

「昆虫の系統と分類・生態, 356 pp.(2021)」より抜粋(<https://terayama.jimdofree.com>)

昆虫の採集法と標本作製法

付. 六脚上綱・昆虫綱の系統と昆虫綱の目(Order)の検索表

寺山 守



March 2023

目 次

はじめに	3
1. 昆虫の採集法と標本作製法	6
採集法	6
《基礎編》	6
《中級編》	9
《上級編》	16
標本作製法	19
参考文献	30
2. 六脚上綱と昆虫綱の系統	31
2.1 六脚上綱の系統	31
2.1.1 節足動物内の高次系統	32
2.1.2 六脚類の系統と昆虫綱の目間の系統	36
2.1.3 側昆虫綱 Parainsecta	37
2.1.4 コムシ綱(内顎綱) Entognatha	39
2.2 昆虫綱の目の概要	40
参考文献	44
3. 昆虫類の目(Order)の検索表	47
参考文献	67

はじめに

「昆虫採集禁止論」と言うのがある。背景として、生物愛護精神の養成と自然保護の視点から昆虫採集禁止が問われている。道徳的観点から、生命を奪う行為は悪であり、昆虫を含めて生き物を殺すことを行うべきではない。必要であれば、殺さずに観察すれば十分に事足りるというのが骨子である。また、今日の環境論では、生態系保全の観点から環境を破壊する行為となる昆虫採集の禁止が問われると主張する。

教育論への応答

家でも、学校でも虫を採ってはいけないと教える。「観察」だけにしなさいと言う。そしてさらに生き物の命を大切にしなさいと言う。ただし、害虫であるゴキブリやカはいくら殺しても良いらしい。今日、野外に出て虫を追う子供達の姿は以前に増して少なくなった。昆虫少年は今や絶滅危惧種らしい。

昆虫採集には、自ら探し、虫に触れると言う自発性がある。そして、そのような実体験の有無が生命に対する理解に決定的な差を生むと考えている。生き物に触れることなく、せいぜい遠くから観察しているのみでは、そもそも生き物に興味を持つようにはならない。それゆえ、生命に対して掘り下げて行くこともないであろう。

生命尊重を理解させるために、昆虫採集の禁止を解く教育論は、むしろ人格形成に逆の結果をもたらすことを危惧する。社会の中で立ち振る舞う健全な精神の発達にも関わって来よう。生き物に触れて、初めて生き物の感覚が分かるのだ。もし生き物に触れず、興味の対象外として子供が育てば、その欠落分はやがて虫から人に向けられるようになる。他者の痛みを感じ取れることもなく、加減の仕方すら分からなくなる。虫を採り、虫に親しむからこそ、やがて生命へ共感が生まれて来るだろう。

昆虫類は、飼育を行いやすく、生態観察や行動研究も大変面白い。これらの知識は貴重であるし、学校教育の場においても有効なものであろう。しかし、昆虫を探し、捕え、持ち帰り、標本にすることによって得られるものは、昆虫標本だけではないし、観察のみによって得られる知識とは別の実体験であることに留意すべきである。「生きているもの」、裏返せば「死ぬもの」をリアルに感じ取ることによって、多くの価値ある物を得ることになる。もちろん、単純に生き物を殺すことを目的とすることを勧めるべきではない。私達が通常、生き物を殺す時は、自らが生きるためである。ヒトは生態学的な消費者であり、生物界最強かつ屈指の雑食生物である。ヒトは植物であれ動物であれ、他の生物を捕えて食わなければ生命を維持できない宿命を背負っている。その宿命故、なおさら無益な殺生を禁じようとする。昆虫採集は無益な殺生では無く、生命を理解し、私達がより良く生きて行くために必要な行為であることを主張する。人は生きるために生命を消費せねばならないことを理解すべきである。そのためにも、生命を実体験してほしい。命は単純なものではない。我々の世界には、同じ魚であっても食糧としての魚もあれば、大切なペットとしての魚もあって良いのだ。

その他、昆虫採集は科学への理解を促すであろう。科学的な側面から見ると、昆虫類の研究や調査を行う際に、採集した個体を標本にして保存する必要性が生じて来る。標本は、存在の証拠である。同時に研究によって、標本からさまざまな情報を引き出すことが出来る。さらに、標本を蓄積して行くことは、分類研究のみならず、さまざまな生物研究を進め、地域の生物相を理解して行くためにも重要である。科学研究でなくても良い。自然物の見事な形態や色彩は驚きである。このようなさまざまなものが身の回りに、大きく言えば地球上に存在することの驚きや感情は、数値で表すことのできない貴重な体験である。

環境保護論への応答

悪化した環境の中で、貴重な自然に目を向け保護して行く機運が続いている。そのような中で、自然を保護するために虫を採るなどと言われる。ここにおいても実体験の重要性を主張する。繰り返すが、直接的に昆虫を探し、捕え、さらに標本し、いろいろと調べる体験こそが生物そのものや生物が生活している環境を理解する最短距離である。子供の場合、もし採集により、直接に生物に触れることがなければ、そもそも生物に対する興味は沸かず、周りの環境がさまざまな関わりを持って存在することも分らずに育って行くだろう。そのため、生態系保全の重要性を理解することは出来ないであろう。生命の尊さ、自然の巧みさを体で感じる事が自然保護の思想の土台となるはずである。人は知ることによって初めて愛護の気持ちが芽生える。深く知れば知るほど、その対象に対する愛護の心も深まる。これはかけがえのなさを、実感として理解できて来るということである。

野外で虫を探すには、いろいろと工夫を凝らさねばならない。目的の虫のいる環境を知り、虫の習性を理解して行く。同時に周りに潜むさまざまな危険を回避する知識や経験も備わって来る。昆虫採集はただ虫を採るのではない。知識や経験、時にはカンをも総動員して虫を探し、採る。標本にすれば、その後、自分の目で幾度も良く見るし、図鑑や文献でその虫を調べる。科学的思考を持つ第一歩になる。いずれにせよ、昆虫を採集して標本にして良いし、採集して飼育に取り組んでも良い。

ちなみに人が虫を採る程度で、昆虫は減らない。哺乳類や鳥類はそうでもないが、昆虫は圧倒的に高い増殖率を持つ。昆虫側から見れば、捕虫網を持つ人間は、発見能力、捕獲能力の最低に位置する最も無能な天敵である。一羽のシジユカラが1日に捕る昆虫の数は、私が1年をかけて採集する昆虫数を軽く越える。生息環境を著しく減らす開発行為こそが、昆虫類を含め多くの動物を絶滅の危機に追いやっている主要因である。

昆虫の世界に入り込んだ人物は、やがて自然保護や動物愛護に心を向けるはずだ。しかも、これらは上から押し付けられたものではない。自ら理解し、納得し、自発的に形成されるものであり、これこそが精神であるはずだ。

昆虫から世界へ

子供の好奇心は、その対象が人工物であれ自然であれ眺めるだけでは飽き足らない。追いつめ、手で触れ、そして自分のものにしようとする。このような自然への接し方を‘人間本位’だとする批判もある。しかし子供の反応は大人の理性を越え、野生的で正直である。子供は本能的に生きようとしている。もし、好奇心を抑えると、対象から興味を失い自然への親しみや大切にしたいと感じる心も失われる。やがて、自然というものが存在することにすら無関心になってしまう。子供は遊びの中で昆虫を中心に多くの生命を犠牲にする。しかし、そのような遊びの中で、本やテレビ、パソコン画像を通して接する自然とは全く異なる感性で生物と接していたに違いない。昆虫達は子供のまわりに棲み、生と死と驚きと悲しみを感じさせる。驚きも悲しみも身近にある。このような風景と自然がヒトを作って行く。自然が最後まで生き抜こうとすることを望むように、生きようとする子供に、大人こそが少しでも手助けするべきであろう。

さまざまな研究分野の少なからずの研究者が、幼少時に昆虫採集を体験している。その時の体験がその後の人間形成の核の一つとなっていよう。科学者にならなくとも、昆虫採集の原体験が有ることで有意義な人生を楽しんでいる人は多い。昆虫を介して自然に直接触れ、親しむことにより、さらに周りに興味が広がって行き、さまざまな世界を知る喜びが得られる。

採集と言う行為は、まずは博物学の入り口の扉を開くことである。その意味で子供達の採集に対する興味を押さえつけるべきではない。入口の博物学から入った視野はさらに広がり、やがて地域の社会、伝統、文化と言った我々の社会が、各自の視野で見えてくるはずである。地域の社会、文化、伝統、歴史を尊重し、我々の多様な文化そのものに理解や価値を見出すようになって行くことが期待できよう。さらには世界への興味も広がり、ひいては自身の生き方を外から見ることにつながり、一層豊かな人生が送れるものと期待する。

私が昆虫採集を勧める一番の理由は、そこを入り口として、やがては私達が世界のいたるところで脈々と生を営んで来た、地域の文化や歴史を反映する、ヒトと自然をも含めた地域の固有性の貴重さに気付いてもらえるからである。



1. 昆虫の採集法と標本作製法

採集法

採集法の概略

野外に出るとさまざまな昆虫に出くわす。素手で捕まえるのが最も初歩的な採集方法であろうが、少し用具を使うだけで採集効率は格段に上がる。まずは、誰でもすぐに始めることができる必要最低限の基礎的な採集方法を説明したい。続いて、より工夫を加えた採集方法を紹介する。上級編とした特殊環境に生息する昆虫類の探索は、ごく参考程度のものである。

《基礎編》

服装

昆虫を探する場合、道路から外れて草原や樹林に入ったり、水辺で採集したりすることが多くなる。そのため、昆虫採集に行く時には、けがをしないように相応の準備をして出かけるのが良い。

服は皮膚をかくす長そでのシャツ、長ズボンが良いだろう。虫刺されや植物かぶれ、けがを防ぎ、強い日差しから皮膚を守るためである。熱中症を防ぐために帽子をかぶろう。長く歩く場合が多いので、靴ずれをしない履きなれたくつを履こう。また、石や草等で手を切らないように軍手を付けるのも良い。これに捕虫網や虫かご、採集等の採集用具を持つ。その他、タオル、水筒、筆記具、防虫スプレー、虫刺され薬等をリュックサックに入れて携帯すると良い。

採集用具

昆虫採集の初歩的な用具を紹介する。捕虫網と生かして持ち帰るための虫かごが最も基本となろうが、虫かごの中に昆虫をどんどん入れると、中の昆虫類は翅が破れたり、脚が取れたりして原型を維持しない。採集後に、標本作製の実施を考えた場合、以下の用具が基本となろう。

・捕虫網

一般的な採集に是非必要なもので、網の部分と、柄の部分から出来ている。網の部分は直径40-50 cm、深さは直径の2倍強のものが使いやすい(図3)。柄は普通1-2 mの長さだが、高い樹上に生活する昆虫を採集する場合はつなぎざおを用いる。

一般に、チョウやトンボは捕虫網に三角紙、甲虫やカメムシ類は捕虫網に毒ビンの組み合わせによる採集となる。

・毒ビン(毒管・毒つぼ)

甲虫やカメムシ等を採集し、持ち帰るためのもので、ふたを持つ管に、底に殺虫剤をしみ込ませた脱脂綿を入れたものである(図5-b)。複数持ち歩くのが良い。大型の昆虫用には直径8-10 cmほどの大型の毒つぼを用いる。殺虫薬は安全で使いやすい酢酸エチルが最も良いが、ない場合は

アルコールかアンモニアで代用すると良い。薬の容器やインスタントコーヒーの瓶等で代用できるが、ガラス製の容器は落とすと割れてしまうのであまり勧めない。

・三角缶および三角紙

チョウやガ、トンボ、カゲロウ、カワゲラ等の翅の発達した昆虫類は、採集した後、三角紙にくるんで持ち帰る。三角紙は三角缶に入れる。三角紙へ入れるのは、これらの昆虫の翅の表面を傷つけず、特にチョウやガでは鱗粉が取れないようにして持ち帰る必要があるからである。そのため、表面が平滑な紙質のもので作る必要がある。パラフィン紙が最適である。三角缶は三角である必要はなく、簡単なものを自作したい場合、四角いボール紙製容器の一方を上になるようにし、ひもをつければ出来上がる。



図 1. 三角缶(右)と三角紙(左)。三角紙はここでは小、中、大の 3 種類があり、昆虫のサイズに合わせて使い分ける。



図 2. 三角紙の作り方. 1) パラフィン紙を長方形に切る(左). 2) 斜めに折り、三角形にする(中). 3) へりのはみ出しを折りたたむ(右).

・ピンセット

直接手ではつまみにくい昆虫を採集する時に用いる。ただし、ほとんどの昆虫は指でつまめるので、刺し針を持つハチやアオカミキリモドキ等の有毒昆虫の採集時や指の入らない樹皮の間にいる昆虫、指ではつまみにくい小型の昆虫を採集する時等に使う。先の尖ったもの、平らなもの等色々ある。ピンセットは採集中に忘失しやすく、それ故、赤いリボン等を付けておくとともに、常時2、3本を用意しておく安全である。

基礎的な採集法

昆虫の採集には、出現時期、場所、昆虫の習性を知るなど、昆虫に出会うための知識や経験が必要である。昆虫類は直接目で確認できなくとも、多くの種が身近に生息している。スウィーピング(すくい採り採集)やビーティング(たたき網採集)を積極的に行ってみると良い。

・ルッキング(見つけ採り)

最も一般的な採集方法で、昆虫を目で探しながら道を歩き、発見した昆虫を採集する。カブトムシやクワガタムシは素手で採れるが、チョウやトンボは捕虫網を用いて採集する。地上に止まっているチョウは網を素早く上からかぶせて採る。花や葉に止まっているものは、それごとすくい取るようにして採集する。木の幹に止まっているものは下から上に向かって網を動かし採集する。チョウの場合は網の上から5秒ほど胸部を押し、呼吸を止め、その後網から取り出し三角紙に包み込む。チョウやガは翅の鱗粉が剥げやすいので、取り出す際には胸部を掴み、決して翅を掴まない。トンボの場合、そのまま網から取り出し、生きている状態で三角紙に包み込む。体の柔らかなアブやハエは、採集後他の昆虫が入っていない毒管の中に入れ、動かなくなってから取り出して三角紙に包み込む。



図3. 捕虫網を用いての見つけ採り採集。腰に三角缶を装着している。

特にガガンボは脚が取れやすしので、極力虫体に触れないようにして、毒ツボに入れ動かなくなったら三角紙に包み、三角缶に入れて持ち帰る。

目視での採集は、各種植物に着目するほか、枯れ木、倒木、石下等を探す。薪が積み上げられている場所は、甲虫類等の好採集地である。キノコを探せばそのみに着くキノコムシ等の昆虫が得られ、糞中、あるいはその下の土中では、珍しい食糞性コガネムシやハネカクシ等が採集できる。

・スウィーピング(すくい採り採集)

草原等で捕虫網で植物をさらい、採集する方法である。10回程度左右にさらった後に、網の中を確認すると良い。甲虫やカメムシ、バッタ等多くの昆虫類が採集される。小さい花が密集して咲く樹木には多くの昆虫が集まる。これらの花を網ですくい取ると成果が上がる。

・ビーティング(たたき網採集)

樹上性種や木に登って来た種を対象とする。木の枝や灌木を叩いて揺らし、下に落ちる昆虫を道具で受けて採集する方法である。捕虫網を使って昆虫類を受けても良いが、ビーティングネット(たたき網)に吸虫管(後述)を組み合わせると、小型の昆虫を容易に捕らえることができ、採集効率が上がる。

ビーティングネットは、四角い布を十文字に組んだ棒で広げたもので、一片の長さが70-100cm程度のもので使いやすい。持ち運びに便利な、折り畳み式の簡易ビーティングネットも作成可能である(図8)。さらには、折り畳み式の傘でも十分に機能する。

・石起こし、朽ち木崩し、がけ崩し

土中や朽ち木中に生息する昆虫類を採集する方法である。採集道具として、根ほりやシャベルが必要となる。根掘りは頑丈なものを選ばないとすぐに使えなくなる。スコップは、2つ折り式や3つ折り式の携帯用のものがザックにコンパクトに収まり便利である。

冬季にゴミムシやオサムシ類は、道の切り通し等に集まって越冬する。そのため、冬季に崖状となっている場所を崩して採集を行う。良い場所に出会うと、多くの種や個体を得ることが出来る。昆虫類の採集は年間を通して可能である。起こした石や崩した場所は、元に戻しておこう。

《中級編》

採集目的や昆虫が棲んでいる場所によって、採集する方法や用具が異なって来る。これらの採集用具を全て準備すると、どこかに探検に出かけるような重装備となる。それぞれの目的に沿って、自分で工夫し、改良して行くと良い。

調査や採集目的によって持参する道具は異なって来ようが、一般的な採集では、登山用のアタック・ザック等に、必要な採集用具を入れて持ち歩くと良いであろう。採集時には、ポケットの

多い上着や作業用ズボンを用いると便利である。上着は長袖のものを着用し、靴は底の厚いものを履く方が安全であるし、作業もしやすい。人によっては腕カバーやスパッツを着け袖口や足元からのムシやダニの侵入を防ぐ。それでも長時間の採集を行えば、カや他の吸血性昆虫の餌食になるので、多少の事には動じない鍛錬のつもりでいよう。湿地の調査では長靴の使用が無難である。薄暗い森林の中で採集する時には、ヘッドライトか携帯用の蛍光灯のような光源を使用した方がよい。昼間でも森林の中はかなり暗く、微小種は、補助光源なしでは見落としやすい。一方、炎天下での採集や調査では熱射病に十分留意すべく、調査地域の状況によって帽子やヘルメットを携帯したい。

