

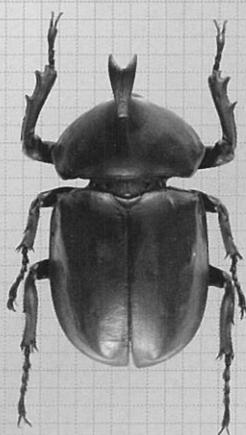
面河山岳博物館 開館20周年記念・第44回特別展

むしのがらだ

～体の仕組みから昆虫の多様性を探る～



とうぶ
■ 頭部 / Head



きょうぶ
■ 胸部 / Thorax



ふくぶ
■ 腹部 / Abdomen

期間 2010年7月17日(土)～8月31日(火)

解説書

せつそくどうぶつ

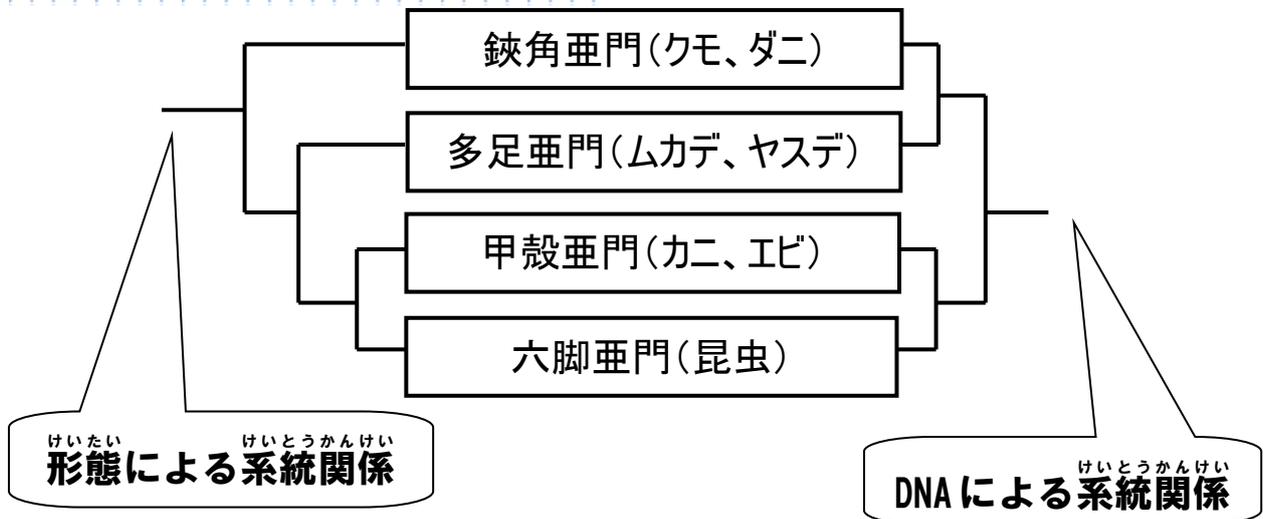
節足動物ってどんな生き物？

～昆虫とクモ、カニ、ムカデは親戚同士～
しんせきどうし

節足動物とは「節のある脚をもつ動物」という意味で、クモやダニなどの鋏角類、エビやカニなどの甲殻類、ムカデやヤスデなどの多足類、昆虫類、そして絶滅した三葉虫の5つのグループで構成されています。節足動物は地球上の動物の中で最も種数が多く、全動物の約85%（全生物の50%以上）を占めています。

昆虫とは六脚亜門に属する節足動物のことを指します。六脚亜門は古くから多足類（多足亜門）と近い系統にあると考えられてきましたが、DNAや神経系形成過程などの詳しい解析により、甲殻類（甲殻亜門）と近縁であるということが分かってきています。

【節足動物門の系統関係】



【節足動物の体にみられる共通の特徴】

- 外骨格（クチクラ）に覆われる。
- 成長は脱皮による。
- 体節と呼ばれる「節」に分かれる。
- 各体節には原則として1対の関節化した付属肢（触角や脚）をもつ。

