

## 第2章 植物をみる

### 第1節 植物の栄養器官・基本3器官（根・茎・葉）の外部形態観察

#### 1.1 はじめに

維管束植物（シダ・裸子・被子植物）は葉（およびそれに付属する孢子嚢）と根が茎によってつながることでできている。また、これらの根・茎・葉が頂端の分裂組織（茎頂分裂組織および根端分裂組織）で作られ、古い部分に付け加わることによって植物は成長する。つまり、植物は基本的には構成部品数（根・茎・葉）が多くなることにより成長する。このことは、体全体がほぼ同じように大きくなり、基本的に器官の追加が行われない動物とは異なっている。我々が目にして植物の多様な形態と機能はこの根・葉・茎が、おのおのその配列を変えずに単独、もしくは組み合わせさせて変形したものである。特に生殖器官（花や実）では、その植物の繁殖様式（送受粉や種子散布の方法）により異なる種でも似た合理的な外形と機能になっている（相似と収れん<sup>1)</sup>）。しかし、たとえば被子植物であれば小孢子<sup>2)</sup>（花粉）は大孢子葉（雌蕊と子房）から栄養摂取しながら花粉管をのぼして大孢子嚢（胚珠）へ近づいてゆくという基本的な機能（第5節）については変化しない。また、維管束の配列は根・葉・茎でそれぞれ独特の配置を取り（第2節）相互につながっているが、この基本構造は茎や葉が変形して、たとえば花や果実になっても保たれる。つまり同じ機能を持っていても、根・葉・茎のどれからその器官に変化したかによって維管束の配列などの基本構造が異なり、葉は葉であり茎は茎であることを保っている（相同<sup>1)</sup>）。また、被子植物では、根・茎・葉のすべてL1層（主に表皮）・L2（+L3）層（主に通導組織、髄など）の2（3）層構造を取っている（第3節の図2・3）。また、再生・生殖などの特殊な時をのぞき、通常L1層の細胞はL1に属する部分しか作らず、L2層もそれぞれに属する部分しか作らない。たとえば、L1層は表皮を作るが、ついでに道管（L2+L3層の通導組織に属する）を作ったりするようなことはない—これは、動物における内胚葉、中胚葉、外胚葉の区分に似ている—。この層構造は、裸子植物やシダ植物ではこの区分が曖昧になったりなくなったりするものが多い。

本日は基本3器官（根・茎・葉）の外部形態の変形とその植物の基本的な配置の保守性を観察する。続く4日で、第2節 維管束系を中心としたその内部の形態、第3節 細胞配列の三層構造、第4節 機能的合理性からみた花の構造とその機能、第5節 植物の生殖器官・植物の花粉管伸長の、5つの植物の基本的な事象を観察する。

- 1) **相似**：異なる生物種の器官どうしが、由来が異なるにもかかわらず、同じような機能と形を持つこと。

鳥の翼と昆虫の羽、イルカと魚の背びれ、イカとほ乳類の目、サツマイモとジャガイモのイモ。

**相同**：異なる器官が、進化的経緯からみて同じ器官由来のものであること。

コウモリの翼と鳥の翼と人間の腕とイルカの胸びれと魚の胸びれと犬の前足、バラの葉とユリの葉と花びらとおしべとめしべと球根の鱗片。

**収れん**：異なる生物種の器官が、進化的経緯が異なるにもかかわらず、同じような機能を持つために同じような形になること。

鳥とコウモリの羽、鳥のダウンとほ乳類の毛、イルカと魚の胸びれや背びれ、イルカと魚竜の外形、アンコウの口とハエトリソウの捕虫葉、ウツボカズラとサラセニアの捕虫葉

収れんした器官は相同であることも相似であることもある。平行進化とほぼ同義。

- 2) **小孢子**：菌類や植物が形成する生殖細胞（孢子）のうち、小型のものをいう。ただし、維管束植物では減数分裂後の単数（n）世代の配偶子しか存在しない。そのため、事実上雄性配偶子であることをさす。裸子植物以上では花粉。大孢子：生殖細胞（配偶子）のうち、大型のものをいう。維管束植物では事実上雌性配偶子のことを指す。シダ植物の一部と裸子植物以上では、減数分裂後の一部の細胞しか、受精し次世代に発達できる卵の機能を持たない。

