

## 第2章 桑の栽培

蚕はもともと挟食性の昆虫で、その主な飼料は桑である。桑は熱帯から温帯の地域にわたって、広く山野に自生する植物である。蚕の飼育がはじめられたころは、おそらく自生桑を採取したものと考えられるが、現在では実用上桑園で栽培されている。養蚕の歴史的過程において、蚕の飼育と桑の栽培とは不可分の関係にあり、現在においてもこの形は変わっていない。

本章では桑の形態及び生理生態、ならびに桑の栽培技術についてその概要を述べる。

### 第1節 桑の形態と生理

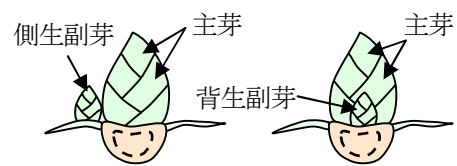
#### 第1. 芽

新梢が發育して初夏になると、葉柄の基部に芽が發育するがこれを一般に腋芽という。腋芽は發育して夏芽となり、さらに秋季落葉するころまでに冬芽となって越冬し、翌春、發芽展開するものである。

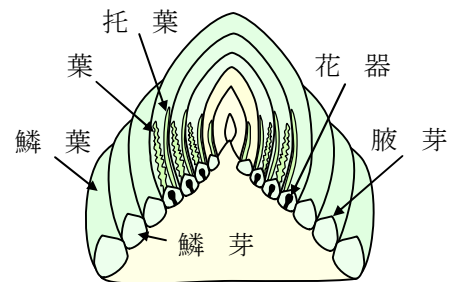
冬芽の外側には3~8枚の鱗葉があつて、内部を保護するように重なり合い、内部には柔らかい毛のはえた2枚の托葉と、1枚の若い葉が左右交互に重複着生している。また鱗葉や葉の基部には小さな芽があるがこれを鱗芽と呼んでいる。冬芽が發育して枝葉になる芽を枝芽・葉芽といい花器に分化するものを花芽という。

冬芽の色・つき方・鱗葉の大きさなどは桑の品種によって異なっており品種を見分けるのに役立つ。冬芽のように外観的に肉眼で觀察できる芽を定芽、また幹や枝のしわの中に隠れている芽を潜伏芽と呼ぶ。これらの芽は桑の仕立て方と深い関係がある。また、まれに冬芽の付近に独立した芽をみることがあるがこれを副芽という。

冬芽はおよそ9月中下旬から11月中旬までは發芽に適當な条件を与えても發芽しないいわゆる休眠状態(1次休眠)にあるが、12月を過ぎると温度を加えることによって發芽するようになる。しかし、自然環境のもとでは冬季低温のため春まで發芽せず冬眠状態(2次休眠)を呈する。



2-1 図 主芽と副芽 (南沢)



2-2 図 冬芽の内部構造 (能条)

冬眠は条件が整えばただちに発芽できる機能をもっており、休眠とは異なる。

休眠現象は本来遺伝的な性質であるが、休眠には光や温度などの物理的環境要因の影響、及び植物ホルモン（オーキシシン・ジベレリン・チトキニン・アブシジン酸など）の総合作用による影響があるといわれている。休眠を誘導する要因には抑制物質があり、芽の中に抑制物質がある一定濃度以上あると成長が抑えられる。

休眠の解除には、抑制物質が不活性化されるか、その抑制作用が打ち消されなければならない。抑制物質の主な構成成分はアブシジン酸である。また、オーキシシン・ジベレリンは成長促進効果をもっている。

芽を低温処理すると休眠が打破され発芽が促進されるが、この場合はアブシジン酸の濃度が低下し、一方オーキシシンやジベレリンが活性化され、さらに $\alpha$ -アミラーゼ・タンパク分解酵素などの活性化がおこる。