動物の分類について

～目や科ってよく聞くけど、それってなんなの？～

動物はそれぞれの形の違いなどから、様々なグループに分けられています。その分け方には階層があり、上から順に界、門、綱、目、科、属、種と呼ばれています。

いくつかの種の集まりは一つの属をつくり、いくつかの属の集まりが科をつくっています。このように下層から集団をまとめていくと、動物界は約 30 の門が集まってできたグループとなります。昆虫を含む節足動物門は、動物界で最も種数の多い巨大なグループとして知られています。

クロゴキブリの分類学上の位置は

動物界

節足動物門

六脚亜門

外顎綱

ゴキブリ目

ゴキブリ科

ゴキブリ属

クロゴキブリ



人間（ヒト）の分類学上の位置は

動物界

脊椎動物門

哺乳綱

霊長目

類人猿科

ヒト属

ヒト

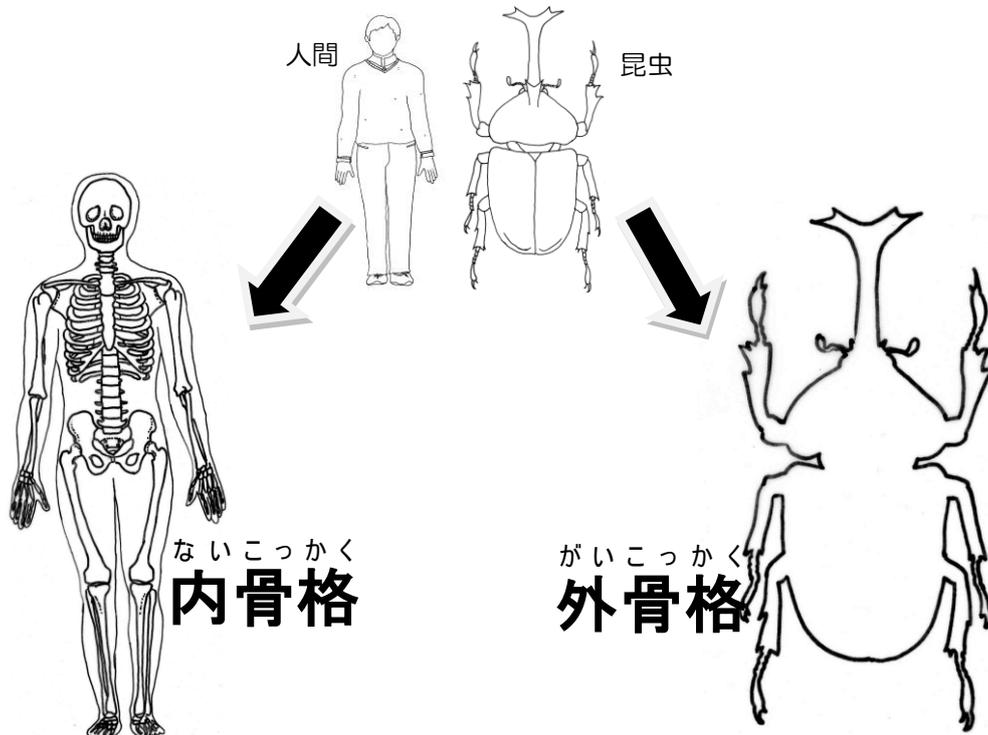


昆虫は六脚亜門に属する節足動物のことを指します（亜門とは門と綱の間をさらに細かく分類する場合に使われる。）。六脚亜門は 33 目で構成され、この目の数は節足動物の各亜門の中では飛びぬけて多く、いかに昆虫が多様な動物であるかをうかがい知ることができます。

こっかく 人間の骨格と昆虫の骨格のちがい

ほね ～昆虫の骨を形づくる「クチクラ」とは？～

私たち人間の骨は体の中にあり、周りは筋肉に覆われています。このような骨格構造のことを内骨格といいます。それに対し、昆虫は体の中に骨がなく、外側が硬い殻に覆われています。これが骨にあたるもので外骨格と呼ばれています。



人間を含むセキツイ動物の内骨格は、主にリン酸カルシウムでできています。それに対し、昆虫の外骨格はクチクラというとても丈夫でしなやかな素材でできています。昆虫はこのクチクラで全身を覆うことにより体を支え、その形を規定しています。

