Blattella germanica*) 成虫
(左) 雄 (右) 雌



クロゴキブリ
(*Periplaneta fuliginosa*) 成虫
(左) 雄 (右) 雌



ワモンゴキブリ
(*Periplaneta americana*) 成虫
(左) 雄 (右) 雌



ヤマトゴキブリ
(*Periplaneta japonica*) 成虫
(左) 雄 (右) 雌

図1-1. 家屋内によく見られる住家性ゴキブリの成虫の写真

外見上、ゴキブリの体は頭部、胸部と腹部により構成される。図 1-2 はゴキブリ幼虫の一般的な外部形態を示す。

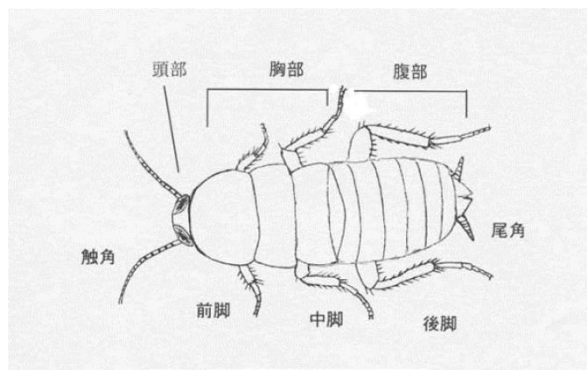


図 1-2. ゴキブリ幼虫の外部形態

ゴキブリは体全体が強靱な表皮（クチクラ cuticle とも言う）に覆われている。表皮は真皮細胞によって分泌されたもので、3 層から成り立っている。一番外側の層は外表皮（epicuticle）と呼ばれ、非常に薄く、ろう（wax）を含み、水をはじく。中間の部分は外原表皮（exocuticle）と呼ばれ、薄い膜状のものが層状を呈していて、色素を含む。ゴキブリの体色は外原表皮の色素によって決められる。内側の層は内原表皮（endocuticle）と呼ばれ、厚く、柔軟で丈夫である。表皮は体内の水分が失われるのを防ぐとともに、丈夫で強い外骨格となり、内側が筋肉と接続している。表皮の下に 1 層の真皮細胞がある。真皮細胞は表皮を分泌するだけでなく、ゴキブリの体表にある特徴的な構造、例えば、感覚子、毛、刺、鱗片などを作り出す機能ももっている。また、真皮細胞層に特殊な腺細胞で構成した皮膚腺があり、各種の脂質（皮脂）を分泌する。分泌した皮脂は皮膚腺孔を通して外表皮に運ばれる。したがって、ゴキブリの体表はいつも油ぼく光っている（図 1-3）。

ゴキブリの体表に多数の感覚器官があるが、基本的に下記の 3 種類の感覚器に大分される。

1. 触覚を感受する剛毛感覚器(sensillum chaeticum)： 剛毛感覚器は長さが 50～200/ μm の太い毛で、基部はソケット細胞に差し込まれており、可動関節となっているこの毛の基部に神経細胞の末端である樹状突起の先端が 1 本接しており、毛の動きを感受する。
2. 主に臭覚や味覚を感受する短毛状感覚器 (sensillum trichodeum)： 短毛状感覚器は長さが 3～20/ μm の毛状突起で、先端が丸くなって開口しており、数個の神経細胞の樹状突起がこの毛の中を通して開口部まで達しており、においや味を感受する役割を果たしている。
3. ひずみや圧力の変化を感受する鐘状感覚器 (campaniform sensillum)： 鐘状感覚器は薄いクチクラがドームとなり、その下に 1 つの受容細胞の神経樹状突起先端が付着

する構造であり，樹状突起先端の細管体，ソケット隔壁，海綿クチクラからなる。外部の気圧変化や圧力変動を感知する。
これらの感覚器の構造は図 1-4 に示す。

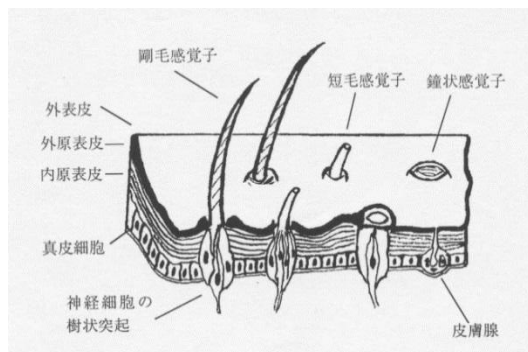


図 1-3. ゴキブリの表皮構造と着生する感覚器

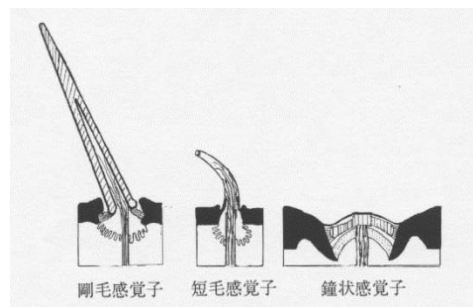


図 1-4. ゴキブリの3種感覚器

1. 頭部 (head)

ゴキブリの頭部は図 1-5 に示すように眼 (複眼, 単眼), 触角, 口器などがある。

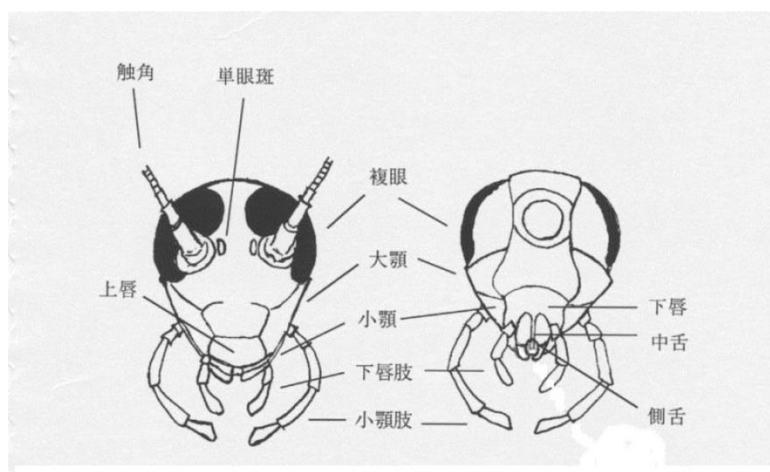


図 1-5. ゴキブリの頭部

(左) 正面から見た頭部形態

(右) 後面から見た頭部形態

1-1-1. 複眼 (compound eye)

ゴキブリの頭部の前方に大きな 1 対の複眼がある。複眼は隆起して、頭蓋 (vertex) との境目には小さい感覚毛が生えて、種類により、境目にしわを生じることがある。複眼は数千個の個眼 (ommatidium) より構成されている (図 1-6)。

個眼の構造は図 1-8 に示すように、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。光の刺激を感受し、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。

しかし、後述のハエやカと違って、電子顕微鏡写真 (図 1-7) から判るように、衛生昆虫とする住家性ゴキブリの個眼は発達度が低いため、複眼に凹下した窪状の個眼点としてしか見えない。また、個眼と個眼との間に、所々に非常に小さい毛が生えて、言わば、目に毛が入るという感じである (図 1-9)。これらの毛は形態的特徴から臭覚を司る短毛感覚子と似ているが、その役割がまだ解明されていない。

住家性ゴキブリはすべて夜行性である。日中は大体湿気が多く暖かい台所の流し台や調

理台の下、電気冷蔵庫の裏など暗い狭い隙間に潜み隠れて過ごし、夜間になると、潜み場所から這い出て、食べ物と水を求めて歩き回る。したがって、ゴキブリはこのような生活環境に適応したため、その複眼の機能が一部退化して、光などを感受することができるが、物体をきちんと認識する能力を失った。その行動が後に述べるように触角に依存する部分が多い。

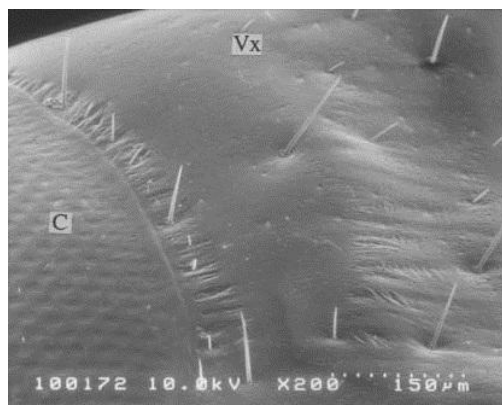


図 1-6. ヤマトゴキブリの頭蓋と複眼 (200 倍)

頭蓋と複眼との境目にしわがあり、1 列の剛毛が生えている。

C：複眼，Vx：頭蓋

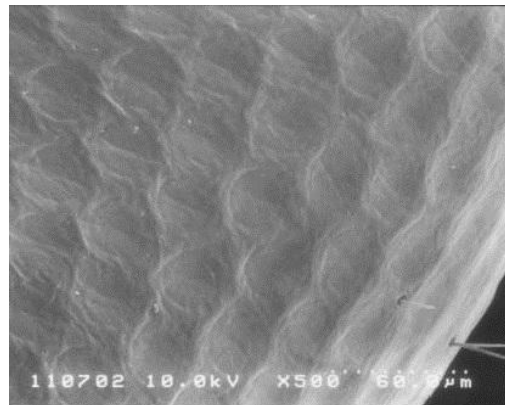


図 1-7. クロゴキブリの複眼 (500 倍)

複眼は数千個の個眼から構成されている。複眼の表面に多数の浅い窪状に凹下したのは個眼である。個眼の間に小さな感覚毛が生えている。

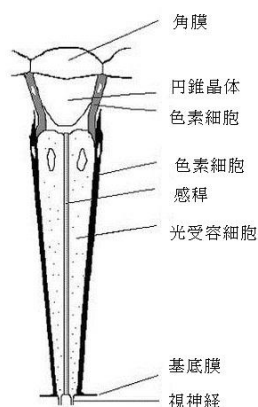


図 1-8. 昆虫個眼の基本構造



図 1-9. クロゴキブリ個眼の間に生える小さな感覚毛 (5,000 倍)

毛は先端に小さな孔が開けて、基部が表皮にあるソケット細胞に挿入する。形態的特徴から、臭覚を司る短毛感覚子と似ているが、実際の役目は不明である。

1-1-2. 単眼 (ocellus)

ゴキブリの単眼は完成された構造がなく、機能もしていないようで、ただ単眼斑と呼ばれる1対の痕として触角の内側の頭蓋に残っている(図1-10)。

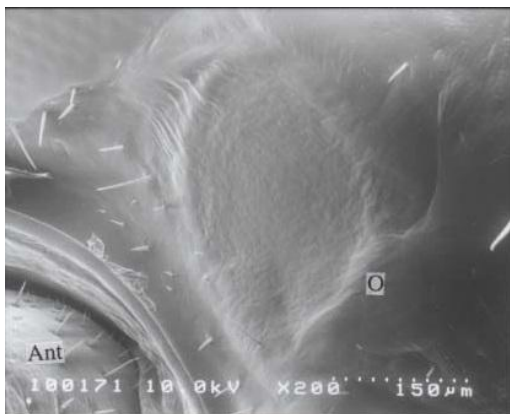


図1-10. ヤマトゴキブリの単眼斑
(200倍)

ゴキブリの単眼は完成された構造がなく、機能的役目もない。単眼斑として触角の内側頭蓋に残されている。

Ant : 触角, O : 単眼斑

1-1-3. 触角 (antenna)

ゴキブリは幼虫と成虫とも頭部に2本の長い触角をもっており、あまり発達していない複眼の代わりにいつもその触角を振り回して周囲の事物を探知する。ゴキブリにとって、触角は一番重要な感覚器官である。

ゴキブリは人間と同様に、外界からの刺激を感じ取る感覚器を多数もっている。これらの感覚器は外界から得た各種の情報を神経刺激に変換し、脳や胸腹部の神経節で構成される神経中枢に伝達する役割を果たす。ゴキブリの感覚器は体の全体に分布されているが、最も密集しているのは触角である。外界からの刺激のうち、触覚、臭覚、圧力、聴覚などに関する情報の多くは触角に分布している各種の感覚器を通じて、受容されるのである。

ゴキブリはその触角が柄節、梗節および50~60の鞭節で構成されているが、著者は形態的特徴から、基部から15節までを下部、16節~40節を中部、41節から先端までを上部として便宜的に分けた。もちろん、種によって、節数や位置などが若干前後にずれることはある。

図1-11, 1-12, 1-13, 1-14はそれぞれクロゴキブリ, ワモンゴキブリ, ヤマトゴキブリ, チャバネゴキブリ成虫の触角着生部の写真である。一般に、頭部と繋がる触角の第1節を柄節 (Scape), 第2節を梗節 (Pedicel), 第3節から上方の節はすべて鞭節 (Flagellum) と呼ばれている。図1-15から、ゴキブリは頭部と触角の柄節および柄節と梗節との間の関節部が折りたたまれた膜によって連結されていることがはっきりと見られる。この膜が存在することにより、触角は頭部と柄節および柄節と梗節の関節部で上下前後に自在に動くことができる。しかし、第1鞭節以上の各鞭節の関節部にはこのような膜がないので、可動の範囲が制限されている。

