

厚生労働省
認定教材

改訂

植物学概論



Searching...

Prunus × yedoensis Matsumura

X : 0-3649601
Y : 0-2867334
R : 0-0667211

独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構
職業能力開発総合大学校 基盤整備センター 編

は し が き

本書は職業能力開発促進法に定める普通職業訓練に関する基準に準拠し、「園芸サービス系」系基礎学科「植物学概論」のための教科書として作成したものです。

作成に当たっては、内容の記述をできるだけ平易にし、専門知識を系統的に学習できるように構成してあります。

本書は職業能力開発施設での教材としての活用や、さらに広く園芸サービス分野の知識・技能の習得を志す人々にも活用していただければ幸いです。

なお、本書は次の方々のご協力により作成したもので、その労に対して深く謝意を表します。

<監修委員>

端 山 重 男 元東京農業大学

<改定執筆委員>

伊 東 豊 東京農業大学成人学校

柘 田 信 彌 東京農業大学

(委員名は五十音順、所属は執筆当時のものです)

平成23年3月

独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構
職業能力開発総合大学校 基盤整備センター

はじめに	1
第1章 植物の体のつくりと働き	3
第1節 植物の体と働き	3
第2節 細胞のつくりと働き	6
2.1 細胞の多様性	6
2.2 真核細胞のつくりと働き	7
第3節 組 織	9
3.1 細胞分裂能力の有無による区分	9
3.2 細胞壁の厚さ（性質）による区分	10
3.3 組織の働きによる区分	11
第4節 組織系	13
第5節 器 官	14
5.1 シュート（苗条）	14
5.2 根	15
5.3 茎	19
5.4 葉	23
5.5 花	33
5.6 種子	41
5.7 果実	42
学習のまとめ	47
練習問題	49
第2章 植物の生活	55
第1節 植物の生理	55
1.1 植物の一生	55
1.2 植物の生活を支える働き	71
1.3 植物と水	78
1.4 植物と無機養分	80
1.5 植物と災害	84

目 次 2

第2節 植物の生態	89
2.1 植物集団の構成員としての種	90
2.2 植物の集団	95
2.3 植物と環境	97
2.4 植物群落の遷移	111
2.5 植物群落の分布	116
2.6 生態系	123
学習のまとめ	131
練習問題	135
練習問題の解答	141
索引	145

はじめに

私達の住んでいる地球上に原始の生命が誕生したのは、今から40億年～38億年前であろうといわれている。最初に最も簡単なつくりをした原核生物が現れ、その後21億年～17億年前に細胞のつくりが複雑な真核生物が出現し、10億年くらい前に、より複雑な体のつくりをした多細胞生物が現れた。そして生物は水中から陸上に生活を広げさらに進化を続けて多様化し、現在に至っている。このように地球上に誕生した生命は絶えることなく現在まで連綿として受け継がれ、長い歴史を刻んできた。現在、陸上植物（コケ植物・シダ植物・裸子植物・被子植物）だけでも30万種が地球上で生活しているといわれている。この陸上植物は環境とかかわりあいながら、生態系を形成維持し、長い年月にわたって生活を営んできたのである。

本書は、特に陸上植物の中で最も進化し、体のつくりも複雑で、人の生活と密着している被子植物の生活を中心に据えて述べている。第1章では生活の本体である植物の体がどのようなつくりをし、それが生活とどのようなかかわりを持っているのかを理解し、第2章では、その体の中で生きていくためにどのような生理的な営みが行われ、さらにその生活が環境とどのような結びつきをもって維持され、また、植物の社会を形成しているのかを学ぶ。それらを理解することによって、植物の生活についての考えを深めていただきたい。

第1章

植物の体のつくりと働き

地球上で生活している植物は30万種以上といわれ、その形も多種多様である。植物は約4億年前のシルル紀末期に水中から陸上に進出し、陸上生活を始めた。最初の植物は緑藻類の一部で、湿地で生活し、単純な構造であった。やがて、そのうちの一部のものに表皮細胞（クチクラ層）が分化して体内の水分保持ができるようになり、新しい環境に適応して陸上生活が可能になった。

植物はその後長い進化の歴史のなかで、体制は複雑化して陸上生活に適した体（維管束の発達・根・茎・葉・種子形成・子房壁の発達）と、さまざまな生育地の環境のもとで生活していくのに都合のよい体をつくり出してきた（適応）。

このような多種多様な植物の中から我々が個々の植物を認識（区別）するのは、それぞれの植物が持つ独特な形（外部形態）の違いによっている。また、植物には特有の体のつくりがあって、体のつくり（構造）と働き（機能）の総和として植物が存在している。植物の体がどのようなつくりで、どのような働きをしているかを知ることが、植物の生活を理解するための基礎として重要なことである。

第1節 植物の体と働き

植物を系統によって分ける基準はいくつかあるが、植物の体制から見た呼び名で、水や養分の通路である維管束を持たず体のつくりが単純な葉状植物 {無維管束植物：藻類、菌類、コケ植物（蘚類、苔類）} と、維管束を持ち体のつくりが複雑な維管束植物 {シダ植物、種子植物（裸子植物、被子植物）} に大別できる。

維管束植物の体のつくりは、維管束やいろいろな組織からつくられた器官からできている。植物の基本的な器官には、根と茎と葉があり、これらを総称して栄養器官という。

生殖器官として花があるが、花は葉と茎が変化したもので、基本的な器官として区別することはない。

4 植物学概論

また、藻類の一部やコケ植物の体は一見すると根や茎や葉に見えるが、維管束を持たないため図1-1に示すように、仮根・仮茎・仮葉又は葉状体という。本当の根・茎・葉からなる植物体は、茎葉体（茎葉植物）と呼ばれ区別されている*1。

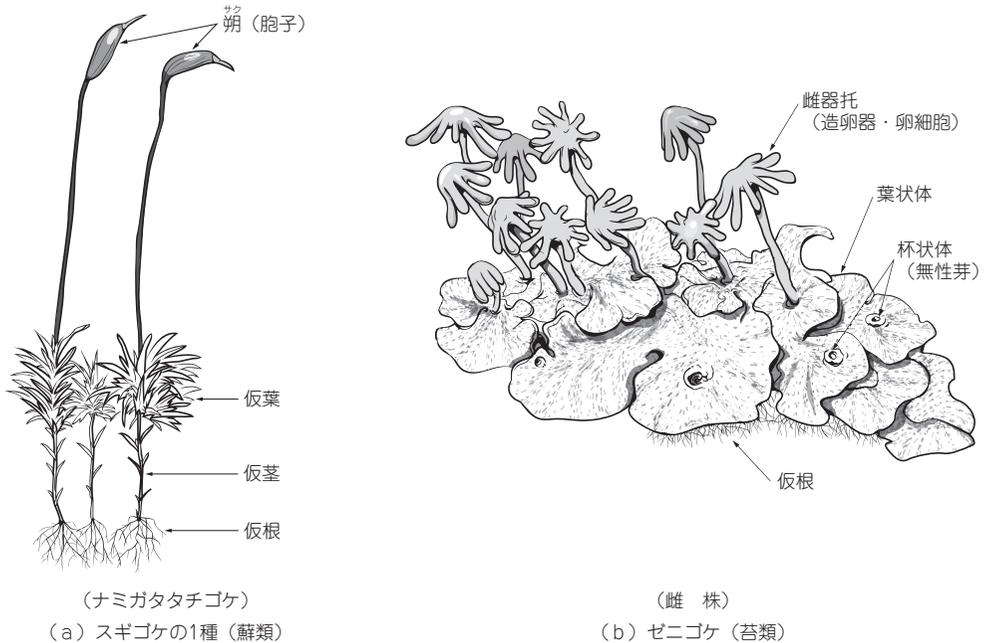


図1-1 コケ植物の仮根・仮茎・仮葉と葉状体 (無維管束植物)