クチクラとは？

- タンパク質とキチン（セルロースに似た多糖類）でできた複合材
- 関節部では薄い節間膜となり柔軟性をもつ。→脚、翅などの曲げ伸ばし運動
食べ物をかみ切ったりすりつぶしたりする大アゴでは硬化
- 養分の一時的な保管庫→脱皮した後に脱皮殻を食べて栄養にすることができ

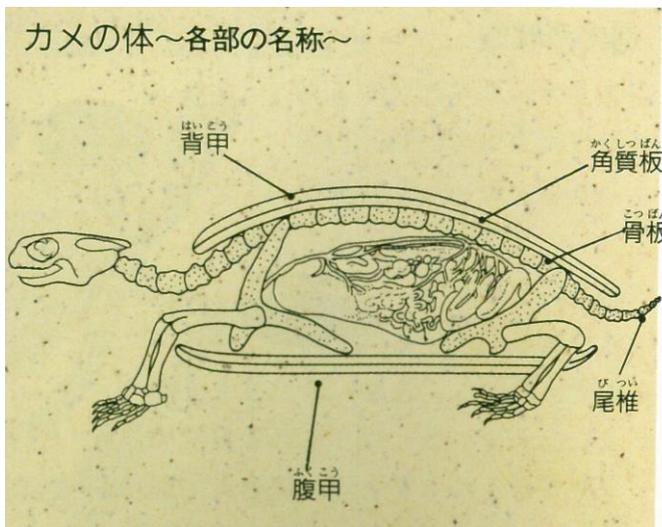
カメやアルマジロの甲羅は外骨格？

カメやアルマジロは体の一部が硬い甲羅に覆われています。

さて、これは外骨格なのでしょうか？

実はこ　　これらの甲羅は、昆虫でいう外骨格とは全く別のもの。カメの甲羅は硬化した皮膚と骨からできていますし、アルマジロの甲羅は皮膚や体毛が変化したものです。これらはあくまでも外敵から身を守るためのヨロイであり、体を支えるための骨はきちんと体の中にあります。

カメの甲羅



リクガメの衣食住どうぶつ出版 より引用

甲羅の背面を背甲、腹面を腹甲
といい、表面は角質板（人間の爪
のようなもの）に覆われていま
す。角質板は背甲の内側では脊椎
骨や肋骨と、腹甲では鎖骨や腹
肋骨（爬虫類にある腹側の肋骨）
と癒合しています。

アルマジロの甲羅



鱗甲板の拡大写真

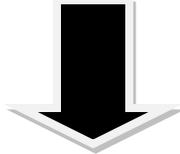
角質状で境目から毛が生えている。

主に背面を広く覆うヨロイの
ような甲羅は、皮膚が変化してで
きた鱗状の板で、鱗甲板と呼ば
れています。北アメリカ南部から
南米にかけて約 20 種が生息し
ますが、敵に襲われたときボール
状になって身を守ることができる
のは 2 種のみ。

外骨格（クチクラ）の長所と短所

外骨格（クチクラ）のここが素晴らしい！

- 硬いため外敵の攻撃から身を守ることができる。
（鳥やトカゲには食べられても、昆虫サイズの外敵に対しては効果あり。）
- 隙間がないため病原菌や寄生虫から身を守ることができる。
- 表面にワックスをもつことで水分蒸発を防ぐことができる。乾燥に強い。
（ペットのえさになっているミールワーム＝チャイロコメノゴミムシダマシの体表面からの水分蒸発速度は人間の8分の1）
- これだけの防御能力があるのに、飛ぶことも可能なほど軽い。
- 薄くなったり柔らかくなったりできるため、関節の材料や翅にもなる。



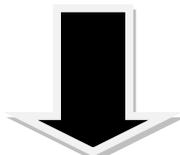
さまざまな環境に適応し、繁殖することができた！

外骨格（クチクラ）のここがダメ！

- 成長のためには脱皮をしなければならない。
脱皮前は長時間静止する必要があり、そのときに何らかの攻撃を受けると脱皮に失敗することがある。また脱皮後のクチクラは柔らかく、簡単に傷つけられてしまう。