・サンプル管(ビン)

採集した小型の昆虫を投入するもので、これらにはあらかじめ70~80%のエチルアルコールを瓶の半分ほど入れておく(図5-a)。サイズの異なる2~3種類を用意しておく方がよい。サンプル管はズボンのポケットや小物入れに入れ、未使用と使用済みの瓶の入れ場所を決めておくとうまい。土壌動物の採集では、基本的にアルコール入りのサンプル管を使う。また、小型の珍しい昆虫を採集した場合、毒管に入れずに、別に用意したサンプル管に入れて持ち帰った方がよい。

・吸虫管

動きの速い昆虫や小さな昆虫を吸い込んで採集するための道具である。片口式と両口式の二種類がある(図5-B, C)。ゴム管(ビニール管)を口にくわえ、ガラス管の先を昆虫に近づけ、息を吸い込むとそれによって昆虫が管の中に入り込む。簡便なものとして、適当な長さのガラス管の一端に、ナイロンスッキングや昆虫採集用の網の小片をあてがい、これをビニール管に押し込むと簡易吸虫管ができる(図5-A)。この吸虫管はアルコールの入ったサンプル管と一緒に使う。まず、これで昆虫を吸入し、サンプル管の中へ直接吹き出す。ボールペンのしんを取り除き、ガラス管がわりにボールペンの本体を使って簡単に作成することも可能である。

携帯用の電気掃除器を改良した吸虫管(吸虫機?)もある(図6)。生かしたまま昆虫を持ち帰る目的の場合、片口式吸虫管に大型の試験管(径3cm、長さ20cm程の大型肉厚の試験管)で自作することもできる(図5-D)。昆虫を採り終えたら口栓をはずし、試験管の口を脱脂綿等で栓をする。

・ビニールシート

落葉土層や土塊をこの上でほぐし、土壌中の昆虫を採集したり、枯れ枝中の昆虫をここへ叩き落とすために用いる。2枚を携帯し、内1枚は腰を下ろす時の敷布として使っても良いだろう。白色でも問題ないが、薄い灰色のものが小昆虫を識別しやすく最も機能的に思える。

・吸血昆虫忌避剤・虫さされ薬

特に夏場、樹林内で採集をする時には極力持参することを勧める。長時間の探索、採集には、

腰に取り付けるタイプの野外作業用の蚊取り線香を用いている。スプレー式や塗布式の忌避剤は簡便ではあるが、汗をかくと流れやすく、長時間の採集や調査には不適である。

・目的によって、のこぎり、ドライバー、ビニール袋、プラスチックケース、ルーペ、野帳、マジック、軍手、剪定ばさみ、ものさし、ビニールテープ、筆記具、カメラ等の携帯。

のこぎりは枯れ枝等に営巣する種の採集に用いられる。ドライバーは、樹皮下の昆虫を探し出す時に樹皮をはがすために用いる。定ばさみは比較的小さい竹や枝を割る時、あるいは土中の根を切り除く時に便利である。ビニール袋やプラスチックケースは、生かしたまま昆虫を持ち帰る時に用いる。長時間プラスチックケースに入れておくと、蒸れて死にやすくなるため、プラスチックケースの一部に窓を空け、そこに網をかけ、蒸れないように工夫したものも作れる。ビニー



図 4. 採集用具の例。アリ採集を目的とした場合に準備する用具一式。採集や調査の目的によっては捕虫網は含まれない。用具の下の白色の敷布はビニールシートでこれも調査用の道具である。

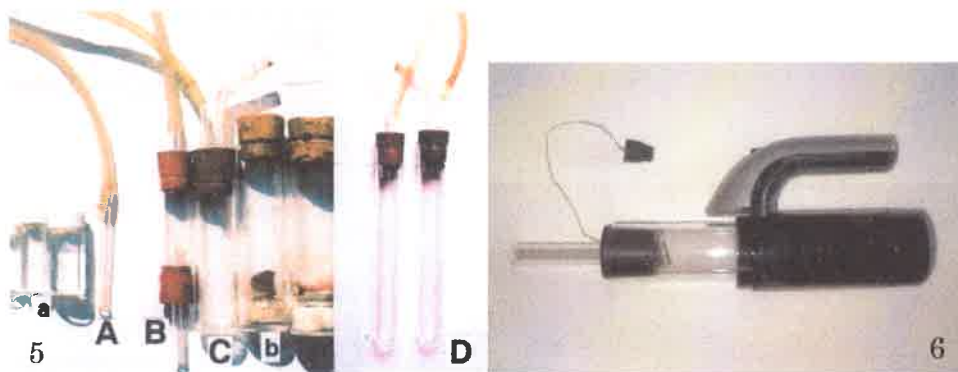


図 5. 吸虫管。A, 簡易吸虫管；B, 両口式吸虫管；C, 片口式吸虫管, D, 生体持ち帰り用吸虫管(管の長さ 20cm)。a, サンプル管(中に 80%アルコールが入っている)；b, 毒ビン(毒管)。

図 6. 電動式吸虫管。電池式の卓上クリーナーを改良したもの。右半分が卓上クリーナーの本体。ルーペは、アリやハチの営巣場所等をマークしておく時や、トラップ(わな)を仕掛けた際にトラップの位置を示すために用いる。箸にあらかじめ赤色ビニールテープを旗状に添付したものを

準備しておいても良い。特にベイトトラップやピットホールトラップを設置した場所に、同時にこれを立て、設置場所が分るようにしておくためにも便利に使える。

各種採集方法

1) 灯火採集(ライトトラップ)

灯火に飛来するさまざまな昆虫類の採集を目的とする。居住区域では、灯火のある場所を回るだけでも多くの昆虫を採集することが出来るが、光源のない場所では、携帯用の蛍光灯と白色シートを持参して採集することができる。ガを採集する場合、毒ツボを用い、毒ツボ内で死んだ個体を次々と三角紙に移しつつ採集を行う。毒管は体の固い甲虫用と、柔らかいカゲロウ、カワゲラ等用とに使い分ける。温度や湿度、天候等の気象条件によって異なるが、通常 21 時から 22 時頃に昆虫の飛来数がピークとなる。

2) 水生昆虫類の採集

捕虫網の代わりに水網を準備する。外枠や網の部分が丈夫に作られており、水生昆虫を採集するのに都合がよい。水草ごとすくい取ると、目視できなかつた水生昆虫が多く入る。魚用のたも網は網目が荒すぎて昆虫の採集には不適である。流れのある川では、水網を下流側に置き、そのすぐ上流側、川底の石を起こすと、カゲロウ、カワゲラ、トビケラ、トンボの幼虫等さまざまな昆虫が網に入る。

3) 土壌中の昆虫類の採集

土壌中に生息し活動する昆虫類を効率良く採集できる最も簡便な採集方法は、ふるいとトレイを用いて落葉土層をふるう「土壌ふるい法」であろう。また、ツルグレン装置やウインクラーサックを用いると、なかなか採集できない微少な珍しい種類を抽出することができる。

・土壌ふるい法（ざるふるい法）

ざるのようなふるいと白色あるいは淡色のトレイを用いて落葉土層をふるい、林床に棲んでいる昆虫を採集する。道具としては簡単なものであるが、非常に採集効率が良い。

・ツルグレン装置・ウインクラーサック

林床性及び土中性の種の採集に有効で、希少種の採集効率も良い。特にウインクラーサックは大きな荷物とならず、現地の調査中に実施できる機動性を持っている。落葉層を中に入れ、壁にかけておき、昆虫が下に落ちるのを待つ。

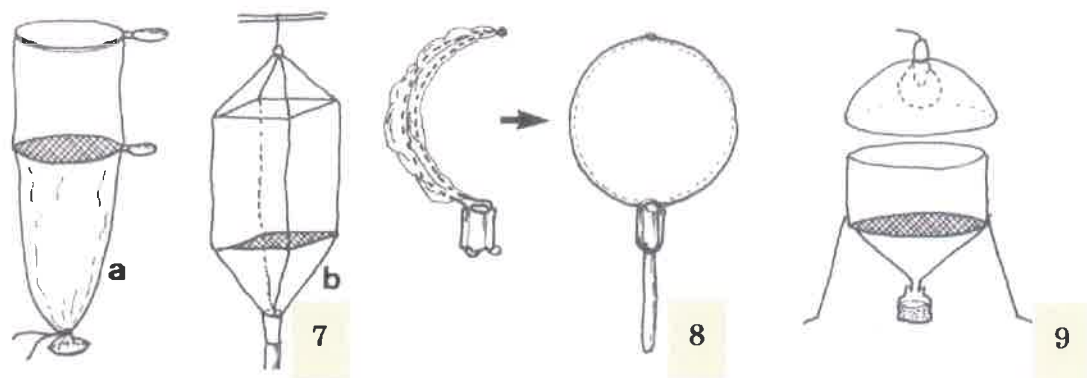


図 7. ウィンクラーサック. リターシフト(a)を用いて、葉や枝を取り除いた落葉土成分をウィンクラーサック(b)に入れる。ウィンクラーサックは壁等に吊るしておき、土壌動物の落下を待つ。図 8. 簡易ビーティングネット. 二折式捕虫網の枠を利用して作成する。図 9. ツルグレン装置. 上から光を当て、その光と熱で土壌動物を抽出する。温水に装置を入れて土壌動物を抽出する方式のものはベルレーゼ装置と呼ぶ。

4) トラップ(わな)による採集法

・ベイトトラップ

餌を置き、それに昆虫を誘き寄せて採集する方法。地上のトラップを置く場合、餌としては、液体食を主要な餌源としている種を引き寄せるためのハチミツや、肉食性種を引き寄せることを狙ったソーセージやツナが良く用いられる。スイカの皮やモモ、リンゴの皮を草むらや林内に設置する方法もある。樹林で良く用いられるものとして、ペット容器を木の幹に巻き付け、中に餌を入れて昆虫を集めると効率が良い。特に容器を用いない簡便な方法として、樹幹に蜂蜜を塗る糖蜜採集法がある。ハチ類の採集のために、砂糖水を灌木に吹き付けて飛来を待つ方法や、灼熱の熱帯域では、水を撒いてチョウの飛来を待つ採集方法等もあり、いろいろと工夫が出来る採集法である。

・バタフライトラップ

チョウ採集を目的としたベイトトラップである。薄い布で外面を覆い、下端にチョウの入り口を作っておく。容器の中にバナナやパイナップルを置き、これにつられて飛来したチョウを採集する方法である。チョウは容易にトラップの中に入るが、外へはなかなか出られない。

・落とし穴トラップ (ピットホールトラップ)

コップ等の容器を、地表面すれすれまで埋め込み、そこに落ち込んだ昆虫を採集する方法。地表面で活動する昆虫の採集を目的とする。落とし穴に落ち込んだ昆虫は、容器の壁が滑るため上へ這い上がれないことを利用している。通常はベイトトラップとの組み合わせで、容器の中に肉(腐肉採集法)を入れたり、酢やアルコール、カルピス等の液体誘因物質を入れたりして効率的に

昆虫類を集める。大型の洗面器を埋め込み、中にベイトの入った容器を置いてみるのも良い。容器は通常翌日に回収に回るが、野犬や野ネズミに荒らされるものが少ないのが弱点である。また、夜に雨が降る可能性がある場合、紙皿等に串を刺し、雨除けとして容器の上に設置することもある。

・歩行トラップ

地表活動個体を採集するトラップである。例えば四方に登り口を作り、地表活動個体がかから中に入るようにしてある。トラップの中には捕虫器があり、ここで捕獲される。

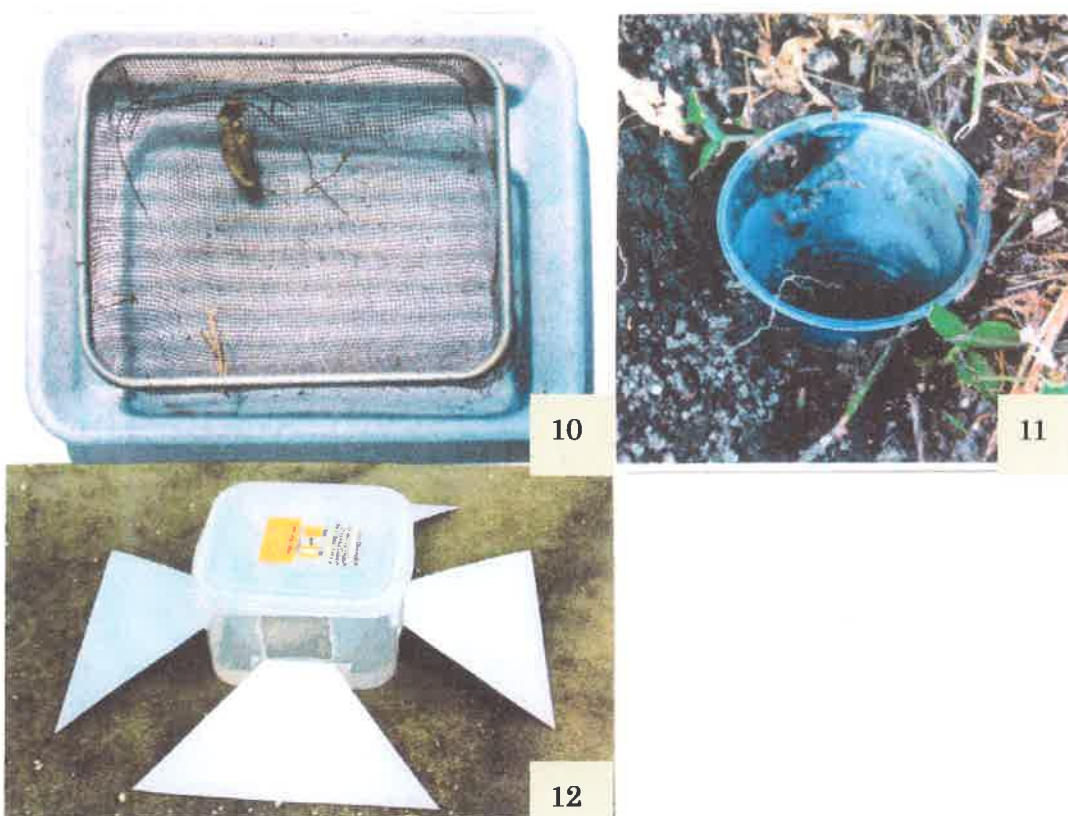


図 10. 土壌ふるい用のざるとトレイ。落葉層をざるでふるい、昆虫他の土壌動物をトレイに落下させる。

図 11. 落とし穴トラップ(ピットホールトラップ)。図 12. 歩行トラップ。

・倒木トラップ

薪置き場は多くの昆虫類が集まる、好最終地点である。樹林内で、あらかじめ倒木を一カ所に集め、そこに集まる昆虫を採集する方法である。倒木を自宅に持ち帰り、そこから羽化する昆虫を採集する方法もある。

好蟻性昆虫を効率よく採集するためのものとして、植木鉢トラップがある。アリの巣口に素焼きの植木鉢をひっくり返しにして置くだけのものであるが、これによって巣中の好蟻性昆虫が植木鉢の中に上がり、通常の方法ではなかなか採れない珍しい種が容易に採集できる。

・マレーズトラップ

飛翔中の昆虫が、壁等の障害物に当たると上方へ上がる性質を利用したテント型の捕虫トラップである。長期間設置したままにでき、大量の昆虫類の採集が可能。

・衝突板トラップ (FIT)

プラスチック板(透明ビニールシートでも可)を立てておき、それに当たった昆虫が下に落ち、捕獲されるトラップ。板の下には防腐剤(ホルマリンかエチレングリコールが簡便)を加えたパットを置いておく。マレーズトラップも衝突板トラップも、昆虫の飛翔を利用した広義のインターセプトトラップである。

・羽化トラップ (エマージェンストラップ)

布やブリキ板等でピラミッド型の本体を作り、これを地表に設置し、土中から羽化して出て来た個体を捕獲する。本体に頂上に捕虫器をつける。



図 13. マレーズトラップ。障害物に当たった飛翔昆虫は、写真では左方に上がって行く。左端の上部に捕虫器が設置されている。図 14. 黄色水盤トラップ(イエローパントラップ)。膜翅目、双翅目、半翅目等の飛翔昆虫が水盤に落ち込む。

・黄色水盤トラップ (イエローパントラップ)

黄色の平たい容器に水を張っただけの単純なものであるが、様々な昆虫がその中に落ち込む。容器に張った水には中性洗剤を僅かに入れる。数日間放置する場合は、さらに防腐剤(ホルマリンかエチレングリコールが良い)を加えておく。母巢を飛び立ったアリの有翅メスやオス個体も採集できる。

《上級編》(特殊環境に棲む昆虫類の採集)

昆虫は地球のさまざまな環境に見られる。極端な環境を挙げれば、油田の中や、ヒマラヤの標高 5000m を超える山岳氷河、年間を雪と氷で覆われた南極にも昆虫が生息している。このような過酷な環境に棲む昆虫類の姿は鮮烈である。生物学的には、昆虫が環境に良く適応して生活していることを理解するのに、これらは最適な例となる。これらの昆虫に出会うためには、その環境へ行かなければならない。もちろん、特殊な環境へ向かうことから、高い技術と知識、強靱な体力を身に着けるための修練が必要にもなってくる。