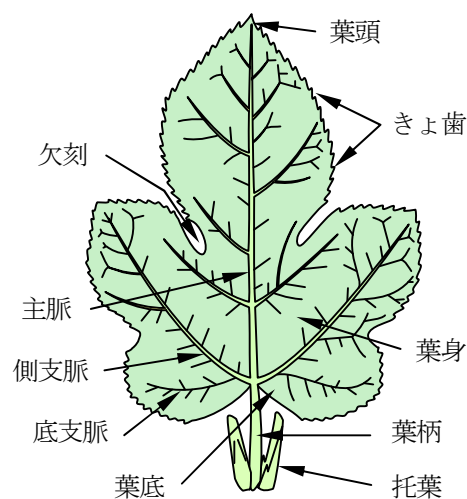
発芽は平均気温が 10℃以上になると誘導される。春になって温度が高くなると雨のあるごとに冬芽はふくらみ、一般には4月から5月にかけて発芽がみられる。発芽の経過は、脱苞・燕口・開葉の3期に分けられ、発芽の早晩は蚕種の催青着手や掃立て日の決定などの目安にされている。芽は発芽・開葉してもしばらくの間は炭酸同化作用をあまり行わず、発育に必要な栄養分としては冬芽や枝条中の貯蔵物質が使われる。



2-3 図 冬芽の発芽経過

## 第2. 葉

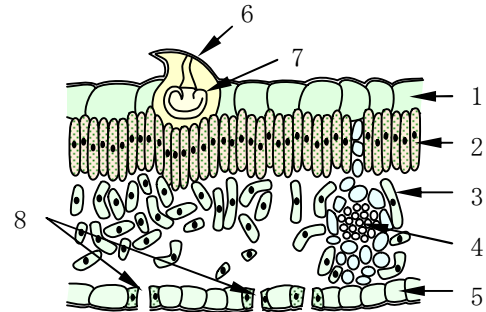
桑の葉は葉身・葉柄及び2枚の托葉からできている。葉身は丸葉と、欠刻のある切葉とに区別され、また葉頭・葉底・きよ歯なども桑品種によってそれぞれ特徴がある。葉脈は主脈と主脈から分岐している支脈とがあり、主脈と支脈の間にはさらに細く分岐した網脈がある。葉の表面は平滑なもの、しわのあるものなどがみられ一般に光沢がある。葉色は鮮緑色・暗緑色などがあって、桑品種や葉の着生部位などによって差異がある。葉の裏面は表面にくらべると光沢がなく、やや白味をおびている。



2-4 図 葉の外部形態

桑の葉は枝条に互生しており、その着生する状態を葉序という。

桑葉の内部構造を大きく分けると、表皮・基本組織・維管束の3部から成り立っている。表皮は葉の表・裏面ともに細胞が一層に配列されており内部を保護している。表面表皮は細胞が大型で外面には水を通しにくいクチクラ層が発達している。また、所々に巨大細胞があつて、内部に鍾乳体として非結晶状の炭酸カルシウムのかたまりがある。裏面表皮は細胞がやや小型であつて、多数の気孔を有するが、気孔は2個の孔辺細胞からできていて蒸散作用の水分、光合成活動における二酸化炭素などの通路となるものである。基本組織は葉肉組織ともいわれ、細長い細胞がならぶさく状組織と、その下に不規則な形の細胞が散在する海綿状組織とからなっている。基本組織の細胞は葉緑体を内蔵しており、光合成を営む重要な部分である。維管束は基本組織のなかに分布しており外部からは葉脈として観察される。維管束は根から吸収した水や栄養塩類を葉の細胞に送り、葉でつくられた同化生産物をほかの器官に運ぶ役割を果たしている。さらに葉身を維持・補強する役目ももっている。



1. 表面表皮組織 2. さく状組織 3. 海綿状組織 4. 維管束 5. 裏面表皮細胞  
6. 巨大細胞 7. 鍾乳体 8. 気孔

2-5 図 葉 の 内 部 構 造

と、その下に不規則な形の細胞が散在する海綿状組織とからなっている。基本組織の細胞は葉緑体を内蔵しており、光合成を営む重要な部分である。維管束は基本組織のなかに分布しており外部からは葉脈として観察される。維管束は根から吸収した水や栄養塩類を葉の細胞に送り、葉でつくられた同化生産物をほかの器官に運ぶ役割を果たしている。さらに葉身を維持・補強する役目ももっている。

葉の行う生理作用は、光合成及び蒸散・呼吸作用のほかにタンパク質やホルモンなどの合成作用がある。これらの作用は互いに密接な関係をもって行われている。

葉に含まれる物質中では、水分が最も多くそのほかの有機物質は2-1表のようである。また、灰分にはカリウム・ケイ酸・カルシウムが多い。

2-1 表 桑葉の一般有機成分 (農林蚕試より)