ゴキブリの種類および雄, 雌の性別によって、柄節、梗節および第1鞭節の長さは異な

る。その相違は表 1-2 に示す。柄節は触角の節のなかで一番長く、ゴキブリの体長が大きい種類ほど柄節も長い。また、同じ種類でも雌が雄よりやや長い。一方、ヤマトゴキブリは柄節と梗節の長さの比が 1.9~2.1 で、他の 3 種は 2.1~2.4 である。クロゴキブリ、ワモンゴキブリ、チャバネゴキブリおよびヤマトゴキブリの雌は触角の第 1 鞭節の長さがほかの鞭節の 4~5 倍もあり、梗節よりも長いので、非常に目立つ（図 1-11, 1-12, 1-14）。しかし、雄は第 1 鞭節の長さがほかの鞭節の 2~3 倍程度で、梗節の長さと同じか短い（図 1-13）。

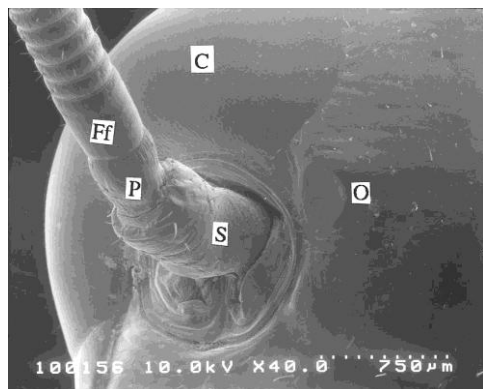


図 1-11. クロゴキブリの雌触角基部 (40 倍)

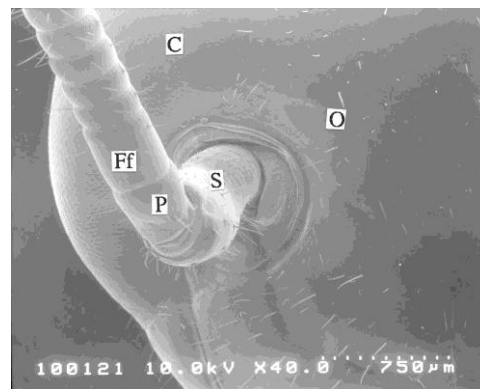


図 1-12. ワモンゴキブリの雌触角基部 (40 倍)

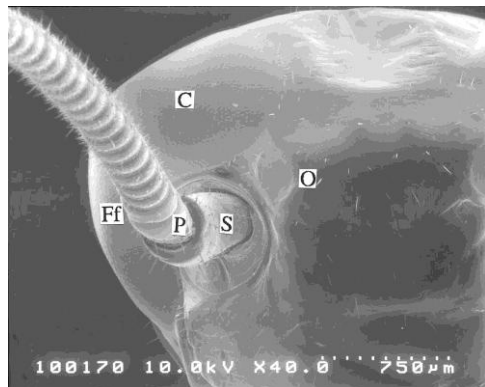


図 1-13. ヤマトゴキブリの雄触角基部 (40 倍)

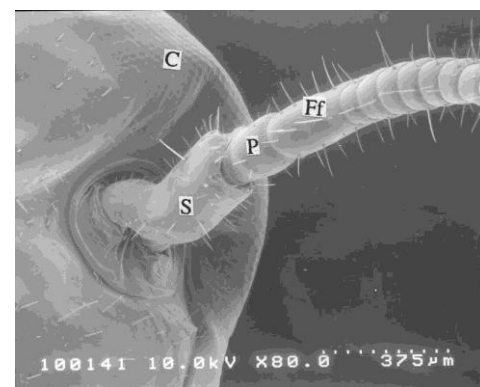


図 1-14. チャバネゴキブリの雌触角基部 (80 倍)

頭蓋とつながる第 1 節は柄節、第 2 節は梗節、第 3 節は第 1 鞭節、第 4 節以上はすべて鞭節と呼ばれる。第 1 鞭節が長く、ほかの鞭節の 2~5 倍である。

Vx : 頭蓋, C : 複眼, Sc : 柄節, Pe : 梗節, Ff1 : 第 1 鞭節



図 1-15. ワモンゴキブリ触角の基部（60 倍）

頭蓋と触角の柄節が折りたたまれた膜（関節膜）によって連結されている。柄節と梗節の関節部にも伸縮性の富む関節膜がある。関節膜の存在により、触角は頭蓋と柄節および柄節と梗節の関節部において上下左右に動くことができる。

表 1-2. ゴキブリ成虫における触角の柄節、梗節および第 1 鞭節の長さ

ゴキブリ種	性別	柄節 (μm)	梗節 (μm)	第 1 鞭節 (μm)	柄節／梗節
クロゴキブリ	雄	750～780	350～380	340～370	2.1～2.3
	雌	750～800	350～380	390～410	2.1～2.3
ワモンゴキブリ	雄	710～740	330～350	270～310	2.1～2.3
	雌	730～780	340～370	370～390	2.1～2.3
ヤマトゴキブリ	雄	340～370	180～200	110～120	1.9～2.1
	雌	340～370	180～200	200～220	1.9～2.1
チャバネゴキブリ	雄	300～330	130～150	110～130	2.1～2.3
	雌	360～380	150～180	200～220	2.2～2.4

ゴキブリの触角には 3 種類の感覚器が発見された。その個数が最も多いのは主に臭覚や味覚を感受する短毛状感覚器（sensillum trichodeum）である（図 1-19）。短毛状感覚器は長さが 3～20/ μm の毛状突起で、先端が丸くなって開口しており、数個の神経細胞の樹状突起がこの毛の中を通過して開口部まで達しており、においや味を感受する役割を果たしている（図 1-22, 1-23）。次いで多いのは触覚を感受する剛毛感覚器（sensillum chaeticum）である（図 1-16, 1-17）。剛毛感覚器は長さが 50～200/ μm の太い毛で、基部はソケット細胞に差し込まれており、可動関節となっている（図 1-18, 1-20）。この毛の基部に神経細胞の末端である樹状突起の先端が 1 本接しており、毛の動きを感受する。また、ひずみや圧力の変化を感受する鐘状感覚器（campaniform sensillum）も存在している（図 1-21）。この 3 種の感覚器の分布状態はゴキブリの種によって異なるが、同種のゴキブリでも触角の部位によってその着生位置や個数は異なる。

触角の下部では、クロゴキブリ、ワモンゴキブリ、ヤマトゴキブリおよびチャバネゴキブリの雌は下部の鞭節に臭覚などを感受する短毛は着生しておらず、触角を感受する剛毛が第 1 鞭節を除いて、下部鞭節の中間やや上の部位に節ごとに 1 行に水平に着生していて、

その数は約 6～10 本／節である（図 1-16）。これに対して、クロゴキブリ、ワモンゴキブリおよびチャバネゴキブリの雄では触角下部の鞭節にも短毛が着生している。ヤマトゴキブリの雄は触角下部の鞭節に短毛が多数着生しており、剛毛の数はやや多く、10～20 本／節で、鞭節に着生する位置も不規則である（図 1-17, 1-19）。なお、4 種のゴキブリでは触角下部の鞭節に鐘状感覚器はほとんど発見されていない。

また、4 種のゴキブリとも触角下部の鞭節に表皮細胞の表面が突起しておらず、鱗片状の構造は見られない。クロゴキブリ、ワモンゴキブリ、ヤマトゴキブリは触角下部の鞭節と鞭節の節間の中央部に狭い環状突起があるが（図 1-16, 1-17, 1-19）、チャバネゴキブリでは節間には環状突起は見られない（図 1-18）。

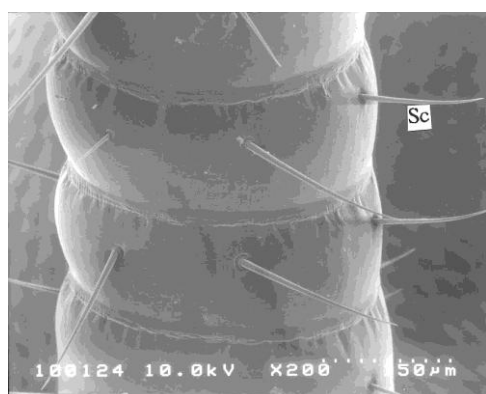


図 1-16. クロゴキブリ雌の触角下部
(200 倍)

剛毛が 1 節 1 列状に水平に着生して、短毛はない。節間部に狭い環状突起がある。

Sc : 剛毛感覚器

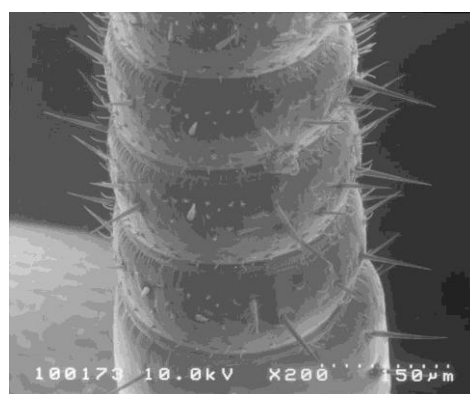


図 1-17. ヤマトゴキブリ雄の触角下部
(200 倍)

剛毛が不規則に着生しており、短毛が多数ある。節間部に狭い環状突起がある。

触角中部の鞭節では、表皮細胞の表面が発達しており、鞭節の表面は鱗片状構造を成している。臭覚などを受感する短毛および触覚を受感する剛毛も多数着生している。剛毛の本数は、1 節あたりにクロゴキブリでは 40～50 本、ワモンゴキブリは 60～80 本、ヤマトゴキブリは 30～40 本、チャバネゴキブリは 20～30 本である。短毛の数は剛毛より 3～4 倍も多い。

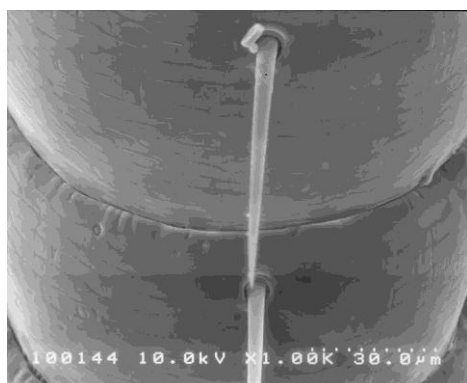


図 1-18. チャバネゴキブリ雌の触角下部の剛毛 (1,000 倍)

剛毛がソケット細胞に差し込まれた形状になっている。鞭節表面に鱗状構造がない。節間部に突起がない。

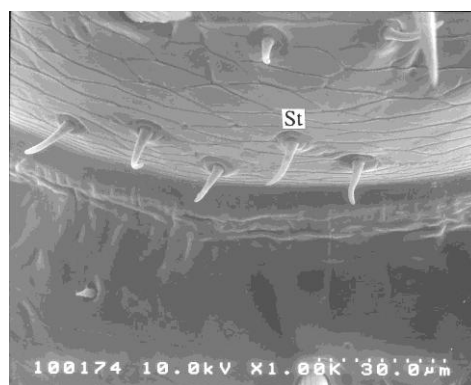


図 1-19. ヤマトゴキブリ雄の触角下部の短毛 (1,000 倍)

鞭節表面に鱗状構造がない。短毛が多数あり，節間部に狭い環状突起がある。

St : 短毛状感覚器

これらの毛状感覚器の着生位置はゴキブリの種によって異なる。クロゴキブリとヤマトゴキブリでは，毛状感覚器は左右両鱗片の結合部に着生している（図 1-22）のに対して，ワモンゴキブリとチャバネゴキブリでは毛状感覚器の着生部位は鱗片の中央である（図 1-23）。また，チャバネゴキブリは表皮の鱗片の前縁に鋭い刺状突起があるが（図 1-23），ほかの3種のゴキブリはそのような刺状突起は見られない（図 1-22）。鐘状感覚器は鞭節の上，中部に散在している（図 1-21）。

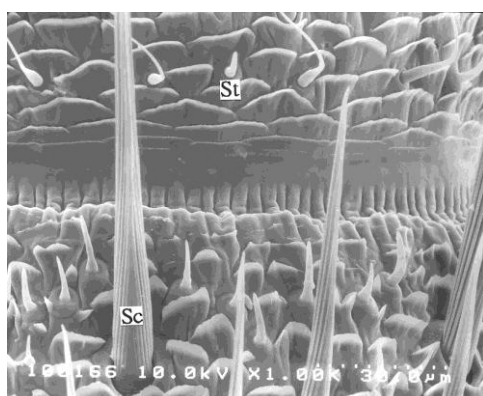


図 1-20. ワモンゴキブリ触角の中部鞭節 (1,000 倍)