植物の器官は次のような働きをしている (図1-2)。

(1) 根

根は、普通植物体の地下部にあつて広がり、体を固定し、植物の地上部を支え、地中の水や無機養分*2を吸収し、物質の通導を行う。また、同化物質 (養分) の貯蔵器官となっているものが多い。

(2) 茎

茎は、普通植物体の地上部にあつて葉や花などを支え、根で吸収された水や無機養分、葉でつくられた同化物質の通導に役立つ。また、貯蔵器官となるものもある。

(3) 葉

葉は茎に規則的に配列し、普通扁平な形で、光合成を行つて炭水化物をつくり、それを

*1 根・茎・葉という器官は維管束を持っていることが条件となっている。

*2 無機養分：第2章第1節1.4植物と無機養分の項 (80ページ) 参照

しく伸長し、根を先へ伸ばして維管束がつけられ始める。根毛部は伸長部の上にあつて表皮細胞が特殊化して突起状になった多数の根毛が生じ、表面積を増して土壌中の水分や養分を吸収するだけでなく、根を土に固着させ、安定させる働きもある。側根は根毛部の上部から上で発生する。

根の横断面は図1-18に示すように最外層に1層の細胞層からなる表皮があり、その内側に柔組織からなる皮層がある。皮層の最内層には内皮があり、その内側中心部に柱状の構造が見られ、これを中心柱といい、内鞘や維管束が存在する。維管束形成層があるものでは篩部と木部の間に維管束形成層があつて、その分裂によって根が肥大する。側根はシダ植物で内皮からつくられるが、種子植物では一般的に内鞘の複数の細胞からつくられ、細胞を増加させながら皮層と表皮を突き抜けて発生し、根の表面に出てくる。

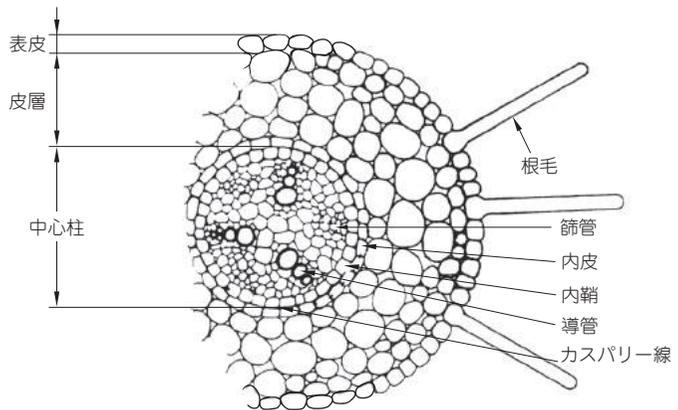


図1-18 カボチャの根の断面 (Croft & Brover)

(2) 根の多様性

根の主な働きは養水分の吸収であるが、それ以外の働きを持っているものもあり、その働きによっていくつかに分けられる。

貯蔵根 デンプン・イヌリンなどさまざまな貯蔵物質を蓄える貯蔵器官で、基本組織系の柔細胞が肥大して塊根となるものを一般的に「いも」と呼び、サツマイモやダリアに見られる。ニンジンも主根が肥大し、ダイコンは主根と胚軸が肥大する(図1-19, 図1-20)。カブは胚軸が肥大し、主根は細くなったしっぽの部分である。これらは根を利用する作物として重要で、根菜類と呼ぶ。

支柱根 地上部の不定根で、茎(幹)や枝下から四方に発生して根が地面に達して地中に伸び、植物体を支えるとともに吸収の働きもする。ガジュマル・タコノキ・トウモロコシなどに見られる(図1-19(c))。また、支柱根のように空気中に出る根を気根という(図1-21(a))。

寄生根 寄生植物に見られる根で、他の植物(宿主)に根を侵入させて相手の水分や養分を吸収する。ヤドリギやネナシカズラに見られる(図1-21(b))。

呼吸根 マングローブ湿地や沼沢地など、土壌中の酸素の乏しい場所に生育する植物の

根の一部が地上に露出し、呼吸に必要なガス交換がしやすいように特別な通气組織を備える。マングローブ植物（直立根：マヤプシキ・ヒルギダマシ，^{くつきよくしつこん}屈曲膝根：オヒルギ）や湿地の植物（直立^{しつこん}膝根：ヌマスギ）に見られる（図1-21 (c)）。

附着根 よじ登り植物は樹皮や壁などに接触した茎から不定根を出し、接触した面に根を附着して体を支える根。キツタやツタなどに見られる（図1-21 (d)）。

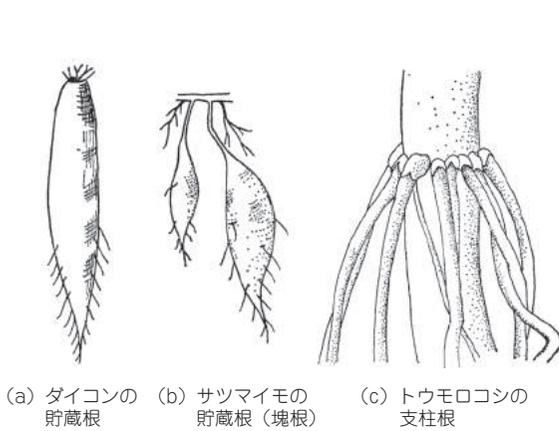


図1-19 根の変態 (1)

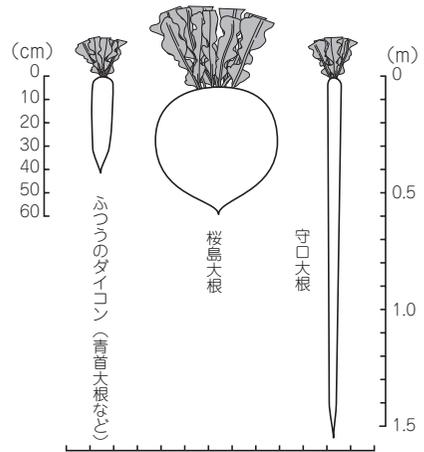
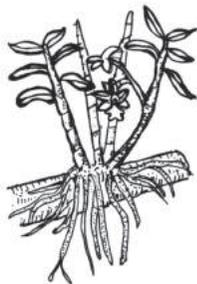
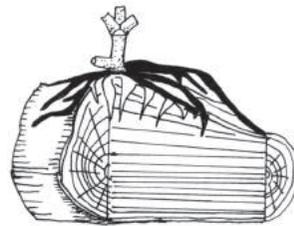


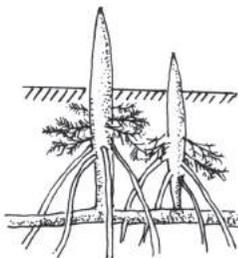
図1-20 世界一大きいダイコン (桜島大根) と長いダイコン (守口大根)



