

お米のはなし

お米や稲に関するちょっとした情報・豆知識を専門家が綴る「お米のはなし」の第49弾をお届けします。

(シリーズ担当：R. I.)

第49話 物質生産と光合成 その1 研究の歴史

話が前後しましたが、これから物質生産の基幹となる光合成 Photosynthesis について、その概要を説明します。私的な話で恐縮ですが、愛知県の小・中学校では「炭酸同化作用」と教わった事柄を、神奈川県の転校先の中学校で最初の理科の時間に、「光合成」と言われ、大変戸惑った経験があります。かつて「炭酸同化作用」とも言いましたが、今はあまり使われなようです。

光合成とは、日射エネルギーを利用して、二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O を糖質 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ と酸素 O_2 に変換する代謝経路です。光合成の式は、二酸化炭素+水+<光エネルギー> \Rightarrow 糖質+酸素、すなわち、 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ です。その後、光合成の過程で産生される酸素は全て水に由来していると分かったので、式は $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ と書き換えられます。ここで、水 H_2O が式の両辺に存在しますが、これは水が反応物（左辺 12 分子）でもあり、産物（右辺 6 分子）でもあるからです。これは、グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 1 分子（180g）を固定するのに、二酸化炭素 CO_2 6 分子（264g）が必要になることを示しています。

さらに、光合成の反応は、2つの主要経路、明反応（光化学反応）と暗反応（光非依存性反応）に分けられます。まず、ざっと光合成に関わる研究の歴史を年表で見てください。

光合成研究の歴史

1648年 ヘルモン ト Jan Baptista van Helmont（オランダ）の実験

植木鉢に 2.3kg のヤナギを植え、穴をあけた鉄板を被せ、雨水か蒸留水のみを与え、5年後の重さを調べた。ヤナギの重さは 76.8kg（74.5kg 増加）に増えたが、土の乾燥重量は 56.8g しか減らなかったことから、ヤナギの生長は、土中の養分ではなく、水に由来すると考えた。

1772年 プルーストリ Joseph Priestley（イギリス）の実験

《A》ガラス鐘の中にろうそくだけを入れておくと火は消えるが、一緒にハッカの枝を入れておくと火は消えない。

《B》同様に、ネズミだけだと死んでしまうが、ハッカの枝と一緒に入れておくと、ネズミは生き続ける。

1779年 インゲンハウス Jan Ingenhousz（オランダ）の実験

上記試験《B》では、夜には空気が悪化してネズミは死ぬ。緑葉に光を当てると、ネズミは呼吸して生き続ける。

1788年 セネビエ Jean Senebier (スイス) の実験

- 《A》二酸化炭素を含む空気中では、光を当てると植物は酸素を発生する。
- 《B》二酸化炭素を除去した空気中では、光を当てても植物は酸素を発生しない。

1804年 ソシュール Nicolas-Théodore de Saussure (スイス) の実験

《A》テンニンカ（フトモモ科の常緑樹）を密閉した容器に入れ、6日後に容器中の空気を調べると、二酸化炭素が減少し、酸素が増加した。植物体の炭素量は、121mg 増加した。

《B》ハッカを戸外で2ヶ月半育てた。植物体の最初の生重量を100とすると、乾燥重量は21.7重量、炭素量は5.2重量増加した。この増加は、水に由来すると考えた。

1862年 ザックス Julius von Sachs (ドイツ)

緑葉の一部を覆い、光を遮断する。その後、メタノールに入れ、色素を抽出してヨウ素反応をみる。光が当たった部分では、デンプンによるヨウ素反応が現れた。これは、小学校の理科の実験でやりましたね。最後には葉脈だけ残した、あの実験です。覚えていませんか。



1882年 エンゲルマン Theodor Wilhelm Engelmann (イギリス) の実験

《A》アオミドロに光を当てると、葉緑体の部分に酸素が発生して好気性細菌が沢山集まる。

《B》赤色と青紫色の光が当たったところに好気性細菌が沢山集まる。これは葉緑体による光吸収スペクトルとの関係を示唆したものでしょう。

1893年 チャールズ・バーネス Charles Reid Barnes (アメリカ)

光合成 (Photosynthesis) という言葉を作り、論文中でその定義を発表した。

1905年 フレデリック・フロスト・ブラックマン Frederick Frost Blackman (イギリス)

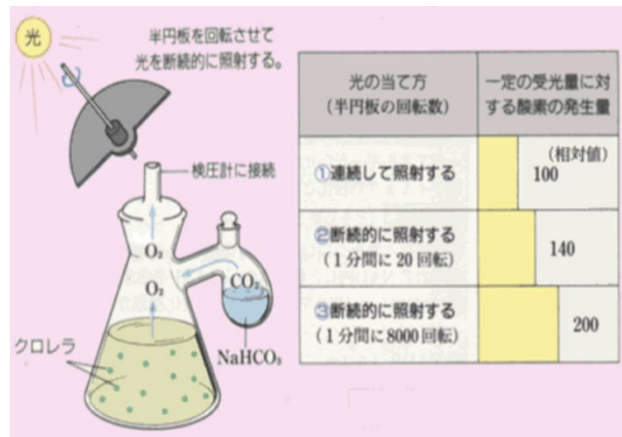
光合成は明反応と暗反応からなることを提唱した。(明反応と暗反応については後日説明)