調査別 桑葉別	成分	新鮮物百分中		乾物百分中							
		水分	乾物重	粗タンパク質	粗脂肪	粗繊維	灰分	可溶無窒素物	炭水化物	全窒素	タンパク質窒素
第1齡用桑		82.07	17.93	36.35	3.17	9.27	8.11	43.10	12.23	5,826	4,442
第2齡用桑		78.99	21.01	31.04	3.19	9.52	7.28	49.11	18.71	4,966	3,758
第3齡用桑		77.49	22.51	28.29	2.82	10.15	7.33	51.41	18.67	4,526	3,551
第4齡用桑		78.40	21.60	27.35	3.15	10.79	7.97	50.74	18.02	4,376	3,540
第5齡用桑		75.65	24.35	26.16	3.49	10.71	7.20	54.44	20.21	3,865	3,270

光合成は太陽の光エネルギーを利用し、葉緑素の働きによって二酸化炭素と水から炭水化物をつくる ( $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ )。桑が光合成をはじめ、そのほかの生活作用を営むためにはエネルギーが必要である。このエネルギーは呼吸作用によって得られるもので、呼吸作用は葉や枝条などに含まれる炭水化物を分解消費する。したがって、光

合成によって生産された総同化量（総生産量）から、呼吸による消費量を差し引いた残りの量が純同化量（純生産量）となる。また、純同化量が最大になる葉面積を最適葉面積と呼んでいる。

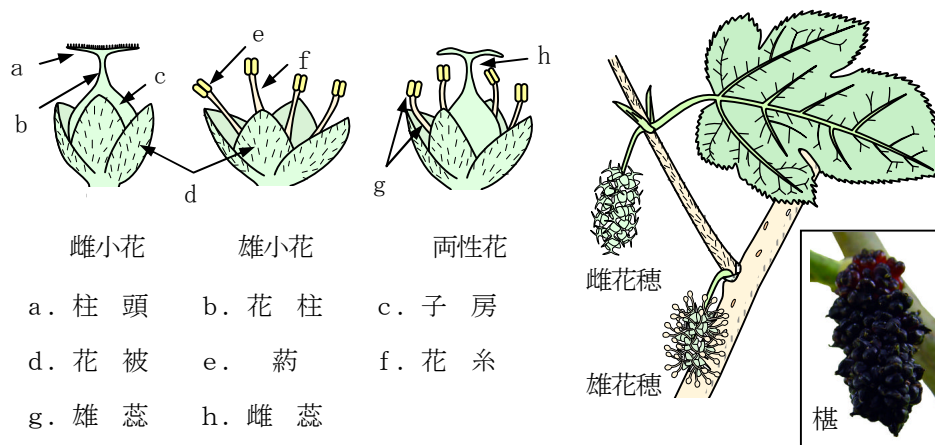
桑園において桑葉の増収を得るためには、総同化量を増やすことが最も重要であるが、同時に最適葉面積の増大をはかることも大切であって、これらは桑品種・栽植密度・仕立て・収穫法及び肥培管理法などと深い関係がある。

桑（品種、一ノ瀬）における光合成と照度との関係は、照度が上がるにつれて光合成も高まるがおよそ 30~40Klux で照度と同化量と平衡状態となる。また、照度が 1Klux 以下になると同化量はマイナスとなるが、これは呼吸による消費量が同化量を上まわるためである。温度については、30℃までは温度の上昇とともに同化量は増加するが、30℃以上になると低下し、40℃以上になると呼吸量が同化量を上まわるようになる。

二酸化炭素及び水分と同化量の関係では、空気中の二酸化炭素量は通常 300ppm であるが、これより濃度が増すにしたがい同化量も増すといわれている。また、水分について桑葉中の含水率と同化量の間をみると、葉位によって多少異なるが、いずれも含水率が低下するにしたがって同化量も減少し、含水率が 67%前後になると同化量はゼロとなる。

### 第3. 花と種子

桑の花はふつう単性花で雌花と雄花に分かれるが、まれには両性花もあり、また雌雄異株と雌雄同株の場合がみられる。雌花・雄花ともに1本の花軸に集



2-6 図 桑の花と果実 (南沢)