羽化に失敗したセミ



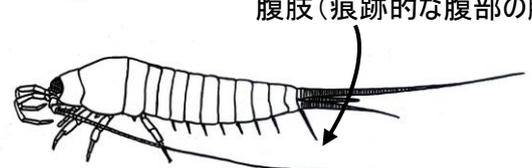
昆虫たちは、脱皮に失敗しないよう、夜や朝早くなど敵に襲われにくい時間を選んだり、石の下や朽木の中などに隠れておこなったりと、様々な工夫をしています。

ふし 節でできている昆虫の体

～昆虫の祖先はムカデのようだった！～

昆虫の体は頭部、胸部、腹部の3つに分かれています。胸部には3対6本の脚がありますが、原始的な昆虫（イシノミの仲間など）の一部には、なんと腹部にも脚のような構造をもつものがあります。

昆虫の祖先はムカデのような姿をしていたと考えられています。体は同じような節（体節）がつながってできており、それぞれに1対の脚（付属肢）があります。昆虫は進化の過程で体節を融合させたり、付属肢を別のものに変化させることにより、現在のような体の仕組みをつくりあげました。イシノミの腹部に残る腹肢は、祖先がもっていた付属肢の名残なのです。

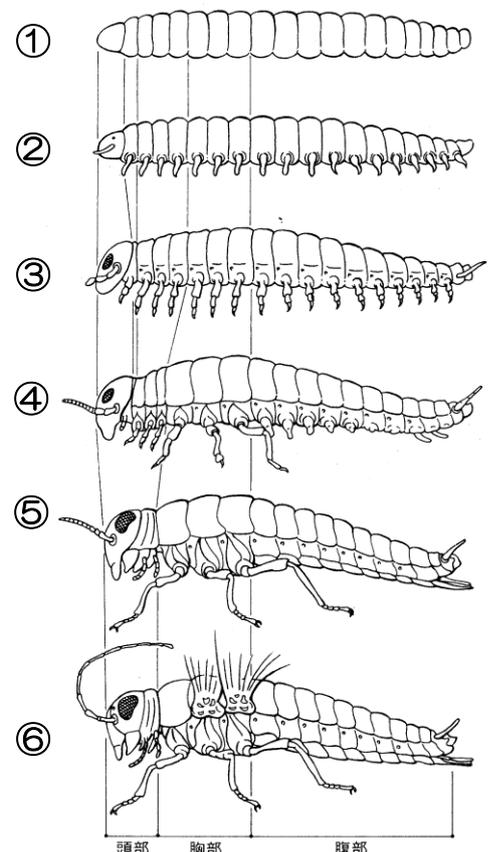


多くの原始的な特徴をもつイシノミの仲間

右の図はムカデ型の祖先から昆虫への進化を推定したものです。

昆虫は進化の過程で、前から6節（図では5節になっているが、最新の研究では6節）をまとめて頭部に、次の3節を胸部に、残りを腹部につくり変えたと考えられています。頭部にある触角や大顎、小顎などは体節にあった付属肢が変化したものです。逆に腹部では付属肢が退化して、なくなっています。

原始的な昆虫であるイシノミの腹部に脚が残っていたり、チョウの幼虫に腹脚（腹部の脚）があったりするのは、昆虫の祖先がムカデのような動物だったことを示していると考えられています。



推定されるムカデ型祖先から昆虫への進化

「昆虫の誕生.中公新書」より引用、改変

昆虫の胸は移動のために進化した！

～頭部・胸部・腹部の機能の分業化～

昆虫は各体節に脚（付属肢）のあるムカデ型の祖先から進化しました。進化の過程で、いくつかの節が融合、変化し、頭部・胸部・腹部の3節ができあがったと考えられています。これら3つの部分はそれぞれが決まった機能をもち、分業することによって、ムカデにはない合理的な体の使い方をすることができるようになっています。