剛毛と短毛が多数着生しており，鱗状構造が発達して，鱗片と前縁に鋭い突起がない。

Sc : 剛毛感覚器 ; St : 短毛状感覚器

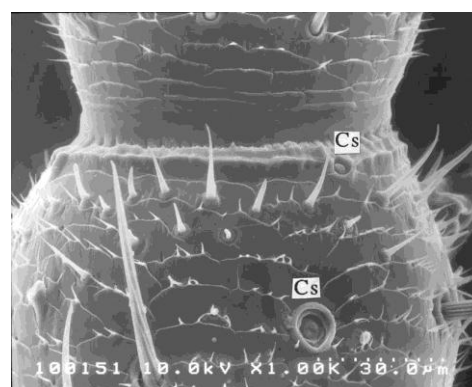


図 1-21. チャバネゴキブリ触角の中部鞭節 (1,000 倍)

剛毛と短毛が多数あり，鐘状感覚器が着生している。鱗状構造が発達しており，鱗片の前縁に鋭い突起がある。

Cs : 鐘状感覚器

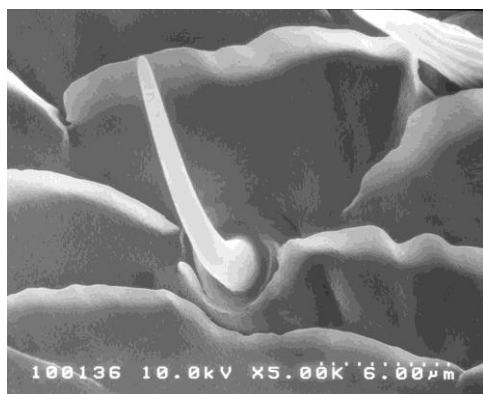


図 1-22. クロゴキブリ触角の短毛
(5,000 倍)

短毛の着生位置は左右両鱗片の結合部である。鱗片の前縁に鋭い突起がない。

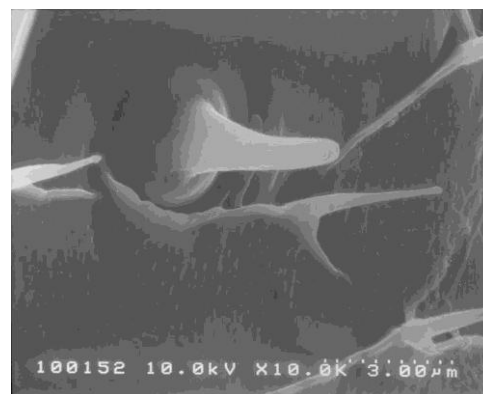


図 1-23. チャバネゴキブリ触角の短毛
(10,000 倍)

短毛の着生位置は鱗片の中央部である。短毛の先端は開口している。鱗片の前縁に突起がある。

触角上部の形態は中部と似ているが、鞭節が中部の鞭節よりやや長く、表皮に覆われている鱗片状構造が非常に発達しており、鱗片が大型になっている（図 1-25）。剛毛の本数は中部とほぼ同じであるが、短毛の数は若干多くなる。一方、触角最先端の 1～2 節の鞭節は表皮細胞の発育が不完全で、表面がでこぼこしており、剛毛や短毛感覚器の個数も少ない（図 1-26）。通常、先端の鞭節は脱落しやすいので、このような完全な状態はなかなか見られない。

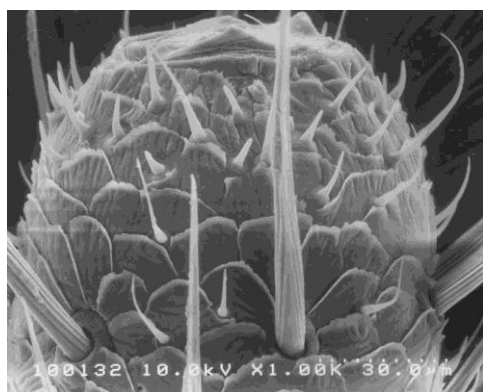


図 1-25. クロゴキブリ触角の上部鞭節
(1,000 倍)

鱗片構造が非常に発達しており、剛毛や短毛はやや少ない。

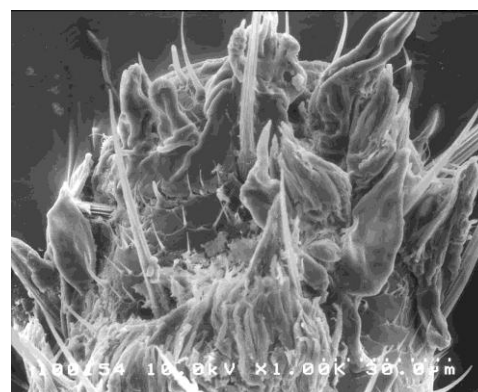


図 1-26. チャバネゴキブリ触角の最先端鞭節 (1,000 倍)

表皮細胞の発育が不完全で、表面が凸凹している。

1-1-4. 口器 (mouth-parts)

ゴキブリは咀嚼式昆虫で、下口型 (hypognath) の口器がよく発達している。頭部の上部正面から上唇 (labrum)、大顎 (mandible)、小顎肢 (maxillary palpus)、下唇肢 (labial palpus) が、頭部下部裏面から側舌 (pamglossa)、中舌 (glossa)、下唇 (labium)、小顎 (maxilla)、大顎 (mandible) などが見える (図 1-27)。

頭は胚発生の段階で、数個体節が融合して、形成されたものである。小顎肢や下唇肢など口器の付属肢 (appendages) はすべてこれら融合された頭体節の肢原基から発生したものである。

小顎肢は 5 節からなる肢状器官である。先端の節はやや長く、爪がない。小顎肢の第 1～4 節は表面に触覚を司る剛毛が生えるが、短毛はほとんどない。先端の第 5 節はその表面に剛毛および臭覚や味覚を感受する短毛が密生している。

小顎肢と同様、下唇肢も頭部体節の付属肢から発生した器官で、3 節からなっており、爪がない。第 3 節の表面には剛毛および短毛感覚子が密生している (図 1-28, 1-29)。



図 1-27. 正面から見たチャバネゴキブリの口器 (40 倍)

頭部から伸びてきた 2 対の付属肢があり、外側は 5 節からなる小顎肢で、内側は 3 節からなる下唇肢である。

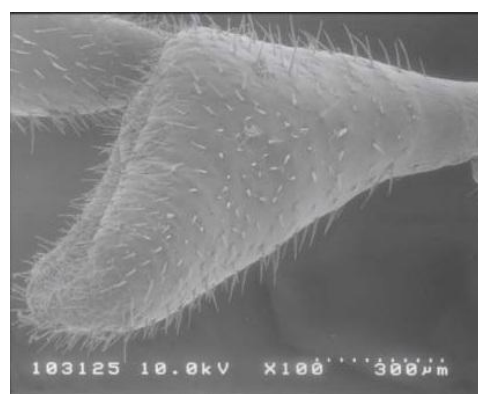


図 1-28. クロゴキブリ下唇肢の第 3 節 (100 倍)

先端の表面には多数の剛毛と短毛が生えている。ゴキブリは摂食するとき、小顎肢と下唇肢が食物の形態、固さ、においと味などをチェックする。

小顎肢と下唇肢はゴキブリが食べ物を探索する際に、出会った対象物の形、におい、味などを探知し、食べられるか否かを判別するときに重要な役割を果たす。ゴキブリが食物に出会うとき、注意して観察すれば、小顎肢と下唇肢がよく動いて、食物の表面を撫でる様子ははっきり見える。また、摂食するとき、小顎肢と下唇肢は食物を持ち上げ、大顎に送り込む役割もある。



図 1-29. クロゴキブリ下唇肢の第3節にある短毛感覚子（2,000倍）

側舌と中舌は上唇に隠されているため、頭部の裏面からしか見えない（図 1-30）。側舌と中舌の先端部分の表面は細長い帯状の毛に覆われている（図 1-31, 1-32, 1-33）。この帯状毛は体表に覆われている鱗片と同じく、表皮の一部から特化してきたものである。側舌と中舌の帯状毛は柔らかくて、ゴキブリが摂食するとき、ホウキのように、大顎が噛み崩した食物の屑を口内に掃き入れる役割を果たす。

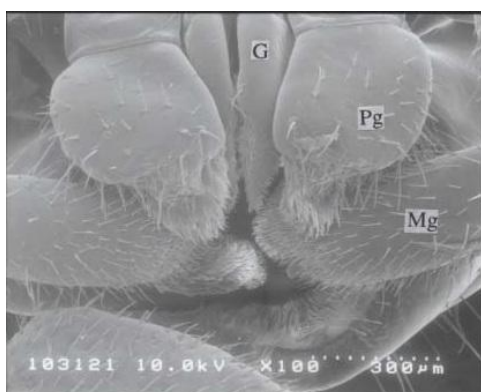


図 1-30. クロゴキブリの側舌と中舌（100倍）

側舌と中舌は上唇に隠されているため、正面から見えない。これは裏面から撮影したものである。

Pg：側舌，G：中舌，Mg：小顎外葉



図 1-31. クロゴキブリ側舌の先端部に生えている細長い帯状毛（1,000倍）

この細長い帯状物毛は表皮の一部が特化してきたものである。

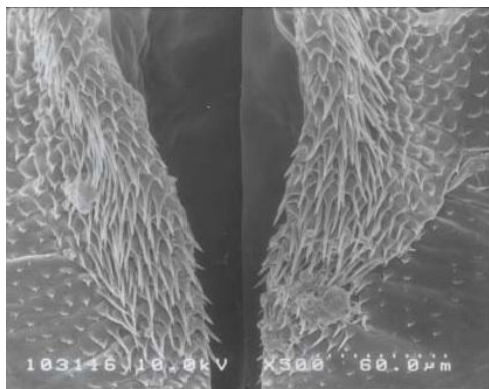


図 1-32. クロゴキブリ中舌内側にある鱗片 (500 倍)

中舌の内側に先端の鋭い鱗片が分布している。その位置はちょうど大顎の噛み合うところの真下である。



図 1-33. クロゴキブリ中舌の先端部に生えている細長い帯状毛 (1,000 倍)

中舌の帯状毛は側舌の先端部にもある帯状毛と同じく表皮の一部が特化してきたものである。

ゴキブリの大顎は角質化した硬い器官で、内縁はのこぎりの形となっている歯があり、左右対称に噛み合う (図 1-34, 1-35)。大顎は食物を咀嚼して、噛み砕く役割を果たす。ワモンゴキブリやクロゴキブリのような大型ゴキブリはこの大顎が非常に強固で、紙を簡単に噛み破り、プラスチックやアルミ板にも噛み跡を残すことができる。通常、ゴキブリは人を噛まないが、危急の場合には、自衛のために噛むこともある。著者はワモンゴキブリを捕まえて調査するとき、数回ゴキブリに噛まれたことがある。相当に痛いことである。

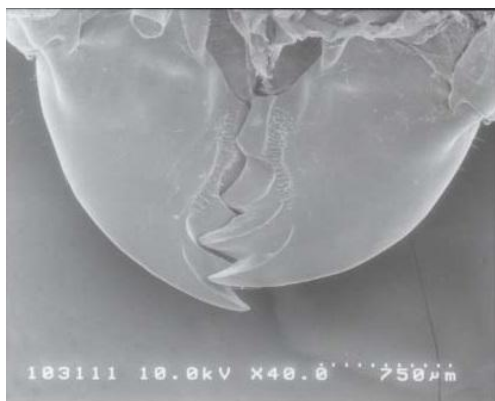


図 1-34. クロゴキブリの大顎 (40 倍)

大顎は角質化したもので、内側に硬いノコギリ状の歯があり、左右対称に噛み合う。

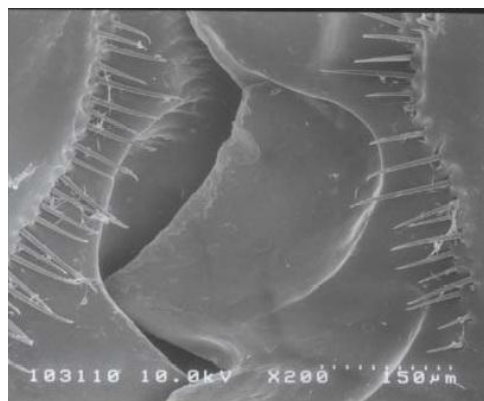


図 1-35. クロゴキブリ大顎の歯 (200 倍)

歯縁に摂食による欠損がある。表皮は歯根部まで覆って、左右各 1 列の刷毛が向かい合うように水平に伸びる。

1-2. 胸部 (thorax)

ゴキブリの胸部は、前胸 (prothorax)、中胸 (mesothorax)、後胸 (metathorax) の 3 節に分けられる。前胸が非常に大きく、その背板の形・色彩・大きさ・表面構造などは種によって異なり、分類学上に重要な特徴として利用される。

胸部の背板 (notum) は表皮に鱗片状構造がないため、外見上平滑に見えるが、実際に所々に真皮細胞にある皮膚腺から分泌された脂質 (ワックス) を表皮に運ぶ皮膚腺孔がある (図 1-36)。皮膚腺は真皮細胞が分化した腺細胞から構成される。皮膚腺は各種の脂質 (ワックス類) を分泌して、皮膚腺孔を通して、表皮に送り出す (図 1-37)。ゴキブリは皮膚腺の数が多く、皮脂の分泌が旺盛であるため、体表はいつも油ぼく光っている。背板に生える剛毛の数が少ない。