合して花穂をつくる。花は前年の新梢にできた腋芽の生長過程において、芽内に花器原基として発生したものであって、その後生長して芽内花穂となり生育する。

開花はふつう 5 月ごろにみられ、雌花にはめしべの外側に 4 枚の花被があって、その中に子房がある。子房からは花柱がのびその先端は二分して柱頭となり、柱頭には毛や突起があって花粉を受ける。雄花は 4 本のおしべをもち、その外側には花被がついている。ま



た、おしべには花糸と葯があり、葯の中には花粉が含まれている。花粉がめしべの柱頭につくと、発芽して花柱内に花粉管がのびて胚のうに達して受粉（受精）する。受粉を終わっためしべの花被と子房壁、特に子房中壁は厚く肥大して多肉となり仮果を形成する。これらの仮果が十数個花軸の周囲に密集して集合仮果ができるが、これを一般に椹と呼んでいる。成熟した椹は紅紫色で甘味がある。

**桑の染色体** 桑の生殖細胞の染色体数は 14 がふつうで、体細胞の染色体数は 28 の 2 倍体のものが多い。そのほか倍数体として、3 倍体・4 倍体・6 倍体・8 倍体・22 倍体などがある。

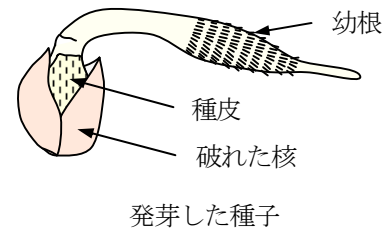
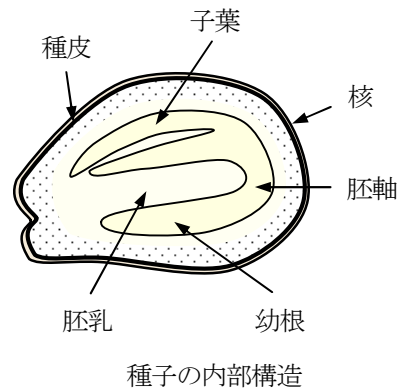
成熟した椹から果肉を取り去ると、内果皮をつけた種子が得られる。種子の内部には胚乳があつて胚を内蔵するが、胚は分化して子葉・幼芽・胚軸・幼根の四つの部分となる。胚乳には貯蔵養分として脂肪が多く含まれている。

桑の種子は光発芽種子であつて、発芽には光が必要である。発芽の適温は 28～32℃で、種子が水分を吸収して膨大すると、まず根が核を破ってあらわれる。次に子葉が開くが、2 枚の子葉の基部から本葉と茎が伸びてくる。桑の種子はそのまま放置すると 3～5 か月で発芽力を失う。しかし、乾燥した密閉容器に入れ、比較的低温の場所に保存すれば少なくとも 1 年間はその発芽力は失われない。

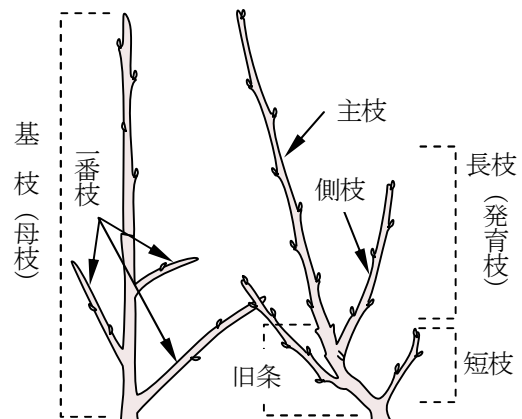
第4. 枝条

枝は芽が発芽伸長したもので、年々分枝して生長する。枝はふつう枝条あるいは条といわれている。2 年生枝の頂芽が伸長して生長したものを主枝、これより下の芽が生長して伸びたものを側枝という。

また、枝の頂部に近い芽が発芽伸長した新梢ほど発育がよくなる。これを長枝といい、下部のものは比較的短いので短枝と称する。基部では発芽しないで潜伏芽となる。



2-7 図 桑の種子と発芽



2-8 図 枝条とその分岐 (南沢)