・洞窟の昆虫

特に石灰岩地帯に見られる鍾乳洞を中心とした洞窟内では、暗黒、多湿で温度変化の少ない環境にある。湿度はほぼ 100%、温度は日較差、年較差ともに小さい。暗黒の環境にあることから光合成を行う植物は不在であり、よって草食性動物も不在である。にもかかわらず、洞窟内には目のないトビムシやゴミムシ、ヤスデなどが生息しており、しばしば洞窟とつながっている地下水には、目のないゲンゴロウ等が見られる。このような洞窟の中へ向かうためには、岩壁登攀の技術が必要である。

近年、これらの洞窟性昆虫は洞窟の中のみで暮らしているのではなく、本来土中の深い場所を生活の場としている生物であることが判明している。そのために、洞窟に行かなくとも、高い切り通しの一番下の部分を掘り取ることで、運が良ければこれらの昆虫類を採集できることが分かって来た。

・高山の昆虫

温度要因の制約が強くなる厳しい環境にある。ヒマラヤの 5000m 地点の氷河上にも翅を欠くヒョウガユスリカ等が生息している。これらの昆虫では 0℃付近でも体内の酵素が最も良く働くようになっている。一般に高山性の昆虫類は年間で特定の時期に限って活動し、成長が可能な状況にある。調査のためには積雪期を含む登山技術の他、岩壁登攀技術が必要である。

・極地の昆虫

南極と北極では地理的な相違が見られる。南極は大陸で、かつ他の陸地とは隔絶されているが、北極では生態系が連続的で、シベリアのタイガ林から寒さに強いコケや地衣植物が見られるツンドラ、そして雪と氷の極地となる。

南極では高等植物は 2 種のみが知られ、大陸の周辺部分に地衣、コケ類がパッチ状に見られるのみである。そのような植生下に 40 種ほどのトビムシ類やダニ類が見られる。南極のトビムシは -70℃でも生き残ることが知られている。昆虫類では、翅を完全に退化させたナンキョクユスリカ一種のみが知られている。これはブリザードが吹き荒れる厳しい環境下で、生活圏から吹き飛ばされないためのものであろう。他に、ペンギンやアザラシに寄生するシラミ類が数十種類

知られている。南極にせよ北極にせよ、知識と耐寒訓練、サバイバル技術の修得が必須の環境である。

・ 砂漠の昆虫

年間降水量が少なく、非常に乾燥した環境にある。また、日較差が大きく昼間は暑く、夜は冷え込む生物にとって過酷な環境にある。砂漠は大陸内部に発達し、土壌環境から砂質砂漠や岩石砂漠等に区分される。動物も植物も乾燥に対する適応様式を持っており、昆虫類では水分を集める溝を上翅を持つなど効果的に水分を入手する形態を持つものがある。温度条件から、砂漠の昆虫の活動時間は早朝と夕方、あるいは夜に限られる。砂漠への探査で、単独行はあり得ない。1台がタイヤを溝には取られた場合、単独での脱出は不可能で、調査用車両は2台以上でチームを組んで行われる。



図 15, 16. 砂漠地帯での調査.



図 17. 洞窟での調査. 入り口では、ザイルや簡易はしごを使って洞窟内へ降下する。図 18. 岩壁登攀の訓練. 岩壁登攀技術は山岳での調査の他に、洞窟での調査や無人島等の困難な島嶼での調査の際に必要となる。図 19. 積雪期の高山帯での調査.

・ 熱帯雨林の昆虫

熱帯や亜熱帯では樹上性の昆虫を採集するために、岩壁登攀用具を用いて木に登り、採集を試

みる方法がある。樹上には多くの昆虫が棲んでおり、地上部と樹上部での種の割合はおよそ1:2であると言われる。しかし、これまでの多くの調査は、熱帯多雨林の地上部で行われており、樹冠を含む樹上部の昆虫相はあまり調べられずに残された状態にある。熱帯・亜熱帯に多く見られるオオタニワタリ等の、樹木の高い場所に付着して生育する着生植物の根元にも独特の動物群集が形成され、そのみで得られる昆虫類も少なくない。地上部から馬力のある機械を使い燻蒸剤を噴き上げて、樹冠の昆虫を地上に落として採集する(フォギング法)研究者もいる。

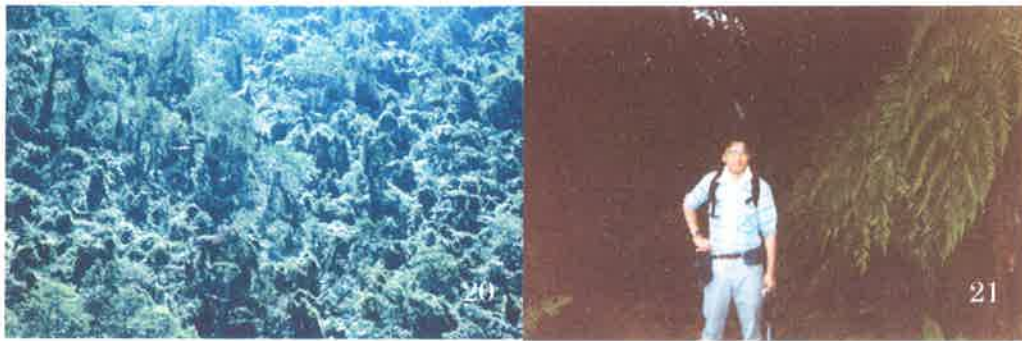


図 20, 21. 熱帯多雨林での調査. 熱帯多雨林は、高木が数十mの高さとなり、樹木部分の階層構造が発達する。樹木に取り着くつる植物や着生植物が非常に多い。

標本作製法

持ち帰った採集品は基本的に乾燥標本とする。ただし、研究によっては大量の個体で保管する必要が生じ、証拠標本や後の研究に役立てるためにも、液浸標本で保管する必要もある。基本的には大型の個体は、採集個体を一本の昆虫針に留め、採集データラベルを添付する。小型個体の場合、台紙に採集個体を貼り、その台紙を昆虫針に留め、採集データラベルを添付する。採集データラベルは小さいほど、後の作業の際に扱いやすくて良い。

標本作製用具

・展翅板

チョウ、ガ、ハチ、トンボ、バッタ、クサカゲロウ等の翅を広げた状態の標本を作製するための板である。腹部が入る中央の溝は大きさが異なる何タイプかがあり、体の大きさに合ったものを使う。発泡スチロール板を使って自作もできる。広げた翅を押さえるために展翅テープ、留め針とともに使う。

・展足板(乾燥板)

甲虫、カメムシ、開翅をしないセミ、トンボ、バッタ等の脚や触角をそろえ、乾燥させる時に使う。市販のものは、長方形の箱型の台の上にコルク板が貼ってあるが、発泡スチロールで自作しても良い。

・昆虫針

長さ 40 mm のさびにくいステンレス製の針で、太さに数種類がある(図 22, 左)。頭部のある有頭針とない無頭針があるが、無頭針はけがをしやすく、有頭針の使用を勧める。昆虫の大きさに合わせて針の太さを選んで使う。100本で300円程度。

・三角台紙・四角台紙

厚手の紙を小さく切ったもの。体の小さな昆虫をのりで台紙に貼りつけ、台紙に昆虫針を刺して使う(図 22, 中)。名刺やはがき程度の厚紙で、自作することができる。標本の貼付に使うのりは、一般には水溶性の木工用ボンドが良い(長期の標本保存を考えた場合、にかわで接着することが最良ではある)。

・平均台

虫体や台紙、データラベルを針に刺す時に高さをそろえるために使う(図 22, 右)。通常3段と4段のものがあり、それぞれ3段階、4段階の所で標本個体や標本台紙の高さを揃えることができる。

その他の道具

まち針(留め針), ピンセット, 柄つき針, 脱脂綿, 解剖ばさみ等。

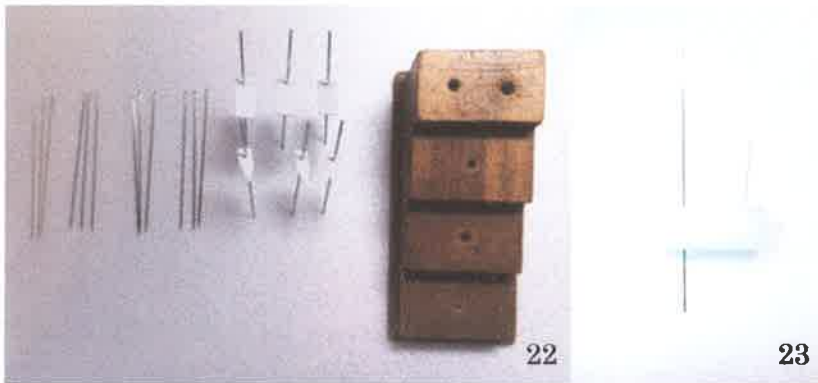


図 22. 左から昆虫針, 昆虫針に取りつけた台紙, 平均台. 昆虫針は左から 00 号, 2 号, 4 号, 5 号と呼ばれ, 針の太さを表す. 台紙に用いる昆虫針は太い 4 号か 5 号針が良い.

図 23. ダブルピン. 昆虫針を 2 本使って作成する二重式標本用のもの. 細い方の針を微針と呼ぶ. 微針の上に昆虫の体を刺し込んで標本とする.

A. 乾燥標本の作成

以下に, 一般的な標本作製の要領を示す. 標本は, 後に写真撮影がなされたり, 必要によっては走査電子顕微鏡が使用される場合もあるので, 標本に付着するごみやよごれは事前に取り除いておく. 大型甲虫等で汚れがひどい場合, 熱湯に浸して汚れを取り除いた方が良い.

1. 大型個体

1-1. 展翅板を使い開翅標本にする場合

以下にチョウやガの開翅標本の作製手順を示す.

- 1) 翅や体の大きさに応じた太さの昆虫針を背面の中央から垂直に刺す.
- 2) 昆虫針の 1/3 の長さが, 体の上に残るように虫体の位置を調整する.
- 3) 体に合ったサイズの展翅板を選び, 昆虫針が前後左右から見て展翅板の板と直角となるようにする.
- 4) 展翅板よりやや長めの細いテープを溝に沿って両側に置き, 左右の翅をそろえて留め針で留める.
- 5) 先に右か左の一方の翅を整える. テープの下方を手で押さえ, もう一方の手に留め針を持ち, その留め針で前翅の太い翅脈をひっかけて, 前翅の後縁が溝と直角以上になるように引き上げて行く(鱗粉が取れ, 傷とならないように慎重に作業する).
- 6) もう一方の翅も同様に引き上げて行き, 左右の翅が対象となるように整える.

- 7) 後ろ翅を整え，テープでしっかりと留める。
- 8) 外側に出ている翅の部分を幅の広いテープで覆い、留め針で留める。
- 9) 留め針を使って触角や腹部の形を整える。触角は先端までが直線状となるように留め針で留めるとより美しい標本となる。腹部が下がらないように、腹部の下には脱脂綿を丸めて置く。
- 10) 標本データを記入したラベルを標本のそばに留めておく。
- 11) 一週間以上置き，完全に乾燥したら留め針と展翅テープを外し，標本を取り外す。触角を留めている留め針を外す際には，触角を折らないように特に注意して取り外す。

ハチ，トンボ，バッタ，セミ，ナナフシ，カマキリ，カゲロウ，シリアゲムシ，クサカゲロウ，ヘビトンボ，トビケラ等の翅を広げた状態の標本を作製する場合，鱗粉で覆われているチョウやガと異なり，翅を展翅板に広げる際に，翅に留め針による傷が付きにくく，作業がやり易いが，触角の長いものは触角を整え，さらに脚を左右対称となるように整える必要がある。

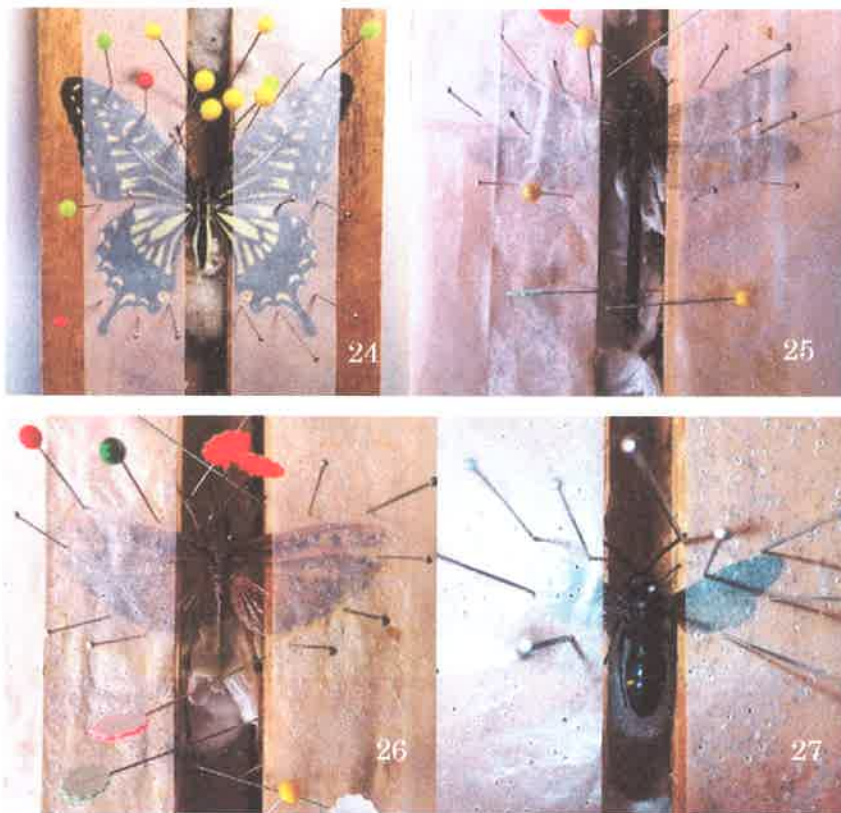


図 24-27. 展翅板での展翅状況. 24: チョウ, 25: トンボ, 26: バッタ, 27: ハチ.

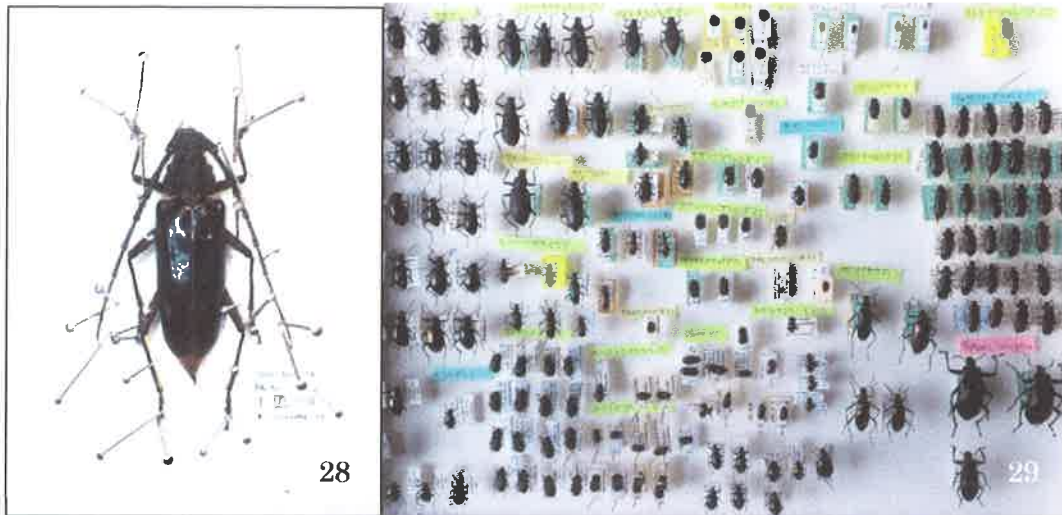


図 28. 展足の様子. 展足板として発泡スチロールを用いている. 図 29. 展足されたゴミムシダマシ類の標本.

1-2. 展足板(乾燥板)を使う場合

大型甲虫類, 半翅類, 開翅しないハチ, トンボ, バッタ, ナナフシ, カマキリ等の標本.

- 1) 昆虫針を体に刺し, 虫体がコルク板に着くまで展足板に深く刺しこむ.
- 2) 留め針で触角や脚を整えて乾燥させる. 脚の付節がまっすぐに伸び, 先端の爪が上方を向くように留め針で整えると美しい標本となる. 触角も直線状となるように留め針で整える. トンボの横刺し標本の場合, 翅が開かないように, テープで留める.
- 3) 標本データを記入したラベルを標本のそばに留めておく.
- 4) 十分に乾燥したら, 留め針を外し, 標本を取り出す.

2. 小型個体

虫体に針を刺せない小型の昆虫は, 三角台紙あるいは四角台紙に貼りつけ, その台紙に昆虫針を通して標本とする. 同一場所で同一種が多く採集された場合, 1本の昆虫針に2-4枚の台紙を刺す場合もある. ハチやアリ等の研究目的の標本では, 胸部側面の状態を調べやすくするために, あえて脚を下方に伸ばす標本を作製する場合が多い. 目的によって適切な標本を作製する必要がある.

- 1) 採集品を, 腹面を上にして台の上に乗せ, 留め針や柄つき針, ピンセットを使い触角や脚を伸ばす. 採集してすぐに作業を行うよりも, 多少時間が経ち, 死後硬直が解けたタイミングの時に最も作業しやすい.
- 2) 針を刺した台紙の先端にノリを着け, これを上下に反転させ, 虫体の胸部に貼りつける. ノリは多く着け過ぎないように注意する.
- 3) 標本によっては, 触角や脚を台紙に着いた状態で再度整形する.

