

ベンソンの実験と ATP

4年A組 行松 和輝
4年B組 國松 大悟
指導教諭 矢野 幸洋
指導教諭 櫻井 昭

1. 要約

光合成の第四過程は光なしで行えるはずなのでそれを確かめてみるための実験をベンソンの実験で行うことと、ATP が脱脂綿に含まただけでその上に根付いた植物がその ATP を利用できるのかということを調べる。

キーワード ベンソンの実験、ATP

2. 目的

前で行ったベンソンの実験を簡易にするとともに正確なデータを取る。また、本当に ATP を含ませた脱脂綿を置くことだけで ATP が吸収されるのかを調べる。

3. 緒言

ベンソンの実験とは、光合成の第四過程を光なしでも行えるということを確認した実験である。

具体的に言うと、光合成をするためには二酸化炭素と光エネルギーと水が必要であり一つでも欠けると光合成ができなくなる。

そこで植物に光を当てはするが、二酸化炭素を無くしておく。そうすると光合成はせずに光エネルギーだけたまる。

その光エネルギーによって光合成の第四過程までを行う。

そして、その状態で光を無くし二酸化炭素を入れると、ある一定の時間だけ光合成が行われるという実験である。

ベンソンの実験における右図のCを作り出すために僕たちは、石灰水を用いて、それにより水中の二酸化炭素を吸収させて実験を行った。

4. 研究内容

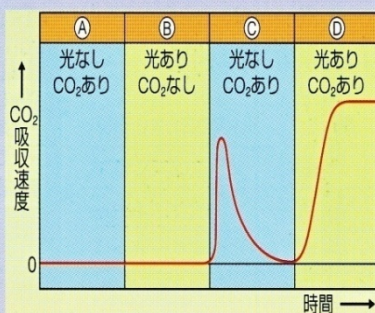
【研究1】ベンソンの実験の改良とデータの収集

(1) 仮説

光なしでも光を当てた後なら、光合成する。つまり、Cで二酸化炭素が吸収されるということである。よって pH 値が上がるということである。

●ベンソンの実験 (1949年)

A→Bでは光合成(CO₂の吸収)は起こらないが、B→Cでは光合成(CO₂の吸収)が起こる。



光合成では、光エネルギーを使ってある反応(明反応)が起こり、その後、その生成物を使ってCO₂の固定が行われることを示した。

(2) 実験方法

《使用するもの》

- ・ 試験管 1 本
- ・ 5%石灰水×0.5m l
- ・ オオカナダモ 1 個 (1.2g)
- ・ 試験管立て 1 個
- ・ 純水 23m l
- ・ 電気スタンド 1 個
- ・ pH 計

《実験方法》

- (1) 試験管に純粋を 2 3 m l 入れる。
- (2) (1)の状態の試験管の pH 値を①とする。
- (3) (2)の状態の試験管に石灰水を 0.5 m l 入れる(ここの pH 値を②とする)。
- (4) (3)の状態の試験管にオオカナダモを入れ 15 分間 2000 ルクス光に当てる(当て終えた後の pH 値を③とする)。
- (5) (4)の後試験管に、二酸化炭素を 24 m l 注入する(pH 値を④とする)。
- (6) (5)の試験管を暗室に 10 分間放置する(pH 値を⑤とする)。



図 1

(3) 実験結果

pH 値	①	②	③	④	⑤
A	7.1	7.6	7.7	4.0	4.9
B	7.2	8.2	8.2	5.1	5.3
C	7.1	7.8	7.9	4.9	5.1
D	7.1	9.0	6.2	5.2	5.1
E	7.2	9.2	6.5	4.9	5.5
F	7.1	8.9	6.4	4.9	7.1
G	7.2	8.7	6.1	5.3	6.3

ベンソンの実験によると、上の④から⑤にあたり、pH 値が上がれば(中性に近づけば)成功である。なぜなら、二酸化炭素が吸収されるということは pH 値が中性に近づくということである。

(4) 考察

上の表において A,E,F,G では④から⑤にかけての pH 値が、結構上がっているため、実験は成功したと見られる。しかし、それに対して B,C,D ではその値の変化が余りないため、実験が失敗しているように思われるが、これはこの3つは、②から③にかけての pH 値の変化も少なく、光合成していなかったと考えられるので、それが原因であると考えている。