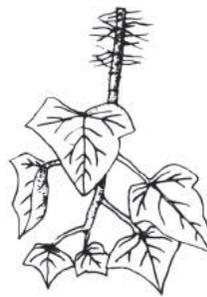
(a) セキコクの気根



(b) クリの枝に侵入したヤドリギの寄生根



(c) マヤプシキの呼吸根



(d) キツタの附着根

図1-21 根の変態 (2)

5. 6 種 子

種子は受精後、胚珠が発達して形成され、成熟すると親の植物体から離れて新しい個体のもとになるものである。種子は、普通、胚（幼植物体）と内乳及びその外側を包んでいる種皮からできている。種子は種属保存のために形成されたものであるから、胚を保護して、芽生えの成長に必要な養分を蓄えている。種子植物（裸子植物・被子植物）特有の繁殖器官である。

受精卵が細胞分裂を繰り返して成長してできた幼植物体を胚という。胚は、子葉・胚軸・幼根からなり、さらに幼芽が形成されている植物も多い。内乳は、種子が発芽して胚が自立できるようになるまでの養分を蓄えた組織で、養分になる物質を胚乳といい、貯蔵物質としてデンプン・脂肪・タンパク質などが含まれている。イネやコムギは図1-57に示すように内乳に多量のデンプン粒を含む細胞からなるが、その外側にはタンパク質を多量に含んだ糊粉層（アリュースロン層）がある。

また、成熟した種子の中に内乳が存続するものを有胚乳種子、発生の初期には内乳が見られるが、成熟時にはなくなるものを無胚乳種子という。無胚乳種子は子葉が著しく発達して貯蔵物質を蓄えるものが多く（マメ科・クリ・カシ類）、アブラナ（ナタネ）などは多量の脂肪が含まれている。ランの種子は微細で重さはナツエビネで0.00002mg、ネジバナは0.001mgと非常に軽く、貯蔵物質を蓄えてなく、ラン菌と共生することによって発芽が可能となる。世界最大の種子はフタゴヤシで、果実は長さ30~45cm、重さ10kg以上でその中に1個の種子がある。

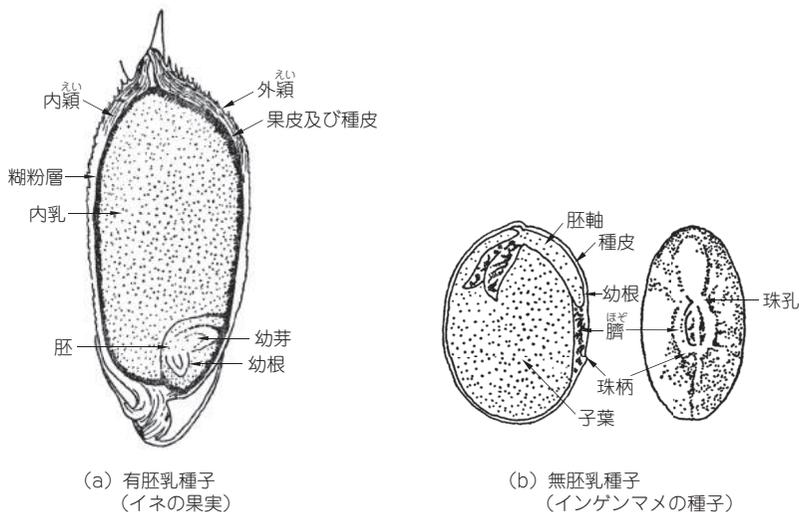


図1-57 有胚乳種子と無胚乳種子

種皮は種子の表面を覆う皮膜で珠皮に由来する。種皮には薄い膜状のもの（キク科、セリ科）やヤナギの仲間やワタでは細長い綿毛がたくさん見られ、ユリやヤマイモなどには翼がある。種皮は胚を乾燥や動物から守り、発芽時には水分を吸収し、毛や翼は散布に役立つなど種類によってさまざまである。

5. 7 果 実

被子植物で受精後子房又は花の一部を付随して発達肥大したものが果実である。種子を包む部分を果皮といい、子房壁が発達したものである。胚のうで受精が起こらず子房だけが発達して無種子の果実が生じることもある。これを単為結実といい、いわゆる種なしで食用にするバナナ・ウンシュウミカン・パイナップルなどに見られる。また、果実は被子植物特有の器官で、裸子植物には胚珠を包む子房がないので、種子はつくるが真の果実とはいえない。果実は種子を保護し、動物の体についたり、食われて未消化の種子がふんとともに排出されることにより遠くまで運ばれ、分布を広げることや、果実の中に発芽を抑制する物質が含まれ、胚の成長に適する時期まで発芽を抑制する働きを持つものもある。果皮は普通、外側から外果皮・中果皮・内果皮に分けられ、食用にする果肉の部分は中果皮が発達したものである。

(1) 果実の大別

果実は発達する部位によって図1-58のように^{しんか}真果と^{ぎか}偽果に分けられる。

真果は子房が発達して果実となったもので（子房上位・子房中位：モモ・カキ・ウメ・ブドウ・トマト）、偽果は子房とそれ以外の花托・花軸・がくなどが加わってその部分が発達したもの {子房下位（花托：ナシ・リンゴ・ビワ・オランダイチゴ・花軸：イチジク）} である。

果実を構成する雌ずいや花の数により、単果、集合果、複合果に区分する。1花で1つの雌ずいからできた単果、1花の複数の雌ずいからできた果実が集まり1つの果実状に見えるものを集合果（オランダイチゴ・キイチゴ）、多数の花からできた複数の果実が集まり1つの果実状に見えるものを複合果（パイナップル・イチジク・ヤマボウシ）という。

果皮の性質で乾果、液果に区分する。乾果は果皮が木質や草質になって成熟後乾燥する果実をいい、そのうち成熟後果皮が自然に裂開するものを裂開果、裂けないものを閉果（非裂開果）という。液果は多肉質で水分含量が多く、成熟後も乾燥しないやわらかい果皮を持ち、裂開しない果実で、多肉果・湿果ともいう。

第2章

植物の生活

ここでは、植物の生活を支えている生理的営みのしくみや、それと環境とのかかわりについて理解を深めることを目的としている。このことが健全な植物を育てる基本となるのである。

第1節 植物の生理

植物の発芽や成長や開花・結実などは、植物の体内で行われているいろいろな生理的な営みの総合された結果である。そこでまず、植物の一生を概観し、その後、植物の生活の第一歩である発芽から開花・結実に至るまでにかかわる生理作用について述べる。

1. 1 植物の一生

植物の一生は、種子の発芽から始まる。厳密には、受精して種子の胚の形成が始まったときである。発芽した種子は芽生えとなり、さらに茎・葉・根などの器官をつくりながら成長し、植物の体がある程度大きくなると茎の頂芽や側芽に花芽を形成し、それが成長して花となり、開花・結実して一生を終る。この一生は栄養器官をつくる栄養成長期と、花を生じ実を結ぶ生殖成長期とに大きく分けられる。しかし、マメ類などのように栄養成長を続けながら生殖成長を併行する植物もあり、果樹類では最初は栄養成長のみであるが結果年齢*に達してからは栄養成長をしながら生殖成長を行うのが普通である。