4) 標本データラベルを付ける。

その他、小型の昆虫用として、長短2本の昆虫針を用いて作成する二重式標本もある。使用する短い針は、微針と呼ばれる取り分け細い針である(図 23)。二重式標本とすると、標本の腹側の観察も容易となる。



図 30, 31. 台紙を用いて作成されたハムシ類の標本。

3. 特別な処置が必要な昆虫

甲虫類では、大型のものでもそのまま乾燥させることができる。しかし、トンボ、バッタ、コオロギ、キリギリス、カマキリ類では、内臓が腐敗しやすく、そのため標本作成時に内臓の取り出しが必要となって来る。さらに、トンボ類では、腹部が折れやすいため、標本作成時に体の支えとなる植物の茎を体内に挿入することが必要である。

・トンボ類

イトトンボを除くトンボ類では、採集してすぐに殺すと色がひどく変わってしまうため、一晚三角紙に入れたままにして、脱糞させる。その後、胸部腹面から腹部をハサミで切り開いて内臓を取り出す。トンボの内臓は死後、直ちに腐敗が始まるため、その前に取り出す。取り出した後、腹部が折れないようにイネ科植物の乾燥させた茎を体内に挿入する。この茎は頭部から腹部末端まで支えるようにする。茎の一方を斜めに切り、そこを頭部に刺しこむと良い。その後、開翅標本、あるいは横刺し標本として整える。イネ科植物の茎は、イトトンボ用からヤンマ用まで太さの異なるものをあらかじめ乾燥させて用意しておく。

・バッタ・コオロギ・キリギリス、カマキリ

これらの昆虫では、死後内臓の腐敗が始まるため、その前に内臓(消化管)を取り出しておく必要がある。バッタ・コオロギでは、頭部と胸部の境目の背面を切り開き、そこからピンセットを挿入して消化器官を取り出すことができる。カマキリの場合、腹部を腹面からハサミで切り開き消化管を取り出す。バッタ・コオロギでもこの方法で消化管を取り出しても良い。内臓を取り出

した後、腹部に脱脂綿を入れて腹部の形を整える。他に、腹部にホルマリンを注射して腐敗を抑える方法もある。



図 32. トンボ類の標本. 開翅標本と横刺し標本が含まれている. 図 33. バッタ類の標本.

4. 標本データラベル

標本に添付するデータラベルは、無くてはならない重要なものである。これのない標本は学術標本とはみなせない。せっかく採集し、標本としたものであるから、将来に渡って参照可能な科学的価値のあるものにしておきたい。最低限の必須となる情報は、採集場所と採集年月日である。



図 34. データラベルの例. 図 35. 三角台紙を用いた乾燥標本. 2 枚の標本データラベルの他、水色の同定ラベルが貼付されている. 図 36. 大型個体の乾燥標本.

データラベルは、三角台紙と同様になるべく小さく作成する。そのため普通に市販されているラベルの 2/3 から 1/2 程度の幅ものが良い。海外の研究者へ標本が渡る事も多いので、国内で採集したものであっても、採集地に国名までを記しておく方が良いであろう。また、標本には生態情報、標高、位置情報(GPS データ)等を盛り込んだ補助ラベルを添えることも多い。データラベルを針に刺す時には、書いた文字が針でつぶれないように注意したい。しばしば訪れる採集地や、

大規模な調査を行なう時の分や補助ラベル等は予め印刷しておく方が良い。種名が分かった場合、同定ラベルも添付しておくが良い。また、標本台帳を準備している場合、標本番号も添付する。

B. 乾燥標本以外の標本作製

液浸標本の作成

乾燥標本になりにくい、シロアリ、アブラムシ(アリマキ)やカイガラムシ、体の柔らかい幼虫等は液浸標本として保管する。また、多くの個体が得られた場合も液浸標本とする時がある。液浸標本保存用のふたがしっかりと閉まる管に、通常 80%程度のエチルアルコールを入れ保管する。イソプロピルアルコールあるいはプロピレングリコールでも構わない。脊椎動物の液浸標本に使われるホルマリンは虫体を固くさせ、色を脱色させるので好ましくない。採集データ(鉛筆書き不可、時間が経つと読めなくなる;製図用インクで記入)をサンプルごとに忘れずに入れる。

持ち帰った標本を、液浸で保存用の小さいクダ管に入れ、それをさらに大きな瓶に入れる二重瓶式標本にして保存しても良く、この方がむしろ余計なスペースを取らなくて良い。99%アルコールで保存した方が後に取り出して乾燥標本にする際に、脚や体が良く動かせ、後に標本からDNAを取り出すことも可能なので、より好ましいと言う見解もある。液浸標本は退色し易いので、必ず暗所に保存し、必要な時以外には光にさらさないようにする。

プレパラート標本の作成

研究目的によっては、プレパラート標本を作製する。体長1 mmもないようなとり分け小型の昆虫や、体の柔らかいアブラムシ等はこの方式で保管される。さらに、触角や脚等の微細な構造を調べる場合も、プレパラート標本にする。組織標本を作成する場合は固定、脱水、染色等の処理が必要となるが、交尾器や口器、脚等を標本とする時は、通常、軟化、脱色を行い封入する。圧平されると具合の悪いものには、浅いホールスライドグラスを用いると良い。プレパラートには、どの標本個体のものであるのか対応できるようにデータラベルを貼付しておく。簡便な方法として、封入剤のユーパラルとマウント用小型カバーグラスを使い、針刺しプレパラート標本とする手法がある。



図 37. 液浸標本. 図 38. 二重瓶式標本. 図 39. ユニットボックスを用いて整理された標本箱. 図 40. プレパレート標本.

標本の保管

昆虫標本は、そのままにしておいてはカビが生え、虫に食われてしまう。必ず標本箱の中に入れて保管する。標本箱の中には防虫剤としてパラゾールを入れておき、一年に一回新しいものと入れ替えるようにする(以前はナフタリンが良く用いられたが、発癌性があることが分かり、勧められない)。標本箱は日の当たらない湿度の低い場所に保管する。標本が多くなって来た場合、小型の標本小箱(ユニットボックス)に種、あるいは属や科単位で並べ、その標本小箱を大型標本箱の中に配置して保管する方が、移動や整理の際に圧倒的に便利である。博物館での研究用昆虫標本は、およそこの方式で保管されている。

人によっては、標本台帳を作製している。所蔵している種や標本情報がすぐに分かるようにするためである。その場合は標本に標本番号(ID-code ; 例えば MT-HY-0001)を添付し、標本台帳の項目は標本番号で対応するようにしておく。乾燥標本と液浸標本の2系列、さらにはプレパレート標本の3系列の標本がある場合、標本番号により対応関係が分かるようにすることができる。以前は台帳、またはカードを用いて登録・整理していたが、今日ではデータベースソフトを用いてパソコンで管理するのが一般的であろう。



図 41. 標本箱に収められたトリバネアゲハ類の標本。(ワシントン条約に抵触しない標本である)。

検鏡

乾燥標本の小型の種は、ルーペか双眼実体顕微鏡で観察する。多くの個体は 10 倍から 40 倍程度で観察することができる。双眼実体顕微鏡で観察する際は、小型標本支持台 (Insect holder) を用いると便利である。この支持台は直交する二つの回転軸をもつが、支持台そのものを回転す



図 42. 双眼実体顕微鏡. 図 43. 小型標本支持台.

ることと併せ、双眼実体顕微鏡下で短時間に虫体を必要な方向に固定できる。このため乾燥標本は、支持台で検鏡し易いように三角台紙や標本ラベル等のサイズを考えて作製する必要がある。また、そのことが標本収納のスペースを節約し、標本取り扱い中の破損の防止にもなる。プレパラート標本は通常の光学顕微鏡を用いて観察を行う。

同定依頼

研究成果を発表する等の正確な名前を知る必要がある時に、専門家に標本を送って調べてもらうことができる。ただし、研究者は、本来の業務や研究により、多忙を極めている場合が普通である。そのような中で、研究者に同定作業に時間を裂いてもらう訳であるから、標本の点検や発送時の手間を極力かけさせないことが最低限のマナーと判断している(青木, 2005, 2011; 寺山他, 2014)。

1) 同定依頼文の発信

研究目的や標本の量、標本の状態、同定期限、さらにどのような方法で調査を行ったか、どのような発表を考えているかも含めて、書面で依頼を行なう(最初のコンタクトが電子メールであっても構わないが、正式な依頼文として書面を出すべきである)。特に研究者にとっては、研究目的は重要であり、その目的によって同定時間を裂く、裂かないを決める人も多い。博物館等の公共機関が教育目的により、標本の種の確定を求めるケースも少なくない。

同定者の同意が得られれば、標本を発送する。標本は返送を求めないことが基本であるが、事情があり、標本の返却を希望する場合は、事前に申し述べ、了承を得ておく必要がある。

2) 標本送付の留意点

1. 標本は、あらかじめ同一種、あるいは近似種と思われるものをまとめる程度の整理を事前に行い、それを送る事。

2. データラベルのついた完全な標本を送る事。脱脂綿の上に採集個体を並べ、それを簡易的に紙で包んだもの(たとう紙の中に押し込んだままの標本)や、仮に標本となっても事前の整理が全くなされておらず、名前の分からない個体を標本箱の中に詰め込んだものは拒絶される可能性が高い。ただし、事前の説明を受け、同定者が同意した場合は、正式な標本の状態になっても同定を引き受ける場合も少なくない。

3. 標本送付の際に、同定者が同定結果を書き込めば良いように、あらかじめ記入用の用紙を準備、同封すること。たとえば、標本や分類された種ごとに番号や記号をつけ、その番号や記号を記入用の用紙に書き込んでおくこと。

4. 標本の返却を求めない事。分類研究者は、時間は何よりも貴重で、標本返却の手間さえ惜しい人が多い。基本的に標本は譲渡し、切手と宛名を書いた返信用の封筒と同定結果を記入する用紙を同封すべきである。事前の了解が得られていれば、電子メールのやり取りで同定結果を受け取ることも可能である。

ただし、何らかの事情により、標本の返送を希望する場合は、前述のとおり同定依頼文の中で理由を述べて頼んで見ると良い。

通常は同一種と思われる個体を手元に置き、さらに一部を同定用に送付するが、一個体のみが送付されて来た場合、同定に困難が伴う場合がある。生物には必ず変異があり、一個体だけの標本を点検しなければならない場合、それが、ある種の個体変異や地理的変異の範疇なのか、あるいは別種なのか判定不能となる場合がある。貴重な標本に、正しい分類学的位置づけがなされるためにも、可能な範囲で複数個体を送付されることを勧める。

参考文献

- 青木淳一, 2005. だれでもできるやさしい土壌動物のしらべかた 採集・標本・分類の基礎知識. 合同出版社, 102 pp.
- 青木淳一, 2011. むし学. 東海大学出版会, 210 pp.
- 青木 良・橋本健一, 1974. 昆虫の採集と標本の作り方. ニュー・サイエンス社, 70 pp.
- 馬場金太郎・平嶋義宏, 2000. 新版昆虫採集学. 九州大学出版会, 812 pp. (馬場金太郎・平嶋義宏, 1991. 昆虫採集学. 九州大学出版会, 666 pp.)
- 福田晴夫・山下秋厚・福田輝彦・江平憲治・二町一成・大坪修一・中峯浩司・塚田 拓, 2009. 昆虫の図鑑 採集と標本の作り方. 南方新社, 262 pp.
- Gibb, T. J. & C. Y. Oseto, 2006. Arthropod collection and identification. Academic Press, 311 pp.
- 本田正次・牧野晩成・古川晴男・中山周平, 1959. 採集と標本の図鑑. 小学館, 157 pp.
- 加藤正世, 1930. 趣味の昆虫採集. 三省堂, 201 pp.
- 曲直瀬愛, 1883, 採虫指南. 東京書肆(出版者: 穴山篤太郎), 76 pp.
- 松沢 寛・近木英哉, 1971. 昆虫の採集法と標本の作り方. 東洋館出版社, 177 pp.
- 中武雅周, 1978. 昆虫の採集と観察. さらえ書房, 190 pp.
- 大原昌宏・澤田義弘, 2009. パラタクソノミスト養成講座. 昆虫(初級)採集・標本作製編. 北海道大学総合博物館, 15 pp.
- 大阪市立自然史博物館(編), 2007. 標本の作り方 自然を記録に残そう. 東海大学出版会, 190 pp.
- 寺山 守, 久保田敏, 江口克之, 2014. 日本産アリ類図鑑. 朝倉書店, 東京, 278 pp.
- 全教図(編), 1976. 原色図解 理科実験大事典 [5]生物編. 全教図書, 312 pp.

2. 六脚上綱と昆虫綱の系統

2.1 六脚上綱の系統

従来昆虫類は、多足類と姉妹群関係にあると長い間言われて来た。分類体系も、鋏角亜門、多足亜門、甲殻亜門、六脚亜門の4亜門を並列させる体系が長く採られて来た(表 2.1.1)。しかし近年の見解では、昆虫綱は汎甲殻亜門 Pancrustacea に位置づけられ、アルトクラスタケア節 Altocrustacea のアロトリオカリダ上綱 Allotriocarida に位置づけられるようになって来た(表 2.1.2)。

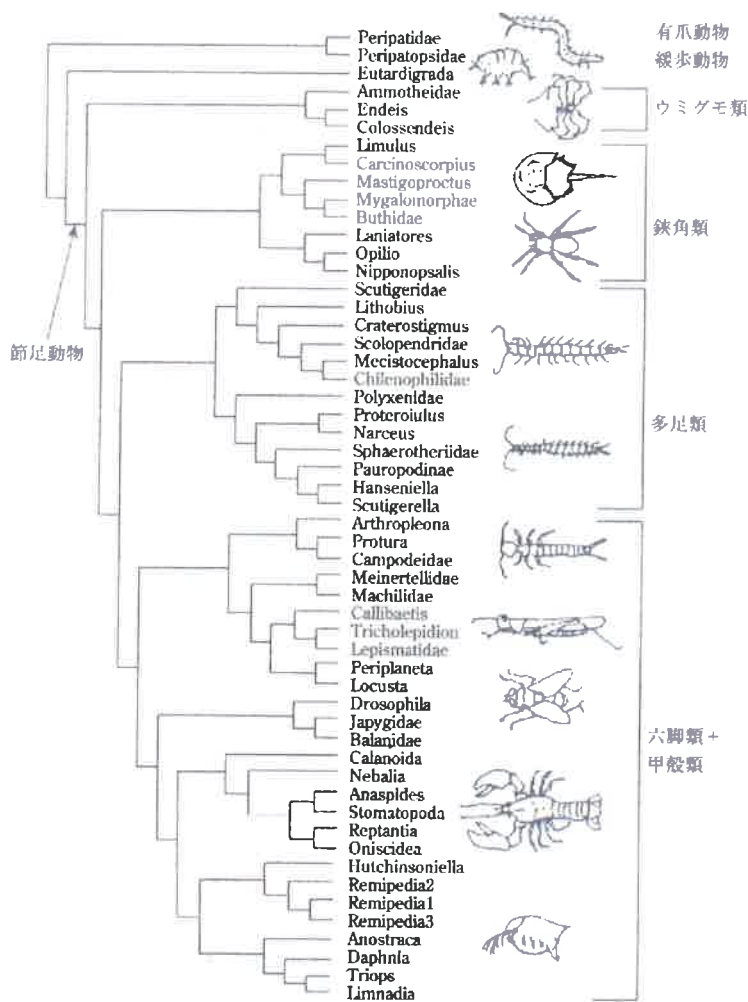


図 2.1.1. 節足動物の系統樹の例. 8 遺伝子座の塩基配列(18S rDNA, 28S rDNA, Histone H3, Small nuclear rRNA U2, Elongation Factor 1 α , RNA polymerase II, Cytochrome c oxidase I, 16s rDNA) に形態学的情報を加えたデータによって解析されたもの。ここでは、ウミグモ類が節足動物の最基部で分枝している(近年の系統解析では、ウミグモ類は、カプトガニ類、クモ類と姉妹群関係となり、鋏角類を構成する結果が一般的である)。 (Giribet et al., 2001 をもとに作成)。

2.1.1 節足動物内の高次系統

近年、六脚類は甲殻類の一群から出現した可能性が複数の分子系統解析の結果から強く示唆されており、姉妹群が鰓脚綱 Brachiopoda, カシラエビ綱 Cephalocarida, あるいはカシラエビ綱 + ムカデエビ綱 Remipeida, ムカデエビ綱 Remipeida となる仮説等が次々と提唱されている。そのため、六脚類と甲殻類をひとまとめにした「汎甲殻類」Pancrustacea の名称も提唱されている (Zrzavy & Stys, 1997)。さらに現在、甲殻類の単系統性に疑問が投げかけられており、分類体系が大きく変わりつつある状況にある。ただし、汎甲殻類内の系統関係も複数の仮説が提唱されており (例えば Carapell et al., 2007; Mallatt & Giribet, 2006; Nardi et al., 2003), 安定した系統関係を示す段階には至っていない。仮に, Regier et al. (2010), Giribet et al. (2019), Lozano-Fernandez et al. (2019)等の分子系統仮説に厳密に準拠した分類体系を採れば, 従来の分類体系は大きく変更され, おおよそ表 2.1.2 の体系となる。

表 2.1.1. 従来の節足動物門内の綱レベルまでの高次分類体系の例(Zhang, (2011)に準拠)。化石群を除く。

分類群：	門 Phylum	亜門 Subphylum	上綱 Superclass	綱 Class
節足動物門 Arthropoda				
	鋏角亜門 Chelicerata			
		ウミグモ上綱 Pycnogonida		ウミグモ綱 Pycnogonida
		カプトガニ上綱 Xiphosurida		カプトガニ (剣尾) 綱 Xiphosura
		クモ上綱 Cryptopneustida		クモ (蛛形) 綱 Arachnida
	多足亜門 Myriapoda			
		ムカデ上綱 Opisthogoneata		ムカデ (唇脚) 綱 Chilopoda
		ヤスデ上綱 Progoneata		コムカデ (結合) 綱 Symphyla
				エダヒゲムシ (少脚) 綱 Pauropoda
				ヤスデ (倍脚) 綱 Diplopoda
	甲殻亜門 Crustacea			
				貝虫綱 Ostracoda
				囊頭綱 Thylacocephala
				エビ (軟甲) 綱 Malacostraca
				アゴアシ (顎脚) 綱 Maxillopoda
				ミジンコ (鰓脚) 綱 Branchiopoda
				ムカデエビ綱 Remipeida
				カシラエビ綱 Cephalocarida

六脚亜門 Hexapoda

側昆虫綱 Parainsecta
コムシ綱 Entognatha
昆虫綱 Insecta (外顎綱 Ectognatha)

表 2.1.2. Regier et al. (2010), Oakley et al. (2013), Giribet et al. (2019), Lozano-Fernandez et al. (2019) の分子系統解析に準拠した節足動物門の分類仮説.