**孢子嚢**：孢子を生ずる嚢状の生殖器官。大孢子であれば大孢子嚢、小孢子であれば小孢子嚢とよぶ。裸子植物以上ではそれ

## 1.2 根・茎・葉の変形

**【目的】**この実験では、いくつかの植物器官を切断、観察することにより、どこの部分が根・茎・葉のうち、どこの由来か考察する。以下の材料とレジメの図を使い、根、茎、葉の変形説明する。その説明を聞いた上で、その時々季節の果実や花等の材料を渡すので、その任意の3つについて、根・茎・葉（全てがあるわけではない）がわかるように第7図のようにイラスト化して上で、自分がそう思う理由を記述して提出する。材料は持ち帰って、もしくは自分で用意して、自分なりに辞書等で調べながらレポートを書くことを推奨する。

### 【材料】

説明用材料：カーネーションの栄養枝と花（花は一重のもの。葉と茎の基本と花への変形）  
ジャガイモ、サツマイモ（芽にでたものでその違いをみる）、  
バラ、ピラカンサス、サボテンの茎（とげの由来の差異）  
キュウリ（子房下位）、トマト（子房上位）の基本形  
+シダの孢子葉、ヒノキまたはマツ類の球果もしくは花、  
シダ→（イチョウ）→マツ→トマト→キュウリの順で花（果実）が茎を取り込んで複雑化していくのを説明する。

レポート用材料：回ごとによって異なるので個々には記載しない

### 【基本説明】

正常な形態の植物では根や葉は茎に接続しておりしており、葉に直接根や葉が接続しているようなことはない。葉から植物が再生するような場合など、一時的に葉と根が直接接続するようなことが起こるが、再生が進むにつれて解消される。特に葉は茎を介して、固有の葉序（次の日の実験、第2節で詳述）でしか形成されず、根や葉から直接形成される例はほとんど知られていない。

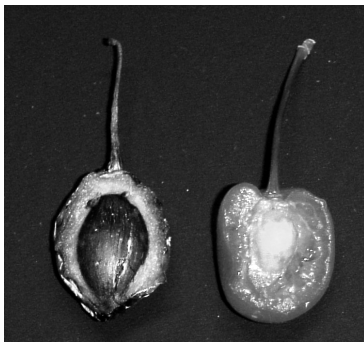


図1 縦断したイチョウ（左）とサクラランボ（右）果実

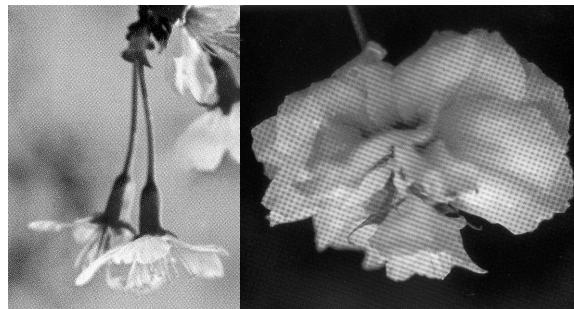


図2 サクラの花（枝）の形態変化

左：通常の開花（マメザクラ. 植物の世界 p1250 富成忠夫），  
右：子房中央の茎頂が分裂を開始して花の中にもう一度花を作った例（異性花：身近な植物から植物の進化を考える p101 小林正明），