胸部には 3 対の脚がある。幼虫には翅がないが、成虫は胸部に 2 対の翅もあり、翅の有無が幼虫と成虫の判別に一番重要なポイントである。



図 1-36. クロゴキブリの前胸背板
(2,000 倍)

胸部背板には鱗片構造が発達しておらず、皮膚腺孔が密布している。

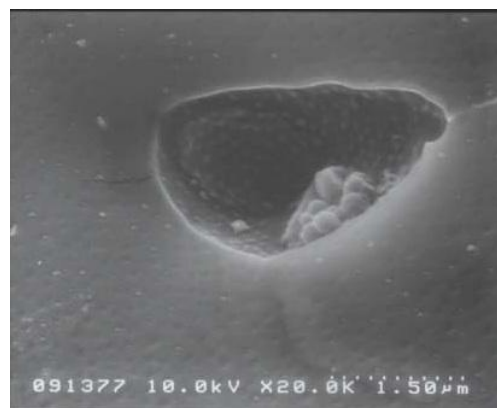


図 1-37. クロゴキブリ前胸背板に開口する皮膚腺孔 (20,000 倍)

背板にある皮膚腺の開口部である。各種の脂質を分泌して表皮に送り出す。

1-2-1. 脚 (leg)

ゴキブリは 3 対の脚があり、各胸節にある。前胸から出た脚は前脚 (fore leg)、中胸から出た脚は中脚 (middle leg)、後胸から出た脚は後脚 (hind leg) と呼ばれる。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)、付節 (tarsus) より構成される (図 1-38)。

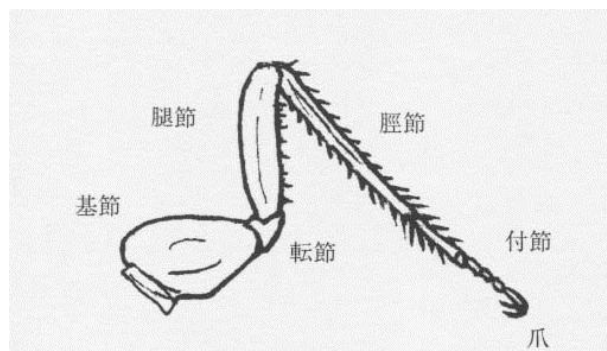
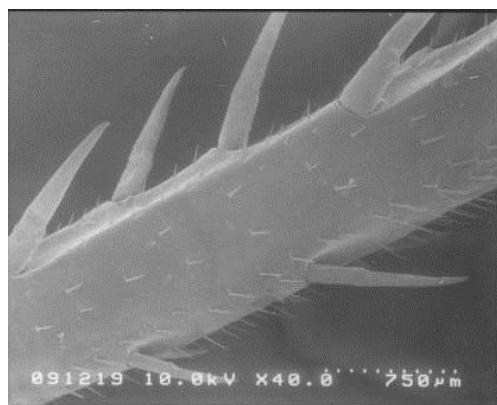
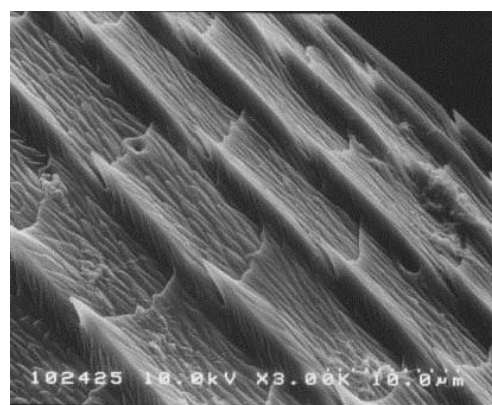


図 1-38. ゴキブリ脚の構造

基節は脚が胸部とつないでいる一番太い節である。転節は基節と腿節を連結させる短い三角形の節である。この転節が基節と腿節の間に介在しているため、脚が機動的に動くことができる。腿節が扁平状で、内側の稜線を挟んで 2 列の太い刺状物が着生している。これは距刺 (tibial spurs) と呼ばれる。腿節は筋肉が発達して、瞬発力もあり、ゴキブリの歩行に重要な役割を果たす。また、脛節は扁平状で、内外側の稜線に太く長い距刺が着生して、特に付節との関節部の周辺にこの距刺が非常に発達する。剛毛と違って、非常に硬く、触覚を感受する機能がない (図 1-39, 1-40)。

図 1-39. ワモンゴキブリ脚の脛節
(40 倍)

脛節は扁平状で、外側と内側の稜線に強固の距刺が着生している。

図 1-40. クロゴキブリ脛節にある距刺の
表面 (3,000 倍)

距刺は完全に角質化した硬い刺である。表面が瓦状の構造となっており、稜線の前縁に鋭い刺状の突起がある。

ゴキブリはさまざまな理由から自分と同じ種の仲間と戦うことがある。交尾、食物、水、適当な隠れ場所のための競争から、戦闘的な関係が生じる。特に大型種のワモンゴキブリやクロゴキブリはその攻撃的行動がよく見られる。ゴキブリは戦闘的な状態に入ると、互い

に口で噛みついたり，脚で蹴ったりする。そのとき，腿節と脛節に着生している距刺は有効な武器となっている。

付節が5節からなっており，第1，2，3，4節の末端に肌色の半透明な付節盤（褥盤とも呼ぶ *pulvillus*）がある（図 1-41，1-42）。この付節盤の表面には毛がなく，いたるところに皮脂腺孔が分布しており，皮膚腺から分泌された特殊の皮脂により付節盤が湿潤の状態を保ち，歩行するときの摩擦力を増大する。また，付節盤には鐘状感覚子も存在している。付節盤にある鐘状感覚子は接触している地面や物体の表面状態を感知する役割を果たす。ゴキブリは物体の垂直面や裏面にも平気に歩く回し，前進方向を機敏に転換することができるのはこの付節盤が非常に重要な役割を果たす。

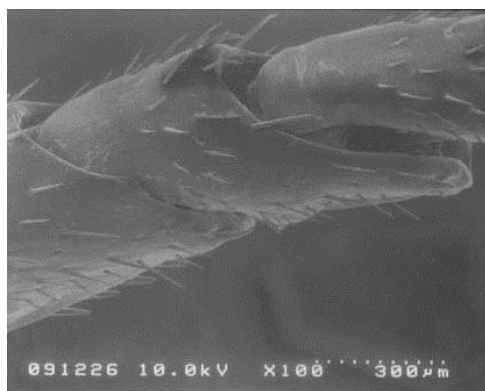


図 1-41. ワモンゴキブリ脚の付節
(100 倍)

付節は5節からなる。節は互いにはまり合っているため，上下しか動かない。

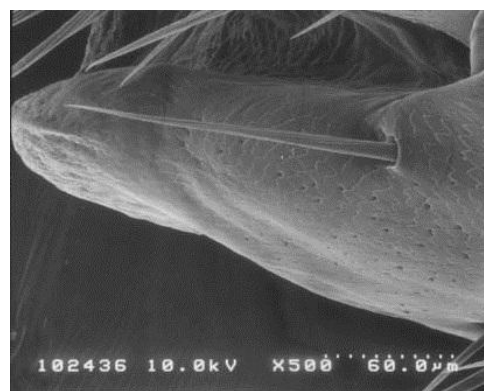


図 1-42. クロゴキブリ脚の付節盤
(じょく盤) (500 倍)

ゴキブリの付節盤（矢印）は半透明な肌色で，表面には感覚毛がないが，鐘状感覚子がある。皮膚腺孔が多数分布している。

付節の末端節を端付節（*pretarsus* または *distitarsus*）と呼び，その先端には1対の爪（*claw*）がある。爪は角質化した硬いもので，先端が内側に曲がっている。爪の間に発達した三角形の爪間盤（*amnium*）がある（図 1-43）。爪間盤の表面には鱗片状構造が発達しており，触覚を司る剛毛とひずみや圧力を受感する鐘状感覚子剛毛と鐘状感覚子をそなえている（図 1-44）。この爪間盤の役割は走行するとき，接触している物体を受感することである。

触角と比べ，脚には剛毛感覚子と鐘状感覚子があるが，臭覚や味覚を司る短毛感覚子がないのは面白い。これは脚が走行に専念し，臭覚や味覚を受感する必要がないことによるものだろう。



図 1-43. クロゴキブリの爪 (60 倍)
脚の端付節の先端に角質化された 1 対の爪があり、爪の間に爪間盤がある。



図 1-44. クロゴキブリの爪間盤にある鐘状感覚子 (5,000 倍)

1-2-2. 翅 (wing)

ゴキブリの成虫は 2 対の翅をもっている。中胸から出た翅は前翅 (fore wing)、後胸から出た翅は後翅 (hind wing) と呼ばれる。しかし、種類によって、雌だけ、または雌雄とも翅の一部を退化したものがある。日本でよく見られる住家性ゴキブリの中には、ヤマトゴキブリの雄は長い翅を有するが、雌は翅が短く、腹部の後ろ半分が露出している (図 1-1)。

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。まず、胸部の真皮細胞が伸びて増殖した表と裏の 2 層真皮細胞および真皮細胞から分化した表皮が翅を構成する。その後、表裏 2 層の真皮細胞の基底膜が融合して、真皮細胞がほとんど消失し、表と裏の 2 層表皮だけ残った。

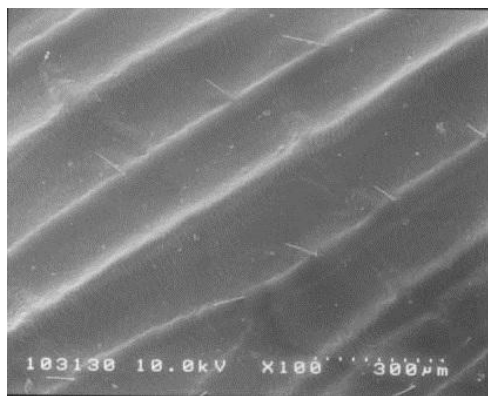


図 1-45. クロゴキブリの後翅 (100 倍)
翅脈が鮮明に隆起しており、感覚毛は翅脈にだけ生える。

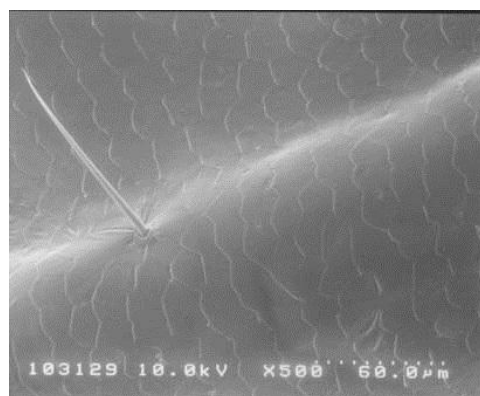


図 1-46. クロゴキブリ後翅の翅脈 (500 倍)
翅脈は隆起して、生える毛は剛毛感覚子である。ほかの部位の剛毛と比べ、やや細く短い。

翅には一定の模様の翅脈 (vein) が分布している (図 1-45, 1-46)。翅脈は翅から隆起し

た中空の管状構造であり、中には細い気管が入っている（図 1-47）。翅脈は翅を構成する表と裏層の表皮が翅に中空の間隙溝を形成し、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と言われる。なお、翅脈部の表皮は翅間部のより幾分厚い。ゴキブリ翅脈の様子が種によって異なり、分類上の特徴として利用される。

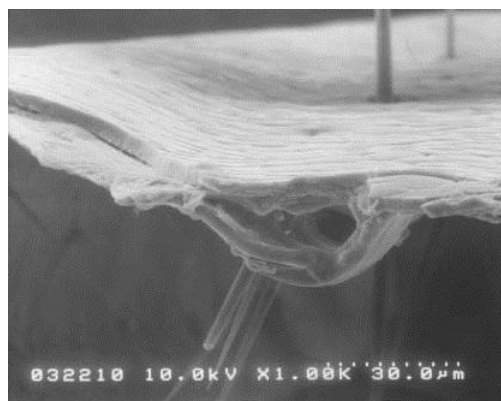


図 1-47. チャバネゴキブリ前翅の断面（1,000 倍）

翅脈は中空の管状で、中には気管が入っている。

前翅と後翅の翅脈には感覚毛が生えており、接触と振動などを感知する（図 1-48）。翅脈と翅脈の間は翅間部と呼ばれ、その表面には感覚毛がなく、表皮から発生した鱗片状構造となって、種によって、短い突起が散在することもある（図 1-49）。

