

「光合成から化学を考える」

概要

緑色植物の光合成を担っている増感剤、クロロフィルを実際に植物の葉っぱから抽出、分離、精製することにより光合成のしくみ、人工光合成の必要性を考える。

各自が持参した複数の植物の葉、緑茶からクロロフィルを抽出して比較する。

薄層クロマトグラフィーによる分離の原理

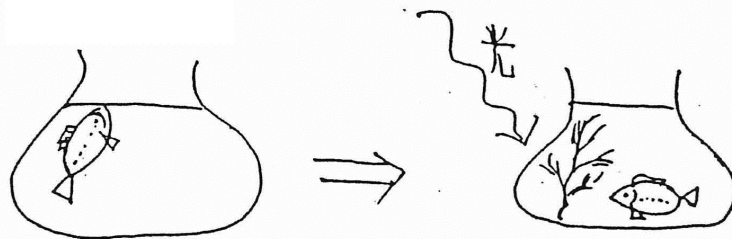
植物における色素分子の役割

自然界における光合成反応の役割

について考えよう。

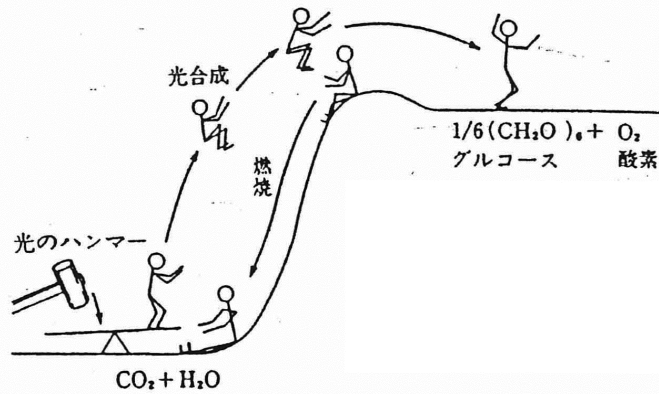
金魚鉢と地球

誰でも一度は子どもの頃金魚鉢の中の金魚をじっくり眺めたことがあるはずだ。金魚が水面近くで口をパクパクし出すと要注意。酸素不足なのである。空気ポンプで水の中に空気を吹き込んで酸素を補給してやれば元気を取り戻す。空気ポンプがなければ空気が十分に溶けている新しい水に換えてやれば問題ない。水を換えるのが面倒なら最初に水草をほんの少し水槽に入れておけばよい。わざわざ水を換えなくても金魚は浮き上がって口をパクパクさせることもなく悠然と泳ぎ回っている。なぜだろう。答えは簡単。水草が行う光合成で酸素が補給されるからである。緑色水草は太陽の光を吸収して、水に溶けている二酸化炭素と水から炭水化物と酸素を作り出す。金魚にとっては誠に快適な世界。栄養物もあれば酸素もあるのである。金魚と金魚鉢の関係は人間と地球に置き換えて考えることができる。金魚鉢の中の水草と同じように地球上では緑の森林、海の中の昆布などの藻類が活発に光合成を営んで生物の生命活動を支えているのだ。金魚鉢の水草が枯れた場合は新しい水草を入れたり水を入れ換えたりすればよいが地球の場合はそうはいかない。地球環境の問題を考えると、のんびりとはしてられない。自然な取り組みのひとつに人工光合成による太陽光エネルギーへの取り組みがある。ここでは化学が大活躍する。



光合成と人工光合成

緑色植物が営む光合成では太陽光を利用して、水と二酸化炭素からグルコース(有機物)と酸素を生成する。逆に有機物を燃やすと熱エネルギーを放出して二酸化炭素と水になる。光合成の逆の反応である。燃焼反応は山の上からいっきに滑り落ちるようなものと考えても良い。あまったエネルギーが熱として放出される。光合成は山の麓から光のエネルギーを取り込んでいっきに山の上に飛び上がるようなものと考えよう。人間はこれまでは山の上に飛び上がる反応は植物にまかせて、山の上から滑り落ちることばかりを考えてきたのである。これからは自分で山に上がる。これが「人工光合成」の研究である。