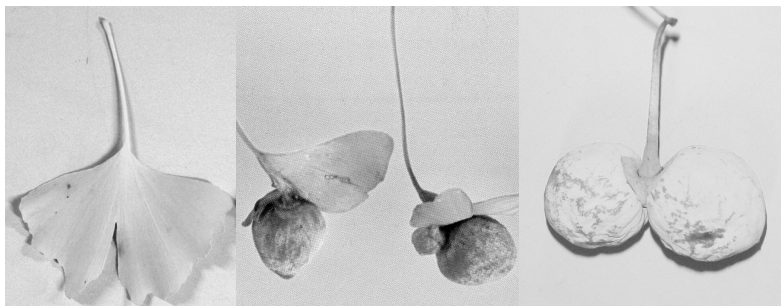


図3 イチョウの葉の形態変化

左：通常の栄養葉，中：片方の葉身に胚珠が着生（お葉付きイチョウ. 植物の世界 p2517 中川重年），右：両方の葉身に胚珠が着生

植物の多様な形態はこれら根・茎・葉が単独もしくは複数の部品が上で述べた規則の中で組み合わさり、形態・機能を変えることによりできている。しかし、その組み合わせと変形は様々である。例えば図1にイチゴとサクラの実の写真を示した。形態と機能はほぼ同じ=相似である。一次世代の種子1つを固い殻で守り、その周りに柔らかい果肉を付け、それを長い柄の先に付ける。しかし、イチゴの実のはたった1枚の葉が変形したものであり、サクラは1つの枝である。これは時たまみられる形態異常をみると納得しやすくなる。イチゴは二股に別れたおなじみの葉(図3左)に胞子嚢を1つずつ付けたものが基本で(図3右)、片方の胞子嚢が退化しているとサクラゴそっくり(図1左)になる。ごくたまに、片方の葉身が残っているものがある(お葉付きイチゴ、図3中)。つまり柄は葉柄である。つまり、イチゴの花や実は葉一枚が変形したものである。サクラでは柄の先に花が咲き(図2左)、それが実になる(図1右)。ごくまれに花の中、めしべの中からさらに花(図2右)や枝が出てくる時がある。これは、サクラの花が枝であり、その頂点にある茎頂分裂組織(図4)が復活し、また茎や葉を作り出すことによる。

**【葉と茎の基本形態】**

まず、カーネーションの茎から葉を1枚ずつ茎から剥がす。葉は、茎から2枚ずつでている。次の葉は必ず前の葉から90°回転してついているのを確認する。これが葉序である。次に、別の栄養枝を片刃のカミソリで縦断する。この時、カーネーションの葉をそろえて持ち、最外葉の中肋にカミソリの刃全てを当てて切断する。茎に葉が着生し、それが最上部まで続いていることがわかる。その茎の最上部に茎頂分裂組織がある(肉眼では見えにくい)。

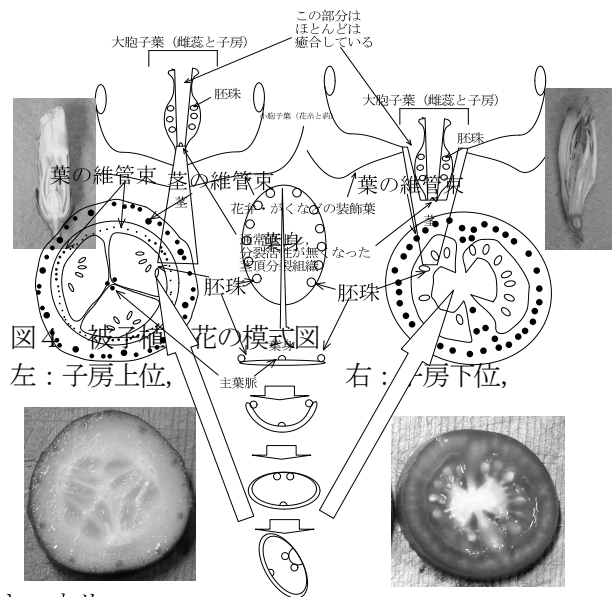


図4 被子植物の花の模式図  
 左: 子房上位, 右: 子房下位  
 キュウリ 子房下位=大孢子葉の一部が下の茎に保護されている  
 トマト 子房上位=大孢子葉はむき出し

**【被子植物の花の基本形態】**

次にカーネーションの花を1つ手に取る。下から包葉、萼、花弁があるのがわかる。包葉は栄養葉と同じく90°回転して2枚1組でついているのがわかる。

萼と花弁は5枚、雄蕊は10本ある、つまり基本枚数が5になっている。つまり、葉序が変化している(雌蕊ではわかりにくい)。次に栄養枝と同じように縦断すると、基本的には栄養枝と同じようになっていることが確認できる。ただし、最上部の茎頂分裂組織は活性を失っている(肉眼ではわからない)。また、最も上の葉には胚珠がついており、それが茎の中に潜り込んでいないことから子房上位の花であるということがわかる(図4左)。

図5 子房下位の果実と子房上位の果実横断面

同様にアルスロトメリアの花を縦断すると、ほぼ同じ構造だが、胚珠のついた子房が茎の中(花弁や葯の付いている位置よりも下)に潜り込んでいるので子房下位である。

**【被子植物果実の基本形態】**

次に、キュウリとトマトの果実を観察する。まず、キュウリ果実の中央付近の所を5mmくらいにスライスする。その後、果実の水気をキムワイプを押しつけてふき取り、ルーペで観察する。そうすると図5の左のように、維管束(緑色の点)が外側(見やすい)と内側(見にくい)の2重になっているのが観察できる。外側の維管束は茎のもので、内側の維管束は葉のものである。子房下位で茎の中に大孢子葉の一部(子房)が潜り込んでいる(第4図右)。果実の下部を横断すると維管束が一重になり、胚珠が無くなる。つまりこの部分は大孢子葉がなく、茎だけ(花たく)の部分であることがわかる。キュウリでは茎だけの部分も子房周辺と合体し