植物の一生は、その長さを基準にして分けると、次の3つのグループに分けることができる。

* 結果年齢：1年生の苗木を植えてから、初めて花を開き実を結ぶまでの年数。
モモ2～3年、ブドウ3～4年、カキ・クリ・サクランボ4～5年、リンゴ5～7年

1年生植物 生育期間が1年以内のもので、春に発芽し、秋の終りまでに開花・結実するもので、イネやダイズなどがこれに属する。また、秋に種子をまき、幼植物時代に冬の寒い時期を経過し、翌春から夏にかけて開花・結実するものを越冬1年生植物といい、ムギ類やダイコンなどがこれに属する。

2年生植物 生育期間が2年にわたるもので、キャベツやタマネギなどのように、春に発芽してその年は栄養器官がつくられて越冬し、翌年開花・結実するもの。

多年生植物 開花・結実して地上部の大部分が枯死した後も植物体の一部が生存し、また翌年成長し開花・結実するチューリップやユリなどの多年生宿根草や、開花・結実しても全く枯死することなく、成長・開花・結実を繰り返す木本植物がこれに属する。

以上の概略を図2-1 (a) (ホウレンソウ・1年生植物) 及び (b) (モモ・多年生植物) に示す。

をすれば開花を遅らせることもできる。チューリップではある時期に低温処理をして花芽の分化，発達を促し，普通よりも早く花を咲かせることができる。

b. 開花と結実

分化した花芽が発達し，花が完成すると開花する。一般に開花すると雄しべの葯やくの中に包まれていた花粉が雌しべの柱頭につき，受粉が行われる。図2-16に示すように，花粉は発芽して花粉管を出し，花柱の組織を通して胚のうに達すると雄核を出し，卵細胞の卵核と合体して受精が行われる。受精卵は分裂を繰り返し胚を形成する。他の雄核は2つの極核と合体し，活発な分裂を繰り返し胚乳となる。このようにして種子が完成する。

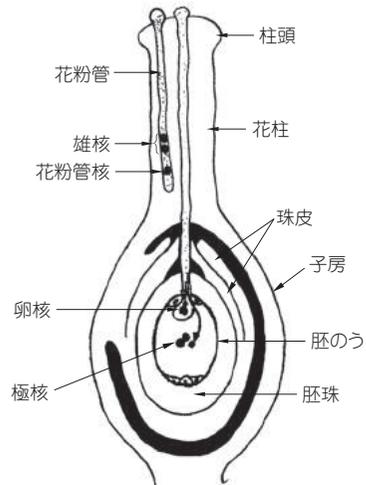


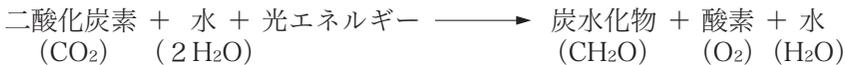
図2-16 花粉の発芽と受精しつつある胚のう

1. 2 植物の生活を支える働き

(1) 光合成

緑色の植物は，太陽の光エネルギーを用い，葉の気孔から取り込まれた二酸化炭素と根から吸収した水で，葉緑素の働きによって炭水化物を合成し，酸素を放出する。この作用を光合成といい，次のように示される。

葉緑素



これからわかるように，光合成は環境要素として光・二酸化炭素・水が関係するが，温度や無機養分によっても影響を受ける。また葉緑素は光を吸収する重要な働きを持っている。

光合成は図2-17に示すように，暗黒下(A)では行われず，呼吸作用による二酸化炭素の放出が起こる。光の強さが増すに従って光合成は活発になり，呼吸作用によって生じた二酸化炭素は，そのまますぐに光合成に利用されるので，二酸化炭素の放出は少な

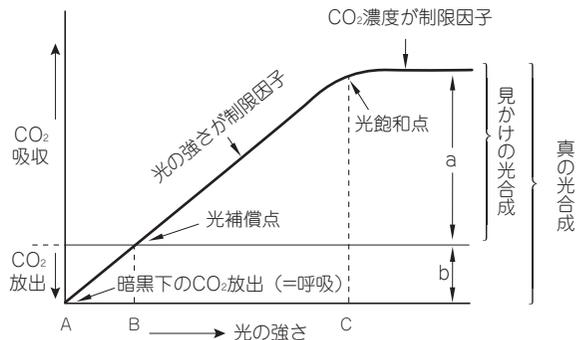


図2-17 光合成と光の強さとの関係

くなっていく。さらに光が強くなると、呼吸作用によって生じた二酸化炭素はすべて光合成に使われるようになり、二酸化炭素の体外への放出は0となる（B）。このときの光の強さを光補償点といい、呼吸作用と光合成がつり合った状態である。これよりもさらに光の強さを増すと光合成は増大し、二酸化炭素の吸収のみが見られるようになる。そして光がある強さに達すると、もうそれ以上光が強くなっても光合成（二酸化炭素の吸収）は増大しない（C）。このときの光の強さを光飽和点という。ここまでは光の強さが増すのに伴って光合成も増大するので、光合成は光の強さによって規制（制限）されていることがわかる。光飽和点以降、光合成が増大しないのは空気中の二酸化炭素濃度が0.03%と低いので、ここでは二酸化炭素が光合成を制限しているのである。

光飽和点は植物の種類によって異なり、日光の強さの $\frac{1}{10}$ くらいの比較的弱い光で光飽和点に達するものを陰性植物といい、日陰や森林の中で生育する植物がこれに当たる。一方、比較的強い光の下で光合成が盛んな植物を陽性植物といい、日光の強さの $\frac{1}{3}$ 以下になると光合成が低下して生育できなくなる。多くの植物は陽性植物に属する（図2-18）。

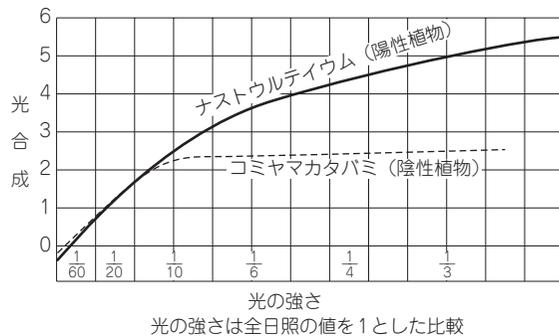


図2-18 陽生植物と陰生植物の光合成曲線 (Lundegadh)

光合成と二酸化炭素の関係を示したのが図2-19である。二酸化炭素が全くないときは二酸化炭素は体外に放出されるが、二酸化炭素を徐々に増していき、植物体内と空気中の二酸化炭素の濃度が等しくなったとき、二酸化炭素の放出はなくなる。これをCO₂（二酸化炭素）補償点

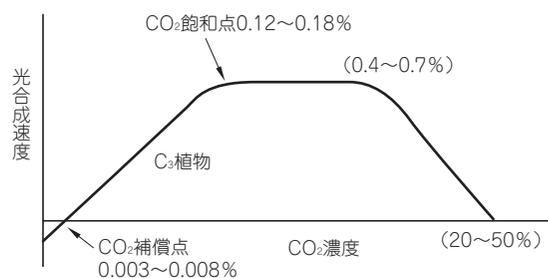


図2-19 CO₂濃度と光合成速度との関係 (玖村氏原図、一部改変)

という。さらに二酸化炭素濃度を高めると、二酸化炭素の吸収（光合成）は盛んになり、0.12~0.18%で最高に達する。このときの二酸化炭素濃度をCO₂飽和点という。農業では人為的に空気中の二酸化炭素濃度を高くして光合成を促し、作物の生育や収量を増大させる方法がとられている。