桑は収穫、仕立てのために整枝を行うが、これは2年生枝または3年生枝を短く切りつめて、これから多くの側枝を発芽生育させるものである。

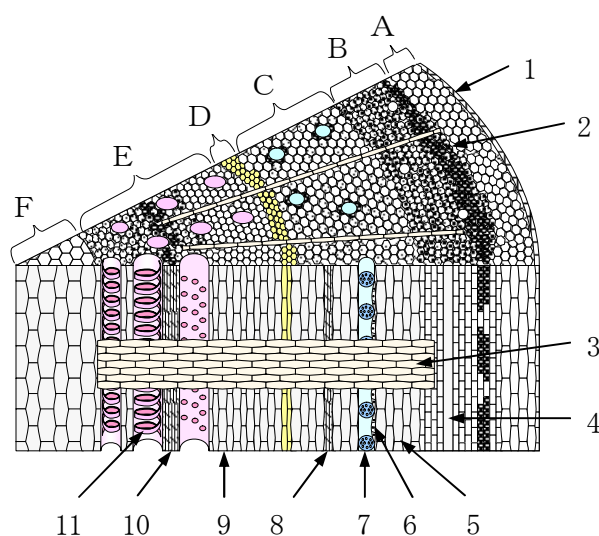
その年に発芽伸長した枝条の腋芽は、發育しないで冬芽となり越冬するのがふつうであるが、枝条の先端を摘しんして伸長をおさえると、当年の腋芽が発芽伸長して2番枝となることがあり、稚蚕用桑の全芽育成法に利用されている。

枝条の形状・長さ・太さ・発条数・節間・曲直・姿勢・色などは桑の品種によって特徴があり、品種分類の基準となる。枝条の表面には多数の皮目があり、形は丸形・だ円形または扇状形などがある。

皮目は水蒸気や二酸化炭素の通路となっているもので、その断面をみると枝条の表皮がとれて、木栓層がもり上がり中央が破れている。皮目の色と腋芽の色とは葉の成熟度に関係があつて、稚蚕用桑採取の際選択の目安にされる。

枝条の内部は、木栓層・皮部・形成層・木部・髓から成り立ち、葉・枝条・根の相互間の樹液の通路となり、栄養物質の運搬・貯蔵の役割を果たしている。また、蒸散作用・呼吸作用も行っているが、その量は葉より少ない。枝条には切口を被覆する癒合組織（カルス）の形成及び新根再生の機能があつてこれらの機能は桑苗の繁殖に利用される。

木栓層は枝条の最も外側にあつて、水や空気を通さず内部を保護している。皮部は皮層と師部に分かれ、外側にある皮層は葉緑体を含んだ柔細胞からできており、所々に石細胞がある。師部には師管・柔組織・繊維があつて、師管は炭水化物・タンパク質・ホルモンなどの通路である。柔組織には同化物質が貯蔵されていることが多い。師部と木部の間には形成層があるが、形成層は細胞分裂を行うところであつて、外部に師部・内部に木部などを形成していく。木部は枝条内部の大部分を占めるもので道管・仮道管・木部柔組織・繊維などがある。道管と仮道管は管状の細胞で水分や養分を根から葉に送る通路となっている。枝条



2-9 図 枝条の内部構造

- A. 木栓層 B. 皮層 C. 師部 D. 形成層 E. 木部 F. 髓  
 1. 表皮 2. 石細胞 3. 放射組織 4. 乳管 5. 師部柔組織 6. 伴細胞 7. 師管 8. 師部繊維 9. 木部柔組織 10. 木部繊維 11. 道管

の中心部には柔細胞からできている髄がある。髄から木栓層にかけて放射組織が走っており、養分の横の移動と貯蔵に役立っている。師部・形成層・木部を合わせて維管束という。皮層及び師部には多くの乳管があつて、枝条が傷つけられると白色の乳液が出る。

枝状に含まれる物質では水分が最も多く、タンパク質・灰分は葉より少なく、粗繊維は木部に多い。炭水化物は落葉前に最も多く、夏期と冬期には比較的少ない。脂肪は夏期と落葉期に少なく秋から冬にかけて多くなる。貯蔵でんぷんは冬芽の周辺・髄の周囲・放射組織に多いが、木部や皮層にも分布する。枝条の呼吸量は若い枝では葉と同じぐらいであるが、古い枝では少ない。