でも、可食部として肥大していることがわかる

次にミニトマトの果実を横断する。キュウリと異なり、どこを切っても維管束は一重であり（図5右）、また下の方まで子房部が存在する。また、果実の下部にはへたつまり萼=葉が存在する。つまり、トマトは子房上位でかつ可食部として肥大しているのは子房（大孢子葉）だけであることがわかる。キュウリやトマトは花を（用意できるとは限らない）縦断しても、中が詰まっているので、カーネーションやアルストロメリアほど、葉であることは実感しにくいと同様であることがわかる。

このように全ての被子植物の花（果実）は「枝」つまり茎と葉が何枚か集合したもの一つつまり大孢子葉（雌蕊と子房）・小孢子葉（雄蕊）を何枚かの葉（花弁、萼、図4）が取り囲み、場合によるとこの組み合わせが、さらに茎の中に潜り込んでしまう（子房下位、図4右）一である。

### 【裸子植物の花器と果実】

次に裸子植物のマツ・ヒノキ類の花（果実）をみる。まず1つの球果を外側から観察する。1枚1枚の鱗片は規則正しく並んでいる（葉序）。次にカーネーションの時と同じ要領で縦断する。カーネーションと同じように、茎に葉がついている。以上からマツ・ヒノキ類の花（果実）も枝であることが理解できる。次に任意の位置の鱗片を何枚か剥がす。そうするとどの鱗片（葉）にも孢子囊（種子・葯）がついている。花には大孢子葉か小孢子葉のれかしが含まれていない。つまり、植物では1つの花（果）は1枚の変形したもの（イチョウ）と被子のように「枝」であるもの（マツ・ヒノキ、図6）が混在している。しかし「枝」であるものも通常、大孢子葉しくは小孢子葉しか集合してお花弁のような装飾葉もないことがわかる。

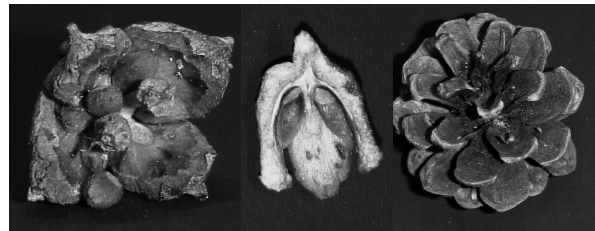


図6 大孢子葉が複数集合した裸子植物の果実例  
左：ヒノキ球果，中：ヒノキ球果の1大孢子葉（2胚珠が根元についている） 右：マツ球果，

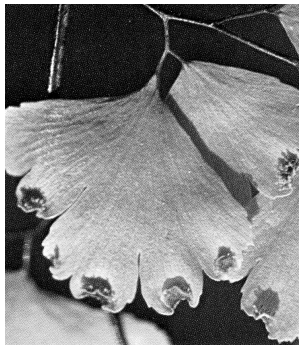


図7 栄養葉先端付近に孢子囊が着生したハウライシダ  
(アジアンタム)

つまり裸子植物が植物ヒノし、葉もらず、

### 【シダ植物の花器と果実】

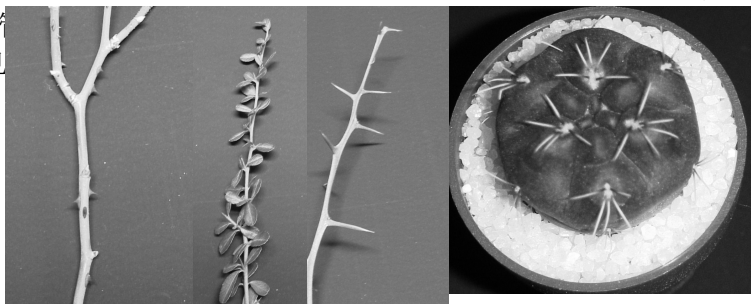
これがシダ植物になるとたいいていの場合、大孢子葉と小孢子葉の区別さえなくなり、種によっては栄養葉に直接孢子囊を付ける（図7）。これは用意したシダの葉を見れば納得できるだろう。