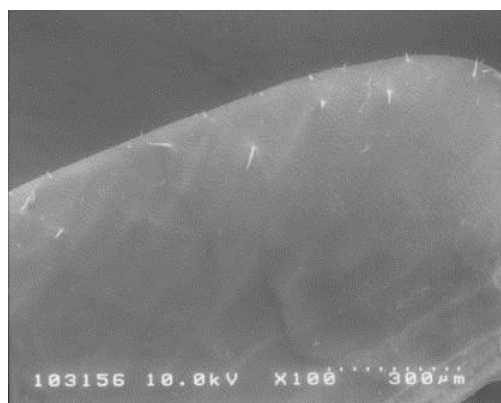


図 1-48. チャバネゴキブリの前翅（100 倍）

前翅はやや革質であるため、翅脈が不鮮明で、縁部を除き、翅脈に生える感覚毛が非常に少ない。

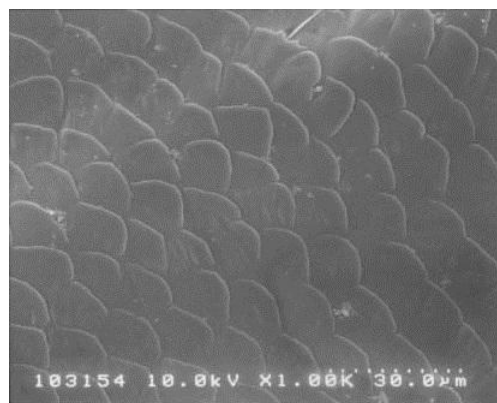


図 1-49. チャバネゴキブリの前翅（1,000 倍）

後翅は膜質で、表面が鱗片状構造となっている。

ゴキブリの前翅はやや革質で、前縁脈は縁にそって走る。翅脈に生える毛が小さいし、その数も少ない。後翅は膜質で、前翅に比べ、翅脈が高く隆起して、生える感覚毛の数も

多い。翅縁にある毛は外側に向けて生える。住家性ゴキブリは翅の動きを支配する飛翔筋が発達しておらず、飛翔能力が失ったが、大型のワモンゴキブリやクロゴキブリは翅を展開して高所からグライダーすることができる。一方、野生種の中にはまだ飛べる種類もある。

1-3. 腹部 (abdomen)

ゴキブリの腹部は原則として 10 節よりなるが、尾端部の腹節が融合して、一部が外部生殖器に変化したため、外見に雄は 9 節、雌は 7 節しか見えない。

腹部は扁平で、背側の背板 (tergum) と腹側の腹板 (sternum) が発達して扁平の胴体を構成する。その背板と腹板をつないでいる膜を側面膜 (pleural membrane) と呼ばれる。また、体節と体節をつないでいる膜を節間膜 (intersegmental membrane) と呼ばれる。背板と腹板はクチクラ質でできた強靱な板で、表面に所々に感覚毛を生じているが、節間膜と側面膜は柔軟性のある膜で、表面には毛がない。腹部には脚がないが、末端に 1 対の尾角 (cercus) がある。なお、雌雄の外部生殖器は腹端部の背腹節に隠されている。

1-3-1. 尾角 (cercus)

尾角は 10 数節から構成される。若齢の幼虫ではその尾角は円形で、各節の節間部が不明瞭であるため、外見上全体が 1 本長い円錐状のものという感じが強い (図 1-50)。その後の発育に伴い、尾角は次第に扁平状になり、大齢幼虫以降は尾角の節間部にくびれを生じ、各節が区別できるようになった。尾角は腹側の表面には短い毛が所々に散在している程度であるが、背側の表面にはたくさんの毛が密生している (図 1-51)。

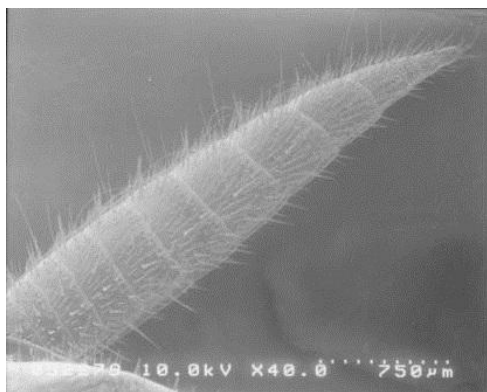


図 1-50. ヤマトゴキブリの尾角
(40 倍)

尾角は 10 数節からなり、表面には各種の感覚毛が多数密生している。

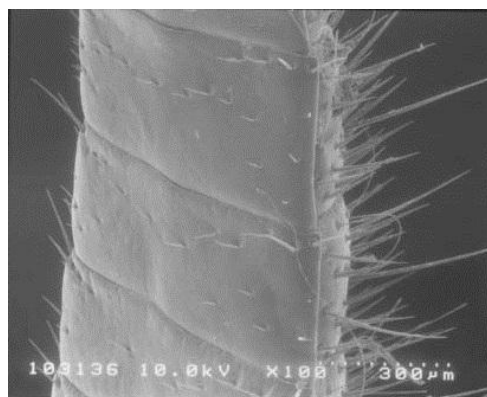


図 1-51. クロゴキブリ成虫の尾角
(100 倍)

尾角は扁平状で、腹側に短い感覚毛が所々に散在しているが、背側に多数の感覚毛が生えている。

触角と同様に、尾角にも多くの感覚子が存在している。その数が一番多いのは接触、振動、気流などを感受する剛毛感覚子である (図 1-52, 1-53)。剛毛は 2 つタイプがある。1 つは触角にもよく見られるもので、先端が鋭く、基部が表皮の表面にほとんど表れない小

さなソケット細胞に差し込んでいる。もう 1 つは触角に見られないタイプのもので、毛が細長く、基部のソケット細胞が円形で大きく、表皮から盛り上がっている。尾角には短毛感覚子の数が少なく、鐘状感覚子はほとんど見当たらない。

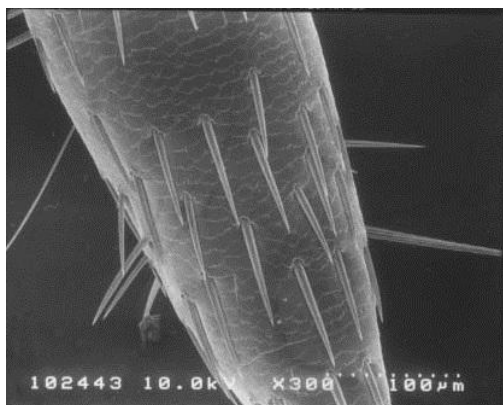


図 1-52. クロゴキブリ 2 齢幼虫の尾角 (300 倍)

成虫に比べ、幼虫の尾角は節と節の間がはっきり分別していないため、外見には節のない 1 本円錐状突起という感じが強い。また、幼虫の尾角には短毛の数が非常に少ない。

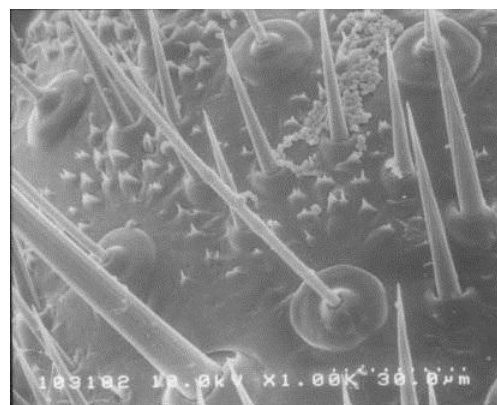


図 1-53. チャバネゴキブリの尾角表面 (1,000 倍)

各種感覚毛が生えている。剛毛が 2 つタイプあり、1 つは先端が鋭く、基部のソケット細胞が小さいもので、もう 1 つは毛が細長く、基部のソケット細胞が大きな円形で盛り上がった。

尾角は感覚器官として尾部の触角とも言われるほどゴキブリの行動に重要な役割を果たす。ゴキブリから切り取った尾角に息を吹きかけるか柔らかい筆で軽く当てると、尾角上の 1 本 1 本の剛毛が倒れてしまうことは実体顕微鏡で観察される。これは剛毛が風や接触の刺激を感じて、反応してしまう現象である。

1-3-2. 外部生殖器 (external genitalia)

ゴキブリの外部生殖器は腹部の最後端にある。クロゴキブリ、ワモンゴキブリ、ヤマトゴキブリの雄成虫は第 9 腹板の先端に 1 対の尾刺突起 (stylus) が立っている (図 1-54)。実際に、これらのゴキブリの若い幼虫は雌雄ともこの尾刺突起があるが、齢の進みに伴い、雌の尾刺突起が次第に消失してしまい、雄だけが残っている形となっている。したがって、この尾刺突起の有無がゴキブリ成虫の雌雄の鑑別にも用いる。しかし、すべての雄成虫はこの尾刺突起があるのではなく、チャバネゴキブリはこのような尾刺突起がない。

先に述べた尾角と違って、尾刺突起は 1 本円柱状のもので、節の構造になっていない。尾刺突起の表面には数行に分けて、環状に数十本の感覚毛が生じている (図 1-55)。しかし、この感覚毛がすべて触覚を感受する剛毛感覚子で、短毛や鐘状感覚子が尾刺突起に存在し

ていない。また、尾刺突起の表面に皮膚腺孔が多数分布している。



図 1-54. クロゴキブリ雄成虫の尾刺突起 (70 倍)

尾刺突起は尾角と違って、節構造ではなく、1本の棒のようにそびえ立つ。尾刺には10本の剛毛が環状に生えている。

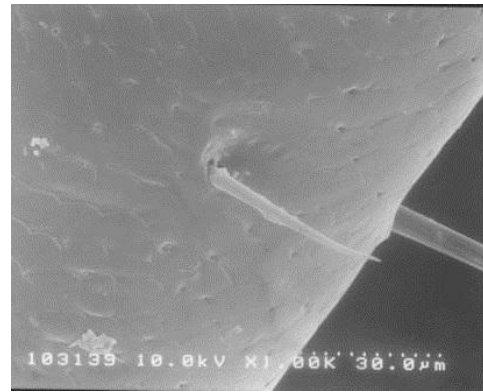


図 1-55. クロゴキブリ雄成虫の尾刺突起の表面 (1,000 倍)

表皮の鱗片状構造が発達しておらず、皮膚腺孔が多数分布している。尾刺には短毛や鐘状感覚子はない。

雌に比べて、雄の外部生殖器は複雑で、不相称、腹面では第9節の腹板（肛下板）によって覆われている。第9腹板を開けてみると、大きな1本の交尾鉤（phallomer）と数本の把握器（clasper）があり、その間に1個の挿入器である陰茎（penis）がある（図 1-56）。

交尾鉤は角質化した硬い鉤状なもので、表面が平滑で、種によってその形が異なる。交尾鉤は交尾するとき、雌の外部生殖器を隠す生殖弁を掻き開き、産卵弁にしっかり掛けて、交尾位置を固定する役割を果たす。

把握器は陰茎側片から変化してきたもので、交尾鉤と同じく角質化している。把握器は交尾するとき、雌の産卵弁片などに引き掛かり、陰茎の位置を雌の産卵管開口部にきちんととはめ込むようにする役割を果たす。

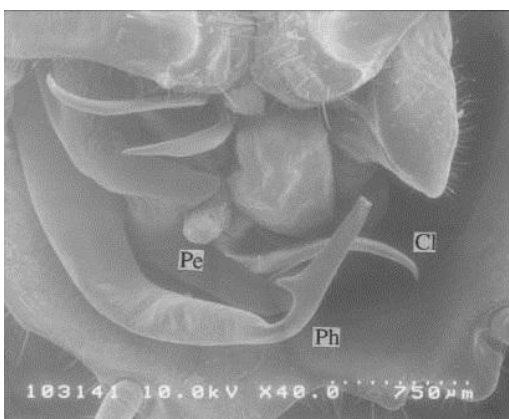


図 1-56. クロゴキブリ雄の外部生殖器 (40 倍)

雄の外部生殖器は構造が複雑で、1本の交尾鉤と3本の把握器があり、真ん中にある小さな突起は陰茎である。

Ph : 交尾鉤, Cl : 把握器, Pe : 陰茎

ゴキブリの陰茎は角質化したもので、円柱状に隆起している（図 1-57）。陰茎表面にはクチクラ質の短い毛状突起がたくさんある（図 1-58）。この毛状突起は先端が T 字のように開き、吸盤のように見える。交尾するとき、陰茎が雌の産卵管の開口部に挿入し、たくさんの精子を包んでいる精包（spermatophore）を雌の産卵管内に放出する。雌は交尾でもらった精子を自分の内部生殖器にある受精囊（spermatheca）に貯えることにより、1 回の交尾は数回続けて受精卵を生むことができる。

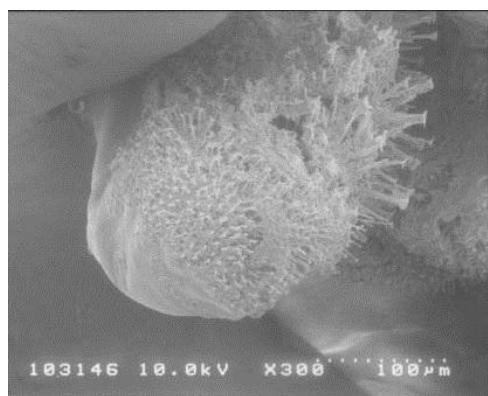


図 1-57. クロゴキブリ雄の陰茎
(300 倍)