## 第5. 根

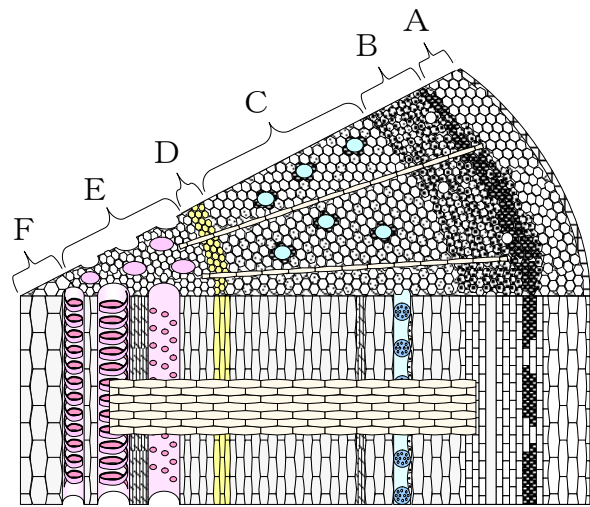
桑の種子が発芽伸長すると、主根は垂直に下方へ向かってのびる。主根から分岐した細い根を側根と呼ぶが、これら根の先端には生長点があつて根冠がそれを保護している。生長点からやや上った部分には、きわめて細い根毛が密生するが、この根毛は表皮細胞が変形したもので、水分や養分の吸収はほとんどここで行われている。また、根毛は桑の休眠期及び枝葉を伐採すると一時的に消失（枯死）する。

栽培されている桑は、苗木の育成や植付けの際の根ごしらえによって根が変形される。ふつう主根と称されているものは、太く斜めにのびた側根であり、それから第2次・第3次の側根が分岐してその先はたくさんの細い根になっている。

土中における根は、深さ10～30cmの間に多く分布するが、根圏は地表下3～4m、株の周辺5～6mにもひろがっている。また根系の分布は、土質・地形・地下水・仕立法・桑品種などによって差がある。

根の表面は一般に黄色をしているが、古くなると黄褐色となる。

根の内部は木栓層・皮部・形成層・木部・髄とからなり枝条とほとんど同じであるが、各組織の割合は大きく違っており、枝条とは逆に大部分が皮部で、木部は小さく髄はきわめて細い。根は主として給水作用を行うものであるが、呼吸作用を営み、養分の貯蔵器官



2-10 図 根の内部構造

- A. 木栓層 B. 皮層 C. 師部  
D. 形成層 E. 木部 F. 髄

としても大切な機能をもっている。さらに桑を大地に固定する役割も果たしている。

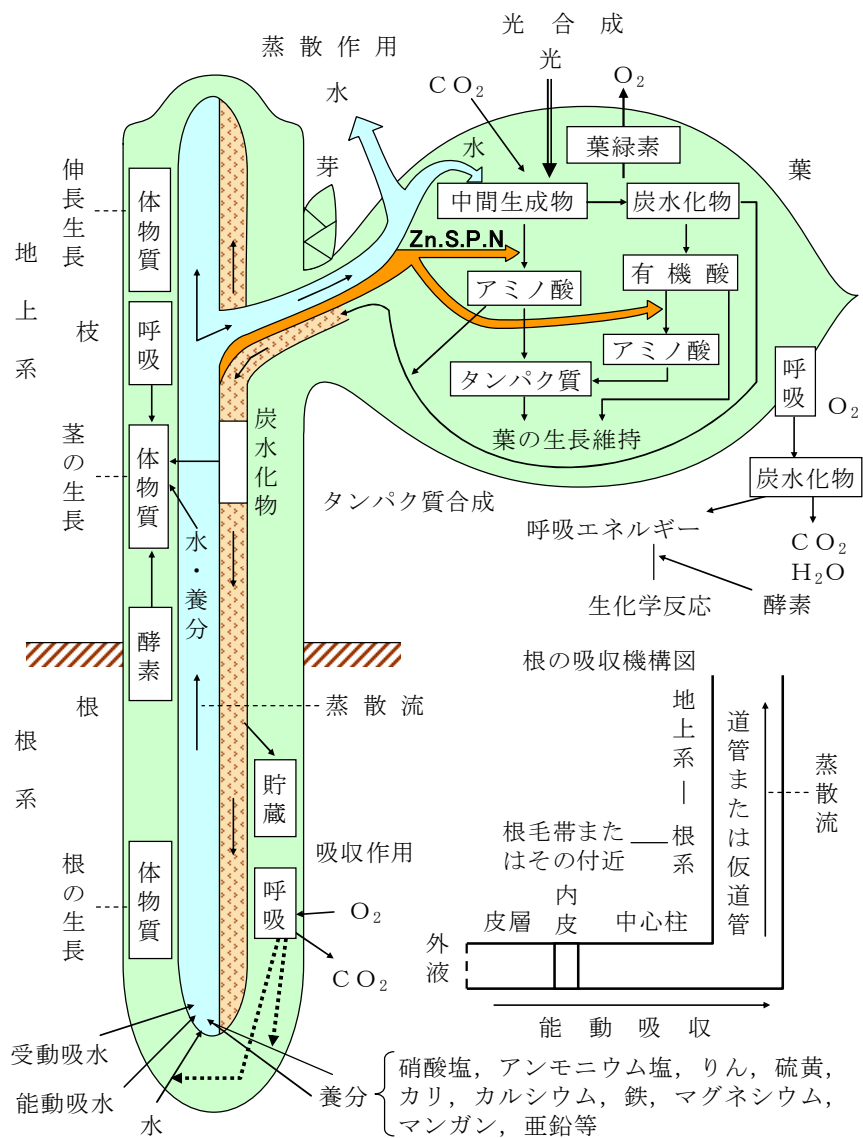
根の吸水作用は、根毛を通して土壌溶液中の水及び無機塩類が根内に取り込まれる能動吸水の過程と、取り込まれた水及び無機塩類が蒸散流によって上方に運ばれる受動吸水の過程がある。この両過程が順調に働くことによって吸水作用は正常に行われる。

