

植物の葉を断面と厚みから考える

熊本大学教育学部附属中学校 2年 田中 ひかる

1 研究の目的

中学1年生のころ「葉の作りと働き」を学んだとき、葉の内部にある細胞の形と配置が、葉の表側と裏側で大きく異なっていることに興味を持った。葉が表側と裏側で異なる構造をとるのは何か意味があるのではないかと、この構造の違いは葉の表側の色が濃く、葉の裏側が白っぽく見えることと関係があるのではないかと考えるようになった。葉の重要な働きは、光合成と蒸散である。葉の表側と裏側の構造の違いが、光合成と蒸散を効率的に行えるような役割を果たしているのか調べていきたい。また、葉が生い茂っているような所では、直射日光の当たる外側の葉は厚く、弱い光しか当たらない内側の葉は薄くなっている。どのような理由で葉は、厚みの違いを生じさせているのか考えていきたいと思う。

2 研究の方法、結果と考察

(1) 葉の内部構造から光と二酸化炭素の進路を考える

[方法]

ア 葉を縦に切ったときの断面と横に切ったときの断面を顕微鏡で観察し、スケッチする。

イ 葉の表側から入ってきた光の進路と葉の裏側から入ってきた光の進路を考える。

ウ 気孔から入ってきた二酸化炭素の進路を考える。

[結果と考察]

葉の表側の柵状組織は、葉を縦に切ったときの断面で見ると長方形の細胞が規則正しく並んでいる。一方、葉の面と平行に切ったときの断面で見ると丸みを帯びた形が見えた。このことは、葉の表側の細胞が円柱の形をしていることを意味している。円柱状の物質に入った光は、光ファイバーに入った光と同じような進路を辿ると考えられる。光ファイバーに入った光は、全反射を繰り返しながらファイバーに沿って進む。柵状組織の細胞も同じように、いったん細胞内に入った光は、そのまま円柱状の細胞に沿って葉の奥へと進んでいく。葉の裏側の海綿状組織は、様々な形の細胞が隙間を空けて存在している。その隙間には空気があるのに対して、細胞内部は主に水である。そこに光が入った場合、光は空気と水の界面で屈折して曲がる。小さな細胞の一つ一つで光の屈折が起こると、光は乱反射され葉の裏側は白っぽく見える。円柱状の細胞に沿って葉の奥へと進んだ葉の表から入ってきた光が、海綿状組織にまで達すると、海綿状組織は光を乱反射して元来た方向へと戻す。その進路の途中、葉緑体に出会えば、光は葉緑体に吸収されて光合成に使われる。気孔から入った二酸化炭素は、海綿状組織の細胞と細胞の隙間を通して細胞の中へと溶け込む。この隙間は気体である空気であって満たされている。気体は液体より分子が離れているため一定時間に拡散によって運ばれる物質の量は、気体が液体より一万倍多くなる。よって、海綿状組織の細胞と細胞の隙間を通る二酸化炭素は、隙間が液体である空間を通るときより一万倍も速く輸送される。一方、柵状組織は葉と平行に切った断面で見ると、空気のある空間があり、海綿状組織のときと同じように速いスピードで輸送されるのが分かる。

(2) 葉の中の水と空気の屈折率の違いをなくすと葉にどのような変化が見られるのか調べる

[方法]

ア ツユクサとコマツナの葉の表側と裏側の違いを写真に収める。

イ 葉の細胞と細胞の隙間の空気を抜き、代わりに水を入れるために葉をゆでる。

ウ 水で満たされた屈折率のない葉は、どのように見えるのか観察する。

[結果と考察]

空気を抜き、水で満たされたツユクサとコマツナの葉はどちらも表側と裏側の区別ができなくなった。このことから、葉の表側と裏側の違いは色素であるクロロフィルの量の差ではなく、葉の表側と裏側の細胞の形と配置の違いが光の屈折率の違いを生み、生じたものだと言えると思う。また、葉を水で満たすと葉が少し透明になって見えることから、光が通りやすくなっていることが分かる。このことは、水で満たされ光の屈折が無くなった葉は、入ってきた光を透過しやすくするために、光を効率よく光合成に利用できないことを意味していると思う。

(3) 葉の厚みは光合成と関係があるのかを調べる

[方法]

ア 500mL のペットボトルに 2 g の重曹（二酸化炭素の供給源）を入れ、容器の半分まで水を入れて溶かす。

イ 上の容器にツユクサの厚い葉 10 g と薄い葉 10 g を入れたものを 3 本ずつ用意する。

ウ 水を追加して容器を満たし、軽くたたいて気泡をできるだけ取り除く。蓋をした後、残っている気泡を容器の下に開けた針穴から追い出しテープで穴を塞ぐ。

エ 日向、日陰、暗所に置いた後、発生したガスを水上置換にてガラス瓶の中へ回収する。

オ ガラス瓶に線香を入れ、発生したガスが酸素であるかどうか確認する。

カ 観察後、ガラス瓶に水を満たし、その容積から発生した気体の体積を求める。

[結果と考察]

日向に置いた厚い葉の気体の発生量は 26.8mL、薄い葉の気体の発生量は 20.2mL で、厚い葉の方が薄い葉より約 1.3 倍光合成速度が速かった。日陰に置いた厚い葉の気体の発生量は 2.6mL、薄い葉の気体の発生量は 4.7mL で、薄い葉の方が厚い葉より約 1.8 倍光合成速度が速かった。暗所に置いた葉については、厚い葉も薄い葉も気体は発生しなかった。厚い葉は日光のよく当たる外側についていること、薄い葉は日光のあまり当たらない内側についていることから考えると、葉は生育している場所で効率よく光合成を行えるよう葉の厚みを決めていると考えられる。

(4) 葉の厚みは蒸散と関係があるのかを調べる

[方法]

厚い葉をつけたツユクサ 16 g と薄い葉をつけたツユクサ 16 g を色水の入ったペットボトルに挿し、茎全体をポリエチレンの袋で覆い、日向、日陰、暗所に置いた後、蒸散量を測定する。

[結果と考察]

日向に置いた厚い葉から出た水の量は 4.1mL、薄い葉から出た水の量は 5.1mL で、薄い葉の方が厚い葉より約 1.2 倍蒸散量が多かった。日陰に置いた厚い葉から出た水の量は 2.1mL、薄い葉から出た水の量は 2.4mL で、薄い葉の方が厚い葉より約 1.1 倍蒸散量が多かった。暗所に置いた葉については、厚い葉も薄い葉も水の発生は見られなかった。乾燥しやすい場所に生育する葉は、厚い葉を作って蒸散を抑えているのだろうかと思った。

3 研究のまとめ

今回の研究で、葉の表側と裏側で細胞の形と配置が異なるという葉の構造が、光合成の効率を上げるのに役立っていること、その葉の構造の違いによって生じる光の屈折率の違いが、葉の表側と裏側の色の違いを生じさせていることが分かった。また、葉が生育する場所で最も効率的に光合成や蒸散ができるよう葉の厚みを決めていることも確かめられた。植物の不思議と生命力を感じることが出来たように思う。