陰茎は円柱状で、角質化した。片側の表面に長さ 3~40 μm の T 状突起が多数ある。

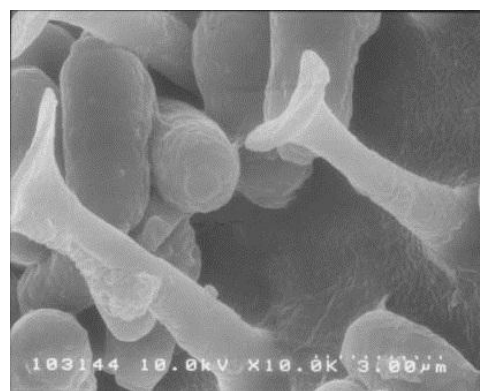


図 1-58. クロゴキブリ陰茎表面の T 状突起 (10,000 倍)

クチクラ質の T 状突起は先端が左右に広げ、薄い膜状となっている。陰茎表面にある多数の円柱状のものは付着している細菌（桿菌）である。

雌の外部生殖器は第 7 腹板の下に隠されている。外見には 2 枚の生殖弁（gonolobe）しか見えない場合が多い（図 1-59）。生殖弁の外表面には多数の剛毛があり、内側の表面には鱗片構造が発達している（図 1-60）。内部を開けてみると、産卵弁片（valvula）などがある（図 1-61）。産卵弁片は産卵の際に卵を一時的に停留させ、卵鞘を形成させる場所である。産卵弁片の表面には鱗状構造が非常に発達しており、所々に剛毛や鐘状感覚子も着生している（図 1-62）。産卵弁片が持つこのような構造は産卵するとき、卵鞘を保持する役割を果たすと推測される。

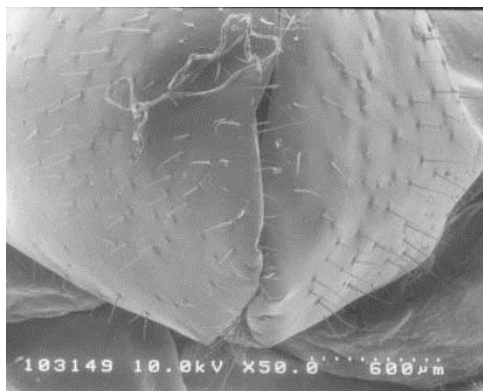


図 1-59. クロゴキブリ雌成虫の生殖弁
(50 倍)

雌の外部生殖器は腹部末端の生殖弁に覆われているため、外からほとんど見えない。生殖弁の表面には多数の剛毛が生えている。

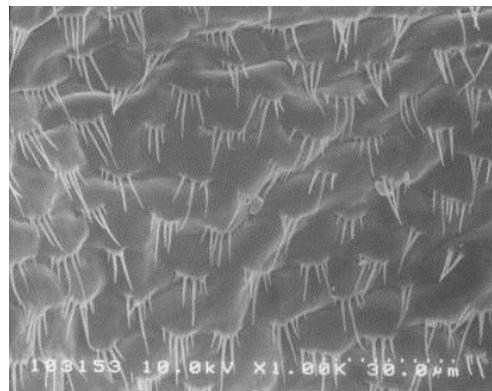


図 1-60. クロゴキブリ生殖弁の内側表面
(1,000 倍)

生殖弁の内側の表面には鱗片構造が非常に発達している。鱗片の前縁には長く柔らかい刺状物が数本伸びている。

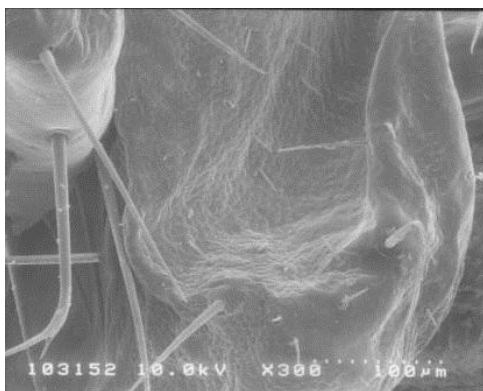


図 1-61. クロゴキブリ雌の産卵弁片
(300 倍)

産卵弁片は産卵のときに卵鞘の形成場所である。産出直前の卵を一時に停留させ、付属腺から分泌された粘液で卵を囲む卵鞘を形成させる。

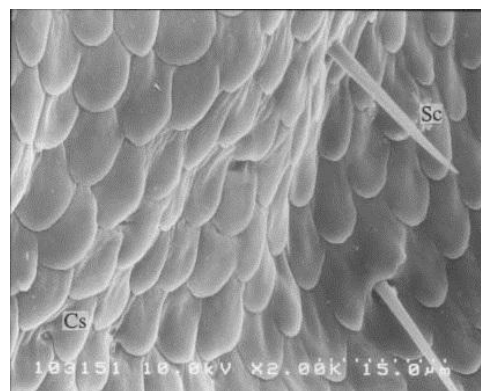


図 1-62. クロゴキブリ産卵弁片の表面
(2,000 倍)

産卵弁片の表面には楕円形の鱗片構造が非常に発達している。剛毛のほかに鐘状感覚子も分布している。

Sc : 剛毛感覚子, Cs : 鐘状感覚子

1-4. 内部器官 (internal organ)

1-4-1. 気管系 (tracheal system)

昆虫はほかの動物と同じく、生命活動を維持するために空気中の酸素を吸入して細胞内のミトコンドリアにより炭水化物等の栄養素を酸化分解し、発生したエネルギーを利用して、生成した二酸化炭素を排出する。この生理的機能は呼吸と呼ぶ。脊椎動物と異なり、昆虫は肺がないため、その呼吸は気管系を通じて行う。ゴキブリの気管系は気門 (stigma)、気管 (trachea)、毛細気管 (tracheole) からなる (図 1-63)。

気門はゴキブリ胴体の背板と腹板をつなぐ左右両側にある側面膜にあり、腹板に覆われている。気門の数は胸部 3 対、腹部 7 対の計 10 対である。気門の構造は図 1-64 に示すように、開口部の内縁に蜂の巣のような構造となっており、巣状構造の底にひだ状の突起物がある (図 1-65)。これは気門の開閉に関連しているようである。気門の内部に多数の気門繊毛を生じている (図 1-66)。気門繊毛は呼吸するとき、外界から吸入した空気をろ過することにより、外部からの異物 (微生物、粉塵、水滴など) の進入を防ぐ役割を果たす。ハエやシロアリと違って、ゴキブリの気門は柔らかい側面膜にあるため、気門周辺の筋肉運動により、一定程度の開閉が可能である。試しにゴキブリにエーテルや二酸化炭素で麻酔をかけると、ゴキブリの気門が最大限に開くように頻繁に開閉動作を行うことが観察できる。

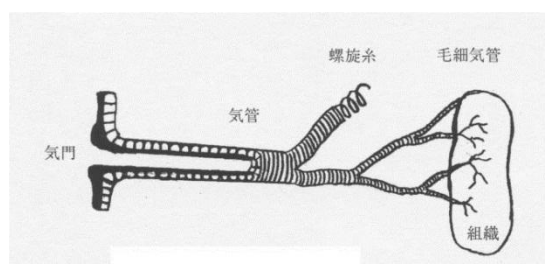


図 1-63. ゴキブリの気管系構造

気管は銀白色の弾力性のある管である。気管は螺旋糸 (taenidium) という糸で構成し、内部には気管内膜 (tracheal intima) という薄い膜に覆われている (図 1-67, 1-68)。気管が気門につながって、さらに気管の先端が細かく枝分かれして、多数の毛細気管となっている。毛細気管は体内の諸組織の表面に分布する。また、同じ体側にある気門の間に太い気管で縦でつながり、気管網を構成している。

ゴキブリの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体の気門から気管に入り、さらに毛細気管によって各組織に運ばれる。各組織から出た二酸化炭素はその逆の順序で体外に放出される。新陳代謝が盛んで、酸素消費量の多い脚の筋肉、消化道、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。それと反対に、組織細胞内に代謝により生成した二酸化炭素はガス分圧が高いため、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 1-64. クロゴキブリの気門 (200 倍)



図 1-65. クロゴキブリ気門内縁にあるハチの巣のような構造 (5,000 倍)
五～六角形の底にひだ状の突起が並んでいる。

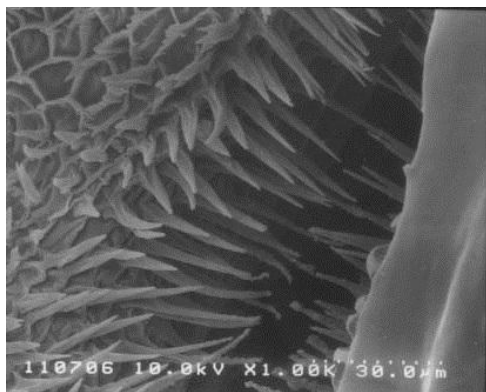


図 1-66. クロゴキブリの気門繊毛 (1,000 倍)

気門繊毛は呼吸するとき、空気をろ過し、外界から異物の進入を防ぐ。

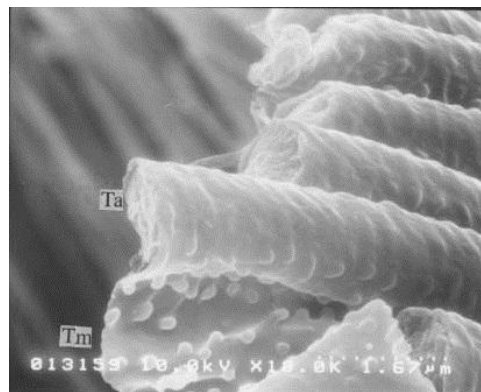


図 1-67. クロゴキブリ気管の横断面 (18,000 倍)

気管は螺旋糸で重なって構成された管である。内部には気管内膜で覆われている。

Ta : 螺旋糸, Tm : 気管内膜

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ている。したがって、二酸化炭素の排出は体の後方の気門で行われる場合が多い。ゴキブリは腹部の背腹方向の伸縮により、各気門をつなぐ気管網

を通じて、外気との換気を行う。

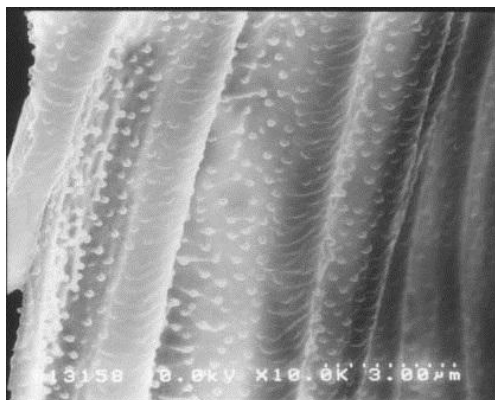


図 1-68. クロゴキブリの気管内膜
(10,000 倍)

気管内膜の表面に小さな乳頭状突起が多数分布している。

1-4-2. 循環系 (circulatory system)

昆虫の体液 (body fluid) は血液 (blood) または血リンパ (hemolymph) とも呼ばれる。体液は液状成分の血漿 (plasma) と固形成分の血球 (hemocyte) からなる。ゴキブリの血球細胞はいろいろな種類があるが、一番多いのは球状の原血球である (図 1-71)。脊椎動物の血液中に酸素を運搬する赤血球はヘモグロビンを含み、その血液も赤く呈する。一方、昆虫の場合は気管という呼吸系で体に酸素を送り込んでいるため、体液の色は幼虫時期で食べた食べ物由来の色素に由来する。なお、ゴキブリは幼虫と成虫とも雑食性で、通常の体液は透明無色であるが、摂食したものによって淡黄色、淡緑色を呈することもある。

ゴキブリを含む全ての昆虫はその体液の循環が開放系のものである。すなわち、体液は血管の中で流れるのではなく、体腔内に充満して、体内の諸器官がすべて体液の中に浸している。体腔内の体液循環は背板の正中に走っている背脈管 (dorsal blood vessel) によって行う (図 1-69)。

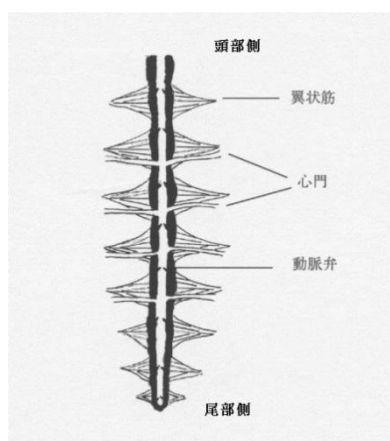


図 1-69. ゴキブリ背脈管の構造

ゴキブリの背脈管は腹部の後端からはじまり、前方に伸びて脳の近くに開口する。背脈管は薄い膜状のパイプで、大動脈（aorta）に相当する前方部と心臓（head）に相当する後方部に分けられ、前方の一部を除いて、全体は翼状筋（alary muscle）と呼ばれる筋肉組織で取り囲まれている。背脈管は数ヶ所に心門（ostium）という開口部があり、血液の進入口となっている（図 1-70）。また、背脈管内の血液の逆流を防ぐために、管内の数ヶ所に動脈弁（arterial valve）がある。翼状筋の収縮弛張により、体腔内の血液が後方の心門から背脈管に入り、前方へ運び、頭部に開口している大動脈から体腔内に放出されるように体内に循環する。