分類群 : 門 Phylum 亜門 Subphylum 節 Clade 上綱 Superclass 綱 Class

節足動物門 Arthropoda

鋏角亜門 Chelicerata

ウミグモ上綱 Pycnogonida
ウミグモ綱 Pycnogonida
カブトガニ上綱 Xiphosurida
カブトガニ (剣尾) 綱 Xiphosura
クモ上綱 Cryptopneustida
クモ (蛛形) 綱 Arachnida

(大顎類 Mandibulata)

多足亜門 Myriapoda

ムカデ上綱 Opisthogoneata
ムカデ (唇脚) 綱 Chilopoda
ヤスデ上綱 Progoneata
コムカデ (結合) 綱 Symphyla
エダヒゲムシ (少脚) 綱 Pauropoda
ヤスデ (倍脚) 綱 Diplopoda

汎甲殻亜門 Pancrustacea

貧甲節 Oligostracea

貝虫綱 Ostracoda
イクチオストラカ綱 Ichtyostraca

アルトクラスタケア節 Altocrustacea

多甲殻上綱 Multicrastacea

エビ (軟甲) 綱 Malacostraca
カイアシ (ギョウ脚) 綱 Copepoda
鞘甲綱 Thecostraca

アロトリオカリダ上綱 Allotriocarida

カシラエビ綱 Cephalocarida

ミジンコ（鯉脚）綱 Branchiopoda

ムカデエビ綱 Remipeida

（六脚亜上綱 Hexapoda）*

側昆虫綱 Parainsecta

コムシ綱 Entognatha

昆虫綱 Insecta（外顎綱 Ectognatha）

*：暫定的な措置.

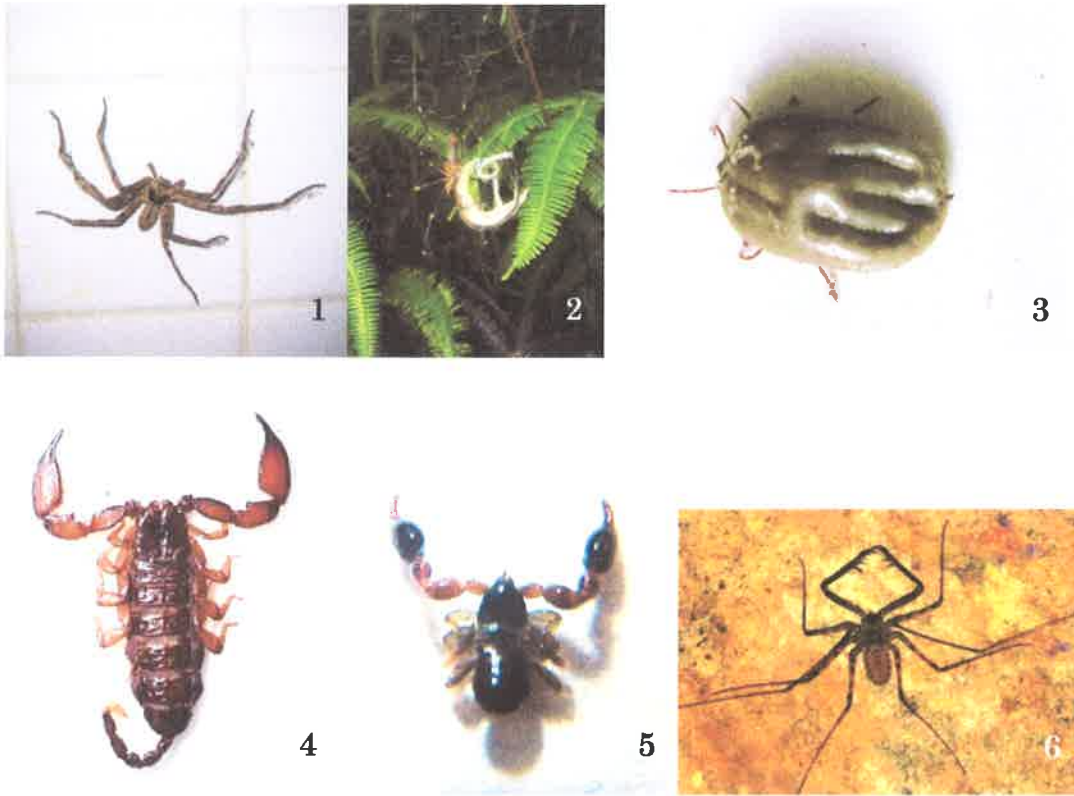


図 2.1.2. 鉸角亜門 Chelicerata クモ上綱 Anachnida の動物. 1, 2, クモ(真正クモ)目 Aranea; 3, ダニ目 Acari; 4, サソリ目 Scorpiones; 5, カニムシ目 Pseudoscorpionida; 6, ウデムシ目 Amblypyga.



図 2.1.3. 多足亜門 Myriapoda の動物. 1, ムカデ（唇脚）綱 Chilopoda; 2, ヤスデ（倍脚）綱 Diplopoda.

汎甲殻類は、貧甲類 Oligostraca, 真甲殻類 Vericrustacea, 奇甲殻類 Miracrustacea に大別する体系が採られていたが、近年さらに、貧甲類 Oligostraca とアルトクラスタケア類 Altocrustacea に大別し、アルトクラスタケア類を多甲殻類 Multicrustacea とアロトリオカリダ類 Allotriocarida に区分する体系となっている(Oakley et al., 2013). そして、六脚類はアロトリオカリダ類から派生したとされる. Regier et al. (2010)は、ムカシエビ+カシラエビが六脚類の姉妹群となるとする説を提唱し(図 2.1.4). Giribet et al. (2019)では、奇甲殻類あるいはアロトリオカリダ類内の系統を(カシラエビ綱+(鰓脚綱+(ムカデエビ綱+六脚類)))とし、ムカデエビ類が六脚類の姉妹群とみなしている(図 2.1.5). ムカデエビ類 Remipeida+六脚類 Hexapoda の系統群に Labiocarida の名称が用いられている.

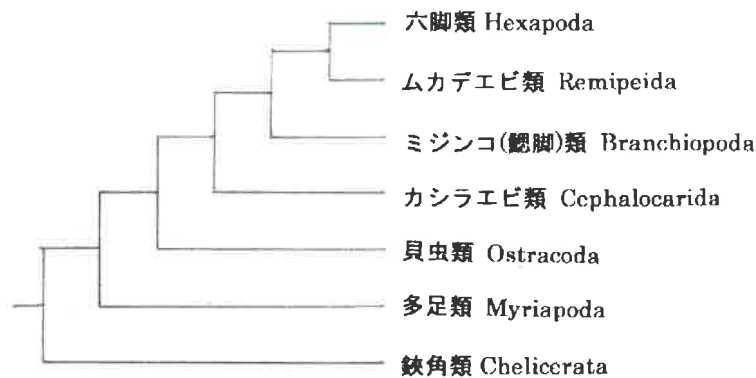


図 2.1.4. 六脚類の系統仮説(1). ムカシエビ+カシラエビが六脚類の姉妹群となるとする説(Regier et al., 2010). 20 世紀初頭以降、長期に渡って多足類が六脚類の姉妹群とみなされて来たが、現在この見解は否定されている.

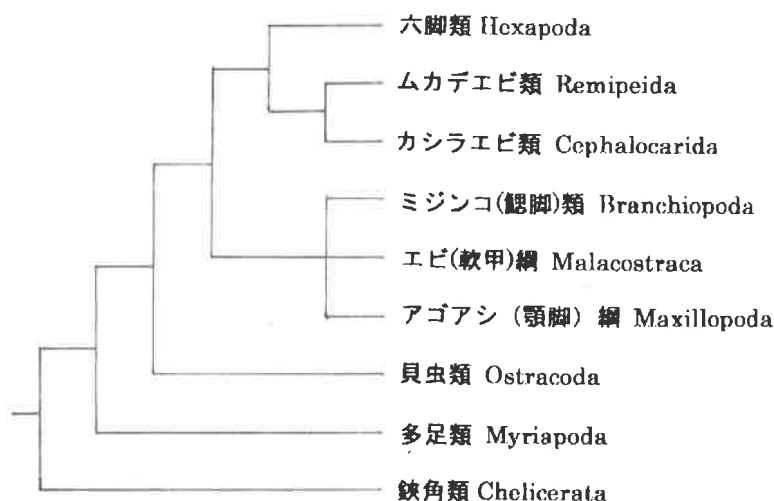


図 2.1.5. 六脚類の系統仮説(2). (Giribet et al, 2019 を参照. 多足類の系統的位罫は Mandibulata 説を採用).

2.1.2 六脚類の系統と昆虫綱の目間の系統

Misof et al. (2014)は、タンパク質をコードしている 1478 個の遺伝子座の配列による系統解析を行い、六脚類の目間の系統関係を明らかにした。これを越えたデータ量での高次系統解析はしばらく出ないものと思われる。本書では Misof et al. (2014)の分子系統解析の結果(図 2.1.3)に準拠して系統関係を示す。従来の”昆虫類”は、表 2.1.1 に示された節足動物門の六脚亜門 Hexapoda であり、表 2.1.2 における汎甲殻類のアロトリオカリダ上綱に位置づけられる”六脚亜上綱”となる。六脚類の起源は 4 億 8 千万年前のオルドビス紀初期にまで遡り、昆虫綱の起源は 4 億 5 千万年前(オルドビス紀)、翅の起源は 4.06 億年以前(デボン紀初期以前)となる。

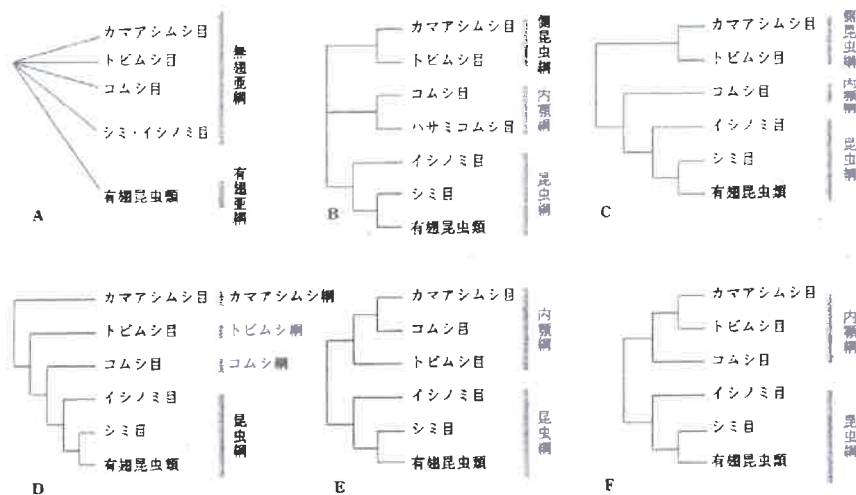


図 2.1.6. 六脚類の系統仮説と高次分類体系。A, 古典的な高次分類体系。B-F, 近年の系統仮説と分類体系 (B, Kristensen, 1991 ; C, Wheeler, et al., 2001; Misof et al., 2014 ; D, Gullan & Cranston, 2004 ; E, Kjer, 2004 ; F, Grimardi & Engel, 2005)。異論が多いのは、取り分けコムシ目の系統的位置に異論が多かったことによる。仮説 D では内顎綱が単系統でないことを主張している。(寺山, 2009 より)。

古くは、今日の側昆虫綱、コムシ綱を含めて”昆虫綱”とみなし、成虫になっても翅を生じない側昆虫類、コムシ類、イシノミ目、シミ目を一括して無翅亜綱と呼び、それ以外の昆虫類を有翅亜綱と呼んだ。しかし、今日の系統分類の理解では、無翅亜綱は側系統群として分類単位として採用せず、従来の”昆虫綱”を分割して、側昆虫綱、コムシ綱、昆虫綱あるいは内顎綱と言った分類体系が提唱されて来た。これらの間の系統関係も幾つもの仮説が提唱されて来たが(図 2.1.6.)、Misof et al. (2014)では(((カマアシ目+トビムシ目)+コムシ目)+昆虫綱)が示された。よって、カマアシムシ目 Protura とトビムシ目 Collembola を側昆虫綱 Class Parainsecta として位置づけ、コムシ目 Dipulura をコムシ綱 Class Entognatha に位置づけ、昆虫綱 Class Insecta を加えて 3 綱を置く分類体系となる。以下に、側昆虫綱とコムシ綱の各目の概要を示す。カマアシムシ目、トビムシ目、コムシ目は土壤動物として林床で優勢なグループであり、土壤中に多くの種と個体が生息する。昆虫綱を含む六脚類全体は 2011 年段階で 1,023,559 種の現生種が記

載されており (Zhang (ed), 2011). 現在(2021 年)108 万種以上が知られている.

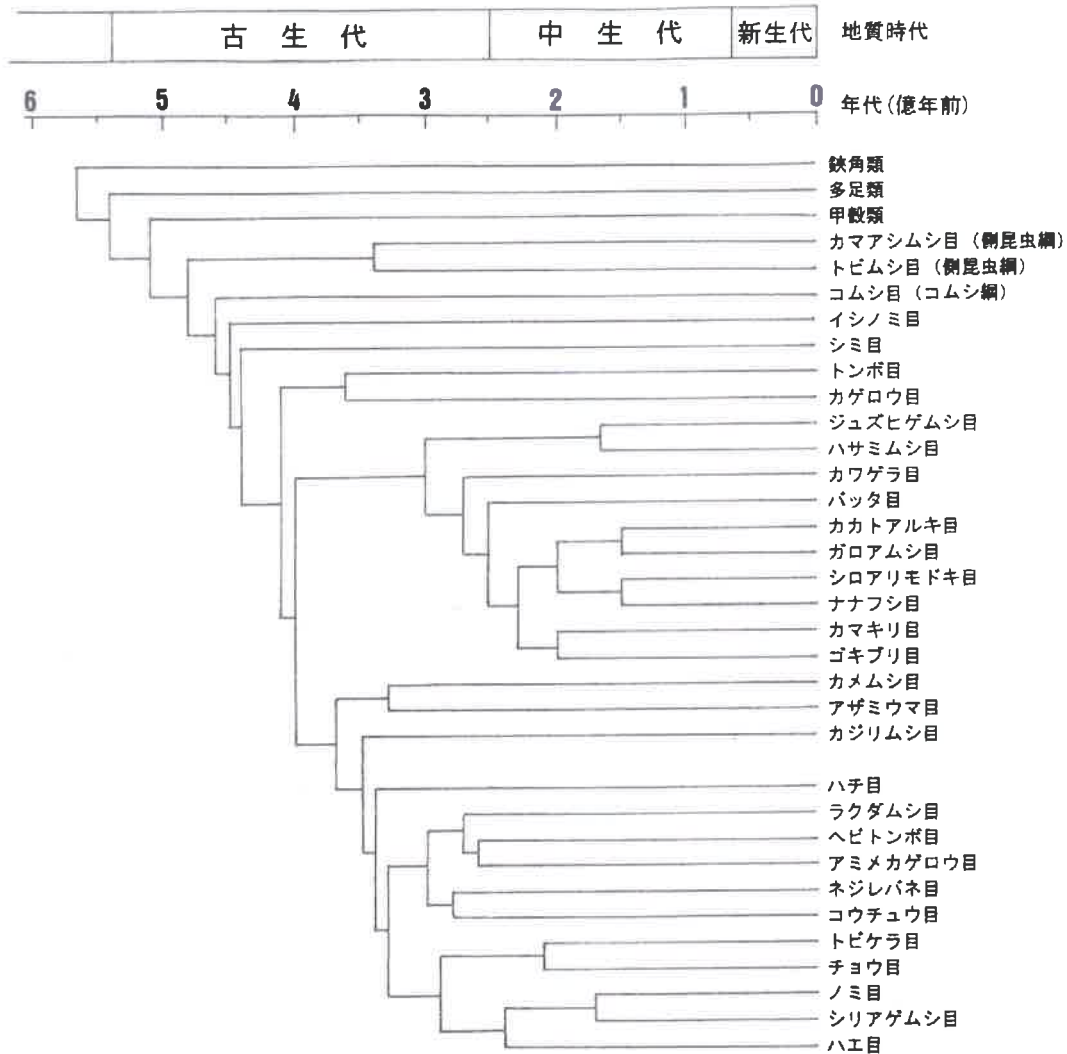


図 2.1.7 Misof et al. (2014)による昆虫類の目レベルでの高次系統仮説.