### 第6. 器官相互の関係と桑の生理

芽・葉・枝条・根の各器官はそれぞれの生理作用を行うとともに、相互の関係を密接に保って調和のとれた生活を営んでいる。

葉の行う重要な作用は光合成である。葉面の気孔を通して取り込まれた二酸化炭素と、根で吸収され葉に送られた水を原料として炭水化物と酸素がえられる。この反応には光エネルギーが必要である。

葉で合成された炭水化物は葉・枝条・根などに運ばれ、そこでいくつかの過程を経てタンパク質に合成される。葉が十分な生理機能を営むためには、呼吸作用や蒸散作用が円滑に行われることが条件となる。



2-11 図 桑樹各部の生理作用と相互関係 (南沢)

根は能動吸水力によって土壌中の水分や養分を吸収し、さらにそれを受動吸水力によって根から枝条・葉へ



と運ぶ。これらの吸水機能は蒸散流によるが、蒸散流は葉の蒸散作用が正常に行われることが必要である。

枝条は葉と根との連絡部で樹液の通路であるとともに養分の貯蔵器官でもある。

このように1本の桑には、各器官の相互間に密接な生理的協力関係がある。したがって、一つの器官がその機能を失うと、その影響は全体に及ぶことになる。

## 第2節 桑の種類と品種

### 第1. 桑の種類

植物としての桑は2-2表のように位置づけることができる。桑属には多くの種あるいは変種があり、さらに種及び変種のなかには多くの品種がある。桑属の自然分布は西アフリカ・中近東・アジア及び中南米などにわたっており、ヨーロッパには自生していない。また、桑属には、2-3表のように有用な植物が多い。

2-2表 桑の植物分類学上の位置 (南沢)

植物界
頭花植物
被子植物門
双子葉植物門
離弁花区
蕁麻 (イラクサ) 群
桑 科
桑 属

2-3表 桑科の植物 (南沢)

パンノキ属
カジノキ属 (コウゾ属)
アサ属
アメリカゴムノキ属
カクツツガユ属 (柘属)
クワクサ属
イチジク属
カラハナソウ属
クワイタビ属
クワ属

桑属の分類は最初リンネによってなされたが、わが国においても桑の花のめしべの花柱、葉の細胞内の鍾乳体及び巨細胞などによってくわしい分類がなされている。

### 第2. 桑の品種

古くから日本に自生していた野桑は、やまぐわ・はちじょうぐわ・おがさわらぐわ・せきざいそう・やまべぐわ・みずほぐわ・あまくさぐわなどがあり、中国・朝鮮半島などから渡来したものに、からやまぐわ・ろそう・ちょうせんぐわ・おにぐわ・しまぐわ・かんとんぐわなどがある。

現在、わが国に栽培されている桑の品種は、およそ千数百種に及ぶといわれている。これらの品種は自然分類の種、または種間雑種であるが、大部分はやまぐわ型・からやまぐ