図 1-70. クロゴキブリ背脈管の心門入口
(矢印) (250 倍)

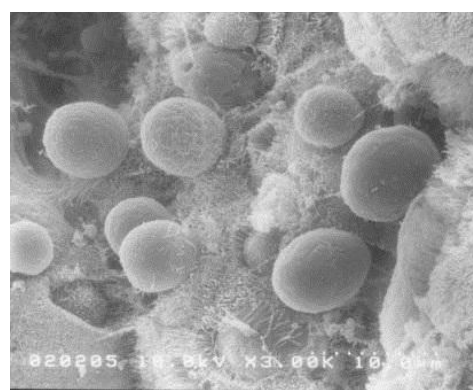


図 1-71. クロゴキブリの血球 (3,000 倍)
血球はいろいろな種類があるが、図に
示している球状の血球は原血球である。

1-4-3. 中枢神経系 (central nervous system)

ゴキブリの中枢神経系は脳（brain）、食道下神経球（subesophageal ganglion）と腹走神経索（ventral nerve cord）からなる（図 1-72）。

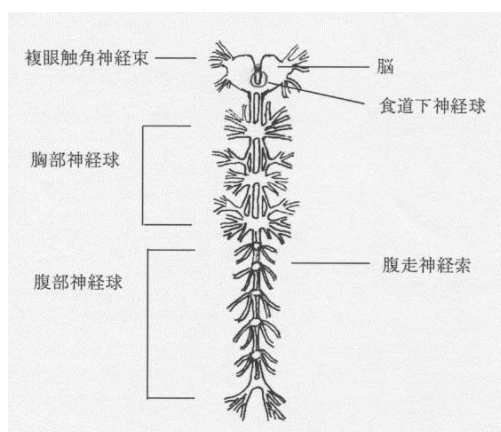


図 1-72. ゴキブリの中枢神経系

脳は大きく、後頭部のかなりの部分を占めていて、脳から触角、複眼、口器などに分布している感覚器官に神経束を出している。また、食道下神経球は脳にほぼ融合されたため、外見に独立の神経球として見えない。脳と食道下神経球の融合部に開けてある大きな穴は食道の通る通路である（図 1-73, 1-74, 1-75）。

脳から 2 本腹走神経索が伸びて、腹面左右に 1 本ずつ走り、体節ごとに神経細胞が集まり、2 本の神経索をまたがって膨らんでいる神経球が存在する。このような構造ははしご系神経系と呼ばれ、昆虫などの節足動物、環状動物に存在する。

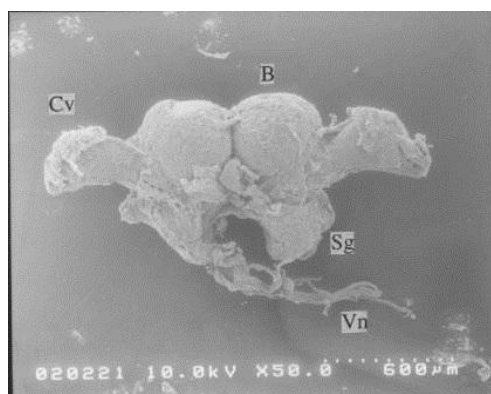


図 1-73. クロゴキブリの脳 (50 倍)

B: 脳, Cv: 複眼・触角神経束,
Sg: 食道下神経球, Vn: 腹走神経索

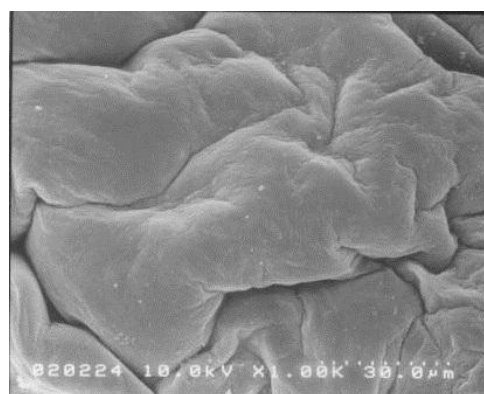


図 1-74. クロゴキブリ脳の表面
(1,000 倍)

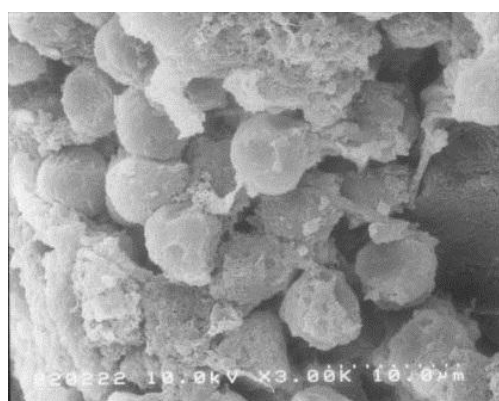


図 1-75. クロゴキブリ脳の内部
(3,000 倍)

球状のものは脳が分泌した顆粒である。

腹走神経索は腹板の正中線左右に平行して走っている。腹走神経索には胸部 3 個，腹部 6 個計 9 個の神経球がある。神経球から末梢神経が枝分かれして，体表や各組織に伸ばす。胸部の神経球が大きく，たくさんの末梢神経が出して，胸部につけている脚と翅につながって，脚と翅の行動を制御する。

ゴキブリの触角や体表各所に分布されているいろいろな感覚子で検出された外界の刺激

は神経細胞の興奮伝導と伝達によって、末梢神経を通し、中枢神経系に伝えられる。中枢神経で処理された情報は末梢神経を通じて、筋肉などの効果器に伝えられて、外部刺激に対応する反応を起こす。

ゴキブリははしご系神経系であるため、各神経球は所管の体節があり、各自に制御を行う。したがって、たとえ頭部を切り離しても、胸部神経球の存在だけでしばらく胸部の脚や翅が動き続ける。

脳は神経器官だけではなく、内分泌機能も有する。脳の大型神経分泌細胞 (neurosecretory cell) から脳ホルモンを分泌し、その脳ホルモンは前胸腺から分泌される脱皮ホルモン (ecdysone) およびアラタ体から分泌される幼若ホルモン (juvenile hormone) の分泌量を調整し、ゴキブリの脱皮や羽化を制御する。

1-4-4. 消化系 (alimentary system)

ゴキブリの消化系は前方が口器に、後方が肛門に開口して、体中を縦貫している 1 本の消化管で構成され、食物の摂取、咀嚼、消化、吸収、排泄を司る。消化管は前腸 (fore gut)、中腸 (mid gut)、後腸 (hind gut) の 3 部分に分けられる (図 1-76)。

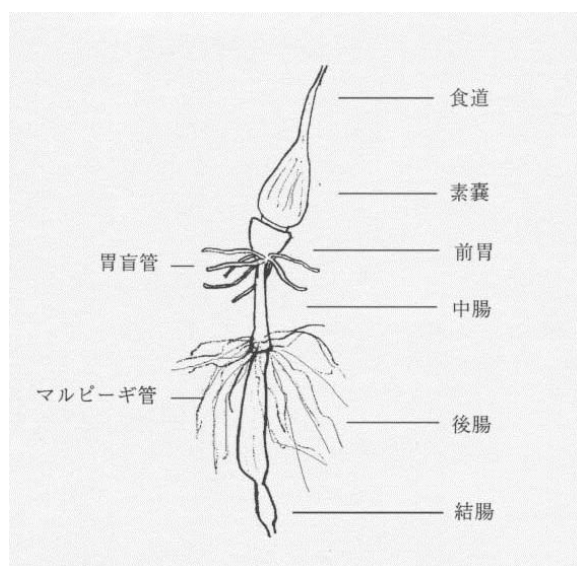


図 1-76. ゴキブリの消化系

前腸は咽喉 (pharynx)、食道 (esophagus)、素囊 (crop)、前胃 (gizzard) の 4 部分に分けられる。素囊は薄い半透明の膜状の袋で、食下した食物の一時貯蔵場所である (図 1-77)。前胃の内壁には前胃歯 (gizzard teeth) と呼ばれる角質化した黒褐色の 6 列の歯状突起が配列していて、粗大食物の再咀嚼という役目をする (図 1-78)。素囊と前胃の内壁にクチクラ質の内膜があり、硬い食物から素囊と前胃を保護する。前胃に数本の盲腸状の胃盲管 (gastric caeca) があり、酵素を分泌して、消化を促進する。

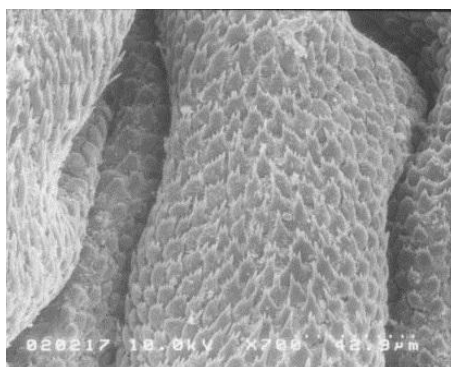


図 1-77. クロゴキブリ素囊の内膜
(700 倍)

歯素囊は弾力性のある薄い管で、食下した食物を一時貯える場所である。クチクラ質の内膜は表面が鱗片状構造となって、硬い食物から素囊を保護する。



図 1-78. ワモンゴキブリの前胃

前胃の内壁に角質化した黒褐色の 6 列歯状物がある。食物の再咀嚼を行う。

Gt:前胃歯, Cr:素囊, Mg:中腸

中腸は胃 (stomach) とも呼ばれ、食物の消化と吸収がそこで行われる。中腸の内側に囲食膜 (peritrophic membrane) という網状膜があり、微細な網孔が多数分布する (図 1-79)。囲食膜は消化液と消化した栄養分を自由に通過させるが、未消化の食物粒子が通過できない仕組みで、中腸細胞を保護する。中腸細胞は酵素を中心とする消化液を分泌する一方、消化した栄養分を吸収する。中腸細胞の表面は繊毛状となっており、その表面積が何万倍も拡大された (図 1-80)。栄養分の吸収は繊毛を通じて行われる。

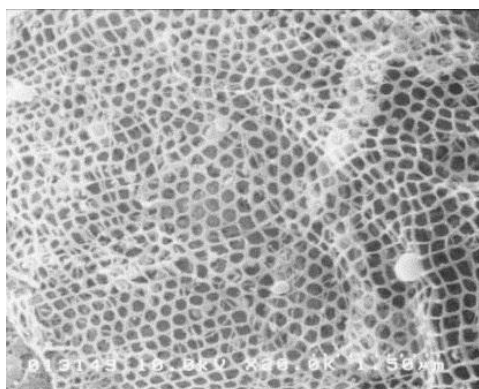


図 1-79. クロゴキブリ中腸の囲食膜
(20,000 倍)

囲食膜は消化液および消化した栄養分が網孔を自由に通過できるが、未消化の食物粒子が通過できない。

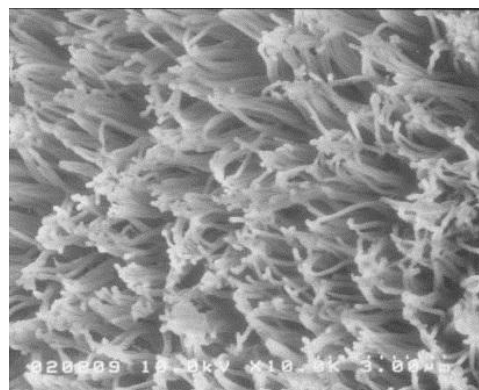


図 1-80. クロゴキブリ中腸細胞の繊毛
(10,000 倍)

中腸細胞の表面は繊毛状となっている。消化液の分泌や栄養分の吸収は繊毛を通して行う。

後腸は幽門（pylorus）にはじまるが，ここにマルピーギ管（Malpighian tube）が開口する。マルピーギ管は淡黄色で，一端は後腸に開口するが，一端は盲状の細管で，腹部の後半に数十本分布している（図 1-81）。血液中の代謝老廃物はマルピーギ管に吸収され，後腸に送り出す。そこで，老廃物中の水分や塩分など再利用できるものは後腸細胞に吸収され，再び血液に戻すが，残りの廃物は不消化物と共に糞として肛門を經由して，体外に排出する。後腸細胞の表面は繊毛状となっており，水分や塩分の吸収を有効に行う（図 1-82）。