2.1.3 側昆虫綱 Parainsecta

カマアシムシ目 Protura

世界に約 800 種が記載されており, 体長 1 mm 程度の小型の種. 約 300 種は 1 属 1 種として記載されている. 六脚類の中では例外的に触角を欠き, また眼も欠く. 眼の位置には, 偽眼と呼ばれる化学刺激の受容器官があり, よく眼と間違われる. 腹部は 12 節からなり, 第 1-3 節の腹板に腹脚と呼ばれる付属肢がある. 幼虫の腹節数は 9 節であるが, 次第に腹節数を増やして行き, 成虫になると 12 節に増える. これを増節変態と呼んでいる. 菌根を栄養源としている. 暖帯や温帯の林床では 1 m² 当たり 100 から数千個体が得られる.

トビムシ目 Collembola

世界に約 7,000 種が見られ、体長 1-3 mm の種が多い。最大種でも体長 10 mm 程度となる。複眼はないが、1-8 個の個眼を持つ。触角は通常短く、4 節が基本型であるが、より多くの節からなる触角を持つグループもある。腹部は通常 6 節から成り、第 1 節の下部に粘管があり、第 3 節下部には 1 対の保体がある。さらに第 4 節に跳躍器(叉状突起)を持ち、良く飛び跳ねる。粘管は粘液を出して他物に付着するためのもので、保体は跳躍器を留めておくための装置である。落葉土層に多く見られ、樹上で得られる種もある。さらに洞窟、氷河、極地と言った特種環境にも見られる。30-50 回の脱皮を行う。暖帯や温帯の林床では 1 m² 当たり 4 万から 10 万個体が得られる。トビムシ類には水生昆虫起源説があったが、近年の系統樹への形質配置により、トビムシの好湿性は二次的形質かつ同型現象と判断され、現在は否定されている。従来、トビムシ目とされていたものを、分子系統解析の結果(Chiara et al., 2019; Xin et al., 2020)を背景に、近年フシトビムシ目 Arthropleona、アヤトビムシ目 Entomobryomorpha、マルトビムシ目 Symphypleona、ミジントビムシ目 Neelipleona の 4 目とする分類体系が採られるようになって来た。ここでは暫定的に従来の様式で、トビムシ類をトビムシ目 Collembola 1 目としておいた。

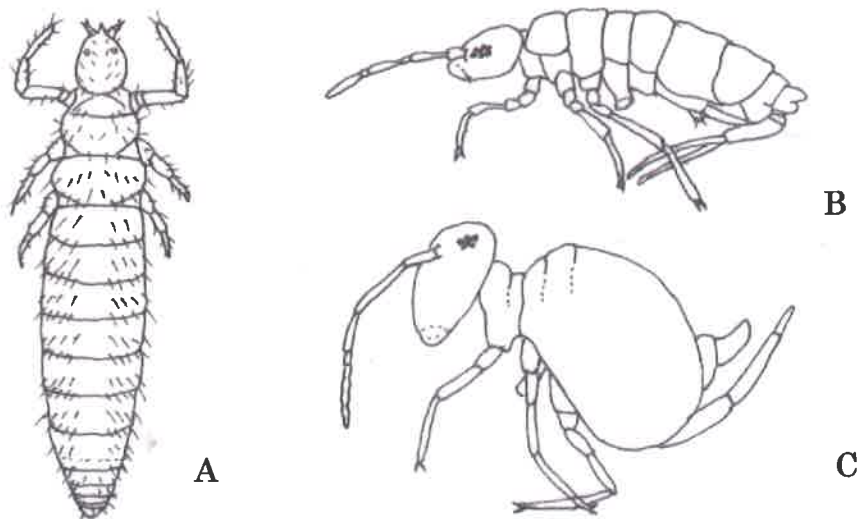


図 2.1.8. カマアシムシ目 Protula とトビムシ目 Collembola. A: カマアシムシ目 Protula, クシカマアシムシ科 Acentomidae, *Nipponentomon* sp. B, C, トビムシ目 Collembola: B; フシトビムシ科 Isotomidae, *Isotoma* sp., C; マルトビムシ科 Sminthuridae, *Onychiurus* sp.

2.1.4 コムシ綱(内顎綱) Entognatha

コムシ目 Diplura

世界に約 800 種が知られる。コムシ亜目 Rhabdura とハサミコムシ亜目 Dicellurata の 2 亜目に分けられる。これらの出現は比較的早く、それぞれを独立した目とみなす見解もある。現在、3 上科(ナガコムシ上科 Campodeoidea, ミナミコムシ上科 Projapygoidea, ハサミコムシ上科 Japygoidea)に 7-10 科を置く分類様式が一般的である。翅を欠き、眼を欠く。腹部は 10 節からなる。土や落葉層に生息する。コムシ亜目では尾角が糸状となり、植食性であるが、ハサミコムシ亜目では腹端に強固な 1 対の鋏を持ち、それを使ってトビムシ等を捕えて餌とする。土壌中に生息する。

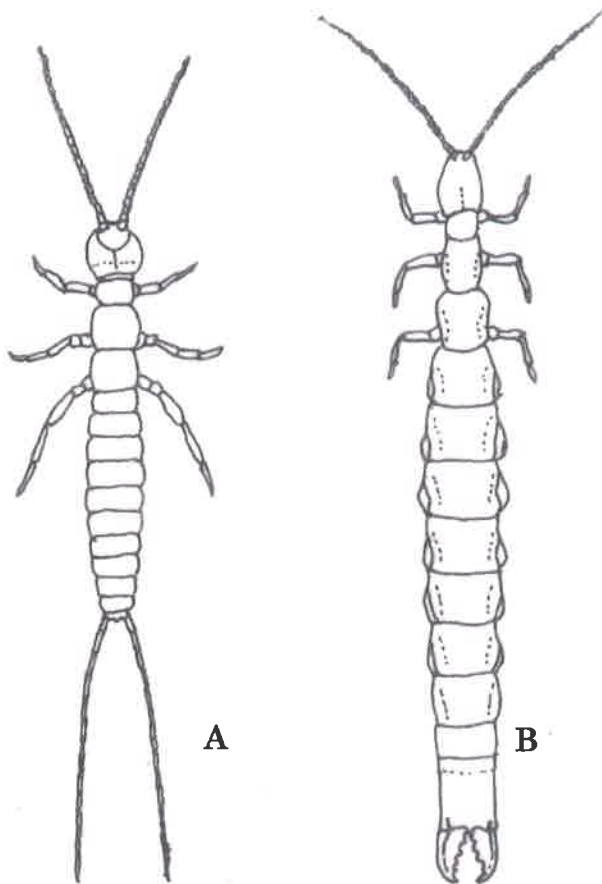


図 2.1.9. コムシ目 Diplura. A: ナガコムシ科 Campodeidae, *Campodea* sp., B: ハサミコムシ科 Japygidae, *Japyx* sp.

2.2 昆虫綱の目の概要

本書では、昆虫綱に 28 目を認める分類体系を採用する。表 2.2.1 に目レベルでの高次分類体系を示した。

- 1) 姉妹群関係が示されたカゲロウ目とトンボ目を旧翅節として位置づけた。
- 2) 多新翅亜節に革翅系昆虫類，積翅系昆虫類，直翅系昆虫類の 3 群を置き，ジュズヒゲムシ目は革翅系昆虫類に，シロアリモドキ目は直翅系昆虫類に位置づけた。
- 3) 旧シロアリ目をゴキブリ目に含め，シロアリ亜上科 Epyfamily Termitoidae として位置づけた。
- 4) ガロアムシ目とカカトアルキ目は，一つ目の目(Notoptera)とする分類様式も見られるが(Arillo & Engel, 2006)，ここではそれぞれを独立した目とみなした。
- 5) Beutel et al., (2014)や Stümpel (2005)は，カメムシ目とせず，腹吻群(Sternorrhyncha)，頸吻群(Auchenorrhyncha)，鞘吻群(Coleorrhyncha)，異翅半翅群(Heteroptera)をそれぞれ独立した目と見なしている。ここでは，カメムシ目(Hrmiptera)1 目を認める扱いとした。
- 6) 旧シラミ目，あるいは旧ケジラミ目と旧ハジラミ目をチャタテムシ目に統合し，これらをカジリムシ目（咀顎目）として扱った。
- 7) Misof et al. (2014)の系統樹では，新生亜節の系統関係が((カメムシ目+アザミウマ目)+(カジリムシ目+完全変態類)となり，カジリムシ目が準新翅類から外れている。しかし，カジリムシ目+完全変態類の枝の支持率は，アザミウマ目+カメムシ目の枝との関係において，高い信頼度が得られていない。そのため，系統関係の未解決部分と捉えるべき部分となることから，ここではカジリムシ目をそのまま従来の準新翅類に位置づけておく。
- 8) ラクダムシ類ならびにヘビトンボ類をアミメカゲロウ目と独立させ，ラクダムシ目ならびにヘビトンボ目として扱った。
- 9) 完全変態下節には，脈翅系昆虫類，長翅系昆虫類，膜翅系昆虫類(ハチ目のみを含む)の 3 群を置いた。
- 10) シリアゲムシ目は側系統群の可能性が高く，ユキシリアゲムシ亜目 Boreidae がノミ目と姉妹群関係となることが示されている(Whiting, 2002; Carcraft & Donoghue, 2004; Kjer et al., 2006)。ユキシリアゲムシ亜目+ノミ目の系統的位罫から，ノミ目をシリアゲムシ目に包含させる分類体系が現実的と判断するが，本報では，従来のままシリアゲムシ目とノミ目を独立目として扱った。

表 2.2.1. 昆虫綱の高次分類体系.

綱 Class, 亜綱 Subclass, 下綱 Infraclass, 節 Section, 亜節 Subsection, 下節 Infrasection, 目群 Order group・目 Order

昆虫綱 Insecta (=外顎綱 Ectognatha)

単丘亜綱 Monocondyla (=単関節丘亜綱, =旧顎亜綱 Archaeognatha)

イシノミ(古顎)目 Archaeognatha

双丘亜綱 Dicondyla (=双関節丘亜綱)

総尾下綱 Zygentoma

シミ(総尾)目 Thysanura

有翅下綱 Pterygota

旧翅節 Palaeoptera

カゲロウ(蜉蝣)目 Ephemeroptera, トンボ(蜻蛉)目 Odonata

新翅節 Neoptera

多新翅亜節 Polyneoptera (=直翅系昆虫類 Orthopteromorpha)

革翅系昆虫類 Dermapteroid orders

ハサミムシ(革翅)目 Dermaptera, ジュズヒゲムシ(絶翅)目 Zoraptera

楯翅系昆虫類 Plecopteroid order (=楯翅上目 Plecopterida)

カワゲラ(楯翅)目 Plecoptera,

直翅系昆虫類 Orthopteroid orders (=直翅上目 Orthopterida+網翅上目

Dyctyoptera)

ゴキブリ(蜚蠊)目 Blattodea, カマキリ(螻蛄)目 Mantodea, ナナフシ(竹節虫)目

Phasmatodea, バッタ(直翅)目 Orthoptera, ガロアムシ(擬蟋蟀)目

Grylloblattodea, カカトアルキ(踵行)目 Mantophasmatodea, シロアリモドキ(紡

脚)目 Embioptera

新性亜節 Eumetabola (=Phalloneoptera)

準新翅下節 Paraneoptera(=外翅類 Exopterygota, =無尾角類 Acercaria)

有吻系昆虫類 Hemopteroid orders (=節顎上目 Condylgnatha)

アザミウマ(総翅)目 Thysanoptera, カメムシ(半翅)目 Hemiptera

嚙虫系昆虫類 Psocoid order (咀嚼上目 Psocodea)

カジリムシ(咀嚼)目 Psocodea

完全変態下節 Holometabola (=内翅下節 Endopterygota, =貧新翅下節 Oligoneoptera)

脈翅系昆虫類 Neuropteroid orders (脈翅上目 Neuropterida+鞘翅上目

Coleopterida)

アミメカゲロウ(脈翅)目 Neuroptera, ヘビトンボ(広翅)目 Megaloptera,

ラクダムシ(駱駝虫)目 Raphidioptera, コウチュウ(鞘翅)目 Coleoptera,
 ネジレバネ(撚翅)目 Strepsiptera

長翅系昆虫類 Mecopteroid orders (長翅上目 Mecopterida, =Panorpida)

ハエ(双翅)目 Diptera, ノミ(隠翅)目 Siphonaptera, シリアゲムシ(長翅)目
 Mecoptera, トビケラ(毛翅)目 Trichoptera, チョウ(鱗翅)目 Lepidoptera

膜翅系昆虫類 Hymenopteroid order (膜翅上目 Hymenopterida)

ハチ(膜翅)目 Hymenoptera

表 2.2.2. 各目における種数. (): Zhang(2011)による種数. 世界のおよその所産種数と日本の種数. 日本
 の種数は「日本昆虫目録(2013-2020)」のものを用い, 本目録で未発表の目については, 次の資料を用い
 た. *1: 日本昆虫総目録(1989-1990). *2: 日本産トンボ大図鑑(2005). *3: 日本産直翅類標準図鑑(2016). *4:
 バッタ・コオロギ・キリギリス大図鑑(2006). *5: 日本の鱗翅類一系統と多様性(2011).

分類階級	目	世界の種数 (2020)	日本の種数		
			科数	属数	種数
昆虫綱 Insecta (外顎綱 Ectognata)					
単丘亜綱 Monocondyla	イシノミ(古顎)目 (513)	500	1	4	14*1
双丘亜綱 Dicondyla					
総尾下綱 Zygentoma	シミ(総尾)目 (560)	560	2	6	9*1
有翅下綱 Pterygota					
旧翅節 Palaeoptera					
	カゲロウ(蜉蝣)目 (3,240)	2,500	9	4	102*1
	トンボ(蜻蛉)目 (5,899)	5,600	14	85	186*2
新翅節 Neoptera					
多新翅亜節 Polyneoptera					
革翅系昆虫類 Dermapteroid orders					
	ハサミムシ(革翅)目 (1,773)	2,200	7	20	30*3
	ジュズヒゲムシ(絶翅)目(37)	45	0	0	0
楯翅系昆虫類 Plecopteroid order					
	カワゲラ(楯翅)目 (3,743)	3,500	9	49	162*1
直翅系昆虫類 Orthopteroid orders					
	ゴキブリ(蜚廉)目 (7,314)	7,600	9	38	79*3, 6
	カマキリ(螳螂)目 (2,400)	2,400	2	6	13*3

ナナフシ(竹節虫)目	(3,014)	3,000	3	8	29*3
バッタ(直翅)目	(23,855)	28,000	19	154	445*4
ガロアムシ(擬蟋蟀)目	(34)	32	1	1	12*3
カカトアルキ(踵行)目	(21)	21	0	0	0
シロアリモドキ(紡脚)目(463)		400	1	2	3*3

新性亜節 Phalloneoptera

準新翅下節 Paraneoptera

有吻系昆虫類 Ondylognathoid oeders

アザミウマ(総翅)目	(5,864)	6,000	4	138	405
カメムシ(半翅)目	(103,590)	101,400	147	1,667	3,785

嗜虫系昆虫類 Psocoid order

カジリムシ(咀顎)目	(10,822)	11,000	39	137	350
------------	----------	--------	----	-----	-----

完全変態下節 Holometabola (内翅下節, Endopterygota)

脈翅系昆虫類 Neuropteroid orders

アミメカゲロウ(脈翅)目(5,868)	6,000	12	57	350	
ヘビトンボ(広翅)目	(354)	260	2	4	26
ラクダムシ(駱駝虫)目	(254)	300	2	2	3
コウチュウ(鞘翅)目	(386,500)	400,000	129	2,643	9,083*1
ネジレバネ(捻翅)目	(609)	600	6	12	51

長翅系昆虫類 Mecopteroid orders

ハエ(双翅)目	(155,477)	157,000	124	1,668	7,658
ノミ(隠翅)目	(2,075)	2,600	8	36	78
シリアゲムシ(長翅)目	(757)	550	4	5	48
トビケラ(毛翅)目	(14,391)	14,500	28	108	546
チョウ(鱗翅)目	(157,338)	175,000	82	1,956	6,399*6,7

膜翅系昆虫類 Hymenopteroid order

ハチ(膜翅)目	(116,861)	150,000	70	1,521	6,399
---------	-----------	---------	----	-------	-------

合計 (1,013,825) 1,082,000 725 10,361 35,550*8

*6: 旧シロアリ目を含む。*7: ガ類 6,071 種, チョウ類 328 種(偶産種を含む), 属数は「日本昆虫総目録(1989)のもの チョウの土着種はおよそ 237 種(常連迷蝶を除き, ホシミスジ類を 1 種とする)となる。*8: 目によって, 偶産種や学名を伴わずに報告された未記載種の記録も含まれる。



参考文献

- Adoutte, A., G. Balavoine, N. Lartillot & R. de Rosa, 1999. The end of the intermediate taxa. *Animal Evolution*, 15: 104-108.
- Carapelli A, P. Liò, F. Nardi, E. van der Wath & F. Frati, 2007. Phylogenetic analysis of mitochondrial protein coding genes confirms the reciprocal paraphyly of Hexapoda and Crustacea. *BMC Evol. Biol.* 7 (Suppl 2): S8.
- Comstock, J. H., 1888. *An introduction to Entomology*. Ithaca. 234 pp.
- Comstock, J. H., 1924. *An introduction to Entomology*. Ithaca. 1044 pp.
- D'Haese, C. A., 2002. Were the first springtails semi-aquatic? A phylogenetic approach by means of 28S rDNA and optimization alignment. *Proc. R. Soc. B*, 269: 1143-1151.
- Eggleton, P., 2001. Termites and trees: a review of recent advances in termite phylogenetics. *Ins. Soc.*, 48: 187-193.
- Essig, E. O., 1942. *College Entomology*, Macmillan Company. 900 pp.
- Folsom, J. W., 1906. *Entomology, with special reference to its biological and economic aspects*. P. Blackiston's Son, 502 pp. (Reprint: 2010, Kessinger Publication.)
- Gai, Y.-H., D.-X. Song, H.-Y. Sun & K.-Y. Zhou, 2006. Myriapod morphology and relationships among Myriapod classes based on nearly complete 28S and 18S rDNA sequences. *Zool. Sci.*, 23: 1101-1108.
- Gao, Y., Y. Bu & Y.-X. Luan, 2008. Phylogenetic relationships of basal Hexapods reconstructed from nearly complete 18s and 28S rRNA gene sequences. *Zool. Sci.*, 25: 1139-1145.
- Girbet, G., S. Carranza, J. Baguná, M. Riutort & C. Ribera, 1996. First molecular evidence for the existence of a Tardigrada + Arthropoda clade. *Mol. Biol. Evol.*, 13: 76-84.
- Giribet G., G. D. Edgecombe & W. C. Wheelere, 2001. Arthropod phylogeny based on eight molecular loci. *Nature*, 413: 157-161.
- Giribet, G. & G. D. Edgecimbe, 2019. The phylogeny and evolutionary history of Arthropods. *Curr. Biol.*, 29: R592-R602.
- Giribet, G. & C. Ribera, 1998. The position of Arthropods in the animal kingdom: A search for a reliable outgroup for internal Arthropod phylogeny. *Molec. Phyl. & Evol.*, 9: 481-488.
- Haeckel, E., 1866. *Generelle Morphologie der Organismen: allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie*. G. Reimer.
- Haeckel, E., 1894. *Die Systematische Phylogenie*. G. Reimer.
- Haeckel, E., 1895-1896. *Die Welträthsel*. G. Reimer.
- Handirsch, A., 1930. *Allgemeine Einleitung in die Maturgeschichte der Insecta*. W. Kükenthal und T. Krumbach's Handbuch der Zoologie, 4, I: 403-584.