表2-5 フッ化水素に対する植物の感受性 (Thomasほか)

高		中		低	
(1類)	(2類)	(3類)	(4類)	(5類)	(6類)
グラジオラス	モモ	ダリア	ツツジ	フウリンソウ	キク
アンズ	イチゴ	ペチュニア	バラ	カシワ	キンギョソウ
ソバ	ブドウ	クローバー	ライラック	マツ(古葉)	スイートピー
チューリップ	アイリス	リンゴ	ニンジン	トマト	シャクナゲ
サクラ	マツ(若葉)	カエデ	ホウレンソウ		ヒャクニチソウ
		ヤナギ			
		ベゴニア			

により軽微な障害を生ずる。特にグラジオラスはこのガスに敏感な植物で、指標植物*として利用されている。

b. オキシダント

オキシダントはオゾンとPAN(パーオキシアセチルナイトレート)、その他、光化学反応により生成される酸化物の総称である。オキシダントは交通機関や工場、ビルなどの排煙より発生する。被害の症状は図2-35のようで、オゾンは主として葉の柵状組織を侵しやすく、症状は葉の表面に均一な灰白色～褐色の小さい斑点や不規則なそばかす状のしみが現れる。PANは海绵状組織が侵されるので、葉の裏面が光沢化したり、銀灰色又は青銅色を呈する。オゾンは植物に対して0.05～0.07ppmの濃度で5時間の接触により激しい障害を生ずる。また、PANは植物に対し0.05ppmの濃度で8時間の接触により被害を生ずる。オゾン及びPANに対する植物の感受性を、それぞれ表2-6及び表2-7に示す。

表2-6 オゾンに対する植物の感受性

高	中	低
ホウレンソウ、トマト、アサガオ、ライラック、ペチュニア、ケヤキ、ポプラ	アカマツ、サクラ、ナシ、サワギキョウ、キンセンカ、バラ、ケイトウ	ゼラニウム、グラジオラス、イチヨウ、ヒノキ、クスノキ、ネズミモチ、キョウチクトウ

表2-7 PANに対する植物の感受性 (Taylorほか)

高	中	低
ペチュニア、インゲンマメ、フダンソウ、ハコベ、ダリア、レタス、トマト	アルファルファ、ニンジン、ダイズ、タバコ、コムギ、ホウレンソウ	ツツジ、ベゴニア、キク、トウモロコシ、キュウリ、キャベツ

* 指標植物：環境条件をよく示すことのできる植物。従来は土壌の反応や肥沃度の判定など、農業上に利用されてきたが、最近、大気汚染など環境汚染の指標として使われるようになってきた。フッ化水素に対するグラジオラスがこれに当たる。

c. 二酸化イオウ

硫酸酸化物 (SOx) のうち、最も問題になるのは二酸化イオウ (亜硫酸ガス) である。二酸化イオウによる農作物への被害は古く江戸時代から発生し、現在に至っているが、近年、エネルギー革命により、石炭から石油へと石油の使用量が増大し、これを燃料とする工場などから排出されるガス中の二酸化イオウによる植物への影響が問題になっている。

二酸化イオウは気孔を通して植物の体の中に入り、植物体の有機酸の分解によって生じたアルデヒド類と結合してアルファオキシルスルホン酸を生じ、これが有害に作用し、酵素作用の阻害や体内成分の合成・分解をかく乱し、細胞や組織を侵し、クロロシスやネクロシスを起こす。葉は淡黄色や灰緑色を呈し、次第に白変する。また、このような可視的障害*¹の現れる以前に、光合成や呼吸作用などへの生理的な不可視的障害*²が認められる。表2-8に二酸化イオウに対する植物の感受性について示す。

表2-8 二酸化イオウに対する植物の感受性

高		中		低	
アルファルファ	1.0	カリフラワー	1.6	グラジオラス	1.1~4.0
ライムギ	1.0	タンポポ	1.6	カンナ	2.6
コスモス	1.1	ナス	1.7	バラ	2.8~4.3
スイートピー	1.1	リンゴ	1.8	カエデ	3.3
レタス	1.2	キャベツ	2.0	タマネギ	3.8
ハウレンソウ	1.2	エンドウ	2.1	ライラック	4.0
ブロッコリー	1.3	アジサイ	2.2	キュウリ	4.2
ヒマワリ	1.3~1.4	ベゴニア	2.2	ヒヨウタン	5.2
クローバー	1.4	ブドウ	2.2~3.0	キク	5.3~7.3
ニンジン	1.5	アイリス	2.4	セロリ	6.4
コムギ	1.5	ポプラ	2.5	カンキツ類	6.5~6.9
				マスクメロン	7.7

注) O'garaによる測定値より抜粋、アルファルファを基準とした指数を示す。

d. 二酸化窒素

窒素酸化物 (NOx) はオキシダント発生の原因物質であり、このうち二酸化窒素が最も毒性が強い。しかし、二酸化窒素による植物への影響は比較的小さく、ピントビーン (インゲンマメの一種) の場合、3 ppm の濃度で4~8時間の接触により被害の兆候が現れ、30 ppm の濃度で2時間の接触により、激しい障害が認められる。表2-9に二酸化窒素に対する植物の感受性を示す。

* 1 可視的障害：養分欠乏や汚染物質などの障害によって生じた症状が植物体の一部に可視的に確認できること。

* 2 不可視的障害：可視的障害は見られないが、光合成や呼吸作用などへの生理的障害のこと。

をいう {熱帯多雨林・常緑広葉樹林・夏緑広葉樹林 (落葉広葉樹林) ・ステップ・サバンナなど}。

(4) 生物共同体と生態系

自然界では植物と動物の区別なく同一地域で互いに関係を持ちながら多くの個体群が混在して生活している。動物は無機物から有機物を合成できないので、植物が生産した有機物(植物体)を餌として体内に取り込み・分解し、それをもとに動物に必要な有機物を再合成している。そのため植物が生育していない場所では動物は存在することができない。植物と動物は別々の集団をつくっているが、互いに一体となって生活している。このような植物と動物が共存している集団を生物共同体といい、これが本来の自然の姿である。

群系(熱帯多雨林・常緑広葉樹林など)と特徴的な動物群を含めた生物共同体をバイオームという。生物群集と生物の生活に関与する環境を含めた機能系を生態系という。自然を考えるうえでは生物共同体より生態系のほうが適していると考えられている。

2. 3 植物と環境

(1) 環境要因

環境とは主体(個体・個体群・群集など)を取り巻く自然全体で、普通、主体に適当に近接した範囲で生活現象に関与する機能的なものを環境という。環境の構成要素を環境要因といい、非生物的環境要因と生物的環境要因に大別される(環境の定義は明確になっていなければならないが、さまざまな考え方があって、完全に一致はせず、定義があいまいなまま一般に使用されている)。

a. 非生物的環境要因(物理化学的環境)