### 【イモ】

花器や果実以外でも、同じような地下貯蔵器官ではあるが、ジャガイモとサツマイモではそれぞれ茎と根という異なるものが由来である。ジャガイモでは定芽（えき芽）から必ず萌芽するので萌芽位置は葉序に従い規則的であるが、サツマイモでは再生した茎（不定芽）であるため、イモ上部のかなり任意の位置から萌芽する。これもみただけで納得できるであろう。

### 【棘】

次に、同じように茎に着生している棘でもいろいろな由来があることを観察する。まず、バラを観察する。棘の中には維管束が通っている。棘の着生位置は規則的には見えない。一部が変形したものである。



次に、ピラカンサスやサボテンの棘を観察する。棘は、横から押しでもバラのように簡単に茎からははずれない。つまり、棘の中まで維管束が入っている。また、棘の着生位置は一見して規則的である。この規則性は葉序に従い、葉が枝に着生する位置が決まっているからである。新しい枝（茎葉）基本的に葉えきからしかでないので、棘が葉、もしくは茎由来の時は着生位置が規則的になる。ピラカンサスでは棘に葉があり、見るからに枝（茎）が変形したものであることがわかる。サボテンでは棘と茎の間から新たに茎が伸びてくる。また、棘の配列は葉序に従っている。このことにより、棘は葉の変形したものであろうということが想像できる。

図8 棘のいろいろ

左：バラ（棘の着生位置は不規則）、中左：ピラカンサス（生か葉を持つ）、中右：カラタチ（棘の着生位置は規則的、葉の着生跡）、右：サボテン（棘は規則的にまとまって着生）

### 1.3 茎頂部の観察

**【目的】** 根・茎・葉が頂端の分裂組織（茎頂分裂組織および根端分裂組織）で作られ、古い部分に付け加わることによって植物は成長する。つまり、茎や根の先端には未分化の分裂細胞群からなる分裂組織がドーム状の形にあり、その近傍にはできたばかりの葉（葉原基）がある（第3節の図1）。その茎頂ドームと葉原基を観察する。スケッチ等は必要ないが、第3節（3日目）の実験の予備知識として役に立つので第3節の第1図のような茎頂部を確認できるまで観察すること。

**【材料】**

カーネーション ‘Francesco’ の頂芽を含む枝

**【茎頂の摘出手順】**

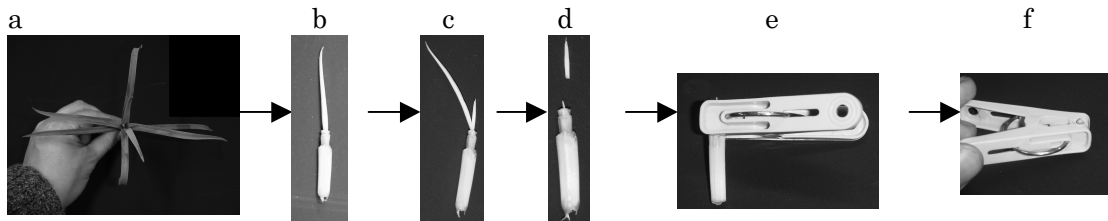


図9 カーネーション茎頂を観察前の処理方法

- カーネーションの葉序は対生（一節に2枚対面して葉が着生する）で、90°回転して次の1対の葉を着生する (a)。また、実験1で見たように、葉の下部はより新しい部分を保護しているのので、
- ① 下部まで完全に切り除いて、より新しい茎や葉を露出させる (b, c, d)。
  - ② これを繰り返して、手で取れる限界まで葉を取り除く。
  - ③ その後、上に見えている葉 (d, e の上部についている、針のようなもの) 洗濯バサミの上面に合うように挟む (e)
  - ④ その後下に出ている余分なものを取り除いて (f)、実体顕微鏡にセットする
  - ⑤ その後、実体顕微鏡下で柄付き針などを利用して①②を繰り返して、第3節の第1図のような茎頂を確認する。

## 第2章 第1節レポート

任意の3つ以上の植物材料について、根・茎・葉（全てがあるわけではない）がわかるように第1節の第7図のようにイラスト化し、自分がそう思う理由を記述して提出すること。紙面が足りない場合は、各自 A4 紙を追加しても良い。