- Hwang, U. W., M. Friedrich, D. Tautz, C. J. Park & W. Kim, 2001. Mitochondrial protein phylogeny joins myriapods with chelicerates. *Nature*, 413: 154-160.
- Imms, A. D., 1925. A general textbook of Entomology: Including the anatomy, physiology, development and classification of insects. Methuen. 575 pp. (1977: A.D. Imms, O. W. Richards & R.G. Davies (Eds.), 10th ed.)
- Imms, A. D., 1931. Recent advances in Entomology. J. and A. Churchill. 374 pp.
- Kjer, K. M., 2004. Aligned 18S and insect phylogeny. *Syst. Biol.*, 53: 506-514.
- Kjer, K. M., F. L. Carle, J. Litman & J. Ware, 2006. A molecular phylogeny of Hexapoda. *Arthropod Syst. & Phyl.*, 64: 35-44.
- Kinzelbach, R., 1990. The systematic position of Strepsiptera (Insecta). *Am. Ent.*, 35: 292-303.
- 小西正泰, 2000. 昆虫学の歩み—西洋編. *インセクトリウム*, 37(10): 10-16.
- Kristensen, N. P., 1981. Phylogeny of insect orders. *Ann. Rev. Ent.*, 26: 135-157.
- Lo, N., G. Tokuda, H. Watanabe, H. Rose, M. Slaytor, K. Maekawa, C. Bandi & H. Noda, 2000. Evidence from multiple gene sequences indicates that termites evolved from wood-feeding cockroaches. *Current Biol.*, 10: 801-804.
- Lozano-Fernandez, J., A. R. Tanner, M. Giacomelli, R. Carton, J. Vinther, G. D. Edgecombe & D. Pisani, 2019. Increasing species sampling in chelicerate genomic-scale datasets provides support for monophyly of Acari and Arachnida. *Nature Communications*, 10: article number 2295.
- Luan, Y.-X., J. M. Mallatt, R.-D. Xie, Y.-M. Yang & W.-Y. Yin, 2005. The Phylogenetic Positions of Three Basal-Hexapod Groups (Protura, Diplura, and Collembola) Based on Ribosomal RNA Gene Sequences. *Molec. Biol. & Evol.*, 22: 1579-1592.
- Mallatt, J. & G. Giribet, 2006. Further use of nearly complete 28S and 18S rRNA genes to classify Ecdysozoa: 37 more arthropods and a kinorhynch. *Mol Phylogenet Evol* 40: 772-794.
- 松村 雄, 1990. 国内における農林昆虫の分類研究と標本保存の現状. *農業技術*, 45: 13-17.
- Min, G.-S., S.-H. Kim & W. Kim, 1998. Molecular phylogeny of Aethropods and their relatives: Polyphyletic origin of Arthropodization. *Molecules & Cells*, 8: 75-83.
- Misof, B., S. Liu, K. Meusemann, R. S. Peters, A. Donath, C. Mayer, P. B. Frandsen, J. Ware, T. Flouri, R. G. Beutel, O. Niehuis, M. Petersen, F. Izquierdo-Carrasco, T. Wappler, J. Rust, A. J. Aberer, U. Aspöck, H. Aspöck, D. Bartel, A. Blanke, S. Berger, A. Böhm, T. R. Buckley, B. Calcott, J. Chen, F. Friedrich, M. Fukui, M. Fujita, C. Greve, P. Grobe, S. Gu, Y. Huang, L. S. Jermin, A. Y. Kawahara, L. Krogmann, M. Kubiak, R. Lanfear, H. Letsch, Y. Li, Z. Li, J. Li, H. Lu, R. Machida, Y. Mashimo, P. Kapli, D. D. McKenna, G. Meng, Y. Nakagaki, J. L. Navarrete-Heredia, M. Ott, Y. Ou, G. Pass, L. Podsiadlowski, H. Pohl, B. M. Reumont von, K. Schütte, K. Sekiya, S. Shimizu, A. Slipinski, A. Stamatakis, W. Song, X. Su, N. U. Szucsich, M. Tan, X. Tan, M. Tang, J. Tang, G. Timelthaler, S. Tomizuka, M. Trautwein, X. Tong, T. Uchifune, M. G. Walz, B. M. Wiegmann, J. Wilbrandt, B. Wipar, T. K. F. Wong, Q. Wu, G. Wu, Y. Xie, S. Yang, Q. Yang, D. K. Yeates, K. Yoshizawa, Q. Zhang,

- R. Zhang, W. Zhang, Y. Zhang, J. Zhao, C. Zhou, L. Zhou, T. Ziesmann, S. Zou, Y. Li, X. Xu, Y. Zhang, H. Yang, J. Wang, J. Wang, K. M. Kjer, X. Zhou, 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*, 346: 763-767.
- Miyazaki, H., C. Ueda, K. Yahata & Z.-H. Su, 2014. Molecular phylogeny of Myriapoda provides insight into evolutionary pattern of the mode in post-embryonic development. *Scientific Report*, 4(4127): doi.10.1038/srep04127
- Nardi, F., G. Spinsanti, J. L. Boore, A. Carapelli, R. Dallai & F. Frati, 2003. Hexapoda origins: monophyletic or paraphyletic? *Science* 299: 1887–1889.
- Oakley, T. H., J. M. Wolfe, A. R. Lindgren & A. K. Zaharoff, 2013. Phylotranscriptomics to bring the understudied into the fold: Monophyletic Ostracoda, fossil placement, and Pancrustacean phylogeny. *Molec. Biol. & Evol.*, 30: 215-233.
- 岡西政典, 2020. 新種の発見. 中央公論社, 252 pp.
- Packard, A. S., 1898. A text-book of Entomology : Including the Anatomy, Physiology, Embryology and Metamorphoses of Insects. Macmillan, 729 pp.
- Regier, J. C. & J. W. Shultz, 1997. Molecular phylogeny of the major arthropod groups for indicates polyphyly of Crustaceans and a new hypothesis the origin of Hexapods. *Molec. Biol. & Evol.*, 14: 902-913.
- Regier, J. C., J. W. Shultz, A. Zwick, A. Hussey, B. Ball, R. Wetzer, J. W. Martin & C. W. Cunningham, 2010. Arthropod relationships revealed by phylogenomic analysis of nuclear protein-coding sequences. *Nature*, 463: 1079-1083.
- Ross, H. H., 1948. A textbook of Entomology. Wiley. 532 pp.
- Snodgrass, R. E., 1935. Principles of insect morphology. McGraw-Hill Book Company. 667 pp. (Reprint: 1993. Principles of insect morphology. Cornell University Press, Ithaca and London. 667 pp.).
- 寺山 守, 2009. 分類・系統. 田付貞洋・河野義明(編), 最新応用昆虫学. 朝倉書店, 41-62.
- Zhang, Z.-Q., 2011. Phylum Arthropoda von Siebold, 1848. *In* Zhang Z.-Q. (ed.), *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3148: 99-103.
- Zhang, Z.-Q., 2013. *Animal biodiversity: An update of classification and diversity in 2013*. *In* Zhang Z.-Q. (ed.), *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703: 5-11.
- Zrzavy, J. & P. Stys, 1997. The basic body plan of arthropods: insights from evolutionary morphology and developmental biology. *Jour. Evol. Biol.*, 10: 353-367.

3. 昆虫類の目(Order)の検索表

以下に昆虫綱の 28 目の検索表を示す。多様な形態を示す昆虫類では、特殊化した形態を持つものも多く、例外が至るところで現れる。そのため、本検索表から外れるものも存在する前提で用いて頂きたい。成虫を対象としている。

1a. 発達した翅を持つ。

..... 2

1aa. 翅を持たない、あるいは退化的な翅を持つ。さらには、翅を持つが交尾後すぐに翅を脱落させる。

..... 23

<<成虫で翅を持つ種>>

2a. 膜状の広がりのある前翅を持つ。

..... 3

2aa. 変形した前翅を持つ、あるいは前翅は硬くなり(セミやコオロギ等のやや硬い翅はこちらに入れる)、後翅を覆う。

..... 16

3a. 前翅と後翅の 4 枚の翅を持つ。後翅が小さいものがある。

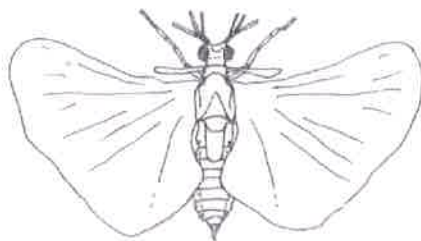
..... 4

3aa. 2 枚の翅を持つ。後翅は退化して小さな平均棍となる。

..... 15

3aaa. 2 枚の翅を持つ。前翅は小さく縮小し、偽平均棍として存在する(翅を持つのはオスのみで、メスは成熟してもウジムシ型：体長 5mm 以下の小型の寄生性昆虫)。

..... ネジレバネ目 Strepsiptera



左：メス成虫。中：オス成虫。右：寄主から頭部を覗かせるメス。

4a. 翅は鱗粉で覆われている。

4b. 口器は細長い管状。

..... チョウ目 Lepidoptera



4aa. 翅は短毛で覆われている

4bb. 口器は管状とはならない。

..... トビケラ目 Trichoptera



4aaa. 翅は鱗粉あるいは短毛で覆われない。

4bbb. 口器は管状とはならない。

..... 5

5a. 腹部末端に2本か3本の細い長毛(中央の尾糸と1対の尾毛)を持つ。

5b. 後翅は非常に小さい(欠く種もある)。

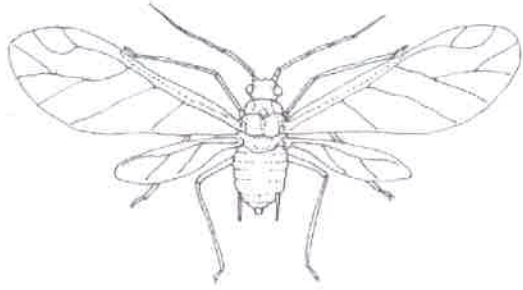
..... カゲロウ目 Ephemeroptera



5aa. 腹部後方の背面に短い管状の構造物を持つ.

5bb. 後翅は極端に小さくはない.

..... カメムシ目(アブラムシ類) Hemiptera (Aphids)



5aaa. 腹部に長毛や管状構造物を持たない(やや長い尾毛をもつものがある).

5bbb. 後翅は極端に小さくはない.

..... 6

6a. 触角は非常に短く剛毛状.

6b. 複眼は非常に大きく発達する.

6c. 腹部は棒状に細長い.

..... トンボ目 Odonata



6aa. 触角はより長く, 短い剛毛状とはならない.

6bb. 複眼は極端に大きくならない.

6cc. 腹部は極端な棒状とはならない.

..... 7

7a. 後翅は前翅よりも幅が広い.

7b. 腹端に顕著な尾毛(Cerci)を持つ.

..... カワゲラ目 Plecoptera



7aa. 後翅は前翅よりも小さい.

7bb. 尾毛は短いか、あるいはない.

..... 8

7aaa. 後翅と前翅はほぼ同様の大きさ.

7bbb. 尾毛は短いか、あるいはない.

..... 10

8a. 脚の付節は5節からなる.

8b. メスでは腹端に産卵鞘、産卵管、刺針を持つ.

..... ハチ目 Hymenoptera



8aa. 脚の付節は2節か3節からなる.

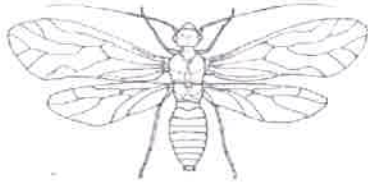
8bb. メスの腹端に産卵管のような特殊化した構造物はない.

..... 9

9a. 腹端に尾毛(Cerci)はない.

9b. 触角は細く糸状で, 13 節以上からなる.

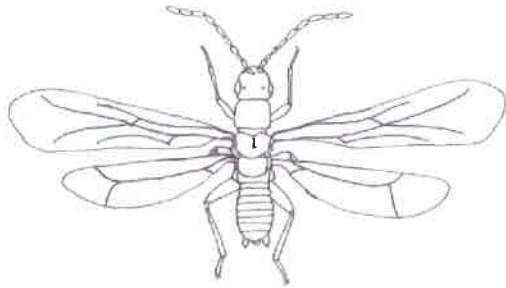
..... カジリムシ目 Psocodea



9aa. 腹端に尾毛を持つ.

9bb. 触角はじゅず状で, 9 節からなる.

..... ジュズヒゲムシ目 Zoraptera



10a. 頭部の複眼よりも下の部分が腹面側へ顕著に長く伸び, 側方から見てくちばし状となる.

10b. オスの腹端はサソリのように背方から前方へ向き, 先端節は膨らむ種が多い.

..... シリアゲムシ目 Mecoptera



10aa. 頭部が腹面側へ顕著に長く伸びることはない.

10bb. オスの腹端は変形しない.

..... 11

11a. 翅には横脈がほとんどない.

11b. 付節は4節からなる.

..... 12

11aa. 翅には多数の横脈があり, 網目状となる.

11bb. 付節は5節からなる.

..... 13

12a. 前脚付節は変形しない.

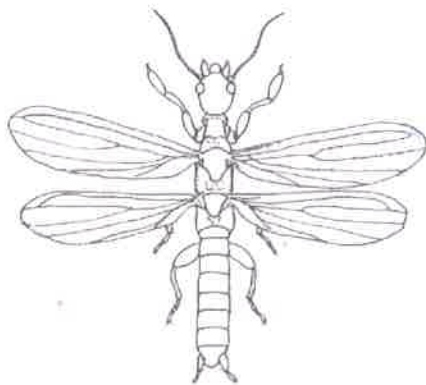
..... ゴキブリ目(シロアリ類) Blattodea (Termites)



左: 有翅新女王, 中: 腹部を膨大させた巢中の女王. 右: 働きシロアリ.

12aa. 前脚付節は大きく膨らみ, 紡績器となる.

..... シロアリモドキ目 Embioptea



13a. 前胸の長さはほぼ幅と同じ長さ.

13b. 前胸は長いが前脚がカマキリのようにカマ状となる.

..... アミメカゲロウ目 Neuroptera





13aa. 前胸は明らかに幅よりも長さが長い.

13bb. 前脚はカマ状になることはない.

..... 14

14a. 頭部は卵形で、触角は長い(大型種が多い. センブリ科 *Sialidae* は小型).

..... ヘビトンボ目 *Megaloptera*



14aa. 頭部は前方に突き出た長卵形、触角は短い(体長 10mm 程度).

..... ラクダムシ目 *Raphidioptera*



15a. 前翅には複数の翅脈を持つ.

15b. 触角は小さく、先端節は針状のものが多い.

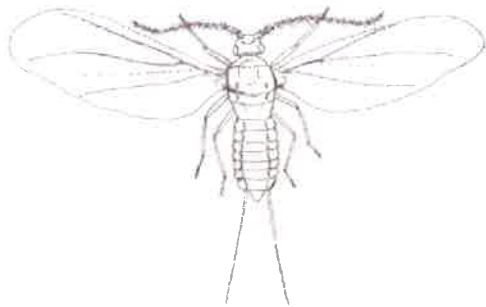
..... ハエ目 *Diptera*



15aa. 前翅の翅脈は大きく退化し、Y字型をした翅脈のみが見られる。

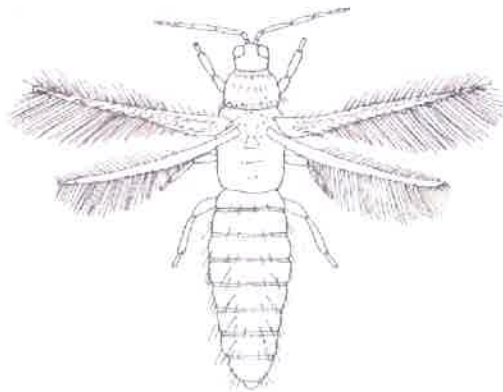
15bb. 触角の各節は管状。

..... カメムシ目(カイガラムシ類のオス) Hemiptera (male scale insects)



16a. 翅は棒状で細く、翅の周囲にフリンジ(fling)と呼ぶ長い毛が多く生える(チョウ目の小型種で、翅の後縁に長毛を生やす種が見られる)。

..... アザミウマ目 Thysanoptera



16aa. 翅は上記とは異なる.

