

空気から葉緑体までの二酸化炭素の拡散

植物は光合成によって空気中の二酸化炭素（ CO_2 ）から糖を作ります。光合成は葉の細胞中にある葉緑体でおこなわれるので、植物が光合成するためには葉の外の空気から葉の中にある葉緑体まで CO_2 が拡散していく必要があります（図1）。光合成している葉の葉緑体内の CO_2 濃度は葉の外の空気の半分程度にまで下がっており、この濃度差が葉の外の空気から葉緑体へ CO_2 を拡散させる力となります。この CO_2 を拡散させる力が必要とされるのは、葉の外の空気と葉緑体の間に CO_2 の拡散を妨げるものが存在するためです。葉に光があたって光合成が始まると、葉緑体内の CO_2 が光合成によって消費されるので、葉緑体内の CO_2 濃度が低下していきます。そして葉緑体内の CO_2 濃度が葉の外の空気の半分程度にまで下がった時、葉の外の空気から葉緑体まで CO_2 を拡散させる力である CO_2 の濃度差が十分な大きさになります。この時初めて葉の外の空気から葉緑体への CO_2 の拡散速度が光合成による CO_2 の消費速度に追いつき、葉緑体内の CO_2 濃度の低下が止まるのです。では一体何が CO_2 の拡散を妨げているのでしょうか。

葉の外から葉内への CO_2 の拡散

葉の中は細胞がびっしり詰まっているわけではなく、空気で満たされた隙間（葉内空隙）があります。葉の外部の空気中の CO_2 が葉緑体まで拡散するためには、まず葉の外部から葉内空隙まで拡散する必要があります。このとき CO_2 の拡散を妨げるものは2つあります。1つは葉の周りにできる空気のよどみで、もう1つは葉の外と中をつなぐ気孔と呼ばれる小さな穴です（図1）。

葉の周りには、葉面と空気との摩擦によって流れの遅い（よどんだ）空気の層ができます。このよどんだ空気の層では、気孔に向かう CO_2 の拡散速度も遅くなります。よどんだ空気の層は風が強くなるほど薄くなり、 CO_2 が気孔へと拡散しやすくなります。つまり、葉が光合成するためには風が吹いている方がよいのです。適度に風があたっている葉においても、気孔が開くと葉の細胞の水分は葉の外へ出ていきやすくなります。気孔の開き具合は葉から水が抜け過ぎないように調節されているため、気孔の開き具合によって CO_2 が通りにくくなります。また、風が強すぎると葉の水分が失われるのを防ぐために気孔が閉じ気味に

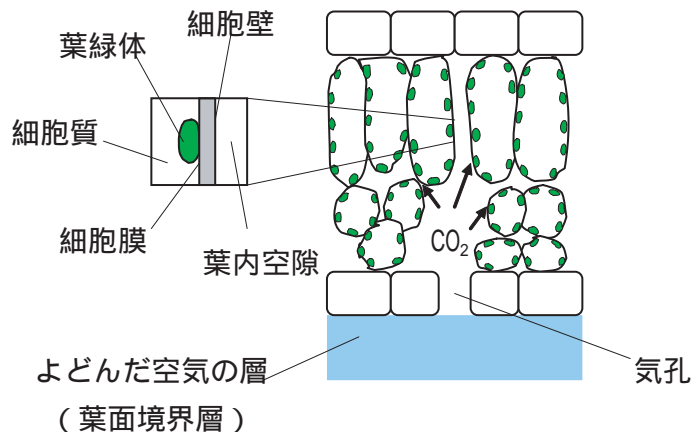


図1 葉の断面の模式図

なるので、葉内にCO₂が入りにくくなります。

適度に風があたっている葉では、気孔がCO₂の拡散を妨げていなければ、葉内空隙のCO₂濃度は葉の外の空気と同じになるはずですが、しかし実際には気孔がCO₂の拡散を妨げており、葉内空隙のCO₂濃度は葉の外の空気の65%～85%ほどに低下しています。

葉内でのCO₂の拡散

気孔を通過したCO₂が葉緑体へと拡散していくためには、葉内空隙、細胞壁、細胞膜、細胞質を通過しなければなりません(図1)。葉内空隙から細胞壁の表面まではCO₂は空気中を拡散していきます。一方、細胞壁には水が含まれているので、細胞壁から葉緑体まではCO₂は水中を拡散していくこととなります。葉内でCO₂の拡散を妨げるものは、細胞壁から葉緑体までの間に存在する水です。CO₂にとって水中は非常に拡散しにくく、水中の1 mmは空気中の10 mに相当します。実際の植物では、葉緑体は細胞膜に張り付くように存在しており、CO₂が水中を拡散する距離をできるだけ短くしていますが、細胞壁の厚さの分だけCO₂は水中を拡散していかなければなりません(図1)。このため、細胞壁と葉緑体の間の通りにくさは、気孔と同じくらいになります。

空気CO₂濃度の増加と光合成

現在、空気中のCO₂濃度は増加し続けており、今世紀中には現在の2倍近くの700 ppmに達するともいわれています。空気中のCO₂濃度が増加すれば葉緑体内のCO₂濃度も増加するため、光合

成が盛んになるのではと期待されるのですが、実際の植物では期待されるほどの光合成の増加が見られないケースが多いようです。この理由として、CO₂濃度の増加によって一時的に光合成が盛んになった結果、光合成の産物であるデンプンが葉緑体内に蓄積し、葉緑体内でのCO₂の拡散が妨害されるというメカニズムが考えられていますが、統一的な見解を得るまでには至っていません。CO₂濃度の増加に対する光合成の反応については現在も研究が進められているところです。

(谷 享)