1913年 リヒャルト・マルティン・ヴィルシュテッター Richard Martin Willstätter (ドイツ)

クロロフィル (葉緑素) 研究の功績でノーベル化学賞を受賞。

1919年 ワールブルク Otto Heinrich Warburg (ドイツ)

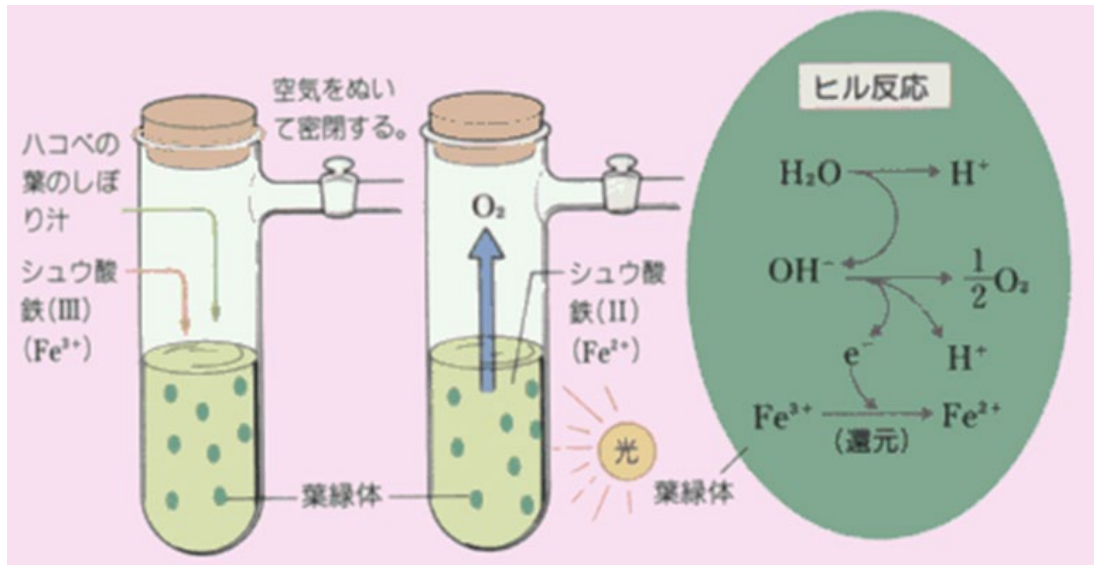
クロレラに光を照射するとき、連続的に照射するより断続的に照射する方



が、光量当たりの酸素の発生量が多い。

1929年 カール・ローマン Karl Lohmann (ドイツ)

ATP (Adenosine tri-phosphate ; アデノシン三リン酸) を発見。(ATP についても後日説明)

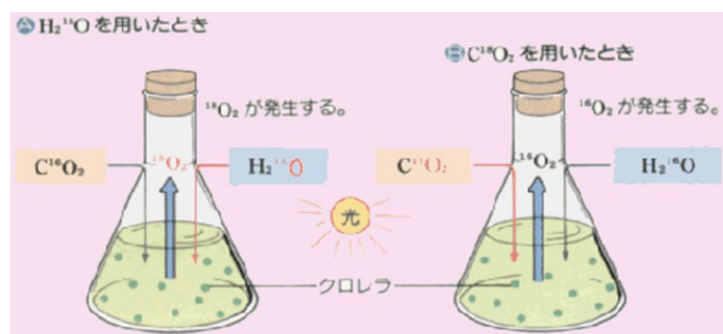


1939年 ヒル Robert Hill (イギリス)

葉緑体を含む液に酸化剤 (シュウ酸鉄Ⅲ) を加えて光を照射すると、酸素が発生し、シュウ酸鉄がⅢからⅡに還元される (ヒル反応)。しかし、酸化剤がないときは、酸素は発生しない。生体内では、水素受容体として NADP が働いている。(NADP については後日説明)

1941年 ルーベン Samuel Ruben (アメリカ)

水に酸素の同位体を用いたときは、同位体の酸素が発生するが、二酸化炭素に同位体を用いても、同位体の酸素は発生しない。(酸素の同位体は、非放射性であり、質量分析によって区別する。) これは、発生する酸素は、水由来であり、二酸化炭素由来ではないことを示しています。



(以上、Wikipedia から抜粋引用)

この続きは、次回に。