頭部は食べるため、情報を集めるための部分

ものを見るための複眼
（単眼は光を感じる。）

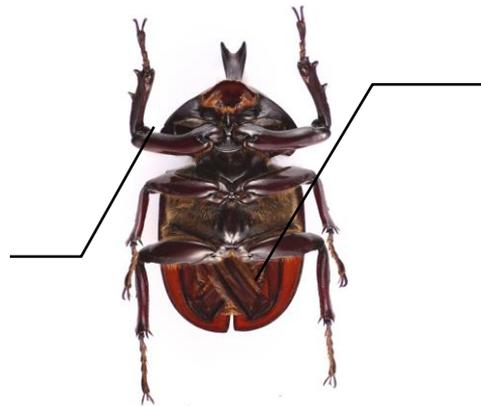
餌を食べるための口器
（大顎や小顎などで食べ物を
砕いたり吸い込んだりする。）



匂いや刺激を感じとる触角

胸部は移動（歩行や飛翔）をするための部分

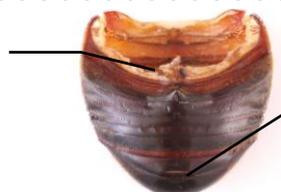
歩く、登る、しがみつくための脚



飛ぶための翅

腹部は消化と生殖をするための部分

食べ物を消化しエネルギー
にするための内臓



生殖のための交尾器

昆虫最大の発明品

～翅をもったために昆虫は繁栄した！～

昆虫の体の仕組みのうち、クモやカニなど他の節足動物と決定的に違う点は『翅をもつこと』です。翅は昆虫の多様化と繁栄をもたらした最大の発明品といわれています。有翅昆虫（翅をもつ有翅下綱に属する仲間）の種類数が、全昆虫の 99.9%を占めていることから、そのことはうかがい知ることができるといえるでしょう。昆虫は『飛べるから繁栄した』と言っても過言ではないのです。



クモやエビ、オオゲジにできなくて、昆虫にできること。

それは空を飛ぶこと。

空を飛べるとこんないいことが！

★広い範囲で餌や異性を探ることができる！

・畑にすぐ害虫がやってくるのは翅があるから。

★素早く動く獲物を捕まえることができる！

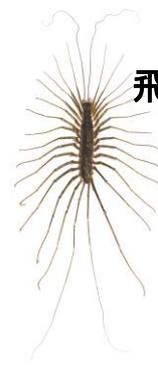
・トンバは飛びながらほかの昆虫を捕まえる。

★生息地を拡大できる！

・海を飛んで渡ることができる昆虫もいる。

★外敵から逃げることができる！

・鳥に食べられそうになっても飛んでどこかに隠れる。



飛べない節足動物

昆虫の翅の起源

～水生昆虫に残る最初の翅の姿～

鳥やコウモリの翼は、私たち人間の手にあたる「前脚」が変化してできたものです。それに対し、昆虫の翅は脚とはまったく別物としてできあがったものです。昆虫は脚を失うことなく、翅を獲得したため、物をつかむなど自由に脚を使いながら飛ぶことができるようになりました。このことは昆虫が繁栄することができた理由のひとつといえるでしょう。では、この昆虫の翅は何を起源としてどのようにできたのでしょうか？

鰓（えら）起源説

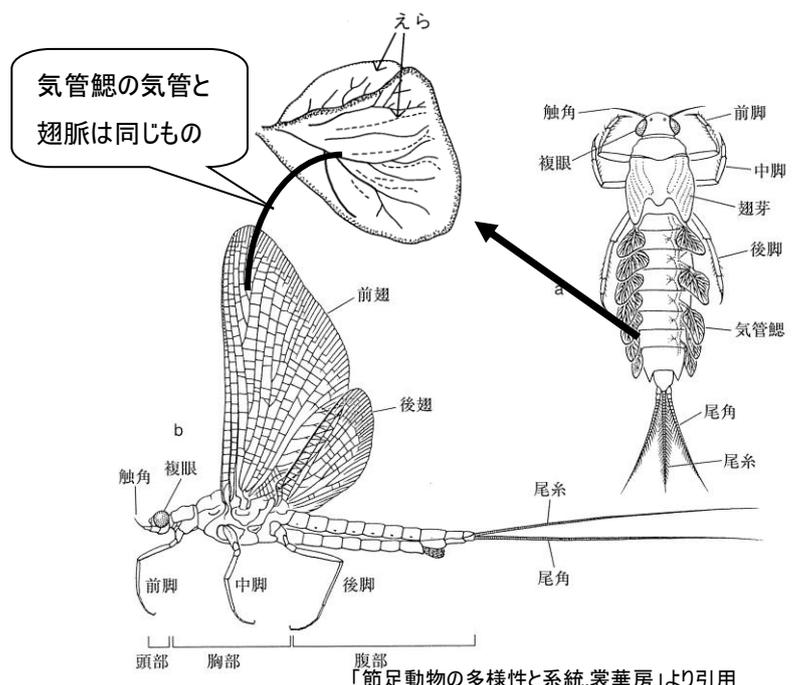
昆虫の翅は、カゲロウなどの水生昆虫の幼虫がもっている鰓が変化してできたものと考えられています。この鰓は気管鰓と呼ばれ、化石のみで知られている祖先種では、胸部と腹部に存在していたことが分かっていますが、現生のカゲロウでは腹部にしか残っていません。

