

File No. 36

葉面散布と葉による養分吸収

植物各器官の役割は、大体次のように分けられている。根が水や無機養分を地中から吸収して他の器官へ供給するとともに、植物体を固定する。茎が植物体の地上部を支えるとともに、葉と根の間で水、無機養分、有機化合物などの輸送通路となる。葉が外界との間で水（水蒸気）や酸素、二酸化炭素の交換を行い、光合成によって炭水化物等を合成し、植物の生長と繁殖に必要なエネルギーと有機物を供給する。

しかし、地上部の茎葉、特に葉は養分を吸収する機能をも持っている。植物栄養肥料学の分野ではこの現象を葉面吸収と呼んでおり、栄養供給手段として化学肥料の溶液を直接に葉に散布する葉面散布は実用的な施肥技術となっている。土壌の理化学環境により根の微量元素吸収が阻害されている場合には、葉面散布は微量元素の欠乏防止に効果の高い手法としてよく知られている。また、多量元素では窒素源に尿素を、りん酸源に亜りん酸やりん酸塩を、加里源にりん酸一カリウムなど加里化合物の葉面散布を行う施肥方法は広く普及されている。

陸生植物は水生植物から進化してきたものである。水生植物が体表面全体で水中から養分を吸収しているが、進化で陸上に上がってからもその能力が残り、根からのみでなく葉や茎、果実表面からも養分を吸収する能力を保っている。但し、陸生植物、特に木本植物は茎が地上部を支えるために厚く固い表皮と木質化したため、若い茎を除き、養分吸収能力が衰退している。従って、地上部の養分吸収は大抵葉による吸収を指す。

葉の養分吸収メカニズムは根の養分吸収と若干異なる。葉の構造は図 1 に示すように表皮系、基本組織系と維管束系で形成されている。

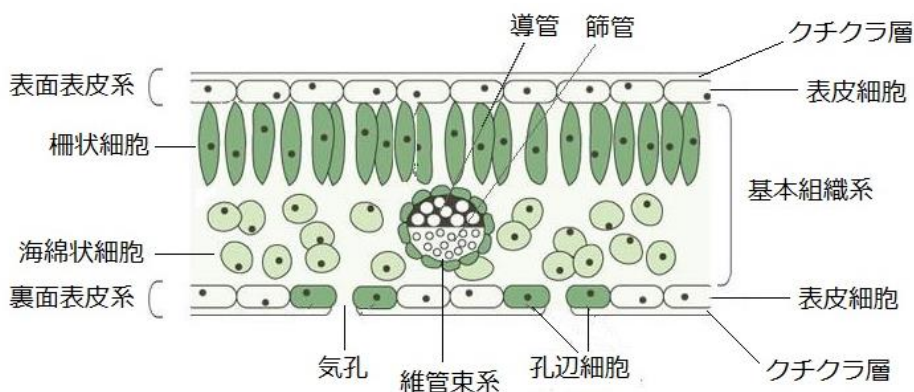


図 1. 葉の構造の模式図

表皮細胞 (epidermal cell) は長方形、多角形、波状縁をもった不定形などさまざまであり、比較的規則正しくならんで互いに密着している。葉の表皮細胞は特定の場所で大きさや細胞壁の厚さが異なることがある。表皮細胞の外側にはクチンやワックスからなるクチ

クラ層 (cuticle layer) が発達する。クチクラ層は葉に限らず基本的に植物体全てを覆っているが、特に表面積が大きい構造である葉にはよく発達しており、植物体からの水の発散、外部からの生物や物質の侵入、紫外線による傷害を防いでいる。一般に葉では裏面より表面のクチクラ層が厚い。

葉の表皮には気孔 (stoma) が存在している。気孔は光合成能と密接に関係するので、光合成の主要な場である葉には特に気孔が多く存在する。普通、気孔は葉の表面より裏面に多いが、裏面のみに存在するものや両面に均等にあるもの、浮葉植物のように葉の上面だけにあるものもある。

葉の基本組織系は葉肉 (mesophyll) とよばれ、光合成組織 (同化組織) である柵状組織 (palisade tissue) と海綿状組織 (spongy tissue) からなる。柵状組織はふつう葉の表側にあり、垂直方向に細長い円柱状の細胞が比較的密にならんでいる。海綿状組織はふつう葉の裏側にあり、海綿状の細胞が不規則にならんでいる。細胞間隙に富み、間隙は気孔を通じて外界とつながっている。

葉の維管束 (vascular bundle) は葉脈として存在する。葉の維管束は茎の維管束から分かれて入るので、その導管 (vessel) を中心とする木部と篩管 (phloem) を中心とする篩部の位置関係は基本的に茎と葉では共通している。

葉による養分吸収は次のように行われる。まず、養分溶液を葉の表面を濡らして、表皮細胞を通して葉に浸透するかまたは気孔を経由して葉に進入する。葉に進入した養分は葉肉細胞の細胞膜を通して、細胞内に取り込まれる。細胞に取り込まれた養分は大部分が篩管に入り、光合成した糖類と一緒に植物の各組織へ転流される。残りは葉細胞内にとどまり、新陳代謝に供する (図 2)。