また、何故この3つがあまり光合成をしなかったかについてであるが、僕たちの実験では図1のように、光を一定方向から当て続けた。そのため、光に近い側においてあるものは光を吸収しにくかったのだろうと考える。

【研究2】ATPの呼吸に与える影響

(1) 実験目的

元来の目標である、光なしで光合成を行わせるということを達成するためには、光合成の第四過程で使えられる化学物質を植物に取り込ませることができるかを知ることが必要となる。そこで、その化学物質のひとつである ATP を植物は脱脂綿に含ませただけの状態ですべて吸収できるかを調べる



図 2

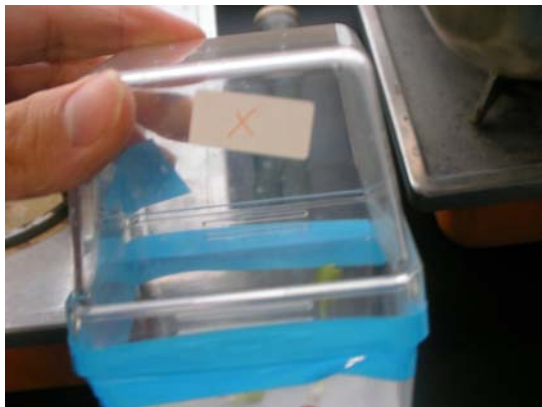


図 3

(2) 仮説

ATP を入れた容器で育てた方が ATP を吸収することになり、呼吸量が多くなることで容器によく水滴がつくと思う。

(3) 実験方法

脱脂綿に ATP 1% を 2 ml だけ含ませたものと、脱脂綿に水 2 ml 含ませたものをそ

れぞれ 2 個用意する。

1 つの容器にカイワレ大根を 3 本ずつ入れ、そこに上の脱脂綿を入れる。よって、4 つ容器が必要になる。また、コントロールとして何も入れてない容器も準備する。それらの 5 個を暗室にいれ一日置いて様子を見る。

(4) 実験結果

図 2、図 3 から分かるように ATP を入れた容器のほうが入れてないものよりも水滴が多く付いた。

(5) 考察

この実験は前回行った実験の確認である。前回にも行ったが、それは一度しかやっておらず本当に正しかったのかという疑問をもったため行った実験である。

今回でも ATP を入れた方がたくさん水滴が付いていたので、ATP をしみ込みさせた脱脂綿を入れただけで呼吸に何らかの影響があったものと考えられる。しかし、この研究成果を発表するたびに多くの先生方から質問を受けたように、ATP は非常に分子量が多く、そんなに簡単には植物の細胞内には入らないはずである。

何故なら、もしそんなことが可能になれば、植物の細胞内から、ATP ほどの大きさのものは全て流れ出してしまうということになるからである。よって、僕たちはこの呼吸が激しくなる要因になったものは、ATP ではなく、それが分解されて違う分子量の小さいものとなり、吸収されたのだと考えている。

そこで、これは今後の予定だが、吸収されたものが本当に ATP であるのか確かめ

るために、ATP を光らせて細胞内に通常以上に存在するかをみたいと思う。また、どのようにして光らせるのかについてだが、ルシフェリンという化学物質は ATP と反応して発光するのでそのことを用いて、本当に ATP の存在を確かめられるのかなども実験していこうと思う。

5. 今後の課題

今回の第一の研究（ベンソンの実験の追実験）によって分かったことは、植物の光合成の効率を調べるために、植物が育つまでの間、長い時間待つて研究しなくても、僕たちの考えた方法を使うことによって、ほんの 30 分程度で植物の光合成効率を調べて結果を出すことができるようになったことである。

そしてまた、第二の研究から分かったことは、ATP を脱脂綿に湿らせるだけで植物の呼吸量が多くなるということである。

しかしながら、まだよく分からないことも多々ある。その代表的なものが先に研究 2 の所でも書いたように、ATP という化学物質を簡単に植物の細胞内に簡単に入れることが実際に可能なのかということであり、これについては今後、細胞内まで見ていくことで、結論を出したいと思っている。

6. 参考文献

[1]「フォトサイエンス生物図録」、鈴木孝仁
監修、数研出版

7. 謝辞

指導してくださった矢野先生、櫻井先生には感謝申し上げます。