気管鰓には酸素を取り込む気管が通っています。昆虫の翅にある筋、「翅脈」とこの気管の起源は同じであることが多くの研究で明らかになっています。



水中にすむカゲロウの幼虫

「原色川虫図鑑. 全国農村教育協会」より引用



「節足動物の多様性と系統. 裳華房」より引用

小さいことはいいことだ！

～小サイズで成功した昆虫たち～

カブトムシやショウリョウバッタ、オニヤンマは手のひらサイズの昆虫ですが、これらは日本の昆虫の中では例外的な「巨大昆虫」です。ハエやカ、ハナバチ、テントウムシ、ゴミムシなど、私達の身の回りにいるほとんどの昆虫は、指の先ほどのサイズしかありません。日本には約10万種の昆虫が生息していますが、なんとこれらのうちのほとんどがさらに小さい爪の先サイズです。そう、昆虫は「小さい」生き物なのです。



外骨格をもつ昆虫は、成長のために脱皮しなければならないことや構造上の理由などから、もともとあまり大きくなることはできません。そのような制約がある中で、多くの昆虫が大きくなることよりも、爪の先サイズになることを選んだのには次のような理由があると考えられます。

- 食べ物が少ないですむ。
 - 隙間や物陰に隠れることができる。
 - 一世代の期間が短いため、短時間で多くの変異を生みだせ、環境に適応できる。
- 狭い範囲にたくさんの個体数がすむことができる。

例えば、昆虫の『気管系呼吸』

昆虫は体中に気管を張り巡らし、直接細胞に空気を送り込んでいます（気管系呼吸）。この呼吸はとてもエネルギーロスの少ない効率的な方式ですが、物理的な理由から人間のような大きい体の動物では使えません。昆虫のように小さな体だからこそ、初めてその効果が発揮できるのです。

六脚亜門分類表

内顎綱

トビムシ目
カマアシムシ目
コムシ目

外顎綱（昆虫綱）

単丘亜綱

イシノミ目

双丘亜綱

結虫下綱

シミ目

有翅下綱

旧翅節

トンボ目
カゲロウ目

新翅節

多新翅亜節（直翅系昆虫）

カワゲラ目
ハサミムシ目
ガロアムシ目
カカトアルキ目
バッタ目
ナナフシ目
シロアリモドキ
ジュズヒゲムシ目
アミバネムシ上目（網翅上目）
ゴキブリ目
シロアリ目
カマキリ目

準新翅亜節

咀嚼類

チャタテムシ目
シラミ目

節顎類

アザミウマ目
カメムシ目

完全変態亜節

脈翅節

ヘビトンボ目
ラクダムシ目
アミメカゲロウ目

鞘翅節

コウチュウ目

長翅節

シリアゲムシ目
ノミ目
ハエ目
チョウ目
トビケラ目

膜翅節

ハチ目

所属節不明

ネジレバネ目

この分類は次の文献を参考にして作成しました。
石川良輔(編),2008,バイオディバーシティ・シリーズ 6,節足動物の多様性と系統,裳華房.

節足動物の系統分類については、近年も様々な研究成果が発表されています。ここで展示した内容は今後、大きく変更される可能性は十分あります。

面河山岳博物館 第44回特別展

「むしのからだ～体の仕組みから昆虫の多様性を探る～」解説書

発行日 2010年7月17日

編集・発行 面河山岳博物館

〒791-1710

愛媛県上浮穴郡久万高原町若山 650 番地 1