光合成の仕組み

山の上に飛び上がる「光合成」と山の上からすべり落ちる「燃焼」

光合成の反応式を考えてみよう。水分子は水素を取られて酸素になっている。一方、二酸化炭素は水から取った水素をもらって炭水化物になっている。更に詳しく見れば水分子は電子を奪い取られ(酸化され)二酸化炭素は電子をもらっている(還元)。つまり光合成とは水分子の電子を二酸化炭素に移すことといえる。真っ暗闇では電子は移らない。クロロフィルという光合成には必要不可欠な緑色の色素に光が当たってこの反応が起きる。水分子から二酸化炭素分子に電子を運ぶのに自然は実に巧みな工夫をしている。麓から山の頂上へ、ただ単純に電子を汲み上げただけではすぐに元の麓に逆流し滑り落ちてしまう。(逆電子移動) 図1を見てみよう。電子の逆流を防ぐため二段階で電子を汲み上げている。

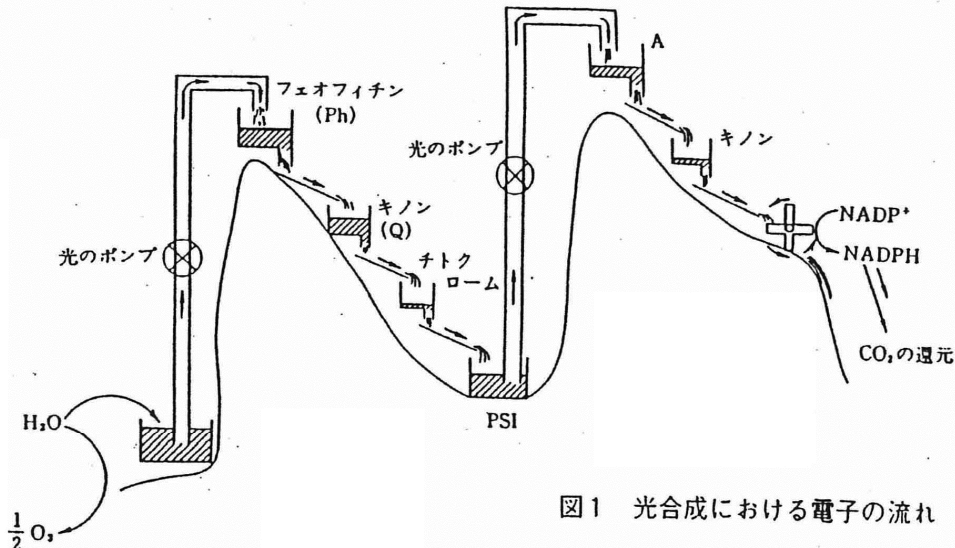
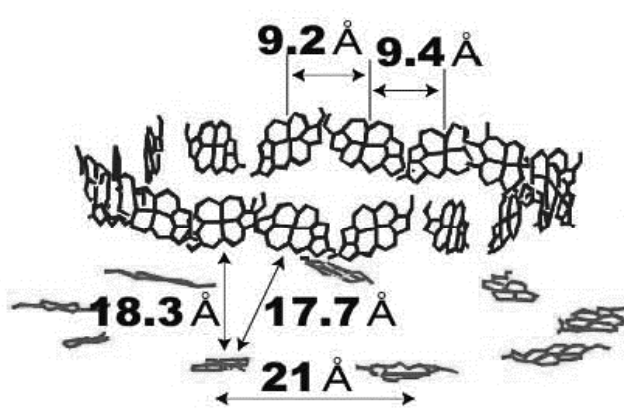
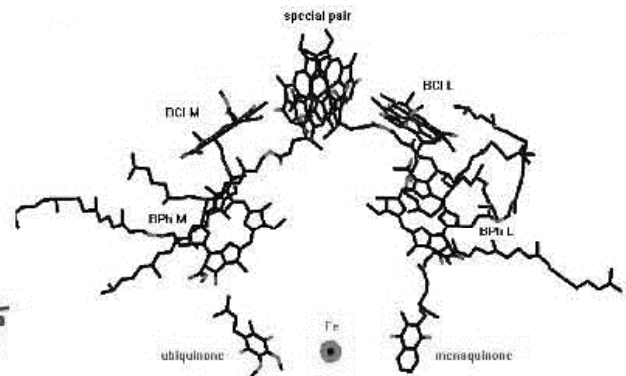


図1 光合成における電子の流れ

分子の配列→機能性の発現



紅色光合成細菌の光捕集系



紅色光合成細菌の光合成中心

図 植物における光合成部位の分子の配列構造

・当日の実験の流れ

実験の流れ

葉の採取



色素の抽出
(エタノール)



脱水、濾過
(硫酸マグネシウム)



薄層クロマトグラフィー
(ヘキサン：アセトン=7：3)

何成分色素が存在するか？

植物の種類によって違いがあるか？