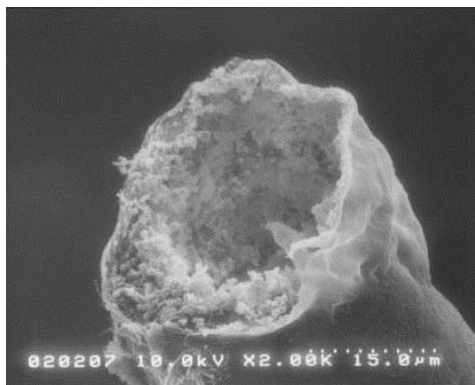


図 1-81. クロゴキブリのマルピーギ管断面（2,000 倍）

マルピーギ管は血液中の代謝老廃物を吸収して，後腸に転送する。管の内壁に付着している多量の雑物は電顕写真を撮るために脱水し乾燥した老廃物である。



図 1-82. クロゴキブリ後腸の上皮細胞（10,000 倍）

中腸と同様，後腸細胞の表面は繊毛状になっている。消化後の食物残渣やマルピーギ管が送ってきた老廃物から水分と塩分を吸収する。

後腸後端のふくらんだ部分を直腸（rectum）といい，肛門（anus）に連結する。また，ゴキブリの幼虫は直腸の特定細胞が集合フェロモンを分泌し，糞に混ぜて体外に排出して，周辺にいる同種のゴキブリ幼虫を互いに呼び寄せ，群居生活を行う。

1-4-5. 生殖系（reproductive system）

ゴキブリは原則的に両性生殖である。交尾・受精によらない単為生殖もできるが，その確率が非常に低い。雄性生殖系（male reproductive organ）は精子の生産，貯蔵，放出に，雌性生殖系（female reproductive organ）は卵の生産，交尾でもらった精子の貯蔵，産卵に関与する。

雄ゴキブリの内部生殖器は腹部の内部にある。1 対の精巣（testis）が輸精管（vas deferens）でつながり，腹部末端にある球状の貯精囊（seminal vesicle）にも連結している（図 1-83）。

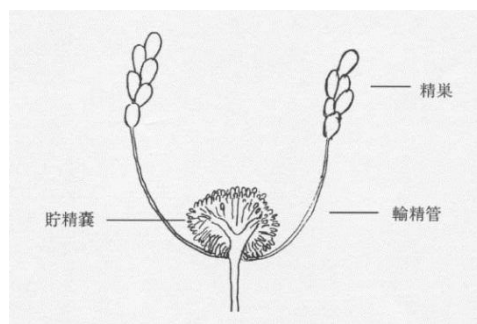


図 1-83. ゴキブリ雄の内部生殖系

精巢は精子を生産する精巢小胞 (testicular follicle) の集合体で、周りに結合組織の層で包まれ、ブドウの房のような形となっている (図 1-84)。個々の精巢小胞はそれを包む上皮細胞 (epithecical cell) から栄養を受けて、精子を形成する (図 1-85)。

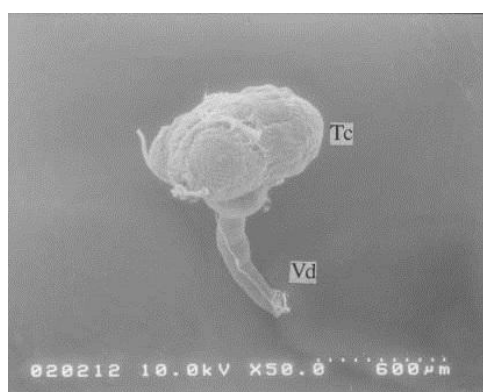


図 1-84. チヤバネゴキブリの片側の精巢 (50 倍)

Tc : 精巢, Vd : 輸精管

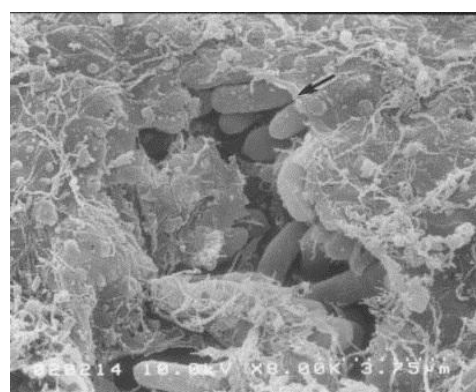


図 1-85. クロゴキブリの精巢小胞 (8,000 倍)

精子が精巢小胞の中に発生し、成熟していく。精巢小胞の隙間から発育中の精子 (矢印) が見える。

貯精囊は成熟した精子を貯える器官と言われてきたが、実際に成熟した精子はたくさん集まって精包を形成し、そのまま精巢内に留まる。交尾する際、輸精管の収縮弛張により精包は輸精管を下り、陰茎に開口する射精管を経由して雌の外部生殖器内に放出される。

貯精囊は数 10 本の盲管から構成される。貯精囊内には精子が全く見あらず、盲管の中液体が充満している (図 1-86, 1-87)。

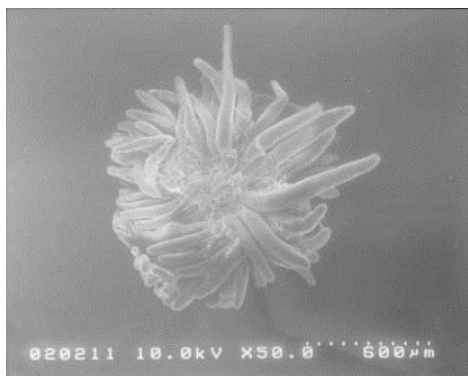


図 1-86. チャバネゴキブリの貯精囊
(50 倍)

貯精囊は数 10 本盲状の短い小管で構成される。

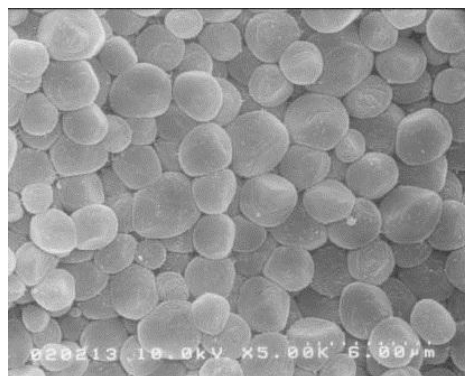


図 1-87. チャバネゴキブリ貯精囊小管
の内部 (5,000 倍)

貯精囊小管の中には精子がなく，分泌液がいっぱい詰めている。乾燥後，その分泌液が白い球状の結晶となる。

ゴキブリの精子は楕円形に膨らんでいる頭部と細長い鞭毛で構成される (図 1-88, 1-89)。頭部は遺伝情報を載せている染色体とその他の生体物質で構成した細胞核を有し，受精で卵子と結合して次の世代に種族の遺伝情報を伝える。



図 1-88. チャバネゴキブリの精子
(700 倍)

精子は頭部が膨らんで、非常に長い鞭毛を有する。



図 1-89. チャバネゴキブリ精子の頭部
(5,000 倍)

精子の頭部は細胞核を中心に構成されている。

雌の内部生殖器は腹部の体内にある。1 対の卵巣 (ovary) とそれをつなぐ 1 対の側輸卵管 (lateral oviduct)，中央輸卵管 (median oviduct)，受精囊 (receptaculum seminis)，附属腺 (accessory gland) からなる (図 1-90)。左右の卵巣はそれぞれ数本～数十本の卵巣小管 (ovariole) から構成される。卵巣を構成する卵巣小管の数については，クロゴキブリやワモンゴキブリは各 8 本であるが，チャバネゴキブリは 26 本もある。ゴキブリの雌は羽

化した際に卵巣がまだ成熟していない。羽化後、成虫が摂食した栄養素により卵巣の発達と卵の形成が進む。したがって、成虫になってから最初の卵鞘を産むまでに1～2週間がかかる。

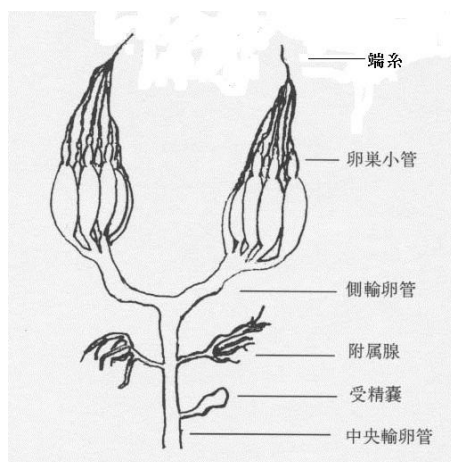


図 1-90. ゴキブリ雌の内部生殖系

卵巣小管の端糸部分は形成細胞巣と呼ばれ、卵原細胞と濾胞細胞等の造卵にかかわる前駆細胞群を含んでいる。卵原細胞は細胞分裂により卵母細胞 (oocyte) になり、周辺に濾胞細胞 (follicle cell) に囲まれ、卵巣小管を沿って下へ移動しながら発育成熟していく。卵母細胞が成熟していく過程にその内部に卵黄形成が起きる。ゴキブリ卵の発育は無栄養室型で、栄養細胞が分化せずに卵母細胞は濾胞細胞から直接栄養を受けて、単独で成育する (図 1-91)。卵母細胞が成熟になると、濾胞細胞が薄い膜状の卵殻を分泌して、卵黄を包み、卵を完成させる。卵巣小管に成熟した卵は側輸卵管に排出され、中央輸卵管を下り、体外に排出される。



図 1-91. クロゴキブリの卵巣小管上皮細胞 (150 倍)

卵母細胞は濾胞細胞を通じて卵巣小管を包む上皮細胞から栄養を受けて卵として成熟していく。

受精囊は中央輸卵管に開口する袋状のもので、交尾の際に雄から受け取った精子をここ

で貯蔵し、卵が中央輸卵管を経過するたびに精子を放出し、卵を受精させる。雌は一回交尾すれば、その後の産卵期間中に再度交尾しなくても受け取った精子が数10回計数百個の卵を受精させ続けることができる。

附属腺は粘液を分泌し、産下した卵を覆い、乾燥して卵鞘（ootheca）となり、卵を保護する。

1-5. 卵と卵鞘 (egg & ootheca)

卵は白くバナナ状で、卵殻が非常に薄く、卵全体が弾力性を有する (図 1-92)。卵のサイズは、クロゴキブリやワモンゴキブリのような大型種では $0.8 \sim 1.2 \times 2.5 \sim 3.5 \text{ mm}$ 、チャバネゴキブリのような小型種では $0.3 \sim 0.5 \times 2.0 \sim 2.5 \text{ mm}$ である。ゴキブリ卵巣の構造から各卵巣小管中の卵は大体同時に発育し、一斉に成熟して、順次に中央輸卵管を経過し受精して産出される。卵殻の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が、薄くて、卵を保護するに適しない。その代わりに卵巣の附属腺は粘液を分泌し、産下した卵を覆い、乾燥して卵鞘 (ootheca) となり、卵を乾燥等の悪環境から保護する (図 1-93)。通常見られたのはすべて卵鞘である。



図 1-92. クロゴキブリ卵

卵鞘はがま口のような小豆色カプセル状を呈する。卵鞘のサイズはゴキブリ種により異なり、体の大きい種ほど卵鞘も大きい。一つの卵鞘に入った卵の数は種類により異なるが、卵巣小管の数を超えることがない。同じ親虫でも、栄養状態により、すべての卵巣小管に卵が順調に発育していくことは限らず、産下した卵鞘のサイズと中に入っている卵の数が異なることもある。卵はその先端部 (太い端) が卵鞘のジャック側に揃って向く。



クロゴキブリの卵鞘



ワモンゴキブリの卵鞘



ヤマトゴキブリの卵鞘



チャバネゴキブリの卵鞘

図 1-93. 屋内によく見られる住家性ゴキブリの卵鞘

主要な住家性ゴキブリの産卵間隔，卵鞘に入っている卵の数，産下後から孵化までの日数については表 1-3 に示す。

表 1-3. 主要な住家性ゴキブリの卵と卵鞘，胚の発育期間

ゴキブリ種	卵鞘中の卵数	卵鞘産出間隔	孵化までの日数	一生の産卵回数
クロゴキブリ	12～16 個	5～7 日	35～40 日	30～50 回
ワモンゴキブリ	12～16 個	5～7 日	35～40 日	30～50 回
ヤマトゴキブリ	14～16 個	4～6 日	30～40 日	15～20 回
チャバネゴキブリ	30～52 個	30～50 日	20～30 日	4～7 回

クロゴキブリ，ワモンゴキブリとヤマトゴキブリは，卵鞘が完全に形成されてから暖かく湿気の多い暗い物陰に産み付ける。チャバネゴキブリは卵鞘が完成されても孵化まで体の尾部に保持し，卵が孵化直前に卵鞘を産み落す。一方，オオゴキブリやオガサワラゴキブリなどは卵鞘を一旦外に産み出した後，再び外生殖器内に取戻し，体の中で孵化するまで保持し，孵化した幼虫を産み出すいわゆる卵胎生の種もある。

胚は卵鞘の中に発育して，孵化する際に一斉に卵鞘のジャック側を破って這い出す（図 1-94，1-95，1-96）。孵化した幼虫は白く透明で柔らかいが，表皮クチクラ層が空気中の酸素と接触して，次第に固くなり，色も固有色を呈し，1～2 時間後に活発に活動し始まる。



図 1-94. ワモンゴキブリの胚



図 1-95. チャバネゴキブリ卵鞘にある
発育中の胚



図 1-96. チャバネゴキブリの胚