..... 17

17a. 腹部末端に、はさみ状に発達した硬い尾毛を持つ.

17b. 翅は短く、腹部の多くの節が背面から見える.

17c. 後翅は3つ折りに折り畳まれて、前翅の下に収納される.

..... ハサミムシ目 Dermaptera



17aa. 腹部末端にはさみ状の硬い尾毛はない.

17bb. 翅は短く、腹部の多くの節が背面から見える(コウチュウのハネカクシ等例外が多い).

17cc. 後翅は折り畳まれないか、2つ折りに折り畳まれて、前翅の下に収納される.

..... 18

18a. 口器は針状で、吸汁型.

18b. 前翅は基半部が固くなり、前半部は膜状のタイプのもので、全体的に均質でやや硬いタイプのものが見られる.

..... カメムシ目 Hemiptera



18aa. 口器は左右に大あごが発達し、咀嚼型.

18bb. 前翅は全体的に鞘状に硬いか, やや硬い.

..... 19

19a. 前翅は全体的に鞘状に硬く, 翅脈はなく, 静止時に左右の翅が上下に重ならない.

..... コウチュウ目 Coleoptera



19aa. 前翅は全体的にやや硬く, 翅脈があり, 静止時に左右の翅が上下に重なる.

..... 20

20a. 前翅は餌を捕獲するため, カマ状に変形している.

..... カマキリ目 Mantodea



20aa. 前翅はカマ状に変形しない.

..... 21

21a. 前胸は横に幅広く発達し, 頭部は背方から見て前胸の下に隠れる.

..... ゴキブリ目 Blattodea



21aa. 前胸は横に広がらない。頭部は背方から見て前胸の前に位置する。

..... 22

22a. 後脚が前脚，中脚よりも長く，大きく発達し，後脚を使って飛び跳ねることができる。

22b. 胸部，腹部は棒状に細長くはならない。

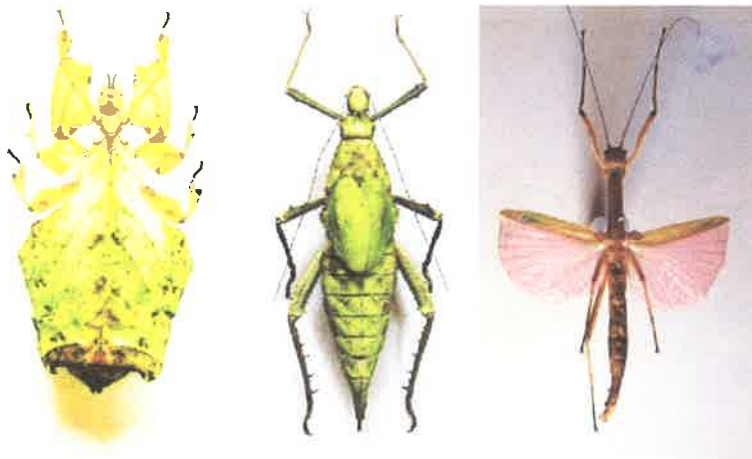
..... バッタ目 Orthoptera



22aa. 後脚は通常大きく発達しない。後脚を使って飛び跳ねることはしない。

22bb. 胸部，腹部は棒状に細長くなる種が多い(コノハムシやサカダチナナフシ等では腹部が幅広く横に広がる)。

..... ナナフシ目 Phasmida

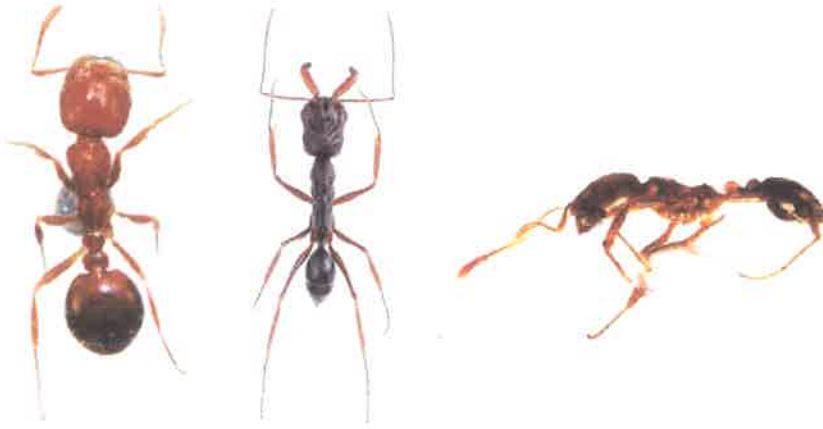




<<成虫で翅を持たない種>>

23a. 胸部と腹部の間が著しくくびれる. 前方の腹節が小さく結節状となる場合もある(アリ科).

..... ハチ目 Hymenoptera



23aa. 胸部と腹部の間に著しくくびれはない.

..... 24

24a. 体が左右に著しくへん平となり, 発達した後脚を持ち, よく跳ねる.

..... ノミ目 Siphonaptera



24aa. 体が左右に著しくへん平とはならない.

..... 25

25a. 体は背腹面に著しくへん平となる. 恒温動物(鳥, ホ乳類)の体表に寄生する.

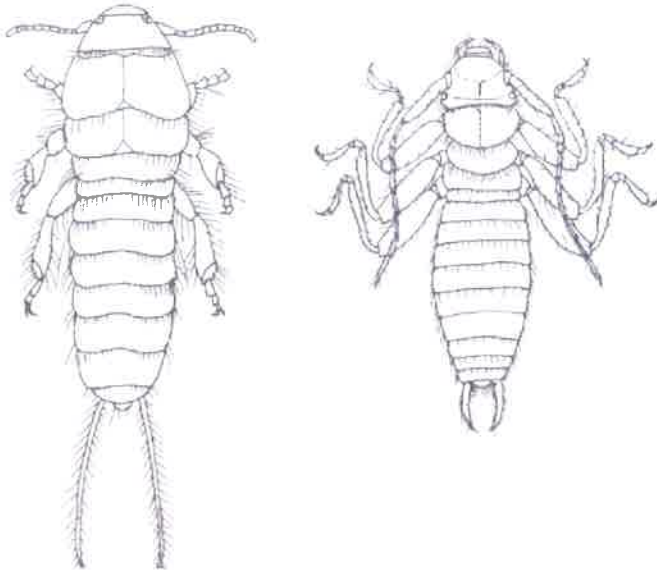
..... 26

25aa. 体は背腹面に著しくへん平とはならない.

..... 28

26a. 腹端に顕著な尾毛を持つ.

..... ハサミムシ目 Dermaptera (ネズミハサミムシ及
びコウモリヤドリハサミムシ)



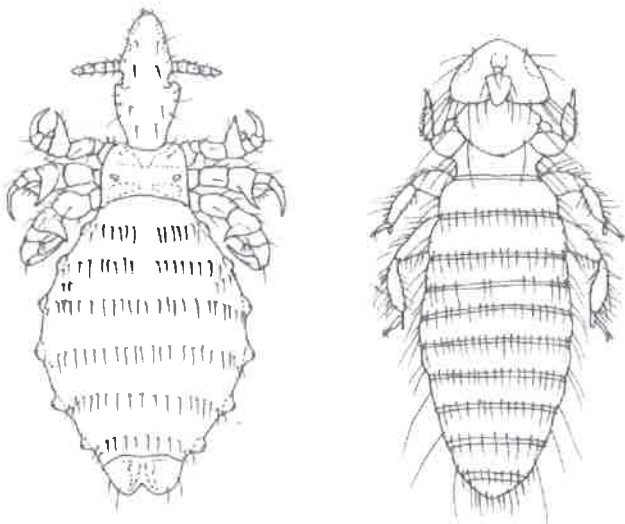
26a. 腹端到尾毛はない.

..... 27

27a. 触角は短いが裸出し, 触角を収める小孔はない.

27b. 脚の付節は2節か3節からなる.

..... カジリムシ目(シラミ類, ハジラミ類) Psocodea(lice and sucking lice)

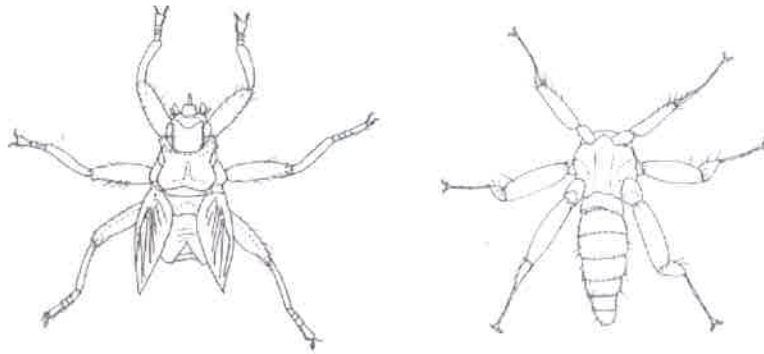


27aa. 触角は小孔の中に納まり, 背面からは見えない.

27bb. 脚の付節は5節からなる.

..... ハエ目(シラミバエ類, クモバエ類) Diptera

(Hippoboscidae, Nycteribiidae (Bat fly))



28a. 腹端に糸状の長い尾(中央の尾糸と2対の尾毛)が3本ある.

..... 29

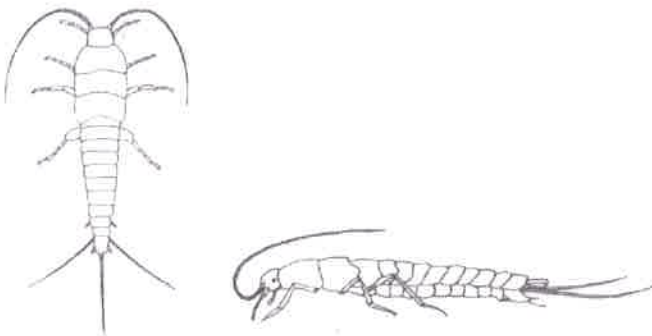
28aa. 腹端に3本の糸状の長い尾はない.

..... 30

29a. 複眼は小さく、互いに離れる.

29b. 小あごひげは5節からなる.

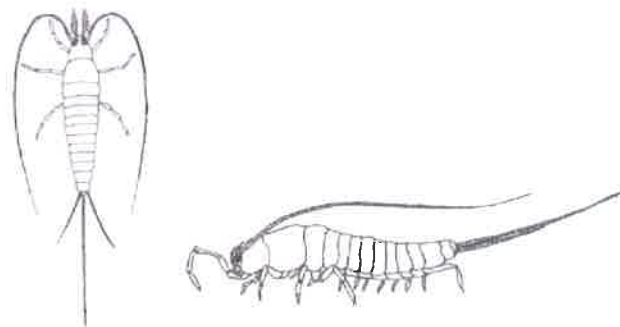
..... シミ目 *Thysanura*



29aa. 複眼は大きく、頭部背面で互いに近づく.

29bb. 小あごひげは7節からなる.

..... イシノミ目 *Archeognatha*



30a. 前胸は小さく，背面からは隠れて見えない．一方，後胸は大きく発達する．

..... ハエ目 Diptera



30aa. 上記とは異なる．

..... 31

31a. 口器は針状で，吸汁型(カイガラムシ類では体全体が蠟状物質で覆われている)．

..... カメムシ目 Hemiptera



31aa. 口器は左右に大あごが発達し，咀嚼型．

..... 32

32a. 前翅は餌を捕獲するため，カマ状に変形している．

..... カマキリ目 Mantodea



32aa. 前翅はカマ状に変形しない.

..... 33

33a. 前胸は横に幅広く発達し, 頭部は背方から見て前胸の下に隠れる.

..... ゴキブリ目 Blattodea



33aa. 前胸は横に広がらない. 頭部は背方から見て前胸の前に位置する.

..... 34

34a. 後脚が前脚, 中脚よりも長く, 大きく発達し, 後脚を使って飛び跳ねることができる.

..... バッタ目 Orthoptera

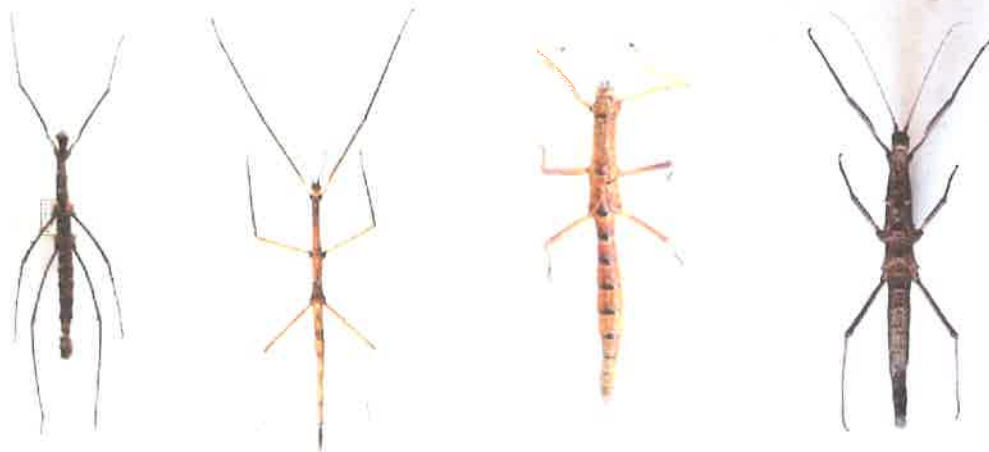


34aa. 後脚は通常大きく発達しない. 後脚を使って飛び跳ねることはしない.

..... 35

35a. 胸部，腹部は棒状に細長くなる種が多い。

..... ナナフシ目 Phasmida



35aa. 胸部，腹部は棒状に細長くはならない。

..... 36

36a. 脚付節は5節からなる。

..... 37

36aa. 脚付節は4節以下からなる。

..... 38

37a. 眼は小さく，退化的。

37b. 尾毛は長く糸状。

..... ガロアムシ目 Grylloblattodea



37aa. 眼は大きく発達する。

37bb. 尾毛は短い(アフリカの砂漠地帯のみに生息する)。

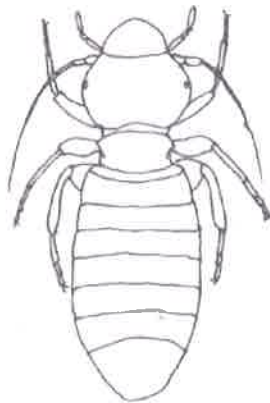
..... カカトアルキ目 Mantophasmatodea



38a. 触角は細く糸状で，13 節以上からなる．

38b. 腹端に尾毛(Cerci)はない．

..... カジリムシ目 Psocodea



38aa. 触角は細く糸状で，13 節以上からなる．

38bb. 腹端に長い尾毛を持つ．

..... 9

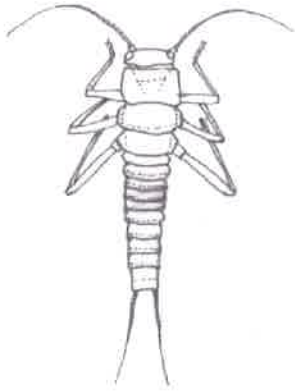
38aaa. 触角はじゅず状．

38bbb. 腹端に尾毛を持つ．

..... 40

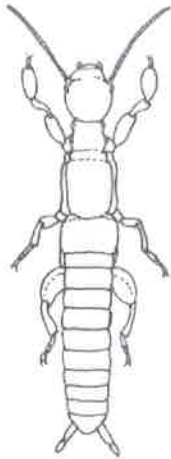
39a. 脚付節は 3 節からなる．

..... カワゲラ目 Plecoptera



39aa. 脚付節は4節からなる.

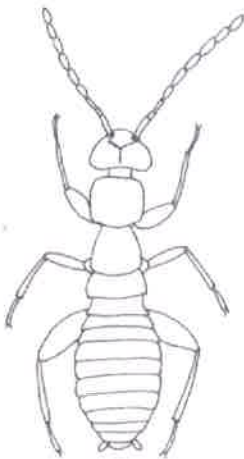
..... シロアリモドキ目 Embioptera



40a. 触角は9節からなる.

40b. 脚の付節は2節か3節からなる.

..... ジュズヒゲムシ目 Zoraptera




40aa. 触角は 10 節以上からなる。

40bb. 脚の付節は 4 節からなる。

..... ゴキブリ目(シロアリ類) Blattodea (Termeites)





参考文献

Gibb, T. J. & C. Y. Oseto, 2006. *Arthropod collection and identification*. Academic Press, 311 pp.

Gullan, P. J. & P. S. Cranston, 2005. *The insects. An outline of Entomology* (3rd ed.). Blackwell Science, 505 pp.

大原昌宏・澤田義弘, 2012. パラタクソノミスト養成講座：昆虫(初級) 目までの分類同定編. パラタクソノミスト養成講座・ガイドブックシリーズ 11: 63 pp. (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/5.0/deed.ja>)