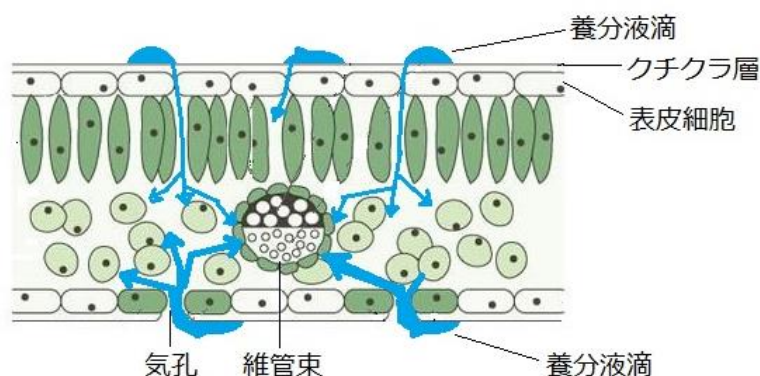


図 2. 葉面散布による養分の葉への進入模式図

葉に進入した養分は葉肉および維管束の細胞膜に存在しているトランスポーターにより細胞内に取り込まれる。従って、無機イオンだけではなく、尿素やアミノ酸などの有機物分子もそのまま吸収利用できる。トランスポーターについては、前編の「植物根の養分吸収メカニズム」をご参照ください。

表皮細胞の外側にクチンやワックスからなるクチクラ層が発達しているため、養分がそれを浸透して葉に進入することは困難である。葉面にある気孔の開口が大きく、養分の進入が容易いため、葉による養分吸収はほとんど気孔を経由して行う。従って、葉面の気孔数が少なく、ワックス層が厚く、濡れにくい植物には葉面散布の効果が得難い。葉面散布の効果をj得るためにクチクラ層が薄く、気孔の数が多i葉の裏面、特に若葉の裏面を狙うべきである。

海外では1920年頃から鉄や銅、亜鉛、マンガン等の微量元素欠乏対策に葉面散布が行われるようになり、1940年頃からは窒素、りん酸、加里などの3要素の葉面散布も利用されるはじめ、その効果が確認されて次第に広く利用されるようになった。本邦でも1950年代から利用されるようになり、1961年には肥料取締法が一部改正され、葉面散布剤も肥料として取り扱われるようになった。近年では有機成分（アミノ酸等）を含む葉面散布剤も普及し始めた。

葉面散布の養分吸収速度は、養分の種類、植物の種類によって大幅に変化するが、温度や散布濃度も吸収速度に影響を及ぼす。表1は葉面に散布した幾つかの養分が50%吸収されるまでの時間を計測した結果である。

表1. 各種養分の葉面吸収速度

養分	作物	50%吸収にかかる時間
尿素	キュウリ、ソラマメ、トマト	1～6時間
	リンゴ	1～4時間
りん酸	リンゴ	7～10日
	ソラマメ	30時間～6日
加里	ソラマメ・カボチャ	1～4日
	ブドウ	1～4日
カルシウム	ソラマメ	4日
マグネシウム	リンゴ	1時間で20%
鉄	ソラマメ	24時間で8%
マンガン	ソラマメ	24～48時間
亜鉛	ソラマメ	24時間
モリブデン	ソラマメ	24時間で4%

註： 熊沢氏のデータから引用

葉面散布に於いて、他の養分に比べ、尿素は吸収されやすい。その理由としては、尿素は非電解質で分子量が小さく、拡散性や浸透性が極めて高く、葉表皮のクチクラ層からも容易に透過して葉に進入するためである。1970年代から尿素による葉面散布が農作物の収量増加だけでなく、アミノ酸など窒素有機物の増加による品質向上に有効であることも

判明された。また、尿素と他の栄養元素の併用散布は、他の栄養元素の単独散布よりもその吸収を高める実験結果が確認された。現在、生産現場では尿素を主成分の葉面散布剤が広く活用されている。

養分の葉面散布の主な狙いと期待できる効果は主に下記の点にある。

1. 農産物の商品価値の向上： 葉菜類の葉色向上、根菜類の肥大促進、果実の初期肥大・着色促進、茶のアミノ酸増加、花卉の開花促進と葉色向上・草勢回復など。
2. 生理障害の予防、養分不足による生育不良の早期回復： 過湿による根腐れ、根圏温度の低下、土壌塩分集積がもたらす根障害など養分吸収低下時の応急措置。
3. 土壌中の微量元素・カルシウム・苦土などの不可給化の対策： 土壌アルカリ化による鉄・マンガン・亜鉛・銅・ホウ素の難溶化、土壌酸性によるモリブデンの難溶化、りん酸過剰による鉄・銅・亜鉛の固定化、土壌乾燥によるホウ素・カルシウム・加里の吸収阻害などを緩和させる。
4. 天候不順による草勢不良の早期回復： 寒害・風水害・干害・霜雪害などに起因した植物の生育不良を早期に回復させる。

但し、養分吸収機能は根が担うもので、葉面散布は補助的な効果しかなく、施肥の基本は土壌施用であり、葉面散布は根の養分吸収を補う手段に過ぎないことを覚えるべきである。

また、葉面散布に於いて、下記の注意事項を守っていただかなければならない。

1. 肥料焼けを引き起こさないように散布液の濃度、散布時の気温などの気象条件、土壌水分を十分に考慮する。
2. 吸収効率を上げるために適切な展着剤を添加すること。特に葉の濡れにくい植物は展着剤の添加が有効である。
3. 葉面散布用の養分液は弱酸性のものが多く、アルカリ性農薬や液肥との混用を避ける。
4. 窒素、りん酸、加里の多量要素は葉面散布だけで補うことが困難である。速効性肥料の土壌施用を合わせて行う。