生きていないものすべて入るが無機的なものに限定した場合、無機的環境要因といい、光・温度・空気・土壌など次のようなものがある。

- ① 光：照度・波長(光合成量)・年周期(長日・短日)・日周期
- ② 温度：気温(寒暖)・地温・水温・年変化・日変化
- ③ 降水量：年間降水量(乾・湿)・雨季と乾季
- ④ 大気：O₂・CO₂・SO₂・気圧・風向・風力
- ⑤ 地形：尾根・谷・平地・傾斜(傾度・南向き・北向き)
- ⑥ 土壌の粒子：粒子の大きさ・粒子の性質・粘土・砂土・壤土
- ⑦ 土壌成分：養分組成・腐植質・pH
- ⑧ 土壌の乾湿：湿地・乾燥地・中性地

⑨ 水界：養分組成・pH・水圧・水流

b. 生物的環境要因

生きているものに限定し、同種他個体と異種（人を含む）が含まれ、生物の死骸や生物由来の有機物を含めた場合は有機的環境要因という。

① 種内関係：種内競争，動物では，なわばり・順位・リーダー制などがある。

② 種間関係：種組成・種間競争・寄生・共生・食物連鎖などがある。

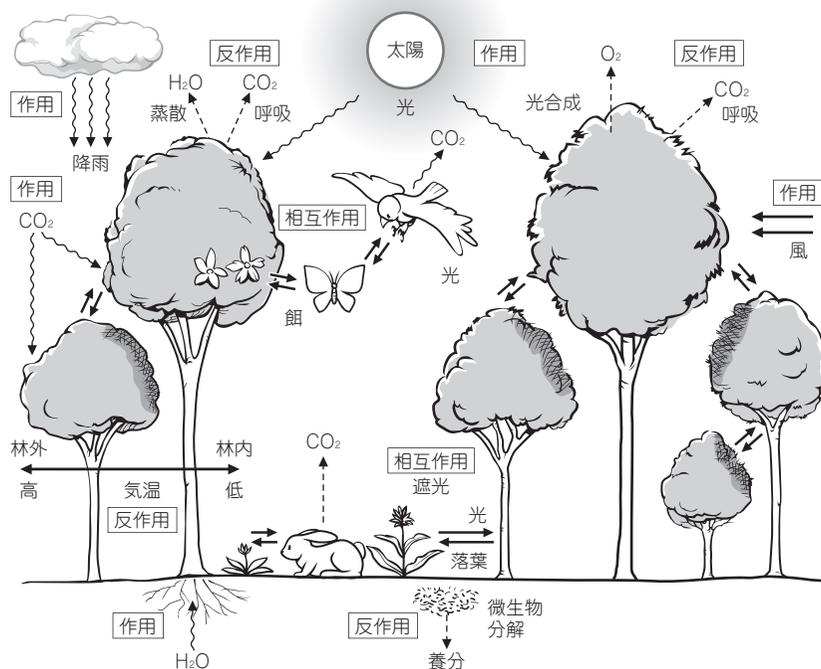


図2-38 森林内の作用・反作用・相互作用

(2) 環境要因と植物の相互作用 (図2-38)

植物と無機的環境は一定の関連性を持ち、無機的環境から植物に働きかけ、その生活に何らかの影響を与えることを作用（環境作用）という。反対に植物が生活することによって無機的環境に働きかけ影響を及ぼすことを反作用（環境形成作用）という。

例えば、森林が形成されて周辺と異なった気候が形成されたり（反作用）、植物がCO₂を使って光合成を行って成長し（作用）、O₂を大気中に放出して増加させる（反作用）。森林内に落ちた葉は堆積し、やがて微生物に分解されて土壌に養分を供給している（反作用）。さらに植物（生物）相互の働き合いを相互作用（生物相互作用）という。この例は、植物の花が蜜（みつ）を出して昆虫に餌を提供し、そのかわりに花粉を運んでもらったり、昆

ワ・エゴノキ・オオシマザクラなど高木の陽樹が侵入し、低木林に替わって陽樹林（夏緑広葉樹林）が形成され、群落高もさらに高くなる。林内の下層は次第に暗くなるので、陽樹の幼木は生育できなくなる。それに替わって光が少なくても成長できる（耐陰性）常緑樹のスタジイ・タブノキ・シロダモなどの陰樹の幼木が成長を始める。やがて陰樹は陽樹に競り替わって安定した陰樹林（常緑広葉樹林）ができあがる。安定してこれ以上遷移が進行しない群落の状態を極相（クライマックス）といい、その群落を極相群落（極相林）という。伊豆大島の遷移で特徴的なことは、1年生草本の時期を欠いていることである。溶岩や砂礫地は乾燥が激しいことや砂礫が移動するため種子が枯死したり、発芽してもうまく根が張れず定着できないことが原因と考えられている。

極相になる森林や草原は、その地域の気候や土地的条件によって異なり、常緑広葉樹林・落葉広葉樹林・針葉樹林などさまざまなものが見られる。

b. 湿性遷移

湿性遷移は湖沼に河川又は周囲から土砂が流入堆積し、さらに植物の枯死体の堆積により湖底が浅くなり、湖岸から植物が侵入し陸化していく遷移である（図2-54）。遷移の進行の前半は湖沼が堆積によって浅くなることが主な要因となるが、後半は陸地化して陸地になると乾性遷移となり光が遷移の主要因となる。湿性遷移は一般的に次のような過程をとる。

植物プランクトン → 沈水植物 → 浮水植物 → 浮葉植物 → 挺水植物 → 湿生植物 → 中生植物 → 低木林 → 陽樹林 → 混合林 → 陰樹林（極相）

新しく形成された湖沼は一般的に水深が深く、養分が少ないので貧栄養湖と呼ばれる。その後周囲から土砂や有機物が流入し、植物プランクトンが繁殖する。湖底が浅くなって水底に光が届くようになるとエビモ・タヌキモ・ヤナギモなどの沈水植物が生育するようになる。やがてアオウキクサやウキクサなどの浮水植物やヒシ・ヒツジグサ・コウホネ・ヒルムシロなどの浮葉植物が侵入し繁茂すると、光を遮られ沈水植物は枯死する。植物の枯死体が水底に堆積して腐植土を形成し、富栄養湖になる。堆積土や腐植土が積もり湖底が浅くなり、周辺部よりヨシ・ヒメガマ・ガマ・フトイ・カサスゲなどの挺水植物が侵入する。ヨシは大型で密生するため枯死体の堆積も早いので、周辺部より陸化して草原化し、水域は中心部だけになる。陸化につれてヨシのない湿性地にミソハギ、モウセンゴケ、ミズゴケなど湿生植物が生育し、周辺部から湿原化し、さらには低木のヤナギや高木のハンノキなどの陽樹が侵入し陽樹林となる。さらに陸化、乾燥化すると湿生植物から中生植物に替わり陽樹林が形成され、乾性遷移と同様の変化が見られ陰樹林になって極相に

達する。尾瀬ヶ原の湿原も管理しなければやがて陸化して森林が形成される。

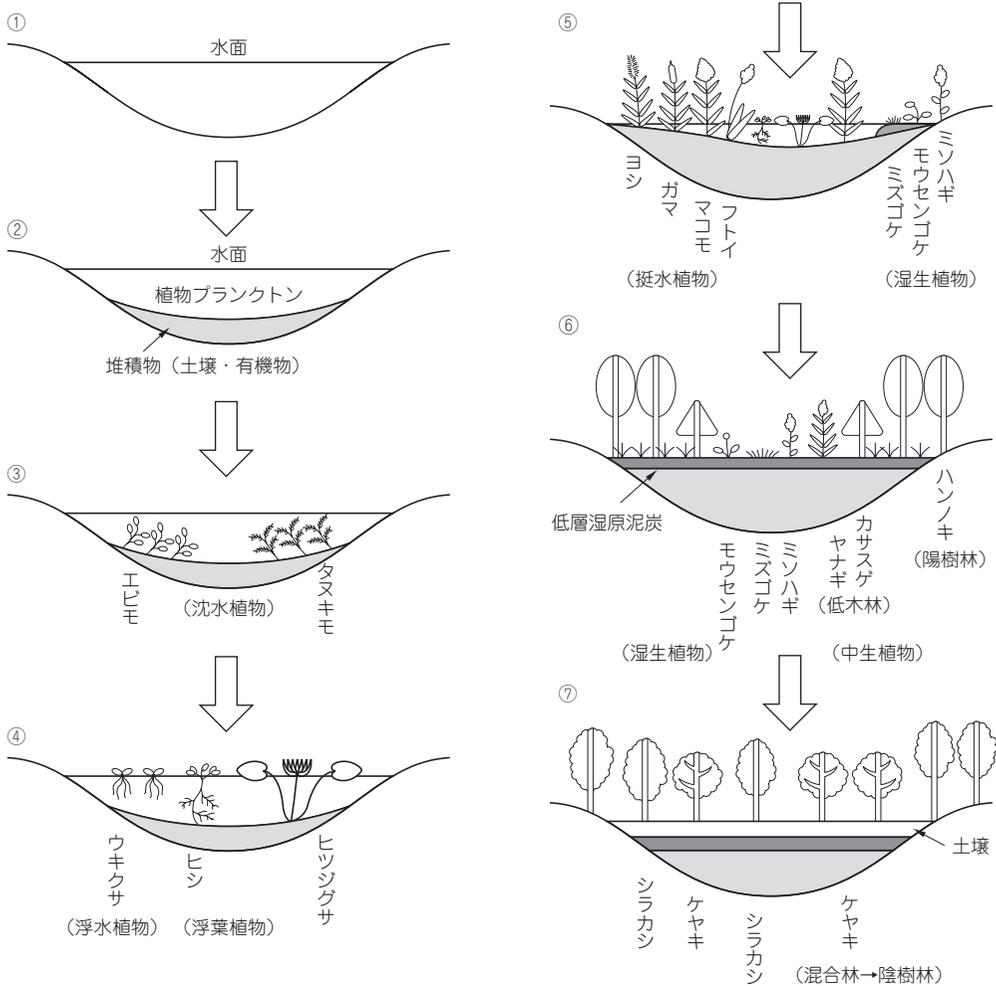


図2-54 湿性遷移系列模式図

(2) 二次遷移

以前あった植生が山火事・風水害・焼畑・森林伐採・田畑の休耕・建築のための裸地化などによって破壊されたあとで始まる遷移を二次遷移という。土壌（基質）が発達しているため、孢子・種子・根系などが残っていて一次遷移とは異なった遷移となる。

a. 田畑の休耕地からの遷移

休耕地の土壌は窒素分が多く、植物の成長は早い。また、埋土種子が土壌中に含まれていたり、周辺部から供給されるので、遷移の早さは一次遷移に比べて早く、一般的に表2-13のとおりである。休耕畑では乾性遷移が進行するが、遷移の初期に侵入する夏型1年草（1年生草本）のエノコログサ・メヒシバなど、ついで冬型1年草（越年生草本）の

よって再び CO₂ として大気中に放出される。放出される CO₂ 量は植物が同化する量とほぼ等しく、生態系内の CO₂ 量はほとんど変わらず、大気中に常に 0.03% に保たれている。しかし、地質時代の同化産物が地中に埋蔵され、石炭や石油になっていたが、人類が燃料として使用するとともに森林の乱伐により植物の CO₂ 吸収が減少し、大気中の CO₂ 濃度が次第に増加し、それが原因で地球の温暖化が進むことが問題となっている。

b. 窒素 (N) の循環

窒素 (N) はタンパク質や核酸などの構成元素で、核酸・リン脂質など重要な物質をつくる。N は大気中に 79% も含まれているが、これを利用できるのは根粒菌などの少数の生物しかない。また、ごく一部は雷や空中放電が起きると大気中の N が硝酸塩となり、雨水に溶けて土中に入り、植物に吸収される。多くの植物は、生物の遺体や排出物 (尿) が土壌微生物によって分解されたアンモニウム塩 (−NH₄⁺) や硝酸塩 (−NO₃[−]) の形で吸収する。吸収された N は、窒素同化作用によってタンパク質が合成される。植食動物は植物を食べて消化吸収しタンパク質を再合成する。肉食動物は他の動物を食べてタンパク質を再合成する。これらの動物が排出した尿や生物遺体は再び細菌や菌類などの分解者に分解され、アンモニウム塩となり植物に吸収され N は循環している。また、脱窒素細菌は硝酸塩や亜硝酸を還元して N を遊離し、空气中に放出する。この働きを脱窒素作用という。図 2-66 に生態系における窒素の循環を図示する。

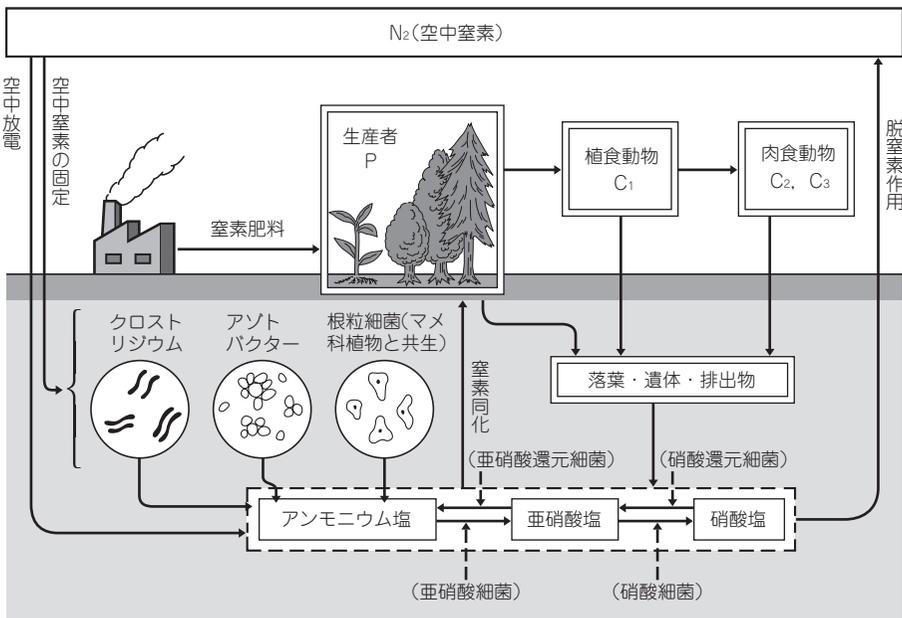


図 2-66 生態系における窒素の循環

c. その他の元素の循環

植物の栄養として必要なリン (P)・カリウム (K)・カルシウム (Ca) などは、岩石中に含まれていたものが風化して土壌中にいろいろな形で存在している。植物はこれらの養分を吸収し、それを動物が食べて動物体に移動する。生物遺体は分解者によって無機物に分解され再び植物に吸収される。

(8) エネルギーの流れ

どのような規模の生態系にも、系に入り、系の中を巡回し、系から出ていくエネルギーと物質の流れがある。

生態系の中で食物連鎖に伴ってエネルギーが移行する。エネルギーの流れは図2-67に示すように、最初は生態系内に到達した太陽の光エネルギーが光合成によって植物体内へ取り込まれる。このエネルギーの一部は呼吸によって熱エネルギーとなって放出されたり、食べられて第一次消費者に移行する。残りの大部分は遺体となり分解者の体内に取り込まれ、その呼吸によって熱エネルギーとして放出される。一次消費者が取り込んだエネルギーは、呼吸と食べられることで高次の消費者に移行し、同じ過程でエネルギーは消費される。

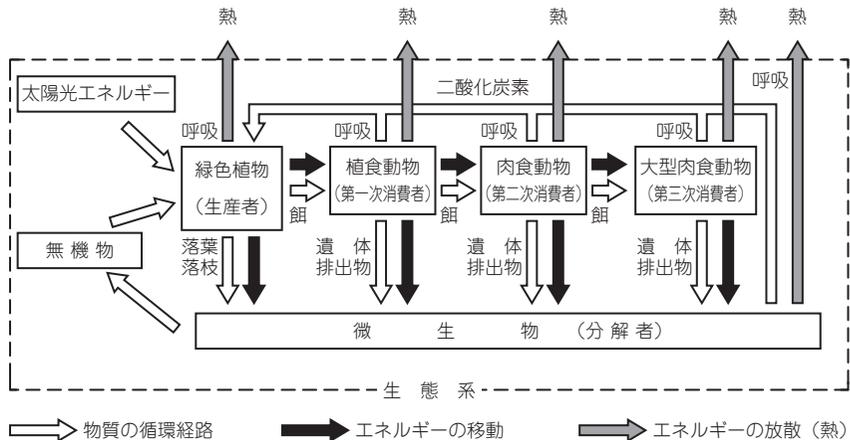


図2-67 生態系における物質循環とエネルギーの流れ

このように生態系に取り込まれた太陽の光エネルギーは、食物連鎖によって次々と高次の栄養段階に移行し、それぞれ生物の生活活動に利用され種属が維持されている。最終的には呼吸などにより熱エネルギーとして生態系から放出され、エネルギーの流れは一方的で循環することはない。

委員一覧

平成10年11月

<監修委員>

松岡清久 財団法人 進化生物学研究所

<執筆委員>

林 茂 一 東京農業大学

梶田信彌 東京農業大学

(委員名は五十音順, 所属は執筆当時のものです)

厚生労働省認定教材	
認定番号	第59051号
認定年月日	平成10年9月28日
改定承認年月日	平成23年2月9日
訓練の種類	普通職業訓練
訓練課程名	普通課程

植物学概論

©

平成10年12月1日 初版発行

定価: 本体 1,200円+税

平成23年3月25日 改訂版発行

平成26年12月5日 3刷発行

編集者 独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構
職業能力開発総合大学校 基盤整備センター

発行者 一般財団法人 職業訓練教材研究会

〒162-0052
東京都新宿区戸山1丁目15-10
電話 03(3203)6235
FAX 03(3204)4724

編者・発行者の許諾なくして本教科書に関する自習書・解説書若しくはこれに類するものの発行を禁ずる。 ISBN978-4-7863-1118-5



9784786311185

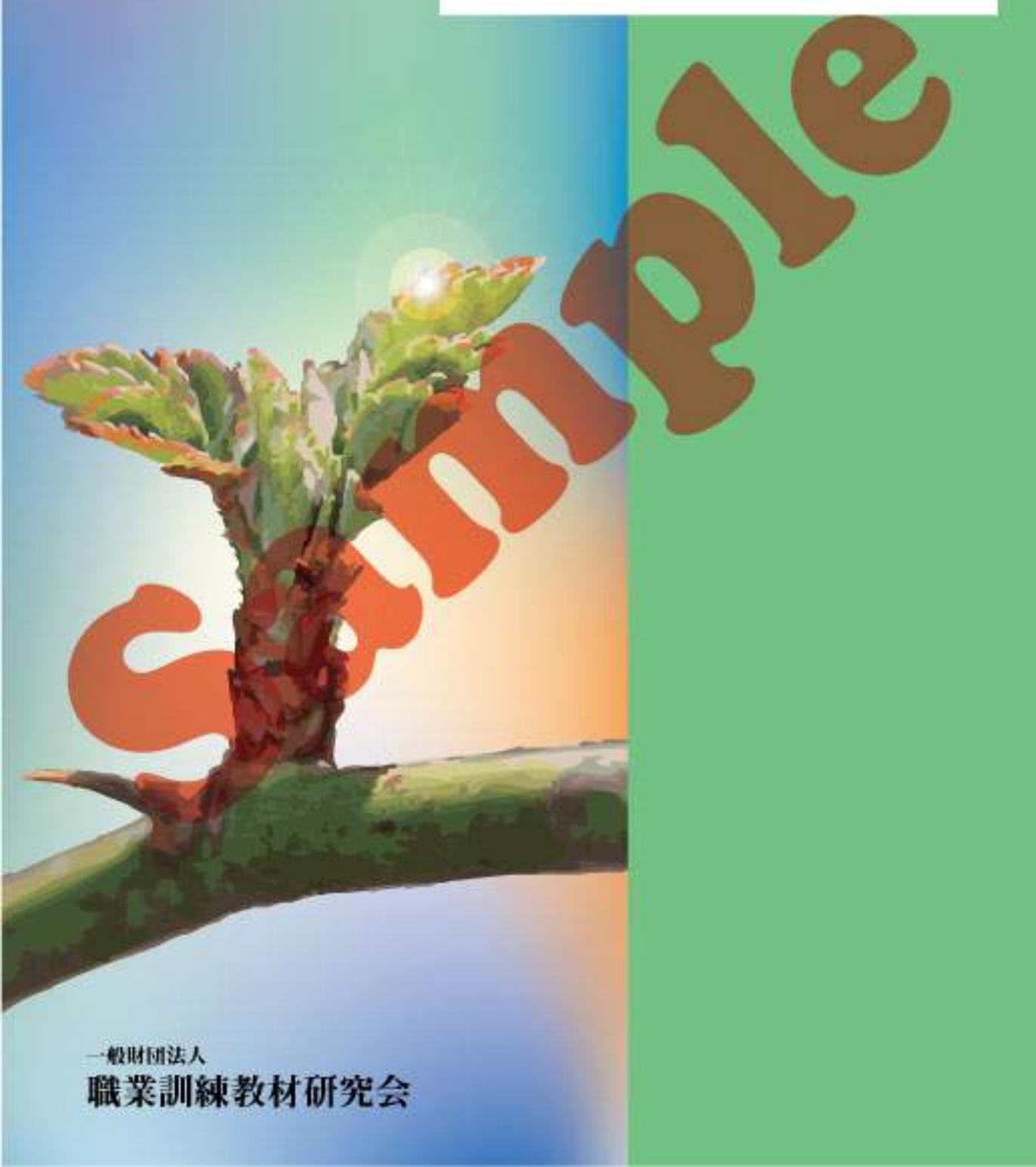
ISBN978-4-7863-1118-5

C3061 ¥1200E



1923061012005

定価： 本体 1200円 + 税



一般財団法人

職業訓練教材研究会